

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**  
**(Doctorado en Materiales y Nanociencia)**

**DATOS GENERALES**

Nombre del Curso

**DISEÑO DE CIRCUITOS INTEGRADOS ANALÓGICOS Y RF**

**PRESENTACIÓN GENERAL**

Justificación

La importancia de conocer los pasos necesarios involucrados durante el análisis de la ingeniería, la simulación y realización de los patrones geométricos (Layouts) con el fin de obtener un circuito integrado analógico y RF en un solo chip usando procesos de fabricación nanométricos es de suma importancia ya que se permiten obtener mejores perspectivas de las limitaciones y bondades en el diseño de los circuitos integrados analógicos y de RF tomado en cuenta la disminución tecnológica, altas velocidades de operación y ahorro en consumo de potencia. Actualmente, los circuitos integrados CMOS tienen diversidad de aplicaciones que benefician al sector académico e industrial. Por lo que es necesario que los alumnos y profesionistas se actualicen y se desarrollen en el diseño de circuitos integrados con la finalidad de conocer y crear sistemas electrónicos basados en las nuevas tecnologías modernas CMOS.

**OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO**

El objetivo radica que el estudiante aprenda los procesos tecnológicos de fabricación y las técnicas de desarrollo de los patrones geométricos (layouts) para el diseño de circuitos integrados analógicos y de RF. También decidirá mediante discusiones cual es la mejor opción a utilizar de los modelos básicos de los transistores MOS. Analizará, diseñará y simulará las configuraciones y topologías de los bloques básicos analógicos y RF más importantes basados en tecnología modernas CMOS bajo el entendimiento que presentan limitaciones considerando los parámetros tecnológicos y reglas de diseño apoyándose en herramientas de diseño de circuitos integrados industriales (cadence, synopsys, Tanner) esperando que al final del curso se encuentre preparados para el envío de un prototipo a fabricar.

## UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1
Procesos de Fabricación
Objetivos particulares
Presentar las diversas etapas involucradas en los procesos de fabricación para dispositivos semiconductores basados en tecnologías modernas nanométricas.
Temas
1.1 Oxidación 1.2 Difusión 1.3 Implantación Iónica 1.4 Litografía 1.5 Depósito de Películas Delgadas 1.6 Tecnologías Modernas

UNIDAD 2
Proceso de Diseño de Circuitos Integrados
Objetivos particulares
Presentar definiciones y descripciones en el área del diseño de circuitos integrados enfocadas en técnicas, compromisos y desempeño actuales tomando en cuenta las tecnologías avanzadas modernas. Además, las diferentes tecnologías modernas y pasos del proceso de fabricación CMOS son cualitativamente presentadas. También, se muestran los parámetros de proceso, reglas de diseño y técnicas de patrones geométricos.
Temas
2.1 Proceso de Diseño y producción de Circuitos Integrados 2.2 Procesos de Fabricación Semiconductores MOS básicos 2.3 Componentes pasivos 2.4 Unión PN 2.5 Transistor CMOS 2.6 Parámetros de procesos y reglas de diseño 2.7 Técnicas de layouts y consideraciones prácticas

UNIDAD 3
Circuitos Analógicos
Objetivos particulares
Estudiar las características de circuitos amplificadores de transconductancia OTA basados en tecnologías modernas CMOS. Los estudiantes implementaran circuitos OTA mediante simuladores profesionales y verificaran la funcionalidad y robustez de los diseños OTAs. Así como la realización de su respectivo patrón geométrico para verificación de su funcionalidad.
Temas
<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Modelos de los transistores MOS</li> <li>3.2 Amplificadores CMOS <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1 Inversores simples</li> <li>3.2.2 Diferenciales</li> <li>3.2.3 Cascode</li> <li>3.2.4 Corriente</li> <li>3.2.5 Alta Ganancia</li> </ul> </li> <li>3.3 Amplificador de transconductancia (MOS) operacional-OTA <ul style="list-style-type: none"> <li>3.3.1 OTA Básico</li> <li>3.3.2 OTA Miller</li> <li>3.3.3 OTA Cascode</li> </ul> </li> </ul>

