



Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Buenos Aires

Departamento de Electrónica

Asignatura: Teoría de Circuitos I - Plan 95

Código:	95-0424
Clase:	Integradora Anual
Área:	Teoría de los Circuitos
Ubicación:	3er. nivel – Anual
Horas semanales:	6 (seis)

Objetivos:

Que los alumnos adquieran los conocimientos y la metodología de resolución que les permita:

- ✓ Analizar analíticamente, describir y simular computacionalmente, circuitos con diferentes elementos pasivos y su respuesta temporal ante diferentes señales aperiódicas.
- ✓ Analizar analíticamente, describir y simular computacionalmente la respuesta de circuitos pasivos ante señales periódicas y señales poliarmónicas descritas por Series de Fourier (en sus distintas representaciones) y mediante análisis fasorial.
- ✓ Analizar cuantitativamente circuitos con diferentes tipos de resonancia y predecir cualitativamente su comportamiento mediante Lugar Geométrico de Impedancia y Admitancia.
- ✓ Describir y analizar circuitos acoplados magnéticamente (acoplamientos débiles y fuertes).
- ✓ Analizar y describir el comportamiento de circuitos mediante técnicas operacionales en el dominio de la frecuencia, mediante Transformada de Fourier y Transformada de Laplace.
- ✓ Analizar y describir el comportamiento de circuitos mediante técnicas operacionales de resolución sistemática y mediante los Teoremas de los Circuitos.
- ✓ Analizar y describir el comportamiento de circuitos mediante técnicas de Variable de Estado, tanto en el dominio temporal como en el dominio transformado de Laplace mediante las ecuaciones de estado.
- ✓ Analizar y describir circuitos eléctricos combinados con Amplificadores Operacionales Ideales, en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia compleja de Laplace.
- ✓ Analizar, describir y simular computacionalmente el comportamiento de transferencias en el dominio de la frecuencia de Filtros Analógicos Activos.



Correlativas: (Ord. N° 1077/05 CS)

Para cursar:

Tener regularizadas las siguientes asignaturas:

- ✓ Física II
- ✓ Análisis Matemático II

Tener aprobadas las siguientes asignaturas:

- ✓ Análisis Matemático I
- ✓ Física I

Para Rendir:

Tener aprobadas las siguientes asignaturas

- ✓ Física II
- ✓ Análisis de Señales y Sistemas

Programa sintético:

Modelos de constantes concentradas e invariantes. Señales. Circuitos con componentes pasivos. Análisis en el dominio del tiempo. Análisis de circuitos mediante Variable de Estado. Régimen permanente sinusoidal. Régimen poliarmónico permanente. Lugares geométricos de admitancia e impedancia en el plano S. Resonancia. Análisis en el plano S de Laplace. Funciones operacionales. Análisis transitorio y permanente. Análisis frecuencial complejo mediante Variable de Estado. Resolución sistemática de circuitos. Teorema de los circuitos. Circuitos con Amplificadores Operacionales. Análisis frecuencial de circuitos. Diagramas de Bode. Análisis de Filtros Activos. Circuitos acoplados inductivamente.

Programa analítico

Unidad Temática 1. Fundamentos de la Teoría de Modelos Circuitales idealizados

Revisión de ecuaciones de elementos pasivos de circuitos eléctricos ideales (resistencia, Inductor y capacitor). Elementos con y sin memoria (causales). Fuentes de tensión y corriente ideales y reales. Sentidos de referencia. Leyes de Kirchhoff de voltaje y corrientes.

Unidad Temática 2. Señales de Excitación de Uso Frecuente

Revisión de señales continuas. Señales aperiódicas (ejemplos). Señales periódicas (ejemplos). Valores característicos (Valor medio y eficaz). Señales aperiódicas de uso frecuente. Energía y potencia de señales periódicas y aperiódicas.

Unidad Temática 3. Respuestas de circuitos con elementos pasivos en el dominio del tiempo

Respuesta de circuitos eléctricos ante diferentes señales aperiódicas. Determinación de soluciones transitoria y forzada (permanente). Definición de constantes de tiempo y establecimiento. Introducción a las variables de estado. Ecuaciones de variable de Estado. Matrices A, B, C y D. Elección de variables de estado. Determinación de orden.

Descripción de circuitos (sistemas lineales e invariantes en el tiempo), mediante “n” ecuaciones diferenciales de primer orden.



