



Complejo de monitoreo de vehículos aéreos no tripulados de la Federación Rusa
Federación Producción y operación independiente



RESTRICCIONES DE DISTRIBUCIÓN: No hay restricciones de distribución.

Autor Sergey Beskrestnov (Flash)

Kyiv, 2024

Los ataques enemigos están siendo controlados por las unidades de estado mayor de las Fuerzas Armadas de Rusia y las se lleva a cabo en la medida de lo posible.

Los sistemas Pelenag, de los cuales hay relativamente pocos y que se instalan en la línea del frente para minimizar como los riesgos de daños por fuego, también se transmiten en muchas zonas del frente información sobre los UAV enemigos no es precisa.
con un demora

Este complejo te ayudará a monitorear los UAVs enemigos y, lo más importante, formará los conocimientos básicos para tu futuro desarrollo en la dirección de REP con UAVs.

Objetivo del complejo:

- controlar los vuelos de los principales vehículos aéreos no tripulados de la Federación Rusa con el fin de minimizar los riesgos de su uso por parte del enemigo.

Frecuencia:

- este dispositivo (en adelante, receptor, punto de monitoreo, dispositivo receptor, punto de recepción) es fácil de fabricar y fue probado personalmente por mí durante el año en varias áreas de los frentes.

Solicitud:

Registro de tipos de UAV, distancias a ellos y movimiento. Registro de despegues y movimiento de UAV de ataque del formato "Lancet". Monitoreo de vuelos de UAV de reconocimiento en la retaguardia ucraniana (esta actividad casi siempre presagia un ataque a objetivos de retaguardia). Análisis de la actividad de UAV (que siempre es un factor en la actividad del ejército ruso).

Realización:

- punto de monitoreo en el ordenador local en el punto de recepción
- punto de monitoreo remoto (receptor en un lugar, operador en otro)

Aplicación opcional:

- control de la actividad de dispositivos EW, control de drones FPV

Opción de implementación

Antes de comprar componentes y ensamblarlos, es necesario elegir la opción de ejecución.

Opción 1 (simple, recomiendo a los principiantes que empiecen con ella)

Compra un receptor SDR y conéctalo a tu computadora en el lugar de servicio. Instala el programa SDR# en tu computadora. Conecta el amplificador de señal LNA al receptor. Desde el amplificador, extiende el cable de 5 a 15 metros hasta el techo, donde colocarás la antena.

Opción 2

Necesitas ver las señales del receptor desde otra ubicación. Para ello, sigues el mismo procedimiento que en la opción 1, pero instalas un programa de control remoto (por ejemplo, TimViewer) en tu ordenador. Instalas todo en una ubicación remota y controlas el receptor desde tu ordenador.

Por supuesto, para poner a cero el receptor, se necesita un ordenador lo más pequeño posible y con suficiente potencia para el programa SDR# en Windows. También se requiere un canal de comunicación estable (Stralink, módem LTE).

El ordenador no debe "quedarse dormido", sino que debe estar siempre listo para conectarse.

A quien le interese, he conseguido montar con éxito un receptor remoto basado en una minicomputadora de este tipo.



MOREFINE M6S Mini PC Intel N100/N5105 8G 12G DDR5/DDR4 128GB/...

512GB SSD SATA, N100 DDR5 12G, EU

US \$ 185.28 x1

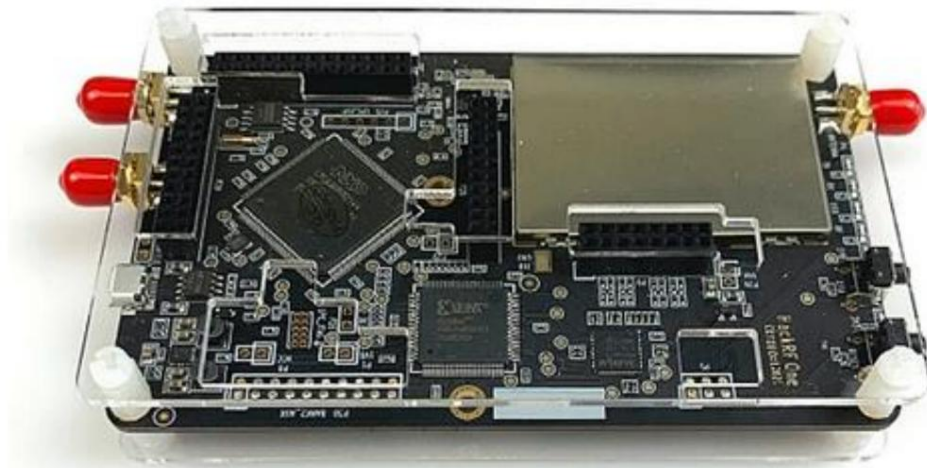
Si ensambla un punto de recepción remoto en una carcasa, recuerde que es necesario que esta tenga ventilación. Con el calor, el ordenador dentro de la carcasa y el receptor SDR se calentarán mucho.

Componentes y componentes

El sistema principal es el receptor SDR.

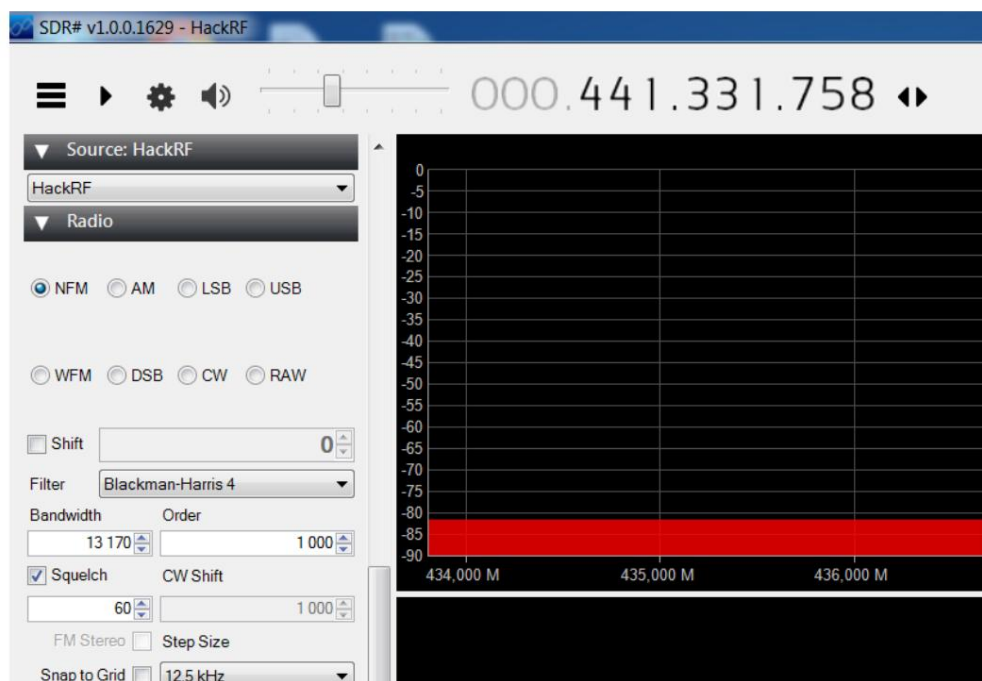
Usaremos SDR HackRF, que se puede comprar en Ucrania (más caro) o en Ali (más barato por \$80)

<https://www.aliexpress.com/item/32972753170.html>



Software

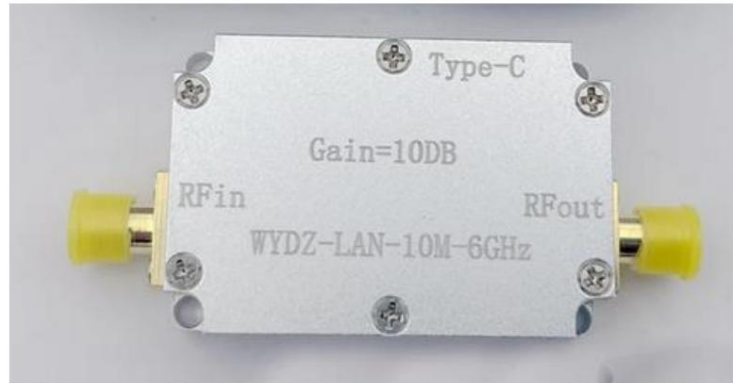
El programa gratuito SDR# se puede descargar desde el sitio web de AirSpy o encontrarlo en otro lugar en <https://airspy.com/download>



amplificador de bajo ruido

Para una mejor sensibilidad del receptor, recomiendo utilizar un amplificador de bajo ruido con una ganancia de 20dB (\$12).

