

## Programa de asignatura por competencias de educación superior

### Sección I. Identificación del Curso

Tabla 1. Identificación de la Planificación del Curso.

<b>Actualización:</b>	Junio 22, 2022				
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Diseño Electrónico y Sistemas Inteligentes	<b>Asignatura:</b>	Diseño de circuitos integrados analógicos CMOS II		
<b>Academia:</b>	Diseño Electrónico /	<b>Clave:</b>	19SDE21		
<b>Módulo formativo:</b>	Electrónica Analógica	<b>Seriación:</b>	19SDE22 - Diseño de circuitos integrados digitales CMOS I		
<b>Tipo de curso:</b>	Presencial	<b>Prerrequisito:</b>	19SDE15 - Diseño de circuitos integrados analógicos CMOS I		
<b>Semestre:</b>	Séptimo	<b>Créditos:</b>	5.63	<b>Horas semestre:</b>	90 horas
<b>Teoría:</b>	3 horas	<b>Práctica:</b>	2 horas	<b>Trabajo indpt.:</b>	0 horas
				<b>Total x semana:</b>	5 horas

## Sección II. Objetivos educacionales

Tabla 2. Objetivos educacionales

Objetivos educacionales		Criterios de desempeño	Indicadores
OE2	Los egresados implementarán proyectos especializados en sistemas complejos de control y electrónicos en organizaciones públicas o privadas.	Conocerán e implementarán las teorías de gestión y dirección aplicadas a proyectos.	50% de los egresados conocerán diferentes teorías de gestión y dirección de proyectos
OE3	Los egresados resolverán problemas en el ámbito industrial con el desarrollo de proyectos de sistemas electrónicos.	Conocerán e implementarán las metodologías de análisis y diseño de sistemas electrónicos.	30% de los egresados analizarán un sistema electrónico.
OE4	Los egresados se integrarán de manera satisfactoria en el ámbito laboral en las áreas de electrónica del sector público o privado.	Se integrarán al ámbito laboral a través de las estadías profesionales, trabajando de manera colaborativa en el desarrollo de proyectos.	30% de los egresados trabajarán de forma colaborativa en el desarrollo de proyectos en el sector público.
OE5	Los egresados aplicarán y administrarán sistemas electrónicos y de control de manera ética, con responsabilidad social para contribuir al desarrollo sustentable.	Conocerán e implementarán modelos de sistemas electrónicos y de control.	30% de los egresados aplicarán modelos de sistemas electrónicos o de control.
OE6	Los egresados se integrarán a redes de colaboración públicas o privadas para el desarrollo de proyectos tecnológicos nacionales e internacionales.	Se integrarán al trabajo colaborativo en instancias públicas (Conacyt) o privadas mediante las estadías, las materias de proyecto y el intercambio con otras instituciones.	30% de los egresados trabajarán de forma colaborativa en instancias públicas como Conacyt desarrollando proyectos.
OE1	Los egresados diseñarán y desarrollarán proyectos especializados en sistemas complejos de control y electrónicos en organizaciones públicas o privadas.	Conocerán y aplicarán la metodología de la formulación, diseño, implementación y evaluación de Proyectos de tipo Industrial y de tecnologías Electrónicas Emergentes.	40% de los Egresados serán capaces de formular proyectos Electrónicos.



