

## **Grado en Ingeniería Mecánica**

### **29745 - Vibraciones y ruido en máquinas**

**Guía docente para el curso 2014 - 2015**

**Curso: 4, Semestre: 2, Créditos: 6.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **Juan Lladó Paris** jllado@unizar.es

- **Beatrix Sánchez Tabuena** bstb@unizar.es

#### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

Se recomienda haber adquirido diversas competencias de cálculo diferencial, conceptos básicos de mecánica del sólido rígido, teoría de máquinas, resistencia de materiales, mecánica de fluidos, elementos de máquinas, y conocimientos de MatLab. Se aconseja al alumno seguir la asignatura de forma presencial y continuada, asistiendo y participando activamente en las clases con el profesor, tanto teóricas como prácticas. Esto permitirá al alumno adquirir paulatinamente los conocimientos impartidos en las diferentes sesiones y abordar sin dificultad las pruebas de evaluación y tareas periódicas programadas a lo largo del curso. Para avanzar correctamente, el estudiante cuenta con la asesoría del profesor, durante las horas de tutoría, para el seguimiento de las actividades propuestas y para resolver cualquier duda que se le presente.

#### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

En la sección de Información Académica de la página web de la EINA, <http://eina.unizar.es/>, se incluyen en el apartado Calendarios las fechas de inicio y finalización de la asignatura, y en el de Horarios, las horas concretas de impartición.

Por otra parte, desde el inicio del cuatrimestre el alumno deberá estar atento a las fechas detalladas de realización de prácticas y entrega de trabajos de las que será convenientemente informado en clase.

---

### **Inicio**

---

#### **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

**1:**

- 1.- Modela un mecanismo y/o máquina como sistema discreto, definiendo los parámetros fundamentales que caracterizan su comportamiento vibratorio.
- 2.- Capacidad para realizar un modelo vibroacústico de una máquina.

- 3.- Aplica conceptos de ruido y vibraciones en el diseño de una máquina.
- 4.- Utiliza programas de simulación numérica aptos para análisis dinámico de mecanismos y máquinas, siendo capaz de analizar y discutir los resultados obtenidos.
- 5.- Entiende el montaje y funcionamiento de cadenas de medida, y adquiere la habilidad para utilizarlas.
- 6.- Prepara informes sobre las medidas: objetivo, procedimiento, resultados, análisis y recomendaciones.
- 7.- Conoce las fuentes que generan vibraciones en máquinas.
- 8.- Calcula las acciones que se generan por desequilibrios dinámicos en máquinas.
- 9.- Conoce la normativa que evalúa la severidad de las vibraciones en una máquina.
- 10.- Aplica medidas correctoras para minimizar la transmisión de ruido y vibraciones.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura tiene como objetivo proporcionar los fundamentos de vibración y ruido, principios básicos, métodos de análisis, y técnicas de control para conseguir máquinas con menores niveles de vibración y más silenciosas.

Se ha estructurado en dos secciones, una parte centrada en el análisis de las vibraciones y otra enfocada al ruido, prestando atención a los casos de interacción entre ambos.

Al final del curso, el estudiante identifica problemas reales de vibración y ruido en máquinas, especifica y analiza las fuentes y su propagación, define y evalúa soluciones alternativas y sugiere medidas para solucionar los problemas generados por estos fenómenos físicos.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

Al finalizar la asignatura, el estudiante deberá:

- Describir los conceptos fundamentales de vibración y ruido, técnicas de medida e instrumentación.
- Conocer la normativa que regula la severidad de las vibraciones y la emisión sonora de una máquina.
- Identificar, describir y analizar los fenómenos físicos que generan la vibración y el ruido en sistemas mecánicos, y aplicar una metodología para analizar su generación.
- Explicar los mecanismos fundamentales del aislamiento de la vibración y ruido; y aplicar diferentes soluciones para su reducción.

#### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Vibraciones y ruido en máquinas es una asignatura optativa en el Grado de Ingeniería Mecánica, donde se presentan los principios fundamentales de vibraciones y ruido, construidos sobre los conceptos presentados en asignaturas de semestres anteriores: Mecánica, Teoría de Máquinas, Mecánica de fluidos o Resistencia de Materiales, y se apoyan en las herramientas proporcionadas por las asignaturas de Matemáticas, lo que le permite al alumno comprender los modelos matemáticos de los sistemas mecánicos y a trabajar con una máquina bajo el punto de vista de la vibración y el ruido. Al finalizar la asignatura el alumno es consciente de la importancia que las vibraciones y ruido tienen en el diseño y mantenimiento de máquinas.

## **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

**1:**

### **Competencias específicas:**

Utilización de técnicas experimentales para caracterizar el funcionamiento de los sistemas mecánicos. (C37)

### **Competencias genéricas:**

1. Capacidad para combinar los conocimientos generalistas y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional. (C3)

2. Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico. (C4)

3. Capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano. (C5)

4. Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma. (C6)

5. Capacidad de gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la Ingeniería. (C9)

6. Capacidad para aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (C10)

---

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Los resultados de aprendizaje de la asignatura son fundamentales porque proporcionan al alumno el conocimiento básico, tanto teórico como experimental, para analizar e identificar las fuentes de vibración y ruido en máquinas, y le capacitan para proponer soluciones para su control y reducción. Aspecto muy importante en la industria, dado que existe una creciente demanda sobre las máquinas para que sean más fiables en su funcionamiento, con mínimo coste de mantenimiento, agradables para el operario, exigiéndoles que emitan menos ruido al exterior para disminuir la contaminación ambiental. Por eso las características vibroacústicas de una máquina son un elemento diferenciador clave entre los fabricantes, y el ingeniero mecánico debe ser capaz de satisfacer esta demanda.

---

## **Evaluación**

---

## **Actividades de evaluación**

### **El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:**

Existen dos opciones:

1. Evaluación continua. Se pretende promover el trabajo continuado del alumno, para favorecer que pueda seguir con mejor aprovechamiento los contenidos de la asignatura, que se van construyendo sobre los anteriores.

El alumno deberá realizar las tres actividades siguientes:

- Controles periódicos, durante las clases magistrales: Valoración 30 % de la calificación total.
- Trabajo teórico y exposición oral: Valoración 40 % de la calificación total.
- Asistencia a prácticas y presentación de informes para su evaluación: Valoración 30 % de la calificación total.

La calificación final es suma de la obtenida en las tres pruebas.

2. Si el estudiante, no opta por la evaluación continua, obtendrá la calificación final mediante una prueba escrita global de la asignatura, según el calendario de exámenes del centro, consistente en:

Diez cuestiones teórico-prácticas sobre los temas impartidos en las clases de teoría, de problemas y en las sesiones de prácticas.

Esta forma de evaluación, se realizará también por los estudiantes que no hayan superado la asignatura por evaluación continua, o que quieran mejorar su calificación, en cuyo caso prevalecerá la última obtenida.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

#### **El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

La metodología que se propone trata de potenciar el trabajo continuado del estudiante, para ello se impartirán:

1. Clases magistrales, al grupo completo, en las que el profesor explicará los aspectos teóricos de la asignatura que se completan con la resolución de problemas y el análisis de casos técnicos reales.
2. Prácticas de laboratorio que se distribuyen a lo largo del cuatrimestre. Se realizan 6 sesiones con subgrupos del grupo de teoría.
3. Trabajo teórico sobre vibraciones y ruido en máquinas: El trabajo, realizado en grupos, supone una dedicación no presencial por parte del alumno de 18 horas, que se complementará con asesoría por parte del profesorado. Se expondrá en las fechas comunicadas por los profesores con anterioridad.
4. Estudio y trabajo personal: Parte no presencial de la asignatura, que se estima en unas 60 horas, necesarias para el estudio de teoría, resolución de problemas, y preparación de las prácticas de laboratorio.
5. Tutorías, que pueden relacionarse con cualquier parte de la asignatura y se enfatizará que el estudiante acuda a ellas con planteamientos convenientemente claros y reflexionados. El profesor publicará un horario de atención a los estudiantes para que puedan acudir a realizar consultas de manera ordenada a lo largo del cuatrimestre.

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

#### **El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

##### **1: Clases magistrales**

1. Vibración y ruido.
2. Introducción a la teoría de vibraciones.
3. Vibraciones en sistemas discretos de 1 y n GL. Análisis modal
4. Vibraciones en sistemas continuos: Ejes y vigas.
5. Conceptos fundamentales de ruido.
6. Instrumentación para la medida y análisis de vibraciones y ruido.
7. Fuentes de vibraciones y ruido en máquinas.
8. Diagnóstico de averías en máquinas. Mantenimiento predictivo.
9. Introducción al análisis modal experimental.
10. Técnicas de medida del ruido emitido por una máquina: Presión y potencia sonora.
11. Control de vibraciones y ruido.

12. Exposición al ruido y a las vibraciones.

### **Clases prácticas**

1. Simulación mediante ordenador del comportamiento dinámico de sistemas de 1 y 2 GL. (3 h)

2. Adquisición de datos y procesamiento de señales vibratorias y de ruido mediante sistema Pulse. (1,5 h)

3. Análisis de vibraciones de un rotor en voladizo. (2 sesiones, 3 h+ 3 h)

- Puesta a punto de una cadena de medida.
- Identificación de frecuencias de fallo.
- Interpretación y discusión de las medidas realizadas.

4. Ensayo modal de una viga. (3 h)

5. Determinación de la potencia sonora de una máquina. (1,5 h)

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

6 créditos ECTS: 150 horas/estudiante, repartidas como sigue:

25 h. de clase magistral

20 h. de casos técnicos y resolución de problemas

15 h. sesiones prácticas

60 h. de estudio teórico

20 h. de trabajo

10 h. de informes de prácticas

Las clases magistrales y de problemas se imparten según horario establecido por el centro y es publicado con anterioridad a la fecha de comienzo del curso. El horario de las sesiones de clases prácticas y la fecha de exposición de los trabajos se comunicarán en clase.

Cada profesor informará de su horario de atención de tutoría

## **Bibliografía**

### **Bibliografía**

1. Ewins, D.J. "Modal testing: theory and practice", Brüel&Kjaer, RSP 1986
2. Fraga, P. "Vibraciones mecánicas. Diagnóstico de averías" UnivdaCoruña 1999
3. Harris, C.M. "Manual de medidas acústicas y control del ruido" Mc Graw Hill 1995
4. Lyon, R.H. "Machinery noise and diagnostics" Butterworths Publishers 1987
5. Meirovitch, L. "Fundamentals of vibrations" McGraw Hill 2000
6. Rao, S.S. " Mechanical vibrations" Pearson Education 2004
7. Ver, I.L.; Beraneck, L.L. "Noise and vibrations control engineering" Willey&Sons, Inc. 2006
8. Wowk, V. "Machinery vibration: Measurement and analysis" McGraw Hill 1991

## **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**

- Ewins, David J.. Modal testing : theory, practice and application / David J. Ewins . 2nd ed. Baldock (England) : Research Studies, cop. 2000
- Fraga López, Pedro. Vibraciones mecánicas : diagnóstico de averías / Pedro Fraga López . A Coruña : Universidade da Coruña, 1999
- Lyon, Richard H.. Machinery noise and diagnostics / Richard H. Lyon . Boston [etc.] : Butterworths, cop. 1987
- Manual de medidas acústicas y control del ruido / Cyril M. Harris, editor . - [1a. ed. en español] Madrid [etc.] : McGraw-Hill,

D.L.1995

- Meirovitch, L. *Fundamentals of vibrations* / Meirovitch, L. McGraw Hill 2000
- Rao, S.S. *Mechanical vibrations* / Rao, S.S. Pearson Education 2004
- Ver, I.L.; Beraneck, L.L. *Noise and vibrations control engineering* / Ver, I.L.; Beraneck, L.L Willey&Sons, Inc. 2006
- Wowk, V. *Machinery vibration: Measurement and analysis* / Wowk, V McGraw Hill 1991