

# EL EXPERIMENTO “MAFALDA”

Ing. Juan Carlos Parra, LU9DO, AMSAT Argentina

**Abstract** Se describen pauta general para implementar la operación de un trasponder lineal a bordo de un globo estratosférico destinado a operar como repetidora de modos digitales en bandas de HF y VHF/UHF. Breve descripción del objetivo de la misión. Elementos a observar para la implementación de las estaciones terrenas. Aspectos operativos. Hardware y software necesarios.

## I. INTRODUCCION

Partiendo de la experiencia recogida en las operaciones realizadas por AMSAT Argentina con los globos BETTY I y BETTY II, en los años 2012 y 2013 desde la localidad de Gral. Pico - Prov. de La Pampa se ha colectado varias conclusiones.

La operación en general despierta gran interés de los radioaficionados por introducirse en la técnica de comunicaciones con satélites y/o estaciones repetidoras de altura y gran cobertura:

Debemos señalar estos aspectos:

- El tiempo de operación del globo resulta escaso para la cantidad de experimentos a desarrollar.
- La cantidad de estaciones operando simultáneamente en el repetidor supera su capacidad por la demanda del único canal.
- El ancho de banda solo permite la operación de una sola estación por vez, y esta monopoliza el uso del recurso.
- El sistema repetidor desde el punto de vista de su performance técnica cumplió ampliamente con los parámetros previstos.
- No fue posible superar la indisciplina de los usuarios respecto del uso discrecional de la potencia a utilizar.
- Los valores de señales emitidas y recibidas, la potencia consumida, el balance térmico y la estabilidad fueron muy próximos a los esperados.
- Muchas estaciones fueron limitadas en su acceso al sistema por las fallas ético-operativas de otros participantes.
- El despliegue logístico relacionado con el lanzamiento y la recuperación fue tan amplio que por sí solo despertó un gran interés de los propios involucrados y de lugareños.

En este sentido, el propósito de este nuevo experimento es aportar una metodología distinta de empleo de un sistema

repetidor para posibilitar, de algún modo superar lo señalado.

Independientemente de las conocidas prestaciones de telemetría, navegación e identificación ya probadas y en uso en los anteriores globos se propone el agregado de un repetidor lineal capaz de recibir señales de tierra en la banda de HF y repetirlas en VHF/UHF.

## Definiciones

## II. CAPACIDADES DEL HARDWARE DE ABORDO

### II.a Sistema receptor

Se asume que el globo posee un receptor de conversión directa controlado a cristal tipo en una frecuencia cercana a los 28.200 KHz. Este receptor proporciona una salida de audio entre 0 y 6 KHz que corresponden a la banda base del espectro comprendido entre 28.200 y 28.206 KHz. Dicha señal carece de AGC. El diagrama 1 muestra en bloque esta etapa receptora de muy reducidos componentes y al cual solamente se le exige alta estabilidad térmica.

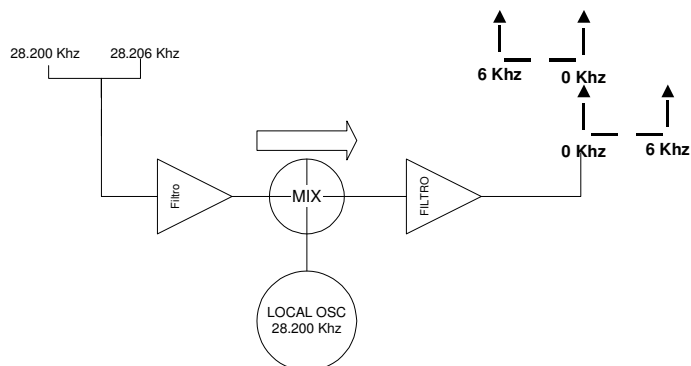


Fig. 1

## IIb. Sistema transmisor

El sistema transmisor consiste en un emisor común de FM de banda angosta modulado mediante varactor o similar al que se lo excita con la señal de audio generada por el receptor de conversión directa. Sobre esta etapa capaz de emitir en forma continua aproximadamente 1 watt de potencia, caben considerar ciertas compensaciones de preénfasis similares a las empleadas para otros sistemas de FM.

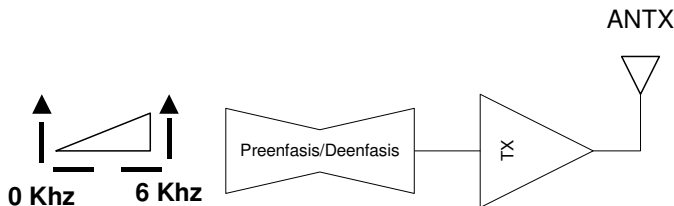


Fig. 2

## IIc. Sistema de antenas

El sistema receptor de HF utiliza una antena de aproximadamente  $\frac{1}{2}$  de longitud de onda para la banda de 10 metros que se configura como dipolo de polarización vertical y cuyo centro coincide con la posición de larga útil, siendo sus extremos rienda de arrastre y amarre hacia arriba con el globo y hacia abajo con la carga adrizante.

