



Planificaciones

6509 - Teoría de Circuitos

Docente responsable: KISIELEWSKY ADRIAN ERNESTO

OBJETIVOS

Lograr que los alumnos de Ingeniería Electricista comprendan y apliquen el comportamiento de los circuitos eléctricos y sistemas electromecánicos, lineales y alineales, en régimen permanente y transitorio, haciendo uso de las tecnologías de cálculo y computación de avanzada de modo que además sirvan de base para las materias profesionales de los últimos años de la carrera.

CONTENIDOS MÍNIMOS

PROGRAMA SINTÉTICO

1. SISTEMAS ELECTROMECHANICOS (I): Elementos eléctricos, mecánicos de traslación y mecánico de rotación de dos terminales. Relaciones funcionales y energéticas. Formulación operacional. Representación simbólica circuital. Variables "entre" y "a través". Analogías directa e inversa de variables y parámetros. Ecuaciones del cuerpo libre. Leyes de interconexión. Ecuaciones circuitalas. Circuitos eléctricos análogos. 2. SISTEMAS ELECTROMECHANICOS (II): Elementos de cuatro terminales. Inductor mutuo, transformador ideal y fuentes controladas. Acopladores mecánicos y transductores electromecánicos. Formulación operacional matricial. Reducción de sistemas con transformadores ideales, acopladores y transductores. Planteamiento de ecuaciones en variables de malla y nodales. Introducción a las variables de estado y al programa SPICE. 3. ECUACIONES DE REDES (I): Grafo orientado. Variables y ecuaciones. Relaciones funcionales de rama tipo con fuentes controladas. Formulaciones matriciales impedancia, admitancia y mixta. Matrices de incidencia de nodos y cortes, de mallas y bucles. Relaciones. Formulación matricial de ecuaciones en base a corrientes de ramas y a tensiones de ramas. Submatrices de incidencia y formulación de ecuaciones en base a variables mixtas y de estado. 4. ECUACIONES DE REDES (II): Topología de redes. Conectividad. Arbol y coárbol, ramales y eslabones. Matrices de incidencia de cortes y de bucles fundamentales. Reordenamiento de ramas. Submatrices. Variables independientes. Matrices de conexión de corriente y de tensiones. Relaciones. Ecuaciones de redes en base a variables mixtas y de estado. Introducción al programa CSMP. 5. COMPONENTES SIMETRICAS (I): Transformaciones reales y complejas de variables y parámetros. Corrientes de mallas y de tensiones de nodos. Transformación de componentes simétricas. Análisis y síntesis. Sistemas simétricos con acoplamiento múltiple. Fuentes con impedancia cíclica. Las impedancias de secuencia y los circuitos para cada componente. La secuencia homopolar y la impedancia de neutro. Las conexiones estrella, triángulo y zigzag y la accesibilidad del centro de estrella. Equivalente de Thevenin. 6. COMPONENTES SIMETRICAS (II): Asimetrías transversales. Impedancias desacopladas. Acoplamiento de secuencias. Igualación en base de tensiones y solución matricial de corrientes. Formulación en base a admitancias. Casos de dos impedancias iguales y de dos impedancias nulas. Interconexión de los circuitos de secuencia. Cortocircuitos monofásicos y bifásicos. Asimetrías longitudinales, monofásicos. Medición de componentes de tensión y de corriente. 7. FUNCIONES DE REDES: Función transferencia. Expresión operacional y para régimen constante, exponencial y armónico. Representación gráfica de sistemas dinámicos. Diagramas de bloque. Reducción. Gráficos lineales. Reducción. Fórmula de Mason. Cuadripolos. Formulaciones matriciales impedancia, admitancia, híbridas directa e inversa, transferencia directa e inversa de cuadripolos. Significado de los parámetros. Sus relaciones. Asociación de cuadripolos. 8. RESPUESTAS FORZADAS: Señales exponenciales y el plano complejo. Polos y ceros de la función de transferencia. La respuesta forzada o la solución particular de la ecuación diferencial. Funciones de prueba. Polos coincidentes en la excitación y en la transferencia. Polos en el origen en la transferencia. Forma integral de la respuesta forzada. Respuesta frecuencial y el plano complejo. Diagramas de módulo y fase en función de la frecuencia. Escalas logarítmicas (Bode). Asíntotas. Diagrama Polar (Nyquist). 9. RESPUESTA TEMPORAL (I): Funciones escalón, pulso e impulso. Respuesta natural o solución general de la ecuación homogénea. Respuesta completa de sistemas. Manejo de las condiciones iniciales. Generadores equivalentes. Uso de la variable de estado. Inductores en serie y capacitores en paralelo. Apertura y cierre de interruptores. Tensión de restablecimiento y corriente de cortocircuito. 10. RESPUESTA TEMPORAL (II): Circuitos enmallados. Transformador ideal e inductancia mutua. Componentes libres de la respuesta. Ecuación característica. Superposiciones. Excitación escalón y respuesta indicial. Excitación impulso y respuesta impulsiva. Condiciones iniciales como respuestas impulsivas de sistemas. Integral de convolución. Fórmulas de Duhamel. Métodos computacionales. 11. RESPUESTA TEMPORAL (III): La transformación de Laplace y su aplicación al estudio de transitorios. Planos real y complejo. Traslación en el tiempo y en el plano complejo. La función excitación y las condiciones iniciales. Circuito operacional relajado con generadores equivalentes a las condiciones iniciales. Separación en fracciones parciales. Casos con raíces reales y complejas simples. Casos con raíces múltiples. Rutinas de aplicación. Teorema de los valores inicial y final. Fórmula de conexión. 12. RESPUESTA TEMPORAL (IV): Circuitos enmallados. Circuitos acoplados. Inductancias serie y capacitancias paralelo. Respuestas a pulsos conformados. Función transferencia y respuestas impulsiva e indicial. Integral de convolución y su transformada. Fórmulas de Duhamel. Soluciones computacionales. 13. CONVULSION MULTIVARIABLE: Variables de estado. Ecuación canónica para sistema multivariable con excitación múltiple. Solución numérica computacional. Solución

