

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
LICENCIATURA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

Electrónica II

<b>Elaboró:</b>	<u>Dr. Germán García Benítez</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>M. en Doc. Benjamín Pérez Clavel</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Ing. José Luis Ávila Gómez</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>

**Fecha de  
aprobación:**

**H. Consejo Académico**

**H. Consejo de Gobierno**

05 de julio del 2021

07 de julio del 2021



**Facultad de Ingeniería**



07 JUL 2021

CONSEJOS ACADÉMICO Y DE GOBIERNO  
DICTAMEN: APROBADO



## Índice

	<b>Pág.</b>
<b>I. Datos de identificación.</b>	<b>3</b>
<b>II. Presentación del programa de estudios.</b>	<b>4</b>
<b>III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular.</b>	<b>6</b>
<b>IV. Objetivos de la formación profesional.</b>	<b>8</b>
<b>V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.</b>	<b>9</b>
<b>VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.</b>	<b>10</b>
<b>VII. Acervo bibliográfico.</b>	<b>13</b>



**I. Datos de identificación.**

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje  Clave

Carga académica	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="9"/>
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter  Tipo  Periodo escolar

Área curricular  Núcleo de formación

Seriación

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

No presenta



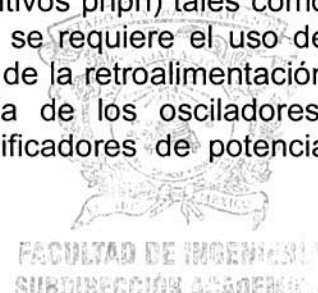


## II. Presentación del programa de estudios.

La Unidad de Aprendizaje (UA) de Electrónica II trata el tema de diseño de circuitos con dispositivos monolíticos, amplificadores operacionales (OP AMP), rectificador controlado de silicio (SCR), triodo de corriente alterna (TRIAC), transistores de compuerta aislada (IGBT) a partir de especificaciones técnicas mostradas en hojas de datos de los fabricantes y modelos simplificados. Asimismo, se cubre el cálculo de frecuencias de corte y el ancho de banda de amplificadores para después pasar al diseño de circuitos de potencia. Es una UA de tipo laboratorio ya que los conocimientos teóricos impartidos tienen un fuerte ingrediente aplicativo en el ámbito del diseño electrónico por lo que el alumno debe aprender el comportamiento de los componentes en funcionamiento real para que el conocimiento sea significativo y permita tener experiencias de aprendizaje sustantivas, las actividades a realizar son el diseño de circuitos y posteriormente comprobar su funcionamiento en laboratorio tomando en cuenta las características planteadas por el fabricante en las hojas de datos de los dispositivos empleados.

Es importante en la formación del Ingeniero en Electrónica ya que aporta los elementos necesarios para diseñar amplificadores multietapa, así como con amplificadores operacionales y dispositivos de cuatro capas considerando características de frecuencia y retroalimentación lo que permitirá al egresado resolver problemas de instrumentación, control, comunicaciones y otras áreas de la electrónica, asimismo, brinda elementos útiles en el diseño de circuitos para resolver problemas de control, instrumentación electrónica, comunicaciones, potencia y otras ramas en donde la electrónica; y proporciona las bases para elegir componentes electrónicos en función de los parámetros de diseño los cuales incluyen características de frecuencia de transistores, así como del comportamiento en frecuencia de OP AMP; finalmente, la UA contribuye al objetivo del programa educativo ya que prepara al alumno para resolver problemas técnicos relacionados con el diseño, ensamble, instalación, evaluación, validación y mantenimiento de sistemas electrónicos que requieran el conocimiento de electrónica de pequeña señal y de circuitos de potencia.

La UA está estructurada en seis unidades temáticas, la primera se enfoca al diseño de amplificadores multietapa empleando transistores bipolares (BJT) y de efecto de campo (JFET), posteriormente en la segunda unidad se aborda el tema de diseño de OP AMP con circuitos integrados lineales y amplificadores de ganancia programable (PGA), luego en la unidad tres se explican los procedimientos para el cálculo de las frecuencias de corte inferior y superior así como el ancho de banda de amplificadores con BJT, JFET y OP AMP, en la unidad cuatro se explica el funcionamiento de los dispositivos de cuatro capas (dispositivos pnpn) tales como el SCR y el TRIAC para el diseño de circuitos en donde se requiere el uso de grandes corrientes, la unidad cinco se centra en el estudio de la retroalimentación en amplificadores para posteriormente abordar la teoría de los osciladores, finalmente la unidad seis se plantea el diseño de amplificadores de potencia





empleando transistores de efecto de campo de semiconductor metal oxido (MOSFET) e IGBT.

