



**Complexe de surveillance des drones de la Fédération
de Russie Production et exploitation indépendantes**



RESTRICTIONS DE DISTRIBUTION :
Il n'y a aucune restriction de distribution.

Auteur Sergueï Beskrestnov (Flash)

Kyiv, 2024

À l'heure actuelle, les drones ennemis sont contrôlés par les unités d'état-major des forces armées russes et par les forces armées russes. Le contrôle est assuré par des systèmes pelenag, relativement peu nombreux et installés le plus loin possible de la ligne de front afin de minimiser les risques de dégâts d'incendie. De plus, dans de nombreuses zones du front, les informations sur les drones ennemis sont transmises avec retard ou ne sont pas exactes.

Ce complexe vous aidera à surveiller les drones ennemis et, surtout, constituera les connaissances de base pour votre développement futur dans le sens du REP avec des drones.

But du complexe :

- contrôler les vols des principaux drones de la Fédération de Russie afin de minimiser les risques liés à leur utilisation par l'ennemi.

Fréquence:

- cet appareil (ci-après dénommé récepteur, point de surveillance, dispositif de réception, point de réception) est facile à fabriquer et a été testé personnellement par moi au cours de l'année sur différentes zones des fronts

Application:

- enregistrement des types de drones, de leurs distances, de leurs mouvements. Fixation des départs et mouvements des drones d'attaque du format "Lancet". Surveillance des vols de drones de reconnaissance à l'arrière de l'Ukraine (une telle activité est presque toujours un « signe avant-coureur » d'une attaque contre des objets arrière). Analyse de l'activité des drones (qui est toujours un facteur dans l'activité de l'armée russe)

La concrétisation:

- point de suivi sur l'ordinateur local au point de réception
- point de télésurveillance (récepteur à un endroit, opérateur à un autre)

Demande facultative :

- contrôle de l'activité des appareils de guerre électronique, contrôle des drones FPV

Option de mise en œuvre

Avant d'acheter des composants et de les assembler, vous devez choisir l'option d'exécution

Option 1 (simple, je recommande aux débutants de commencer par là)

Vous achetez un récepteur SDR, connectez-le à votre ordinateur sur le lieu de service. Installez le programme SDR# sur votre ordinateur. Connectez l'amplificateur de signal LNA au récepteur. Depuis l'amplificateur, "tirez" le câble sur 5 à 15 mètres jusqu'au toit, où vous placez l'antenne.

Option 2

Vous devez « voir » les signaux du « récepteur » tout en étant dans un autre endroit. Pour ce faire, vous faites tout de la même manière que dans l'option 1, mais installez un programme de contrôle à distance (par exemple, TimViewer) sur votre ordinateur. Vous installez le tout dans un endroit distant et vous contrôlerez le « récepteur » depuis votre ordinateur.

Bien entendu, pour remettre le récepteur "à zéro", il faut un ordinateur de la plus petite taille possible, alors qu'il doit disposer de suffisamment de puissance pour le programme SDR# sous Windows. Un canal de communication stable (Stralink, modem LTE) est également requis. L'ordinateur ne doit pas « s'endormir », mais doit toujours être prêt à être connecté.

Qui est intéressé, j'ai réussi à assembler avec succès un récepteur distant basé sur un mini-ordinateur de ce type.



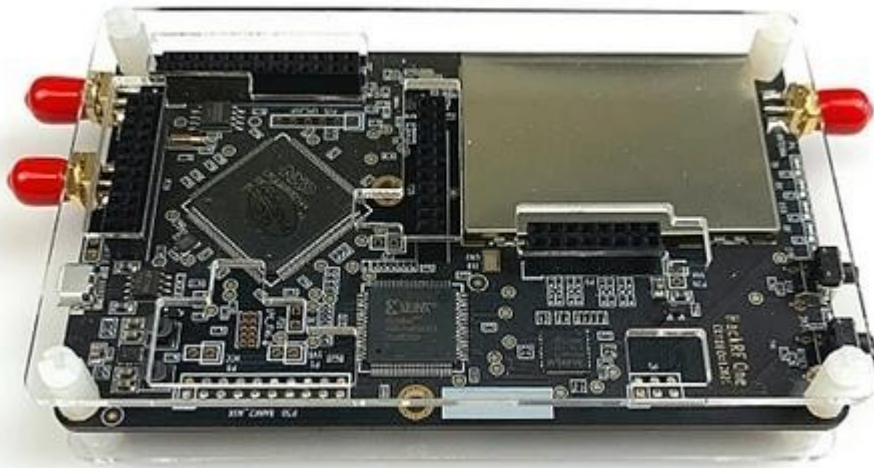
MOREFINE M6S Mini PC Intel N100/N5105 8G 12G DDR5/DDR4 128GB/...
512GB SSD SATA, N100 DDR5 12G, EU
US \$ 185.28 x1

Si vous assemblez un point de réception distant dans un boîtier, n'oubliez pas la nécessité d'une ventilation dans ce boîtier. Sous la chaleur, l'ordinateur enfermé dans le boîtier et le récepteur SDR chaufferont beaucoup.

Composants et composants

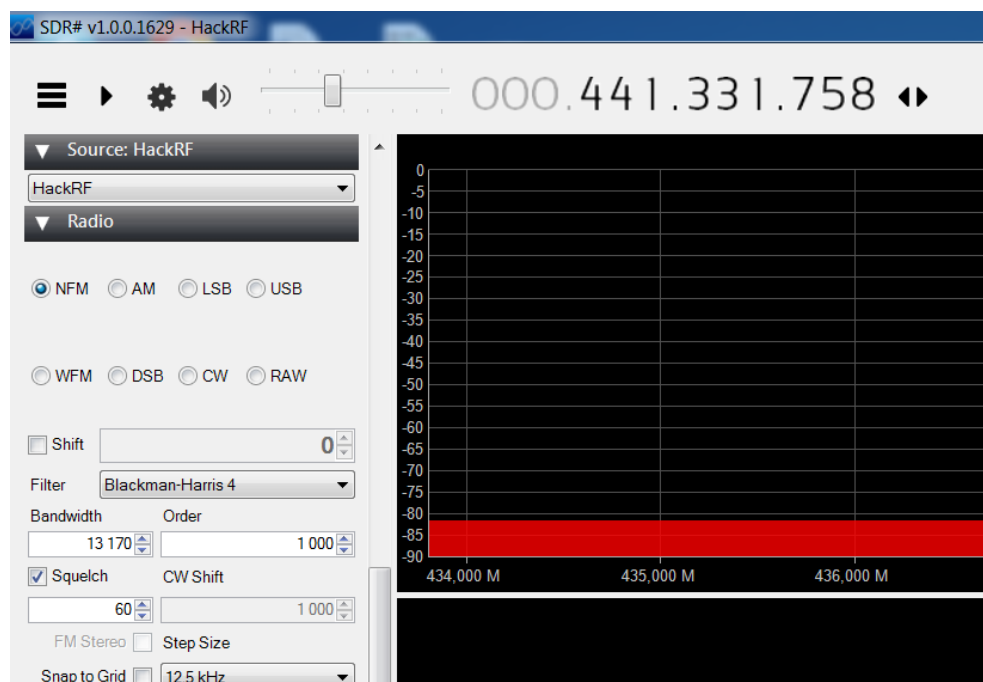
Le système principal est le récepteur SDR.