<https://www.aliexpress.com/item/1005006431241921.html> No compre 40-50dB, la amplificación excesiva afectará negativamente el funcionamiento de todo el sistema.



Cuerpo

Por supuesto, será estéticamente agradable reunir todos los elementos en el estuche (no sobre la mesa), que se puede comprar en internet por 400-500 grivnas. Por ejemplo, en el Rosetta.



Trivialidades

Para conectar el amplificador al receptor, necesitas un cable (SMA macho-SMA macho). No todos saben soldarlo. Puedes comprarlo aquí por un par de dólares: <https://www.aliexpress.com/item/2033874631>



Un adaptador de dólar para pasar de SMA a "cable grueso" con conector tipo N <https://www.aliexpress.com/item/4001293689143.html>



Recuerde que el amplificador debe estar conectado a la alimentación mediante un cable Tipo C-USB

Cable

Las frecuencias superiores a 800 MHz se atenúan mucho en el cable, por lo que el cable desde el receptor hasta la antena debe ser lo más corto y de mejor calidad posible.

Recomiendo usar cable RG8 o LMR 400 de no más de 10-20 metros. Si necesita un cable más largo, deberá acercar el amplificador a la antena y conectarlo a través del cable mediante tecnología BIAS TEE. Puede comprar el cable en OLX o, por ejemplo, aquí: <https://selteq.com.ua>

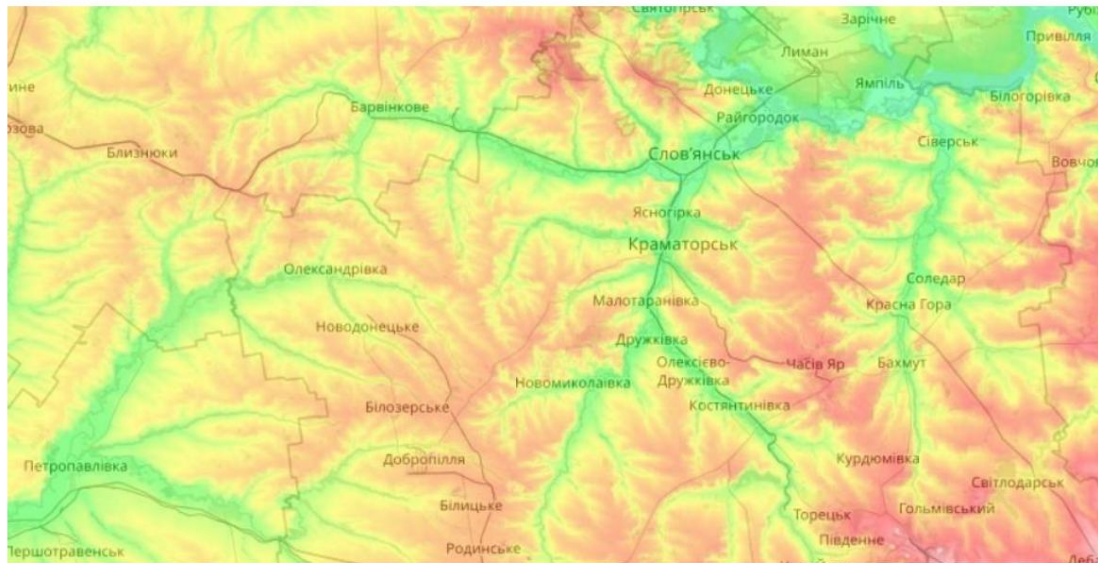


Selección de la ubicación de la instalación

Dado que observará el UAV en el cielo, no es necesario elevar demasiado la antena. Por el contrario, si la antena se coloca en un lugar alto (por ejemplo, en un ascensor), la situación será aún peor. Recibirá todos los obstáculos del área, y cualquier guerra electrónica a decenas de kilómetros de distancia le interferirá.

A la hora de elegir el lugar de instalación lo principal es:

1. Elige un lugar donde el horizonte esté despejado hacia el enemigo. Y no cerrado, por ejemplo, por un edificio de hormigón.
2. Si desea ver el dron a una distancia de 40-50 kilómetros, debe seleccionar el punto más alto en el mapa de altitud (por ejemplo, en Kropiv).



Al instalar la antena, recuerde que es pequeña y no atraerá la atención del enemigo desde el aire. Este tipo de antena se utiliza ampliamente como amplificador de comunicaciones móviles. La antena se puede pintar con pintura en aerosol verde o negra.

Recuerde que la antena del receptor y el propio receptor deben instalarse lo más lejos posible de las antenas de telefonía móvil (especialmente en la banda de 900 MHz). Además, el receptor no debe acercarse a dispositivos electrónicos ni a antenas de sistemas de transmisión wifi. No lo coloque cerca de amplificadores de telefonía móvil.

Durante el funcionamiento del receptor, por ejemplo, en el techo de una casa particular, un combatiente que esté usando el teléfono en el patio debajo de la antena le creará obstáculos.

¡ADVERTENCIA! La antena del receptor SDR no emite nada y no puede ser dirigido.

Antena

Puedes elegir una antena direccional o circular como punto de recepción. Normalmente elijo la opción con antena direccional, que apunta hacia el enemigo.

Una antena log-periódica barata de los amplificadores móviles chinos es ideal para tareas de monitoreo aéreo.

Puedes comprar una antena de este tipo en Ali o en Olx. Esta antena tiene menor ganancia que la antena Wave Channel, pero funciona en un amplio rango de 700 a 3000 MHz y su patrón direccional no es tan estrecho. Para el monitoreo de drones, la antena debe colocarse verticalmente.



13 dólares <https://www.aliexpress.com/item/1005006055030100.html>

También es posible utilizar otro tipo de antena sectorial direccional con el mismo ancho de banda, patrón más abierto a lo largo del horizonte, pero con menor ganancia.



9 dólares <https://www.aliexpress.com/item/1005003270061203.html>

En algunas situaciones (por ejemplo, si se está en primera línea) no tiene sentido usar una antena direccional. Podría necesitar una antena circular. Esta antena recibe la señal desde todas las direcciones, pero tiene baja ganancia. También existe una antena circular de alta ganancia, pero su precio es mucho mayor.



<https://www.aliexpress.com/item/32837606167.html> 10 dólares

Si no solo va a recibir señales de UAV, sino que también intentará determinar la dirección de vuelo girando la antena a lo largo del horizonte, entonces necesita una antena de canal de onda. Por ejemplo, aquí tiene una por \$15: <https://www.aliexpress.com/item/32270674704.html>



Programa SDR#

El programa ofrece muchas posibilidades y se le pueden dedicar más de una docena de páginas. Escribiré literalmente lo más importante para ti.

