

Espero que os ayude algo, aunque me he saltado varias cosas y otras, no son todo lo correctas que debieran. Quien quiera más información, internet está lleno de ella.

Normalmente el ruido local (el que se genera en nuestro entorno) es debido en su mayoría a las fuentes conmutadas de los aparatos que usamos, a fluorescentes y neones, a motores eléctricos, a chispas de bujía en motores de gasolina...

Las fuentes conmutadas deberían tener un filtro de red que atenuase el ruido que generan, pero por abaratar costes, suele ser el primero de los circuitos que desaparece en algunos aparatos. Especialmente en las fuentes de PC.

A bote pronto, una fuente conmutada trabaja como un interruptor que está abierto (con lo cual a pesar de tener tensión en sus bornes, no circula corriente, por lo que no disipa potencia), o como un circuito cerrado (que aunque circula corriente, no hay tensión) por lo que tampoco disipa potencia.

Eso en términos de rendimiento es lo ideal, pues la potencia disponible a la entrada, sólo se consumirá en la carga que conectemos. Eso significa un rendimiento del 100%, si hablamos de condiciones ideales.

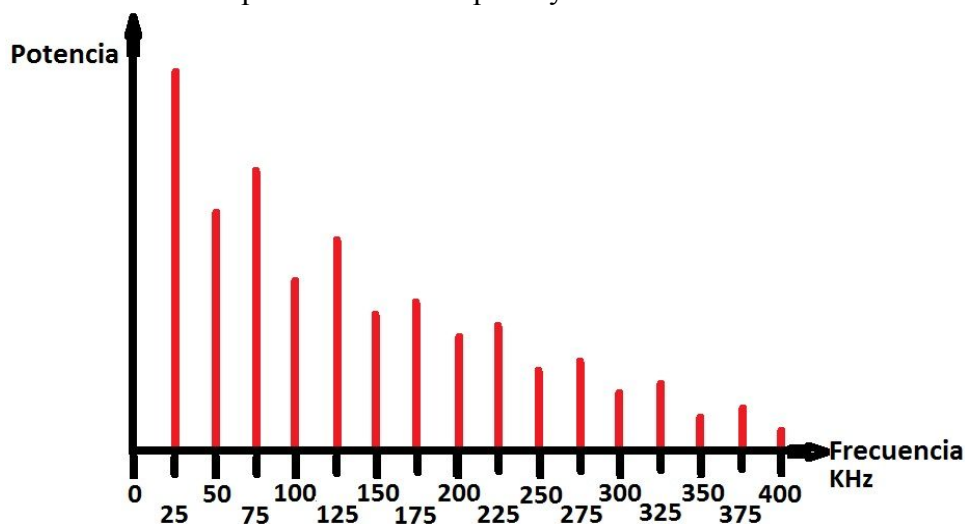
El problema de este sistema, es que al conmutar el regulador entre un estado de conducción y no conducción, se genera una cantidad de armónicos considerable, y que la distribución de potencia de los mismos en el espectro (margen de frecuencias), no es fija si no que varía con el Duty Cycle, que es la relación entre el tiempo que el interruptor está cerrado y el tiempo que está abierto.

Las fuentes conmutadas más comunes trabajan a una frecuencia de conmutación de entre 25KHz y 40KHz (aunque las hay trabajando mucho más arriba), con lo que nos van a dar armónicos a múltiplos de esas frecuencias.

Una de 25KHz lo hará en 50, 75, 100, 125, 150.....(KHz)

Una de 40KHz lo hará en 80, 120, 160, 200, 240.....(KHz)

A medida que aumenta la frecuencia de los armónicos, disminuye su potencia, y hay formas de onda que favorecen a los armónicos pares sobre los impares y viceversa.



