Universidad de Navarra

Teoría de Máquinas (Ing.Gr.)
Guía docente 2026-27

PRESENTACIÓN

Breve descripción:

Titulación (Módulo/Materia):

- Ingeniería en Tecnologías Industriales (Bloque Común a la Rama Industrial /Mecánica, Teoría de Máquinas y Resistencia de Materiales)
- Ingeniería Mecánica (Bloque Común a la Rama Industrial/Mecánica, Teoría de Máquinas y Resistencia de Materiales)
- Ingeniería Eléctrica (Bloque Común a la Rama Industrial/Mecánica, Teoría de Máquinas y Resistencia de Materiales)
- Ingeniería en Electrónica Industrial (Bloque Común a la Rama Industrial/Mecánica, Teoría de Máquinas y Resistencia de Materiales)
    - Ingeniería en Diseño industrial y Desarrollo de productos (Conocimientos Científicos Aplicados/Conocimientos Científicos Aplicados)

Detalles:

- **ECTS**: 4 ECTS
- **Curso, semestre**: 3.º curso, 2.º semestre
- **Carácter**: Obligatorio
- **Idioma**: Castellano

Profesores de la asignatura:

- Avello Iturriagagoitia, Alejo/Profesor ordinario

NOTA: para matricularse de la asignatura el estudiante deberá haber cursado previamente Mecánica .

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias)

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CE13 - Conocimiento de los principios de teoría de máquinas y mecanismos.

CG1-Conseguir graduados que resuelvan problemas multidisciplinares con iniciativa, capacidad de toma de decisión, creatividad y razonamiento crítico.

INGENIERÍA MECÁNICA

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CG4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

CE13 - Conocimiento de los principios de teoría de máquinas y mecanismos.

INGENIERÍA ELÉCTRICA

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CG4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

CE13 - Conocimiento de los principios de teoría de máquinas y mecanismos.

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CG4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

CE13 - Conocimiento de los principios de teoría de máquinas y mecanismos.

INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CE21 - Conocimiento de los principios de teoría de máquinas y mecanismos.

PROGRAMA

(Syllabus below)

1. Análisis estructural de mecanismos

- Introducción y terminología

- Clasificación de los elementos y pares
- Ley de Grashoff
- Criterio de Grübler
- Ejemplos y problemas

2.Cinemática del sólido rígido

- Rotaciones entre sistemas de referencia
- Parametrización de las rotaciones: ángulos de Euler ZYX en ejes seguidores
- Velocidad angular y aceleración angular
- Campos de velocidad y aceleración del sólido rígido
- Movimiento de arrastre y relativo de un punto
- Movimiento de arrastre y relativo para la velocidad y aceleración angular
- Relación de los ángulos de Euler con la velocidad angular
- Cinemática de la rodadura plana
- Ejemplos y problemas

3. Dinámica del sólido rígido

- Ecuaciones de Newton-Euler
- Principio de D'Alembert
- Teorema de los trabajos virtuales
- Ejemplos y problemas

4. Análisis cinemático por métodos numéricos

- Coordenadas independientes y dependientes
- Coordenadas naturales en el plano
- Ecuaciones de restricción
- Problemas cinemáticos de posición, velocidad y aceleración.
- Ejemplos y problemas

5. Análisis dinámico por métodos numéricos

- Fuerzas de inercia en un elemento y en el mecanismo
- Fuerzas exteriores puntuales
- Fuerzas en los actuadores
- Ensamblado del vector de fuerzas generalizadas
- Ecuaciones del movimiento en coordenadas independientes
- Integración numérica de las ecuaciones del movimiento
- Cambio de coordenadas independientes
- Ecuaciones del movimiento en coordenadas dependientes: multiplicadores de Lagrange
- Problema dinámica inverso.
- Cálculo de las reacciones a partir de los multiplicadores de Lagrange
- Ejemplos y problemas

