

Introduction aux systèmes de communication

1. Objectif de la séance de laboratoire

Prendre connaissance du fonctionnement et de l'utilisation des appareils de tests du laboratoire.

Initier les étudiants à l'utilisation des émetteurs-récepteurs VHF-COM (AM) et des systèmes audio installés à bord d'avions et d'hélicoptères.

Les étudiants devront faire preuve d'initiatives en matière de recherche d'informations pertinentes (bibliothèque, Internet, ...)

L'objectif de cette séance de laboratoire répond aux exigences de la compétence 026U : vérifier des systèmes de communication.

Cette séance de laboratoire est formative et n'est donc pas évaluée. Toutefois, les éléments vus au cours de cette séance sont sujets à des questions pouvant être posées lors d'examens.

2. Documents de référence

- Notes de cours complémentaires : « Généralités au sujet des systèmes audio embarqués, microphones et écouteurs », référence ENA-AUD01-xxFR.
- Manuels des manufacturiers.

Tous ces documents sont disponibles sur l'espace Omnivox ou sur le site du professeur.

3. Préparation

Revoir les notes de cours reprises ci-dessus.

Revoir également les documents suivants du cours 280-165 « Inspection et entretien des systèmes avioniques » :

- Les systèmes de radiocommunication (référence : ENA-COM01-xxFR-ALL).
- Les systèmes audio (référence : ENA-AUD01-xxFR-ALL).

Comprendre les notions de la section 6 « Rappels théoriques ».

4. Organisation et déroulement de la séance

Le professeur donne ses instructions et forme les équipes dans le laboratoire.

La première partie des manipulations est destinée à familiariser les étudiants avec les équipements qu'ils auront à utiliser par la suite. Ils suivent les étapes des présentes notes et complètent les résultats au fur et à mesure de l'avancement des manipulations.

La seconde partie consiste à familiariser les étudiants avec la maquette de radiocommunication comprenant un émetteur-récepteur VHF COM (AM), une console audio ainsi qu'un interphone à quatre places. Pour cette partie, les étudiants répondent au questionnaire préliminaire avant de débiter les manipulations proprement dites.

5. Moyens requis

- Maquette de radiocommunication comprenant une radio KING KY196A, une console audio KING KMA24 ainsi qu'un interphone NAT AA80-020.
- Manuels techniques des systèmes ci-dessus (disponibles sur l'espace Omnivox ou sur le site du professeur).
- Alimentation stabilisée.
- Générateur AEROFLEX IFR 2023A.
- Oscilloscope TEKTRONIX DPO 4032 ou équivalent.
- Antenne VHF-COM.
- Casque d'écoute d'aéronef David Clark H10-13.4 ou équivalent.
- Accès Internet.

6. Rappels théoriques

6.1. dB et dBm

La notion de **Bel** a été définie comme étant le logarithme d'un rapport de **PUISSANCES** :

$$\text{Nombre de Bel} = \log (P_{\text{sortie}} / P_{\text{entrée}})$$

Pour des raisons pratiques, on préfère utiliser le **décibel (dB)** qui se définit alors :

$$\text{Nombre de dB} = 10 \log (P_{\text{sortie}} / P_{\text{entrée}})$$

Mais on peut également voir, qu'à partir de la définition ci-dessus, il est également possible d'exprimer un rapport de tension en introduisant l'équation de puissance :

$$\text{dB} = 10 \log \frac{V^2_{\text{sortie}} / R}{V^2_{\text{entrée}} / R}$$

Or, dans la pratique, R est une impédance (Z) et elle est identique aussi bien en entrée qu'en sortie (circuit adapté). L'équation peut donc se simplifier en :

$$\text{dB} = 10 \log \frac{V^2_{\text{sortie}}}{V^2_{\text{entrée}}}$$

Ce qui donne :

$$\text{dB} = 20 \log (V_{\text{sortie}} / V_{\text{entrée}})$$

Mais, dans l'absolu, il est nécessaire de se définir une référence dite de **0 dB** telle que les équations peuvent s'écrire respectivement :

$$\text{dB} = 10 \log (P / P_{\text{ref}})$$

$$\text{dB} = 20 \log (V / V_{\text{ref}})$$

Le tout étant de se fixer les puissances et tensions de référence. On constate que si les puissances et tensions à comparer sont égales aux puissances et tensions de référence, on obtient dans les deux cas 0 dB.

