



ANDJIB Houdhayf TPB1 Groupe 2
BOUALI Idriss TPB1 Groupe 2

SAE 22 : Mesurer et caractériser un signal

Introduction:	3
Principe de fonctionnement:	4
Matériel:	5
Procédure et démarches:	6
A)Première transposition de fréquence:.....	6
B)Deuxième transposition de fréquence:.....	8
C)Transmission sur talkie-walkie:.....	10
D)Transposition au récepteur:.....	11
Conclusion:	12

Introduction:

En tant que développeurs professionnels spécialisés dans les transmissions radio, nous avons le plaisir de vous présenter ce rapport détaillé sur le développement d'un émetteur talkie-walkie répondant à vos besoins spécifiques. Notre engagement envers la qualité et notre souci du détail ont guidé chaque étape de ce projet, de la conception à la documentation finale. Nous avons pris en charge votre demande avec une attention particulière à vos exigences les plus strictes. Notre objectif était de vous fournir un produit fiable, performant et accompagné d'une documentation complète.

Dans le cadre de cette SAE, nous avons développé un émetteur talkie-walkie qui incarne notre engagement envers votre satisfaction en tant que client. Nous avons mobilisé toute notre expertise pour créer un émetteur répondant non seulement à vos besoins, mais dépassant vos attentes. Chaque aspect de ce produit a été soigneusement examiné, testé et documenté pour vous garantir une solution de transmission radio optimale.

Principe de fonctionnement:

Un émetteur talkie-walkie fonctionne sur 5 principes, ces derniers sont **la capture du signal audio, la modulation, l'amplification, la transmission et la réception.**

Capture du signal audio : Le microphone capte la voix et la convertit en un signal électrique (signal modulant).

Modulation :

Le **signal modulant** est utilisé pour moduler la fréquence de l'oscillateur à quartz, créant ainsi une onde **porteuse** modulée en fréquence (FM).

Amplification :

Le signal modulé est amplifié par **un amplificateur RF** pour augmenter sa portée de transmission.

Transmission :

L'**antenne** rayonne le signal amplifié sous forme d'ondes radioélectriques.

Réception :

Un **talkie-walkie récepteur** capte ces ondes radio via son antenne, les démodule pour récupérer le signal audio, et l'envoie à un haut-parleur pour être entendu.

Voici un schéma expliquant le fonctionnement en se basant sur les 5 principes/étapes mentionnées plus haut.

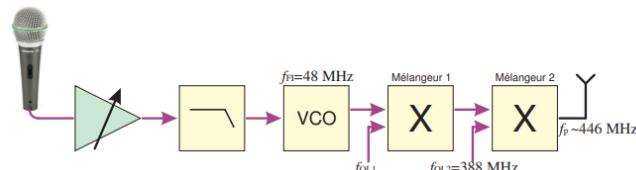
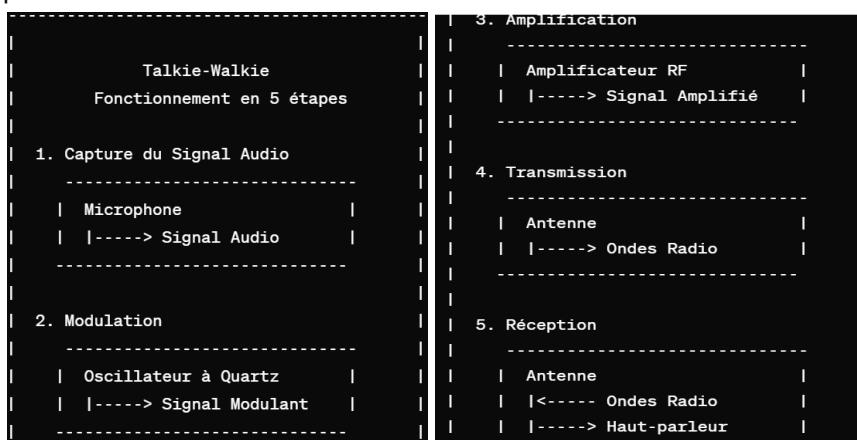


Schéma d'un émetteur de talkie-walkie.

Après avoir décrit le fonctionnement ainsi que les points clés sur lesquels reposent la mise en place de l'émetteur talkie-walkie, nous pouvons voir tout le procédé mis en place par nos experts.

