



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
LICENCIATURA: INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES,
SISTEMAS Y ELECTRÓNICA



DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA:					
Electrónica Analógica					
IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA					
MODALIDAD: Curso					
TIPO DE ASIGNATURA: Teórico – Práctica					
SEMESTRE EN QUE SE IMPARTE: Séptimo					
CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria					
NÚMERO DE CRÉDITOS: 10					
HORAS DE CLASE A LA SEMANA:	6	Teóricas:	4	Prácticas:	2
				Semanas de clase:	16
				TOTAL DE HORAS:	96
SERIACIÓN OBLIGATORIA ANTECEDENTE: Ninguna					
SERIACIÓN OBLIGATORIA SUBSECUENTE: Ninguna					

OBJETIVO GENERAL

Al finalizar el curso el alumno conocerá y comprenderá las características y conceptos fundamentales de los amplificadores operacionales (AO's) y será capaz de analizar y diseñar circuitos electrónicos que los contengan, así mismo podrá emplear las herramientas computacionales de simulación.

ÍNDICE TEMÁTICO			
UNIDAD	TEMAS	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1	Características ideales y reales de los amplificadores operacionales	4	4
2	Configuraciones básicas	8	4
3	Filtros activos	10	4
4	Aplicaciones no lineales	8	4
5	Comparadores de voltaje	10	4
6	Generadores de señal	8	4
7	Amplificadores de instrumentación	8	4
8	Conversión analógico digital (CAD) y conversión digital analógica (CDA)	8	4
	Total de Horas	64	32
	Suma Total de las Horas	96	

CONTENIDO TEMÁTICO

1. CARACTERÍSTICAS IDEALES Y REALES DE LOS AMPLIFICADORES OPERACIONALES

- 1.1. El amplificador operacional de propósito general.
 - 1.1.1. Definición.
 - 1.1.2. Circuito interno de un amplificador operacional.
 - 1.1.3. Reconocimiento de las etapas básicas internas.
- 1.2. Símbolo y terminales del circuito integrado denominado amplificador operacional.
 - 1.2.1. Terminales de polarización de corriente directa, polarización doble.
 - 1.2.2. Terminales de salida.
 - 1.2.3. Terminales de entrada.
 - 1.2.4. Corrientes de polarización de entrada y desviación de voltaje.
 - 1.2.5. Terminales para la corrección del offset.
- 1.3. Impedancia de entrada.
- 1.4. Impedancia de salida.
- 1.5. Ganancia de voltaje en lazo abierto.
- 1.6. Ganancia de modo común.
- 1.7. Ganancia de lazo cerrado.
- 1.8. Velocidad de respuesta o Slew Rate.
- 1.9. Ancho de banda.
- 1.10. Rechazo a modo común (CMRR).

2. CONFIGURACIONES BÁSICAS

- 2.1. Amplificador inversor.
- 2.2. Amplificador sumador.
- 2.3. Amplificador no inversor.
- 2.4. Amplificador diferencial.
 - 2.4.1. Ganancia de voltaje a modo común.
 - 2.4.2. Ganancia de voltaje a modo diferencial.
 - 2.4.3. Relación de rechazo a modo común (CMRR).
- 2.5. Amplificador integrador.
 - 2.5.1. Estabilización.
 - 2.5.2. Respuesta en frecuencia.
 - 2.5.3. Sumador.
 - 2.5.4. Diferencial.
- 2.6. Amplificador derivador.
 - 2.6.1. Estabilización.
 - 2.6.2. Respuesta en frecuencia.
 - 2.6.3. Sumador.
 - 2.6.4. Diferencial.
- 2.7. Seguidor de voltaje.
- 2.8. Funciones de transferencia en el dominio de Laplace para cada uno de los amplificadores básicos.
- 2.9. Computación analógica empleando amplificadores operacionales.

- 2.9.1. Solución de ecuaciones integro diferenciales empleando computadoras analógicas.
- 2.10. Convertidor de voltaje a corriente.
 - 2.10.1. Con carga flotante.
 - 2.10.2. Con carga a tierra.
- 2.11. Convertidores de corriente a voltaje.
- 2.12. Convertidor de corriente a corriente.
- 2.13. Simulación de circuitos con amplificadores operacionales empleando herramientas computacionales.

