

Preamplificador/compresor de micro y audio

XAVIER SOLANS*, EA3GCY

Hasta la aparición de los circuitos integrados de aplicación específica, realizar un montaje como el descrito era una labor compleja y delicada. Con el último desarrollo en ese campo, la unidad está operativa y a pleno rendimiento en muy poco tiempo.

El abordaje de un proyecto de audio es uno de los más generosos para cualquier aficionado que se inicie en el apasionante mundo de los montajes. El circuito que se describe a continuación es un preamplificador de audio basado en un moderno circuito integrado producido específicamente para este tipo de funciones. Sin duda, las propiedades más importantes de este chip son el circuito de compresión variable con CAG, su limitador y su reductor de ruido. Un proceso de este tipo en una modulación de BLU mejora notablemente su inteligibilidad, aumenta la potencia media de transmisión y ofrece una mayor comodidad al locutor. Para nosotros, este circuito es especialmente atractivo para equipos transmisores de radio en el caso de utilizarlo como procesador de micrófono, o como preamplificador de audio con CAG y reducción de ruido en el caso de utilizarlo como preamplificador de audio, por ejemplo en un receptor de conversión directa.

El chip SSM2166

El circuito integrado SSM2166 es uno de los últimos chips lanzados al mercado por Analog Devices (<http://products.analog.com/>). Sin duda, es previsible que este integrado alcance a ser un «popular» en el sector de la radioafición, como lo fue el ahora obsoleto SL6270 de Plessey.

Este circuito ha sido diseñado recientemente, dirigiéndolo principalmente al proceso de señal de micrófonos dentro del sector multimedia de ordenadores, pero además se recomienda su uso para muchas otras aplicaciones. En su hoja de datos, Analog Devices menciona las principales características y aplicaciones que se muestran en cuadro adjunto.

El SSM2166 integra una completa y flexible solución para acondicionar señales de audio procedentes de micrófonos u otras fuentes de baja señal. Un amplificador de bajo ruido controlado por tensión (VCA) proporciona una excelente ganancia con dinámica ajustable y un bucle de control que permite un amplio margen de ajuste del nivel de compresión. La relación de compresión se determina por el valor de una sola resistencia y puede variarse entre 1:1 a 15:1. Un circuito expansor (puerta de ruido), previene la amplificación de ruido de fondo. En el esquema de bloques de la figura 1 se muestran los circuitos internos del SSM2166.

Amplificador separador. La impedancia de entrada del

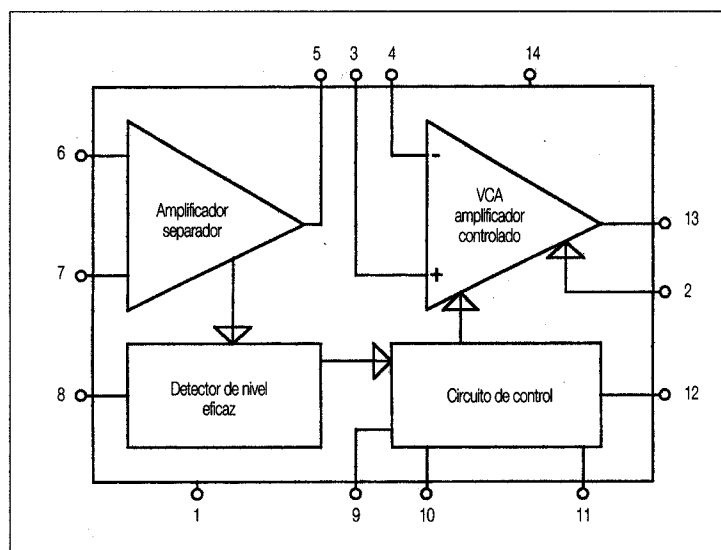


Figura 1. Bloques internos del SSM2166.

amplificador de entrada (patilla 7), es de 180 k Ω y su ganancia puede ajustarse, mediante resistencias externas, entre 0 y 20 dB. Hay una pequeña tensión en la entrada de este amplificador, por lo que la señal debe enviarse a través de un condensador de desacoplo.

Amplificador controlado (VCA). El procesamiento de la señal se efectúa mediante un amplificador controlado por tensión (VCA). La impedancia de entrada de esta etapa es de 1 k Ω y la de salida de 75 Ω . Su ganancia nominal se ajusta a través de la patilla 2 entre 0 y +20 dB. Sin embargo, una señal muy débil de entrada provoca que la tensión de control, recibida desde el circuito de CAG, aumente la ganancia hasta los 60 dB. Una característica muy importante de esta etapa de control es que el ruido interno se reduce al mínimo cuando la ganancia está al máximo; esta reacción inversa ayuda a que el factor de relación señal/ruido resulte extremadamente bajo.

