

## 69318 - Robótica médica y exoesqueletos robotizados

### Información del Plan Docente

<b>Año académico</b>	2017/18
<b>Centro académico</b>	110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura
<b>Titulación</b>	547 - Máster Universitario en Ingeniería Biomédica
<b>Créditos</b>	3.0
<b>Curso</b>	1
<b>Periodo de impartición</b>	Segundo Semestre
<b>Clase de asignatura</b>	Optativa
<b>Módulo</b>	---

### 1. Información Básica

#### 1.1. 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.

El objetivo es presentar la utilización de técnicas y métodos de la Robótica en el control de exoesqueletos robóticos a partir de bioseñales (EMG, EEG) y en aplicaciones médicas. Se presentarán los conceptos básicos de la robótica de manipulación y la robótica móvil, aplicados al control del movimiento de mecanismos articulados, los exoesqueletos, utilizados como prótesis u órtesis robotizadas para ayuda a la movilidad de extremidades y aplicaciones en rehabilitación motora. Se presentarán diversos sistemas biónicos actualmente en fase de investigación y desarrollo. Se presentarán diferentes aplicaciones de la Robótica en el ámbito médico.

#### 1.2. Recomendaciones para cursar la asignatura

Asignaturas del Master recomendadas: Fundamentos de Anatomía, Fisiología, Tratamiento de señales e imágenes biomédicas.

La asignatura desarrolla conceptos, métodos y aplicaciones basados parcialmente en conocimientos de Robótica, Control y procesamiento de Bioseñales. Los alumnos procedentes de Grados del ámbito de la Ingeniería Industrial (Electrónica y Automática, Tecnologías Industriales, Mecánica fundamentalmente), de la Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, y de la Ingeniería Informática, han podido adquirir conocimientos básicos en una o varias de las técnicas de procesamiento de señales, modelado de sistemas, filtrado, y Robótica, que junto con los conocimientos adquiridos en las asignaturas previas del master de Módulo de Formación Técnica, que se utilizan en la asignatura. Los procedentes otros Grados pueden necesitar alguna formación adicional en estas técnicas para poder seguir con aprovechamiento la asignatura.

Los profesores encargados de impartir la docencia pertenecen al área de Ingeniería de Sistemas y Automática (ISA).

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

La asignatura Robótica médica y exoesqueletos robotizados es una asignatura optativa enmarcada en la especialidad en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Ingeniería Biomédica. En los últimos años ha habido

## 69318 - Robótica médica y exoesqueletos robotizados

sustanciales avances en el campo de la Robótica aplicada en este ámbito. Es multidisciplinar, ya que abarca desde el modelado de robots, generación del movimiento, control del mecanismo, y el procesamiento y adaptación de distintas bioseñales para el autocontrol del dispositivo. Se utilizan una amplia variedad de conocimientos adquiridos en los Grados y en el propio Master. Las aplicaciones tienen un claro y creciente interés social, dado que están fundamentalmente orientadas a personas con discapacidades motoras o dependientes en el caso de los exoesqueletos, y por otro lado un claro interés profesional en cuanto estas tecnologías ayudan a los médicos, en particular en cirugía, a la realización de su actividad.

Los objetivos de esta asignatura se construyen sobre los resultados del aprendizaje de los Grados mencionados y los obtenidos en asignaturas previas del Master como son las del Módulo Formación Biomédico, especialmente los fundamentos de Fisiología, el Módulo Formación Técnica Biomecánica, en particular Biomecánica del aparato locomotor, el Módulo Formación Técnica en Tratamiento de señales e imágenes biomédicas, en particular el modelado de sistemas, el procesamiento de señales biomédicas y el filtrado de señales. La asignatura se complementa bien con otras del bloque de especialización, principalmente las de Percepción y visión por computador y Procesamiento de imágenes médicas y Robótica médica y exoesqueletos robotizados. Los manipuladores robóticos junto con la visión y reconstrucción visual de órganos internos son técnicas cada vez más utilizadas en cirugía.

Los resultados del aprendizaje obtenidos en esa asignatura se podrán utilizar principalmente en trabajos fin de máster de la línea de investigación y desarrollo en robótica.

### 1.4. 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 ejercicios, 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/>.

## 2. Resultados de aprendizaje

### 2.1. Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

1. Es capaz de comprender el origen y los mecanismos de generación y procesamiento de las bioseñales, en particular EMG
2. Es capaz de comprender los modelos bioinspirados para generar las señales de control a partir de bioseñales.
3. Es capaz de realizar el diseño sencillo del sistema de control de un robot manipulador, en particular de exoesqueletos
4. Conoce las diferentes aplicaciones de la Robótica en el ámbito biomédico

### 2.2. Importancia de los resultados de aprendizaje

La importancia de los resultados de aprendizaje diseñados para esta asignatura radica en la capacidad que adquiere el alumno para comprender y conocer las múltiples utilidades de la robótica en el mundo profesional y en la investigación, en una línea que sin duda tendrá mucho desarrollo en los próximos años. El alumno será capaz asimismo de realizar el diseño de sistemas robotizados desde el punto de vista del modelado y el control, que le permitirá involucrarse en su vida profesional en proyectos relacionados con el desarrollo de estos dispositivos.

### 3. Objetivos y competencias

#### 3.1. Objetivos

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

El objetivo es proporcionar a alumno conocimientos de los últimos avances en la aplicación de la Robótica en el ámbito biomédico, y especialmente en las técnicas de ayuda al movimiento de extremidades mediante exoesqueletos robotizados y controlados mediante bioseñales.

