

INTRODUCTION

Le cours "Systèmes de navigation à courte distance", offert à la cinquième session du programme de Techniques d'avionique, couvre une grande partie des systèmes de communication et de navigation à courte distance utilisés sur les aéronefs. Ces systèmes, qui utilisent les signaux venant des installations au sol, font partie de l'ensemble des systèmes modernes de communication et de navigation utilisés sur les aéronefs.

Transports Canada exige le niveau 3 de compétence pour la formation du futur technicien d'entretien d'aéronefs de catégorie E sur ces systèmes de communication et de navigation à courte distance. Ce niveau 3 de compétence exige de l'élève qu'il acquière une bonne connaissance des principes de fonctionnement et une excellente expérience pratique.

OBJECTIFS GÉNÉRAUX

Analyser les systèmes de communication aérienne HF et VHF et les systèmes de navigation à courte distance à bord d'aéronefs, en mesurer les performances et les mettre en état de navigabilité en respectant les normes des manufacturiers et la réglementation de Transports Canada. Rédiger des rapports de laboratoire selon les normes en vigueur, en ayant constamment le souci d'améliorer la qualité du français écrit.

MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Il y a cinq périodes de cours par semaine :

- a) trois (3) périodes de cours théoriques comprenant des exposés du professeur des concepts à étudier suivis 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 moyens didactiques suivants seront utilisés selon les besoins : acétates, diapositives, photos, schémas, notes de cours. Les périodes théoriques exigent une écoute attentive et active, l'étudiant est invité à prendre des notes.
- b) deux (2) périodes de laboratoire pendant lesquelles l'étudiant effectue des vérifications sur des appareils de communication et de navigation à courte distance, en utilisant des instruments de vérification 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 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 trois périodes de théorie et deux périodes de laboratoire par semaine, deux heures de travaux personnels sont normalement requises. Ces heures seront utilisées normalement par l'étudiant à la rédaction de rapport de laboratoire et à l'étude de la matière vue en théorie.

ÉVALUATION

Partie théorique

Au cours de la session, il y aura trois examens écrits portant sur la matière déjà vue en classe, répartis à intervalles réguliers. Ils seront d'une durée de 2 périodes chacun. La date d'un examen et son contenu sont toujours annoncés au moins une semaine à l'avance. Bien que ces examens servent principalement à sanctionner l'apprentissage de l'étudiant, en mesurant le niveau d'atteinte des objectifs, ils pourraient être utilisés par l'étudiant et le professeur comme instruments de perfectionnement : ils fournissent des informations permettant à l'étudiant de savoir ce qu'il a acquis, d'identifier ses lacunes et d'y apporter les correctifs appropriés et également au professeur d'ajuster son enseignement aux besoins de l'étudiant. Les examens écrits sont une combinaison des types à choix multiples et à développement. Ces examens seront corrigés selon les critères suivants :

- **Questions à choix multiples** : choisir la bonne réponse parmi plusieurs possibilités. Des calculs complexes pourraient être nécessaires dans certains cas pour effectuer le bon choix.
- **Questions à développement** : pertinence et exactitudes des explications, qualité du français écrit (10% de la note), utilisation de la terminologie exacte, exactitude des calculs effectués.

Les examens sont rendus corrigés aux étudiants au début du cours de la semaine suivante sauf exception. La correction est expliquée immédiatement afin que l'étudiant puisse prendre connaissance de ses erreurs ou de ses lacunes et améliorer sa capacité d'atteindre les objectifs du cours. Les copies d'examen seront reprises et conservées par le professeur.

Partie laboratoire

Les laboratoires du cours sont conçus de manière à permettre à l'étudiant d'effectuer des tâches inhérentes au technicien en avionique dans un environnement semblable à celui de l'industrie. L'étudiant y acquiert 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.

Le technicien en avionique travaille seul la plupart du temps, avec un minimum de supervision et un degré d'autonomie élevé. Il doit cependant échanger au niveau de l'équipe.

