

Sistema de radiocomunicaciones de la misión E3Tratos

H. Navarro-Moya¹, S. Carrillo-Gómez¹, J. Rodríguez-Ferreira¹, D. Forero-Martínez², H. Ortega²

- Grupo de Investigación en Control, Electrónica, Modelado y Simulación. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Universidad Industrial de Santander, Carrera 27 Calle 9, (680002) Bucaramanga, Colombia.
 - Grupo Radiogis Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Universidad Industrial de Santander, Carrera 27 Calle 9, (680002) Bucaramanga, Colombia.
- Misión E3Tratos: www.e3tratos.co *Contacto: jgrodri@uis.edu.co

La misión E3Tratos es un proyecto de investigación liderado por la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander (Bucaramanga, Colombia) que busca lanzar el primer globo sonda estratosférico con instrumentación científica desarrollada para estudiar la atmósfera terrestre. Este trabajo muestra los avances y resultados parciales obtenidos en el diseño e implementación del sistema de comunicaciones a bordo del globo sonda el cual se compone de 3 subsistemas: Sistema de georreferenciación del globo, de transmisión de imágenes y de transmisión de la telemetría y variables atmosféricas captadas durante el vuelo. El sistema se complementa con una estación en tierra que recibirá los datos y se apoyará en la red de radioaficionados.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

