



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

53000969 - Bioingeniería Y Diseño Bioinspirado

PLAN DE ESTUDIOS

05AT - Master Universitario En Ingeniería Mecánica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	8
6. Actividades y criterios de evaluación.....	10
7. Recursos didácticos.....	12
8. Otra información.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53000969 - Bioingeniería y Diseño Bioinspirado
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Inglés/Castellano
Titulación	05AT - Master Universitario en Ingeniería Mecánica
Centro responsable de la titulación	05 - E.T.S. De Ingenieros Industriales
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Andres Diaz Lantada (Coordinador/a)		andres.diaz@upm.es	Sin horario. Consultar por email
Adrian Martinez Cendrero		adrian.mcendrero@upm.es	Sin horario. Consultar por email

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

CE1 - Utilizar las ventajas que aportan las herramientas de diseño y cálculos asistidos por computador (?M-CAE?) en el sector, empleando las principales directivas y normativas.

CE2 - Realizar actividades de análisis, diseño, fabricación, ensayo y mantenimiento de máquinas, productos y dispositivos, aplicando metodologías estructuradas, considerando el ciclo de vida global.

CG 1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica de la Ingeniería Mecánica

CG 2 - Diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos de la ingeniería mecánica, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.

CG 9 - Crear nuevas ideas (Creatividad).

3.2. Resultados del aprendizaje

RA12 - ? Conocer los principales tipos de dispositivos médicos. ? Conocer los principales campos de aplicación de dispositivos médicos en ingeniería biomédica (soluciones diagnósticas, terapéuticas y de apoyo). ? Conocer las ventajas de las metodologías estructuradas de diseño y desarrollo. ? Capacidad para diseñar dispositivos médicos para resolver problemas concretos. ? Capacidad para seleccionar los materiales más adecuados para dichos dispositivos. ? Conocer las principales tecnologías de diseño, ingeniería y fabricación CAD-CAE-CAM que apoyan al desarrollo de dispositivos médicos. ? Conocer las principales tecnologías de rapid prototyping que apoyan al desarrollo de dispositivos médicos.

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

English version:

Bioengineering aims to prepare students for design and development tasks in the medical device industry and in research centres focused on healthcare technologies. A focus on scientific-technical knowledge, professional abilities and ethical compromise guides the course. The idea is becoming a facilitator of medical technologies development, through the application of mechanical engineering technologies, towards equitable, safe and effective biodevices for global health. The course is planned in agreement with the principles of the Bologna Declaration, pursuing students' active learning and the transmission of knowledge, abilities and attitudes. Along the course, different medical devices will be designed, manufactured and tested. These medical devices stand out for their biomechanical interaction with the human body.

Topics include:

Topic 1. Introduction to bioengineering.

Topic 2. Introduction to biomedical devices. Biomechanical devices and their features.

Topic 3. Systematic development methodologies for medical devices. The CDIO-UBORA bioengineering design methodology.

Topic 4. The Medical Device Regulation 2017/745 and main international standards for developing medical devices.

Topic 5. Conceptual design and creativity promotion.

Topic 6. Design for usability: ergonomics, safety, quality.

Topic 7. Intellectual property. Open-source medical devices.

Topic 8. Design and simulation of medical devices: hip and knee prostheses as case studies.

Topic 9. Bioinspired design strategies and medical device personalization.

Topic 10. Materials and technologies for manufacturing medical devices.

Topic 11. Additive manufacturing. Micro and nanomanufacturing technologies.

Topic 12. Introduction to research: microfluidic systems, labs- and organs-on-chips.

Topic 13. Introduction to research: tissue engineering and biofabrication.

Topic 14. Introduction to research: smart materials and artificial muscles.

Topic 15. Case studies & visit: biomechanical devices made in UPM.

Topic 16. Case studies & visit: biomaterials made in UPM.