Nous utiliserons SDR HackRF, qui peut être acheté en Ukraine (plus cher) ou sur Ali (moins cher pour 80 \$)



Logiciel

Le programme gratuit SDR# peut être téléchargé à partir du site Web AirSpy ou trouvé ailleurs sur <https://airspy.com/download>

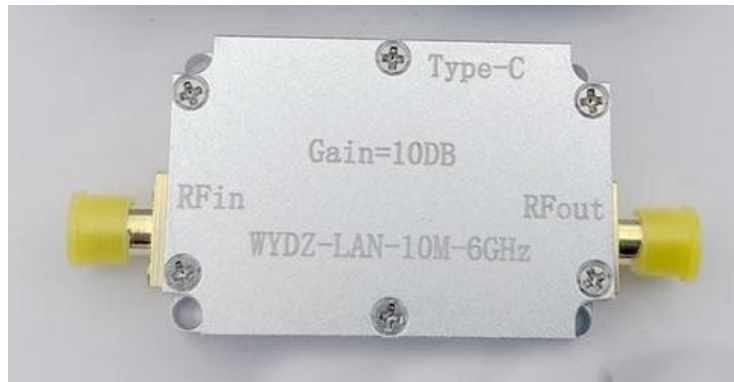


Amplificateur à faible bruit

Pour une meilleure sensibilité du récepteur, je recommande d'utiliser un amplificateur à faible bruit avec un gain de 20 dB (12 \$).

N'achetez pas 40 à 50 dB,

Une amplification excessive affectera négativement le fonctionnement de l'ensemble du système.



Corps

Bien sûr, il sera esthétique de rassembler tous les éléments dans un étui (et non sur une table), qui peut être acheté en ligne.



Anecdote

Pour connecter l'amplificateur au récepteur, vous avez besoin d'un câble (SMA mâle-SMA mâle), tout le monde ne sait pas le souder lui-même. Vous pouvez acheter sur Ali pour quelques dollars



Un adaptateur dollar pour passer du SMA au "câble épais" avec un connecteur de type N



N'oubliez pas que l'amplificateur doit être connecté à l'alimentation via un câble TypeC-USB

Câble

Les fréquences supérieures à 800 MHz sont fortement atténuées dans le câble, c'est pourquoi le câble allant du récepteur à l'antenne doit être aussi court et aussi bon que possible.

Je recommande d'utiliser un câble RG8 ou LMR 400 ne dépassant pas 10 à 20 mètres. Si vous avez besoin d'un câble plus long, vous devrez déplacer l'amplificateur vers l'antenne et le faire passer à travers le câble en utilisant la technologie BIAS TEE. Vous pouvez acheter le câble sur OLX ou, par exemple, ici <https://selteq.com.ua>

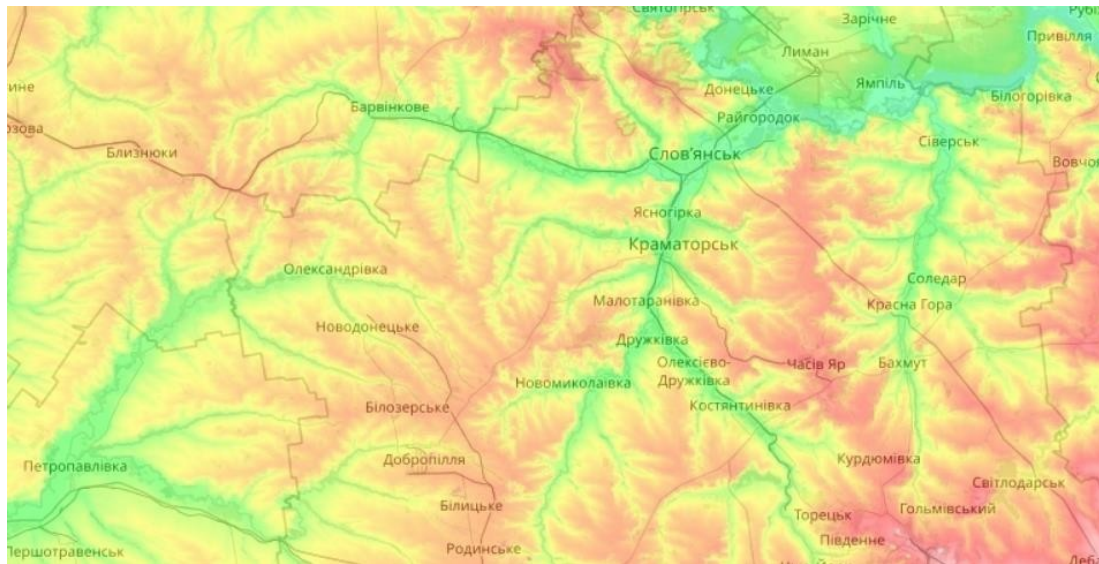


Sélection du lieu d'installation

Puisque vous observerez le drone dans le « ciel », il n'est pas nécessaire d'élever l'antenne très haut. Au contraire, si l'antenne est placée en hauteur (par exemple sur un ascenseur), ce ne sera que pire. Vous accepterez tous les obstacles du quartier, et toute guerre électronique sur des dizaines de kilomètres vous gênera.

Lors du choix d'un emplacement d'installation, l'essentiel est :

1. Choisissez un endroit où l'horizon est ouvert vers l'ennemi. Et non fermé, par exemple, par un bâtiment en béton.
2. Si vous souhaitez voir le drone à une distance de 40 à 50 kilomètres, vous devez choisir l'endroit le plus élevé sur la carte des hauteurs (par exemple, à Kropiv)



Lors de l'installation de l'antenne, n'oubliez pas qu'elle est petite et n'attirera pas l'attention de l'ennemi depuis les airs. Ce type d'antenne est utilisé partout pour les « amplificateurs » de communication mobile. L'antenne peut être peinte avec de la peinture en aérosol verte ou noire.

N'oubliez pas que l'antenne du récepteur et le récepteur lui-même doivent être installés le plus loin possible des antennes de communication mobile (notamment la gamme 900 MHz). De plus, le récepteur ne peut pas être rapproché des appareils électroniques et des antennes des systèmes de transmission WIFI. Ne placez pas le récepteur à côté d'amplificateurs de téléphone portable.

Lors du fonctionnement du récepteur, par exemple sur le toit d'une maison privée, un combattant qui utilise actuellement un téléphone dans la cour sous l'antenne vous créera des obstacles.

AVERTISSEMENT! L'antenne du récepteur SDR n'émet rien et ne peut pas être orientée.

Antenne

Vous pouvez choisir une antenne directionnelle ou circulaire pour le point de réception. Je choisis généralement l'option avec une antenne directionnelle, que je pointe en direction de l'ennemi.

Une antenne log-périodique bon marché provenant d'amplificateurs mobiles chinois est idéale pour les tâches de surveillance de l'air.

Vous pouvez acheter une telle antenne sur "ali" ou sur olx. Cette antenne a moins de gain que l'antenne « canal d'onde », mais elle fonctionne dans une large plage de 700 à 3 000 MHz et son diagramme directionnel n'est pas aussi étroit. Pour la surveillance des drones, l'antenne doit être placée verticalement.



13 dollars sur Ali.

Il est également possible d'utiliser un autre type d'antenne directionnelle de type secteur avec la même large bande, un diagramme plus ouvert le long de l'horizon, mais avec un gain moindre.



9 dollars sur Ali.

Dans certaines situations (par exemple, si vous êtes en première ligne), cela n'a aucun sens d'utiliser une antenne directionnelle. Vous aurez peut-être besoin d'une antenne à motif circulaire. Cette antenne reçoit un signal de toutes les directions, mais son gain est faible. Une antenne circulaire à gain élevé existe également, mais coûtera beaucoup plus cher.



10 dollars sur Ali.