6. Levas

- Mecanismos de contacto directo
- Diagramas de desplazamiento
- Construcción gráfica del perfil de leva
- Creación de perfiles de leva asistida por ordenador
- Ángulo de presión
- Limitaciones en el diámetro de los rodillos

7. Engranajes cilíndricos rectos

- Ley general de engrane. Perfiles conjugados
- Engranajes de evolvente. Generación de engranajes
- Engranajes normalizados. Principales relaciones
- Arco de conducción y relación de contacto

- Engranajes corregidos

8. Engranajes helicoidales

- Descripción, ventajas e inconvenientes
- Generación de dientes helicoidales
- Relación de contacto

9. Trenes de engranajes

- Trenes ordinarios simples y compuestos
- Trenes planetarios
- Diferenciales
- Ejemplos y problemas

10. Equilibrado de rotores

- Teoría del equilibrado de rotores
- Ejemplos y problemas

11. Vibraciones en sistemas con un grado de libertad

- Introducción e historia
- Vibraciones libres
- Respuesta a las excitaciones armónicas
- Aislamiento de vibraciones: transmisibilidad
- Linealización de las ecuaciones del movimiento
- Ejemplos y problemas

12. Vibraciones en sistemas con N grados de libertad

- Matrices de rigidez, inercia y amortiguamiento
- Vibraciones libres de sistemas no amortiguados
- Propiedades de los modos de vibración
- Ejemplos y problemas

Syllabus

1. Structural analysis of mechanisms

- Introduction and terminology
- Classification of elements and joints
- Grashoff's law
- Grübler formula
- Examples and problems

2. Rigid body kinematics

- Rotations between reference systems
- Parametrization of rotations: ZYX Euler angles in follower axis
- Angular velocity and angular acceleration
- Velocity and acceleration equations of the rigid body
- Linear and angular relative velocities
- Angular velocity from Euler angles
- Rolling motion
- Examples and problems

3. Rigid body dynamics

- Newton-Euler equations
- D'Alembert principle
- Theorem of virtual work

- Examples and problems

4. Kinematic analysis by numerical methods

- Independent and dependent coordinates
- Natural coordinates in 2D
- Constraint equations
- Kinematic problems: position, velocity and acceleration
- Examples and problems

5. Dynamic analysis by numerical methods

- Inertia forces for one body and for the mechanism
- Applied external forces in one point
- Forces in motors and actuators
- Assembly of generalized force vectors
- Equations of motion in independent coordinates
- Numerical integration of equations of motion
- Change of independent coordinates
- Equations of motion in dependent coordinates: Lagrange multipliers
- Inverse dynamics problem
- Calculation of reaction forces from Lagrange multipliers
- Examples and problems

6. Cams

- Direct contact mechanisms
- Displacement plots
- Graphical construction of cam profile
- Computer-assisted creation of cam profiles
- Pressure angle
- Limitations in roller diameters

7. Spur gears

- Fundamental law of gearing, conjugate profiles
- Involute gears
- Gear standard magnitudes and relationships
- Contact ratio
- Tooth correction

8. Helical gears

- Description, pros and cons
- Generation of involute helical teeth
- Contact ratio

9. Gear trains

- Ordinary gear trains
- Planetary gear trains
- Differentials
- Examples and problems

10. Rotor balancing

- Theory of static and dynamic rotor balancing
- Examples and problems

11. Vibrations in systems with one degree of freedom

- Free vibrations

- Response to harmonic excitations
- Vibrations isolation: transmissibility
- Linearization of equations of motion
- Examples and problems

12. Vibrations in systems with N degrees of freedom

- Matrices of stiffness, inertia and damping
- Free vibrations in undamped systems
- Properties of eigenmodes
- Examples and problems

EVALUACIÓN

CONVOCATORIA ORDINARIA

Para aprobar la asignatura es preciso sumar un mínimo de 5 puntos de 12 posibles y superar las notas mínimas exigidas en cada una de las tres partes del examen y su suma.

