



#### DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

<b>Grado/Máster en:</b>	Graduado/a en Ingeniería de la Salud por la Universidad de Málaga
<b>Centro:</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática
<b>Asignatura:</b>	Modelado de Sistemas Biomédicos
<b>Código:</b>	932
<b>Tipo:</b>	Optativa
<b>Materia:</b>	MODELADO DE SISTEMAS BIOMÉDICOS
<b>Módulo:</b>	MÓDULO DE FORMACIÓN COMPLEMENTARIA EN INGENIERÍA BIOMÉDICA II
<b>Experimentalidad:</b>	
<b>Idioma en el que se imparte:</b>	Inglés
<b>Curso:</b>	4
<b>Semestre:</b>	1
<b>Nº Créditos</b>	4,5
<b>Nº Horas de dedicación del estudiante:</b>	112,5
<b>Nº Horas presenciales:</b>	45
<b>Tamaño del Grupo Grande:</b>	
<b>Tamaño del Grupo Reducido:</b>	
<b>Página web de la asignatura:</b>	

#### EQUIPO DOCENTE

**Departamento:** INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA  
**Área:** INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA

Nombre y Apellidos	Mail	Teléfono Laboral	Despacho	Horario Tutorías
Coordinador/a: FCO.JAVIER FERNANDEZ DE CAÑETE RODRIGUEZ	ffernandezr@uma.es	952132887	3.094.D - E. INGENIERÍAS	Todo el curso: Viernes 12:30 - 14:30 Primer cuatrimestre: Lunes 11:30 - 13:30, Martes 11:30 - 13:30 Segundo cuatrimestre: Martes 11:30 - 13:30, Miércoles 11:30 - 13:30
JESUS MORALES RODRIGUEZ	jesus.morales@uma.es	951952323	3.106.D Despacho - E. INGENIERÍAS	Todo el curso: Miércoles 10:00 - 13:00, Viernes 10:00 - 13:00

#### RECOMENDACIONES Y ORIENTACIONES

El alumno ha de poseer conocimientos matemáticos relativos a ecuaciones diferenciales y conocimientos de biología y fisiología, además de conocer el lenguaje de programación MATLAB, los cuales son impartidos en asignaturas precedentes.

La asignatura será impartida en idioma Inglés, es recomendable poseer al menos un nivel B1.

#### CONTEXTO

La asignatura de Modelado de Sistemas Biomédicos aborda las técnicas de modelado matemático de sistemas biológicos y fisiológicos en base a ecuaciones diferenciales partiendo del conocimiento de los elementos físicos constituyentes y las leyes que gobiernan su comportamiento. Para ello se utilizan lenguajes de programación basados en ecuaciones dinámicas (SIMULINK) y basados en componentes físicos (SIMSCAPE y MODELICA).

La asignatura se centra en el modelado y control de los sistemas cardiovascular, respiratorio, sistema hormonal y en los sistemas compartimentales usados en farmacología y bioquímica.

#### COMPETENCIAS

##### 1 Competencias generales y básicas.

- 1.8 CG03 Capacidad para aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a sistemas médicos y biológicos.
- 1.9 CG04 Capacidad para diseñar sistemas, dispositivos y procesos para su uso en aplicaciones médicas, de atención sanitaria o biológicas.
- 1.10 CG05 Capacidad de aprendizaje para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
- 1.11 CG06 Capacidad para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinares en los campos de la ingeniería y las ciencias de la salud, mediante la integración de conocimientos y la participación en equipos multidisciplinares.
- 1.13 CG08 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad.
- 1.15 CG10 Capacidad para comunicar y transmitir los conocimientos y conclusiones en el ámbito de la ingeniería de la salud, a público especializado y no especializado, de un modo claro y preciso.
- 1.16 CG11 Capacidad de expresión oral y escrita en un segundo idioma (inglés)

##### 5 Competencias específicas. Mención Biomédica



**5 Competencias específicas. Mención Biomédica**

- 5.11** CE-IM-11 Capacidad para modelar mediante herramientas matemáticas y computacionales sistemas biológicos y médicos comunes, así como el empleo de estas herramientas para obtener información cuantitativa de dichos modelos que le permitan entender el sistema.

**CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA**

**Teoría**

Tema 1: Introducción al Modelado de Sistemas

Tema 2: Modelado Matemático de Sistemas Biomédicos

Tema 3: Herramientas Computacionales de Modelado

Tema 4: Identificación de Sistemas Biológicos

Tema 5: Modelado Dinámico de Sistemas Biológicos

Tema 6: Modelado de Sistemas de Control Fisiológicos

**Práctica**

Practica 1. El entorno de simulación SIMULINK

Practica 2. Modelado del sistema de control de glucemia

Practica 3. El entorno de simulación SIMSCAPE

Practica 4. Modelado del Sistema Cardiovascular

Practica 5. La herramienta System Identification Toolbox de MATLAB

Practica 6. Identificación de Sistemas Farmacológicos

Practica 7. El entorno de simulación física MODELICA. La librería Physiobrary.

Practica 8. Modelado del sistema respiratorio

Practica 9. El entorno de simulación física MODELICA. La librería SystemDynamics

Practica 10. Modelado de sistemas bioquímicos

**ACTIVIDADES FORMATIVAS**

**Actividades presenciales**

**Actividades expositivas**

Lección magistral

**Actividades prácticas en instalaciones específicas**

Prácticas en laboratorio

**Actividades no presenciales**

**Actividades prácticas**



#### Actividades no presenciales

##### Actividades prácticas

Resolución de problemas

##### Estudio personal

Estudio personal

### ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

#### Actividades de evaluación presenciales

##### Actividades de evaluación del estudiante

Examen final

Realización de trabajos y/o proyectos

Participación en clase

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE / CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Se pretende alcanzar los siguientes resultados de aprendizaje:

- Capacidad para evaluar el tipo de modelo más adecuado para una aplicación en Ingeniería Biomédica
- Capacidad para elaborar y evaluar modelos de sistemas fisiológicos y biológicos
- Capacidad aplicar herramientas computacionales de modelado y simulación de sistemas.

### PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Convocatoria Ordinaria:

El sistema de evaluación consta de 3 partes:

#### 1. Examen final (50% de la calificación final)

Constará de un examen en laboratorio y podrá emplearse para su resolución material complementario de uso individual (libros, apuntes, ...). Para superar la asignatura será necesario alcanzar al menos 3 puntos de 10 en la calificación global del mismo.

#### 2. Prácticas (20% de la calificación final)

Para poder puntuar en este bloque será necesario asistir como mínimo a un 75% de las sesiones prácticas. La calificación alcanzada en este apartado dependerá de la asistencia del alumno a las sesiones prácticas de clase y de la puntuación obtenida en los cuestionarios obligatorios. Para superar la asignatura será necesario alcanzar al menos 3 puntos de 10 en la calificación de este bloque en caso de haber asistido a un mínimo del 75% de las sesiones prácticas o aprobar el examen de prácticas.

#### 3. Evaluación continua y trabajos (30% de la calificación final)

Para poder puntuar en este bloque será necesario realizar los trabajos obligatorios que se propondrán a lo largo del curso y que se habrán de exponer. Para aprobar la asignatura será necesario alcanzar al menos 3 puntos de 10 en la calificación de este bloque

Calificación global:

Para aprobar la asignatura será necesario alcanzar al menos 5 puntos de 10 en la calificación global.

Segunda convocatoria ordinaria (septiembre) y convocatorias extraordinarias:

El sistema de evaluación consta de 3 partes:

#### 1. Examen final (50% de la calificación final)

En este apartado se aplicarán los mismos criterios que en la convocatoria ordinaria.