Si vous souhaitez non seulement recevoir des signaux de drone, mais également essayer de déterminer la direction du vol en faisant tourner l'antenne le long de l'horizon, vous avez alors besoin d'une antenne à canal d'onde. Par exemple, en voici un pour 15 \$

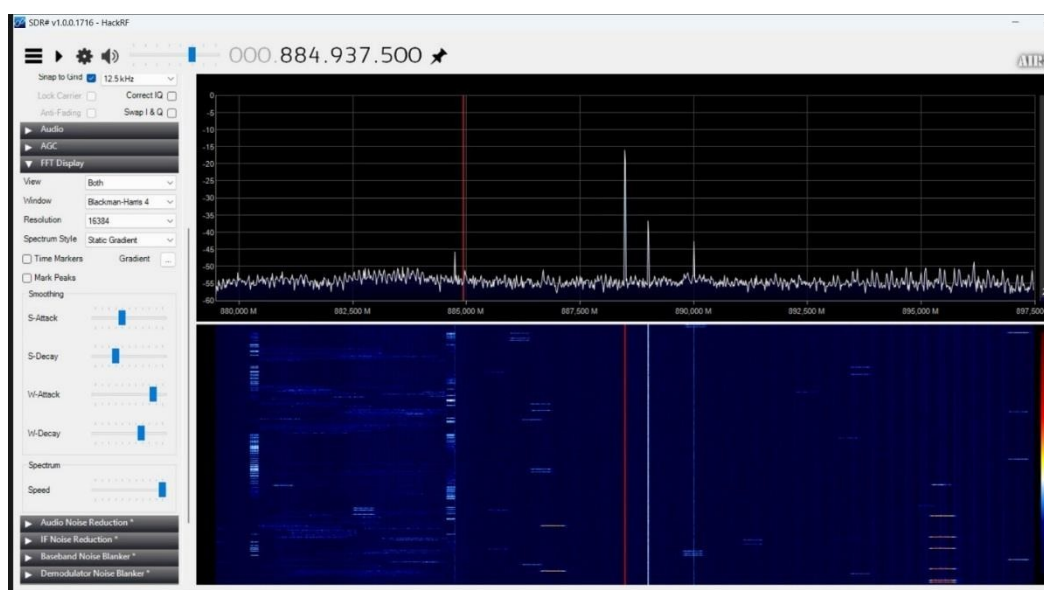


Programme SDR#

Le programme a de nombreuses possibilités, et plus d'une douzaine de pages peuvent lui être consacrées. J'écrirai littéralement les choses les plus importantes pour vous.

1. Sélectionnez le périphérique HackRF à gauche dans le champ Source
2. Cliquez sur l'icône d'engrenage en haut à gauche. Il y aura des réglages pour le gain du récepteur SDR.
 - si vous utilisez un amplificateur externe, décochez la case Amp
 - Sélectionnez Sample rate 20 MSPS afin que la bande passante soit au maximum de 20 MHz.
 - Il est préférable de régler le gain VGA légèrement au-dessus du minimum
 - Le gain LNA peut être réglé de moyen à maximum. Il s'agit de l'amplification du signal dans l'étage d'entrée du récepteur.
3. En haut à droite, la commande Zoom ajuste la bande de réception. Tout d'abord, maintenez-le en position basse pour regarder la bande maximale de 20 MHz.
4. Utilisez le curseur Plage pour régler la visibilité du niveau de bruit en bas de l'écran.
5. Utilisez la commande Contraste pour régler la visibilité des signaux sur un fond contrasté

En conséquence, vous devriez observer des signaux clairs sur l'arrière-plan inférieur.



6. Vous pouvez régler ici la vitesse de l'écran bleu : partie gauche de l'écran, élément d'affichage FFT, réglage de la vitesse. Pour commencer, placez-le le plus à droite possible pour que l'écran bleu se déplace rapidement.

Signaux et types de drones

Tout drone peut émettre des signaux de télémétrie (contrôle) et des signaux de transmission vidéo. Le signal vidéo est toujours large et a une largeur de 4 à 10 MHz.

Tous les drones russes de reconnaissance et d'attaque transmettent des télémétries dans les plages suivantes.

860-870MHz

902-928 MHz

960-1020 MHz

Les signaux vidéo du drone sont transmis dans les zones suivantes

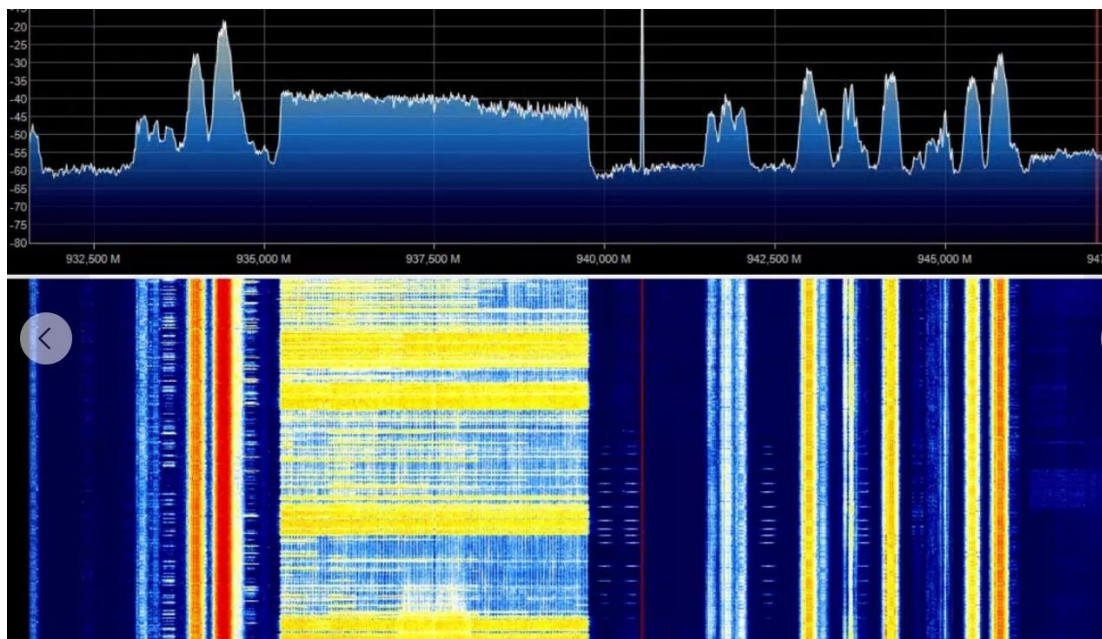
2,2-2,6 GHz

1,3 GHz

90% des drones de la Fédération de Russie dans toutes les directions sont Orlan, Superkam, Zala, Lancet

La première chose que vous devez savoir est que les stations de base des communications mobiles fonctionnent en Ukraine sur les fréquences 930-960 MHz. Leurs signaux sont puissants et visibles partout. Et bien sûr, tous les débutants les confondent avec les drones. À propos, la même portée est utilisée pour les communications mobiles dans la Fédération de Russie, donc ni le nôtre ni les drones russes (y compris FPV) ne « volent » à des fréquences de 928 à 960 MHz.

Voici à quoi ressemblent les signaux mobiles. Le signal large est LTE.



Zala, Lancette

Les deux drones sont produits dans la même usine et disposent des mêmes modules radio, il est donc impossible de les distinguer par signal.

Le signal de Zala, Lancet est unique et facile à reconnaître. Deux bandes verticales de points sur fond de spectre bleu (cascade). Les points sont très proches, 150-200 kHz entre eux. Dans le spectrogramme en haut de l'écran, cela ressemble à deux sursauts côte à côte.

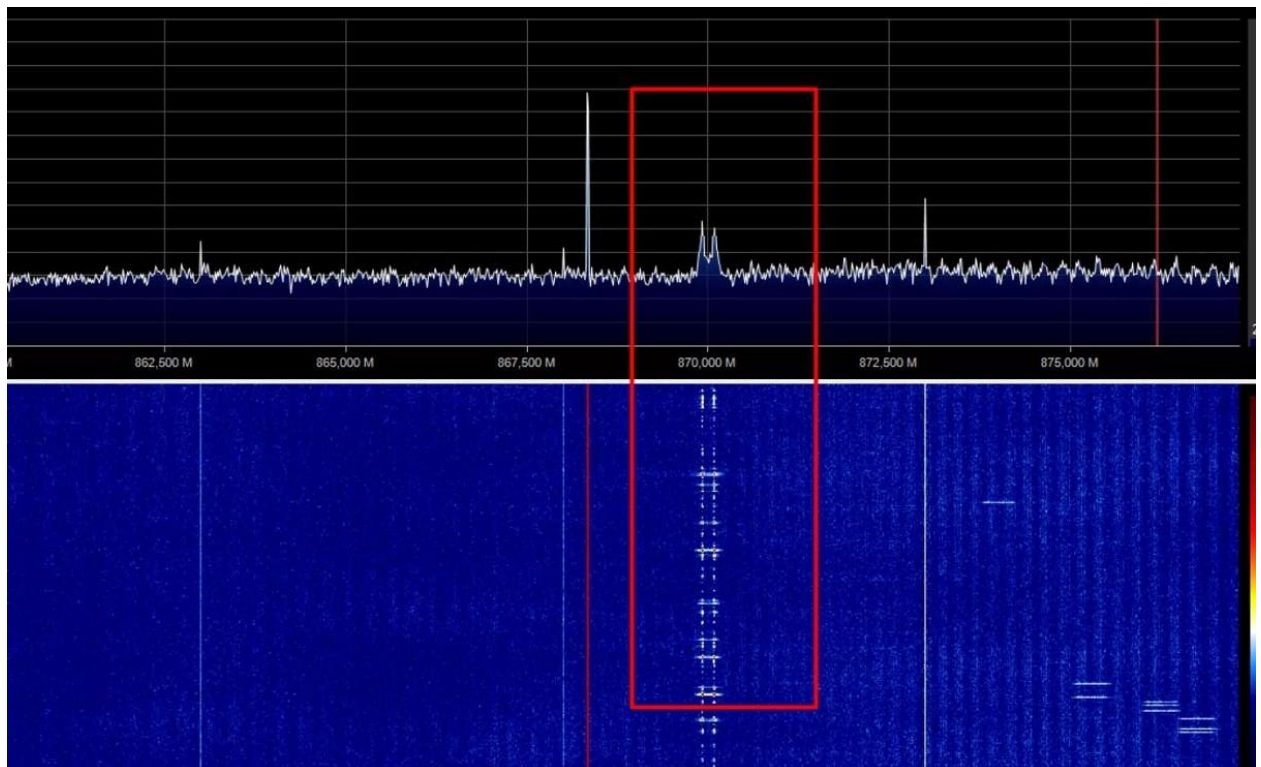
Le signal est observé aux fréquences de 868 MHz, 870 MHz, 915 MHz. Très rarement, dans ma pratique, il y a eu des cas d'observation du signal d'autres fréquences dans la zone 902-920 MHz.

Mes observations :

Lancet est plus souvent à 868 MHz

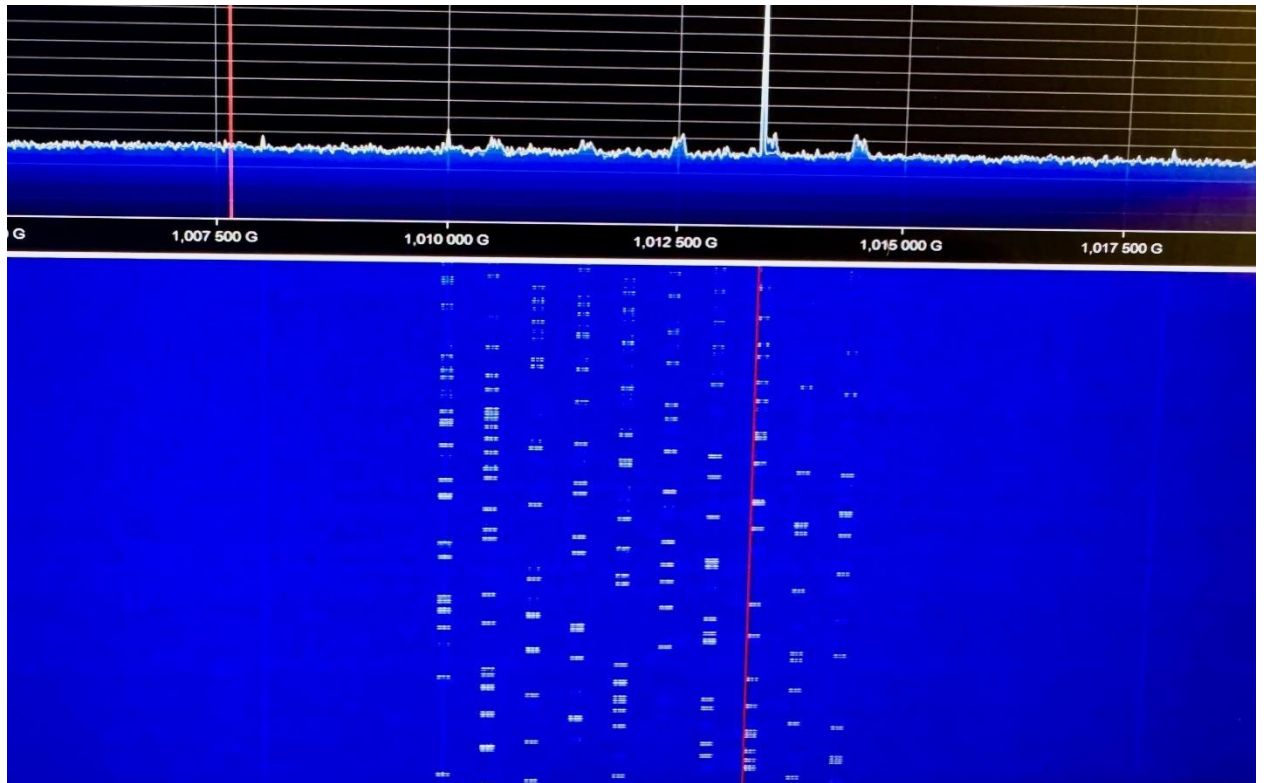
Lancet ne vole pas plus de 40 minutes (si plus, alors c'est bien Zala)

Si vous voyez un niveau de signal stable, cela signifie que Zala « tourne » à une position. La lancette vole en ligne droite vers vous ou sur le côté, et son signal monte ou descend généralement de manière linéaire.



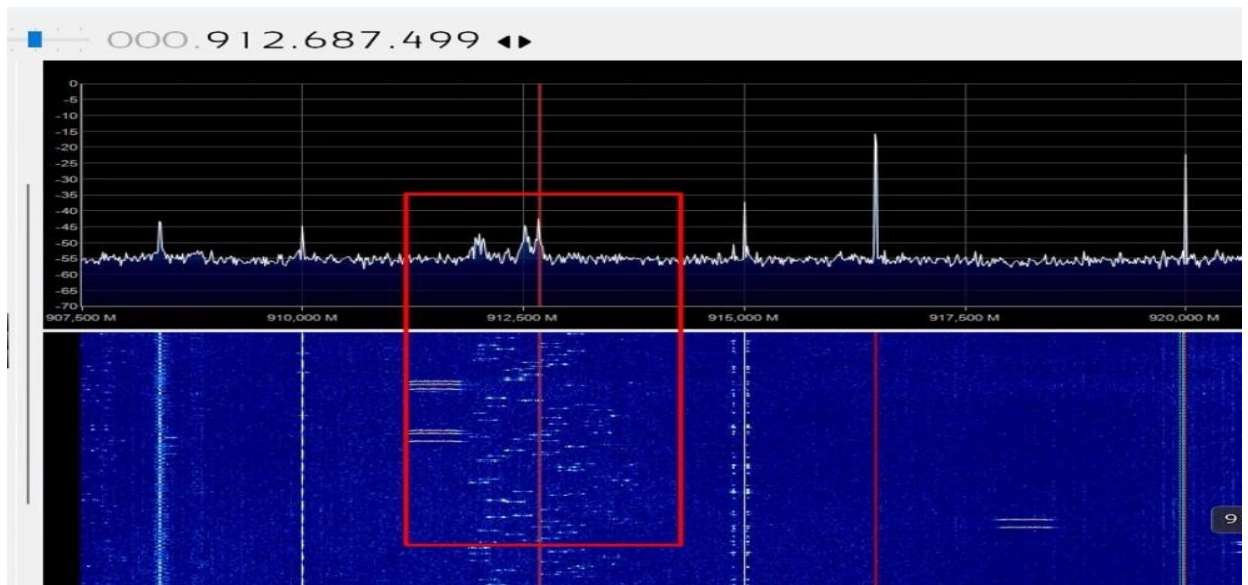
Supercam

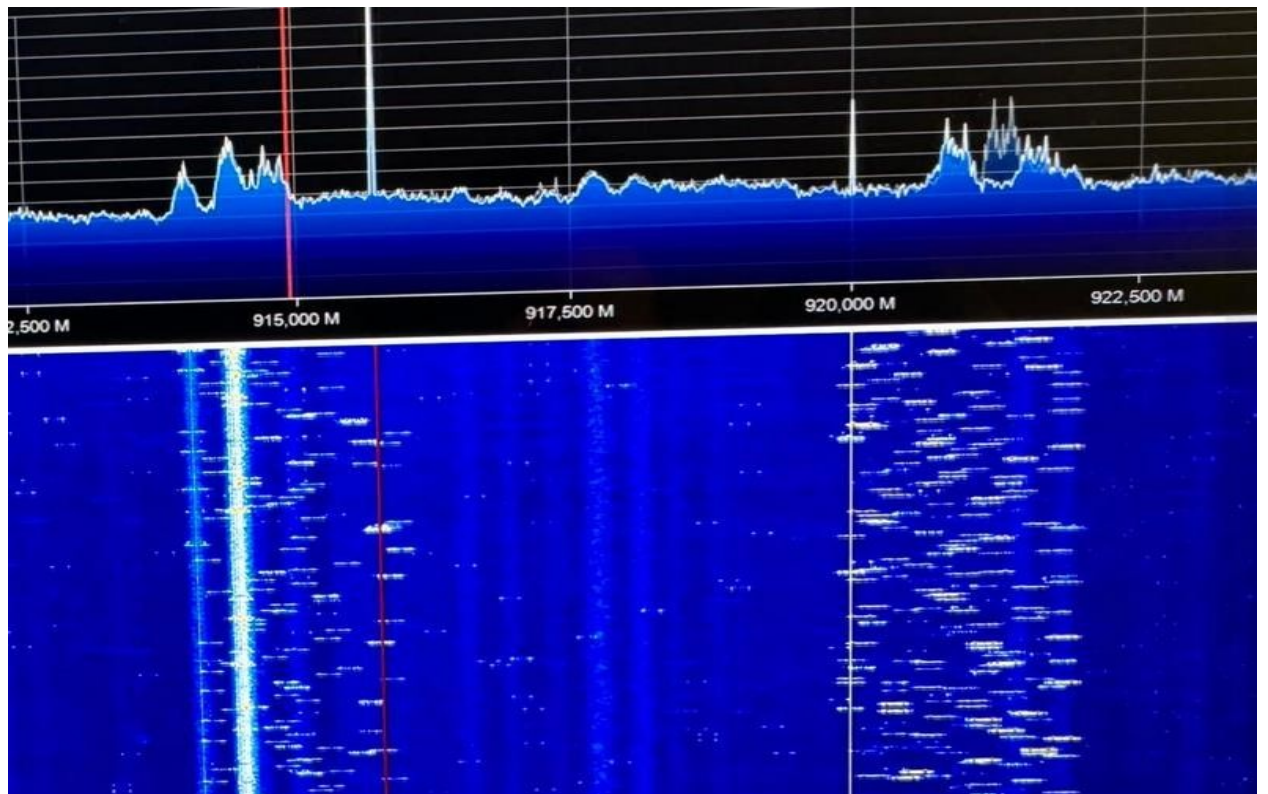
Le signal ressemble à 10 barres verticales de tirets d'une largeur totale de 5 MHz. Chaque barre mesure 150 kHz de large. Le signal peut être observé dans la plage de 856 à 1 020 MHz.



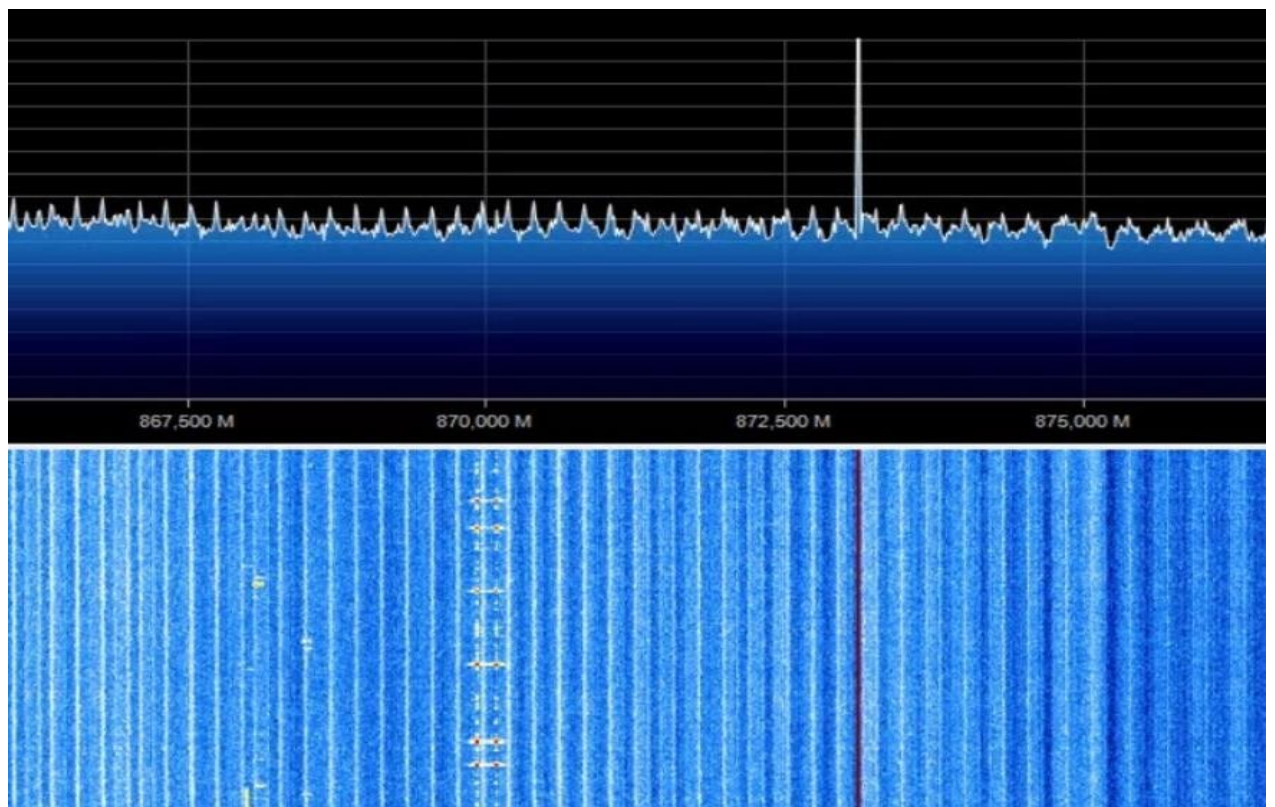
Aigle de mer

Les anciennes versions « volent » dans la gamme 902-928 MHz, de nouvelles peuvent être trouvées dans la gamme 960-1020 MHz. Orlan transmet un signal PPRF d'une largeur de 2 ou 4 MHz. Le signal du PPRC ORLAN ressemble à un ensemble chaotique de lignes horizontales.





Si la guerre électronique fonctionne sur les fréquences du drone, cela ressemblera à ceci sur le spectrogramme

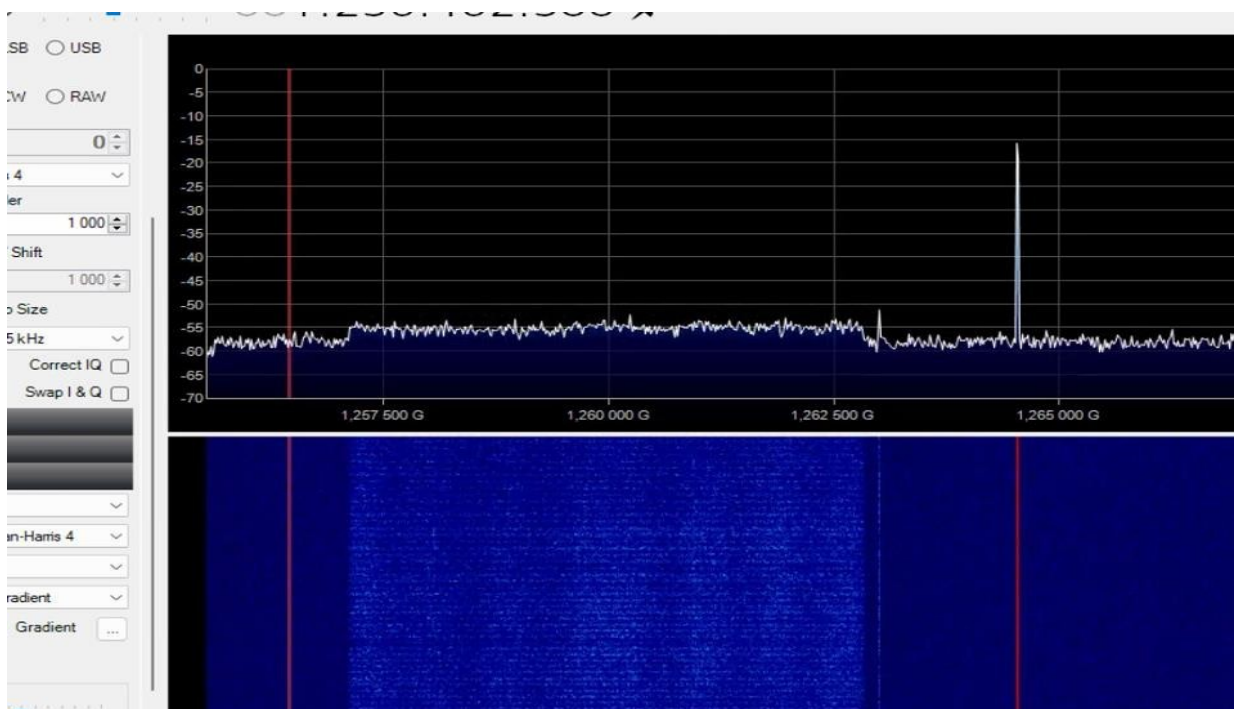
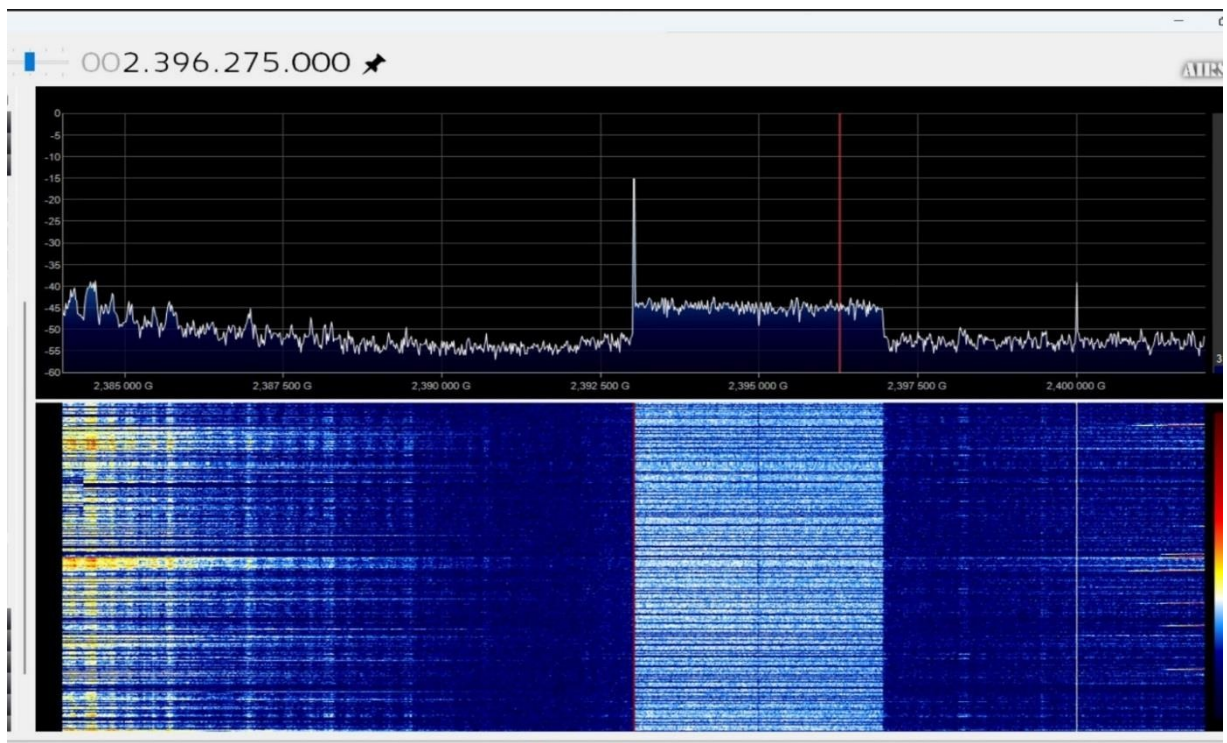


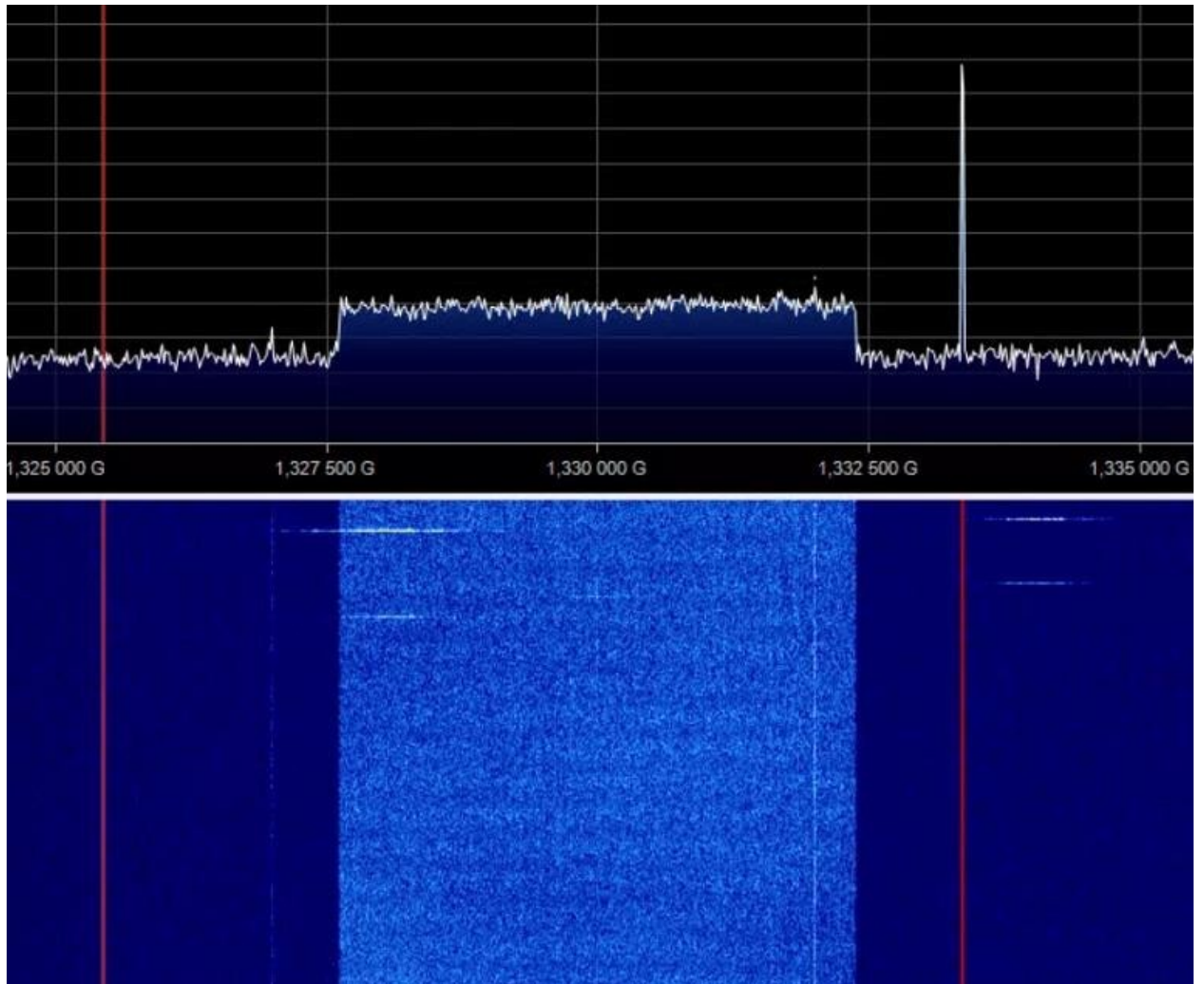
Signaux vidéo

Tout drone de reconnaissance peut diffuser une image en temps réel pour la reconnaissance ou pour ajuster le tir.

Tout signal vidéo a une apparence caractéristique. Il s'agit d'une large étagère sur le spectrogramme et d'une bande blanche sur la cascade. La largeur de ligne peut aller de 3 à 10 MHz.

Si le signal vidéo du FPV est analogique et ouvert, les drones ailés cryptent le canal de transmission vidéo.





Les concepteurs d'UAV peuvent changer les modules de transmission vidéo et les fréquences changeront également, mais pour la "base", je donnerai des informations sur les canaux vidéo

