



FI652-Sistemas fisiológicos

Nombre del programa académico	Ingeniería electrónica
Nombre completo de la asignatura	Sistemas fisiológicos
Área académica o categoría	Profesionales y específicas
Semestre y año de actualización	2025-1
Semestre y año en que se imparte	2025-1
Tipo de asignatura	<input checked="" type="checkbox"/> Obligatoria <input type="checkbox"/> Electiva
Número de créditos	4
Director o contacto del programa	Arley Bejarano Martínez
Coordinador o contacto de la asignatura	Genaro Daza Santacoloma

Descripción y contenidos

1. Breve descripción

La asignatura: Sistemas Fisiológicos, ofrece una visión integral de la anatomía y la fisiología humanas desde la perspectiva de la ingeniería electrónica. A lo largo del curso se describen los niveles físicos de los procesos biológicos, desde la biología celular y el potencial de acción hasta la dinámica de los grandes sistemas (cardiovascular, respiratorio, nervioso, óseo-muscular). Se analizan los principios que gobiernan la generación y propagación de señales bioeléctricas y biomecánicas, así como los parámetros hemodinámicos y ventilatorios que sustentan la función orgánica.

Aunque el enfoque es predominantemente teórico, el curso incorpora sesiones de laboratorio demostrativas donde el estudiante registra e interpreta señales electrocardiográficas, fonocardiográficas, de flujo respiratorio, electroencefalográficas y electromiográficas. Estos ejercicios ilustran la interrelación entre la fisiología clínica y la instrumentación electrónica, sentando las bases para el modelado y el diseño de soluciones médicas en áreas como monitorización, rehabilitación y análisis de la marcha.

2. Objetivos

- Proporcionar al estudiante una comprensión sólida de la anatomía y la fisiología de los principales sistemas del cuerpo humano, enfatizando los principios físicos y bioeléctricos que sustentan su funcionamiento.
- Explicar la relación entre los procesos biológicos y los conceptos de la ingeniería electrónica, de modo que el estudiante reconozca cómo se generan, propagan y pueden medirse las señales fisiológicas en contextos clínicos y de investigación.
- Desarrollar la capacidad de modelar y analizar cuantitativamente los sistemas fisiológicos, aplicando herramientas matemáticas y de simulación para interpretar datos experimentales y evaluar el comportamiento de órganos y tejidos bajo diferentes condiciones.
- Fomentar la comunicación técnica rigurosa y la reflexión ética, capacitando al estudiante para presentar de manera clara los resultados de su análisis fisiológico e ingenieril, y para proponer soluciones a problemas biomédicos respetando las normativas y el bienestar del paciente.

3. Resultados de aprendizaje

- RAA-1: Describe y explica la anatomía y la fisiología fundamentales de los sistemas cardiovascular, respiratorio, nervioso y músculo-esquelético, relacionando los fenómenos biofísicos con la función clínica. *(Alineado con RAP-1)*
- RAA-2: Interpreta señales fisiológicas (ECG, PCG, flujo respiratorio, EEG, EMG) y correlaciona sus características con los procesos subyacentes, aplicando criterios de medición, seguridad y calidad de la señal. *(Alineado con RAP-1 y RAP-2)*
- RAA-3: Construye y valida modelos cuantitativos (analógicos o computacionales) que predicen la respuesta de sistemas fisiológicos bajo condiciones normales y perturbadas, justificando las aproximaciones empleadas. *(Alineado con RAP-2 y RAP-3)*



- RAA-4: Comunica de forma clara y ética los resultados de su análisis y modelado fisiológico mediante informes técnicos y presentaciones orales, empleando terminología médica y de ingeniería con precisión. (Alineado con RAP-6)

4. Contenido

BASES DE ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA:

- Organización del cuerpo humano y planos anatómicos.
- Homeostasis y niveles de complejidad (molécula → órgano).

BIOLOGÍA CELULAR Y POTENCIAL DE ACCIÓN:

- Estructura celular
- Transporte de membrana y equilibrio iónico.
- Génesis y propagación del potencial de acción
- Modelos de Hodgkin-Huxley simplificados.