#### 2. Prácticas (20% de la calificación final)



- a) Si el alumno ha asistido en el curso actual al número mínimo de sesiones prácticas establecidas (75%), le será computada la correspondiente calificación obtenida en la convocatoria ordinaria.
- b) Si el alumno alcanzó al menos 5 puntos en la calificación de este bloque en el curso anterior, le será computada dicha calificación.
- c) Si el alumno NO ha asistido en el curso actual al número mínimo de sesiones prácticas establecidas ni superó este bloque en el curso anterior, podrá aprobar la asignatura realizando y superando un examen de prácticas.
- Para aprobar la asignatura será necesario alcanzar al menos 3 puntos de 10 en la calificación de este bloque de acuerdo a los criterios que se indican en el punto a) o al menos 5 puntos de 10 de acuerdo a los criterios que se indican en los puntos b) y c).

### 3. Evaluación continua y trabajos (30% de la calificación final)

- a) Si el alumno superó el bloque de evaluación continua y trabajos en los cursos actual o anterior, le será computada la correspondiente calificación obtenida en la anterior convocatoria evaluada.
- b) Si el alumno NO superó el bloque de evaluación continua y trabajos en los cursos actual o anterior, habrá de realizar, presentar y superar los trabajos que tenga pendientes antes de la publicación de las calificaciones de la convocatoria en cuestión. Aquellos de esos trabajos que sean colaborativos deberá realizarlos con otros compañeros que estén en su misma situación.
- Para aprobar la asignatura será necesario haber alcanzado al menos 5 puntos en este apartado en el curso anterior (en este caso, ésta será la calificación final del alumno correspondiente a este bloque en el presente curso) o al menos 3 puntos de 10 en la calificación de este apartado en cualquiera de los casos restantes.

### Calificación global:

Para aprobar la asignatura será necesario alcanzar al menos 5 puntos de 10 en la calificación global.

Los alumnos que tengan un régimen de asistencia reducido (tiempo parcial, deportistas de élite, ...), tendrán la oportunidad de realizar un examen final específico (100% de la nota final).

## BIBLIOGRAFÍA Y OTROS RECURSOS

### Básica

- Cobelli, C., Carson, E. Introduction to Modeling in Physiology and Medicine. Academic Press Series in Biomedical Engineering, Elsevier, 2008, ISBN: 978-0-12-160240-6.
- Dabney, J., Harman, T. Mastering SIMULINK, Prentice Hall, 2004, ISBN; 0-131-42477-7
- Fernandez de Canete, J. Galindo, C., Garcia-Moral, I. System Engineering and Automation. An Educational Interactive Approach. Springer, 2011, ISBN: 978-3-642-20229-2.
- Finkelstein, L., Carson, E., Mathematical Modeling of Dynamic Biological Systems, Research Study Press, 1995.
- Hannon, B., Ruth, M., Modeling Dynamic Biological Systems. Springer, 1997, ISBN: 0-387-94850-3.
- Khoo, M.C. Physiological Control Systems. Analysis, Simulation and Estimation, IEEE press, 2000, ISBN: 0-780-33408-6.
- The Biomedical Engineering HandBook, Second Edition, Ed. Joseph D. Bronzino, Boca Raton: CRC Press LLC, 2000, ISBN: 3-540-66351-7.
- Tiller, M Introduction to Physical Modeling with MODELICA, Kluwer Academic Publishers, 2004, ISBN: 0.7923-7367-7

## DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE

### ACTIVIDAD FORMATIVA PRESENCIAL

Descripción	Horas	Grupo grande	Grupos reducidos
Lección magistral	31,1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prácticas en laboratorio	13,9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**TOTAL HORAS ACTIVIDAD FORMATIVA PRESENCIAL 45**

### ACTIVIDAD FORMATIVA NO PRESENCIAL

Descripción	Horas
Resolución de problemas	20
Estudio personal	36,2

**TOTAL HORAS ACTIVIDAD FORMATIVA NO PRESENCIAL 56,25**

**TOTAL HORAS ACTIVIDAD EVALUACIÓN 11,25**

**TOTAL HORAS DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE 112,5**