#### 3.2. Competencias

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. Posee las aptitudes, destrezas y método necesarios para la realización de un trabajo de investigación y/o desarrollo en cualquier área de la Ingeniería Biomédica. [CG.1]
7. Es 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. Es capaz de comprender y evaluar críticamente publicaciones científicas en el ámbito de la Ingeniería Biomédica. [CG.3].
9. Es capaz de aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo. [CG.4].
10. Es capaz de gestionar y utilizar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos, software y hardware específicos de la ingeniería biomédica. [CG.5].
11. Es capaz de desarrollar la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas de tipo multidisciplinar en el ámbito de la Ingeniería Biomédica. [CG.6].
12. Es capaz de analizar, diseñar y evaluar soluciones a problemas del ámbito biomédico mediante conocimientos y tecnologías avanzadas de las tecnologías de la información y las comunicaciones. [CO.3]

### 4. Evaluación

#### 4.1. Tipo de pruebas, criterios de evaluación y niveles de exigencia

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

- E1. Prueba escrita presencial: Cuestiones teórico-prácticas (30%)
- E2. Trabajos prácticos: Resolución de casos de estudio (40%)
- E3. Prácticas de laboratorio: evaluación de la realización de la práctica y del informe de resultados de la misma. (20%)
- E4. Presentaciones y debates de forma oral: Presentación de resultados de trabajos y prácticas y contestación de preguntas sobre los mismos. (10%)

Para aprobar la asignatura se deberán realizar las 4 actividades de evaluación. Tanto la prueba escrita presencial E1 como las prácticas E3 deberán ser aprobadas (5 puntos sobre 10 en cada una de ellas). 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.

### 5. Metodología, actividades, programa y recursos

#### 5.1. Presentación metodológica general

Las actividades docentes se llevarán a cabo en base a:

- Clases presenciales. El profesor presentará los temas del programa, así como ejercicios prácticos correspondientes a cada uno. Los alumnos resolverán en clase ejercicios o casos propuestos por el profesor, que serán evaluados.
- Prácticas de Laboratorio: El alumno realizará prácticas de laboratorio con el equipamiento y software proporcionado. Serán evaluadas en base a la actividad realizada por el alumno durante la sesión y a partir de un informe de resultados posterior.
- Seminarios desarrollados por profesores expertos invitados
- Trabajos prácticos. El alumno resolverá individualmente o en grupo casos prácticos propuestos por el profesor, que serán evaluados.
- Artículos de investigación: El profesor propondrá la lectura y análisis de artículos de temas avanzados y actuales en la materia, que serán presentados por el alumno, y serán evaluados.

#### 5.2. Actividades de aprendizaje

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

Con objeto de que los alumnos alcancen los resultados de aprendizaje descritos anteriormente y adquieran las competencias diseñadas para esta asignatura, se proponen las siguientes actividades formativas:

**A01 Clase magistral participativa** (22 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial. La impartición de los contenidos incluirá la realización de ejercicios o casos prácticos sencillos por parte del profesor y de los alumnos. En cada curso se planteará la posibilidad de impartición de seminarios por parte de expertos externos.

**A03 Prácticas de laboratorio.** (4 horas). Se realizarán prácticas de laboratorio con los equipos disponibles. El alumno deberá realizar un estudio previo anteriormente a la realización de la práctica en el Laboratorio, desarrollar la actividad práctica propuesta durante la sesión de Laboratorio y realizar un informe breve sobre los resultados obtenidos. Se evaluarán todas estas actividades de acuerdo con lo establecido en la sección de 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, presentaciones orales, informes, trabajos y prácticas de

## 69318 - Robótica médica y exoesqueletos robotizados

laboratorio. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación

Al resto de actividades (incluidos trabajos tutorados, evaluaciones, entregables, y estudio personal) le corresponden 49 horas.

### 5.3. Programa

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende:

1. Introducción a la Robótica. Robótica de manipulación. Robótica móvil. Robótica médica.
2. Generación del movimiento de un manipulador robótico. Modelado de un mecanismo poliarticulado, generación de trayectorias, control cinemático y dinámico del movimiento.
3. Exoesqueletos robotizados. Aplicación de las técnicas de la robótica de manipulación al control de exoesqueletos.
4. Control de exoesqueletos a partir de bioseñales. Procesamiento de mioseñales de activación muscular (EMG). Modelos bioinspirados de control de exoesqueletos. Control a partir de señales electroencefalográficas (EEG).
5. Aplicaciones biomédicas de la Robótica de manipulación y la Robótica móvil.

### 5.4. 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.

### 5.5. Bibliografía y recursos recomendados

**BB** Craig, John J.. Introduction to robotics : mechanics and control / John J. Craig . - 2nd ed. Reading, Massachusetts : Addison-Wesley, cop. 1989

**BB** Fundamentos de robótica / Antonio Barrientos ... [et al.]. - 2ª ed. Madrid [etc.] : McGraw-Hill, cop. 2007

**BB** Pons, José L. Wearable robots: biomechatronics exoskeletons / J.L. Pons. Chichester : Wiley, 2008

**BC** Dudek, Gregory. Computational principles of mobile robotics / Gregory Dudek, Michael Jenkin . - 2nd ed. New York : Cambridge University Press, 2010

**BC** Medical robotics / edited by Vanja Bozovic. Viena : I-Tech Education and Publishing, 2008

### Software y equipamiento a utilizar

- Software: Matlab-Simulink, OpenSim
- Equipamiento de adquisición y procesamiento de señales EMG
- Exoesqueleto robótico

## 69318 - Robótica médica y exoesqueletos robotizados