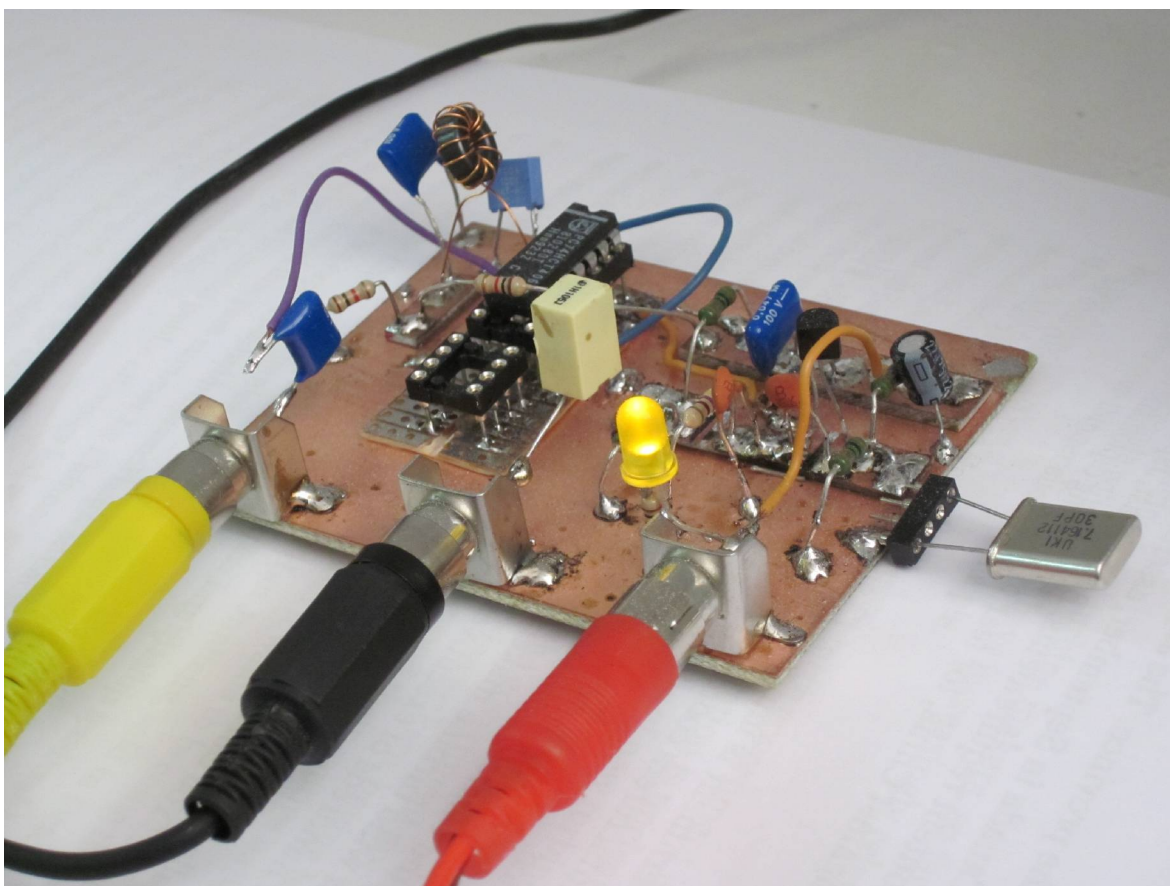


RECEPTOR DIDACTICO DE ONDA CORTA "UPMRX"

