



Physique des Composants Electroniques



Structure de
formation
Faculté des
Sciences

Présentation

Description

Le cours présente de façon progressive les principaux phénomènes physiques permettant de comprendre le fonctionnement des composants électroniques et leur utilisation dans des circuits électroniques. La première partie introduit la physique des matériaux semiconducteurs pour ensuite traiter, dans la deuxième partie, les caractéristiques de matériaux à l'équilibre. La troisième partie expose les principaux phénomènes de transport électroniques. Enfin, la quatrième et cinquième partie présentent les composants électroniques le plus importants : les diodes et les transistors.

Objectifs

L'objectif du cours est de fournir aux étudiants les bases pour la compréhension des principales caractéristiques et limitations des composants électroniques.

En combinant différents concepts tirés de la physique des solides, de la physique quantique et de la physique des semiconducteurs, les étudiants pourront acquérir les connaissances essentielles pour comprendre le fonctionnement de composants électroniques actuels et futurs.

Pré-requis obligatoires

Bases de physique classique

Pré-requis recommandés* :



Bases de physique quantique

Contrôle des connaissances

examen terminal + session 2

Syllabus

1. **Matériaux semiconducteurs**
2. Structures cristallines des solides
 1. Types de semiconducteurs
 2. Réseaux cristallins
 3. Liaison atomique
 4. Imperfections et impuretés
3. Bandes d'énergie
 1. Formation des bandes d'énergie
 2. Modèle de Kronig-Penney
 3. Relation énergie-vecteur d'onde
4. Conduction électrique
 1. Bandes d'énergie et courant
 2. Courant de dérive
 3. Masse effective
 4. Concept de trou
 5. Métaux, isolants et semiconducteurs
5. Densité d'états
 1. Dérivation mathématique
 2. Extension au cas des semiconducteurs
6. Éléments de mécanique statistique
 1. Lois statistiques
 2. Fonction de Fermi-Dirac
 3. Énergie de Fermi
7. **Semiconducteur à l'équilibre**
8. Porteurs de charge
 1. Distributions à l'équilibre des électrons et des trous
 2. Concentration intrinsèque
 3. Position du niveau de Fermi intrinsèque
9. Dopants et niveaux d'énergie
- 10 Semiconducteur extrinsèque
 1. Distribution à l'équilibre des électrons et des trous
 2. Semiconducteurs dégénérés et non-dégénérés
 3. Statistique des donneurs et des accepteurs
- 11 Neutralité de charge
- 12 Niveau de Fermi extrinsèque
- 13 **Transport électronique**



14 Dérive des porteurs

1. Densité de courant de dérive
2. Mobilité
3. Conductivité
4. Vitesse de saturation

15 Diffusion des porteurs

1. Densité de courant de diffusion
2. Densité de courant total

16 Distribution graduelle d'impuretés

1. Champ électrique induit
2. Relation d'Einstein

17 Effet Hall

18 Génération-Recombinaison

19 Porteurs en excès

1. Équation de continuité
2. Équation de diffusion

20 Diodes

21 Diode pn

1. Structure de la jonction pn
2. Jonction pn à l'équilibre
3. Jonction pn en polarisation inverse et directe
4. Caractéristique courant-tension

22 Diode Schottky

1. Barrière métal-semiconducteur
2. Caractéristique courant-tension
3. Contact métal-semiconducteur ohmique

23 Hétérojonctions

1. Matériaux pour hétérojonctions
2. Diagramme des bandes d'énergie
3. Gaz d'électrons bidimensionnel

24 Transistors

25 Transistor à effet de champ

1. Principe de fonctionnement
2. Caractéristique capacité-tension
3. Caractéristique courant-tension

26 Transistor bipolaire

1. Principe de fonctionnement
2. Modes d'opération
3. Caractéristique courant-tension



Compétences visées

- Comprendre l'origine de différences entre matériaux isolants, semiconducteurs et conducteurs
- Savoir lire et interpréter un schéma de bandes d'énergie, notamment le gap d'énergie, la masse effective, les concentrations d'électrons et de trous, l'énergie de Fermi
- Maîtriser le concept de dopage pour contrôler la concentration de porteurs de charge
- Maîtriser les phénomènes de dérive et diffusion jusqu'à calculer total d'un composant
- Maîtriser les caractéristiques électriques des diodes pn, Schottky et à hétérojonction
- Maîtriser les caractéristiques électriques des transistors à effet de champ et bipolaires

Infos pratiques

Contacts

Responsable pédagogique

Luca VARANI

✉ Luca.Varani@umontpellier.fr