

## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

<b>Datos de la asignatura</b>	
Nombre	Tecnología de Máquinas
Código	DIM-IND-513
Titulación	Máster en Ingeniería Industrial
Curso	1º
Cuatrimestre	1º
Créditos ECTS	6.0 ECTS
Carácter	Obligatoria
Departamento	Ingeniería Mecánica
Área	Fabricación y Materiales
Universidad	Comillas
Horario	Mañana

<b>Datos del profesorado</b>	
<b>Profesores de teoría</b>	
Nombre	Yolanda Ballesteros Iglesias
Departamento	Ingeniería Mecánica
Despacho	D-116
e-mail	yballesteros@comillas.edu
Horario de Tutorías	A determinar con los alumnos
<b>Profesor</b>	
Nombre	Jose Rafael Rubio Caldera
Departamento	Ingeniería Mecánica
Despacho	
e-mail	jrrubio@icai.comillas.edu
Horario de Tutorías	A determinar con los alumnos
<b>Profesor</b>	
Nombre	Silvia Fernández Villamarín
Departamento	Ingeniería Mecánica
Despacho	D-314
e-mail	sfernandez@comillas.edu
Horario de Tutorías	A determinar con los alumnos
<b>Profesor</b>	
Nombre	Juan Carlos del Real Romero
Departamento	Ingeniería Mecánica
Despacho	D_504
e-mail	delreal@comillas.edu
Horario de Tutorías	A determinar con los alumnos

<b>Datos del profesorado de prácticas</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Correo electrónico</b>
José María Menéndez Sánchez	josemaria@icai.comillas.edu
Jesús Moreno Corona	jmmcorona@icai.comillas.edu
José Porras Galán	jporras@icai.comillas.edu
José Antonio Gutierrez Bravo	jagutierrez@icai.comillas.edu
Cogollor Delgado, José María	jmcogollor@icai.comillas.edu

## **DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA**

<b>Contextualización de la asignatura</b>
<b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>
Conocimientos básicos sobre el proceso de diseño industrial de máquinas y procesos; así como el mantenimiento de los mismos.
<b>Prerrequisitos</b>
Ninguno

<b>Competencias - Objetivos</b>
<b>Competencias Genéricas del título-curso</b>
<b>Competencias Básicas</b>
CB1. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB7. Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.
<b>Competencias Generales</b>
CG2. Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas.
CG12. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.
<b>Competencias Específicas</b>
CMT2. Conocimiento y capacidad para proyectar, calcular y diseñar sistemas integrados de fabricación.
CMT3. Capacidad para el diseño y ensayo de máquinas.
CMI5. Conocimientos sobre métodos y técnicas del transporte y manutención industrial.

## Resultados de Aprendizaje

- RA1. Conocer y realizar la correcta selección de todos los componentes que intervienen en un sistema integrado de fabricación.
- RA2. Planificar el proceso de diseño e integración de máquinas en un sistema integrado de fabricación.
- RA 3. Conocer el comportamiento en régimen de una máquina a través del conocimiento del proceso de diseño, cálculo y ensayo de los diferentes elementos que componen una máquina.
- RA 4. Conocer y aplicar las normativas de verificación de maquinaria.
- RA 5. Seleccionar y aplicar el método de ensayo adecuado para la verificación de una máquina y analizar adecuadamente los resultados de los ensayos.
- RA 6. Analizar, comprender y calcular los parámetros cinemáticos y dinámicos de un brazo manipulador mediante el estudio de los componentes que integran un brazo manipulador.
- RA 7. Entender los conocimientos básicos de control, programación e implantación de un brazo manipulador.

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

<b>Contenidos – Bloques Temáticos</b>
<b>BLOQUE I: Diseño de Elementos de Máquinas y Robótica</b>
<b>Tema 1: Diseño.</b>
1.1 Estudio de Viabilidad 1.2 Diseño Conceptual 1.3 Diseño detallado 1.4 Proceso de diseño e integración de máquinas en un sistema integrado. 1.5 Selección de sistemas de manipulación, transporte, almacenaje y recuperación automatizados.
<b>Tema 2: Producción</b>
2.1. Fabricación 2.2. Montaje
<b>TEMA 3. Robótica. Tipologías</b>
3.1. Tipos de manipuladores y sus características
<b>TEMA 4. Robótica. Posicionamiento</b>
4.1. Notación de Denavit-Hartenberg. 4.2. Cinemática Directa. 4.3. Cinemática Inversa.
<b>TEMA 5. Cinemática y Dinámica</b>
5.1 Cinemática de Movimiento. 5.2 Dinámica de Movimiento.
<b>BLOQUE II: Mantenimiento de Máquinas y Ensayos no Destructivos (END)</b>
<b>TEMA 6. Mantenimiento</b>
6.1 Introducción al mantenimiento 6.2 Tipos de mantenimiento 6.3 Curvas P-F 6.4 Técnicas de mantenimiento predictivo. 6.5 Ensayos de desgaste, fatiga y corrosión de componentes
<b>TEMAS 7 y 8. END mediante Inspección visual y líquidos penetrantes (IV + LP)</b>
7.1 Inspección visual (IV) END mediante Líquidos Penetrantes (LP): 8.1 Líquidos coloreados y fluorescentes 8.2 Tipos de reveladores. 8.3 Patrones
<b>TEMA 9. END mediante Partículas Magnéticas (PM)</b>
9.1 Fundamentos teóricos de PM. 9.2 Tipos de magnetización. Curva de histéresis. 9.3 Equipos para la magnetización y desmagnetización. Parámetros a controlar. 9.4 Propiedades de las partículas magnéticas. Tipos de partículas magnéticas. 9.5 Patrones
<b>TEMA 10. END mediante Corrientes Inducidas (CI)</b>
10.1 Fundamentos de las Corrientes Inducidas. Impedancia. 10.2 Variables que afectan a la inspección mediante Corrientes Inducidas. 10.3 Tipos de sondas

**TEMA 11. END mediante Ultrasonidos (US)**

- 11.1 Fundamentos de US y tipos de ondas sonoras
- 11.2 Generación del haz ultrasónico.
- 11.3 Comportamiento de la onda sonora en una interfase. Presión sonora.
- 11.4 Técnicas ultrasónicas: transmitancia, impulso-eco y resonancia.
- 11.5 Tipos de palpadores de US: normal, angular y bicristal.
- 11.6 Calibración, detección de defectos y tamaño del defecto.

**TEMA 12. END mediante Radiología Industrial (RAD)**

- 12.1 Fundamentos de RAD y tipos de radiaciones ionizantes.
- 12.2 Producción de rayos X y Rayos  $\gamma$ .
- 12.3 Técnica operativa: Exposición, penumbra geométrica, distancia foco-película, densidad de la radiografía y contraste.
- 12.4 Gráficos de exposición y curvas características.
- 12.5 Indicadores de calidad de imagen.

**TEMA 13. Análisis de vibraciones en el monitoreo de máquinas**

- 13.1 Comportamiento en régimen de la máquina. Definición de régimen permanente. Ciclo de trabajo. Grado de irregularidad de una máquina.
- 13.2 Fundamentos de vibraciones. Movimiento armónico simple.
- 13.3 Vibraciones libres y forzadas. Vibraciones en sistemas de un grado de libertad.
- 13.4 Frecuencia natural y resonancia
- 13.5 Análisis de vibraciones. Adquisición de datos: Instrumentación, magnitud a medir transductores, puntos de medida, rutas.
- 13.6 Análisis básico de vibraciones. Medidas de valor global, análisis espectral: armónicos y banda laterales. El proceso de análisis.
- 13.7 Introducción al diagnóstico de fallos: Desequilibrio, desalineación, holguras, excentricidad, rodamientos, engranajes, etc.
- 13.8 Revisión de la normativa ISO.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto, la materia se desarrollará teniendo en cuenta la actividad del alumno como factor prioritario. Ello implicará que tanto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.

### Metodología Presencial: Actividades

1. **Clase magistral y presentaciones generales:** Exposición de los principales conceptos y procedimientos mediante la explicación por parte del profesor. Incluirá presentaciones dinámicas, pequeños ejemplos prácticos, demostraciones de algunos métodos de END, videos y la participación reglada o espontánea de los estudiantes.
2. **Resolución en clase de problemas prácticos:** Resolución de unos primeros problemas para situar al alumno en contexto. La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa.
3. **Inicio de resolución en clase de casos prácticos:** El profesor planteará algún caso práctico que los alumnos comenzarán a resolver en clase por grupos, de manera que pregunten las dudas al profesor y sean asesorados por éste. Terminarán el caso práctico en horas no presenciales.
4. **Prácticas de laboratorio:** Se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar prácticas de laboratorio regladas o diseños de laboratorio. Las prácticas de laboratorio podrán requerir la realización de un trabajo previo de preparación y finalizar con la redacción de un informe de laboratorio.

