

# PLL et Oscillateurs



**Composante**  
École Nationale  
Supérieure  
d'Électrotechnique  
d'Électronique  
d'Informatique  
d'Hydraulique  
et des  
Télécommunications

## En bref

- > **Code Ametys:** N7EE06B
- > **Ouvert aux étudiants en échange:** Oui

## Présentation

### Objectifs

À l'issue de ce cours, les étudiants seront capables de :

- Comprendre les **principes fondamentaux** des boucles à verrouillage de phase (PLL) et des oscillateurs.
- Identifier les **différents types de détecteurs de phase** et leurs domaines d'application.
- Maîtriser le rôle et le fonctionnement des **oscillateurs commandés en tension (VCO)** et du **Charge Pump** dans une PLL.
- Analyser la dynamique de la boucle en **mode capture** et **mode verrouillé**, ainsi que les conditions de **stabilité**.
- Concevoir et caractériser les **filtres de boucle** en lien avec les performances globales de la PLL (bande passante, bruit, temps de verrouillage).
- Comprendre le **principe des oscillateurs à contre-réaction positive**, les **oscillateurs harmoniques et LC**, ainsi que la **notion de résistance négative**.
- Connaître les **oscillateurs à quartz** et leurs caractéristiques de stabilité fréquentielle.

### Description

## 1. Introduction générale aux PLL et oscillateurs

- Rappels sur les besoins en **synchronisation et génération de fréquence** dans les systèmes électroniques.
- Architecture de base d'une **boucle à verrouillage de phase (PLL)** : détecteur de phase, filtre de boucle, oscillateur commandé en tension (VCO), diviseur de fréquence, charge pump.
- Domaines d'application : télécommunications, conversion de données, horloges de processeurs, circuits RF.

## 2. Détecteurs de phase et circuits associés

- **Multiplieur de phase** : fonctionnement analogique.
- **Détecteur XOR** : approche logique et applications simples.
- **Détecteur à flip-flop** : détection séquentielle de phase.
- **Détecteur PFD (Phase-Frequency Detector)** : fonctionnement détaillé, linéarité, large plage de capture.
- **Charge Pump** : conversion courant-tension, effets de déséquilibre et impact sur le bruit de phase.

## 3. Filtre de boucle et dynamique de la PLL

- Structure et rôle du **filtre de boucle** : intégrateur, filtre passe-bas actif/passif.
- Analyse de la PLL en **mode verrouillé** : stabilité, marge de phase, réponse en fréquence.
- Analyse de la PLL en **mode capture** : dynamique transitoire, acquisition de phase.
- Notions de **bande passante**, **temps de verrouillage** et **jitter**.

## 4. Oscillateurs commandés en tension (VCO)

- Principe de fonctionnement du VCO.
- Relation tension/fréquence et linéarité.

## 5. Principes des oscillateurs autonomes

- Conditions d'oscillation et **contre-réaction positive**.
- **Oscillateurs harmoniques et LC** : topologies, stabilité, pureté spectrale.
- **Notion de résistance négative** : interprétation énergétique et réalisation pratique.
- **Oscillateurs à quartz** : principe de résonance, stabilité fréquentielle, app

---

## Pré-requis obligatoires

Transistors de signal et composants de puissance

Montages amplificateurs transistors

Automatique des systèmes linéaires continus

Méthodes d'analyse des circuits électriques