



Radioaficionados

Unión de Radioaficionados Españoles - Noviembre 2002

Más que un
proyecto,
una aventura

**Resultados Concurso
SM el Rey 2002**

**¿Desaparecerá alguna vez
la telegrafía?**



EL DECIBELIO.

1.- INTRODUCCIÓN.

Un decibelio es la décima parte de un belio, unidad de sonido, llamada así en honor de Alexander Graham Bell, inventor del teléfono.

El decibelio es una unidad que sirve para la comparación de niveles de potencia o de tensión en acústica y en electrónica. La sensación de nuestros oídos debida a las ondas sonoras es aproximadamente proporcional al logaritmo de la energía de la onda sonora y no es proporcional a la magnitud de dicha energía. Por esta razón, se emplea una unidad logarítmica para aproximarse a la respuesta del oído.

El decibelio representa una relación de dos niveles de potencia que suelen referirse a las ganancias o pérdidas debidas a un amplificador o a otro dispositivo.

El decibelio se define por:

$$N_{dB} = 10 \log \frac{P_o}{P_i}$$

N es el número de decibelios.

Po es la potencia de salida.

Pi es la potencia de entrada.

Cuando N es positivo hay ganancia, si N es negativo hay pérdida.

La siguiente tabla muestra la ganancia en decibelios para unas ciertas relaciones de potencia.

TABLA DE GANANCIAS EN DECIBELIOS EN
FUNCIÓN DE LAS RELACIONES DE POTENCIA

dB	Relación de potencias
0	1,00
1	1,26
2	1,58
3	2,00
4	2,51
5	3,16
6	3,98
7	5,01
8	6,31
9	7,94
10	10
20	100

30	1.000
40	10.000
50	100.000
60	1.000.000
70	10.000.000
80	100.000.000

La ganancia de los amplificadores se suele dar en decibelios. Con tal fin debe medirse la potencia de entrada y la de salida. Por ejemplo, supongamos que un amplificador de radiofrecuencia está excitado por una potencia de 0,2 vatios y en su salida tenemos una potencia de 6 vatios. Aplicando la fórmula anterior tendremos una ganancia de 14,8 decibelios. El decibelio es una unidad logarítmica, cuando la potencia se ha multiplicado por 30, el nivel de potencia se ha incrementado en 14,8 decibelios, o sea se han añadido 14,8 decibelios.

Cuando un amplificador va seguido por otro, las ganancias de potencia quedan multiplicadas, pero las ganancias en decibelios se suman. Si un amplificador principal cuya ganancia es 1.000.000 va precedido por un amplificador con una ganancia de 1.000, la ganancia total es 1.000.000.000. Pero en decibelios, el primer amplificador tiene una ganancia de 60 decibelios, el segundo de 30 decibelios y los dos juntos dan una ganancia de 90 decibelios cuando se conectan en cascada. (Esto es cierto solamente cuando los dos amplificadores quedan convenientemente adaptados en su unión, ya que de no ser así, habrá pérdidas por reflexión en dicha unión y estas pérdidas se restarán de la ganancia total.)

A veces conviene expresar en decibelios relaciones de tensiones o de corrientes en vez de referirnos a relaciones de potencia. Esto se aplica especialmente a los amplificadores de baja frecuencia donde se amplifican tensiones. La ecuación para este cálculo es:

$$N_{dB} = 20 \log \frac{V_o}{V_i}$$

N es el número de decibelios.

V_o es la tensión de salida.

V_i es la tensión de entrada.

Esta ecuación es sólo válida si la ganancia de tensión o corriente se realiza sobre impedancias iguales y no es válida si la ganancia de potencia que resulta de esto es alguna otra cantidad debida a cambios o variaciones de impedancia.

El empleo primitivo los decibelios fue solamente como relación de niveles de potencia y no como medida absoluta de potencia. Sin embargo, se puede usar el decibelio como unidad absoluta fijando arbitrariamente un nivel "cero" como referencia.

Así pues, todo nivel de potencia puede ser convertido en decibelios por la ecuación:

$$N_{dB} = 10 \log \frac{P_o}{P_{ref}}$$

N es el número de decibelios.

Po es la potencia de salida.

Pref es la potencia de referencia.

El nivel de referencia que suele utilizarse en medidas de R.F. es el de 1 milivatio sobre una impedancia de 50 ohms, que corresponde a una tensión de 223,6 milivoltios.

A los decibelios referidos a este nivel “cero” de 1 milivatio se les representa con las letras “dbm” y se lee “debeeme”.

