

## PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2016-2017

Identificación y características de la asignatura												
Código	501329			Créditos ECTS	6							
Denominación (español)	<b>Diseño de Máquinas</b>											
Denominación (inglés)	<b>Machine Design</b>											
Titulaciones	<b>Grado en Ingeniería Mecánica (Rama Industrial)</b>											
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales											
Semestre	6º	Carácter	Obligatoria									
Módulo	Tecnología Especifica Mecánica (TE)											
Materia	Teoría, Diseño y Cálculo de Máquinas											
Profesor/es												
Nombre	Despacho	Correo-e		Página web								
Consuelo Gragera Peña	D.0.11	cgragera@unex.es		<a href="http://campusvirtual.unex.es">http://campusvirtual.unex.es</a>								
Manuel Reino Flores	D.0.04	mreino@unex.es		<a href="http://campusvirtual.unex.es">http://campusvirtual.unex.es</a>								
Área de conocimiento	Ingeniería Mecánica											
Departamento	Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales											
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Consuelo Gragera Peña											
Competencias (ver <a href="#">tabla</a> )												
	<b>Competencias Básicas</b>	<b>Marcar con una "X"</b>	<b>Competencias Generales</b>	<b>Marcar con una "X"</b>	<b>Competencias Transversales</b>	<b>Marcar con una "X"</b>	<b>Competencias Especificas FB</b>	<b>Marcar con una "X"</b>	<b>Competencias Especificas CRI</b>	<b>Marcar con una "X"</b>	<b>Competencias Especificas TE</b>	<b>Marcar con una "X"</b>
	CB1	X	CG1	X	CT1	X	CEFB1		CECRI1		CETE1	
	CB2	X	CG2	X	CT2	X	CEFB2		CECRI2		CETE2	X
	CB3	X	CG3	X	CT3	X	CEFB3		CECRI3		CETE3	
	CB4	X	CG4	X	CT4	X	CEFB4		CECRI4		CETE4	
	CB5	X	CG5	X	CT5	X	CEFB5		CECRI5		CETE5	
			CG6	X	CT6	X	CEFB6		CECRI6		CETE6	
			CG7	X	CT7	X			CECRI7		CETE7	
			CG8	X	CT8	X			CECRI8		CETE8	
			CG9	X	CT9	X			CECRI9		CETE9	
			CG10	X	CT10	X			CECRI10		CETE10	
			CG11	X					CECRI11		CETE11	
									CECRI12			
Temas y contenidos												
Breve descripción del contenido												
Técnicas y modelos cuantitativos necesarios para el proceso de diseño de los elementos de los que consta una máquina, con cargas estáticas y cálculos a fatiga, de tornillos, engranajes, correas, cadenas, resortes, ejes y elementos de fijación, rodamientos, cojinetes, embragues, limitadores, frenos y acoplamientos.												

