

Outils Numériques pour l'Ingénieur·e en Physique

2023-2024

6N-xxx-PHY / ONIP-2

Bloc 4 - Objets / Projet A (100%)

Concepts étudiés

[PHYS] Photométrie
[PHYS] Simulation éclairage
[PHYS] Modélisation source ponctuelle
[NUM] Affichage 2D et 3D

Mots clefs

Photométrie ; Sources lumineuses ;
Éclairage

Sessions

0 Cours(s) - 1h30
0 TD(s) - 1h30
6 TD(s) Machine - 2h00
0 TP(s) - 4h30

Travail

Par binôme

Institut d'Optique
Graduate School, France
<https://www.institutoptique.fr>

GitHub - Digital Methods

<https://github.com/IOGS-Digital-Methods>

Projet A - Éclairage produit par un ensemble de sources lumineuses

Dans ce projet, on cherche à **calculer la carte d'éclairage** produit par un **ensemble de sources incohérentes**.

Les sources seront modélisées de manière approchée (valable si l'on n'est pas trop près du composant) comme une **source ponctuelle** ayant un diagramme de rayonnement possédant une symétrie de révolution autour d'un axe.

D'un point de vue programmation, vous devrez développer ce projet selon les règles de la **programmation orientée objet**.

Acquis d'Apprentissage Visés

En résolvant ce problème, les étudiant·e·s seront capables de :

CÔTÉ NUMÉRIQUE

1. **Générer des signaux numériques** à partir de fonctions mathématiques
2. **Définir et documenter des fonctions** pour générer des signaux numériques
3. **Produire des figures** claires et légendées à partir de signaux numériques - incluant un titre, des axes, des légendes
4. [BONUS] **Construire des bibliothèques de fonctions**

CÔTÉ PHYSIQUE

1. **Analyser le contenu spectral** d'un signal électrique
2. **Déterminer les paramètres** d'une modulation d'amplitude
3. **Décoder** un signal modulé en amplitude

Livrables attendus

Pour valider cette session, vous devez **présenter** les **livrables suivants** lors de la séance 4 de ce bloc :

1. **Fonctions commentées** (selon la norme PEP 257) pour générer des signaux numériques appropriés
2. **Graphiques légendés** incluant toutes les données nécessaires à la bonne compréhension des données présentées : signal initial, transformée de Fourier du signal initial, signaux générés pour démoduler le signal, transformées de Fourier intermédiaires, signal démodulé
3. **Analyse des figures** en insistant sur la démarche ayant amené à la démodulation du signal
4. **BONUS : Fichiers démodulés** contenant les différents signaux démodulés

Ces livrables pourront prendre la forme d'un **compte-rendu** incluant une introduction à la problématique, les figures demandées ainsi que leur analyse.

Ce compte-rendu sera accompagné des **fichiers** *main.py* et *signal_processing.py* contenant le programme principal permettant la génération des figures et de leurs légendes et les différentes fonctions commentées selon la norme PEP 257.

Vous aurez 10 minutes lors de la séance 4 pour présenter l'ensemble de vos résultats et vos analyses.

Données à traiter

Dans cette séquence, vous serez amenés à utiliser des données provenant d'un fichier de points issu d'un **oscilloscope**. Le fichier se nomme B3_DATA_01.CSV (modulante sinusoïdale).

Le signal qu'il contient est un enregistrement d'une **transmission d'informations modulées en amplitude** par un signal porteur sinusoïdal.

Deux autres fichiers vous sont également proposés :

- B3_DATA_02.TXT contenant un signal sonore modulé en amplitude à déchiffrer...
 - Format de données binaire 64 / Modulante sinusoïdale / Fichier sonore : 24 kHz / 16 bits
- B3_DATA_03.TXT contenant un ensemble de signaux modulés en amplitude à l'aide de différentes porteuses.
 - Format de données binaire 64 / Modulantes sinusoïdales / Fichier sonore : 160 kHz / 16 bits

Ressources

Cette séquence est basée sur le langage Python.

Vous pouvez utiliser l'environnement **Spyder 5** inclus dans *Anaconda 3*.

Des tutoriels Python (et sur les bibliothèques classiques : Numpy, Matplotlib or Scipy) sont disponibles à l'adresse : <http://lense.institutoptique.fr/python/>.