8 puntos: Examen

- 40% Parte 1: Temas 1-3. Esta parte podrá liberarse si se obtiene una nota superior a 6/10 en el examen liberatorio, quedando eximido de presentarse a esta parte en el examen final. Quien decida presentarse al examen final, habiéndolo liberado, obtendrá la mejor de las dos calificaciones.
- 30% Parte 2: Temas 4-5. Esta parte podrá liberarse si se obtiene una nota superior a 6/10 en el examen liberatorio, quedando eximido de presentarse a esta parte en el examen final. Quien decida presentarse al examen final, habiéndolo liberado, obtendrá la mejor de las dos calificaciones.
- 30% Parte 3: Temas 6-12.

2 puntos: Práctica de diseño. Esta práctica es no recuperable. Se lleva a cabo en grupos de 2-3 personas. Valoración: informe = 0.5 puntos; resto de la nota en función de la posición con respecto al resto de los equipos.

2 puntos: Práctica de simulación. Esta práctica es no recuperable. Se lleva a cabo de forma individual o en grupos de dos personas.

Notas mínimas para aprobar la asignatura

Es preciso superar las siguientes notas mínimas:

- 2,75 en cada una de las tres partes
- 4 en la suma de las tres partes

En caso de no alcanzar alguna nota mínima, la calificación del acta será la del examen, en escala 0-10, sin que pueda superar el valor de 4,5.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

- Se empleará el mismo criterio de evaluación que en la convocatoria ordinaria.
- Se guardarán las notas obtenidas en las prácticas no recuperables que se hayan realizado y en los exámenes que se hayan liberado.
- En ningún caso podrán recuperarse las prácticas no recuperables.

HORARIOS DE ATENCIÓN

Prof. Alejo Avello (alavello@unav.es)

- Despacho en el eficio CEIT.
- Horario de tutoria: cita previa mediante correo electrónico.

Universidad de Navarra

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- Libro "Teoría de Máquinas", Alejo Avello, Segunda Edición. Disponible para descarga libre en formato pdf. Disponible también en el Servicio de Reprografía.
- Transparencias de la asignatura. Disponibles para descarga en ADI.

Bibliografía complementaria

1. A. G. Erdman and G. N. Sandor, *Mechanism Design: Analysis and Synthesis. Volume 1*, Prentice-Hall, 1984 Localízalo en la biblioteca
2. B. Paul, *Kinematics and Dynamics of Planar Machinery*, Prentice-Hall, 1979 Localízalo en la biblioteca
3. H. H. Mabie and F. W. Ocvirk, *Mechanisms and Dynamics of Machinery*, Wiley, 1975 Localízalo en la biblioteca
4. J. Grosjean, *Kinematics and Dynamics of Mechanisms*, McGraw-Hill, 1991 Localízalo en la biblioteca
5. J. E. Shigley and J. J. Uicker, *Teoría de Máquinas y Mecanismos*, McGraw-Hill, 1980 Localízalo en la biblioteca
6. R. L. Norton, *Design of Machinery*, McGraw-Hill, 1992 Localízalo en la biblioteca
7. J. Garcia de Jalon, and E. Bayo, *Kinematic and Dynamic Simulation of Multibody Systems: The Real-Time Challenge*, Springer-Verlag, New York NY, USA, 1994 Localízalo en la biblioteca
8. R. Calero y J. A. Carta, *Fundamentos de mecanismos y máquinas para ingenieros*, McGraw-Hill, 1998 Localízalo en la biblioteca
9. A. Hernández, *Cinemática para ingenieros*, Ed. Síntesis, 2004 Localízalo en la biblioteca
10. R. Calero y J. A. Carta, *Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingenieros*, McGraw-Hill, 1999. Localízalo en la biblioteca
11. J. C. García-Prada, C. Castejón y H. Rubio, *Problemas resueltos de Teoria de Máquinas y Mecanismos*, Thomson, 2007. Localízalo en la biblioteca