Como ejemplo, consideremos un amplificador de potencia de radiofrecuencia que es capaz de entregar una potencia de salida, de 3 vatios. Sustituyendo esta cantidad en la fórmula anterior tenemos que este amplificador tiene un nivel de salida de 34,7 dbm.

Cuando la potencia que se va a convertir es menor de 0,001 vatios, el nivel en decibelios resulta negativo.

2.- USO DE LOS DECIBELIOS.

Como ya se ha indicado, los decibelios representan una relación de potencias, mientras que los “debeeme” representan un nivel absoluto de potencia ya que se toma como referencia el nivel de 1 milivatio. Los decibelios se pueden utilizar para expresar ganancias o atenuaciones. Las antenas direccionales se caracterizan, entre otros parámetros, por su ganancia. Así, sabemos que un dipolo tiene una ganancia de 3 db sobre una antena isotrópica, es decir aquella antena ideal que radia por igual en todas direcciones. Si tenemos una antena direccional con una ganancia de 8 db, esto quiere decir que la antena concentra la potencia en una dirección y la potencia emitida es 6,31 veces mayor.

La ganancia de los preamplificadores de baja frecuencia se expresa en decibelios. Si tenemos una etapa de potencia que necesita una tensión de 1 voltio para entregar la máxima potencia y por otro lado tenemos un micrófono que entrega una señal de 4 milivoltios, es fácil calcular la ganancia que debe tener el preamplificador. Aplicando la anterior fórmula obtenemos un valor de 47,95 decibelios.

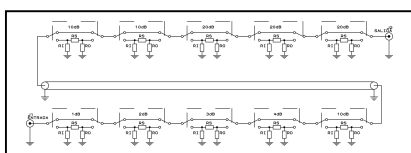
Cuando hablamos de la sensibilidad de un receptor para una determinada relación señal/ruido, podemos expresar este parámetro en microvoltios o mejor aún en dbm. Como las tensiones en microvoltios son menores que la tensión de referencia de 1 mW que, como ya se ha indicado, es de 223,6 milivoltios, la sensibilidad de un receptor se expresará en valores negativos de dbm. Así, la sensibilidad de un receptor que en tensión sea de un microvoltio, expresada en dbm será de -107 dbm (aprox).

3.- ATENUADOR.

El laboratorio del radioaficionado debe contar con el mayor número posible de equipos de medida y control. Un elemento muy útil es un atenuador calibrado capaz de ser utilizado en un amplio margen de frecuencias. Mediante este aparato podemos medir una gran cantidad de parámetros de los elementos que componen nuestra estación. Podemos medir la ganancia de nuestras antenas, ganancia de previos de baja-frecuencia, ganancia de preamplificadores de radio-frecuencia, ajustar niveles en osciladores y multiplicadores de frecuencia, averiguar la atenuación de un filtro, etc.

En las siguientes líneas se propone la construcción de un atenuador calibrado por pasos con valores de atenuación entre 1db y 100 db. Se utilizarán materiales comunes y de fácil adquisición. Para su construcción solamente hacen falta unas pocas herramientas y un poco de habilidad con el trabajo de los metales.

3.1.- DESCRIPCIÓN DEL ATENUADOR.



El atenuador está formado por una serie de células resistivas dispuestas en “pi” y que se pueden incluir o excluir del circuito mediante unos conmutadores dobles. En la figura número uno tenemos el esquema general del

atenuador. Como se puede observar, está formado por diez células resistivas con los valores indicados de atenuación, entre uno y diez decibelios. Intercalando el número apropiado de células podemos obtener cualquier valor de atenuación entre 1 y 100 decibelios. Los valores de las resistencias de cada célula se pueden calcular con las ecuaciones correspondientes que se pueden encontrar en cualquier tratado de Electrónica y que no reproducimos por su complejidad. La impedancia de entrada y salida del atenuador es de 50 ohmios, valor normalizado en antenas y líneas de transmisión.

Para simplificar el trabajo se puede utilizar el siguiente programa escrito en GWBASIC que nos da el valor de las resistencias en función del valor de atenuación deseado.

```
10 REM PROGRAMA PARA EL CALCULO
20 REM DE RESISTENCIAS DE ATENUADORES
30 REM
40 CLS
50 INPUT "ATENUACION EN DECIBELIOS";DB
60 PRINT "dB","R. DE ENTRADA/SALIDA","R. SERIE"
70 K=10^(DB/20)
80 PRINT DB,50*(K+1)/(K-1),,50*((K^2-1)/(2*K))
```

El programa pide el valor de atenuación y nos devuelve en la pantalla el valor de las resistencias de entrada y salida y el valor de la resistencia en serie.