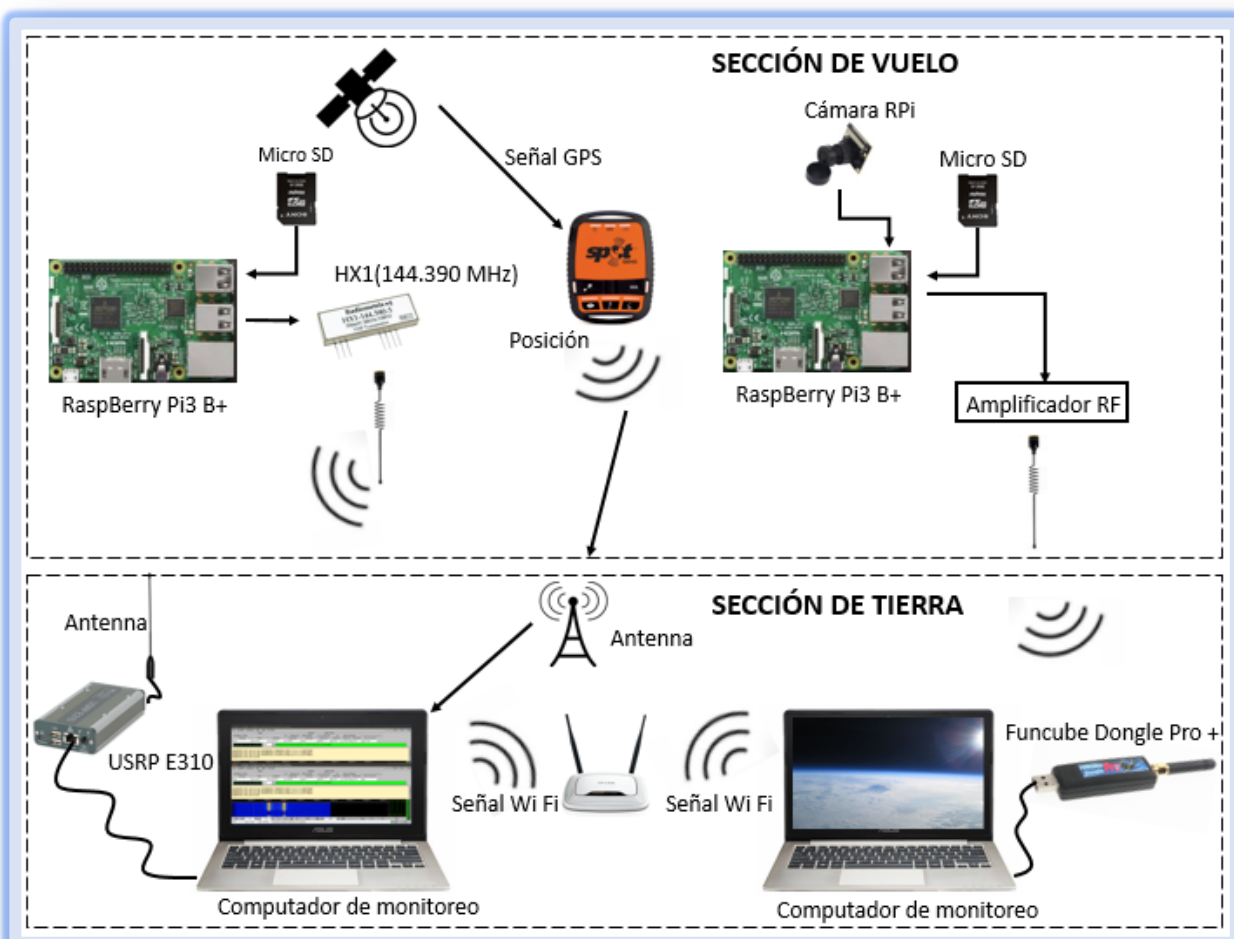


Fig. 1. Diagrama de comunicaciones E3Tratos.

PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES

A) MODELO DE CAPAS PARA Tx Y Rx DE IMÁGENES POR FM Y CODIFICACION SSTV

- Conversión imagen a resolución 320x240 en formato jpg.
- Conversión imagen en formato .ppm sin compresión.
- Codificación SSTV y Entrada de archivo de audio .wav en Raspberry Pi 3
- Salida FM del transmisor Rpi con $P \approx -65$ dBm, pérdidas ≈ -3 dB.
- Amplificación
- Antena transmisora monopolo, ganancia $\approx 1,5$ dBi, conector SMA y polarización vertical.
- Antena receptora omnidireccional, ganancia ≈ 3 dBi
- Entrada al receptor USRP E310, pérdidas en cables y conectores ≈ -3 dB.
- Salida de audio .wav que contiene los tonos asignados a cada frecuencia de codificación.
- Imagen en formato .ppm decodificada por el software Robot36.
- Imagen con resolución de 320x240 formato jpg.

