

72 Balun = balanceador, ¿o no?

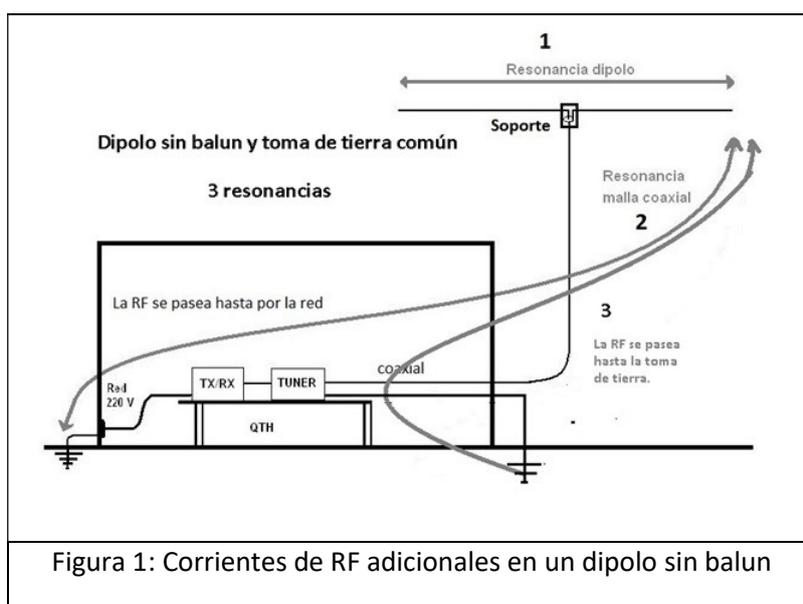
por Luis A. del Molino Ea3OG (ea3og@ure.es)

El término “balun”, derivado del inglés *BALance-UNbalance*, se utiliza para designar los elementos colocados en el punto de conexión del cable coaxial a la antena para simetrizar (balancear) las corrientes en los dos conductores del cable coaxial. Es decir, su misión es obligar a que las corrientes que circulan por el conductor central y la malla de un cable coaxial sean exactamente iguales y opuestas, o lo que en el fondo es lo mismo, para anular la mal llamada “corriente en modo común” (*Common mode*), la corriente de Rf independiente que tiene la mala costumbre de circular por la malla en ausencia de un balun simetrizador que lo impida.

El nombre “corriente en modo común” es muy desafortunado, porque este nombre se aplicaba muy bien a las líneas de transmisión de cables paralelos con corrientes del mismo sentido en los dos cables (cuando deberían ser de sentido opuesto), pero se aplica muy mal a los cables coaxiales porque esta corriente “en modo común” solo circula por la malla, con lo que no es “común” al conductor central, porque éste está blindado a los campos eléctricos y no se entera de lo que sucede en el exterior del coaxial.

Esta corriente independiente adicional (figura 1, resonancias 2 y 3) puede circular por el exterior de un cable coaxial cuando la malla está conectada directamente a una rama de la antena (figura 1) sin mediar un balun, y la mayoría de las veces perturba el funcionamiento correcto de una antena dipolar (tanto horizontal como vertical) con su radiación y su recepción como antena adicional superpuesta con otras resonancias iguales o distintas.

Esas corrientes se producen precisamente porque, en una antena sin balun, aunque sea resonante en media onda (resonancia 1), pueden coexistir otras longitudes resonantes en media onda que pueden resonar en alguna otra banda y cuyos efectos negativos pueden ser muy molestos cuando intentamos transmitir en esa banda.

