

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Amplificadores Operacionales</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Electrónica</b>
Clave de la asignatura :	<b>ETF-1002</b>
SATCA <sup>1</sup>	<b>3-2-5</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero la capacidad para analizar, diseñar y construir equipos y/o sistemas electrónicos para la solución de problemas en el entorno profesional, aplicando normas técnicas y estándares nacionales e internacionales.

Esta asignatura permite al estudiante solucionar problemas complejos, desarrollar habilidades de pensamiento lógico, creativo, actitud para trabajar en equipo; aplicar las tecnologías de la información y comunicación para la adquisición y procesamiento de información de manera natural, permanente y eficiente, además le permite comunicarse con efectividad en forma oral y escrita en el ámbito profesional tanto en su idioma como en un idioma extranjero.

Así como, crear, innovar y transferir tecnología aplicando métodos y procedimientos en proyectos de ingeniería electrónica, tomando en cuenta el desarrollo sustentable del entorno y simular modelos que permitan predecir el comportamiento de sistemas electrónicos empleando plataformas computacionales.

### **Intención didáctica.**

El docente debe ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, y tener capacidad para trabajar en equipo, destrezas que le permitan proponer actividades a desarrollar, formación pedagógica para abordar con mayor propiedad los diferentes estilos cognitivos de los estudiantes, facilitar, direccionar y orientar el trabajo del estudiante, potenciar en el estudiante la autonomía y toma de decisiones, tener flexibilidad en el seguimiento del proceso, estimular y potenciar el trabajo autónomo y cooperativo, facilitar la interacción personal.

El temario está organizado en cinco unidades, en la primera unidad se desarrollan los puntos conceptuales para analizar, simular, diseñar y construir circuitos detectores de cruce por cero y detectores de nivel.

En la segunda unidad el alumno aprende haciendo análisis, simulaciones y afirma su capacidad para diseñar y construir amplificadores básicos, de aplicaciones lineales y de aplicaciones no lineales.

---

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

En la tercera unidad aprende a analizar, simular, diseñar y construir circuitos con histéresis, controladores on-off y osciladores, así mismo establece la forma de identificar la configuración de operación de un amplificador operacional con retroalimentación positiva.

La cuarta unidad da la oportunidad de generar gráficas de respuesta en amplitud y fase de los filtros activos con instrumentación real y virtual así como diseñar, construir y aplicar filtros activos con amplificadores operacionales en sistemas electrónicos.

La quinta unidad aborda el estudio de diversos circuitos integrados lineales y su aplicación en sistemas electrónicos.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja.

Durante el desarrollo de las actividades programadas en la asignatura es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva particularmente a cabo y entienda que está construyendo su conocimiento, aprecie la importancia del mismo y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión, la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo, el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía y en consecuencia actúe de manera profesional.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos y los considere en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

#### Competencias específicas:

- Analizar, simular, diseñar, construir y aplicar filtros activos con amplificadores operacionales en aplicaciones lineales y no lineales.

#### Competencias genéricas:

##### Competencias instrumentales

- Resolver mediante métodos analíticos los circuitos, que definen la operación fundamental del amplificador operacional.
- Habilidad para medir con instrumentos e interpretar las mediciones.
- Comunicación oral y escrita de resultados e investigaciones realizadas en el laboratorio.
- Habilidad para buscar información de diferentes fuentes y resolver problemas.
  - Capacidad para utilizar software de simulación.

##### Competencias interpersonales

- Capacidad para la toma de decisiones
- Habilidad para trabajar de manera individual y en equipo

##### Competencias sistémicas

- Capacidad para el autoaprendizaje
- Interpretación de graficas y resultados de circuitos con amplificadores operacionales.
- Habilidad para predecir posibles resultados.
- Investigar y depurar la información.
- Aplicar mejoras de diseño con amplificadores operacionales.
- Aplicar software de simulación, como herramienta de desarrollo.

