



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

VISTO:

El Expte. de la Universidad Nacional de Córdoba N° 0066605/2013, por el cual el Director de la Escuela de INGENIERÍA BIOMÉDICA, solicita la aprobación del Programa de la Asignatura TEORÍA DE REDES Y CONTROL, la que pasa a ser de cero horas, a los efectos de cumplimentar con el requerimiento N° 2 de la Resolución de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) N° 85/13, dentro del proceso de acreditación de la Carrera, por lo que se exige explicitar la descripción de las actividades prácticas de las actividades prácticas y teóricas, los contenidos analíticos, la bibliografía, las metodologías de enseñanza y las formas de evaluación en el programa analítico de la asignatura mencionada; y

CONSIDERANDO:

Que la presente solicitud se origina por las Resoluciones de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) N° 85/13 dentro del proceso de acreditación que las Carreras deben cumplimentar;

Que según la normativa vigente, Ordenanza N° 01-HCD-99, 05-HCD-99 y 331-T-2009, son las Escuelas de las Carreras, los órganos que tienen por función la modificación y/o actualización de los Planes de Estudios y los departamentos Didácticos – Científicos, de implementación de los solicitado por las Escuelas;

Que la Escuela de INGENIERÍA BIOMÉDICA, fundamenta la presente solicitud a fs. 09;

Lo informado por la Secretaría Académica Área Ingeniería a fs. 10;

Lo aconsejado por la Comisión de ENSEÑANZA;

Lo tratado y aprobado en sesión del día de la fecha por unanimidad;

EL H. CONSEJO DIRECTIVO DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

RESUELVE:

Art. 1º).- Aprobar el Programa Sintético y Analítico de la Asignatura TEORÍA DE REDES Y CONTROL que como ANEXO I forma parte de la presente Resolución.



*Man*





## LINEAMIENTOS GENERALES

### Situación de contexto:

La asignatura **Teoría de Redes y Control**, de acuerdo al Plan de Estudios 22305, versión 3, está en el tercer año, sexto semestre del ciclo de la carrera de **Ingeniería Biomédica (223)**, Departamento de Electrónica, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

Esto la sitúa al medio del ciclo y presupone en el alumno una base elemental de matemáticas así como el manejo de esquemas metodológicos básicos para encarar la resolución de problemas. Tiene dos materias directamente correlativas: Electrotecnia General y Máquinas Eléctricas y Teoría de Señales.

En la asignatura en la que se abordan los temas básicos de las redes eléctricas: su análisis y síntesis, y del control automático: realimentación, modelo matemático, respuesta temporal, lugar geométrico de raíces, etc. Se asocian a procesos físicos y aplicaciones técnicas, buscando despertar en el estudiante el interés en su identificación y posibles aplicaciones. Es materia fundamental de soporte teórico para otras áreas de interés tecnológico, como es la Robótica, la Mecatrónica, La Automatización y la Instrumentación. Se trata además de introducir al estudiante en el uso de herramientas de cómputo para modelado y simulación, tales como el MATLAB Y SIMULINK.

Es deseable realizar un enfoque del programa orientándolo hacia particularidades propias de la biomédica para promover en el alumno la reflexión crítica, desarrollando el pensamiento científico en sus aspectos operativos y formativos, así como desarrollar en el alumno habilidades para la abstracción y la modelización de los sistemas dinámicos que se presentan en el mundo real, con la incorporación de nuevas herramientas y destrezas que le permitirán ponerse en contacto con diseños bioingenieriles que le serán de utilidad en su vida profesional.

## METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA

Las clases son de tres tipos: teóricas, prácticas y de laboratorio.

Las clases teóricas se organizan sobre la base de presentación del tema por parte del docente del teórico, destacando los conceptos más importantes y la ilustración de los mismos con ejemplos simples, casos tipos, que permitan entender los conceptos teóricos expuestos.