Students' teams will develop the different projects of medical devices with the support of the UBORA e-platform, a "Wikipedia" of medical devices aimed at fostering open-innovation and open-source solutions in healthcare, developed in collaboration among a wide set of European and African universities including UPM. The UBORA e-platform is a unique resource for enabling international collaboration and co-creation of medical devices.

Spanish version:

La asignatura "Bioingeniería" se orienta a la preparación de los alumnos para la ejecución de tareas de diseño y desarrollo de productos en la industria de los dispositivos médicos, así como en centros de investigación y universidades. La asignatura no sólo busca aportar los conocimientos y habilidades necesarias para desarrollos técnicamente válidos; sino también proporcionar una serie de valores éticos y recomendaciones de seguridad, que ayuden a minimizar riesgos en la aplicación de los futuros dispositivos que los alumnos puedan desarrollar. Está planteada según las recomendaciones de la

Declaración de Bolonia de cara a la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), buscando en todo momento una mayor implicación del estudiante en su propio aprendizaje y con unos objetivos de enseñanza - aprendizaje, persiguiendo la transmisión de los conocimientos, actitudes y habilidades. Durante la misma se diseñan, fabrican y ensayan distintos dispositivos médicos cuya interacción con el organismo humano es fundamentalmente mecánica.

El temario incluye:

Tema 1. Introducción a bioingeniería.

Tema 2. Introducción a dispositivos médicos. Dispositivos médicos biomecánicos.

Tema 3. Las metodologías sistemáticas para el desarrollo de dispositivos médicos. La metodología CDIO-UBORA.

Tema 4. La "EU MDR 745/2017" y las principales normas internacionales para el desarrollo de dispositivos médicos.

Tema 5. Diseño conceptual y promoción de la creatividad.

Tema 6. Diseño para usabilidad: ergonomía, seguridad, calidad.

Tema 7. Aspectos sobre propiedad intelectual. Dispositivos médicos de código abierto.

Tema 8. Diseño y simulación de dispositivos médicos: Caso prótesis de cadera y de rodilla.

Tema 9. Estrategias para diseño bioinspirado y para la personalización de los diseños.

Tema 10. Materiales y tecnologías de fabricación para dispositivos médicos.

Tema 11. Fabricación aditiva y tecnologías avanzadas de micro y nanofabricación.

Tema 12. Introducción a investigación: microsistemas fluidicos, laboratorios y órganos en un chip.

Tema 13. Introducción a investigación: ingeniería de tejidos y biofabricación.

Tema 14. Introducción a investigación: materiales inteligentes y músculos artificiales.

Tema 15. Casos de estudio: Dispositivos biomecánicos desarrollados en el Laboratorio de Desarrollo de Productos de la UPM.

Tema 16. Casos de estudio: Biomateriales desarrollados en el Laboratorio de Desarrollo de Productos de la UPM.

Los proyectos de desarrollo de dispositivos médicos que llevarán a cabo los equipos de estudiantes, como parte fundamental para la adquisición de competencias y para la aplicación de conocimientos, adquiridos se desarrollarán a través de la plataforma web UBORA. UBORA es una wikipedia internacional de dispositivos médicos, en cuyo desarrollo ha participado UPM, y que guía a los diseñadores de dispositivos médicos de forma sistemática, conforme al Reglamento Europeo 745/2017 y a normas internacionales. Dichos dispositivos diseñados a través de UBORA se comparten a modo de tecnologías de código abierto, accesibles a todos. La documentación en la plataforma y las presentaciones intermedia y final de resultados de los proyectos de aplicación será parte fundamental de la evaluación. UBORA es un excelente recurso para la formación online y la co-creación de dispositivos médicos trabajando en equipos internacionales.

