



## DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

DEPARTAMENTO	ELECTRÓNICA
ACADEMIA	ELECTRÓNICA DIGITAL
NOMBRE DE LA MATERIA	SEMINARIO DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE CIRCUITOS DIGITALES
CLAVE DE LA MATERIA	I7281
CARÁCTER DEL CURSO	BÁSICO PARTICULAR
TIPO DE CURSO	TEÓRICO/PRÁCTICO
NO. DE CRÉDITOS	5
NO. DE HORAS TOTALES	68
ANTECEDENTES	SEMINARIO DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE CIRCUITOS ANALÓGICOS
CONSECUENTES	
CARRERAS EN QUE SE IMPARTE	INGENIERÍA EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA
FECHA DE ÚLTIMA REVISIÓN	13, NOVIEMBRE, 2018

## PROPÓSITO GENERAL

En este curso se trabajará con el flujo de diseño y verificación que permite pasar del diagrama esquemático de un sistema, al diseño de un circuito digital implementado en lenguaje SPICE y como planos de fabricación de circuito integrado, esperando que dicho diseño realice la función especificada, tomando en cuenta factores de retrasos e interferencias que afecten a las señales en el sistema.

## OBJETIVO TERMINAL

Esta materia, junto con las demás que conforman el módulo de Sistemas Digitales tiene como finalidad que sus egresados puedan entender conceptualmente el funcionamiento de los transistores MOSFET como dispositivos analógicos e igualmente como componentes discretos, así como diseñar y verificar una amplia variedad de sistemas digitales a nivel de circuito. En particular, en esta materia se pretende que puedan abstraer de una tabla de verdad, un circuito digital o de un conjunto de especificaciones, un amplificador analógico básico y que puedan verificar su funcionamiento y modelar sus parámetros mediante simuladores eléctricos.

## CONOCIMIENTOS PREVIOS

TEORÍA DE CIRCUITOS, SISTEMAS DIGITALES BÁSICOS, FÍSICA BÁSICA, COMPUTACIÓN BÁSICA.

## HABILIDADES Y DESTREZAS A DESARROLLAR

**Al final del curso, el alumno cuenta con las siguientes habilidades:**

- Identifica las propiedades eléctricas de los diferentes materiales semiconductores.
- Analiza intuitivamente el comportamiento del transistor MOSFET.
- Comprende el funcionamiento eléctrico de los circuitos lógicos combinacionales y secuenciales.
- Conoce la topología de las celdas estándar CMOS.



- Comprende la operación y procedimiento de diseño de amplificadores diferenciales CMOS
- Identifica y organiza la información que se requiere para resolver un problema.
- Acuerda metas en común para organizar el trabajo en equipo, desde una perspectiva equitativa.
- Identifica cómo calcular los parámetros eléctricos de un transistor MOSFET.
- Utiliza software especializado (SPICE) para simular sistemas digitales y analógicos

## ACTITUDES Y VALORES A FOMENTAR

**Al final del curso, se han fomentado en el alumno las siguientes actitudes y valores:**

- Valorar el empleo de herramientas computacionales en la caracterización de circuitos digitales.
- Muestra seguridad al estimar las características de un circuito digital conociendo sólo su estructura básica.
- Cumple con los acuerdos establecidos en equipo.
- Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura.
- Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo.

## METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Método	Exposición	Audiovisual	Aula interactiva	Multimedia	Desarrollo de Proyecto	Dinámicas	Estudio de casos	Otros (especificar)
%	50						50	

## CONTENIDO TEMÁTICO

<b>MÓDULO 1. SEMICONDUCTORES</b>		<b>1 hrs</b>
<i>OBJETIVO</i> El alumno refrescará su conocimiento sobre las propiedades eléctricas de los materiales semiconductores y desarrollará un entendimiento intuitivo del funcionamiento del transistor MOSFET.		
<b>1.1</b>	<b>Bandas de energía</b>	<b>0.5 hrs</b>
<b>1.2</b>	<b>Elementos tri, tetra y penta-valentes</b>	<b>0.5 hrs</b>
<b>MÓDULO 2. UNIÓN PN</b>		<b>1 hrs</b>
<i>OBJETIVO</i> El alumno repasará los conocimientos adquiridos previamente para comprender de forma generalizada las propiedades eléctricas de los materiales semiconductores y cómo estas propiedades se usan para dar lugar a dispositivos con comportamientos complejos como el transistor MOSFET		
<b>2.1</b>	<b>Recombinación y difusión</b>	<b>0.5 hrs</b>
<b>2.2</b>	<b>Barrera de agotamiento</b>	<b>0.5 hrs</b>
<b>MÓDULO 3. EL TRANSISTOR MOSFET</b>		<b>4 hrs</b>
<i>OBJETIVO</i> El alumno estima el comportamiento del transistor MOSFET y determina cómo calcular los parámetros eléctricos de un transistor MOSFET.		
<b>3.1</b>	<b>Estructura física</b>	<b>1 hrs</b>



