



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Telecomunicacion

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

95000313 - Fundamentos De Biomecánica

PLAN DE ESTUDIOS

09BM - Grado En Ingenieria Biomedica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	9
9. Otra información.....	10

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	95000313 - Fundamentos de Biomecánica
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Segundo curso
Semestre	Tercer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09BM - Grado en Ingenieria Biomedica
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Juan Carlos Garcia Orden (Coordinador/a)	ETSI Caminos	juancarlos.garcia@upm.es	M - 11:00 - 13:00 X - 11:00 - 13:00 V - 11:00 - 13:00
Sergio Blanco Ibañez	ETSI Caminos	sergio.blanco@upm.es	L - 12:00 - 14:00 M - 12:00 - 14:00 J - 12:00 - 14:00

Angel Yague Hernan	ETSI Caminos	angel.yague@upm.es	M - 15:00 - 17:00 J - 15:00 - 17:00
--------------------	--------------	--------------------	--

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

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Álgebra
- Física
- Cálculo

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería Biomedica no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE06 - Comprender y saber calcular el equilibrio y la dinámica de sistemas mecánicos

CG01 - Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.

CG02 - Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos.

CG07 - Ser capaz de utilizar el método científico.

CG11 - Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa.

CG15 - Transmitir la información adquirida, las ideas, los problemas y las soluciones de forma oral y escrita en castellano e inglés.

CG16 - Aplicar los sistemas de divulgación de los resultados científicos de manera apropiada y utilizar los principios y medios relacionados con la transferencia de tecnología

4.2. Resultados del aprendizaje

RA31 - RA34 - Conocer, comprender y dominar los conceptos y principios básicos de la Dinámica de sistemas

RA30 - RA32 - Conocer, comprender y dominar los conceptos y principios básicos de la Dinámica del punto material

RA5 - Formular problemas de ingeniería mediante modelos de ecuaciones diferenciales y saber obtener su solución.

RA4 - Capacidad de emplear con rigor el lenguaje matemático.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura se centra en la aplicación de los principios de la Mecánica Clásica a la estructura y el movimiento de los seres vivos, fundamentalmente al movimiento de sus sistemas musculoesqueléticos. Tiene 3 grandes bloques, que son Cinemática (descripción del movimiento), Estática (estudio de las condiciones de equilibrio y estabilidad) y Dinámica (relación entre fuerzas y movimiento).

La asignatura tiene un marcado enfoque cuantitativo, lo que exige el manejo adecuado de conceptos matemáticos básicos. Los bloques temáticos se han planteado desde lo simple a lo complicado (partícula antes que sistemas; estática antes que dinámica). Dentro de cada bloque los conceptos se plantean desde lo general a lo particular (salvo ejemplos preliminares de motivación) tratando problemas tridimensionales, siendo las aplicaciones planas particularizaciones de los anteriores

5.2. Temario de la asignatura

1. Cinemática. Aplicación al movimiento del sistema músculo-esquelético
 - 1.1. Cinemática tridimensional de la partícula. Elementos de geometría diferencial. Expresiones de velocidad y aceleración en diversos sistemas de coordenadas
 - 1.2. Movimientos tridimensionales finitos del sólido rígido. Sólido con punto fijo. Teorema de Euler. Parametrizaciones de la rotación (ángulos de Euler). Sólido libre
 - 1.3. Movimientos tridimensionales infinitesimales del sólido rígido. Campo de velocidad y aceleración. Composición de movimientos. Derivación empleando sistemas móviles. Sólidos en contacto. Movimiento plano
2. Estática. Aplicación al equilibrio y la estabilidad del sistema músculo-esquelético
 - 2.1. Conceptos generales sobre sistemas. Equilibrio, estabilidad, momento de una fuerza, sistemas de fuerzas equivalentes
 - 2.2. Equilibrio de sistemas (I). Ecuaciones cardinales, cálculo de reacciones, problemas isostáticos/hiperestáticos, fricción.
 - 2.3. Equilibrio de sistemas (II). Principio de los trabajos virtuales, condiciones analíticas de estabilidad.
3. Dinámica de la partícula y de los sistemas
 - 3.1. Dinámica tridimensional de la partícula. Principio y teoremas de Newton-Euler. Movimientos libre y restringido
 - 3.2. Dinámica general de sistemas. Principios de Newton-Euler, teorema de la energía. Cinética y dinámica 2D. Aplicaciones a modelos planos
4. Dinámica tridimensional del sólido rígido y sistemas formados por sólidos rígidos. Aplicaciones al sistema músculo-esquelético
 - 4.1. Geometría de masas. Tensor de inercia, momentos y direcciones principales
 - 4.2. Cinética tridimensional del sólido rígido
 - 4.3. Dinámica tridimensional del sólido rígido con punto fijo (ecuaciones de Euler), eje fijo y libre. Cálculo de reacciones; aplicación al cálculo de fuerzas en articulaciones. Efecto giroscópico. Sistemas de sólidos rígidos.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>0 Introducción 1.1 Cinemática tridimensional de la partícula. - Elementos de geometría diferencial. - Expresión de velocidad y aceleración en distintos sistemas de coordenadas</p> <p>Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p>1.2 Movimientos tridimensionales finitos del sólido rígido - Sólido con punto fijo. Teorema de Euler - Parametrización de la rotación (ángulos de Euler) - Sólido libre</p> <p>Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p>1.3 Movimientos tridimensionales infinitesimales. - Campos de velocidad y aceleración del sólido rígido - Composición de movimientos - Aplicación al estudio de segmentos del sistema musculoesquelético humano</p> <p>Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p>1.3 (cont) - Derivación empleando sistema móviles - Sólidos en contacto. Movimiento plano.</p> <p>Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
5	<p>1.3 (cont.) Mov. plano. 2.1 Estática. Conceptos generales sobre sistemas. Aplicación a la redundancia del sistema muscular humano 2.2 Equilibrio, estabilidad, momento de una fuerza, sistemas de fuerzas equivalentes</p> <p>Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
6	<p>2.3 Equilibrio y estabilidad de sistemas - Ecuaciones cardinales de la estática - Cálculo de reacciones - Sistemas isostáticos/hiperestáticos - Equilibrio del sólido rígido</p> <p>Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
7	<p>2.3 (cont) - Fricción. - Principio de los trabajos virtuales. - Condiciones analíticas de estabilidad - Aplicaciones al sistema musculo-esquelético humano</p> <p>Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