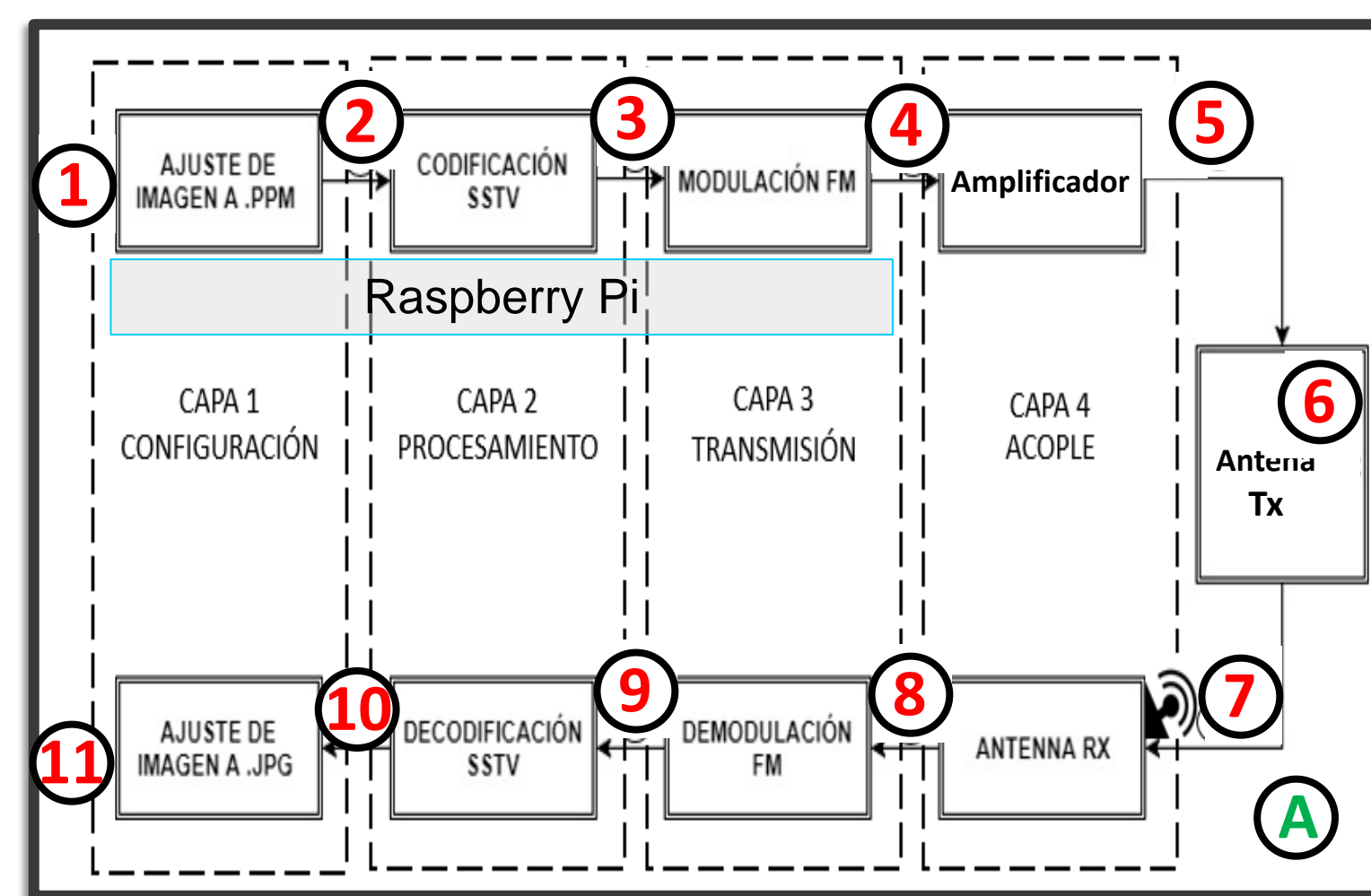


Fig. 2. Modelo de capas para Tx y Rx de imágenes FM SSTV

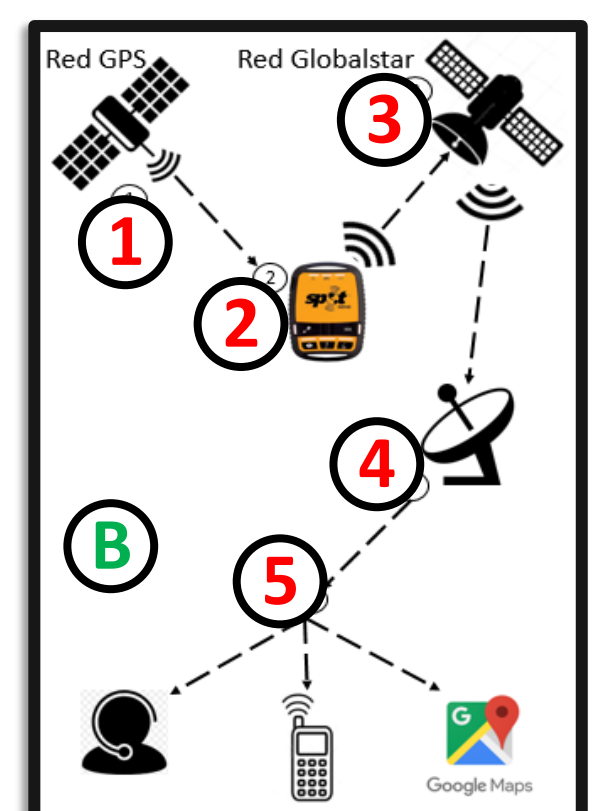


Fig. 3. Funcionamiento de SPOT.