Esta UA requiere que el alumno conozca el comportamiento de diodos y los transistores BJT, JFET y MOSFET por lo que se tiene como UA antecedente a Electrónica I, asimismo la UA de Electrónica II es antecedente de la UA de Electrónica de Potencia I en donde se requiere conocimientos previos tratados en esta.

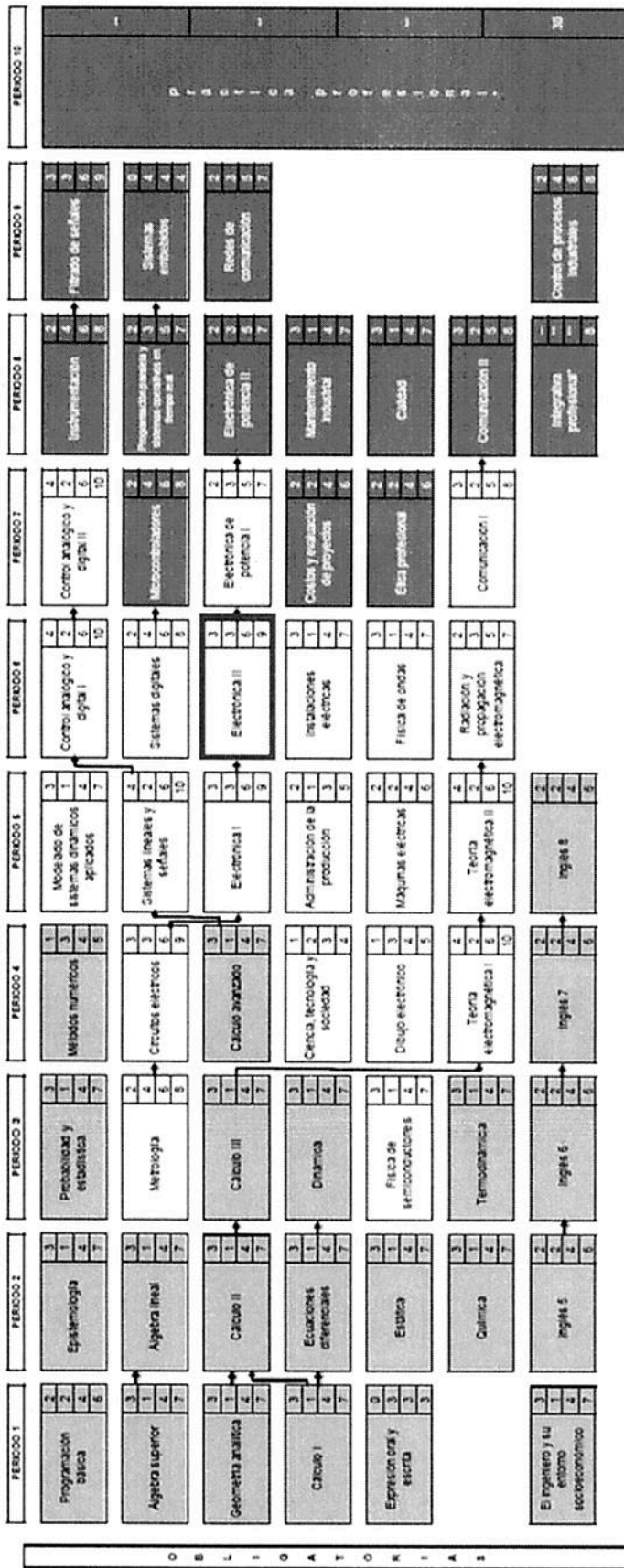
Con respecto a las actividades del profesor, aparte de realizar la planeación del curso, debe de impartir el aspecto teórico del curso, pero también proporcionar problemas o ejemplos, así como prácticas lo más apegados a la realidad, de tal manera que el alumno pueda observar el contexto donde los conocimientos adquiridos en esta UA tienen aplicaciones reales.

En lo que corresponde al alumno, éste debe de tener la capacidad de análisis y síntesis, capacidad de organización y planificación, ser competente en el manejo de computadora, software especializado, dibujo electrónico e instrumentos electrónicos de medición (osciloscopio, multímetro, generadores de señales, fuentes de alimentación, etc.), ser competente en la búsqueda y análisis de información y, finalmente, tener la capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos.