Resolución numérica de ecuaciones diferenciales de primer orden. Método de Newton. Método de Heun. Método de Runge-Kutta. Extensión a la resolución numérica de orden “n”. Introducción a la programación en MatLab. Implementación de ejemplos numéricos de respuestas de circuitos mediante MatLab. Resolución numérica de respuestas críticas, subamortiguadas y sobreamortiguadas. Uso de LT-Spice para simulación de comportamiento de circuitos pasivos.

Unidad Temática 4. Régimen permanente de circuitos excitados por señales senoidales

Fasores armónicos. Representación geométrica. Propiedades. Relación con las señales senoidales. Dominios de tiempo y de frecuencia. Obtención de la respuesta permanente para circuitos excitados por señales senoidales. Métodos de transformación. Dominio $j\omega$. Circuitos con uno y dos tipos de elemento pasivos. Diagrama fasorial. Circuitos RLC serie y paralelo. Impedancia y admitancia de excitación. Asociación en serie y paralelo. Potencias instantánea, activa, reactiva y aparente. Factores de potencia. Circuitos equivalentes serie y paralelo. Factores de mérito y de disipación.

Unidad Temática 5. Régimen permanente de circuitos excitados por señales poliarmónicas

Revisión de Serie de Fourier. Formas Exponencial, Trigonométrica y Trigonométrica Alternativa. Relaciones. Revisión de Función Operacional de un Sistema. Respuesta de sistemas lineales e invariantes en el tiempo ante fasores armónicos y ante una Serie Alternativa de Fourier. Potencia activa, reactiva, aparente y de deformación. Interpretación gráfica de potencias.

Unidad Temática 6. Lugares geométricos de los diagramas de impedancia y admitancia

Inversión en forma grafica. Método general. Inversión de rectas y circunferencias. Construcción y uso de diagramas de impedancia y admitancia. Diagramas de tensión, corriente y potencia.

Unidad Temática 7. Resonancia en circuitos simples

Resonancia de un circuito RLC serie y paralelo. Análisis cualitativo y cuantitativo para frecuencia variable. Factor de selectividad. Significado. Expresiones típicas. Ancho de banda. Relación con el factor de selectividad. Resonancia de circuitos generales. Filtros pasa banda activos de orden “n”.

Unidad Temática 8. Transformación de Laplace. Funciones operacionales en el dominio de frecuencia compleja

Revisión de Propiedades y Tabla de Laplace. Impedancias de elementos pasivos en Laplace (con y sin condiciones iniciales). Circuitos eléctricos transformados. Generadores de condiciones iniciales. Polos y ceros. Influencia de los polos de la función del circuito y la excitación transformada sobre la respuesta temporal (polos dominantes). Circuitos realimentados. Variable de Estado en el dominio de Laplace. Ejemplos de aplicación. Resolución Numérica mediante MatLab (cálculo de residuos, respuesta al escalón y transferencia de circuitos en el dominio transformado).

Unidad Temática 9. Resolución sistemática de circuitos

Tensiones y corrientes independientes. Métodos de las mallas y de los nodos. Forma matricial. Criterios de aplicación. Casos particulares y reducciones de mallas y nodos.



Unidad Temática 10. Teoremas de los circuitos

Teorema de Superposición. Teoremas de Thevenin y Norton. Teorema de máxima transferencia de energía. Rendimiento. Teorema de reducción de generadores de Millman. Transformaciones Estrella – Triángulo.

Unidad Temática 11. Amplificadores Operacionales Ideales

Amplificadores pasivos y activos. El amplificador de tensión. Resistencias de entrada y de salida, y amplificación de tensión. Efecto de la resistencia del generador y de la carga. Amplificadores diferenciales. Modo común y modo diferencial. Aplicaciones. Configuración inversora: amplificador, sumador, integrador, diferenciador, sumador-integrador. Configuración no inversora: amplificador y separador. Aplicaciones de Teoremas de Circuitos con amplificadores operacionales. El amplificador de instrumentación. Aplicaciones en Simulink y LT Spice.

Unidad Temática 12. Introducción a los circuitos en el dominio de la frecuencia

Transformada de Fourier. Revisión de Propiedades y Tabla de Transformada. Función de Transferencia. Respuesta de Amplitud y fase. Revisión de filtros ideales (Pasa Bajos, Pasa Altos, Pasa Banda y Elimina Banda). Ganancia de un sistema. Representación mediante polos y ceros. Diagrama de polos y ceros de filtros de segundo orden y su respuesta de amplitud. Filtros prototipos y su transformación. Extensión a filtros de orden “n” y separación mediante amplificadores operacionales en modo seguidor. Retardo de Fase y Grupo de un filtro analógico. Transferencia de filtros de Butterworth, Chevyshev y Bessel. Funciones de fase mínima y no mínima y de amplitud constante. Gráficos Logarítmicos Asintóticos de Bode. Planteo general. Distintos casos. Construcción de gráficos asintóticos. Aplicaciones en Matlab y LT-Spice.

