

Fonctionnement d'une radio VHF COM (AM)

Nom de l'étudiant :			
Groupe :		Date :	
Cours :	280-406-EM	Note obtenue :	/ 214

Un point sera retiré par information manquante dans les deux premières lignes du tableau ci-dessus.

Le présent rapport est à remettre à la fin de la séance de laboratoire (*) !

Il sera accepté par le professeur si :

- Écrit à l'encre bleue ou noire indélébile
- Broché correctement

(*) Les pénalités prévues s'appliqueront en cas de retard.

1. Objectif de la séance de laboratoire

Initier les étudiants aux techniques de mesure pertinentes sur les circuits d'un émetteur-récepteur VHF COM (AM) et comprendre le principe de fonctionnement de celui-ci. Pour se faire, l'étudiant devra apprendre à utiliser un banc de test.

Dans l'exercice de son travail, le technicien en entretien d'aéronefs doit être capable de comprendre le fonctionnement d'un système de radiocommunication VHF AM.

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

2. Documents de référence

- Présentations théoriques au sujet des principes de radiocommunication (ENA-COM05-xxFR-ALL) et des émetteurs-récepteurs VHF COM (AM) (ENA-COM06-xxFR-ALL).
- CMM de l'émetteur-récepteur VHF COM King KY96A/97A.

3. Préparation

Revoir la théorie vue en classe et les documents ENA-COM05-xxFR-ALL et ENA-COM06-xxFR-ALL.

4. Organisation et déroulement de la séance

Ce laboratoire se déroule en deux séances.

Au cours de la première séance, les étudiants apprendront à connecter la radio (UUT-Unit Under Test) au banc de test et à utiliser celui-ci. Par la suite, ils détermineront les caractéristiques principales de la radio testée et effectueront des mesures sur la partie alimentation afin d'en comprendre le fonctionnement.

Au cours de la seconde séance, les étudiants poursuivront les mesures sur les parties récepteur et émetteur, toujours dans le but d'en apprendre le fonctionnement.

Tout au long du déroulement du laboratoire, des visas obtenus du professeur seront nécessaires afin de continuer.

5. Moyens requis

- Alimentation à courant continu.
- Émetteur-récepteur VHF COM King KY97A.
- Banc de test interface pour émetteur-récepteur.
- Câble de liaison entre le panneau de test et le KY97A.
- Générateur Aeroflex IFR 2023A.
- Oscilloscope Tektronics DPO 4032 ou équivalent.
- Multimètre Fluke 8808A ou équivalent.
- Générateur de fonctions Instek GFG-8219A ou équivalent.
- Wattmètre Bird avec calibre de 25 W ou 50 W.
- Charge adaptée de 50 Ω de puissance.
- Petit tournevis cruciforme

6. Rapport

6.1. Référence de l'émetteur-récepteur

Avant de commencer, noter les références et les informations pertinentes de la radio (9 points) :

Manufacturier :	
Modèle :	
Numéro de pièce (P/N) :	
Numéro de série (S/N) :	
Statut des modifications :	
TSO :	
Normes du RTCA :	
Tension d'alimentation :	
Courant maximum (TX) :	

Note : vous utiliserez la même radio pour les deux séances.

- Ajuster l'alimentation stabilisée aux valeurs requises et montrer la sélection au professeur :

<input type="checkbox"/> BON	<input type="checkbox"/> MAUVAIS	<i>(2 points)</i>
<i>Attention : visa du professeur requis avant de poursuivre !</i>		

Note : le professeur effectuera la correction et attribuera une note aux références de la radio ci-dessus.

6.2. Utilisation du panneau de test

Avant de brancher la radio, effectuer la liste de vérification suivante sur le panneau de test :

LISTE DE VÉRIFICATION
<input type="checkbox"/> Interrupteur principal : « OFF ». <input type="checkbox"/> Sélecteur « HP/LOAD » sur « HP ». <input type="checkbox"/> Sélecteur « AMP/HP » sur « HP ». <input type="checkbox"/> Alternat « RX/TX » centré. <input type="checkbox"/> Sélecteur « SQL TEST/COM DISABLE » vers le haut (<i>attention</i> : sur certains panneaux, ce sélecteur est inversé)

- Brancher le câble de test adéquat entre le panneau de test et la radio.
- Brancher le câble coaxial au générateur Aeroflex IFR 2023A.
- Mettre l'alimentation stabilisée sous tension.
- Mettre le panneau de test sous tension, puis la radio. Vérifier que le témoin « RADIO ON » s'allume sur le panneau de test.
- Vérifier la bande de fréquences ainsi que le nombre de canaux de la radio (*4 points*) :

Plus petite fréquence :	
Plus haute fréquence :	
Espacement entre canaux :	
Nombre de canaux :	

- Syntoniser la fréquence 118.00 MHz sur la radio.
- Régler le générateur RF avec une fréquence porteuse de 118.00 MHz, une modulation AM de 1 KHz à 30 % et un niveau de -80dBm.
- Confirmer l'écoute de la modulation dans le haut parleur.
- Basculer le sélecteur « HP/LOAD » sur « LOAD ».
- Brancher l'entrée jaune de l'oscilloscope à la sortie « AUDIO HEADSET » et ajuster les réglages afin d'observer la modulation sur l'écran.
- Ajuster le volume de la radio pour obtenir 1 V de crête à la sortie audio.
- Reproduire le signal observé à l'oscilloscope sur le graticule ci-dessous (*4 points*) :

- Connecter un câble coaxial entre la sortie du générateur BF et l'entrée « AUX IN 1 » du panneau.
- Mettre l'amplitude au minimum sur le générateur BF.
- Régler une fréquence de 400 Hz sur le générateur BF.
- Basculer le sélecteur « HP/LOAD » du panneau sur « HP ».

Qu'entendez-vous ?

- La modulation seulement.
- Un signal audio à 400 Hz uniquement.
- Un mélange du signal de la modulation à 1 KHz et et du signal audio à 400 Hz.
- Rien du tout.

Est-ce normal ?

OUI NON

Pourquoi (4 points) ?

Quel est le rôle de l'entrée « AUX IN 1 » (4 points) ?

- Basculer le sélecteur « HP/LOAD » du panneau sur « LOAD ».
- Brancher maintenant l'entrée jaune de l'oscilloscope sur la prise « DET AUDIO ».
- Observez-vous la modulation à 1 KHz ?

OUI NON

- Est ce que le fait de faire varier le volume de la radio change l'amplitude du signal observé ?

OUI NON

Pourquoi (4 points) ?

- Couper le générateur BF et débrancher le câble vers le panneau de test.

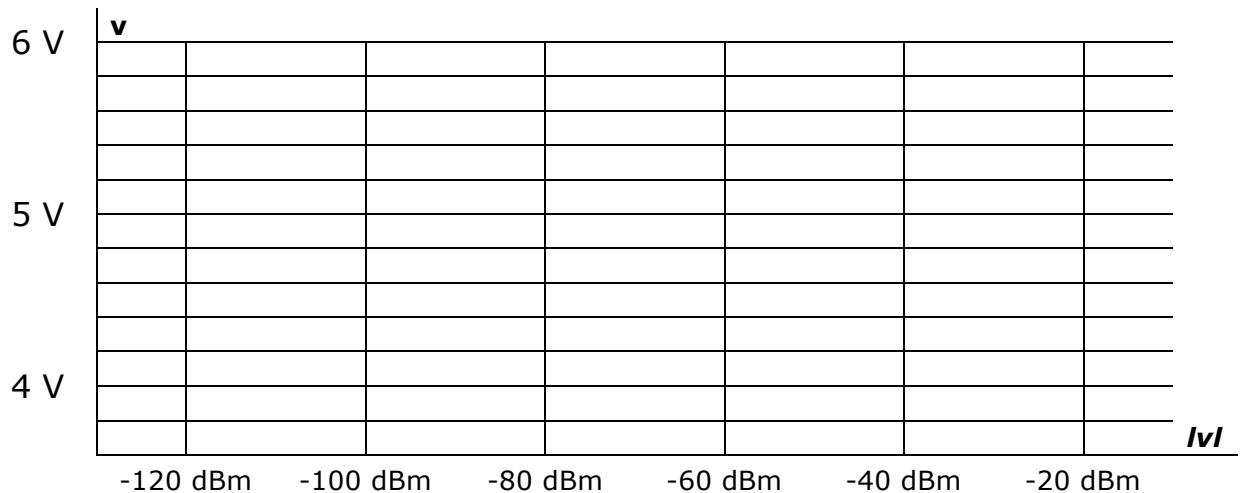
Attention : visa du professeur requis avant de poursuivre !

