



# Planificaciones

6666 - Seminario de Electrónica II

Docente responsable: VENTURINO GABRIEL FRANCISCO CARLOS

## OBJETIVOS

- Estudiar la física de los semiconductores a partir de un enfoque electrostático.
- Aprender el funcionamiento de los dispositivos semiconductores más habituales (diodo, transistor MOSFET, transistor TBJ)
- Aplicar los transistores al diseño de amplificadores elementales con TBJ y MOSFET en las tres configuraciones comunes y al diseño de circuitos inversores digitales CMOS.
- Realizar trabajos prácticos centrados en el diseño, con énfasis en la medición experimental, en la simulación de circuitos mediante el software PSPICE y en el análisis de hojas de datos de transistores.
- Adquirir un conocimiento general acerca de dispositivos semiconductores de uso más específico: dispositivos opto-electrónicos (LEDs, Diodos láser, CCD), sensores (efecto Hall, termistores, etc.), dispositivos de disparo (SCR, Triac, tiristor, etc.).

## CONTENIDOS MÍNIMOS

Dispositivos semiconductores

### PROGRAMA SINTÉTICO

1. Física de semiconductores y tecnología de IC
2. Juntura PN y MOS. Electroestática
3. Transistor MOS
4. Diodo de juntura PN
5. Transistor bipolar de juntura
6. Circuitos digitales inversores con MOS
7. Amplificadores monoetapa
8. Regímenes máximos
9. Dispositivos de disparo
10. Dispositivos optoelectrónicos semiconductores
11. Sensores semiconductores

### 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  $\beta_F$  y  $\beta_R$
  - 5.5. Zona de polarización inversa y saturación
  - 5.6. Ecuaciones de Ebers Moll. Modelo en continua
  - 5.7. Modelo para pequeña señal híbrido  $\beta_F$  y  $\beta_R$
  - 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 N-MOS
  - 6.4. Circuito inversor C-MOS.
  - 6.5. Características del inversor C-MOS
  - 6.6. 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. Efecto de la resistencia en emisor.
  - 7.4. Amplificador CB y CG
  - 7.5. Amplificador CC y CD
  - 7.6. Modelo SPICE de los amplificadores
- 8. Regímenes máximos
  - 8.1. Regímenes máximos de tensión y corriente
  - 8.2. Efectos térmicos en los semiconductores
  - 8.3. Nociones de disipación de potencia y diferentes tipos de encapsulados
  - 8.4. Diodos, TBJ y MOS de potencia
- 9. Dispositivos de disparo
  - 9.1. SCR y TRIAC
- 10. Dispositivos optoelectrónicos semiconductores
  - 10.1. Emisores. LED y Laser semiconductor. Dispositivos CCD.
  - 10.2. Receptores. Fotodiodos PIN y Avalancha. Fototransistores
- 11. Sensores semiconductores
  - 11.1. Principios de funcionamiento de sensores : temperatura, aceleración, efecto Hall.

## BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía recomendada:

- Microelectronics, an integrated approach. Roger Howe & Charles Sodini – Prentice Hall
- Semiconductor Physics & Devices. Donald Neamen – Mc Graw Hill

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

- a) Semana 1 a 10 correspondientes a los capítulos 1 al 5 inclusive del programa. Clases teórico prácticas obligatorias, con explicación conceptual del tema y resolución de ejercicios en clase.
- b) Semana 11 a 16, correspondientes a los capítulos 6 a 11 del programa. Clases teórico-prácticas con explicación del tema y resolución de problemas y clases de laboratorio con utilización de software de simulación y mediciones de circuitos con instrumental.

## Modalidad de Evaluación Parcial

Evaluación escrita con desarrollo de temas teóricos y resolución de problemas.

**CALENDARIO DE CLASES**

| Semana                 | Temas de teoría   | Resolución de problemas | Laboratorio                      | Otro tipo | Fecha entrega Informe TP | Bibliografía básica |
|------------------------|---|-------------------------|----------------------------------|-----------|--------------------------|---------------------|
| <1><br>09/03 al 14/03  | Introducción -<br>Importancia de<br>semiconductores<br>Física de<br>semiconductores y<br>tecnología de IC |                         |                                  |           |                          |                     |
| <2><br>16/03 al 21/03  | Física de<br>semiconductores y<br>tecnología de IC<br>Juntura PN y MOS.<br>Electrostática                 |                         |                                  |           |                          |                     |
| <3><br>23/03 al 28/03  | Juntura PN y MOS.<br>Electrostática   |                         |                                  |           |                          |                     |
| <4><br>30/03 al 04/04  | Juntura PN y MOS.<br>Electrostática   |                         |                                  |           |                          |                     |
| <5><br>06/04 al 11/04  | Transistor MOS  |                         |                                  |           |                          |                     |
| <6><br>13/04 al 18/04  | Transistor MOS  |                         | Mediciones en laboratorio TP N°1 |           |                          |                     |
| <7><br>20/04 al 25/04  | Diodo de juntura PN   |                         |                                  |           |                          |                     |
| <8><br>27/04 al 02/05  | Transistor bipolar de<br>juntura  |                         |                                  |           |                          |                     |
| <9><br>04/05 al 09/05  | Transistor bipolar de<br>juntura  |                         |                                  |           |                          |                     |
| <10><br>11/05 al 16/05 | Recuperación y<br>consultas   |                         | Mediciones en laboratorio TP N°2 |           |                          |                     |
| <11><br>18/05 al 23/05 | Circuitos digitales<br>inversores con MOS   |                         |                                  |           |                          |                     |
| <12><br>25/05 al 30/05 | Amplificadores<br>monoetapa   |                         |                                  |           |                          |                     |
| <13><br>01/06 al 06/06 | Amplificadores<br>monoetapa   |                         |                                  |           |                          |                     |
| <14><br>08/06 al 13/06 | Amplificadores<br>monoetapa   |                         | Mediciones en laboratorio TP N°3 |           |                          |                     |
| <15><br>15/06 al 20/06 | Regímenes máximos.<br>Dispositivos de<br>disparo  |                         |                                  |           |                          |                     |
| <16><br>22/06 al 27/06 | Dispositivos opto-<br>electrónicos Sensores<br>semiconductores  |                         |                                  |           |                          |                     |

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

| Oportunidad   | Semana | Fecha | Hora  | Aula |
|---|--------|-------|-------|------|
| 1º  | 10     | 15/05 | 16:00 |      |
| 2º  | 13     | 05/06 | 16:00 |      |
| 3º  |        | 12/12 | 16:00 |      |
| 4º  |        |       |       |      |
| Observaciones sobre el Temario de la Evaluación Parcial   |        |       |       |      |
| Evaluación escrita con desarrollo de temas teóricos y resolución de problemas. Correspondientes a los punto 1 a 5 del programa. |        |       |       |      |