



Formulario de Aprobación Curso de Actualización 2013

Asignatura: Ingeniería Biomédica

Profesor de la asignatura <sup>1</sup>: Prof. Ing. Franco Simini, profesor titular, Universidad de la República  
(título, nombre, grado o cargo, Instituto o Institución)

Otros docentes de la Facultad: Asistente Dra. Karina Rando y Ayudantes Ing. Eduardo Santos, Ing. Rodolfo Grosso, D.I. Luciana Urruty y Br. Florencia Arbó, todos con cargos de otras facultades, radicados en el NIB.  
Docentes fuera de Facultad: Prof. Dr. Javier Hurtado, Prof. Agr. Dra. Liliana Gadola, Facultad Medicina.

Instituto ó Unidad: Instituto Ingeniería Eléctrica (IIE)

Departamento ó Area: Núcleo de Ingeniería Biomédica (NIB) de las Facultades de Medicina e Ingeniería -  
Departamento de Sistemas y Control del IIE. <sup>1</sup> Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.

Fecha de inicio y finalización: segundo semestre del año 2013  
Horario y Salón: martes 17:30 a 19:30. Salón 001  
Horas Presenciales: 60 horas de clase y laboratorio (total 120 horas entre estudio y presenciales)  
Arancel: 8.000 pesos uruguayos

**Público objetivo y Cupos:** Proyectistas de equipos biomédicos, técnicos de empresas que instalan y mantienen equipos biomédicos, responsables de mantenimiento de instituciones de salud, administradores y otros funcionarios cuya responsabilidad está vinculada a los equipos biomédicos. Máximo 10 participantes en calidad de actualización por orden de inscripción. Justificación: las sesiones de laboratorio necesitan elementos electrónicos como osciloscopios que existen en cantidad limitada en el NIB.

**Objetivos:** Profundizar los conocimientos de los profesionales que tienen a su cargo el desarrollo de equipos, la evaluación o la gestión de equipamiento médico. Colaborar con las Empresas del ramo para capacitar el personal técnico superior en los elementos básicos del proyecto de instrumentación biomédica derivado de elementos de fisiología. Se privilegia el enfoque multidisciplinario para resolver problemas de toma de datos biológicos, presentación de señales e imágenes y ejecución de funciones de terapia y prótesis.

**Conocimientos previos exigidos:** Título de ingeniero electricista o equivalente, título de técnico en electrónica o similar de la Universidad del Trabajo (UTU) o licenciado en ciencias y en todos los casos alguna experiencia de trabajo en desarrollo de equipos, en ingeniería clínica, en mantenimiento de equipos médicos o en áreas afines. Se requieren conocimientos previos en sistemas lineales, electrónica analógica y procesamiento digital.

**Conocimientos previos recomendados:** Los docentes sugieren además que los inscriptos hayan aprobado materias de Electrónica analógica y digital y de Procesamiento de señales.

**Metodología de enseñanza:**  
(comprende una descripción de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura y su distribución en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

- Horas clase (teórico): 32
- Horas clase (práctico): 0
- Horas clase (laboratorio): 20
- Horas consulta: 4
- Horas evaluación: 4
  - Subtotal horas presenciales: 60
- Horas estudio: 44
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 16
- Horas proyecto final/monografía: 0
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 120

### Forma de evaluación:

Los docentes siguen el proceso de aprendizaje de los estudiantes mediante los laboratorios y dos pruebas parciales. Primer prueba parcial (40 puntos): abarca la primera mitad de los temas y los dos primeros laboratorios. Para presentarse el estudiante debe haber aprobado los dos laboratorios y tener 6 asistencias a las clases teóricas. Segunda prueba parcial (40 puntos): abarca la segunda mitad de los temas y los dos últimos laboratorios y tiene los mismos requisitos que el primer parcial. El conjunto de los 4 laboratorios es evaluado sobre 20 puntos. Aprueban los estudiantes con más de 60 puntos y 16 como mínimo en cada parcial. La nota de los aprobados será ajustada al terminar el curso mediante un oral opcional a juicio de la mesa.

### Temario:

#### Introducción a la Ingeniería Biomédica

Ejemplos de proyectos y actividades. Clasificación de equipos, características del proyecto de equipos para uso en humanos, normativas de seguridad, modelo general de equipo biomédico. Pasantías internados, módulos de Taller. Organización del curso.