### III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, 2019



FACULTAD DE INGENIERÍA  
SUBDIRECCIÓN AGRÍCOLA

MT	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
MP	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44	47	50	53	56	59	62
TM	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55	58	61	64	67	70	73	76	79	82
CR	37	48	49	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48



Proyecto curricular de la Licenciatura de Ingeniería en Electrónica  
Reestructuración, 2019  
Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 8	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
									Bioelectrónica <sup>1</sup>	
									Ingeniería de audio	
									Robótica	
									Electrónica de potencia en sistemas autónomos	
									Electrónica de los sistemas de transporte	
									Telefonía	
									Control avanzado	

**EMBOLOGÍA**

LA UNID DE APRENDIZAJE	47 HORAS TEÓRICAS
LA UNID DE APRENDIZAJE	47 HORAS PRÁCTICAS
LA UNID DE APRENDIZAJE	94 HORAS
LA UNID DE APRENDIZAJE	94 HORAS
LA UNID DE APRENDIZAJE	94 HORAS

→ 24 horas de práctica.  
Credito mínimo 27 / máximo 56 por semestre escolar.  
\*Asignatura a ser dada.  
\*\*Las horas de la asignatura a ser dada.  
\*\*\*Las asignaturas que son obligatorias, cursadas / aprobadas en el mismo semestre.

Núcleo básico obligatorio	18
Núcleo sustento obligatorio	150
Núcleo mayor obligatorio	180
Núcleo mayor optativo	180

**PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS**

Núcleo básico obligatorio, cursado y aprobado 22 UA	56	Tasa de núcleo básico a acreditar 22 UA para cursar 143 créditos
Núcleo sustento obligatorio, cursado y aprobado 21 UA	150	Tasa de núcleo sustento a acreditar 21 UA para cursar 143 créditos
Núcleo integral obligatorio, cursado y aprobado 13 UA + 2	180	Tasa de núcleo integral a acreditar 13 UA + 2 para cursar 143 créditos
Núcleo integral optativo, cursado y aprobado 2 UA	18	

**TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS**

LA OBLIGATORIA	56 + 2 ASIGNATURAS A SER DADAS
LA OBLIGATORIA	2
LA A SER DADA	56 + 2 ASIGNATURAS A SER DADAS
CREDITOS	452





#### IV. Objetivos de la formación profesional.

##### Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de los estudios profesionales de la Licenciatura de Ingeniería en Electrónica formar profesionales, críticos, creativos, dispuestos a adquirir el espíritu universitario, interesados por resolver problemas técnicos relacionados con el diseño, ensamble, instalación, evaluación, validación y mantenimiento de sistemas electrónicos contemplando aspectos éticos, humanísticos, de inclusión, en armonía con el medio ambiente para contribuir al progreso, económico y cultural del país y satisfacer las necesidades de la sociedad.

##### Generales

- Ejercer el diálogo y el respeto como principios de la convivencia con sus semejantes, y de apertura al mundo.
- Reconocer la diversidad cultural y disfrutar de sus bienes y valores.
- Adquirir los valores de cooperación y solidaridad.
- Participar activamente en su desarrollo académico para acrecentar su capacidad de aprendizaje y evolucionar como profesional con autonomía.
- Asumir los principios y valores universitarios, y actuar en consecuencia.
- Aprender los modelos, teorías y ciencias que explican el objeto de estudio de su formación.
- Emplear habilidades lingüístico-comunicativas en una segunda lengua.
- Tomar decisiones y formular soluciones racionales, éticas y estéticas.
- Comprender y aplicar los principios subyacentes a los métodos, técnicas e instrumentos empleados en la intervención profesional.
- Emplear las habilidades técnicas y tecnológicas para evolucionar en el campo laboral.
- Desarrollar un juicio profesional basado en la responsabilidad, objetividad, credibilidad y la justicia.

##### Particulares

- Ensamblar sistemas electrónicos analógicos y digitales evaluando el tipo, costo, propósito y características de montaje de componentes utilizando los fundamentos de la teoría de los semiconductores, electrónica y teoría electromagnética para contribuir en diversos ámbitos de la sociedad tales como la salud, la educación, la industria y los servicios.







- Instalar sistemas electrónicos analógicos y digitales ponderando los requerimientos técnicos, de espacio, normativos, de prueba y de seguridad empleando el conocimiento de los estándares nacionales e internacionales para solucionar problemas técnicos en el área de automatización, telecomunicaciones, energía sustentable, sistemas de transporte, bioelectrónica y electrónica entre otras dentro de las organizaciones.
- Evaluar sistemas electrónicos analógicos y digitales caracterizando su funcionamiento a partir de sus parámetros de operación y uso para establecer su óptimo desempeño en su vida útil.
- Organizar inspecciones sobre los sistemas electrónicos analógicos y digitales utilizando técnicas analíticas tales como indicadores estadísticos de fiabilidad y disponibilidad para pronosticar fallas y extender la vida útil de los equipos.