<b>Temario de la asignatura</b>
<p>Denominación del tema 1: <b>INTRODUCCIÓN: TENSIONES Y DEFORMACIONES (1 hora).</b></p> <p>Contenidos del tema 1: Introducción. Tensión y deformación. Factores de seguridad y códigos de diseño. Tensiones y direcciones principales. Componentes. Flexión pura. Esfuerzo cortante. Torsión. Pandeo. Tensiones en cilindros. Materiales empleados en la construcción de máquinas.</p>
<p>Denominación del tema 2: <b>CARGAS ESTÁTICAS (2 horas).</b></p> <p>Contenidos del tema 2: Introducción. Teoría de la Energía de Deformación (Von Mises). Teoría del Esfuerzo Cortante Máximo (Tresca). Comparación de ambas teorías. Fallo de materiales frágiles (Coulomb-Mohr Modificada). Concentración de Esfuerzo.</p>
<p>Denominación del tema 3: <b>FATIGA (7 horas).</b></p> <p>Contenidos del tema 3: Introducción. Duración del esfuerzo. Medida de la fatiga. Límite de Fatiga. Resistencia a la Fatiga. Factores que influyen en el Límite de Fatiga. Diagramas S-N. Efecto de los Concentradores de Tensión. Diseño para esfuerzos uniaxiales fluctuantes. Esfuerzos de amplitud variable. Método de Rainflow. Combinación de Esfuerzos. Diseño a esfuerzos multiaxiales. Mecánica de la fractura.</p> <p>Actividades prácticas: Seminario (1 hora): Repaso de conceptos básicos de cálculo y diseño de elementos fundamentales en máquinas.</p>
<p>Denominación del tema 4: <b>CONTACTO SUPERFICIAL Y DESGASTE (3,5 horas).</b></p> <p>Contenidos del tema 4: Introducción. Clases de desgaste. Desgaste por adhesión. Desgaste por abrasión. Desgaste por erosión y corrosión. Fatiga superficial. Esfuerzos dinámicos de contacto.</p> <p>Actividades prácticas: Prácticas de laboratorio (2 horas): Compresores: Pernos de cierre del cilindro, diseño de cigüeñal y biela, casquillos de biela y suspensiones.</p>
<p>Denominación del tema 5: <b>EJES (5,5 horas).</b></p> <p>Contenidos del tema 5: Introducción. Elementos de fijación y concentradores de tensión. Materiales para ejes. Tensiones estáticas, alternantes simples y combinadas. Deflexión en ejes.</p> <p>Actividades prácticas: Seminario (1 hora): Análisis a fatiga con cargas de amplitud variable. Prácticas de ordenador (2,5 horas): Introducción a Solid Works Simulation. Análisis a fatiga de piezas sometidas a ciclos de carga de amplitud constante.</p>
<p>Denominación del tema 6: <b>ACOPLAMIENTOS, JUNTAS, CHAVETAS, AJUSTES Y SUJECIONES (3,5 horas).</b></p> <p>Contenidos del tema 6: Introducción. Chavetas y chaveteros. Ranuras. Tornillos. Ajustes de interferencia. Acoplamiento rígidos. Acoplamiento flexibles. Acoplamiento de Junta. Elementos de sujeción. Juntas.</p>
<p>Denominación del tema 7: <b>TORNILLOS Y SUJETADORES (6 horas).</b></p> <p>Contenidos del tema 7: Introducción. Fabricación de roscas y designación estándar de roscas. Cálculo de tornillos de potencia. Esfuerzos en las roscas. Tipos de sujetadores. Pernos para carga estática y dinámica. Precarga en uniones atornilladas. Par de apriete. Sujetadores a cortante.</p> <p>Actividades prácticas:</p>

Seminario (1 hora): Cálculo de precarga en uniones atornilladas  
Prácticas de laboratorio (3 horas): Diseño de tornillos de sujeción en acoplamiento rígidos.

Denominación del tema 8: **RESORTES (5,5 horas)**.  
Contenidos del tema 8: Introducción. Materiales para resortes. Parámetros del resorte. Resortes Helicoidales de compresión. Resortes Helicoidales a extensión. Resortes de Torsión Helicoidales. Resortes de hojas. Ballestas. Arandelas Belleville  
Actividades prácticas:  
Prácticas de laboratorio (3 horas): Cálculo y diseño de resortes.

Denominación del tema 9: **EMBRAGUES Y FRENOS (1,5 horas)**.  
Contenidos del tema 9: Introducción. Tipos de embragues y frenos. Embragues y frenos de disco. Embrague y frenos de tambor. Autobloqueo. Zapatas articuladas. Embragues y frenos cónicos. Materiales de fricción.

Denominación del tema 10: **RODAMIENTOS (3 horas)**.  
Contenidos del tema 10: Introducción. Tipos de rodamientos. Fallo de rodamientos. Selección de rodamientos. Cargas radiales y de empuje combinadas.  
Actividades prácticas:  
Prácticas de ordenador (2 horas): Análisis a fatiga mediante Solid Works. Simulación de piezas sometidas a ciclos de carga de amplitud variable.

Denominación del tema 11: **COJINETES DE DESLIZAMIENTO Y LUBRICACIÓN (8 horas)**.  
Contenidos del tema 11: Introducción. Rozamiento en cojinetes no lubricados. Lubricantes. Tipos de lubricación. Diseño de cojinetes con lubricación marginal. Teoría de la lubricación hidrodinámica. Tipos de cojinetes. Cojinetes con lubricación a presión. Contactos no concordantes.  
Actividades prácticas:  
Seminario (1 hora): Selección de cojinetes y rodamientos  
Prácticas de laboratorio (3 horas): Vibraciones en motor alternativo. Esfuerzos sobre árbol de levas y rodamientos. Ajustes y tolerancias. Selección de materiales.

Denominación del tema 12: **DISEÑO DE ENGRANAJES (5 horas)**.  
Contenidos del tema 12: Introducción. Fuerzas en Engranajes Rectos. Fórmula de Lewis. Método de Diseño de AGMA. Resistencia a la fatiga por flexión y superficial. Elección del material. Diseño de una Transmisión de Engranajes.  
Actividades prácticas:  
Prácticas de laboratorio (3 horas): Diseño de engranajes mediante el método AGMA.

### Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno por tema		Presencial					No presencial
		GG	S	O	L	TP	EP
Tema/Evaluación	Total						
1	5	1					4
2	7	2					5
3	16	6	1				9
4	9,5	1,5			2		6
5	13,5	2	1	2,5			8
6	9,5	2				1,5	6
7	12	2	1		3		6

8	11,5	2,5			3		6
9	7,5	1,5					6
10	9	1		2			6
11	14	2,5	1		3	1,5	6
12	11,5	2			3		6,5
<b>Evaluación del conjunto</b>	<b>24</b>	<b>4</b>					<b>20</b>
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>4,5</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>94,5</b>

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

S: Seminario (clases de problemas, seminarios, casos prácticos = 40 estudiantes).

O: Ordenador (prácticas en sala de ordenadores = 30 estudiantes).

L: Laboratorio (prácticas de laboratorio o de campo = 15 estudiantes).

TP: Tutorías programadas (seguimiento docente tipo tutorías ECTS).

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

### Metodología

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. Explicación y discusión de los contenidos teóricos	X
2. Resolución, análisis y discusión de ejemplos de apoyo o de problemas previamente propuestos	X
3. Exposición de trabajos previamente encargados a los estudiantes	
4. Desarrollo en laboratorio, aula de informática, campo, etc., de casos prácticos	X
5. Resolución de dudas puntuales en grupos reducidos, para detectar posibles problemas del proceso enseñanza-aprendizaje y guía en los trabajos, prácticas y estudio del estudiante	X
6. Búsqueda de información previa al desarrollo del tema o complementaria una vez que se han realizado actividades sobre el mismo	X
7. Elaboración de trabajos, individualmente o en grupos	
8. Estudio de cada tema, que puede consistir en: estudios de contenidos, preparación de problemas o casos, preparación del examen, etc.	X

Los alumnos tendrán a su disposición apuntes y diferentes materiales de estudio elaborados por los profesores. La gestión del curso se apoyará en el Campus Virtual (plataforma Moodle de AVUEX). La asignatura se imparte mediante clases teóricas alternadas con clases de problemas y prácticas y visualización de videos y simulaciones que ilustran la teoría. Conforme se va desarrollando la asignatura, se sugiere al alumno la lectura adicional de los libros de la bibliografía y recursos electrónicos que se corresponden con la parte del temario en curso. En resumen, la metodología que se utilizará en el desarrollo de la asignatura se compone de las etapas siguientes:

A.) Desarrollo de los contenidos teóricos (Grupo Grande).

Los profesores realizan la exposición de los contenidos teóricos de los diversos temas del programa de la asignatura a lo largo del desarrollo del curso. En el inicio de cada tema se realizará una introducción sobre los objetivos e interés del tema a tratar. Seguidamente se desarrollarán los conceptos fundamentales, con ejemplos y aplicaciones prácticas relacionadas con la Ingeniería. Una vez finalizada la exposición del tema se realizará un resumen del mismo y se aclararán las dudas que puedan surgir al respecto.

B.) Resolución de ejercicios y problemas.

Los profesores resolverán ejercicios y problemas tipo en cada uno de los temas que han sido previamente facilitados a los alumnos con la suficiente antelación para que puedan trabajar en los mismos de forma no presencial. Se realizará una puesta en común de los resultados, para detectar y corregir posibles dudas y, por último, se discutirá el proceso de resolución.

C.) Realización de prácticas de laboratorio y ordenador.

Las prácticas de laboratorio y de ordenador se desarrollaran en las condiciones especificadas en la Guía de Prácticas. Deberá ser entregada en las fechas establecidas una memoria de las prácticas, que será puntuable en la nota final.

D.) Tutorías programadas.

Las tutorías programadas se dedicarán al repaso de contenidos teóricos y dudas relativas a los mismos. Se realizarán en grupos reducidos lo cual posibilitará el contacto personal alumno-profesor. El profesor planteará una serie de cuestiones que serán resueltas y comentadas conjuntamente por los alumnos y el profesor. Cada alumno asistirá a las tutorías programadas relativas a los diferentes. Para obtener el máximo rendimiento en esta actividad se aconseja al alumno el seguimiento y estudio diario de la asignatura.

