



Radioaficionados

Unión de Radioaficionados Españoles - Diciembre 2007

Cómo acortar una antena

Amplificador de RF con MMIC

75 años después de la Conferencia de Madrid



AMPLIFICADOR DE RF CON MMIC.

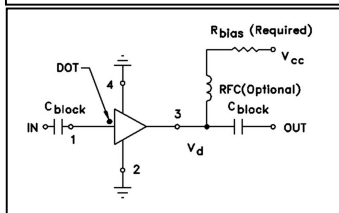
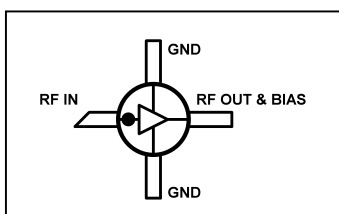
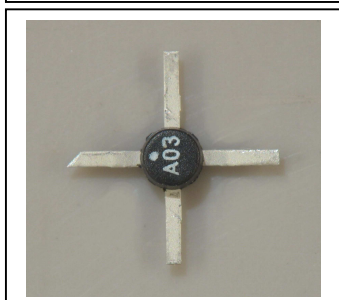
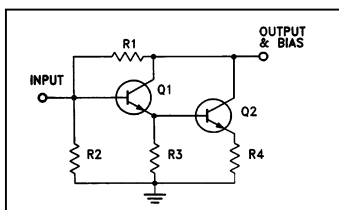
1.- INTRODUCCIÓN.

Un amplificador de RF de banda ancha, con unos márgenes de frecuencia desde 100KHz hasta 1GHz puede ser de utilidad en el laboratorio del Radioaficionado para la detección y medida de señales de radiofrecuencia de baja amplitud. A menudo, los niveles de salida de osciladores, multiplicadores de frecuencia, mezcladores, etc., son tan bajos que no se pueden medir fácilmente. En estos casos, un amplificador como el señalado puede amplificar estas débiles señales y permitir la medida de su amplitud y frecuencia.

El amplificador objeto de este artículo utiliza, como elemento activo, un MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit), dispositivo que tiene un gran ancho de banda y frecuencia máxima de trabajo muy elevada, superior a 1GHz, según modelo.

En los siguientes párrafos se hace una descripción de las características de algunos tipos de MMIC, ganancia, frecuencia máxima, equivalencias, etc. Los datos que se indican, aparecidos en un anterior artículo, pueden ser incompletos, pues continuamente se desarrollan nuevos tipos de MMIC.

2.- MMIC.



El MMIC es un dispositivo cuyo circuito equivalente se puede ver en la figura número uno. Se caracteriza por un gran ancho de banda, que en algunos tipos puede llegar hasta 8 GHz o superior y una ganancia muy constante a lo largo de todo el margen de

frecuencias. A esto se añade una gran estabilidad y una circuitería muy sencilla, pues basta una resistencia y dos condensadores para su funcionamiento. En las figuras número dos y tres se puede ver el encapsulado de estos dispositivos, que tienen un tamaño muy pequeño, aproximadamente dos milímetros de diámetro, para el modelo empleado en este montaje, MAR-3. El terminal de entrada está identificado por un punto de color o blanco, según el fabricante. Este terminal está cortado de forma inclinada para una mejor identificación. El terminal de salida es el opuesto al de entrada y los otros dos terminales se conectan a masa.

En otros tipos, por ejemplo de la serie MAV, el terminal marcado con un punto de color es el terminal de salida y el tamaño de la cápsula es mayor, unos cuatro milímetros.

En la figura número cuatro tenemos el conexionado

típico del MMIC. La señal a amplificar se aplica al terminal de entrada a través de un condensador de paso. En el terminal de salida se encuentra una resistencia conectada al positivo de la alimentación que proporciona la corriente de funcionamiento del dispositivo. Un condensador de aislamiento acopla la señal de salida al paso siguiente. Un choque de RF opcional proporciona una ganancia más constante en la parte alta del ancho de banda.

Existen bastantes modelos de MMIC producidos por varios fabricantes. En la siguiente tabla se especifican algunos de estos modelos y su equivalencia entre fabricantes. El modelo viene identificado por un código alfanumérico o bien por el color de un punto.

