

Proyecto/Guía docente de la asignatura

Asignatura	Análisis y Diseño de Máquinas		
Materia	Ingeniería Mecánica		
Módulo			
Titulación	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales		
Plan	493	Código	46460
Periodo de impartición	2º CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OB
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	3º
Créditos ECTS	6		
Lengua en que se imparte	ESPAÑOL		
Profesor/es responsable/s	GABRIEL MANSO BURGOS		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	gmb@eii.uva.es		
Departamento	Ciencias de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica, Expresión Gráfica en la Ingeniería, Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría, Ingeniería Mecánica e Ingeniería de los Procesos de Fabricación		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

Esta asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre del tercer curso, una vez que los alumnos han adquirido conocimientos suficientes de otras asignaturas necesarios para el desarrollo adecuado de esta. Un ingeniero en tecnologías industriales debe tener los conocimientos suficientes para analizar y diseñar máquinas, en este contexto se encuadra esta asignatura, en la que los alumnos van a desarrollar las competencias necesarias para poder entender el funcionamiento de las máquinas, plantear las ecuaciones que gobiernan su movimiento, determinar las sollicitaciones que actúan sobre cada uno de sus elementos y, en función de estas, ser capaces de dimensionarlos atendiendo a diversas teorías de fallo.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura se relaciona con las siguientes materias:

Matemáticas.

Física.

Expresión gráfica.

Fundamentos de Materiales, Máquinas y Resistencia (asignaturas de Ciencia de Materiales, Mecánica y Resistencia de Materiales).

1.3 Prerrequisitos

Para un adecuado seguimiento de la asignatura es necesario un conocimiento suficiente de:

Álgebra, Cálculo diferencial e integral.

Mecánica del sólido rígido y geometría de masas.

Elasticidad y Resistencia de Materiales (tracción-compresión, flexión y torsión).

2. Competencias

2.1 Generales

- CG1.-Capacidad de análisis y síntesis.
- CG5.-Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma.
- CG6.-Capacidad de resolución de problemas.
- CG7.-Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.
- CG8.-Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.
- CG9.-Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz.
- CG10.-Capacidad para diseñar y desarrollar proyectos.
- CG11.-Capacidad para la creatividad y la innovación.
- CG12.-Capacidad para la motivación por el logro y la mejora continua.

2.2 Específicas

- CE13.-Conocimiento de los principios de teoría de máquinas y mecanismos.
- CE36.-Conocimientos y capacidades para el cálculo, diseño y ensayo de máquinas.
- CE37.-Conocimientos y capacidades para aplicar los fundamentos de la elasticidad y resistencia de materiales al comportamiento de los sólidos reales.

3. Objetivos

Identificar diferentes tipos de mecanismos siendo capaz de diferenciar los distintos elementos que los constituyen y los pares a través de los cuales estos se enlazan.

Plantear ecuaciones de enlace geométricas y cinemáticas para mecanismos.

Realizar diagramas de sólido libre para cada uno de los elementos que componen las máquinas.

Plantear los teoremas vectoriales de la dinámica (TCM y TMC) a elementos separados o agrupaciones de elementos de máquinas (sistemas multisólido).

Plantear las ecuaciones diferenciales que gobiernan el movimiento de las máquinas.

Entender los balances de energía que se produce en las máquinas durante su funcionamiento.

Comprender el concepto de equilibrado en mecanismos y aplicarlo al equilibrado de rotores.

Realizar el análisis cinemático y dinámico de conjuntos mecánicos, máquinas y mecanismos analíticamente y mediante herramientas CAE, analizando los resultados obtenidos.

Aplicar los conocimientos de la elasticidad y resistencia de materiales para el cálculo de tensiones y deformaciones de los componentes de las máquinas.

Conocer y saber aplicar los diferentes métodos, modelos y criterios de dimensionamiento de los componentes de las máquinas.

Entender los condicionantes geométricos de los dientes de los engranajes.