Esta gráfica representa en el eje horizontal, la frecuencia. En el inicio está el cero, y a medida que nos desplazamos a la derecha, la frecuencia aumenta. En el eje vertical se representa el nivel de potencia. En el inicio no hay potencia, y a medida que subimos, la potencia es mayor. Sería un ejemplo parecido a lo que sería el contenido espectral de una señal con forma de onda, cuadrada.

La primera señal que aparece a 25KHz, sería la fundamental y todas las que se repiten x2, x3, x4, etc.... serían sus correspondientes armónicos.

Dicho esto, parece que hablar de 25KHz o 40KHz cuando la mayoría de nosotros empieza a usar frecuencias de 3500KHz hacia arriba (los radio escuchas y los que tienen sitio para la banda de 160m que me perdonen, o incluso más abajo), queda un poco fuera de lugar, pero si estáis leyendo esto es porque habéis sufrido en vuestros propios receptores que no es así.

En cualquier caso si hablamos de recibir señales en Onda Media, el inicio de la banda está en 550KHz, si tenemos una fuente conmutada de 25KHz generando ruido y que nos molesta, estamos hablando al menos del armónico 22 ($550\text{KHz} / 25\text{KHz} = 22$).

Si el ruido nos afecta en el canal 22 de la CB, que es 27,225MHz. Estaríamos hablando del armónico número ¡¡¡1089!!! ($27.225\text{KHz} / 25\text{KHz} = 1089$)

Por supuesto he elegido valores que me vienen bien para el ejemplo.

Increíble pero cierto. Estamos hablando de armónicos altísimos, muy lejos de su fundamental, que nos están haciendo la vida imposible en las bandas de HF y según como, incluso por encima.

Aunque es cierto que la potencia asignada a cada armónico disminuye a medida que aumenta la frecuencia, los niveles de potencia que maneja un receptor de radio son tan bajos, que acaban por entrar en conflicto.

Para que os hagais una idea, la mayoría de los receptores de HF que incorporan los transeptores que usamos, tienen una sensibilidad de 0,25uV a 50 Ohms (en fonía), eso son 1,25fW (femto Watio), que es una potencia nada menos que 800 mil millones de veces menor que 1W.

La sensibilidad es el nivel mínimo de señal, para que la información que se demodula mantenga una relación señal ruido determinada.

Lo ideal es evitar que todos esos armónicos salgan del equipo que los genera, y alcance cables por los que pueda propagarse. Si es una fuente de alimentación conmutada, normalmente los residuos de la conmutación se propagan por los cables de red eléctrica y se radían.

En cambio no suele ocurrir a la salida de la fuente, ya que por el propio modo de funcionamiento de los reguladores conmutados, se usan filtros de salida para convertir esas ondas cuadradas en una señal de corriente continua. Aun y así, es posible que se de el caso dependiendo de los materiales usados, ya que los componentes electrónicos que para el caso que nos preocupa son bobinas y condensadores, a partir de cierta frecuencia cambian su comportamiento.

Eso ocurre por que a partir de cierta frecuencia, los condensadores se transforman en bobinas y las bobinas en condensadores, y algún efecto más que hace que nada sea lo que parece y el resultado si no se han tomado ciertas precauciones acaba siendo impredecible.

En cualquier caso, ante una interferencia lo primero es localizar su origen para ver cual es la mejor manera de eliminarla allí en la medida de lo posible. Siempre es mejor actuar en el origen que intentar paliar sus efectos a posteriori, aunque no siempre es posible y más de uno o una sabe eso.

Otro problema añadido es que no sabes que impedancia tiene la fuente de ruido, ni que impedancia tienen los cables asociados a ella.

Nosotros estamos acostumbrados a trabajar con generadores de 50 Ohms (el transmisor), con líneas de transmisión de la misma impedancia (el coaxial) y con mucha suerte nuestras antenas también trabajan a 50 Ohms o cerca de ahí.

Conocer esos datos nos permite saber que corrientes circulan, las tensiones presentes, la potencia, esos datos nos permiten el cálculo de filtros, de divisores o sumadores, de atenuadores.