Matériel:

Avant de voir le procédé et les différentes étapes nous aurons besoin de nous munir de matériels adéquats voici la liste de ces derniers:

- x1 GBF Rigol DG1302(**voir Figure a**), x1 GHF(**voir Figure b**), x1 analyseur de spectre RF(**Figure c**)
- x1 modulateur(**Figure d**), 1 transformateur de 7,5 V(**Figure e**), 2 mélangeurs ZP-5X+(**Figure f**), x1 câble audio, x1 micro et talkie-walkie(**Figure g**)
- x1 antenne(**Figure h**), Câbles BNC(**Figure h**), x1 Fusible(**Figure h**)



Figure a



Figure b



Figure c



Figure d



Figure e



Figure f



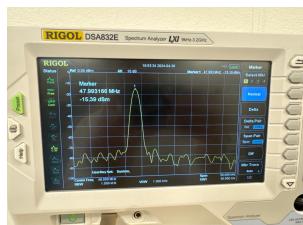
Figure g



Figure h

Procédure et démarches:

L'un des principaux éléments clés mentionnés plus haut lors de l'explication du principe de fonctionnement de l'émetteur talkie-walkie était la **modulation** c'est donc sur cette élément que nous nous sommes attardés à travers la caractérisation du modulateur. Dans cette partie nous avons connecté la sortie du modulateur à l'analyseur de spectre RF, puis branché l'alimentation 7,5 V, ensuite nous avons réglé sur l'analyseur le SPAN à 50 kHz et le Centre Frequency à 48 MHz. Enfin nous avons observé le spectre, puis à l'aide du bouton "Marker" de l'analyseur de spectre nous avons repéré la fréquence du pic en prenant soin de la mesurer avec une précision de l'ordre de Hz cette fréquence sera notre f_{fi} qui nous permettra de déduire notre F_{oL1}.



fréquence du pic avec $f_{fi} = 47\ 993\ 166\ hz$

Ensuite nous avons connecté la CH1 du GBF à l'entrée du modulateur puis nous avons observé le spectre obtenu.

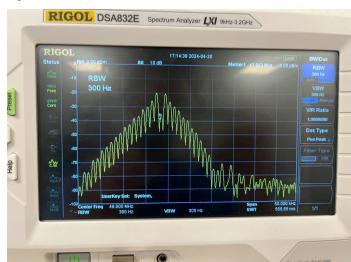


Image du spectre obtenu

Après cela nous avons fait une première transposition de fréquence.

A) Première transposition de fréquence:

Nous nous sommes rendu compte que la fréquence intermédiaire(f_{fi}) ne correspondait pas exactement à celle trouvée dans la théorie, il nous fallait donc déduire la fréquence de l'oscillateur local 1(F_{oL1}) pour obtenir la **fréquence du canal choisi** sachant que la fréquence de l'oscillateur local 2 est fixée à F_{oL2}=388MHz(f_{fi} + F_{oL1} + F_{oL2} = f_p). Tout d'abord voyons quelle fréquence de canal avons nous choisi.

B6 | 6 | 446,06875

Figure de la fréquence du canal choisi

Il nous reste donc à déduire F_{oL1}, nous l'avons d'abord fait dans un aspect théorique avant de la faire avec nos résultats obtenus dans l'aspects pratique, voici donc comment nous avons procédés dans la partie théorique:

Pour le canal 6, la fréquence porteuse f_p est 446.06875 MHz.

Utilisons la formule suivante pour déterminer f_{OL1} :

$$f_{OL1} = f_p - f_{OL2} - f_{FI}$$

Substituons les valeurs données :

$$f_{OL1} = 446.06875 \text{ MHz} - 388 \text{ MHz} - 48 \text{ MHz}$$

Calculons :

$$f_{OL1} = 446.06875 - 388 - 48$$

$$f_{OL1} = 10.06875 \text{ MHz}$$

Ainsi, la fréquence du premier oscillateur local f_{OL1} est de 10.06875 MHz.

