

Diseño de filtros de audio por ordenador

XAVIER SOLANS*, EA3GCV

Los filtros de audio son circuitos de gran utilidad para el radioaficionado, no tan solo para los experimentadores que construyen sus propios equipos y accesorios sino también para los usuarios de receptores y transceptores de penúltima generación que quedaron fuera de la moderna era de equipos basados en DSP.

Precisamente hoy, hablar de filtros de audio analógicos frente a la cada día mayor proliferación de equipos con proceso de síntesis digital puede parecer anticuado para algunos pero, sin duda, muchos otros aficionados valorarán enormemente tener a mano todos los datos técnicos de un chip específico que, con la asistencia de un programa de ordenador les facilite el trabajo de diseñar, configurar y construir sus propios filtros de audio adaptándolos a sus necesidades particulares.

El circuito integrado UAF42

El UAF42 de Burr-Brown no es uno más de los comunes circuitos integrados que encapsulan en su interior varios circuitos operacionales, sino que es un integrado específico, diseñado con el fin de facilitar y solucionar con mucha precisión y rapidez el diseño de filtros de audio analógicos. El UAF42 (figura 1) es un circuito integrado monolítico que contiene tres amplificadores operacionales, resistores de 50 kΩ con exactitud del 0,5 % y condensadores de 1.000 pF de muy bajas pérdidas y alta precisión ajustados por láser a 0,5 %, además de un cuarto amplificador operacional auxiliar, todo ello destinado a facilitar el diseño de filtros de audio con un factor de calidad muy alto.

Con un solo chip UAF42 podemos diseñar fácilmente un filtro de dos polos con tan solo dos resistores externos. Los filtros diseñados con el UAF42 son de alta estabilidad para trabajo continuo sin ningún tipo de ruido ni acoplamientos o realimentaciones, como ocurre contrariamente en los filtros de tipo capacidad conmutada. Otras características atractivas del UAF42 son la poca influencia de los parámetros del filtro frente a las variaciones de valor de los componentes externos así como sus salidas simul-

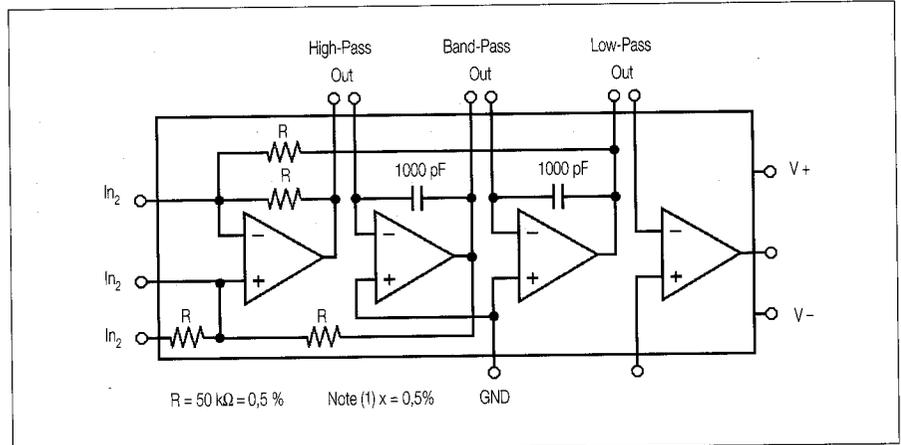


Figura 1. El circuito integrado UAF42 contiene cuatro amplificadores operacionales más algunos componentes de precisión.

táneas de pasabajos, pasaaltos y pasabanda.

El programa bajo *FilterPro* nos guía a través de todo el proceso de diseño y nos calcula automáticamente los valores de los componentes externos necesarios.

Utilización del software FilterPro

Primero grabaremos el programa desde el disquete en un directorio que previamente habremos creado en nuestro disco duro, por ejemplo denominándolo «filtros». Dentro de dicho directorio y bajo MS-DOS, teclearemos *filter42* <Enter> para arrancar el programa.

Usaremos las teclas de flechas para mover el cursor encima de la sección de respuesta del filtro. Presionaremos <Enter> encima de uno de los cuatro filtros a seleccionar: *low-pass*, *high-pass*, *band-pass*, *notch* (rechazo de banda).

Una vez hayamos seleccionado la respuesta del filtro moveremos el cursor hacia la zona de selección del tipo de filtro; podemos elegir entre cuatro tipos de filtro: Butterworth, Bessel, Chebyshev o Inverse Chebyshev.

