

# Electrònica Física

Curs 2000/01

## Professor

Jordi Suñé Tarruella

---

## Objectius

### Objetivo general

Esta asignatura pretende ofrecer una visión general del transporte electrónico, con una especial orientación a la simulación de dispositivos. Se pondrá especial interés en poner de manifiesto la existencia de distintos niveles de aproximación para el tratamiento del transporte electrónico, y en cómo las características de los dispositivos que se desee simular determinan la elección de uno u otro.

### Objetivos específicos

1. Asentar conocimientos básicos de física de semiconductores (teoría de bandas, densidad de estados, semiconductores relevantes en microelectrónica...).
  2. Conocer tres enfoques del transporte electrónico orientados a la simulación de dispositivos, con particular énfasis en las aproximaciones subyacentes en cada uno de ellos y en sus interrelaciones.
    - Ecuación de la envolvente (dispositivos cuánticos).
    - Ecuación de Boltzmann: simulación Monte Carlo.
    - Ecuaciones de los semiconductores y ecuación de transporte ambipolar.
  3. Adquirir un conocimiento particularmente detallado de uno de los enfoques anteriores mediante la realización de un trabajo práctico (simulación o diseño).
- 

## Temari

### 0. Introducción (2h)

Unidad 0.1 Criterios de evaluación. Objetivos del curso. Visión general e histórica de los dispositivos electrónicos.

### 1. Propiedades básicas de los semiconductores (6h)

Unidad 1.1 Repaso de conceptos básicos de teoría de bandas (aproximación monoelectrónica, funciones de Bloch, representaciones del diagrama de bandas)  
Unidad 1.2 Densidad de estados.

Unidad 1.3 Distribución de portadores en equilibrio. Nivel de Fermi. Diagramas de bandas de dispositivos. Semiconductores relevantes.

**Problemas:**

- P1.1 El modelo de Kronig-Penney  
P1.2 Diagramas de Bandas de dispositivos.

**2. Dinámica de un electrón: teorema de la masa efectiva (6 horas)**

Unidad 2.1 Ecuaciones de la masa efectiva y de la envolvente. Ecuaciones de movimiento semiclásicas. Oscilaciones de Bloch.

Unidad 2.2 Dispositivos cuánticos verticales: el diodo túnel resonante, superredes.  
Unidad 2.3 Dispositivos nanométricos de transporte lateral: contactos puntuales.

**Problemas:**

- P2.1 Corriente y densidad de carga en un diodo túnel resonante

**3. Semiconductores fuera de equilibrio (6 horas)**

Unidad 3.1 Equació de Boltzmann.

Unidad 3.2 Colisiones intrabanda.

Unidad 3.3 Simulación Monte Carlo del transporte en dispositivos.

**Problemas:**

- P3.1 Aprox. del tiempo de relajación. Cálculo de coeficientes de transporte (s)

**4. Ecuaciones fundamentales de los semiconductores (4 horas)**

Unidad 4.1 Ecuaciones de los semiconductores. Generación y recombinación.

Unidad 4.2 Transporte ambipolar. El experimento de Haynes y Shockley.

**Problemas:**

- P4.1 Ecuación de transporte ambipolar aplicada al diodo de unión PN.

Calendario de clases

---

## Avaluació

Realización de trabajo práctico (50% de la nota final)

Examen final (50% de la nota final)

## Trabajo práctico

La realización del trabajo práctico es obligatoria. Se llevará a cabo por parejas. Se hará una sesión de seguimiento intermedia (durante el mes de diciembre) con fecha concertada con los alumnos. Se entregará una memoria final y, en aquellos casos en que los profesores lo

consideren conveniente, se llevarán a cabo entrevistas personalizadas para discutir los resultados de los trabajos.

Antes del día 29 de octubre se comunicará al profesor el trabajo elegido y los componentes del equipo que lo llevará a cabo.

Fecha límite para la entrega de memorias: 14 de enero de 1999.

#### Possibles trabajos:

1. Simulación de la característica I-V de un diodo túnel resonante.
2. Simulación Monte Carlo de partícula única.
3. Diseño de un experimento de Haynes y Shockley. Tratamiento analítico y de simulación.
4. Otras alternativas: efectos cuánticos en capas de acumulación, dispositivos de un solo electrón, simulación del diodo de unión PN, etc.

#### Examen

El examen constará de dos partes:

- a) Preguntas tipo tests (30% de la nota)
  - b) Desarrollo de una unidad del temario (70% de la nota)
- 

#### Bibliografía

- Smith A., Janak J., and Adler R., Electronic Conduction in Solids, McGraw-Hill (1967)
- Pierret R.F., Advanced Semiconductor Fundamentals, Modular series on solid state devices, vol. VI, Addison-Wesley (1987).
- McKelvey J., Física del estado sólido y de semiconductores, Limusa (1976).
- M.S. Lundstrom, Transport phenomena for Device Applications, Modular series on solid state devices, vol. VI, Addison-Wesley (1990).
- S. Datta, Quantum Phenomena, Addison-Wesley