Zala 2,2-2,6 GHz

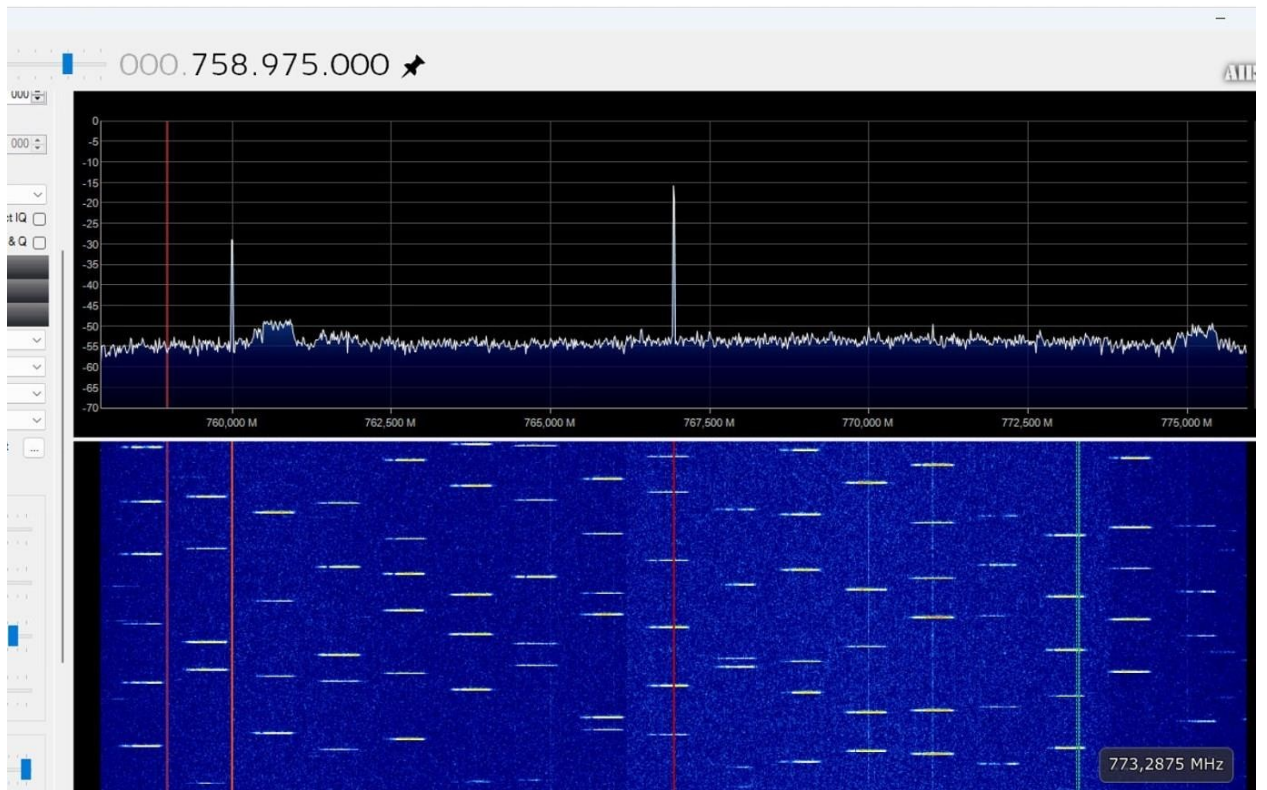
Supercam 1,3 GHz

Ailerons 1,2 GHz

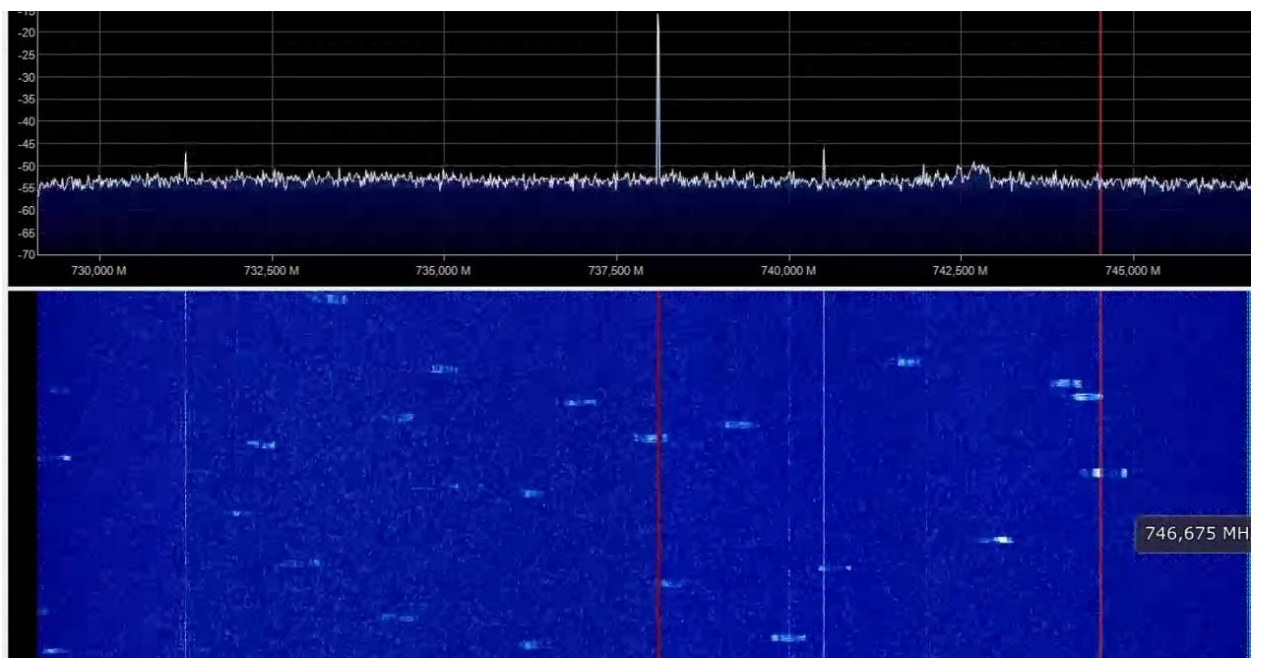
Orlan 2,2-2,5 GHz

FPV

Presque tous les pilotes de drones FPV désactivent la télémétrie, de sorte que le drone vole sans émettre autre chose que de la vidéo. Mais pour une compréhension générale, le signal ressemble à ceci. PPRF qui s'étend beaucoup plus large que les drones ailés dans la bande 30-40 MHz et peut être trouvé dans la zone 700-1020 MHz



Voici à quoi ressemble le signal FPV à 720-760 MHz (probablement le module Hermes)

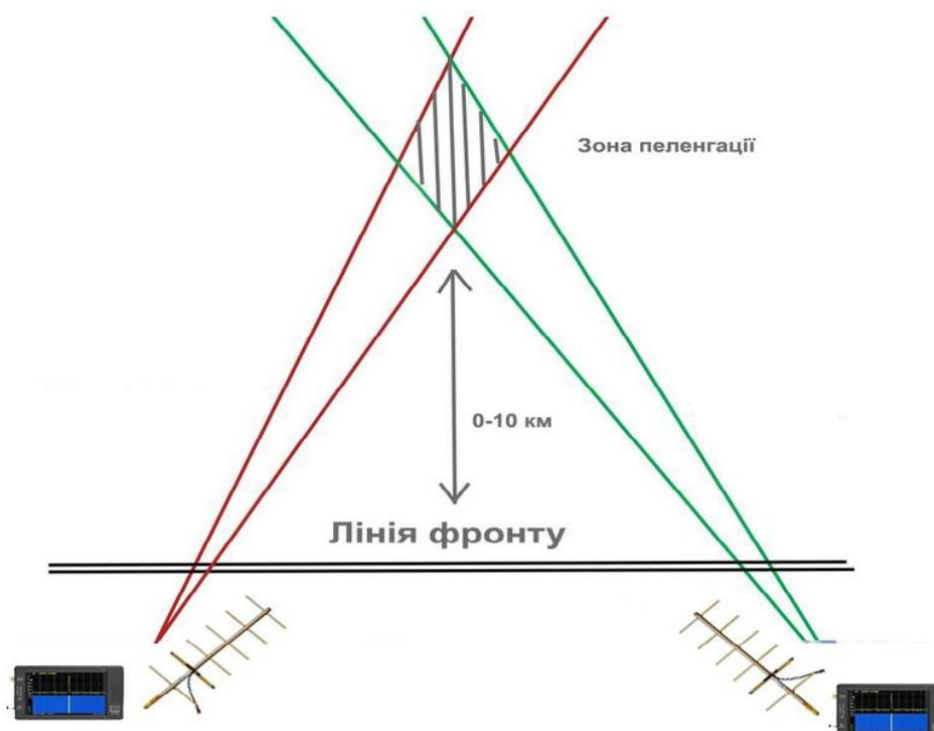


4. Radiogoniométrie des sources de signaux

La radiogoniométrie d'une source de brouillage ou d'un signal peut être réalisée par la méthode classique de triangulation. Pour ce faire, vous devez ajuster le SDR à la plage souhaitée et, en faisant tourner l'antenne directionnelle en cercle, choisir la direction avec le signal le plus fort. Marquez le relèvement (azimut) sur la carte ou en Kropiv.

Répétez le même processus à un autre endroit, en parcourant quelques kilomètres. L'intersection de deux relèvements vous donnera la localisation de l'objet. Il est également préférable de prendre non pas deux, mais trois roulements pour augmenter la précision.

Pour un relèvement précis, vous avez besoin d'une antenne avec un diagramme directionnel étroit. Une antenne à canal d'onde (Yagi) est bien adaptée pour cela. Bien entendu, la précision de la radiogoniométrie sera faible (par rapport aux radiogoniomètres Plastun ou TCI), mais elle est tout à fait suffisante pour déterminer la zone approximative de la source du signal. La radiogoniométrie doit être effectuée à une distance de plusieurs mètres des gros objets en métal ou en béton armé.



5. Détermination de la distance jusqu'à la cible

Vous pouvez déterminer la distance jusqu'à la source du signal par le niveau du signal. Ce ne sera qu'une compréhension approximative de la distance.

Le niveau du signal sera affecté par le type d'antenne, la présence d'un câble entre l'antenne et l'appareil, le gain de l'amplificateur à faible bruit, le lieu de réception et la puissance de l'émetteur. Par conséquent, en fait, vous pourrez comprendre la distance après un certain temps en fonction de votre expérience, mais seulement approximativement.

- Lorsque le signal est à peine visible à la cascade, le niveau est très faible et la source est éloignée.
- Lorsque le signal est devenu clair, la distance jusqu'à l'objet a diminué.
- Lorsque le signal sur la cascade est jaune ou rouge, le niveau est très fort. Dans le même temps, les pics des rafales s'étendent à la totalité de l'écran. Cela signifie que la source se trouve littéralement à moins d'un kilomètre de vous.

Ces rapports de niveaux de signal et de distances sont différents selon les objectifs. Une chose pour les Maviks, une autre pour les Orlans. Par conséquent, seule l'expérience personnelle vous aidera ici.