



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

PLAN DE ESTUDIOS

05AT - Master Universitario En Ingeniería Mecánica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - 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.....	6
6. Actividades y criterios de evaluación.....	8
7. Recursos didácticos.....	9
8. Otra información.....	10

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53000969 - Bioingeniería
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05AT - Master Universitario en Ingeniería Mecánica
Centro responsable de la titulación	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
Curso académico	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Julio Muñoz Garcia		julio.munoz@upm.es	Sin horario. Consultar por email
Andres Diaz Lantada (Coordinador/a)		andres.diaz@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

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.

NOTA IMPORTANTE: Por motivo de la situación con la crisis del SARS-CoV-2, en el curso 2020-2021 la asignatura se imparte en modalidad online. Las sesiones formativas combinarán sesiones síncronas y tutorías grupales de seguimiento de los proyectos de aplicación y se complementarán con sesiones asíncronas, a modo de clases grabadas y seminarios online. 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. Introducción a la Bioingeniería
2. Introducción a la industria de los dispositivos médicos
3. Materiales metálicos en Bioingeniería.
4. Materiales poliméricos en Bioingeniería.
5. Materiales cerámicos en Bioingeniería.
6. Mejora de propiedades: Empleo de recubrimientos.
7. Materiales activos en Bioingeniería.
8. Introducción a ingeniería de tejidos.
9. Solicitaciones mecánicas en organismos vivos.
10. Bioestructuras.
11. Mecanismos biológicos.
12. La biomimesis como herramienta de diseño.
13. Rehabilitación, ortopedia, ergonomía.
14. El proceso de desarrollo de dispositivos médicos y bioingenios.
15. Tecnologías de diseño, simulación y fabricación asistidas por computador.
16. Tecnologías de prototipado rápido por fabricación aditiva.
17. Microsistemas y nanosistemas biomédicos.
18. Biocompatibilidad, normativa, reglamentación.

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	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: 01:00 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	
13			Tema 13 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
14			Tema 14 Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	

15			Tema 15 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
16			Tema 16 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Trabajo de la asignatura TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 60:00
17				Examen individual EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final 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.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Trabajo de la asignatura	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	60:00	80%	5 / 10	CG 2 CE1 CG 9 CE2 CG 1
17	Examen individual	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	20%	5 / 10	CG 1 CG 2 CE1 CE2 CG 9

6.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Trabajo de la asignatura	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	60:00	80%	5 / 10	CG 2 CE1 CG 9 CE2 CG 1
17	Examen individual	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

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	Libro.
Tecnologías de diseño asistido por computador y simulación de la División de Ingeniería de Máquinas	Otros	Software de apoyo.
Tecnologías de fabricación del Laboratorio de Desarrollo de Productos de la UPM	Equipamiento	Tecnologías.

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

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 de la situación con la crisis del SARS-CoV-2, en el curso 2021-2022 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 como en el curso 2020-2021: 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 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.