Atributos de egreso de plan de estudios		Criterios de desempeño	Componentes
AE1	Aplicar los conocimientos de ciencias básicas, como la química, física y matemáticas, y las ciencias de la ingeniería para resolver problemas dentro del campo de la electrónica.	- Desarrollará un prototipo con circuitos integrados analógicos CMOS aplicando técnicas más utilizadas en la industria, con apego a la normatividad vigente.	5.1 Consideraciones generales. 5.2 Osciladores de anillo. 5.3 Osciladores controlados por voltaje. 5.4 Modelo matemático de los VCO's.
AE3	Implementar estrategias a partir del juicio ingenieril para sacar conclusiones y tomar decisiones a partir de análisis estadísticos y mejorar así la calidad de los procesos industriales.	- Desarrollará y simulará el diseño de circuitos impresos con aplicaciones en sistema analógico y de señal mezclada basándose en las especificaciones de diseño.	1.1 Características estadísticas de ruido. 1.2 Tipos de ruido. 1.3 Representación del ruido en circuitos. 1.4 Ruido en amplificadores de etapa simple. 1.5 ruido en par diferencial. 1.6 Ancho de banda del ruido.
AE6	Reconocer la mejora continua como parte de su desarrollo profesional para diseñar e implementar sistemas analógicos y/o digitales y resolver problemas dentro del campo de la electrónica.	- Conocerá las bases para la resolución de problemas, mediante la formulación y el desarrollo de diferentes configuraciones o topologías para realizar aplicaciones de distintos tipos de circuitos analógicos.	2.1 Consideraciones generales. 2.2 Topologías de retroalimentación. 2.3 Efectos debido a las impedancias de cargas. 2.4 Efectos del ruido en la retroalimentación. 3.1 Consideraciones generales. 3.2 Amplificador operacional de una sola etapa. 3.3 Amplificador operacional de dos etapas. 3.4 Incremento de ganancia. 3.5 Comparación entre amplificadores operacionales. 3.6 Retroalimentación de modo común. 3.7 Limitación debido al rango de entrada. 3.8 Slew.Rate 4.1 Consideraciones generales. 4.2 interruptor de muestreo.



Continuación: Tabla 2. Objetivos educacionales (continuación)

No.	Atributos de egreso de plan de estudios	Criterios de desempeño	Componentes
			4.3 amplificadores basados en capacitores conmutados. 4.4 Integrador basado en capacitores conmutados. 4.5 Retroalimentación de modo común con capacitores conmutados.

### Sección III. Atributos de la asignatura

Tabla 3. Atributos de la asignatura

Problema a resolver		
Diseñar circuitos integrados analógicos a nivel de prototipo.		
Atributos (competencia específica) de la asignatura		
Diseñar circuitos integrados analógicos con tecnología CMOS basada en celdas básicas que permitan la implementación de sistemas analógicos y de señal mezclada tales como amplificadores operacionales, osciladores y PLL usando las herramientas CAD para el macro-modelado y el modelado eléctrico basado en SPICE.		
Aportación a la competencia específica		Aportación a las competencias transversales
Saber	Saber hacer	Saber Ser
- Conocer las metodologías propias al diseño de sistemas analógicos y de señal mezclada.	- Diseñar celdas analógicas para integrar un sistema analógico y de señal mezclada basándose en las especificaciones de diseño. - Contextualizar las metodologías propias al diseño de sistemas analógicos y de señal mezclada para su implementación en circuitos integrados con tecnología CMOS conceptualiza cada una de las etapas de diseño.	- Identifica, plantea y resuelve problemas. - Trabajo colaborativo. - Trabaja en forma autónoma.
Producto integrador de la asignatura, considerando los avances por unidad		
Diseño de celdas, tales como los amplificadores operacionales, osciladores y PLL's necesarias en los circuitos integrados analógicos y de señal mezclada así como las metodologías y técnicas propias de diseño de circuitos integrados para obtener el diseño.		

## Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.1. Desglose específico de la unidad "Ruido en circuitos CMOS."

