

<b>Carrera INGENIERIA EN ELECTRONICA</b>		
<b>Asignatura [3715]- [Teoría de Circuitos IV]</b>		
<b>Trayecto Electrónica Analógica</b>		
<b>Año académico 2023</b>		
<b>Responsable / jefe de cátedra Ing. Marcelo Márquez</b>		
<b>Carga horaria semanal 4hs</b>	<b>Carga horaria total 64hs</b>	<b>Créditos</b>
<b>Modalidad: Presencial</b>		
<b>Correlativas anteriores: [3709]</b>		<b>Correlativas posteriores: no tiene</b>
<b>Conocimientos necesarios Teoría de Circuitos I, II, III</b>		

<b>Equipo docente</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Título</b>
Marcelo A. Márquez	Adjunto	Ingeniero en Electrónica
Germán Eloy Cardozo	Jefe de Trabajos Prácticos	Ingeniero en Electrónica

#### **Descripción de la asignatura**

Teoría de Circuitos IV, se sustenta en los conocimientos adquiridos en Física, Matemáticas y en la Teoría de los Circuitos Eléctricos.

Es en base a estos conocimientos, que el alumno adquirirá las habilidades necesarias para poder elaborar, con un consistente criterio profesional, los distintos modelos matemáticos que permitan desarrollar (sintetizar) aquellas redes eléctricas que cumplan con las especificaciones de diseño establecidas.

El ingeniero tendrá en sus manos, una multiplicidad de alternativas para concretar estos requerimientos, y es de esta multiplicidad que, por el criterio del profesional a cargo del proyecto, se deberá concretar en la solución optimizada para tal fin.

Teoría de Circuitos IV, complementa los conocimientos adquiridos en Teoría de Circuitos III, de manera de trabajar sobre la síntesis de filtros eléctricos pasivos y activos, con el manejo de gráficos, ábacos y tablas de diseño cómo, además dispondrá de las herramientas y conceptos esenciales que le facilitarán cursar e interpretar adecuadamente los temas específicos relacionados con la Electrónica Analógica, el Control, las Comunicaciones.

Al concluir la asignatura manejará la Teoría Moderna de Filtros con soldadura y habrá aplicado la mayoría de los conocimientos adquiridos en módulos anteriores hasta lograr su dominio. Sabrá por lo tanto aproximar las especificaciones o requerimientos mediante un adecuado modelo matemático y no tendrá inconvenientes en sintetizarlo haciendo uso tanto de redes tanto pasivas como activas y empleando estructuras analógicas y/o digitales.

#### **Metodología de enseñanza**

La metodología que se aplica en la Cátedra está comprometida con la búsqueda de la modalidad más adecuada a cada situación particular que se presenta, teniendo en cuenta la personalidad del alumno, la situación particular que se presenta, el contexto, los contenidos y los medios disponibles.

Las estrategias adoptadas para los distintos niveles de conocimiento son: CONOCER, COMPRENDER, APLICAR, SINTETIZAR y EVALUAR.

Para lograrlas, se aplica la exposición dialogada, donde el docente expone el tema, alternando con preguntas, mientras que el estudiante recibe los conceptos vertidos por el docente, incorpora los contenidos temáticos, interviene, en una suerte de interacción dinámica para

aprovechar el intercambio de experiencia y transferencia tecnológica de sus profesores y extraer conclusiones.

El alumno tendrá una guía de ejercicios, desarrollada por unidades temáticas, que permitirán en la resolución de las diferentes situaciones allí planteadas, las actividades de debate en clase, que servirán, para afianzar los contenidos teóricos explicados en clases.

Se contará con trabajos prácticos de laboratorio, para ensayar fundamentalmente, filtros eléctricos tanto pasivos como activos, de manera de entender los conceptos relacionados con las técnicas de diseño de estos cuadripolos.

Las clases tendrán básicamente contenido teórico-práctico. En la parte práctica se guiará a los alumnos en la resolución de situaciones que persiguen como finalidad, la fijación de los conocimientos teóricos adquiridos.

La evolución del proceso de enseñanza aprendizaje tiene carácter de permanente e integral y contempla la adquisición de conocimientos (aspecto este que se observa de manera específica en cuatro momentos durante el ciclo lectivo), la formación de actitudes, el desarrollo de capacidades de análisis, destrezas y habilidades para encontrar información y resolver situaciones que se le presentan.

