



Campus de la UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
CONSEJO DIRECTIVO

RESOLUCIÓN 25/19/45-00
ACTA 1227/08/09/2025

“POR LA CUAL SE APRUEBA EL PROGRAMA DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA, 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 “**Instrumentación Biomédica**”, 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:**

25/19/45-01 APROBAR el Programa de Estudio de la Asignatura “**Instrumentación Biomédica**”, de la carrera Ingeniería en Electrónica – Plan 2026, Sede San Lorenzo, detallado en el ANEXO 33 de la presente Acta.

25/19/45-02 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 25/19/45-00 Acta 1227/08/09/2025
ANEXO 33

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE ESTUDIO

I. IDENTIFICACIÓN

Nivel		Grado									
Asignatura		Instrumentación Biomédica									
Carrera		Plan		Sede/Filial		Carácter		Semestre		Prerrequisitos	
Ingeniería en Electrónica		2026		Sede San Lorenzo		Obligatoria		Séptimo		Electrónica de Potencia, Anatomía y Fisiología, Sensores y Actuadores	
Semanal					Periodo						
HT	HP	HTD	HTI	HS	PA	THTD	THTI	THA	CA-PY		
3	2	5	4	9	18	90	72	162	6		

- *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 asignatura Instrumentación Biomédica en la carrera de Ingeniería en Electrónica con orientación en Electrónica Médica contribuye al perfil de egreso abordando los principios fundamentales y las aplicaciones avanzadas de los sistemas electrónicos en el monitoreo, diagnóstico y tratamiento médico.

La instalación, mantenimiento y calibración de toda instrumentación biomédica requiere el conocimiento del principio de funcionamiento y la utilización correcta de dichos equipos. Por esta razón es fundamental formar a los estudiantes en el conocimiento de los elementos de captación y la instrumentación utilizada en el proceso de medición y registro de parámetros fisiológicos sean estos de origen bioeléctricos o no.

Estos conocimientos permiten a los ingenieros comprender cómo se generan y capturan las señales bioeléctricas del cuerpo, necesarias para evaluar la actividad de órganos clave como el corazón, el cerebro y los músculos. La habilidad de trabajar con sensores y transductores, además de acondicionar y amplificar señales, es fundamental para desarrollar dispositivos de diagnóstico precisos y seguros que se adapten a las necesidades clínicas.

Además, el conocimiento en mediciones por variación de impedancia y técnicas como la fonocardiografía es esencial para el monitoreo de funciones fisiológicas y el análisis de sonidos corporales. Estas áreas de estudio permiten a los ingenieros biomédicos innovar y mejorar dispositivos de diagnóstico, contribuyendo a detectar y analizar condiciones médicas de manera no invasiva. La formación en estos temas prepara a los futuros ingenieros para diseñar, calibrar y mantener equipos biomédicos avanzados, optimizando así la atención médica y promoviendo un enfoque de salud preventiva y precisa.

Esta asignatura tiene enfoque teórico-práctico, y comienza con los fundamentos de la instrumentación biomédica y el estudio del origen de los potenciales bioeléctricos, para luego profundizar en el diseño y uso de sensores, transductores y electrodos que capturan señales fisiológicas clave. Incluye temas esenciales como el acondicionamiento y amplificación de señales, que son cruciales para la precisión en la interpretación de datos biomédicos, y el funcionamiento de equipos críticos como el electrocardiógrafo, electroencefalógrafo, y dispositivos para electromiografía, electronistagmografía y electroretinografía. Además, se abordan técnicas especializadas como las mediciones por variación de impedancia y la fonocardiografía, que permiten analizar propiedades y funciones específicas del cuerpo humano.