integral. Respuesta a estado "cero" (desexcitado). Matriz de transición de estado. Respuesta impulsiva matricial. Lenguaje CSMP.

La transformada de Laplace y el planteamiento y solución de sistemas multivariables. Sistemas con elementos multivariables. Sistemas con elementos no lineales y variables en el tiempo. 14. CIRCUITOS NO LINEALES EN REGIMEN PERMANENTE: Resistencias no lineales en C.C., valores estáticos y dinámicos. Alinealidad intrínseca e inercial. Asociación en serie, en paralelo y mixta. Métodos gráficos, linealización por tramos. Estabilidad de operación. Elementos no lineales en c.a. Armónicas. Métodos de la primera armónica y del valor sinusoidal equivalente. Ferresonancia. Inductor saturado. 15. CIRCUITOS NO LINEALES EN REGIMEN TRANSITORIO: Método de integración gráfica. Integración numérica paso a paso. Escalones de excitación continua y alterna. Linealización por tramos. Aproximaciones alineales integrables. Resistencias alineales tipo N y S. Oscilador de relajación. Estabilidad transitoria. Ecuación característica. Criterio de Hurwitz. Variables de estado en sistemas no lineales. Comportamiento dinámico y el plano de estado. Nodos, focos y ciclos límites.

PROGRAMA ANALÍTICO

1. SISTEMAS ELECTROMECHANICOS (I): Elementos eléctricos, mecánicos de traslación y mecánico de rotación de dos terminales. Relaciones funcionales y energéticas. Formulación operacional. Representación simbólica circuital. Variables "entre" y "a través". Analogías directa e inversa de variables y parámetros. Ecuaciones del cuerpo libre. Leyes de interconexión. Ecuaciones circuitales. Circuitos eléctricos analógicos.

2. SISTEMAS ELECTROMECHANICOS (II): Elementos de cuatro terminales. Inductor mutuo, transformador ideal y fuentes controladas. Acopladores mecánicos y transductores electromecánicos. Formulación operacional matricial. Reducción de sistemas con transformadores ideales, acopladores y transductores. Planteamiento de ecuaciones en variables de malla y nodales. Introducción a las variables de estado y al programa SPICE.

3. ECUACIONES DE REDES (I): Grafo orientado. Variables y ecuaciones. Relaciones funcionales de rama tipo con fuentes controladas. Formulaciones matriciales impedancia, admitancia y mixta. Matrices de incidencia de nodos y cortes, de mallas y bucles. Relaciones. Formulación matricial de ecuaciones en base a corrientes de ramas y a tensiones de ramas. Submatrices de incidencia y formulación de ecuaciones en base a variables mixtas y de estado.

4. ECUACIONES DE REDES (II): Topología de redes. Conectividad. Árbol y co árbol, ramales y eslabones. Matrices de incidencia de cortes y de bucles fundamentales. Reordenamiento de ramas. Submatrices. Variables independientes. Matrices de conexión de corriente y de tensiones. Relaciones. Ecuaciones de redes en base a variables mixtas y de estado. Introducción al programa CSMP.

