

Nº12: ATENUADOR POR PASOS DE BAJA POTENCIA

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 30-09-03.
Sant Cugat del Vallés (Barcelona) ea3eis@hotmail.com

INTRODUCCION

En este reportaje más bien de carácter monográfico, quiero destacar una vez más, la utilidad de un atenuador por pasos y también, la posibilidad de poderlo construir de manera bastante fácil, con tal de conseguir unas prestaciones que se puedan considerar aceptables, al ser utilizado en los trabajos y medidas habituales que solemos hacer los radioaficionados.

La idea tanto de diseño como de construcción de dicho atenuador, fue descrita por Shriner y Pagel en QST Septiembre del 82, en este trabajo, se hace una descripción muy detallada tanto del proyecto, como de la realización práctica del mismo, Se pueden encontrar otras fuentes de información, en Ham radio Octubre del 78 página 51 y ARRL Handbook 1994 capítulo 25-37 esta última, hace referencia a la primera y también es muy completa.

Un atenuador por pasos, es un dispositivo que se hace imprescindible, cuando está asociado a la salida de un generador de RF el cual, pueda entregar una señal fiable, de amplitud conocida y sobre una impedancia de 50 Ohms. En cuanto a la aplicación de manera muy resumida, añadir que juega un papel primordial en la evaluación de las prestaciones en receptores de comunicaciones para HF, amplificadores y filtros de RF.

CARACTERISTICAS

Las características más destacables de este atenuador por pasos, son las siguientes:

Tipo de atenuador	: por célula Pi resistiva, 50 Ohms.
Atenuación total	: 100 dB, variable a partir de 1 dB.
Pasos de atenuación	: 1-2-2-5-10-20-20-20 y 20 dB.
Impedancia Inp-Out:	50 Ohms.
Margen de frec	: de 0 a 100 MHz +/- 1 dB.
Tipo de conexión	: conector BNC hembra, 50 Ohms.
Potencia máxima	: 0,25 W por célula.
Tipo de blindaje	: compartim. estancos en Cu y total en Al.

DESCRIPCION

Este atenuador por pasos, consta de nueve células Pi resistivas dispuestas en serie y con distintos niveles de atenuación, que suman un total de 100 dB. La selección, se hace mediante nueve conmutadores inversores II de accionamiento manual tipo palanca, cada uno de ellos se encarga de poner en circuito o fuera de el, su Pi correspondiente otorgando una atenuación mínima de 1 dB o máxima de 20 dB por paso.

Una particularidad muy importante de este atenuador, es que tanto la impedancia de entrada como la de salida se mantienen en 50 Ohms, independientemente del número de células atenuadoras que estén en la red, también hay que decir que esta baja impedancia, hace que la respuesta en todo el margen de frecuencia, sea prácticamente plana dentro del margen que se ha especificado.

Para asegurar la máxima eficiencia en las mediciones, es imprescindible que cada uno de los pasos que forman la célula Pi y el selector, se encuentren ubicados en un compartimento lo más estanco posible al paso de la RF vía campo electrostático y para ello, se han habilitado nueve celdas

dispuestas en línea de Cu y comunicadas eléctricamente entre si por cable, a través de un pequeño orificio en cada uno de los tabiques. Tanto la entrada como la salida, se hace por conectores BNC hembra impedancia de 50 Ohms. Además del blindaje a nivel de celdas en plancha de Cu, hay un segundo envoltorio total que ejerce la función de acabado, hecho en aluminio anodizado me ha permitido, insertar letreros e indicaciones pertinentes, con tal de facilitar el manejo y también, la operatividad del sistema. Para una mayor claridad de lo expuesto, puede verse: en la Figura N°1, tabla de correspondencia entre atenuaciones y configuraciones del Pi; en la figura N°2, el esquema eléctrico del atenuador por pasos.

CONSTRUCCION

La construcción de este atenuador por pasos es bastante factible, lo único que requiere de una cierta habilidad, es la soldadura con estaño de todos los tabiques separadores de Cu los cuales, forman todos los receptáculos estancos alineados para poder alojar, los conmutadores inversores II y las resistencias de cada una de las células Pi.

Hecha esta primera puntualización, empezaremos por cortar todas las piezas de Cu según las indicaciones y medidas que se especifican en el plano de despiece. Por tratarse de plancha de Cu de 0,5 m/m, esta operación puede hacerse con una tijera de hojalatero y la U principal, se puede doblar fácilmente con dos tubos cuadrados de aluminio, un tornillo de banco, una madera intermedia para no marcar la pieza y golpeando con la mejor herramienta cual es el martillo. En cuanto a las piezas de aluminio, yo utilicé perfiles en pletina y U de medidas estandarizadas. Es evidente que si se quiere obviar la cuestión del acabado, puede hacerse como indican los autores, utilizando placa de fibra de vidrio con doble cara de Cu y los resultados, también pueden ser buenos.

