



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

## Programa de INGENIERÍA CLÍNICA

### 1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

Ingeniería Clínica

### 2. CRÉDITOS

8 créditos

### 3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

Brindar a los estudiantes una formación interdisciplinaria que les permita aplicar la ingeniería biomédica y sus herramientas conceptuales a la gestión eficiente de equipamiento biomédico e instalaciones de hospitales. Proveer herramientas conceptuales y metodológicas de gestión de tecnología biomédica, para desempeñarse profesionalmente en hospitales. Desarrollar una visión integral para identificar y dimensionar los problemas asociados al uso de la tecnología médica. Presentar las funciones de gestión que cumple un departamento de ingeniería clínica en un hospital. Potenciar habilidades para desempeñarse en ambientes de trabajo multidisciplinarios. Propiciar la vinculación de la Universidad con el medio promoviendo la Extensión e Investigación en Ingeniería Clínica. Favorecer la formación de profesionales capaces de comprometerse con la Salud Pública desde el punto de vista tecnológico.

### 4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

- Horas clase (teórico): 30
- Horas clase (práctico): 0
- Horas clase (laboratorio): 20
- Horas evaluación: 4
- Horas clase de consulta: 6
- Subtotal horas presenciales: 60
- Horas estudio: 44
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 16
- Horas de proyecto final/monografía: 0

2  
Dol

Formato Aprobado por resolución N°113 del CFI de fecha 04.07.2017

Total de horas de dedicación del estudiante: 120

- producción de oxígeno en planta industrial, tanque de oxígeno criogénico, tubos de respaldo de oxígeno, generación de aire comprimido medicinal, generación de vacío medicinal, acumulación de otros gases, distribución de gases por cañerías, tomas de gases medicinales, elementos de control y monitoreo.
9. Sistema de monitoreo SCADA en un hospital: uso de SCADA en hospitales, tipos de arquitectura, implementación: diseño, distribución y comunicaciones, identificación de tableros con sus módulos y señales. Manejo de alertas. Estadísticas y documentación de operación del hospital.
  10. Instalaciones para diálisis y tratamiento de agua: Baño de hemodiálisis, circuito de baño de hemodiálisis, clasificación del agua, cloración, PH del agua, dosificación de cloro, prefiltración, filtros de sedimentación, ablandador, filtro de carbón activado, sanitización, metasulfito de sodio, ósmosis inversa, ósmosis, presión osmótica, tanque de almacenamiento, desinfección, controles, hemodiálisis en línea (HDF on-line), planta ultra pura, monitoreo.
  11. Fisiopatología respiratoria y ventilatoria: intercambio gaseoso pulmonar, bomba muscular respiratoria, músculos respiratorios, diafragma, sistema de control de la respiración. Ventilación mecánica y modos de ventilación mecánica, alternativas: membrana de oxigenación extracorpórea. Exploración funcional del aparato respiratorio y trabajo muscular respiratorio.
  12. Principios físicos y evolución de la ventilación mecánica: mecánica respiratoria, resistencias de la vía aérea, componente elástico de pulmón y pared de tórax, modelo simplificado del aparato respiratorio, medida de flujo y volumen, neumotacógrafo, flujo aéreo, presión de vía aérea, presión esofágica o pleural, volumen integrado. Historia de la ventilación mecánica y lecciones aprendidas en las sucesivas generaciones de ventiladores mecánicos.
  13. Partes y proyecto de ventiladores mecánicos: ventilación mecánica, ventiladores mecánicos, humidificadores, monitorización, modos ventilatorios, mecánica ventilatoria, especificaciones técnicas, diagrama de bloques, bloque neumático inspiratorio, bloque neumático inspiratorio, bloque electrónico, reguladores de presión, sensores de flujo, válvulas de control de flujo, sensores de oxígeno, sensores galvánicos, sensores paramagnéticos, válvula espiratoria, mantenimiento, calibración y ajuste, verificación funcional, seguridad eléctrica, complementos, precios en el mercado.
  14. Mantenimiento de ventiladores mecánicos y máquinas de anestesia: Ciclo ventilatorio mecánico, circuito de paciente, protecciones y cuidados, sistemas anti-polución activos y pasivos. Máquina de anestesia, gases medicinales, diagrama de bloques de una máquina de anestesia, circuito de anestesia, sistemas de seguridad anti-hipoxia, rotámetros, flujómetros, vaporizadores. Monitoreo, SpO2, capnógrafo. Mantenimiento de máquinas de anestesia
  15. Proyecto de acondicionamiento térmico y aséptico de aire. acondicionamiento de aire, esquema de una instalación de acondicionamiento de aire, detalle del acondicionador de aire. Acondicionamiento de aire en quirófanos. Normas 416/00, 586/009, 003/008 y 219/009 del MSP, salas limpias y zonas anexas, valores de referencia, movimientos de aire, control de parámetros, certificación de salas blancas y otras áreas asistenciales.
  16. Centro de materiales, esterilización y autoclaves: lavado, desinfección, esterilización. Normas generales y 643/92 MSP. Estructura de central de esterilizaciones, flujos y

16. Centro de materiales, esterilización y autoclaves	(1)(3)	(12)(13)
17. Servicio post venta de equipos de imagenología	(2)(3)	(7)(8)

### 6.1 Básica

1. Simini, Franco (2007). Ingeniería Biomédica: Perspectivas desde el Uruguay. Montevideo: Universidad de la República
2. Organización Mundial de la Salud (2012). Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos: garantizar un mejor acceso, calidad y uso de los dispositivos médicos. Ginebra: Ediciones de la OMS
3. Iadanza, Ernesto (2020). Clinical Eng. Handbook. New York: Elsevier
4. Hess, Dean (2014). Respiratory Care. p.p. 79:1794.
5. ISO (2016). International Standard ISO 13485 Medical Devices – Quality management systems, Requirements for regulatory purposes, Geneva, ISO
6. IEC (2005). International Standard IEC 60601-1 Medical electrical equipment – Part 1: General requirements for basic safety and essential performance. Geneva, ISO

