

Programa del curso EE-0706

Elementos de máquinas

Escuela de Ingeniería Electromecánica
Carrera de Ingeniería Electromecánica (tronco común)

I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

1. Datos generales

Nombre del curso:	Elementos de máquinas
Código:	EE-0706
Tipo de curso:	Teórico
Obligatorio o electivo:	Obligatorio
Nº de créditos:	3
Nº horas de clase por semana:	4
Nº horas extraclase por semana:	5
Ubicación en el plan de estudios:	Curso de 7 ^{mo} semestre en Ingeniería Electromecánica (tronco común)
Requisitos:	EE-0605 Resistencia de materiales; EE-0609 Dibujo industrial
Correquisitos:	Ninguno
El curso es requisito de:	<i>Énfasis en Aeronáutica:</i> EE-0806 Máquinas y mecanismos; EE-6808 Taller de metrología aeronáutica <i>Énfasis en Sistemas Ciberfísicos:</i> EE-0806 Máquinas y mecanismos
Asistencia:	Libre
Suficiencia:	Sí
Posibilidad de reconocimiento:	Sí
Aprobación y actualización del programa:	01/01/2026 en sesión de Consejo de Escuela 01-2026

2. Descripción general

El curso de *Elementos de máquinas* aporta en el desarrollo del siguiente rasgo del plan de estudios: aplicar los principios de la mecánica de sólidos y fluidos, termodinámica y transferencia de calor para analizar el comportamiento de los sistemas electromecánicos.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: analizar esfuerzos y deformaciones para la estimación de factores de seguridad en componentes mecánicos, utilizando teorías de falla estática y dinámica; seleccionar materiales adecuados para componentes mecánicos, teniendo en cuenta sus propiedades y el comportamiento frente a esfuerzos estáticos y dinámicos; evaluar la falla en componentes mecánicos, considerando factores como la fatiga, el desgaste y la fractura, garantizando la seguridad y durabilidad de los diseños; y optimizar el diseño de componentes mecánicos, mediante el uso de métodos de análisis y simulación, mejorando su desempeño y la seguridad en aplicaciones de ingeniería.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Resistencia de materiales, Ciencia e ingeniería de los materiales, Manufactura, Laboratorio de manufactura, y Dibujo industrial.

Una vez aprobado este curso, los estudiantes podrán emplear algunos de los aprendizajes adquiridos en los cursos de: Máquinas y mecanismos, Robótica, y Análisis mecánico de estructuras de la aeronave.

3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

Objetivo general

- Aplicar los fundamentos de la mecánica, para el diseño y selección de componentes mecánicos, enfocándose en los principios que rigen la elección y especificación de materiales y geometrías, el análisis de esfuerzos y deformaciones, factores de seguridad, la prevención de fallos y la optimización de componentes para aplicaciones de la ingeniería mecánica.

Objetivos específicos

- Analizar esfuerzos y deformaciones para la estimación de factores de seguridad en componentes mecánicos, utilizando teorías de falla estática y dinámica.
- Seleccionar materiales adecuados para componentes mecánicos, teniendo en cuenta sus propiedades y el comportamiento frente a esfuerzos estáticos y dinámicos.
- Evaluar la falla en componentes mecánicos, considerando factores como la fatiga, el desgaste y la fractura, garantizando la seguridad y durabilidad de los diseños.
- Optimizar el diseño de componentes mecánicos, mediante el uso de métodos de análisis y simulación, mejorando su desempeño y la seguridad en aplicaciones de ingeniería.

4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Introducción al diseño en Ingeniería Mecánica

- 1.1. Fases e interacciones del proceso de diseño
- 1.2. Economía, seguridad, estándares y códigos
- 1.3. Incertidumbre, factor de diseño y de seguridad
- 1.4. Confiabilidad y probabilidad de falla
- 1.5. Dimensiones y tolerancias
2. Materiales de ingeniería y su caracterización
 - 2.1. Resistencia y rigidez del material
 - 2.2. Deformación plástica y trabajo en frío
 - 2.3. Dureza, resistencia al impacto
 - 2.4. Tratamiento térmico del acero
 - 2.5. Aceros aleados e inoxidables
 - 2.6. Metales no ferrosos
 - 2.7. Materiales poliméricos
 - 2.8. Materiales compuestos
3. Análisis de esfuerzo y deformación,
 - 3.1. Fuerza cortante y momentos flectores en vigas
 - 3.2. Esfuerzo, componentes cartesianos del esfuerzo
 - 3.3. Círculo de Mohr de esfuerzo plano
 - 3.4. Esfuerzo tridimensional general
 - 3.5. Esfuerzo normales y cortantes en vigas a flexión
 - 3.6. Torsión
 - 3.7. Concentración del esfuerzo
4. Deflexión y rigidez
 - 4.1. Índices de resorte
 - 4.2. Tensión, compresión y torsión
 - 4.3. Deflexión debida a flexión
 - 4.4. Métodos de deflexión en vigas (superposición, funciones de singularidad).
 - 4.5. Energía de deformación
 - 4.6. Teorema de Castigliano
5. Falla resultante por carga estática
 - 5.1. Teoría de esfuerzo cortante máximo para materiales dúctiles
 - 5.2. Teoría de la energía de distorsión de materiales dúctiles
 - 5.3. Teoría de Mohr-Coulomb de materiales dúctiles