EQUIVALENCIAS				
Modelo Mini-Circuits	Equivalente MAR/MAV	Equivalente Avantek	Punto Alfanumerico	Punto de Color
MAR-1		MSA0185	A01	Marron
MAR-2		MSA0285	A02	Rojo
MAR-3		MSA0385	A03	Naranja
MAR-4		MSA0485	A04	Amarillo
MAR-6		MSA0685	A06	Blanco
MAR-7			A07	Violeta
		MSA0735		
MAR-8		MSA0885	A08	Azul
		MSA0835		
MAV-1	MAR-1	MSA0104	1	
MAV-2	MAR-2	MSA0204	2	
MAV-3	MAR-3	MSA0304	3	
MAV-4	MAR-4	MSA0404	4	
		MSA0504	5	
		MSA0604	6	
		MSA0704	7	
		MSA0804	8	
MAV-11		MSA01104	A	
ERA-1			E1	
ERA-2			E2	
ERA-3			E3	
ERA-4			E4	
ERA-5			E5	
ERA-6			E6	

Como ya se ha indicado, los MMIC tienen un gran ancho de banda y una ganancia muy constante. En la siguiente tabla podemos ver los datos eléctricos de algunos modelos.

DATOS ELECTRICOS									
	0,1GHz	0,5GHz	1GHz	2GHz	3GHz	4GHz	6GHz	8GHz	Nf

Tipo									
MAR-1	18,5	17,5	15,5						5.5
MAR-2	12,5	12,3	12,0	11,0					6.5
MAR-3	12,5	12,2	12,0	11,5					6.0
MAR-4	8,3	8,2	8,0						6.5
MAR-6	20,0	18,5	16,0	11,0					3.0
MAR-7	13,5	13,1	12,5	11,0					5.0
MAR-8	32,5	28,0	22,5						3.3
MAV-11	12,7	12,0	10,5						3.6
ERA-1				11,6	11,2		10,5	9,6	7.0
ERA-2	16,0			14,9	13,9		11,8		6.0
ERA-3	22,2			20,2	18,2				4.5
ERA-4	13,8		14,0	13,9	13,9	13,4			5.2
ERA-5	20,4		20,0	19,0	17,6	15,8			4.0
ERA-6	11,1		11,1	11,3	11,3	11,3			8.4

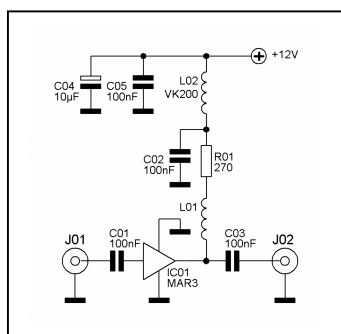
En las primeras columnas se indica la ganancia de cada modelo a distintas frecuencias y en la última columna aparece la figura de ruido.

Los fabricantes están continuamente produciendo nuevos modelos y mejorando los existentes, por lo que los datos anteriores se deben tomar solamente como orientativos.

El valor de la resistencia de polarización depende del modelo. En la siguiente tabla se especifica el valor de esta resistencia para algunos modelos de MMIC.

MAR-1	470 ohm ¼ W
MAR-3	270 ohm ¼ W
MAR-6	330 ohm ¼ W
MAV-11	180 ohm ½ W
INA03184	180 ohm ½ W

3.- DESCRIPCIÓN.

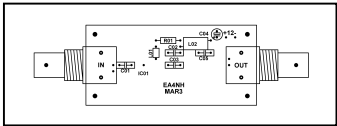
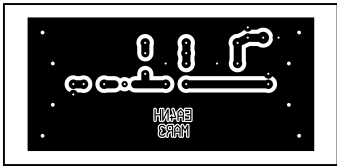


El esquema del amplificador se puede ver en la figura número cinco, y como se puede apreciar es muy sencillo y utiliza pocos componentes.

La señal a amplificar se aplica, a través del condensador C01, al terminal de entrada del MMIC. La señal amplificada presente en el terminal de salida, se envía, mediante el condensador C03 al conector de salida.

La polarización del MMIC se realiza mediante la resistencia R01 en serie con la bobina L01. Esta inductancia mejora la respuesta en altas frecuencias. La tensión de polarización se aplica mediante el choque de RF L02 y está desacoplada mediante los condensadores C02, C04 y C05.

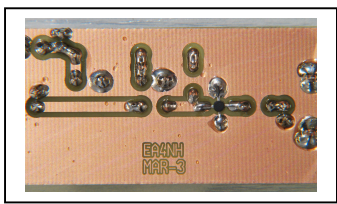
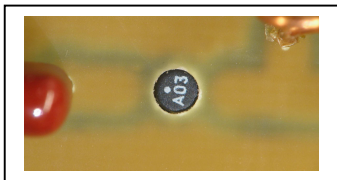
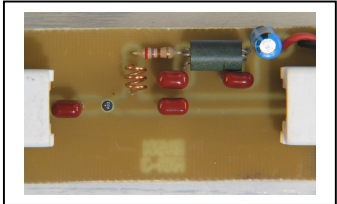
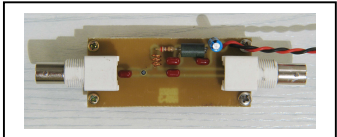
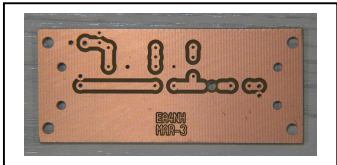
4.- CONSTRUCCIÓN.