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato del 24 al 28 de agosto de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:  Aguascalientes, Apizaco, Cajeme, Celaya, Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Cosamaloapan, Cautla, Culiacan, Durango, Ecatepec, Ensenada, Hermosillo, Irapuato, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Lerma, Los Mochis, Matamoros, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Piedras Negras, Reynosa, Salina Cruz, Saltillo, Sur De Guanajuato, Tantoyuca, Tijuana, Toluca, Tuxtepec, Veracruz y Xalapa</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Electrónica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 1 de septiembre al 15 de diciembre.</p>	<p>Academias de Ingeniería Electrónica de los Institutos Tecnológicos de:  Lerma, Xalapa, Laguna, Chihuahua, Hermosillo, Matamoros, Reynosa, Orizaba, Minatitlán</p>	<p>Elaboración del programa de Estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Electrónica.</p>
<p>Reunión Nacional de Consolidación del Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales del 25 al 29 de enero del 2010 en el Instituto Tecnológico de Mexicali.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:  Aguascalientes, Apizaco, Cajeme, Celaya, Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Cosamaloapan, Cautla, Durango, Ecatepec, Ensenada, Hermosillo, Irapuato, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Lerma, Los Mochis, Matamoros, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Piedras Negras, Reynosa, Salina Cruz, Saltillo, Sur De Guanajuato, Tantoyuca, Toluca, Tuxtepec, Veracruz y Xalapa</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Electrónica</p>

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Analizar, simular, diseñar, construir y aplicar filtros activos con amplificadores operacionales en aplicaciones lineales y no lineales.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Aplicar la transformada de Laplace en el análisis de circuitos analógicos.
- Aplicar los conceptos de amplificadores multietapa y diferenciales, amplificadores retroalimentados y potencia.
- Utilizar sistemas de control y sus diferentes modos de control.
- Conocer el funcionamiento de otros dispositivos eléctricos y electrónicos, (diodos, transistores, componentes pasivos y activos, sensores, transductores y actuadores.).
- Aplicar los métodos de investigación y publicar los resultados de pruebas y ensayos.
- Buscar, seleccionar e interpretar información de dispositivos y sistemas electrónicos a través de hojas de datos, textos, sitios web.
- Aplicar software de simulación.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Amplificadores operacionales en lazo abierto.	1.1. Características en lazo abierto. 1.2. Detector de cruce por cero y en diferente nivel.
2.	Amplificadores operacionales con retroalimentación negativa	2.1. Características en lazo cerrado. 2.2. Amplificadores básicos. 2.2.1. Amplificador seguidor de voltaje. 2.2.2. Amplificador inversor. 2.2.3. Amplificador no inversor. 2.2.4. Amplificador diferenciador. 2.2.5. Amplificador sumador. 2.2.6. Amplificador derivador. 2.2.7. Amplificador integrador. 2.3. Aplicaciones lineales. 2.3.1. Amplificador de instrumentación. 2.3.2. Amplificador de transconductancia. 2.3.3. Amplificador aislador. 2.3.4. Amplificador sintonizado. 2.3.5. Convertidor voltaje a corriente y corriente a voltaje. 2.3.6. Convertidor voltaje a frecuencia y frecuencia a voltaje. 2.3.7. Convertidores DAC y ADC.

		2.4. Aplicaciones no lineales. 2.4.1. Rectificadores de precisión. 2.4.2. Amplificador multiplicador. 2.4.3. Amplificador divisor. 2.4.4. Amplificador logarítmico. 2.4.5. Amplificador exponencial.
3.	Amplificadores operacionales retroalimentación positiva con	3.1. Comparadores. 3.2. Circuitos de control. 3.3. Osciladores.
4.	Filtros activos	4.1. Principios y tipos de filtros. 4.2. Pasa – bajas. 4.3. Pasa – altas. 4.4. Pasa-banda. 4.5. Rechaza-banda.
5.	Circuitos lineales integrados	5.1. Temporizador. 5.2. Amplificadores de audio frecuencia. 5.3. Reguladores de voltaje. 5.4. Oscilador controlado por voltaje VCO. 5.5. Circuito integrado PLL. 5.6. Amplificadores programables. 5.7. Circuitos manejadores de potencia. 5.8. DAC y ADC. 5.9. Amplificador de instrumentación.

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- El profesor debe ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer los antecedentes para lograr un mejor desarrollo de diseños para abordar los temas. Coordinar el trabajo en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el proceso formativo e inducir la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes.
- Propiciar actividades de metacognición, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: identificación de patrones, análisis y síntesis, Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Comparar las características ideales de los amplificadores operacionales con respecto a las reales.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con otras del plan de estudios a las que ésta, da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral.
- Facilitar el contacto directo con materiales e instrumentos, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental como: identificación manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, trabajo en equipo.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una cultura sustentable.
- Propiciar el uso de las tecnologías de la información y comunicación en el desarrollo de la asignatura.

- Propiciar la búsqueda y selección de información de los temas del curso en nuestro idioma y en un segundo idioma
- Proponer la organización, desarrollo, actividades prácticas de laboratorio y aplicaciones de campo.



## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- La evaluación debe ser continua y formativa por lo que debe considerar la evaluación del desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:
- Reportes escritos de las observaciones hechas durante el desarrollo de las prácticas en el laboratorio.
- Interpretación de la información obtenida durante las investigaciones solicitadas en documentos escritos.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos cuidando que esta no sea la única forma de evaluar.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Amplificadores Operacionales en Lazo Abierto

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Analizar el principio de operación del amplificador operacional en lazo abierto y construir circuitos de aplicación.	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Investigar cada uno de los parámetros eléctricos de los amplificadores operacionales.</li><li>▪ Investigar y caracterizar los circuitos comparadores en lazo abierto.</li><li>▪ Analizar el comportamiento del tiempo de respuesta del OP-AMP.</li><li>▪ Resolver problemas y realizar prácticas.</li></ul>

### Unidad 2: Amplificadores Operacionales con Retroalimentación Negativa

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Analizar, simular, diseñar, construir y aplicar el amplificador operacional con retroalimentación negativa.	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Analizar los efectos de la retroalimentación negativa.</li><li>▪ Resolver problemas usando los diferentes arreglos con los amplificadores operacionales.</li><li>▪ Realizar prácticas de laboratorio para comprobar los resultados obtenidos con los calculados y simulados.</li></ul>

### Unidad 3: Amplificadores Operacionales con Retroalimentación Positiva

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Analizar, simular, diseñar, construir y aplicar el amplificador operacional con retroalimentación positiva.	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Analizar los efectos de la retroalimentación positiva.</li><li>▪ Resolver problemas usando los diferentes arreglos con amplificadores operacionales con retroalimentación positiva.</li><li>▪ Realizar prácticas de laboratorio para comprobar los resultados obtenidos con los calculados y simulados.</li><li>▪ Analizar el concepto de estabilidad para generar osciladores.</li></ul>

### Unidad 4: Filtros Activos

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Analizar, simular, diseñar, construir y aplicar filtros activos con amplificadores operacionales.	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Investigar y discutir los conceptos básicos de filtros.</li><li>▪ Analizar el concepto de filtros de primer grado, segundo grado y de grado superior.</li><li>▪ Analizar la respuesta en frecuencia de los distintos tipos de filtros con instrumentos y software de simulación.</li></ul>

### Unidad 5: Circuitos Integrados Lineales

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Analizar, simular, diseñar, construir y aplicar sistemas electrónicos con circuitos integrados lineales.	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Seleccionar y analizar el principio y régimen de operación de los circuitos integrados lineales.</li><li>▪ Construir circuitos de aplicación con circuitos integrados lineales.</li><li>▪ Simular circuitos de aplicación utilizando circuitos integrados lineales.</li><li>▪ Diseñar un sistema electrónico basado</li></ul>

	en amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales.
--	--

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. González De La Rosa, Juan José; “Circuitos Electrónicos con Amplificadores Operacionales”, 1ª edición año de publicación 2001; Marcombo, S. A.
2. Franco Sergio. “Diseño con Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados”, 3ª edición año 2005, McGraw – Hill.
3. Coughlin Robert F.; “Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales”, 6ª edición año 2006, Prentice Hall.
4. Huijsing, Johan H. ; “Operational Amplifiers”, año 2000, Kluwer Academia.
5. Fiore, James M.; “Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados”, 1ª edición año 2002, Thomson Paraninfo, S. A.
6. Faulkenberry, Lucas; Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales, 4ª Edición 2006 Ed. Limusa.
7. Manuales de fabricante, páginas web.
8. Mancini Ron, (Edition 2002), Op Amps For Everyone, Texas Instruments

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Caracterización y comparación de amplificadores operacionales rapidez de cambio a lazo abierto.
- Comparador básico.
- Amplificador inversor y no inversor, Seguidor de Voltaje.
- Circuitos aritméticos con OP-AMP
- Amplificador integrador y diferenciador.
- Convertidores con OP-AMP: VI, IV, VF, FV, DAC, ADC.
- Rectificadores y recortadores.
- Amplificador logarítmico y exponencial.
- Comparador con histéresis.
- Osciladores: astable, monoestable, puente de Wien, onda triangular, de desplazamiento de fase.
- Filtros activos.
- Osciladores con circuitos integrados.
- Convertidores con CI: VFC, FVC, DAC, ADC.
- Amplificador de instrumentación con C.I.