



IX Reunión Anual de los Entusistas de las Microondas

# MicroMeet 2025

Radio-Comunicaciones ▪ Experimentación ▪ Técnica ▪ EME ▪ AmateurDSN





# PRESENTE Y FUTURO DE LAS MICROONDAS DE RADIOAFICIONADO

*Daniel Estévez (EA4GPZ)*

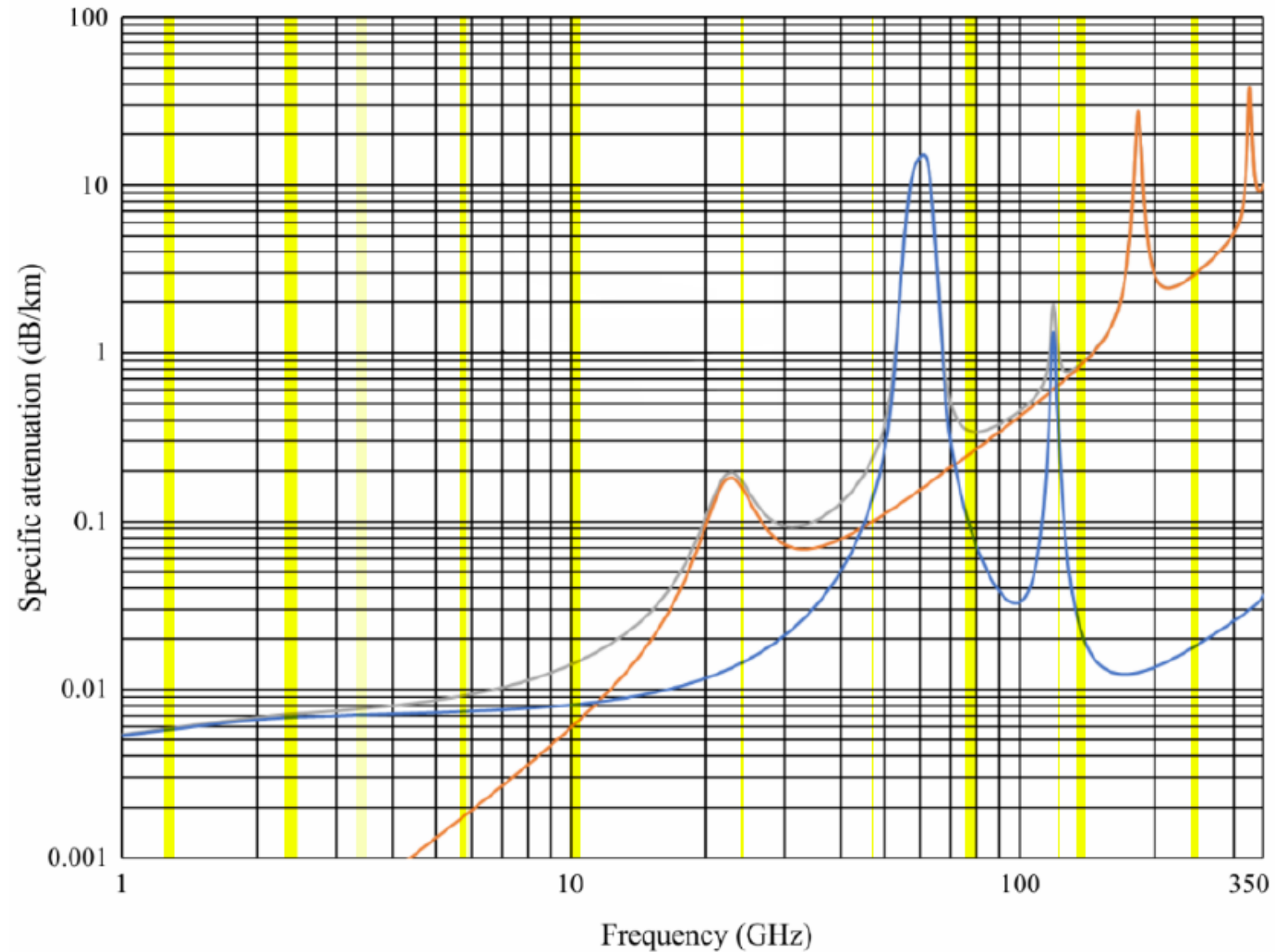
# Presente y futuro de las microondas de radioaficionados

Daniel Estévez EA4GPZ

8 marzo 2025  
Micromet 2025, Guadarrama

FIGURE 10

**Specific attenuation due to atmospheric gases**  
(Pressure = 1 013.25 hPa; Temperature = 15°C; Water Vapour Density = 7.5 g/m<sup>3</sup>)



# Actividades actuales en microondas de radioaficionados

Bandas de aficionados:

- QSOs terrestres
  - Balizas
  - ATV
- EME
- QO-100
- HAMNET y otras redes

# Actividades actuales en microondas de radioaficionados

## Bandas de aficionados:

- QSOs terrestres
  - Balizas
  - ATV
- EME
- QO-100
- HAMNET y otras redes

## Otras bandas:

- ADS-B
- Tracking satélites comerciales (e.j. meteorológicos)
- DSN amateur
- Radioastronomía amateur
- Comunicaciones ópticas
- Experimentos en THz

# Tendencias en industria

- Bandas mmWave ( $\sim 24 - 300$  GHz)
  - 5G FR2 (24.25 - 71 GHz)
  - Banda V (60 GHz) sin licencia (WiFi mmWave)
  - Bandas K (25.5 - 27 GHz) y Ka (31.8 - 32.3 GHz) en exploración espacial
  - Radares autom3viles (24 - 24.5 GHz, 76 - 81 GHz)
- Mayor integraci3n (circuitos integrados que realizan todas las funciones RF)
- Mayor ancho de banda: ADCs/DACs Gsps

# Tendencias en industria

- Bandas mmWave ( $\sim 24 - 300$  GHz)
  - 5G FR2 (24.25 - 71 GHz)
  - Banda V (60 GHz) sin licencia (WiFi mmWave)
  - Bandas K (25.5 - 27 GHz) y Ka (31.8 - 32.3 GHz) en exploración espacial
  - Radares automóviles (24 - 24.5 GHz, 76 - 81 GHz)
- Mayor integración (circuitos integrados que realizan todas las funciones RF)
- Mayor ancho de banda: ADCs/DACs Gsps

## Consecuencias:

- Circuitos integrados de bajo coste para aplicaciones de consumo:
  - Propósito específico  $\Rightarrow$  frecuencias incorrectas
  - Flexibles  $\Rightarrow$  romper barrera 6 GHz
- Uso de bandas no licenciadas por radioaficionados. Ejemplos:
  - Links HAMNET en 60 GHz
  - LoRa en 868 MHz



