

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MICRO Y NANOTECNOLOGÍA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MICRO Y NANOSISTEMAS

DATOS GENERALES

Nombre del Curso

Diseño Avanzado de Circuitos Integrados

PRESENTACIÓN GENERAL

Justificación

La importancia de conocer los pasos necesarios involucrados durante el análisis teórico, modelado, simulación y realización del patrón geométrico para llegar a obtener un circuito integrado de modo mixto (análogo-digital) en un dado, es de suma importancia, ya que permite obtener mejores perspectivas de las limitaciones y bondades en el diseño de los circuitos integrados considerando la disminución tecnológica y el ahorro en consumo de potencia. Actualmente, los circuitos integrados de modo mixto tienen diversidad de aplicaciones que benefician al sector social e industrial. Por lo que es necesario que los estudiantes, académicos y profesionistas se actualicen y desarrollen habilidades en el área del diseño de circuitos integrados avanzados con la finalidad de conocer, proponer e innovar nuevos sistemas electrónicos. Dentro del área disciplinar de este Programa de Maestría en Ciencias, esta asignatura juega y desarrolla un papel importante ya que le proporciona al estudiante los conocimientos necesarios para comprender los pasos para llegar a la fabricación de circuito integrado avanzado de modo mixto basados en las topologías y configuraciones clásicas con los cuales se forman los nuevos sistemas electrónicos conformados con bloques análogos y digitales. Esta experiencia educativa presenta al estudiante una visión general de una de las grandes ramas de desarrollo de este posgrado, esto es, la micro y nanotecnología.

OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

Conocer y comprender los procesos tecnológicos de fabricación micro-nanométricos y aprender las técnicas para poder desarrollar los patrones geométricos (layouts) para obtener circuitos integrados analógicos-digitales. También decidir mediante discusiones cual es la mejor opción a ser empleada de los modelos básicos de los transistores para el diseño avanzado de circuitos integrados de modo mixto. Analizar, diseñar y simular las configuraciones y topologías básicas analógicas digitales bajo el entendimiento que presentan limitaciones considerando los parámetros de procesos tecnológicos de fabricación micro y nanométricos y las reglas de diseño apoyándose en herramientas industriales de diseño de circuitos integrados avanzados especialmente Cadence, Synopsys, Tanner Spice, L-edit y Matlab esperando que al final del curso se encuentre preparado para el posible envío de un prototipo para su fabricación.

UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS

UNIDAD 1

Procesos Tecnológicos de fabricación de Semiconductores

Objetivos particulares

Presentar definiciones y descripciones en el área del diseño avanzado de circuitos integrados enfocadas en técnicas, compromisos y desempeño anteriores y actuales tomando en cuenta los cambios y desafíos tecnológicos. Además, las diferentes tecnologías son debatidas y los pasos del proceso de fabricación seguido de discusiones detalladas de las tecnologías semiconductoras son cualitativamente mostrados. Se presentan los parámetros del proceso, reglas de diseño y técnicas de layout.

Temas

- 1.1 Los campos de la Micro y Nanoelectrónica
- 1.2 Proceso de Diseño Avanzados de Circuitos Integrados
- 1.3 Proceso de Producción Circuitos Integrados
- 1.4 Procesos de Fabricación Semiconductores
- 1.5 Unión PN
- 1.6 Transistor CMOS
- 1.7 Transistor BJT
- 1.8 Tecnología BiCMOS
- 1.9 Componentes pasivos
- 1.10 Consideraciones de otras tecnologías
- 1.11 Parámetros de procesos
- 1.12 Reglas de diseño
- 1.13 Técnicas de layouts y consideraciones prácticas

UNIDAD 2

Modelado de Dispositivos y Circuitos Analógicos

Objetivos particulares

El objetivo de esta unidad es presentar los modelos de los transistores BJT, MOS y elementos pasivos. Así como también los modelos más sofisticados y necesarios para simulación en computadora para el diseño de circuitos integrados avanzados. Las características de varios tipos de componentes pasivos en semiconductores y modelos con fuentes generadoras de ruido son investigadas y presentadas.

Temas

- 2.1 Diodos
- 2.2 Modelo de señal pequeña diodo
- 2.3 Modelo para Spice
- 2.4 Transistores: MOS y BJT
- 2.5 Modelos de señal pequeña CMOS y BJT
- 2.6 Modelos para Spice

- 2.7 Componentes pasivos: Resistor, capacitor e inductor.
- 2.8 Modelos para Spice
- 2.9 Otros modelos MOS para simulación en computadores
- 2.10 Fuente generadores de ruido
- 2.11 Modelos de ruido

UNIDAD 3

Sub-circuitos Analógicos

Objetivos particulares

El objetivo de la unidad es introducir y presentar las etapas (configuraciones y topologías) analógicas básicas. La formación de los bloques básicos es investigada y debatida debido a que son útiles e importantes para la implementación de circuitos analógicos avanzados. Ambas versiones tanto MOS y BJT son desarrolladas en paralelo por la similitud de las topologías en los circuitos. La implementación del análisis teórico y diseño de los patrones geométricos serán comprobados a través de simulaciones en Pspice.