Unidad Temática 13. Introducción a los Filtros Analógicos Activos

Filtros Activos con realimentación múltiple MFB (Multiple Feedback). Filtros Activos VCVS (Voltage–Controlled Voltage Source). Filtros Activos Bicuadrados. Filtros multipropósito de segundo orden. Filtros Activos de segundo orden Notch. Ejemplos de resolución mediante MatLab, Simulink y LT Spice.

Unidad Temática 14. Circuitos acoplados inductivamente

Inductancia mutua. Coeficiente de acoplamiento. Polaridades de los arrollamientos. Bornes de igual polaridad respecto del flujo. Planteo de ecuaciones en el dominio del tiempo. Circuitos transformados. Planteo de ecuaciones en el dominio de frecuencia compleja. Circuitos equivalentes sin acoplamiento. Impedancia reflejada. Aplicación del método de las mallas y el teorema de Thevenin a circuitos con acoplamiento inductivo. Diagramas fasoriales. Análisis de la respuesta de frecuencia para distintos acoplamientos en forma cualitativa y con polos y ceros. Acoplamientos crítico y transicional. Transformadores ideales vs transformadores reales.

Bibliografía (Básica y Complementaria)

- Teoría de Circuitos: Ingeniería, Conceptos y análisis de Circuitos Eléctricos Lineales. Carlson, A. Bruce. Thomson-Paraninfo, 2002. *Carácter Básico y Complementario*.
- Circuitos Eléctricos - Análisis de Modelos Circuitales, 2ª. Edición Tomos I y II. Pueyo, Héctor - Marco, Carlos Editorial Alfaomega, (Tomo I, 2002; Tomo II, 2004). *Carácter Básico y Complementario*.



- Análisis Moderno de Circuitos. D.A. Calaham, A.B. Macnee, E.L. McMahom. Editorial Interamericana, 2002. *Carácter Básico y Complementario*.
- Nilsson, J. W. & Riedel, S. A. Circuitos eléctricos 7a Ed. Pearson Educación S.A. España, 2005. *Carácter Básico y Complementario*.
- Alexander, Ch. & Sadiku M. Fundamentos de circuitos eléctricos 3ª Edición. Editorial McGraw-Hill, 2006. *Carácter Básico y Complementario*.
- Circuits, Signals and Systems. William McC. Siebert. MIT electrical engineering and computer science series. The MIT press. 1989. *Carácter Básico y Complementario*.
- Análisis de Redes. Van Valkenburg, M.E. 3ª Edición. Editorial Prentice Hall, 1977. *Carácter Básico y Complementario*.
- Introduction to operational amplifier theory and applications. J.W. Wait, L. Huelsman, G.A. Korn. McGraw-Hill 1975. *Carácter Básico y Complementario*.
- Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales. Robert F. Coughlin, Frederick F. Driscoll. Pearson Educación, 1999. *Carácter Básico y Complementario*.
- Operational Amplifiers. J.K. Roberge. Wiley 1975. *Carácter Complementario*.
- Applied Numerical Methods with MatLab. For engineers and scientist. Steven C. Chapra. Second Edition. Wiley Sons. 2005. *Carácter Básico Complementario*.
- Numerical Methods in engineering with MatLab. Jann Kiusalaas. Cambridge press. 2005.
- Fundamental numerical methods and data analysis. G.W Collins. Oxford University Press. 2003. *Carácter Básico Complementario*.
- Circuitos eléctricos. J.A. Edminister. Mc Graw Hill, 1998. *Carácter Básico y Complementario*.
- Circuitos en Ingeniería Eléctrica, H.H.Skilling. Compañía Editorial. Continental, 5a ed. 1973. *Carácter Básico y Complementario*.
- Análisis básico de circuitos eléctricos. Jhonson. et.al. Prentice Hall. Hispanoamericana, 1996. *Carácter Básico y Complementario*.
- Passive and active network analysis and synthesis. A. Budak. Houghton-Mifflin, 1974. *Carácter Básico y Complementario*.
- Introduction to nonlinear network theory. L. O. Chua. McGraw-Hill 1969. *Carácter Complementario*.
- Network Analysis and Synthesis. Franklin Fa Kun Kuo. Editorial Wiley, 1964. *Carácter Complementario*.