# Algunas actividades interesantes que podrían popularizarse

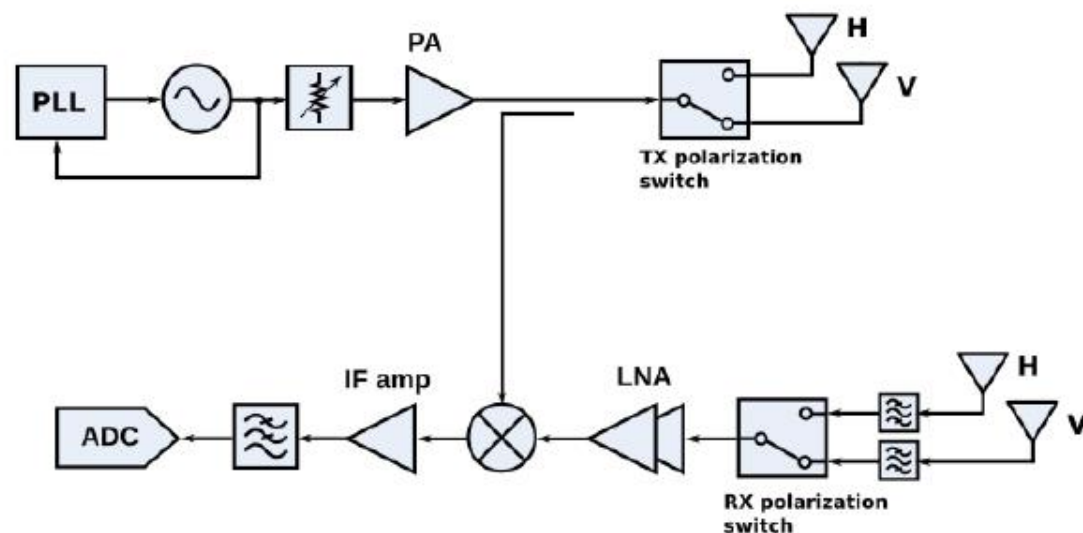
- Propósito: dar ideas de qué más cosas pueden hacerse además de las actividades tradicionales
- Lista incompleta y subjetiva
- Algunas ideas requieren software complejo. Gracias al open source, esto puede ser más fácil en el futuro.
  - Ejemplo: DVB-S2 en QO-100

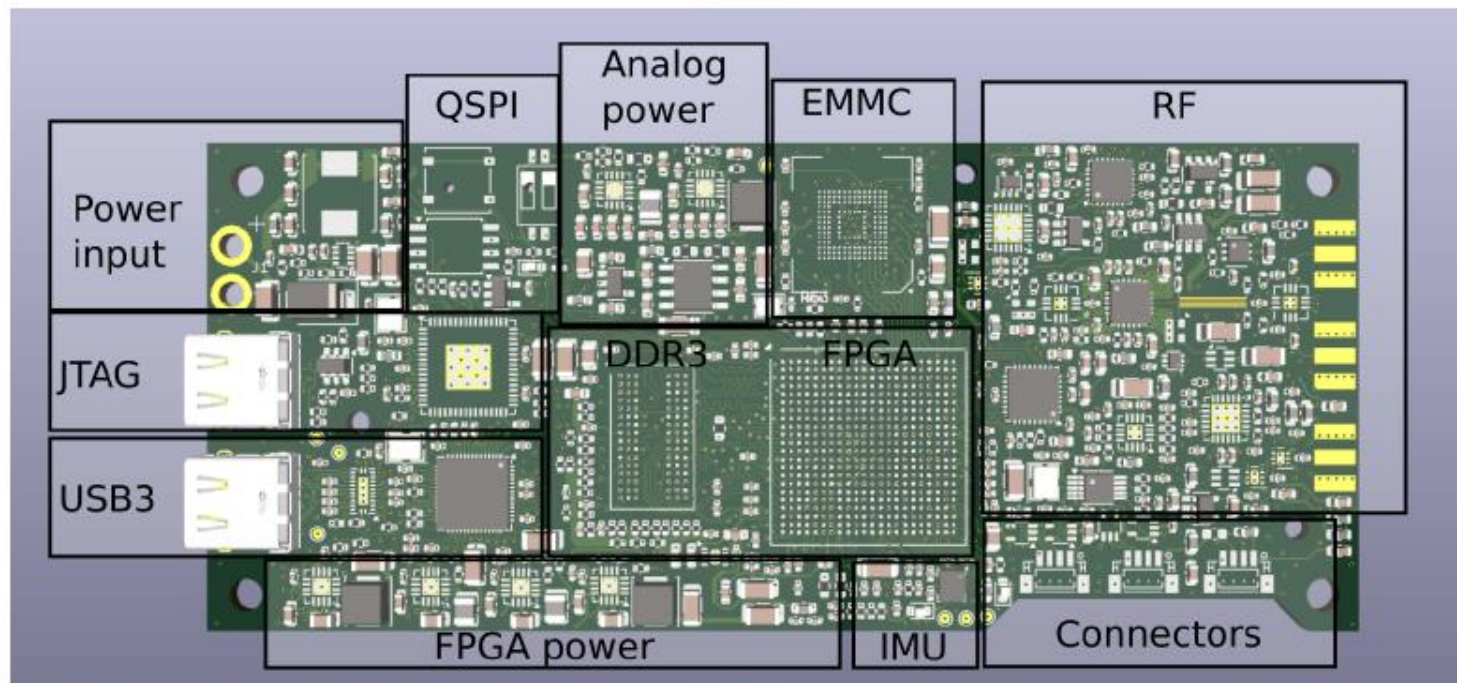
# Radar

Henrik Forstén. Radar de apertura sintética en 6 GHz para dron por Henrik Forstén

