FICHA IDENTIFICATIVA

Datos de la Asignatura

Código	44771
Nombre	Mecanismos básicos de regulación y control
Ciclo	Máster
Créditos ECTS	3.0
Curso académico	2024 - 2025

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
2231 - Máster Universitario en Ingeniería Biomédica	Facultad de Medicina y Odontología	1	Primer cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Carácter
2231 - Máster Universitario en Ingeniería Biomédica	15 - Complementos de formación	Optativa

Coordinación

Nombre	Departamento
CALVO SAIZ, CONRADO JAVIER	190 - Fisiología

RESUMEN

El interés central de este curso es establecer las bases para el estudio de sistemas de regulación y control de las grandes funciones corporales que permiten la estabilidad y funcionamiento normal del individuo, así como sus aplicaciones en el ámbito de la Ingeniería Biomédica. El funcionamiento normal de las grandes funciones requiere la continua adaptación y regulación de mecanismos básicos de control para mantener las propiedades fisicoquímicas del medio (homeostasis). Estos sistemas son dinámicos, adaptativos, no lineales y generalmente realimentados (automáticos), sujetos a una oscilación intrínseca en sus condiciones óptimas, y a la influencia de factores externos e internos que los modifican. Se pretende que el alumno sea consciente de identificar los componentes básicos de los sistemas de control, su representación y simbología, así como las bases biofísicas y de aspectos relativos al comportamiento dinámico de estos sistemas independientemente de su tipología y/o complejidad. La asignatura introduce los principios de automatismo, es decir el estudio de sistemas dinámicos que ante cualquier estímulo, presentan una evolución en el tiempo para su compensación y/o adaptación. Para ello, se abordan y recuerdan los fundamentos de comportamiento biofísico de estos sistemas.

Además, la asignatura pretende dotar al alumno no solo de los conceptos básicos de regulación y control, con ejemplos y aplicaciones específicos, sino el conocimiento sobre el análisis y cuantificación de estos sistemas de control, los principios y leyes para su formulación y la simulación de su dinámica y evolución temporal ante cualquier estímulo o fallo. Este comportamiento dinámico y realimentado, propio de sistemas de control fisiológicos, también aparece en la compresión y análisis de sistemas realimentados artificiales con aplicación en la ingeniería biomédica, donde se pretende suplir externamente el fallo de un sistema de regulación fisiológico.

El formato de las clases incluye clases magistrales didácticas, seminarios de resolución de problemas numéricos relacionados con el control por retroalimentación y fundamentos biofísicos de los sistemas estudiados, sesiones prácticas sobre aplicaciones de medida, análisis y cuantificación de los sistemas automáticos fisiológicos, discusiones y dinámicas de grupo en relación a la literatura principal. Además, se plantea la defensa de un trabajo final de la asignatura en grupo, original, en relación a nuevas investigaciones y aplicaciones de los sistemas de control fisiológicos y biológicos.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

Otros tipos de requisitos

Requisitos o recomendaciones previas:
Haber cursado o estar cursando las asignaturas Morfología y función I y II.
Se recomiendan conceptos fundamentales de biofísica, matemáticas y análisis estático básico de sistemas con aplicación biológica, aunque se repasarán en la asignatura.

COMPETENCIAS (RD 1393/2007) // RESULTADOS DEL APRENDIZAJE (RD 822/2021)

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RD 1393/2007) // SIN CONTENIDO (RD 822/2021)

C1. Conocimiento sobre los mecanismos básicos de regulación fisiológicos de grandes funciones.

C2. Conocimiento sobre la terminología y simbología en la interpretación y análisis de sistemas de control. Clasificación, elementos y propiedades.

C3. Conocer ejemplos y aplicaciones generales de sistemas de control fisiológicos, identificando cada uno de sus elementos, tipo de realimentación y características.

C4. Demostrar que conoce y comprende los mecanismos básicos de control de las funciones, factores que los modulan y las interrelaciones entre los aparatos y sistemas en los distintos niveles de organización.

C5. Conocer e identificar los parámetros y elementos fundamentales de los mecanismos homeostáticos y de regulación así como sus variaciones derivadas de la interacción con el entorno.

C6. Conocer los fundamentos biofísicos fundamentales de los sistemas fisiológicos bajo estudio.

C7. Conocer cómo se plantea el proceso de formulación, identificación de parámetros e inclusión de datos experimentales, modelización y simulación de un proceso automático.

C8. Conocer cómo funcionan los sistemas de control fisiológico para proporcionar los fundamentos para diseñar estrategias terapéuticas desde la perspectiva de la ingeniería biomédica centrada en el ser humano.

C9. Demostrar pensamiento racional, crítico y práctico sobre la fisiología del control cuantitativa hacia el análisis, simulación y / o estimación de sus propiedades.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. INDICE

Bloques y unidades didácticas

Bloques:
- Introducción a los mecanismos básicos de automática y control.
- Regulación general de grandes sistemas fisiológicos.
- Bases de automática fisiológica y biofísica aplicadas al control de grandes funciones.
- Análisis y cuantificación de sistemas de control fisiológico.
- Introducción al modelado y simulación de los sistemas de control fisiológicos.