Para la construcción del amplificador utilizaremos una placa de circuito impreso cuyo diseño se puede ver en la figura número seis y cuyas dimensiones son 71 mm x 33 mm. La disposición de los componentes sobre la placa se puede ver en la figura número siete.

Los componentes necesarios para la construcción del amplificador son los siguientes.

C01	100nF
C02	100nF
C03	100nF
C04	10µF
C05	100nF
IC01	MAR3
J01	BNC
J02	BNC
L01	Ver texto
L02	VK200
R01	270

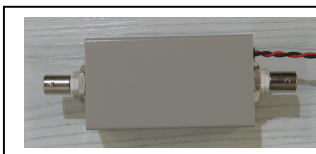
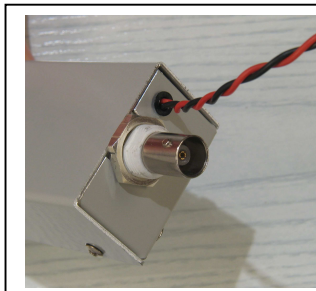
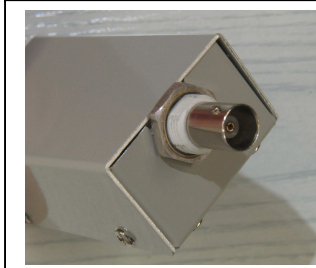
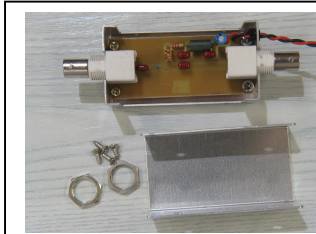
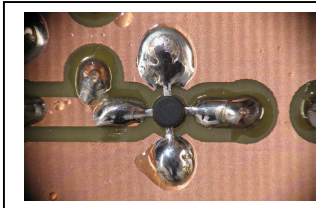


En la figura número ocho se puede ver la placa de circuito impreso preparada para el montaje. Una vez confeccionada la placa de circuito impreso y en posesión de todos los componentes, procederemos al montaje del amplificador. Soldaremos la resistencia R01 en su lugar correspondiente y a continuación el resto de los componentes, dejando para el final la soldadura del MMIC.

La inductancia L01 está formada por 3 espiras de hilo de cobre de 0,5 mm de diámetro, bobinada al aire con un diámetro interno de 3 mm. Las espiras deben separarse para acomodar la inductancia a la distancia de los taladros de la placa de circuito impreso.

La figura número nueve nos muestra la placa de circuito impreso con todos los componentes montados. Los conectores de entrada y salida de señal son de un modelo para circuito impreso y se han recuperado de unas tarjetas de red antiguas y fuera de uso. En la figura número diez podemos ver un detalle de la disposición de los componentes, mientras que la figura número once nos muestra un detalle de situación del MMIC.

En la figura número doce podemos ver la placa de circuito impreso por el lado de las soldaduras y en la figura número trece tenemos un detalle del montaje y soldadura del MMIC.



Una vez montados todos los componentes, colocaremos la placa de circuito impreso en una pequeña caja de aluminio. La utilizada en este montaje es del modelo RM-03 de RETEX, con unas medidas originales de 75 mm de largo, 40 mm de ancho y 35 mm de alto. Aunque no es imprescindible, la altura de la caja se ha reducido en 8 milímetros, quedando una altura de 27 mm. En el fondo de la caja haremos los cuatro taladros de sujeción de la placa de circuito impreso y en los laterales haremos unos cortes para el alojamiento de los conectores de entrada y salida. En un lateral haremos otro taladro para la salida de los cables de alimentación.

En la figura número catorce podemos ver la placa montada en el interior de la caja, mientras que las figuras número quince y dieciséis nos muestran los laterales del amplificador, donde se puede ver el conector de entrada y el conector de salida con los cablecillos de alimentación. Finalmente, la figura número diecisiete nos muestra el amplificador montado y listo para la comprobación de funcionamiento.

4.- AJUSTE.

El amplificador no tiene ningún ajuste y si se ha realizado el montaje correctamente, debe funcionar sin ningún problema. Para la comprobación de su funcionamiento, conectaremos un generador de RF en la entrada y en la salida conectaremos una sonda de RF, milivoltímetro de RF o cualquier otro dispositivo que nos permita conocer la amplitud de la señal de salida. En el prototipo se ha medido una ganancia de tensión aproximada de 6 veces, con una carga de alta impedancia. La impedancia de salida de estos dispositivos es de 50 ohmios, igual que la de entrada, por lo que se pueden cargar con estos bajos valores.

