

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Asignatura	ROBÓTICA MÉDICA		
Materia	TECNOLOGÍA MÉDICA		
Módulo			
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA		
Plan	637	Código	47534
Periodo de impartición	2º cuatrimestre	Tipo/Carácter	Obligatoria
Nivel/Ciclo	Grado	Curso	3º
Créditos ECTS	6		
Lengua en que se imparte	Español		
Profesor/es responsable/s	Juan Carlos Fraile Marinero Javier Pérez Turiel Ana Ciscal de la Rica		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	jcfrail@eii.uva.es , turiel@eii.uva.es , ana.ciscal@uva.es 983 42 33 55		
Departamento	Ingeniería de Sistemas y Automática		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

La asignatura se imparte en el sexto cuatrimestre de la titulación de Grado en Ingeniería Biomédica, dentro de las materias específicas de la titulación, proporcionando una visión global, por una parte de las características tecnológicas básicas implicadas en el diseño, programación e implantación de sistemas robotizados y, por otra, de los aspectos particulares de la aplicación de esta tecnología en entornos sanitarios, con especial interés en los campos de la robótica quirúrgica y la robótica de rehabilitación.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura forma parte de la materia "Tecnología médica", y se relaciona con el resto de asignaturas que forman dicha materia.

1.3 Prerrequisitos

No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura, aunque sí recomendaciones lógicas que el alumno debería tener en cuenta. Son necesarios conocimientos básicos de programación y Matlab.

2. Competencias

2.1 Generales

Competencias Básicas:

- CB1.** Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- CB2.** Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- CB3.** Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- CB5.** Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

Competencias Generales:

- CG1.** Adquirir conocimientos y habilidades adecuados para analizar y sintetizar problemas básicos relacionados con la ingeniería y las ciencias biomédicas, resolverlos utilizando el método científico y comunicarlos de forma eficiente.
- CG2.** Conocer las bases científicas y técnicas de la ingeniería biomédica, de modo que se facilite el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como el desarrollo de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- CG3.** Adquirir la capacidad de resolver problemas con iniciativa y creatividad, así como de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética, social y profesional de la actividad del ingeniero biomédico.
- CG4.** Trabajar de forma adecuada en un laboratorio, incluyendo los aspectos de seguridad, manipulación de materiales y eliminación de residuos.



- CG5.** Adquirir, analizar, interpretar y gestionar información.
- CG6.** Elaborar informes y emitir juicios basados en un análisis crítico de la realidad.
- CG9.** Redactar, representar e interpretar documentación científico-técnica.

Competencias Transversales:

- CT1.** Desarrollar capacidades de comunicación interpersonal y aprender a trabajar en equipos multidisciplinares, multiculturales e internacionales.
- CT2.** Capacidad de organizar y planificar su trabajo tomando las decisiones correctas basadas en la información disponible, reuniendo e interpretando datos relevantes para emitir juicios dentro de su área de estudio.
- CT3.** Desarrollar capacidades de aprendizaje autónomo y de por vida.

2.2 Específicas

- CE8.** Saber diseñar dispositivos e instrumentos para aplicaciones médicas teniendo en cuenta sus especificaciones de seguridad, calidad y fiabilidad, así como describir sus procesos de fabricación y validación de acuerdo con las normativas reguladoras.
- CE16.** Conocer los problemas asociados al desarrollo de robots, el estado actual y las tendencias futuras.
- CE23.** Integrar conocimientos multidisciplinares asociados a la ingeniería, biología y medicina.
- CE24.** Proyectar, diseñar, desarrollar, instalar, utilizar y mantener procedimientos, dispositivos, equipos y sistemas para la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación

3. Objetivos

Se plantea alcanzar los siguientes resultados de aprendizaje:

- Conocimientos de los principios básicos de la robótica, y de las líneas generales de su aplicación en la medicina.
- Conocimientos en cinemática y dinámica y control de robots así como sus aplicaciones en la robótica médica.
- Capacidad para evaluar y analizar aplicaciones robotizadas en el ámbito de la Ingeniería Biomédica.
- Capacidad para aplicar conocimientos de robótica a sistemas médicos.
- Capacidad de diseño de sistemas robotizados para su uso en aplicaciones sanitarias.
- Conocimiento y aplicación de las regulaciones y normativas que afectan a los dispositivos robóticos, y en particular, a su aplicación como productos sanitarios.
- Capacidad para el desarrollo de proyectos técnicos concretos de la aplicación de la robótica a la medicina.
- Capacidad para la divulgación técnica y científica en temas relacionados con la robótica aplicada a la medicina.