Eduardo Alonso EA3GHS/4 ea3ghs@qrp.cat

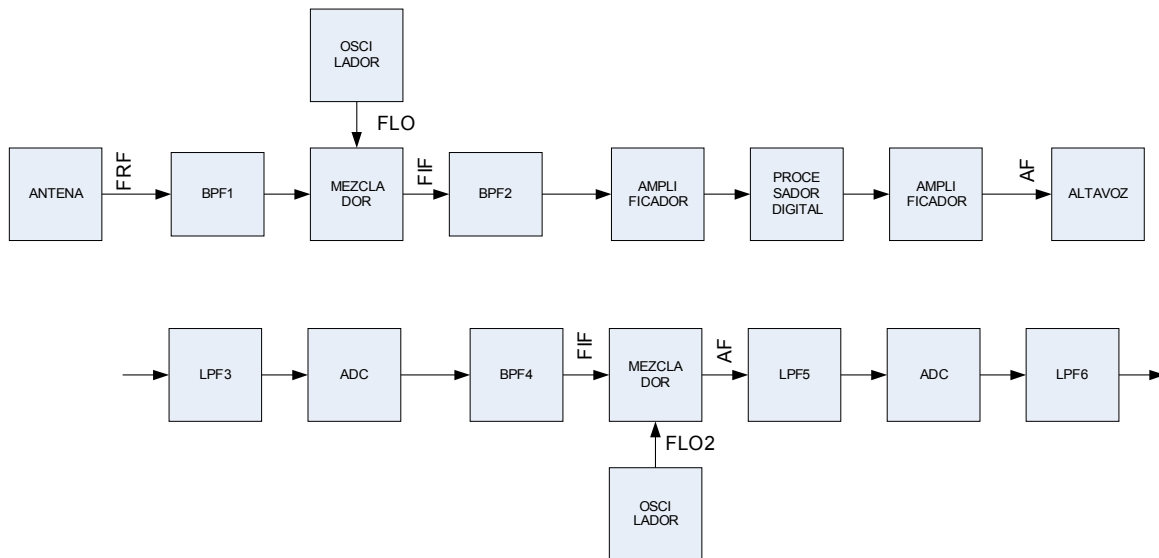
El receptor UPMRX se ha pensado como una actividad del radioclub local, EA4RCT. En su construcción y puesta en marcha han participado Pablo, EA4RCT, Javier, EA4FZN y Juan, EA4ETT. Es un circuito muy simple, se monta en un par de tardes y no requiere de ajustes complicados. El montaje, al estilo Manhattan, incorpora las bases de los conectores (RCA de circuito impreso) evitando practicamente la necesidad de una caja metálica. Todo el software mencionado es gratuito e incluso funciona con Linux.



DESCRIPCION DEL RECEPTOR

La arquitectura del receptor es del tipo superheterodino de doble conversión. La primera conversión, de radiofrecuencia (RF) a frecuencia intermedia (IF) se realiza con un mezclador del tipo muestreo y retención (S&H). No se ha previsto rechazar la banda lateral opuesta (BLO) lo que empeora la relación señal ruido (SNR) como mínimo 3dB. La salida de FI se digitaliza usando el conversor analógico-digital de la tarjeta de sonido del ordenador (ADC). La segunda conversión

translada la señal de IF a audiofrecuencias (AF), seleccionado esta vez si, la banda lateral deseada. Evitamos de esta forma volver a perder 3dB.

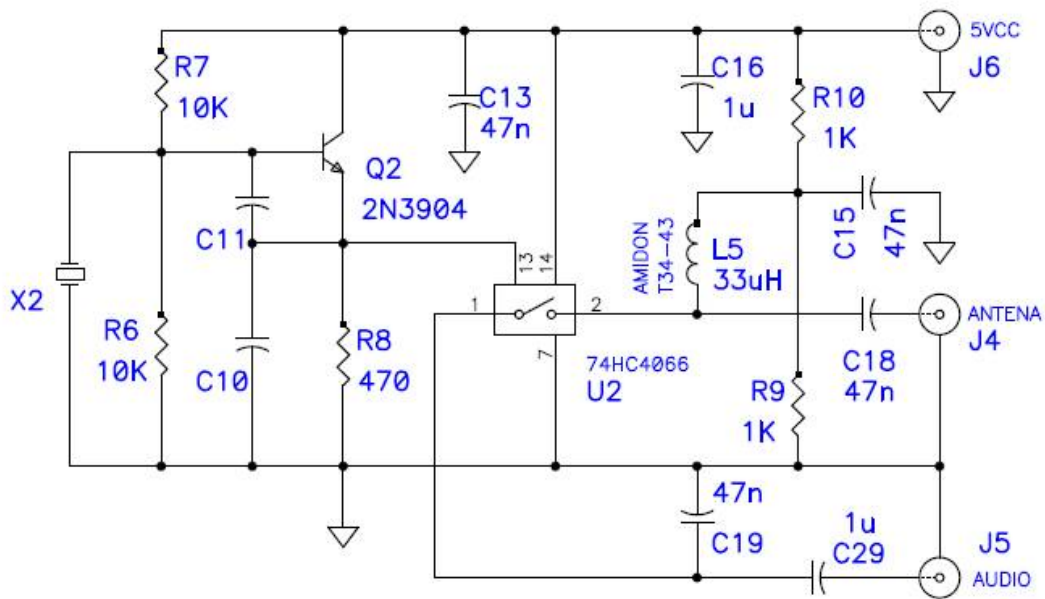


La estructura exacta del procesador digital de señales (DSP) depende del software utilizado: ROCKY o KGKSDR. Con BASICDSP o SPECTRUMLAB el usuario puede parametrizar de una forma sencilla la estructura deseada. La salida de AF procesada se convierte de digital a analógico se envía al conjunto amplificador de audio y altavoz.

