



Radioaficionados

Unión de Radioaficionados Españoles - Diciembre 2005

La radio y los eclipses de sol

Acuerdos Conferencia IARU 2005



3V8SM - Expedición u odisea

PRESCALER (III)

1.- INTRODUCCIÓN.

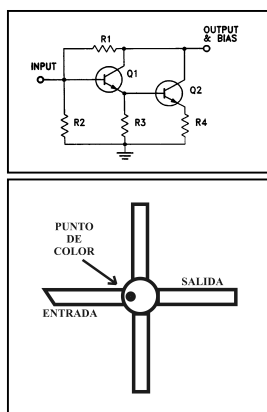
En la construcción de receptores, transmisores y otros equipos para el cuarto de la radio, muchas veces hay que realizar medidas de frecuencia en osciladores, mezcladores, etc, para lo que se utiliza normalmente un frecuencímetro digital, instrumento que se encuentra prácticamente en el laboratorio de cada radioaficionado. Este frecuencímetro debe ser lo suficientemente sensible para poder medir señales de muy baja amplitud y así evitar una excesiva carga sobre el circuito bajo prueba. También debe poder medir las frecuencias más altas que vayamos a utilizar, que en el trabajo en las bandas de UHF pueden superar el límite de 1GHz.

En anteriores artículos publicados en esta revista, (Febrero 2000, Agosto 2000), se proponía la construcción de un prescaler con una frecuencia de funcionamiento superior a los 1,3 GHz, para utilizarlo con un frecuencímetro que no tuviese un rango de medida tan amplio. Durante este tiempo el funcionamiento del prescaler ha sido satisfactorio permitiendo efectuar medidas de frecuencia que no hubiesen sido posible sin este instrumento. En aquellos artículos se mencionaba una sensibilidad aproximada de unos diez milivoltios o mejor para el prescaler, pero se ha comprobado que en algunos circuitos la señal disponible estaba por debajo de este valor, por lo que no ha sido posible efectuar la medida.

Para poder medir estas señales de tan baja amplitud se ha construido un nuevo prescaler que incluye un preamplificador de pequeña señal, con lo que es posible medidas de frecuencia en circuitos donde antes no era posible. Se utiliza el mismo circuito integrado divisor que en los anteriores prototipos, por lo que el margen de medida supera los 1300 MHz.

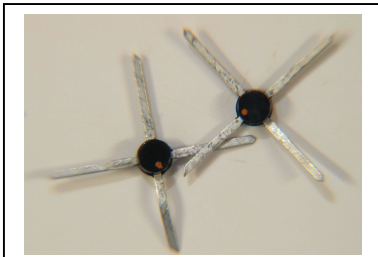
En el preamplificador se utiliza un MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit), dispositivo que tiene un gran ancho de banda y frecuencia máxima de trabajo superior a la del divisor, permitiendo alcanzar el límite indicado sin dificultad.

2.- MMIC.

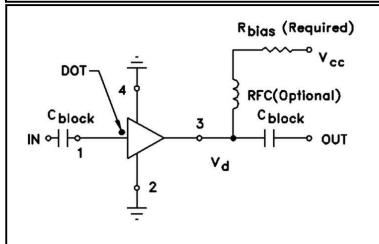


El MMIC es un dispositivo cuyo circuito equivalente se puede ver en la figura número uno. Se caracteriza por un gran ancho de banda, que en algunos tipos puede llegar hasta 8 GHz o superior y una ganancia muy constante a lo largo de todo el margen de frecuencias. A esto se añade una gran estabilidad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

que en el caso del MAR-3 es de color naranja. 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. En la última columna se indica el punto de color que identifica cada modelo.

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	

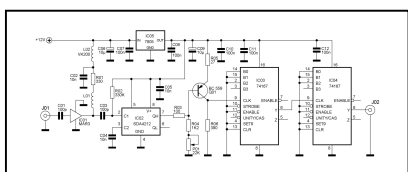
ERA-2			E2	
ERA-3			E3	
ERA-4			E4	
ERA-5			E5	
ERA-6			E6	

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.

3.- DESCRIPCIÓN.



En la figura número cinco tenemos el esquema del prescaler. La señal a medir se aplica a través del condensador C01 a la entrada del MMIC, IC01, del tipo MAR-3. La polarización se realiza mediante la resistencia R01 y la inductancia L01 que sirve para mejorar la respuesta en altas frecuencias. El condensador C02 desacopla la línea de alimentación en la que se ha incluido el choque L02 del tipo VK200 para una mejor estabilidad del preamplificador.

El resto del circuito es igual que el del montaje anterior. La señal amplificada se aplica a la entrada, patilla número dos del prescaler, IC02 tipo SDA4212. En esta patilla se encuentra la resistencia R02 de 330K que tiene por misión reducir la sensibilidad del prescaler, ya que si se elimina, cualquier pico de ruido puede disparar el prescaler. Esta resistencia puede tener un valor comprendido entre 330K y 1M.