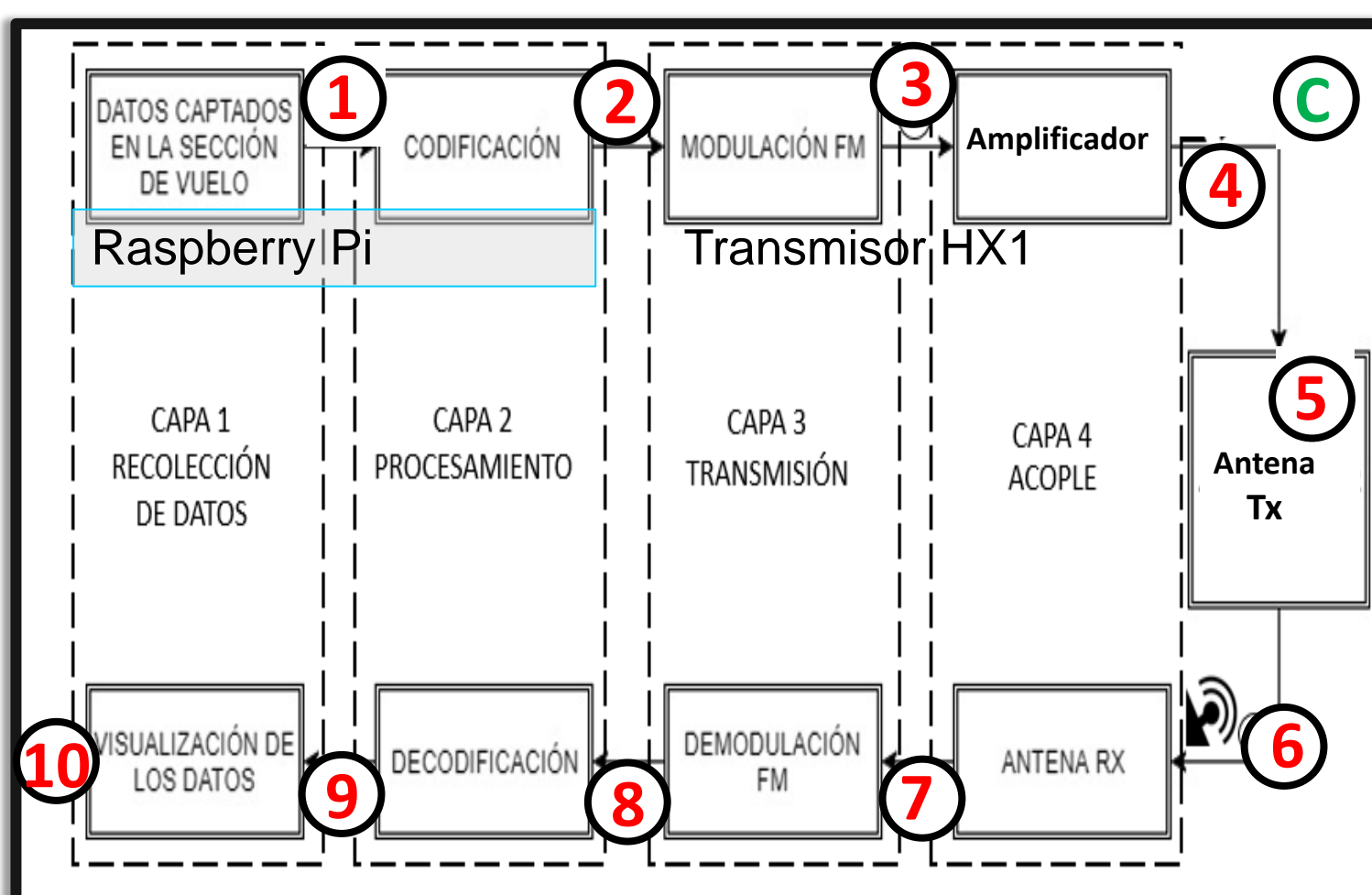


Fig. 4. Modelo de capas para Tx y Rx de telemetría.