Sobre el valor y tipo de resistencias a emplear, ver los datos que se especifican en la tabla, yo las utilicé de 0,25 W y tolerancia 1% con buenos resultados, los conmutadores son del tipo miniatura doble inversor y contactos plateados soldables, aunque hubiera sido preferible, que dichos contactos fueran del tipo dorado por cuestión de la conductividad ante las señales muy débiles de RF. Los conectores BNC son de base cuadrada y sujeción mediante tornillos dado el poco espacio disponible. Ver figuras: N°3, 4 y 5, para detalles constructivos y de acabado.

COMENTARIOS FINALES

Remarcar una vez más, que este atenuador ha sido diseñado para trabajar con potencias limitadas y esto lo condiciona, a ser utilizado con niveles bajos de RF que no excedan de 0,25 W. La atenuación máxima de 20 dB por paso, viene impuesta según el autor, por la degradación que producen las capacidades del selector S lo cual, influiría con toda seguridad en las mediciones que se efectúen, sobre todo en las frecuencias más altas del margen establecido.

Para que las mediciones sean fiables, es necesario conseguir la máxima estanquedad entre compartimentos y también hacia el exterior. Téngase presente que cuando se efectúa por ejemplo, una medición de la mínima señal discernible (MDS) en un receptor de comunicaciones, las señales pueden ser del orden de -130 dBm, es una potencia sumamente débil referida a 0 dBm que equivale a 1 mW, toda esta atenuación se efectúa dentro del sistema atenuador y es por este motivo principal, que se hace tanto énfasis en la estanquedad de todas las partes, tanto activas como pasivas que intervienen en este tipo de ensayos.

Este trabajo de diseño excelente y cuya autoría se ha indicado al principio, me ha permitido como realizador práctico, el disfrutar en la construcción y posteriormente, el poder hacer mediciones sobre algunos trabajos cuyos resultados, han influido de manera muy positiva, al poder valorar unos parámetros que de otra manera insisto, siempre son apreciaciones exentas de datos.

Espero que sea de vuestro interés. Saludos de Joan, EA3-EIS.

dB	R1	R2	dB	R1	R2
1	870,0	5,8	11	89,2	81,6
2	436,0	11,6	12	83,5	93,2
3	292,0	17,6	13	78,8	106,0
4	221,0	23,8	14	74,9	120,3
5	178,6	30,4	15	71,6	136,1
6	150,5	37,3	16	68,8	153,8
7	130,7	44,8	17	66,4	173,4
8	116,0	52,8	18	64,4	195,4
9	105,0	61,6	19	62,6	220,0
10	96,2	71,2	20	61,0	247,5

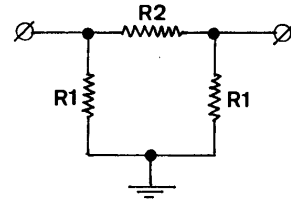


Figura N°1: En esta tabla de correspondencia, pueden verse los niveles de atenuación en dB y los valores de las resistencias R1 y R2, que forman la red Pi atenuadora de 50 Ohms de impedancia, los valores que aquí se indican, son el resultado de un calculo matemático a veces difícil de llegar a una solución óptima en la realización práctica. El autor indica que utilizó resistencias, con una tolerancia del 5 % y de un valor ohmico, lo más cercano posible a los que se indican en la tabla con unos resultados aceptables. Yo por mi parte y dado, que pude localizar resistencias con una tolerancia del 1 %, no dudé en utilizarlas y he podido comprobar la bondad del sistema.