La ganancia del receptor se ha repartido en tres puntos: en FI analógica, en AF digital y en AF analógica. No se prevé ganancia en RF ya que los niveles de señal y ruido en bandas bajas no lo hacen necesario.

SECCION FRONTAL

Es el circuito encargado de pasar de RF a IF. El esquema muestra su sencillez y las simplificaciones que se han realizado. Es posible la utilización de bobinas comerciales ya que el filtro no es de alto Q.



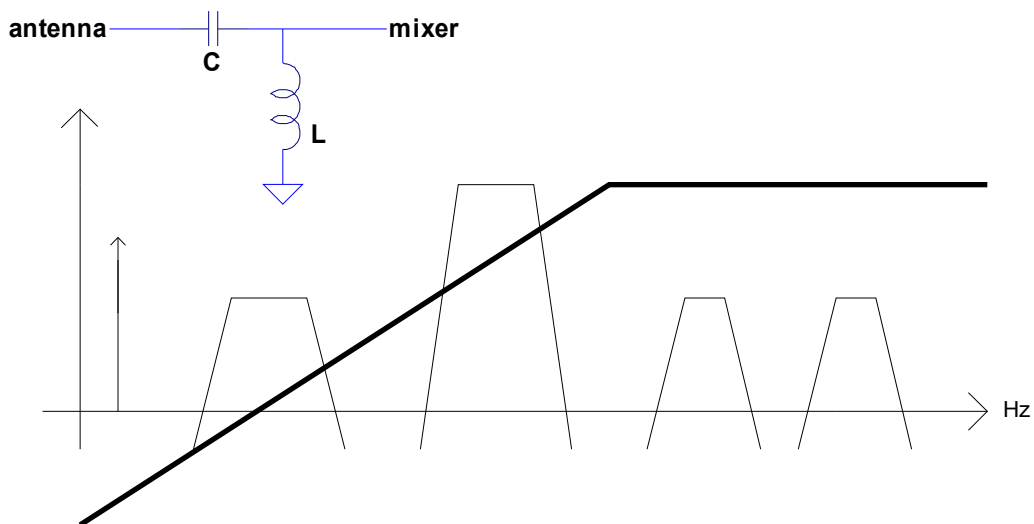
FILTRO PRESELECTOR

El circuito preselector de canal se ha implementado con un filtro pasoalto BPF1 que elimina las señales de baja frecuencia (50 Hz), ruidos de equipos eléctricos domésticos (100kHz) y estaciones de onda media (1000kHz) y permite pasar señales de onda corta. Los valores recomendados son

$$C = xxxpF \quad L = xxxuH \quad (X \text{ espiras sobre T37-43}) \quad f_{\text{corte}} = xxxkHz.$$

En el prototipo evaluado aquí se ha utilizado:

$$C = 47nF \quad L = 33uH \quad (11 \text{ espiras sobre T37-43}) \quad f_{\text{corte}} = 100kHz.$$



Un filtro tan sencillo tiene un coste. Se observan en IF señales de cierto nivel entre 0 y 6kHz (20dB sobre nivel del ruido), aunque un espectro limpio entre 6 y 24kHz. Es un comportamiento aceptable en una gran capital (Madrid) con cinco estaciones de 50kW a pocos kilómetros y una de 600kW.

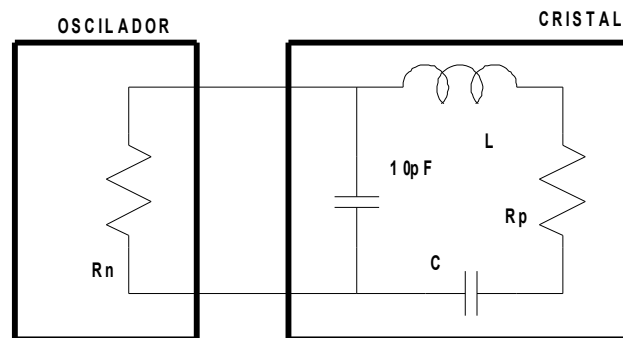
MEZCLADOR

El mezclador S&H interrumpe una señal FLO veces por segundo, apareciendo en la salida de IF las señales suma $FLO+FRF$ y diferencia $FLO-FRF$.