3.2	Operación del MOSFET, explicación comportamental	1 hrs
3.3	Regiones de operación: corte, triodo, saturación	1 hrs
3.4	Modelo para cálculos manuales	1 hrs
<b>MÓDULO 4. LENGUAJE SPICE</b>		<b>2 hrs</b>
<i>OBJETIVO</i> El alumno se acercará al alumno a la sintaxis y estructura de los archivos de netlist para simulación en SPICE.		
4.1	Partes de una netlist	1 hrs
4.2	Descripción de nodos y componentes	1 hrs
<b>MÓDULO 5. PLANOS DE FABRICACIÓN DE CI</b>		<b>4 hrs</b>
<i>OBJETIVO</i> Se harán demostraciones en clase sobre la manera de dibujar y verificar el plano layout de un CI usando las herramientas que el profesor haya facilitado previamente		
5.1	Editores CAD	1 hrs
5.2	Diseño de CI por capas	2 hrs
5.3	Herramientas de verificación de planos (DRC y LVS)	1 hrs
<b>MÓDULO 6. CELDAS DIGITALES CMOS</b>		<b>14 hrs</b>
<i>OBJETIVO</i> Usando los conocimientos adquiridos en los dos módulos anteriores, se procederá en "Celdas digitales CMOS" a realizar el diseño de las celdas lógicas CMOS básicas: NOT, NOR y NAND		
6.1	Redes complementarias de transistores MOSFET: PUN y PDN	1 hrs
6.2	Compuerta NOT	1 hrs
6.3	Análisis de estados estático y dinámico en una celda digital usando SPICE	4 hrs
6.4	Compuertas NAND y NOR de 2, 3 y n entradas	6 hrs
<b>MÓDULO 7. CELDAS COMBINACIONALES Y SECUENCIALES</b>		<b>20 hrs</b>
<i>OBJETIVO</i> El alumno aprenderá los métodos para realizar diseños de sistemas digitales usando instancias de subcircuitos (o sub-celdas) para simulaciones de SPICE y planos de layout para generar circuitos lógicos combinacionales o secuenciales.		
7.1	Instanciación de subcircuitos en SPICE	2 hrs
7.2	Instanciación de celdas en layouts	2 hrs
7.3	Compuertas XOR y XNOR	8 hrs
7.4	Circuitos aritméticos	4 hrs
7.5	Flip-Flops y Registros	4 hrs
<b>MÓDULO 8. CELDAS ANALÓGICAS CMOS</b>		<b>22 hrs</b>
<i>OBJETIVO</i> El alumno comprenderá la operación y metodología de diseño de amplificadores diferenciales CMOS.		
8.1	El transistor MOSFET como fuente de corriente controlada	2 hrs
8.2	Espejos de corriente	2 hrs
8.3	Par diferencial	2 hrs



8.4	<b>Amplificador con carga pasiva</b>	4 hrs
8.5	<b>Amplificador con carga activa</b>	4 hrs
8.6	<b>OTA</b>	8 hrs

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Exámenes escritos (departamentales, con preguntas de opción múltiple) 20%

Diseño en ingeniería (Diseño de circuitos integrados a nivel de materiales semiconductores) 80%

El presente curso se apoya en el método de aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje basado en problemas.

El alumno deberá defender oralmente las actividades realizadas. Las actividades son los diseños propuestos en este programa, pudiendo el alumno realizar ampliaciones sobre ellas para mejorar su calificación final. También se valorarán actividades especiales propuestas por el alumno pero siempre que estén debidamente autorizadas por el profesor. Las actividades se entregarán cada semana, el maestro firmará en la hoja de seguimiento personal de actividades del alumno, quien durante el mismo día debe entregar el reporte de la actividad por internet en la página de divcemoodle, cuyo formato mínimo se muestra en la guía de la materia.

La calificación de las actividades irá en función de:

1. Calidad del reporte
2. Eficiencia del diseño
3. Conocimiento acerca del diseño (en todos sus aspectos)

Cada actividad representa hasta 10 puntos si está completa (reporte y simulación/verificación correctas) para un total de 80 puntos de las 8 actividades como máximo.

Apoyos de recursos en "<http://divcemoodle.cucei.udg.mx>", que es la plataforma que se usa en este curso. El alumno se debe registrar y subir su fotografía antes de que transcurran 2 semanas de inicio de actividades. Los trabajos prácticos de evaluación continua que se estarán desarrollando se entregaran a través de la plataforma, exceptuando aquellas actividades que indique el profesor, la entrega de cada una de las actividades puede llegar a contar hasta 10 puntos para la calificación final.

MÉTODO DE EVALUACION:

Actividades 80 % (8 actividades durante el semestre), examen departamental 20 %.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías  
División de Electrónica y Computación



## BIBLIOGRAFÍA

### BÁSICA:

TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO DE EDICIÓN	COBERTURA DEL CURSO
Microelectronic Circuits	Sedra, Adel S	Oxford Univ	2014	50
Introduction to SPICE source files	Nelson, Phyllis R.	Center for Macromolecular Modeling and Materials Design	2008	20
Basics of CMOS Cell Design	Sicard, Etienne	McGrah Hill Professional	2007	30

### COMPLEMENTARIA:

TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO DE EDICIÓN	COBERTURA DEL CURSO

## REVISIÓN REALIZADA POR:

NOMBRE DEL PROFESOR	FIRMA:
EHECATL JOEL CHÁVEZ MARTÍNEZ	
LUIS FELIPE MUÑOZ MENDOZA	
MARCO ANTONIO GURROLA NAVARRO	

### Vo.Bo. Presidente de Academia

Dr. José Miguel Morán Loza

### Vo.Bo. Jefe del Departamento

Mtro. José Vladimir Quiroga Rojas