

## 69316 - Modelos y sistemas de control fisiológico

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2019/20

**Asignatura:** 69316 - Modelos y sistemas de control fisiológico

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 547 - Máster Universitario en Ingeniería Biomédica

**Créditos:** 3.0

**Curso:** 1

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:** ---

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Se revisarán, en primer lugar, los fundamentos del modelado de sistemas dinámicos: ecuaciones diferenciales y función de transferencia. Se abordarán las técnicas básicas de análisis de sistemas dinámicos basadas en los modelos presentados: sistemas de primer, segundo orden y sistemas de orden superior, lugar de las raíces. Posteriormente se estudian técnicas de control de sistemas dinámicos, orientándolo a sistemas fisiológicos modelados en la primera parte. Finalmente se considerarán técnicas identificación, aplicadas también a sistemas fisiológicos. Todas las técnicas anteriores se estudiarán con apoyo de herramientas de simulación de sistemas dinámicos, para ayuda al modelado, al análisis y al control. Se aplicarán todas las técnicas anteriores a diversos casos de estudio reales, tanto de modelado y análisis como al control de dispositivos específicos. Las prácticas se realizarán en Laboratorio utilizando las herramientas mencionadas y aplicándolas sobre casos prácticos.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura Modelos y Sistemas de Control Fisiológico es una asignatura optativa enmarcada en la especialidad en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Ingeniería Biomédica. El modelado, interpretación y análisis del funcionamiento de los órganos o sistemas fisiológicos (cardíaco, neurológico, musculo-esquelético, cerebral, etc.) así como el conocimiento de dispositivos existentes o en estudio para el análisis y el control de su comportamiento es una parte importante de los contenidos de la Ingeniería Biomédica, cuyos contenidos se estudian en esta asignatura.

Los objetivos de esta asignatura se construyen sobre los resultados de aprendizaje obtenidos en las asignaturas obligatorias: Fundamentos de Anatomía, Fisiología, Patología y Terapéutica, y Tratamiento de señales e imágenes biomédicas. Algunos de los modelos y sistemas fisiológicos presentados serán parcialmente utilizados en la asignatura Robótica médica y exoesqueletos robotizados, por lo que constituye un buen complemento de ésta.

Los resultados del aprendizaje obtenidos en esa asignatura se podrán utilizar principalmente en proyectos fin de máster de las líneas de investigación y desarrollo en robótica y en tratamiento de señales biomédicas.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Asignaturas recomendadas: Fundamentos de Anatomía, Fisiología, Patología y Terapéutica. Tratamiento de señales e imágenes biomédicas.

Los profesores encargados de impartir la docencia pertenecen a las áreas de Ingeniería de Sistemas y Automática, y Teoría de la Señal y Comunicaciones

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

**Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación (CB. 6)

Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos

nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio (CB.7)  
Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimiento y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios (CB.8)

Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades (CB.9)

Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo (CB.10)

Poseer las aptitudes, destrezas y método necesarios para la realización de un trabajo de investigación y/o desarrollo de tipo multidisciplinar en cualquier área de la Ingeniería Biomédica (CG.1)

Ser capaz de usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la resolución de problemas del ámbito biomédico y biológico (CG.2)

Ser capaz de comprender y evaluar críticamente publicaciones científicas en el ámbito de la Ingeniería Biomédica (CG.3)

Ser capaz de aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (CG.4)

Ser capaz de gestionar y utilizar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos, software y hardware específicos de la ingeniería biomédica (CG.5)

Ser capaz de analizar, diseñar y evaluar soluciones a problemas del ámbito biomédico mediante conocimientos y tecnologías avanzadas de biomecánica, biomateriales e ingeniería de tejidos (CO.3)

## 2.2.Resultados de aprendizaje

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

Ser capaz de realizar modelos sencillos de sistemas fisiológicos (cardiovascular, respiratorio, musculo-esquelético, glucosa-insulina, nervioso autónomo, oculomotor)

Ser capaz de analizarlos con las técnicas generales de análisis de sistemas continuos, relacionando su comportamiento con el sistema fisiológico concreto de que se trate.

Ser capaz de interpretar la influencia de la variación de parámetros del modelo y relacionarla con la variación del comportamiento del sistema fisiológico real

Ser capaz de comprender y analizar los mecanismos de control fisiológico del cuerpo y relacionarlos con los mecanismos de control de sistemas aprendidos.

Ser capaz de diseñar controladores artificiales sencillos para control de parámetros fisiológicos.

Ser capaz de simular modelos sencillos de sistemas fisiológicos.

Ser capaz de comprender el funcionamiento y necesidad de los mecanismos de control que regulan la homeostasis interna del cuerpo ante determinadas perturbaciones.

Ser capaz de aplicar las técnicas de identificación de sistemas al análisis de sistemas fisiológicos concretos

## 2.3.Importancia de los resultados de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje proporcionará la capacidad de modelar, analizar e interpretar el comportamiento de sistemas fisiológicos. Ello servirá para simular un comportamiento y analizar posibles deficiencias y en algunos casos sus causas. También proporcionará el conocimiento de dispositivos actuales o en estudio para la medida de parámetros fisiológicos, e interpretación de señales reales obtenidas experimentalmente. Además se adquirirán unos conocimientos sobre el diseño básico y funcionamiento de dispositivos de control de parámetros fisiológicos

## 3.Evaluación

### 3.1.Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

- **E1: Examen final (30%).**

Examen escrito, con puntuación de 0 a 10 puntos, consistente en cuestiones teórico-prácticas y problemas.