C) MODELO DE CAPAS PARA Tx Y Rx DE TELEMETRÍA ASFK/FM

- Señal 5[V] DC con una lógica CMOS.
- Entrada de datos binarios con BW=12KHz.
- Modulación ASFK/FM
- Salida del transmisor con una $P \approx 300$ mW, pérdidas en cables y conectores ≈ -3 dB, transmisión de tonos.
- Antena Tx monopolo, ganancia $\approx 1,5$ dBi.
- Antena Rx omnidireccional, $G \approx 3$ dBi.
- Entrada al receptor Funcube Dongle, pérdidas ≈ -3 dB.
- Salida de audio que contiene los tonos con la telemetría codificada.
- Decodificación realizada por DI-Fidigi HAB mode
- visualización de datos en el servidor.

B) SATELLITE TRACKER "SPOT"

- Los satélites GPS suministran Latitud y Longitud a SPOT.
- SPOT determina su localización GPS y la envía a los satélites de Globalstar.
- 24 satélites Globalstar (LEO) que retransmiten el mensaje de SPOT en banda L a una red de antenas satelitales.
- Las antenas satelitales y la red GEOS (de SPOT) envían su ubicación y mensaje a los medios adecuados.
- La ubicación y mensajes son enviados a través de email, SMS o notificación de emergencia a GEOS, Centro Internacional de Coordinación de Rescates de Emergencia y a una pagina de usuario con mapa google.

RESULTADOS DE PRUEBAS REALIZADAS

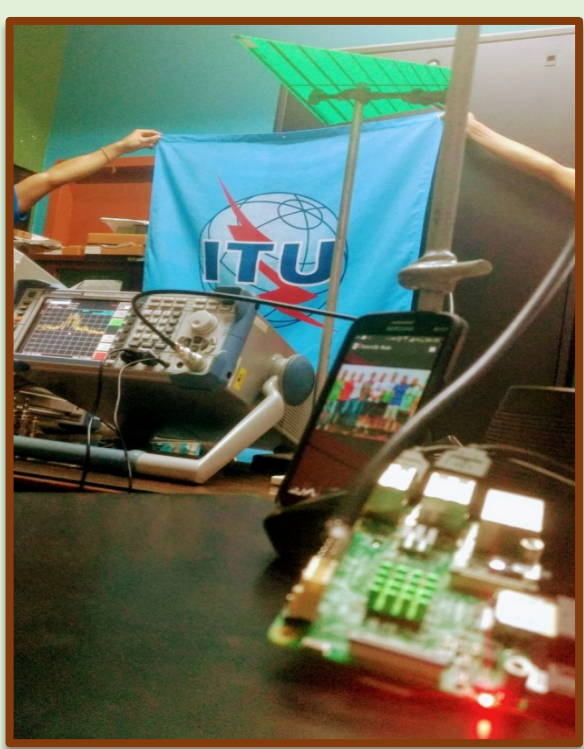


Fig. 6. Montaje de equipos en el laboratorio.

El objetivo de las pruebas es comprobar la correcta modulación, transmisión, recepción y demodulación de imágenes de acuerdo a los parámetros de codificación. Se acondicionó un escenario de laboratorio con equipos capacitados para realizar las mediciones correspondientes y analizar los resultados obtenidos. En la Fig.6. se puede observar el montaje de laboratorio para las pruebas.

Equipos empleados:

- Analizador de red vectorial R&S ZVL.
- USRP 2920 Y E310.
- Osciloscopio GDS-800.
- Raspberry Pi3 B+.
- Generador de señal RF SMB 100^a.
- Antenas logarítmicas LP0410.

MODULACIÓN FM

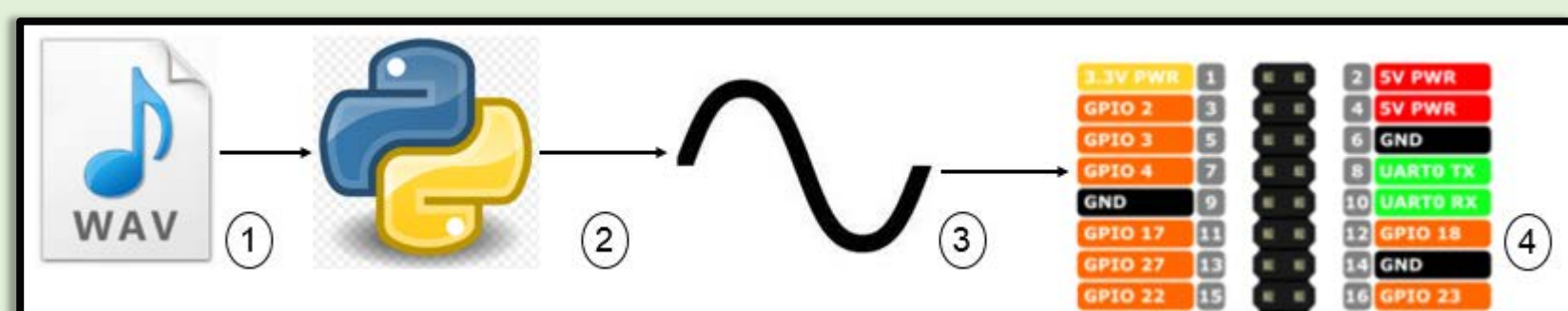


Fig. 5. Bloques de la modulación FM.

- Archivo de audio .wav generado por la codificación Robot36.
- Se compila el código de transmisión FM desde Python dentro de la Raspberry Pi3.
- Se establece la frecuencia en el módulo de generador de reloj, el cual va desde 1[MHz] hasta 250[MHz].
- Se conecta un cable coaxial como antena en la salida del GPIO 4 de la Raspberry Pi3.

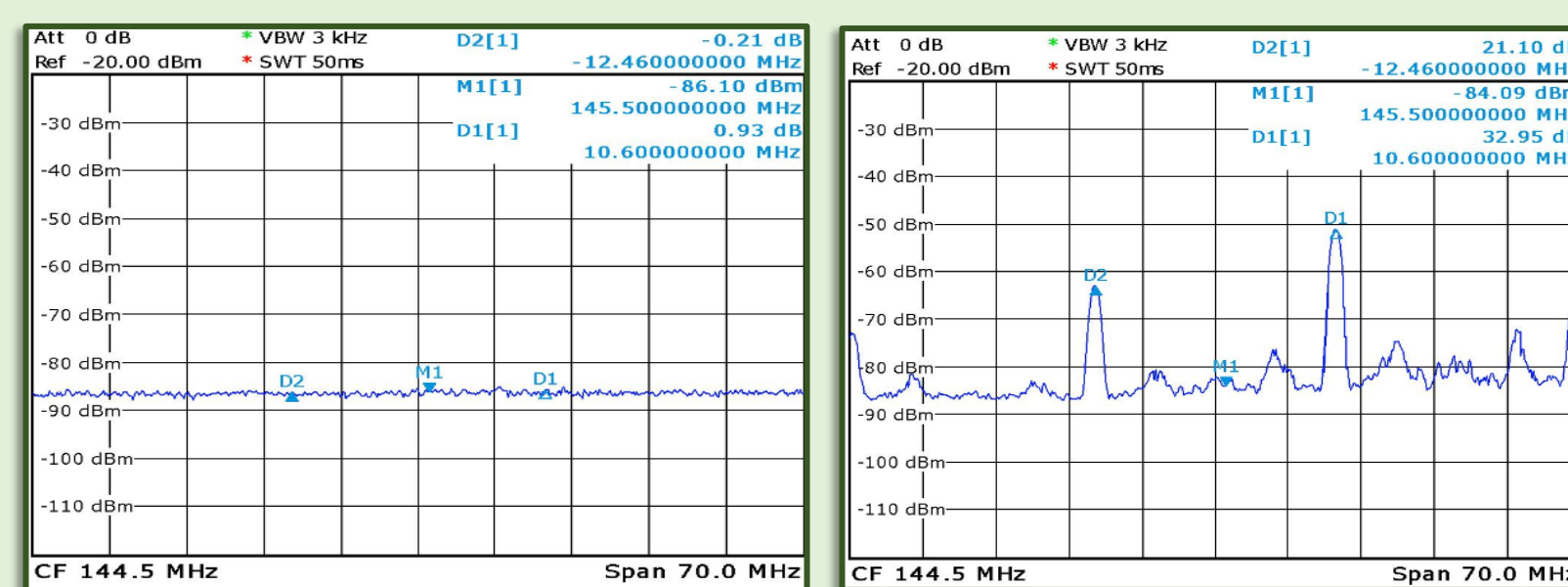


Fig. 7. Espectro recibido con una transmisión apagada.