De nombreuses possibilités de dB existent donc suivant les applications. On les reconnaît à leurs suffixes tels que dBV, dBm, dBW, etc.

En avionique, tout comme en radiocommunication en général, on utilisera le dBm exprimant une puissance comparée à 1 mW dans 50 Ω.

0 dBm = 1 mW dans 50 Ω

Évidemment, il ne faudra pas confondre les notions de dB (relatifs) et de dBm (absolus) :



Figure 6-1.

Dans l'exemple de la figure 6-1, il s'agit d'un atténuateur de 20 dB descendant le niveau de - 40 dBm à - 60 dBm.

6.2. V_{EMF} et V_{PD}

Un circuit adapté peut-être représenté comme suit (figure 6.2.) :

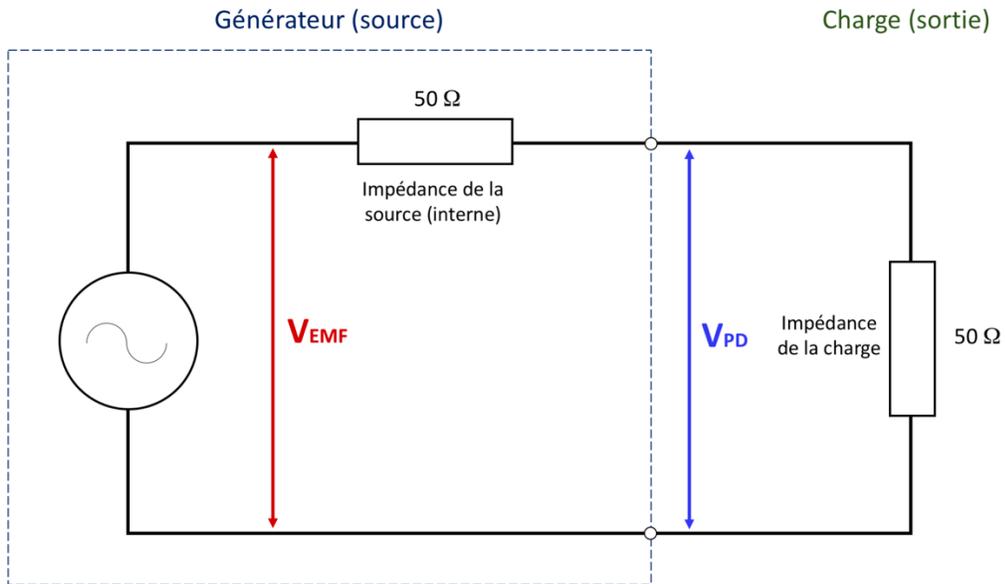


Figure 6.2.

V_{EMF} signifie « tension de la force électromotrice (*Electromotive Force*) ». Elle représente la tension de la source en circuit ouvert.

V_{PD} signifie « différence de potentiel (*Potential Difference*) ». Elle représente la tension appliquée sur la charge et ce sera elle que nous utiliserons pour nos mesures.

Si le circuit est adapté : **$V_{PD} = \frac{1}{2} V_{EMF}$** .

Comment sélectionner VEMF ou VPD sur le générateur Aeroflex IFR 2023A ?

- ❑ Aller dans le menu du générateur 2023A, choisir « RF LEVEL », puis « SELECT ».
- ❑ Choisir « 10. RF LEVEL LINEAR UNIT », puis « SELECT ».
- ❑ Choisir « 0 », si on souhaite sélectionner VEMF ou « 1 » si on souhaite sélectionner VPD.
- ❑ Sélectionner ensuite « VOLTS PD », puis la touche « MOD » pour nos mesures.

