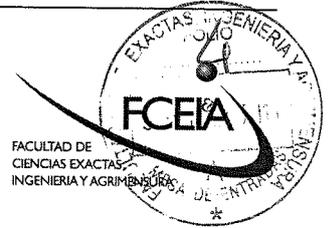


Programa de  
**Sistemas y Señales II**



Código/s: A7

**Identificación y características de la Actividad Curricular**

Carrera/s:	Ingeniería Electrónica		
Plan de Estudios:	2014	Carácter:	Obligatoria
Bloque/Campo:	Tecnologías Básicas	Área:	Sistemas y Señales
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimestre:	6º [ECA]		
Carga horaria:	80 hs. / 5 hs. semanales	Formato curricular:	Asignatura
Escuela:	Ingeniería Electrónica	Departamento:	Control
Docente responsable:	KOFMAN, Ernesto		

**Programa Sintético**

Modelos externos e internos de sistemas lineales y estacionarios en tiempo continuo y discreto: criterios de estabilidad. Respuesta temporal, análisis en el espacio de estados. Sistemas lineales y estacionarios realimentados en tiempo continuo y discreto: análisis por lugar de las raíces y mediante respuesta en frecuencia (criterio de Nyquist, diagrama de Bode, estabilidad relativa). Filtros analógicos: diseño de función transferencia e implementación circuital de filtros pasivos. Aproximaciones clásicas de Butterworth y Chebyshev. Diseño de filtros digitales de respuesta al impulso finita e infinita. Conceptos básicos de líneas de transmisión. Adaptación de impedancias.

**Asignaturas Relacionadas**

Previas:	A3 - Sistemas y Señales I, FI2 - Ingles II
Simultaneas Recomendadas:	
Posteriores:	A13 - Fundamentos de las Comunicaciones Eléctricas, A15 - Dispositivos y Circuitos Electrónicos II, A17 - Teoría de Control

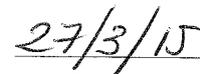
**Vigencia desde 2016**

  
Firma Profesor

Fecha

Con el aval del Consejo Asesor:

  
Ing. VICTOR CULASSO  
Director  
Firma Aprob. Escuela  
Esc. Ing. Electrónica

  
Fecha



## Características generales

La asignatura, en primer lugar, avanza sobre las herramientas de análisis de sistemas lineales introducidas en Sistemas y Señales I, extendiendo las mismas para los sistemas realimentados e incorporando los conceptos de modelos internos. Estas nuevas herramientas y conceptos son fundamentales para estudiar sistemas dinámicos y para analizar y diseñar sistemas de control, tópicos abarcados en materias posteriores del plan (Dinámica de los Sistemas Físicos y Teoría de Control).

En segundo lugar, la asignatura abarca el diseño y análisis de filtros selectores de frecuencia, tanto en el dominio analógico como en el digital. Esta temática es fundamental para casi todas las ramas de la Ingeniería Electrónica.

Por último, se introducen conceptos de líneas de transmisión y de adaptación de impedancias que son muy importantes principalmente en los sistemas de comunicación.

En cuanto a las estrategias de enseñanza, la asignatura tiene un fuerte contenido teórico y conceptual que requiere de clases teórico prácticas para introducir los nuevos conceptos y familiarizar al alumno con las técnicas de análisis, cálculo y diseño que se incorporan. A su vez, se presentan también herramientas de software que facilitan la aplicación de dichas técnicas. Estas herramientas de software se presentan en las clases teórico prácticas y se utilizan por parte de los alumnos en la realización de trabajos prácticos.

La evaluación consiste en parciales teórico prácticos, que abarcan tanto los conceptos como las técnicas a través de problemas. Esta evaluación se complementa con los trabajos prácticos y un trabajo final integrador, donde el alumno debe resolver, apoyado por el uso de software, un problema complejo que involucra los conocimientos impartidos en toda la materia.

## Objetivos

Se pretende que el alumno sea capaz de:

- Analizar el comportamiento cualitativo y cuantitativo de sistemas dinámicos lineales en tiempo continuo y en tiempo discreto, utilizando técnicas temporales y frecuenciales y considerando casos de lazo abierto y de realimentación.
- Analizar, diseñar y sintetizar filtros selectores de frecuencia analógicos y digitales.
- Analizar distintas características de las líneas de transmisión y resolver problemas de adaptación de impedancias.

