USIS4G - Techniques de mesure électrique et photonique (ECUE1 « Techniques de mesure électrique » (coeff 1,5), ECUE2 « Techniques de mesure optique ». (coeff 2))

Mis à jour le 27-03-2025

Code : USIS4G

Unité spécifique de type mixte

7 crédits

Responsabilité nationale : EPN03 - Electroniques, électrotechnique, automatique et mesure (EEAM) / Stephan BRIAUDEAU

Présentation

Objectifs pédagogiques

ECUE USIS4G-1 : Techniques de mesure électrique et de fréquence (coefficient 1,5)

Acquérir, approfondir et maîtriser les concepts et les outils permettant de décrire les propriétés des sources laser comme étalons de référence de fréquence optique, de temps et de longueur.
Appréhender les méthodes permettant la mise en pratique des grandeurs électriques et magnétiques, les mesures courantes du domaine, l'étalonnage/vérification des outils, et les raccordements.

ECUE USIS4G-2 : Techniques de mesure photonique (coefficient 2)

Présenter les différentes techniques de mesures optiques utilisées dans l'industrie dans le domaine dimensionnel et photométrique.

Compétences

ECUE USIS4G-1 : Techniques de mesure électrique (coefficient 1,5)

Maîtrise des concepts décrivant les propriétés des sources laser en tant qu'étalons de référence de fréquence optique, de temps et de longueur.
Maîtrise des méthodes permettant la mise en pratique des grandeurs électriques et magnétiques, les mesures courantes du domaine, l'étalonnage/vérification des outils, et les raccordements

ECUE USIS4G-2 : Techniques de mesure photonique (coefficient 2)

Comprendre les paramètres physiques mis en jeux dans les grandes méthodes de mesures optiques ou sans contact.

Programme

Contenu

ECUE USIS4G-1 : Techniques de mesure électrique (coefficient 1,5) – 60h (22 h Cours, 22 h TD, 16h TP) - 20h (Estimation temps de travail personnel)

Fréquences – longueurs
Mesures laser Stabilisation spectrale des sources laser sur les cavités passives ; stabilisation sur des transitions atomiques, méthodes spectroscopiques associées. Etudes de stabilité, mesures par battements, variance d'Allan. Horloge à Césium, autres horloges atomiques. Chaîne de synthèse de fréquence et de raccorde-ment aux fréquences optiques, peigne femtoseconde. Applications aux mesures dimensionnelles par interférométrie laser ; réfractomètre ; référence de longueur d'onde dans l'air.

Électricité-magnétisme
Grandeurs et unités électriques du système international ; matérialisation, évolution des défini-tions. Détermination directe : farad, ohm, volt ; étalons pratiques de différence de potentiel et de force électromotrice. Mesure de champs magnétiques. Mesures des inductions magnétiques : sonde à effet Hall, sonde à Résonance Magnétique Nu-cléaire. Capteurs supraconducteurs, SQUID. Perspectives Vers une « masse électrique » : la balance du watt.

Travaux pratiques (16h) Variance d'Allan Balance électrostatique Balance de Kibble Effet hall classique

ECUE USIS4G-2 : Techniques de mesure photonique (coefficient 2) – 80h (28h Cours, 28h TD, 24h TP) - 40h (Estimation temps de travail personnel)

Optique ondulatoire (40h)
Des équations de l'électrostatique aux équations de Maxwell. Relation de dispersion. One progressive, onde plane TEM, polarisation optique, interférences optiques (fentes Young, Michelson, cavité Fabry-Pérot), diffraction optique en régime de Fraunhoffer.(réseau de Bragg, diffraction acousto-optique). Source laser. Propagation guidée.

Radiométrie-Photométrie (20h)
Définitions : grandeurs photométriques, lien à la radiométrie, unités.
Sources lumineuses luminescentes, incandescentes et laser.
Détecteurs utilisés : photorésistifs, photoémissifs, photomultiplicateurs, photodiodes à avalanche
Mesures énergétiques :
Application aux mesures de puissances laser du milliwatt au kilowatt
Mesures photométriques :
Application au domaine de l'éclairage : luxmètre, luminancemètre
Caractéristiques des luxmètres et luminancemètres : détecteurs quantiques, filtres spectraux
Mesures photobiologiques : colorimétrie, indice de rendu des couleurs, etc.

Travaux pratiques (20h)
- Mesure de l'indice de réfraction de l'air par interférométrie laser – Application aux mesures dimensionnelles dans l'air
- Caractéristiques métrologiques d'un modulateur acousto-optique.
- Caractéristique d'une source laser (cohérences spatiale et temporelle) – Application pour les mesures dans le domaine de la télémétrie laser et des mesures de déplacement.
- Mesures radiométriques : Application au confort visuel
- Etalonnage d'un luxmètre avec une lampe étalon

Modalités de validation

- Contrôle continu
- Examen final

Description des modalités de validation

Controle continu. Examens.