3. COMPARADORES DE VOLTAJE

- 3.1. Empleo de amplificadores como comparadores de nivel.
- 3.2. Detector de cruce por cero.
- 3.3. Efectos del ruido sobre los comparadores.
- 3.4. Retroalimentación positiva.
 - 3.4.1. Voltaje de umbral superior.
 - 3.4.2. Voltaje de umbral inferior.
- 3.5. Detector de cruce por cero con histéresis.
- 3.6. Detector de nivel de voltaje.
- 3.7. Detector de nivel de voltaje con histéresis.
- 3.8. Comparador de precisión.
- 3.9. Detector de ventana.
- 3.10. Limitadores con diodos zener.
- 3.11. Detector diferencial de fase.
- 3.12. Consideraciones para un comparador.

4. FILTROS ACTIVOS

- 4.1. Definición de filtros activos.
- 4.2. Grado de filtros activos.
- 4.3. Filtro Butterworth pasa bajas de;
 - 4.3.1.1. Primer grado o -20 db/década.
 - 4.3.1.2. Segundo grado o -40 db/década.
 - 4.3.1.3. Grados superiores.
- 4.4. Filtro Butterworth pasa altas:
 - 4.4.1.1. Primer grado o -20 db/década.
 - 4.4.1.2. Segundo grado o -40 db/década.
 - 4.4.1.3. Grados superiores.
 - 4.4.1.4. ¿?
- 4.5. Filtro Pasa banda:
 - 4.5.1.1. Ancho de banda.
 - 4.5.1.2. Factor de calidad.
 - 4.5.1.3. Filtros de banda ancha en cascada.
 - 4.5.1.4. Filtros de banda angosta.
- 4.6. Filtro Supresor de banda:
 - 4.6.1.1. Ancho de banda.
 - 4.6.1.2. Factor de calidad.
 - 4.6.1.3. Filtros supresores de banda en cascada.

- 4.6.1.4. Filtros de banda angosta.
- 4.7. Filtros Chebyshev.
- 4.8. Filtros de Bessel.
- 4.9. Otros tipos de filtros.
- 4.10. Diseño de filtros activos con métodos diversos.
- 4.11. Simulación de filtros activos con amplificadores operacionales empleando herramientas computacionales.

5. APLICACIONES NO LINEALES

- 5.1. Amplificadores operacionales con diodos.
- 5.2. Descripción de los rectificadores de precisión.
 - 5.2.1. Rectificadores de media onda.
 - 5.2.2. Rectificadores de onda completa.
- 5.3. Recortadores de precisión.
- 5.4. Detectores de pico.
 - 5.4.1. Seguidor y retenedor de pico positivo.
 - 5.4.2. Seguidor y retenedor de pico negativo.
- 5.5. Amplificador logarítmico.
- 5.6. Amplificador antilogarítmico.
- 5.7. Amplificador multiplicador.
- 5.8. Amplificador divisor.

6. GENERADORES DE SEÑAL

- 6.1. Amplificadores operacionales como dispositivos generadores de señal.
- 6.2. Multivibrador de oscilación libre o generador de señal cuadrada.
- 6.3. Multivibrador monoestable o generador de pulso.
- 6.4. Generadores de onda triangular.
- 6.5. Generador de diente de sierra.
- 6.6. Generador de señal senoidal.
 - 6.6.1. Puente de Wien.
 - 6.6.2. Corrimiento de fase.
- 6.7. Generador de funciones integrado.

7. AMPLIFICADORES DE INSTRUMENTACIÓN

- 7.1. Características de los amplificadores de instrumentación.
- 7.2. Necesidad de los amplificadores de instrumentación.
- 7.3. Modificaciones de los amplificadores diferenciales.
- 7.4. El amplificador de instrumentación básico.
- 7.5. Detección y medición con el amplificador de instrumentación.
- 7.6. Amplificador básico de puente.
- 7.7. Amplificadores de instrumentación integrados.
- 7.8. Aplicaciones de los amplificadores de instrumentación.