Si se quiere construir un atenuador con cualquier otro valor de atenuación, se puede emplear el programa siguiente:

```

10 REM PROGRAMA PARA EL CALCULO
20 REM DE RESISTENCIAS DE ATENUADORES
30 REM
40 CLS
50 LPRINT "dB","R. DE ENTRADA/SALIDA","R. SERIE"
60 LPRINT
70 FOR DB = 1 TO 50
80 K=10^(DB/20)
90 LPRINT DB,50*(K+1)/(K-1),,50*((K^2-1)/(2*K))
100 NEXT
110 LPRINT CHR$(12)
120 LPRINT "dB","R. DE ENTRADA/SALIDA","R. SERIE"
130 LPRINT
140 FOR DB = 51 TO 100
150 K=10^(DB/20)
160 LPRINT DB,50*(K+1)/(K-1),,50*((K^2-1)/(2*K))
170 NEXT
180 LPRINT CHR$(12)

```

Este programa proporciona un listado en la impresora con los valores de las resistencias de cada célula para todos los valores de atenuación comprendido entre 1 y 100 decibelios.

Como ya se ha indicado, estos programas están escritos en GWBASIC, pero debido a su sencillez será muy fácil trasladarlos a cualquier otro lenguaje de programación.

Con los valores entregados por estos programas se ha realizado la tabla número uno donde se dan los valores exactos necesarios de las resistencias de cada célula para obtener la atenuación proyectada.

TABLA NÚMERO UNO. VALORES EXACTOS.

ATENUACIÓN	R. ENTRADA	R. SERIE	R.SALIDA
1dB	869,55	5,77	869,55
2dB	436,21	11,61	436,21
3dB	292,40	17,61	292,40
4dB	220,97	23,85	220,97
10dB	96,24	71,15	96,24
20dB	61,11	247,50	61,11

Como se puede observar, los valores obtenidos no se corresponden en absoluto con los valores normalizados de resistencias, por lo que en la tabla número dos se dan los valores normalizados más aproximados.

TABLA NÚMERO DOS. VALORES NORMALIZADOS APROXIMADOS.

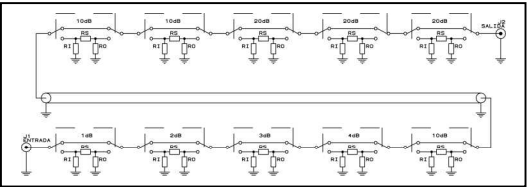
ATENUACIÓN	R. ENTRADA	R. SERIE	R.SALIDA
1dB	820	5,6	820
2dB	470	12	470
3dB	270	18	270
4dB	220	22	220
10dB	100	68	100
20dB	68	270	68

Si se quiere mayor precisión será necesario disponer conjuntos de resistencias en paralelo escogidas entre los valores normalizados. De esta manera nos aproximamos más a los valores calculados. En la tabla número tres se dan los pares de resistencias calculados para la mayor aproximación.

TABLA NÚMERO TRES. COMBINACIÓN DE VALORES NORMALIZADOS.

ATENUACIÓN	R. ENTRADA	R. SERIE	R.SALIDA
1dB	1K+6K8	6,8+39	1K+6K8
2dB	680+1K2	12+330	680+1K2
3dB	330+2K7	18+820	330+2K7
4dB	220	27+220	220
10dB	100+2K7	82+560	100+2K7
20dB	68+560	390+680	68+560

Con los valores de resistencia de la tabla número dos obtendremos una precisión aproximada del diez por ciento en los valores de atenuación, lo cual puede ser suficiente para algunas aplicaciones. Con los valores de la tabla número tres, la precisión será del cinco por ciento o mejor, dependiendo de la precisión de las resistencias utilizadas. Si se quiere obtener mayor precisión deberemos utilizar un polímetro digital y seleccionar las resistencias para aproximarnos lo más posible a los valores indicados en la tabla número uno. En este caso, la precisión máxima dependerá de la precisión del polímetro digital, que en la mayoría de los modelos ronda el uno por ciento. Esta precisión será más que suficiente para el trabajo del radioaficionado.



Como se puede ver en el esquema general de la figura número uno, las distintas células de atenuación están formadas por tres resistencias, dispuestas en configuración "pi". Así tenemos una resistencia de entrada con un extremo conectado a masa, una resistencia en serie y otra resistencia de salida de igual valor que la resistencia de entrada y con uno de sus extremos también conectado a masa. Las resistencias se montan directamente sobre cada uno de los conmutadores que están colocados dentro de un blindaje. Unos tabiques perpendiculares separan unos conmutadores de otros. Los conjuntos de conmutadores con los correspondientes blindajes se alojan dentro de una caja de aluminio que efectúa un blindaje adicional. El modelo utilizado

Un esquema de la disposición general de los componentes se puede ver en la

90

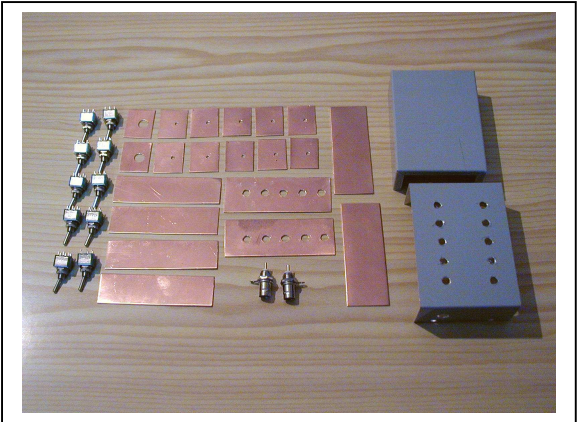
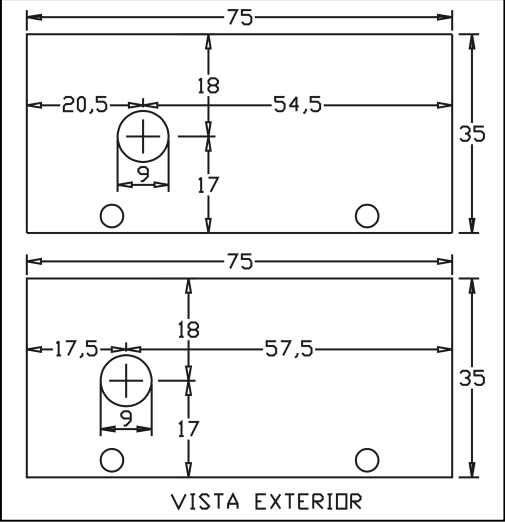
25

CUATRO UNIDADES

Technical drawing of the interior view of a rectangular object. The drawing shows a rectangular frame with a total width of 103 and a total height of 75. The interior is divided into two horizontal sections. The top section has a height of 20,5 and contains five circular elements, each with a diameter of 6. The bottom section has a height of 37 and also contains five circular elements, each with a diameter of 6. The distance between the centers of the circles in both sections is 16. The distance from the left edge to the center of the first circle in both sections is 19,5. The distance from the center of the last circle to the right edge in both sections is 16. The total height of the object is 75, which is the sum of the top section height (20,5) and the bottom section height (37). The drawing is labeled "VISTA INTERIOR" at the bottom.

Todas las medidas indicadas corresponden a las piezas realizadas en chapa de un milímetro de grueso. Si se utiliza chapa más fina habrá que modificar algunas medidas, sobre todo las de los tabiques de separación de los conmutadores.

La caja utilizada para construir el prototipo es el modelo RM04 de Retex. Sobre la tapa de esta caja hay que realizar los taladros que se indican en la figura número seis



y en los laterales realizaremos los taladros que se muestran en la figura número siete.

En la figura número ocho tenemos el conjunto de piezas, cortadas, taladradas y listas para su montaje.

En tabla número cuatro tenemos la relación de las piezas del atenuador.

TABLA NÚMERO CUATRO. PIEZAS DEL ATENUADOR.

DESCRIP.	CANT.	MEDIDAS
PLACA INFERIOR	2	90 x 33
TAPA	2	90 x 33
PLACA LATERAL	4	90 x 25
PLACA VERTICAL	12	31 x 25
PIEZA DE CIERRE	24	6 x 5
ARANDELA	2	12 x 1
TORNILLOS	24	3 mm
CAJA	1	RM04
CONMUTADOR	10	DOBLE
CONECTOR	2	BNC
RESISTENCIAS		0,25 w

No se especifica el número ni el valor de las resistencias ya que esto dependerá de la precisión que se quiera obtener. Todas las resistencias son de un cuarto de vatio, lo que quiere decir que no podemos aplicar la salida de ningún transmisor al atenuador, pues se quemarían las resistencias rápidamente. El uso de este atenuador se limita a aplicaciones de baja potencia, receptores, multiplicadores, etc., pero **nunca** a la prueba de transmisores.

3.2.- CONSTRUCCIÓN DEL ATENUADOR.