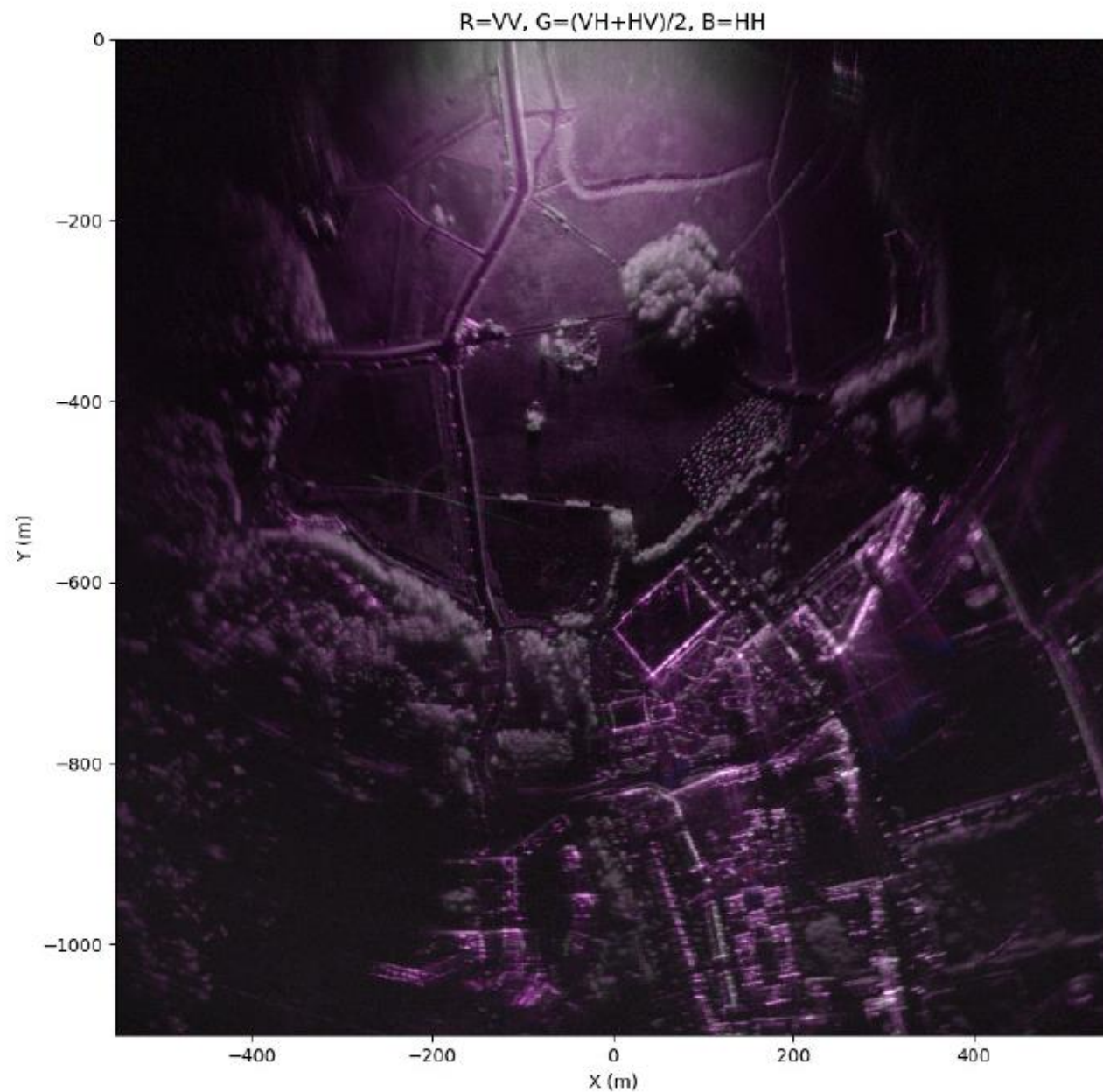
<https://hforsten.com/>

[homemade-polarimetric-synthetic-aperture-radar-drone.html](https://hforsten.com/homemade-polarimetric-synthetic-aperture-radar-drone.html)