<b>Número y nombre de la unidad:</b> 1. Ruido en circuitos CMOS.							
<b>Tiempo y porcentaje para esta unidad:</b>		Teoría:	11 horas	Práctica:	7 horas	Porcentaje del programa:	20%
<b>Aprendizajes esperados:</b> Desarrollar técnicas de tolerancia al ruido para tener la mínima degradación de desempeño del circuito integrado CMOS.							
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)			
1.1 Características estadísticas de ruido. 1.2 Tipos de ruido. 1.3 Representación del ruido en circuitos. 1.4 Ruido en amplificadores de etapa simple. 1.5 ruido en par diferencial. 1.6 Ancho de banda del ruido.	<b>Saber:</b> - Conocer el proceso y diseño de los circuitos integrados analógicos, tipos de ruido.  <b>Saber hacer:</b> - Realizar el diseño de circuitos integrados analógicos, representando y conociendo los diferentes tipos de ruido.  <b>Ser:</b> - Identifica, plantea y resuelve problemas. - Trabajo colaborativo. - Trabaja en forma autónoma.	- Exposición del tema. - Demostración de resolución de ejercicios. - Demostración teoría práctica por el alumno.	<b>Evaluación formativa:</b> - Resolución de ejercicios. - Implementación de prácticas documentándolas de manera escrita. - Realizar reportes escritos de los conceptos aprendidos en clase como tarea, solucionar ejercicios extra clase, actividades de investigación, elaboración de modelos o prototipos, análisis y discusión grupal. - Evaluar los conocimientos adquiridos por el alumno mediante exámenes escritos.	Realización del diseño de circuitos integrados analógicos, representando el ruido y conociendo los diferentes tipos de ruido.			
<b>Bibliografía</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Razavi, B. (2001). Design of Analog CMOS Integrated Circuits. USA: Mc Graw Hill.</li> <li>- Maloberti, F. (2001). Analog Design for CMOS VLSI System. USA: Kluwer Academic Publishers.</li> <li>- Baker, R.J.; Li, H. W.; Boyce, D. (1998). CMOS Circuit Design, Layout and Simulation. USA: IEEE Press.</li> <li>- Johs, D.; Ken, M. (1997). Analog Integrated Circuit Design. USA: John Wiley &amp; Sons.</li> <li>- Sung-Mo, K.; Yushf ,L. (2003). CMOS Integrated Circuits, Analysis and Design. USA: Mc Graw Hill.</li> </ul>							

## Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.2. Desglose específico de la unidad "Retroalimentación de circuitos CMOS."

<b>Número y nombre de la unidad:</b>		2. Retroalimentación de circuitos CMOS.					
<b>Tiempo y porcentaje para esta unidad:</b>		Teoría:	11 horas	Práctica:	7 horas	Porcentaje del programa:	20%
<b>Aprendizajes esperados:</b>		Identificar las características de los circuitos CMOS, así como sus diferentes configuraciones, para obtener circuitos en los que el consumo de energía sea óptimo.					
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)			
2.1 Consideración generales. 2.2 Topologías de retroalimentación. 2.3 Efectos debido a las impedancias de cargas. 2.4 Efectos del ruido en la retroalimentación.	<p>Saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprender las características de los circuitos CMOS y sus configuraciones para que el consumo de energía sea óptimo.</li> </ul> <p>Saber hacer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollar los reportes pertinentes de cada una de las prácticas elaboradas.</li> </ul> <p>Ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifica, plantea y resuelve problemas.</li> <li>- Trabajo colaborativo.</li> <li>- Trabaja en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exposición del tema.</li> <li>- Demostración de resolución de ejercicios.</li> <li>- Demostración teoría práctica por el alumno.</li> </ul>	<p>Evaluación formativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resolución de ejercicios.</li> <li>- Implementación de prácticas documentándolas de manera escrita.</li> <li>- Realizar reportes escritos de los conceptos aprendidos en clase como tarea, solucionar ejercicios extra clase, actividades de investigación, elaboración de modelos o prototipos, análisis y discusión grupal.</li> </ul> <p>Evaluación sumativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar los conocimientos adquiridos por el alumno mediante exámenes escritos.</li> </ul>	Realización de un análisis de las características del circuito CMOS, lo que nos permitirá ver la respuesta respectivamente.			
<b>Bibliografía</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Razavi, B. (2001). Design of Analog CMOS Integrated Circuits. USA: Mc Graw Hill.</li> <li>- Maloberti, F. (2001). Analog Design for CMOS VLSI System. USA: Kluwer Academic Publishers.</li> <li>- Baker, R.J.; Li, H. W.; Boyce, D. (1998). CMOS Circuit Design, Layout and Simulation. USA: IEEE Press.</li> </ul>							



Continuación: Tabla 4.2. Desglose específico de la unidad "Retroalimentación de circuitos CMOS."

Bibliografía

- Johs, D.; Ken, M. (1997). Analog Integrated Circuit Design. USA: John Wiley & Sons.
- Sung-Mo, K.; Yushf ,L. (2003). CMOS Integrated Circuits, Analysis and Design. USA: Mc Graw Hill.

## Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Amplificadores operacionales."