4.2. Temario de la asignatura

1. Introduction to bioengineering and biomedical engineering
2. Introduction to medical devices and biomechanical devices, the medical industry
3. Systematic development strategies, the CDIO-UBORA approach
4. The Medical Device Regulation 2017/745 and international standards for biodevices
5. Conceptual design and creativity promotion
6. Design for usability: ergonomics, safety, quality
7. Intellectual property and open-source medical devices
8. Design and simulation of medical devices
9. Bioinspired and personalized design strategies
10. Materials and technologies for manufacturing medical devices
11. Additive manufacturing, micro and nanofabrication

12. Introduction to research: microfluidics, labs- and organs-on-chips
13. Introduction to research: tissue engineering and biofabrication
14. Introduction to research: smart materials and artificial muscles
15. Case studies and visit: biodevices made in UPM
16. Case studies and visit: biomaterials made in UPM

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	Tema 7 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	Tema 8 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	Tema 9 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	Tema 10 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	Tema 11 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	Tema 12 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 15 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13	Tema 13 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

14	Tema 14 Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	Tema 16 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15				
16				Trabajo de la asignatura (application project) TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 45:00
17				Examen individual (individual assessment) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 01:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Trabajo de la asignatura (application project)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	45:00	80%	5 / 10	CG 2 CE1 CG 9 CE2 CG 1
17	Examen individual (individual assessment)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	20%	5 / 10	CG 1 CG 2 CE1 CE2 CG 9

6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Trabajo de la asignatura (application project)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	45:00	80%	5 / 10	CG 2 CE1 CG 9 CE2 CG 1
17	Examen individual (individual assessment)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	20%	5 / 10	CG 1 CG 2 CE1 CE2 CG 9

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

6.2. Criterios de evaluación

English version:

Students will be divided in teams of 2-3 persons and will decide upon a biomechanical medical device to develop along the course, as application project. The medical devices will be specified, conceptually designed, developed up to a basic engineering stage including CAD models and biomechanical evaluations through FEM simulations. Prototyping facilities at UPM may support the creation of prototypes for validation purposes.

The development project accounts for an 80% of the global mark. The remaining 20% will be achieved through individual assessments / individual exam.

Spanish version:

Los alumnos se dividirán en grupos de 2 personas y recibirán un contexto sobre el que trabajar en equipo, ligado al desarrollo completo de distintos dispositivos médicos (que irán cambiando curso a curso para mantener la novedad y promover la renovación y mejora continua de la asignatura). Inspirándose en patentes, planos y diseños de dispositivos similares, los alumnos diseñarán versiones sencillas y de bajo coste, de distintos dispositivos propuestos, cumpliendo con su lista de especificaciones iniciales, estableciendo la función global del sistema, dividiéndola en las sub-funciones principales, encontrando los principios resolutivos para las distintas sub-funciones y, por integración y evaluación, llegando al principio resolutivo adecuado, trabajando sobre el concepto de producto para definir geometrías, materiales, principios de accionamiento, transmisión y actuación, con ayuda de herramientas de diseño e ingeniería asistidas por computador, y seleccionando elementos comerciales hasta llegar a un diseño detallado.

Los diseños se fabricarán y ensayarán con ayuda de las tecnologías disponibles en el Laboratorio de Desarrollo de Productos de la UPM. Los distintos dispositivos se montarán y ensayarán como apoyo a la validación del diseño y para propuesta de mejoras finales. Los dispositivos construidos quedarán a disposición de las unidades docentes para futuras prácticas en diversas asignaturas.

En relación a la evaluación, se fomentará la interdependencia positiva, planteando problemas de envergadura suficiente como para promocionar la implicación de todos los alumnos de cada equipo en el proyecto de desarrollo del dispositivo médico, y se garantizará la exigibilidad individual, complementando la evaluación grupal ligada al proyecto final (80% de la calificación) con actividades y entregables individuales (20% de la calificación).

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Díaz Lantada, A. Handbook on Advanced Design and Manufacturing Technologies for Biomedical Devices	Bibliografía	Book.
Design technologies at UPM's Machines Engineering Division.	Otros	Supporting software.
Technologies available at UPM's Product Development Laboratory	Equipamiento	Tecnologies.
Ahluwalia, A.; De Maria, C.; Díaz Lantada, A.- Handbook on Engineering Open Source Medical Devices	Bibliografía	Main reference.