1. Seleccione el dispositivo HackRF a la izquierda en el campo Fuente

2. Haga clic en el icono del engranaje en la esquina superior izquierda. Allí encontrará la configuración de la ganancia del receptor SDR.

- Si utiliza un amplificador externo, desmarque la casilla Amplificador

- Seleccione una frecuencia de muestreo de 20 MSPS para que el ancho de banda sea de un máximo de 20 MHz.

- Es mejor configurar la ganancia VGA ligeramente más alta que el mínimo

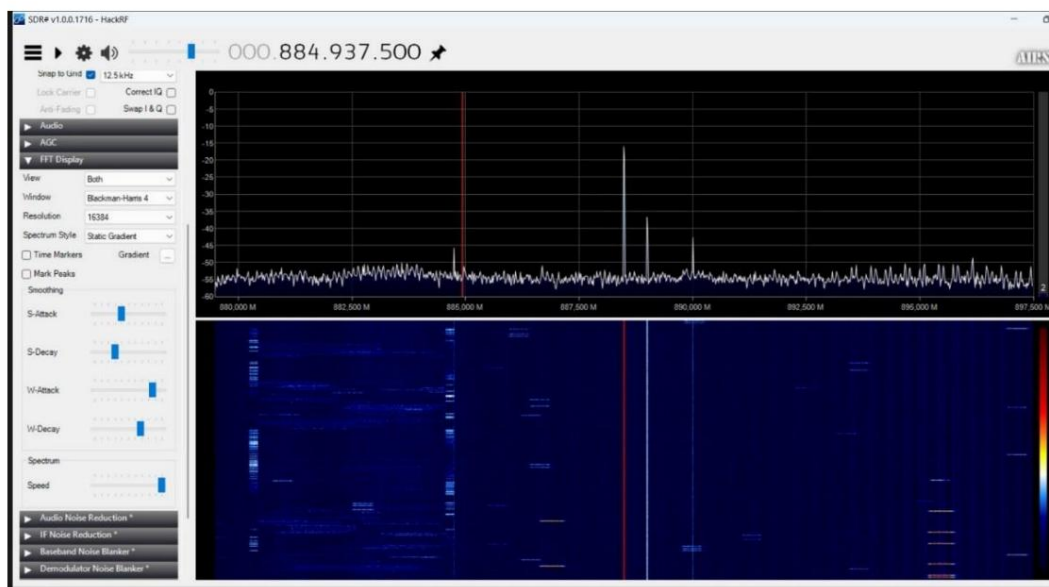
La ganancia del LNA se puede ajustar desde el promedio hasta el máximo. Esta es la amplificación de la señal en la etapa de entrada del receptor.

3. En la esquina superior derecha, el control de Zoom ajusta la banda de recepción. Primero, manténgalo abajo para ver la banda máxima de 20 MHz.

4. Utilice el control deslizante Rango para ajustar la visibilidad del nivel de ruido en la parte inferior de la pantalla

5. Utilice el control de Contraste para ajustar la visibilidad de las señales en un fondo contrastante.

Como resultado, deberías observar señales claras en el fondo inferior.



6. Puedes ajustar la velocidad de la pantalla azul aquí: en la parte izquierda de la pantalla, elemento de visualización FFT, Ajuste de velocidad. Para empezar, colócalo lo más a la derecha posible para que la pantalla azul se mueva rápidamente.

Señales y tipos de vehículos aéreos no tripulados

Cualquier UAV puede emitir señales de telemetría (control) y transmisión de vídeo. La señal de vídeo siempre es amplia, con una amplitud de 4-10 MHz.

Todos los vehículos aéreos no tripulados de reconocimiento y ataque rusos transmiten telemetría en los siguientes rangos.

860-870 MHz

902-928 MHz

960-1020 MHz

Las señales de vídeo del UAV se transmiten en las siguientes áreas

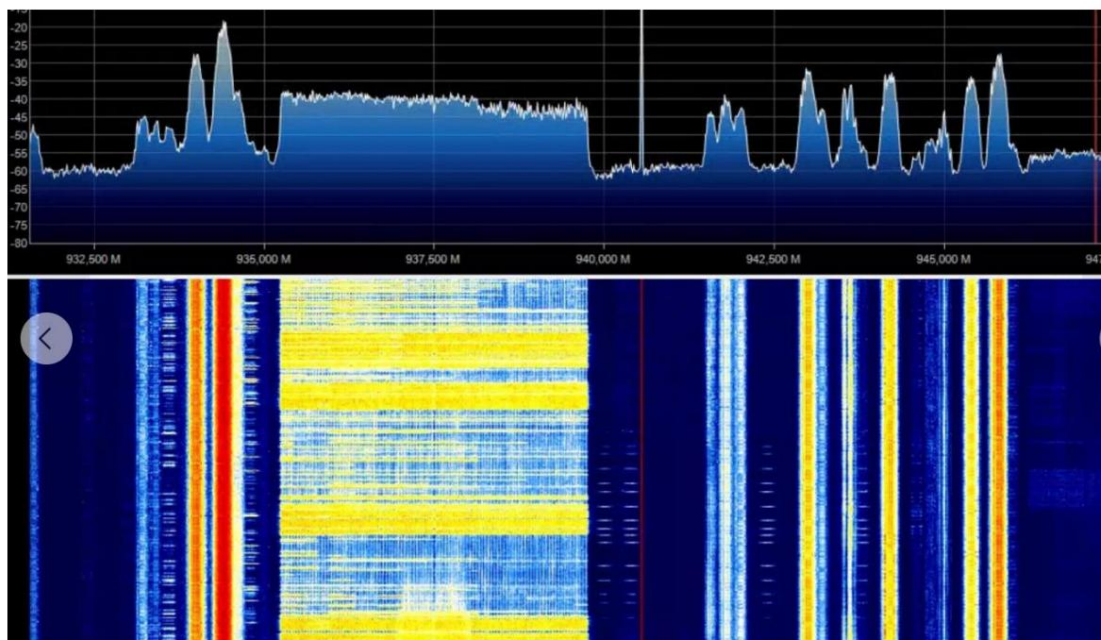
2,2-2,6 GHz

1,3 GHz

El 90% de los vehículos aéreos no tripulados de la Federación de Rusia en todas las direcciones son Orlan, Superkam, Zala, Lanceta

Lo primero que debe saber es que las estaciones base de comunicaciones móviles en Ucrania operan en las frecuencias de 930-960 MHz. Sus señales son potentes y se pueden ver en todas partes. Y, por supuesto, cualquier principiante las confunde con los vehículos aéreos no tripulados (UAV). Por cierto, en la Federación Rusa se utiliza el mismo rango para las comunicaciones móviles, por lo que ni nuestros UAV ni los rusos (incluidos los FPV) vuelan en frecuencias de 928-960 MHz.

Así se ven las señales móviles. La señal ancha es LTE.



Zala, Lancet

Ambos vehículos aéreos no tripulados se producen en la misma fábrica y tienen los mismos módulos de radio, por lo que es imposible distinguirlos por la señal.

La señal de Zala, Lancet, es única y fácil de reconocer. Dos franjas verticales de puntos sobre un fondo de espectro azul (cascada). Los puntos están muy cerca, con una distancia de 150-200 kHz entre ellos. En el espectrograma de la parte superior de la pantalla, parecen dos ráfagas una junto a la otra.