Detector de nivel eficaz. La etapa rectificadora o detectora de nivel eficaz (RMS) fue diseñada especialmente para esta aplicación. Se encarga de generar una tensión continua de control proporcional logarítmica a los cambios del valor eficaz de la señal de entrada. La velocidad de reacción de esta tensión de control, ante los cambios de la señal

* Apartado de correos, 814, 25080 Lleida.
Correo-E: ea3gcy@wanadoo.es

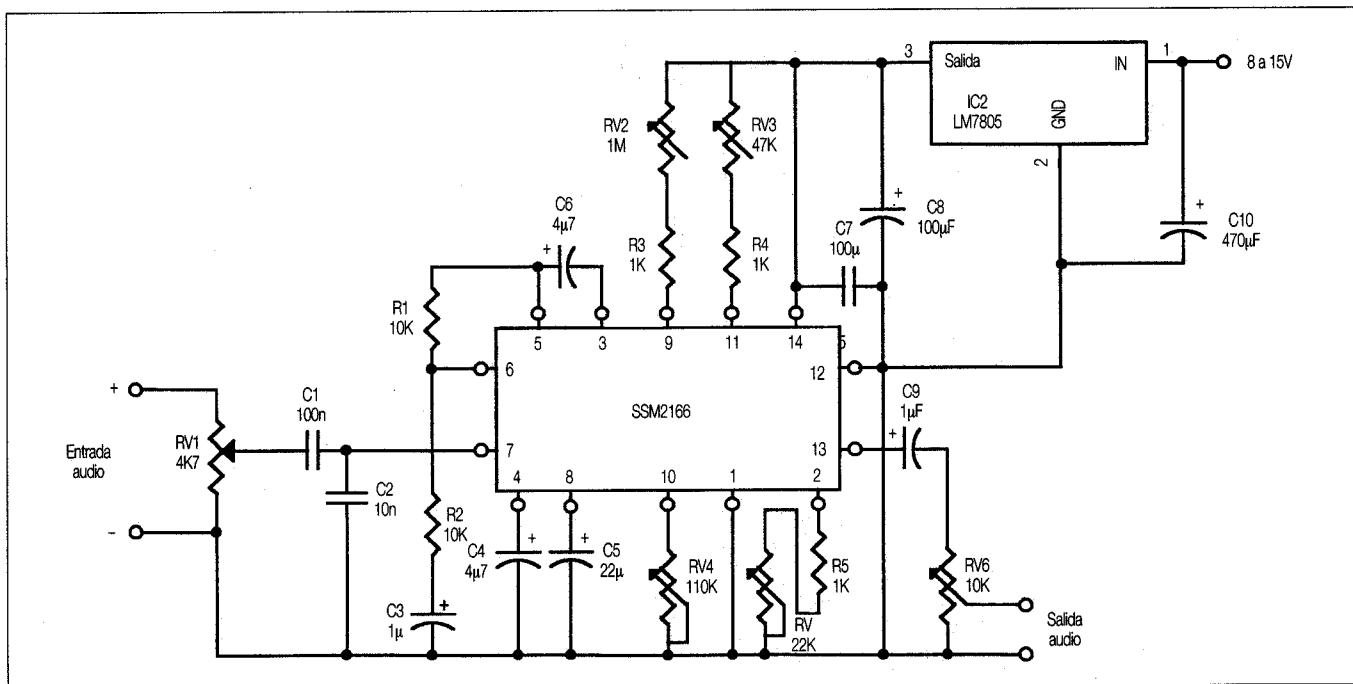


Figura 2. Circuito preamplificador de audio/micro con SSM2166.

de entrada, viene determinada externamente. Con señales de entrada excesivamente altas, el circuito integrado responde de forma automática y muy rápida, con el objetivo de minimizar la duración de cualquier sobrecarga accidental.

Circuito de control. En este circuito es donde el usuario puede efectuar externamente, y de forma muy simple, la mayoría de ajustes durante el funcionamiento normal del sistema. La cantidad total de compresión de la señal es de 0 a 60 dB; este factor se ajusta externamente a través de la patilla 10.

El limitador de señal (ajustable desde la patilla 11) previene que se exceda de una determinada señal de salida y puede ajustarse para un nivel límite de salida entre 30 mV y 1 V. Para evitar el ruido de fondo, la activación del circuito ante señales muy bajas puede determinarse mediante el ajuste del silenciador (*squelch*) (patilla 9). Se trata de una puerta de ruido que enmudece la salida de señal cuando la entrada tiene un nivel inferior al establecido por el ajuste externo (puede controlar señales entre 250 μ V y 20 mV). El dispositivo puede situarse en modo *power-down* o «dormido» (patilla 12 a positivo), entonces el consumo se reduce a 10 μ A y la entrada y salida de señal quedan en alta impedancia.