8. CONVERSIÓN ANALÓGICO DIGITAL (CAD) Y CONVERSIÓN DIGITAL ANALÓGICA (CDA)

- 8.1. Características de los convertidores digital a analógico.
 - 8.1.1. Resolución.
 - 8.1.2. Ecuaciones de entrada salida.
 - 8.1.3. Parámetros de funcionamiento.
- 8.2. Características de los convertidores analógico a digital.
 - 8.2.1. Muestreo y retención.
 - 8.2.2. Rango de cuantización y curva de cuantización.
 - 8.2.3. Errores de cuantización.
 - 8.2.3.1. Error de linealidad.
 - 8.2.3.2. Error de offset.
 - 8.2.3.3. Error de factor de ganancia.
 - 8.2.4. Parámetros de funcionamiento.
- 8.3. Convertidor digital analógico de red de escalera R – 2R.
- 8.4. Convertidor digital analógico de resistencias ponderadas.
- 8.5. Convertidor digital analógico con salida de corriente.
- 8.6. Convertidor analógico digital de rampa analógica.
- 8.7. Convertidor analógico digital de rampa discreta.
- 8.8. Convertidor analógico digital de doble rampa.
- 8.9. Convertidor analógico digital de aproximaciones sucesivas.
- 8.10. Convertidor analógico digital de comparación directa o flash.
- 8.11. Convertidores digitales analógicos y analógicos digitales integrados.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

1. Polarización y características del amplificador operacional.
2. Configuraciones básicas: sumador, restador, inversor, amplificador.
3. Configuraciones con capacitores: integrador, derivador, estabilización con resistencias.
4. Convertidores de voltaje a corriente y corriente a voltaje.
5. Filtros activos.
6. Aplicaciones no Lineales.
7. Comparadores de voltaje, detectores de cruce por cero y con histéresis.
8. Generadores de señal: cuadrada, triangular, senoidal.
9. Conversión Analógica Digital.
10. Conversión Digital Analógica.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Robert F. Coughlin, Frederick F. Driscoll, *Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados lineales*, Prentice Hall Internacional, 4ª Edición, México 2000.
- Williams, Arthur B., Taylor, Fred J., *Electronic Filter Design Handbook*, Editorial McGraw Hill, EUA, 2006.
- Boylestad, Robert, *Electrónica Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos*, Editorial Pearson, 8ª Edición, México, 2003.
- Floyd, Thomas L., *Dispositivos Electrónicos*, Editorial Pearson, 8ª Edición, México, 2008.
- Rashid, Muhammad H., *Circuitos Microelectrónicos, análisis y diseño*, Editorial Thomson, México, 2002.
- Cogdel, J.R., *Fundamentos de Electrónica*, Editorial Prentice Hall, 1ª Edición, México, 2000.
- Malvino Albert Paul, *Principios de Electrónica*, McGraw Hill Interamericana, 2ª Edición, España, 2007.
- Fiore, James M., *Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales: Teoría y Aplicación*, Thomson Paraninfo S.A., México, 2002
- Hambley, A.R., *Electrónica*, Editorial Pearson, 2ª Edición, Madrid, 2001.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Espi, López José, *Electrónica Analógica*, Prentice Hall, México, 2006.
- González de la Rosa Juan José, *Circuitos Electrónicos con Amplificadores Operacionales: Problemas, Fundamentos Teóricos y Técnicas de Identificación de Análisis*, Marcombo, México, 2001.
- García, López X., *Electrónica Analógica*, Editorial Pearson, 1ª Edición, España, 2006.

SITIOS WEB RECOMENDADOS

- <http://www.dgbiblio.unam.mx> (librunam, tesiunam, bases de datos digitales)
- <http://www.copernic.com>

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS RECOMENDADAS PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS	A UTILIZAR
Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Lecturas obligatorias	X
Trabajo de investigación	X
Prácticas de laboratorio	X
Prácticas de campo	
Otras	

MECANISMOS DE EVALUACIÓN

ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EVALUAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	A UTILIZAR
Exámenes parciales	X
Examen final	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X
Participación en clase	X
Asistencia	
Exposición de seminarios por los alumnos	

PERFIL PROFESIOGRÁFICO REQUERIDO PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA			
LICENCIATURA	POSGRADO	ÁREA INDISPENSABLE	ÁREA DESEABLE
Ingeniería Mecánica Eléctrica o, Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones	Maestría en Electrónica	Electrónica	