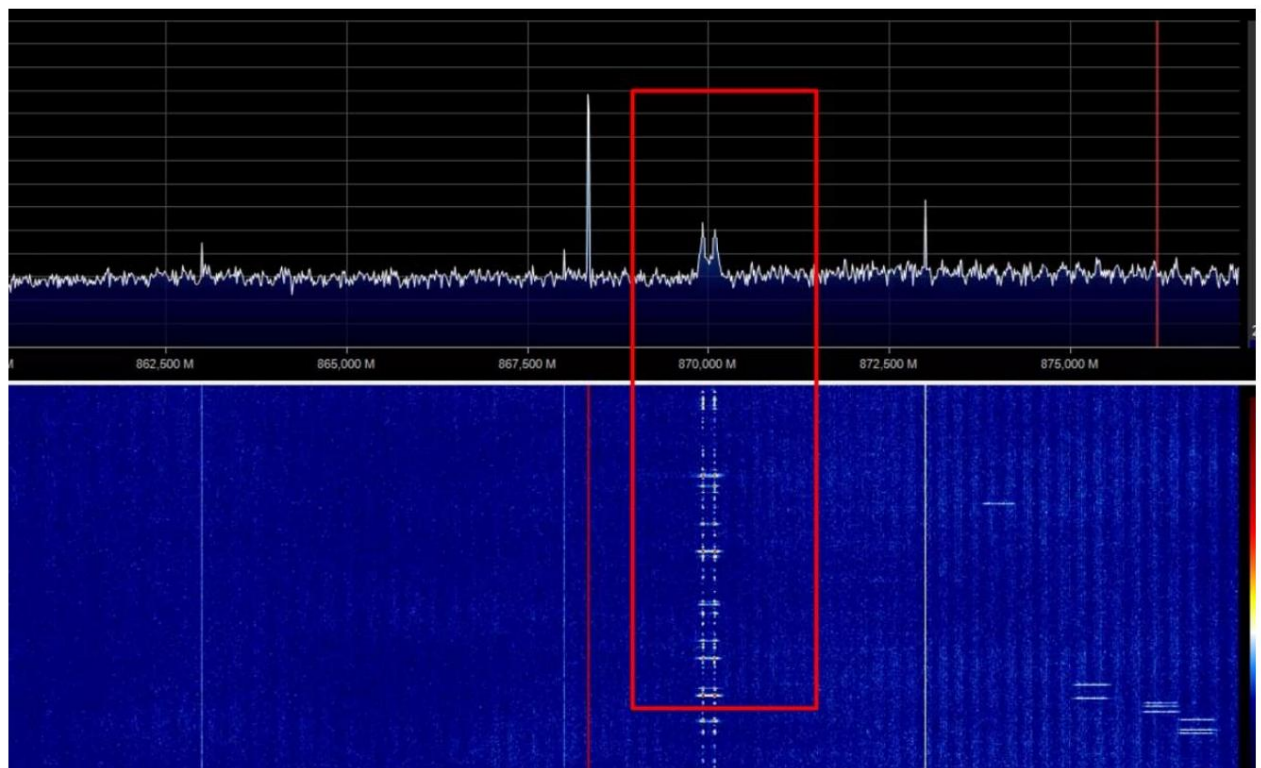
La señal se observa en frecuencias de 868 MHz, 870 MHz, 915 MHz. Muy raramente en mi práctica hubo casos de observación de la señal de otras frecuencias en el área de 902-920 MHz.

Mis observaciones:

La lanceta se encuentra más frecuentemente en 868 MHz

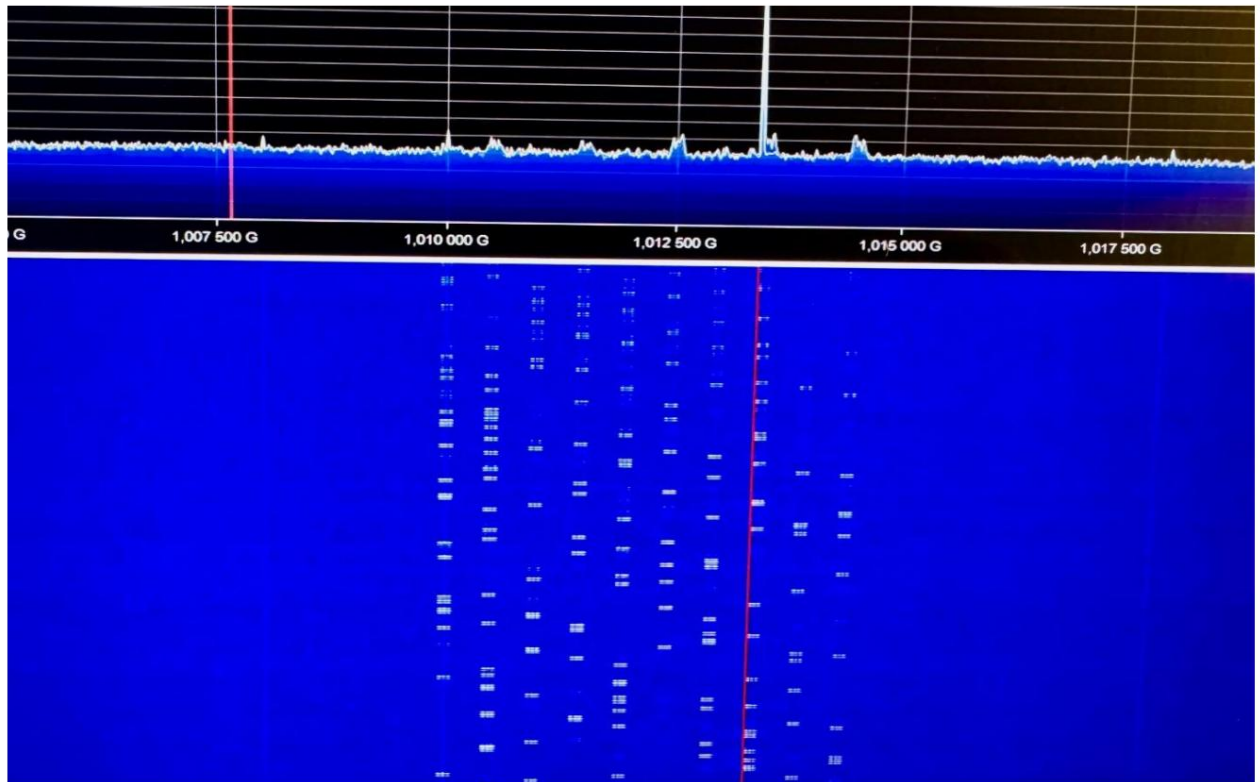
La lanceta no vuela durante más de 40 minutos (si vuela más, definitivamente es Zala)

Si observa un nivel de señal estable, significa que Zala está girando en una posición. La lanceta se desplaza en línea recta hacia usted o hacia un lado, y su señal suele subir o bajar linealmente.