Note : le professeur effectuera la correction et attribuera une note aux éléments ci-avant.

- Brancher le multimètre sur la sortie AGC du panneau de test. Sélectionner une mesure DC et mettre le multimètre sous tension.
- Ajuster le niveau de sortie du générateur RF selon les valeurs du tableau ci-dessous et indiquer les valeurs de tensions lues au multimètre (6 points) :

Niveau RF :	-120 dBm	-100 dBm	- 80 dBm	- 60 dBm	- 40 dBm	- 20 dBm
Tension AGC :						

- Reporter les valeurs obtenues dans le graphique suivant et relier les points par une courbe continue (6 points) :



Expliquer l'allure de la courbe obtenue (4 points) :

- Couper et débrancher le multimètre du panneau de test.
- Ajuster le niveau de sortie du générateur RF à - 105 dBm.
- Basculer le sélecteur « HP/LOAD » du panneau sur « HP ». Entendez-vous le signal audio de la réception ?
- Dans l'affirmative, réduire le niveau de sortie du générateur RF de 1 dBm à la fois jusqu'à ce que l'audio de la réception se coupe.
- Basculer le sélecteur « SQL TEST/COMP DISABLE » du panneau vers le bas. Entendez-vous le signal audio de la réception ?
- Est-ce normal ?

OUI NON

Expliquez ce que vous avez fait (4 points) :

- Couper tous les appareils et débrancher la radio.

**Attention : visa du professeur
requis avant de poursuivre !**

Note : le professeur effectuera la correction et attribuera une note aux éléments ci-avant.

6.3. Étude de l'alimentation de la radio

- ❑ Ouvrir le boîtier de la radio en enlevant les vis à l'aide d'un tournevis cruciforme. Attention : ne pas enlever les vis marquées en rouge sur la figure suivante (6.3.1.) :

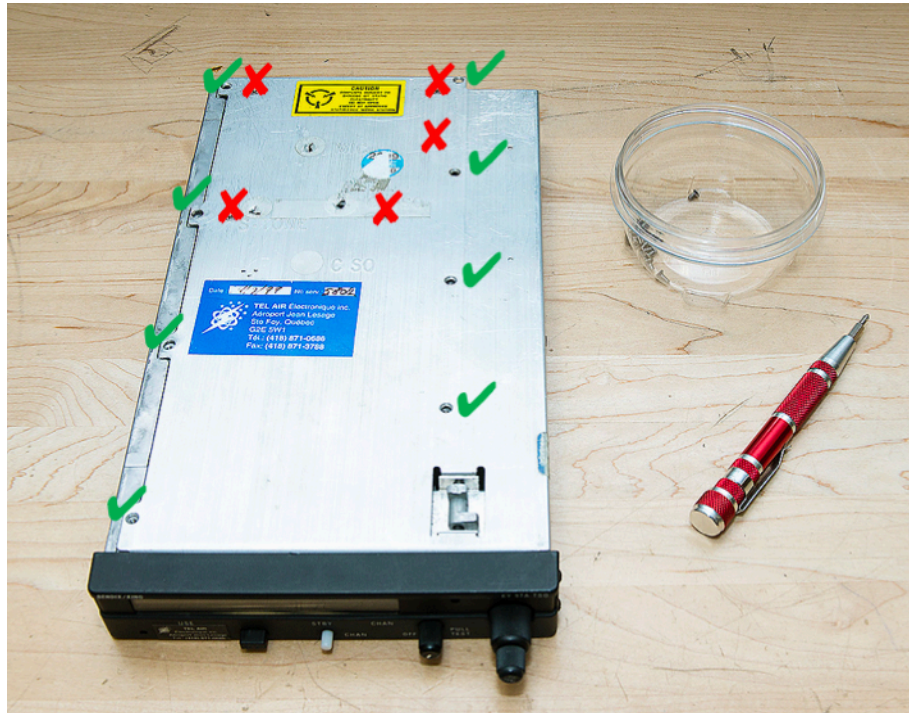


Figure 6.3.1.

- ❑ Déconnecter la carte d'amplification audio de la carte mère de la radio.
- ❑ Brancher la câble de test au panneau.
- ❑ Brancher des fils avec pinces de mesure sur le multimètre.
- ❑ Brancher la borne négative du multimètre à la masse de la radio.
- ❑ Brancher la borne positive du multimètre au point TP104 de la radio (voir figure 6.3.2. ci-dessous) :

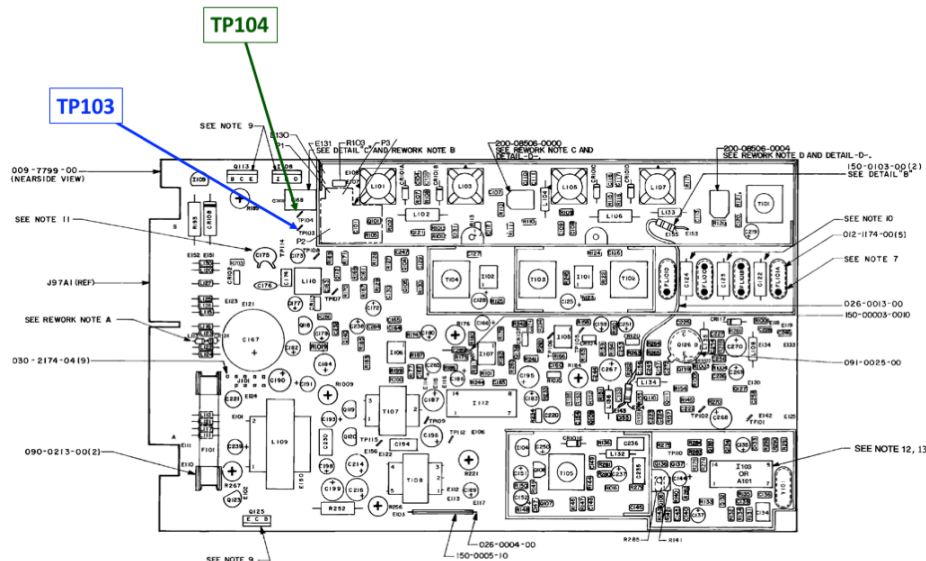


Figure 6.3.2.

<input type="checkbox"/> BON	<input type="checkbox"/> MAUVAIS	(2 points)
<u>Attention</u> : visa du professeur requis avant de poursuivre !		

- Mettre le multimètre, l'alimentation stabilisée et le banc de test sous tension.
- Mesurer les tensions aux points TP104 et TP103 (*remarque* : il se peut qu'il n'y ait pas de cosse de prise de mesure au point TP103).

Point de mesure :	TP103	TP104
Tension :		
Conformité :	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON

- Couper l'alimentation du banc de test, de l'alimentation stabilisée et du multimètre.

Quel est le rôle de la diode CR108 (2 points) ?

Quel est le rôle du transistor Q113 (2 points) ?

Quel est le rôle du circuit intégré I108 (2 points) ?

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

Note : le professeur effectuera la correction et attribuera une note aux éléments ci-avant.

