

# Electronique et CAO des circuits numériques

**Responsable** : Nicolas NOLHIER ([nolhier@laas.fr](mailto:nolhier@laas.fr))

## Objectifs

---

Cette unité détaille les bases nécessaires à la conception des éléments des circuits intégrés numériques. Elle se place à la frontière entre l'électronique analogique et numérique. L'approche n'est pas fonctionnelle, les fonctions logiques auront été abordées par ailleurs, mais électrique. Ce cours se concentre sur l'architecture des portes élémentaires décrites au niveau du transistor, les paramètres électriques de ces portes spécifiques aux technologies, et les outils permettant leurs conceptions. Un accent particulier est mis sur les paramètres qui limitent l'intégration de ces composants et leur fréquence d'utilisation. Deux outils de conception sont utilisés à travers des travaux dirigés sur machine et des travaux pratiques. Le premier, basé sur des simulations de circuits électriques, met en évidence les effets de l'architecture, des paramètres physiques et du dimensionnement des transistors sur les performances des circuits intégrés. Le second se focalise plus sur la géométrie et les interconnexions de ces structures à travers la description du circuit au niveau des masques.

Le contenu de cette unité constitue une base solide pour l'étudiant qui oriente sa formation vers l'électronique numérique, mais aussi pour l'étudiant qui préfère l'électronique analogique des télécommunications. En effet, il apporte les connaissances sur les familles de circuits numériques qui font maintenant partie intégrante de la plupart des systèmes de communications.

## Contenu (C : 10h - TD : 8h – TP : 12h)

---

### I- Electronique des circuits numériques

- Paramètres électriques et temporels d'une logique numérique
- Le transistor bipolaire en commutation
- Les circuits numériques bipolaires (TTL, ECL)
- Les circuits numériques MOS (nMOS, CMOS)
- Une famille mixte : Le BiCMOS

### II- Conception et simulation des portes numériques

- Conception de portes logiques CMOS au niveau « layout »
- Règles de dessin
- Impact des interconnexions
- Simulation mixte analogique/numérique de portes numériques

### III- Travaux pratiques

- Simulation de circuits à base de portes
- Application à la simulation d'une PLL logique (10MHz)
- Conception de circuits CMOS
- Caractérisations électriques (TTL/CMOS)

## Pré-requis

---

Connaître et maîtriser l'ensemble des théorèmes et méthodes de travail liés à l'analyse des circuits, ainsi que les principes de la logique combinatoire et séquentielle.

## Bibliographie

---