

## 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 invariantes 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 invariantes.
- 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:

1. DESOER, C. and KUH, E., **Basic Circuit Theory**. New York: Mc Graw-Hill, 1969.
2. CHIRLIAN, P., **Basic Network Theory**. New York: Mc Graw-Hill, 1969.
3. HUANG, T. and PARKER, R., **Network Theory: An Introductory Course**. Massachusetts: Addison Wesley, 1971.
4. VAN VALKENBURG, M., **Análisis de Redes**. México: Limusa, 1977.

5. CALAHAN, D. y otros, Análisis Moderno de Circuitos. México: Interamericana, 1977.
6. CHAN, S.P., CHAN, S.Y. and CHAN, S.G., **Analysis of Linear Network and Systems. Massachusetts: Addison Wesley, 1972**

### **RESUMEN DE CONTENIDOS:**

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