Las clases prácticas se estructuran sobre la resolución de problemas por parte de los alumnos, que deben integrar en una carpeta de carácter obligatorio, con la asistencia y direccionamiento permanente del docente asistente para un aprovechamiento óptimo del tiempo. Se orientará a los estudiantes para la resolución de ejercicios fuera del horario de clases, en forma individual

Las clases de laboratorio consisten en la indagación de desarrollos realizados en el Laboratorio del Grupo Robótica y Sistemas Integrados (GRSI) de la Facultad Regional Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba (UNC), y en la utilización de software de simulación de circuitos eléctricos para verificar los conceptos y soluciones obtenidas en las clases teóricas y prácticas.

Se inducirá al estudiante a la incorporación de herramientas informáticas de aplicación en la temática de la materia mediante actividades complementarias (Taller de uso de MATLAB, dictado en GRSI).



*Rum,*

**Objetivos:**

La materia tiene fundamentalmente los siguientes objetivos:

- adquirir las capacidades de construir modelos de circuitos lineales utilizando la frecuencia compleja
- obtener sus funciones de excitación y de transferencia, analizarlos en el tiempo
- analizar la respuesta de sistemas en el dominio de la frecuencia sometidos a entradas senoidales mediante diagramas de Bode
- analizar y especificar cuadripolos adaptadores y correctores
- analizar y diseñar secciones de filtros pasivos y activos
- comprender el lenguaje, formalismo, principios y métodos de la teoría de control automático
- modelar sistemas dinámicos mediante ecuaciones diferenciales (modelos térmicos, mecánicos, electrónicos e hidráulicos)
- conocer y utilizar los métodos de análisis de respuesta temporal transitoria y permanente de sistemas dinámicos lineales
- entender la estabilidad absoluta y relativa de sistemas realimentados
- diseñar los modelos de controladores en base a especificaciones de comportamiento

Una vez aprobada la materia, el alumno debe estar en capacidad de:

- Identificar los conceptos de la teoría de control para sistemas lineales a parámetros concentrados, invariables en el tiempo, con ejemplificación en equipos y procesos (con aplicación a la bioingeniería y equipos biomédicos). A partir de esta formación básica, el estudiante podrá extender los conocimientos a sistemas no lineales.
- Realizar modelos matemáticos de sistemas dinámicos reales representables por ecuaciones diferenciales lineales y no lineales.
- Estudiar los elementos del lazo de realimentación, conocer su tecnología y tener criterio para hacer adopciones de los distintos componentes del lazo.
- Conocer el diseño de sistemas realimentados y el estudio de la estabilidad de los mismos.
- Predecir el comportamiento de sistemas realimentados en el campo temporal, aplicándolo a casos particulares de control en los procesos más relevantes en ingeniería (en particular de bioingeniería).
- Entender la compensación de sistemas realimentados en base a requisitos de funcionamiento temporal

**Modalidad del dictado:**

Régimen de cursado: Obligatorio

**EVALUACIÓN**

Durante el cursado de la asignatura será calificado en las siguientes instancias:

- Evaluación continua: por su participación en el desarrollo de las clases teórico-prácticas y el cumplimiento de las consignas dadas (conceptual).
- Dos exámenes parciales prácticos.
- Presentación de carpeta de problemas resueltos.
- Informe de las prácticas de laboratorio.
- Examen teórico integrador (coloquio).



*Kear*

**Condiciones de regularización:**

1. Tener aprobadas las materias correlativas.
2. Asistir al 80% de las clases teóricas, prácticas y de laboratorio.
3. Aprobar dos exámenes parciales prácticos con nota no inferior a 4 (cuatro) puntos, implica el 60% del contenido correcto. Sólo se puede recuperar un parcial.
4. Aprobar las prácticas de laboratorio
5. Presentar y aprobar la carpeta de solución de problemas desarrollados en las clases prácticas.