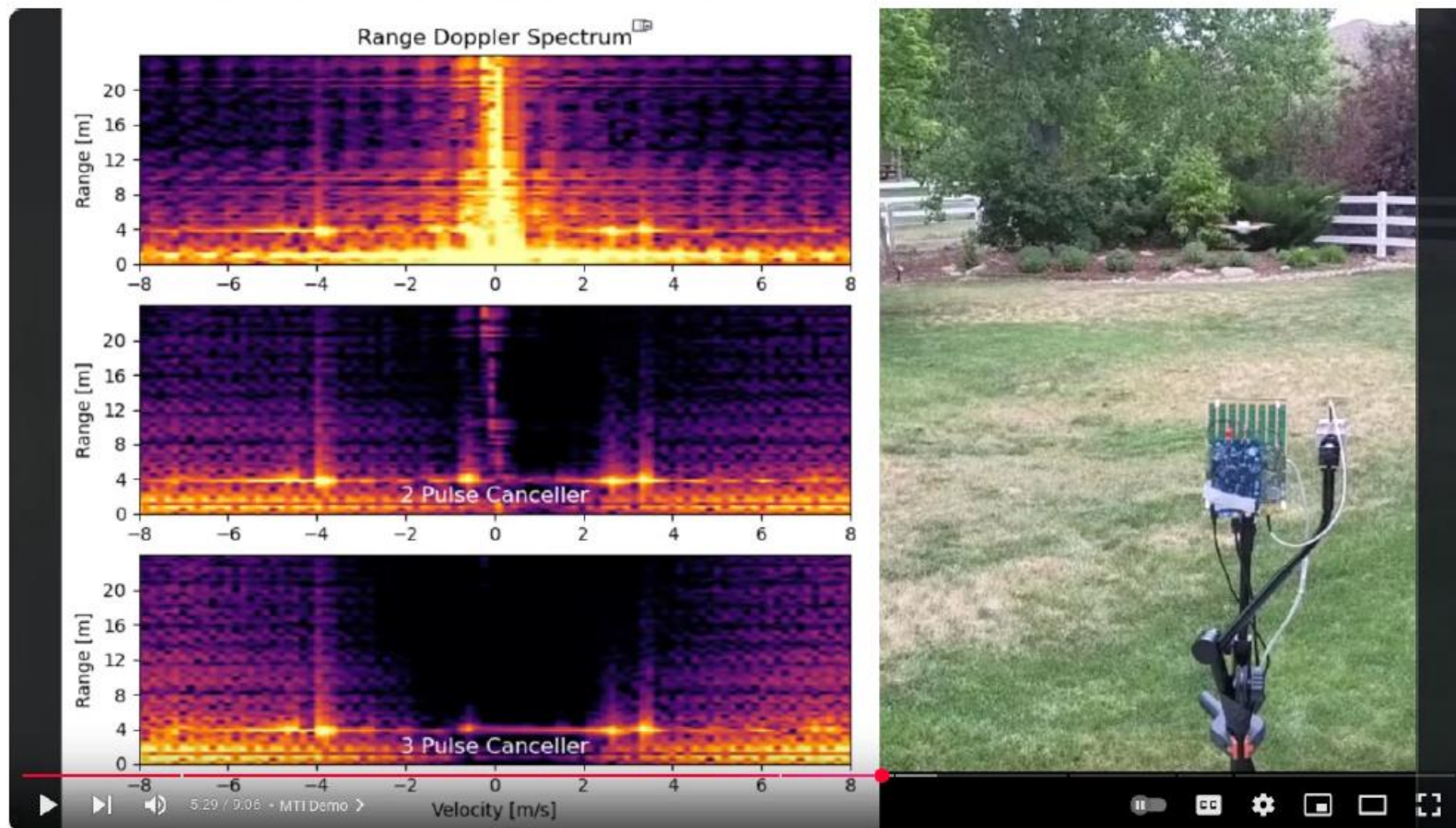






# Jon Kraft. Radar en 10 GHz para detectar drones

<https://www.youtube.com/@jonkraft>



## Drone Tracking Radar: Part 7 Longer Range and MTI Processing



Jon Kraft

52.1K subscribers



Subscribed



1.1K



Share



Clip



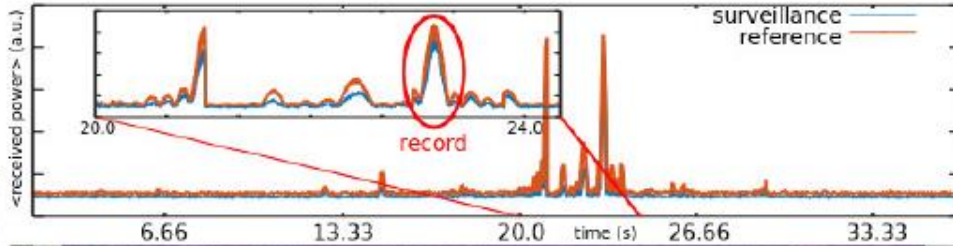
Save



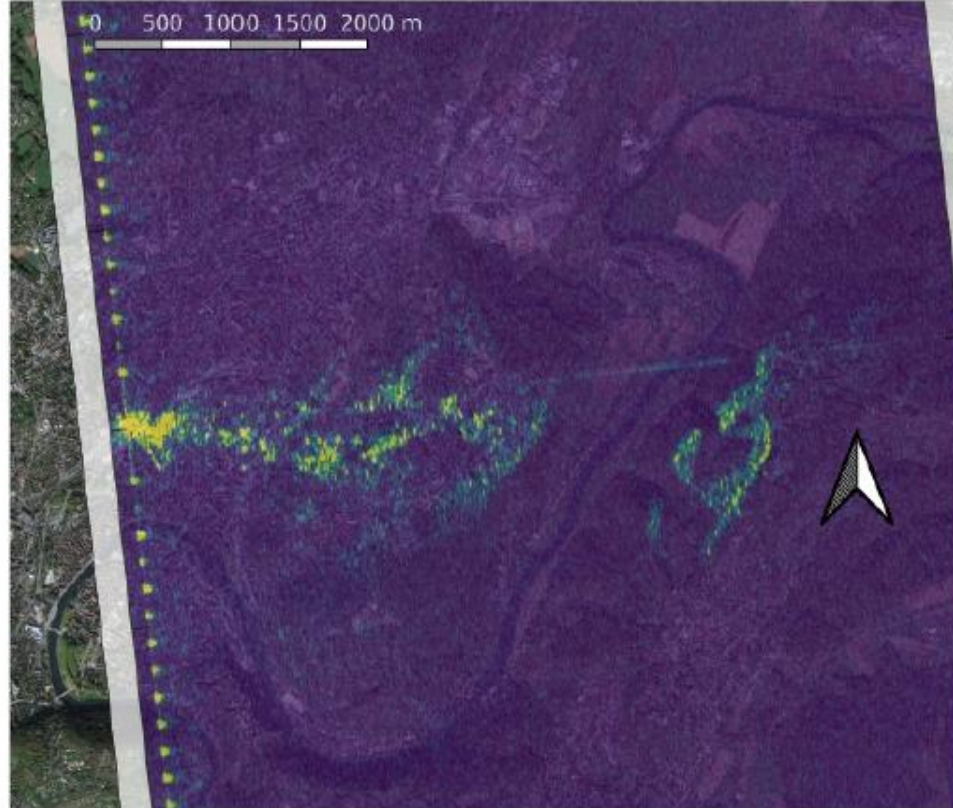


## Passive bi-static measurement using Sentinel1 spaceborne RADAR as non-cooperative source

reference  
antenna



surveillance  
antenna



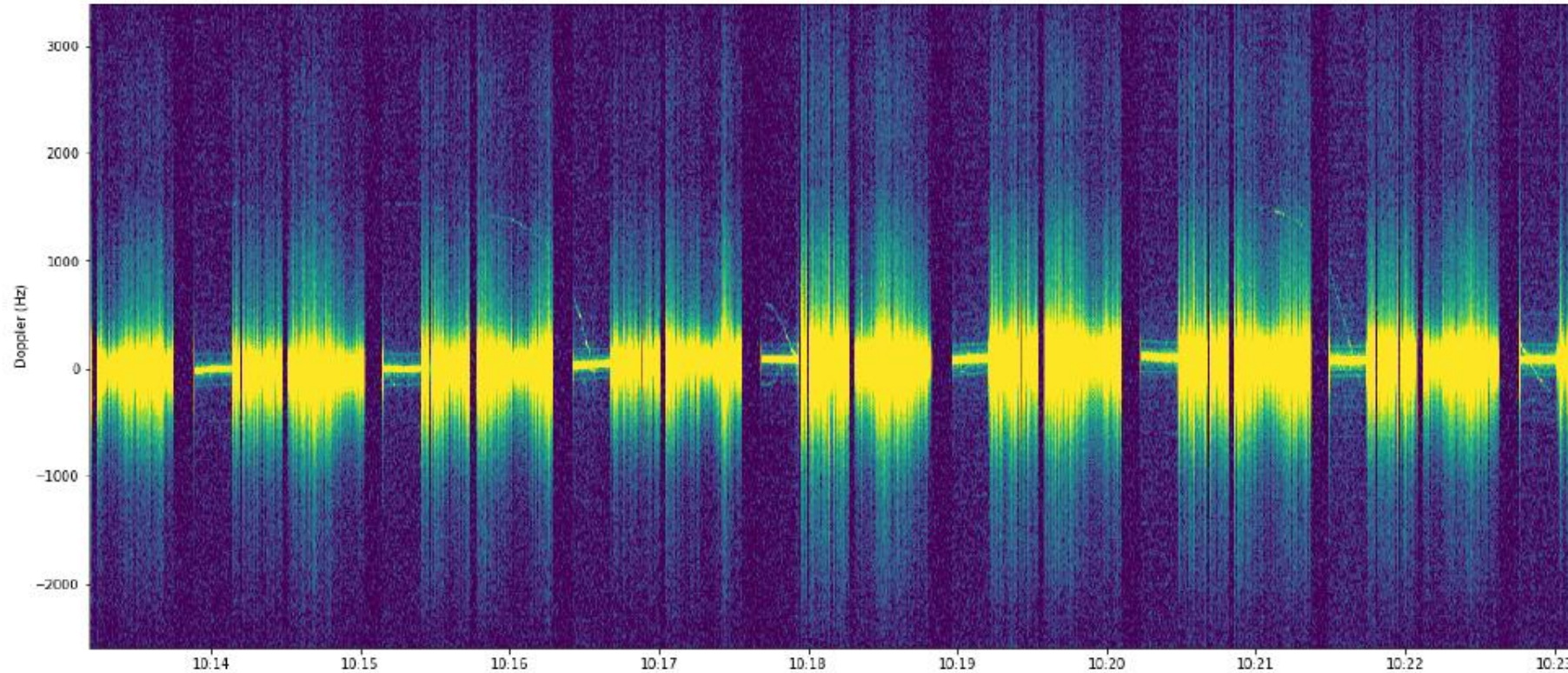
- ▶ 0.5-second usable record (30 MS/s × 2 channels)
- ▶ Understanding level0 allows splitting datastream according to Pulse Repetition Interval
- ▶ Range compression by correlation of reference and surveillance channels
- ▶ Range axis determined by illumination geometry:
$$dr = c \times dt / (1 + \cos\vartheta)$$
- ▶ Azimuth compression by inverse Fourier transform

See A. Anghel & al., *Bistatic SAR imaging with Sentinel-1 operating in TOPSAR mode*, 2017 IEEE Radar Conference