8	Repaso 1er parcial Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	3.1 Dinámica de la partícula - Principio y teoremas de Newton-Euler. - Movimiento libre y restringido Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	3.2 Dinámica de sistemas - Principios de Newton-Euler, teorema de la energía. Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Primer parcial (Temas 1 y 2) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00
11	3.2 (cont.) - Cinética y dinámica 2D. Aplicaciones a modelos planos. Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	3.2 (cont.) - Aplicaciones biomecánicas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	4.1 Geometría de masas. Tensor de inercia. Momentos y direcciones principales Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	4.2 Cinética tridimensional del sólido rígido 4.3 Dinámica del sólido rígido. - Sólido con punto fijo (ecuaciones de Euler) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15	4.3 (cont.) - Sólido con eje fijo y libre. - Cálculo de reacciones; aplicación al cálculo de fuerzas en articulaciones. - Efecto giroscópico - Sistemas de sólidos rígidos Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
16				
17				Segundo parcial (Temas 3 y 4) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00 Examen Final ordinario EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00

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.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
10	Primer parcial (Temas 1 y 2)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	40%	4 / 10	CG01 CG02 CG07 CG11 CG15 CG16 CE06
17	Segundo parcial (Temas 3 y 4)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	40%	3 / 10	CG02 CG07 CG11 CG15 CG16 CE06

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Final ordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG01 CG02 CG07 CG11 CG15 CG16 CE06

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG01 CG02 CG07 CG11 CG15 CG16 CE06

7.2. Criterios de evaluación

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación progresiva.

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua (EX), y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.

La calificación de la asignatura mediante evaluación progresiva se determinará en función de dos elementos:

1. Resolución y entrega de ejercicios. Los estudiantes podrán resolver individualmente una serie de ejercicios teórico-prácticos y problemas que planteará el profesor. La entrega de estos ejercicios y problemas puede suponer, dependiendo de su número y calidad, hasta un 20% de la nota final. No se han incluido en el apartado "Actividades de evaluación" ya que no tienen asignadas semanas concretas, realizándose 3 ó 4 en cada parcial y dentro del horario de clase.

2. Evaluación periódica de los conocimientos adquiridos. Se prevén dos parciales, cada uno con un peso mínimo del 40% y cubriendo aproximadamente la mitad del programa de la asignatura; el primero entre la octava y décima semana y el segundo coincidiendo con examen final ordinario. En estos parciales se propondrán preguntas teóricas y problemas. Es imprescindible tener una nota mayor o igual a 4 puntos sobre 10 en el primer parcial para liberarlo y presentarse sólo al segundo. Además, para optar al aprobado de la asignatura mediante evaluación

progresiva habiendo aprobado el primer parcial, será necesario obtener al menos 3 puntos sobre 10 en el segundo parcial

La nota de cada parcial se calcula como la mejor de a) la nota obtenida en el examen parcial y b) la nota obtenida en el examen parcial ponderada por 0.8 más la nota de los ejercicios periódicos de clase ponderada por 0.2

La liberación de parciales se aplica en ambas convocatorias, ordinaria y extraordinaria.

En caso de que la evaluación (exámenes parciales y finales) deba hacerse de manera no presencial, la estructura y los criterios de evaluación serán los mismos que en el formato presencial, salvo que el examen se realizará de forma telemática con las particularidades que se describen a continuación.

Habrán dos ejercicios teóricos, cubriendo cada uno de ellos un parcial. Cada ejercicio teórico estará formado por varias preguntas de opción múltiple aleatorias, que tendrán que ser respondidas en un tiempo limitado. Habrán dos ejercicios prácticos, cubriendo cada uno de ellos un parcial. Cada ejercicio será un problema que el alumno podrá desarrollar libremente y que al final del tiempo establecido deberá escanear y subir a la plataforma.

Los detalles correspondientes a esta prueba (plataforma, tiempos exactos dedicados a cada parte, etc.) se publicarán en su momento junto con la correspondiente convocatoria.

Los alumnos que tengan problemas de salud o de tipo técnico para realizar el examen deben seguir las instrucciones dadas por Jefatura de Estudios de la Escuela.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
García Orden, J.C. "Fundamentos de Biomecánica. Teoría y problemas propuestos"	Bibliografía	Apuntes de la asignatura
Página web de la asignatura	Recursos web	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=3737

Tözeren A. "Human body dynamics: classical mechanics and human movement". Springer, 2000	Bibliografía	
Goicolea, J.M. "Curso de Mecánica". Servicio de publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 2001	Bibliografía	
Prieto Alberca, M. "Curso de Mecánica Racional". ADI, 1992	Bibliografía	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura