



## PRESENTACIÓN

- **Titulación:** Máster en Ingeniería Industrial
- **Módulo/Materia:** Tecnología Industrial / Máquinas, Motores y Fabricación Industrial
- **ECTS:** 5 ECTS
- **Curso, semestre:** Primero // Segundo
- **Carácter:** Obligatorio
- **Profesorado:**
  - [Avello Iturriagagoitia, Alejo](mailto:alavello@ceit.es) - Email: [alavello@ceit.es](mailto:alavello@ceit.es) / Profesor ordinario
  - [Cazón Martín, Aitor](mailto:acazon@tecnun.es) - Email: [acazon@tecnun.es](mailto:acazon@tecnun.es) / Profesor titular
  - [Nieto Fernández, Francisco Javier](mailto:jnieto@ceit.es) - Email: [jnieto@ceit.es](mailto:jnieto@ceit.es) / Profesor colaborador (Colab.Docente)
- **Idioma:** Castellano

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias)

- CB6 - 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
- CG01 - Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.
- CG02 - Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas.
- CG03 - Dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares.
- CG08 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.
- CE03 - Capacidad para el diseño y ensayo de máquinas.

## PROGRAMA

Esta asignatura emplea la metodología de aprendizaje basado en proyectos. El principal aprendizaje consiste en aplicar los conocimientos de diversas materias y establecer conexiones entre ellas.

A modo orientativo, se enumeran las materias principales que se emplean en esta asignatura:

- Requisitos de la máquina
- Fases del proceso de diseño
- Modelado en 3D de piezas, conjuntos y planos
- Análisis estructural, grados de libertad y redundancias
- Análisis cinemático y dinámico
- Fabricación aditiva
- Análisis de tensiones y deformaciones mediante elementos finitos
- Optimización del diseño de piezas
- Uniones, métodos de fabricación, diseño para el montaje



# Universidad de Navarra

- Actuadores lineales y motores rotativos
- Empleo de tarjetas electrónicas. Programación de microcontroladores. Control del movimiento
- Empleo de sensores (acelerómetro) para el ensayo de máquinas. Medida de vibraciones. Filtrado, acondicionamiento y análisis de la señal
- Redacción de un informe técnico
- Elaboración de presupuesto

## ACTIVIDADES FORMATIVAS

Los alumnos tendrán que afrontar la realización de un proyecto de diseño, cálculo, fabricación, programación y ensayo de una máquina. Dicha máquina deberá cumplir requerimientos específicos de tipo geométrico, funcional, de carga y de fabricación. De esta forma, el estudiante compaginará el conocimiento disciplinar propio de la asignatura con estrategias enfocadas a la solución de problemas reales, cubriendo todas las fases que requiere un proyecto de máquinas. El papel de los profesores consistirá fundamentalmente en un acompañamiento para ayudar con el enfoque y metodología del proyecto, y para resolver las dificultades

En esta asignatura se emplea el trabajo colaborativo como medio para integrar equipos multidisciplinares, desarrollar habilidades sociales y fomentar actitudes grupales. El proyecto se realizará en grupos de 4 o 5 estudiantes, exigiendo una alta madurez, capacidad de diálogo y efectividad en la organización de los miembros del equipo.

El plan de la asignatura se puede resumir de la siguiente manera:

- **Sesiones teóricas:** se impartirán en el aula.
- **Sesión de formación en impresión 3D:** se impartirá en la zona de impresión 3D del laboratorio.
- **Sesiones de seguimiento:** se realizarán en el aula. Persiguen facilitar la supervisión y asesoramiento por parte de los profesores, dando la posibilidad de establecer diálogo sobre los pasos a afrontar en el diseño y resolver las dudas que vayan surgiendo.
- **Sesiones de trabajo en grupo:** se realizarán en el laboratorio.

Las fases en que descompone el proyecto son las siguientes:

- Diseño conceptual: bocetos 2 y 3D. Generación de alternativas de diseño.
- Análisis geométrico básico de los conceptos propuestos.
- Materialización en un modelo 3D CAD de la solución elegida (piezas y conjunto) considerando las limitaciones de fabricabilidad.
- Estudio de las posibles interferencias.
- Análisis cinemático, determinando las cargas/reacciones.
- Cálculo resistente mediante elementos finitos para determinar las tensiones y deformaciones.
- Medida de vibraciones y ensayo.
- Control y programación del movimiento del motor y actuador mediante un microcontrolador Arduino. Montaje de los componentes electrónicos.

## EVALUACIÓN



## HORARIOS DE ATENCIÓN

Dentro de los días de clase, el profesor estará continuamente disponible para consultas en el laboratorio de 9:00 a 13:00 y 14:30 a 17:30, exceptuando las sesiones que se impartirán en el aula.

En otros momentos, los profesores atenderán dudas previa cita por correo electrónico, presencialmente en sus despachos o mediante videoconferencia:

- Alejo Avello ([alavello@unav.es](mailto:alavello@unav.es)), despacho en el edificio CEIT
- Aitor Cazón ([acazon@unav.es](mailto:acazon@unav.es)), despacho en el edificio IGARA
- Javier Nieto ([jnieto@ceit.es](mailto:jnieto@ceit.es)), despacho en el edificio MIRAMON

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica:

- Avello, A. (2014), *Teoría de Máquinas*. [Descargar](#)
- Rao, Singiresu S. (1995). *Mechanical vibrations*. Addison Wesley. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- Dimarogonas, A. D. (1992). *Vibration for engineers*. Prentice Hall. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- Den Hartog, J. P. (1985). *Mechanical vibrations*. Courier Corporation. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- Bevan, T. (1960), *The theory of machines*, Longman.

### Bibliografía complementaria:

- Szuladzinski, G. (1982). *Dynamics of structures and machinery: Problems and solutions*. John Wiley & Sons.
- Krämer, E. (2013). *Dynamics of rotors and foundations*. Springer Science & Business Media.
- Knight, C. E. (1993). *The finite element method in mechanical design*. Boston: PWS-Kent.
- Przemieniecki, J. S. (1985). *Theory of matrix structural analysis*. Courier Corporation.
- Weaver Jr, W., Timoshenko, S. P., Young, D. H. (1990). *Vibration problems in engineering*. John Wiley & Sons.
- Wovk, V. (1995). *Machinery vibration: balancing*. McGraw-Hill.
- Goldman, S. (1999). *Vibration spectrum analysis: a practical approach*. Industrial Press Inc.
- Roseau, M. (2012). *Vibrations in mechanical systems: analytical methods and applications*. Springer Science & Business Media.
- A. G. Erdman and G. N. Sandor (1984), *Mechanism Design: Analysis and Synthesis. Volume 1*, Prentice-Hall.
- J. Grosjean (1991), *Kinematics and Dynamics of Mechanisms*, McGraw-Hill.
- J. E. Shigley and J. J. Uicker (1980), *Teoría de Máquinas y Mecanismos*, McGraw-Hill.
- J. Garcia de Jalon, and E. Bayo (1994), *Kinematic and Dynamic Simulation of Multibody Systems: The Real-Time Challenge*, Springer-Verlag.
- A. Hernández (2004), *Cinemática para ingenieros*, Ed. Síntesis.
- J. C. García-Prada, C. Castejón y H. Rubio (2007), *Problemas resueltos de Teoría de Máquinas y Mecanismos*, Thomson.