

## EL 31A ANALISIS DE REDES I

09 U.D.

DH: (3,5-2-3,5)

**REQUISITOS:** (FI33A(s) MA26A,MA26B)/ (FI33A, MA321)

**CARACTER:** Obligatorio de la Carrera de Ingeniería Civil Electricista.

### OBJETIVOS:

- a) Modelar los diversos elementos de tipo concentrado de redes eléctricas, incluyendo efectos no lineales y parásitos de su comportamiento físico, y modelar su interconexión.
- b) Representar redes eléctricas lineales y no lineales, de tiempo continuo, variables e invariables en el tiempo.
- c) Comprender y aplicar algunas técnicas y métodos para obtener soluciones de redes lineales e invariables.

### **Específicos**

- a) Comprender los fenómenos eléctricos elementales en que se basan los modelos de los elementos de una red.
- b) Plantear y resolver la ecuación diferencial característica de redes simples de primer y segundo orden. Reducir redes lineales simples de parámetros concentrados.
- c) Obtener las respuestas características y la respuesta completa de redes lineales invariables. Aplicar el método de transformada de Laplace.
- d) Comprender y aplicar el método factorial para la solución
- e) Modelar elementos acoplados inductivamente y fuentes
- f) controladas de distinto tipo. Comprender y aplicar métodos generales para el planteamiento de las ecuaciones de una red.  
Conocer y aplicar algunas técnicas computacionales para solución de redes.

### CONTENIDOS:

### Horas de Clases

#### **1. Modelación de Elementos de Redes**

**5,0**

- 1.1. Resistencia lineal invariable; resistencia lineal variable en el tiempo; resistencia no lineal.
- 1.2. Ley de Coulomb: capacitancia; condensador lineal invariable; condensador lineal variable.
- 1.3. Ley de Faraday: inductancia; inductancia lineal invariable; inductancia lineal variable en el tiempo; inductancia no lineal.
- 1.4. Fuentes independientes: fuente de voltaje, fuente de corriente; modelo equivalente de fuentes reales.
- 1.5. Potencia y energía: potencia en elementos resistivos y conceptos de pasividad: potencia almacenada en inductancia y condensadores.
- 1.6. Características físicas de los elementos: Rango de operación; efecto de la temperatura; efectos parásitos; imperfecciones de la realización computacional de elementos de tiempo discreto (redondeo y limitación).

- 2. Redes Simples de Parámetros Concentrados** **6,0**
- 2.1. Convención de voltajes y corrientes en redes de elementos concentrados.
  - 2.2. Leyes de Kirchoff conexión serie, paralelo, escalera; transformación delta estrella; reducción de redes lineales; redes con un solo elemento no lineal; punto de operación.
  - 2.3. Redes de primer orden: solución de la ecuación diferencial; respuesta de estado cero, respuesta al impulso y respuesta al escalón; respuesta de entrada cero; respuesta completa; respuesta transitoria y permanente; introducción a redes de primer orden variables en el tiempo y no lineales.
  - 2.4. Redes de segundo orden: solución de la ecuación diferencial; respuesta de estado cero; respuesta al impulso y respuesta al escalón; respuesta de entrada cero; oscilación y amortiguamiento, resistencia negativa y estabilidad.
- 3. Caracterización de Redes Lineales Invariables** **10,5**
- 3.1. Nociones de topología y teorema de Tellegen
  - 3.2. Planteamiento de las ecuaciones de nodos.
  - 3.3. Planteamiento de las ecuaciones.
  - 3.4. Relación entrada-salida: ecuación diferencial de orden  $n$ .
  - 3.5. Transformada de Laplace: aspectos matemáticos; inversión; aplicación en la solución general de redes lineales invariables.
  - 3.6. Transformada de Laplace: aspectos matemáticos; inversión; aplicación en la solución general de redes lineales invariables.
  - 3.6. Respuesta de entrada cero: frecuencia natural. Impulso y respuesta al escalón.
  - 3.7. Respuesta a entrada arbitraria: integral de convolución.
  - 3.8. Respuesta completa.
- 4. Régimen Permanente Sinusoidal** **8,0**
- 4.1. Representación de estímulos sinusoidales: fasores.
  - 4.2. Aplicación de fasores para la resolución de ecuaciones diferenciales lineales con función forzante sinusoidal función forzante sinusoidal.
  - 4.3. Respuesta completa y respuesta de régimen permanente sinusoidal.
  - 4.4. Conceptos de impedancia y admitancia.
  - 4.5. Función de red: planteamiento; respuesta de potencia instantánea, media y compleja; valor efectivo; teorema de máxima transferencia de potencia.
- 5. Elementos Acoplados y Redes Acopladas** **6,0**
- 5.1. Inductancias invariables acopladas: convención de marcas de polaridad; coeficiente de acoplamiento; conexión serie y paralelo
  - 5.2. Transformador: transformador con acoplamiento perfecto; transformador ideal, transformador con acoplamiento imperfecto; caracterización de inductancias con enrollados múltiples (matriz de inductancia).
  - 5.3. Fuentes controladas: clasificación de fuentes controladas; redes simples con fuentes controladas.