A continuación elegiremos el orden del filtro moviendo el cursor hacia la línea *Filter Order* en la sección de «parámetros», entraremos el orden *n* (de 2º a 10º orden).

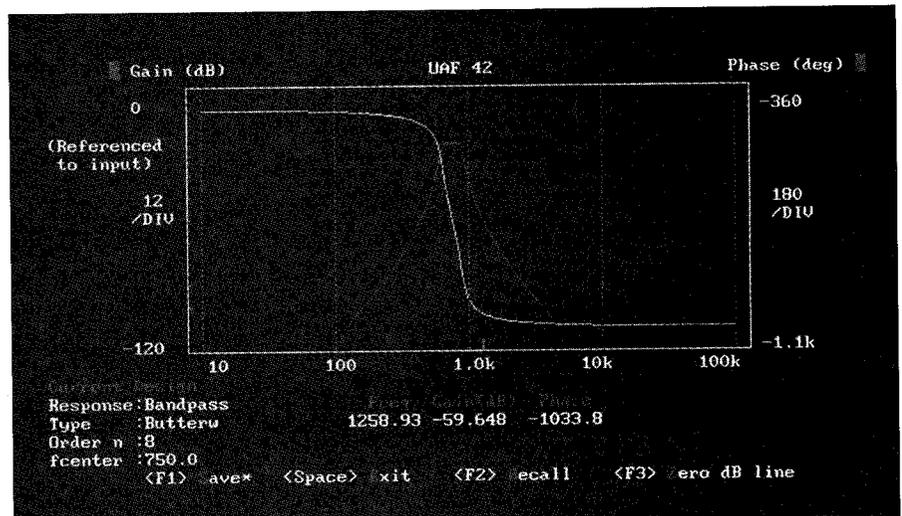


Figura 2. Pantalla del programa FilterPro, con la respuesta (ganancia y ángulo de fase) de un filtro pasabanda tipo Butterworth de octavo orden centrado en 750 Hz, adecuado para CW.

* Apartado de Correos 814, 25080 Lleida. Correo-E: ea3gcy@iws.es

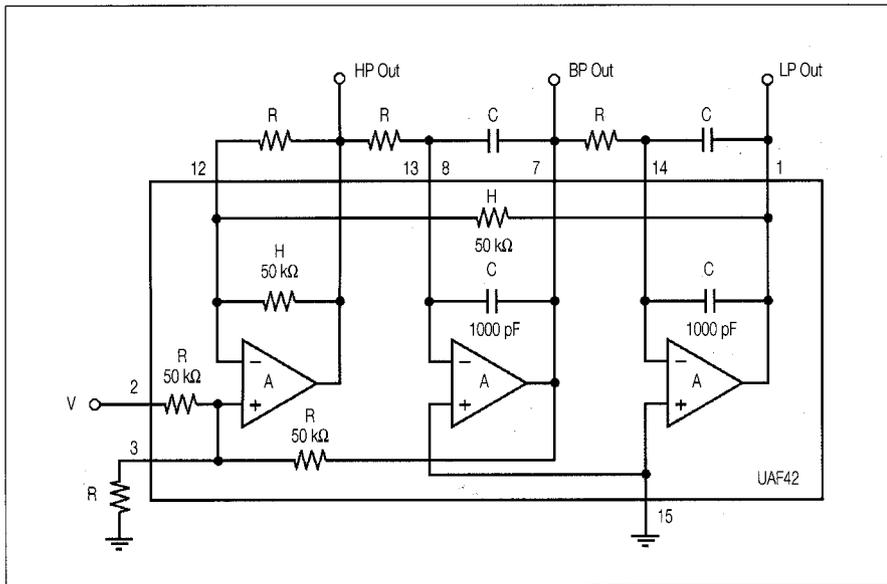


Figura 3. Plantilla preparada por el fabricante del UAF42, con el esquema de un filtro pasabanda de segundo orden.

Después elegiremos la frecuencia del filtro en la línea *Filter Frequency* y según la respuesta de filtro elegida en los pasos previos ahora podremos escoger:

- *Low-pass/high-pass filter*: entrar la «f-3dB» o la frecuencia de corte.
- *Band-pass filter*: entrar la frecuencia central del filtro «f-center».
- *Band reject (notch) filter*: entrar la frecuencia *notch* «f-notch».

Si el filtro es pasabajos o pasabajos podremos ahora pasar ya directamente al paso de presentación-resolución de valores de componentes *print-out component values*.

Si el filtro es un pasabanda o de rechazo de banda (*notch*) moveremos el cursor hacia la línea *bandwidth* para escoger el ancho de banda del filtro.