El alumno ha de obtener una puntuación mínima total de 5 puntos sobre 10 en el examen final. Se dispondrá de una prueba global en cada una de las convocatorias establecidas a lo largo del curso, en las fechas y horarios determinados por la Escuela. Esta prueba global se evaluará con los mismos criterios que las pruebas durante el curso.

- **E2: Trabajos prácticos tutorizados (30%).**

Puntuación de 0 a 10 puntos. En la evaluación de los trabajos tutorizados propuestos a lo largo del cuatrimestre se tendrá en cuenta tanto la memoria presentada, como la idoneidad y originalidad de la solución propuesta.

- **E3: Prácticas de laboratorio (30%).**

Puntuación de 0 a 10 puntos. La evaluación de las prácticas se realizará a través de la memoria de las mismas, así como

del trabajo realizado en el laboratorio.

- **E4. Presentaciones y debates de forma oral (10%):**

Presentación de resultados de trabajos y prácticas y contestación de preguntas sobre los mismos.

Para aprobar la asignatura se deberán realizar las 4 actividades de evaluación.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

**A01 Clase magistral participativa** (15 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial.

**A02 Resolución de problemas y casos** (7 horas). Resolución individual o grupal de casos prácticos.

**A03 Prácticas de laboratorio.** (4 horas). Las prácticas de laboratorio consisten en el estudio y caracterización de un sistema de control cardiovascular mediante el análisis de señales fisiológicas reales. Esta actividad se evalúa mediante la memoria que presentan los alumnos así como por su actitud en el laboratorio (ver Evaluación).

**A05 Realización de trabajos prácticos de aplicación o investigación.** El alumno tendrá que resolver individualmente casos prácticos planteados por el profesor. Si el caso práctico planteado es complejo podrá realizarse en grupo según lo establezca el profesor. Se evaluarán esta actividad de acuerdo con lo establecido en la sección de Evaluación.

**A06 Tutoría.** Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases tanto teóricas como prácticas.

**A08 Evaluación.** Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas y presentación de informes o trabajos utilizados en la evaluación del progreso del estudiante. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación

### 4.2. Actividades de aprendizaje

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

- Modelado de sistemas dinámicos fisiológicos
- Análisis de sistemas dinámicos fisiológicos
- Sistemas realimentados
- Control de sistemas fisiológicos
- Identificación de sistemas
- Dispositivos de control fisiológico
- Modelos ya aplicaciones de diagnóstico y terapéuticas

### 4.3. Programa

#### 1. Conceptos básicos de modelado y control de sistemas.

1.1 Señales y Sistemas. Conceptos básicos de señales y sistemas. Tipos de sistemas. Sistemas dinámicos. Sistemas fisiológicos. Simulación.

1.2 Modelado de sistemas dinámicos. Modelado de sistemas físicos. Modelos de ecuaciones diferenciales. Modelos de Función de Transferencia. Diagramas de bloques. Polos y ceros de un sistema. Analogías. Sistemas no lineales. Linealización. Ejemplos de modelado de sistemas fisiológicos.

1.3 Análisis temporal de sistemas dinámicos. Concepto de estabilidad. Criterios para el análisis de la estabilidad de sistemas dinámicos. Comportamiento transitorio y comportamiento en régimen permanente. Sistemas de primer orden. Sistemas de segundo orden. Sistemas de orden superior. Retraso puro. Estabilidad. Realimentación. Ejemplos de análisis temporal de sistemas fisiológicos.

1.4 Análisis en el dominio frecuencial. Transformada de Fourier. Descripción frecuencial. Función de transferencia frecuencial. Diagramas de Bode. Ejemplos de análisis frecuencial de sistemas fisiológicos. Identificación.

1.5 Conceptos y técnicas básicos de control. Conceptos básicos de control de sistemas realimentados. Acciones de control. Tipos de controladores. Métodos de ajuste de controladores. Ejemplos de control de sistemas fisiológicos.

#### 2. Sistemas fisiológicos y aplicaciones.

2.1 Sistema de control cardiovascular

2.1.1 Modelo para la regulación del gasto cardíaco.

2.1.2 Representaciones y modelos de regulación del ritmo cardíaco.

2.1.3 Modelado y regulación de presión sanguínea.

2.1.4 Modelos de control cardiovascular.

2.2 Sistema de control respiratorio.

2.2.1 Regulación de la respiración.

2.2.2 Respiración periódica y apnea obstructiva del sueño

#### **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

##### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

El calendario de la asignatura, tanto de las sesiones presenciales en el aula como de las sesiones de laboratorio, estará determinado por el calendario académico que el centro establezca para el curso correspondiente. El calendario de presentación de trabajos se anunciará convenientemente al inicio de la asignatura.

La asignatura se imparte en cuatrimestre de primavera. Entre las principales actividades previstas se encuentran la exposición de los contenidos teóricos, el planteamiento y resolución de problemas, la realización de prácticas de laboratorio y la realización de trabajos prácticos tutorizados relacionados con los contenidos de la asignatura.

Las fechas de inicio y fin de las clases teóricas y de problemas, así como las fechas de realización de las prácticas de laboratorio y las pruebas de evaluación global serán las fijadas por la Escuela de Ingeniería y Arquitectura y publicadas en la página web del máster (<http://www.masterib.es>). Las fechas de entrega y seguimiento de los trabajos prácticos tutorizados se darán a conocer con suficiente antelación en clase y en la página web de la asignatura en el anillo digital docente, <https://moodle2.unizar.es/>.

#### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

##### **Software y equipamiento a utilizar**

- Software: Matlab-Simulink
- Equipamiento de procesamiento de bioseñales

[http://biblos.unizar.es/br/br\\_citas.php?codigo=69316&year=2019](http://biblos.unizar.es/br/br_citas.php?codigo=69316&year=2019)