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

English version:

Several case studies linked to medical devices developed at UPM are available: hip prostheses, knee prostheses, different articular biomechanical devices, skull reconstructions, cardiovascular and neurological devices designed and manufactured following personalized approaches and employing smart materials, tissue engineering scaffolds and biofabricated constructs, microfluidic systems for medicine.

Important note: the course is planned as onsite course. In exceptional situations (i.e. pandemics) the course may shift to remote mode at any moment, for which available online resources will support the adequate progress of the

course.

In any case, the medical device or bioinspired design development projects carried out by student teams?an essential part of acquiring competencies and applying knowledge?will be conducted using the UBORA web platform. UBORA is an international ?Wikipedia? of medical devices, developed in part with contributions from UPM, which systematically guides medical device designers in accordance with European Regulation 745/2017 and international standards. The devices designed through UBORA are shared as open-source technologies, accessible to all. Documentation uploaded to the platform, along with interim and final presentations of the application projects, will play a key role in the assessment process. UBORA is an excellent resource for online learning and the co-creation of medical devices by international student teams.

Spanish version:

La asignatura cuenta con los siguientes casos de estudio como material de apoyo: Casos de estudio: Reconstrucción craneal basada en imágenes TAC, Simulación de stent expandible montado sobre balón, Simulación de aneurismas aórticos, Diseño de esfínter artificial por accionamiento magnético, Diseño y prototipo de microbomba peristáltica, Diseño y prototipo de microbomba piezoeléctrica, Diseño y prototipo de bomba de engranajes, Diseño y prototipo de stent autoexpandible, Diseño y prototipo de stent en Y, Diseño personalizado adaptado a tejidos duros: Prótesis de cadera, Diseño personalizado adaptado a tejidos blandos: Prótesis cardiaca, Desarrollo completo de sistema para diagnóstico del bruxismo, Desarrollo completo de sistema para tratamiento de la insuficiencia mitral, Desarrollo completo de extremos activos para catéteres, Desarrollo completo de scaffolds microestructurados para crecimiento de células madre, Desarrollo completo de scaffolds fractales para crecimiento de tejidos, Desarrollo completo de micro válvula para glaucoma, Desarrollo completo de dispositivos lab-on-chip y organ-on-chip, entre otros.

NOTA IMPORTANTE: Por motivo pandemias o crisis similares a la del SARS-CoV-2 u otras situaciones excepcionales, la asignatura, a pesar de estar planteada en modalidad presencial, podría tener que pasar a modalidad remota en cualquier momento. En tal caso, se procedería de la siguiente manera: las sesiones formativas combinarían clases online síncronas y tutorías grupales de seguimiento de los proyectos de aplicación y se complementarían con sesiones asíncronas, a modo de clases grabadas y seminarios online.

En todo caso, los proyectos de desarrollo de dispositivos médicos o de diseño bioinspirado que llevarán a cabo los

equipos de estudiantes, como parte fundamental para la adquisición de competencias y para la aplicación de conocimientos, adquiridos se desarrollarán a través de la plataforma web UBORA. UBORA es una "wikipedia" internacional de dispositivos médicos, en cuyo desarrollo ha participado UPM, y que guía a los diseñadores de dispositivos médicos de forma sistemática, conforme al Reglamento Europeo 745/2017 y a normas internacionales. Dichos dispositivos diseñados a través de UBORA se comparten a modo de tecnologías de código abierto, accesibles a todos. La documentación en la plataforma y las presentaciones intermedia y final de resultados de los proyectos de aplicación será parte fundamental de la evaluación. UBORA es un excelente recurso para la formación online y la co-creación de dispositivos médicos trabajando en equipos internacionales.