UNIDAD 4
Circuitos de Radio Frecuencia
Objetivos particulares
Describir las consideraciones generales para diseñar bloques para radio frecuencia (RF) tomando en cuenta las técnicas de integración en tecnologías modernas CMOS continuando con el acoplamiento de entrada/salida, linealidad y estabilidad mediante el análisis de redes de 2 puertos. El estudiante implementara los circuitos de RF en simuladores profesionales
Temas
<ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 La tecnología CMOS para RF</li> <li>4.2 Análisis de redes 2 puertos y Acoplo de redes</li> <li>4.3 Componentes pasivos integrados en tecnología CMOS</li> <li>4.4 Modelos MOS para RF</li> <li>4.5 Amplificadores de Bajo Ruido (LNA) <ul style="list-style-type: none"> <li>4.5.1 LNA sintonizados.</li> <li>4.5.2 Otras topologías LNA.</li> </ul> </li> <li>4.6 Diseño de Osciladores Controlados por Tensión (VCO) <ul style="list-style-type: none"> <li>4.6.1 VCOs resonantes LC-CMOS.</li> <li>4.6.2 Otras topologías de VCO. QVCOs.</li> </ul> </li> <li>4.7 Diseño de Mezcladores <ul style="list-style-type: none"> <li>4.7.1 Mezcladores activos</li> <li>4.7.2 Otros mezcladores: pasivos, filtros de polifase, célula de Gilbert</li> </ul> </li> </ul>

### **TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Exposiciones del maestro (teóricas y prácticas). Trabajo individual o en grupo (dinámicas grupales). Resolución de problemas individualmente y en equipo. Diseño de Actividades de enseñanza-aprendizaje de contenidos matemáticos: resolución de diversas situaciones problemáticas, formulación de conjeturas, razonamiento. Trabajos extra-clase (Investigaciones documentales y reportes técnicos de prácticas). Tipos de asesoría (presencial y virtual).

### **EQUIPO NECESARIO**

Aula equipada con: pintarrón, mesas duplex, sillas, escritorio con silla, computadora con proyector digital [cañón] y conexión a internet, pantalla, marcador y borrador, apuntador láser, biblioteca con ejemplares de los textos señalados en la bibliografía y en casos específicos reproductores multimedia.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- MOS (Metal Oxide Semiconductor), Physics and Technology, E. H. Nicollian and R. J. Brews, Wiley Interscience, 2002.
- 2.- Device Electronics for Integrated Circuits, Richard S. Muller, Theodore I. Kamins & Mansun Chan, John Wiley & Sons, 2002.
- 3.- Operation and Modeling of the MOS Transistor, Yannis Tsvividis, Oxford University Press, 2003.
- 4.- Macromodeling with SPICE, J.A. Conelly, P. Choi, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1997.
- 5.- The Spice Book, Andrei Vladimirescu, Wiley, 1993.
- 6.- Physical Design of CMOS Integrated Circuits Using L-EDIT, John P. Uyemura, PWS Publishing Company, 1995.
- 7.- Microelectronic Circuits, fifth edition, by Adel Sedra and Kenneth Smith, Oxford University Press, 2004.
- 8.- CMOS analog Circuit Design, P.E. Allen, D.R. Holberg, Oxford University Press, February, 2002.
- 9.- Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, P.R. Gray, P. Hurst, et all,
- 10.- Design of Analog CMOS Integrated Circuits, Behzad Razavi, McGraw-Hill Science Engineering, 2000.
- 11.- Analog Integrated Circuits and Systems, D.A. Johns and K. Martin, McGraw-Hill, NY, 1994.
- 12.- Design of Analog Integrated Circuits & Systems, K.R. Laker, W.M.C. Sansen, McGrawHill, New York, 1994.
- 13.- Razavi, B. RF microelectronics. 2nd ed. int. Upper Saddle River: Pearson Education International, 2012. ISBN 978-0-12- 283941-9.
- 14.- Lee, T.H. The design of CMOS radio-frequency integrated circuits. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. ISBN 0521835399.

**REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)**

<https://www.mosis.com/>  
<http://www.europractice.com/>  
<http://www.tsmc.com/english/default.htm>  
<http://www.silterra.com/>  
<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>  
<http://www.springer.com/la/>  
<https://www.elsevier.com/>  
[http://apps.webofknowledge.com/WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID=2F9cguXXXXUyNxiApSV&preferencesSaved=](http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=2F9cguXXXXUyNxiApSV&preferencesSaved=)  
<https://www.cadence.com/>  
<https://www.synopsys.com/>

**Otros Materiales de Consulta:**

Publicaciones IEEE, Springer, elsevier  
Copias selectivas de artículos en revistas y notas

**EVALUACIÓN****SUMATIVA**

	Concepto	Porcentaje
Forma de Evaluación	Examen final	30 %
	Proyecto final	30%
	Investigación documental	20%
	Prácticas y problemas	20%
	Total	100 %