1. El dictado de la materia se dividirá en clases teóricas y de realización de trabajos prácticos y un proyecto final integrador.
2. En las clases de contenido teórico se desarrollarán los temas teóricos establecidos en el programa analítico según planificación adjunta.
3. En las clases prácticas los alumnos, orientados por los docentes a cargo de las mismas, resolverán problemas de aplicación de los temas vistos en clase. Las guías de trabajos prácticos estarán disponibles con anterioridad a la fecha de realización de cada uno de los trabajos. Dado el tiempo disponible, los docentes procederán al planteo de los objetivos de cada trabajo y orientarán al alumnado en cuanto a la metodología de realización. Los trabajos prácticos a desarrollar en el curso permitirán una evaluación continua.
4. En razón de la diversidad temática de la asignatura, y con el objeto de posibilitar una adecuada fijación de conocimiento por parte de los alumnos, se han previsto la presentación de trabajos de investigación sobre los temas teóricos tratados, con el objetivo de poder alcanzar el saber necesario para la implementación de un proyecto integrador.

### **Objetivos de aprendizaje**

Al concluir el presente curso de Teoría de Circuitos IV el alumno estará en condiciones de resolver los más variados problemas asociados al análisis y la síntesis de redes lineales, tanto pasivas como activas.

No tendrá inconvenientes en obtener, a partir del conocimiento de una red eléctrica, su modelo matemático y reconocer a partir de éste su funcionamiento.

Será capaz de expresar matemáticamente un conjunto de requerimientos o especificaciones y a posteriori diseñar una red que los satisfaga.

Sabrá reconocer, casi por simple observación, los parámetros característicos de redes convertoras y adaptadoras de impedancia, atenuadores, filtros, ecualizadores de amplitud, de fase y de retardo.

Estará en condiciones de diseñar las redes antes mencionadas a partir de sus especificaciones básicas.

Manejará adecuadamente las técnicas de síntesis de dipolos y cuadripolos pasivos los que luego interconectados a amplificadores operacionales darán lugar a estructuras de filtros activos.

Será capaz de interpretar ábacos, gráficos y tablas suministradas por los fabricantes, proveedores y diseñadores de redes lineales y emplearlos adecuadamente en rutinas de diseño.

Dispondrá de las herramientas y conceptos esenciales que le facilitarán cursar e interpretar adecuadamente los temas específicos relacionados con la Electrónica Analógica, el Control, las Comunicaciones.

### **Contenidos mínimos**

Teoría Clásica de filtros  
Síntesis de funciones de transferencia  
Redes adaptadoras de impedancia  
Síntesis de filtros activos  
Teoría moderna de filtros  
Estructuras de Sallen Key y Rauch  
Concepto de filtros a condensadores conmutados

### **Competencias a desarrollar**

#### **Genéricas**

Desarrollo de una actitud profesional emprendedora.  
Aprendizaje continuo.  
Actuación profesional ética y responsable.  
Comunicación efectiva.  
Desempeño en equipos de trabajo.  
Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas

#### **Específicas**

Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería electrónica.  
Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de ingeniería electrónica.  
Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería electrónica.  
Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería electrónica. Planteo, interpretación, modelado, implementación, resolución, análisis y síntesis de circuitos y sistemas electrónicos.  
Proyecto, diseño y cálculo de sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de sistemas de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes.

### **Programa analítico**

Unidad 1	<b>Redes Adaptadoras y Atenuadoras</b> Definición e implementación de redes adaptadoras de impedancia. Adaptación en banda ancha y banda angosta. Adaptación imagen y adaptación para máxima transferencia de potencia. Diseño de redes adaptadoras. Empleo de transformadores, NIC y GYR como redes adaptadoras.
----------	---