5. COMPONENTES SIMÉTRICAS (I): Transformaciones reales y complejas de variables y parámetros. Corrientes de mallas y de tensiones de nodos. Transformación de componentes simétricas. Análisis y síntesis. Sistemas simétricos con acoplamiento múltiple. Fuentes con impedancia cíclica. Las impedancias de secuencia y los circuitos para cada componente. La secuencia homopolar y la impedancia de neutro. Las conexiones estrella, triángulo y zigzag y la accesibilidad del centro de estrella. Equivalente de Thevenin.

6. COMPONENTES SIMÉTRICAS (II): Asimetrías transversales. Impedancias desacopladas. Acoplamiento de secuencias. Igualización en base de tensiones y solución matricial de corrientes. Formulación en base a admitancias. Casos de dos impedancias iguales y de dos impedancias nulas. Interconexión de los circuitos de secuencia. Cortocircuitos monofásicos y bifásicos. Asimetrías longitudinales, monofásicos. Medición de componentes de tensión y de corriente.

7. FUNCIONES DE REDES: Función transferencia. Expresión operacional y para régimen constante, exponencial y armónico. Representación gráfica de sistemas dinámicos. Diagramas de bloque. Reducción. Gráficos lineales. Reducción. Fórmula de Mason. Cuadripolos. Formulaciones matriciales impedancia, admitancia, híbridas directa e inversa, transferencia directa e inversa de cuadripolos. Significado de los parámetros. Sus relaciones. Asociación de cuadripolos.

8. RESPUESTAS FORZADAS: Señales exponenciales y el plano complejo. Polos y ceros de la función de transferencia. La respuesta forzada o la solución particular de la ecuación diferencial. Funciones de prueba. Polos coincidentes en la excitación y en la transferencia. Polos en el origen en la transferencia. Forma integral de la respuesta forzada. Respuesta frecuencial y el plano complejo. Diagramas de módulo y fase en función de la frecuencia. Escalas logarítmicas (Bode). Asíntotas. Diagrama Polar (Nyquist).

9. RESPUESTA TEMPORAL (I): Funciones escalón, pulso e impulso. Respuesta natural o solución general de la ecuación homogénea. Respuesta completa de sistemas. Manejo de las condiciones iniciales. Generadores equivalentes. Uso de la variable de estado. Inductores en serie y capacitores en paralelo. Apertura y cierre de

interruptores. Tensión de restablecimiento y corriente de cortocircuito.

10. RESPUESTA TEMPORAL (II): Circuitos enmallados. Transformador ideal e inductancia mutua. Componentes libres de la respuesta. Ecuación característica. Superposiciones. Excitación escalón y respuesta indicial. Excitación impulso y respuesta impulsiva. Condiciones iniciales como respuestas impulsivas de sistemas. Integral de convolución. Fórmulas de Duhamel. Métodos computacionales.

11. RESPUESTA TEMPORAL (III): La transformación de Laplace y su aplicación al estudio de transitorios. Planos real y complejo. Traducción en el tiempo y en el plano complejo. La función excitación y las condiciones iniciales. Circuito operacional relajado con generadores equivalentes a las condiciones iniciales. Separación en fracciones parciales. Casos con raíces reales y complejas simples. Casos con raíces múltiples. Rutinas de aplicación. Teorema de los valores inicial y final. Fórmula de conexión.

12. RESPUESTA TEMPORAL (IV): Circuitos enmallados. Circuitos acoplados. Inductancias serie y capacitancias paralelo. Respuestas a pulsos conformados. Función transferencia y respuestas impulsiva e indicial. Integral de convolución y su transformada. Fórmulas de Duhamel. Soluciones computacionales.

13. CONVULSION MULTIVARIABLE: Variables de estado. Ecuación canónica para sistema multivariable con excitación múltiple. Solución numérica computacional. Solución integral. Respuesta a estado "cero" (desexcitado). Matriz de transición de estado. Respuesta impulsiva matricial. Lenguaje CSMP. La transformada de Laplace y el planteamiento y solución de sistemas multivariables. Sistemas con elementos multivariables. Sistemas con elementos no lineales y variables en el tiempo.

14. CIRCUITOS NO LINEALES EN REGIMEN PERMANENTE: Resistencias no lineales en C.C., valores estáticos y dinámicos. Alinealidad intrínseca e inercial. Asociación en serie, en paralelo y mixta. Métodos gráficos, linealización por tramos. Estabilidad de operación. Elementos no lineales en c.a. Armónicas. Métodos de la primera armónica y del valor sinusoidal equivalente. Ferros resonancia. Inductor saturado.

15. CIRCUITOS NO LINEALES EN REGIMEN TRANSITORIO: Método de integración gráfica. Integración numérica paso a paso. Escalones de excitación continua y alterna. Linealización por tramos. Aproximaciones a lineales integrables. Resistencias a lineales tipo N y S. Oscilador de relajación. Estabilidad transitoria. Ecuación característica. Criterio de Hurwitz. Variables de estado en sistemas no lineales. Comportamiento dinámico y el plano de estado. Nodos, focos y ciclos límites.