4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: Robótica Médica

Carga de trabajo en créditos ECTS: 6

a. Contextualización y justificación

La robótica médica es una disciplina en auge, con un carácter interdisciplinar, participando en ella diferentes ciencias básicas y tecnologías tales como: la teoría de control, la electrónica, tratamiento de señales, etc. En este bloque temático se ha procurado llegar a un equilibrio entre los temas relacionados con: el conocimiento de robots en el ámbito médico, la seguridad en robótica médica y las aplicaciones de robots en entornos quirúrgicos y en rehabilitación. Para su correcta comprensión es aconsejable tener una formación básica en matemáticas e informática.

b. Objetivos de aprendizaje

- Conocer los principios básicos de la robótica, y de las aplicaciones de la misma a la medicina.
- Evaluar y analizar aplicaciones robotizadas en el ámbito de la Ingeniería Biomédica
- Aplicar conocimientos de robótica a sistemas médicos
- Capacidad de diseño de sistemas robotizados para su uso en la medicina
- Conocer la cinemática, la dinámica y el control de robots, así como sus aplicaciones en la robótica médica
- Resolver en equipo problemas médicos mediante el uso de la robótica
- Conocer y aplicar las regulaciones y normativas que afectan a los dispositivos robóticos.
- Desarrollar proyectos técnicos multidisciplinares de aplicación de la robótica a la medicina.
- Capacitar al estudiante para una continua adaptación tecnológica en las áreas de la robótica.

c. Contenidos

Robots y Sanidad:

- Tema 1: Introducción a la robótica médica. Aplicaciones de la robótica médica.
- Tema 2: Caracterización de los robots médicos.

Cinemática en robots médicos:

- Tema 3: Cinemática directa: Representación de la posición y orientación. Metodología Denavit-Hartenberg.
- Tema 4: Cinemática inversa
- Tema 5: Trayectorias y control de movimientos de los robots en aplicaciones médicas.

Aspectos prácticos de implantación de robots médicos.

- Tema 6: Normativa y seguridad de los robots médicos.
- Tema 7: Robótica quirúrgica: cirugía laparoscópica, neurocirugía, cirugía ortopédica.
- Tema 8: Robótica de rehabilitación: Sistemas robóticos para rehabilitación neuromotora, exoesqueletos.

d. Métodos docentes

Actividades presenciales:

Clases de teoría: Método expositivo.

Prácticas de laboratorio: Diseño, implementación y evaluación de casos prácticos.

Seminarios, problemas, tutorías y evaluación: Resolución de ejercicios y problemas, aprendizaje basado en problemas, y aprendizaje cooperativo.

Actividades no presenciales:

Trabajo individual: Estudio/trabajo personal.

Trabajo en grupo: Aprendizaje basado en problemas y aprendizaje cooperativo

e. Plan de trabajo

Clases de aula: exposición por parte del profesor de los temas en clase, y realización de problemas y ejercicios relacionados con la teoría impartida.

Laboratorios: Realización de prácticas orientadas al ámbito de la robótica quirúrgica utilizando el software de Matlab y el robot ABB IRB 120 con el software de simulación RobotStudio. Realización de prácticas en el ámbito de exoesqueleto de mano para neuro-rehabilitación.

f. Evaluación

ACTIVIDAD	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Trabajo escrito y / o presentación oral	20%	Evaluación continua basada en pruebas parciales, problemas, trabajos, informes, etc
Trabajo escrito y / o presentación oral	30 %	Evaluación basada en prácticas experimentales, informes de prácticas
Exámenes – Evaluación final	50%	En las fechas establecidas por el Plan de Ordenación Académica del Grado

g Material docente

Es fundamental que las referencias suministradas este curso estén actualizadas y sean completas. Los profesores tienen acceso, a la plataforma Leganto de la Biblioteca para actualizar su bibliografía recomendada ("Listas de Lecturas"). Si ya lo han hecho, pueden poner tanto en la guía docente como en el Campus Virtual el enlace permanente a Leganto.

