



Campus de la UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
CONSEJO DIRECTIVO

RESOLUCIÓN 25/19/48-00
ACTA 1227/08/09/2025

“POR LA CUAL SE APRUEBA EL PROGRAMA DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA EQUIPAMIENTOS DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES, 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 **“Equipamientos de Diagnóstico por Imágenes”**, 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:**

25/19/48-01 APROBAR el Programa de Estudio de la Asignatura **“Equipamientos de Diagnóstico por Imágenes”**, de la carrera Ingeniería en Electrónica – Plan 2026, Sede San Lorenzo, detallado en el ANEXO 36 de la presente Acta.

25/19/48-02 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

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE ESTUDIO

I. IDENTIFICACIÓN

Nivel			Grado							
Asignatura			Equipamientos de Diagnóstico por Imágenes							
Carrera			Plan		Sede/Filial		Carácter	Semestre	Prerrequisitos	
Ingeniería en Electrónica			2026		Sede San Lorenzo		Obligatoria	Octavo	Bioseguridad, Instrumentación Biomédica.	
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

La instalación, mantenimiento y optimización de equipos médicos de diagnóstico por imágenes requiere de conocimiento de los principios de funcionamiento de los distintos métodos de obtención de imágenes médicas utilizadas en la práctica diaria de la medicina moderna. Por esta razón, y para el cumplimiento del perfil de egreso de la carrera de Ingeniería en Electrónica con orientación en Electrónica Médica, es imperativo formar a los estudiantes en el conocimiento de los métodos utilizados para la obtención de dichas imágenes, la instrumentación electrónica asociada a dicho proceso y los cuidados de bioseguridad que deben ser seguidos.

Estos conocimientos permiten a los ingenieros comprender los principios físicos y operativos de tecnologías avanzadas de diagnóstico, que son cruciales para la evaluación precisa del estado de salud de los pacientes. El dominio de estos temas es esencial para diseñar, optimizar y mantener equipos que garantizan imágenes de alta calidad, facilitando el diagnóstico temprano y efectivo de diversas patologías.

Además, el conocimiento sobre el principio de equipos de hemodinamia y su aplicación en el monitoreo cardiovascular es vital para entender los sistemas de apoyo en intervenciones críticas. Estos equipos permiten la monitorización y control en tiempo real del flujo sanguíneo y otros parámetros vitales, lo que es clave en situaciones de emergencia y en procedimientos quirúrgicos de alta precisión. En conjunto, estos temas preparan a los ingenieros biomédicos para desarrollar y gestionar tecnologías avanzadas en el entorno clínico, mejorando tanto la seguridad como la calidad de la atención médica a través de herramientas diagnósticas y de monitoreo fundamentales en la medicina moderna.

La asignatura está estructurada en ocho unidades que combinan aspectos técnicos con fundamentos para aumentar la comprensión sobre los Equipamientos de Diagnóstico por Imágenes, con un enfoque teórico-práctico.



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. Emplear técnicas para garantizar la calidad y seguridad de los materiales, equipos, suministros, instalaciones y servicios de ingeniería electrónica.
- 4. Actualizarse permanentemente mediante la obtención y gestión autónoma de información de calidad, utilizando tecnología de la información y comunicación.
- 5. 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.

IV. ORGANIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
1. Física de los rayos ionizantes.	<div>1.1. Conceptos básicos sobre radiaciones ionizantes.<div>1.1.1. Radiaciones ionizantes.</div>1.1.2. Radiaciones de partículas.</div> 1.1.3. Radiaciones electromagnéticas. <div>1.2. Dosis.<div>1.2.1. Dosis absorbida,</div>1.2.2. Dosis equivalente</div> 1.2.3. Dosis efectiva.1.3. Magnitudes dosimétricas utilizadas.1.4. Protección contra las radiaciones ionizantes.	1. Describe la física de las radiaciones ionizantes, dosis absorbida, equivalente y efectiva. Principio de medición de la energía de ionización. Protección contra las radiaciones ionizantes.
2. Introducción al Diagnóstico por imágenes.	<div>2.1. Conceptos sobre imágenes digitales.<div>2.1.1. Pixel, Voxel.</div>2.1.2. Profundidad de la imagen.</div> 2.1.3. Resolución espacial.2.2. Técnicas de imágenes médicas. <div>2.2.1. Rayos x.</div> 2.2.2. Tomografía Axial Computada.2.2.3. Imagen por Resonancia Magnética.2.2.4. Ecografía.2.2.5. Medicina Nuclear.2.3. Sistemas de gestión de imágenes digitales. <div>2.3.1. HIS/RIS.</div> 2.3.2. PACS.2.3.3. Estándar DICOM.2.3.4. Impresoras de imágenes médicas.	1. Describe las imágenes médicas para el diagnóstico, conceptos sobre sistemas informáticos asociados.