6.4. Étude du récepteur de la radio

- Suivre la liste de vérification de la page 3 et préparer le dispositif de vérification de la radio.
- Brancher le générateur RF à l'antenne de la radio.
- Régler le générateur RF avec une fréquence porteuse de 118.000 MHz modulée par un signal de 1 KHz à 30% avec un niveau de sortie de -60 dBm.
- Repérer le point de test TP102 sur les schémas ainsi que sur la radio.
- Brancher la borne positive du multimètre au point TP102 de la radio (voir figure 6.4.1. ci-dessous) :

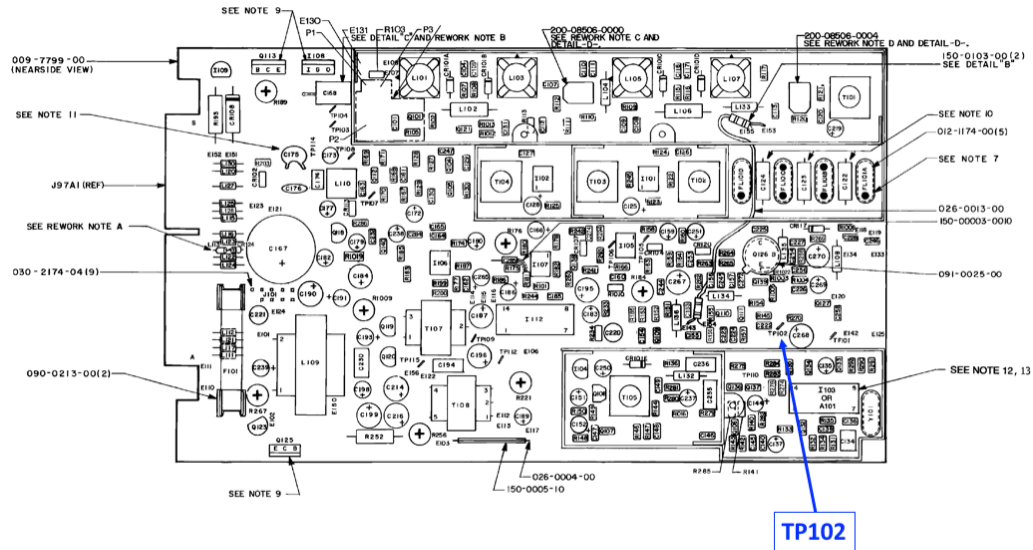


Figure 6.4.1.

Au point TP102, on va mesurer une tension :

- Continue (DC).
- AC en basse fréquence.
- AC à la fréquence intermédiaire.
- AC à la fréquence porteuse.

La tension présente au point TP102 provient de quel circuit ?

- Contrôle automatique du gain.
- Synthétiseur de fréquences.
- Amplificateur du signal d'antenne.
- Amplificateur de la fréquence intermédiaire.

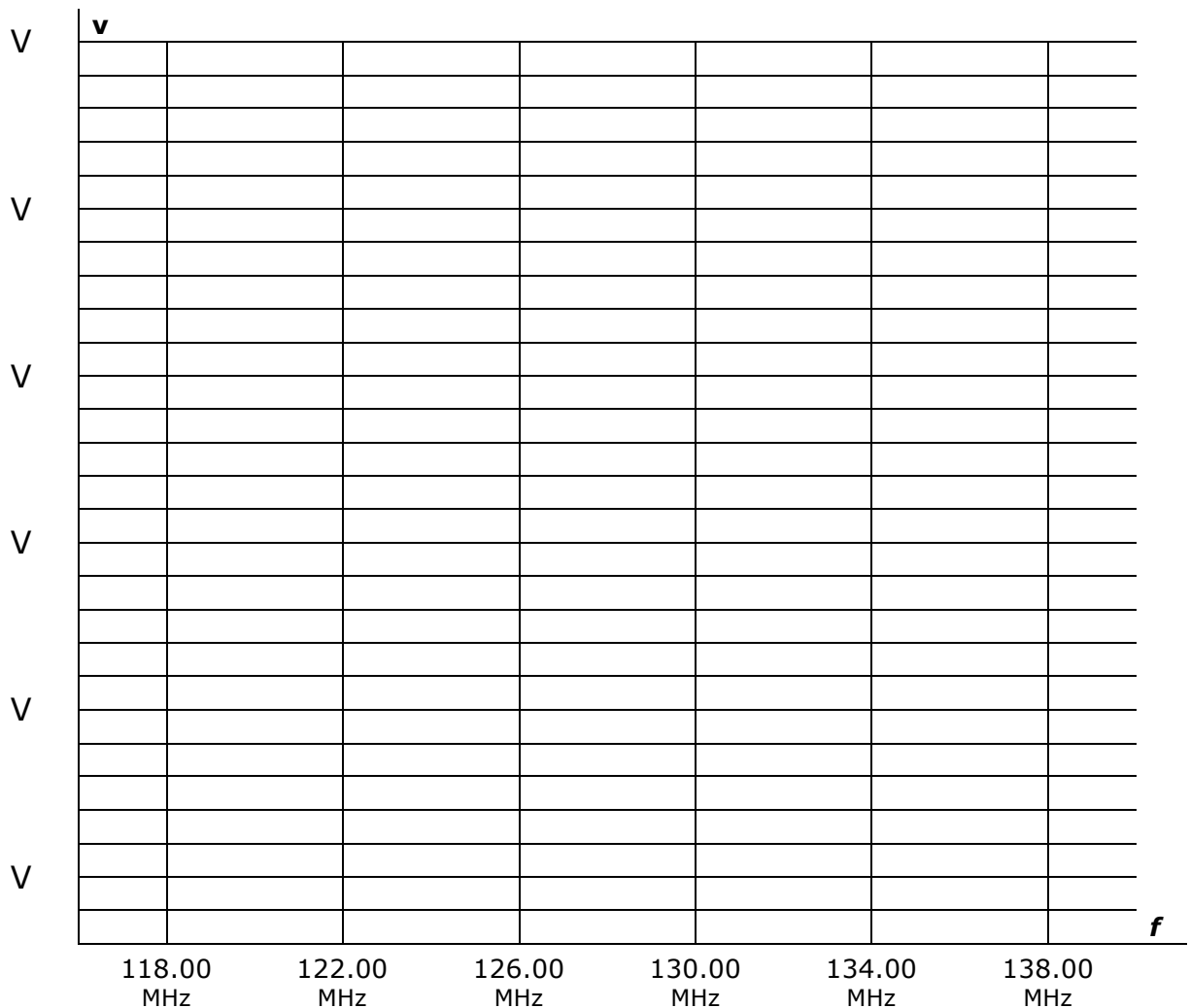
Quel est le rôle de la tension présente au point TP102 (4 points) ?

<input type="checkbox"/> BON	<input type="checkbox"/> MAUVAIS	(2 points)
Attention : visa du professeur requis avant de poursuivre !		

Note : le professeur effectuera la correction et attribuera une note aux réponses aux trois questions ci-avant.

- Compléter le tableau (6 points) et le graphique (6 points) ci-dessous en fonction des mesures effectuées au point TP102 de la radio :

Fréquence (MHz):	118.000	122.000	126.000	130.000	134.000	136.975
Tension TP102 :						



(*) N'oubliez pas de compléter l'échelle des ordonnées !

Expliquer l'allure de la courbe obtenue (4 points) :

- Éteindre la radio.
- Régler le générateur RF avec une fréquence porteuse de 118.000 MHz modulée par un signal de 1 KHz à 30% avec un niveau de sortie de - 60 dBm.
- Repérer le point de test TP106 sur les schémas ainsi que sur la radio.
- Brancher la borne positive du multimètre au point TP106 de la radio (voir figure 6.4.2. ci-dessous) :

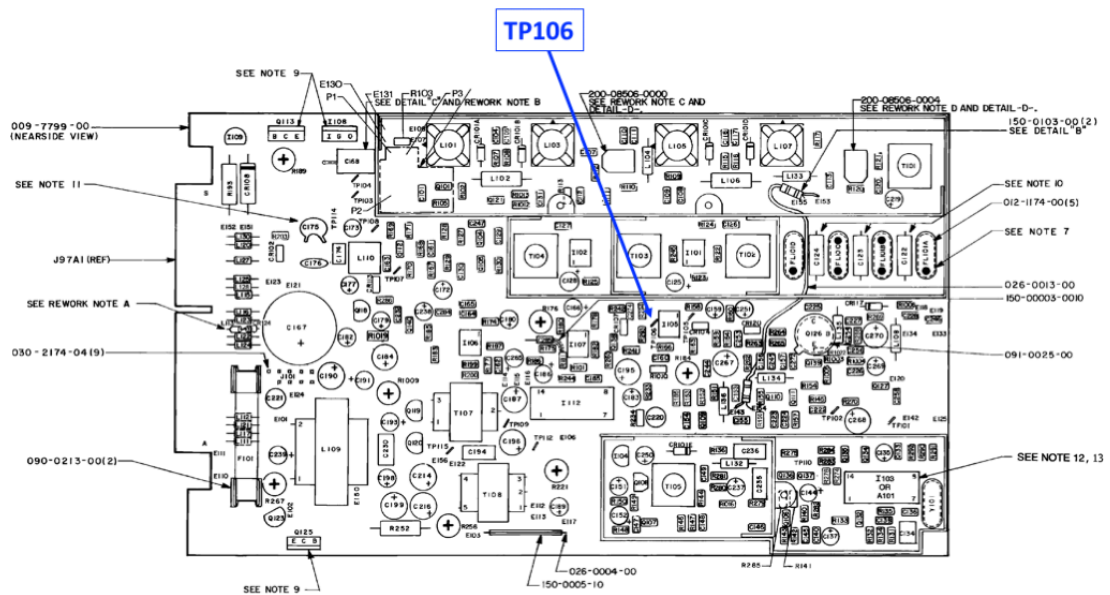


Figure 6.4.2.