**Condiciones de promoción (sin examen final):**

1. Tener aprobadas las materias correlativas.
2. Asistir al 80% de las clases teóricas, prácticas y de laboratorio.
3. Aprobar dos exámenes parciales prácticos con nota no inferior a 6 (seis) puntos, implica el 70% del contenido correcto.
4. Aprobar las prácticas de laboratorio.
5. Presentar y aprobar la carpeta de solución de problemas desarrollados en las clases prácticas.
6. Aprobar un examen teórico integrador (coloquio) con nota no inferior a 6 (seis) puntos, implica el 70% del contenido correcto.

La nota final se calculará promediando las notas de los parciales y del coloquio.



Ra

## CONTENIDOS TEMÁTICOS

### Desarrollo del programa:

A partir del programa de contenidos mínimos definido por la Ordenanza que fija el plan de estudios actual que comprende:

### Programa sintético:

1. Análisis de circuitos utilizando la transformada de Laplace
2. Respuesta en frecuencia
3. Cuadripolos. Definiciones. Aproximaciones
4. Teoría moderna de filtros pasivos.
5. Síntesis de Redes Activas
6. Generalidades de los sistemas de control
7. Funciones de Transferencia de sistemas físicos
8. Análisis de los servomecanismos en el dominio temporal
9. *Técnica del Lugar de Raíces*
10. Compensación de sistemas realimentados
11. Controladores industriales.

### Contenidos Temáticos:

#### **1. Análisis de circuitos utilizando la transformada de Laplace**

La transformada de Laplace. Teorema de los valores inicial y final. Circuitos equivalentes en el dominio "s". Elementos pasivos: R, L y C. Fuentes independientes. Resolución de circuitos con ayuda de la transformada de Laplace. Método de las mallas y de los nudos. Teoremas de redes: Superposición, Transferencia, Thevenin y Northon.

#### **2. Respuesta en frecuencia**

Análisis de la respuesta en frecuencia. Gráficas de la respuesta en frecuencia Diagrama de Bode (diagrama asintótico): ejemplo de trazado. Diagrama de Nyquist. Obtención de la respuesta en frecuencia con MATLAB.

#### **3. Cuadripolos. Definiciones. Aproximaciones.**

Definición. Convención de signos. Parámetros z, y, h, g, ABCD: definición, propiedades, circuitos equivalentes. Tabla de conversión de parámetros. Cuadripolos equivalentes: T y  $\pi$ . Interconexión de cuadripolos serie, cascada, paralelo.

#### **4. Teoría moderna de filtros pasivos**

Introducción: filtro ideal. Secciones básicas: pasa bajos, pasa altos, pasa banda, eliminación de banda. Realizabilidad. Aproximación de Butterworth y de Chebyshev.

#### **5. Síntesis de redes activas**

Introducción al diseño de redes activas. Circuito con amplificador operacional: inversor, no inversor, sumador. Compensador Proporcional, Derivativo e Integral.

#### **6. Generalidades de los sistemas de control**

Introducción a los sistemas de control. Generalidades. Definiciones. Sistemas de Lazo Abierto y Lazo Cerrado. La realimentación y sus efectos. Requisitos Básicos y Elementos constitutivos de un Sistema de Control. Los Sistemas de Control Automático (SCA) en la Ingeniería. Ejemplos de aplicación.



*Wes*

**7. Funciones de Transferencia de sistemas físicos**

Modelización matemática de sistemas físicos. Ecuaciones diferenciales. Sistemas mecánicos. Sistemas eléctricos. Análogos. Función de Transferencia. Diagrama en bloques. Álgebra de bloques. Grafos de fluencia. Fórmula general de Mason.

**8. Análisis de los servomecanismos en el dominio temporal**

Introducción. Señales de entrada tipo para la respuesta en el dominio temporal de los servosistemas. Respuesta en régimen permanente. Respuesta transitoria. Sistema de primer orden. Sistema de segundo orden. Estabilidad absoluta y relativa. Criterio de Routh Hurwitz.

