

# Receptor RSPduo de SDRplay

Traducción del artículo «SDRPlay RSPduo»  
publicado en la revista *RadCom* de la RGSB edición julio de 2018

Mike Richards  
G4WNC



El nuevo receptor SDR denominado RSPduo y fabricado y diseñado por SDRplay ha sido presentado en la Convención de Dayton de este año y dispone de doble receptor SDR. Cada uno de los dos sintonizadores puede operar independientemente en cualquier frecuencia entre 1 kHz y 2 GHz, sin ningún hueco. Basado en un chipset Mirics como los modelos anteriores, el nuevo RSPduo dispone de nuevas combinaciones de filtros y mantiene la precisión en la medida de nivel de la señal que ya había sido incorporada a sus equipos el año pasado. Para complementar el nuevo doble receptor, ha aparecido una nueva versión de su *software* SDRuno que puede ser descargada de la página web de SDRplay.

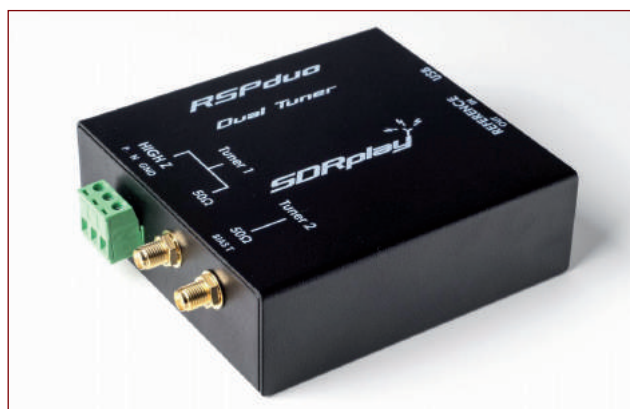


Foto 1. El RSPduo de SDRplay con dos SMA y regleta para Hi-Z (foto Laura Caballé)

## Doble recepción

La disponibilidad de dos receptores es una idea interesante que abre nuevas posibilidades. Obviamente, esto significa que puedes monitorizar dos frecuencias cualesquiera entre 1 kHz y 2 GHz con el mismo dispositivo. Sin embargo, la perspectiva más interesante es la posibilidad de utilizarlos para cancelar el ruido local, utilizando la recepción diversificada. Para aquellos que no están familiarizados con este concepto, la recepción diversificada consiste en que la antena principal está conectada a un receptor y una antena secundaria (la del ruido) está conectada a un segundo receptor. Las salidas de ambos receptores se mezclan mediante ajustes de fase y amplitud para obtener una cancelación del ruido local. En la práctica, deben ajustarse los parámetros hasta anular el ruido interferente al máximo posible. Los beneficios pueden ser significativos, y hemos llegado a ver informes de hasta 20 dB de reducción en los poseedores de equipos ANAN (Apache Labs). Para que este sistema funcione, se necesitan dos receptores coherentes y el RSPduo cumple con esta premisa.

Aunque el RSPduo dispone ya del *hardware* necesario para soportar esta recepción diversificada, de momento no dispone aún del *software* adecuado. Sin embargo, el equipo de SDRplay está trabajando a marchas forzadas en un nuevo programa que permita la recepción diversificada en su programa SDRuno, aunque no hay fecha para la entrega. Estoy seguro de que otras terceras partes estarán adaptando su *software* también a esta nueva posibilidad para la recepción diversificada con sus programas, una vez que hayan tenido la posibilidad de disponer de las nuevas API (*Application Programming Interfaces*) diseñadas para este receptor.

Vamos a mirar con más detalle la arquitectura de este receptor gemelo. He simplificado el diagrama de bloques de la sección de sintonía en la figura 1. Aquí se pueden ver las dos entradas de 50  $\Omega$  seguidas de dos líneas idénticas de recepción hasta cada uno de los dos sintonizadores Mirics MSi001. El sintonizador es un dispositivo analógico con varios canales de entrada bien definidos y un doble mezclador balanceado diseñado para proporcionar salidas analógicas I y Q. Los mezcladores pueden funcionar en el modo de conversión directa con un ancho de banda de FI de 8 MHz o en el modo de FI de baja frecuencia con un ancho de banda de solamente 1,536 MHz. Cada sintonizador dispone de su propio sintetizador del tipo divisor N, pero ambos están derivados del mismo TXCO de referencia de alta estabilidad. Para aplicaciones más críticas, dispone de una entrada de enclavamiento a 24 MHz que puede utilizarse para sincronizarlo con otros RSP de SDRplay. Una mejora muy útil aquí es la compatibilidad directa con el popular *Leo Bodemar GPS Referenced Clock*. El anterior modelo RSP-2 requería una entrada sinusoidal, por lo que la salida cuadrada de este GPS necesitaba un filtrado previo para redondear la forma de onda. Esta mejora supone que el RSPduo ahora es compatible directamente con cualquier patrón de referencia que pueda proporcionar una señal de 24 MHz con un nivel CMOS de 3,3 V.

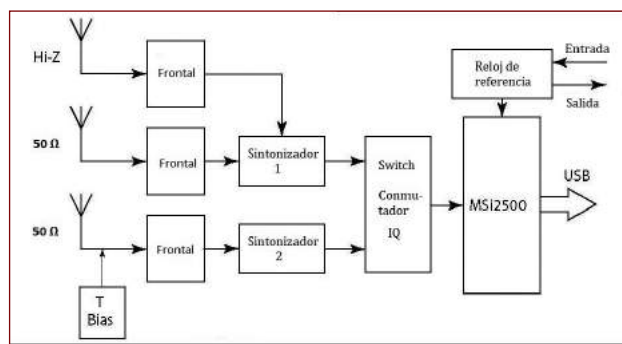


Figura 1. Diagrama de bloques simplificado del RSPduo

Un conmutador de RF (*Switch*) de silicio maneja la conexión entre los dos sintonizadores y los conversores analógicos/digitales (ADC) en el chip Mirics MSi2500. Cuando se utiliza con un solo sintonizador, el conmutador (*switch*) conecta las salidas I y Q del sintonizador apropiado directamente a los dos ADC del MSi2500 como se muestra en la figura 2.

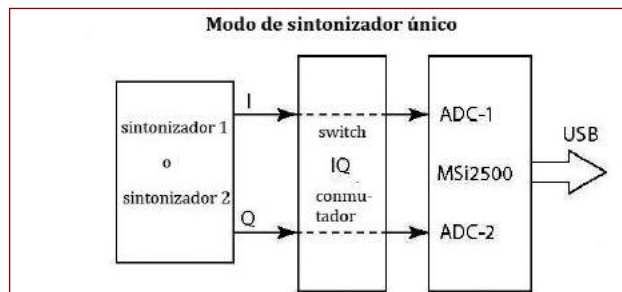


Figura 2. Conmutación de los ADCs en el modo de sintonizador único

Cuando se utiliza en el modo de doble recepción, los sintonizadores son operados en el modo FI de baja frecuencia (Baja FI) con un ancho de banda de 1,536 MHz. En esta modalidad la FI del sintonizador 1 se envía al ADC 1 y la del sintonizador 2 se envía al ADC 2, tal como se muestra en la figura 3.

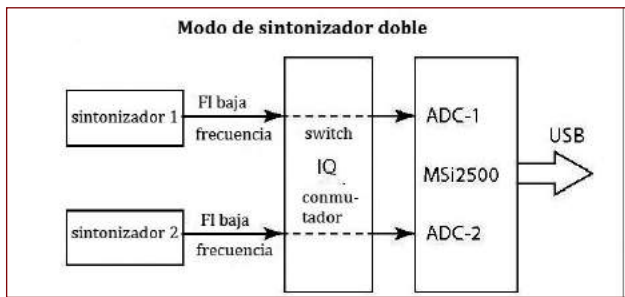


Figura 3. Conmutación de los ADC en el modo de doble sintonizador

### Conexiones

El nuevo RSPduo va montado en una robusta caja de acero (la misma que la del RSP2 Pro) con conectores SMA para las entradas de antena de 50 Ω (ver foto 1). La entrada de alta impedancia está equipada con una especie de regleta para tres conexiones atornilladas, que puede ser utilizada para conectar tanto antenas balanceadas como no balanceadas de alta impedancia. La conexión en la parte posterior utiliza un conector estándar USB-B y necesita un cable terminado en un conector USB-2 en el otro extremo. Aunque la precisión de la frecuencia del RSPduo es muy buena, se puede aumentar añadiendo un reloj externo de referencia. Es interesante comentar que la referencia externa puede ser conectada en caliente sin producir problemas de estabilidad en el receptor.

### Nuevos filtros

Los receptores de banda ancha representan un importante desafío de diseño y esto es especialmente cierto para receptores por debajo de las 250 libras esterlinas (unos 300 euros). La mayoría de estos receptores utilizan sintonizadores analógicos para mezclar la señal de entrada de RF a una frecuencia intermedia baja (Baja FI) o directamente a una banda base (Cero-FI). La dificultad de estos diseños es proteger el mezclador analógico de fuertes señales fuera de la banda que puedan causar productos de intermodulación. La solución estándar es emplear filtros preselectores para rechazar las señales problemáticas antes de que alcancen el mezclador. El equipo del SDRplay ha trabajado activamente en esta área y ha afinado sus diseños en respuesta a peticiones de sus clientes. Sin embargo, para el RSPduo, han decidido utilizar toda la experiencia acumulada para crear un nuevo juego de filtros. Ambos sintonizadores disponen de idénticos bancos de filtros en sus puertos de 50 Ω y su arquitectura se muestra en la figura 4.

Aquí se puede comprobar que los filtros han sido divididos en dos grupos: por una parte, los filtros de 1 kHz a 60 MHz están colocados antes de la etapa preamplificadora de RF y, en cambio, los filtros de frecuencias más elevadas han sido colocados después de la etapa preamplificadora y antes de la entrada del sintonizador. Además de este reparto en la ubica-

ción de los filtros, un nuevo filtro pasa bajos de 0 a 2 MHz ha sido incluido tanto en la entrada de 50 Ω como en la HI-Z para mejorar las prestaciones en Onda Larga y Media (LW y MW)). La conmutación principal de los filtros es totalmente automática, pero hay algunos otros filtros que son conmutables manualmente para afrontar áreas problemáticas. Para las dos entradas de 50 Ω, se dispone de un filtro de rechazo conmutable para los segmentos de Onda Media (MW) y VHF/FM para atenuar las señales fuertes que puedan causar cualquier problema. Del mismo modo, se dispone de un filtro de rechazo para VHF/DAB ubicado después del preamplificador para moderar las señales en esta banda. La entrada de alta impedancia Hi-Z dispone también de una mejora con dos nuevos filtros automáticos. El primero es un filtro pasa bajos de 30 MHz que se cambia automáticamente por un filtro pasa bajos de 2 MHz cuando se sintonizan estas frecuencias. También hay un filtro manual de rechazo de Onda Media (MW) en esta entrada para atenuar las emisoras comerciales que puedan producir sobrecargas. Los nuevos filtros hacen que el RSPduo sea mucho mejor para la operación en Onda Larga (LF).

### Nuevas API (Application Programming Interface)

Las API son una parte esencial del *hardware* de los ordenadores y proporcionan un mecanismo para realizar programas de aplicaciones que se comunican con el *hardware*. En un SDR, las API son utilizadas para controlar funciones que requieren que el *hardware* se comporte como un SDR. En modelos anteriores de SDRplay, las API estaban embebidas en el *software* SDR o eran suministradas en una librería dinámicamente separada (archivo “dll”). Sin embargo, con dos sintonizadores y la flexibilidad de poder acceder cada uno a diferentes aplicaciones, se necesitaba un nuevo enfoque. Por ejemplo, si el SDRuno está activo utilizando el sintonizador 1 y se arranca el segundo SDRuno, la segunda ejecución necesita saber qué sintonizador estaba utilizando. Una situación similar se presenta si quieres utilizar el otro sintonizador con un *software* SDR completamente distinto. La solución desarrollada por SDRplay consiste en ejecutar las API como un servicio de Windows (se ejecuta como un “daemon” en Linux y Mac). Cuando una aplicación necesita acceder a un dispositivo del RSPduo, se comunica por medio de un servicio API para determinar qué sintonizador está disponible, además de obtener otras informaciones críticas, como por ejemplo velocidades de muestreo, etcétera. Con esta configuración, podrá ser operado fácilmente con dos programas SDR distintos, el primero conectado al sintonizador 1 y el segundo al sintonizador 2. El cambio de todas las API implicará que transcurrirá un cierto tiempo hasta que los desarrolladores adapten su código a esta nueva flexibilidad añadida, pero la espera habrá valido la pena.

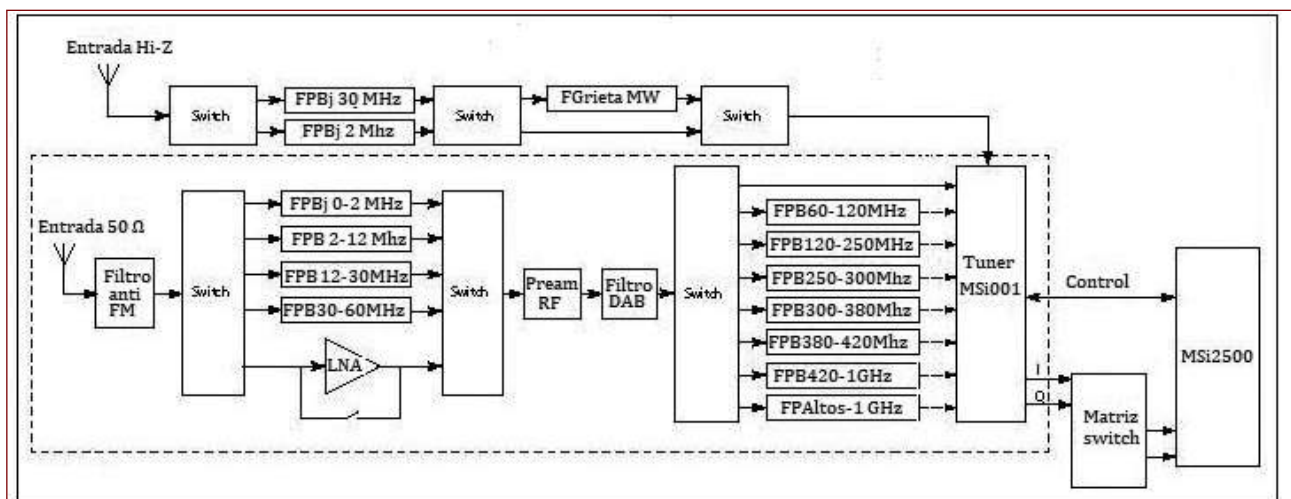


Figura 4. Diagrama simplificado del Sintonizador 1 con puerto de 50 Ω y el Hi-Z. El sintonizador 2 es idéntico a este sin Hi-Z, pero con la T de polarización (bias) añadida

## Frecuencias de muestreo y decimación

Creo que esta área de los dispositivos de SDRplay merece una explicación porque las frecuencias de muestreo y la decimación son a menudo malinterpretadas. Vamos a poner un ejemplo de frecuencias de muestreo. Cuando digitalizamos una señal analógica, necesitamos convertir la señal analógica en una serie de números que puedan indicarnos la amplitud de la señal y el ritmo con el que cambia. Las técnicas estándar para obtener estas cifras consisten en tomar las lecturas de la tensión de la señal a intervalos regulares. El dispositivo que lo realiza es un conversor analógico/digital (ADC) controlado por una frecuencia de muestreo, pero para conseguir una representación realista de la señal, necesitamos tomar medidas muy frecuentes. Ahí es donde aparece el conocido teorema de Nyquist que nos dice que necesitamos muestrear una señal a un ritmo que sea por lo menos el doble de la frecuencia más alta o el doble del ancho de banda de lo que queremos capturar. Por tanto, necesitamos por lo menos una frecuencia de muestreo de 20 MHz para digitalizar una señal o un ancho de banda de 10 MHz. Mientras que esto es cierto para un solo canal, la situación es ligeramente diferente en la mayoría de SDR, porque usamos dos muestras que están desfasadas a 90°. Estas son las señales I y Q. Cuando utilizamos un sintonizador de conversión directa, como por ejemplo el Mirics MSi001, las dos señales I/Q muestreadas a 10 MHz nos permiten ver +5 MHz por encima y -5 MHz por debajo de la frecuencia central. En la práctica, el ancho de banda utilizable es ligeramente inferior al de la frecuencia de muestreo. Esto ayuda a explicar porqué la conversión directa (Cero FI) o el modo FI de baja frecuencia sufre la presencia de una portadora (DC) en el centro del margen sintonizado. Aquí es donde se utiliza la decimación y el primer paso es aplicar un filtro pasa bajos digital y dejar caer o despreciar unas cuantas muestras hasta obtener la frecuencia de muestreo deseada.

Los ADC utilizados en el RSPduo utilizan una arquitectura sigma-delta en la que el ADC incluye el muestreo y la etapa de decimación. En lugar de utilizar las lecturas a plena resolución al ritmo de muestreo especificado, estos digitalizadores ADC utilizan una menor resolución de *bits*, pero con una frecuencia de muestreo superior. La serie de datos obtenidos con alta frecuencia de muestreo es decimada internamente para obtener la resolución y las frecuencia de muestreo deseados. Uno de los mayores beneficios de los ADC sigma-delta es que consiguen una reducción significativa del ruido de la cuantificación, que es la principal fuente de ruido en el proceso de digitalización.

Observe que esta es una visión muy superficial del proceso de digitalización que se produce en el RSPduo. La resolución por defecto del ADC MSi2500 es de 12 *bits*, pero puede ser conmutada a una resolución de 14 *bits* cuando la frecuencia de muestreo es igual o inferior a 6 MHz. La resolución de 14 *bits* no incrementa el margen dinámico de los ADC, pero reduce las desviaciones de la digitalización (error de cuantificación) a unos valores más cercanos a la señal original. Gracias a esto, vale la pena utilizar las frecuencias inferiores de muestreo cuando intentamos concentrarnos en una señal, reduciendo el ancho de banda (zoom-in). El RSPduo dispone de una decimación seleccionable en el panel principal y la operación ha sido refinada en los sucesivos modelos SDRuno. La última versión inhibe la decimación para frecuencias de muestreo por encima de 6 MHz, simplemente porque se pueden conseguir mejores prestaciones seleccionando frecuencias de muestreo menores. Digamos que si se quiere un ancho de banda visible de 5 MHz, si se usa una decimación de división por 2 en una muestra a 10 MHz, se obtendrá el ancho de banda deseado de 5 MHz, pero la resolución será de 12 *bits*. Sin embargo, si se selecciona un muestreo de 5 MHz sin decimación, también se tendrá el mismo ancho de banda visible de 5 MHz, pero con una resolución de 14 *bits*. El SDRuno ha sido ahora modificado para seleccionar el ajuste correcto, desactivando la decimación en todos los muestreos superiores a 6 MHz. Las frecuencias de muestreo más elevadas son todavía útiles, particularmente en VHF, en las que podrá contemplar la actividad en un mayor ancho de banda. Sin embargo, una vez que empiece a concentrarse en una señal (zoom-in) o a estrechar la banda, debería seleccionar muestreos de 6 MHz o inferiores y hacer uso de la decimación.

## Operación con el RSPduo

En el momento de escribir este artículo, el único *software* disponible con pleno soporte para el RSPduo era la versión 1.23 del SDRuno, y es la que ha sido utilizada para este artículo. Sin embargo, podemos esperar que aparezcan pronto actualizaciones de los programas SDR-Console y HDSDR. El PC utilizado para esta revisión ha sido un Intel i5 y ha demostrado disponer de suficiente capacidad de proceso para manejar el RSPduo en todas sus frecuencias de muestreo.

Como ya he explicado anteriormente, las nuevas API proporcionan una secuencia de arranque revisada que se abre con un recuadro con una selección del RSP (figura 5) por si dispone de más de un RSP conectado o si está abriendo una segunda instancia del SDRuno para acceder al sintonizador 2.



Figura 5. La nueva API selecciona receptor

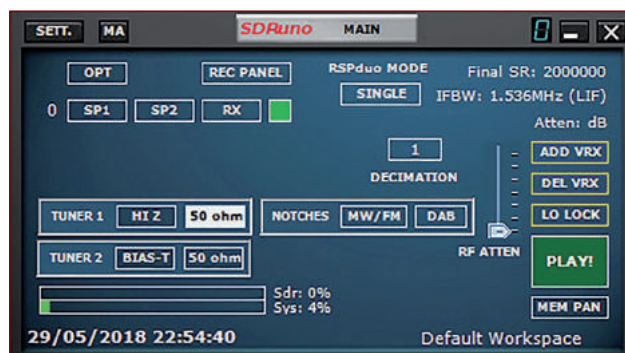


Figura 6. Panel del SDRuno con un receptor

Cuando he utilizado ambos sintonizadores del RSPduo, el sintonizador que se abre primero asume el papel de máster, mientras que el papel de esclavo le es asignado al siguiente. El servicio de APIs proporciona buena continuidad, cuando he cerrado una aplicación, y me ha impedido cerrar el canal máster si otra aplicación está utilizando el canal esclavo.

Una vez que el SDR está en marcha y la recepción está controlada mediante el panel frontal (figura 6), el botón en la parte inferior izquierda del panel es utilizado para seleccionar tanto el sintonizador que quiere utilizar, así como la conexión de entrada (*input*) y la conmutación de la tensión de "bias". En la configuración obtenida, conecté mi vertical de HF Butternut al conector 1 y mis antenas de VHF/UHF al conector 2. La tensión de bias de 5 V y los 100 mA disponibles en el conector 2 lo hacen ideal para alimentar un preamplificador de VHF/UHF, pero con un poco de habilidad casera, también podría ser utilizado para manejar un conmutador de antenas. Junto a los botones seleccionadores de banda del sintonizador, se encuentran los botones para activar los filtros de rechazo de MW/FM y DAB. A pesar de que los botones de la pantalla están alineados con el sintonizador 1, los filtros pueden ser aplicados simultáneamente en ambos sintonizadores, cuando se opera en el modo de sintonizador único.

Otra mejora muy útil se encuentra en el atenuador de RF del

panel principal. En anteriores versiones del SDRuno, este ajuste deslizante se denominaba “Reductor de Ganancia” y los usuarios encontraban difícil comprender la idea de que había que aumentar su valor para obtener una mayor reducción de ganancia. Al llamarlo ahora “atenuador”, parece que le han dado un nombre más apropiado.

Para las bandas de radioaficionado, los botones de bandas bien agrupados son muy cómodos. Además de conmutar a la frecuencia apropiada, se aplica el muestreo óptimo y la decima-

defecto del sintonizador esclavo. Esto rehízo los paneles como se muestra en la Figura 7. En este momento, ambos sintonizadores pueden ser sintonizados en cualquier frecuencia entre 1 kHz y 2 GHz, manteniendo en común la misma frecuencia de muestreo que fija en 2 MHz el ancho de banda visible en el modo Baja FI. Sin embargo, la decimación queda disponible por separado en cada sintonizador, así como la banda escogida.

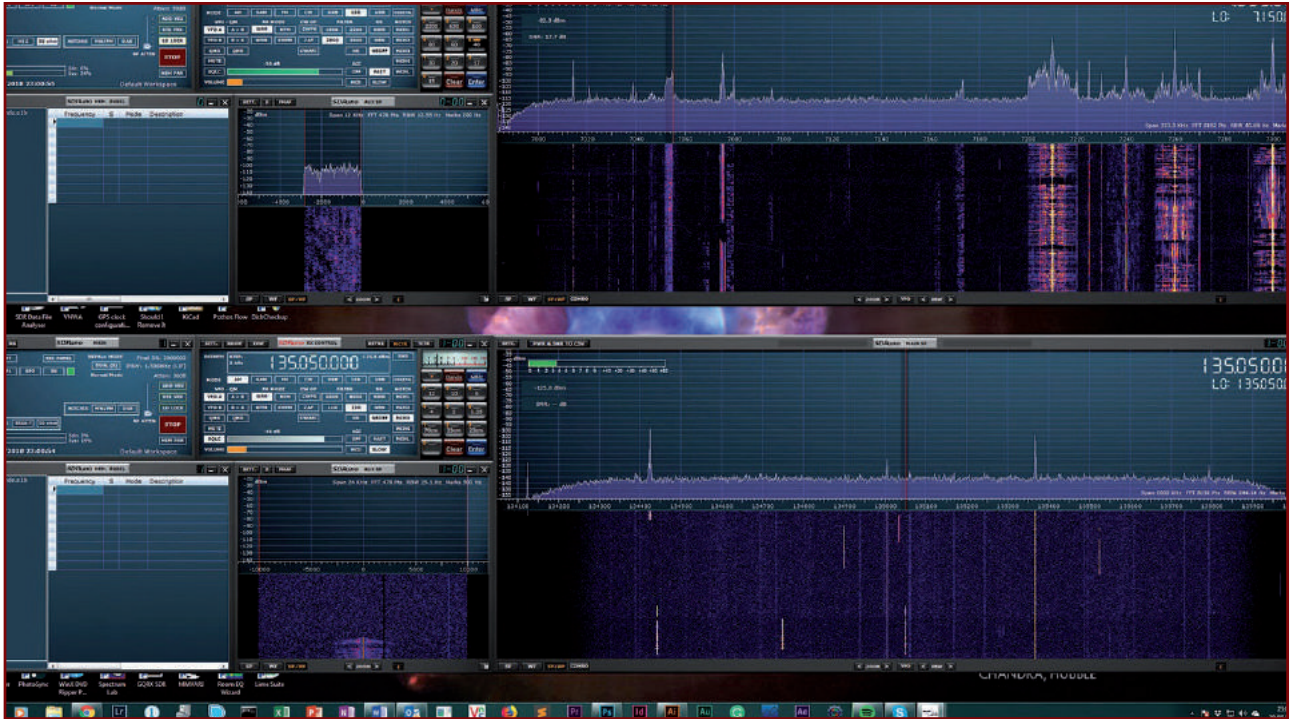


Figura 7. El RSPduo en modo sintonizador doble con dos ejecuciones de SDRuno

ción adecuada para distribuir correctamente todo el espectro de la banda seleccionada completa en la pantalla. Todas las bandas desde 135 kHz a 1,27 MHz han sido incluidas en dos grupos. He utilizado todas las bandas tanto en modo Cero-FI como en FI en baja frecuencia, pero esta última ofrecía las mejores prestaciones porque eliminaba la espuria central.

Para activar ambos sintonizadores, empecé ejecutando el primer SDRuno normalmente con el panel por defecto y luego seleccioné el modo dual desde el panel principal. Hay dos modos duales disponibles, uno que está especialmente configurado para trabajar con el Dump 1090, que es una aplicación especializada en recibir los mensajes ADS-B con la posición de los aviones. A continuación, utilice el botón de Opciones en el panel principal para rehacer los paneles del SDRuno en la configuración máster. Luego arranqué nuevamente otro SDRuno y este se abrió directamente encima de la primera ejecución. Esto fue fácilmente resuelto utilizando el botón Opciones en el panel principal para seleccionar la disposición por

## Resumen

El RSPduo representa el no va más de la línea RSP de SDRplay y tiene una gran potencialidad futura. Dado el alto nivel de ruido local que estamos sufriendo la mayoría de nosotros, la oportunidad de utilizar la recepción diversificada para cancelar el ruido local es muy atractiva. Esta técnica debería ser factible con el RSPduo, aunque tendremos que esperar un poco hasta que los desarrolladores de *software* la consigan poner en práctica antes de que podamos disfrutarla. El RSPduo es también uno de los receptores más sólidos entre los de su clase, gracias a su notable envoltura de acero. Con una cobertura continua desde 1 kHz a 2 GHz, y una lectura del nivel de las señales con una precisión de un par de dB, es un receptor muy versátil capaz de tener muchas aplicaciones futuras en la estación del radioaficionado. El RSPduo está ya disponible en la web de SDRplay ([www.sdrplay.com](http://www.sdrplay.com)) o en sus distribuidores locales ([www.astroradio.com](http://www.astroradio.com)). Muchas gracias a SDRplay por el préstamo de este modelo para su prueba.●

SI SIENTES PASIÓN POR LA RADIO, TE INTERESA LA TÉCNICA, LA EXPERIMENTACIÓN Y EL CACHARREO, EL DX, LOS CONCURSOS, ETC.

**ESTA ES TU REVISTA**

¿QUIERES RECIBIRLA CADA MES\*?

**HAZTE SOCIO DE LA URE**

\*11 números al año