Es importante destacar que el mezclador es sensible a las frecuencias múltiplos impares de FLO: $3FLO$ $5FLO$, etc. Por ejemplo, si $FLO=3500\text{kHz}$ detectaremos también estaciones presentes en 11500kHz , 17500kHz ,... El filtro preselector debería atenuar adecuadamente estas señales pero en la práctica no ha resultado necesario.

OSCILADOR

Consiste en un circuito clásico colppits. La selección de capacidades y corriente de emisor ha de garantizar suficiente resistencia negativa para cancelar la resistencia de pérdidas (positiva) del cristal.



si $R_{PRN} < 0$ entonces oscila

El circuito ha sido probado en las bandas de 80, 49, 40 y 31 metros.

La tensión de salida varia ámpliamente 4.5Vpp centrada en 2.5V , suficiente para el inversor de control del 74HC4066.

FILTRO DE FI

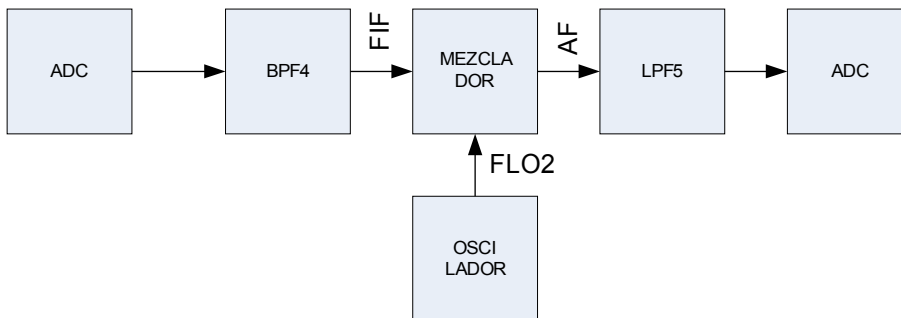
Las componentes de alta frecuencia de la señal de IF encuentran un camino fácil a tierra a través del condensador. En bornes del condensador aparece una tensión proporcional a las componentes de baja frecuencia ($FRF-FLO$). Esta tensión es la que "ve" la entrada de alta impedancia del ADC.

La frecuencia de corte del filtro pasabajos (LPF2) resultante no esta bien definida. El filtro antialiasing del ADC tendrá que suprimir frecuencias superiores a la mitad de la frecuencia de muestreo (FS).

PROCESADOR DE SEÑAL

Es la etapa encargada de pasar de IF a AF. La entrada de microfono del ordenador tiene un amplificador de 40dB admitiendo señales de hasta 10mVrms sin saturar. Típicamente el ADC permite trabajar con señales hasta 90dB mas pequeñas que dicho nivel, un excelente rango dinámico. La potencia de los procesadores actuales implementar filtros sintonizables muy estrechos. De aquí se obtiene una magnifica selectividad.

La descripción detallada de esta etapa podria llenar libros. Para dar una idea, el software implementa una estructura convertora de banda idéntica a la sección frontal RF.



Un filtro BPF4 selecciona el canal dentro de la banda de IF 0..24kHz eliminando la frecuencia imagen (BLO). Un oscilador numérico programable DDS genera una frecuencia que se multiplica numéricamente con la señal de entrada IF. A la salida del mezclador se obtienen las señales suma y diferencia. Un filtro pasabajos LPF5 selecciona la señal AF rechazando los productos de alta frecuencia. La frecuencia del oscilador se coloca a la izquierda o a la derecha de la portadora dependiendo de la banda lateral deseada.

AJUSTE Y PUESTA EN SERVICIO

Comprobar con un osciloscopio y sonda de alta impedancia que en la salida del oscilador aparece una señal sinusoidal.

El programa SPECTRUMLAB es útil para efectuar medidas espectrales precisas. Conectar el receptor en la entrada de micrófono, y ajustar el nivel del mezclador al máximo (atenuador=0dB)

Observar el espectro de IF con el: 1) RX apagado, 2) RX encendido sin antena, y 3) RX encendido con antena. El nivel de ruido medio ha de aumentar en cada paso. En el paso 2 observaremos señales espureas generadas por el sistema receptor.