Una vez tengamos todas las piezas cortadas y taladradas, procederemos al montaje del atenuador. La primera operación será soldar las distintas piezas que componen los blindajes. Para ello utilizaremos un soldador de bastante potencia, sobre todo si utilizamos chapa de cobre del grueso indicado, un milímetro. El cobre es muy buen conductor del calor y por tanto hace falta bastante potencia para poder hacer las soldaduras. Será necesario un soldador de 80 – 100 vatios. Utilizaremos estaño de calidad para que funda fácilmente. Por otro lado, durante la operación de soldadura, la chapa de cobre alcanzará una temperatura bastante alta, por lo que es imprescindible el uso de alicates o tenazas para sujetar las piezas. La alta temperatura puede producirnos molestas quemaduras. También serán útiles, si se dispone de ellos, unos guantes de amianto.

Para iniciar la soldadura de las piezas podemos sujetarlas con unos pequeños gatos. El orden de montaje puede ser soldar primero un lateral sobre la chapa inferior y después ir soldando los tabiques verticales, para terminar con el otro lateral. A continuación soldaremos las piezas de cierre que están realizadas con varilla de latón de seis milímetros de diámetro, con una longitud de tres milímetros y con un taladro central de 2,5 milímetros, que después roscaremos con un macho de rosca métrica, de tres milímetros. Estas piezas también pueden ser unas simples tuercas, preferiblemente de latón.

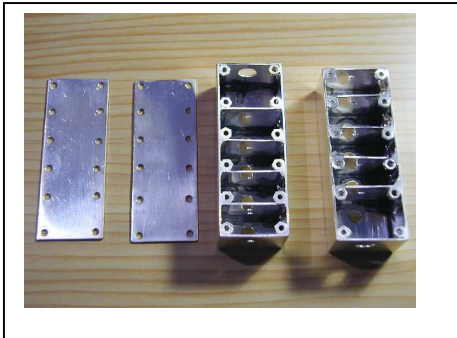
Una vez soldadas todas las piezas repasaremos los blindajes con una lima fina, para eliminar el estaño sobrante, rebabas, etc. Para que las tapas cierren bien, colocaremos el blindaje boca abajo sobre una tabla a la que habremos pegado un pliego de papel de liga de grano fino. Frotaremos el blindaje sobre el papel de lija hasta que todas las chapas verticales queden igualadas. También se puede utilizar una lijadora eléctrica, si se dispone de ella.

Es conveniente soldar un terminal en cada compartimiento de cada conmutador, en el lugar donde posteriormente soldaremos los terminales de las resistencias que van conectadas a masa. De esta manera, la soldadura de los terminales de las resistencias será más fácil que si los tuviésemos que soldar directamente a la chapa de cobre. También soldaremos las tuercas necesarias para el cierre de las tapas.

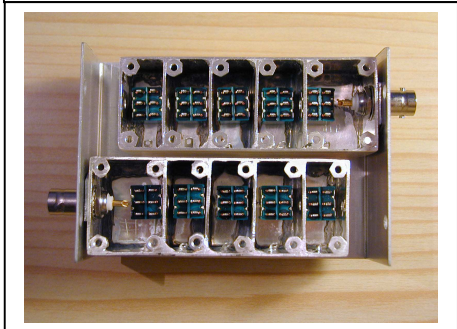
Prepararemos las dos tapas, dando los taladros necesarios en los lugares correspondientes a los tornillos de cierre.

Antes de platear los blindajes es necesario limpiarlos a fondo. Para ello los sumergiremos en un disolvente que eliminará los restos de soldadura. Con una brocha pequeña frotaremos todos los rincones para eliminar totalmente todos los residuos de resina procedente del estaño, así como limaduras que hubieran podido quedar adheridas. El disolvente empleado para limpiar el prototipo es tricloroetileno, aunque seguramente otros disolventes funcionarán perfectamente.

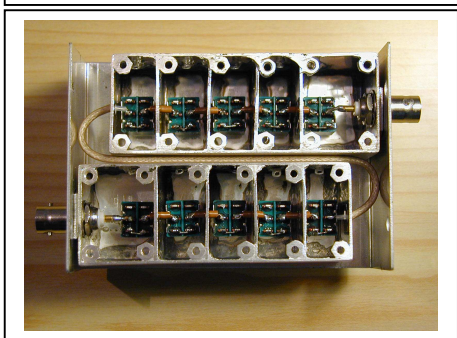
Con las operaciones de soldadura, el cobre toma un color más oscuro que se puede eliminar sumergiendo los blindajes en agua fuerte, que es ácido clorhídrico diluido. Otro producto que también limpia bastante bien el cobre es un producto antical que se vende en droguerías, que viene en envases de plástico de color azul y del cual hay varias marcas en el mercado.