Comprender el funcionamiento de reductores de engranajes y cajas de cambios, realizar su cálculo cinemático y dinámico y proceder a su dimensionado.

Identificar y analizar problemas básicos de vibraciones mecánicas.



4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: CINEMATICA DE MAQUINAS

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Se trata de establecer los principios básicos de la teoría de máquinas y mecanismos (TMM), de identificar y conocer diferentes tipos de mecanismos utilizados frecuentemente en la industria y de desarrollar métodos para realizar su cálculo cinemático.

b. Objetivos de aprendizaje

Identificar diferentes tipos de mecanismos siendo capaz de diferenciar los distintos elementos que los constituyen y los pares a través de los cuales estos se enlazan.

Plantear ecuaciones de enlace geométricas y cinemáticas para mecanismos.

Realizar el análisis cinemático de conjuntos mecánicos, máquinas y mecanismos analíticamente y mediante herramientas CAE, analizando los resultados obtenidos.

c. Contenidos

1- Análisis topológico: Teoría de Máquinas y Mecanismos. Definiciones. Pares cinemáticos. Clasificación de eslabones. Esquemas y modelos de mecanismos. Mecanismos de barras. Mecanismos de levas. Engranajes y trenes de engranajes.

2- Movilidad: Coordenadas y velocidades generalizadas. Grados de libertad de un mecanismo. Ecuaciones de enlace. Determinación del número de coordenadas independientes y del número de grados de libertad. Espacio de configuraciones. Resolución de las ecuaciones de enlace geométricas. Problema de posición.

3- Análisis cinemático de mecanismos: Estudio cinemático a partir de las ecuaciones de enlace geométricas. Estudio cinemático a partir de las ecuaciones de enlace cinemáticas. Movimiento plano.

d. Métodos docentes

Clases de aula teóricas. Clases de aula prácticas. Laboratorio de simulación.

e. Plan de trabajo

1- Análisis topológico.	3 horas T, 1 hora A.
2- Movilidad.	2 horas T, 1 hora A.
3- Análisis cinemático de mecanismos.	2 horas T, 1 hora A.
Simulación	2 horas L

f. Evaluación

Ver apartado 7 de la guía docente.

g. Bibliografía básica

Apuntes del Área
Salvador Cardona Foix, "Teoría de Máquinas", Ediciones UPC

h. Bibliografía complementaria

Robert L. Norton, "Diseño de Maquinaria (Síntesis y Análisis de Máquinas y Mecanismos)", McGraw Hill

Joseph E. Shigley, "Análisis Cinemático de Mecanismos", McGraw Hill

Roque Calero Pérez, "Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingenieros", McGraw Hill

i. Recursos necesarios

Pizarra, cañón, ordenadores, software de simulación

j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1,2	Semanas 1 y 2

Bloque 2: DINAMICA DE MAQUINASCarga de trabajo en créditos ECTS: **a. Contextualización y justificación**

Una vez resuelto el problema cinemático, este segundo bloque trata sobre la aplicación de los teoremas vectoriales y los teoremas energéticos de la dinámica a sistemas multicuerpo con el objeto de:

- Determinar las ecuaciones del movimiento de las máquinas.
- Calcular las sollicitaciones en elementos de máquinas.
- Establecer las condiciones para el equilibrado de rotores.
- Comprender los balances de energía existentes en las máquinas durante su funcionamiento.
- Ser capaces de dimensionar adecuadamente los volantes de inercia de las máquinas.

b. Objetivos de aprendizaje

Realizar diagramas de sólido libre para cada uno de los elementos que componen las máquinas.
Plantear los teoremas vectoriales de la dinámica (TCM y TMC) a elementos separados o agrupaciones de elementos de máquinas (sistemas multisólido).
Plantear las ecuaciones diferenciales que gobiernan el movimiento de las máquinas.
Entender los balances de energía que se producen en las máquinas durante su funcionamiento.
Comprender el concepto de equilibrado en mecanismos y aplicarlo al equilibrado de rotores.
Realizar el análisis dinámico de conjuntos mecánicos, máquinas y mecanismos analíticamente y mediante herramientas CAE, analizando los resultados obtenidos.

