

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 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 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:

Christopher Vega Sánchez, Ph.D.

Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Maestría en Ingeniería en Microsistemas Electromecánicos, Albert Ludwing University Freiburg, Alemania

Doctorado en Ingeniería de Superficies, Universidad de Sídney, Australia

Correo: cvega@itcr.ac.cr Teléfono: 25509380

Oficina: 20 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago

M.Sc. Noel Jacob Ureña Sandí

Bachillerato en Ingeniería de los Materiales, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Licenciatura en Ingeniería de los Materiales, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Maestría en Ingeniería Mecánica, RWTH Aachen University, Alemania

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

Oficina: 22 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago

M.Sc. Manuel Francisco Mata Coto

Bachillerato en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Maestría en Ingeniería Mecánica Especialidad en Diseño Mecánico, Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, México

Correo: mfmata@itcr.ac.cr *Teléfono:* 25509349

Oficina: 3 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago