



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53000973 - Vibraciones Avanzadas En Maquinas**

### PLAN DE ESTUDIOS

05AT - Master Universitario En Ingenieria Mecanica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Segundo 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.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	9

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53000973 - Vibraciones Avanzadas en Maquinas
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05AT - Master Universitario en Ingeniería Mecánica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Julio Muñoz Garcia	DIM	julio.munoz@upm.es	Sin horario. Acordar con el profesor
Juan Manuel Muñoz Guijosa (Coordinador/a)	DIM	juanmanuel.munoz.guijosa@upm.es	Sin horario. Acordar con el profesor

\* 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

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Mecánica no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Ecuaciones diferenciales
- Matlab y simulink
- Utilización de programas CAE para el diseño mecánico
- Fundamentos de vibraciones
- Fundamentos de análisis de señal
- Resistencia de materiales

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE1 - Utilizar las ventajas que aportan las herramientas de diseño y cálculos asistidos por computador (?M-CAE?) en el sector, empleando las principales directivas y normativas.

CE2 - Realizar actividades de análisis, diseño, fabricación, ensayo y mantenimiento de máquinas, productos y dispositivos, aplicando metodologías estructuradas, considerando el ciclo de vida global.

CE3 - Utilizar conocimientos multidisciplinarios de mecánica, electrotecnia, control, medios continuos y materiales para el desarrollo de procesos, utillajes y máquinas de fabricación.

CE4 - Analizar, diseñar, planificar técnicas de optimización de procesos y modelado de información e instrumentación para la mejora del ciclo de vida del producto.

CG 1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica de la Ingeniería Mecánica

CG 2 - Diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos de la ingeniería mecánica, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.

CG 5 - Comunicar los conocimientos y conclusiones, tanto de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG 7 - Aplicar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Mecánica en sus actividades profesionales.

CG 9 - Crear nuevas ideas (Creatividad).

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA16 - Modelización de sistemas complejos mediante funciones de transferencia

RA15 - Comprensión del análisis en frecuencia de vibraciones

RA9 - Utilizar el programa Matlab de forma avanzada

RA17 - Diseño desde el punto de vista de la fatiga producida por vibraciones

RA18 - Conocimiento de técnicas de equilibrado de rotores rígidos y flexibles

RA19 - Conocimiento de soluciones de diseño para de reducción de vibraciones

RA14 - Planteamiento de las ecuaciones diferenciales de comportamiento dinámico

RA11 - Resolver problemas a partir de datos experimentales

RA70 - Configuración de la Cadena de Medida, Sensorización, Acondicionamiento de Señal

RA71 - Procesado Digital de Señal

RA88 - RA03 - Concretar aportaciones prácticas de los contenidos expuestos

RA89 - RA04 - Argumentar, justificar y defender las soluciones aportadas

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La mayoría de las estructuras resistentes que configuran cualquier producto industrial están sometidas a esfuerzos dinámicos. Incluso en sistemas electrónicos, las vibraciones son responsables de un porcentaje muy importante de los fallos en servicio. Por ello, en el diseño es necesario tener en cuenta los criterios de cálculo dinámico. Al finalizar esta asignatura, el alumno será capaz de realizar diseños estructurales teniendo en cuenta los aspectos dinámicos, conociendo las diferentes excitaciones dinámicas, periódicas y aleatorias, y el consiguiente daño por fatiga que producen. Durante el curso se realizarán diferentes ejercicios, tanto teóricos como numéricos, con la ayuda de programas de cálculo numérico y de diseño asistido por ordenador. Se realizará también una práctica con una máquina que simula las vibraciones más habituales en maquinaria rotativa.

La asignatura está preparada para poder ser impartida en modalidad online, si bien, preferentemente se imparte de forma presencial si las circunstancias lo permiten.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Conceptos básicos de vibraciones
  - 1.1. Representación matemática de las vibraciones
  - 1.2. Representación gráfica de las vibraciones
  - 1.3. Cadena de medida de vibraciones
2. Sistemas de 1 grado de libertad
  - 2.1. Vibración libre
  - 2.2. Vibración forzada
  - 2.3. Determinación de parámetros vibratorios
  - 2.4. Paso por la resonancia
  - 2.5. No linealidades en rigidez o amortiguamiento
  - 2.6. Vibraciones autoexcitadas: adherencia-deslizamiento
  - 2.7. Métodos de resolución de problemas vibratorios
3. Sistemas de dos grados de libertad
  - 3.1. Vibración libre. Extensión a n grados de libertad
  - 3.2. Vibración forzada. Extensión a n grados de libertad

