

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2022/2023

Identificación y características de la asignatura					
Código	401919	Créditos ECTS	6		
Denominación (español)	Simulación en ingeniería de máquinas				
Denominación (inglés)	Simulation in machine engineering				
Titulaciones	Máster Universitario en Simulación en Ciencia e Ingeniería				
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales				
Semestre	2	Carácter	Optativa		
Módulo	Optativas				
Materia	Simulación en Ingeniería				
Profesor/es					
Nombre	Despacho	Correo-e	Páginaweb		
Francisco Romero Sánchez	D.016	fromsan@unex.es			
Área de conocimiento	Ingeniería Mecánica				
Departamento	Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales				
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Francisco Romero Sánchez				
Competencias ¹ (ver tabla en https://bit.ly/competenciasMUSCI)					
	Competencias Básicas	Competencias Generales	Competencias Transversales	Competencias Específicas	Competencias Esp. Optativas
	Marcar con una "X"	Marcar con una "X"	Marcar con una "X"	Marcar con una "X"	Marcar con una "X"
	CB6	CG1	CT1	CE1	CEO1
	CB7	CG2	CT2	CE2	CEO2
	CB8	CG3	CT3	CE3	CEO3
	CB9	CG4	CT4	CE4	CEO4
	CB10	CG5	CT5	CE5	CEO5
		CG6	CT6	CE6	CEO6
		CG7	CT7	CE7	CEO7
			CT8	CE8	CEO8
			CT9		CEO9
			CT10		
Contenidos					
Breve descripción del contenido ¹					
Simulación en Ingeniería de Máquinas. Métodos y aplicaciones computacionales en Ingeniería de Máquinas: cinemática computacional, dinámica computacional, respuesta vibratoria y diseño de máquinas y sus componentes. Aplicaciones en el ámbito de la ingeniería industrial (resolución de ejemplos mediante programas comerciales).					
Temario de la asignatura					
Denominación del tema 1: Modelización y análisis cinemático y					

¹ Deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

dinámico de sistemas mecánicos y máquinas

Contenidos del tema 1:

- 1.1. Mecanismos y Máquinas. Tipos de movimiento
- 1.2. Análisis y síntesis de mecanismos
- 1.3. Revisión de análisis cinemático de mecanismos y máquinas
 - 1.3.1. Análisis de velocidades y aceleraciones por métodos analíticos
- 1.4. Revisión de análisis dinámico de mecanismos y máquinas
 - 1.4.1. Análisis Matricial
 - 1.4.2. Equilibrio Dinámico
 - 1.4.3. Método de las Potencias Virtuales
 - 1.4.4. Análisis Dinámico Inverso y Directo
- 1.5.- Introducción al análisis de mecanismos y máquinas por ordenador. Dinámica de sistemas multicuerpo.
- 1.6. Modelización de sistemas mecánicos
 - 1.6.1. Coordenadas independientes y dependientes: pares cinemáticos y ecuaciones de restricción
 - 1.6.2. Coordenadas naturales: caso plano
 - 1.6.3. Coordenadas naturales: caso tridimensional

Actividades prácticas:

Prácticas en sala de ordenadores del tema 1: Resolución de problemas de análisis cinemático y dinámico de sistemas mecánicos sencillos. Modelización de sistemas mecánicos en entornos de cálculo numérico.

P1: Cinemática vectorial

P2: Cinemática mediante coordenadas relativas I

P3: Cinemática mediante coordenadas relativas II

Contenidos del tema 1:
Descripción de las actividades prácticas del tema 1:

Denominación del tema 2: Cinemática computacional de sistemas mecánicos y máquinas

Contenidos del tema 2:

- 2.1. Ecuaciones de posición, velocidad y aceleración: existencia de soluciones
- 2.1. Problema de posición o ensamblaje inicial
- 2.2 Problema de los desplazamientos finitos
- 2.3 Problema de velocidad
- 2.4 Problema de aceleración
- 2.5 Simulación cinemática

Actividades prácticas:

Prácticas en sala de ordenadores del tema 2: Resolución de problemas cinemáticos de sistemas mecánicos y máquinas mediante programas comerciales de cálculo numérico y entornos CAE.

P4: Cinemática mediante coordenadas naturales I

P5: Cinemática mediante coordenadas naturales II

P6: Análisis cinemático mediante software CAE

Denominación del tema 3: Dinámica computacional de sistemas

mecánicos y máquinas

Contenidos del tema 3:

- 3.1 Las ecuaciones de la Dinámica
- 3.2 Coordenadas generalizadas. Matriz de masas y vector de fuerzas generalizadas
- 3.3 Formulaciones dinámicas
- 3.5. Cálculo de reacciones en pares cinemáticos
- 3.4 Integración numérica y algoritmos de integración

Actividades prácticas:

Prácticas en sala de ordenadores del tema 3: Resolución de problemas dinámicos de sistemas mecánicos y máquinas mediante programas comerciales de cálculo numérico y entornos CAE.