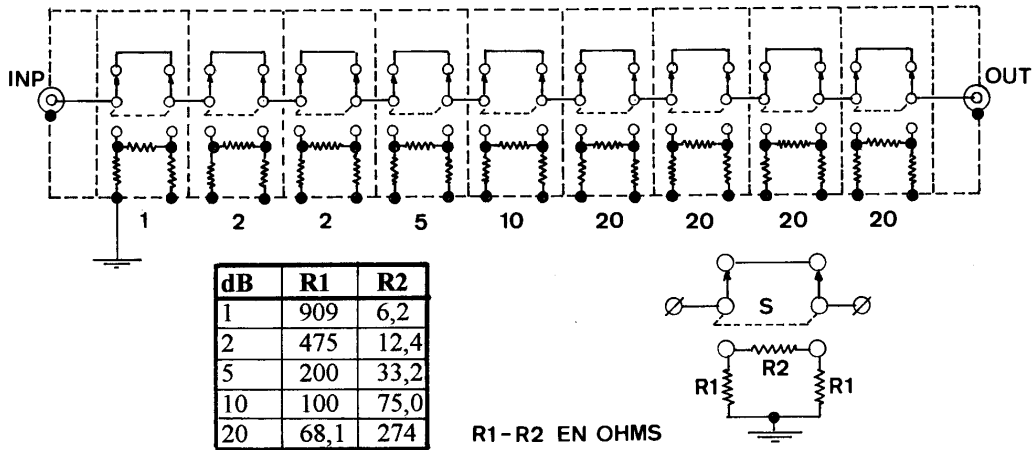


Figura N°2: Esquema eléctrico del atenuador por pasos con la tabla de correspondencia en dB. Los valores de las resistencias R1 y R2 que forman la red Pi atenuadora, son estandar del mercado y se corresponden con las que se han utilizado en el montaje. Todas estas resistencias, son de 0,25 W y tolerancia del 1%. La resistencia R2 de 6,2 Ohms, son dos de 12,4 Ohms montadas en paralelo. Es muy recomendable, que las conexiones entre el selector S y las resistencias R1 y R2 con respecto a masa, sean lo más cortas posible con el fin, de minimizar las inductancias y capacidades parásitas distribuidas que pueden afectar, la respuesta plana en las frecuencias más altas.