#### Conducción eléctrica tisular

Potencial de membrana celular. Tejido excitable, potencial de acción y su propagación. Funciones que cumple el sistema de automatismo y conducción cardíaco en condiciones fisiológicas

#### Electrocardiografía y desfibrilación

Sistema de conducción eléctrica del corazón. ECG, cardiodesfibriladores

#### Seguridad eléctrica del paciente y del operador

Efectos de la electricidad sobre el cuerpo humano, instalaciones eléctricas, formas de distribución en hospitales. Ruido y calidad de señales, fugas e interferencias. Criterios de proyecto y seguridad. Norma IEC60601. Medidas de tierra.

#### Sistema cardiovascular y medidas de presión

Anatomía y fisiología del sistema cardiovascular. Los dos circuitos: el mayor y el menor. Movimiento de sangre en el corazón. Presión sistólica y diastólica. Medidas de presión sanguínea: transductores. Gasto cardíaco y métodos para su medida.

#### Fisiología renal. Hemodiálisis y tratamiento de agua

Fisiología renal. Funciones de filtración, reabsorción y secreción. Biofísica de la hemodiálisis. Intercambio transmembrana. Hemodiálisis y composición del baño. Proyecto de un equipo de diálisis. Seguridad en la hemodiálisis Diálisis peritoneal.

#### Tratamiento de agua para hemodiálisis.

#### Fisiología respiratoria y espirometría

Modelo de pulmones, resistencia y complacencia pulmonar, bucles de presión-volumen y presión-flujo, medidas de trabajo respiratorio. Medida y transductores de flujo aéreo. Proyecto de equipos de medida de parámetros de la mecánica ventilatoria. Simulador de paciente para verificación de ventiladores mecánicos.

#### Ventilación mecánica y ventiladores

Parámetros ventilatorios. Tipos y generaciones de ventiladores. Modos ventilatorios: controlado, asistido y espontáneo. Modos de control: por volumen, por presión y otros. Elementos para el proyecto de ventiladores. Pulmones artificiales y simuladores.

#### Anestesia y carros de anestesia

Fisiología y profundidad de la anestesia. Procesamiento EEG y proyecto de equipos de estimación de índices del estado vigilia.

#### Sistema Gástrico y medidas de presión de uso diagnóstico

El aparato digestivo en su anatomía y fisiología básica. Transductores de presión y proyecto de equipos de medida gástrica.

#### Marcapasos

Tipos de marcapasos y desfibriladores. Funciones que cumple el sistema de automatismo y conducción cardíaco en condiciones fisiológicas. Elementos funcionales activos y de protección de un marcapaso destinado a asegurar la conducción aurículo-ventricular. Elementos de proyecto de un marcapasos.

#### Teoría de electrodos

Interface electrodo electrolito, polarización. Electrodo Ag/AgCl. Equivalente eléctrico de un electrodo. Tipos de electrodos internos, externos, microelectrodos y "patch clamp".

#### Electrobisturías

Teoría. Modos monopolar y bipolar. Proyecto del generador de RF, tipos de electrodos y de placas. Normas de seguridad.

#### Diseño de equipos biomédicos centrados en el usuario

Métodos de relevamiento de necesidades, inclusión del usuario paciente y del usuario médico. Elementos de diseño industrial aplicados a los equipos biomédicos.

#### Proyecto de equipos biomédicos y gestión mantenimiento.

Modelos de mantenimiento, relaciones contractuales entre fabricante, empresa de mantenimiento e instituciones usuarias de equipos biomédicos. Pliegos de licitación para compra y mantenimiento. Documentación en la historia clínica de cada equipo.

### Bibliografía:

- Franco Simini "Ingeniería Biomédica: perspectivas desde el Uruguay" Universidad de la República 2007, ISBN 9974-0-0343-1  
John G. Webster, "Medical Instrumentation: Application & Design", John Wiley, New York, 1997, ISBN 0471-1-5368-0  
John G. Webster, "Bioinstrumentation", John Wiley, New York, 2003, ISBN 0471263273.  
Mark Saltzman "Biomedical Engineering: bridging Medicine and Technology" Cambridge UPress, ISBN 978-0-521-84099-6, 2009