La ganancia se mantiene muy constante desde 100KHz hasta 1GHz. Por debajo de 100KHz la ganancia va disminuyendo hasta 20KHz que deja de

haber amplificación. Este límite inferior viene determinado por el valor de los condensadores de acoplo, por lo que si es necesario extender el límite inferior de funcionamiento, será preciso aumentar el valor de los condensadores de acoplo, C01 y C03.

El límite superior de frecuencia seguramente sobrepasará el valor dado de 1GHz, pero esa es la frecuencia máxima disponible con los elementos de medida de la estación.

Al tratarse de un montaje experimental, el lector podrá hacer las modificaciones que estime oportunas para adaptar el amplificador a sus necesidades específicas.

5.- RESUMEN.

En el presente artículo se describe la construcción de un amplificador universal de banda ancha, con unos márgenes de frecuencia aproximados desde 100KHz hasta por encima de 1GHz. Este amplificador puede ser útil en el laboratorio para la detección y medida de señales de RF de baja amplitud, como las producidas por osciladores, multiplicadores de frecuencia, mezcladores, etc.

El montaje descrito en el presente artículo no ha sido probado en grandes series y, por tanto, no se tiene certeza de que su funcionamiento sea 100% correcto. Solamente se describe la construcción y el funcionamiento del prototipo.

El autor no se hace responsable de posibles derechos de copia. La información para la realización de este montaje procede de diversas publicaciones, libros, revistas, etc., así como de los propios conocimientos del autor.

El autor no se hace responsable de posibles daños y/o perjuicios causados por la construcción y/o uso de este dispositivo, daños personales o muerte, daños a la propiedad, daños al medio ambiente, lucro cesante, pérdida total o parcial de datos informáticos o cualquier tipo de daño que se pudiera derivar del montaje y/o uso de este dispositivo.

No se aconseja el uso de este dispositivo en aplicaciones críticas, como son control de maquinaria peligrosa, control de navegación o tráfico, maquinaria de mantenimiento de vida o sistemas cuyo mal funcionamiento pueda provocar causas o efectos anteriormente mencionados. Este dispositivo no es tolerante a fallos.

El autor declina cualquier responsabilidad, ni se hace responsable de no mencionar a los dueños de las posibles patentes que aquí se pudieran reflejar.

El dispositivo descrito en el presente artículo es un montaje experimental, cuyo propósito es el estudio de los diferentes aspectos de la Electrónica, por tanto, no está destinado a su utilización industrial ni para su explotación comercial en cualquiera de sus facetas.

El autor no efectúa ninguna actividad comercial relacionada con este u otros montajes publicados en esta u otras revistas o publicaciones de cualquier tipo.

El presente artículo y todos los publicados hasta el momento en la revista "RADIOAFICIONADOS", están recopilados en un DVD a disposición de quien lo solicite. Se incluyen los textos, fotografías, dibujos, gráficos, plantillas de circuitos impresos, etc correspondientes a cada artículo.

Aunque se ha intentado proporcionar todos los detalles necesarios para la realización del proyecto, es posible que algún aspecto no haya quedado suficientemente desarrollado. Como es natural, con mucho gusto el autor dará cumplida información sobre cualquier detalle no especificado, o cualquier punto en particular que no haya quedado completamente explicado. Buena suerte a todos.

Luis Sánchez Pérez. EA4-NH
Apartado Postal 421
45080-TOLEDO
Tlf. 606-383-140
Web: www.ea4nh.com
E-mail: ea4nh@ure.es

Figura número uno.
Esquema interno del MMIC.

Figura número dos.
Encapsulado del MMIC.

Figura número tres.
Patillaje del MMIC.

Figura número cuatro.
Esquema de aplicación.

Figura número cinco.
Esquema del amplificador.

Figura número seis.
Diseño de la placa de circuito impreso.

Figura número siete.
Disposición de componentes.

Figura número ocho.
Placa de circuito impreso.

Figura número nueve.
Placa con componentes.

Figura número diez.
Componentes. Detalle.

Figura número once.
MMIC MAR-3. Detalle.

Figura número doce.
Circuito impreso. Soldaduras.

Figura número trece.
Soldadura del MMIC. Detalle.

Figura número catorce.
Caja metálica.

Figura número quince.
Conector de entrada.

Figura número dieciséis.
Conector de salida. Alimentación.

Figura número diecisiete.
Amplificador terminado.