### 6.2 Complementaria

7. Yadin, David. & Bronzino, Joseph (2003). Clinical engineering. Washington: CRC Press
8. Haretche, Álvaro (2012). Estándares de evaluación y seguimiento para la mejora de la calidad de los Institutos de Medicina Altamente Especializada. Montevideo: Fondo Nacional de Recursos
9. Webster, John (2020) "Medical Instrumentation: Application & Design", John Wiley, New York,, ISBN 978-1119457336
10. Dentch, Milton P. (2017). The ISO 9001:2015 Implementation Handbook. Wisconsin: ASQ Quality Press
11. Abuhav, Itay (2018). ISO 13485:2016 A complete guide to quality management in the medical device industry. ISO 13485. Florida: CRC Press
12. Asociación de Esterilización del Uruguay (2020). Montevideo: AESTU Publicaciones.
13. Normas y Decretos del Ministerio de Salud Pública del Uruguay (2020).

## 7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

**7.1 Conocimientos Previos Exigidos:** Los conocimientos indispensables para seguir la unidad curricular.

Teoría de Circuitos, Programación para Ingeniería Eléctrica y Electrónica Fundamental.

**7.2 Conocimientos Previos Recomendados:** Los conocimientos complementarios que pueden ayudar a un mejor aprovechamiento del curso.

**ANEXO A**

**Para todas las Carreras**

Esta primera parte del anexo incluye aspectos complementarios que son generales de la unidad curricular.

**A1) INSTITUTO**

Instituto de Ingeniería Eléctrica

**A2) CRONOGRAMA TENTATIVO**

Semana 1	Tema 1. Ingeniería Clínica, oportunidades profesionales, medicina e ingeniería (2 hrs de clase)
Semana 2	Tema 2. Modelos de mantenimiento y relaciones de cooperación entre industria, usuarios e investigación (2 h hrs de clase)
Semana 3	Tema 3. Mantenimiento de equipos biomédicos en base a objetivos de disponibilidad (2 hrs de clase)
Semana 4	Tema 4. Gestión y ejecución del mantenimiento de equipos biomédicos y su documentación (2 hrs de clase)
Semana 5	Tema 5. Seguridad de equipos biomédicos e instalaciones de hospitales. (1 hrs de clase) Tema 6. Normas ISO 9001 – 13485 y de Seguridad 60601 (1 hrs de clase) Práctico 1. Redacción de licitaciones y de ofertas de equipos biomédicos (4 hrs de clase)
Semana 6	Tema 7. Proyecto de instalaciones eléctricas y de datos de un hospital (2 hrs de clase)
Semana 7	Tema 8. Proyecto de instalaciones (gases medicinales, agua, etc.) de un hospital (2 hrs de clase)
Semana 8	Tema 9. Implementación de un sistema de monitoreo SCADA en un hospital (2 hrs de clase)
Semana 9	Tema 10. Instalaciones para diálisis y tratamiento de agua (2 hrs de clase) Práctico 2. Planta de tratamiento de agua: rutinas de mantenimiento de instalación de agua para diálisis (4 hrs de clase)
Semana 10	Tema 11. Fisiopatología respiratoria y ventilatoria (2 hrs de clase)
Semana 11	Tema 12. Principios físicos y evolución de la ventilación mecánica (2 hrs de clase)
Semana 12	Tema 13. Partes y proyecto de ventiladores mecánicos (2 hrs de clase)
Semana 13	Tema 14. Mantenimiento de ventiladores mecánicos y máquinas de anestesia (2 hrs de clase) Práctico 3. Taller de ventiladores mecánicos y máquinas de anestesia con simulador de paciente y gases medicinales (4 hrs de clase)
Semana 14	Tema 15. Proyecto de acondicionamiento térmico y aséptico de aire (1 hrs de clase) Tema 16. Centro de materiales, esterilización y autoclaves (1 hrs de clase) Práctico 4. Medidas de conformidad de parámetros de ventilación mecánica en el laboratorio (4 horas de clase).
Semana 15	Tema 16. Centro de materiales, esterilización y autoclaves (1 hrs de clase) Tema 17. Servicio post venta de equipos de imagenología de gran porte (1 hrs de clase)

**ANEXO B para la carrera de Ingeniería Eléctrica**

(Un anexo distinto para cada carrera que tome la unidad curricular. En caso de que a dos o más carreras les corresponda información idéntica en este anexo, se utilizará el mismo anexo, explicitando cuáles son todas esas carreras.)

Esta(s) parte(s) del anexo incluye(n) los aspectos que son particulares de cada carrera que tome la unidad curricular.

**B1) ÁREA DE FORMACIÓN**

El área de formación (materia, según la anterior nomenclatura) identifica las grandes áreas temáticas ligadas a un sector de la ciencia o de la técnica. Cada comisión de carrera evaluará a qué área de formación corresponde la unidad curricular.

Electrónica

**B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS**

Curso:

Examen de Teoría de Circuitos o Sistemas Lineales 1

Examen de Programación para Ingeniería Eléctrica o Programación 2

Examen de Electrónica Fundamental o electrónica 1.

Examen: No aplica

AS  
Quival

ANEXO B para la carrera de Ingeniería Industrial Mecánica

B1) ÁREA DE FORMACIÓN

Otras

B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Curso:

200 créditos aprobados

Examen:

curso de Ingeniería Clínica

APROB RES. DE FAC. ING.  
30/11/2021 Exp. 000180-501522-21