c. Contenidos

4- Análisis dinámico de máquinas: Objetivos de la dinámica de máquinas. Tipos de análisis dinámicos. Teorema de la cantidad de movimiento (TCM). Teorema del momento cinético (TMC). Aplicación de los teoremas vectoriales a la dinámica de mecanismos.
5- Equilibrado de rotores: Reacciones dinámicas en los apoyos de un sistema rígido en rotación: sistema equilibrado. Equilibrado de rotores. Equilibrado de un rotor plano perpendicular al eje de rotación. Grado de calidad en el equilibrado.
6- Trabajo y potencia en máquinas; volantes de inercia: Teorema de la energía. Principio de conservación de la energía. Versión diferencial del teorema de la energía. Rendimiento. Inercia y par reducido a una coordenada. Grado de irregularidad. Volantes de inercia. Curvas velocidad-par en máquinas.

d. Métodos docentes

Clases de aula teóricas. Clases de aula prácticas. Laboratorio de simulación.

e. Plan de trabajo

4- Análisis dinámico de máquinas.	3 horas T, 1 hora A.
5- Equilibrado de rotores.	2 horas T, 1 hora A.
6- Trabajo y potencia en máquinas; volantes de inercia.	3 horas T, 2 hora A.
Simulación	5 horas L

f. Evaluación

Ver apartado 7 de la guía docente.

g. Bibliografía básica

Apuntes del Área
Salvador Cardona Foix, "Teoría de Máquinas", Ediciones UPC

h. Bibliografía complementaria

Robert L. Norton, "Diseño de Maquinaria (Síntesis y Análisis de Máquinas y Mecanismos)", McGraw Hill
Joseph E. Shigley, "Análisis Cinemático de Mecanismos", McGraw Hill
Roque Calero Pérez, "Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingenieros", McGraw Hill

i. Recursos necesarios

Pizarra, cañón, ordenadores, software de simulación

j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1,7	Semanas 3 a 5

Bloque 3: COMPORTAMIENTO MECANICO DE ELEMENTOS DE MAQUINASCarga de trabajo en créditos ECTS: **a. Contextualización y justificación**

Se trata de plantear las hipótesis de fallo bajo condiciones de carga estática y carga variable y conjugarlas con los conocimientos adquiridos en asignaturas sobre resistencia de materiales con el objeto de predecir la seguridad en el diseño de los elementos de las máquinas.

b. Objetivos de aprendizaje

Cálculo de tensiones y deformaciones en los componentes de las máquinas.
Conocer y saber aplicar los diferentes métodos, modelos y criterios de dimensionamiento de los componentes de las máquinas.

c. Contenidos

7- Tensiones y deformaciones: Tensiones tridimensionales. Tensiones bidimensionales (Círculo de Mohr). Tensiones uniformemente distribuidas. Tensiones en flexión. Tensiones en torsión. Tensiones de contacto. Concentración de tensiones. Análisis de la deformación
8- Fallo bajo carga estática: Introducción. Materiales dúctiles. Materiales frágiles. Importancia de la concentración de tensiones.
9- Fallo bajo cargas variables: Introducción. Métodos de análisis. Resistencia a la fatiga. Resistencia a la fatiga en el caso de tensiones medias no nulas. Resistencia a la fatiga en la superficie.

d. Métodos docentes

Clases de aula teóricas. Clases de aula prácticas.

e. Plan de trabajo

7- Tensiones y deformaciones.	2 horas T, 1 hora A.
8- Fallo bajo carga estática.	2 horas T, 1 hora A.
9- Fallo bajo cargas variables	3 horas T, 3 hora A.

f. Evaluación

Ver apartado 7 de la guía docente.