Outils Numériques

Fonctions et bibliothèques conseillées :

- **Numpy** gestion de matrices
 - `arange`
 - `linspace`
 - `logspace`
- **Matplotlib** affichage de données :
 - `plotly`
 - `figure, plot`
 - `subplot`
 - `legend, title`
 - `xlabel, ylabel`
 - `show`
- **Scipy** fonctions scientifiques :
 - `fftpack` sublibrary
 - `fft, ifft`
 - `fftshift`
 - `fftfreq`

Outils avancés :

- **rcParams** de Matplotlib.pyplot pour l'amélioration de l'affichage de courbes

Etapes

*Les représentations graphiques à produire à chacune des étapes seront accompagnées de **renseignements quantitatifs** comme la valeur moyenne de l'éclairement, son écart-type et son écart Pic à Vallée, absolus et relatifs, sur l'ensemble de la zone représentée (ou sur une sous-partie rectangulaire ou circulaire de celle-ci). Par ailleurs, une **représentation en 3D de la position et de l'orientation des N sources** sera utile.*

Etape 1 Carte d'éclairement pour une source ponctuelle - direction perpendiculaire par rapport au plan éclairé

- Création d'une classe LED_source
- Création d'une classe Carte
- Affichage 2D d'une carte avec une source ponctuelle
- Affichage position des sources sur la carte
- Validation du modèle

Etape 2 Carte d'éclairement pour une source ponctuelle - direction quelconque par rapport au plan éclairé

- Modification de la classe LED_source
- Affichage 2D d'une carte avec une source ponctuelle
- Affichage position des sources sur la carte
- Validation du modèle

Etape 3 Carte d'éclairement pour N sources ponctuelles - direction quelconque par rapport au plan éclairé

- Modification de la classe LED_source
- Affichage 2D d'une carte avec une source ponctuelle
- Affichage position des sources sur la carte
- Validation du modèle

Bonus A Carte d'éclairement 3D

- Affichage 3D d'une carte avec une source ponctuelle avec position des sources sur la carte

Bonus B Optimisation d'un éclairage

- Optimisation du nombre et de l'orientation de LEDs pour obtenir un flux lumineux donné sur un plan de travail

Bonus C Réalisation d'une IHM / PyQt6

- Utilisation de PyQt6 pour l'intégration des précédentes fonctions dans une IHM
- Intégration des graphiques avec pyqtgraph
- Possibilité d'ajouter des sources et d'afficher la contribution indépendante de chacune des sources

Critères d'évaluation

- **METHODES NUMERIQUE**
 - **Ecriture Matricielle / Vectorielle**
 - * utilisation des méthodes liées aux vecteurs/matrices (Numpy)
 - * aucune boucle **for** inutile
 - **Organisation en actions élémentaires**
 - * les étapes sont découpées en fonctionnalité plus simple à tester
 - **Description des tests de validation**
 - * chaque fonction a été testée
 - * chaque étape a été validée
 - **Organisation des informations à traiter**
 - * les données sont rangées dans des objets bien identifiés
- **PROGRAMMATION**
 - **Ecriture globale du code et commentaires (PEP 8)**
 - * variables et fonctions respectant les conventions d'écriture standard
 - * commentaires utiles
 - **Utilisation, écriture de fonctions**
 - * paramètres et retours pertinents des fonctions
 - **Documentation des fonctions (PEP257)**
 - * paramètres et retours des fonctions sont documentés
 - **Création de classes et d'objets**
 - * classe contenant des attributs et méthodes pertinents
 - * aucune fonction n'est appelée en dehors d'un objet
- **INGENIEUR.E PHYSIQUE**
 - **Graphiques pertinents et légendés**
 - * graphiques scientifiques (axes, titre...)
 - * axes des graphiques légendés (passage temps/fréquence)
 - **Organisation en actions élémentaires**
 - * les étapes sont découpées en fonctionnalité plus simple à tester
 - **Génération de données pertinentes de tests**
 - * choix de la position des sources pertinent
 - **Analyse des données et validation modèle**
 - * comparaison avec la théorie
 - * analyse pertinente des cartes obtenues
- **AVANCEMENT**
 - Etapes 1 et 2 : C
 - Etapes 1, 2 et 3 : B
 - Un des bonus : A
 - Tous les bonus : A+++++

Quelques éléments supplémentaires

Modélisation d'une diode électroluminescente

Les sources (par exemple des LEDs) seront modélisées de manière approchée (valable si l'on n'est pas trop près du composant) comme des **sources ponctuelles**. Ces sources ont un **diagramme de rayonnement** possédant une **symétrie de révolution** autour d'un axe orienté.

L'indicatrice de rayonnement pourra être considérée comme gaussienne, et caractérisée par son intensité visuelle vers l'avant sur l'axe I_0 (en candela) et sa largeur totale à mi-hauteur Δ .

Cette indicatrice peut-être modélisée par l'équation suivante :

$$I(\alpha) = I_0 \cdot \exp(-(4 \cdot \ln(2)) \cdot (\alpha/\Delta)^2)$$

où α est l'angle entre la direction d'émission et l'axe de la source ($\alpha \in [0^\circ, 180^\circ]$).

Positionnement d'une source

Le positionnement de la source dans l'espace sera caractérisé par ses coordonnées (x, y, z) et l'orientation de son axe de symétrie par deux angles (θ et ϕ).

Eclairement / Formule de Bouguer

L'éclairement fourni par une source ponctuelle en un point M de l'espace séparé d'une distance d et d'une inclinaison de ψ par rapport à la direction de la source ponctuelle, est données par la relation photométrique suivante :

$$E = \frac{I \cdot \cos(\psi)}{d^2}$$

L'éclairement produit par N sources (incohérentes) est la somme des éclairements produits par chaque source.