P7: Análisis dinámico mediante coordenadas naturales

P8: Análisis dinámico mediante software CAE

Denominación del tema 4: Modelización y simulación de vibraciones de sistemas mecánicos y máquinas

Contenidos del tema 4:

- 4.1. Introducción.
- 4.2. Modelado de sistemas de varios GDL
- 4.3. Sistemas no amortiguados. Vibraciones libres. Cálculo de frecuencias y modos de vibración. Descomposición modal, Funciones de Respuesta en Frecuencia. Vibración forzada
- 4.4. Sistemas amortiguados
- 4.5. Vibraciones en sistemas continuos unidimensionales
- 4.6. Vibraciones aleatorias
- 4.7. Control de vibraciones

Actividades prácticas:

Prácticas en sala de ordenadores del tema 4: Resolución de problemas de vibraciones de sistemas mecánicos y máquinas mediante programas comerciales de cálculo numérico y entornos CAE.

P9: Análisis de vibraciones I

P10 Análisis de vibraciones II

Actividades formativas²

Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP

² Esta tabla debe coincidir exactamente con lo establecido en la ficha 12c de la asignatura.

1	26	5			6		26
2	36	8			8		36
3	36	8			8		36
4	35	7			8		35
Evaluación³							
Prueba Final	17	2					15
TOTAL	150	30			30		90

GG: Grupo Grande (100estudiantes).

PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7estudiantes)

LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)

ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)

SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes¹

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Clase magistral. Exposición de contenidos por parte del profesor.	X
2. Sesiones de trabajo utilizando metodología del caso.	X
3. Sesiones de trabajo en el aula para la resolución de ejercicios.	X
4. Desarrollo de prácticas en espacios con equipamiento especializado (laboratorios, aulas de informática, trabajo de campo).	X
5. Visitas técnicas a instalaciones.	
6. Desarrollo, redacción y análisis, individualmente o en grupo, de trabajos, memorias, ejercicios, problemas, y estudios de caso, sobre contenidos y técnicas, teóricos y prácticos, relacionados con la materia.	X
7. Pruebas, exámenes, defensas de trabajos, prácticas, etc. Pudiendo ser orales o escritas e individuales o en grupo.	X
8. Estudio del alumno. Preparación y análisis individual de textos, casos, problemas, etc.	X
9. Desarrollo de habilidades comunicativas (orales, escritas, multimedia).	
10. Aprendizaje fuera del aula, basado en la vinculación entre formación académica y experiencias empresariales o profesionales.	
11. Aprendizaje supervisado y tutelado por el profesor para, a través de la interacción individual entre alumno y tutor, detectar posibles problemas del proceso formativo, conocer los resultados del aprendizaje fuera del escenario del aula y programar los procesos de trabajo del alumno en actividades no presenciales como memorias, trabajo fin de master, preparación de la defensa del mismo, etc.	X

Resultados de aprendizaje¹

Entender y ser capaz de simular el comportamiento cinemático y dinámico de un sistema mecánico. Ser capaz de utilizar programas comerciales para la simulación de

³ Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

dinámica de fluidos, el comportamiento mecánico de sistemas estructurales y la cinemática y dinámica computacional de sistemas mecánicos.

Sistemas de evaluación¹

Criterios de evaluación

En la evaluación se valorará ante todo la comprensión de los conceptos y la exposición de los mismos y el juicio crítico de los resultados obtenidos en la simulación, valorándose especialmente el empleo de los términos técnicos empleados en la exposición del temario en las clases. Se valorará por orden de importancia:

CE1 Claridad de conceptos fundamentales de la asignatura.

Relacionado con las competencias CB6-CB10, CG1-CG7, CT1-CT10, CEO4-CEO6.

CE2 Capacidad para realizar y analizar simulaciones de sistemas mecánicos y máquinas.

Relacionado con las competencias CB7, CB8-CB10, CG6, CT2, CEO4-CEO6.

CE3 La metodología empleada en la resolución de problemas y cuestiones de tipo práctico.

Relacionado con las competencias CB10, CG1-CG3, CT4-CT6, CEO4-CEO6.

CE4. Dominio de herramientas informáticas relacionadas con la materia.

