



Propagations Libre & Guidée



Présentation

Description

Afin de pouvoir utiliser les ondes, il est essentiel de comprendre comment elles se propagent, que ce soit en espace libre ou dans des milieux guidés comme par exemple dans des lignes et guides hyperfréquences, des fibres optiques. L'étude de la propagation en espace libre permet de dimensionner justement vos faisceaux, que ce soit pour communiquer sur de longues distances avec des satellites, pour propager des signaux rapides dans des circuits électroniques, pour communiquer à haut-débit avec des fibres optiques.

Objectifs

- * Connaître les principes de confinement transverse d'une onde et les mécanismes de guidage associés (réflexion, cohérence, dispersion).
- * Savoir déterminer le profil transverse d'un mode en espace libre ou dans un milieu guidé.
- * Savoir transformer un faisceau Gaussien par une lentille et maîtriser sa propagation (divergence, courbure du plan de phase).
- * Savoir dimensionner les paramètres d'un guide d'onde pour choisir les performances de guidage (atténuation, dispersion).

- * Comprendre et connaître les mécanismes de résonance et de stationnarité dans une cavité longitudinale : fonction de transfert spectrale et stabilité de faisceau.
- * Comprendre la propagation d'une onde le long d'une ligne et l'impact de ses paramètres sur les performances de transmission, la conception de composants.
- * Savoir utiliser l'abaque de Smith pour caractériser une propagation ou dimensionner une adaptation d'impédance.
- * Développer des compétences expérimentales en photonique et en hyperfréquences, en espace libre ou en milieu guidé (lignes hyperfréquences, fibres optiques), avec notamment des cavités résonantes.

Pré-requis nécessaires

Connaissance des ondes, connaissance de la diffraction et des interférences, connaissances de bases sur la propagation dans une ligne de transmission électrique (équation des télégraphistes)

Pré-requis recommandés* :

Connaissances élémentaires en électromagnétisme et en optique géométrique.

Contrôle des connaissances

Examen terminal (70%) et examen de TP (30%)

Syllabus



1. Propagation libre & cavités

2. Propagation libre

- * Equation de propagation paraxiale
- * Solution gaussienne
- * Transformation d'un faisceau gaussien
- * Modes transverses d'ordre supérieur

3. Cavités

- * Faisceau gaussien en cavité
- * Modes longitudinaux
- * Modes transverses
- * Cavités actives

1. Propagation guidée

1. Introduction

- * Réflexion sur une surface métallique
- * Réflexion totale entre 2 isolants
- * Présentation des types de guides d'onde

2. Guide d'ondes hyperfréquences

- * Approche du guidage par onde plane, principe d'autocoherence
- * Propriétés des modes (angle d'incidence, fréquences de coupure, vitesse de phase, vitesse de groupe, dispersion, polarisation, etc.)
- * Puissance et atténuation
- * Détermination des modes par séparation des variables

3. Fibres optiques

- * Détermination des modes
- * Propriétés des modes (distribution transverse du champ, polarisation, indice effectif)
- * Dispersion dans les fibres optiques (matérielle, modale, de guidage)
- * Modes guidés, rayonnés et à fuites
- * Autres types de guides optiques (guides planaires, fibres structurées)

III. Propagation le long d'une ligne

1. Rappels

- * Modélisation d'une ligne, équation de propagation et ses solutions
- * Coefficient de réflexion, impédance caractéristique, rapport d'ondes stationnaires

2. Abaque de Smith

- * Description de l'abaque
- * Utilisation de l'abaque

3. Les lignes avec pertes

- * Effet de peau, paramètre de propagation, impédance caractéristique

- * Tension, courant, impédance, coefficient de réflexion, puissance

4. Lignes coaxiales

- * Paramètres primaires et secondaires d'une ligne coaxiale
- * Dimensionnement et puissance optimale d'une ligne coaxiale

5. Lignes à bandes

- * Principaux types de lignes
- * Ligne microbande (permittivité effective, impédance caractéristique, dimensionnement, affaiblissement)

Travaux pratiques

1. Métrologies Optique & Hyperfréquence
2. Cavités Optique & Hyperfréquence
3. Faisceaux Gaussiens
4. OTDR & Fibre optique
5. Lignes Hyperfréquences
6. Filtres hyperfréquences par lignes couplées

Informations complémentaires

CM : 33h

TP : 18h

Infos pratiques

Contacts

Stephane BLIN

✉ stephane.blin@umontpellier.fr