

2EL5120 - Systèmes photoniques intelligents

Responsables : **Delphine WOLFERSBERGER**

Langues d'enseignement : **ANGLAIS**

Type de cours : **Electif 2A**

Campus où le cours est proposé : **CAMPUS DE METZ**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **60**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **30**

Année académique : **2024-2025**

Catégorie d'électif : **Sciences fondamentales**

Niveau avancé : **non**

Présentation, objectifs généraux du cours :

Dans le cadre des nouvelles technologies, la lumière est de plus en plus utilisée comme support pour calculer, transporter ou encore stocker de l'information. L'objectif de ce cours est de présenter aux étudiants les développements récents de la « photonique », notamment les lasers et leurs applications dans différents domaines : optique ultra-rapide, télécommunications, traitement tout optique de l'information.

Après quelques rappels de physique ondulatoire, les différents types de sources Lasers seront abordés ainsi que les différents composants d'une chaîne classique de transmission d'informations optiques : des émetteurs (LED et diodes lasers) aux récepteurs (photodiodes). Un TP sur la transmission de signaux (son ou vidéo) sera réalisé pour valider les acquis. Nous aborderons ensuite différentes applications que nous réalisons dans nos laboratoires autour de la lumière : notions de chaos dans les lasers, génération de nombres aléatoires, holographie pour le stockage de la lumière par la lumière...Des visites de laboratoires seront organisées pour permettre aux étudiants une immersion dans le monde de la recherche et de l'innovation.

Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

SG8

Prérequis :

aucun

Plan détaillé du cours (contenu) :

Propriétés physiques des lasers

Principes de base du laser. Cavité Fabry-Pérot, Conditions de seuil, Rendement. Dynamiques des lasers.

Optique ultra rapide

Génération d'impulsions ultra courtes : Lasers femto-secondes (Laser Ti:Saphir), Emission de longueur d'onde au moyen d'un Oscillateur Paramétrique Optique (OPO), Mesure d'impulsions au moyen d'un auto-corrélateur optique.

Composants et interfaces optoélectroniques

Émetteurs : Diodes Électroluminescentes (DEL), Diodes lasers, Interface optique d'émission (modulation, bruit, couplage laser-fibre) - Photo-détecteurs : photodiode PIN, photodiode à avalanche.

Principe des télécommunications

Structure des réseaux : réseaux d'accès, réseau de transport, modèles de référence - Répartition du trafic : transmission guidée, transmission non guidée - Accès aux ressources : TDMA, FDMA, CDMA...- Différents médias de communications : concurrence ou complémentarité.
Propagation guidée, fibres optiques

Théorie du guidage : approche géométrique et ondulatoire dans la fibre optique, atténuation et dispersion - Multiplexage temporel - Multiplexage en longueur d'onde : WDM, DWDM - Connectique.

Composants de l'optique non linéaire

Propagation non linéaire et solitons : équation non linéaire de Schrödinger, stabilité - Effet électro-optique - Amplification paramétrique optique - Utilisation dans les systèmes.

Vers des réseaux de télécommunications tout optique

Multiplexage - Amplificateurs - Routage et commutation 100 % optique : micro-miroirs, cristaux liquides, solitons spatiaux.

Déroulement, organisation du cours :

30,5h CM et 3h de TP

Organisation de l'évaluation :

Evaluation orale (1h30) à la fin du cours sur base d'un exposé en groupes de 2-3 élèves (la note sera individuelle)

Moyens :

Equipe pédagogique : Delphine Wolfersberger - Nicolas Marsal

Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

À l'issue de ce module, les élèves seront capables de :

- comprendre le fonctionnement des lasers et des applications qui en découlent : l'holographie, la cryptographie à base de lasers...
- d'appréhender les phénomènes physiques qui sont à l'origine du fonctionnement des lasers : notions de seuil, de résonance, de mode, optique gaussienne, impulsion...
- se familiariser avec l'optique ultra rapide : Laser femto-seconde, Oscillateur Paramétrique Optique
- concevoir et réaliser une liaison de télécommunications tout optique de transmission de vidéos/son
- comprendre des notions d'optique non linéaire utilisées pour la réalisation de nouveaux composants optoélectroniques pour les communications optiques.

Description des compétences acquises à l'issue du cours

:

C1 Analyze, design, and build complex systems with scientific, technological, human, and economic components

C2 Develop in depth skills in an engineering domain and a family of professions

C7 Know how to convince

Bibliographie :

Les Composants Optoélectroniques, François Cerf, Hermes Science Publications, Paris 2000.

Fundamentals of photonics, E.A. Saleh, M.C. Teich (ISBN : 978-0-471-35832-9).