- 5.4. Teoría del esfuerzo normal máximo de materiales frágiles
- 5.5. Modificaciones de la teoría de Mohr para materiales frágiles
- 6. Fallas por fatiga debidas a cargas variables
 - 6.1. Formación y propagación de grietas
 - 6.2. Métodos de fatiga-vida
 - 6.3. Método de mecánica de la fractura lineal elástica
 - 6.4. Método de deformación-vida
 - 6.5. El método esfuerzo-vida y el diagrama S-N
 - 6.6. Diagrama S-N idealizado para aceros
 - 6.7. Concentración del esfuerzo y sensibilidad a la muesca
 - 6.8. Caracterización y diagramas de esfuerzos fluctuantes
 - 6.9. Curvas de vida constante
 - 6.10. Criterios de falla por fatiga
- 7. Diseño de ejes y sus componentes
 - 7.1. Materiales y disposición del eje
 - 7.2. Diseño de ejes para esfuerzo
 - 7.3. Consideraciones sobre deflexión
 - 7.4. Velocidades críticas de ejes
 - 7.5. Diversos componentes de los ejes
 - 7.6. Límites y ajustes
- 8. Rodamientos de contacto rodante
 - 8.1. Tipos de cojinetes
 - 8.2. Tiempo de vida de un cojinete
 - 8.3. Vida útil de la carga de los cojinetes a confiabilidad nominal
 - 8.4. Confiabilidad contra tiempo de vida: distribución de Weibull
 - 8.5. Relación entre carga, tiempo de vida y confiabilidad
 - 8.6. Carga radial y de empuje combinadas y carga variable
 - 8.7. Selección de cojinetes de contacto rodante, lubricación, montaje y cubierta
- 9. Rodamientos de contacto deslizante y lubricación
 - 9.1. Tipos de lubricación
 - 9.2. Viscosidad
 - 9.3. Ecuación de Petroff
 - 9.4. Lubricación estable y de película gruesa

- 9.5. Teoría hidrodinámica
- 9.6. Holgura
- 9.7. Cargas y materiales
- 9.8. Tipos de cojinetes
- 9.9. Cojinetes lisos cargados dinámicamente
- 9.10. Cojinetes de lubricación límite
- 10. Engranajes descripción general y trenes de engranajes
 - 10.1. Tipos, nomenclatura, acción conjugada, involuta
 - 10.2. Interferencia, manufactura
 - 10.3. Engranajes cónicos rectos
 - 10.4. Engranajes helicoidales paralelos
 - 10.5. Engranajes de tornillo sinfín
 - 10.6. Sistemas de dientes
 - 10.7. Trenes de engranajes
- 11. Tornillos, sujetadores y diseño de juntas no permanentes
 - 11.1. Estándares y definiciones de roscas
 - 11.2. Mecánica de los tornillos de potencia
 - 11.3. Sujetadores roscados
 - 11.4. Uniones: rigidez de los sujetadores
 - 11.5. Uniones: rigidez del miembro
 - 11.6. Resistencia del perno
 - 11.7. Uniones en tracción: la carga externa
 - 11.8. Relación del par del perno con la tracción del perno
 - 11.9. Unión en tracción cargada estáticamente con precarga
 - 11.10. Uniones con empaquetadura
 - 11.11. Carga de fatiga sobre las uniones en tracción
 - 11.12. Uniones atornilladas y remachadas cargadas en cortante
- 12. Soldadura, adhesión y diseño de uniones permanentes
 - 12.1. Símbolos de soldadura
 - 12.2. Soldaduras a tope y de filete
 - 12.3. Esfuerzos en uniones soldadas sujetas a torsión
 - 12.4. Esfuerzos en uniones soldadas sujetas a flexión
 - 12.5. Resistencia de las uniones soldadas