### Metodología No presencial: Actividades

1. **Estudio individual del material a discutir en clases posteriores:** Actividad realizada individualmente por el estudiante cuando analiza, busca e interioriza la información que aporta la materia y que será discutida con sus compañeros y el profesor en clases posteriores.
2. **Resolución de problemas prácticos a resolver fuera del horario de clase por parte del alumno:** El alumno debe utilizar e interiorizar los conocimientos aportados en la materia y realizará de forma individual problemas propuestos por el profesor al finalizar la clase. La corrección de algunos de estos problemas en clases posteriores se realizará por parte de alguno de los alumnos o el profesor según los casos. La corrección individualizada de cada ejercicio la realizará el propio alumno u otro compañero según los casos (método de intercambio).
3. **Resolución de casos prácticos:** Actividad de aprendizaje que se realizará de forma grupal tanto dentro como fuera del horario lectivo, basada en casos de aplicación (diseño de una máquina propuesta por el profesor, monitorización para análisis por vibraciones de una máquina, etc.) que requerirá de investigación y búsqueda de información, aplicación de los conceptos estudiados en los diferentes bloques de la asignatura, realización de cálculos y planos, así como el análisis de algunos de los elementos de la máquina mediante vibraciones y END. El objetivo principal de resolución de casos prácticos es llegar a entender y comprender los conceptos teóricos de la asignatura, así como ser capaz de aplicarlos a máquinas reales.

<b>RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO</b>			
<b>HORAS PRESENCIALES</b>			
<b>BLOQUE I</b>	<b>BLOQUE II</b>	<b>SESIONES DE LABORATORIO</b>	<b>Exámenes</b>
<b>22</b>	<b>22</b>	<b>12</b>	<b>4</b>
<b>HORAS NO PRESENCIALES</b>			
<b>Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos</b>	<b>Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos</b>	<b>Realización casos prácticos</b>	<b>Informes de prácticas</b>
<b>35</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>20</b>
<b>CRÉDITOS ECTS: 6</b>			<b>180 horas</b>

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	PESO
<b>Convocatoria ordinaria</b>		
<b>Realización de exámenes:</b> Examen Final (nota mínima 4.0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensión de conceptos.</li> <li>- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> <li>- Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>	<b>50%</b>
Examen Intersemestral		<b>20%</b>
<b>Realización de casos prácticos en grupo:</b> Resolución de pequeños casos prácticos en grupos de 4 alumnos, con plazos de entrega.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación (word, gráficos,...)</li> <li>- Planos realizados con programa CAD.</li> <li>- Búsqueda de información detallada en bibliografía.</li> <li>- Aplicación correcta de los contenidos de los distintos bloques temáticos.</li> <li>- Planteamiento del problema y cálculos correctos.</li> <li>- Conclusiones razonadas y coherentes.</li> </ul>	<b>15%</b>
<b>Prácticas de Laboratorio:</b> El grupo de laboratorio entregará un informe por cada práctica (grupos de 3 o 4 alumnos).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actitud, iniciativa y buen desarrollo de la práctica en el laboratorio.</li> <li>- En la valoración del informe se aplicarán los mismos criterios que en la presentación del trabajo.</li> </ul>	<b>15%</b>
<p>Para aprobar la asignatura los alumnos tienen que tener al menos 5.0 puntos en la nota media ponderada de la parte teórica (exámenes) y de 5.0 en la media ponderada de la parte práctica (casos prácticos y laboratorio).</p> <p>En los exámenes realizados, se debe obtener un mínimo de 3.0 sobre 10 en cada una de las 2 partes de la asignatura: Mantenimiento-END y Diseño-Robótica para poder realizar la media.</p>		
<b>Convocatoria extraordinaria</b>		
<p>En convocatoria extraordinaria, la nota final resultará de la suma ponderada del examen extraordinario que supondrá el 80% y el 20% será la nota media de la parte práctica (casos prácticos y laboratorio). La nota mínima del examen extraordinario debe ser al menos de 4.0 para poder hacer media con la nota de la parte práctica.</p> <p>En el examen final, se debe obtener un mínimo de 3.0 sobre 10 en cada una de las 2 partes de la asignatura: Mantenimiento-END y Diseño-Robótica para poder realizar la media.</p>		