La patilla número cinco del SDA4212 se conecta a la tensión de alimentación, 5 voltios, para conseguir un factor de división de 64. Si la patilla número cinco se conecta a masa, el SDA4212 dividirá por 256.

La alimentación de +5 voltios se aplica a la patilla número ocho y está desacoplada por el condensador C05, mientras que la patilla número cuatro queda conectada a masa. La señal de salida se toma de la patilla número siete y a través de la resistencia R03 se aplica a la base del transistor Q01, tipo BC559. Este transistor tiene como misión amplificar la señal de salida del prescaler, que es aproximadamente 0,6 voltios pico a pico, para hacerla compatible con los niveles TTL, es decir, unos 5 voltios pico a pico.

La resistencia R04 y el potenciómetro P01 sirven para producir la correspondiente polarización de base del transistor. La resistencia R05 limita la corriente de emisor y por otro lado introduce una realimentación negativa para que la respuesta de frecuencia sea lo más plana posible. La resistencia R06 constituye la carga de colector del transistor Q01.

Del colector del transistor Q01 se toma la señal de salida amplificada y con niveles TTL. Esta señal se aplica a la entrada de reloj de un divisor programable IC03 conectado de forma tal que entrega cuatro impulsos de salida por cada cinco de entrada, es decir, tiene un factor de división de 5/4. Otro circuito similar formado por IC04 funciona de la misma manera que el anterior, proporcionando también un factor de división de 5/4.

El factor de división total del prescaler será el producto de los factores de división de sus distintos circuitos. Como el SDA4212 divide por 64 y los circuitos IC03 y IC04 dividen por 5/4 cada uno, el factor total de división será:

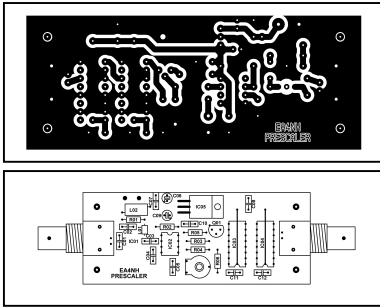
$$\text{Factor de división} = 64 \times 5/4 \times 5/4 = 100$$

La señal presente en la patilla número 6 de IC04, ya dividida por 100, está disponible para ser aplicada a la entrada del frecuencímetro. Como esta señal de salida tiene niveles TTL, es decir, unos cinco voltios de pico a pico, es posible que sea excesiva para aplicarla directamente a la entrada del frecuencímetro y, en algunos casos, puede bloquearle. Si esto ocurre, será necesario atenuar esta señal de salida a un valor adecuado mediante un divisor resistivo. También será posible conectar a la salida del prescaler un potenciómetro para así poder dosificar adecuadamente la señal de salida.

La alimentación del circuito se realiza mediante el regulador IC05, 7805, que entregará una tensión estabilizada de cinco voltios para la alimentación de los circuitos integrados. Los condensadores C07, C08, C09, C10, C11 y C12 desacoplan la línea de alimentación de los distintos integrados.

3.- CONSTRUCCIÓN.

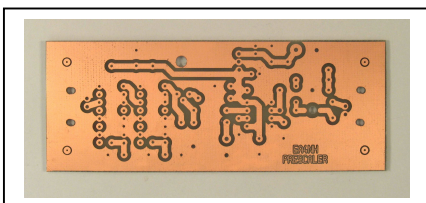
Para la construcción del prescaler utilizaremos una placa de circuito impreso cuyo diseño se puede ver en la figura número seis. La disposición de los



componentes en la placa de circuito impreso se puede ver en la figura número siete. Las medidas de la placa de circuito impreso son 104 mm de largo por 40 mm de ancho.

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

C01	100p
C02	100n
C03	100p
C04	100n
C05	100n
C06	100n
C07	10 μ
C08	100n
C09	100n
C10	10 μ
C11	100n
C12	100n
C13	100n
IC01	MAR3
IC02	SDA4212
IC03	74167
IC04	74167
IC05	7805
J01	BNC
J02	BNC
L01	Ver texto
L02	VK200
P01	22K
Q01	BC 559
R01	330
R02	330K
R03	100
R04	1K
R05	27
R06	390



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. Separaremos las espiras para acomodar la inductancia a la separación de los taladros de la placa de circuito impreso. En la figura número ocho tenemos el circuito impreso

preparado para el montaje.

Como operación previa realizaremos los dos puentes con hilo de cobre que están situados debajo de los integrados IC03 e IC04. Continuaremos soldando las resistencias, después los condensadores y el resto de los componentes. El integrado IC02, SDA4212, deberá ir soldado directamente sobre el circuito impreso, es decir sin ningún tipo de zócalo, sobre todo si se va a utilizar el prescaler en las frecuencias más altas. Para los otros integrados es posible el uso de zócalo, aunque si se sueldan con cuidado de no calentarlos en exceso, el funcionamiento será más fiable. En la figura número nueve se puede ver la placa de circuito impreso con los componentes montados.

