

PROGRAMA DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA: SISTEMAS ELECTRÓNICOS ANALÓGICOS

- **Nombre del curso:** Sistemas Electrónicos Analógicos (SEA01).
- **Plan de estudios del que forma parte y nivel:** Carreras de Ingeniería de Sistemas Electrónicos Industriales (semestre 9º) y de Ingeniería en Sistemas Electrónicos y de Telecomunicaciones (semestre 6º), pertenecientes al ciclo superior del Colegio de Ciencia y Tecnología.

Introducción

La materia de Sistemas Electrónicos Analógicos que se ofrece en el plan de estudios de Ingeniería, tanto de sistemas electrónicos como de telecomunicaciones, está estructurada para ser impartida a nivel teórico (clase) y práctico (laboratorio), lo cual implica que el estudiante al final del curso será evaluado con base a estos dos criterios. El curso, que pertenece al ciclo superior, corresponde al noveno semestre del Plan de Estudios del 2004 de la carrera ISEI. Este curso extiende y profundiza los conceptos adquiridos en las materias de Teoría de los Circuitos, Dispositivos Electrónicos I y Dispositivos Electrónicos II, además, sirve como base para el análisis y diseño de sistemas electrónicos analógicos más complejos que se introducirán en asignaturas de cursos posteriores, entre las que se pueden mencionar, Sensores y Actuadores, Electrónica de Potencia II, Instrumentación avanzada, Electrónica aplicada.

La materia de Sistemas Electrónicos Analógicos contribuye al perfil del egresado al permitirle:

- Conocer las aplicaciones no lineales de los amplificadores operacionales y, mediante prácticas, las limitantes que este tipo de circuitos analógicos presentan.
- Comprender el principio de operación, las características y limitaciones de los filtros activos.
- Diseñar filtros activos, base fundamental para los circuitos de telecomunicaciones.
- Diseñar etapas de salida con transistores y entender la importancia de estas etapas en el diseño de sistemas más complejos.
- Comprender, analizar, diseñar probar circuitos electrónicos más complejos, tales como, fuentes de alimentación y mallas de fase encadenada.

Propósitos generales.

El estudiante adquirirá los conocimientos que le permitan analizar y diseñar sistemas electrónicos analógicos tales como: filtros activos, fuentes de corriente y tensión. Esto será logrado haciendo un análisis exhaustivo de los amplificadores operacionales y de los transistores TBJ y MOSFET. Además, comprenderá el funcionamiento y el uso de algunos sistemas electrónicos analógicos no lineales, como las mallas de fase encadenada (PLL).

Planeación específica

A continuación se presenta el desglose del programa propuesto para la asignatura.

Perfil deseable del profesor:

- Grado académico de nivel de Licenciatura en Ingeniería en Eléctrica/electrónica o superior.
- Tener como mínimo la capacitación docente que se requiere para el análisis y diseño de circuitos electrónicos analógicos y de conmutación.
- Conocimientos actualizados en lo que respecta a los temas que conforman el curso.
- Manejo de herramientas computacionales (simulación).

Temas y subtemas:

1. El Amplificador Operacional Real

Propósitos específicos: El estudiante será capaz de identificar las características de un amplificador operacional real para utilizarlo en el diseño de sistemas electrónicos analógicos, tales como amplificadores de cd y ca.

1.1. El amplificador operacional real

- 1.1.1. Etapas internas de un amplificador operacional típico.
- 1.1.2. Características de Entrada.
- 1.1.3. Características de Salida.
- 1.1.4. Características de Transferencia.
- 1.1.5. Influencia de los parámetros reales.
- 1.1.6. Modificaciones de los circuitos debidas a los parámetros reales.
- 1.1.7. Técnicas de protección.
- 1.1.8. Amplificadores de cd y ca

2. Filtros Activos

Propósitos específicos: el estudiante definirá de manera correcta las clasificaciones generales de los filtros y dibujará una curva de respuesta en frecuencia en la que se muestre la banda de frecuencias que dichos filtros aceptan y las que rechazan. Analizará y diseñará circuitos correspondientes a los distintos tipos de filtros. Conectará en cascada un filtro paso bajas y un filtro pasa altas para construir un filtro pasa banda. Calculará las frecuencias de corte superior e inferior para filtro pasa banda, contando con los datos de: a) ancho de banda y frecuencia resonante; b) ancho de banda y factor de calidad, o c) frecuencia resonante y factor de calidad.