Un circuito real

En la figura 2 se muestra el esquema eléctrico de un circuito práctico en torno al SSM2166. Se trata de un versátil preamplificador de audio y de micrófono, es decir, es un módulo que el experimentador puede dedicar tanto para acondicionar una señal de audio de bajo nivel, procedente de un circuito de recepción, como para procesar la señal de un micrófono antes de dirigirla a un transmisor.

El nivel máximo de entrada al amplificador separador es de 1 V y la máxima salida del amplificador controlado por tensión es de 1,4 Vrms, con un 1 % de distorsión total. El *chip* es un *dual-line* convencional de 14 contactos y es sensible a las descargas estáticas, por lo que al manipularlo debe tratarse con cierta precaución.

La resistencia ajustable RV1 controla el nivel de la señal que se envía a la entrada no inversora (patilla 7) del ampli-

ficador separador; la ganancia de esta etapa queda fijada mediante las resistencias R1 y R2 (realimentación negativa desde la salida, patilla 5, a la entrada inversora, 6). La salida de esta etapa se dirige a través del condensador C6 a la entrada no inversora (3) del amplificador controlado; la ganancia nominal de esta etapa está definida según el valor a que esté ajustada RV6. Como ya hemos mencionado anteriormente, el ajuste de ganancia externo de esta etapa es el valor medio o de referencia, la tensión de control hará que la ganancia efectiva disminuya o aumente de forma inversamente proporcional al nivel de la señal de entrada.

La constante de tiempo, que determina la rapidez de acción del circuito detector de nivel eficaz, viene dada por el valor del condensador C5, conectado a la patilla 8.

Los controles de silenciador y del limitador se manejan por medio de RV2 y RV3. El factor de compresión total del circuito está determinado mediante el ajuste de RV4 en la patilla 10. La salida de señal se obtiene en la patilla 13, desacoplada por C9 y su nivel final se ajusta por medio de RV6, de forma que se pueda variar fácilmente y a voluntad la señal que, una vez procesada, se envía al exterior de la unidad.

La alimentación del circuito es de 5 V sobre la patilla 14 y se obtiene de un regulador 7805, lo que permite utilizar sin ningún problema tensiones de alimentación entre 8 y más de 15 V. El negativo de alimentación se aplica a la patilla 1.

Uso en receptores de radio

A veces, los sistemas convencionales de CAG activado por RF no resultan del todo eficaces en receptores de BLU (SSB), de modo que un buen sistema de CAG derivado del audio es sumamente útil en receptores de conversión directa y también en receptores superheterodinos sencillos. El SSM2166 puede dar excelentes resultados, con la ventaja añadida de su sencillez circuital. En un receptor de conversión directa o regenerativo la señal para este circuito deberá recogerse después del primer paso preamplificador de audio que sigue al detector; normalmente habrá al menos un transistor amplificador-separador después del detector de RF. Lo recomendable es que el circuito procesador quede

intercalado entre el primer preamplificador de audio del propio receptor y sus siguientes etapas amplificadoras —si las hay— de forma que todas ellas, así como la etapa final de altavoz, seguirán cumpliendo su cometido. Sin duda alguna, los constructores con cierta experiencia deducirán rápidamente dónde intercalar la placa en el receptor; algunas pruebas indicarán con facilidad el lugar óptimo para la «recogida» y la posterior «entrega» de la señal.

Uso en micrófonos para transmisión

El uso del SSM2166 como preamplificador/procesador de micrófono da unos resultados excelentes. Actualmente, algunos autores ingleses están aconsejando el uso del SSM2166 como sustituto del obsoleto SL6270 de Plessey, y probablemente pronto veremos publicados más proyectos similares en torno a este nuevo *chip*. Pienso que esta recomendación es realmente acertada. Las pruebas en laboratorio realizadas con el SSM2166 auguran una rápida incidencia en el sector de radio, tanto de aficionado como profesional. Un tema importante que no queremos dejar en el tintero es en referencia al procesado de micrófono en BLU.

Por su naturaleza, una señal en BLU se considera de «banda estrecha», y se espera que el ancho de banda de audio vaya de 300 Hz a unos 3.000 Hz, es decir 2,7 kHz nominales, suficientes para que la voz sea «reconocible». En un transmisor, el filtro de cristal de FI después del modulador de DBL (doble banda lateral) es el encargado de limitar el ancho de banda, al mismo tiempo que elimina la banda lateral indeseada de la señal de DBL, obteniéndose una señal de BLU. No obstante, es importante que el modulador no esté saturado por la señal de micrófono, al tiempo que es deseable que dicha señal de audio esté ya filtrada para que no supere el ancho de banda adecuado. Por ello, las premisas técnicas y reales más importantes de un procesador de micro externo, destinado a un equipo transmisor de BLU son que la señal esté «limitada» al nivel óptimo de la entrada del equipo, que se disponga de un factor de compresión adecuada para una cómoda locución, manteniendo el nivel constante de salida predeterminado y que el ancho de banda de audio de la señal procesada no exceda el ancho esperado.