## Calificaciones

- La asistencia a clase es obligatoria y se controlará cada día. La inasistencia a más del 15% de las horas lectivas o la falta de entrega de las prácticas puede tener como consecuencia la imposibilidad de presentarse a examen tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria.
- La asistencia al laboratorio es obligatoria y se controlará cada día. La inasistencia a una de las prácticas sin causa justificada supone un cero en la nota de la misma. Los alumnos que lleguen a una práctica con retraso de 5 minutos o superior no podrán realizarla, suponiendo por tanto un cero en la nota de la misma.
- La no entrega de un informe de prácticas supone un cero en la nota de esa práctica. La entrega con un día de retraso de cualquier informe de prácticas supone 2 puntos menos en la nota de la misma. No se admitirán retrasos superiores a un día en la entrega de informes.

### Convocatoria Ordinaria

#### REALIZACIÓN DE EXÁMENES: 70%

- Examen Final con contenidos teórico-prácticos de los 2 bloques de la asignatura (50%). Nota mínima 4.0.
- Examen Intersemenstral (20%)

Para aprobar los exámenes los alumnos deben demostrar conocimientos de ambos bloques con al menos 3 puntos sobre 10 en cada uno de ellos.

Para aprobar la asignatura los alumnos tienen que tener al menos 4.0 puntos sobre 10 en el examen final de la asignatura.

#### REALIZACIÓN DE CASOS PRÁCTICOS Y PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN GRUPO: 30%

- Trabajo sobre “casos prácticos” propuestos en clase (15%).
- Prácticas de laboratorio (6 sesiones de 2 horas) con entrega de informe final (15%).

Para aprobar la asignatura los alumnos tienen que tener al menos 5.0 puntos en la nota media ponderada de la parte teórica (exámenes) y de 5.0 en la media ponderada de la parte práctica (casos prácticos y laboratorio).

Los alumnos que no hayan superado alguna de las partes anteriores, deberán presentarse a la convocatoria extraordinaria con la parte o partes suspensas. En este caso, la calificación será la nota más baja de las 2 partes.

### Convocatoria Extraordinaria

Los alumnos recuperarán solamente la parte o partes suspensas en convocatoria ordinaria.

En convocatoria extraordinaria, la nota final resultará de la suma ponderada del examen extraordinario que supondrá el 80% y el 20% será la nota media de la parte práctica (casos prácticos y laboratorio). Nota mínima examen extraordinario 4.0.

En el examen final, se debe obtener un mínimo de 3.0 sobre 10 en cada una de las 2 partes de la asignatura: Mantenimiento y Diseño-Robótica para poder realizar la media.

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- Transparencias y apuntes de la asignatura.

### Bibliografía Complementaria

- **Introduction to design.** Asimow, Morris. Prentice-Hall, 1962.
- **Robotics: Control Sensing. Vis.** K S Fu, Ralph Gonzalez, C S G Lee. McGraw-Hill, 1987.
- **Introduction to Nondestructive Testing: A Training Guide.** Paul E. Mix. Wiley 2005.
- **Nondestructive Evaluation and Quality Control. Metals Handbook.** Ninth Edition: Volume 17. ASM International. 1989.
- **Mechanical vibrations.** Singiresu S. Rao. Prentice Hall. Fifth Edition. 2011
- **Machinery malfunction diagnosis and correction.** Vibration analysis and troubleshooting for the process industries. Robert C. Eisenmann. Hewlett-Packard professional books. Prentice Hall PTR, 1998.

### Recursos para el seguimiento de las clases teórico-prácticas:

- Presentaciones
- Fichas de algunos temas preparadas por los profesores.
- Libros de consulta con capítulos seleccionados.
- Videos
- Enlaces a páginas web
- Hojas de ejercicios y “casos” a estudiar que se irán resolviendo por Bloques.

### Recursos para el laboratorio:

- Guiones de prácticas y normas
- Equipamiento de los laboratorios