2.1. Generalidades

- 2.1.1. Definición
- 2.1.2. Terminología empleada
- 2.1.3. Clasificación de Filtros

2.2. Filtros Pasa Bajas

- 2.2.1. Definición
- 2.2.2. Diseño del Filtro
- 2.2.3. Respuesta del Filtro

2.3. Filtros Pasa Altas

- 2.3.1. Definición
- 2.3.2. Diseño del filtro
- 2.3.3. Respuesta del Filtro

2.4 Filtro Butterworth

- 2.4.1. Filtro Butterworth pasa bajas
 - 2.4.1.1. Diseño del filtro
 - 2.4.1.2. Respuesta del filtro
- 2.4.2. Filtro Butterworth pasa altas
 - 2.4.2.1. Diseño del filtro
 - 2.4.2.2. Respuesta del filtro

2.5 Filtro Chebyshev

- 2.5.1. Filtro Chebyshev pasa bajas
 - 2.5.1.1. Diseño del filtro
 - 2.5.1.2. Respuesta del filtro
- 2.5.2. Filtro Chebyshev pasa altas
 - 2.5.2.1. Diseño del filtro
 - 2.5.2.2. Respuesta del filtro

2.6. Filtros Pasa Banda

- 2.6.1. Definición
- 2.6.2. Diseño del Filtro
- 2.6.3. Respuesta en frecuencia

2.7. Filtros rechazo de Banda

- 2.7.1. Definición
- 2.7.2. Diseño del Filtro
- 2.7.3. Respuesta en frecuencia

3. Mallas de fase encadenada (PLL)

Propósitos específicos: El estudiante conocerá los PLL partiendo de la definición, el principio de operación y la estructura, para poder aplicarlo en sistemas electrónicos.

3.1 Generalidades

3.1.1. Definición

3.1.2. Estructura del PLL.

3.1.2.1 Comparador de fase

3.1.2.2 Filtro de lazo

3.1.2.3 Oscilador controlado por voltaje

3.2 Parámetros del PLL

3.2.1. Intervalo de captura

3.2.2. Intervalo de seguimiento

3.3 Aplicaciones del PLL

3.3.1. Multiplicador de frecuencia

3.3.2. Modulador y demodulador

3.3.3. Detector de tonos

4. Etapas de Salida

Propósitos específicos: el estudiante explicará la importancia de los amplificadores de potencia, tanto de circuito integrado como de elementos discretos, en sistemas electrónicos.

4.1. Generalidades de los amplificadores

4.1.1. Clasificación de amplificadores de salida

4.1.2. Operación y características del amplificador clase B

4.1.3. Característica de transferencia del amplificador clase B

4.1.4. Potencia y eficiencia del amplificador clase B

4.2. Amplificadores de potencia de circuito integrado

4.2.1. Amplificador de voltaje, características y parámetros

4.2.2. Amplificador de potencia, características y parámetros

4.2.3. Amplificador de audio, características y parámetros

5. Fuentes de alimentación en sistemas electrónicos

Propósitos específicos: el estudiante será capaz de: distinguir los principales tipos de fuentes de alimentación para sistemas electrónicos, diseñar fuentes de tensión básicas del tipo lineal, para su inclusión en sistemas electrónicos más complejos.

5.1. Generalidades de las fuentes de alimentación.

5.1.1. Definición y principio de operación de las fuentes de alimentación

5.1.2. Clasificación de las fuentes de alimentación

5.2. Fuentes de tensión de cd

5.2.1. Clasificación de las fuentes de tensión de cd

5.2.2. Fuentes de tensión de dc lineales

5.2.2.1. Estructura básica (principales topologías) de las fuentes lineales

5.2.2.2. Reguladores lineales de circuito integrado

5.2.2.3. Rectificadores

5.2.2.4. Elementos magnéticos

5.2.3. Fuentes de tensión de dc conmutadas

5.2.3.1. Estructura básica (principales topologías) de las fuentes conmutadas

5.2.3.2. Reguladores conmutados de circuito integrado

5.2.3.3. Rectificadores

5.2.3.4. Elementos magnéticos

5.3. Fuentes de corriente de cd

5.3.1. Clasificación de las fuentes de corriente de cd

5.3.2. Uso como elemento de carga activa de las fuentes de corriente

Metodología general: La materia debe ser estructurada bajo los formatos curso-taller y laboratorio, para los cuales se propone lo siguiente:

- Impartición del temario, por parte del profesor, mediante clases en el aula con referencias a la bibliografía empleada y apoyo docente con pizarrón y transparencias.
- Propiciar la investigación en el estudiante mediante la búsqueda bibliográfica o por Internet, de los temas del curso.
- Desarrollo de circuitos en el aula de clases para su posterior simulación computacional, por parte del estudiante en su tiempo libre, con ayuda de software especializado de simulación como PSpice y CIRCUITMAKER.
- Elaboración de tareas de casa cuyos resultados se puedan aprovechar no sólo en sesiones futuras sino a lo largo del curso.
- Trabajo de curso optativo (proyecto de investigación y desarrollo). Se recomienda que el estudiante desarrolle un proyecto de investigación y desarrollo mediante la aplicación de los conocimientos que adquiera en el curso. Este trabajo, de alto valor didáctico, intensificará la atención del estudiante hacia la asignatura al darle la oportunidad de estimular su creatividad y permitirle emplear bajo su propio criterio los conocimientos adquiridos en el curso.
- Realización de sesiones semanales de prácticas de laboratorio manteniendo una constante relación dispositivo-estudiante-profesor para reforzar los conocimientos adquiridos en el curso teórico. Cada práctica debe tener como objetivo particular el permitir al estudiante desarrollar las habilidades en el manejo de componentes, instrumentos y equipo de laboratorio. El propósito general del conjunto de prácticas consiste en capacitar al estudiante para desarrollar el proyecto de investigación propuesto en el punto anterior.