Si presionamos <Enter> en la línea *bandwidth*, podremos seleccionar la frecuencia *fh* y *fl* que son las frecuencias superior e inferior a -3 dB del ancho de banda de paso de la respuesta del filtro pasabanda o de rechazo si se trata de un filtro de grieta.

Una vez dictados todos los parámetros del filtro deseado presionaremos la tecla F4 para que el programa nos visualice los valores de componentes y un esquema de bloques del circuito, *Filter Component Values* y *Filter Block Diagram*.

El programa incorpora una función especial y de gran utilidad que nos muestra una gráfica de la respuesta del filtro con las curvas de ganancia y de fase con relación a la frecuencia. Para visualizar la gráfica de «forma» del filtro presionaremos F2. Con las teclas de flecha izquierda-derecha podemos mover una línea vertical a través de todo el espectro de frecuencia, visualizándose la ganancia en decibelios (dB) en la frecuencia que tengamos marcada.

La figura 2 se muestra la gráfica de ganancia y fase de un filtro pasabanda Butterworth

de octavo orden centrado en 750 Hz, es digna de destacar la atenuación de -59 dB en la frecuencia de 1.258 Hz.

Las otras funciones disponibles dentro de esta pantalla son las siguientes:

- F1 o S Guarda el diseño visualizado para poder recuperarlo después.
- F2 o R Abre el último diseño que hayamos guardado.
- F3 o Z Visualiza una línea de referencia a 0 dB.

Un sencillo ejemplo práctico

En cada entrada de datos, el programa calcula automáticamente los valores de los resistores externos. Si se necesitan condensadores externos, el programa selecciona valores de condensadores normalizados y calcula valores exactos de resistencia para elaborar el filtro que hayamos seleccionado. En la pantalla disponemos de la opción de *1% Resistors* que nos calculará las resistencias con el valor más cercano a los valores de resistores estándar.

En la figura 3 observamos una de las plantillas que nos ofrece el fabricante; hemos entrado en el programa los datos para un filtro pasabanda de segundo orden centrado en 800 Hz. El programa nos da un valor para RF1 y RF2 de 200 kΩ y 3,5 kΩ para Rq. La entrada de señal será por la patilla 2 y la salida por la 7 (*band-pass*). Los demás componentes externos no se utilizan en este diseño.

En el boletín de datos *AB-035C Filter design program for the UAF42 universal active filter* (ver comentario final) el fabricante nos ofrece 6 plantillas diferentes con todos los componentes externos nombrados con las mismas referencias que utiliza el programa cuando nos da los resultados, de manera que se puede desarrollar un prototipo

inmediatamente después de que el programa haya efectuado los cálculos automáticamente. Cualquier parámetro de entrada puede ser cambiado sobre la marcha y el programa nos recalculará los valores inmediatamente, esto permite trabajar con el sistema «y si... y si...» hasta conseguir el filtro más acorde a nuestras necesidades.

Últimos comentarios

Es obvio que el circuito integrado descrito en este artículo está indicado en un amplio margen de aplicaciones del mercado electrónico general, pero sin duda el sencillo y útil software que nos ofrece su fabricante -junto a los boletines de aplicación- como herramienta de diseño y los pocos componentes externos necesarios para su trabajo, hacen de él un buen candidato a la experimentación entre los aficionados a los montajes.

El soporte lógico (software) *FilterPro* es marca registrada de Burrn-Brown, PO Box 11400 Tucson, AZ 85734, EEUU. Las hojas de datos y de aplicación en formato pdf del UAF42, así como todos los puntos mundiales de distribución se pueden obtener directamente en el sitio Web de Burrn-Brown <http://www.burrn-brown.com>

¡Qué disfrutéis experimentando!

73, Xavi, EA3GCY

Principios de electricidad y electrónica I
Antonio Hernández Domínguez

216 páginas, 1.800 ptas.

Extracto del índice:
Principios fundamentales de la electricidad • El circuito eléctrico • Efectos y medidas de la corriente • Resistencia eléctrica • Introducción al cálculo de circuitos. Ley de Ohm • Métodos de análisis y cálculo de circuitos • Energía y potencia eléctrica • Bases matemáticas • Resumen de conceptos y fórmulas fundamentales • Respuesta a los ejercicios propuestos.

marcombo
BOIXAREU EDITORES

PARA PEDIDOS UTILICE LA HOJA PEDIDO
LIBRERÍA, INSERTADA EN LA REVISTA