

Programa del curso EE-0507

Manufactura

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

I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

1. Datos generales

Nombre del curso:	Manufactura
Código:	EE-0507
Tipo de curso:	Teórico
Obligatorio o electivo:	Obligatorio
Nº de créditos:	2
Nº horas de clase por semana:	3
Nº horas extraclase por semana:	3
Ubicación en el plan de estudios:	Curso de 5 ^{to} semestre en Ingeniería Electromecánica (tronco común)
Requisitos:	EE-0307 Dinámica
Correquisitos:	Ninguno
El curso es requisito de:	ME-2208 Ciencia de los materiales; EE-0508 Laboratorio de manufactura
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 *Manufactura* aporta en el desarrollo del siguiente rasgo del plan de estudios: evaluar las características de los materiales y seleccionar los procesos de manufactura adecuados para el desarrollo y la producción de sistemas electromecánicos.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: analizar las características de los materiales y su influencia en la selección de procesos de manufactura para la fabricación de productos; clasificar los diferentes procesos de manufactura con base en su aplicabilidad y su relación con las etapas de diseño e inspección; y determinar las técnicas de manufactura más adecuadas según los requerimientos de diseño, funcionalidad y costos.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Dibujo técnico, y Ciencia de los materiales.

Una vez aprobado este curso, los estudiantes podrán emplear algunos de los aprendizajes adquiridos en los cursos de: Dibujo industrial, Elementos de máquinas, Robótica, y Manufactura en la cadena de valor aeroespacial.

3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

Objetivo general

- Seleccionar los procesos de manufactura necesarios para la creación de productos a partir de la comprensión de las características de los materiales, los recursos disponibles y los procesos de manufactura utilizados en la industria electromecánica y su relación con las etapas de diseño e inspección.

Objetivos específicos

- Analizar las características de los materiales y su influencia en la selección de procesos de manufactura para la fabricación de productos.
- Clasificar los diferentes procesos de manufactura con base en su aplicabilidad y su relación con las etapas de diseño e inspección.
- Determinar las técnicas de manufactura más adecuadas según los requerimientos de diseño, funcionalidad y costos.

4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Introducción a la manufactura

- 1.1. Definición e importancia de la manufactura
- 1.2. Relación con la ingeniería electromecánica
- 1.3. Materiales

- 1.4. Tendencias de la manufactura moderna (transformación digital, manufactura digital, automatización)

2. Procesos de manufactura

- 2.1. Procesos de conformado: fundición, forja, laminado, estampado, extrusión, inyección y moldeo, trefilado

- 2.2. Procesos de maquinado: torneado, fresado, taladrado, rectificado
- 2.3. Procesos de unión: soldadura por arco eléctrico y protección gaseosa, soldadura laser, soldadura por ultrasonido, remachado, adhesivos industriales
- 2.4. Procesos de corte: troquelado, cizallado, por plasma, electroerosionado, por chorro de agua, corte laser
- 2.5. Procesos de manufactura aditiva: deposición fundida (FDM), sinterizado láser selectivo (SLS), fusión selectiva por láser (SLM), impresión por inyección de aglutinante
- 3. Automatización en manufactura
 - 3.1. CNC y su programación básica (lenguajes de programación)
 - 3.2. Robótica en manufactura
 - 3.3. Celdas de manufactura
- 4. Metrología dimensional
 - 4.1. Metrología de contacto: calibrador Vernier, micrómetro, reloj comparador, máquina de medición por coordenadas (CMM), galgas de espesores y bloques patrón
 - 4.2. Metrología sin contacto: interferometría láser, escaneo 3D, microscopía óptica, perfilómetro óptico
 - 4.3. Tolerancias geométricas y dimensionales
 - 4.4. Medición de rugosidades y acabados superficiales
 - 4.5. Control estadístico de procesos (CEP)
- 5. Diseño para manufactura y ensamblaje (DFMA)
 - 5.1. Principios de diseño para manufactura
 - 5.2. Costos y optimización en el diseño de productos
 - 5.3. Manufacturabilidad y ensamblabilidad
- 6. Micromanufactura
 - 6.1. Semiconductores y silicio
 - 6.2. Crecimiento de cristales y preparación de obleas
 - 6.3. Deposición de películas
 - 6.4. Litografía
 - 6.5. Grabado
 - 6.6. Unión de cables y empaquetado
 - 6.7. Placas de circuitos impresos
- 7. Manufactura sostenible
 - 7.1. Impacto ambiental y estrategias de manufactura verde
 - 7.2. Reciclaje y reutilización de materiales

7.3. Eficiencia energética en procesos de manufactura

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 procesos de manufactura utilizados en la ingeniería electromecánica.
- Analizarán un caso detallado de manufactura para extraer aprendizajes aplicables a contextos similares.
- Compararán múltiples soluciones de manufactura para un mismo problema con el fin de realizar una evaluación comparativa para la elección del proceso de manufactura óptimo.
- Desarrollarán un proyecto para especificar la cadena de manufactura de un producto o prototipo con el fin de desarrollar habilidades técnicas, de investigación y resolución de problemas en un contexto aplicado y de trabajo en equipo.
- Realizarán una investigación de campo y observación directa de un proceso de manufactura con el fin de recolectar datos del proceso para su posterior análisis.
- Evaluarán el impacto ambiental, económico y social de un proceso de manufactura específico.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante seleccionar los procesos de manufactura necesarios para la creación de productos a partir de la comprensión de las características de los materiales, los recursos disponibles y los procesos de manufactura utilizados en la industria electromecánica y su relación con las etapas de diseño e inspección

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] S. Kalpakjian y S. R. Schmid, *Manufacturing Engineering and Technology*, 9.^a ed. Hoboken, NJ: Pearson, 2025, ISBN: 978-0-13-830847-6.
- [2] M. P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*, 7th. Wiley, 2019, ISBN: 978-1-119-47585-7.
- [3] S. Kalpakjian y S. R. Schmid, *Manufacturing Processes for Engineering Materials*, 7th. Pearson, 2013, ISBN: 978-0-13-312874-1.
- [4] M. P. Groover, *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*, 4th. Pearson, 2014, ISBN: 978-0-13-298154-8.

8. Persona docente

El curso será impartido por:

M.Sc. Luis Felipe Córdoba Ramírez
Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Maestría en Ingeniería Mecánica, Universidad de Utah, Estados Unidos

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

Oficina: 22 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago

M.Sc. Carlos Otárola Zúñiga
Bachillerato en Ingeniería Mecánica, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Maestría en Sistemas Modernos de Manufactura, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Correo: cotarola@itcr.ac.cr *Teléfono:* 25509372

Oficina: 4 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago

Lic. Francisco Bonilla Guido

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

Correo: frbonilla@itcr.ac.cr *Teléfono:* 25509337

Oficina: 15 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago

Lic. Julio César Rojas Gómez

Técnico en Mecánica de Precisión, CTP José Figueres Ferrer, Costa Rica

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

Correo: jrojas@itcr.ac.cr *Teléfono:* 25509354

Oficina: 15 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago