

# **LU3EE200 Électronique 4 - Techniques et dispositifs pour l'électronique analogique et numérique (6 ECTS)**

## **OBJECTIFS :**

L'UE a pour objectif de présenter les techniques et dispositifs de l'électronique par une approche Top/Down qui part du circuit intégré et descend jusqu'à la physique du composant.

Les circuits intégrés permettent de réaliser les fonctions analogiques et numériques de l'électronique. Les caractéristiques présentes dans les documentations techniques des circuits intégrés de type AOP ou circuits numériques seront présentées et comparées avec les caractéristiques du circuit s'il est considéré idéal.

L'architecture des circuits intégrés étant à base de transistors, le fonctionnement des transistors sera analysé et les fonctions analogiques et numériques de base à transistors seront ensuite développées.

Enfin on montrera comment sont réalisés les composants élémentaires de la micro-électronique et de la photonique et on s'attachera à comprendre pourquoi les semi-conducteurs sont l'essence même de la micro-électronique.

Afin de développer un esprit d'analyse, de critique et d'initiative des étudiants, le cours s'accompagne de travaux dirigés, ainsi que de travaux pratiques.

## *Programme :*

Cours : 24h; TD : 24h; TP : 12h (6 séances de 2h)

- Circuits intégrés
  - AOP réel vs AOP idéal : comparaison des caractéristiques techniques et définitions (gain différentiel fini, influence de la fréquence, tension de décalage, courants de polarisation, saturation, slew-rate, temps de montée/descente, temps de propagation).
  - Mono-alimentation des montages à AOP
  - Montages élémentaires linéaires et non-linéaires à AOP en mono-alimentation
- Transistor MOS
  - Structure, fonctionnement, régime ohmique et régime saturé, caractéristiques  $I_D(V_{GS})$ ,  $I_D(V_{DS})$
  - Effets capacitifs
  - Schéma équivalent en courant alternatif
  - Autres transistors, JFET, BJT
- Circuits analogiques à Transistors MOS
  - Analyse en courant continu / courant alternatif
  - Amplification source commune (Gain, Impédances d'entrée et de sortie), Montage drain-commun
- Circuits numériques à transistors MOS
  - Inverseur, Portes logiques, Interrupteur NMOS PMOS CMOS, Bascule, notion de consommation
- Semi-conducteurs
  - Matière, conduction électrique, liaison covalente, Semi-conducteur intrinsèque, Dopage et Semi-conducteur extrinsèque, Influence de la température extérieure
  - Résistance dans les CI
  - Jonction PN, structure physique, caractéristique  $I(V)$ , résistance différentielle, capacité de jonction, diode
- Composants photoniques
  - Principe de photodétection
  - LEDs, Photodiode
  - Schéma équivalent, Consommation
  - Notion de rendement
- Evolution des Composants passé-présent-futur. MOS canal court. Après le MOS ... 1h

*Pré-requis :* Mathématiques : intégrales, grandeurs différentielles, dérivées logarithmiques, fonctions de la variable complexe, Physique élémentaire : atomes et liaisons, Électronique : théorèmes généraux ; analyse temporelle / analyse fréquentielle de circuits électroniques élémentaires ; fonctions filtrage et amplification ; simulation SPICE

## ***Compétences attendues :***

Comprendre le fonctionnement d'un composant électronique à partir de sa documentation technique et évaluer ses limites de fonctionnement.

Analyser le fonctionnement d'un circuit électronique à base de transistors et d'AOP et donner ses caractéristiques générales (fonction de transfert, gain, impédances d'entrée et de sortie...).

Comprendre le fonctionnement d'un composant électronique à partir de ses caractéristiques courant/tension.

Lier les propriétés physiques des matériaux aux performances et aux caractéristiques des composants électroniques. Connaître les principales étapes de son processus de fabrication.

Les compétences pratiques des étudiants seront développées. On attend des étudiants des capacités à réaliser un montage câblé proprement, et une méthodologie de détection des erreurs sur un circuit. L'étudiant devra être capable d'effectuer des mesures en courant continu et en courant alternatif. Il devra ensuite savoir exploiter ces mesures afin de déterminer les paramètres électriques des composants (tension de seuil, effets capacitifs internes) et des circuits (caractéristiques d'amplification, bande passante, caractéristiques temporelles, fonctions).

*Contrôle des connaissances : 2 écrits (37,5% chacun), un contrôle de TP (25%).*