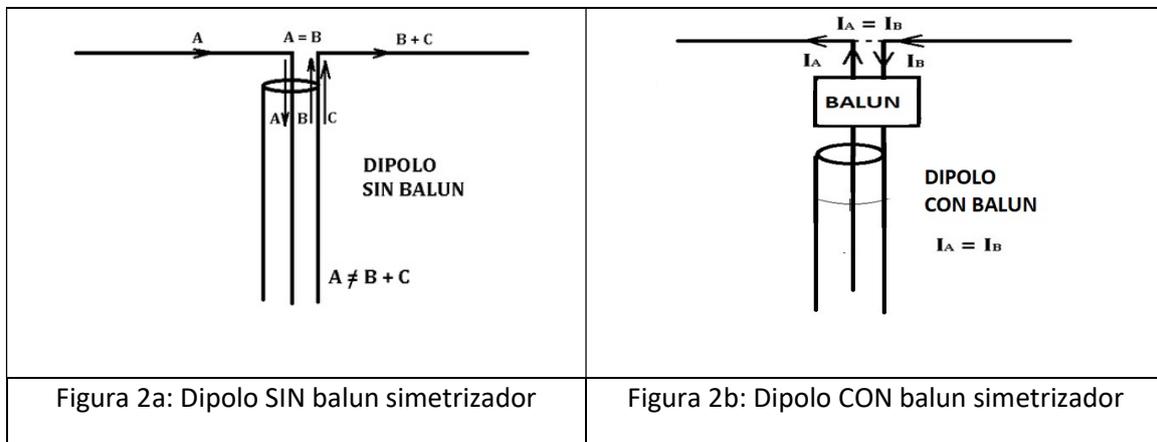


Efectos de las corrientes “en modo común”

Esas corrientes de RF “en modo común” son las que dan lugar a toda clase de fenómenos indeseables en transmisión en nuestra estación, entre los que destacan una modulación rasposa y distorsionada, un micrófono que quema el bigote, un manipulador que cosquillea y quema al tocarlo y una conexión USB (y la que acciona el PTT) que se cuelga cuando intentamos transmitir en modos digitales en alguna banda o en todas.

Balunes como simetrizadores de corriente

El papel más importante del balun (y al que debe su nombre) es que simetriza (igualar o balancea) las corrientes opuestas que circulan por el vivo y la malla o, lo que es lo mismo, impide que aparezcan esa corriente originada por otras posibles resonancias que se muestran en la figura 1, cuando nos limitamos a colgar cualquier antena de un soporte central y la conectamos directamente por las buenas a un cable coaxial asimétrico (figuras 2a y 2 b).



Otros beneficios del balun

La presencia de un balun interrumpe las posibles resonancias adicionales (figura 3) en media onda que describíamos en la figura 1. Además, conseguimos alcanzar otros dos objetivos adicionales muy importantes, porque ahora el balun equilibrador evita que en transmisión el coaxial radie RF dentro de la misma estación, por culpa de una línea coaxial cuyo exterior forma parte de la antena y, por otra parte, el cable coaxial ahora tampoco actuará como antena interior receptora, captando ruido del interior de la estación.

Balun de corriente

Los balunes de corriente (figuras 3a, 3b y 3c) son todos aquellos que, gracias a su gran inductancia, frenan el paso de esas corrientes independientes que pretenden circular por el exterior del coaxial y no afectan a las corrientes iguales y opuestas que circulan por el interior del coaxial, o sea por el vivo y la malla.

Como el coaxial transporta en su interior las corrientes de emisión y recepción, si la impedancia del balun está colocada de forma que solo afecta al exterior del cable coaxial, no interviene para nada en su funcionamiento interno, porque la RF que circula por el interior del

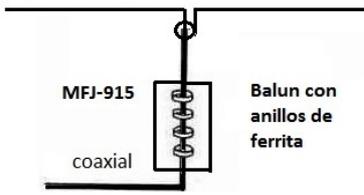
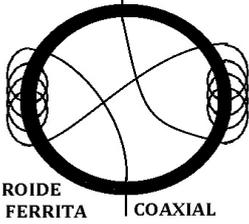
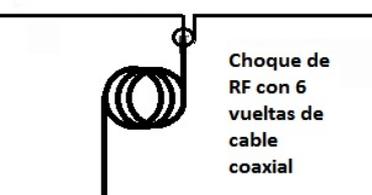
coaxial no se entera de que el cable está enrollado. La RF circula como por el interior de un tubo y le da igual lo que suceda en su exterior.