<b>Número y nombre de la unidad:</b> 3. Amplificadores operacionales.							
<b>Tiempo y porcentaje para esta unidad:</b>		Teoría:	11 horas	Práctica:	7 horas	Porcentaje del programa:	20%
<b>Aprendizajes esperados:</b>		Conocer e identificar las configuraciones básicas del amplificador operacional, para desarrollar sus diferentes configuraciones y análisis de las señales de entrada y salida.					
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)			
3.1 Consideraciones generales. 3.2 Amplificador operacional de una sola etapa. 3.3 Amplificador operacional de dos etapas. 3.4 Incremento de ganancia. 3.5 Comparación entre amplificadores operacionales. 3.6 Retroalimentación de modo común. 3.7 Limitación debido al rango de entrada. 3.8 Slew.Rate.	Saber: - Comprender las diferentes configuraciones de un amplificador operacional y su funcionamiento básico.  Saber hacer: - Ejecutar la simulación de los Amplificadores operacionales con circuitos integrados CMOS.  Ser: - Identifica, plantea y resuelve problemas. - Trabajo colaborativo. - Trabaja en forma autónoma.	- Exposición del tema. - Demostración de resolución de ejercicios. - Demostración teoría práctica por el alumno.	Evaluación formativa: - Resolución de ejercicios. - Implementación de prácticas documentándolas de manera escrita. - Realizar reportes escritos de los conceptos aprendidos en clase como tarea, solucionar ejercicios extra clase, actividades de investigación, elaboración de modelos o prototipos, análisis y discusión grupal.  Evaluación sumativa: - Evaluar los conocimientos adquiridos por el alumno mediante exámenes escritos.	Armar las configuraciones y simulación de la señal de entrada y salida. Análisis sobre las características de las señales.			
<b>Bibliografía</b>							
- Razavi, B. (2001). Design of Analog CMOS Integrated Circuits. USA: Mc Graw Hill. - Maloberti, F. (2001). Analog Design for CMOS VLSI System. USA: Kluwer Academic Publishers.							



Continuación: Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Amplificadores operacionales."

Bibliografía

- Baker, R.J.; Li, H. W.; Boyce, D. (1998). CMOS Circuit Design, Layout and Simulation. USA: IEEE Press.
- Johs, D.; Ken, M. (1997). Analog Integrated Circuit Design. USA: John Wiley & Sons.
- Sung-Mo, K.; Yushf ,L. (2003). CMOS Integrated Circuits, Analysis and Design. USA: Mc Graw Hill.

## Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.4. Desglose específico de la unidad "Introducción a los circuitos con capacitores conmutados."

<b>Número y nombre de la unidad:</b> 4. Introducción a los circuitos con capacitores conmutados.							
<b>Tiempo y porcentaje para esta unidad:</b>		Teoría:	11 horas	Práctica:	7 horas	Porcentaje del programa:	20%
<b>Aprendizajes esperados:</b>		Conocer los circuitos con capacitores conmutados que brindan una alternativa para la implementación completa integrada para identificar las diferentes etapas de señales biomédicas, de amplificación con alta ganancia y filtrado en rangos de frecuencia bajos.					
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)			
4.1 Consideraciones generales. 4.2 interruptor de muestreo. 4.3 amplificadores basados en capacitores conmutados 4.4 Integrador basado en capacitores conmutados. 4.5 Retroalimentación de modo común con capacitores conmutados.	Saber: - Comprender las aplicaciones de los capacitores conmutados en la implementación a señales biomédicas.  Saber hacer: - Adoptar y aplicar los capacitores en procesos de circuitos conmutados.  Ser: - Identifica, plantea y resuelve problemas. - Trabajo colaborativo. - Trabaja en forma autónoma.	- Exposición del tema. - Demostración de resolución de ejercicios. - Demostración teoría práctica por el alumno.	Evaluación formativa: - Resolución de ejercicios. - Implementación de prácticas documentándolas de manera escrita. - Realizar reportes escritos de los conceptos aprendidos en clase como tarea, solucionar ejercicios extra clase, actividades de investigación, elaboración de modelos o prototipos, análisis y discusión grupal.  Evaluación sumativa: - Evaluar los conocimientos adquiridos por el alumno mediante exámenes escritos.	Desarrollo de un trabajo que implemente los procesos de los circuitos conmutados.			
<b>Bibliografía</b>							
- Razavi, B. (2001). Design of Analog CMOS Integrated Circuits. USA: Mc Graw Hill. - Maloberti, F. (2001). Analog Design for CMOS VLSI System. USA: Kluwer Academic Publishers. - Baker, R.J.; Li, H. W.; Boyce, D. (1998). CMOS Circuit Design, Layout and Simulation. USA: IEEE Press.							