La qualité de communication est essentielle et occasionne un stress important en ce qu'elle peut être lourde de conséquences. Une mauvaise communication peut se traduire par des pertes de temps et d'argent importantes ou pire, des pertes de vies humaines. Dans le cadre de son travail, le technicien doit continuellement se référer à une importante documentation : manuels du fabricant, procédures, directives, formulaires, spécifications, et consignes techniques, feuilles d'inspection, etc. De plus, il doit rédiger différents documents qui doivent décrire de façon claire la situation : feuilles d'inspection, bons de commande, rapport de défaillance, étiquette de pose et dépose, carnet de bord, etc.

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

➤ Travail en atelier : 50% de la note de laboratoire

Les critères suivants seront considérés :

- capacité de travailler en équipe
- sens des responsabilités
- respect des consignes
- réactions aux situations imprévues
- sens de la planification
- souci du détail et de la précision
- qualité de communication verbale

L'évaluation du travail peut tenir compte du travail de chaque étudiant quand il fait partie d'une équipe.

➤ Rapport de laboratoire : 50% de la note 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 (référence : "Normes de la présentation des travaux écrits")

Les points seront répartis selon la distribution suivante :

Théorie :

Examen 1 20 points
Examen 2 25 points
Examen final 25 points

Laboratoires : 30 points

TOTAL : 100 points

PLAN DÉTAILLÉ DE LA THÉORIE

CHAPITRE 1

Présentation des systèmes

9 périodes

Objectifs

Nommer les composants principaux et décrire les méthodes d'utilisation de chacun des systèmes suivants à bord d'un aéronef :

- radiophare omnidirectionnel VHF (VOR).
- radioalignement de piste (LOCALIZER).
- radiopente (GLIDE SLOPE).
- radiobornes (MARKER BEACON).
- radiogoniomètre automatique (ADF).
- indicateur radiomagnétique (RMI).

- indicateur de situation horizontale (HSI).
- console de sélection audio
- communication VHF.
- communication HF.
- radiotéléphone
- balise de détresse (ELT).

Contenu :

Principaux composants et méthodes d'utilisation des systèmes à bord d'un aéronef mentionnés dans l'objectif.

CHAPITRE 2 Systèmes de radiophare omnidirectionnel VHF (VOR) 4 périodes

Objectifs :

- Décrire le principe de fonctionnement d'un système VOR.
- Expliquer le rôle et les caractéristiques des signaux émis par la balise au sol.
- Dessiner le schéma-bloc d'un récepteur de navigation.
- Analyser le traitement du signal capté par le récepteur de navigation.
- Analyser les erreurs du système VOR.

Contenu :

- Signal de référence VOR.
- Signal variable VOR.
- Modulation d'espace.
- Diagramme-bloc d'un récepteur NAV.
- Traitement du signal reçu.
- Performances d'un convertisseur VOR.

EXAMEN 1	2 périodes
-----------------	-------------------

CHAPITRE 3 Système de radioalignement de piste (LOC) 3 périodes

Objectifs :

- Décrire le principe de fonctionnement d'un système LOC.
- Décrire les diagrammes de rayonnement des signaux LOC émis par la station au sol.
- Expliquer le rôle du récepteur de navigation dans le système LOC.
- Analyser le traitement du signal dans le convertisseur LOC.
- Analyser les erreurs du système LOC.

Contenu :

- Disposition des antennes LOC au sol (différents types).
- Signaux de modulation.
- Diagramme de rayonnement.
- Délimitation des zones utilisables.
- Traitement du signal LOC reçu.
- Performances d'un convertisseur LOC.

CHAPITRE 4

Système de radiopente (GS)

3 périodes

Objectifs :

- Décrire le principe de fonctionnement d'un système GS.
- Décrire les diagrammes de rayonnement des signaux GS émis par la station au sol.
- Expliquer le rôle du récepteur de navigation dans le système GS.
- Analyser le traitement du signal dans le récepteur GS.
- Analyser les erreurs du système GS.

Contenu :

- Disposition des antennes GS au sol (différents types).
- Signaux de modulation.
- Diagramme de rayonnement.
- Délimitation des zones utilisables.
- Sélection de fréquence du récepteur GS; jumelage avec le récepteur NAV.
- Diagramme-bloc du récepteur GS.
- Traitement du signal GS reçu.
- Performances d'un récepteur GS.