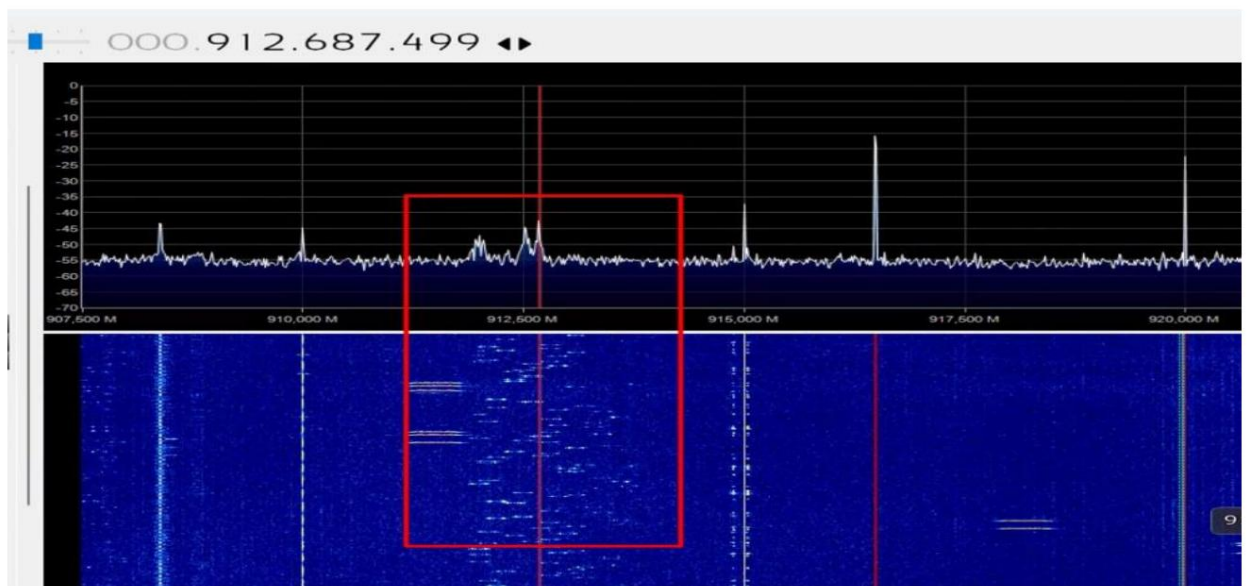
Super cámara

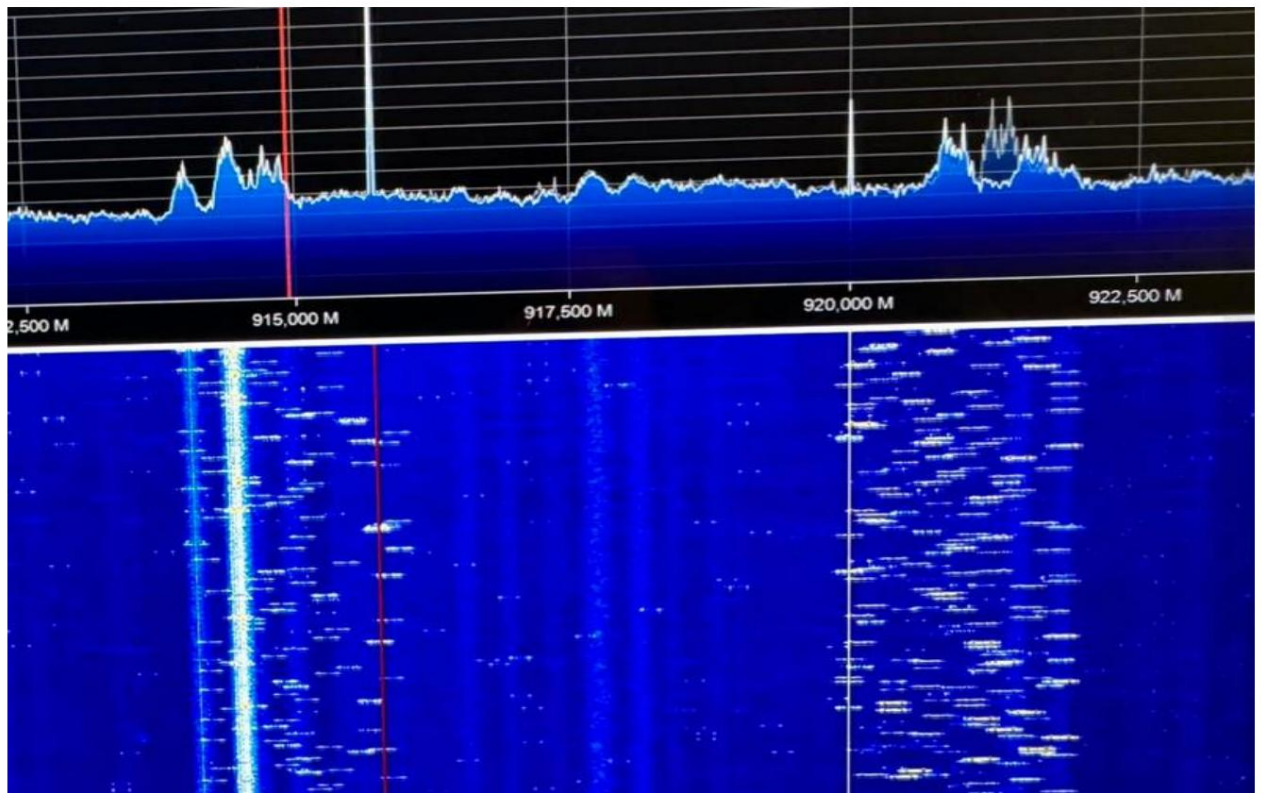
La señal se presenta como 10 barras verticales de trazos con un ancho total de 5 MHz. Cada barra tiene un ancho de 150 kHz. La señal se puede observar en el rango de 856 a 1020 MHz.