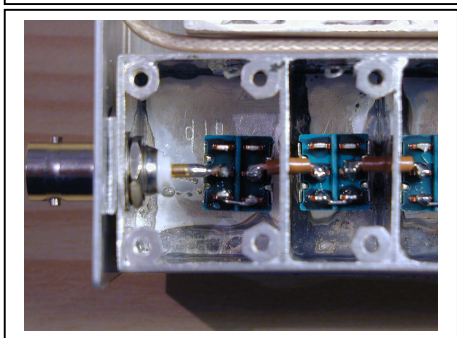
En la figura número nueve tenemos los dos blindajes montados y las dos tapas, todo ya plateado.



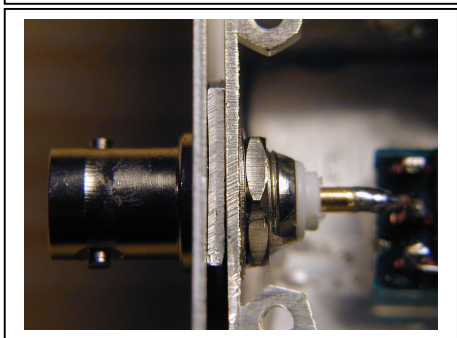
A continuación procederemos al montaje final del atenuador. Colocaremos cada blindaje en su lugar correspondiente de la caja de aluminio y procederemos al montaje de los conmutadores y los conectores BNC de entrada y salida. El blindaje debe quedar ligeramente separado del lateral de la caja, para que esta pueda cerrarse posteriormente. Para ello es preciso intercalar una arandela



de unos doce milímetros de diámetro con un orificio de nueve milímetros para el conector BNC. El grueso de esta arandela será de 1–1,5 milímetros.

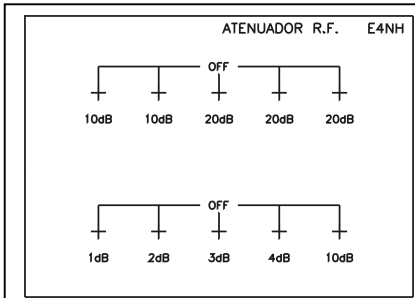
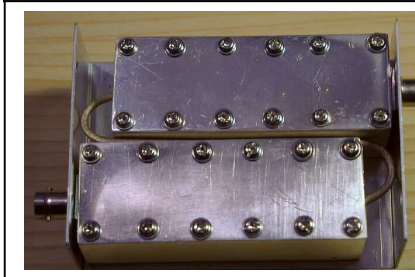
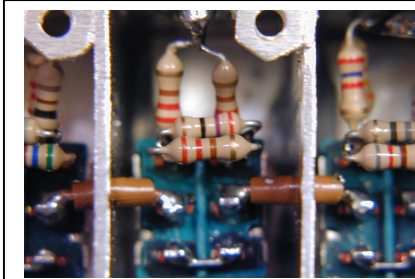
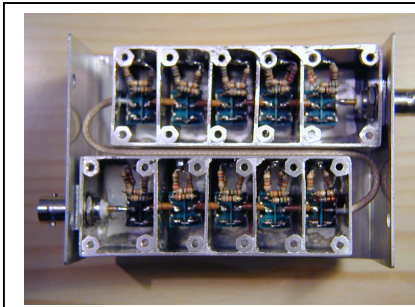


Colocaremos los conmutadores en sus lugares respectivos. Seguramente será necesario repasar los taladros con una lima redonda fina, ya que el diámetro de la rosca de fijación de los conmutadores puede ser algo mayor que los seis milímetros indicados, concretamente 6,35 milímetros, que equivale a un cuarto de pulgada, dependiendo del fabricante del conmutador. Lo mismo ocurre con el taladro de nueve milímetros del conector BNC que también es algo mayor, 9,5 milímetros aproximadamente. En la figura número diez tenemos los blindajes colocados en el interior de la caja y los conmutadores y conectores BNC atornillados en sus lugares correspondientes.



A continuación procederemos a realizar los puentes entre los contactos de reposo de los conmutadores, que realizaremos con unos trozos de hilo desnudo. Conectaremos el punto central de los conectores BNC a los terminales correspondientes de los

conmutadores. A través de los orificios de los tabiques verticales pasaremos el



hilo de unión entre los conmutadores. Este hilo debe ir aislado con su funda de plástico para evitar el cortocircuito a masa. A continuación conectaremos con un trozo de cable blindado fino la salida del primer grupo de atenuadores con la entrada del segundo grupo. Se puede utilizar cable RG-174 o bien otro de mejor calidad. En el prototipo se ha utilizado un cable similar al RG-174 en cuanto a dimensiones, pero de mejor calidad, ya que el dieléctrico es de teflón y la malla es doble y plateada. Desconozco donde se puede encontrar este tipo de cable ya solo se disponía de unos trozos procedentes de surplus.