g.1 Bibliografía básica

- Barrientos A., Aracil R. (2007) Fundamentos de robótica, 2ª Edición. Mc Graw Hill, Febrero 2007.
- Sabater J.M. y otros (2013). Consorcio OPENSURG. Robótica médica. Notas prácticas para el aprendizaje de la robótica en bioingeniería. CYTED. ISBN 978-84-15413-12-7
- Schweikard, A., & Ernst, F. (2015). *Medical robotics*. Springer. ISBN 978-3-319-22891-4
- Control Theory in Biomedical Engineering - 1st Edition. Applications in Physiology and Medical Robotics (2020). Editora: Olfa Boubaker. Paperback ISBN: 9780128213506. eBook ISBN: 9780128226216

g.2 Bibliografía complementaria

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

h. Recursos necesarios

Aula con proyector multimedia y pizarra para las sesiones de teoría.
 Plataforma educativa para publicar material didáctico, guías de ejercicios, soluciones, tareas, etc.
 Acceso al material bibliográfico recomendado
 Uso de software especializado: MATLAB/Simulink
 Escritorio virtual UVa. MATLAB/Simulink

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
6	14 semanas

BLOQUE 1: Robótica médica		Teoría (horas)	Problemas (horas)	Laboratorio (horas)
Tema	Título del tema			
1	Introducción a la robótica médica. Aplicaciones de la robótica médica	2		
2	Caracterización de los robots médicos	2		
3	Cinemática directa: Representación de la posición y orientación. Metodología Denavit-Hartenberg	6	4	
4	Cinemática inversa	4	2	
5	Trayectorias y control de movimientos de los robots en aplicaciones médicas	4	4	
6	Normativa y seguridad de los robots médicos	4		
7	Robótica quirúrgica: cirugía laparoscópica, neurocirugía, cirugía ortopédica	4		
8	Robótica de rehabilitación: Sistemas robóticos para rehabilitación neuromotora, exoesqueletos	4		
Práctica 1	Programación con el robot ABB IRB120 – Movimientos esféricos en navegación laparoscópica			6
Práctica 2	Transformaciones homogéneas – Navegación laparoscópica en cirugía mínimamente invasiva			6
Práctica 3	<i>Wearable robotics</i> : Caso de un exoesqueleto de mano, dimensionamiento y control.			8
TOTAL		30	10	20

5. Métodos docentes y principios metodológicos

- Actividades presenciales:
 - Clases de teoría: Lección magistral.
 - Prácticas de laboratorio: Diseño, implementación y evaluación de casos prácticos.
 - Seminarios, problemas, tutorías y evaluación: Resolución de ejercicios y problemas, aprendizaje basado en problemas, y aprendizaje cooperativo.
- Actividades no presenciales:
 - Trabajo individual: Estudio/trabajo personal.
 - Trabajo en grupo: Aprendizaje basado en problemas y aprendizaje cooperativo

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases de aula de teoría (T)	30	Trabajo individual	50
Clases de aula de Problemas (A)	10	Trabajo en grupo	40
Prácticas de Laboratorio (L)	20		
Total presencial	60	Total no presencial	90
TOTAL presencial + no presencial			

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
(T1) Trabajo escrito y / o presentación oral	20%	Evaluación continua basada en pruebas parciales, problemas, trabajos, informes, etc
(T2) Trabajo escrito y / o presentación oral	30%	Evaluación basada en prácticas experimentales, informes de prácticas
(E1) Exámenes – Evaluación final	50%	En las fechas establecidas por el Plan de Ordenación Académica del Grado

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - Cada instrumento de evaluación se valorará sobre un máximo de 10 puntos.
 - No se exige una nota mínima ni en T1, ni en T2. Sí se exige una nota mínima de 3.5 (sobre 10) en E1, para superar la asignatura.
 - Si no se alcanza el mínimo en E1, la calificación final será exclusivamente la obtenida en E1.
 - Si se alcanza el mínimo en E1, la calificación final será la suma ponderada de las calificaciones obtenidas en los tres instrumentos ($\text{Nota T1} \cdot 0.2 + \text{Nota T2} \cdot 0.3 + \text{Nota E1} \cdot 0.5$).
 - El alumno debe conseguir al menos un 5 en la nota final para superar la asignatura.
 - Las calificaciones obtenidas en T1 y T2 se aplican tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Los mismos criterios que en la convocatoria ordinaria

8. Consideraciones finales