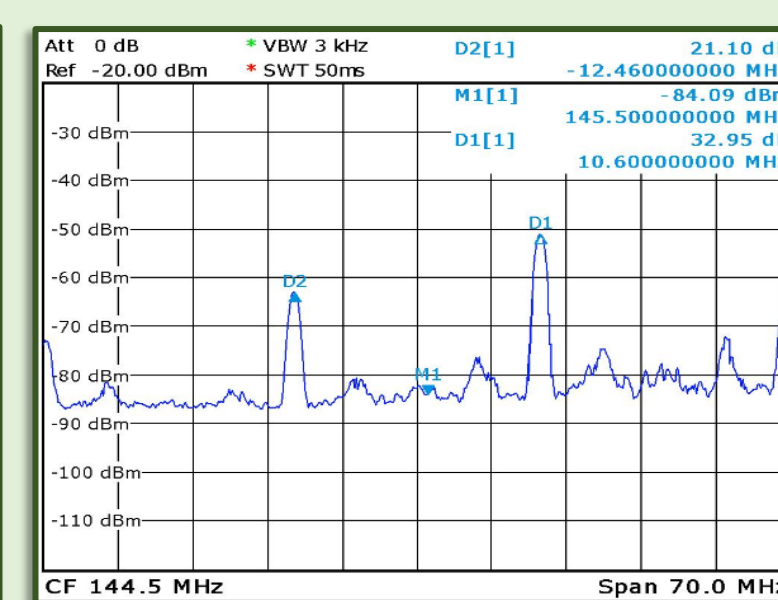


Fig. 8. Espectro recibido luego de ejecutar la transmisión de un tono.

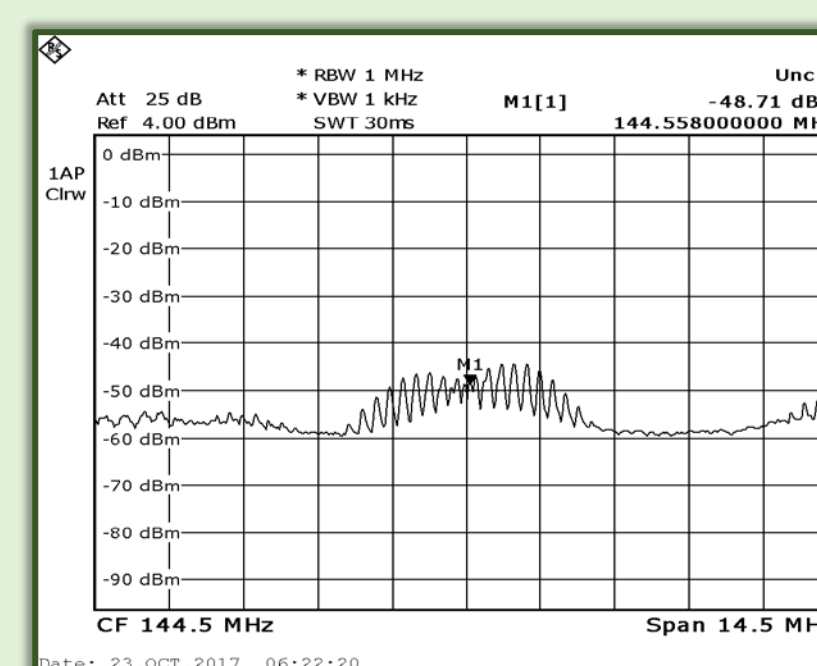


Fig. 9. Espectro recibido de la transmisión de una imagen.



Fig. 10. Imagen de prueba original.



Fig. 11. Imagen de prueba demodulada.