SISTEMA CARDIOVASCULAR:

- Funciones generales y flujo paralelo sistémico
- Anatomía macroscópica: capas, cavidades, válvulas y grandes vasos; división circulación pulmonar/sistémica
- Fisiología del ciclo cardíaco: fases, volúmenes (VFD, VFS), volumen sistólico y gasto cardíaco; regulación barorreceptora
- Tejido y sistema de conducción: sincronía eléctrica, nodo SA → Purkinje, potenciales marcapasos y contráctiles
- Electrocardiografía (ECG): ondas P-QRS-T; derivaciones bipolares, aumentadas y precordiales
- Hemodinámica y vasos: leyes de flujo ($\Delta P/R$), elasticidad arterial, resistencia periférica total, presión arterial (TS, TD, TAM) y retorno venoso (bombas muscular y respiratoria)

SISTEMA RESPIRATORIO:

- Anatomía de vías aéreas superiores/inferiores, árbol bronquial y alvéolos
- Mecánica ventilatoria: presiones atmosférica, alveolar e intrapleural; ley de Boyle; músculos inspiratorios y espiratorios; ciclo inspiración-espiración
- Intercambio gaseoso y transporte: difusión O_2/CO_2 , transporte sanguíneo y control neural/químico de la respiración
- Medición clínica: espirometría (FVC, PEF, curvas flujo-volumen), neumotacógrafos (Lilly, Fleisch, ultrasónicos, alambre caliente), cálculo de volúmenes y flujos pulmonares

SISTEMA NERVIOSO:

- Organización global: SNC (encéfalo + médula) y SNP (nervios craneales / espinales, divisiones aferente-eferente, somática-autónoma); funciones sensitiva, integradora y motora.
- Neuroanatomía funcional: médula espinal (astas, cordones, tractos ascendentes y descendentes, arcos reflejos) y encéfalo (tronco encefálico, cerebelo, diencefalo, núcleos basales, sistema límbico, corteza; lóbulos, surcos y áreas funcionales – motora, sensitiva, asociación, Broca, Wernicke).
- Neurofisiología elemental: células nerviosas y glía; potenciales graduados y de acción; sinapsis eléctrica y química; neurotransmisores; vaina de mielina y nodos de Ranvier.
- Electroencefalografía (EEG): principios de generación, bandas δ -y, sistema internacional 10-20, configuraciones monopolar, bipolar y promedio común; electrodos húmedos/secos y amplificación de alta impedancia; interferencias y artefactos.
- Estados funcionales: sueño-vigilia (fases NREM/REM, ritmos cerebrales, SARA), lenguaje (vías Broca-Wernicke) y emociones (sistema límbico).

SISTEMA OSTEO-MUSCULAR:



- Fundamentos anatómicos: tipos de hueso, articulaciones sinoviales, palancas y líneas de acción muscular.
- Tejidos musculares: esquelético (voluntario), cardíaco y liso (involuntarios); diferencias histológicas y control neural/autónomo.
- Funciones globales: producción de movimiento, estabilización postural, termogénesis y bombeo de fluidos.
- Propiedades fisiológicas: excitabilidad, contractilidad, extensibilidad y elasticidad.
- Electromiografía (EMG): principios de registro, electrodos superficiales vs. intramusculares, normas SENIAM, preparación de la piel; influencia del espesor adiposo, espaciado de electrodos y cadena de instrumentación (amplificador, A/D).
- Análisis de la marcha: fases del ciclo (support, swing), cinemática y cinética; fuerzas de reacción del suelo (GRF) y plataformas de fuerza; correlación EMG-movimiento.
- Tecnologías de laboratorio: cámaras de vídeo IR, sensores inerciales, pasarelas instrumentadas, sistemas EMG inalámbricos y software de reconstrucción 3D; aplicaciones clínicas, deportivas, ergonómicas y robóticas.

5. Requisitos:

-

6. Recursos

- Betts, J. G., Young, K. A., Wise, J. A., Johnson, E., Poe, B., Kruse, D. H., ... & DeSaix, P. (2022). Anatomy and physiology 2e. <https://openstax.org/details/books/anatomy-and-physiology-2e>
- Chappell, M., & Payne, S. J. (2020). *Physiology for engineers*. Springer International Publishing.
- Derrickson, B. (2018). *Fisiología humana*. Ed. Panamericana Disponible en Eureka: <https://biblioteca.utp.edu.co/recursos-electronicos/327/libros-electronicos/>
- Derrickson, T., & TORTORA, G. J. (2006). Principios de anatomía y fisiología. Ed. Panamericana. Disponible en Eureka: <https://biblioteca.utp.edu.co/recursos-electronicos/327/libros-electronicos/>

7. Herramientas técnicas de soporte para la enseñanza

Componente	Herramienta	Finalidad pedagógica
Suite de simulación	MATLAB	Permitir prácticas de registro, filtrado, modelado y simulación cuantitativa de los sistemas estudiados.
Entorno virtual de aprendizaje	Google Classroom	Publicar materiales, gestionar tareas y calificaciones, y articular flujos de retroalimentación en un espacio accesible desde cualquier dispositivo.
Equipamiento de laboratorio	Sistemas de ECG, EMG y ECG.	Adquisición segura de datos reales
Bases de datos	PhysioNet; conjuntos de datos médicos en Kaggle.	Proveer datasets clínicos y de investigación para análisis e interpretación.
Redacción y elaboración de	Suite de Google y Overleaf	Facilitar la generación de



	informes		informes técnicos, y presentaciones para la entrega de resultados de talleres y proyectos.
	Evaluación interactiva	Cuestionarios en tiempo real (Google Forms)	Monitorear comprensión inmediata, fomentar participación y ajustar el ritmo de la clase.