En las figuras números once, doce y trece tenemos varios detalles de la colocación de los componentes. En la figura número catorce se puede ver la malla del cable blindado soldada en el exterior del blindaje.

Seguiremos con la soldadura de las resistencias que forman las células de atenuación. Como ya se ha indicado, podemos elegir entre utilizar los valores de resistencia normalizados más próximos a los valores calculados, utilizar pares de resistencias para una mayor aproximación o bien seleccionar las resistencias por medio de un polímetro digital para aproximarnos lo más posible a los valores ideales. Este ha sido el método utilizado en el prototipo, obteniéndose las características que se indicarán más adelante.

En las figuras números quince y dieciséis podemos ver la colocación de las resistencias sobre los conmutadores. Realizaremos una inspección final del montaje, comprobando las soldaduras, colocación de las resistencias, posibles cortocircuitos, etc. Colocaremos las tapas con los correspondientes tornillos de rosca métrica y cinco milímetros de longitud, como se puede ver en la figura número diecisiete.

Para un mejor aspecto podemos colocar en la parte superior de la caja una carátula como la que se muestra en la figura número dieciocho, realizada en papel autoadhesivo. Esta se ha

rociado después con un barniz transparente en spray, para darle mayor consistencia.

Seguramente será preferible colocar la carátula antes de montar los conmutadores, lo que supone que deberemos realizar el montaje con cuidado de no estropearla.

Finalmente cerraremos la caja de aluminio con sus correspondientes tornillos autorroscas. Cuatro patas de goma autoadhesivas darán el toque final al montaje. En las figuras número diecinueve y veinte se puede ver el atenuador listo para su comprobación.

3.3.- COMPROBACIÓN DEL ATENUADOR.

Para la comprobación del atenuador necesitamos un generador, un receptor para la frecuencia en la que vayamos a efectuar la comprobación y otro atenuador calibrado, que bien puede ser el propio del generador, si tiene la suficiente precisión.

Conectaremos la salida del generador a la entrada del atenuador y su salida a la entrada del receptor. Pondremos todos los conmutadores del atenuador en la posición "OFF" y sintonizaremos el receptor y el generador a la frecuencia de prueba. Una vez que tengamos señal en el receptor, disminuirémos la salida del generador hasta un nivel lo más bajo posible para tener una buena indicación en el S-meter del receptor. Accionaremos los distintos conmutadores para intercalar diversos valores de atenuación y al mismo tiempo incrementaremos la salida del generador en la misma cantidad. La señal indicada por el receptor debe permanecer constante. Esta prueba la realizaremos en distintas bandas de frecuencias para establecer el correcto funcionamiento del atenuador.

El prototipo se ha probado en diversas frecuencias desde la banda de HF hasta los 500 MHz, máxima frecuencia de trabajo del generador disponible. El error máximo detectado es aproximadamente del uno por ciento, que corresponde con la precisión del polímetro utilizado para seleccionar las resistencias de las células de atenuación.

3.3.- USO DEL ATENUADOR.

El atenuador descrito tendrá bastante precisión si se realiza el montaje cuidadosamente. Ello nos permitirá efectuar medidas bastante exactas de diversos aspectos de nuestra estación, aunque hay que tener en cuenta, que este atenuador es un elemento pasivo y por tanto las medidas que podamos realizar con él siempre serán relativas. Para todas las medidas necesitaremos una fuente señal que cubra el margen de frecuencias de trabajo del dispositivo bajo prueba. Esta señal puede ser producida por un generador de RF, o bien la señal recibida de otro radioaficionado cercano. También necesitaremos un dispositivo para evaluar la señal recibida, que puede ser el receptor de la

estación. Este receptor deberá cubrir también las frecuencias que estemos utilizando.

Podemos medir la ganancia de una antena direccional. Para ello necesitamos una antena de referencia, que puede ser un dipolo en las bandas de HF, o bien una antena vertical de cuarto de onda en las bandas de VHF y UHF. Precisamos también la señal procedente de un generador o la que pueda proporcionarnos otro radioaficionado cercano, como ya se ha indicado.

Conectaremos la antena de referencia a nuestro receptor, intercalando el atenuador mediante los cables adecuados. Como ya se ha indicado, la impedancia de entrada y salida del atenuador es de 50 ohmios, por lo que habrá que utilizar un cable coaxial que tenga esta impedancia característica.