### Resultados de aprendizaje

Conocer y comprender el fenómeno de fatiga que se da en los elementos que forman parte de una máquina.

Conocer y aprender a calcular los principales parámetros que se usan en la medición de la fatiga y confeccionar los Diagramas S-N.

Aprender a aplicar, según el caso, los principales criterios de fallo de las piezas constituyentes de elementos de máquinas.

Aprender a obtener los coeficientes de seguridad en el diseño de elementos de máquinas sometidos a distintos sistemas de carga a partir de los diferentes criterios de diseño y aplicando los factores de corrección necesarios.

Aprender a diseñar y dimensionar los principales elementos que forman parte de las máquinas (ejes, acoplamientos, pernos, resortes, embragues y frenos, correas, cadenas, engranajes y rodamientos).

Capacitar al alumno para evaluar las alternativas de diseño posibles considerando las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas y teniéndose en cuenta diversos factores.

Conocer el proceso de desgaste y contacto superficial que se origina en los elementos que forman parte de una máquina.

Analizar, razonar y desarrollar individualmente y en equipo las diferentes soluciones de diseño de los elementos constituyentes de máquinas que logren satisfacer determinadas necesidades.

### Sistemas de evaluación

#### Criterios de evaluación

Se valorará sobre todo la comprensión de los conceptos y exposición de los mismos utilizando el vocabulario técnico adecuado y preciso. Por orden de importancia se considerará:

- Claridad de conceptos fundamentales en el campo del análisis y medidas de vibraciones y ruidos.
- Capacidad para abordar el análisis y medidas de vibraciones y ruido aplicando los métodos desarrollados en la asignatura.
- La metodología empleada en la resolución de problemas.
- La pulcritud y orden en las exposiciones.

En la evaluación de los problemas se primará el desarrollo analítico y la comprensión del

enunciado sobre la exactitud de las operaciones. Los errores conceptuales en cualquier ejercicio implicarán una calificación de cero, independientemente de lo expuesto en el resto del problema. Se valorará el hecho de que las operaciones y planteamientos se acompañen de una breve explicación y justificación de los mismos.

La ignorancia de la teoría durante su aplicación a ejercicios y problemas implicará una calificación de cero. No se puntuarán las exposiciones que no sean perfectamente claras, con ambigüedades o indebidamente justificadas.

En resumen los criterios de evaluación se recogen en los puntos siguientes:

**CE1:** Conocimiento y comprensión de los principales conceptos teóricos desarrollados en la asignatura (Relacionado con las competencias CETE2, CT1, CG3, CG6, CB1).

**CE2:** Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de cuestiones y problemas relacionados con el Diseño de Máquinas (Relacionado con las competencias CETE2, CT2, CT4, CG4, CG5, CG11, CB2).

**CE3:** Habilidad para la realización, participación activa y exposición con claridad de trabajos prácticos en el laboratorio, ordenadores y específicos dirigidos sobre el Diseño de Máquinas teniéndose en cuenta la capacidad de los estudiantes para trabajar en equipo (Relacionado con las competencias CETE2, CT3, CT5, CT6, CT7, CT9, CG2, CG5, CG9, CG10, CB4, CB5).

**CE4:** Dominio de las diversas herramientas relacionadas con la materia dando al estudiante la capacidad de tener un planteamiento y razonamiento lógico dentro del campo de Diseño de Máquinas distinguiendo lo fundamental de lo que no lo es, así como la forma de expresarse y exponer sus conocimientos (Relacionado con las competencias CETE2, CT8, CT10, CG1, CG4, CG7, CG8, CB3, CB5).

### **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:

	<b>Rango establecido</b>	<b>Convocatoria ordinaria</b>	<b>Convocatoria extraordinaria</b>
1. Examen final teórico/práctico y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios.	0%–80%	70%	70%
2. Aprovechamiento de actividades prácticas realizadas en: aula, laboratorio, sala de ordenadores, campo, visitas, etc.	0%–50%	30%	30%
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).	0%–50%		
4. Participación activa en clase.	0%–10%		
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%–10%		

Se utilizará un sistema de evaluación continua que tendrá en cuenta la elaboración de la memoria de las prácticas de laboratorio y el examen final. Teniendo en cuenta estas actividades la calificación final de la asignatura se obtiene de la siguiente forma:

$$\text{Nota final} = (0,70 \times \text{Nota teoría}) + (0,3 \times \text{Nota prácticas})$$

a) **Examen final teórico/práctico** de la asignatura. Puede incluir distintas partes (prueba objetiva tipo test, problemas prácticos y/o cuestiones teórico-prácticas). Su peso en la

calificación final será del **70%**. Esta actividad es recuperable en convocatoria extraordinaria.

b) **Sesiones prácticas de ordenador y laboratorio** con la realización de memoria de prácticas. Su peso en la calificación final será del **30%**. Esta actividad es NO recuperable en convocatoria extraordinaria. No obstante, la calificación obtenida en la convocatoria ordinaria se tendrá en cuenta para la convocatoria extraordinaria.

