



# Planificaciones

8603 - Dispositivos Semiconductores

Docente responsable: CARBONETTO SEBASTIAN HORACIO

## OBJETIVOS

Los objetivos de aprendizaje son:

- Que los alumnos logren una comprensión de la física de los semiconductores a partir de un enfoque electrostático.
- Que los alumnos aprendan el funcionamiento físico y eléctrico de los dispositivos semiconductores más habituales y puedan analizar circuitos electrónicos que los incorporen.
- Enfrentar a los alumnos al problema de diseño, aplicado a la implementación de un amplificador monoetapa emisor común.
- Que los alumnos se familiaricen con la toma de mediciones y los instrumentos electrónicos elementales como son los voltímetros, amperímetros y osciloscopios.
- Que los alumnos desarrollen la habilidad de simular circuitos electrónicos mediante un software SPICE, así como también de software de análisis numérico para el análisis de resultados experimentales y de simulación.
- Que los alumnos logren comunicar a sus pares el desarrollo y resultado de los trabajos prácticos a partir de un informe técnico.

## CONTENIDOS MÍNIMOS

-

## PROGRAMA SINTÉTICO

1. Conceptos básicos de física de semiconductores: portadores electrones y huecos; generación, recombinación y equilibrio térmico; donores y aceptores; corriente de corrimiento y corriente de difusión.
2. Juntura PN y MOS electrostática: juntura PN, barrera de potencial, zona desierta, capacidad de juntura; juntura MOS, acumulación, deserción, inversión, potencial de juntura, capacidad de juntura.
3. Transistor MOS: características de transferencia y salida; modelo en continua; modelo de pequeña señal de alterna; parámetros del modelo SPICE.
4. Diodo PN: características I-V; modelos en continua; modelos de pequeña señal; parámetros SPICE
5. Transistor bipolar de juntura: características de transferencia y salida; modelo en continua; modelo de pequeña señal de alterna; parámetros del modelo SPICE.
6. Circuitos digitales inversores con MOS: características de transferencia de un inversor; tecnología C-MOS..
7. Amplificadores monoetapa: configuraciones básicas para transistores MOS y TBJ; modelo SPICE.

## PROGRAMA ANALÍTICO

1. Física de semiconductores y tecnología de IC
  - 1.1. Electrones, huecos, modelo de bandas.
  - 1.2. Generación, recombinación y equilibrio térmico
  - 1.3. Dopaje: donores y aceptores
  - 1.4. Transporte de portadores, corriente de corrimiento y corriente de difusión
  - 1.5. Tecnología de circuitos integrados y procesos de fabricación
2. Juntura PN y MOS. Electroestática
  - 2.1. Juntura PN estática. Barrera de potencial, zona desierta. Juntura en equilibrio térmico
  - 2.2. Potencial de contacto metal semiconductor
  - 2.3. Juntura PN en inversa. Capacidad de juntura en inversa.
  - 2.4. Modelo SPICE para juntura PN
  - 2.5. Estructura MOS. Polarización y banda plana, acumulación, deserción, inversión. Potencial de umbral VTH
  - 2.6. Capacidad de la estructura MOS
3. Transistor MOS
  - 3.1. Circuito, símbolos y terminales.
  - 3.2. Características de transferencia ID-VDS
  - 3.3. Física del dispositivo, corrientes y cargas
  - 3.4. Zonas de trabajo
  - 3.5. Modelo de canal gradual. Potencial de umbral VTH
  - 3.6. Modelo de circuito en continua
  - 3.7. Modelo de circuito en pequeña señal
  - 3.8. Capacidades
  - 3.9. Modelos canal p y canal n
  - 3.10. Estructura C-MOS
  - 3.11. Modelo SPICE
4. Diodo de juntura PN
  - 4.1. Características y definiciones de circuito
  - 4.2. Diodos PN integrados
  - 4.3. Polarización directa, corrientes de corrimiento y de difusión