7. Manipulations

REMARQUE PRÉLIMINAIRE AU SUJET DE L'OSCILLOSCOPE MDO32



TOUJOURS UTILISER LES SONDÉS !



7.1. Utilisation du générateur RF Aeroflex IFR 2023A



Toujours consulter le manuel d'utilisation !

- Mettre l'appareil sous tension.
- Ajuster la fréquence porteuse à 100 KHz.
- Ajuster le niveau de la porteuse à 0dBm.

7.1.1. Dans ce cas, quelle est la puissance générée ?

7.1.2. Et quelle est la tension de sortie ?

Calcul :

Réponse :

7.1.3. Quelle est la puissance inverse permise à la sortie RF du générateur ?

- Appuyer sur la touche « mV ». Est-ce que le résultat affiché correspond avec le résultat de votre calcul ? Sinon, investiguer où se situe l'erreur.
- Appuyer sur la touche « dB ». 0 dBm devrait à nouveau s'afficher.
- Brancher le canal # 1 de l'oscilloscope sur la sortie « RF output » du générateur 2023A.
- Mettre l'oscilloscope sous tension et ajuster les réglages afin de voir le signal du générateur.

7.1.4. Le signal observé sur l'oscilloscope représente :
<p>A. La modulation.</p> <p>B. La fréquence porteuse.</p> <p>C. FM1.</p> <p>D. FM2.</p>

- Aller dans le menu du générateur 2023A, sélectionner « modulation », ensuite « modulation mode normal », puis « AMint ». Appuyer sur le bouton « MOD » pour revenir à l'écran principal.
- Régler un taux de modulation de 30% à « AM1 Depth ».
- Vérifier que la fréquence de modulation est 1 KHz avec une fonction sinusoïdale. Sinon, ajuster en conséquence.
- Activez la source de modulation AM1 en appuyant sur les boutons « SOURCE ON/OFF » puis « MOD ON/OFF ».
- Ajuster les réglages du canal # 1 de l'oscilloscope afin d'observer le signal sur l'écran. Utiliser la fonction « Run/Stop » pour geler l'image et l'étudier.

7.1.5. Le signal observé sur l'oscilloscope représente :
<p>A. La modulation.</p> <p>B. La fréquence porteuse.</p> <p>C. La fréquence porteuse modulée en amplitude.</p> <p>D. La fréquence porteuse modulée en fréquence.</p>

- Appuyer sur le bouton « Run/Stop » pour reprendre la mesure du signal. Ajuster le niveau du déclencheur (*Trigger*) pour que l'image soit relativement stable.
- Régler un taux de modulation de 60% à « AM1 Depth » et observer le résultat sur l'oscilloscope.

7.1.6. Qu'est ce qui a changé par rapport au cas précédent ?
<p>A. L'amplitude de la modulation.</p> <p>B. L'amplitude de la fréquence porteuse.</p> <p>C. La fréquence modulante.</p> <p>D. La fréquence porteuse.</p>

- Ajuster une fréquence de 100 Hz après avoir appuyé sur le bouton « MOD SOURCE » du générateur. Observer le résultat sur l'oscilloscope.

7.1.7. Qu'est ce qui a changé par rapport au cas précédent ?
<p>A. La période de la modulation.</p> <p>B. La période de la fréquence porteuse.</p>

- Débrancher le générateur ainsi que l'oscilloscope.

