



DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

Grado/Máster en:	Graduado/a en Ingeniería de la Salud por la Universidad de Málaga
Centro:	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática
Asignatura:	Modelado de Sistemas Biomédicos
Código:	932
Tipo:	Optativa
Materia:	MODELADO DE SISTEMAS BIOMÉDICOS
Módulo:	MÓDULO DE FORMACIÓN COMPLEMENTARIA EN INGENIERÍA BIOMÉDICA II
Experimentalidad:	
Idioma en el que se imparte:	Inglés
Curso:	4
Semestre:	1
Nº Créditos:	4.5
Nº Horas de dedicación del	112.5
Tamaño del Grupo Grande:	
Tamaño del Grupo Reducido:	
Página web de la asignatura:	

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: F. JAVIER FERNANDEZ DE CANETE RODRIGUEZ	ffernandezr@uma.es	952132887	3.094.D - E. INGENIERÍAS	
JESUS MORALES RODRIGUEZ	jesus.morales@uma.es	951952323	3.106.D Despacho - E. INGENIERÍAS	

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

- 5.11 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 Physiolibrary.
- 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

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
Lección magistral	31.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prácticas en laboratorio	13.9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TOTAL HORAS ACTIVIDAD FORMATIVA PRESENCIAL	45		

ACTIVIDAD FORMATIVA NO PRESENCIAL

Descripción	Horas
Estudio personal	36.2
Resolución de problemas	20
TOTAL HORAS ACTIVIDAD FORMATIVA NO PRESENCIAL	56.25

TOTAL HORAS ACTIVIDAD EVALUACIÓN 11.25

TOTAL HORAS DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE

ADAPTACIÓN A MODO VIRTUAL POR COVID19

ACTIVIDADES FORMATIVAS

ESCENARIO A, DOCENCIA BIMODAL

Se impartirá la docencia según el formato de la guía docente original siempre que se asegure que se puedan cumplir las condiciones que permitan clases presenciales con distancia de seguridad y número reducido de alumnos por clase.

Cuando esto no sea posible, se adoptará el procedimiento de evaluación recogido en el Escenario B.

ESCENARIO B, DOCENCIA VIRTUAL

La metodología docente es igual a la descrita en la guía docente original, con las siguientes consideraciones

1. Se sustituyen las clases presenciales de la asignatura por clases no presenciales impartidas a través de la aplicación Zoom, donde se conectarán todos los alumnos inscritos en la asignatura
2. Las clases no presenciales e impartirán en el mismo horario asignado a la asignatura en la guía docente con el mismo número de horas y los mismos contenidos especificados en PROA.

PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

ESCENARIO A, DOCENCIA BIMODAL

Se realizará la evaluación según el formato de la guía docente original siempre que se asegure que se puedan cumplir las condiciones que lo permitan, con distancia de seguridad y número reducido de alumnos por clase.

ESCENARIO B, DOCENCIA VIRTUAL

La metodología de evaluación es similar a la que aparece en la guía docente original. No obstante, se aclara en los siguientes términos:

1. Trabajos de grupo (30%), con 3 alumnos por grupo que deberán constituirse en fechas próximas, con entrega de memoria en pdf y evaluación mediante entrevista vía Meet en un par de días (a determinar) antes de la fecha del examen final según calendario UMA.
2. Cuestionarios (20%) C1 y C2 con 2 grupos diferentes, realizados cada uno para los 2 grupos en la misma fecha y hora (a



determinar). La calificación será la media de los cuestionarios C1(50%), C2 (50%). También se podrá optar a realizar un cuestionario global que incluya C1 y C2, con 4 grupos diferentes, realizados cada uno para los 2 grupos en la fecha del examen final según calendario UMA.

3. Examen final (50%=25%+25%) distribuido en 2 ejercicios E1 y E2 entregados on-line (30-45 min aprox. cada uno) en dos fechas diferentes a determinar, siendo E2 realizado en la fecha del examen final según calendario UMA) con 2 versiones y de realización simultánea. La calificación será la media de los ejercicios E1(50%) y E2 (50%).

4. Se asume que todos los alumnos matriculados están en condiciones de acceder al Campus Virtual en hora y fecha de cada prueba on-line. La no realización de alguna de las partes C1, C2, E1 o E2 computa con una calificación de 0 puntos en esa parte. No habrá examen final conjunto.

5. La calificación final de la asignatura será la suma ponderada del examen final por partes (50%), cuestionarios (20%) y trabajo de grupo (30%), y la calificación final deberá ser superior a 5 puntos. Para superar la asignatura, será necesario obtener 3 o más puntos en la calificación de cuestionarios y en la calificación de trabajos de grupo, y 4 puntos más en la calificación del examen final.

Durante la prueba de examen final se podrá establecer comunicación video/audio para comprobar la evolución de la misma. Adicionalmente, se contempla la comprobación de la autoría mediante una entrevista/examen oral sobre las respuestas dadas por el alumno. Dicha comprobación podría ser grabada como prueba.

En segunda convocatoria y extraordinarias, y si se mantienen las medidas restrictivas por el COVID-19, se evaluaría la asignatura con un único examen virtual con fecha según calendario UMA, que incluiría tanto la parte de cuestionario global como la parte del examen final realizado en dos bloques separados E1 y E2 con descanso entre ellos, manteniendo igualmente los mecanismos de comprobación de autoría.

Cuando esto no sea posible, se adoptará el procedimiento de evaluación recogido en el Escenario B.

CONTENIDOS

Los contenidos de la asignatura son los descritos en la guía docente original tanto en el escenario A como B.

TUTORÍAS

Se habilita horario de tutorías virtuales a través de la herramienta Meet los lunes de 12:30 a 14:00 y viernes de 12:30 a 14:00