El nefasto nombre de “un-un”

Pero un día ocurrió que... algún atrevido se le ocurrió cambiarles el nombre y llamarlos “Un-Un” a los balunes de corriente. ¿Por qué? Porque sus conectores de entrada y salida son asimétricos, muy apropiados para la conexión con cualquier cable coaxial y no se habían enterado bien de su función balanceadora que les daba todo el derecho a usar el nombre de balun.

Entre ellos destacan por su precio muy asequible, los balunes llenos de anillos de ferrita como el MFJ-915, con orejas para conectar los cables de un dipolo, y el MFJ-915 (figura 3a) sin orejas, pero con dos conectores SO-239 para intercalar en cualquier lugar de la bajada de coaxial, aparte de otros como los devanados sobre un toroide como el modelo 1110cu de Balun Designs (figura 3b) y las clásicos arrollamientos de coaxial recomendados desde tiempos inmemoriales por Mosley para sus tribandas (figura 3c).

Todos los balunes de corriente actúan como auténticos simetrizadores porque son auténticos “choques” para la RF exterior que pretende circular en modo común y, por tanto, impiden el paso de esa corriente nefasta por el exterior del coaxial.

 <p>MFJ-915 coaxial</p> <p>Balun con anillos de ferrita</p>	 <p>TOROIDE DE FERRITA COAXIAL</p>	 <p>Choque de RF con 6 vueltas de cable coaxial</p>
<p>Figura 3a: Anillos de ferrita</p>	<p>Figura 3b: Toroidal</p>	<p>Figura 3c: Coaxial enrollado</p>

Los “Un-Un” son exactamente los balunes de corriente propiamente dichos, en el auténtico sentido de esa palabreja compuesta. Es decir, son precisamente estos dispositivos los que más merecen el nombre de balun, porque esa es su única función. Así que la primera conclusión a la que llegamos es que en ellos siempre se cumple la ecuación: **“Un-Un” = “Bal-Un”= “Balun de corriente”**.

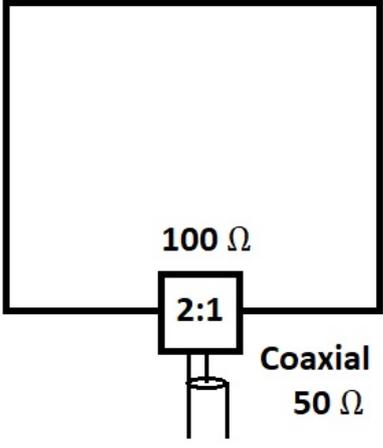
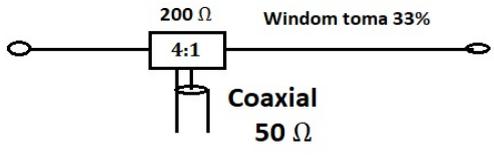
Deberíamos olvidarnos de utilizar esa palabreja “Un-Un”. En serio, habría que retirar ese vocablo “Un-un” del diccionario técnico. Como tengo que confesar que yo he cometido también muchas veces ese pecado y, al redactar este artículo, me he quedado plenamente convencido, prometo enmendarme de ahora en adelante y no utilizarlo nunca más en mis futuros artículos y retirarlo al máximo posible de los anteriores.

Balun como adaptador de impedancia

Pero las cosas se complican cuando pretendemos conseguir que el balun también actúe como elemento adaptador de impedancias, porque queremos aprovecharlo para que, además, nos

transforme la impedancia que presentan otras antenas (figuras 4a, 4b, 4c) en un valor más adecuado y próximo a la impedancia característica del cable coaxial de 50 ohmios.

Aunque podríamos también utilizar un acoplador a la salida del transmisor o en la propia antena y adaptar como fuera la impedancia que allí aparece reflejada, nuestro objetivo es reducir de una forma más simple la impedancia de la antena a 50 Ω para reducir al mínimo la ROE presente en el cable coaxial y disminuir sus pérdidas al mínimo posible, lo cual se consigue cuando la impedancia vista por el coaxial es más parecida . Aquí acude en nuestra ayuda el llamado “balun de tensión”.