7.2. Questionnaire préliminaire à l'utilisation de la maquette de radiocommunication

7.2.1.	Quelle est la bande passante audio d'un système de radiocommunication ?			
	De	Hz à	Hz (±	dB)
7.2.2.	Quelle est la bande de fréquence actuelle d'un système de radiocommunication VHF aéronautique AM ?			
	De	MHz à	MHz (cette dernière étant exclue)	
7.2.3.	Quels sont les trois espacements de canaux existant sur un système de radiocommunication VHF aéronautique AM et, parmi eux, lesquels sont autorisés et lesquels ne le sont plus ?			
		Hz	<input type="checkbox"/> Autorisé	<input type="checkbox"/> Interdit
		Hz	<input type="checkbox"/> Autorisé	<input type="checkbox"/> Interdit
		Hz	<input type="checkbox"/> Autorisé	<input type="checkbox"/> Interdit

7.3. Manipulations sur la maquette de radiocommunication

Référez vous à la documentation technique des manufacturiers pour répondre aux questions suivantes :

7.3.1.	Quelle sont les plages de tensions permises pour l'alimentation des appareils suivants ?			
	KING KY196A :	De	VDC à	VDC
	KING KMA24 :	De	VDC à	VDC
	NAT AA80-020 :	De	VDC à	VDC
7.3.2.	Quelle tension allez-vous choisir pour alimenter votre maquette de radiocommunication ?			
	VDC			

Avant de continuer, montrer le résultat de votre recherche au professeur.

<u>Attention</u> : visa du professeur requis avant de continuer !	
--	--

- Avant de mettre le système sous tension, vérifier que le KY196A et le KMA24 sont éteints.
- Ajuster l'alimentation stabilisée à la tension validée par le professeur. Éteindre ensuite l'alimentation.
- Brancher la maquette de radiocommunication sur l'alimentation.
- Brancher une antenne VHF-COM sur la prise BNC « COM » de la maquette.
- Vérifier que les disjoncteurs du KY196A, du KMA24 et du AA80 sont fermés (enfoncés).

- Mettre l'alimentation stabilisée sous tension, l'interrupteur général sur « ON », ainsi que les appareils requis.
- Vérifier que l'interrupteur de l'interphone est en position « ALL » (position opposée à « PILOT ISO »).

À l'aide des casques d'écoute, vous allez vérifier le fonctionnement de l'interphone NAT AA80-020. Répondez ensuite aux questions suivantes :

7.3.3. Faut-il mettre un interrupteur « marche-arrêt » sur « ON » sur l'interphone pour le faire fonctionner ?
<input type="checkbox"/> OUI - <input type="checkbox"/> NON

7.3.4. Quelle est la fonction du bouton « ICS VOL » ?
<ul style="list-style-type: none"> A. Règle le niveau de volume des communications des casques. B. Règle le niveau de déclenchement des microphones connectés sur l'interphone. C. Permet d'effectuer un réglage de balance entre le volume de l'équipage (pilote et copilote) et celui des passagers. D. Permet de régler le volume provenant des radios via la console audio.

7.3.5. Quelle est la fonction du bouton « VOX SQUELCH » ?
<ul style="list-style-type: none"> A. Règle le niveau de volume des communications des casques. B. Règle le niveau de déclenchement des microphones connectés sur l'interphone. C. Permet d'effectuer un réglage de balance entre le volume de l'équipage (pilote et copilote) et celui des passagers. D. Permet de régler le volume provenant des radios via la console audio.

7.3.6. Quelle est la fonction de l'interrupteur « PILOT ISO » ?
<ul style="list-style-type: none"> A. De séparer les fonctions du casque du pilote de ceux des passagers. B. De connecter le casque du pilote directement sur les radios via la console audio. C. Est un mode « <i>Fail Safe</i> ». D. Toutes ces réponses sont vraies.

- Tirer (ouvrir) le disjoncteur de l'interphone.
- Sélectionner l'écoute « COM1 » sur la console audio KMA24.
- Désactiver le silencieux (*squelch*) de la radio.

7.3.7. Est-ce que le pilote peut toujours entendre la radio (bruit) en mode « PILOT ISO »?
<input type="checkbox"/> OUI - <input type="checkbox"/> NON

7.3.8. Est-ce normal ?	
<input type="checkbox"/> OUI - <input type="checkbox"/> NON	
<table border="1"> <tr> <td>Pourquoi ?</td> </tr> </table>	Pourquoi ?
Pourquoi ?	