[Handwritten signature]

Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
3. Equipos de Rayos X.	<div>3.1. Rayos X. Características. 3.1.1. Origen.</div> <div>3.2. Tubo de rayos X. 3.2.1 Tensiones del tubo. 3.2.2 Tipos de tubo. 3.2.1. Ánodo fijo y ánodo giratorio. 3.2.2. Foco fino y foco grueso. 3.2.3. Capacidad calórica del ánodo.</div> <div>3.3. Generador de Alta tensión. 3.3.1. Monofásicos. 3.3.2. Trifásicos. 3.3.3. Alta frecuencia.</div> <div>3.4. Mesa de rayos x. 3.4.1. Mesa fija. 3.4.2. Mesa flotante. 3.4.3. Mesa telecomandada.</div> <div>3.5. Soporte de tubo. 3.5.1. Soporte de piso. 3.5.2. Soporte de techo.</div> <div>3.6. Dispositivos auxiliares. 3.6.1. Colimador. 3.6.2. Grilla. 3.6.3. AEC.</div> <div>3.7. Radiografía digital 3.7.1. CR. 3.7.2. DR.</div> <div>3.8. Sistemas de fluoroscopia. 3.8.1. Fluoroscopia continua. 3.8.2. Fluoroscopia pulsada. 3.8.3. Fluoroscopia reforzada.</div> <div>3.9. Equipos de rayos x especiales. 3.9.1. Equipos rodantes. 3.9.2. Mamógrafos. 3.9.3. Arco en C. 3.9.4. Radiografía odontológica.</div>	<div>1. Clasifica los Rayos X, Generación, el tubo de rayos x, equipamiento asociado, fluoroscopia y dispositivos digitales de captación de la imagen. Equipos de mamografía, arco en C, ortopantomografía.</div>
4. Equipos de Tomografía Axial Computada.	<div>4.1. Tomografía axial computada. 4.1.1. Principios de TAC. 4.1.2. Características de la tomografía. 4.1.3. Campos de aplicación.</div> <div>4.2. Evolución tecnológica de la tomografía. 4.2.1. Tomógrafos de primera, segunda, tercera y cuarta generación.</div>	<div>1. Clasifica la tomografía axial, principios, evolución, generación de la imagen tomográfica, equipamiento asociado. Diagrama en bloques de un tomógrafo moderno.</div>



Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
	<div>4.2.2. Tomógrafos de giro continuo.</div> <div>4.2.3. Tomógrafos helicoidales.</div> <div>4.3. Obtención de la imagen tomográfica.</div> <div>4.3.1. Coeficiente de atenuación lineal.</div> <div>4.3.1.1. Datos crudos.</div> <div>4.3.2. Número de CT.</div> <div>4.3.3. Ventanas de visualización.</div> <div>4.3.4. Concepto de nivel y apertura de ventana.</div> <div>4.3.5. Ventanas específicas para cada región.</div> <div>4.4. Reconstrucción de la imagen.</div> <div>4.4.1. Reconstrucción por métodos iterativos.</div> <div>4.4.2. Reconstrucción por retroproyección.</div> <div>4.4.3. Reconstrucción por retroproyección filtrada.</div> <div>4.5. Partes de un tomógrafo. El gantry.</div> <div>4.5.1. Tubo de rayos X.</div> <div>4.5.2. DAS.</div> <div>4.5.3. Detectores.</div> <div>4.5.4. Mesa de paciente.</div> <div>4.5.5. Consola de mando.</div> <div>4.5.5.1. Computadora de reconstrucción.</div> <div>4.5.5.2. Sistema de visualización de imágenes.</div> <div>4.5.5.3. Sistema de programación de estudio.</div> <div>4.5.6. Sistema de potencia.</div>	
5. Equipamiento para imágenes por Resonancia Magnética.	<div>5.1. Principios físicos de Resonancia Magnética.</div> <div>5.1.1. Conceptos básicos sobre magnetismo.</div> <div>5.1.2. El átomo de hidrógeno, quarks.</div> <div>5.1.3. Fenómeno de precesión.</div> <div>5.1.4. Frecuencia de Larmor.</div> <div>5.2. Efecto del campo magnético sobre el spin del protón.</div> <div>5.2.1. Alineación paralela.</div> <div>5.2.2. Alineación antiparalela.</div> <div>5.2.3. Vector magnetización.</div>	<div>1. Describe las bases físicas de la resonancia magnética, el vector magnetización, relajación, captación de la señal.</div> <div>Equipamiento asociado a las imágenes por resonancia magnética.</div>



Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
	<div>5.2.4. Componente Mz.</div> <div>5.2.5. Componente Mxy.</div> <div>5.3. Fenómeno de resonancia.</div> <div>5.3.1. Impulso de 90°.</div> <div>5.3.2. Impulso de 180°.</div> <div>5.4. La relajación.</div> <div>5.4.1. Relajación longitudinal, T1.</div> <div>5.4.2. Relajación transversal, T2.</div> <div>5.5. Recuperación de la señal FID.</div> <div>5.5.1. Secuencias de excitación.</div> <div>5.5.2. Codificación espacial.</div> <div>5.6. El resonador</div> <div>5.6.1. Partes del resonador.</div> <div>5.6.1.1. El magneto.</div> <div>5.6.1.1.1. Permanente.</div> <div>5.6.1.1.2. Resistivo.</div> <div>5.6.1.1.3. Súper conductor.</div> <div>5.6.1.2. Consola de mando.</div> <div>5.6.1.3. Bobinas.</div> <div>5.6.1.4. Jaula de Faraday.</div> <div>5.6.1.5. Sistemas de potencia.</div>	
6. Equipamiento para Ecografía.	<div>6.1. Principios físicos de la ecografía.</div> <div>6.1.1. El ultrasonido.</div> <div>6.1.2.1 Velocidad de propagación.</div> <div>6.1.2.2 Reflexión y refracción.</div> <div>6.1.2.3 Impedancia acústica.</div> <div>6.1.2.4 Coeficiente de reflexión.</div> <div>6.2. Formación de la imagen de ultrasonografía.</div> <div>6.2.1. El cristal piezoeléctrico</div> <div>6.2.2. Propagación de ultrasonido</div> <div>6.2.3. Frecuencia de transmisión vs penetración.</div> <div>6.2.4. El eco.</div> <div>6.3. El transductor de ecografía.</div> <div>6.3.1. Tipos de transductores.</div> <div>6.3.1.1. Lineales.</div> <div>6.3.1.2. Convex.</div> <div>6.3.1.3. Sectoriales.</div> <div>6.3.1.4. Intracavitarios.</div> <div>6.4. Formación del haz.</div> <div>6.4.1. Conformación del haz de ultrasonido.</div> <div>6.4.2. Recepción del haz de ultrasonido.</div> <div>6.4.3. Enfoque dinámico.</div> <div>6.5. Tipos de imágenes.</div> <div>6.5.1. Modo A.</div> <div>6.5.2. Modo B.</div>	<div>1. Clasifica las bases físicas de la ultrasonografía, tipos de transductores, imágenes de ecografía, equipamiento.</div>



Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
	6.5.3. Modo M. 6.5.4. Ecografía Doppler. 6.5.5. Doppler color. 6.5.6. Elastografía. 6.6. Equipos. 6.6.1. Clasificación. 6.6.2. Partes. 6.6.3. Diagramas en bloques.	
7. Principio de imágenes en Medicina Nuclear.	7.1. Fundamentos de las imágenes de medicina nuclear. 7.1.1. Radioisótopos. 7.1.2. Radiotrazadores. 7.1.3. Campos de aplicación. 7.2. Tipos de imágenes en Medicina Nuclear. 7.2.1. Centellografía planar. 7.2.1.1. Cámara gamma. 7.2.1.2. Red Anger. 7.2.1.3. Detectores. 7.2.1.4. Colimadores. 7.2.2. SPECT. 7.2.3.1 Diagrama en bloques 7.2.3. PET 7.2.3.1. Aniquilación del electrón y el positrón. 7.2.3.2. Anillo de detectores. 7.2.3.3. Diagrama en bloques.	1. Clasifica la Medicina Nuclear, principio de generación de las imágenes de medicina nuclear, fundamentos de la centellografía planar, SPECT y PET.
8. Principio de equipos de hemodinamia.	8.1. Hemodinamia, conceptos. 8.1.1. Conceptos de circulación, estenosis. 8.1.2. Angioplastias. 8.1.3. Coiling. 8.2. Tipos de equipos. 8.2.1. De piso. 8.2.2. De techo. 8.2.3. Biplanos. 8.3. Equipos de hemodinamia. 8.3.1. Tubo de rayos X. 8.3.2. Arco en C. 8.3.3. Mesa de estudios. 8.3.4. Consola de mando. 8.3.5. Softwares asociados. 8.3.5.1. Angiografía por Sustracción Digital. 8.3.5.2. Roadmapping. 8.3.5.3. Visualización de Stent.	1. Describe el Principio de Hemodinamia, equipos, herramientas de software asociadas.

V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

En el desarrollo del programa se aplicarán estrategias didácticas conducentes a la apropiación teórica y la ejecución práctica de los Equipamientos de Diagnóstico por Imágenes, a saber:



- 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. Se promoverá el debate a través de preguntas sobre lo expuesto y desde la participación de los estudiantes.
- Desarrollo de trabajos grupales de investigación, orientados especialmente al contenido de cada unidad utilizando material bibliográfico sobre el tema desarrollado. Empleo de la metodología de la investigación aplicada, aplicación de la comunicación oral y escrita en la redacción de informes y ponencia oral.
- Realización de trabajos prácticos de laboratorio basada en la investigación sobre especificaciones técnicas de las modalidades para fijar y contrastar la información teórica con los datos recabados del mercado de equipos reales.

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. Evaluación de trabajos de investigación mediante la presentación papers. Evaluación de las prácticas de laboratorio mediante la presentación escrita de informes.

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, hoja de datos técnica de equipos comerciales, artículos científicos, libros de texto, visita técnica guiada.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Smith, N. B., & Webb, A. (2011). Introduction to Medical Imaging: Physics, Engineering and Clinical Applications. Cambridge University Press.
- Knoll, G. F. (2002). Detección y medición de la radiación (3ª ed.). Limusa Wiley.
- Bushberg, J. T., Seibert, J. A., Leidholdt, E. M., & Boone, J. M. (2004). La física esencial de la imagen médica (2ª ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Carlton, R. R., & Adler, A. M. (2006). Principios de imagen radiográfica: Un arte y una ciencia (4ª ed.). Cengage Learning.
- Goldman, L. W. (2007). Principios de TC y CTA en diagnóstico por imágenes. Springer.
- Hashemi, R. H., Bradley, W. G., & Lisanti, C. J. (2012). Resonancia magnética: Lo esencial (3ª ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Hedrick, W. R., Hykes, D. L., & Starchman, D. E. (2005). Física e instrumentación en ecografía (4ª ed.). Elsevier.
- Cherry, S. R., Sorenson, J. A., & Phelps, M. E. (2013). Física en medicina nuclear (4ª ed.). Elsevier.
- Khameneh, S., & Salehi, Z. (2020). Fundamentos de hemodinámica: Técnicas y equipamiento. Springer.