CHAPITRE 5

Système de radiobornes (MK)

2 périodes

Objectifs :

- Décrire le principe de fonctionnement du système de radiobornes MK.
- Décrire le fonctionnement du récepteur de radiobornes.

Contenu :

- Diagramme-bloc du récepteur MK.
- Fonction de chaque bloc.
- Signal de sortie.
- Filtres.
- Commandes d'affichage.
- Sortie audio.
- Contrôle de sensibilité.
- Performances du récepteur MK.

CHAPITRE 6

Système de radiogoniomètre automatique (ADF)

6 périodes

Objectifs :

- Décrire le principe de fonctionnement d'un système ADF.
- Analyser les signaux ADF reçus par les antennes.
- Décrire le fonctionnement d'un radiogoniomètre automatique à antenne cadre mobile.
- Décrire le fonctionnement d'un radiogoniomètre automatique à antenne cadre fixe.
- Décrire le fonctionnement d'un radiogoniomètre automatique avec antenne cadre fixe et antenne de levée de doute intégrée.
- Décrire les principales sources d'erreur d'un radiogoniomètre automatique et les principales mesures correctives.

Contenu :

- Antenne cadre ADF.
- Antenne de levée de doute.
- Diagramme-bloc d'un récepteur ADF à antenne cadre mobile.
- Diagramme-bloc d'un récepteur ADF à antenne cadre fixe.
- Diagramme-bloc d'un récepteur ADF avec antenne cadre fixe et antenne de levée de doute intégrée.
- Erreur quadrantale.
- Performances d'un récepteur ADF.

EXAMEN 2

2 périodes

CHAPITRE 7

Système d'indication radiomagnétique (RMI)

4 périodes

Objectifs :

- Décrire le principe de fonctionnement des sondes magnétométriques.
- Décrire le principe de fonctionnement d'une centrale de cap à bord d'un aéronef.
- Décrire le principe de fonctionnement d'un système de référence à inertie IRS à bord d'un aéronef.
- Décrire les méthodes de couplage VOR-RMI et ADF-RMI.
- Décrire les relations entre le compas magnétique, le conservateur de cap, l'indicateur ADF, l'indicateur VOR et l'indicateur radiomagnétique.

Contenu :

- Vanne de flux.
- Gyroscope directionnel.
- Système de référence à inertie IRS.
- Couplage ADF-RMI.
- Couplage VOR-RMI.
- Relations entre le compas magnétique, le conservateur de cap, l'indicateur ADF, l'indicateur VOR et l'indicateur radiomagnétique.

CHAPITRE 8

Système d'indication de situation horizontale (HSI)

3 périodes

Objectifs :

- Expliquer le rôle du HSI dans la navigation.
- Expliquer les méthodes de couplage ILS-HSI-RMI.
- Décrire les relations entre le compas magnétique, le conservateur de cap, l'indicateur VOR, l'indicateur radiomagnétique et l'indicateur de situation horizontale.

Contenu :

- Rôle du HSI dans la navigation.
- Couplage ILS-HSI-RMI.
- Relations entre le compas magnétique, le conservateur de cap, l'indicateur VOR, l'indicateur radiomagnétique et l'indicateur de situation horizontale.

Objectifs :

- Expliquer le fonctionnement du système de communication air/sol VHF.
- Expliquer le fonctionnement du système de communication air/sol HF.
- Expliquer le fonctionnement du système de communication SELCAL.
- Décrire le fonctionnement du radiotéléphone à bord d'un aéronef.
- Décrire le fonctionnement d'une balise de détresse (ELT).

Contenu :

- Règlements concernant les radio-communications.
- Performances des récepteurs de communication VHF.
- Performances des récepteurs de communication HF.
- Fonctionnement du système SELCAL.
- Performances d'un radiotéléphone de bord.
- Diagramme-bloc d'une balise de détresse (ELT).
- Règlements concernant la vérification périodique des balises de détresse et les méthodes de vérification.
- Performances d'une balise de détresse (ELT).