Como vemos, el circuito mostrado en el presente artículo es muy versátil, y por ese mismo motivo no incorpora ningún tipo de filtro de banda específico, esto no es problema para que sea utilizado directamente como procesador de micro en cualquier tipo de transmisor, ya sea de BLU,

FM, etc., o bien para sistemas profesionales de audio. Un proyecto próximo es la preparación de un módulo con el SSM2166 específico para el proceso de micrófono en transceptores de SSB, el cual incorpore una etapa activa de filtrado además de algunos otros detalles que permitan la adaptación «universal» a cualquier equipo transceptor. Para los que deseéis construir el circuito descrito aquí, con el único objetivo de utilizarlo como procesador de micro para SSB, es recomendable añadir un condensador de 220 nF en paralelo con RV1 para atenuar las altas frecuencias y sustituir C9 (de 1 μ F) por uno de 47 nF para disminuir el paso de las bajas frecuencias.

Precauciones

Cuando se añade una preamplificación suplementaria antes del modulador de un transmisor o una preamplificación mayor en los circuitos de audio de un receptor, no prevista en su fabricación, pueden aparecer efectos de realimentación (*feedback*) indeseados. Es muy probable que los lectores de este artículo que hayan experimentado con preamplificadores de micrófono para SSB, sepan muy bien de qué estamos hablando. Cuando en un aparato transmisor añadimos una mayor amplificación de la señal del micrófono, podemos llegar fácilmente a superar los niveles preestablecidos por el fabricante, pudiéndose saturar la modulación y generándose una excesivo ancho de banda en la transmisión, además de distorsiones en la voz, ruidos de fondo, etc. Otro problema, en relación a lo mismo, es cuando se produce realimentación desde la señal de RF hacia la entrada de micro, especialmente cuando se trabaja en QRO o potencias mayores.

Explicar estos efectos de forma clara y en pocas palabras no es nada fácil, podemos decir que se deben básicamente a que el circuito preamplificador puede recoger un fracción de la envolvente de la señal de RF y producirse una realimentación positiva que hará que el circuito aumente la ganancia fuera de su margen de control. En QRP no suele haber problemas, en cambio, pueden empezar a aparecer con potencias de 100 W o incluso antes. Estos efectos acostumbra a tener siempre solución, no hay reglas o correcciones que sirvan siempre, pero sí que hay algunas ideas a tener en cuenta cuando nos encontramos con esta situación; utilizar siempre una caja metálica como hábitáculo del preamplificador, usar una fuente de alimentación diferente al aparato transmisor o preferentemente una pila, colocar estratégicamente perlas de ferrita o choques de RF en los cables de alimentación y señal, añadir condensadores de desacoplo, etc.

Últimos apuntes

Antes de escribir este artículo para la revista, han sido construidas algunas unidades de este circuito para diversos usos, funcionando hasta ahora a la perfección. Entre otras, las experiencias en transmisión se han realizado en un transceptor de BLU de baja potencia de construcción propia, en un TS-140S de Kenwood y en un legendario FT7-B de Yaesu con unos resultados asombrosos en todos ellos. Por otro lado, el SSM2166 se ha experimentado también en un receptor de conversión directa de la firma CM Howes, la mejora en la escucha fue sumamente notable, así que uno de los prototipos quedó instalado definitivamente en el interior de la propia caja del receptor. Creo que los datos expuestos en este artículo resultarán suficientes para cualquier aficionado que se decida a emprender el proyecto; sin embargo, quedo disponible por correo a mi apartado postal (enviar sobre franqueado para la respuesta) o directamente a mi correo electrónico, que intento contestar periódicamente.

¡Feliz cacaharreo!

Principales características

- Completo procesador de micrófono en formato convencional de 14 contactos.
- Alimentación única de +5 V.
- Puerta de ruido ajustable.
- Ajuste de compresión mediante una sola resistencia externa.
- Limitador automático para evitar sobrecargas.
- Tiempo de respuesta ajustable.
- Bajo ruido y baja distorsión
- Circuito de ahorro de consumo (*power-down*).
- Ancho de banda de 20 kHz.

Aplicaciones

- Preamplificador-procesador de micrófono
- Tarjetas de sonido.
- Sistemas de megafonía y periodismo en TV y Radio.
- Telefonía profesional.
- Procesadores de instrumentos musicales.
- Reconocimiento de voz.
- Sistemas de vigilancia.
- Estudios de sonido profesionales.