La tension présente au point TP106 provient de quel circuit ?

- Contrôle automatique du gain.
- Synthétiseur de fréquences.
- Amplificateur du signal d'antenne.
- Amplificateur de la fréquence intermédiaire.

Quel est le rôle de la tension présente au point TP106 (4 points) ?

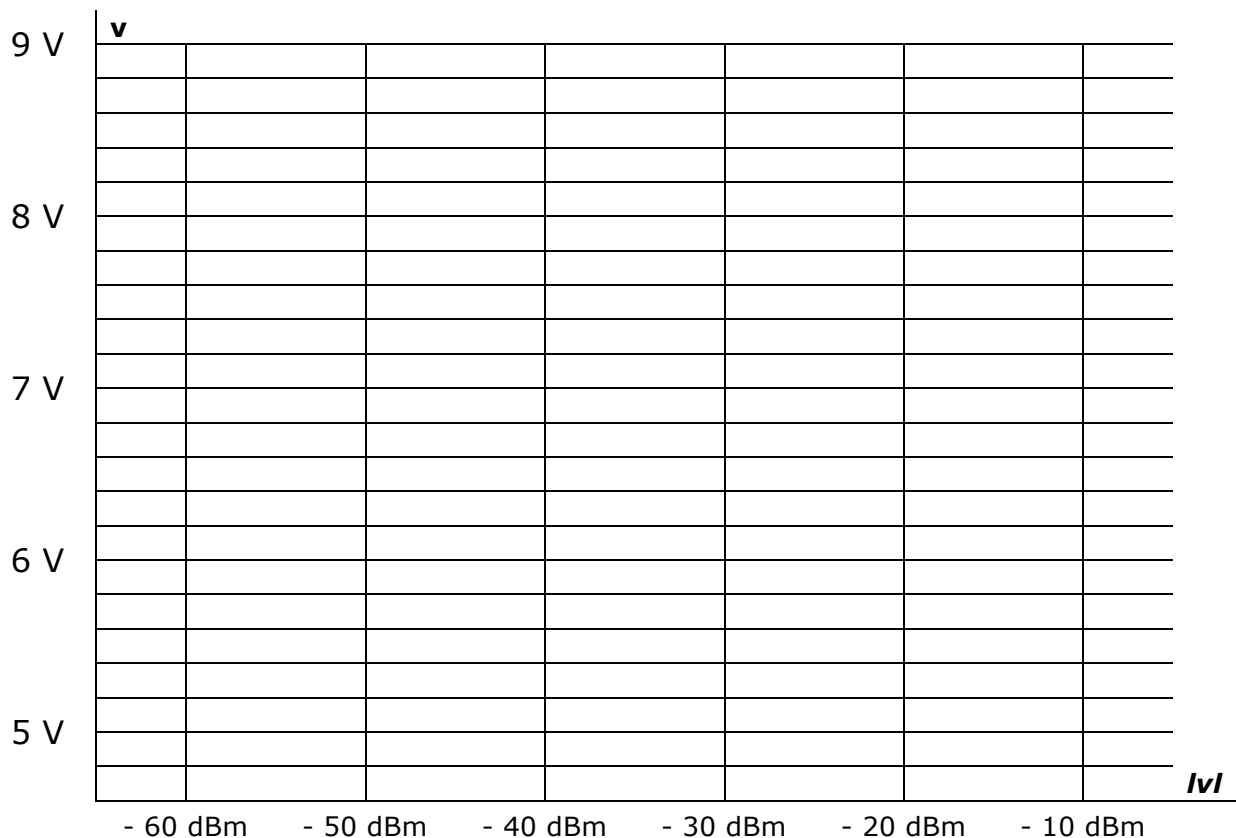
BON MAUVAIS (2 points)

Attention : visa du professeur requis avant de poursuivre !

Note : le professeur effectuera la correction et attribuera une note aux réponses aux éléments ci-avant.

- Mettre la radio sous tension.
- Compléter le tableau (6 points) et le graphique (6 points) ci-dessous en fonction des mesures effectuées au point TP106 de la radio :

Niveau RF :	- 60 dBm	- 50 dBm	- 40 dBm	- 30 dBm	- 20 dBm	- 10 dBm
Tension TP106 :						



Une augmentation du niveau RF provoque :

- Une augmentation de la tension présente à TP106.
- Une diminution de la tension présente à TP106.
- Aucun changement de la tension présente à TP106.
- N'a aucun rapport avec la tension présente à TP106.

Une augmentation de la tension présente au point TP106 provoque :

- Une augmentation du gain de l'amplificateur RF.
- Une diminution du gain de l'amplificateur RF.
- Aucun changement au niveau de gain de l'amplificateur RF.
- N'a aucun rapport avec le gain de l'amplificateur RF.

- Éteindre la radio.
- Repérer le point de test TP105 sur les schémas ainsi que sur la radio.
- Régler le générateur RF avec une fréquence porteuse de 118.000 MHz modulée par un signal de 1 KHz à 30% avec un niveau de sortie de - 60 dBm.
- Brancher la borne positive du multimètre au point TP105 de la radio (voir figure 6.4.3. ci-dessous) :

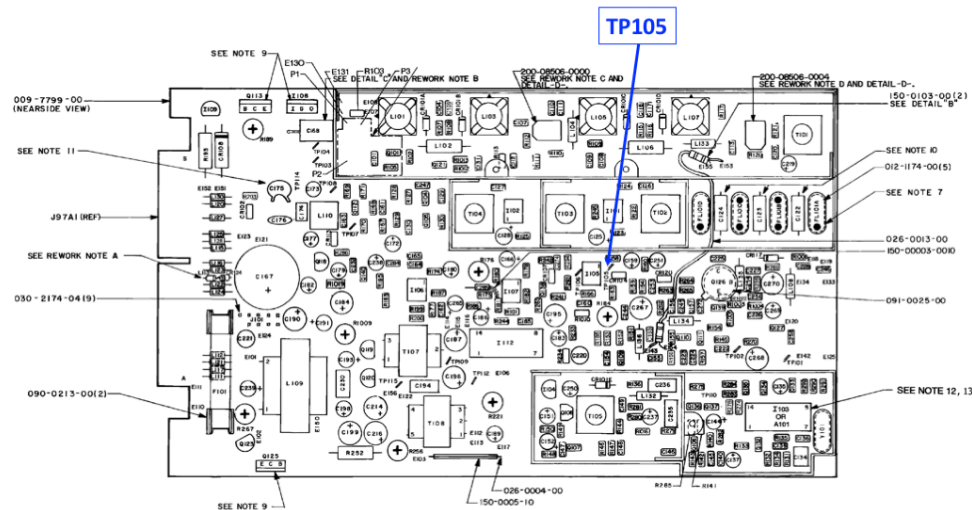


Figure 6.4.3.

La tension présente au point TP105 provient de quel circuit ?

- Contrôle automatique du gain.
- Synthétiseur de fréquences.
- Amplificateur du signal d'antenne.
- Amplificateur de la fréquence intermédiaire.

Quel est le rôle de la tension présente au point TP105 (4 points) ?