8. Trabajos en laboratorio y proyectos

- Esta asignatura contempla el desarrollo de actividades prácticas soportadas en el uso de herramientas de equipo de laboratorio y de software para analizar, simular y asimilar los conceptos en torno a los sistemas fisiológicos.

9. Métodos de aprendizaje

El curso combina clases magistrales participativas con actividades prácticas y colaborativas que permiten al estudiante conectar la teoría con aplicaciones clínicas reales. Cada semana se introduce un bloque temático mediante exposición dialogada, apoyada en demostraciones cortas de instrumentación, videos de procedimientos médicos y discusión guiada de preguntas detonantes.

La asimilación de contenidos se consolida a través de talleres de simulación y laboratorios en vivo. En estos, los estudiantes adquieren señales ECG, EMG o EEG con equipos de laboratorio, procesan los datos en MATLAB o Python y comparan resultados con criterios clínicos. Para el bloque de imágenes médicas, se utilizan conjuntos DICOM y herramientas de código abierto (3D Slicer) que permiten experimentar con filtros de realce y segmentación. Además, se programan debates éticos basados en estudios de caso (Código de Núremberg, Buenas Prácticas Clínicas), fomentando la reflexión sobre la responsabilidad profesional.

El aprendizaje cooperativo se materializa en un proyecto final por equipos, donde los estudiantes diseñan un prototipo de diagnóstico asistido por computador empleando extracción de características y algoritmos de aprendizaje automático. El proyecto se registra se documenta en Overleaf y se presenta en un coloquio abierto, fortaleciendo las habilidades de comunicación técnica en español e inglés. De esta forma, el curso integra explicación magistral, práctica experimental, reflexión ética y trabajo de ingeniería aplicada, asegurando el logro de los resultados de aprendizaje de la asignatura.

10. Métodos de evaluación

Teniendo en cuenta el **Acuerdo 29 de 2006** del Consejo Académico, las evaluaciones se llevarán a cabo en los siguientes momentos:

- **Actividades y talleres de profundización (Porcentaje de la materia: 10 %):** Serie de ejercicios guiados, estudios de caso, análisis de lecturas y debates que abarcan todos los temas del curso. Su objetivo es reforzar la comprensión teórica y favorecer el análisis crítico de situaciones reales en



fisiología e ingeniería. Se realizan de forma continua y están alineados principalmente con RAA-1 y RAA-4

- **Laboratorios y simulaciones de señales fisiológicas (Porcentaje de la materia: 24 %):** Prácticas presenciales y virtuales que incluyen:
 - Ósmosis y simulación del potencial de acción en MATLAB.
 - Registro ECG y análisis hemodinámico.
 - Espirometría y flujo respiratorio.
 - Registro EEG con sistema OpenBCI.
 - Análisis de la marcha y EMG de superficie.

Cada laboratorio se documenta en un informe técnico y/o notebook de simulación. Evalúa la capacidad de adquirir, procesar e interpretar señales fisiológicas. Están alineados con RAA-2 y RAA-3.

- **Evaluación Parcial 1 (Porcentaje de la materia: 22 %):** Examen escrito que abarca: introducción a la fisiología y anatomía, niveles físicos de los procesos biológicos, biología celular y génesis del potencial de acción. El estudiante debe explicar principios fundamentales y relacionarlos con los mecanismos de señalización bioeléctrica. Se aplica antes de la semana 6 y está alineado con RAA-1.
- **Evaluación Parcial 2 (Porcentaje de la materia: 22 %):** Examen escrito centrado en el sistema cardiovascular (ECG y hemodinámica) y el sistema respiratorio (mecánica ventilatoria y flujo de aire). El estudiante interpreta trazados fisiológicos y resuelve problemas cuantitativos relacionados con presión, flujo y volumen. Se realiza antes de la semana 11 y se alinea con RAA-1 y RAA-2.
- **Evaluación Parcial 3 (Porcentaje de la materia: 22 %):** Examen escrito que cubre el sistema nervioso central (EEG y ritmos corticales) y el sistema óseo-muscular (biomecánica de la marcha y EMG). El estudiante analiza registros experimentales y discute su correlato funcional. Se aplica antes de la semana 15 y está alineado con RAA-2 y RAA-3.

Este esquema equilibrado vincula teoría, práctica y comunicación técnica, garantizando la evaluación progresiva de los conocimientos y competencias definidos en los Resultados de Aprendizaje de la Asignatura.