BIBLIOGRAFÍA

- "Teoría de Sistemas y Circuitos", Gerez, Murray y Lasso.
- "Circuitos y Sistemas Electromecánicos", Gerez y Greisser.
- "Teoría de Circuitos y Sistemas", Van Valkenburgh.
- "Conversion de Energía Electromecánica", Gourishankar.
- "Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia", W. Stevenson.
- "Estudio de los Circuitos Eléctricos", J. Lagasse, tomos 1 y 2.
- "Sistemas Realimentados de Control", Dazzo y Houpis
- "Circuitos en Ingeniería Eléctrica", H.H. Skilling
- "Circuitos Eléctricos Modernos", Madrigal
- "SPICE para Ingeniería Eléctrica", M. Lopina, CEI
- "Manual de Uso de los programas utilitarios SPICE, CSMP, etc.
- "Ecuaciones de Redes-Topología", M. Lopina y C. Rodríguez Tarrío, CEI 65.09.00, 1994.
- "Análisis de Modelos Circuitales", H. Pueyo y C. Marco.
- "Sistemas Automáticos de Control", R.C. Dorf.

RÉGIMEN DE CURSADA

Metodología de enseñanza

- Estudio individual del tema del día con apuntes/libros preparados, recomendados por la Cátedra.
- Clase teórica (2 hs) dedicada a la fundamentación analítico-conceptual. De conjunto. Obligatoria.
- Clase teórico-práctica (1 hs) destinada a complementar la aplicación y cuantificación. Grupal. Obligatoria.
- Clase práctica (3 hs) para la realización de problemas de aplicación. Grupal. Obligatoria.
- Desarrollo por grupos de trabajos especiales, con presentación de informe obligatorio.

Modalidad de Evaluación Parcial

Evaluaciones parciales: se toma una evaluación y dos recuperaciones escritas pudiendo complementarse con interrogatorios orales.

Coloquios: Serán orales, pudiéndose complementar con temas escritos. Habrá tres oportunidades para rendirlos.

CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	COMPONENTES SIMETRICAS 1 Y 2: Intro + modelos + Fallas con circ. Secuencia + fallas asimetricas s/circuitos de sec + modal	-				
<2> 16/03 al 21/03	COMPONENTES SIMETRICAS 2	COMPONENTES SIMETRICAS 1				
<3> 23/03 al 28/03	SISTEMAS ELECTROMECA NICOS	COMPONENTES SIMETRICAS 2				
<4> 30/03 al 04/04	ECUACIONES DE REDES 1: intro, nodos, mallas, cortes y lazos	SISTEMAS ELECTROMECA NICOS				
<5> 06/04 al 11/04	ECUACIONES DE REDES 2: MNA + state space	ECUACIONES DE REDES 1				
<6> 13/04 al 18/04	Funciones de redes: transferencia: Mason, Bloques	ECUACIONES DE REDES 2				
<7> 20/04 al 25/04	Respuestas frecuenciales: Diagrama de Bode	Funciones de redes: transferencia				
<8> 27/04 al 02/05	RESPUESTA TEMPORAL (CLASICO): Forzada, Natural + zero input, zero state + state space	Respuestas forzadas y frecuenciales				
<9> 04/05 al 09/05	RESPUESTA TEMPORAL (LAPLACE): Laplace + conformados	Matlab	TP MATLAB			
<10> 11/05 al 16/05	RESPUESTA TEMPORAL (CONVOLUCION) : uni y multivariable, Duhamel, Cayley Hamilton	Respuesta Temporal: Met Clasico				
<11> 18/05 al 23/05	RESPUESTA TEMPORAL (CONVOLUCION) : uni y multivariable, Duhamel, Cayley Hamilton	Respuesta Temporal: Laplace				
<12> 25/05 al 30/05	NO LINEALES PERMANENTE	Respuesta Temporal: Convolucion				
<13> 01/06 al 06/06	PARCIAL	No Lineales: Permanente				
<14> 08/06 al 13/06	NO LINEALES TRANSITORIO	Rev. TP + Consultas Generales				
<15> 15/06 al 20/06	1 REC PARCIAL	No Lineales: Transitorio	Ferroresonancia			

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<16> 22/06 al 27/06	2 Rec Evaluación parcial	Rev. TP + Consultas Generales				

CALENDARIO DE EVALUACIONES

Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	8	29/03	17:30	
2º	15	14/06	17:30	
3º	16	21/06	17:30	
4º				
Observaciones sobre el Temario de la Evaluación Parcial				
Abarca hasta Respuesta Temporal IV (Convolución)				