

Amplificador de Radiofrecuencia con Amplificadores Operacionales

Hacer un amplificador en radiofrecuencia mediante componentes discretos es una tarea casi artesanal, complicada de ajustar por la necesidad de elementos resonantes que incluyen bobinas y transformadores.

Pablo Torío Gómez. Ingeniero de Telecomunicación

En este artículo, se presenta a continuación un amplificador de radiofrecuencia realizado con amplificadores de realimentación de corriente (CFB), que sólo contiene condensadores y resistencias.

Especificaciones

Este amplificador tiene un ancho de banda de 3dB comprendido entre 50KHz y 50MHz. Proporciona una potencia de salida de 10dBm, que se corresponde con 1V de pico sobre carga de 50 .

En las fotos A, B, C, D y E puede verse la forma de onda de salida en un osciloscopio TEKTRONIX TDS 7104 con resolución de 500mV/div, para las frecuencias de 50KHz, 1MHz, 10MHz, 30MHz y 50MHz, cuando la entrada es de 42V de pico. La ganancia es de 27dB.



Foto A



Foto B



Foto C



Foto D

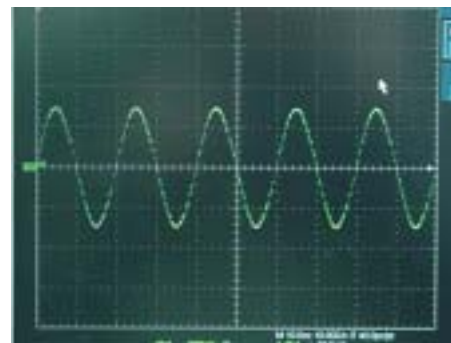


Foto E

La entrada y la salida están adaptadas a 50 y se realizan por conectores BNC.

La tensión de alimentación es de 12V y el consumo en vacío es de 24mA.

Las fotos F y G muestran los productos de modulación en las frecuencias de 10MHz, 30MHz y 50MHz en un analizador de espectros ADVANTEST R3131, resolución 10dB/div, con el amplificador suministrando 10dBm, su potencia máxima. Puede observarse que la distorsión está dominada por el 2º armónico, siendo el THD del 2'5% en el peor de los casos.

La relación S/N medida supera los 65dB.



Foto F



Foto G

Descripción del circuito

La figura 1 es el esquema general del circuito. Básicamente consiste en dos etapas amplificadoras con los operacionales en configuración no inversora.

C2, C3 y Ct son condensadores de desacoplo de la alimentación. El resto de los condensadores, a excepción de Cc, son de bloqueo de la corriente continua.

Ri es la resistencia de entrada del amplificador, para adaptarla a la línea de transmisión.

R1 previene la aparición de alguna resistencia negativa a la entrada del primer amplificador

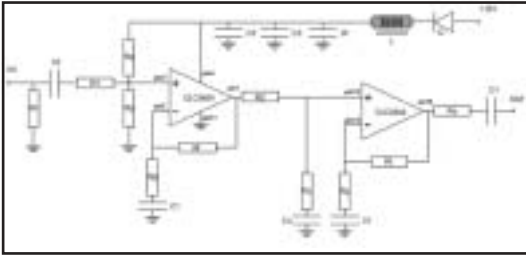


Figura 1

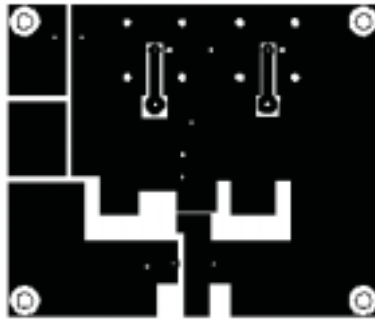


Figura 3



Foto I

operacional.

Las resistencias Rp son de polarización, para poder utilizar el amplificador con una única fuente de alimentación.

Rf y Rg constituyen la red de realimentación del amplificador operacional en configuración no inversora. La ganancia de tensión es $G = 1 + \frac{R_f}{R_g}$ en cada etapa.

R2 evita el acoplamiento directo entre las dos etapas, puesto que ello suele ser fuente de inestabilidad en los amplificadores operacionales CFB.