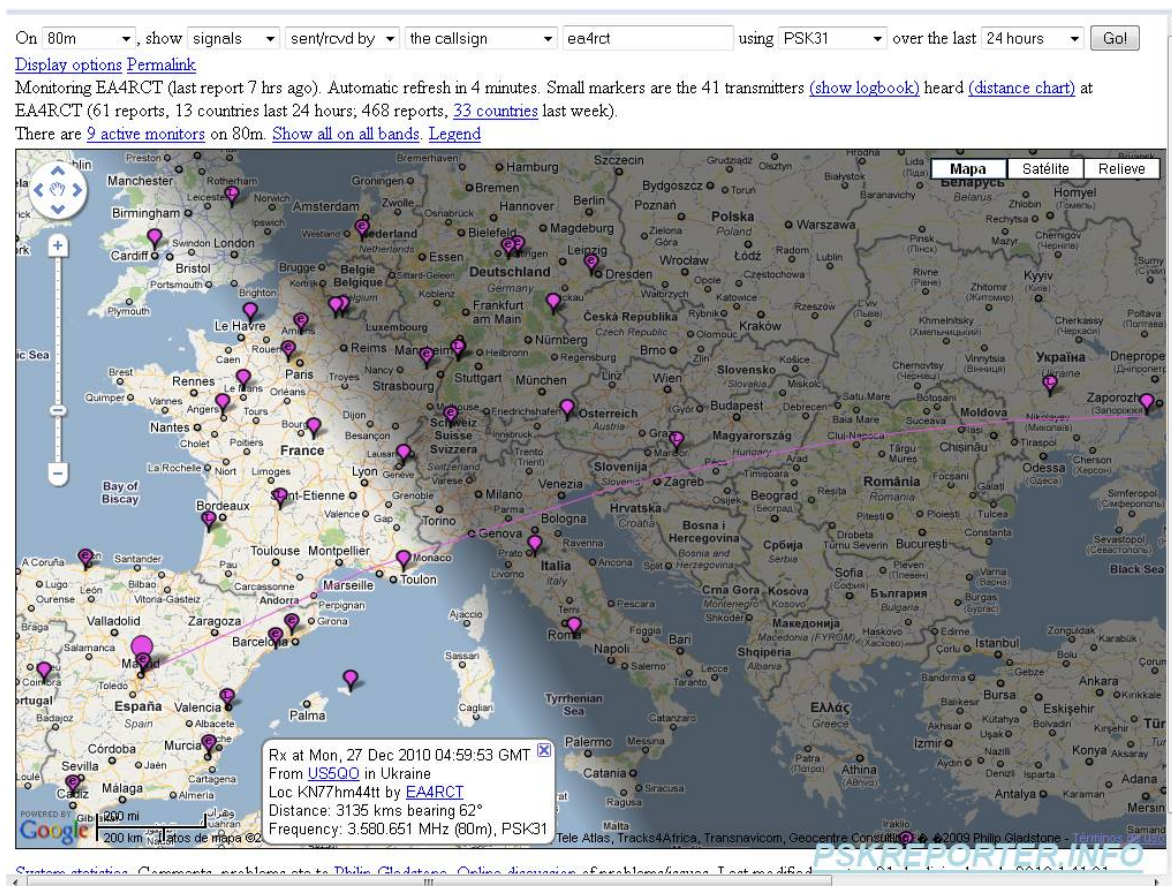
OPERATORIA EN FONIA

Con cristales de 3684kHz o 7159kHz podemos escuchar el segmento de fonía. Un día de concurso será fácil escuchar infinidad de estaciones y probar con distintos filtros ajustables de audio: 2400..3400kHz, según las interferencias cercanas o sobre la señal.

Recordar que el RX es de doble banda lateral y los emisores situados por debajo del oscilador local nos aparecerán en la banda lateral opuesta (USB) a la usada por el radioemisorista (LSB).