Temas

- 3.1 La configuración diodo
- 3.2 El switch (conmutador)
- 3.3 Resistores activos
- 3.4 Fuentes de corriente
- 3.5 Espejos de corriente
- 3.6 Reguladores de corriente y voltaje

UNIDAD 4

Amplificadores CMOS y BJT

Objetivos particulares

El objetivo de esta unidad es estudiar las características de circuitos amplificadores, amplificadores operacionales y de transconductancia basados en dispositivos BJT y MOS. Obtener habilidad para organizar la importancia y compromisos en señales de corriente directa (CD) y corriente alterna (AC) de los amplificadores. Obtener experiencia práctica en el uso de estos dispositivos y topologías. Los estudiantes implementarán algunos circuitos en laboratorio, usarán los simuladores profesionales y verificarán la funcionalidad y robustez del diseño. Así como la realización de su respectivo patrón geométrico para verificación de su funcionalidad.

Temas

- 4.1 Principales características y especificaciones general
 - 4.1.1 Respuesta a la frecuencia (BW, GBW), CMRR, Slew Rate, Desempeño de ruido
- 4.2 Amplificadores CMOS y BJT
 - 4.2.1 Inversores simples
 - 4.2.2 Diferenciales
 - 4.2.3 Cascode
 - 4.2.4 Corriente

- 4.2.5 Salida
- 4.2.6 Alta Ganancia
- 4.3 Amplificador de transconductancia (MOS) operacional-OTA
 - 4.3.1 OTA Básico
 - 4.3.2 OTA Miller
 - 4.3.3 OTA Cascode
- 4.4 Amplificador operacional (BJT) – OP - AMP

UNIDAD 5

Circuitos Digitales Básicos

Objetivos particulares

Presentar los argumentos y debates principales de las características de la compuerta inversora, seguido de la generación de las compuertas lógicas básicas. Métodos en el manejo de cargas externas para mantener velocidades aceptables son investigados. Se hace destacar en el diseño digital básico usando la tecnología MOS debido a que tiene una amplia aceptación en sistemas digitales actuales dado a su bajo consumo de potencia, velocidades de operación muy grandes y reducción de geometría.

Temas

- 5.1 Consideraciones generales
 - 5.1.1 Carga capacitiva
 - 5.1.2 Retardo
 - 5.1.3 Disipación de potencia
 - 5.1.4 Ruido
- 5.2 Características de circuitos digitales
- 5.3 Inversor
- 5.4 Compuerta de transmisión
- 5.5 Técnicas de diseño de circuitos lógicos estáticos
- 5.6 NOR
- 5.7 AND
- 5.8 NAND

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 dúplex, sillas, escritorio con silla, computadora con proyector digital [cañón] y conexión a internet, pantalla, marcador y borrador, marcador láser, biblioteca con ejemplares de los textos señalados en la bibliografía y en casos específicos videos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- MOS (Metal Oxide Semiconductor), Physics and Technology, E. H. Nicollian and R. J. Brews, Wiley Interscience, 2002.
- 2.- Operation and Modeling of the MOS Transistor, Yannis Tsididis, 3ra Edition, Oxford University Press, 2010.
- 3.- Device Electronics for Integrated Circuits, Richard S. Muller, Theodore I. Kamins & Mansun Chan, John Wiley & Sons, 2002.
- 4.- The Spice Book, Andrei Vladimirescu, Wiley, 1993.
- 5.- Microelectronic Circuits, fifth edition, by Adel Sedra and Kenneth Smith, Oxford University Press, 2004.
- 6.- CMOS analog Circuit Design, P.E. Allen, D.R. Holberg, Oxford University Press, February, 2002.
- 7.- Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, P.R. Gray, P. Hurst, et all,
- 8.- Design of Analog CMOS Integrated Circuits, Behzad Razavi, 2da edición, McGraw-Hill Higher Education, ISBN: 0072380322, 2017.
- 9.- Analog Integrated Circuits and Systems , D.A. Johns and K. Martin, McGraw-Hill, NY, 1994.
- 10.- Design of Analog Integrated Circuits & Systems , K.R. Laker, W.M.C. Sansen, McGraw - Hill, New York, 1994.
- 11.- Macromodeling with SPICE, J.A. Conelly, P. Choi, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1997.
- 12.- Physical Design of CMOS Integrated Circuits Using L- EDIT, John P. Uyemura, PWS Publishing Company, 1995.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

<http://www.ieee.org/portal/site>
<http://amesp02.tamu.edu/~sanchez/ee689.html>
<http://amesp02.tamu.edu/~jsilva/474/Fall-2006/Syllabus-2006.PDF>
<http://www.mosis.com/>
http://www.te.rl.ac.uk/europractice_com/
http://www.te.rl.ac.uk/europractice_com/partners/ic_service.html
<http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2000/ERL-00-48.pdf>

Otros Materiales de Consulta:

Publicaciones IEEE
Electronics Letters
Copias selectivas de artículos en revistas y notas

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