Relacionado con las competencias CB6-CB10, CG1-CG3, CG6, CT1-CT10, CEO4-CEO6.

CE5. Capacidad para comunicar y transmitir los conocimientos en un lenguaje técnico apropiado, oral y escrito, dentro del campo de la simulación en ingeniería mecánica

Relacionado con las competencias CB6-CB10, CT3, CT7, CEO4-CEO6.

CE6. Adquisición de destrezas asociadas a la realización de una simulación de la cinemática y dinámica de un sistema mecánico y/o máquina basada en un caso real de interés en el ámbito de la ingeniería industrial.

Relacionado con las competencias CB2, CB5, CG1, CG2, CG6, CT6, CT8-CT10, CEO4-CEO6.

Actividades de evaluación

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes ponderaciones (en %):

	Rango establecido	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global
1. Exámenes (Examen final y/o Exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios).	40%–70% ⁽¹⁾ 0%–40% ⁽²⁾ 0% ⁽³⁾	30%	30%	40%
2. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo.	0%–40% ⁽¹⁾ 40%–80% ⁽²⁾ 0% ⁽³⁾	70%	70%	60%
3. Asistencia y aprovechamiento en las clases, prácticas y otras actividades presenciales.	0%–20% ^(1,2) 0%–20% ⁽²⁾ 0% ⁽³⁾			
4. Presentación y defensa de trabajos y memorias propuestos.	0% ⁽¹⁾ 0% ⁽²⁾ 100% ⁽³⁾			

⁽¹⁾ Asignaturas de la materia *Fundamentos matemáticos (Métodos numéricos, Ecuaciones diferenciales y*

Tratamiento estadístico de datos).

(2) Resto de asignaturas.

(3) Trabajo fin de máster.

Descripción de las actividades de evaluación

La evaluación se llevará a cabo a través de:

- **AE1. Examen final:** Prueba escrita consistente en una serie de cuestiones y/o supuestos teóricos-prácticos y/o problemas y casos de simulación de sistemas mecánicos o máquinas, con un peso del 30 % en la calificación final.
- **AE2. Evaluación continua. Resolución y entrega de ejercicios de simulación:** Cada alumno deberá realizar de forma individual varios ejercicios prácticos de simulación computacional de la cinemática y dinámica de sistemas mecánicos o máquinas cuyo número será variable entre 3 y 5 y entregar una memoria de desarrollo y cálculo. Su peso en la calificación final es del 35 %.
- **AE3. Evaluación continua. Resolución y entrega de un proyecto de simulación:** En grupos de 1 a 3 alumnos se realizará la simulación computacional de la cinemática y dinámica de un sistema mecánico o máquina de especial interés en el ámbito de la ingeniería industrial, entregando una memoria de desarrollo y cálculo. Su peso en la calificación final es del 35 %.

La evaluación global tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes pruebas:

- Parte examen final: prueba escrita con cuestiones teórico/prácticas y/o problemas y casos de simulación de sistemas mecánicos o máquinas, con un peso del 40 % en la calificación final.
- Parte de resolución y entrega de actividades: resolución de un ejercicio práctico que consistirá en la realización de la simulación computacional de la cinemática y dinámica de un sistema mecánico o máquina, con un peso del 60 % en la calificación final.

Bibliografía (básica y complementaria)

Bibliografía Básica:

1. García de Jalón, J., Bayo, E., Kinematic and Dynamic Simulation of Multibody Systems –The Real-Time Challenge–, Springer-Verlag, 1994.
2. Haug E.J., Computer-Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems, Allyn and Bacon, 2ª Ed. 2021.
3. Shabana, A.A., Computational Dynamics, Wiley, 2009.
4. Shabana, A.A., Dynamics of Multibody Systems, 5ª Ed., Cambridge University Press, 2020.

Bibliografía Complementaria:

1. Erdman A.G., Sandor G.N., Mechanism Design: Analysis and Synthesis, vol. I, tercera edición. Prentice-Hall, 1997.
2. Gardner J.F., Simulations of machines using MATLAB and SIMULINK, Thomson, 2001.
3. Mabie H.H, Reinholtz C.F., Mecanismos y Dinámica de Maquinaria. Limusa, 1998.
4. Mathews J.H., Métodos numéricos con MATLAB, 3ª Ed., Prentice Hall, 2003.
5. Santamarina P., Vibraciones mecánicas en Ingeniería, Serv. de Publicaciones UPV, 1998.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

<http://www.u.arizona.edu/~pen/ame553/>
<http://real.uwaterloo.ca/~mbody/>
<http://lim.ii.udc.es/research.es.html>
www.solidworks.es/