Rc y Cc forman parte, junto con R2, de una red de compensación polo-cero que se detalla más adelante.

Ro es la resistencia de salida del amplificador, para adaptarlo a la línea de transmisión.

El diodo D es para evitar que el circuito integrado se estropee si se le alimenta al revés por equivocación y la ferrita L es un inductor para eliminar ruido de la fuente de alimentación.

La placa de circuito impreso

A estas frecuencias es conveniente usar placas de doble cara como mínimo. En las figuras 2 y 3 se presenta el trazado de las pistas por arriba y por abajo, respectivamente.

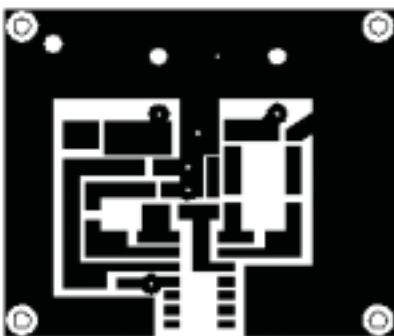


Figura 2

Todos los componentes van situados arriba, excepto los condensadores C2, C3 y Ct, el diodo D y la ferrita L. El montaje es básicamente superficial.

Uno de los objetivos al diseñar la placa fue que se pudieran usar componentes SMD o bien con patillas. De hecho, se probó el prototipo de las dos formas. Se presenta la versión con resistencias de carbón de 1/4 W por ser componentes de más fácil adquisición. Las patillas deben recortarse al máximo. Hay que considerar que por cada mm de patilla se sumará 1nH de inductancia aproximadamente. Diseñando la placa sólo para componentes SMD las prestaciones mejorarían, puesto que las pistas serían más cortas y las inductancias parásitas disminuirían.

Se ha tratado de minimizar los lazos de masa. Desgraciadamente, ha habido que abrir unos huecos en el plano inferior (en forma de C) para eliminar capacidades parásitas en las salidas y entradas inversoras de los operacionales, cuyos efectos pueden ser muy perturbadores en los dispositivos CFB.

Las fotos I y J muestran un aspecto del prototipo por arriba y por abajo. En la foto K se enseña la misma placa con resistencias SMD, en la que los resultados mejoraban ligeramente respecto de los expuestos.

Inestabilidad y corrección

El circuito sin corrección presentaría peaking con oscilación a 175MHz, según puede verse en la foto L. Añadiendo Rc y Cc se forma una red de corrección polo-cero con polo en

$$\omega = \frac{1}{2\pi R_c C_c} \quad \text{y cero en} \quad \omega = \frac{1}{2\pi R_2 C_c}$$

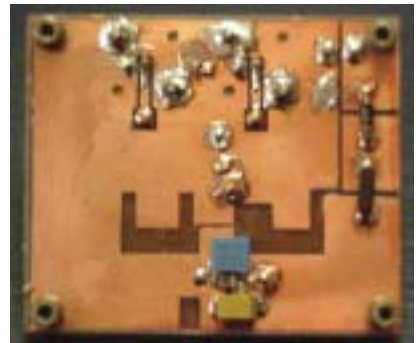


Foto J

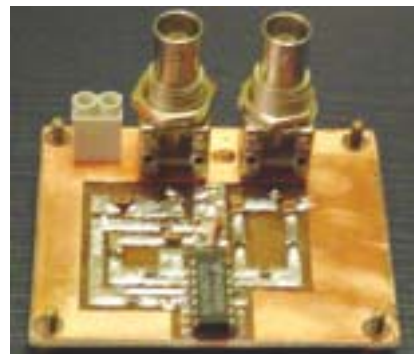


Foto K

El cero se escoge para que coincida cerca de 175MHz y el polo para que el margen de fase del conjunto no baje de 45°.

En la foto M se muestra el resultado de la corrección sobre la respuesta en frecuencia.



Foto M

Componentes

En las figuras 4 y 5 puede verse la ubicación de los componentes arriba y abajo.

Hay siete vías, denominadas V1, V2, V3, V4, V5, V6 y V7.

Se incluye la lista de resistencias de carbón y la alternativa SMD que también se probó.