	<p>Definición e implementación de redes atenuadoras. Atenuadores estructurados como T, Pi, doble T, T puenteado, Láttice. Atenuadores simétricos y asimétricos. Atenuadores balanceados y desbalanceados. Atenuadores de pérdidas mínimas.</p>
Unidad 2	<p><b>Teoría Clásica de filtros eléctricos</b>  El filtro ideal y el filtro real. Principio de funcionamiento. Bandas de paso y detenida, frecuencia de corte, pérdida de inserción, discriminación. La teoría clásica de filtros. Impedancia característica de una red de reactancias puras, absorción de potencia. Función propagación. Criterios para determinar las bandas de paso y detenidas. Las redes escalera como filtros.  Estructura k-constante pasa bajo. Características de atenuación y fase. Limitaciones de los filtros k-constante. Estructuras m-derivadas. Características de atenuación y fase. Frecuencia de atenuación infinita. Medias secciones adaptadoras. Transformación pasa bajo - pasa alto, pasa bajo - pasa banda.  Filtros puente o Láttice. Los resonadores piezoeléctricos como filtros. El filtro m-derivado como ecualizador de retardo. El análisis de redes de resistencia constante. Ecualizadores de amplitud y fase.</p>
Unidad 3	<p><b>Síntesis de Funciones Transferencia</b>  Estudio de las funciones transferencias. Orden de una función transferencia. Ceros de transmisión, su ubicación en el plano complejo y forma de generarlos. Transferencias de mínima fase. Diagramas polos-ceros. Síntesis de funciones transferencia sin pérdidas. Cuadripolos LC. Condiciones de realizabilidad. Trasferencias en vacío y cargadas. Síntesis mediante redes escalera.  Síntesis mediante redes Láttice simétricas y compactas. Transformación de cuadripolos balanceados en desbalanceados. Síntesis de transferencias simplemente cargadas. Síntesis de transferencias doblemente cargadas. Método de Darlington.  Síntesis de transferencias con pérdidas. Condiciones de realizabilidad. Condiciones de parte real y residuo. Condición de polo compacto. Transformación de parámetros no compactos en compactos. Ceros de transmisión. Trasferencias en vacío y cargadas. Síntesis mediante redes escalera.  Métodos de síntesis mediante cuadripolos simétricos y compactos. Método de Osaky. Método de Guillemin. Método de Fialkow-Gerst. Realización balanceada y desbalanceada. Diseño de redes de resistencia constante: balanceadas y desbalanceadas, simétricas y asimétricas.</p>
Unidad 4	<p><b>Teoría Moderna de Filtros</b>  Introducción. Comentarios acerca de las diversas técnicas y tecnologías. Ventajas y limitaciones. Especificaciones. Técnicas de aproximación: Butterworth, Chebyshev, Bessel, Cauer. Comparación entre las distintas técnicas de aproximación. Respuesta transitoria. Retardo de grupo. Los ábacos, gráficos y tablas de diseño. Obtención de la función transferencia. Los procesos de síntesis. Concepto de sensibilidad.</p>

	<p>Implementación mediante redes reactivas. Síntesis de transferencias pasa bajos. Uso de tablas. Dualidad y reciprocidad. Efectos de la disipación. Técnicas de predistorsión. Transformación pasa bajo - pasa alto.</p> <p>Filtros pasa banda. Banda ancha y banda angosta. Filtros Notch. Transformación pasa bajo - pasa banda. Implementación mediante el acoplamiento de circuitos resonantes. Técnicas de predistorsión. Estructuras pasa banda elíptica. Filtros elimina banda. Transformación de frecuencia. Implementación mediante redes reactivas. Refinamiento en el diseño de filtros LC. Selección de componentes. Mediciones, ajuste y sintonía.</p> <p>Implementación mediante redes activas. Ventajas y limitaciones de los filtros activos. Síntesis directa. Estructuras de Kuh, Linvill, Yanagisawa, Mitra, Matthew. Los métodos de simulación. La transformación de Bruton y las redes implementadas con FDNR.</p>
Unidad 5	<p><b>Síntesis de Filtros Activos</b></p> <p>Transferencias de primero, segundo y tercer orden. Estructuras de ganancia infinita y realimentación simple. Estructuras de ganancia infinita y realimentación múltiple (estructuras de Rauch) Estructuras de ganancia finita. (estructuras de Sallen-Key). Estructuras de variables de estado. Biquad (SAB y MAB) y Leapgroff. Estructuras pasa banda con NIC y GYR. Síntesis de transferencias a todo polo y elípticas. Síntesis de transferencias de orden superior. Concepto de la síntesis en cascada. Diseño usando tablas.</p> <p>Redes en el dominio temporal. Transferencias pasa todo de primer y segundo orden. Implementación mediante redes reactivas. Síntesis mediante redes activas. Diseño de líneas de retardo pasivas y activas. Ecualesadores de retardo.</p> <p>Filtros a condensadores conmutados (SC). Señales presentes en un circuito SC. Análisis de redes SC. Circuitos equivalentes en el dominio Z de las redes SC. Síntesis de filtros activos SC.</p>
Unidad 6	<p><b>Filtros Digitales</b></p> <p>Señales y sistemas digitales. Proceso de muestreo de una señal continua. Cuantificación y codificación. Comparación entre sistemas discretos y continuos. Transformada z. Transformación del plano s al plano z. Respuesta de un filtro discreto. La transformación bilineal y sus aplicaciones. Respuesta impulsiva finita e infinita. Comentarios sobre su realización. Diseños de filtros FIR. Empleo de ventanas. Diseño de filtros IIR por el método directo. Determinación del orden del filtro. Diseño de filtros IIR pasa bajos, pasa banda y elimina banda. Tecnología DSP.</p>