Se calificará como "No presentado" al alumno que no haya realizado ninguna de las actividades descritas en los apartados anteriores.

### Bibliografía y otros recursos

#### Bibliografía básica

- Apuntes de la asignatura: "Diseño de Máquinas". Consuelo Gragera Peña y Manuel Flores Reino. EII. UEX.
- Norton, R.L.; Diseño de Máquinas, Prentice-Hall, 1999.
- Shigley, J.E., Mischke, C.R.; Diseño en Ingeniería Mecánica. 5ª ed., McGraw-Hill, 1990.

#### Bibliografía complementaria

- Rafael Avilés González. Métodos de Cálculo para Ingeniería. Metales. Paraninfo. 2015.
- Mott R.L. Diseño de Elementos de Máquinas. Prentice Hall, 1992. 4.
- Calero R. y Carta J.A., "Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingenieros", McGraw-Hill, 1999.
- Aviles R., "Análisis de Fatiga en Máquinas", Thomson, 2005.
- Hamrock B.J., Jacobson B. and Schmid S.R. "Elementos de Máquinas", McGraw-Hill, 2001.

### Otros recursos y materiales docentes complementarios

- Campus virtual de la Uex (<http://cvuex.unex.es>)
- Web del Departamento de Física y Mecánica Fundamental de la E.T.S.I.M. de la U.P.M.
- Web del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de California
- <http://kmoddl.library.cornell.edu/>
- <http://fsinet.fsid.cvut.cz/en/U2052/mechmat1.html>
- <http://www.insht.es/portal/site/Insht>
- <http://www.solidworks.es/>

### Horario de tutorías

Tutorías Programadas: El horario y lugar de las tutorías programadas se publicarán, mediante los procedimientos establecidos para ello, en cuanto sean oficialmente determinados por la Dirección del Centro.

Tutorías de libre acceso: El horario y lugar de las tutorías de libre acceso se publicarán, mediante los procedimientos establecidos para ello, en cuanto sean oficialmente aprobados por el Departamento.

## Recomendaciones

- Se considera imprescindible que el alumno posea conocimientos previos de Cinemática y Dinámica del Sólido Rígido, además de una base razonable de Cálculo y Álgebra. Se recomienda, por tanto, repasar los contenidos de Mecánica de las asignaturas de Física y las asignaturas de Matemáticas de primer curso del Módulo de Formación Básica (FB), así como las asignaturas de Mecanismos y Máquinas y Resistencia de Materiales del Módulo Común a la Rama Industrial (CRI).
- El seguimiento de la asignatura a lo largo del curso mediante la asistencia activa al aula y el estudio diario, así como la realización de los ejercicios que se editan con los apuntes correspondientes a cada uno de los temas.
- Igualmente, es conveniente la lectura previa del tema a desarrollar en clase que, como se ha comentado con anterioridad, estará disponible desde el inicio de la asignatura. A final de la explicación de cada tema se debe profundizar detalladamente en el mismo por si surgen algunas dudas que puedan ser aclaradas en ese momento. Esta es mejor manera de ir avanzando y afianzando los conocimientos dentro de la asignatura. También el alumno debe repasar y revisar los problemas resueltos en el aula y ejercitarse en la resolución de los problemas propuestos.
- La asistencia a las actividades prácticas de laboratorio y ordenadores participando activamente en su desarrollo y la realización de las memorias de prácticas correspondientes.
- El estudio y profundización seria del caso práctico/trabajo propuesto, así como la presentación y exposición del mismo en el plazo propuesto.
- La asistencia a las tutorías programadas y de libre acceso que le ayuden a seguir la materia y resolver dudas con el apoyo de la bibliografía especificada.
- Como recomendación común a la mayoría de asignaturas de Ingeniería, el estudio no ha de enfocarse desde un punto de vista "memorístico", sino desde un punto de vista "comprensivo" que permita al alumno enfrentarse con éxito a nuevas situaciones y casos prácticos.