10 / 16



# Baliza 2.3 GHz Andrés EB4FJV. Reflexiones en aviones.



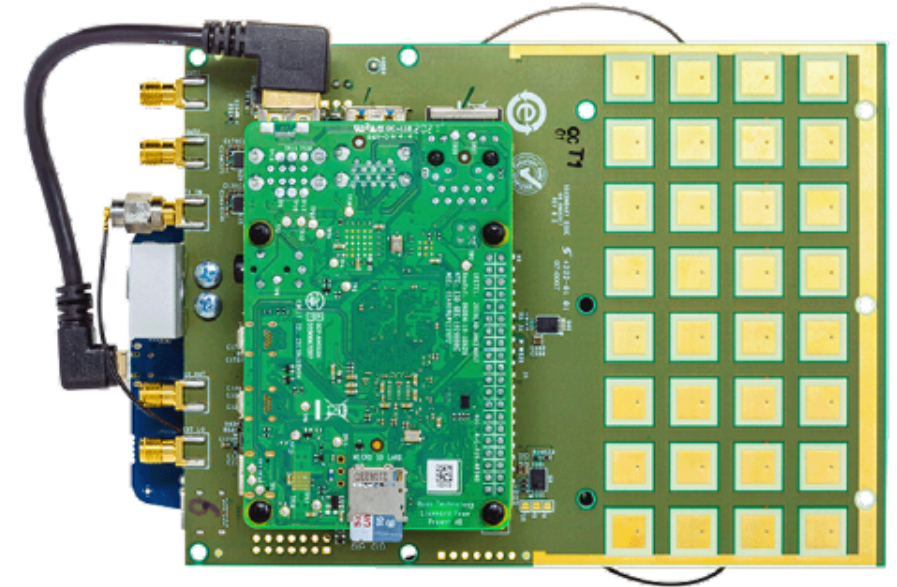
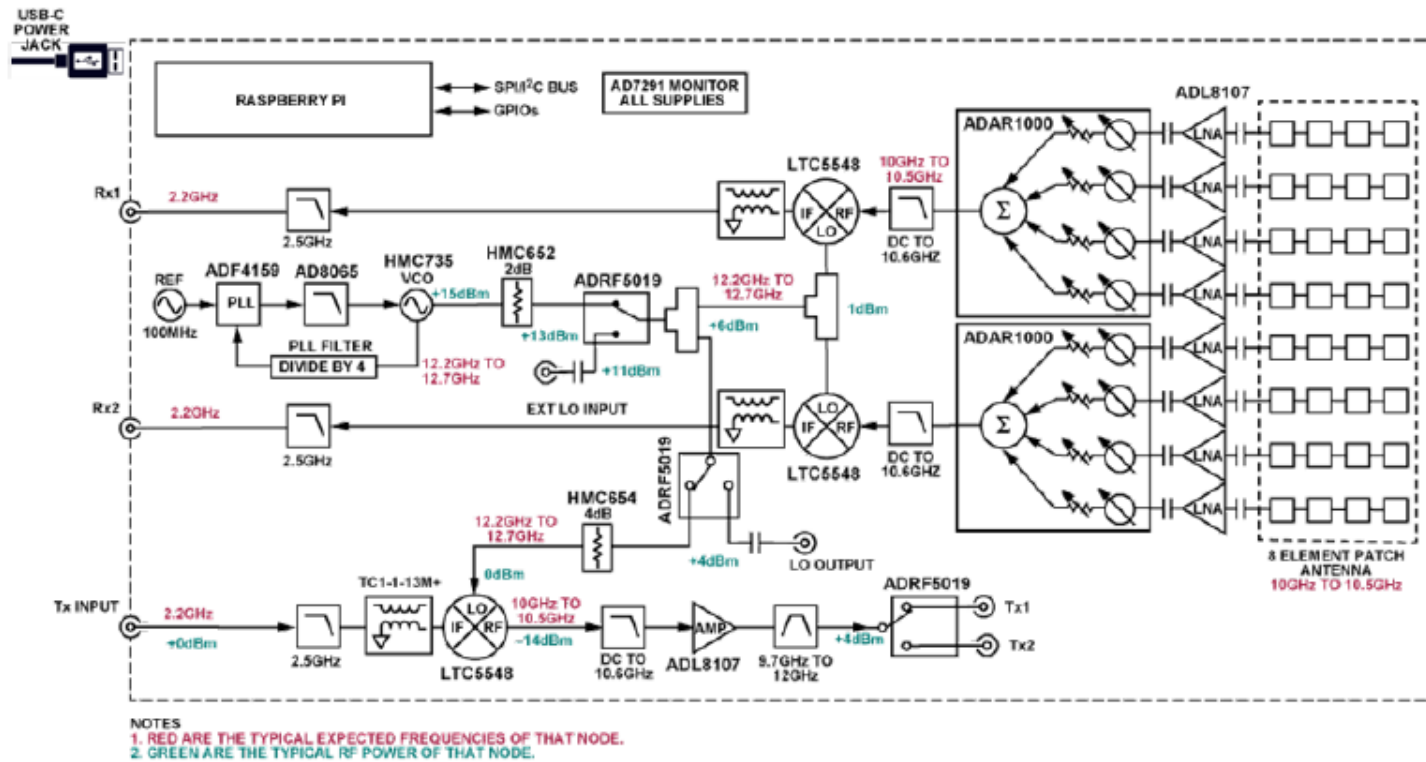
# Arrays de antenas

Univ. Stuttgart. ESPARGOS: array de ESP32. <https://espargos.net/>





# ADALM-PHASER. <https://www.analog.com/en/resources/reference-designs/circuits-from-the-lab/cn0566.html>



Interés en LTE y 5G por parte de HAMNET (Jann DG8NGN en FOSDEM25):

## HAMNET – Future Evolvement?

Improving the HAMNET Backbone:

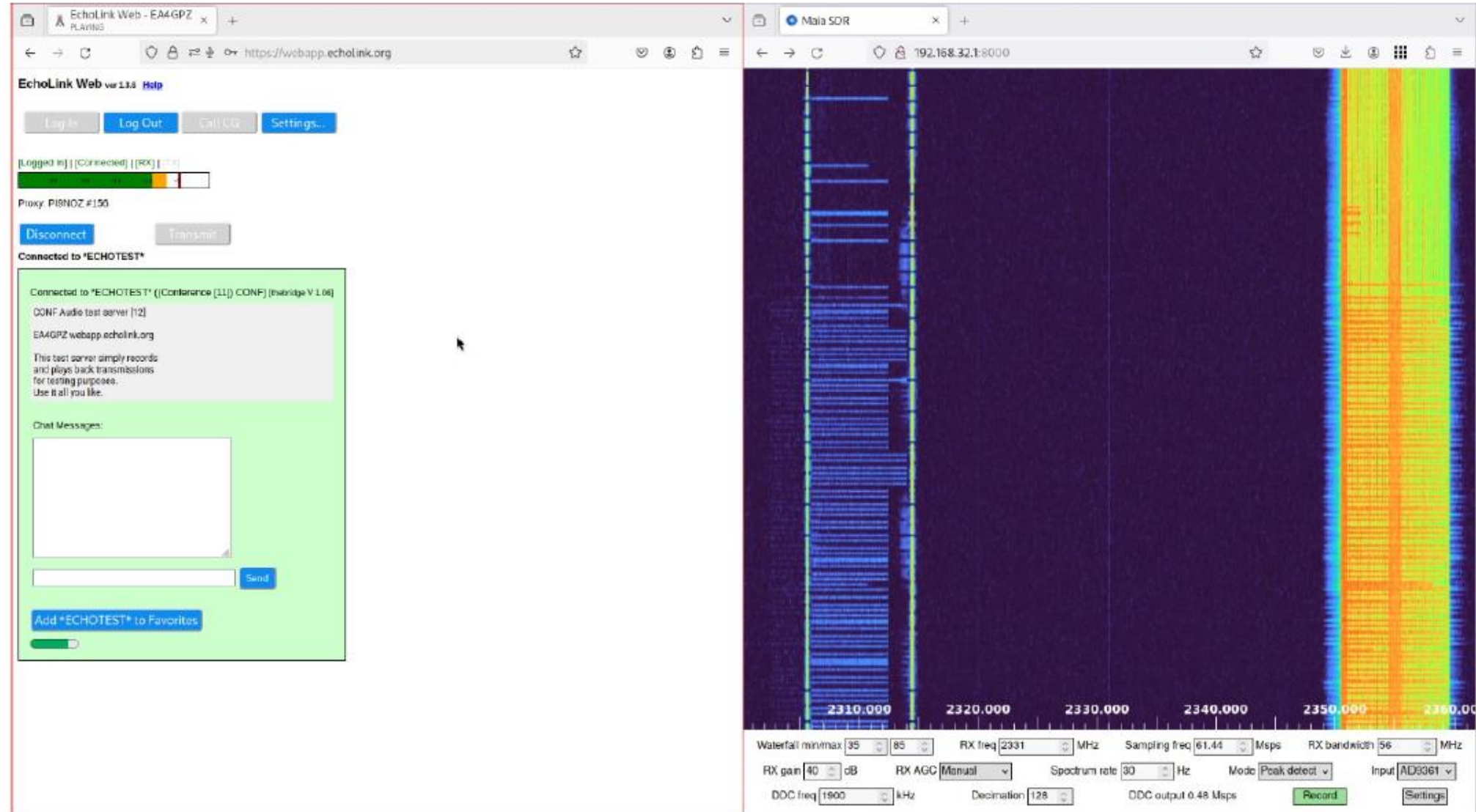
### **10 GHz**

- Plenty of spectrum (500 MHz) available (we run 2 links on 10 GHz)
- Expensive gear available (2k€++, one end!)
- Transverters for Standard Wifi Gear to make it affordable?
- Spectrum: “Use it or loose it”?

Other stuff to explore:

- THz Laser-Links? Laser = Speed; Fallback = existing 5 GHz infrastructure
- Playing with LTE B40 (TDD) on 13cm: Looking for Ericsson B40T gear...
- Playing with 5G SA n40 (TDD): <https://docs.srsran.com/projects/project/en/latest/tutorials/source/cotsUE/source/index.html>
- Playing with OpenWifi on 70cm/23cm: <https://github.com/open-sdr/openwifi>

LTE y 5G son muy complejos, pero hay software open source (<https://www.srslte.com/>). Ejemplo práctico (a modo de broma). Hotspot Echolink en 2.3 GHz (banda B30).



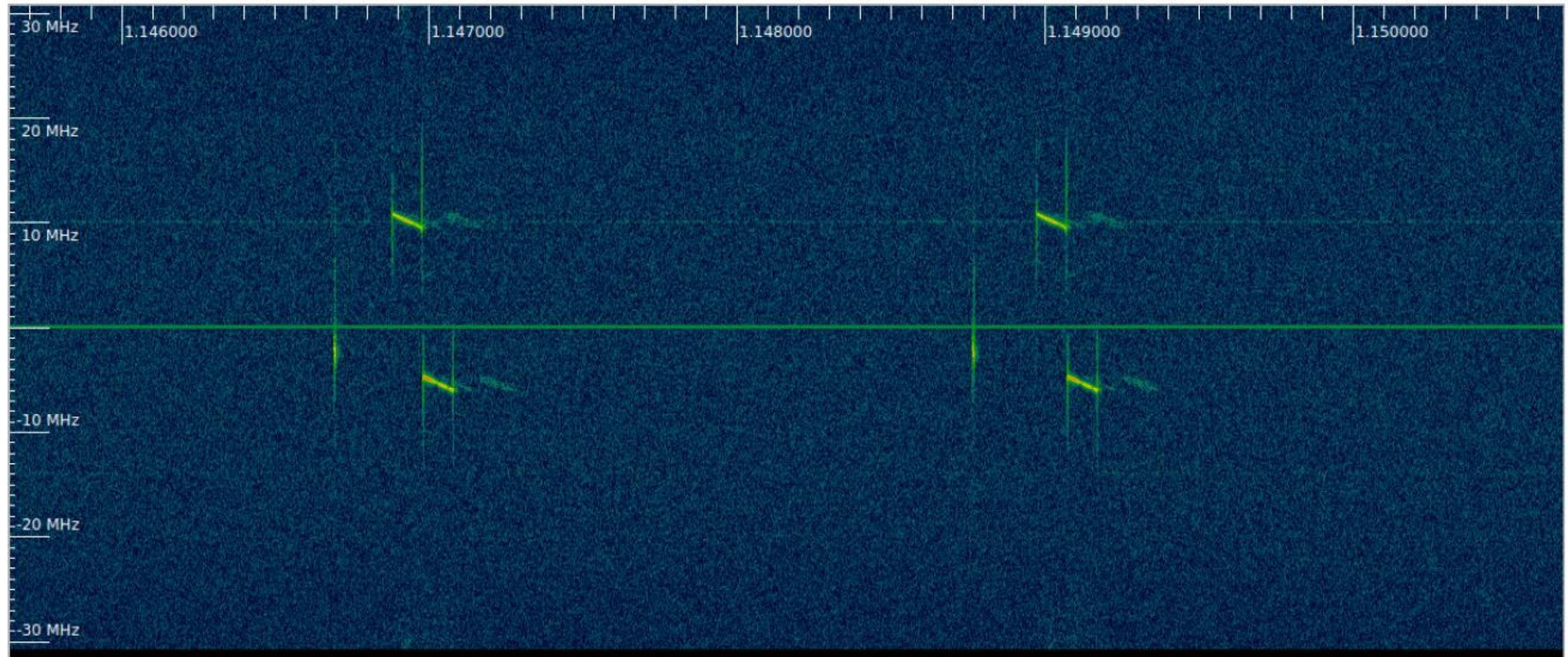


# Recepción de señales de otros servicios

- Antecedentes:
  - SWL
  - Wardriving
  - Recepción de balizas de radioaficionados
- Explorar el espectro electromagnético

# Radares

## Radar 1.31 GHz Madrid Barajas





<https://www.transportes.gob.es/organos-colegiados/ciaiac/publicaciones/informes-relevantes>

A-042/1983. Informe Técnico del Accidente Sufrido por la Aeronave Boeing 747-283B, Matrícula HK-2910, a 12 KM. del Aeropuerto de Madrid-Barajas el día 27 de Noviembre de 1983.

Sección 1.8 Ayudas a la navegación.

