



Campus de la UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
CONSEJO DIRECTIVO

RESOLUCIÓN 25/19/59-00
ACTA 1227/08/09/2025

“POR LA CUAL SE APRUEBA EL PROGRAMA DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA PROCESOS DE MANUFACTURA, DE LA CARRERA INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA – PLAN 2026, SEDE SAN LORENZO”

VISTO: El Memorando DA/1796/2025 del Director Académico de la FP-UNA, Prof. MSc. Felipe Santiago Uzabal Ecurra, con el cual remite el Memorando CCPTCC/032/2025 de la Comisión Coordinadora del Proyecto de Transformación Curricular de Carreras de Grado de la FP-UNA, en el que presenta la propuesta de Programas de Estudio de las Asignaturas de la Carrera Ingeniería en Electrónica.

CONSIDERANDO: La Ley 4995/2013 de Educación Superior, el Estatuto de la Universidad Nacional de Asunción y las deliberaciones sobre el tema.

Que la Comisión Coordinadora del Proyecto de Transformación Curricular de Carreras de Grado, solicita la aprobación del Programa de Estudio de la asignatura **“Procesos de Manufactura”**, de la carrera Ingeniería en Electrónica – Plan 2026.

Que los programas fueron elaborados conforme a las disposiciones establecidas por el Consejo Nacional de Educación Superior (CONES) en materia de **créditos académicos**, según lo dispuesto en la Resolución CONES N.º 221/2024, que regula el *Sistema de Créditos Académicos – Paraguay* y los criterios para su publicación en las carreras de grado.

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD POLITÉCNICA
RESUELVE:**

25/19/59-01 APROBAR el Programa de Estudio de la Asignatura **“Procesos de Manufactura”**, de la carrera Ingeniería en Electrónica – Plan 2026, Sede San Lorenzo, detallado en el ANEXO 47 de la presente Acta.

25/19/59-02 COMUNICAR, copiar y archivar.

Prof. Abg. Joel Arsenio Benítez Santacruz
Secretario



Prof. Ing. Silvia Teresa Leiva León, MSc.
Presidenta



Campus de la UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
CONSEJO DIRECTIVO

Resolución 25/19/59-00 Acta 1227/08/09/2025
ANEXO 47

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE ESTUDIO

I. IDENTIFICACIÓN

Nivel			Grado									
Asignatura			Procesos de Manufactura									
Carrera			Plan		Sede/Filial		Carácter		Semestre		Prerrequisitos	
Ingeniería en Electrónica			2026		Sede San Lorenzo		Obligatoria		Noveno		Métodos de Manufactura Industrial.	
Semanal					Periodo							
HT	HP	HTD	HTI	HS	PA	THTD	THTI	THA	CA-PY			
2	2	4	4	8	18	72	72	144	5			

- *HT: Horas Teóricas semanales.
- *HP: Horas Prácticas semanales.
- *HTD: Horas semanales de Trabajo académico con acompañamiento Docente.
- *HTI: Horas semanales de Trabajo académico Independiente del estudiante.
- *HS: Horas Semanales (HTD+HTI).
- *PA: Periodo Académico en semanas.
- *THTD: Total de Horas de Trabajo académico con acompañamiento Docente (HTD*PA).
- *THTI: Total de Horas de Trabajo académico Independiente del estudiante (HTI*PA).
- *THA: Total de Horas de trabajo Académico (THTD+THTI).
- *CA-PY: Créditos académicos de la asignatura.

II. FUNDAMENTACIÓN

Esta asignatura es fundamental para el cumplimiento del perfil de egreso en una carrera de Ingeniería en Electrónica con orientación en Mecatrónica, es de enfoque principalmente práctico sin descuidar los aspectos teóricos inherentes a cada tema. Mediante sus cinco unidades se estudian los procesos de manufactura moderna que implican el uso de máquinas herramienta convencional en combinación con las máquinas a control numérico computarizado.

El ingeniero en electrónica con orientación en mecatrónica debe manejar los conceptos de la teoría de maquinado, operación de máquinas herramientas, instalación, programación de máquinas CNC, diseño en CAD de modelos para su manufactura en CNC, programación y transferencia del programa a la máquina. Esto permite a los ingenieros ser competentes en el diseño, programación y operación de máquinas que fabrican piezas de alta precisión, optimizando procesos para lograr una producción eficiente, flexible y de alta calidad. Además, esta formación los capacita para ser actores clave en la innovación tecnológica y la automatización de procesos en la industria moderna.