g. Bibliografía básica

Apuntes del Área
Richard G. Budynas, "Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley", McGraw Hill

h. Bibliografía complementaria

Robert L. Norton, "Diseño de Máquinas", McGraw Hill
Robert C. Juvinall, "Diseño de Elementos de Máquinas", Limusa Wiley
Roque Calero Pérez, "Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingenieros", McGraw Hill



i. Recursos necesarios

Pizarra, cañón, ordenadores.

j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1,2	Semanas 6 a 9



Bloque 4: ENGRANAJESCarga de trabajo en créditos ECTS:

1,2

a. Contextualización y justificación

Se trata de conocer los principios básicos de la geometría de los engranajes para aplicarlos, junto a los conocimientos de cinemática y dinámica y de hipótesis de fallo adquiridos en temas anteriores, al diseño de trenes de engranajes.

b. Objetivos de aprendizaje

Entender los condicionantes geométricos de los dientes de los engranajes.
Comprender el funcionamiento de reductores de engranajes y cajas de cambios
Realizar cálculo cinemático y dinámico de trenes de engranajes.
Dimensionar las distintas ruedas dentadas que constituyen un reductor de engranajes.

c. Contenidos

10- Geometría de Engranajes: Introducción. Ruedas de fricción. Dentado de engranajes. Tipos de ruedas dentadas. Perfiles conjugados. Perfil de evolvente. Relación de contacto. Interferencia. Número mínimo de dientes.
11 Trenes de engranajes: Introducción. Trenes de engranajes ordinarios. Trenes de engranajes epicicloidales. Trenes de engranajes epicicloidales compuestos.
12- Cálculo de engranajes: Introducción. Análisis de fuerzas en engranajes. Cálculo por flexión del diente. Cálculo por durabilidad de la superficie. Método de cálculo basado en los criterios de la AGMA Factores de seguridad.

d. Métodos docentes

Clases de aula teóricas. Clases de aula prácticas.

e. Plan de trabajo

10- Geometría de Engranajes.	4 horas T, 1 hora A.
11 Trenes de engranajes.	2 horas T, 1 hora A.
12- Cálculo de engranajes	2 horas T, 2 horas A.

f. Evaluación

Ver apartado 7 de la guía docente.

g. Bibliografía básica

Apuntes del Área
Salvador Cardona Foix, "Teoría de Máquinas", Ediciones UPC.
Joseph E. Shigley, "Análisis Cinemático de Mecanismos", McGraw Hill
Richard G. Budynas, "Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley", McGraw Hill

h. Bibliografía complementaria

Roque Calero Pérez, "Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingenieros", McGraw Hill
K.H. Decker, "Elementos de Máquinas", Urmo, S.A. de ediciones.
Robert L. Norton, "Diseño de Máquinas", McGraw Hill
Robert C. Juvinall, "Diseño de Elementos de Máquinas", Limusa Wiley

i. Recursos necesarios

Pizarra, cañón, ordenadores.

j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1,2	Semanas 10 a 13

Bloque 5: VIBRACIONES MECANICASCarga de trabajo en créditos ECTS:

0,7

a. Contextualización y justificación

Se trata de conocer los principios básicos del estudio de las vibraciones en las máquinas, mediante la realización de modelos analíticos sencillos con el objeto de aplicarlo en problemas de aislamiento y transmisibilidad de máquinas.

b. Objetivos de aprendizaje

Identificar y analizar problemas básicos de vibraciones mecánicas.
Seleccionar resortes y amortiguadores para disminuir la transmisibilidad de las máquinas.

c. Contenidos

13- Vibraciones de sistemas de 1 grado de libertad: Introducción. Ecuación del movimiento. Vibraciones libres no amortiguadas. Vibraciones libres amortiguadas. Vibraciones forzadas por excitaciones armónicas: Resonancia. Aislamiento y transmisibilidad. Respuesta al movimiento del soporte.

d. Métodos docentes

Clases de aula teóricas. Clases de aula prácticas.

e. Plan de trabajo

13- Vibraciones de sistemas de 1 grado de libertad 4 horas T, 3 horas A.