Continuación: Tabla 4.4. Desglose específico de la unidad "Introducción a los circuitos con capacitores conmutados."

Bibliografía

- Johs, D.; Ken, M. (1997). Analog Integrated Circuit Design. USA: John Wiley & Sons.
- Sung-Mo, K.; Yushf ,L. (2003). CMOS Integrated Circuits, Analysis and Design. USA: Mc Graw Hill.

## Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.5. Desglose específico de la unidad "Osciladores."

<b>Número y nombre de la unidad:</b> 5. Osciladores.							
<b>Tiempo y porcentaje para esta unidad:</b>		Teoría:	10 horas	Práctica:	8 horas	Porcentaje del programa:	20%
<b>Aprendizajes esperados:</b>		Conocer el proceso de un oscilador como sistema capaz de crear perturbaciones o cambios periódicos en un medio, para determinar y analizar su comportamiento ya sea un medio material (sonido) o un campo electromagnético (ondas de radio, microondas, infrarrojo, luz visible, rayos X, rayos gama, rayos cósmicos).					
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)			
5.1 Consideraciones generales. 5.2 Osciladores de anillo. 5.3 Osciladores controlados por voltaje. 5.4 Modelo matemático de los VCO's.	<p>Saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprender el concepto del oscilador como un sistema para crear perturbaciones.</li> </ul> <p>Saber hacer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mostrar el proceso de diseño de un oscilador como sistema creador de perturbaciones.</li> </ul> <p>Ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifica, plantea y resuelve problemas.</li> <li>- Trabajo colaborativo.</li> <li>- Trabaja en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exposición del tema.</li> <li>- Demostración de resolución de ejercicios.</li> <li>- Demostración teoría práctica por el alumno.</li> </ul>	<p>Evaluación formativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resolución de ejercicios.</li> <li>- Implementación de prácticas documentándolas de manera escrita.</li> <li>- Realizar reportes escritos de los conceptos aprendidos en clase como tarea, solucionar ejercicios extra clase, actividades de investigación, elaboración de modelos o prototipos, análisis y discusión grupal.</li> </ul> <p>Evaluación sumativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar los conocimientos adquiridos por el alumno mediante exámenes escritos.</li> </ul>	Desarrollo de un proyecto en el cual muestre el proceso de un oscilador como sistema capaz de crear perturbaciones o cambios periódicos en un medio, ya sea material (sonido) o un campo electromagnético (ondas de radio, microondas, infrarrojo, luz visible, rayos X, rayos gama, rayos cósmicos).			
<b>Bibliografía</b>							
- Razavi, B. (2001). Design of Analog CMOS Integrated Circuits. USA: Mc Graw Hill.							



Continuación: Tabla 4.5. Desglose específico de la unidad "Osciladores."

Bibliografía

- Maloberti, F. (2001). Analog Design for CMOS VLSI System. USA: Kluwer Academic Publishers.
- Baker, R.J.; Li, H. W.; Boyce, D. (1998). CMOS Circuit Design, Layout and Simulation. USA: IEEE Press.
- Johs, D.; Ken, M. (1997). Analog Integrated Circuit Design. USA: John Wiley & Sons.
- Sung-Mo, K.; Yushf ,L. (2003). CMOS Integrated Circuits, Analysis and Design. USA: Mc Graw Hill.



## V. Perfil docente

Tabla 5. Descripción del perfil docente

Perfil deseable docente para impartir la asignatura
<p>Carrera(s): - Ingeniería en Diseño Electrónico y Sistemas Inteligentes.</p> <p>- Ingeniería Electrónica o carrera afín.</p> <p>o carrera afín</p> <p>- Experiencia en manejo de Lenguaje Ensamblador</p> <p>Manejo y uso de Osciloscopio, Multímetro y.</p> <p>Manejo de Simuladores de Circuitos Electrónicos.</p> <p>- Experiencia mínima de dos años</p> <p>- Licenciatura en Ingeniería en Diseño Electrónico. Preferentemente Maestría relacionada con el área de conocimiento.</p>