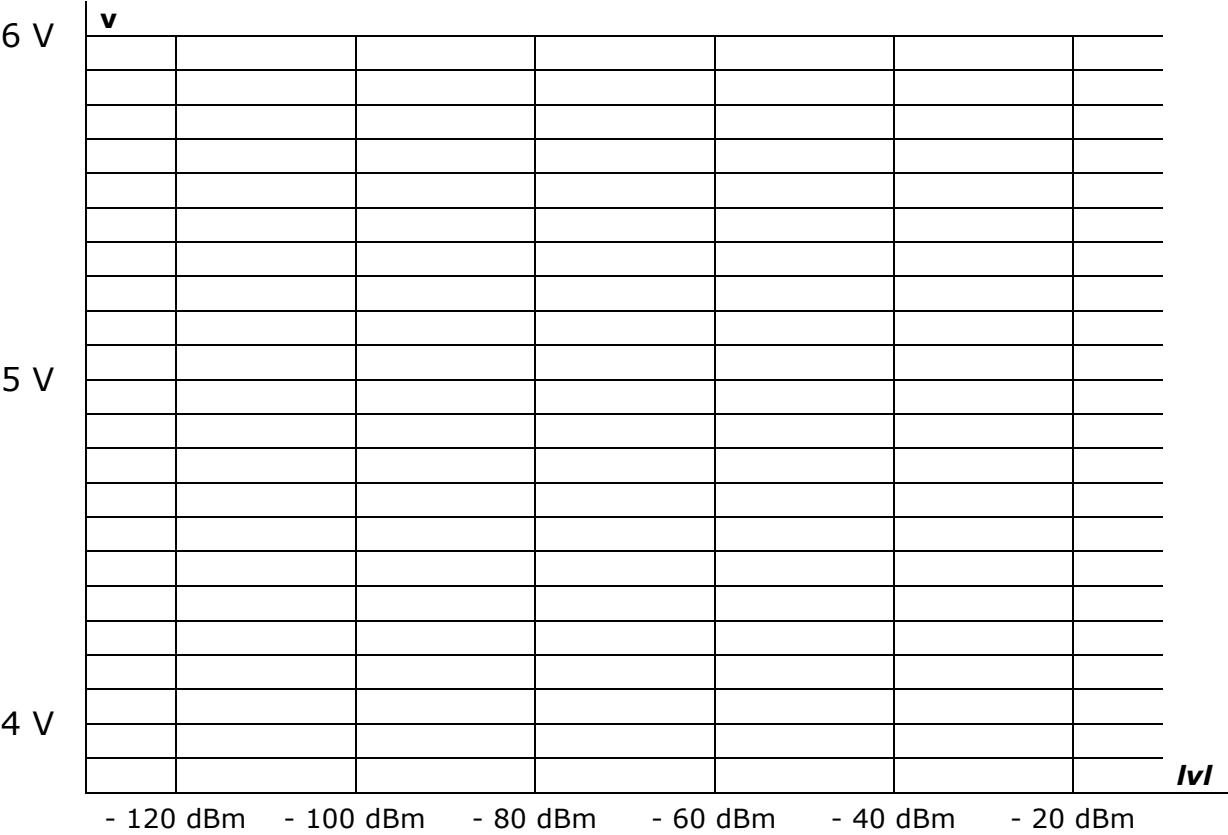
BON MAUVAIS (2 points)

Attention : visa du professeur requis avant de poursuivre !

Note : le professeur effectuera la correction et attribuera une note aux réponses aux éléments ci-avant.

- Mettre la radio sous tension.
- Compléter le tableau (6 points) et le graphique (6 points) ci-dessous en fonction des mesures effectuées au point TP105 de la radio :

Niveau RF :	-120 dBm	-100 dBm	- 80 dBm	- 60 dBm	- 40 dBm	- 20 dBm
Tension TP105 :						



- Une augmentation du niveau RF provoque :
- Une augmentation de la tension présente à TP105.
 - Une diminution de la tension présente à TP105.
 - Aucun changement de la tension présente à TP105.
 - N'a aucun rapport avec la tension présente à TP105.
- Une augmentation de la tension présente au point TP105 provoque :
- Une augmentation du gain de l'amplificateur IF.
 - Une diminution du gain de l'amplificateur IF.
 - Aucun changement au niveau de gain de l'amplificateur IF.
 - N'a aucun rapport avec le gain de l'amplificateur IF.

- Éteindre la radio et le multimètre
- Régler le générateur RF avec une fréquence porteuse de 118.000 MHz modulée par un signal de 1 KHz à 30% avec un niveau de sortie de - 60 dBm.
- Repérer le transistor Q105 sur les schémas ainsi que sur la radio.
- Préparer la sonde jaune de l'oscilloscope en vue d'effectuer des mesures à la base, à l'émetteur ainsi qu'au collecteur du transistor Q105 (voir figure 6.4.4. ci-dessous) :

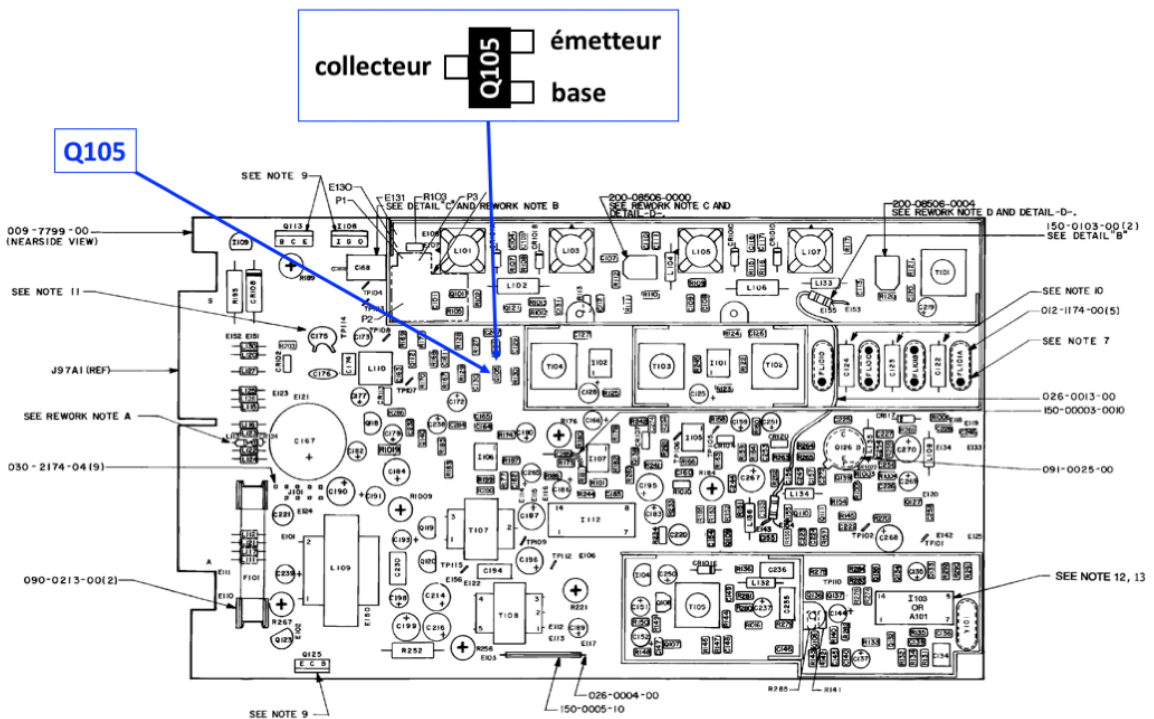


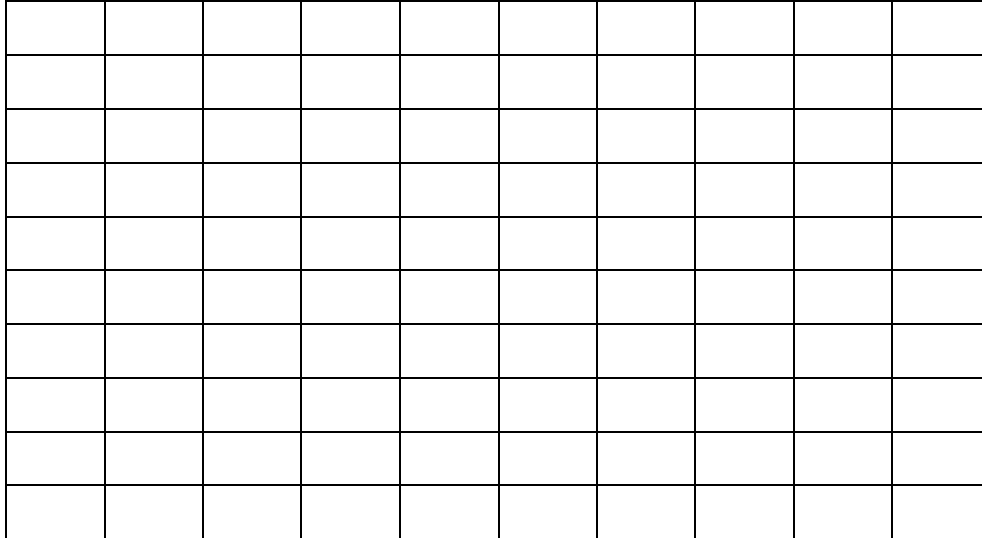
Figure 6.4.4.