## Contenido Temático

Unidad 1. Elementos de Análisis de Sistemas Lineales y Estacionarios

1.1. Modelos Matemáticos de Sistemas en Tiempo Continuo y Discreto:

1.1.1. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Función Transferencia, Ecuaciones de Estado y Diagramas de Bloques.

1.1.2. Ecuaciones en Diferencias, Función Transferencia Discreta, Ecuaciones de Estado Discretas y Diagramas de Bloques.

1.1.3. Interconversión de Modelos.

1.2. Análisis Sobre Modelos Externos Continuos y Discretos

1.2.1. Criterios de Estabilidad: Routh-Hurwitz, Transformación Bilineal y Jury.

1.2.2. Respuesta al Escalón de Sistemas de Primer y Segundo Orden.

1.2.3. Polos dominantes.

1.3. Análisis Sobre Modelos Internos (continuos y discretos)



- 1.3.1. Solución de la ecuación de estado.
- 1.3.2. Diagonalización y Forma canónica de Jordan.
- 1.3.3. Trayectorias de Sistemas de Segundo Orden (Retratos de Fase).
- 1.3.4. Estabilidad Interna.
- 1.3.5. Vinculación entre modelos internos y externos.
- 1.4. Análisis y Simulación de Sistemas Dinámicos Mediante Software.
- 1.4.1. Interconversión de Modelos y Análisis de Estabilidad con Herramientas de Software.
- 1.4.2. Elementos de Discretización y Aproximación Numérica.

## Unidad 2. Análisis de Sistemas Lineales Realimentados

- 2.1. Análisis Directo de Sistemas Realimentados (continuos y discretos)
  - 2.1.1. Modelos de sistemas realimentados (FT y EE).
  - 2.1.2. Efectos de la realimentación (ganancia, ancho de banda, sensibilidad, etc.)
  - 2.1.3. Errores en estado estacionario.
  - 2.1.4. Uso de software para el modelado y análisis de sistemas realimentados.
- 2.2. Lugar Geométrico de las Raíces (continuo y discreto).
  - 2.2.1. Propiedades y construcción del LGR.
  - 2.2.2. Implementación en herramientas de software.
- 2.3. Análisis de Estabilidad mediante Respuesta en Frecuencia
  - 2.3.1. Principio del Argumento y Criterio de Nyquist.
  - 2.3.2. Estabilidad Relativa: Margen de Fase y de Ganancia.
  - 2.3.3. Análisis con el Diagrama de Bode.
  - 2.3.4. Sistemas de Tiempo Discreto.
  - 2.3.5. Análisis con herramientas de software.

## Unidad 3. Filtros Analógicos

- 3.1. Introducción y Conceptos básicos
  - 3.1.1. Funciones de transferencia y atenuación
  - 3.1.2. Módulo, fase y retardo de grupo
  - 3.1.3. Transmisión sin distorsión
  - 3.1.4. Selectores de frecuencia: Pasa Bajo (PB), Pasa Alto (PA), Pasa Banda (PBn), Rechaza Banda (RBn)
  - 3.1.5. Características de la Respuesta en Frecuencia y al Escalón de los Filtros Ideales
- 3.2. Filtros reales
  - 3.2.1. Plantillas
  - 3.2.2. Especificaciones de frecuencia complementarias: Selectividad, Frecuencia central, Ancho de banda relativo.
- 3.3. Diseño de la Función Transferencia de un Filtro Real
  - 3.3.1. Función Característica
  - 3.3.2. Procedimiento General de Diseño mediante la Ecuación de Feldtkeller
  - 3.3.3. Polos de pérdida y Ceros de Reflexión
  - 3.3.4. Normalización de frecuencia y Diseño de Filtros Pasabajos Normalizados
  - 3.3.5. Transposición de frecuencia: PB a PA, PB a PBn, PB a RBn.
  - 3.3.6. Aproximaciones clásicas de Butterworth y Chebyshev. Otras aproximaciones clásicas.
  - 3.3.7. Diseño de Función Transferencia mediante Software.
- 3.4. Implementación Circuitual de Filtros Pasivos
  - 3.4.1. Estructura del filtro pasivo.
  - 3.4.2. Filtros LC Escalera.
  - 3.4.3. Implementación de Filtros Pasivos Clásicos.

## Unidad 4. Filtros digitales

- 4.1. Principios Básicos del Filtrado Digital de Señales
  - 4.1.1. Muestreo de Señales Analógicas



- 4.1.2. Filtros Digitales Ideales
- 4.2. Diseño de Filtros Digitales de Respuesta al Impulso Finita (FIR):
  - 4.2.1. Filtros FIR Simétricos y Antisimétricos
  - 4.2.2. Respuesta al Impulso de los Filtros Ideales
  - 4.2.3. Diseño con ventanas de filtros de fase lineal.
- 4.3. Diseño de Filtros Digitales de Respuesta al Impulso Infinita (IIR):
  - 4.3.1. Diseño a partir de filtros analógicos.
  - 4.3.2. Transformación bilineal con frecuencia de matching.
- 4.4. Herramientas de software para diseño de Filtros Digitales

#### Unidad 5. Líneas de Transmisión.

- 5.1. Introducción.
- 5.2. Derivación de las Ecuaciones de una Línea de Transmisión.
- 5.3. Línea sin Pérdidas: Ecuación del Telegrafista y su solución.
- 5.4. Línea con Pérdidas
  - 5.4.1. Solución en Régimen Permanente Senoidal (RPS).
  - 5.4.2. Línea de Bajas Pérdidas
  - 5.4.3. Línea sin Distorsión.
- 5.5. Línea conectada a una carga en RPS
  - 5.5.1. Coeficiente de reflexión
  - 5.5.2. Impedancia resultante
  - 5.5.3. Tensión y corriente a lo largo de una línea sin pérdidas
- 5.6. Adaptación de impedancias

### Modalidades de enseñanza-aprendizaje

La asignatura cuenta con clases teórico-prácticas, en las cuales se introducen los nuevos conceptos, las nuevas técnicas de análisis y diseño y las herramientas de software que implementan dichas técnicas. Durante estas clases, se desarrollan los temas y se resuelven problemas, tanto en el pizarrón como sobre la computadora. Como material de apoyo para las clases se cuenta con transparencias elaboradas por la cátedra que abarcan todos los temas de la asignatura. En cuanto al software, se presentan en todo momento herramientas comerciales y alternativas de software libre.

Por otro lado, se desarrollan también 3 trabajos prácticos donde los alumnos deben resolver diversos problemas aplicando las técnicas que se imparten en la materia y utilizando herramientas de software.

Los alumnos cuentan también con un apunte que abarca la totalidad de la asignatura incluyendo ejercicios, cuya resolución es fuertemente recomendada por la cátedra. Adicionalmente, hay una colección de ejercicios de parciales anteriores resueltos por la cátedra.

Como complemento a las clases teórico prácticas, los alumnos cuentan además con horarios de consulta todos los días de la semana.

### Actividades de Formación Práctica

Las Actividades de Formación Práctica consisten en 3 trabajos prácticos donde los alumnos deben resolver diversos problemas aplicando las técnicas que se imparten en la materia y utilizando herramientas de software.



Nº	Título	Descripción
1	Análisis de Sistemas Lineales	En este trabajo los alumnos deben estudiar el comportamiento del modelo de un Motor de Corriente Continua, analizando mediante simulaciones la respuesta dinámica del mismo ante distintas condiciones iniciales.
2	Análisis de Sistemas Lineales Realimentados	Este trabajo es continuación del anterior y los alumnos deben estudiar el comportamiento de un Motor de Corriente Continua realimentado mediante distintas estrategias.
3	Diseño de Filtros Analógicos y Digitales	En este trabajo los alumnos deben procesar una señal de audio aplicando diversas estrategias de filtrado analógico y digital para eliminar de la misma las componentes de ruido que contiene.

## Evaluación

La evaluación consiste en

\* 4 parciales teórico prácticos:

Parcial 1- Análisis de Sistemas Lineales

Parcial 2- Análisis de Sistemas Lineales Realimentados

Parcial 3- Filtros Analógicos y Digitales

Parcial 4- Líneas de Transmisión.

Cada parcial consta de problemas a resolver y sobre los cuales hay que responder algunas preguntas conceptuales.

\* 3 trabajos prácticos que se realizan en el laboratorio de informática

\*1 problema final integrador, donde el alumno debe resolver en el laboratorio de informática, apoyado por el uso de software, un problema complejo que involucra los conocimientos impartidos en toda la materia.