f. Evaluación

Ver apartado 7 de la guía docente.

g. Bibliografía básica

Apuntes del Área
Balachandran, B. Vibraciones. Thomson (2006). ISBN 970-686-495-4. I/Bc 534.-BALvib.
Kelly, S. G. Schaum's outline of theory and problems of mechanical vibrations. MacGraw-Hill, (1996). ISBN 0-07-034041-2. I/Bc 534.-KELsch.

h. Bibliografía complementaria

Inman, D.J. Engineering vibration. Pearson Prentice-Hall, 3ª ed. (2009). ISBN 0131919415. I/Bc 534.-INMeng
Thompson, W.T. Theory of Vibration with applications. 4ª ed. Chapman & Hall (1993). ISBN 0139153233. I/Bc 531.1-THOthe.

i. Recursos necesarios

Pizarra, cañón, ordenadores.

j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
0,7	Semanas 14 y 15



5. Métodos docentes y principios metodológicos

A lo largo de curso se utilizarán métodos expositivos, métodos basados en la demostración práctica, métodos en los que el alumno intervenga activamente en la construcción del aprendizaje y métodos basados en el trabajo en grupo. En las dos primeras semanas se utilizará preferentemente el método expositivo (básicamente para introducir la asignatura), pero a partir de la segunda semana será el alumno el que deberá estudiar de forma individual los contenidos de cada tema y las clases se utilizarán para resolver dudas y para proponer problemas en los que tendrá que participar de forma activa para su resolución. A mediados del cuatrimestre se presentará un trabajo que se deberá resolver en grupo. En cualquiera de las etapas el alumno puede contar con la ayuda y la colaboración del profesor a través de las tutorías.

En cuanto a los principios metodológicos, se intentará utilizar los siguientes:

- Aprendizaje significativo de forma que lo aprendido pueda ser utilizado en diferentes contextos ayudando de esta forma a mejorar la comprensión de la realidad.
- Favorecer situaciones para que los alumnos tengan que utilizar diferentes estilos de aprendizaje (activo, reflexivo, teórico, práctico)
- Retroalimentación del alumno informándole sobre si están aprendiendo adecuadamente o por el contrario debe cambiar de estrategia para alcanzar los objetivos.
- Aprendizaje colaborativo mediante trabajo en equipos reducidos asegurándose una participación igualitaria y aprovechando la máxima interacción entre alumnos.
- Aprendizaje creativo favoreciendo que los alumnos sean capaces de generar soluciones personales a los problemas planteados.
- Aprendizaje digital mediante el uso adecuado de las TICs

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	34	Estudio y trabajo autónomo individual	79,5
Clases prácticas	19	Estudio y trabajo autónomo grupal	10,5
Laboratorios	7		
Seminarios			
Otras actividades			
Total presencial	60	Total no presencial	90

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Trabajo en grupo sobre un caso práctico	10%	Trabajo realizado en grupo con apoyo del software de simulación existente en el laboratorio. Se evalúa la idoneidad de modelo y el resultado de la simulación.
Exposición del trabajo.	10%	Se presenta y defiende en público la práctica realizada en grupo. Cualquier componente del grupo puede ser el encargado de realizar la presentación. Se evaluará la exposición realizada y su posterior defensa.
Prueba escrita final.	80%	Prueba escrita constará de preguntas tipo cuestión de respuesta corta y de problemas de respuesta larga. Mínimo 4 sobre 10 para sumar las calificaciones de las prácticas.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - 10% trabajo en grupo
 - 10% exposición del trabajo
 - 40% cuestiones
 - 40% problemas
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - 50% cuestiones
 - 50% problemas

8. Consideraciones finales

La programación en semanas y la carga en ECTS expuestas podrán variar a lo largo del curso según necesidades, por lo que deben ser consideradas como aproximadas.

Se utilizará el "Campus Virtual" para proporcionar a los alumnos materiales y recursos, así como para mantenerles informados del desarrollo del curso.