BON MAUVAIS (2 points)

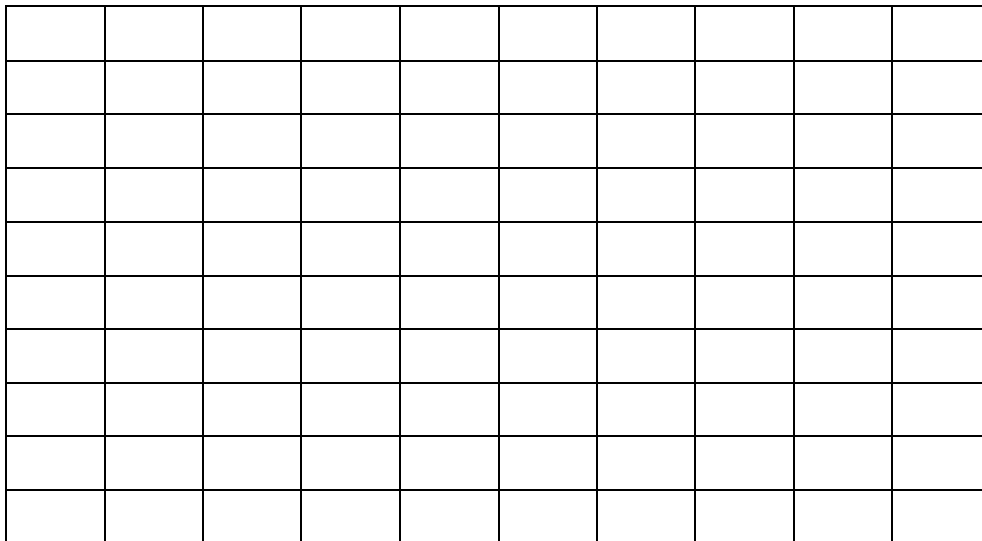
Attention : visa du professeur requis avant de poursuivre !

Note : le professeur effectuera la correction et attribuera une note aux réponses aux éléments ci-avant.

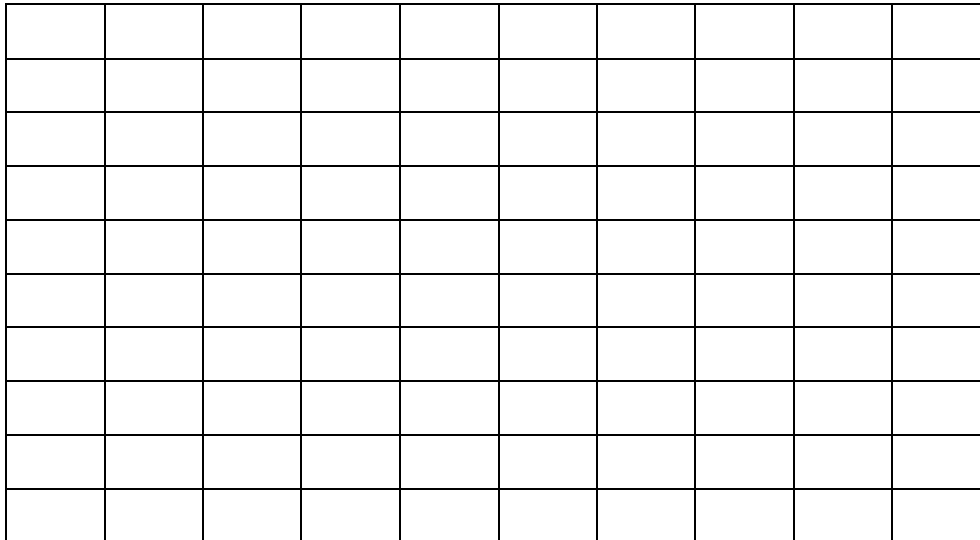
- Mettre la radio sous tension ainsi que l'oscilloscope.
- Reproduire le signal prélevé à la base du transistor Q105 et observé à l'oscilloscope sur le graticule ci-dessous. Utiliser éventuellement la fonction « RUN/STOP » de l'oscilloscope (4 points) :



- Reproduire le signal prélevé à l'émetteur du transistor Q105 et observé à l'oscilloscope sur le graticule ci-dessous. Utiliser éventuellement la fonction « RUN/STOP » de l'oscilloscope (4 points) :



- Reproduire le signal prélevé au collecteur du transistor Q105 et observé à l'oscilloscope sur le graticule ci-dessous. Utiliser éventuellement la fonction « RUN/STOP » de l'oscilloscope (4 points) :



Décrivez les signaux observés (6 points) ?

Base :

Émetteur :

Collecteur :

- Éteindre la radio.

- Repérer le point de test TP108 sur les schémas ainsi que sur la radio.
- Brancher la sonde jaune de l'oscilloscope au point TP108 de la radio (voir figure 6.4.5. ci-dessous) :

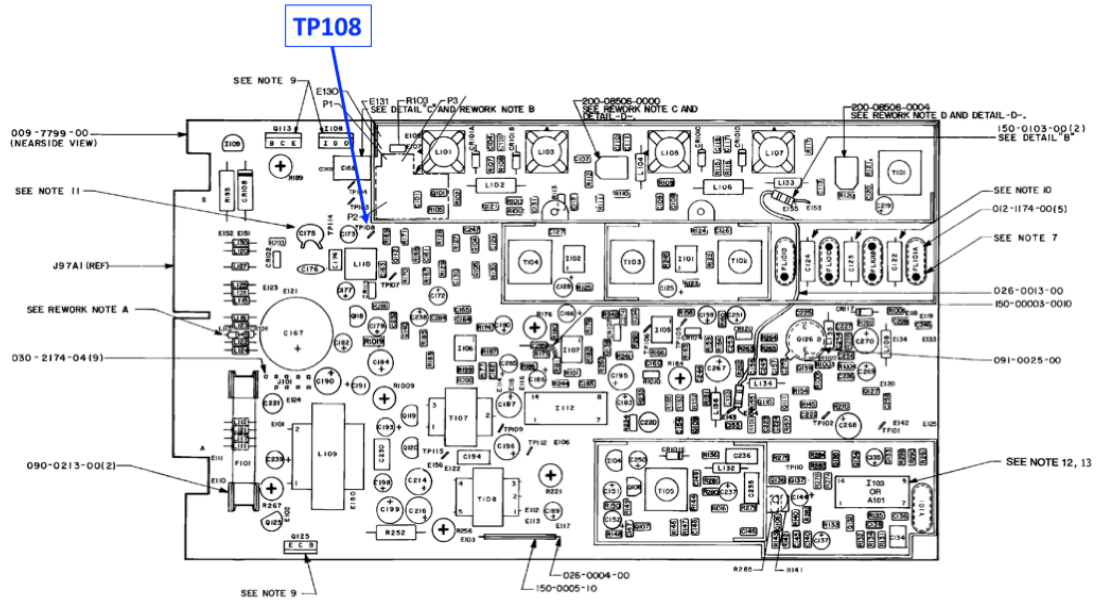


Figure 6.4.5.

La tension présente au point TP108 provient de quel circuit ?

- Détecteur.
- Modulateur.
- Amplificateur du signal d'antenne.
- Amplificateur de la fréquence intermédiaire.

Quelle est la fréquence du signal présent au point TP108 (2 points) ?

- Est ce que le fait de faire varier le volume de la radio change l'amplitude du signal observé au point TP108 ?

OUI NON

Pourquoi (4 points) ?

Attention : visa du professeur requis avant de poursuivre !

Note : le professeur effectuera la correction et attribuera une note aux réponses aux éléments ci-avant.

- Repérer le point de test TP114 sur les schémas ainsi que sur la radio.
- Brancher la sonde jaune de l'oscilloscope au point TP114 de la radio (voir figure 6.4.6. ci-dessous ; attention, il se peut qu'il n'y ait pas de cosse au point de mesure) :

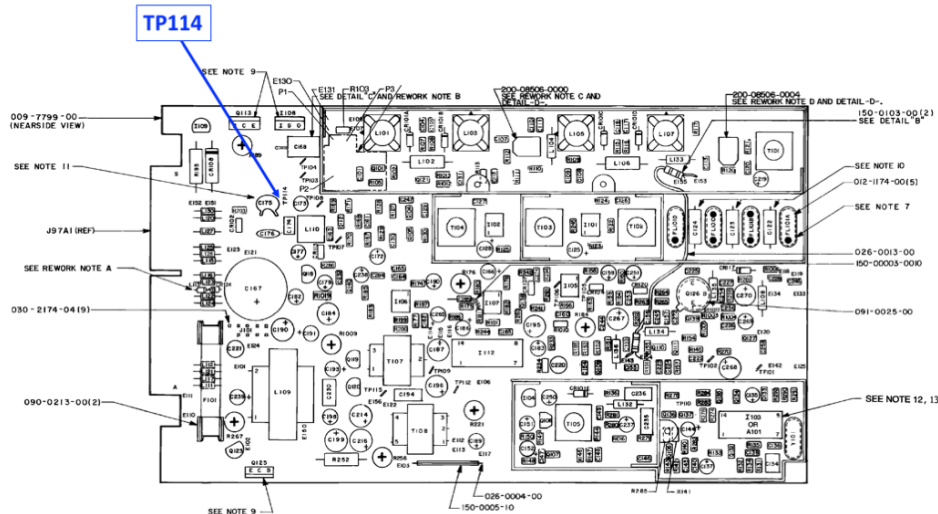


Figure 6.4.6.

- Basculer l'interrupteur « AMP/HP » sur « AMP ».
- Basculer l'interrupteur « HP/LOAD » sur « HP ». On doit entendre le signal à 1 KHz.
- Observer le signal à l'oscilloscope.

<p>Que voyez-vous ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> La fréquence intermédiaire. <input type="checkbox"/> La modulation à 1 KHz. <input type="checkbox"/> Du bruit assez fort. <input type="checkbox"/> Rien du tout ou du bruit très faible.
--

- Ajuster le niveau de sortie du générateur RF à - 110 dBm.
- Observer le signal à l'oscilloscope.

<p>Que voyez-vous ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> La fréquence intermédiaire. <input type="checkbox"/> La modulation à 1 KHz. <input type="checkbox"/> Du bruit assez fort. <input type="checkbox"/> Rien du tout ou du bruit très faible.
--

<p>Pourquoi (6 points) ?</p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>

- Tirer sur le bouton du silencieux de la radio.
- Observer le signal à l'oscilloscope.

Que voyez-vous ?

- La fréquence intermédiaire.
- La modulation à 1 KHz.
- Du bruit assez fort.
- Rien du tout ou du bruit très faible.

Pourquoi (4 points) ?

- Remettre le silencieux de la radio en fonction.
- Ajuster le niveau de sortie du générateur RF à - 60 dBm.
- Est ce que le fait de faire varier le volume de la radio change l'amplitude du signal observé au point TP114 ?

OUI NON

Pourquoi (4 points) ?

**Attention : visa du professeur
requis avant de poursuivre !**

Note : le professeur effectuera la correction et attribuera une note aux réponses aux éléments ci-avant.

- Repérer le point de test TP109 sur les schémas ainsi que sur la radio.
- Brancher la sonde jaune de l'oscilloscope au point TP109 de la radio (voir figure 6.4.7. ci-dessous) :

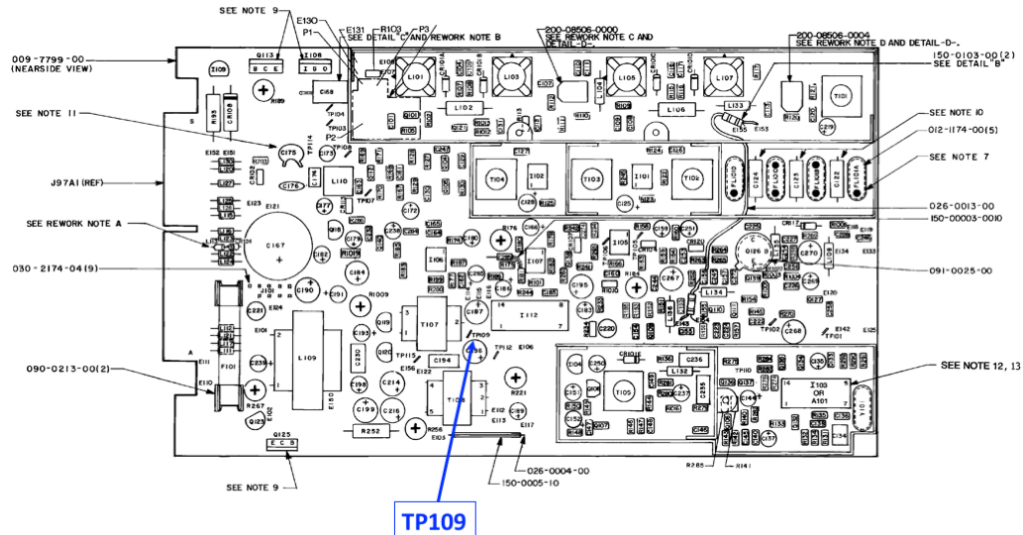


Figure 6.4.7.

- Faire varier le volume de la réception.
- Observer le signal à l'oscilloscope.
- Est ce que le fait de faire varier le volume de la radio change l'amplitude du signal observé au point TP109 ?

<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
<p><u>Pourquoi (4 points) ?</u></p>

Attention : visa du professeur requis avant de poursuivre !	
--	--

Note : le professeur effectuera la correction et attribuera une note aux réponses aux éléments ci-avant.

- ❑ Repérer le point de test TP107 sur les schémas ainsi que sur la radio.
- ❑ Brancher le multimètre au point TP107 de la radio (voir figure 6.4.8. ci-dessous) :

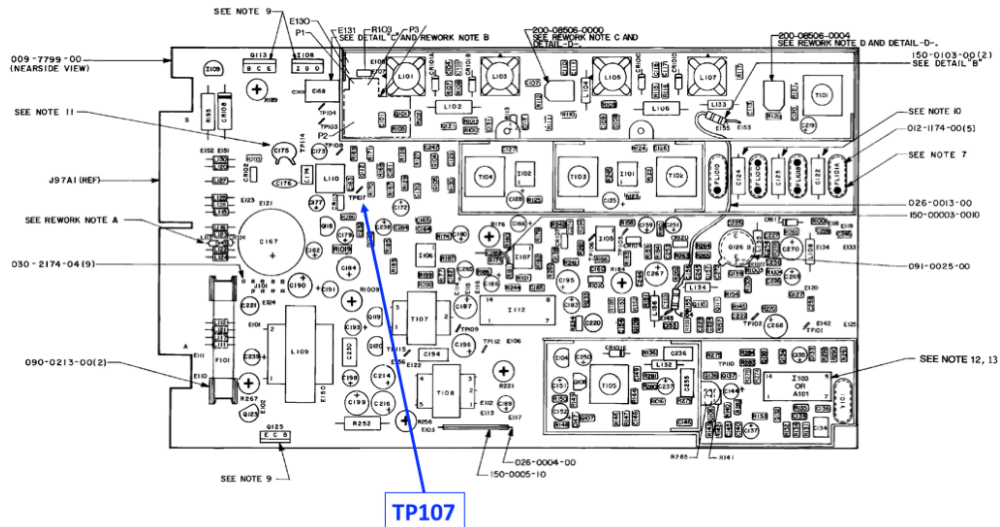


Figure 6.4.8.