La falta de datos provoca que empecemos a hacer pruebas y a instalar en cualquier sitio y a diestro y siniestro, condensadores, ferritas, bobinas a ver que conseguimos. Si dispusiésemos de esos datos, podríamos atacar mejor el problema y “predecir” o aproximarnos a un resultado deseado.

Pongo mi caso como ejemplo para ver que se puede hacer.

He detectado armónicos del controlador solar de carga (entre otros), en la banda de 15 metros con niveles de S8. Se repiten cada 24KHz con lo cual esa es su frecuencia de conmutación. Si yo quisiese bajar esa señal a S1, con la ayuda de la tabla de debajo, veo que necesito atenuar 42dB. Eso si me fío del S-Meter.

Signal strength	Relative intensity	Received voltage		Received power (Z _c = 50 Ohm)	
S1	-48 dB	0.20 uV	-14 dBuV	790 aW	-121 dBm
S2	-42 dB	0.40 uV	-8 dBuV	3.2 fW	-115 dBm
S3	-36 dB	0.79 uV	-2 dBuV	13 fW	-109 dBm
S4	-30 dB	1.6 uV	4 dBuV	50 fW	-103 dBm
S5	-24 dB	3.2 uV	10 dBuV	200 fW	-97 dBm
S6	-18 dB	6.3 uV	16 dBuV	790 fW	-91 dBm
S7	-12 dB	13 uV	22 dBuV	3.2 pW	-85 dBm
S8	-6 dB	25 uV	28 dBuV	13 pW	-79 dBm
S9	0 dB	50 uV	34 dBuV	50 pW	-73 dBm
S9+10	10 dB	160 uV	44 dBuV	500 pW	-63 dBm
S9+20	20 dB	500 uV	54 dBuV	5.0 nW	-53 dBm
S9+30	30 dB	1.6 mV	64 dBuV	50 nW	-43 dBm
S9+40	40 dB	5.0 mV	74 dBuV	500 nW	-33 dBm
S9+50	50 dB	16 mV	84 dBuV	5.0 uW	-23 dBm
S9+60	60 dB	50 mV	94 dBuV	50 uW	-13 dBm

S8 equivale a -79dBm y S1 a -121dBm, si restamos aparecerán los 42dB.

He comprobado que las interferencias desaparecen al desconectar los paneles solares del regulador. Seguramente es debido a que al no llegar tensión de los paneles, el regulador no regula (a pesar de estar en marcha) por lo que no genera interferencia y además lo he desconectado de 9 metros de cable que consiguen radiar o conducir el ruido generado hacia el tejado, cerca de las antenas.



La cuestión es que este equipo en concreto ya indica que genera interferencias, por lo que está claro que he de actuar para evitar que estas se propaguen, así que mi intención es actuar lo más próximo al regulador que es el causante de las interferencias.

Puedo usar un transformador de línea (permite el paso de corriente continua) 1:1 a la entrada del regulador. La entrada del regulador es precisamente la salida del ruido hacia los cables de los paneles. Hay que usar un núcleo que funcione bien a las frecuencias de trabajo y se enrolla el cable del positivo y del negativo en el mismo sentido.