III. COMPETENCIAS DEL PERFIL DE EGRESO ASOCIADAS

- 1 Liderar y trabajar en equipo con eficacia y responsabilidad tomando decisiones basadas en evidencias.
- 2 Aplicar en la práctica profesional los valores humanos, la ética y los mecanismos de seguridad laboral.
- 3 Actuar proactivamente frente a los problemas sociales y ambientales.
- 4 Adaptarse respetuosamente a contextos nuevos o adversos, así como a diversidades personales, disciplinares y culturales.



- 5 Actualizarse permanentemente mediante la obtención y gestión autónoma de información de calidad, utilizando tecnología de la información y comunicación.
- 6 Evaluar el comportamiento de diversos fenómenos disciplinares e interdisciplinares relacionados con la ingeniería electrónica con una visión de sistema mediante modelos teóricos validados y actualizados, capaces de abarcarlos integralmente en un contexto de incertidumbre.
- 7 Seleccionar, utilizar y construir instrumentos innovadores asociados al ejercicio de la ingeniería electrónica.
- 8 Adquirir, aplicar, producir y difundir conocimientos técnicos y científicos en el área de la ingeniería electrónica.
- 9 Planificar, proyectar, diseñar y ejecutar proyectos sostenibles e integrales para la resolución de problemas, la mejora y la innovación en el ámbito de la ingeniería electrónica.
- 10 Interpretar, modelar y comunicar información, relacionada a la ingeniería electrónica, en forma gráfica.
- 11 Emplear técnicas para garantizar la calidad y seguridad de los materiales, equipos, suministros, instalaciones y servicios de ingeniería electrónica.

IV. ORGANIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
1. Procesos de remoción de material.	<div>1.1 Teoría de maquinado de metales.<ul style="list-style-type: none">1.1.1 Panorama general de la tecnología del maquinado.1.1.2 Teoría de la formación de viruta en el maquinado de metales.1.1.3 Relaciones de fuerza y ecuación de Merchant.1.1.4 Relaciones entre potencia y energía en el maquinado.1.1.5 Temperatura de corte</div> <div>1.2 Operaciones de maquinado y máquinas herramienta.<ul style="list-style-type: none">1.2.1 Torneado y operaciones afines.1.2.2 Taladrado y operaciones afines.1.2.3 Fresado.1.2.4 Centros de maquinado y centros de torneado.1.2.5 Otras operaciones de maquinado.1.2.6 Maquinado de alta velocidad</div>	<div>1. Examina las técnicas de maquinado de metales.</div> <div>2. Cita las máquinas herramientas más utilizadas en la industria metal mecánica.</div> <div>3. Describe las operaciones de maquinado.</div> <div>4. Explica los procesos de maquinado.</div>

Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
	<p>1.3 Tecnología de las herramientas de corte.</p> <p>1.3.1 Vida de las herramientas.</p> <p>1.3.2 Materiales para herramientas.</p> <p>1.3.3 Configuración geométrica de las herramientas.</p> <p>1.3.4 Fluidos para corte.</p> <p>1.4 Consideraciones económicas y para el diseño del producto en maquinado.</p> <p>1.4.1 Maquinabilidad.</p> <p>1.4.2 Tolerancias y acabado superficial.</p> <p>1.4.3 Selección de las condiciones de corte.</p> <p>1.4.4 Consideraciones para el diseño del producto en maquinado.</p> <p>1.5 Esmerilado y otros procesos abrasivos.</p> <p>1.5.1 Esmerilado.</p> <p>1.5.2 Procesos abrasivos relacionados.</p> <p>1.6 Proceso de maquinado no tradicional y de corte térmico.</p> <p>Procesos de energía mecánica.</p> <p>Procesos de maquinado electroquímico.</p> <p>Procesos de energía térmica.</p> <p>Maquinado químico.</p> <p>Consideraciones para la aplicación.</p>	
2. Procesamiento especial y tecnologías de ensamble.	<p>2.1 Creación rápida de prototipos.</p> <p>2.1.1 Fundamentos de la creación rápida de prototipos.</p> <p>2.1.2 Tecnologías para la creación rápida de prototipos.</p> <p>2.1.3 Aspectos de aplicación en la creación rápida de prototipos.</p>	<p>1. Describe los procesos para la creación de prototipos.</p> <p>2. Explica los procesos de manufactura de circuitos integrados.</p> <p>3. Analiza las tecnologías de montaje de circuitos impresos.</p>



Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
	<div>2.2 Procesamiento de circuitos integrados.</div> <div>2.2.1 Panorama del procesamiento de CI.</div> <div>2.2.2 Procesamiento del silicio.</div> <div>2.2.3 Litografía.</div> <div>2.2.4 Procesos de formación de capas en la fabricación de CI.</div> <div>2.2.5 Integración de los pasos de fabricación.</div> <div>2.2.6 Encapsulado de CI.</div> <div>2.2.7 Rendimientos en el procesamiento de CI.</div> <div>2.3 Ensamble y encapsulado de dispositivos electrónicos.</div> <div>2.3.1 Encapsulado de dispositivos electrónicos.</div> <div>2.3.2 Placas de circuitos impresos.</div> <div>2.3.3 Ensamble de placas de circuitos impresos.</div> <div>2.3.4 Tecnología de montaje superficial.</div> <div>2.3.5 Tecnología de conectores eléctricos.</div> <div>2.4 Tecnologías de microfabricación.</div> <div>2.4.1 Productos de microsistemas.</div> <div>2.4.2 Procesos de microfabricación.</div>	
3 Sistemas de manufactura.	<div>3.1 Control numérico y robótica industrial.</div> <div>3.1.1 Control numérico.</div> <div>3.1.2 Robótica industrial.</div> <div>3.2 Tecnología de grupos y sistemas flexibles de manufactura.</div> <div>3.2.1 Tecnología de grupos.</div> <div>3.2.2 Sistemas flexibles de manufactura.</div> <div>3.3 Líneas de producción.</div> <div>3.3.1 Fundamentos de las líneas de producción.</div>	<div>1. Reconoce las máquinas herramientas a control numérico computarizado.</div> <div>2. Describe un sistema de manufactura flexible.</div> <div>3. Explica los fundamentos de las líneas de producción.</div>



[Handwritten signature]

Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
	3.3.2 Líneas de ensamble manual. 3.3.3 Líneas de producción automatizadas.	
4 Operación de máquina a control numérico.	4.1 Instalación de la máquina. 4.1.1 Requerimientos. 4.1.1.1 Estructurales y edificios. 4.1.1.2 Eléctricos. 4.1.1.3 Mecánicos. 4.1.1.4 Aire comprimido. 4.1.2 Procedimiento de instalación. 4.1.3 Procedimiento para desinstalación. 4.2 Características de operación. 4.2.1 Encendido e inicialización de la máquina. 4.2.2 Apagado de la máquina. 4.2.3 Interfaz de usuario. 4.2.4 Alarmas y mensajes. 4.2.5 Conjunto de herramientas. 4.2.5.1 Verificación. 4.2.5.2 Mantenimiento. 4.2.5.3 Calibración. 4.2.6 Pruebas de funcionamiento de motores. 4.2.7 Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de la máquina. 4.2.8 Ajustes y calibraciones. 4.3 CAD/CAM. 4.3.1 Recepción y verificación del diseño en CAD a mecanizar. 4.3.2 Generación del código para la máquina. 4.3.3 Simulación del mecanizado. 4.3.4 Preparación para el mecanizado.	1.1 Identifica los procesos de instalación de maquinaria industrial CNC. 2.1 Reconoce los procesos de operación de maquinaria CNC. 3.1 Identificar los pasos para la generación del código CNC a partir del software CAD. 4.1 Explica los preparativos necesarios para un trabajo de maquinado en CNC. 5.1 Describe la operación durante el mecanizado CNC.