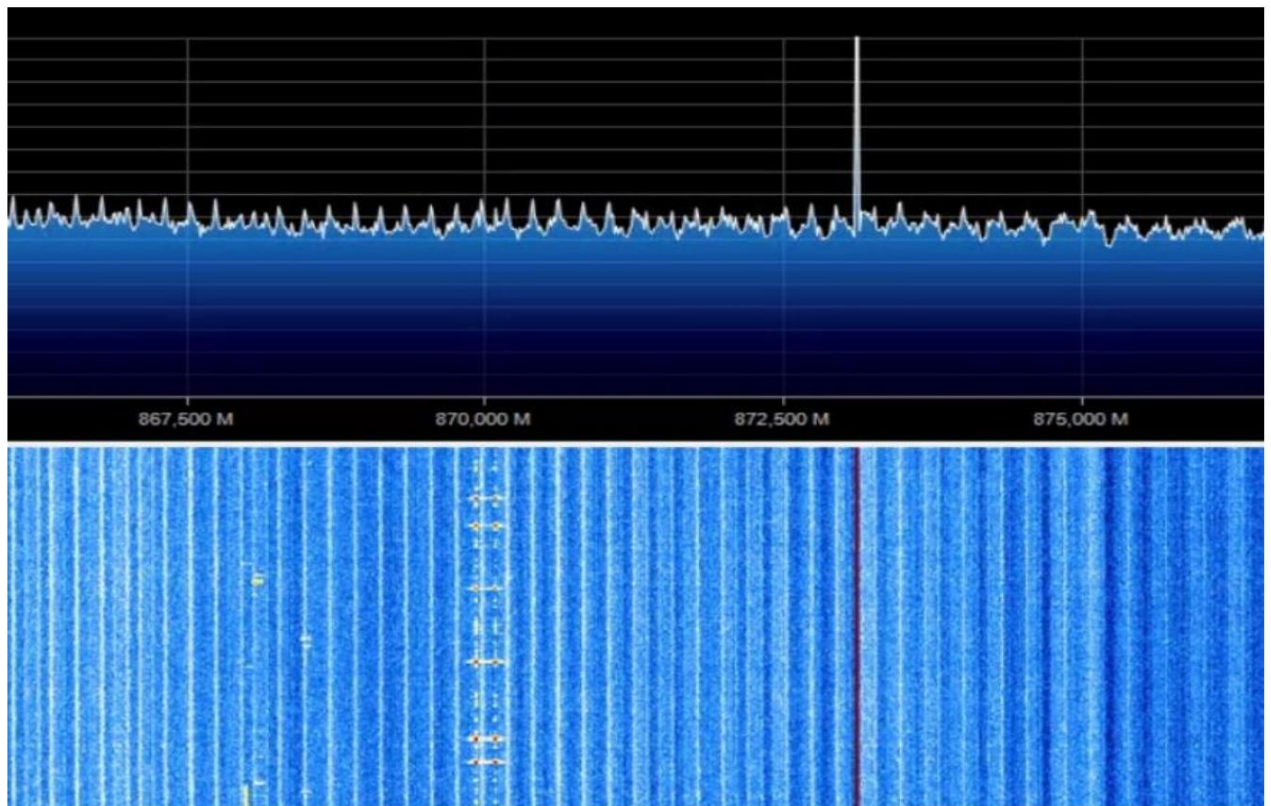
Águila marina

Las versiones antiguas operan en el rango de 902-928 MHz, mientras que las nuevas se encuentran en el rango de 960-1020 MHz. Orlan transmite una señal PPRF con un ancho de 2 o 4 MHz. La señal de PPRC ORLAN se presenta como un conjunto caótico de líneas horizontales.





Si el EW funciona en las frecuencias del UAV, se verá así en el espectrograma.

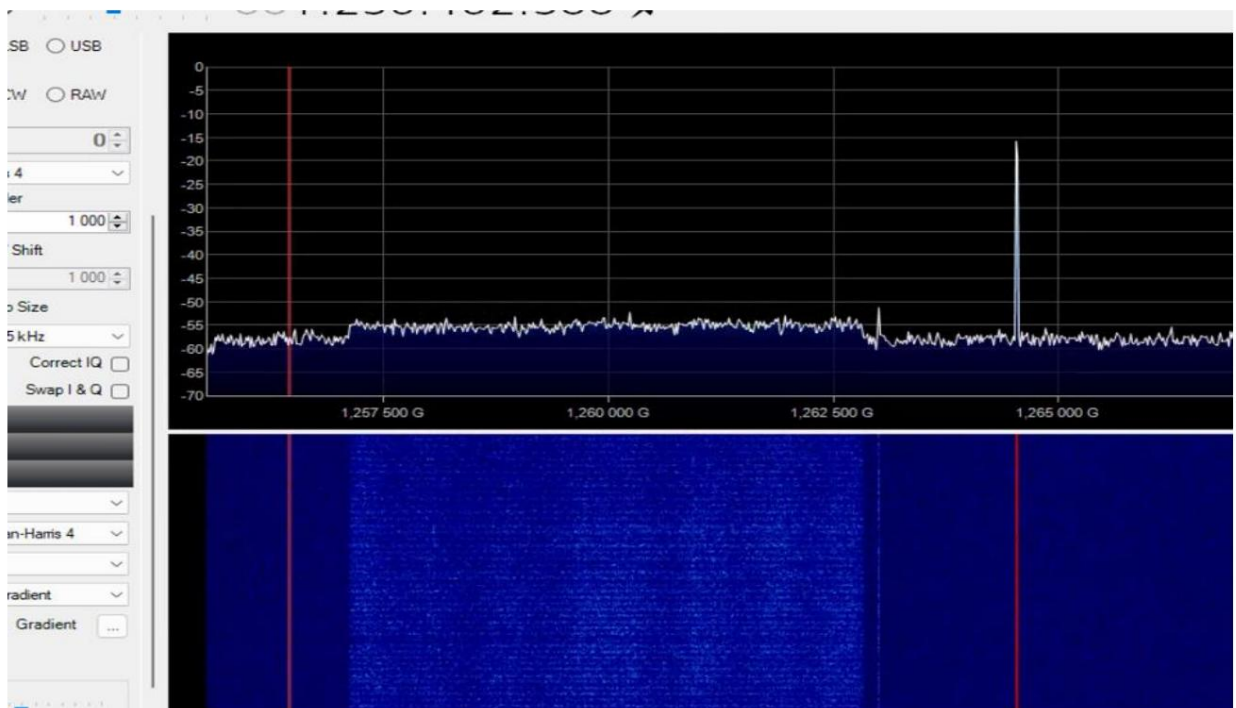
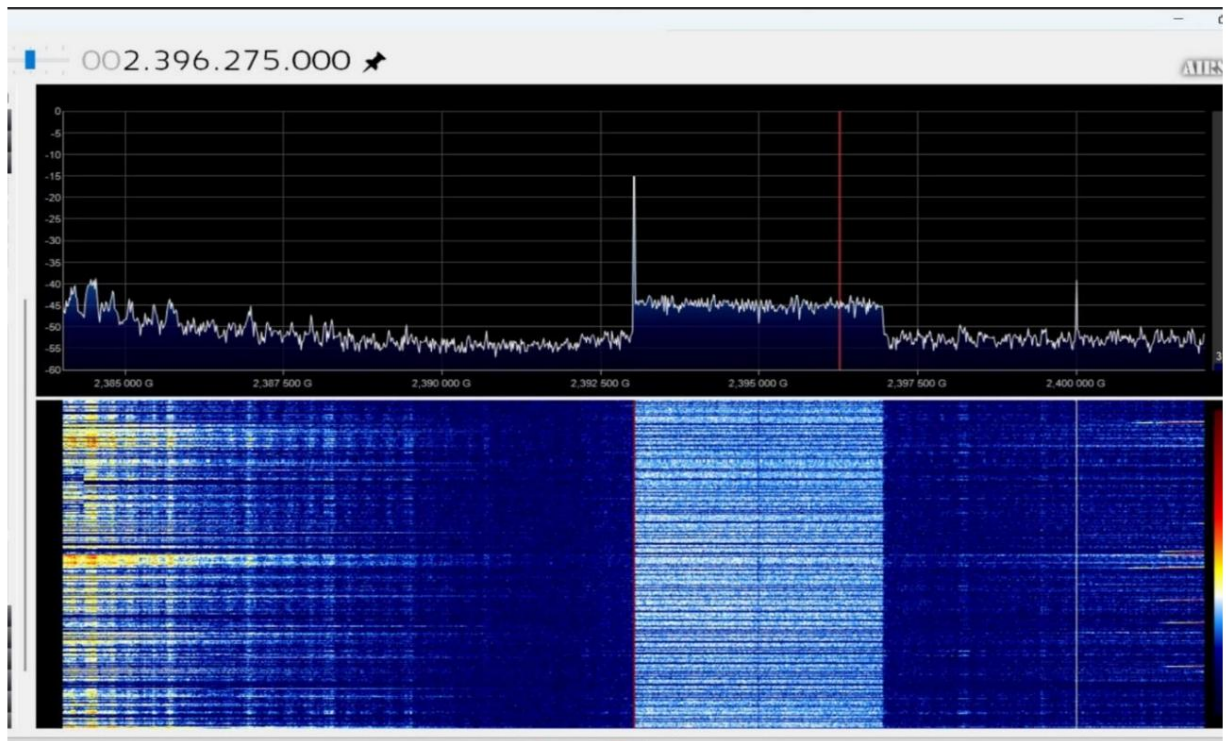


