

INTRODUCTION

Le cours "Propagation et antennes d'aéronefs", offert à la quatrième session du programme de Techniques d'avionique, couvre les principes de base de la propagation des ondes électromagnétiques, les techniques de micro-ondes ainsi que les antennes d'aéronefs.

OBJECTIFS GÉNÉRAUX

Analyser et mesurer les performances des lignes de transmission d'ondes électromagnétiques dans la gamme de radiofréquences. Analyser les caractéristiques des antennes d'aéronefs. Rédiger des rapports de laboratoire en utilisant de la terminologie exacte dans un français de qualité.

MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Il y a quatre (4) périodes de cours par semaine :

- a) deux (2) périodes de cours théoriques comprenant des exposés du professeur des concepts à étudier suivies des intervalles de discussion dans lesquels des situations pratiques sont analysées, permettant à l'étudiant de mettre à l'épreuve sa compréhension et de demander des explications supplémentaires. Les périodes théoriques exigent une écoute attentive et active, l'étudiant doit prendre des notes.
- b) Deux (2) périodes de laboratoire pendant lesquelles l'étudiant effectue des manipulations en utilisant des instruments appropriés conformément aux instructions contenues dans le cahier de laboratoire. Il est par conséquent important pour l'étudiant de lire et de comprendre les objectifs de chacun des laboratoires avant la venue à l'atelier. Les cahiers de laboratoire sont disponibles à la Coop et devront être achetés au début de la session. Les étudiants travaillent par groupes de deux (2) ou trois (3) au maximum, et remettent un rapport de laboratoire par groupe. L'apprentissage au laboratoire fait partie intégrante du cours : l'étudiant qui serait absent ne peut pas récupérer par lui-même à domicile. La présence au laboratoire est donc obligatoire ainsi que la remise d'un rapport.

En plus de deux (2) périodes de théorie et deux (2) périodes de laboratoire par semaine, deux (2) heures de travaux personnels sont normalement requises. Ces heures seront utilisées normalement par l'étudiant à la rédaction de rapport de laboratoire, à l'étude de la matière vue en théorie, et à l'exécution de devoirs.

ÉVALUATION

- a) Partie théorique

Au cours de la session, il y aura deux examens écrits portant sur la matière déjà vue en classe, répartis à intervalles réguliers. Ils seront d'une durée de deux (2) périodes chacun. La date d'un examen et son contenu sont toujours annoncés au moins une (1) semaine à l'avance.

Les examens écrits sont une combinaison des types à choix multiples et à développement.

Tout au long de la session, l'étudiant a la responsabilité de relire ses notes et le devoir de poser des questions pour approfondir ses connaissances.

Des travaux servent à compléter les notions théoriques. Ils sont obligatoires et comptent pour **10%** de la note finale :

1. Chaque chapitre des notes de cours se termine par une section « ce qu'il faut retenir... ». L'étudiant doit compléter cette section et la remettre, avec les devoirs des chapitres correspondants le jour de l'examen. De plus, il est fortement encouragé à maîtriser toutes les notions qui y sont énumérées car les questions d'examen y sont puisées.
2. Dans les notes de cours, cette section est suivie d'une série de problèmes. Ces problèmes sont obligatoires et sont remis en même temps sous forme de devoirs.

b) Partie laboratoire

Les laboratoires du cours sont conçus de manière à permettre à l'étudiant d'acquérir des habiletés professionnelles indispensables pour un technicien ou une technicienne qui arrive sur le marché du travail, notamment les habiletés manuelles concernant le travail en atelier, les habiletés à communiquer par écrit et oralement en français, une meilleure maîtrise du processus de résolution de problèmes.

L'évaluation des activités de laboratoire se fait chaque semaine, portant sur le travail en atelier et le rapport de laboratoire.

Travail en atelier : Les critères suivants seront considérés :

- capacité de travailler en équipe;
- sens des responsabilités;
- respect des consignes;
- sens de la planification;
- souci du détail et de la précision;
- qualité de la communication verbale.

Rapport de laboratoire : Les critères suivants seront considérés :

- pertinence et exactitude des explications;
- exactitude des calculs effectués;
- qualité du français écrit (10% de la note);
- pertinence et exactitude des réponses aux questions;
- qualité de synthèse;
- respect de la terminologie;
- qualité de la présentation.

c) Répartition

Les points seront répartis selon la distribution suivante :

Théorie :

Examen 1	25 points
Examen 2	35 points
Travaux et devoirs	10 points

Laboratoires : 30 points

TOTAL 100 points

PLAN DÉTAILLÉ DE LA THÉORIE

Chapitre 1 : Lignes de transmission

(6 périodes)

- Types de lignes
- Lignes et câbles à paires symétriques
- Lignes et câbles à paires coaxiales
- Propriétés électriques des lignes de transmission
- Calcul de l'impédance caractéristique
- Pertes dans les lignes de transmission
- Ondes stationnaires
- Lignes demi-onde et quart d'onde
- Utilisation des lignes comme éléments de circuits

Chapitre 2 : Guides d'ondes

(2 périodes)

- Propagation dans un guide d'ondes métallique
- Modes de propagation
- Représentation des principaux modes de propagation
- Guides d'ondes circulaires
- Autres formes de guides d'ondes
- Méthodes de génération des modes
- Jonctions de guides d'ondes