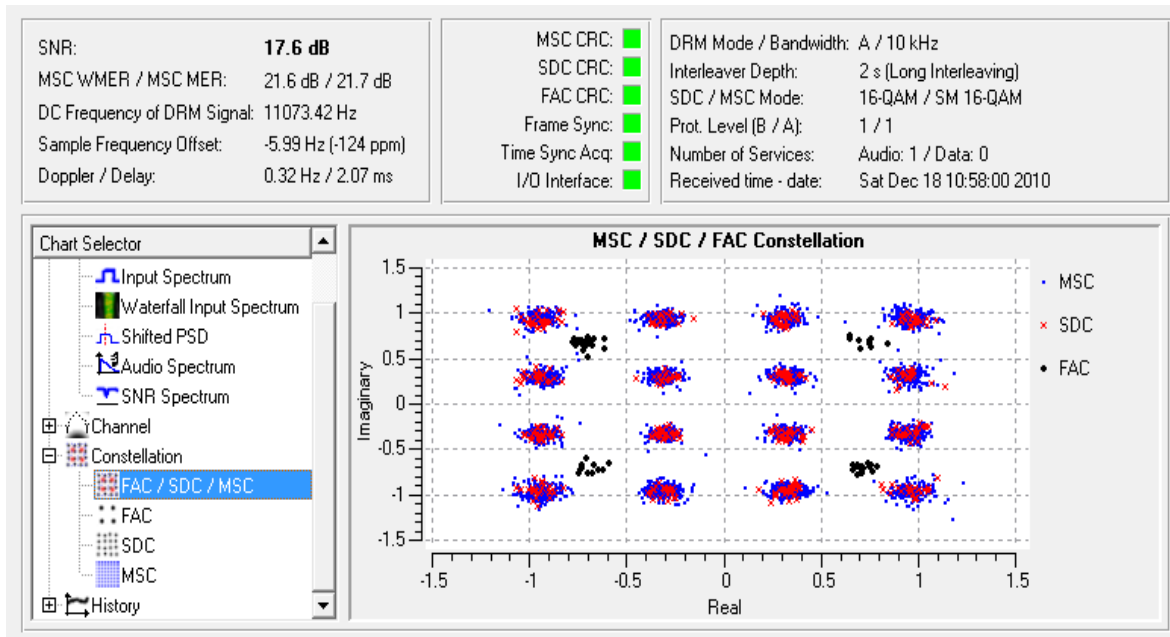
OPERATORIA EN PSK31

Con cristales de 1842kHz, 3579kHz o 7030kHz y el programa FLDIGI o ROCKY podemos decodificar multitud de transmisiones digitales. En una semana de operación y un dipolo se han escuchado en 80m mas de 30 países diferentes del DXCC. FLDIGI es un programa que decodifica PSK31 y cuando detecta un indicativo, lo envía a la base de datos [HTTP://PSKREPORT.INFO](http://PSKREPORT.INFO). Esta base de datos conoce el QTH-LOCATOR de de todas las estaciones y genera un mapa con la posición de las estaciones. Esto permite hacerse una idea de la actividad y propagación en un momento dado. Es curioso observar cierto amontonamiento de estaciones en un radio de 1200km, correspondiente al arco: Inglaterra, Bélgica, Holanda, Alemania, Italia y norte de Francia.



OPERATORIA EN RADIODIFUSIÓN DIGITAL DRM

Con el cristal de 9830kHz y 6000kHz y en horario adecuado podemos demodular las transmisiones DRM. El software DREAM busca en toda la FI los tonos piloto de la modulación OFDM. Una vez los encuentra decodifica la trama FAC donde aparecen detalles del número de portadoras y modulación usada. Una vez recibida y decodificada la trama de señalización SDC se tiene la información transportada en los canales de datos MSC: número de canales de audio, formatos de compresión de audio, contenidos multimedia...



La imagen corresponde a la transmisión del sábado por la mañana de la RDP (RADIODIFUSÃO PORTUGUESA) en 9815kHz, 18kbit/s con compresión de audio AAC. Se observan las tres constelaciones de 8, 16 y 16 puntos de los tres canales mencionados. A menor SNR mas descentrados aparecen los puntos. Esta modulación es sensible a la banda lateral.

CONCLUSIONES

Un receptor con cristal resuelve un problema importante en ausencia de instrumental o habilidad técnica: conocer la frecuencia de trabajo y garantizar su estabilidad térmica. Una alternativa moderna y barata al uso del cristal es usar los modernos y sencillos DDS (AD8333) o cristal programable (SI570).

Se dice que un el diseño de una máquina o circuito acaba cuando no se le puede quitar mas piezas. Si eliminamos alguna pieza, nos quedamos sin receptor o comprometeríamos su correcto funcionamiento. Creo que con este circuito se ha conseguido.

NOTAS ACERCA DEL 4066

El uso de este circuito integrado se ha inspirado en los trabajos previos de PA2OHH, PY2OHH y YU1LM.

excitación

polarización entrada/salida

perdidas internas

frecuencia de corte

El circuito integrado se utiliza fuera de especificaciones del fabricante. La frecuencia de interrupción se lleva mas allá del máximo y es posible que a alta frecuencia no funcione. El 74HC4066 de TEXAS INSTRUMENTS a 14318kHz no funcionó. El 74HCT4066 de PHILIPS, a la misma frecuencia si trabajó, pero con gran perdida de conversión.