



## Máster en Ingeniería Biomédica 69316 - Modelos y sistemas de control fisiológico

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- Raquel Bailón Luesma rbailon@unizar.es
- Luis Enrique Montano Gella montano@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta 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

#### Actividades y fechas clave 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/>.

---

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

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

- 2: 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.
- 3: Ser capaz de interpretar la influencia de la variación de parámetros del modelo y relacionarla con la variación del comportamiento del sistema fisiológico real
- 4: Ser capaz de comprender y analizar los mecanismos de control fisiológico del cuerpo y relacionarlos con los mecanismos de control de sistemas aprendidos.
- 5: Ser capaz de diseñar controladores artificiales sencillos para control de parámetros fisiológicos.
- 6: Ser capaz de simular modelos sencillos de sistemas fisiológicos.
- 7: Ser capaz de comprender el funcionamiento y necesidad de los mecanismos de control que regulan la homeostasis interna del cuerpo ante determinadas perturbaciones.
- 8: Ser capaz de aplicar las técnicas de identificación de sistemas al análisis de sistemas fisiológicos concretos

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura optativa forma parte de la materia Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Ingeniería Biomédica, dentro de la especialidad del mismo nombre.

Diversas técnicas de diagnóstico médico e innovación terapéutica, así como el control de dispositivos para regular procesos fisiológicos se basan en el modelado y el control de sistemas dinámicos. En la asignatura se presentarán técnicas de modelado y análisis de sistemas dinámicos, base del modelado de sistemas fisiológicos hacia los cuales está dirigida la asignatura. Se abordarán también técnicas básicas de control de sistemas realimentados, que son la base del control de los propios procesos fisiológicos como de los dispositivos de control para dichos procesos. Finalmente se presentarán técnicas de identificación de sistemas y su aplicación a sistemas fisiológicos. Se analizarán diversos casos prácticos reales, utilizando herramientas de simulación y se presentarán diferentes dispositivos y equipos existentes en la actualidad utilizados para medir señales biológicas y regular este tipo de sistemas

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales 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.

## 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.

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

- 1:** 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)
- 2:** 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)
- 3:** 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)
- 4:** 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)
- 5:** 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)
- 6:** 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)
- 7:** 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)
- 8:** Ser capaz de comprender y evaluar críticamente publicaciones científicas en el ámbito de la Ingeniería Biomédica (CG.3)
- 9:** Ser capaz de aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (CG.4)
- 10:** Ser capaz de gestionar y utilizar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos, software y hardware específicos de la ingeniería biomédica (CG.5)
- 11:** 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)

## Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

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 deficiencia 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

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

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

**1:**

- **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.

**2:**

- **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.

**3:**

- **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.

**4:**

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

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

**5:**

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

---

## Actividades y recursos

---

### 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 se dividen en dos: 1) Registro de señales biomédicas en el Laboratorio de Adquisición de Señales Biomédicas. 2) Estudio y caracterización de un sistema de control cardiovascular. 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

## **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

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

- 1:** Modelado de sistemas dinámicos fisiológicos
- 2:** Análisis de sistemas dinámicos fisiológicos
- 3:** Sistemas realimentados
- 4:** Control de sistemas fisiológicos
- 5:** Identificación de sistemas
- 6:** Modelado y control de sistemas fisiológicos
- 7:** Dispositivos de control fisiológico
- 8:** Modelos y aplicaciones de diagnóstico y terapéuticas

## **Planificación y calendario**

### **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.

## **Bibliografía**

### **Bibliografía y Recursos**

- Khoo M.C.K. Physiological Control Systems: Analysis, Simulation, and Estimation. John Wiley & Sons, ISBN: 0-7803-3408-6, 1999

- Lewis P., Yang Ch.. Sistemas de Control en Ingeniería. Prentice-Hall, ISBN 84-8322-124-1, 1999.
- Kuo B.C. Sistemas de control automático. Prentice-Hall. ISBN 968-880-723-0, 1996.
- Enderle J., Blanchard S., Bronzino J. Introduction to Biomedical Engineering, Academic Press, ISBN: 0-12-238660-4, 1999
- Wiley Enciclopedia of Biomedical Engineering, Wiley & Sons, 2005
- The Biomedical Engineering Handbook, Ed. J.D. Bronzino, CRC Press, ISBN: 0-8493-0462-8
- Documentación proporcionada a través de ADD

### **Recursos**

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

### **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**