Unidades didácticas:
Tema I. Conceptos generales. Naturaleza y principios básicos de automatismo corporal.
Tema II. Técnicas experimentales y clínicas de evaluación funcional del control autónomo.
Tema III. Sistemas generales de regulación y control de las grandes funciones.
Tema IV. Mecanismos básicos, elementos e interacciones. Regulación y realimentación.

Tema V. Bases de la oscilación y amortiguación de sistemas de control.
Tema VI. Generalidades del análisis y cuantificación del control en sistemas realimentados.
Tema VII. Introducción al análisis y cuantificación del control autónomo cardiovascular.
Tema VIII. Introducción al análisis y cuantificación del control autónomo de la termorregulación.
Tema IX. Introducción al análisis y cuantificación de otros sistemas de control.
Tema X. Modelado, simulación y síntesis de los sistemas de control.
Tema XI. Síntesis de sistemas de control y aplicaciones en la ingeniería biomédica.

2. BLOQUE I. Introducción a los mecanismos básicos de automática y control

Tema I. Conceptos generales. Naturaleza y principios básicos del automatismo y los sistemas de control fisiológicos. Adaptación y realimentación negativa y positiva. Sistemas dinámicos y automática básica. Tipología y complejidad.
Tema II. Técnicas experimentales y clínicas de evaluación funcional del control autónomo. Técnicas de evaluación del automatismo corporal. Pruebas y tests para la evaluación del control por el sistema nervioso. Técnicas experimentales.

3. BLOQUE II. Regulación general de grandes sistemas fisiológicos

Tema III. Sistemas generales de regulación y control de grandes funciones. Regulación de grandes sistemas y su carácter retroalimentado.
Tema IV. Mecanismos básicos, elementos e interacciones. Aspectos básicos de la regulación y realimentación de grandes sistemas.

4. BLOQUE III. Bases de la automática y biofísica aplicadas al control de grandes funciones

Tema V. Bases de la oscilación y amortiguación de los sistemas de control fisiológico. Concepto de oscilación de un sistema retroalimentado. Tipos y características.
Tema VI. Generalidades del análisis y cuantificación de los sistemas de control realimentados. Aspectos cuantitativos y técnicas de análisis de los sistemas de control realimentados.

5. BLOQUE IV. Análisis y cuantificación de sistemas de control fisiológico

Tema VII. Introducción al análisis y cuantificación del control autónomo cardiovascular. Leyes de funcionamiento y aplicaciones de la adaptación del sistema de control cardiovascular. Fundamentos de mecánica de fluidos. Control autónomo cardiovascular. Problemas numéricos.
Tema VIII. Introducción al análisis y cuantificación del control autónomo de la termorregulación. Leyes fundamentales de termodinámica y termorregulación. Mecanismos de transmisión de calor y leyes que las gobiernan. Análisis y cuantificación del control autónomo de la termorregulación. Problemas numéricos.
Tema IX. Generalidades de análisis y cuantificación del control en otros sistemas.

6. BLOQUE V. Introducción al modelado y simulación de los sistemas de control fisiológico

Formulación, modelado y simulación de los sistemas de control. Aplicación al análisis y la síntesis de sistemas automáticos de control.
Tema X. Modelado, simulación y síntesis de los sistemas de control. Introducción a la formulación, identificación de parámetros, modelado y simulación de sistemas de control fisiológicos.
Tema XI. Síntesis de sistemas de control y aplicaciones en la ingeniería biomédica. Aplicación y análisis, modelado y simulación del sistema de control del metabolismo glucémico. Introducción a mecanismos básicos de control del sistema. Identificación, efectos e interacciones. Simuladores de terapias. Modelado del sistema y análisis de los efectos de la dieta y el ejercicio.

7. PROGRAMA PRÁCTICO (10h, 8h de prácticas + 2h de seminarios)

S1-. Técnicas de valoración funcional del control autónomo. Análisis y cuantificación del sistema de control autónomo motor. (1h)
P1-. Análisis y cuantificación del sistema de control autónomo cardiovascular. (2h)
S2-. Seminarios de problemas de automática básica y biofísica. (1h)
P2-. Control mecánica de fluidos vascular. Obtención experimental de la resistencia hidrodinámica y simulaciones del control y adaptación vascular. (2h)
P3-. Termodinámica, termografía y el sistema de control de la termorregulación. Termografía y comprobación experimental de la ley Stefan-Boltzman. (2h)
P4-. Modelado fisiológico y simulación del control realimentado glucémico. Sistema de control glucosa-insulina. Aplicación a la síntesis de sistemas automáticos de control en bioingeniería. Efectos de la dieta y el ejercicio. (2h)