- Activer le silencieux de la radio KY196A.
- Enfoncer (fermer) le disjoncteur de l'interphone.

7.3.9. Comment voit-on visuellement sur l'interphone que celui-ci est déclenché (que quelqu'un parle) ?

7.3.10. Quels sont les modes de déclenchement disponibles sur l'interphone AA80-020 ?
<ul style="list-style-type: none"> A. Déclenchement par la voix seulement. B. Déclenchement par la voix et par clé (PTT). C. Déclenchement par la voix et permanent. D. Déclenchement par la voix, par clé (PTT) et permanent.

- Brancher un câble d'interconnexion (*Tie Line*) entre votre maquette et celle de la table voisine.
- Ajuster le « VOX SQUELCH » de manière à pouvoir parler confortablement à l'aide des interphones des deux tables. Vérifier qu'aucun des deux interphones ne se trouve en position « PILOT ISO ».

7.3.11. Qui peut parler avec qui (cocher toutes les réponses valides) ?
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Les pilotes des deux tables. <input type="checkbox"/> Les copilotes des deux tables. <input type="checkbox"/> Les passagers des deux tables. <input type="checkbox"/> Tout le monde des deux tables.

- Enlever le câble d'interconnexion (*Tie Line*) entre votre maquette et celle de la table voisine.
- Brancher l'oscilloscope sur une sortie casque de votre maquette (se connecter à l'arrière des prises).
- Parler dans l'interphone et visualiser la voix sur l'oscilloscope.
- Débrancher l'oscilloscope.

Vous allez maintenant vous familiariser avec la radio KING KY196A ainsi que la console audio KING KMA24. Répondez ensuite aux questions suivantes :

7.3.12. Puis-je écouter simultanément un récepteur dans les écouteurs ainsi que par le haut-parleur ?
<input type="checkbox"/> OUI - <input type="checkbox"/> NON

7.3.13. Combien d'émetteurs-récepteurs peuvent être connectés sur la KMA24 ?
<input type="checkbox"/> 1 - <input type="checkbox"/> 2 - <input type="checkbox"/> 3 - <input type="checkbox"/> 4 - <input type="checkbox"/> 5
Quels sont leur identification ?

7.3.14. Quelle est la fonction de la sélection « AUTO » sur la KMA24 ?
<p>A. D'écouter automatiquement le signal provenant de n'importe quel récepteur sans devoir sélectionner l'écoute de ce récepteur.</p> <p>B. Comme la réponse en A, mais seulement pour les émetteurs-récepteurs.</p> <p>C. De pouvoir lier l'écoute d'un émetteur-récepteur à la sélection de transmission.</p> <p>D. De pouvoir sélectionner automatiquement la transmission sur un des émetteurs-récepteurs dès que le pilote appuie sur le bouton de transmission (PTT/TX KEY).</p>

Attention : ne jamais passer en transmission durant les prochaines étapes !

À l'aéroport de Saint-Hubert, il existe deux fréquences VHF qui diffusent en permanence de l'information au sujet, notamment, de la météo, de l'usage des pistes ainsi que d'autres renseignements utiles aux pilotes.

Syntoniser ces deux fréquences sur la radio KY196A.

7.3.15. Quelles sont les deux fréquences que vous avez syntonisées ?	
MHz	MHz

7.3.16. Quel est l'acronyme ainsi que sa signification de l'identification des deux stations que vous avez syntonisées ?
Acronyme :
Signification :

7.3.17. Quelle est la lettre du renseignement que vous avez écouté et à quelle heure a-t-il été émis ?

	Lettre du renseignement :
	Heure d'émission :

7.3.18. Quelle est la bande de fréquence de la radio KY196A de votre maquette ?

De	MHz à	MHz
----	-------	-----

7.3.19. Quel est l'espacement entre canaux ?

50 KHz - 25 KHz - 8,33 KHz

7.3.20. De combien de canaux dispose votre KY196A ?

--

- Débrancher et ranger l'antenne VHF-COM.
- Brancher le générateur Aeroflex IFR 2023A sur la prise d'antenne du KY196A.
- Brancher un casque en position « PILOT » sur la maquette.
- Régler sur le générateur un signal RF de 10 μ V, à 118.000 MHz modulé en amplitude à 30 % par un signal à 1 KHz.
- Sélectionner la fréquence 118.00 MHz sur l'émetteur-récepteur KY196A.
- Sélectionner l'écoute « COM1 » sur « PHONE » sur la KMA24.
- Poursuivre avec les étapes suivantes si la tonalité de la modulation est entendue dans le casque. Sinon, investiguer avant de continuer.