**9. Técnica del lugar de raíces**

Introducción. Condiciones básicas del Lugar de Raíces. Reglas para el trazado del Lugar de las Raíces. Aplicación de la técnica del Lugar de Raíces a la solución de raíces de un polinomio. Ejemplos de aplicación. Uso de MATLAB.

**10. Compensación de sistemas realimentados**

Introducción. Procedimiento de diseño de compensación por el método del Lugar de Raíces. Compensación por adelante de fase. Compensación por atraso de fase.

**11. Controladores industriales**

Controladores industriales típicos. ON-OFF. Proporcional. Proporcional Integral (PI). Proporcional Derivativo (PD). Proporcional, Integral y Derivativo (PID). Efecto de los controladores. Casos de aplicación.

**ACTIVIDADES PRACTICAS Y/O DE LABORATORIO****Objetivos**

Otorgar a los estudiantes experiencias del funcionamiento de circuitos eléctricos/electrónicos simples diseñados especialmente y en consistencia con lo desarrollado en el teórico práctico, a través del conocimiento de los mismos en base a mediciones realizadas con instrumental del Laboratorio de Electrónica.

Validar los conocimientos teóricos mediante el acercamiento a situaciones reales, pertinentes a nuestra asignatura.

**Propuesta metodológica**

Al inicio de cada ciclo de clases se publicará el cronograma de actividades que incluirá los trabajos prácticos y actividades de laboratorio.

Las actividades en el Laboratorio amplían y complementan los conceptos teóricos y la visión de los alumnos sobre la realidad en la temática proporcionando una mejor comprensión a los sistemas controlados de distinta naturaleza y sus aplicaciones.



*Kesu*

**DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA HORARIA**

DEDICADA POR EL ALUMNO EN CLASE

ACTIVIDAD		HORAS
TEÓRICA		32
PRÁCTICA	EJERCICIOS	10
	RESOLUCION DE PROBLEMAS DE INGENIERÍA	10
	FORMACIÓN EXPERIMENTAL	10
	ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO	10
	PRÁCTICA SUPERVISADA	0
<b>TOTAL DE LA CARGA HORARIA</b>		<b>72</b>

DEDICADA POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD		HORAS
TEÓRICA		46
PRÁCTICA	EJERCICIOS	40
	RESOLUCION DE PROBLEMAS DE INGENIERÍA	0
	FORMACIÓN EXPERIMENTAL	10
	ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO	0
	PRÁCTICA SUPERVISADA	0
<b>TOTAL DE LA CARGA HORARIA</b>		<b>96</b>

**BIBLIOGRAFÍA**

- Circuitos Eléctricos – Joseph Edminister– 3º Edición
- Ingeniería de los circuitos eléctricos – Skilling
- Análisis de Redes – Van Valkenburgh
- Networks Synthesis – Van Valkenburgh
- Ingeniería en Comunicaciones – Everitt y Anner
- Redes eléctricas: Síntesis – Tuttle
- Network Modern Filters – Cassell
- Síntesis de Sistemas de Control – Truxell
- Principles of Active Networks Synthesis and Design – Gobind Daryanani
- Retroalimentación y Sistemas de Control – Joseph Distefano III - Serie Schaum
- Sistemas Automáticos de Control - Benjamín Kuo
- Ingeniería de Control Moderna - Katsuhiko Ogata
- Sistemas Realimentados de Control - John J. D'azzo -Houpis
- Modern Control System - Dorf
- Chemical Process Control – George Stephanopoulos Editorial: Prentice Hall Int.
- Ingeniería de Control – William Bolton

*[Handwritten signature]*  
 Prof. Ing. DANIEL LAGO  
 SECRETARIO GENERAL  
 Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA



*[Handwritten signature]*  
 Prof. Ing. ROBERTO E. TERZARROL  
 DECANO  
 Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales  
 Universidad Nacional de Córdoba