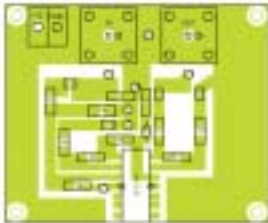


Figura 4

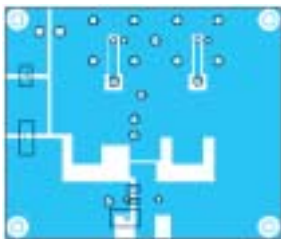


Figura 5

Modelo con resistencias de carbón

1 R1=22 1/ 4 W

1 R2=47 1/ 4 W

2 Rp=10K 1/4 W

2 Rf=270 1/ 4 W

2 Rg=47 1/ 4 W

1 Ri=56 1/ 4 W

1 Ro=47 1/ 4 W

1 Rc=18 1/ 4 W

1 Cc= 47pF cerámico de disco

Modelo con resistencias SMD de baja ind.

1 R1=21R5

1 R2=42R2

2 Rp=10K

2 Rf=316R

2 Rg=51R1

1 Ri=51R1

1 Ro=51R1

1 Rc=21R5

1 Cc= 33pF cerámico de disco

Resto de los componentes

4 C1= 100nFSMD cerámico multicapa o bien polipropileno o bien poliéster

1 C2= 330nFSMD cerámico multicapa o bien polipropileno o bien poliéster

1 C3= 10nFSMD cerámico multicapa o bien polipropileno o bien poliéster

1 Ct= 15(F tántalo

1 L= barra de ferrita SMD

1 D= diodo 1N4004

1 circuito integrado CLC5654 . Cuádruple amplificador operacional CFB

1 Regleta de dos bornas de tornillo para PCB

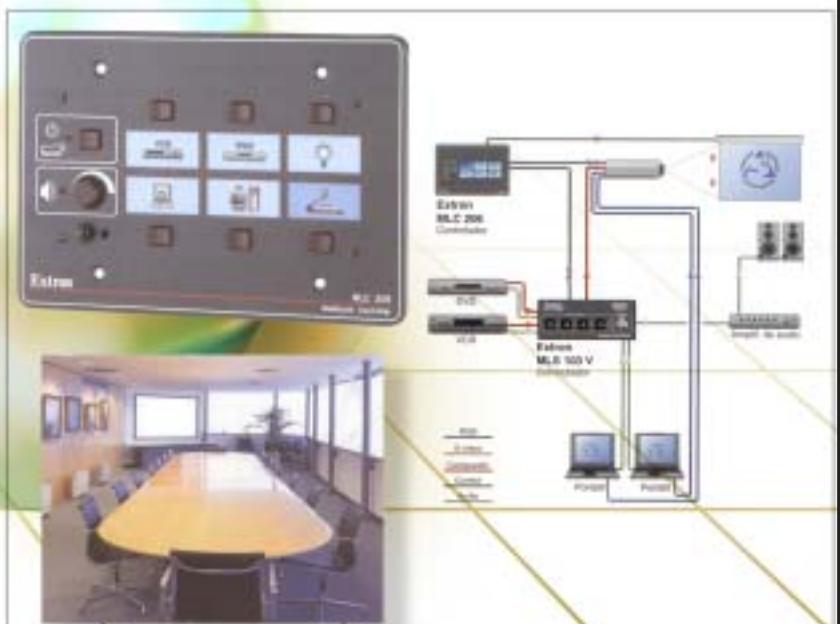
2 conectores BNC, 50(, rectos para PCB

1 Placa positiva PCB doble cara 70x60mm

SISTEMA DE CONTROL AUDIOVISUAL MediaLink™

Centralización del control de su sistema audiovisual configurable a sus necesidades

- Control de proyectores LCD y displays de Plasma.
- Control de sala simplificado y centralizado.
- VCR , DVD y otras opciones de control.
- Capacidad de conmutación múltiple.
- Opciones de amplificación de audio flexibles e integradas.
- Opciones de montaje versátiles.
- Económico.
- Elimina la utilización del uso de múltiples controles remoto



Características del control remoto:
Puentes serie RS-232
Cierre de contacto
Infrarrojos

Características de entradas/salidas:
Video Compuesto /Audio estéreo balanceado
S-Video / Audio estéreo balanceado
RGBHV /Audio estéreo balanceado