Nous avons donc trouvé un FoL1 de 10,06875 MHz dans la partie théorique reste maintenant avoir combien nous obtenons dans la partie pratique si le résultat se rapproche de la partie théorique nous pourrons passer à l'étape suivante en étant assuré du bon fonctionnement actuel. Voyons donc le résultat :

Détermination de la fréquence de l'oscillateur local (f_{OL1})
Fol 2 : 388 MHz f_{rx} = 97.993166 MHz
f_p = 446,06875 MHz (Bandeau B6)
D'après le schéma : f_{rx} + f_{OL2} + f_{OL1} = f_p
Soit : f_{OL1} = f_p - f_{rx} - f_{OL2}
f_{OL1} = 446,06875 - 97,993166 - 388
f_{OL1} = 10,075584 MHz

Figure des résultat de FoL1 partie pratique

Dans la partie pratique nous avons $FoL1 = 10,075584 \text{ MHz}$ soit une valeur équivalente à celle de la partie théorique, pour l'instant tout est fonctionnel nous pouvons donc passer à la partie suivante sans problèmes. Après cela nous avons donc ajusté la fréquence de la CH2 du GBF(voie 2) à FoL1.



Réglage de CH2

Une fois ceci fait nous avons réalisé le montage suivant :

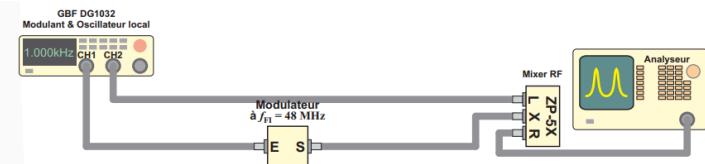


Figure du montage expérimental réalisé

Après avoir réalisé ce montage nous avons fait notre première transposition en réglant sur l'analyseur le SPAN à 100 MHz et le Centre Frequency à 50 MHz, afin d'obtenir et pour relever le spectre.

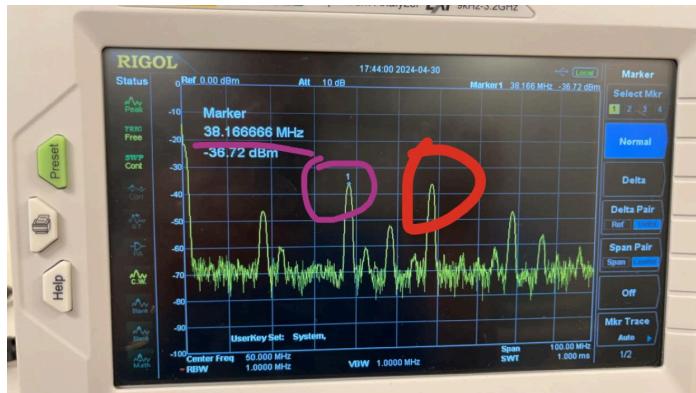


Figure du spectre obtenu

Nous pouvons observer sur cette image deux raies principales. Pour la première raie on observe une fréquence de **38.166666 MHz (violet)** et pour la deuxième raie une fréquence de **58.166666MHz (rouge)**. Ces résultats sont tout à fait cohérents avec la partie théorique où l'on trouve les résultats suivants :

1. Première transposition :

- Le signal modulé autour de f_{FI} est transposé à $f_{FI} + f_{OL1}$ et $f_{FI} - f_{OL1}$.
- Donc, les fréquences après la première transposition seront :
 - $48 \text{ MHz} + 10.06875 \text{ MHz} = 58.06875 \text{ MHz}$
 - $48 \text{ MHz} - 10.06875 \text{ MHz} = 37.93125 \text{ MHz}$

Figure des résultats des deux raies partie théorique

On peut voir qu'ici pour la première transposition les résultats pratiques et théoriques concordent totalement et sont en accords ce qui prouve encore ici le bon fonctionnement et la réussite de nos tests.

B) Deuxième transposition de fréquence:

La première transposition ne permet pas d'obtenir la fréquence porteuse de notre canal, nous avons donc fait une deuxième transposition de fréquence afin de déplacer une des raies vers la fréquence porteuse. Cette fois-ci, la transposition s'effectue avec l'oscillateur local 2 à $F_{OL2} = 388 \text{ MHz}$. Nous avons donc réalisé le montage suivant (voir ci-dessous)

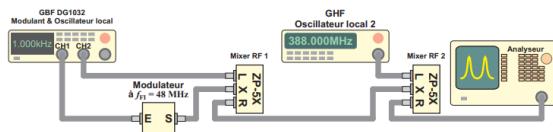


Figure du montage réalisé pour la deuxième transposition

Nous avons ensuite ajusté la fréquence du GHF à FoL2 et la puissance du GHF à 0 dBm. Puis nous avons réglé sur l'analyseur le SPAN à 500 MHz et le Center Frequency à 250 MHz enfin à l'aide du bouton Marker et des boutons rotatifs nous avons relevé les fréquences des raies.



