



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y  
Energía

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**63000158 - Vibraciones Mecánicas**

### PLAN DE ESTUDIOS

06AF - Máster Universitario En Ingeniería De Minas

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - 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.....	10

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	63000158 - Vibraciones Mecanicas
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Cuarto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	06AF - Máster Universitario en Ingeniería de Minas
<b>Centro responsable de la titulación</b>	06 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Minas Y Energía
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Ana Isabel Bayon Rojo	402	anaisabel.bayon@upm.es	M - 11:30 - 14:30 X - 11:30 - 14:30
Rafael Medina Ferro (Coordinador/a)	410	rafael.medina@upm.es	X - 10:00 - 13:00 J - 10:00 - 13:00
Cristina Montalvo Martin	404	cristina.montalvo@upm.es	L - 10:00 - 13:00 X - 16:00 - 19:00

Jose Ignacio Díaz De Villafranca Garcia	437	joseignacio.diazdevillafranca @upm.es	V - 15:00 - 21:00
--	-----	--	-------------------

\* 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 Máster Universitario en Ingeniería de Minas no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Ecuaciones diferenciales
- Mecánica
- Resistencia de materiales

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE01 - Capacidad para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo, proyectos, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la ingeniería de minas.

CE02 - Conocimiento adecuado de aspectos científicos y tecnológicos de mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, geotecnia, carboquímica y petroquímica

CG01 - Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y del ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en sus campos de actividad.

CG02 - Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnicos, legal y de la propiedad que se plantean en el proyectos de una planta o instalación, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su desarrollo, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente

CG04 - Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Minas y de las actividades que se puedan realizar en el ámbito de la misma

CG05 - Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras de actividades de I+D+i dentro de su ámbito

CG13 - Capacidad para evaluar y gestionar ambientalmente proyectos, plantas o instalaciones

CG18 - Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, carboquímica, petroquímica y geotecnia

CT03 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas

CT04 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo

CT05 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA104 - Aplicar el análisis en frecuencia al mantenimiento predictivo

RA103 - Comprender las vibraciones de sistemas mecánicos complejos

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura comienza con el estudio de problemas mecánicos reales que son modelizados como sistemas de un número reducido de grados de libertad, y se plantean las ecuaciones de movimiento del sistema. A continuación se estudia la respuesta libre o análisis modal de los sistemas, planteando un problema de valores propios, que se ayuda a resolver mediante herramientas informáticas (matlab). Conocidas las frecuencias características de los sistemas, se pasa a estudiar la respuesta de los mismos ante diferentes tipo de excitación: armónica, periódica, impulsiva, rampa... y se identifican las excitaciones con problemas reales (resonancia, impactos, voladuras, sismos). Se realiza el estudio en el dominio de la frecuencia y se concluye aplicando los conocimientos adquiridos al mantenimiento predictivo de maquinaria rotativa, mostrando las técnicas y aparatos para la medida de vibraciones y aprendiendo a analizar los problemas de la maquinaria en función de su respuesta en frecuencia.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Ecuaciones del movimiento vibratorio.
  - 1.1. Ecuación general de sistemas con un grado de libertad.
  - 1.2. Ecuación general en sistemas con múltiples grados de libertad. Formulación clásica y lagrangiana.
  - 1.3. Masa, amortiguamiento y rigidez equivalentes.
  - 1.4. Modelización de sistemas continuos como sistemas discretos. Aplicación a estructuras.
2. Análisis modal de sistemas discretos.
  - 2.1. Análisis modal de sistemas con un grado de libertad.
  - 2.2. Análisis modal de sistemas con múltiples grados de libertad.
  - 2.3. Cálculo de frecuencias propias de estructuras.
3. Respuesta en frecuencia de sistemas discretos.
  - 3.1. Análisis armónico.
    - 3.1.1. Desarrollo en serie de Fourier.
    - 3.1.2. Transformada de Fourier.
    - 3.1.3. Transformada discreta de Fourier.
  - 3.2. Respuesta de sistemas ante excitación armónica.
  - 3.3. Transmisión y aislamiento de vibraciones.

- 3.4. Respuesta de sistemas ante excitaciones periódicas.
- 3.5. Respuesta de sistemas ante excitaciones no periódicas.
- 4. Aplicación del análisis en frecuencia al mantenimiento predictivo.
  - 4.1. Parámetros de adquisición de datos, medida y análisis de vibración..
  - 4.2. Dispositivos para la medida y el análisis de la vibración.
  - 4.3. Vibraciones producidas por desequilibrio.
  - 4.4. Otras vibraciones características en maquinaria.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1. Ecuaciones del movimiento vibratorio</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 1. Ecuaciones del movimiento vibratorio</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	<b>Tema 1. Ecuaciones del movimiento vibratorio</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
4	<b>Tema 2. Análisis modal de sistemas discretos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 2. Análisis modal de sistemas discretos</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>Tema 3. Respuesta en frecuencia de sistemas discretos</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Resolución de problemas de análisis modal de sistemas discretos</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00  <b>Resolución de problemas de análisis modal de sistemas discretos</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
6	<b>Tema 3. Respuesta en frecuencia de sistemas discretos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7		<b>Tema 3. Respuesta en frecuencia de sistemas discretos</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	<b>Tema 3. Respuesta en frecuencia de sistemas discretos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

9		<b>Tema 3. Respuesta en frecuencia de sistemas discretos</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10	<b>Tema 4. Aplicación del análisis en frecuencia al mantenimiento predictivo.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11		<b>Tema 4. Aplicación del análisis en frecuencia al mantenimiento predictivo.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12	<b>Tema 4. Aplicación del análisis en frecuencia al mantenimiento predictivo.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Proyecto matlab de respuesta en frecuencia</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 10:00
13	<b>Tema 4. Aplicación del análisis en frecuencia al mantenimiento predictivo.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	<b>Tema 4. Aplicación del análisis en frecuencia al mantenimiento predictivo.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15		<b>Tema 4. Aplicación del análisis en frecuencia al mantenimiento predictivo.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Análisis en frecuencia aplicado al mantenimiento predictivo</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 08:00
16				
17				<b>Prueba de evaluación global</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final No 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
5	Resolución de problemas de análisis modal de sistemas discretos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	10%	/ 10	CG18 CT03 CT04 CT05 CE01 CE02
5	Resolución de problemas de análisis modal de sistemas discretos	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	10%	/ 10	CG18 CT03 CT04 CT05 CE01 CE02
12	Proyecto matlab de respuesta en frecuencia	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	10:00	40%	3 / 10	CG01 CG02 CG04 CG05 CG13 CG18 CT03 CT04 CT05 CE01 CE02
15	Análisis en frecuencia aplicado al mantenimiento predictivo	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	08:00	40%	3 / 10	CG01 CG02 CG04 CG05 CG13 CG18 CT03 CT04 CT05 CE01 CE02

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba de evaluación global	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG01 CG02 CG04 CG05 CG13 CG18 CT03 CT04 CT05 CE01 CE02

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG01 CG02 CG04 CG05 CG13 CG18 CT03 CT04 CT05 CE01 CE02

## 7.2. Criterios de evaluación

### Evaluación (progresiva).

La evaluación consta de varias pruebas no liberatorias, cada una de las cuáles se evaluará sobre 10 puntos. El aprobado se obtendrá con un 5 sobre 10, sumando las diferentes pruebas con sus pesos respectivos indicados en la guía. En dos de las pruebas se exige un mínimo de 3 puntos sobre 10. El profesor podrá tener en cuenta para mejorar la nota del alumno su actividad en las clases y el laboratorio.

### Prueba de evaluación global.

La prueba de evaluación global de la asignatura incluirá actividades teóricas y de problemas, así como contenidos relacionados con las prácticas de laboratorio, debiendo obtenerse una calificación de 5 sobre 10 para superar la asignatura.

### Evaluación de la convocatoria extraordinaria.

El examen de la convocatoria extraordinaria de la asignatura incluirá actividades teóricas y de problemas, así como contenidos relacionados con las prácticas de laboratorio, debiendo obtenerse una calificación de 5 sobre 10 para superar la asignatura.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Plataforma Moodle: Vibraciones Mecánicas	Recursos web	Información de la asignatura, documentación para las clases e interrelación con el alumno.
Software Matlab	Recursos web	Software científico que se empleará para la realización de simulaciones de vibraciones en sistemas discretos

Analizador de vibraciones	Equipamiento	Medidor y analizador de vibraciones con dos sensores de medida de vibraciones y célula fotoeléctrica para la medida del ángulo de fase, para la realización de las prácticas de laboratorio.
Bancada de vibraciones	Equipamiento	Bancada de vibraciones compuesta por un motor de velocidad variable y otros elementos mecánicos para poder medir vibraciones y analizar problemas mecánicos
RAO, S. Mechanical Vibrations.	Bibliografía	RAO, S. Mechanical Vibrations. Prentice Hall; 6 edition , 2016
PAZ, M.; LEIGH, W. Structural Dynamics. Theory and Computation.	Bibliografía	PAZ, M. Structural Dynamics. Theory and Computation. Chapman & Hall. New York, 1997.
BALBÁS, M.; MEDINA, R. Análisis de vibraciones mecánicas.	Bibliografía	BALBÁS, M. Y MEDINA, R. Análisis de vibraciones mecánicas. Servicio de Publicaciones Fundación Gómez-Pardo. Madrid, 1996.
GENTA, G. Vibration of Structures and Machines.	Bibliografía	GENTA, G. Vibration of Structures and Machines. Springer-Verlag. New York, 1998.
DEN HARTOG, J.P., Mecánica de las vibraciones	Bibliografía	DEN HARTOG, J.P., Mecánica de las vibraciones. Compañía Editorial Continental, S:A., México D:F., 1976