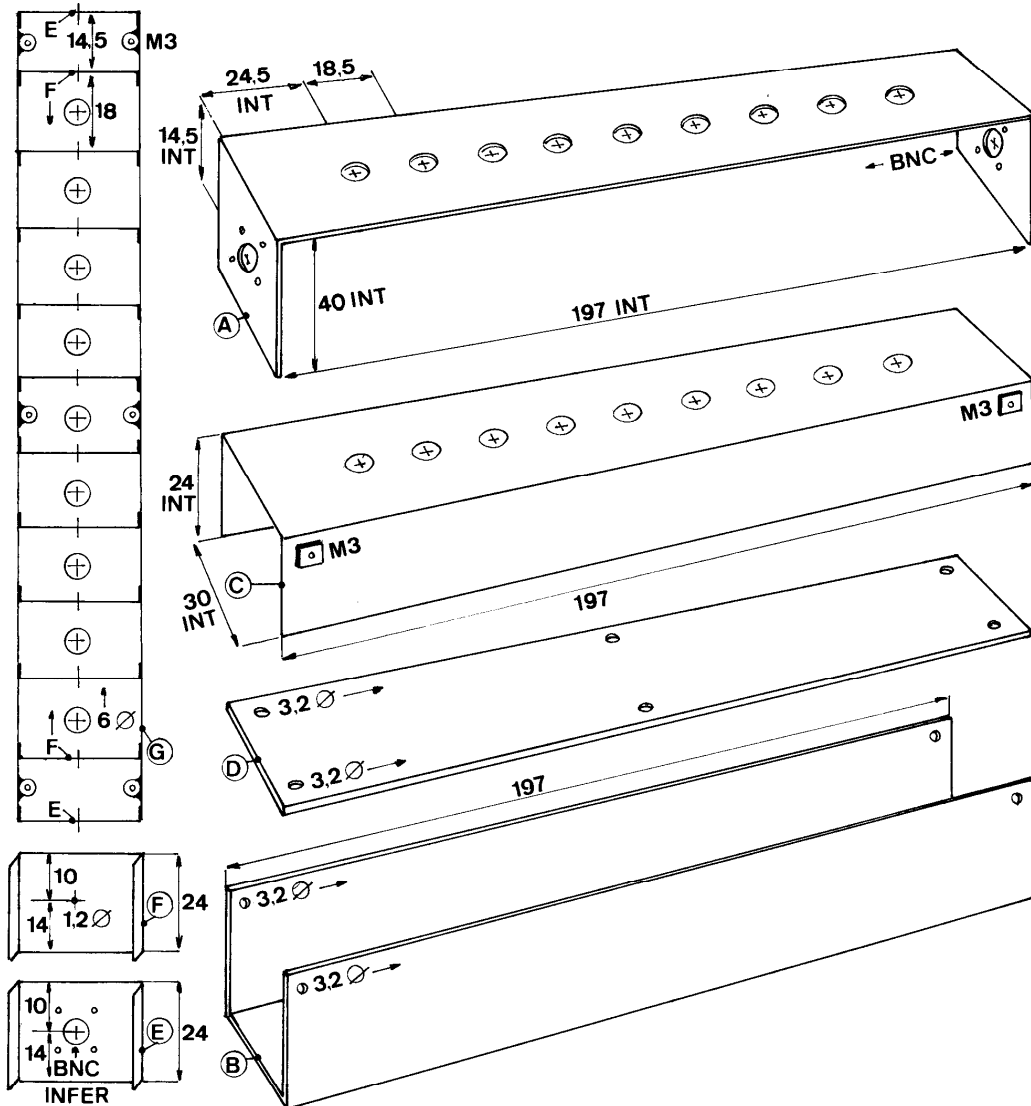


Figura N°3: Atenuador por Pasos de Baja Potencia. Detalle y Despiece Mec.
 -A: Pletina Al Anodizado, 279x40x2 m/m.
 -B: Perfil U Al Anodizado, 40x40x2 m/m.
 -C: Plancha de Cu, 197x78x0,5 m/m. doblado en U a lo largo, s/ medidas.
 -D: Plancha de Al, 197x33x3 m/m.
 -E: 2 lados extremos, 24x37x0,5 m/m Cu, con aletas dobladas de 4 m/m.
 -F: 10 tabiques sep, 24x37x0,5 m/m Cu, con aletas dobladas de 4 m/m.
 -G: Detalle del conjunto de celdas ya soldadas y estancas a la RF.

ATENUADOR POR PASOS DE BAJA POTENCIA Detalle y Despiece Mecánico EA3-EIS, 30-09-03.

- Notas:**
- Todos los tabiques separadores: F y lados extremos E, soldados con estaño herméticamente, así como las tuercas M3.
 - Los taladros de todas las piezas E y F, centrados horizontalmente.
 - Todas las cotas están indicadas en m/m.

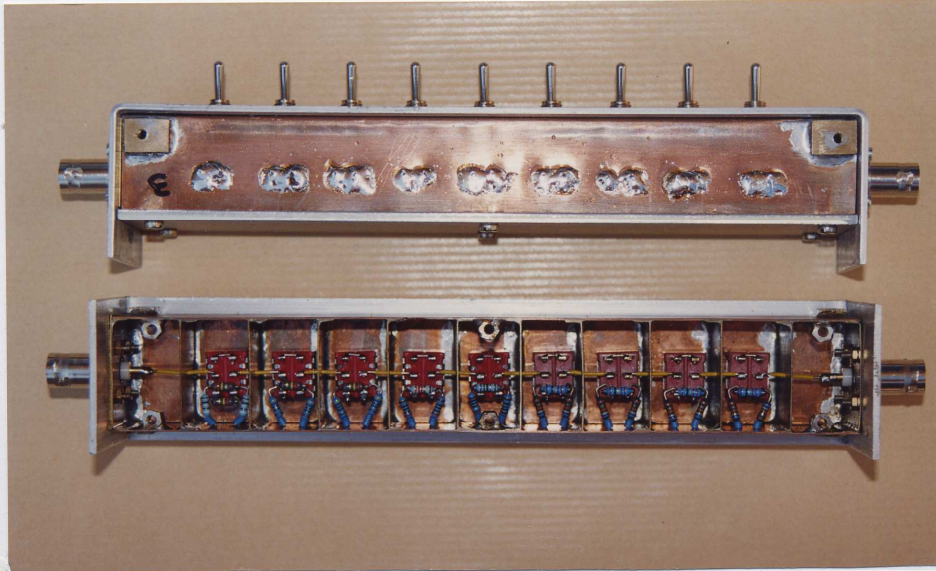


Figura N°4: Vista interior del Atenuador por Pasos de Baja Potencia. Véanse los compartimentos o celdillas estancas de Cu soldado que contienen, los selectores S y las redes Pi atenuadoras. En la vista lateral, el atenuador con la tapa de Al sujeta con tornillos M3 y las soldaduras a masa de todas las resistencias R1 que forman parte de toda la red atenuadora.



Figura N°5: Vista exterior del Atenuador por Pasos de baja Potencia ya operativo. Aquí se puede apreciar bien, la caja envolvente exterior de Al, la cual permite, además de disponer de un segundo blindaje, el dar un acabado con unas indicaciones de carácter funcional. También están presentes, los dos conectores BNC sujetos con tornillos M2, ambos de entrada y salida de señal.