Emplazamiento SELENIA

Radar Primario ATCR 44

Frecuencia TX Canal A: 13300 MHz. Canal B: 1280 MHz

Potencia de Pico 500 KW.

Alcance 80 N.M.

LEONARDO ELECTRONICS

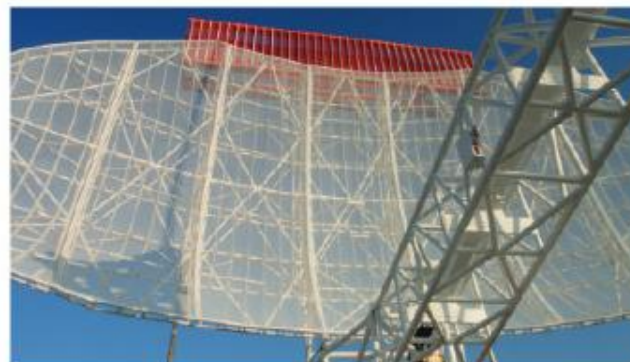
# ATCR-44S/ENH

L-band Solid State  
Primary Surveillance  
Radar



## ARCHITECTURE

- Fully solid state and fail-soft modular transmitter with separate Power Supply and Driver amplifier for each Power Chain
- Redundant receiver channels
- Duplicated Radar Processor with digital A-MTD Signal Processor
- Extractor/Controller for Target and Weather detection
- Data Transmission on redundant LAN



## TECHNICAL FEATURES

- Frequency band From 1250 to 1350 MHz
- Instrumented Range From 100 NM up to 250 NM
- Antenna rotation rate From 5 to 7.5 RPM
- Transmitter Architecture Solid State (with fail soft capability) including 16 power chains and radial power combiner
- Output Power > 30 KW
- Transmitted Waveforms Short/Long pulses  
16  $\mu$ s / 150  $\mu$ s for En-Route  
1.2  $\mu$ s / 100  $\mu$ s for Extended TMA
- Compressed Pulse length 1.2  $\mu$ s
- Frequency Management Burst-to-burst frequency diversity with capability of on-line frequency selection
- Cooling Air cooling
- Signal Processor Adaptive Moving Target Detector (A-MTD) with 4 to 10 configurable FIR filters, according to radar timing
- Conversion Type A/D conversion at IF (30 MHz) level
- Processor Platform COTS architecture based on DSP processors and standard interfaces  
C language algorithms running on LINUX OS  
Extended extraction processing capability (>1000 plots)
- Detection Logic Automatic selection of fixed and adaptive

# Radar de automóvil. Ejemplo:

## RF Modules

Description	Frequency Band	Power Level	Antenna Location
Security Controller	2400 – 2483.5 MHz	10 mW	PCB Antenna, in A Pillar
Fascia Endpoint	6000 – 8500 MHz	10 mW	Chip Antenna, behind front and rear fascia
Fascia Endpoint	2400 – 2483.5 MHz	10 mW	PCB Antenna, behind front and rear fascia
B-Pillar Endpoint	6000 – 8500 MHz	10 mW	Chip Antenna, behind the B-pillar glass
B-Pillar Endpoint	2400 – 2483.5 MHz	10 mW	PCB Antenna, behind the B-pillar glass
B-Pillar Endpoint	13.56 MHz	n/a(magnetic field)	PCB Antenna, behind the B-pillar glass
Radar	76000-77000 MHz	4 W	Behind front fascia
Key Fob	2400 – 2483.5 MHz	10 mW	Built in the key PCB
Key Fob	6000 – 8500 MHz	10 mW	Built in the key PCB
Wireless Charger	13.56 MHz 127.72 kHz	n/a (magnetic field)	PCB Antenna, in center console
Wireless Charger	2400 – 2483.5 MHz	10 mW	PCB Antenna, in center console
In cabin radar	60000 – 64000 MHz	20 mW	PCB Antenna, close to rear view mirror



HEKLEO-2SXR está equipado con un sistema de autodiagnóstico que permanentemente escanea el sistema.

## APLICACIONES

- Faros y balizas de elevada importancia para la navegación costera
- Boyas de recalada
- Boyas o balizas críticas en la entrada de puertos
- Estructuras marítimas en alta mar



## CONSTRUCCIÓN

Cuerpo	Polietileno con inhibidor UV, con dimensiones de 28 cm, altura 74 cm máximo
Peso	8,2 kg

## ANTENAS

Polarización	Horizontal y vertical en banda S Horizontal en banda X
Diagrama horizontal (pan)	+/- 2 dB en X y S sobre 360º
Diagrama vertical (tilt)	+/- 3 dB en X y S sobre 15º

## AMBIENTE & CALIDAD

Certificados	ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, Miembro Industrial IALA
Temperatura	Operación: -40°C hasta +70°C