El MMIC MAR-3 va soldado directamente sobre las pistas de circuito impreso, por la parte inferior de la placa. Seguramente será necesario cortar ligeramente los terminales de entrada y salida para acomodarlos al circuito impreso. Los otros dos terminales se sueldan directamente a masa, como ya se ha indicado. En la figura número diez se puede ver el detalle del montaje del MMIC.

Para la entrada de señal se ha utilizado un conector BNC soldado directamente sobre la placa de circuito impreso, ya que las frecuencias que se van a medir pueden ser muy altas y es imperativo mantener las conexiones lo más cortas posible. Para la señal de salida utilizaremos el mismo procedimiento, aunque aquí las frecuencias son mucho más bajas. Estos conectores han sido extraídos de placas de red inservibles. En la figura número once tenemos la placa de circuito impreso con todos los componentes montados y lista para hacer las primeras pruebas.

El prescaler podrá ir montado en el interior del frecuencímetro, si hay espacio para ello. En caso contrario, será necesario encerrarlo en una caja metálica adecuada, con los correspondientes conectores de entrada y salida. Así mismo se dispondrá el correspondiente conector para alimentar el prescaler con una tensión de doce voltios.

En el caso de que el prescaler vaya alojado en la misma caja que el frecuencímetro, será también conveniente blindarlo adecuadamente, así como disponer en el panel frontal el correspondiente conector para la entrada de señal. Así mismo habrá que disponer un conmutador para que la entrada de señal al frecuencímetro se realice de forma directa o bien a través del prescaler. Con seguridad el lector no tendrá ningún problema en encontrar la disposición más operativa.

El prototipo se ha montado en una caja de aluminio con unas dimensiones de 23mm x 234mm x 123mm y se ha fijado al fondo de la caja con cuatro separadores metálicos de diez milímetros, así como con las tuercas de los conectores. El consumo del prescaler es aproximadamente de 160 mA a una tensión de alimentación de doce voltios. En las figuras número doce y trece podemos ver el prescaler listo para el funcionamiento.

4.- OPERACIÓN.

Una vez completado el montaje del prescaler procederemos a su puesta en marcha y comprobación de funcionamiento. Revisaremos con cuidado el circuito para comprobar que todas las soldaduras están correctamente realizadas y que no existe ningún cortocircuito entre pistas.

Ajustaremos el potenciómetro P01 para una lectura estable con una frecuencia de entrada lo mas alta posible, dentro del margen de medidas del prescaler. El cursor del potenciómetro quedará aproximadamente a la mitad del recorrido.

Para comprobar la efectividad del preamplificador, se han realizado medidas de sensibilidad sobre los dos prototipos, sin preamplificador y con preamplificador, a distintas frecuencias. Los resultados obtenidos se pueden ver en la siguiente tabla. La primera columna indica la frecuencia de medida en MHz, la segunda y tercera columna indican la tensión en milivoltios necesaria para funcionamiento estable del prescaler.

FREQ. MHz	SIN PREAMP.	CON PREAMP.
10	24,0	24,0
20	14,0	6,0
30	8,0	5,0
40	6,0	4,0
50	6,0	4,0
100	5,2	2,0
150	5,2	2,0
200	2,8	1,5
250	4,0	1,5
300	4,0	1,5
350	2,6	1,5
400	3,6	1,3
450	2,5	1,4
500	2,3	1,3
550	2,8	1,3
600	2,6	1,3
650	2,3	1,0
700	2,3	1,6
750	2,3	1,1
800	4,0	1,3
850	3,6	1,6
900	5,2	1,6
950	6,9	2,2
1000	6,9	2,2
1050	12,0	2,5
1100	12,0	2,8
1150	20,0	4,2
1200	22,0	6,9

1250	22,5	6,9
1300	40,0	10,0

Se puede observar que con preamplificador, el prescaler es más sensible, sobre todo en el margen entre 100 MHz y 1000 MHz, donde la tensión necesaria para un correcto funcionamiento se sitúa por debajo de dos milivoltios con preamplificador, siendo el doble o mayor cuando no existe preamplificador.

5.- RESUMEN.

En el presente artículo se describe la construcción y funcionamiento de un prescaler, con una frecuencia máxima de funcionamiento superior a 1300 MHz, apto para ser conectado a cualquier frecuencímetro y así extender su margen de medida de frecuencias.

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 todos los textos, así como las fotografías, dibujos, gráficos, plantillas de circuitos impresos, etc.

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 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.
Patillaje del MMIC.

Figura número tres.
Aspecto del MMIC.

Figura número cuatro.
Circuitería del MMIC.

Figura número cinco.
Esquema del prescaler.

Figura número seis.
Diseño del circuito impreso.

Figura número siete.
Disposición de componentes.

Figura número ocho.
Placa de circuito impreso.

Figura número nueve.
Placa con componentes.

Figura número diez.
Montaje del MMIC.

Figura número once.
Circuito terminado.

Figura número doce.
Caja de aluminio.

Figura número trece.
Caja de aluminio.