Planificación de actividades					
Semana	Clase	Actividad	Tipo	Duración	Unidad
Semana 1	Redes Adaptadoras y Atenuadoras		Teoría	4	1

Semana 2	Redes Adaptadoras y Atenuadoras		Teoría / Práctica	4	1
Semana 3	Teoría Clásica de filtros eléctricos		Teoría	4	2
Semana 4	Teoría Clásica de filtros eléctricos		Teoría / Práctica	4	2
Semana 5	Síntesis de Funciones Transferencia		Teoría / Práctica	4	3
Semana 6	Síntesis de Funciones Transferencia		Teoría / Práctica	4	3
Semana 7	Teoría Moderna de Filtros		Teoría / Práctica Laboratorio	4	4
Semana 8			1er Presentación 1er Trabajo Investigación	4	
Semana 9	Teoría Moderna de Filtros		Teoría	4	4
Semana 10	Teoría Moderna de Filtros / Síntesis de Filtros Activos		Teoría / Práctica	4	5
Semana 11	Síntesis de Filtros Activos		Teoría / Práctica	4	5
Semana 12	Síntesis de Filtros Activos		Teoría / Práctica de Laboratorio	4	5
Semana 13	Síntesis de Filtros Activos		Teoría / Práctica de Laboratorio	4	5
Semana 14	Filtros Digitales		Teoría	4	6
Semana 15			Presentación 2do Trabajo Investigación	4	
Semana 16			Recuperatorios	4	

### Evaluación

Para la primera evaluación de la materia Teoría de Circuitos IV, se tendrán en cuenta la resolución de una guía de ejercicios teóricos que se deberán presentar de manera parcial a lo largo del cuatrimestre.

La segunda evaluación será un trabajo de investigación sobre una aplicación vinculada a la materia. Dicho trabajo se considerará terminado con la presentación de un informe teórico y el hardware en funcionamiento. El trabajo deberá consolidar los saberes aprendidos en la materia, será un trabajo grupal pero con defensa individual.

Para reforzar el esquema de evaluación, de manera complementaria y no obligatoria, se desarrollarán trabajos prácticos de laboratorio y simulación sobre diferentes topologías de filtros pasivos y activos.

<b>Primera evaluación</b>	Semana 8	Presentación	4, 19:00 a 23:00 hs
<b>Segunda evaluación</b>	Semana 15	Presentación	4, 19:00 a 23:00 hs
<b>Recuperatorio</b>	Semana 16	Presentación	4, 19:00 a 23:00 hs

<b>Bibliografía obligatoria</b>				
<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Editorial</b>	<b>Edición</b>	<b>Año</b>
Passive, Active and digital Filters	Wai-Kai-Chen	CRC-Taylor & Francis		2006
Network synthesis	Van Valkenburg	John Wiley & Sons Inc EEUU		106.
Synthesis of passive networks	E. Guillemin	Krieger EEUU	6ta	1977
Fundamentals of Electric Circuits	Charles K. Alexander / Matthew N. O. Sadiku	Mc Graw Hill	9na	2017
The Analysis and Design of Linear Circuits	Roland E. Thomas, Albert J. Rosa, Gregory J. Toussaint	Wiley	11va	2020
Fundamentals of Modern Electric Circuit Analysis and Filter Synthesis	Afshin Izadian	Springer	1ra	2019
Design of analog filters	Rolf Schaumann, ME Van Valkenburg	Oxford		2001

<b>Bibliografía complementaria recomendada</b>				
<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Editorial</b>	<b>Edición</b>	<b>Año</b>
Basic Engineering Circuit Analysis	J. David Irwin, R. Mark Nelms	Wiley	12va	2020
Introduction to Electrical Circuit Analysis	Ozgur Ergul	Wiley		2017
Handbook of filter synthesis	A.Zverev	Wiley		1967
Handbook of operational amplifier circuit design	D.Stout-M.Kaufman	McGraw Hill		1976

<b>Otros recursos obligatorios</b>	
<b>Nombre</b>	

<b>Otros recursos complementarios</b>	
<b>Guía de Trabajos Prácticos</b>	Guía de Ejercicios para resolver ordenadas por unidad temática