

MICRO-312

**Physique des composants semiconducteurs**

Besse Pierre-André

Cursus	Sem.	Type
HES - MT	H	Obl.
Microtechnique	BA5	Obl.

Langue d'enseignement	français
Crédits	4
Session	Hiver
Semestre	Automne
Examen	Ecrit
Charge	120h
Semaines	14
<b>Heures</b>	<b>4 hebdo</b>
Cours	4 hebdo
<b>Nombre de places</b>	

**Résumé**

Les étudiants comprennent les bases de la physique quantique. Ils savent expliquer la physique des composants semiconducteurs, tels que diodes, transistors et composants MOS. Ils les utilisent dans des circuits électroniques fondamentaux tels qu'inverseurs et ampli.

**Contenu**

- **Physique quantique:** photons, électrons, relations de Planck et de De Broglie, équation de Schroedinger, puits de potentiel, effet tunnel.
- **Propriétés électroniques du silicium:** Modèle de bandes, statistique des porteurs libres. Propriétés de transport, mobilité, durée de vie, longueur de diffusion. Recombinaison. Equations de continuité.
- **Diode à jonction et contact métal-semiconducteur:** Jonction p-n à l'équilibre et hors équilibre. Caractéristiques courant-tension. Barrières de potentiel. Capacité de jonction. Contacts Ohmiques.
- **Cellules photovoltaïques**
- **Transistor bipolaire:** Equations de fonctionnement. Caractéristiques statiques. Modèles grand-signal et petit-signal.
- **Interface métal-oxyde-silicium et capacité MOS:** Diagramme des bandes d'interfaces. Accumulation, déplétion et inversion. Caractéristiques capacité-tension. CCD.
- **Transistor MOS:** principe de fonctionnement, modèle par les charge, caractéristiques courant-tension, modèle petits signaux. inversion faible, inversion forte, région linéaire et saturation, modèle EKV, rapport gm/I, Mémoires non-volatiles. Autres transistors à effet de champ
- **Introduction aux circuits intégrés:** Circuits digitaux: Inverseur, NOR, OR, dissipation. Circuits analogues : diviseur de tension, source de courant, ampli de tension, ampli différentiel. Comparaison de composants semi-conducteurs.

**Mots-clés**

Schroedinger, Composants semiconducteurs, microélectronique, diodes, transistors, bipolaire, MOS, circuits électroniques.

**Compétences requises****Cours prérequis obligatoires**

Physique générale : électromagnétisme  
Electronique I et II

**Cours prérequis indicatifs**

## Analyse III et IV Systèmes logiques

### Concepts importants à maîtriser

Transformée de Fourier, électrostatique, circuits bipolaires, circuits logiques.

### Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant doit être capable de:

- Modéliser les propriétés électroniques des matériaux semiconducteurs.
- Expliquer le fonctionnement des composants de base de la microélectronique tels que diodes Schottky et pn, transistors bipolaires, FET et MOSFET.
- Développer les modèles physiques et les adapter à un composant microélectronique particulier.
- Formuler les équations fondamentales de ces composants électroniques.
- Optimiser et comparer leurs caractéristiques.
- Discuter les circuits électroniques principaux, tant digitaux qu'analogiques, en y appliquant les modèles physiques.
- Résoudre rapidement et efficacement les problèmes liés aux composants semiconducteurs
- Discuter les relations quantiques des photons et des électrons

### Compétences transversales

- Auto-évaluer son niveau de compétence acquise et planifier ses prochains objectifs d'apprentissage.
- Dialoguer avec des professionnels d'autres disciplines.

### Méthode d'enseignement

Cours ex-cathedra avec exercices inclus dans le cours

### Travail attendu

- Visualisation avant le cours des vidéos associées
- Participation régulière au cours
- Résolution des exercices en travail personnel avant la séance.
- Travail personnel sur les questions de réflexion associées à chaque chapitre

### Méthode d'évaluation

- Des tests à blanc sont organisés au cours du semestre (sans influence sur la note finale)
- Examen écrit en session d'examen (100% de la note finale)

### Encadrement

Office hours	Non
Assistants	Non
Forum électronique	Non
Autres	les étudiants peuvent contacter directement l'enseignant en tout temps

### Ressources

#### Bibliographie

-

### Ressources en bibliothèque

- [CMOS circuit design, layout and simulation / Baker 3rd ed.](#)
- [Physics of semiconductor devices / Sze](#)

### Polycopiés

Notes polycopiées à obtenir à la vente des cours (4 volumes)  
Des vidéos sont à disposition pour chaque chapitre

### Liens Moodle

- <https://moodle.epfl.ch/course/view.php?id=183>

### Vidéos

- <https://moodle.epfl.ch/pluginfile.php/1641/course/section/253409/CS0-intro.mp4?time=1598621141638>

### Préparation pour

Microelectronics, Capteurs, Optical detectors