[Handwritten signature]

Unidades	Contenidos	Resultados de Aprendizaje
	4.3.5 Operación del mecanizado.	
5 Programación de máquinas a control numérico.	<div>5.1 Conceptos básicos para la programación de máquinas CNC.<div>5.1.1 Normativa de ejes y movimientos.</div><div>5.1.2 Sistemas de referencia.</div><div>5.1.3 Correctores de las herramientas rotativas.</div><div>5.1.4 Correctores de las herramientas de torneado.</div><div>5.1.5 Compensación del radio de la herramienta.</div></div> <div>5.2 Programación manual.<div>5.2.1 Estándares de programación.</div><div>5.2.2 Caracteres reservados.<div>5.2.1.1 Códigos G.</div><div>5.2.1.2 Códigos M.</div></div><div>5.2.3 Formatos numéricos.</div><div>5.2.4 Descripción de la información de los bloques.</div><div>5.2.5 Programación de velocidades de avance y rotación.<div>5.2.5.1 Códigos F.</div><div>5.2.5.2 Códigos S</div></div><div>5.2.6 Programación de herramientas y sus correctores.</div><div>5.2.7 Funciones auxiliares</div></div> <div>5.3 Prácticas de programación.<div>5.3.1 Carga del programa en máquina CNC.</div><div>5.3.2 Simulación del programa.</div></div>	<div>1. Desarrolla códigos de programación para máquinas a control numérico computarizado.</div> <div>2. Carga el programa en una máquina CNC.</div> <div>3. Simula la ejecución del programa.</div>

V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

En el desarrollo del programa se aplicarán estrategias didácticas conducentes a la apropiación teórica y la ejecución práctica de los procesos de manufactura industrial, a saber:

- **Debate:** exposición por parte del docente de los conceptos básicos por unidad, con materiales de lectura y ejemplos orientados a la enseñanza de las competencias específicas de la asignatura. El



docente asume el rol de expositor y buscará generar el debate a través de preguntas sobre lo expuesto y desde la participación de los estudiantes.

- **Clase invertida:** con materiales didácticos dispuestos en el aula virtual previamente y aplicados en clases presenciales, analizando y respondiendo a planteamientos con estudio de casos a través de trabajos individuales, orientadas especialmente al contenido de cada unidad.
- **Prácticas de laboratorio:** desarrollo de proyectos de simulación en computadora y maquinado en taller de centro de mecanizado con máquinas herramienta convencionales y máquinas herramientas a control numérico computarizado.
- **Estudio de casos:** análisis de la situación actual de las industrias manufactureras (metal, plástico, electrónica), nacionales e internacionales, en cuanto a sus tecnologías de fabricación, maquinaria y procesos industriales. Realización de visitas técnicas a industrias con el objetivo de visualizar los procesos descritos en las unidades.

La elección particular de la estrategia didáctica aplicada será explícita en el Planeamiento de la Asignatura, de acuerdo con el perfil de los estudiantes, los recursos disponibles y el contexto educativo, a excepción de las prácticas de laboratorio que tienen un carácter obligatorio en esta asignatura.

VI. ESTRATEGIAS EVALUATIVAS

Cuestionarios por unidad de contenido, resolución de problemas, evaluación de trabajos de investigación mediante la presentación escrita de informes, evaluación de proyectos de simulación y mecanizado. Informes de laboratorio.

Con fines de calificación y promoción se aplicará el Reglamento Académico vigente en la institución que prevé valoraciones de proceso y final.

VII. MEDIOS AUXILIARES

Aula virtual, pizarrón, proyector, marcadores, celulares, computadoras, acceso a internet.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Groover, M. (2007). *Fundamentos de Manufactura Moderna: Materiales, procesos y sistemas*, 3ra Edición. McGraw-Hill.
- Gómez, M. (2006). *Procedimientos de mecanizado*. España: Thomson Paraninfo.
- González, F., Rosado, P. (2015). *Control numérico, marco y fundamentos*. Universitat Politècnica de València.
- Pérez, M., Pérez, C. (2013). *Programación de máquinas-herramienta con control numérico*. UNED.
- Cruz, F. (2010). *Control Numérico y Programación*. 2da Edición. Marcombo.
- Gibson, I., Rosen, D., Stucker, B. (2009). *Additive Manufacturing Technologies: Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing*. Springer.
- Groover, M. (2010). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes and Systems*, Fourth Edition. Wiley.
- Overby, A. (2011). *CNC Machining Handbook*. McGraw-Hill.
- Dhotre, M. (2018). *CNC Machine Tool Operating & Programming*. Sai Tech publication.
- Smid, P. (2003). *CNC Programming Handbook: comprehensive guide to practical CNC programming*. Second Edition. Industrial Press, Inc.



[Handwritten signature]