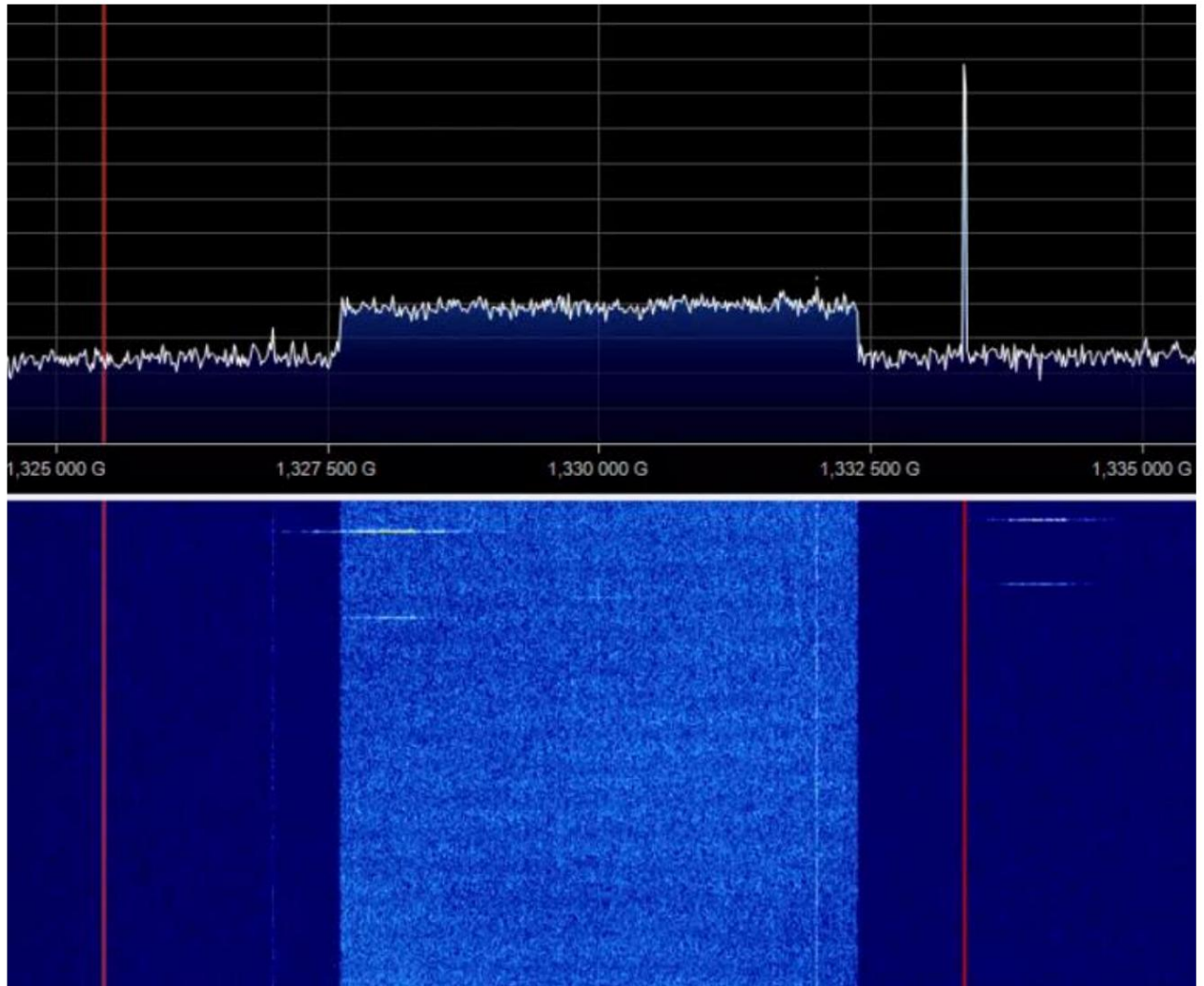
Señales de vídeo

Cualquier UAV de reconocimiento puede transmitir una imagen en tiempo real para realizar reconocimiento o ajustar el fuego.

Toda señal de vídeo tiene una apariencia característica. Esta consiste en una plataforma ancha en el espectrograma y una banda blanca en la cascada. El ancho de línea puede variar de 3 a 10 MHz.

Si la señal de vídeo del FPV es analógica y abierta, los UAV alados cifran el canal de transmisión de vídeo.





Los diseñadores de UAV pueden cambiar los módulos de transmisión de video y las frecuencias también cambiarán, pero para la "base" daré información sobre los canales de video.