- 3.3. Efecto del amortiguamiento. Amortiguamiento óptimo.
- 3.4. Cimentaciones y absorbentes
- 3.5. Excitación transitoria
- 4. Análisis modal
- 5. Control y corrección de las vibraciones
- 6. Impedancia mecánica y función de respuesta en frecuencia
- 7. Vibraciones aleatorias y diseño por fatiga producida por vibraciones
- 8. Sistemas continuos
- 9. Sistemas discretos

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Conceptos básicos de vibraciones</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Sistemas de 1 grado de libertad</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Sistemas de 1 grado de libertad</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	<b>Sistemas de 1 grado de libertad</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Trabajo 1 grado de libertad</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
4	<b>Sistemas de 1 grado de libertad</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Prácticas de simulación de sistemas de 1 grado de libertad con Matlab.</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas			
5	<b>Sistemas de 2 grados de libertad</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Problemas 1 grado de libertad</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	<b>Sistemas de 2 grados de libertad</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Trabajo individual 2 grados de libertad con Matlab</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 03:00
7	<b>Control y corrección de vibraciones</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			



8	<b>Impedancia mecánica y funciones de respuesta en frecuencia</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Trabajo individual 4 grados de libertad con Matlab</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 08:00
9	<b>Análisis modal</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Frecuencias naturales y modos de vibración de una estructura</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Trabajo - resolución por descomposición modal con Matlab</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 10:00
10	<b>Vibraciones aleatorias y diseño por fatiga producida por vibración</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<b>Equilibrado de rotores</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	<b>Equilibrado de rotores</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Equilibrado modal y por coeficientes de influencia</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas		
13	<b>Demostración de vibraciones en maquinaria - especialista industria</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas			
14	<b>Tutoría para trabajo en grupo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas			
15	<b>Tutoría para trabajo en grupo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas			
16	<b>Tutoría para trabajo en grupo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas			
17				<b>Trabajo en grupo - diseño por fatiga de un sistema mecánico complejo sometido a vibraciones aleatorias</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 25:00  <b>Presentación trabajo en grupo - diseño por fatiga de un sistema mecánico complejo sometido a vibraciones aleatorias</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 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
3	Trabajo 1 grado de libertad	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	10%	5 / 10	CG 2 CG 5 CE3 CG 1
6	Trabajo individual 2 grados de libertad con Matlab	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	10%	5 / 10	CG 9 CG 1 CG 2 CG 7
8	Trabajo individual 4 grados de libertad con Matlab	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	08:00	15%	5 / 10	CG 7 CG 9 CE3 CG 1
9	Trabajo - resolución por descomposición modal con Matlab	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	10:00	25%	5 / 10	CG 7 CG 9 CG 1
17	Trabajo en grupo - diseño por fatiga de un sistema mecánico complejo sometido a vibraciones aleatorias	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	25:00	40%	5 / 10	CG 2 CG 7 CE1 CG 5 CG 9 CE3 CE2 CE4 CG 1

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Presentación trabajo en grupo - diseño por fatiga de un sistema mecánico complejo sometido a vibraciones aleatorias	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG 2 CG 7 CE1 CG 5 CG 9 CE3 CE2 CE4 CG 1

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

- Trabajo completo: cuenta con todos los resultados pedidos
- Profundidad del trabajo realizado: criterios tenidos en cuenta, argumentaciones realizadas
- Comprobaciones realizadas para la comprobación del correcto funcionamiento de los modelos
- Número de referencias realizadas a otros trabajos
- Estructura y calidad de la presentación
- Número de iteraciones de optimización de diseño realizadas
- Consideración de otros criterios de diseño (económicos, fabricación, ambientales, montaje, transporte, reciclaje, estética, etc.)

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Diapositivas de cada tema	Bibliografía	
Problemas resueltos de diseño de productos	Bibliografía	
Matlab	Equipamiento	
Catia	Equipamiento	

Simulador de fallos en maquinaria rotativa	Equipamiento	
Alrededor de 20 libros de vibraciones en la biblioteca de la DIM	Bibliografía	
Mesa vibrante y estructura porticada	Equipamiento	Mesa vibrante Brüel&Kjaer 2000N - 2000Hz