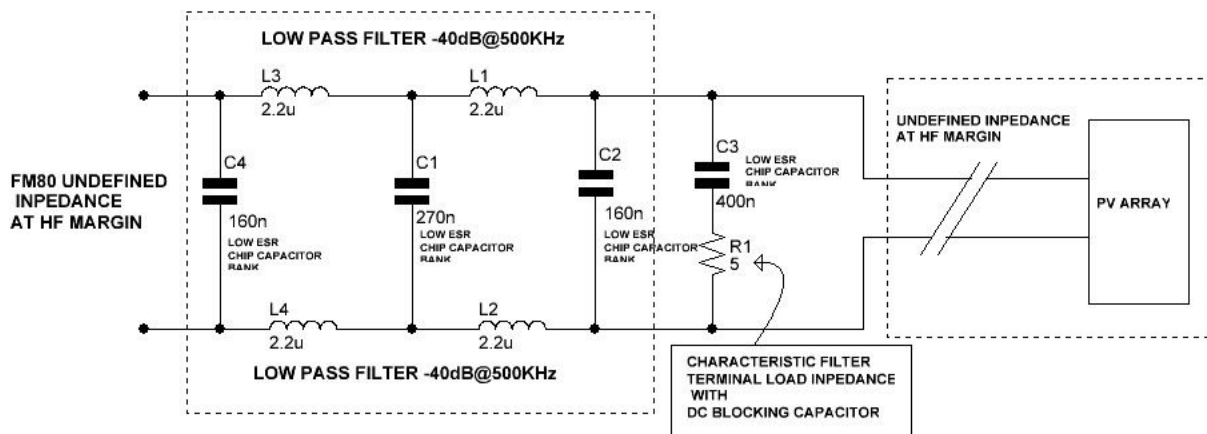
Si uso un transformador de corriente 1:1, consigo que el flujo que genera la corriente de ida, se cancele en el núcleo con la corriente de vuelta, con lo que en teoría debería bastar, pues a los cables de los paneles no les llegará ruido. (Sólo servirá si las corrientes de ruido de RF circulan en sentido opuesto en cada uno de los cables)

Para simplificar sólo hay una espira, pero se necesitan varias.

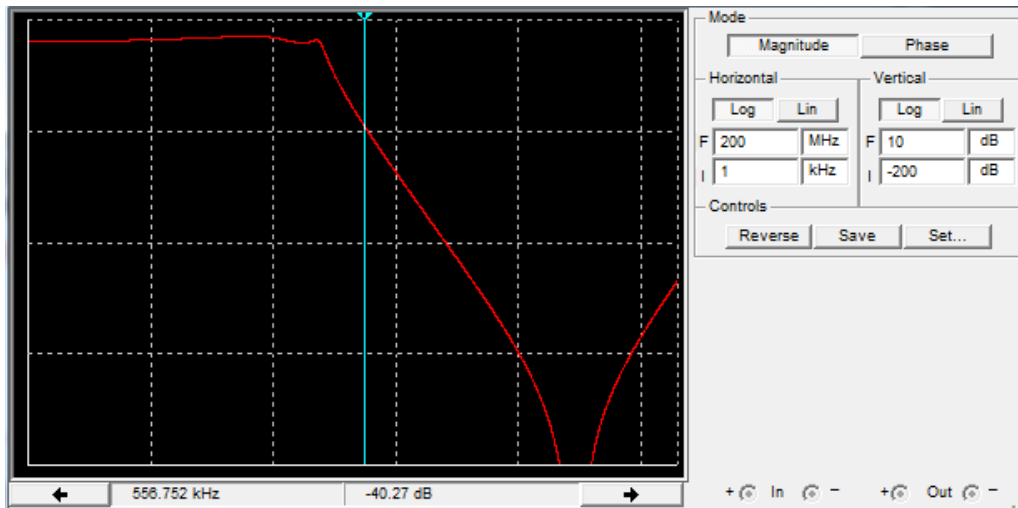


Otra opción es ver el regulador como si de un transmisor se tratase y fijar nosotros una impedancia baja para que no nos afecte a los cálculos la que pudiera presentar el cable y los paneles. De forma arbitraria he asignado 5 Ohms. Me parece lo suficientemente baja para mantener las bobinas pequeñas, por tema de capacidad de corriente y frecuencia de autoresonancia de las mismas.

Con esos datos ya se puede calcular un filtro paso bajo porque tenemos un punto de partida. Otra cosa es que esté optimizado. Lo he diseñado en configuración balanceada y de ese modo me aseguro que ninguno de los dos cables sea portador. El filtro lo diseñé con ayuda de un programilla que venía con una edición del Hand Book de la ARRL que compré. De todos modos hay unas cuantas páginas en la red que te calculan el filtro sin necesidad de usar las tablas ni la calculadora.