Zala 2,2-2,6 GHz

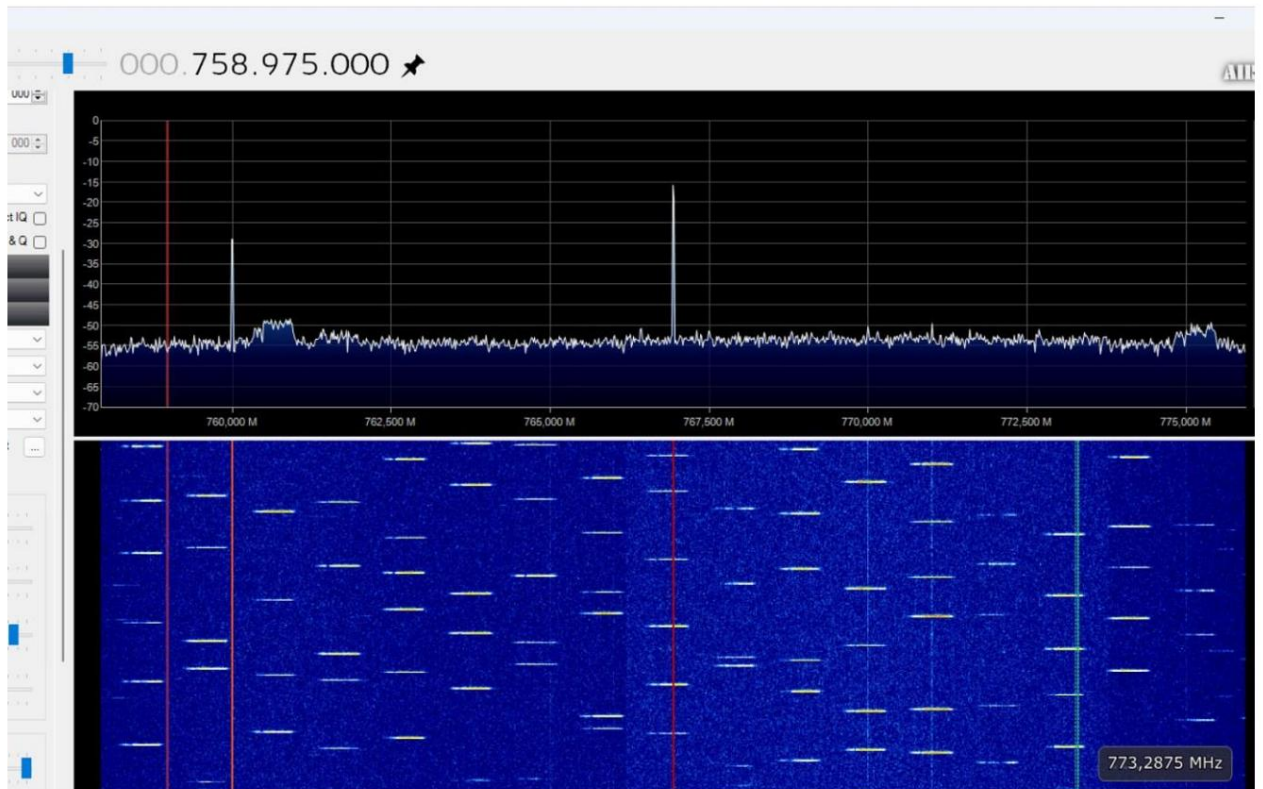
Supercámara de 1,3 GHz

Alerón 1,2 GHz

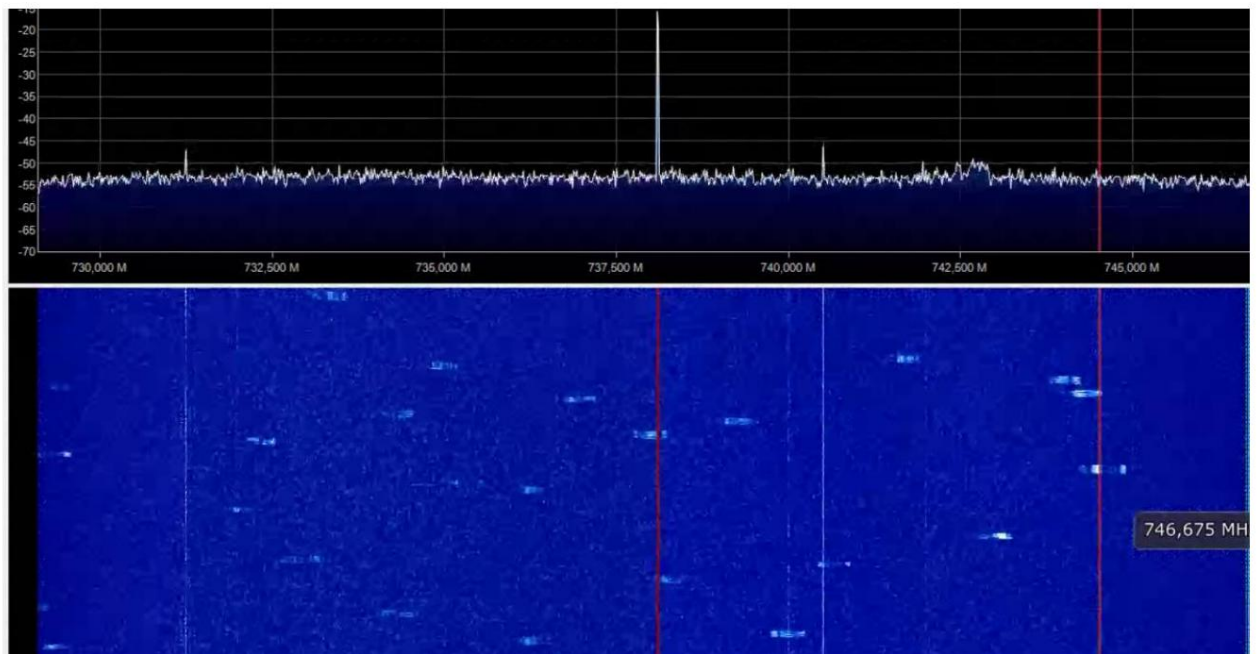
Orlan 2,2-2,5 GHz

FPV

Casi todos los pilotos de drones FPV desactivan la telemetría, por lo que el dron vuela sin emitir nada más que video. Para una comprensión general, la señal se ve así: PPRF, que se extiende mucho más allá de los UAVs alados en la banda de 30-40 MHz y se puede encontrar en el rango de 700-1020 MHz.



Así es como se ve la señal FPV a 720-760 MHz (probablemente el módulo Hermes)

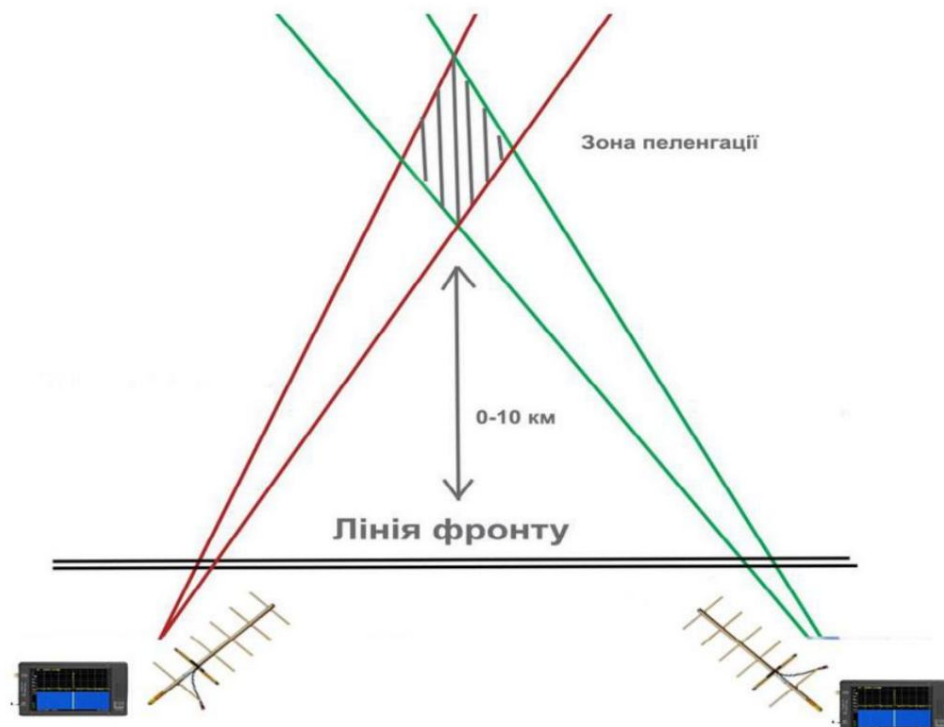


4. Radiogoniometría de fuentes de señales

La radiogoniometría de una fuente de interferencia o señal se puede realizar mediante el método clásico de triangulación. Para ello, ajuste el SDR al rango deseado y, girando la antena direccional en círculo, seleccione la dirección con la señal más intensa. Marque el rumbo (acimut) en el mapa o en Kropiv.

Repita el mismo proceso en otro punto, conduciendo unos kilómetros más allá. La intersección de dos rumbos le dará la ubicación del objeto. También es mejor tomar tres rumbos en lugar de dos para mayor precisión.

Para una orientación precisa, se necesita una antena con un patrón direccional estrecho. Una antena de canal de ondas (Yagi) es ideal para esto. Por supuesto, la precisión de la radiogoniometría será baja (en comparación con los radiogoniómetros Plastun o TCI), pero es suficiente para determinar el área aproximada de la fuente de la señal. La radiogoniometría debe realizarse a una distancia de varios metros de objetos grandes de metal o de hormigón armado.



5. Determinación de la distancia al objetivo

Puede determinar la distancia a la fuente de señal por el nivel de la misma. Esto solo constituye una aproximación de la distancia.

El nivel de la señal se verá afectado por el tipo de antena, la presencia de un cable entre la antena y el dispositivo, la ganancia del amplificador de bajo ruido, la ubicación de recepción y la potencia del transmisor. Por lo tanto, podrá calcular la distancia con el tiempo basándose en su experiencia, pero solo de forma aproximada.

- Cuando la señal es apenas visible en la cascada, el nivel es muy débil y la fuente está lejos.

- Cuando la señal se hizo clara, la distancia al objeto disminuyó.

Cuando la señal en la cascada es amarilla o roja, el nivel es muy fuerte. Al mismo tiempo, los picos de las ráfagas se extienden a toda la pantalla. Esto significa que la fuente está literalmente a un kilómetro de ti.

Estas relaciones de niveles de señal y distancias varían según el propósito. Una cosa para los Maviks, otra para los Orlans. Por lo tanto, solo la experiencia personal te será útil.