- ❑ Effectuer le relevé de la tension au point TP107 selon les conditions spécifiées (6 points) :

Niveau RF : - 60 dBm Silencieux activé	Niveau RF : - 100 dBm Silencieux activé	Niveau RF : - 110 dBm Silencieux désactivé

- ❑ Éteindre tous les appareils.

Quel est le rôle de la tension présente au point TP107 ? Selon le niveau de tension, que se passe-t-il au niveau de I106A, I107A et I107B (4 points) ?

Attention : visa du professeur requis avant de poursuivre !

Note : le professeur effectuera la correction et attribuera une note aux réponses aux éléments ci-avant.

6.5. Étude de l'émetteur de la radio

- Brancher une charge adaptée de puissance de 50 Ω à la sortie du wattmètre.
- Brancher le fil coaxial au wattmètre.
- Vérifier qu'un calibre de 25 W ou de 50 W est présent sur le wattmètre pour mesurer la puissance incidente. Vérifier que la bande de fréquences du calibre correspond à la bande de fréquences VHF AM aéronautique.
- Régler un signal de sortie de 1 KHz avec un niveau de tension de 200 mV au générateur BF (tirer le bouton « AMPL » pour avoir un réglage à - 20 dB). Vérifier la valeur de la tension avec le multimètre.
- Régler la sortie de l'alimentation stabilisée sur 13,75 VDC.
- Sans changer les réglages du générateur BF, connecter la sortie de celui-ci sur le panneau de test aux bornes « MIKE AUDIO ».
- Vérifier que les deux interrupteurs d'écoute du panneau de test sont sur « LOAD » et « AMP ».
- Vérifier que l'interrupteur « SQL TEST/COMP DISABLE » est levé sur le panneau de test.
- Repérer le point de test TP115 sur les schémas ainsi que sur la radio.
- Brancher la sonde jaune de l'oscilloscope au point TP115 de la radio (voir figure 6.5.1. ci-dessous) :

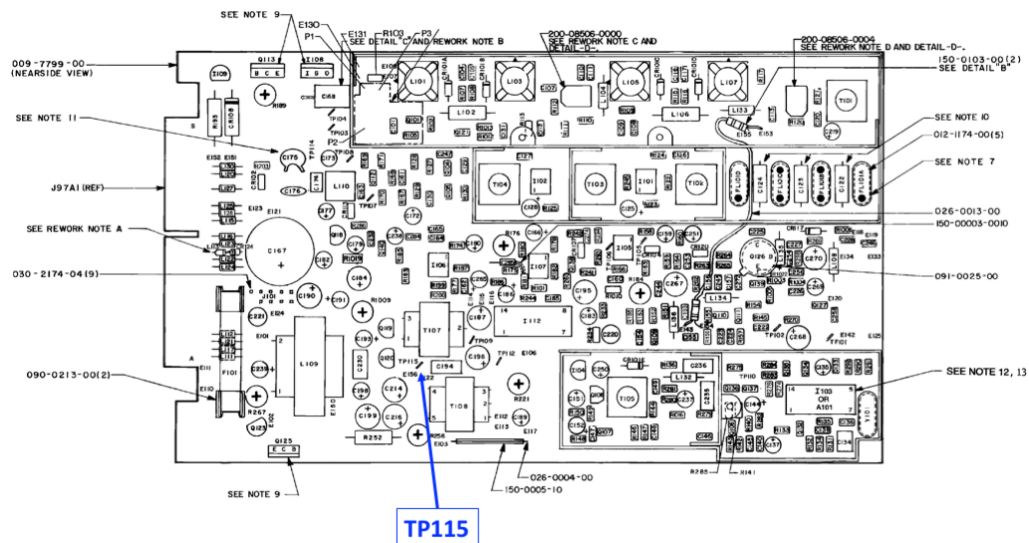


Figure 6.5.1.

Attention : visa du professeur requis avant de poursuivre !

- Mettre l'alimentation stabilisée, le banc de test ainsi que la radio sous tension.
- Régler la fréquence de la radio sur 118,00 MHz.

- Passer en transmission en levant l'interrupteur « RX/TX » du panneau de test.
- Mesurer la puissance au wattmètre (2 points) et, simultanément, relever l'image du signal prélevé au point TP115 sur l'oscilloscope (utiliser la fonction « RUN/STOP ») (4 points) .

Puissance :

Que représente le signal ci-dessus (4 points) ?

- Éteindre la radio.
- Placer l'interrupteur d'écoute « HP/LOAD » du panneau de test sur « HP ».

- ❑ Brancher la sonde jaune de l'oscilloscope au point TP109 de la radio (voir figure 6.5.2. ci-dessous) :

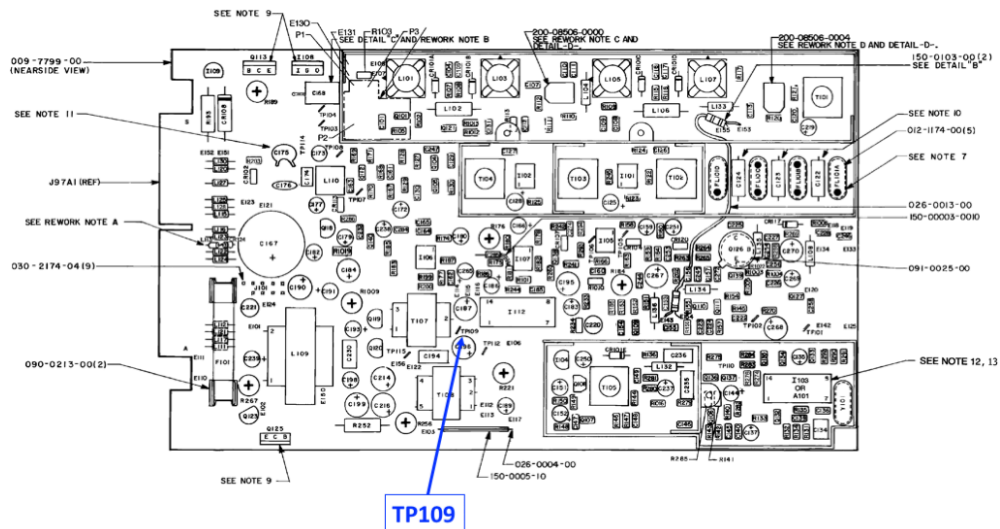


Figure 6.5.2.

- ❑ Mettre la radio sous tension.
- ❑ Passer en transmission en levant l'interrupteur « RX/TX » du panneau de test.

<p>Entendez-vous le signal audio à 1 KHz sur le haut-parleur du panneau de test ?</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON </p>

- ❑ Relever l'image du signal prélevé au point TP109 sur l'oscilloscope (utiliser la fonction « RUN/STOP ») (4 points).

Que représente le signal ci-avant (4 points) ?

- Éteindre tous les appareils et ranger le matériel.

**Attention : visa du professeur
requis avant de poursuivre !**

Note : le professeur effectuera la correction et attribuera une note aux réponses aux éléments ci-avant.

7. Somme des points récoltés

6.1. Références de l'émetteur-récepteur :		/ 11
6.2. Utilisation du panneau de test :	Page 3 :	/ 8
	Page 4 :	/ 16
	Page 5 :	/ 16
	Page 6 :	/ 5
6.3. Étude de l'alimentation de la radio :	Page 8 :	/ 12
6.3. Étude du récepteur de la radio :	Page 9 :	/ 6
	Page 10 :	/ 14
	Page 11 :	/ 5
	Page 12 :	/ 18
	Page 13 :	/ 3
	Page 14 :	/ 18
	Page 15 :	/ 4
	Page 16 :	/ 8
	Page 17 :	/ 10
	Page 18 :	/ 8
	Page 19 :	/ 8
	Page 20 :	/ 9
6.3. Étude de l'émetteur de la radio :	Page 21 :	/ 5
	Page 22 :	/ 10
	Page 24 :	/ 10
	Page 25 :	/ 6
	Page 26 :	/ 4
TOTAL :		/ 214