Por su parte desde la carga útil se repite la configuración de antena de  $\frac{1}{4}$  de onda para VHF/UHF ya empleada y con sus correspondientes planos de tierra.

## IIc. Sistema de energía.

Las baterías, y el método de carga y administración son similares a los ya utilizados en los globos de la serie Betty.

Por estar separado del resto de las cargas útiles del globo y de otros experimentos y del sistema de navegación tiene su energía en forma totalmente independiente del sistema de dispositivos centrales de la plataforma y de los que reportan parámetros para telemetría.

## III. MODOS OPERATIVOS

### III.1 UP-LINK HF

El acceso al sistema repetidor en 28.200 KHz permite ingresar con cualquier modo digital del tipo convencional de alto nivel como ser: CW/ PSK31/ PSK63/ PSK125/FSK /PACKET/ RTTY, etc.

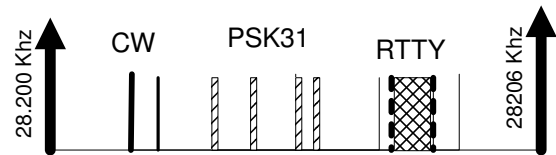


Fig. 3.

Si bien los modos digitales de bajo nivel como JT65, Olivia, ROS, etc. son repetidos del mismo modo, la demora en el tráfico y los niveles de señal esperados hacen que su aplicación sea absolutamente innecesario porque la naturaleza de los mismos esta orientada a casos donde la relación S/N es negativa.

No obstante se prefiere que el modo a emplear sea el de menor ancho de banda para posibilitar el uso de la banda pasante del sistema por la mayor cantidad posible de usuarios simultáneos.

Al ser un canal lineal es posible también repetir señales de SSB pero su empleo perjudicaría la operación de los usuarios de modos digitales. Aquí otra vez es necesario apelar al criterio de los participantes para ajustar su práctica operativa a la pauta descripta.

### III.2 DOWN- LINK VHF/UHF

Como señalara anteriormente el canal de salida del repetidor es en FM en una frecuencia cercana a los 145.900 KHz. Del mismo modo que en anteriores operaciones la señal esperada es constante por definición y en modo alguno se prorratea entre las estaciones participantes de la operación. El audio recuperado del receptor de FM será:

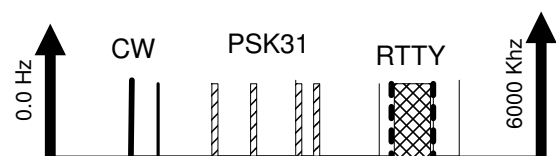


fig. 4

## IV CAPACIDADES DEL HARDWARE DE TIERRA

### ¿Que necesito para operar?

#### Estación básica

Los requerimientos de la estación terrena son:

- 1 equipo de SSB/CW con entrada de audio desde la computadora.
- 1 computadora o notebook con placa de sonido
- 1 equipo de VHF (receptor solamente) Handie o similar.
- 1 antena dipolo para HF de 28 Mhz.
- 1 antena para VHF
- 1 cable de interconexión de audio entre la PC/Notebook y el equipo de HF
- 1 cable de interconexión de audio entre la PC/Notebook y el equipo de VHF /handie.
- 1 software para modos digitales tipo MixW o similar.

Como se ve, estos requerimientos no exceden lo dispuesto en una estación común que opera en modos digitales a la que solamente se le agrega un handie receptor de VHF. La más simple diferencia es que en lugar de escuchar por el equipo de 28 Mhz, ahora la entrada de audio para la computadora es tomada de la salida de auriculares del handie, nada más.

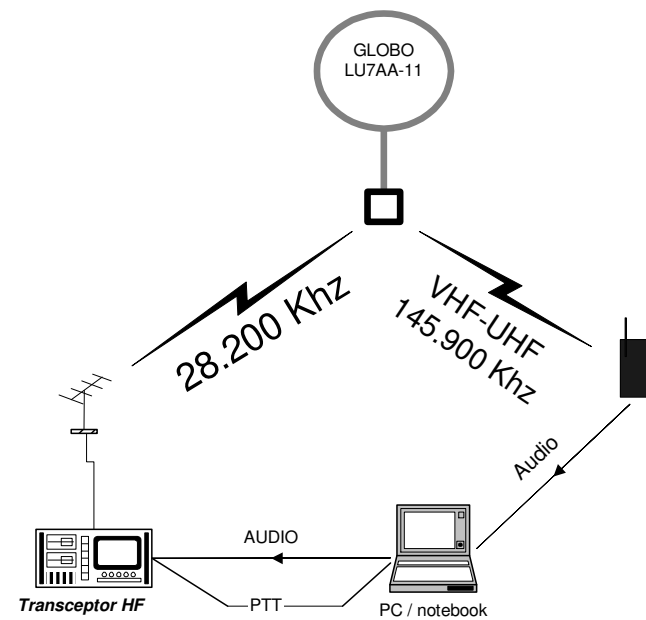


Figura 5

## V Operación.

Ajusto la transmisión mediante el control de potencia de salida del equipo de HF al mínimo posible e identifico mi señal en el waterfall de salida del receptor de FM. Si empleamos programas de modos digitales como el MIXW podremos separar claramente la frecuencia de transmisión de la de recepción. En todos los casos es aconsejable dejar bloqueada la frecuencia de transmisión y colocar el cursor sobre la frecuencia a recibir.

En la figura 6 se muestra la frecuencia de transmisión señalada con una banderilla roja y la de recepción indicada con un triángulo móvil que nos permite ubicarnos sobre la señal a remodular.

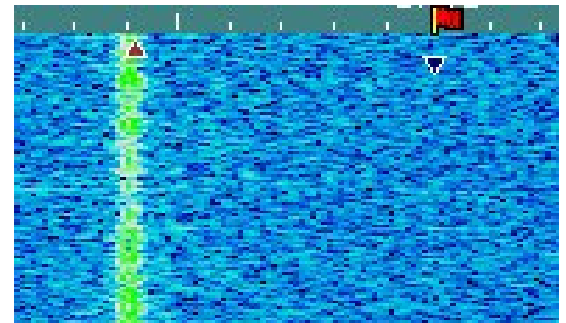


figura 6.

### Waterfall de recepción

Toda la señal de salida del receptor de FM se presentará en la pantalla dejando sin señal el borde inferior y superior dependiendo del ancho de banda admitido por el receptor. En los casos comunes estos valores son inferiores a los 300 Hz. No obstante tomando la señal directamente del discriminador es posible visualizar también las señales de CTCSS ubicadas en la parte baja del espectro entre los 200 y 67 Hz..

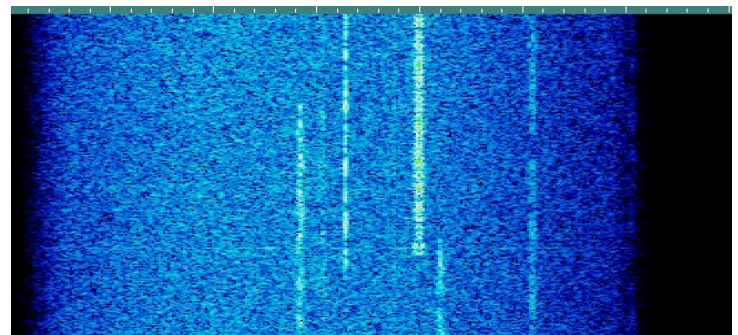


Fig. 7

## VI PAUTAS GENERALES

- Llamados cortos
- Considerar que en 28 Mhz el path es prácticamente directo y por lo tanto no es en absoluto necesario aplicar potencia. Con aproximadamente 1 watt o menos y sin antena direccional es posible acceder al repetidor sin problemas. El uso de potencias mayores no mejora el rendimiento y produce interferencia en las estaciones adyacentes.
- El receptor de conversión directa no tiene AGC de modo que a diferencia de los convencionales, las estaciones que llegan más fuerte al globo no lo insensibilizan para recibir a las más débiles.
- Se ha elegido un canal distinto a 28.120 Khz para eludir el tráfico internacional que hay habitualmente en esa frecuencia y que no aplica para el desarrollo del experimento.

### Ordenamiento del canal

1. La porción entre 0 y 200 hz esta reservada para los sub-tonos de CTCSS de salida de emisor de FM.
2. La porción entre 200 y 800 hz. Esta reservada para emisiones de modo PSK 125. caben teóricamente 4 estaciones simultáneas u 8 estaciones de PSK63.
3. La frecuencia de +800 Hz esta reservada para tráfico en telegrafía.

4. La frecuencia de +1000 hz. Esta ocupada por una portadora de psk31 que emite en forma continua la identificación del globo. Esta señal esta ubicada allí a modo de referencia y para monitoreo
5. En forma natural los usuarios deberían ubicarse entre los 1000 y 6000 Hz. en estos 5 Khz de espectro es teóricamente posible ubicar hasta casi 40 estaciones simultáneas de PSK31.

### ACKNOWLEDGMENT

MIEMBROS DE AMSAT ARGENTINA: ADRIÁN LU1CGB,

### REFERENCIAS

LU9DO Juan Carlos Parra [lu9do@amsat.org.ar](mailto:lu9do@amsat.org.ar)