#### **Objetivos del núcleo de formación:**

Desarrollará en el alumno el dominio teórico, metodológico y axiológico del campo de conocimiento donde se inserta la profesión.

Comprenderá unidades de aprendizaje sobre los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para dominar los procesos, métodos y técnicas de trabajo; los principios disciplinares y metodológicos subyacentes; y la elaboración o preparación del trabajo que permita la presentación de la evaluación profesional.

#### **Objetivos del área curricular o disciplinaria:**

Formular idealizaciones particularizando las condiciones de operación de sistema a través de expresiones y simplificaciones de los modelos matemáticos que caracterizan sistemas propios de la electrónica para desarrollar métodos de solución a problemas de instrumentación, suministro de energía, preamplificadores de pequeña señal, máquinas de estado, generadores de señal y de fuerza motriz.

#### **V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.**

Diseñar circuitos con dispositivos monolíticos; amplificadores operacionales, de instrumentación, mixtos como DACs y ADCs osciladores, PGAs, TRIACs, SCR, IGBT utilizando sus especificaciones técnicas y sus modelos simplificados; apoyándose del uso de software especializado y tarjetas de evaluación para proponer soluciones a problemas presentes en otras disciplinas de la electrónica aplicada.



## VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

### Unidad temática 1. Arreglos multietapas con transistores

**Objetivo:** Diseñar circuitos de varias etapas con transistores en frecuencia media, empleando las características de transistores BJT y JFET, para formar arreglos especiales como Darlington, Cascode, Diferencial y espejo de corriente.

**Temas:**

- 1.1 Acoplo RC, por transformador y directo empleando transistores BJT y JFET
- 1.2 Arreglo Darlington, Cascode y Diferencial empleando BJT y JFET
- 1.3 Espejo de corriente, carga activa y fuentes de corriente.
- 1.4 Diseño de redes multietapas empleando combinaciones de BJT, JFET y MOSFET.

### Unidad temática 2. Amplificadores operacionales

**Objetivo:** Diseñar circuitos con amplificadores operacionales (OP AMP), a partir del análisis de sus modelos y características operativas, para aplicarlos en la construcción de circuitos de instrumentación, mixtos, convertidores digital-analógico (DAC) y analógico-digital (ADC) útiles en la ingeniería electrónica.

**Temas:**

- 2.1 Conceptualización y análisis del OP AMP a partir de sus modelos de CD y CA.
- 2.2 Características de lazo abierto y lazo cerrado a partir de hojas de datos de diversas matriculas.
- 2.3 Amplificadores esenciales: amplificador inversor, no inversor, seguidor de voltaje, sumador, diferenciador e integrador
- 2.4 Amplificadores lineales: instrumentación, aislador, transconductancia, convertidores voltaje corriente, corriente a voltaje, convertidor de voltaje a frecuencia, de frecuencia a voltaje.
- 2.5 Convertidores DAC y ADC
- 2.6 Circuitos no lineales: amplificador logarítmico, exponencial, rectificadores, multiplicador y divisor y comparadores.
- 2.7 Circuitos integrados lineales: amplificadores de instrumentación, de audio, osciladores controlados por voltaje, amplificadores de ganancia programable (PGA) y phase-locked-loop (PLL)
- 2.8 Diseño de aplicaciones con OP AMP empleando diferentes matriculas para diversas aplicaciones y tarjetas de evaluación.





### Unidad temática 3. Respuesta en frecuencia de amplificadores

**Objetivo:** Calcular las frecuencias de corte (inferior y superior) y el ancho de banda de circuitos amplificadores con BJT, JFET y OP AMP, utilizando la función de transferencia de sus equivalentes de filtro pasivo y características de pequeña señal obtenidas de las hojas de datos del fabricante, para valorar su empleo en diversas aplicaciones.

**Temas:**

- 3.1 Base teórica de la respuesta en frecuencia de amplificadores con transistores BJT, JFET y OP AMP y su relación con la gráfica de Bode.
- 3.2 Cálculo de la respuesta en baja y alta frecuencia de amplificadores con BJT, JFET y OP AMP.
- 3.3 Efecto de la respuesta en frecuencia de amplificadores de varias etapas.
- 3.4 Producto ancho de banda-ganancia

### Unidad temática 4. Dispositivos *pnpn*

**Objetivo:** Diseñar circuitos con dispositivos *pnpn*, empleando conceptos de la teoría de circuitos, para valorar su empleo en diversas aplicaciones.