Chapitre 3 : Lignes planaires

(2 périodes)

- Lignes à ruban équilibré et lignes microruban
- Transistors micro-ondes et circuits intégrés

Chapitre 4 : Abaque de Smith

(4 périodes)

- Constitution de l'abaque de Smith
- Transformation impédance / admittance
- Calcul de l'impédance d'entrée d'une ligne
- Adaptation d'impédance

***** Examen 1 *****

(2 périodes)

Chapitre 5 : Propagation des ondes électromagnétiques

(5 périodes)

- Introduction aux ondes électromagnétiques
- Caractéristiques d'une onde électromagnétique
- Effet de l'environnement sur les ondes
- Modes de propagation
- Bilan énergétique de liaison hertzienne

Chapitre 6 : Antennes

(5 périodes)

- Généralités
- Antenne résonante
- Antenne Hertz et antenne Marconi
- Concepts et définitions
- Antennes directionnelles HF
- Antennes micro-ondes et UHF
- Antennes d'aéronefs
- Spécifications et positionnement des antennes d'aéronefs

Chapitre 7 : Transmission par Fibre Optique

(2 périodes)

- Introduction
- Structure des fibres optiques
- Propagation de la lumière dans une fibre optique
- Modes de propagation
- Affaiblissement
- Bilan énergétique de liaison

******* Examen final *******

(2 périodes)

LISTE DES LABORATOIRES

- Semaine 1 : Familiarisation aux différents types d'antennes et de lignes de transmissions en communications air-sol en radionavigation et en radar. Exemples de types d'antennes. Visite au hangar. Identification des antennes.
- Semaine 2 : Mesures de l'impédance, de la longueur d'une ligne de transmission, d'une impédance de charge; localisation d'un défaut dans une ligne de transmission.
- Semaine 3 : Étude d'une ligne sans perte. Mesure de déphasage. Mesure du déphasage entre deux lignes de transmission de longueurs différentes dans l'alimentation d'un système d'antennes. Étude d'une ligne avec pertes.
- Semaine 4 : Étude d'une ligne non adaptée, de l'existence des ondes stationnaires le long d'une ligne, du coefficient de réflexion de la perte de puissance. Mesure de la puissance directe et réfléchie d'un émetteur VHF.
- Semaine 5 (R) : Étude de la propagation en mode TE₁₀ dans un guide rectangulaire. Mesure de la longueur d'onde dans le guide et dans l'espace.
- Semaine 6 : Étude d'un guide d'onde non adapté. Mesure du taux d'ondes stationnaires dans le guide. Mesure de la puissance directe crête d'un radar. Mesure de la perte de puissance (return loss).
- Semaine 7 : Étude du rayonnement des différents types d'antennes. Mesure des rayonnements dans les plans E et H.
- Semaine 8 : Étude de la détection et du mélange de signaux à l'aide d'une diode à cristal. Mesure du courant et de la puissance d'une diode à cristal.
- Semaine 9 : Étude d'une thermistance et de son utilisation dans la mesure de la puissance. Mesure d'une puissance RF en micro-ondes à l'aide de d'une thermistance.
- Semaine 10 (R) : Étude de la génération de fréquence par modulation de vitesse. Étude des modes de fonctionnement d'un klystron reflex. Mesure de la puissance RF émise. Mesure des largeurs de bande des différents modes.
- Semaine 11 : Étude des différents types d'atténuateur de HF à micro-ondes. Étalonnage d'un atténuateur en micro-ondes.
- Semaine 12 : Étude de la génération de fréquence à l'aide d'un composant semiconducteur. Étude de la diode Gunn. Mesure des puissances en fonction des tensions de polarisation.
- Semaine 13 : Étude du gain d'une antenne. Mesure du gain des différents types d'antenne.
- Semaine 14 : Étude des systèmes de déphasage utilisés en VHF et micro-ondes. Étalonnage d'un déphaseur en micro-ondes.
- Semaine 15 : Étude de la propagation et transmission des données par fibres optiques. Projet d'installation d'antenne ou recherche sur le type d'antenne suivant les caractéristiques du système utilisé ou mesure de l'impédance d'une antenne.

MÉDIAGRAPHIE

Kennedy, G. *Electronic Communication Systems*, 3rd edition, McGraw-Hill, 1985, 741 pages.

Wheeler, G.J. *Introduction to Microwaves*, Prentice Hall, 1963, 242 pages.

Combes, Paul F. *Ondes Métriques et Centimétriques*, Dunod Université, 1980, 162 pages.

Combes, Paul F. & Al. *Composants, Dispositifs et Circuits Actifs en Micro-Ondes*, Dunod Université, 1985, 239 pages.

Manuels d'opération et de service des fabricants (King, Bendix, Collins) de communications et d'aide à la radionavigation ILS, VORTAC, ADF.

Règlements de la FAA - AC 43-13-2A, pages 13 à 24.

Règlements du Ministère des transports du Canada, Radio Standards, spécifications No 118, Provisional and for C.R.T.P.B. comments, paragraphes 48 à 53.

Hunder, Edgar. *Microwave Communications*, McGraw-Hill, 1989, 332 pages.

Sand Bank, C.P. *Optical Fibre Communication Systems*, 1980, 347 pages.