- 4.4. Inyección de portadores, corrientes de mayoritario y de minoritarios
- 4.5. Polarización inversa
- 4.6. Modelos del diodo para pequeña y gran señal
- 4.7. Capacidad de juntura en directa, capacidad de difusión.
- 4.8. Modelo SPICE
- 4.9. Aplicaciones del diodo
- 5. Transistor bipolar de juntura
  - 5.1. Estructura, símbolos y circuito
  - 5.2. Características de transferencia y regiones de funcionamiento
  - 5.3. Polarización directa de la juntura de base. Flujo de portadores
  - 5.4. Ganancia de corriente beta
  - 5.5. Zona de polarización inversa y saturación
  - 5.6. Ecuaciones de Ebers Moll. Modelo en continua
  - 5.7. Modelo para pequeña señal híbrido pi;
  - 5.8. Efectos de 2do orden
  - 5.9. Transistores integrados npn y pnp laterales
  - 5.10. Modelo SPICE
- 6. Circuitos digitales inversores con MOS
  - 6.1. Características de transferencia de un inversor. Niveles lógicos y márgenes de ruido
  - 6.2. Características de transición
  - 6.3. Circuito inversor C-MOS.
  - 6.4. Características del inversor C-MOS
  - 6.5. Resolución con modelo SPICE
- 7. Amplificadores monoetapa
  - 7.1. Conceptos generales. Amplificadores de dos puertos
  - 7.2. Amplificación, efecto de la carga y de la resistencia del generador
  - 7.3. Amplificador CE y CS. Polarización y modelo de pequeña señal.
- 8. Dispositivos de potencia
  - 8.1. Regímenes máximos de tensión y corriente
  - 8.2. Efectos térmicos en los semiconductores
  - 8.3. Diodos, TBJ y MOS de potencia
  - 8.4. SCR y TRIAC

## BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía recomendada:

- "Introducción a los dispositivos semiconductores: principios y modelos", Pedro Julian, Editorial UNS.
- Microelectronics, an integrated approach. Roger Howe & Charles Sodini – Prentice Hall
- Semiconductor Physics & Devices. Donald Neamen – Mc Graw Hill
- "Device Electronics for Integrated Circuits." Muller, Richard S., Theodore I. Kamins, and Mansun Chan. 3rd ed. New York, NY: John Wiley & Sons, 2002.

Bibliografía adicional:

Texto de las clases teóricas (1 a 22). Guía TP y Material para autoevaluación: preguntas conceptuales, problemas, simulaciones. Tutorial del programa SPICE.

## RÉGIMEN DE CURSADA

### Metodología de enseñanza

Las clases están divididas en clases teóricas y clases prácticas.

En las clases teóricas el docente explica los fundamentos de cada uno de los temas desarrollados en el programa. Si bien estas clases tienen carácter expositivo, se alienta la participación de los estudiantes, y la interacción es fundamental para que sean los alumnos quienes logren deducir acompañados por el docente muchos de los conceptos teóricos.

En las clases prácticas, se aplican estos conceptos a la resolución de ejercicios, así como también a la resolución de trabajos prácticos. En las clases prácticas es de vital importancia la participación de los alumnos en la resolución de los problemas planteados, y también en el desarrollo de los trabajos prácticos, ya que es en esta resolución donde terminan de comprenderse los temas desarrollados en las clases teóricas.

### Modalidad de Evaluación Parcial

La evaluación de los contenidos de la materia se divide en un parcial común a cada uno de los turnos

---

prácticos que incluye los temas del programa hasta el ítem 5 inclusive. En el parcial se evalúan tanto temas teóricos como resolución de ejercicios y los trabajos prácticos 1 a 3 que son aquellos con temas afines. El parcial tiene dos instancias de recuperación.

Además, cada trabajo práctico será evaluado mediante un informe, y el trabajo prácticos 4, al no estar incluido en los temas del parcial, será evaluado también en forma individual al final del cuatrimestre. El alumno debe aprobar el parcial, los informes y la evaluación del trabajo práctico 4 para aprobar la cursada y estar en condiciones de rendir el coloquio integrador.

**CALENDARIO DE CLASES**

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 11/03 al 16/03	Física de Semiconductores		Tarea: Instalar LTSpice y Octave			
<2> 18/03 al 23/03	Física de Semiconductores					
<3> 25/03 al 30/03	Juntura PN					
<4> 01/04 al 06/04	Diodo de Juntura PN					
<5> 08/04 al 13/04	Diodo de Juntura PN		Explicación TP1			
<6> 15/04 al 20/04	Juntura MOS					
<7> 22/04 al 27/04	Transistor MOSFET				Entrega Informe TP1	
<8> 29/04 al 04/05	Transistor MOSFET		Explicación TP2			
<9> 06/05 al 11/05	Transistor bipolar de juntura		Mediciones TP2			
<10> 13/05 al 18/05	Transistor Bipolar de Juntura		Explicación TP3		Entrega Informe TP2	
<11> 20/05 al 25/05	Transistor JFET		Mediciones TP3			
<12> 27/05 al 01/06	Parcial				Entrega Informe TP3	
<13> 03/06 al 08/06	Aplicación a Circuitos Analógicos		Explicación TP4			
<14> 10/06 al 15/06	Dispositivos de Potencia		Mediciones TP4			
<15> 17/06 al 22/06	Circuitos Digitales CMOS		Mediciones TP4			
<16> 24/06 al 29/06	Fabricación de circuitos integrados CMOS				Entrega Informe TP4	

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	12			
2º	14			
3º	16			
4º				
Otras observaciones				
La fecha de las evaluaciones parciales será definida durante la cursada.				