Émetteurs & Récepteurs Photoniques & Hyperfréquences

ECTS
10 crédits

Structure de formation
Faculté des Sciences

Présentation

Description

Le programme associé à cette UE propose à l'étudiant d'acquérir une vision globale des émetteurs et récepteurs photoniques et hyperfréquences depuis la physique des matériaux jusqu'au composant actif ainsi que son conditionnement. Les amplificateurs et oscillateurs hyperfréquences seront traités en parallèle des amplificateurs optiques et lasers afin de mettre en avant les analogies évidentes entre ces deux domaines de fréquences. Les compétences visées sont donc la connaissance du fonctionnement et des caractéristiques principales de ces composants actifs, optiques et hyperfréquences, essentiels dans la réalisation de systèmes télécoms, de capteurs, de radars, etc.

Objectifs

Les objectifs de cette UE sont multiples :

- Notions de base sur la fabrication de structures à semi-conducteurs, connaissance des principes physiques de fonctionnement des composants optoélectroniques et hyperfréquences.
- Connaître les principales applications des composants optoélectroniques et hyperfréquences.
- Comprendre le fonctionnement des amplificateurs et des oscillateurs optiques et micro-ondes, connaître leurs caractéristiques principales afin de pouvoir les choisir ou les utiliser à bon escient dans des systèmes plus complexes.

Pré-requis obligatoires

Base de physique du semi-conducteur, paramètres S, propagation en espace libre et en milieu guidé (lignes hyperfréquences particulièrement), diffraction et interférences

Pré-requis recommandés* :

Informations non contractuelles.
Dernière mise à jour le 02 décembre 2022

Bases d’électromagnétisme.

Contrôle des connaissances

Contrôle Continu

Syllabus

Amplificateurs optiques

1. Introduction : pourquoi amplifier
2. Interaction Onde-Matière
- Aspect ondulatoires (modèle de Lorentz) & corpusculaire
- Sections efficaces
- Largeurs homogène et inhomogène
1. Amplificateurs à fibres optiques
- Amplification dans les fibres actives
- Systèmes à 2, 3 ou 4 niveaux
- Étude détaillée d’un système 3 niveaux :

Gain, inversion de population, saturation du gain par la pompe et le signal

1. Introduction aux amplificateurs à semi-conducteurs

Lasers

1. Introduction & historique
2. Oscillation laser continue
- Cavité Fabry-Perot avec gain & pertes : conditions à l’effet laser (amplitude et phase)
- Puissance laser et verrouillage du gain
- Propriétés spectrales d’un laser à gain homogène / inhomogène, spatial hole burning
- Attraction de fréquence
1. Dynamique du laser continu
- Équations d’évolution
- Classes de la dynamique d’un laser
- Dynamique multi-modale (coefficients de Lyapunoff)
1. Cohérences spatiale et temporelle : définition, mesure et grandeurs quantitatives
2. Principe de fonctionnement des lasers impulsionnels :
- Lasers oscillo-amortis entretenus (*spiking*)
- Lasers déclenchés (*Q-switch*)
- Lasers à modes synchronisés (*mode-locked*)
1. Zoologie des lasers
2. Sécurité laser

Informations non contractuelles.
Dernière mise à jour le 02 décembre 2022

Matériaux / Lasers semi-conducteurs

1. Introduction
2. Semiconducteurs – propriétés structurales
3. Semiconducteurs – propriétés électroniques
4. Lasers
5. Lasers à semiconducteurs
6. Caractérisations électro-optiques des lasers à semi-conducteurs
7. Application des lasers à semi-conducteurs

Composants hyperfréquences

1. Rappels de physiques des semiconducteurs
2. Diodes hyperfréquences
- 1. Diode PN
- 2. Diode PiN
- 3. Diode Gunn
- 4. Diode Schottky
- 5. Diode Tunnel
- 6. Diode à avalanche

1. Transistors hyperfréquences
- 1. Transistor bipolaire (BJT, HBT)
- 2. Transistor à effet de champ (MESFET, HEMT)

1. Applications hyperfréquences
- 1. Récepteurs
- 2. Émetteurs

Amplificateurs et oscillateurs hyperfréquences

1. Amplificateur
- Conception à base de transistors
- La stabilité des transistors
- Adaptation et stabilité
- Gains
- Bruit de l’amplificateur
- Ampli large bande
- Ampli de puissance

1. Oscillateurs hyperfréquences

Informations non contractuelles.
Dernière mise à jour le 02 décembre 2022

- Caractéristiques
- Oscillateurs « basse-fréquence »
  - Conditions d'oscillation
  - Stabilisation
  - Circuits à base de L et C
  - Oscillateurs à quartz
- Oscillateurs Micro-ondes
  - Conditions d'oscillation
  - Oscillateurs à diodes
  - Oscillateurs à transistors
  - Oscillateurs à diélectriques résonants
- Oscillateurs à fréquence variable
- Ampli et oscillateurs très fortes puissances

Détecteurs optiques visibles et IR

1. Photométrie
2. Domaine visible
3. Les détecteurs à gain
4. Domaine spectral de l'IR : Rappels contexte de l'IR : loi de planck, émittance spectrale, fenêtre de transmission de l'atmosphère, IR thermique SWIR, MWIR, LWIR, VLWIR, multispectralité, choix des bandes spectrales, critère contraste thermique pour imagerie, ordre de grandeurs. Photodetecteurs IR versus thermodétecteurs.
5. Les figures de mérites des détecteurs IR
6. Fabrication et caractérisation d'une PD IR
7. Les caméras IR

Bruit

1. Nature fondamentale du bruit
2. *Shot Noise* (optique et électronique) + autres bruits électroniques
3. Photodétection et Bruit
4. Bruit dans les oscillateurs
5. Bruit dans les amplificateurs
6. Bruit dans systèmes optoélectroniques

Informations complémentaires

CM : 84h

Infos pratiques

Informations non contractuelles.
Dernière mise à jour le 02 décembre 2022

Contacts

Responsable pédagogique

Annick PLAGELLAT

annick.plagellat@umontpellier.fr

Informations non contractuelles.
Dernière mise à jour le 02 décembre 2022