Réglage du GHF



Figure du spectre obtenu

Nous pouvons observer 4 raies principales ayant chacune pour mesure respectives :

Rouge : 330 Mhz

Vert : 350 Mhz

Bleu : 426,6666 Mhz

Violet : 446,666Mhz

On peut voir que l'on obtient une fréquence de raie(Violet) similaire à notre canal pour rappel notre est le suivant :

B6	6	446,06875
----	---	-----------

On peut aussi noter que les fréquences des différentes raies correspondent bien à ceux trouvé dans la partie théorique lors de la deuxième transpositions (voir partie théorique ci-dessous) :

Deuxième transposition :

- Le signal est ensuite transposé à f_{OL2+} (fréquences obtenues de la première transposition) et f_{OL2-} (fréquences obtenues de la première transposition).
- Donc, les fréquences après la deuxième transposition seront :
 - $388 \text{ MHz} + 58.06875 \text{ MHz} = 446.06875 \text{ MHz}$ (fréquence porteuse)
 - $388 \text{ MHz} - 58.06875 \text{ MHz} = 329.93125 \text{ MHz}$
 - $388 \text{ MHz} + 37.93125 \text{ MHz} = 425.93125 \text{ MHz}$
 - $388 \text{ MHz} - 37.93125 \text{ MHz} = 350.06875 \text{ MHz}$

Figure des calculs des fréquences des raies partie théorique

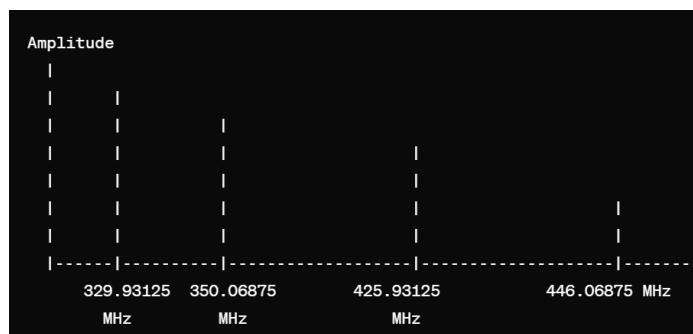


Figure du spectre de la partie théorique

Nous pouvons voir que suite à la deuxième transposition les valeurs des fréquences des raies de la partie théorique et pratique sont elles aussi équivalentes, les tests sont donc réussi et cohérent entre la partie pratique et théorique.

C)Transmission sur talkie-walkie:

Pour commencer nous avons connecté l'antenne à la sortie R du mélangeur 2, allumé le talkie-walkie et choisi notre canal tout en nous éloignant de l'émetteur en prenant soin d'ajuster la fréquence du GBF pour obtenir exactement la fréquence du canal choisi, écouté le talkie-walkie en variant le modulant de 100 Hz à 1 kHz et enfin connecté le micro puis parlé sur le talkie-walkie en vérifiant si on entendait bien la seconde personne.



Figure du branchement de l'antenne à la sortie R du mélangeur 2

Après nous être assuré que l'on pouvait bien nous entendre nous sommes passés à la partie suivante.

D)Transposition au récepteur:

Nous allons maintenant faire la transposition de fréquence avec le signal envoyé par le talkie-walkie. Pour se faire nous avons déconnecté le GBF de l'entrée du modulateur, débranché l'alimentation du modulateur et débranché le câble de la sortie du modulateur puis ajusté $FoL1 = 15$ MHz et $FoL2 = 421$ MHz.

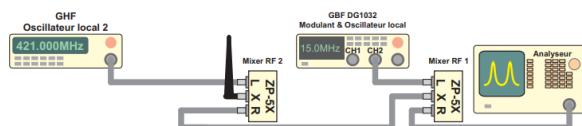


Figure du montage réalisé pour l'étape suivante

Nous avons ensuite réglé le Span à 1 GHz et le Centre Frequency à 500 MHz sur l'analyseur de spectre RF puis appuyé sur le bouton du talkie-walkie pendant quelques secondes et même temps appuyé sur SWEEP puis sur SINGLE de l'analyseur de spectre RF. Puis nous avons relevé le spectre. **(A partir de cette partie suite à des problèmes sur notre analyseur nous avons travaillé avec d'autre collègues (groupe de COUSIN Evan et QUISPE QUISPE Adrian TPB1)).**

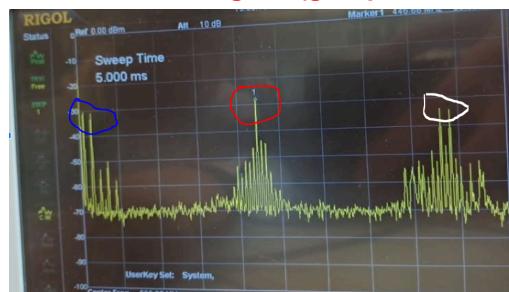
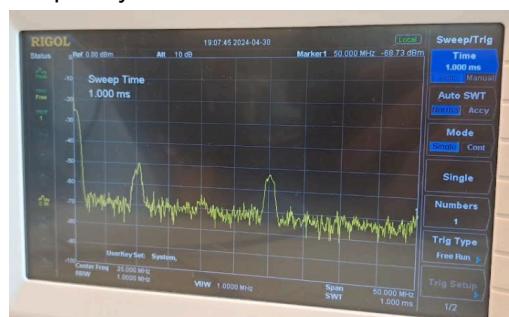


Figure du spectre relevé

On observe 3 raies avec comme fréquences 30 MHz(Bleu), 445 MHz(Rouge) et 851 MHz(Blanc). Nous avons ensuite refait la même manipulation mais avec un SPAN à 50 MHz et un Center Frequency à 25 MHz.



Après cela nous avons mis le filtre à 10,7 MHz

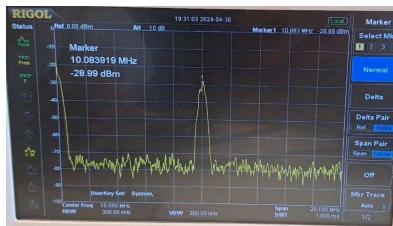


Figure du spectre obtenu après avoir mis le filtre à 10,7 MHz

On peut observer moins de raies qu'avant on voit qu'une seule raie principale. Pour terminer nous avons refait la même manipulation que plus haut avec le bouton SWEEP et SINGLE mais cette fois-ci en mettant le Span à 50 kHz et le Centre Frequency à 10 MHz +(fréquence après virgule de notre canal).

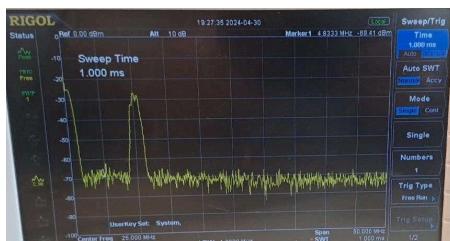


Figure du spectre obtenu

Nous pouvons observer qu'une seule raie principale ici aussi.

Conclusion:

Ce rapport reflète notre engagement envers la satisfaction du client tout en démontrant notre professionnalisme dans le développement de l'émetteur talkie-walkie. En tant que fournisseurs dévoués, nous avons mis un point d'honneur à respecter les spécifications techniques et les exigences détaillées dans le cahier des charges. Nous avons cherché à expliquer clairement les procédures et les principes de fonctionnement du produit. Notre approche a consisté à fournir une documentation complète et concise, en nous concentrant sur les informations essentielles pour répondre aux besoins de nos clients. Nous avons détaillé chaque étape, depuis la capture du signal audio jusqu'à la transmission, en passant par la modulation et l'amplification, tout en illustrant ces processus avec des figures explicatives.

Notre objectif était de fournir une solution fiable et performante, accompagnée d'une documentation claire, exhaustive et esthétiquement attrayante. Chaque aspect de ce projet a été soigneusement examiné, testé et documenté pour garantir une solution de transmission radio optimale. Nous espérons que ce rapport démontre notre expertise et notre dévouement à fournir des produits de haute qualité.