Panorámica de su estructura y contenidos: El curso se encuentra dividido en siete temas. En el primer tema se estudian a detalle los amplificadores operacionales reales, sus limitaciones y algunas aplicaciones de estos. En el segundo tema se introducen los filtros activos; se presentan sus diferentes tipos y se trata con las técnicas de diseño. En el tercer tema se presentan algunas aplicaciones no lineales de los amplificadores operacionales. El cuarto tema trata sobre los circuitos de amarre de fase, su definición, características y diseño. El quinto tema está enfocado en el diseño de etapas de salida utilizando transistores. Los temas seis y siete corresponden a fuentes de alimentación. En el tema seis, se habla de los dos tipos de fuentes más comunes y el siguiente tema habla sobre la manera de regular la salida de estas fuentes.

Su función en el plan de estudios y los vínculos del curso con otras asignaturas del mismo: Esta materia es muy importante dentro del plan de estudios, porque permite el enlace entre las materias primeras donde el estudiante conoce los fundamentos de la electrónica y las materias más avanzadas donde el estudiante aprenderá aplicaciones específicas, y más complejas, de la electrónica. El curso es continuación de la asignatura Dispositivos Electrónicos II y Electrónica Digital II. Los conocimientos que adquiridos en esta asignatura constituyen la base teórica para el entendimiento y el análisis de dispositivos de mayor complejidad de comportamiento que son tratados en cursos posteriores.

Evaluación diagnóstica

Se aplicará un examen escrito que incluya temas básicos de electrónica, fundamentos de amplificadores operacionales y de transistores, así como también de las matemáticas necesarias para el curso, con el fin de detectar deficiencias y carencias de conocimientos para sugerir acciones correctivas. La ponderación de los reactivos de dichos exámenes se realizará en función de la complejidad del ejercicio a resolver, el número de reactivos deberá ser adecuado para un tiempo máximo de solución (por el estudiante) de dos horas.

Evaluación de certificación

En el instrumento de certificación se evaluarán los conocimientos adquiridos por el estudiante sobre todos los temas tratados durante el curso. Este instrumento consta de dos partes: una evaluación teórica mediante examen escrito y la segunda mediante el desarrollo de un proyecto. Los principales criterios de evaluación para la parte escrita son: La capacidad del estudiante para diseñar y analizar circuitos con amplificadores operacionales, el conocimiento del estudiante sobre las definiciones importantes cuando se manejan amplificadores

operacionales, filtros PLL, y la habilidad para integrar circuitos analógicos en circuitos más complejos. Los criterios para la evaluación del proyecto son: Presentación oral y escrita del reporte técnico, simulación por computadora del proyecto realizado e implementación física del mismo.

Recursos Didácticos

- Fuentes de Voltaje Reguladas.
- Osciloscopios.
- Generadores de Funciones.
- Multímetros.
- Equipo de cómputo.
- Software de simulación especializado. Se recomienda emplear el programa CIRCUITMARKER.
- Acceso a la Red de Internet

Bibliografía

La bibliografía que se presenta a continuación es la misma para el profesor y el estudiante.

- Gray, Paul R. y Meyer, Robert G., **Análisis y Diseño de Circuitos Integrados Analógicos**, 1998, Pearson Education, México.
- Coughlin, Robert F. y Driscoll Frederick F., **Amplificadores Operacionales y circuitos integrados lineales**, 1999, Prentice Hall, México.
- Dorf, Richard C. y Svoboda, James A., **Circuitos Eléctricos. Introducción al Análisis y Diseño**, 2000, Alfaomega, México.
- Malik Norbert R., **Circuito electrónicos: análisis simulación y diseño, 2000**, , Prentice Hall, Inc.

Evaluación formativa recomendada

Con el fin de dar seguimiento al aprovechamiento del estudiante se recomienda la realización de tres evaluaciones formativas de manera escrita. La primera se aplicará al término del tema 3 para corroborar que el estudiante sabe identificar los usos y limitaciones de los amplificadores operacionales, así como para determinar si el estudiante es capaz construir un filtro activo. La segunda evaluación se hará al término del tema 5 donde los estudiantes mostrarán las habilidades adquiridas en análisis y diseño de PLL's, así como etapas de salida con transistores. La tercera evaluación tendrá lugar al término del séptmo tema, en donde demostrará los conocimientos adquiridos en cuanto a fuentes de alimentación.

Al término de cada una de las evaluaciones formativas se hará saber al estudiante sus deficiencias en los temas relacionados y en consecuencia se propondrán estrategias para subsanar tales fallas, como por ejemplo el estudio de lecturas recomendadas, la realización de ejercicios de laboratorio o de simulación para reforzar o clarificar los conocimientos y las asesorías por parte de los profesores del área.

Elaboró: Maya Ortiz Paul Rolando, Sebastián Ibarra Rojas, Cecilia Cornejo Romero. Modificación 2014 (Perfil del profesor): Academia de Ingeniería – San Lorenzo Tezonco.