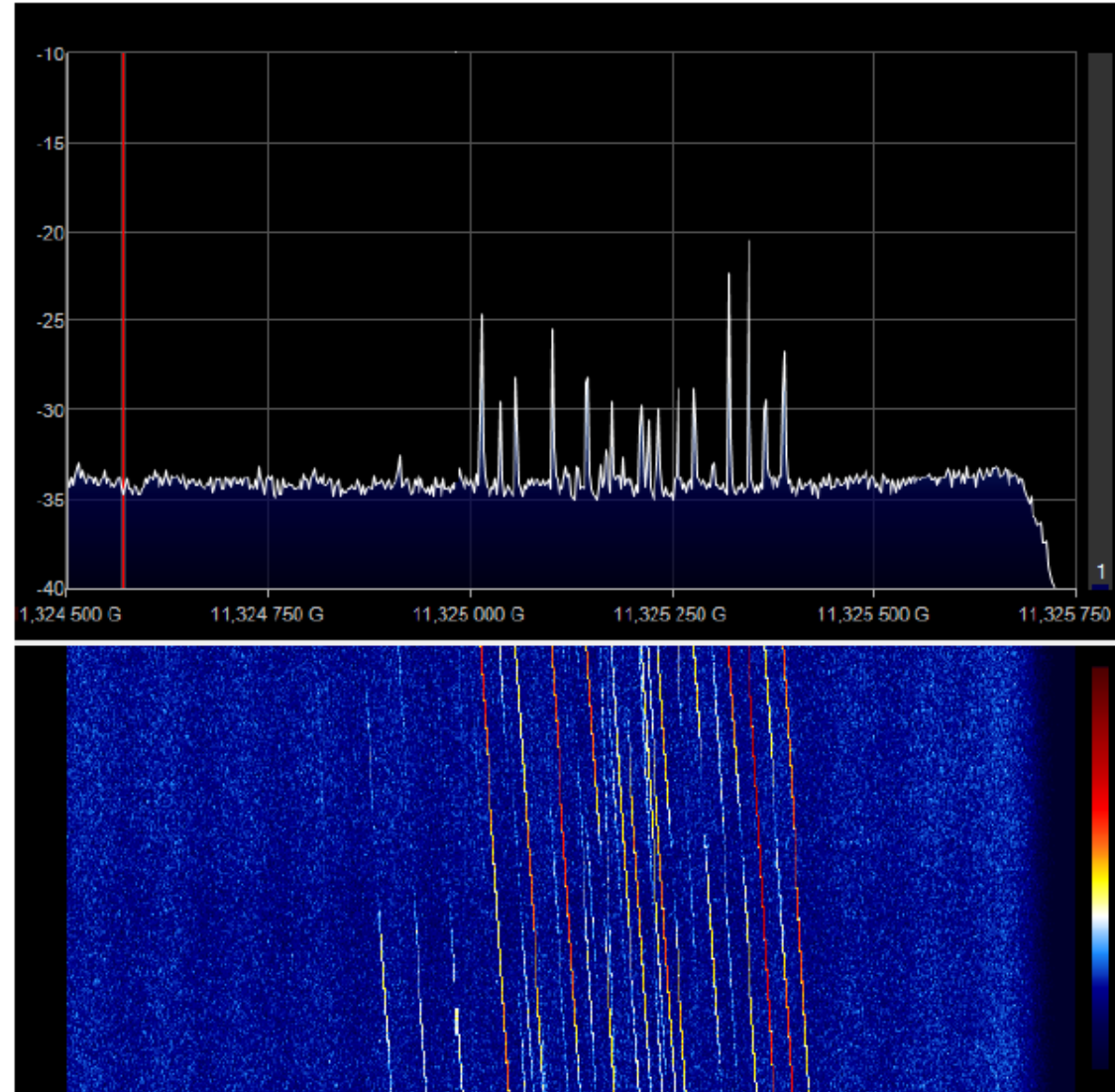
## PRESTACIONES

Frecuencia	Banda X (9300-9500 MHz) Banda S (2900-3100 MHz)
Ciclo de trabajo	Programable de 0 a 60 segundos
Entradas	Inhibidor radares locales
Salidas	Fallo banda X, fallo banda S, fallo alimentación
Configuración	Puerto RS 232
Ancho pulso detectado	50 a 2000 ns
Sensibilidad recibida	-50 dBm
Retraso respuesta	<700 ns
Energía emitida	X Band 1W S Band 1W
Tensión nominal	12V/24V
Voltaje	9-36V



# Satélites Starlink en 11 GHz

<https://sgcderek.github.io/blog/starlink-beacons.html>

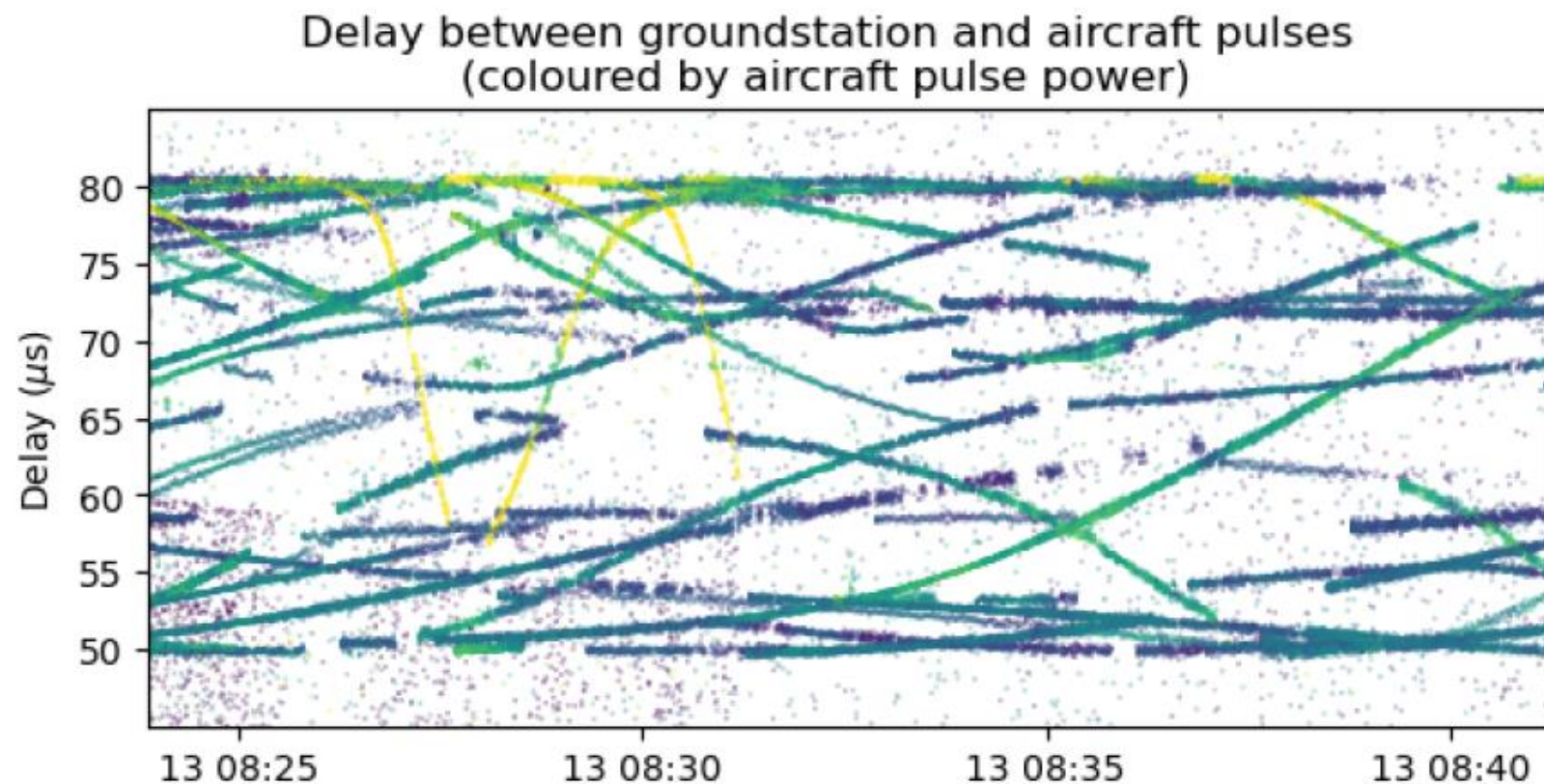




# Radios de microondas en aviones

- DME 960 - 1215 MHz
- Radar secundario y ADS-B. 1030 y 1090 MHz
- Altímetro radar 4.2 - 4.4 GHz
- Radar meteorológico 9.3 - 9.5 GHz y 15.5 - 15.7 GHz
- Inmarsat 1.5 GHz e Iridium 1.6 GHz
- Internet en banda Ka (e.j. Viasat) 17.7-21.2 GHz y 27.5 - 30 GHz

## Recepción de DME en 1144 y 1207 MHz



# Balizas: estudios de propagación

- Estudiar los efectos de la meteorología en la propagación
- Medida de:
  - Potencia (fácil)
  - Retardo de propagación (requiere sincronización o transponder)
- Proyecto de compartición de datos online (nube, IoT, big data)
- Ejemplo software visualización/monitorización: Grafana
- Antecedentes:
  - `pskreporter.info`, RBN, etc
  - RSGB 2022 Convention - Sprinkles or Mirrors. Chris Deacon G4IFX (esporádica-E en 6 m) <https://www.youtube.com/watch?v=jj7mknSPNV8>