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	20,00	100
Prácticas en laboratorio	10,00	100
Asistencia a eventos y actividades externas	5,00	0
Elaboración de trabajos en grupo	15,00	0
Elaboración de trabajos individuales	5,00	0
Estudio y trabajo autónomo	20,00	0
Lecturas de material complementario	5,00	0
Preparación de actividades de evaluación	25,00	0
Preparación de clases de teoría	10,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	5,00	0
Resolución de casos prácticos	20,00	0
Resolución de cuestionarios on-line	10,00	0
TOTAL	**150,00**	

METODOLOGÍA DOCENTE

El formato de la metodología docente incluirá:

Clases teóricas: Exposición sistemática del temario mediante clases magistrales didácticas e interactivas (con apoyo audiovisual y TIC) donde se plantearán supuestos de aplicación sobre modificaciones y actuaciones de sistemas básicos de control, discusiones de grupo de la literatura primaria y resolución de problemas cuantitativos relacionados con el control de retroalimentación de los sistemas fisiológicos. Cada estudiante deberá estar bien preparado cada sesión, ya que habrán preguntas y cuestionarios inesperados.;

Sesiones prácticas: Observación y realización de procedimientos para potenciar el pensamiento práctico sobre la adaptación y control, sobre técnicas de evaluación funcional y diagnósticas de la automática corporal con un enfoque cuantitativo y de análisis, así como su aplicación médica y de la ingeniería biomédica. Aplicación sobre el control adaptativo y conceptos fundamentales de automática y biofísica de los sistemas bajo estudio. Se promoverá el trabajo en grupo y el autoaprendizaje activo.;

Seminarios: Discusión de casos prácticos y numéricos de relevancia al control automático y regulación de sistemas;

Docencia tutorizada: Preparación de un trabajo final y exposición de trabajos de revisión, prácticos u originales, relacionados con la identificación y cuantificación de los sistemas básicos de control así como nuevas aportaciones en la comprensión de los factores que afectas a la regulación de estos sistemas. Además se pone a disposición de los alumnos los recursos de la asignatura para el estudio y desarrollo autónomo de los conceptos y métodos estudiados.

EVALUACIÓN

Sistema de evaluación de la asignatura

Las competencias de esta asignatura y rendimiento académico serán evaluados mediante:

- Evaluación objetiva mediante un examen final (60%) que constará de:

- Prueba objetiva con 20 preguntas de respuesta múltiple.

- Prueba de respuesta abierta. Se propondrán 6 preguntas sobre supuestos de adaptación o conceptos fundamentales relevantes a la asignatura.

- Prueba sobre análisis y cuantificación de problemas de automática y/o biofísica como los analizados en la asignatura. Dos problemas.

- Presentación de un proyecto final asignado al inicio de la asignatura (20%).

- Evaluación continua, permanente y progresiva del aprendizaje (20%):

- Participación activa de las actividades presenciales. Discusión y respuestas a los problemas y cuestiones en clase.

- Entregables. Preparación y presentación de los casos y problemas trabajados en los seminarios, así como los cuestionarios y actividades de prácticas de laboratorio.

Requerimientos: Necesariamente la evaluación objetiva deberá superarse con al menos un 5. Es necesaria la asistencia al menos del 50% de prácticas y seminarios. Las clases teóricas son 100% presenciales. Se considerará no presentado a al alumno que no se presente a ningún elemento de evaluación programados en la convocatoria de evaluación.

REFERENCIAS

Básicas

- Libros de texto:

Khoo MC Physiological Control Systems. IEEE Press Wiley & Sons Inc. New Jersey. 2000.

Boron, WF and Boulpaep EL. Medical Physiology, 2nd Ed. (2012) Saunders, Elsevier, Philadelphia, PA, USA

Fernández J., Galindo G. Automatic control sistems in biomedical engineering. Springer Int. Publishing AG 2018

Wood AW. Physiology, biophysics and biomedical engineering. CRC Press. A Taylor and Francis Group. Boca Raton, FL. 2012.

BERNE R, LEVY M. Fisiología (4ª ed.). Elsevier-Mosby, 2009.

Cobelli C, Carson E. Introduction to Modeling in Physiology and Medicine. Academi Press. 2008.

Hall, JE. Guyton and Hall. Textbook of Medical Physiology. 13ª ed. Elsevier. Philadelphia. 2016

Iglesias P. And Ingalis B. Control theory and systems biology. MIT Press. 2010.

Complementarias

- TRESGUERRES JAF. Fisiología Humana (3ª ed.). Mc Graw Hill-Interamericana, 2005.
  CARDINALLI DP. Neurociencia Aplicada. Panamericana, 2007.
  POCOCK G, RICHARDS CD. Fisiología humana. La base de la Medicina (2ª ed.). Masson, 2005.
  Villar R, López C, Cussó F. Fundamentos físicos de los procesos biológicos. ECU Ed.