- 12.6. Carga estática
- 12.7. Carga por fatiga
- 12.8. Soldadura por resistencia
- 12.9. Uniones con adhesivo
- 13. Resortes mecánicos
 - 13.1. Esfuerzos en resortes helicoidales
 - 13.2. Efecto de curvatura
 - 13.3. Deflexión de resortes helicoidales
 - 13.4. Resortes de compresión
 - 13.5. Estabilidad
 - 13.6. Materiales para fabricar resortes
 - 13.7. Diseño de un resorte de compresión helicoidal para servicio estático
 - 13.8. Frecuencia crítica de los resortes helicoidales
 - 13.9. Carga de fatiga de resortes de compresión helicoidales
 - 13.10. Diseño de resortes de compresión helicoidal para carga por fatiga
 - 13.11. Resortes de extensión
 - 13.12. Resortes de torsión helicoidales
 - 13.13. Resortes Belleville
 - 13.14. Resortes diversos
- 14. Elementos mecánicos flexibles
 - 14.1. Bandas
 - 14.2. Transmisiones por banda plana y redonda
 - 14.3. Bandas en V
 - 14.4. Bandas dentadas
 - 14.5. Cadena de rodillos
 - 14.6. Cables metálicos
 - 14.7. Flechas flexibles

II parte: Aspectos operativos

5. Metodología En este curso, se utilizará el enfoque sistémico-complejo para la ejecución de las sesiones magistrales y se integrará la investigación práctica aplicada para las asignaciones extraclase. Esta última se implementará mediante técnicas como el estudio de casos, el aprendizaje basado en proyectos, el modelado y la simulación.

Las personas estudiantes podrán desarrollar actividades en las que:

- Recibirán instrucción sobre los fundamentos del diseño de elementos de máquinas, para la selección, evaluación y diseño de componentes mecánicos.
- Analizarán componentes mecánicos reales bajo cargas estáticas o dinámicas, para extraer aprendizajes aplicables a contextos similares.
- Evaluarán diferentes diseños mecánicos bajo un mismo escenario de carga para evaluar, de forma comparativa, la mejor opción de diseño.
- Trabajarán en proyectos prácticos de diseño y manufactura de componentes mecánicos, para desarrollar habilidades técnicas, de investigación, prototipado, trabajo en equipo y resolución de problemas en un contexto aplicado al diseño de componentes mecánicos.
- Usarán herramientas computacionales para modelar partes de máquinas y estimar esfuerzos, deformaciones, vida esperada y factores de seguridad en las mismas.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante aplicar los fundamentos de la mecánica, para el diseño y selección de componentes mecánicos, enfocándose en los principios que rigen la elección y especificación de materiales y geometrías, el análisis de esfuerzos y deformaciones, factores de seguridad, la prevención de fallos y la optimización de componentes para aplicaciones de la ingeniería mecánica.

Si un estudiante requiere apoyos educativos, podrá solicitarlos a través del Departamento de Orientación y Psicología.

6. Evaluación La evaluación se distribuye en los siguientes rubros:

- Pruebas parciales: evaluaciones formales que miden el nivel de comprensión y aplicación de los conceptos clave del curso. Generalmente cubren una parte significativa del contenido visto hasta la fecha y pueden incluir problemas teóricos y prácticos.
- Pruebas cortas: evaluaciones breves y frecuentes que sirven para comprobar el dominio de temas específicos. Suelen ser de menor peso en la calificación final y permiten reforzar el aprendizaje continuo.
- Act. aprendizaje activo: actividad diseñada para que los estudiantes se involucren de manera directa y práctica en la construcción de su conocimiento, a través de la resolución de problemas, la discusión y la aplicación de conceptos teóricos en contextos reales o simulados.

Pruebas parciales (2)	60 %
Pruebas cortas (5)	25 %
Act. aprendizaje activo (4)	15 %
Total	100 %

De conformidad con el artículo 78 del Reglamento del Régimen Enseñanza-Aprendizaje del Instituto Tecnológico de Costa Rica y sus Reformas, en este curso la persona estudiante tiene derecho a presentar un examen de reposición si su nota luego de redondeo es 60 o 65.

7. Bibliografía

- [1] R. G. Budynas y J. K. Nisbett, *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*, 11.^a ed. México: McGraw-Hill, 2021, ISBN: 978-1-4562-8761-0.
- [2] R. C. Juvinall y K. M. Marshek, *Fundamentals of Machine Component Design*, 7.^a ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2024, ISBN: 978-1-119-72360-8.
- [3] T. Stolarski, *Tribology in Machine Design*, 2.^a ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000, ISBN: 978-0-7506-7040-3.

8. Persona docente

El curso será impartido por:

M.Sc. Noel Jacob Ureña Sandí

Máster en ciencias en Concepción y Producción Asistida por Computadora en Ingeniería Mecánica. RWTH Aachen University. Alemania.

Licenciado en Ingeniería en Materiales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica

Correo: nurena@itcr.ac.cr Teléfono: 25509347

Oficina: 22 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago

Mag. Manuel Francisco Mata Coto

LLENAR

Correo: mfmata@itcr.ac.cr Teléfono: 0

Oficina: 0 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago