

# Procesamiento digital de señales y radios definidas en software

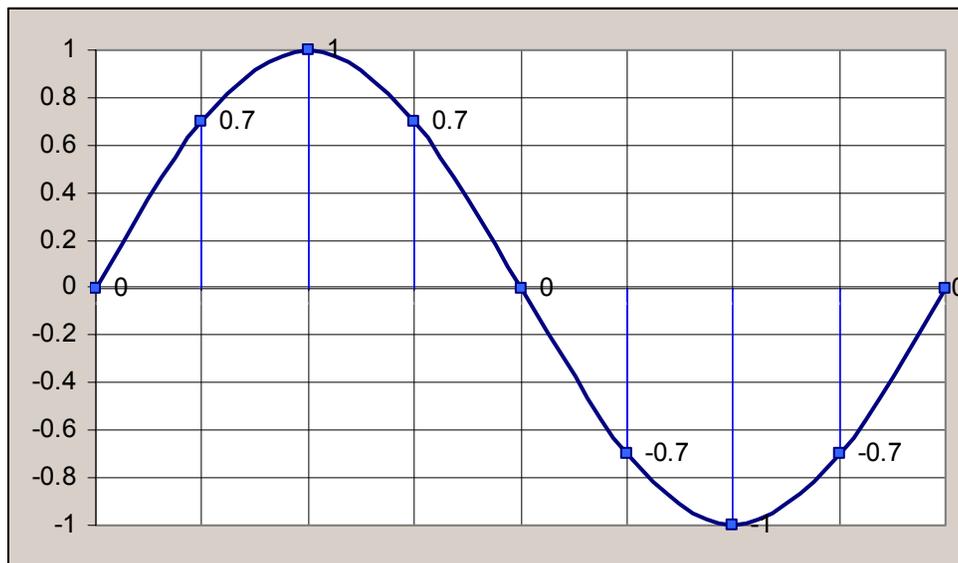
Marcelo Franco, N2UO  
www.qsl.net/n2uo

En los últimos tiempos se han popularizado dos siglas entre los radioaficionados: *DSP* y *SDR*.

*DSP* significa Procesamiento Digital de Señal. Para entender mejor lo que significa, primero debemos comprender cómo las señales pueden digitalizarse. En pocas palabras, cualquier señal eléctrica puede ser representada por una sucesión de números que correspondan al voltaje instantáneo de la señal a intervalos de tiempo uniformes. Cada uno de esos números se denomina *muestra* de la señal.

Por ejemplo, si tomamos una onda senoidal, podemos representarla mediante los siguientes valores:

0, 0,7, 1, 0,7, 0, -0,7, 1, -0,7, 0



Si las muestras son tomadas, por ejemplo, a intervalos de 125 microsegundos, el tiempo total para un período completo  $t$  es ocho veces (la cantidad de muestras necesarias para representar un período) el valor de cada período. En nuestro caso,

$$t = 8 \times 0,000125 = 0,001 \text{ segundos}$$

La frecuencia  $F$  se puede calcular invirtiendo el período

$$F = 1/t = 1000 \text{ Hz}$$

La ventaja de representar una señal eléctrica mediante muestras radica en la facilidad con la cual la señal puede procesarse. Por ejemplo, pueden realizarse todo tipo de operaciones matemáticas (atenuación, filtrado) de manera muy sencilla. Es más, una operación tan compleja como un mezclador de un receptor superheterodino no es ni más ni menos que una multiplicación de dos señales!

Hasta ahora sólo hemos representado a la señal mediante muestras en función del tiempo. Una herramienta matemática muy poderosa, conocida como la transformada de Fourier, permite convertir un conjunto de muestras que representan una señal en su correspondiente espectro. Eso es lo que un analizador de espectro representa en su pantalla.

Los equipos de radio actuales que tienen la posibilidad de procesar digitalmente las señales funcionan como cualquier receptor superheterodino, pero en lugar de utilizar filtros a cristal en la última frecuencia intermedia, digitalizan la señal y la procesan digitalmente. De este modo, todo tipo de filtros, aún los que son imposibles de fabricar con componentes tangibles, pueden ser creados en software. Debido a que la señal eventualmente será escuchada por un humano, se la deberá convertir nuevamente en su representación analógica antes de enviarla al amplificador de audio.

Ahora bien, la mayoría de los transceptores existentes en el mercado que incorporan DSP sólo pueden operar en banda lateral única, CW, AM o FM. El DSP sólo se utiliza para filtrado y eliminación de ruido. Si pudiéramos utilizar el DSP para también demodular la señal, entonces obtendríamos lo que se llama Radio Definida por Software, o *SDR* por sus siglas en inglés. La idea detrás de las SDR es que el modo de operación sea definido por el software que la radio utiliza. Por ejemplo, un transceptor viene de fábrica con los modos clásicos tales como SSB, AM y FM. Unos años más tarde, se desarrolla un modo nuevo, tal como el DRM (Digital Radio Mondiale, <http://www.drm.org/>), que se utiliza para transmisiones de onda corta comercial. Lo único que tenemos que hacer con nuestro transceptor para poder recibir el nuevo modo es cambiar el software; el hardware sigue siendo el mismo. Esto constituye una verdadera SDR.

La ventaja principal de las SDR radica en la versatilidad. La misma plataforma de hardware podría ser utilizada para casi cualquier equipo de comunicación, no importa el ancho de banda o el modo de emisión/recepción.

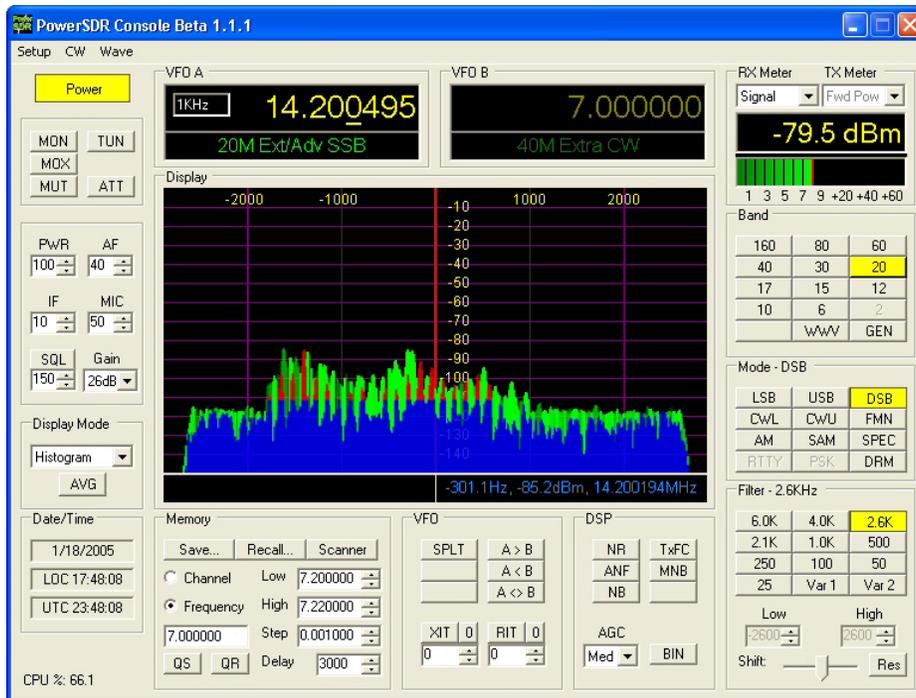
En este momento hay varias radios definidas en software disponibles para los radioaficionados. Entre ellas, podemos contar las siguientes:

### **SDR1000**

(<http://www.flex-radio.com>). Fabricado por Flex-Radio. Este transceptor cubre todas las bandas desde 160 a 6 metros. Utiliza un hardware analógico, y una PC con tarjeta de sonido para el procesamiento digital de la señal. El software para la PC puede obtenerse en el sitio de Internet de Flex-Radio, y el código fuente es de dominio público.



**SDR1000 – Radio definida en software de Flex Radio Systems**  
*(foto cortesía de Gerald Youngblood, K5SDR)*



**SDR1000 – Pantalla principal de control**  
*(foto cortesía de Gerald Youngblood, K5SDR)*

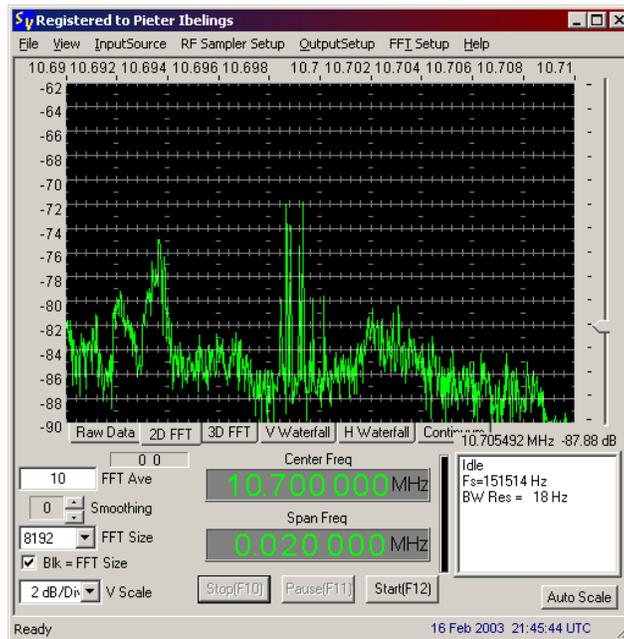
## SDR-14

(<http://www.rfspace.com/sdr14.html>). Fabricado por RFSpace. Este receptor cubre todas las bandas de HF y necesita una PC para controlarlo. A diferencia del SDR1000, la señal es procesada íntegramente en forma digital (el muestreo se realiza directamente con la señal captada por la antena, previa amplificación).



### SDR14 – Radio definida por software de RF Space

*(foto cortesía de Pieter Ibelings, N4IP)*

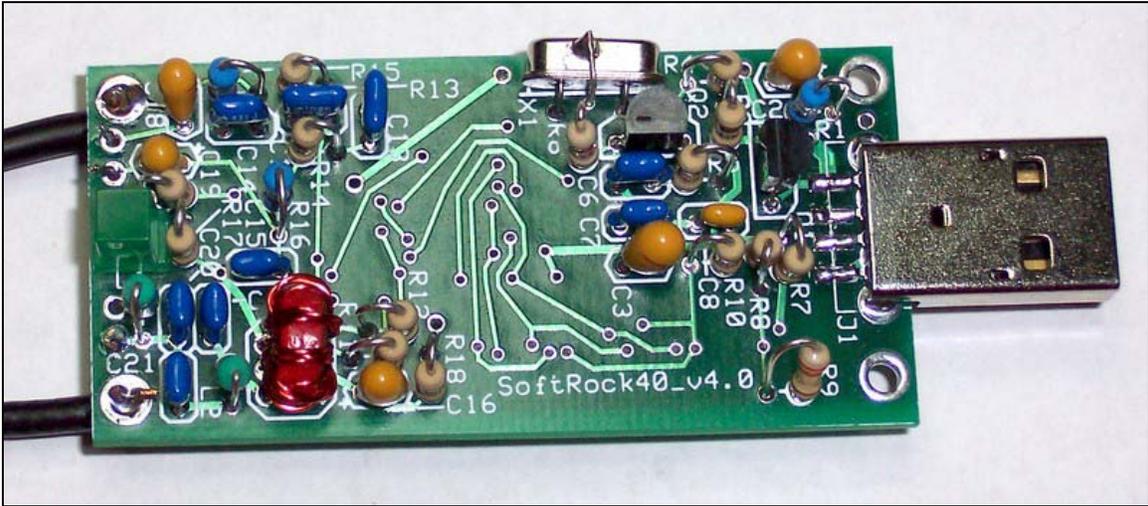


### SDR14 – Pantalla de control en modo analizador de espectro

*(foto cortesía de Pieter Ibelings, N4IP)*

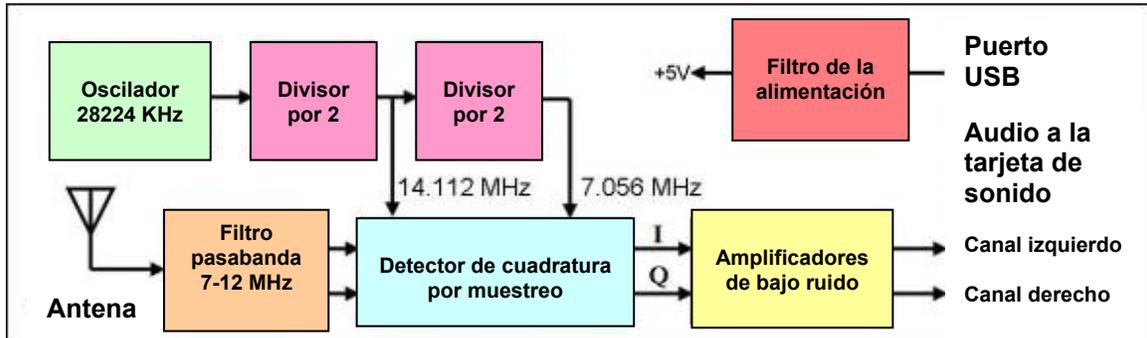
## Soft-Rock 40

(<http://www.amqrp.org/kits/softrock40/index.html>) Kit distribuido por el club AMQRP. Es un receptor que cubre una sola banda de HF. Necesita una PC con tarjeta de sonido para el procesamiento de la señal. Es, en realidad, una versión solo-receptor monobanda del SDR1000. El Soft-Rock para 40 metros se vendió a 21 dólares el kit, y se podía construir en una tarde. Hay continuamente nuevos kits con bandas adicionales. Últimamente se estaba desarrollando un kit que incluía un transmisor de baja potencia.



### SoftRock 40 – Receptor monobanda definido en software

(foto cortesía de George Heron, N2APB)



### SoftRock 40 – Diagrama en bloques

(cortesía de George Heron, N2APB)

Varios radioaficionados han desarrollado software alternativo a los ofrecidos por algunos fabricantes. Por ejemplo, el receptor Soft-Rock puede operarse prácticamente con el mismo software utilizado con el SDR1000, o software desarrollado por VE3NEA (<http://www.dxatlas.com/rocky/>) o M0KGGK (<http://www.m0kgk.co.uk/sdr/index.php>).

## **Conclusiones:**

El procesamiento digital de señales y la aparición en el mercado de computadoras con tarjeta de sonido que pueden procesar señales de varios KHz, sumado a los últimos microprocesadores, ha abierto la posibilidad de desarrollar todo tipo de radios implementadas en software por varios radioaficionados. El modo de operación de una radio definida en software no está dado por el hardware, sino por el software que se utiliza. Una actualización de software permitiría, en teoría, la operación en nuevos modos quizás no existentes en el momento de la fabricación de la radio.

El procesamiento digital de señales permite obtener en forma relativamente sencilla ciertas prestaciones que eran prácticamente imposibles de implementar con circuitos analógicos, como por ejemplo filtros pasabanda de fase lineal, respuesta en frecuencia plana, y excelente factor de forma. Otro campo en donde el procesamiento de señales digital sobresale es en la eliminación de ruidos (noise blankers) e interferencia.

Es muy probable que en el futuro cercano aún más DSP sea incorporado a los equipos de radio producidos por las grandes marcas. No será sorprendente entonces escuchar que alguien “bajó del sitio en Internet del fabricante” el último demodulador para su equipo.