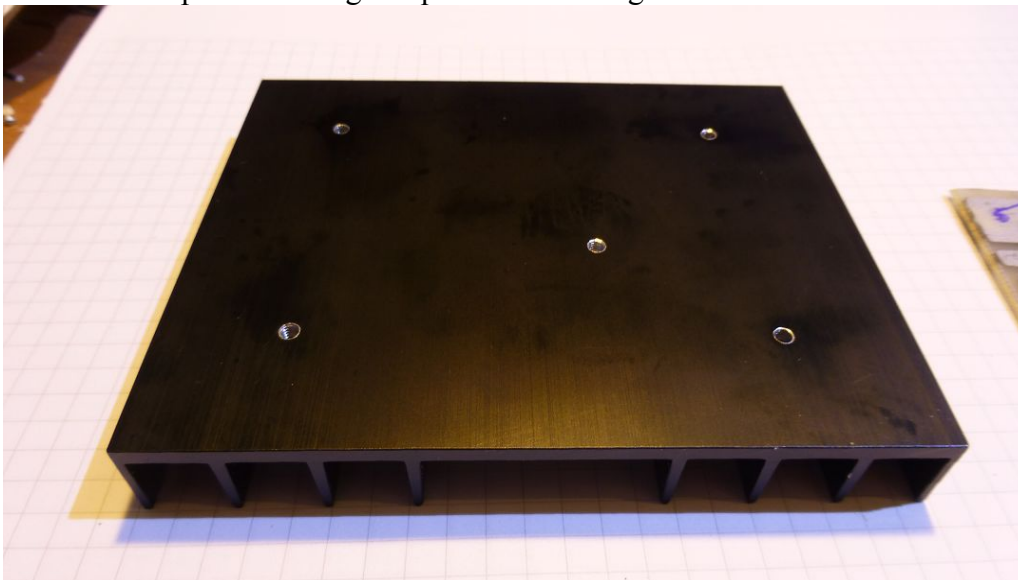


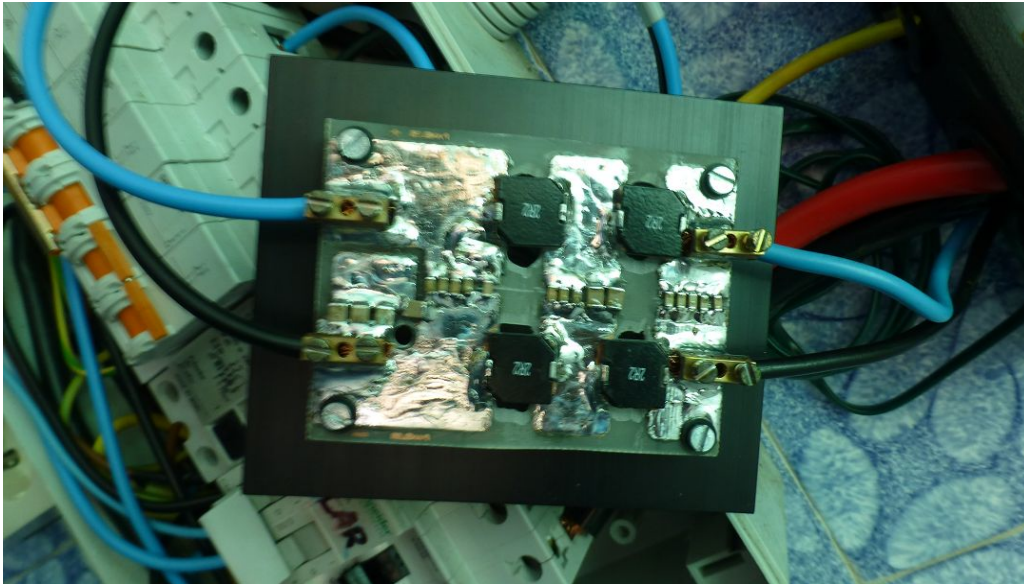
Este filtro ya atenúa unos 40dB a 500KHz, pero en todo caso, como tengo material disponible voy a usar las dos cosas. Transformador de corriente 1:1 y filtro.