III. COMPETENCIAS DEL PERFIL DE EGRESO ASOCIADAS

1. Comunicarse en las lenguas oficiales del país y en una lengua extranjera.
2. Liderar y trabajar en equipo con eficacia y responsabilidad tomando decisiones basadas en evidencias.
3. Aplicar en la práctica profesional los valores humanos, la ética y los mecanismos de seguridad laboral.
4. Actuar proactivamente frente a los problemas sociales y ambientales.
5. Adaptarse respetuosamente a contextos nuevos o adversos, así como a diversidades personales, disciplinares y culturales.
6. Actualizarse permanentemente mediante la obtención y gestión autónoma de información de calidad, utilizando tecnología de la información y comunicación.
7. 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.
8. Seleccionar, utilizar y construir instrumentos innovadores asociados al ejercicio de la ingeniería electrónica.
9. Adquirir, aplicar, producir y difundir conocimientos técnicos y científicos en el área de la ingeniería electrónica.
10. 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.
11. Interpretar, modelar y comunicar información, relacionada a la ingeniería electrónica, en forma gráfica.
12. Diseñar e implementar sistemas electrónicos utilizando componentes de vanguardia.

IV. ORGANIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
1. Fundamentos de instrumentación biomédica.	<div>1.1. Equipos de instrumentación biomédica.</div> <div>1.2. Proceso de diseño de la instrumentación biomédica.<div>1.2.1. Clasificación de los instrumentos biomédicos.</div><div>1.2.2. Regulaciones en el proceso de diseño.</div></div> <div>1.3. Conceptos básicos de mediciones.<div>1.3.1. Exactitud.</div></div>	1. Describe los fundamentos de la instrumentación biomédica y mediciones.



Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
	1.3.2. Precisión. 1.3.3. Resolución. 1.3.4. Variabilidad.	
2. Origen de los potenciales bioeléctricos.	2.1. Actividad eléctrica de las células. 2.1.1. El potencial de reposo de la célula. 2.1.1.1. Potencial de Nernst. 2.1.1.2. Ecuación de Goldman. 2.2. El potencial de acción. 2.2.1. Mecanismos de excitación de las células excitables. 2.2.2. El valor umbral. 2.2.3. La ley del todo o nada. 2.2.3.1. El periodo refractario. 2.3. Propagación del potencial de acción. 2.4. Los potenciales bioeléctricos. 2.4.1. Características eléctricas de los potenciales bioeléctricos.	1. Identifica el origen de los potenciales bioeléctricos y sus características.
3. Sensores, transductores y electrodos para biopotenciales.	3.1. Adquisición de señales. 3.1.1. Sensores y transductores. 3.1.2. Sensores activos y pasivos. 3.2. Características de los sensores. 3.2.1. Sensitividad. 3.2.2. Rango de medición. 3.2.3. Precisión. 3.2.4. Exactitud. 3.2.5. Resolución. 3.2.6. Linealidad. 3.2.7. Histéresis. 3.2.8. Tiempo de respuesta. 3.3. Errores en la medición con sensores biomédicos. 3.4. Electrodo para sensado eventos bioeléctricos. 3.4.1. La interfase electrodo-electrolito. 3.4.2. Polarización. 3.4.3. Electrodo polarizable y no polarizable. 3.4.4. La interfase electrodo-piel y artefactos por movimiento. 3.4.5. Electrodo superficiales. 3.4.6. Electrodo internos.	1. Identifica los procesos de adquisición de señales, elementos utilizados como sensor y sus características. Aprender sobre los electrodos para biopotenciales.



Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
	3.4.7. Microelectrodos. 3.4.8. Electrodo para estimulación eléctrica de tejidos.	
4. Transductores biomédicos.	4.1. Puente de Wheatstone. 4.2. Transductores de temperatura. 4.2.1. Resistivos. 4.2.2. Semiconductivos. 4.2.3. Termocuplas. 4.2.4. Medidores infrarrojos. 4.3. Transductores de presión. 4.3.1. Galgas extensiométricas. 4.3.2. Sensores piezoeléctricos. 4.4. Transductores de desplazamiento. 4.4.1. Desplazamiento lineal. 4.4.2. Desplazamiento angular. 4.5. Transductores fotoeléctricos. 4.5.1. Célula fotovoltaica. 4.5.2. Resistencia variable con la luz. 4.5.3. El tubo fotomultiplicador. 4.6. Transductores especiales. 4.6.1. Transductores de flujo. 4.6.2. Transductores químicos. 4.6.3. Transductores inductivos. 4.6.4. Transductores capacitivos.	1. Diferencia los distintos tipos de transductores biomédicos.
5. Acondicionamiento y amplificación de señales.	5.1. Amplificadores Operacionales. 5.1.1. Características de los amplificadores operacionales. 5.1.2. Aplicaciones de los Amp. Op. 5.1.2.1. Amplificador inversor y no inversor. 5.1.2.2. Amplificador sumador y restador. 5.1.2.3. Amplificador derivador e integrador. 5.1.2.4. Circuito detector de pico (el diodo ideal). 5.2. Amplificadores de instrumentación. 5.2.1. Aplicaciones de los Amp. Op. de instrumentación.	1. Diferencia las características de los circuitos de acondicionamiento y amplificación de señales bioeléctricas.



Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
	<div>5.2.2. Características de los amplificadores de instrumentación.</div> <div>5.2.3. Circuitos amplificadores reales.</div> <div>5.2.4. Amplificadores de instrumentación integrados.</div> <div>5.3. Filtros.</div> <div>5.3.1. Filtros pasivos y activos.</div> <div>5.3.2. Filtros activos pasa alta.</div> <div>5.3.3. Filtros activos pasa bajo.</div> <div>5.3.4. Filtros pasa banda.</div> <div>5.3.5. Filtros rechaza banda.</div> <div>5.4. Circuitos de protección.</div> <div>5.4.1. Circuitos de aislación eléctrica al paciente.</div> <div>5.4.2. Circuitos de protección de entrada contra descarga.</div>	
6. Electrocardiógrafo.	<div>6.1. Origen de la señal de electrocardiografía.</div> <div>6.2. Sistema de medición el potencial de ECG.</div> <div>6.2.1. Características eléctricas de la señal de ECG.</div> <div>6.3. Las derivaciones estándar.</div> <div>6.3.1. Derivaciones bipolares frontales.</div> <div>6.3.2. Derivaciones monopolares frontales.</div> <div>6.3.3. Derivaciones precordiales.</div> <div>6.4. El electrocardiógrafo.</div> <div>6.4.1. Diagrama en bloques.</div> <div>6.4.2. Electrodo y cable de paciente.</div> <div>6.4.3. Circuito aislado.</div> <div>6.4.4. Selección de derivación.</div> <div>6.4.5. Filtrado y amplificación.</div> <div>6.4.6. Sistemas de registro del ECG.</div> <div>6.4.7. Especificaciones técnicas de un equipo de ECG.</div>	<div>1. Identifica las señales del potencial bioeléctrico del corazón y la instrumentación utilizada para su registro.</div>
7. Electroencefalógrafo.	<div>7.1. Origen de la señal de electroencefalografía.</div> <div>7.1.1. El encéfalo y los lóbulos cerebrales.</div> <div>7.2. Medición el potencial de EEG.</div> <div>7.2.1. Características eléctricas de la señal de EEG.</div>	<div>1. Identifica las señales del potencial bioeléctrico originadas en el encéfalo y la instrumentación utilizada para su registro.</div>



Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
	<div>7.2.2. Formas de onda del EEG.</div> <div>7.2.3. El estándar 10-20 Las derivaciones estándar.</div> <div>7.2.4. Montajes.</div> <div>7.2.4.1. Montajes longitudinales.</div> <div>7.2.4.2. Montajes transversales.</div> <div>7.2.4.3. Montajes libres.</div> <div>7.3. El electroencefalógrafo.</div> <div>7.3.1. Diagrama en bloques.</div> <div>7.3.2. Electrodo y cable de paciente.</div> <div>7.3.3. Circuito aislado.</div> <div>7.3.4. Filtrado y amplificación.</div> <div>7.3.5. Sistemas de registro del EEG.</div> <div>7.3.6. Especificaciones técnicas de equipos de EEG.</div>	
8. Electromiografía, Electronistagmografía y Electroretinografía.	<div>8.1. Origen de la señal de electromiografía.</div> <div>8.1.1. La motoneurona.</div> <div>8.1.2. Las fibras musculares.</div> <div>8.2. Características eléctricas de la señal de EMG.</div> <div>8.3. Diagrama en bloques de un equipo de EMG.</div> <div>8.3.1. Electrodo utilizado en EMG.</div> <div>8.4. Electrooculografía y Electronistagmografía.</div> <div>8.4.1. El potencial corneorretinal.</div> <div>8.5. Diagrama en bloques de un equipo de EOG y ENG.</div> <div>8.5.1. Electrodo utilizado para EOG y ENG.</div> <div>8.6. Pruebas utilizadas en EOG y ENG.</div> <div>8.7. Electrorretinografía.</div> <div>8.7.1. Receptores fotosensibles del ojo.</div> <div>8.7.2. Características del potencial generado en la retina</div> <div>8.7.3. Diagrama en bloques de un equipo de ER.</div> <div>8.7.4. Electrodo utilizado para el registro de los potenciales retinales.</div>	<div>1. Identifica los potenciales generados por el órgano de la visión, sus características eléctricas y la instrumentación utilizada para su registro.</div>



f

Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
9. Mediciones por variación de impedancia.	<div>9.1. La técnica impedanciométrica.</div> <div>9.1.1. Principio de la medición por variación de impedancia.</div> <div>9.1.2. Componentes resistivos y reactivos de la impedancia bioeléctrica.</div> <div>9.1.3. Circuitos de medición por variación de impedancia.</div> <div>9.2. Aplicaciones de la impedanciometría.</div> <div>9.2.1. Medición de la frecuencia respiratoria.</div> <div>9.3. Aplicación para la medición del tránsito esofágico.</div> <div>9.3.1. Medición de la calidad de contacto de electrodos</div> <div>9.3.2. Otras aplicaciones.</div>	<div>1. Describe la técnica de registro de parámetros no bioeléctricos por medio de la impedanciometría y sus aplicaciones.</div>
10.Fonocardiografía	<div>10.1. El estetoscopio.</div> <div>10.1.1. Origen y usos del estetoscopio.</div> <div>10.2. Ruidos cardiacos.</div> <div>10.2.1. Áreas de auscultación.</div> <div>10.2.2. Ruidos cardiacos típicos.</div> <div>10.2.3. Características eléctricas de la señal fonocardiografía.</div> <div>10.3. Equipos de fonocardiografía.</div> <div>10.3.1. Diagrama en bloques.</div> <div>10.3.2. Especificaciones técnicas.</div>	<div>1. Describe los sonidos cardíacos y la instrumentación asociada para su escucha y registro.</div>

V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

En el desarrollo del programa se aplicarán estrategias didácticas conducentes a la apropiación teórica y la ejecución práctica de la Instrumentación Biomédica, a saber:

- **Clase Magistral:** 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.
- **Trabajos colaborativos:** de investigación, orientados especialmente al contenido de cada unidad utilizando material bibliográfico sobre el tema desarrollado. Empleo de la metodología de la



[Handwritten signature]

investigación aplicada, aplicación de la comunicación oral y escrita en la redacción de informes y ponencia oral.

- **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. Resolución de problemas. Evaluación de proyectos mediante la presentación escrita de informes. 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 electrónicos, artículos científicos, equipos de laboratorio, simuladores.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Tucci, Á. R. (2007). *Instrumentación biomédica* (edición en español). Lulu Press.
- Webb, A. G. (2018). *Principles of biomedical instrumentation* (1.ª ed.). Cambridge University Press.
- Webster, J. G., & Nimunkar, A. J. (Eds.). (2020). *Medical instrumentation: Application and design* (5.ª ed.). Wiley.
- Enderle, J., & Bronzino, J. (2011). *Introduction to biomedical engineering* (3.ª ed.). Academic Press.
- García González, M. T. (s.f.). *Potenciales bioeléctricos: Origen y registro*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.



[Handwritten signature]