EXAMEN FINAL**2 périodes**

PLAN DÉTAILLÉ DES LABORATOIRES

Objectifs

Monter un banc d'essai avec les équipement disponibles pour mesurer les performances de chacun des systèmes suivants de communication et de navigation à courte distance :

- Émetteur-récepteur NAV/COMM KX-170 B.
- Indicateur NAV KI-209.
- Récepteur GLIDESLOPE KN-75.
- Émetteur-récepteur NAV/COMM KX-165.
- Indicateur NAV KI-206.
- Récepteur ADF KR-87.
- Indicateur ADF KI-227.
- Console audio et récepteur MARKER BEACON KMA-24.
- Récepteur ADF KDF 806.
- Émetteur-récepteur COMM HF 950.
- Émetteur-récepteur COMM HF AIRCOM SSB 10/100.
- Indicateur HSI KI-525.
- Système RNAV KNS 80.

Effectuer les tests pour vérifier si ces systèmes rencontrent les standards de performance minimum définis par RTCA dans les documents suivants :

- DO-143 Radio Marker.
- DO-163 HF Radio.
- DO-179 ADF Equipment.
- DO-180A RNAV Equipment.
- DO-186 VHF Communications.
- DO-192 Glideslope.
- DO-195 Localizer.
- DO-196 VOR.

Rédiger des rapports selon les instructions contenues dans le cahier de laboratoire.

Liste des laboratoires

Laboratoire 1 :	Familiarisation aux appareils de mesure	2 périodes
Laboratoire 2 :	Familiarisation au générateur NAV/COMM T.60	2 périodes
Laboratoires 3 et 4 :	Performances de l'émetteur-récepteur NAV/COMM KX-170 B et de l'indicateur KI-209	4 périodes
Laboratoire 5 :	Performances du récepteur GLIDESLOPE KN-75 et de l'indicateur KI-209	2 périodes
Laboratoire 6 :	Performances de la console audio et du récepteur MARKER BEACON KMA-24	2 périodes
Laboratoires 7 et 8 :	Performances de l'émetteur-récepteur NAV/COMM KX-165 et de l'indicateur KI-206	4 périodes
Laboratoire 9 :	Performances de l'émetteur-récepteur COMM HF AIRCOM SSB 10/100	2 périodes
Laboratoire 10 :	Performances du récepteur ADF KR-87 et de l'indicateur KI-227	2 périodes
Laboratoire 11 :	Performances du système ADF KDF-806/KFS-586 et de l'indicateur KI-227	2 périodes
Laboratoire 12 :	Performances de l'indicateur HSI KI-525 et du récepteur RNAV KNS 80	2 périodes
Laboratoire 13 :	Installation des systèmes dans le cockpit et utilisation des testeurs portatifs	2 périodes
Laboratoire 14 :	Vol d'avion (fonctionnement en vol des systèmes de navigation)	2 périodes

MÉDIAGRAPHIE

Powell, J., Aircraft Radio Systems, IAP Inc.

United Airlines, Avionics Fundamentals, IAP Inc.

FAA, Aircraft Inspection and Repair, AC43.13-1A & 2A.

Manuels d'entretien des appareils suivants :

- Émetteur-récepteur NAV/COMM KX-170 B
- Indicateur NAV KI-209
- Récepteur GLIDESLOPE KN-75
- Émetteur-récepteur NAV/COMM KX-165
- Indicateur NAV KI-206
- Récepteur ADF KR-87
- Indicateur ADF KI-227
- Console audio et récepteur MARKER BEACON KMA-24
- Récepteur ADF KDF 806
- Émetteur-récepteur COMM HF 950
- Émetteur-récepteur COMM HF AIRCOM SSB 10/100
- Indicateur HSI KI-525

Radio Technical Commission For Aeronautics, Minimum Performance Standards For Airborne

- Radio Marker (DO-143)
- HF Radio (DO-163)
- ADF Equipment (DO-179)
- RNAV Equipment (DO-180A)
- VHF Communications (DO-186)
- GLIDESLOPE (DO-192)
- LOCALIZER (DO-195)
- VOR (DO-196)