**6. Métodos Generales para el Planteamiento de las Ecuaciones de una Red 8,0**

- 6.1. Transformaciones de fuentes y constitución de la rama típica.
- 6.2. Método de análisis de los nodos: matriz de incidencia; matriz de admitancias.
- 6.3. Análisis nodal de redes lineales invariables y aplicación al análisis en régimen permanente sinusoidal de redes con elementos acoplados.
- 6.4. Análisis en el dominio del tiempo con el operador diferencial.
- 6.5. Dualidad y red dual: definición; método de análisis de los circuitos regionales usando del concepto de red dual; matriz de impedancias de los circuitos regionales.
- 6.6. Método de los conjuntos de corte fundamental y método de los circuitos fundamentales (o conjunto de unión fundamentales): planteamiento; relación entre la matriz de conjuntos de corte fundamentales y la matriz de circuitos fundamentales; aplicación a redes lineales invariables.
- 6.7. Método de las variables de estado y aplicación a redes lineales variables en el tiempo y a redes no lineales.

**7. Solución General de una Red Lineal Invariable 8,0**

- 7.1. Planteamiento y reducción de un sistema de ecuaciones diferenciales lineales de una red.
- 7.2. Frecuencias naturales: frecuencia natural de una variable de red; frecuencia natural de una red.
- 7.3. Determinación de respuesta a entrada arbitraria mediante transformada de Laplace.
- 7.4. Función de red: definición y propiedades; polos, ceros y su relación con la respuesta al impulso y las frecuencias naturales; función de punto motriz, función de transferencia; respuesta de frecuencias; diagrama de Bode.
- 7.5. Escalamiento de nivel de impedancia; escalamiento de frecuencia y tiempo; inversión de frecuencias; traslación de frecuencias.

**ACTIVIDADES:**

Clases expositivas por parte del Profesor, algunas sesiones demostrativas de laboratorio y tareas computacionales.

**EVALUACION:**

Se realizan 3 controles, 5 ejercicios y tareas (algunas computacionales), además de los exámenes correspondientes.

**BIBLIOGRAFIA:**

Boylestad, R  
Análisis introductorio de circuitos. México: Trillas, 1998.

Buban, Peter  
Electricity and electronics technology. 7<sup>th</sup> ed. New York:  
Glencoe/McGraw Hill, c1999.

Chua, Leon O.  
Linear and nonlinear circuits. New York: McGraw Hill,  
c1987.

Desoer, C.  
Basic circuit theory. 3<sup>rd</sup> ed. New York: McGraw Hill, 1969.

Dorf, R.  
Circuitos eléctricos: introducción al análisis y diseño.  
2<sup>a</sup> ed. México, D.F.: Alfaomega, c1995.

Dorf, R.  
Circuitos eléctricos: introducción al análisis y diseño.  
3<sup>a</sup> ed. México, D.F.: Alfaomega, c2000

Dorf, R.  
Introduction to electric circuits. New York: John  
Wiley, 1993.

Thomas, R.E, Rosa, S.A.  
The Analysis and Design of Linear Circuits. Prentice Hall, 1998  
Edición 2004 en proceso de adquisición por Biblioteca Central

Nilsson JW, Electrical Circuits, Addison-Wesley 1996  
Nota: Edición 2005 en castellano en proceso de adquisición.

### **RESUMEN DE CONTENIDOS:**

Modelación de elementos de redes. Redes de parámetros concentrados. Redes analógicas lineales invariantes. Régimen permanente sinusoidal. Elementos y redes acopladas. Métodos generales para planteamiento de ecuaciones de una red. Solución de una red lineal invariable.