### Promoción

Alcanzarán la promoción de la materia quienes hayan cumplido los siguientes requisitos:

1. Aprobación de los Parciales Teóricos Prácticos (con opción a dos recuperatorios).
2. Aprobación de los 3 Trabajos Prácticos.
3. Aprobación del problema final integrador.

### Alcances de la Promoción

Los requerimientos de promoción se deberán cumplir dentro del año académico correspondiente.

### Condición intermedia

Quedarán en condición intermedia de la materia quienes hayan cumplido los siguientes requisitos:

1. Aprobación de los 3 Trabajos Prácticos.
2. Aprobación de al menos 2 Parciales Teórico Prácticos.

### Alcances de condición intermedia

La condición intermedia se mantiene hasta el nuevo dictado de la asignatura.

### Examen Final

Los alumnos en Condición intermedia deberán rendir:

Examen Teórico Práctico y problema final integrador.

Los alumnos Libres deberán realizar:

Un trabajo práctico con su correspondiente informe final y coloquio.

Examen Teórico Práctico y problema final integrador.



### Distribución de la carga horaria

#### Presenciales

Teóricas		48 Hs.
Prácticas	Experimental de Laboratorio	16 Hs.
	Experimental de Campo	0 Hs.
	Resolución de Problemas y Ejercicios	16 Hs.
	Problemas Abiertos de Ingeniería	0 Hs.
	Actividades de Proyecto y Diseño	0 Hs.
	Práctica Profesional Supervisada	0 Hs.
	<b>Total</b>	<b>80 Hs.</b>
Evaluaciones		6 Hs.

#### Dedicadas por el alumno fuera de clase

	Preparación Teórica	28 Hs.
	Preparación Práctica	24 Hs.
	Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	4 Hs.
	<b>Total</b>	<b>56 Hs.</b>

### Bibliografía básica

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
Sistemas y Señales II - Notas de Clase	Kofman, E., Haimovich, H., Migoni, G., Bortolotto, M.		2014	
Linear System Theory and Design. 3rd. Edition,	Chen, C.T	Oxford University Press	1999	
Modern Control Systems. 11th edition.	Dorf, R. C. y Bishop, R. H	Pearson Education, Inc.,	2008	
Sistemas Automáticos de Control. 7ma. edición	Kuo, B.C.	Prentice--Hall Internacional	1996	
Design of Analog Filters.	Schaumann, R. and Van Valkenburg., M.	Oxford University Press	2001	
Analog and Digital Filter Design. 2nd edition	S. Winder.	Elsevier	2002	
Procesamiento Digital de Señales – Un Enfoque Basado en Computadora, 3ra. Edición	Mitra, S. K.	Mc Graw Hill	2007	
Tratamiento Digital de Señales: Principios, Algoritmos y Aplicaciones, 3ra. Edición	Proakis, J.G. y Manolakis, D.G.	Prentice Hall	1998	
Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería	Cheng, D. K.	Pearson Educación	1998	

## Bibliografía complementaria

Título	Autores	Editorial
--------	---------	-----------

Año	Ejem.
-----	-------

## Recursos web y otros recursos

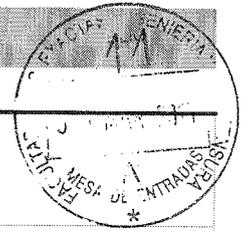
La materia cuenta con un sitio en la plataforma virtual de la Escuela de Ingeniería Electrónica:

<https://nuevocvirtual.eie.fceia.unr.edu.ar/>

En dicho sitio se encuentra disponible todo el material de la asignatura:

- \* Sistemas y Señales II. Notas de Clase; Ernesto Kofman, Hernán Haimovich, Gustavo Migoni y Mario Bortolotto.
- \* Sistemas y Señales II. Transparencias de Clases; Ernesto Kofman y Hernán Haimovich.
- \* Enunciado del Trabajo Práctico 1: Análisis de Sistemas Lineales.
- \* Enunciado del Trabajo Práctico 2: Análisis de Sistemas Lineales Realimentados.
- \* Enunciado del Trabajo Práctico 3: Diseño de Filtros Analógicos y Digitales.
- \* Enunciado de los parciales anteriores.
- \* Resolución por la cátedra de los parciales 2, 3 y 4 del año 2012.