Avisaremos a nuestro amigo que comience a transmitir y accionaremos los conmutadores del atenuador hasta conseguir una señal en el receptor que no sea ni demasiado fuerte ni demasiado débil. El nivel absoluto no es decisivo, lo importante es que el receptor no se sature. Tomaremos nota de la atenuación insertada y de la posición del S-meter de receptor.

Desconectamos la antena de referencia y conectamos la antena direccional, orientada a la fuente de señal. La lectura del S-meter del receptor subirá. Actuaremos sobre los conmutadores del atenuador hasta obtener la misma lectura en el receptor que con la antena de referencia. La diferencia entre la atenuación con una antena y con otra, será la ganancia de la antena direccional.

De la misma forma podemos establecer la amplificación de un previo de recepción. Esta será igual al valor de la atenuación adicional introducida para tener la misma lectura en el S-meter del receptor.

Será conveniente repetir estas medidas varias veces con distintos niveles de potencia para estar seguros que el receptor no está saturando y así obtener resultados consistentes y fiables.

El atenuador puede servir también para establecer la atenuación necesaria entre el oscilador local y el mezclador de un receptor. Si la señal producida por el oscilador local es excesiva, se puede deteriorar la figura de ruido del receptor, dependiendo del tipo de mezclador. Intercalando el atenuador y estableciendo distintos niveles de atenuación podremos averiguar el nivel óptimo de inyección.

Señalar, una vez más, que este atenuador solo es apropiado en aplicaciones de baja potencia y nunca debe ser utilizado en transmisión, ya que las resistencias se quemarán o en el mejor de los casos tomarán una alta temperatura con el riesgo del cambio de su valor. Si se quieren calcular los valores de resistencia de las células de atenuación para otro valor de impedancia distinto de 50 ohmios, (por ejemplo 75 ohmios) será necesario sustituir el número "50" en los programas anteriormente listados, por el nuevo valor de la impedancia.

El atenuador descrito ha sido probado con un generador profesional y se ha comprobado que el error máximo está alrededor del uno por ciento en una banda de frecuencias hasta 500 MHz aproximadamente. Los valores obtenidos son perfectamente útiles para el trabajo del radioaficionado.

4.- RESUMEN.

En el presente artículo se ha dado un ligero repaso al concepto del decibelio y se ha descrito la construcción de un atenuador calibrado para su utilización en radio-frecuencia hasta unos 500 MHz. Así mismo se han dado indicaciones para su utilización en la medida de ganancia de antenas, preamplificadores, etc. También es útil para estimar las pérdidas producidas por atenuadores, filtros, etc.

Este atenuador no se debe utilizar nunca para la prueba de transmisores, ya que las resistencias se quemarán en cuanto apliquemos una potencia superior a pocos milivatios.

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 cómo de los propios conocimientos del autor.

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

No se aconseja el uso de este dispositivo en aplicaciones críticas, cómo 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 DEL ATENUADOR.

FIGURA NÚMERO DOS.
DISPOSICIÓN DE LOS COMPONENTES.

FIGURA NÚMERO TRES.
CHAPAS INFERIORES.

FIGURA NÚMERO CUATRO.
CHAPAS LATERALES.

FIGURA NÚMERO CINCO.
TABIQUES VERTICALES.

FIGURA NÚMERO SEIS.
TALADROS EN LA TAPA DE LA CAJA.

FIGURA NÚMERO SIETE.
TALADROS EN LOS LATERALES DE LA CAJA.

FIGURA NÚMERO OCHO.
CONJUNTO DE PIEZAS.

FIGURA NÚMERO NUEVE.
BLINDAJES Y SUS TAPAS, PLATEADAS.

FIGURA NÚMERO DIEZ.
COLOCACIÓN DE LOS CONMUTADORES.

FIGURA NÚMERO ONCE.
PUENTES EN CONMUTADORES.

FIGURA NÚMERO DOCE.
DETALLE CONECTOR BNC.

FIGURA NÚMERO TRECE.
DETALLE SEPARACIÓN CONECTOR BNC.

FIGURA NÚMERO CATORCE.
SOLDADURA DE LA MALLA DEL CABLE BLINDADO.

FIGURA NÚMERO QUINCE.
COLOCACIÓN DE LAS RESISTENCIAS.

FIGURA NÚMERO DIECISÉIS.
DETALLE DE LAS RESISTENCIAS.

FIGURA NÚMERO DIECISIETE.

COLOCACIÓN DE LA TAPA.

FIGURA NÚMERO DIECIOCHO.
CARÁTULA.

FIGURA NÚMERO DIECINUEVE.
ASPECTO FINAL.

FIGURA NÚMERO VEINTE.
ASPECTO FINAL.