**Temas:**

- 4.1 Funcionamiento de dispositivos de cuatro capas
- 4.2 Rectificador controlado de silicio (SCR): operación, características y valores nominales.
- 4.3 Diodo para corriente alterna (DIAC): operación, características y valores nominales.
- 4.4 Triodo de corriente alterna (TRIAC): operación, características y valores nominales.
- 4.5 Transistor unijuntura (UJT): operación, características y valores nominales.
- 4.6 Diseño de circuitos con dispositivos *pnpn*.



### Unidad temática 5. Retroalimentación en amplificadores

**Objetivo:** Diseñar redes de retroalimentación en amplificadores, a partir de sus características de voltaje y corriente, para aplicarlos en circuitos osciladores.

**Temas:**

- 5.1 Definición y tipos de conexión para retroalimentación: voltaje en serie, voltaje en paralelo, corriente en serie, corriente en paralelo.
- 5.2 Efectos de la retroalimentación en el ancho de banda de un amplificador y de la estabilidad.
- 5.3 Osciladores: senoidales (criterio de Barkhausen), corrimiento de fase, puente de Wien, sintonizado, con histéresis, monounión y de cristal.
- 5.4 Distorsión
- 5.5 Multivibradores: biestable, monoestable y astable
- 5.6 Disparador Schmitt
- 5.7 Temporizadores
- 5.8 Generadores de señal.
- 5.9 Diseño de osciladores empleando combinaciones de BJT, FET, MOSFET y OP AMP.

### Unidad temática 6. Amplificadores de potencia

**Objetivo:** Diseñar amplificadores de potencia, a partir de la teoría de funcionamiento de dispositivos que procesan señal grande para aplicarlos en diferentes áreas de la electrónica.

**Temas:**

- 6.1 Funcionamiento y clasificación de amplificadores de potencia: clase A, clase B, clase AB, clase C y clase D
- 6.2 Eficiencia de amplificadores de potencia.
- 6.3 El transistor de compuerta aislada (IGBT): operación, características y valores nominales.
- 6.4 Comportamiento del MOSFET en señal grande útil para circuitos de potencia
- 6.5 El amplificador *push pull* y la simetría complementaria.
- 6.6 Consideraciones de disipación de calor en amplificadores de potencia.
- 6.7 Diseño de amplificadores de potencia empleando MOSFET e IGBT.



## VII. Acervo bibliográfico.

### Básico:

- Boylestad, R. L., Nashelsky, L., Salas, N. R., Ramírez, F., & Martínez, M. (2018), *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*, Pearson.
- Caballero, A. H., A., C. G. M., Martínez J. & Gutiérrez, F. (2006). *Simulación y electrónica analógica: prácticas y problemas*. Ra-Ma.
- Cepeda M. & Salinas, C. (1998), *Amplificador operacional: (y sus aplicaciones)*, Instituto Politécnico Nacional.
- Coughlin, R. F., & Driscoll, F. F., (1999), *Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales*. Pearson Educación.
- Guisa Torres, J. L., (1998), *Electrónica digital*, Instituto Politécnico Nacional.
- López, J. E., Valls, G. C., & Mari Jordi Muñoz, (2006), *Electrónica Analógica: problemas y cuestiones*, Pearson Educación.
- Pontes, M. I., (2008), *Electrónica analógica discreta*. Instituto Politécnico Nacional.
- Rashid, M. H., (2008), *Electrónica de potencia circuitos, dispositivos y aplicaciones*, Editorial Félix Varela.
- Rashid, M. H., & Salas, N. R., (2015), *Electrónica de potencia*, Pearson Educación.

### Literatura en inglés:

- Dokic, B., (2016), *Power Electronics*, Springer International PU.
- Hegazi, E., Rael, J., & Abidi, A. A., (2005), *The designer's guide to high-purity oscillators*, Kluwer Academic Publishers.
- Huijsing, J., (2018), *Operational Amplifiers: theory and design*, Springer.
- Pelgrom, M., (2018), *Analog-To-Digital Conversion*, Springer.
- Senani, R., (2015), *Current feedback operational amplifiers and their applications*. Springer.
- Senani, R., Bhaskar, D. R., Singh, V. K., & Sharma, R. K., (2016), *Sinusoidal Oscillators and Waveform Generators using Modern Electronic Circuit Building Blocks*. Springer International Publishing.