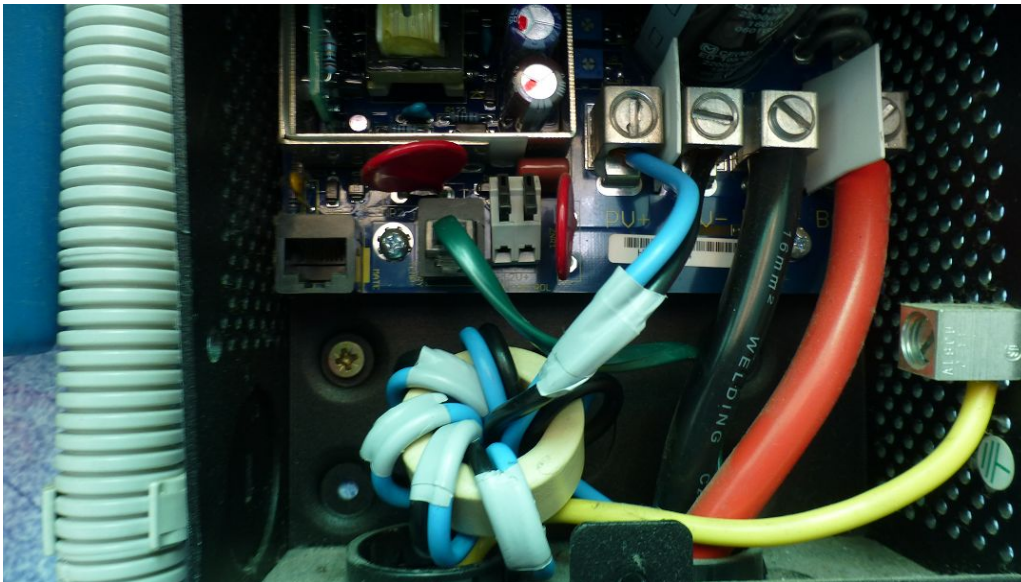
Para la simulación del filtro, he tenido en cuenta las pérdidas de los componentes así como la frecuencia de auto resonancia de las bobinas y la inductancia serie de los condensadores. El notch (absorción) que se ve en la parte derecha abajo y el posterior aumento de señal, es debido a la inductancia serie de los condensadores. En realidad tendrá efecto en frecuencias mucho más altas, pero a 200MHz la atenuación es superior a 100dB en teoría, aunque en la práctica será menor. 100dB vienen a ser 10mil millones de veces menos potencia.

Como he incluido una carga terminal con la idea de que el filtro esté correctamente cargado (todo lo bien que puede estar teniendo en paralelo una carga desconocida como son los cables y los paneles), al no saber que niveles de potencia debe manejar en la banda de paso del filtro, decidí usar una de 50W anclada sobre disipador. Así seguro que no corro riesgos.





Las bobinas son inductores de la casa Bourns de color negro, y los condensadores son SMD . La resistencia terminal no se aprecia por que está bajo la placa, anclada al radiador.



Se aprecia el transformador de corriente 1:1 a modo de choque, justo a la entrada del regulador.

El filtro está puesto a continuación de este transformador y antes del cuadro de protecciones para que haya la menor cantidad de cable posible que pueda radiar.

La conclusión de todo esto, es que las medidas que he tomado han funcionado sobradamente, ya que me ha desaparecido por completo cualquier rastro de interferencias en todas las bandas de HF.

Doy por cerrado el tema de las interferencias, con más tiempo miraré si lo poco que escucho es debido a la instalación de mi red de WIFI.

73's

EB3DMS