## Cronograma de actividades



Semana	Unidad	Tema	Actividad
1	1	1.1. Modelos Matemáticos de Sistemas en Tiempo Continuo y Discreto	—
2	1	1.2. Análisis Sobre Modelos Externos Continuos y Discretos	—
3	1	1.3. Análisis Sobre Modelos Internos (continuos y discretos)	—
4	1	1.4. Análisis y Simulación de Sistemas Dinámicos Mediante Software.	Trabajo Práctico 1
5	2	2.1. Análisis Directo de Sistemas Realimentados (continuos y discretos)	Parcial 1
6	2	2.2. Lugar Geométrico de las Raíces (continuo y discreto).	—
7	2	2.3. Análisis de Estabilidad de sistemas realimentados mediante Respuesta en Frecuencia	—
8	2	2.3. Análisis de Estabilidad de sistemas realimentados mediante Respuesta en Frecuencia	Trabajo Práctico 2
9	3	3.1 Filtros Analógicos: Introducción y Conceptos básicos 3.2 Filtros Reales 3.3. Diseño de la Función Transferencia de un Filtro Real	Parcial 2
10	3	3.4. Implementación Circuitual de Filtros Pasivos	—
11	4	4.1. Principios Básicos del Filtrado Digital de Señales. 4.2. Diseño de Filtros Digitales de Respuesta al Impulso Finita (FIR)	—
12	4	4.3. Diseño de Filtros Digitales de Respuesta al Impulso Infinita (IIR): 4.4. Herramientas de software para diseño de Filtros Digitales	Trabajo Práctico 3
13	5	5.1 Líneas de Transmisión: Introducción. 5.2. Derivación de las Ecuaciones 5.3. Línea sin Pérdidas 5.4. Línea con Pérdidas	Parcial 3
14	5	5.5. Línea conectada a una carga en RPS 5.6 Adaptación de Impedancias	—
15	5	5.6 Adaptación de Impedancias	Parcial 4
16	—	—	Recuperatorios

DUPLICADO



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS,  
INGENIERIA Y AGRIMENSURA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

"2015-Año del Bicentenario del Congreso de los Pueblos Libres"



Expediente N° 58081 S/R 054.-

Rosario, 1° de abril de 2015.-

VISTO que Secretaría Académica eleva para su aprobación el programa de la asignatura A7 "Sistemas y Señales II", vigente a partir del año 2016, correspondiente al Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Electrónica, aprobado por Resolución C.S. N° 372/14.-

CONSIDERANDO:

Que el mismo responde a los lineamientos establecidos en la Resolución N° 869/14 – C.D. (Formulario de Programas de asignaturas de las distintas carreras que se cursan en esta Facultad).-

Que el tema fue tratado y aprobado en la reunión del Consejo Directivo del día de la fecha.-

Por ello,

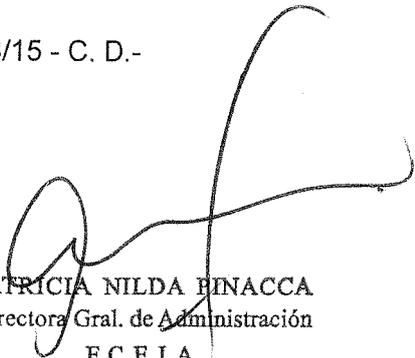
EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS EXACTAS, INGENIERIA Y AGRIMENSURA  
RESUELVE:

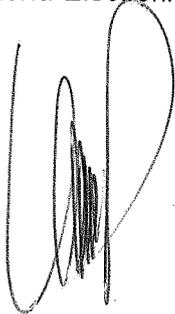
ARTÍCULO 1º: Aprobar el programa de la asignatura A7 "Sistemas y Señales II", vigente a partir del año 2016, correspondiente al Plan de Estudios de la carrera Ingeniería Electrónica, aprobado por Resolución C.S. N° 372/14, cuyas fotocopias autenticadas forman parte de la presente resolución.-

ARTICULO 2º: Regístrese, comuníquese, sáquese copia, tome nota Dirección General de Administración a sus efectos, pase a conocimiento de Secretaría Académica, del Departamento Registro de Alumnos y de la Escuela de Ingeniería Electrónica, cumplido, agréguese a sus antecedentes.-

RESOLUCION N° 168/15 - C. D.-

CD
JM
JM
JM

  
PATRICIA NILDA BINACCA  
Directora Gral. de Administración  
F.C.E.I.A.

  
Ing. OSCAR E. PEIRE  
Decano - FCEIA

  
SUSANA B. MIGLIORANZA  
Directora Operativa  
Consejo Directivo F.C.E.I.A.