7.3.21. Indiquez toutes les positions de casques-écouteurs où la tonalité de la modulation peut être entendue ?

<input type="checkbox"/> PILOT. <input type="checkbox"/> COPILOT. <input type="checkbox"/> PAX 1. <input type="checkbox"/> PAX2.

7.3.22. L'équipage peut-il régler le niveau d'écoute (volume) de la radio directement sur l'interphone ?

OUI - NON

- Rebrancher un casque en position « PILOT » sur la maquette.
- Mettre l'interrupteur de l'interphone en position « PILOT ISO ».

7.3.23. Entendez-vous le signal de la modulation dans le casque en position « PILOT » ?

OUI - NON

Est-ce normal ?

OUI - NON

7.3.24. Entendez-vous le signal de la modulation dans le casque en position « COPILOT » ?

OUI - NON

Est-ce normal ?

OUI - NON

7.3.25. Entendez-vous le signal de la modulation dans le casque aux positions « PAX 1 » et « PAX 2 » ?

OUI - NON

Est-ce normal ?

OUI - NON

- Remettre l'interrupteur de l'interphone à « ALL »..
- Ajuster la modulation à 60 % sur le générateur RF.

7.3.26. L'écoute du signal de la modulation entendu dans le casque a-t-elle changé ?

OUI - NON

- Ajuster la modulation à 100 % (99,9 %) sur le générateur RF.

7.3.27. L'écoute du signal de la modulation entendu dans le casque a-t-elle changé ?

OUI - NON

- Ajuster la modulation à 30 % sur le générateur RF.
- À l'aide du bouton rotatif du générateur, diminuer le niveau de sortie RF (utiliser le bouton « KNOB/STEP ») jusqu'au moment où vous cessez d'entendre la modulation dans le casque.

7.3.28. À quelle valeur de niveau RF cessez-vous d'entendre la modulation de façon continue dans le casque ?

- Tirer le bouton de silencieux de la radio KY196A.
- À l'aide du bouton rotatif du générateur, continuer de diminuer le niveau de sortie RF jusqu'au moment où vous cessez d'entendre la modulation dans le casque et que vous percevez seulement du bruit.

7.3.29. À quelle valeur de niveau RF cessez-vous d'entendre la modulation dans le casque ?

- Régler le signal RF de nouveau à 10 μ V, toujours à 118.000 MHz et modulé en amplitude à 30 % par un signal à 1 KHz.
- Brancher le canal 1 de l'oscilloscope sur la sortie casque « PAX 1 » ou « PAX 2 ». Ajuster l'échelle de l'oscilloscope afin de voir confortablement le signal à 1 KHz.
- À l'aide du bouton rotatif du générateur, diminuer la fréquence de modulation (utiliser le bouton « KNOB/STEP ») jusqu'au moment où l'on observe une diminution de l'amplitude du signal correspondant à -3 dB. Noter la fréquence (basse).
- À l'aide du bouton rotatif du générateur, augmenter la fréquence de modulation jusqu'au moment où l'on observe à nouveau une diminution de l'amplitude du signal correspondant à -3 dB. Noter la fréquence (haute).

7.3.30. Quelle est la bande passante relevée ?		
De	Hz à	Hz

7.3.31. Est-ce normal ?
<input type="checkbox"/> OUI - <input type="checkbox"/> NON

7.3.32. Pourquoi ?

- Couper tous les appareils et ranger le matériel.