

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

<b>Nombre del curso:</b>	Manufactura
<b>Código:</b>	EE-0507
<b>Tipo de curso:</b>	Teórico
<b>Obligatorio o electivo:</b>	Obligatorio
<b>Nº de créditos:</b>	2
<b>Nº horas de clase por semana:</b>	3
<b>Nº horas extraclase por semana:</b>	3
<b>Ubicación en el plan de estudios:</b>	Curso de 5 <sup>to</sup> semestre en Ingeniería Electromecánica (tronco común)
<b>Requisitos:</b>	EE-0307 Dinámica
<b>Correquisitos:</b>	Ninguno
<b>El curso es requisito de:</b>	ME-2208 Ciencia de los materiales; EE-0508 Laboratorio de manufactura
<b>Asistencia:</b>	Libre
<b>Suficiencia:</b>	Sí
<b>Posibilidad de reconocimiento:</b>	Sí
<b>Aprobación y actualización del programa:</b>	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.<sup>a</sup> 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, 0000, 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