		
<p>Figura 4a: Antena cúbica con balun 2:1 con $Z \approx 100 \Omega$</p>	<p>Figura 4b: Windom al 33% con $Z \approx 200 \Omega$</p>	<p>Figura 4c: Dipolo plegado con $Z \approx 300 \text{ ohmios}$.</p>

Balun de tensión

Esa función suplementaria de adaptación de impedancias hace que este dispositivo de banda ancha se le denomine “balun de tensión”, porque siempre su acción se basa en el efecto “transformador” o “autotransformador” para cambiar la relación de impedancias producida por el cambio del número de espiras entre el primario y el secundario de un transformador.

Esta adaptación se basa en cambiar la impedancia mediante el uso de la relación $Z_2/Z_1 = V_2^2/V_1^1 = N_2^2/N_1^2$, es decir, el cuadrado de la relación de tensiones entre primario y secundario, que depende a su vez directamente del cuadrado de la relación entre espiras de un transformador o autotransformador (figuras 4a, 4b, 4c). De preferencia generalmente siempre se utiliza un autotransformador porque las espiras comunes ahorran cobre en un solo bobinado con toma intermedia.

El balun que no merece ese nombre

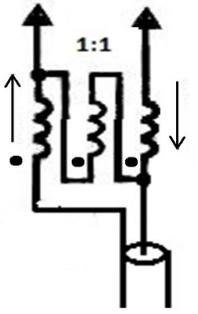
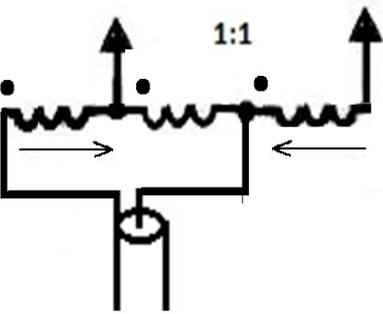
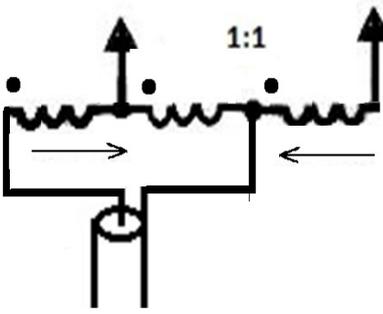
El problema es que muchas veces ese balun adaptador de impedancias se ha olvidado de su papel principal de simetrizador de corrientes (balanceador) y no podemos seguir llamándolo “balun”. Porque si ya NO es un elemento que iguala (simetriza) las dos corrientes presentes en el coaxial y en las dos ramas de una antena, ¿cómo podemos aplicarle el nombre de “balun” con propiedad?

Falsos balunes de tensión

Puesto que descubrimos que esta igualdad NO se cumpla en algunos de los presuntos balunes adaptadores de impedancias o balunes de tensión, tenemos que estudiar muy cuidadosamente su estructura interna para comprobar si son balanceadores de corrientes o no. Tenemos que aclarar bien si merecen llevar o no el nombre de “balun”, porque si no lo merecen, tendríamos que recurrir a añadirles también a continuación un balun de corriente. Vamos a examinarlos detenidamente uno por uno:

El balun de tensión 1:1

Aquí tenemos el balun 1:1 de tensión por excelencia (que se denominaba también por el nombre de su inventor, W2AU) que consta de tres devanados idénticos. Funciona como un balun 1:1 que no altera las impedancias, porque el devanado central se encarga de detectar cualquier diferencia de corrientes entre el vivo y la malla y generar una tensión correctora para que se igualen las corrientes opuestas en el vivo y en la malla del coaxial, anulando cualquier corriente suplementaria adicional (figura 5a).

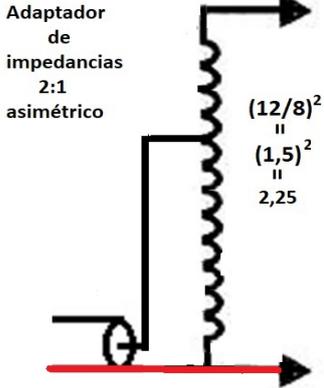
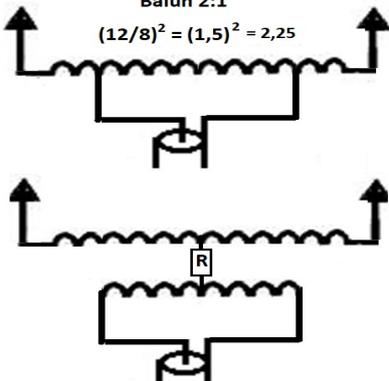
		
<p>Figura 5a: Balun 1:1 simetrizador</p>	<p>Figura 5b: Otro aspecto del mismo balun 1:1 simetrizador</p>	<p>Figura 5c: Con malla y vivo invertidos simetriza igual</p>

Podemos comprobar que ambas versiones de la figura 5b y de la figura 5c son simetrizadoras de corriente y que ambas imponen la igualdad de las dos corrientes opuestas en el vivo y la malla, induciendo en el devanado central una tensión y corriente correctora si no fueran iguales.

El balun de tensión 2:1

Aquí tenemos un adaptador de impedancias para antenas cercanas a 100 ohmios en su punto de alimentación (por ejemplo la cúbica de la figura 4a) y que deja muy claro la figura 6a que no

es un buen simetrizador. Su relación de transformación real es de 2,25:1, porque se basa en el cuadrado de una relación de espiras de 1,5, es decir: $Z_2/Z_1 = (12/8)^2 = 1,5^2$.

 <p>Adaptador de impedancias 2:1 asimétrico</p> <p>$(12/8)^2$ $(1,5)^2$ 2,25</p>	 <p>Balun 2:1</p> <p>$(12/8)^2 = (1,5)^2 = 2,25$</p> <p>R</p>
<p>Figura 6a: Adaptador de impedancias 2:1 asimétrico</p>	<p>Figura 6b y 6c: Balunes adaptador 2:1 con un primero modelo que no simetriza bien y un segundo buen simetrizador</p>

El adaptador de la figura 6a es totalmente asimétrico y permite las corrientes de malla, mientras que el primer modelo de la figura 6b intenta ser un buen simetrizador, pero no lo consigue, porque su tramo central compensa en exceso (tiene más espiras) la diferencia de corrientes en las ramas de la antena, pues al tener más espiras en el centro que en los tramos conectados al centro y a la malla, sobreactúa demasiado ante posibles corrientes de malla que circulan por un número inferior de espiras y no las equilibra bien.

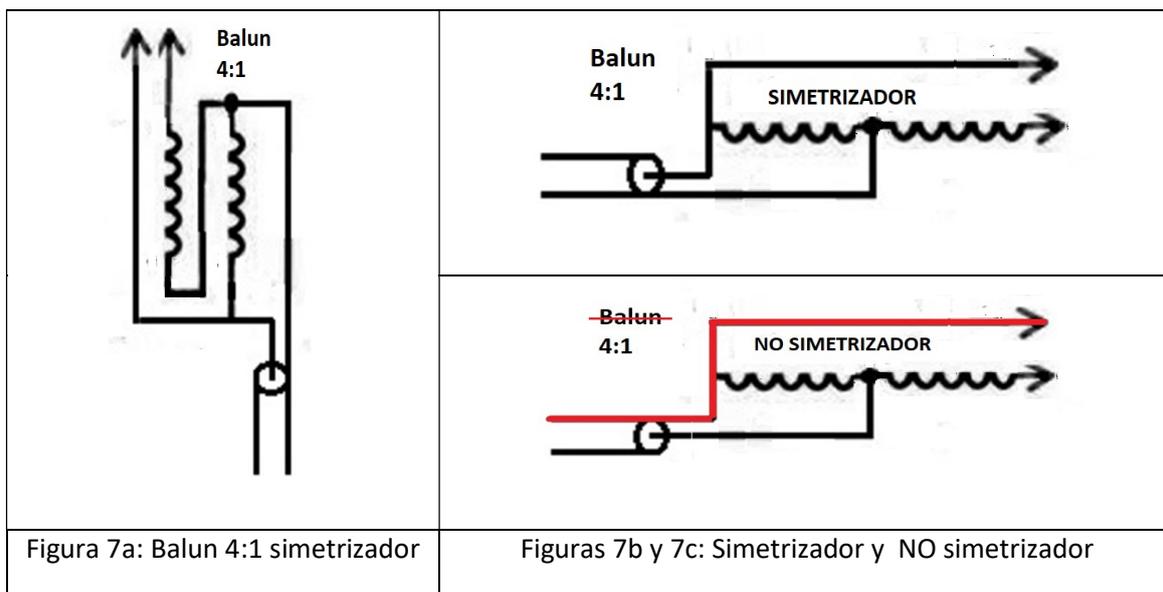
El otro modelo de la figura 6c es un buen simetrizador porque está basado en un transformador con el primario y el secundario separados, de modo que simetrizarán perfectamente las corrientes de vivo y malla por ser el primario un circuito cerrado independiente.

A pesar de que la clave del perfecto balanceo está en el aislamiento de la antena que proporciona el transformador, para evitar la acumulación de estática en una antena aislada debería colocarse una conexión central entre los centros del primario y del secundario con una resistencia R de cualquier valor bien elevado, para que la estática acumulada se descargue por el transmisor y evite que la antena nos obsequie con una buena descarga al tocarla (en recepción, por supuesto).

El balun de tensión 4:1

Este balun con relación $Z_2/Z_1 = 2^2/1 = 4/1$ es precisamente el más simetrizador de todos porque resulta, que si las conexiones están bien hechas, se comporta como un buen balun, pero podría ser que en el mercado hubiera alguno que no lo fuera, porque todo es posible en la viña del señor, especialmente si se han invertido las conexiones del vivo y la malla por no tener en cuenta ese detalle. Si la malla quedara conectada directamente a una rama de la antena

(figura 7c), nos encontraremos con que no es simetrizador en absoluto, pues podrán circular corrientes independientes por la malla exterior del coaxial con toda tranquilidad.



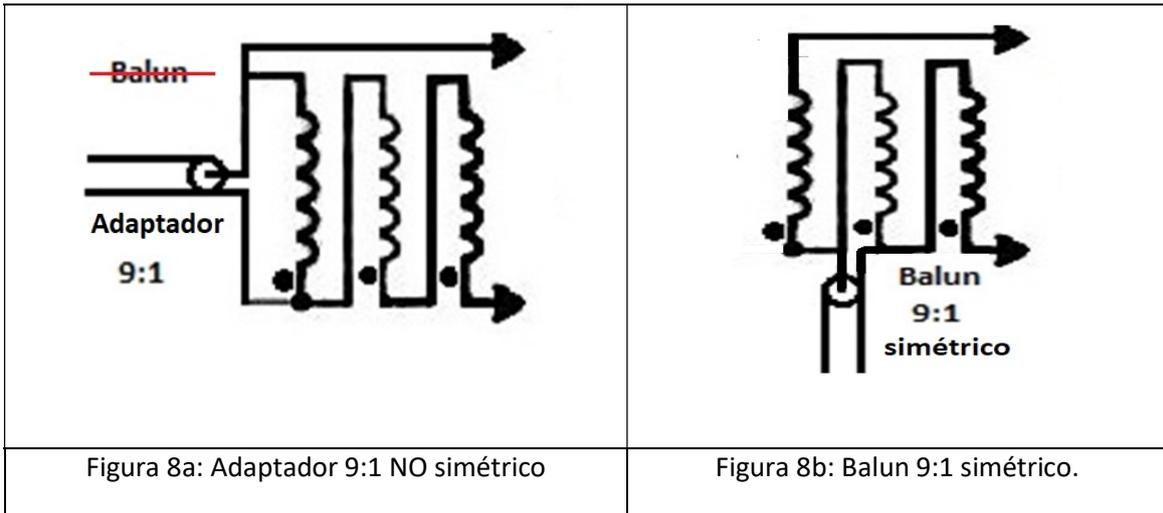
El balun de tensión 6:1

Adapta muy bien impedancias cercanas 300 Ω (como las del dipolo plegado) de una forma muy similar al del balun 2:1 y presenta los mismos problemas de diseño y simetría que este último balun, pero con una relación de transformación de espiras $10/4 = 2,5$ que elevada al cuadrado ($2,5^2 = 6,25$) nos multiplica por 6 y pico la impedancia de 50 ohmios, una impedancia muy conveniente para conectar un coaxial de 50 Ω a un dipolo plegado de 300 Ω con ROE mínima.

Recordemos que un dipolo plegado (figura 4c) tiene un ancho de banda superior al del dipolo de media onda, lo cual podría ser muy útil en los extremos de la banda de 80 metros si no queremos vernos obligados a utilizar un acoplador.

El balun de tensión 9:1

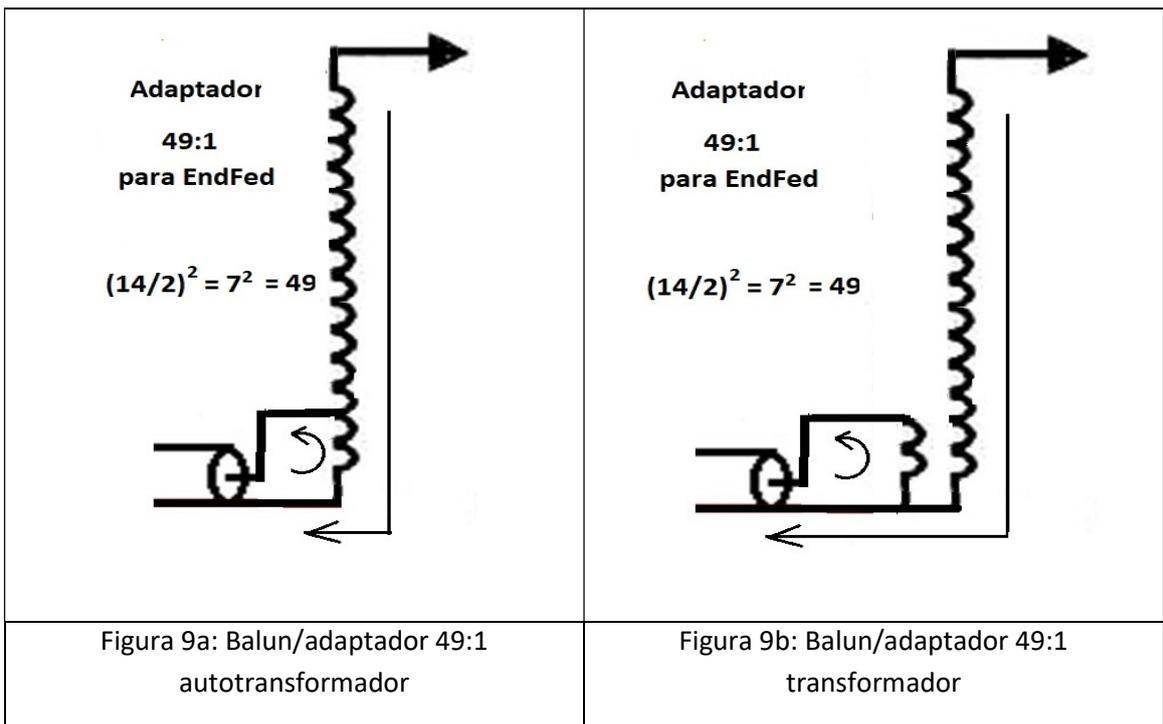
Este balun adapta impedancias de 450 Ω con una relación de espiras de 3:1 porque $Z_2/Z_1 = (15/5)^2 = (9/3)^2 = (3/1)^2 = 9$. Pero cuidado, porque si no se cuida un pequeño detalle (figura 8a), no es simetrizador y no merece el nombre de balun, lo cual sería una pena porque con un pequeño cambio en el conexionado muy fácil de realizar lo convertiríamos en un buen simetrizador. Basta con conectar debidamente el vivo y la malla (figura 8b) para que el coaxial quede bien conectado al devanado central, lo cual es muy fácil de conseguir, porque los tres devanados son idénticos y se realizan sobre un toroide en el que las tres secciones de hilo de cobre recubierto (de distintos colores) se enrollan simultáneamente con el mismo número de espiras.



El balun/adaptador 49:1 para EndFed

Este balun/adaptador de impedancias reductor de altas impedancias (Figuras 10a y 10b) con $Z_2/Z_1 = 49/1 = (7/1)^2$ de las antenas alimentadas por un extremo no parece que merezca el nombre de balun porque aparentemente es muy asimétrico.

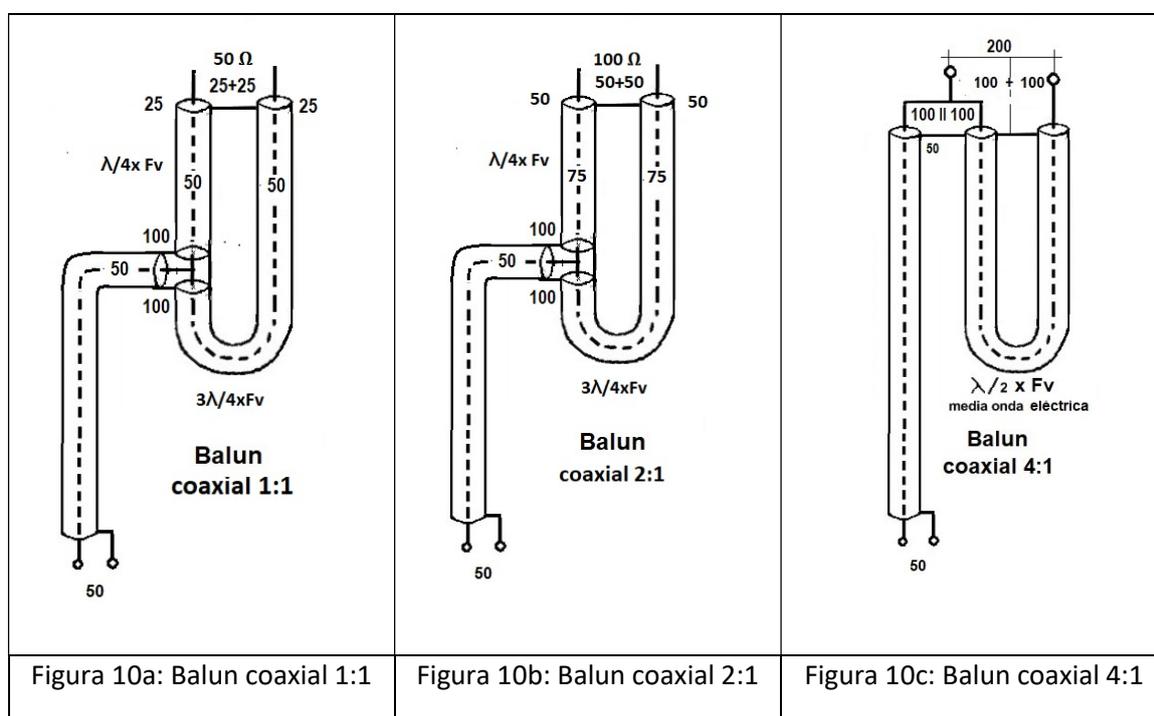
Efectivamente es asimétrico, pero cualquier corriente adicional que pretenda circular por la malla, tropezará con la inductancia del bobinado del adaptador (todo el secundario) y éste, actuando como choque, dificultará la circulación de una corriente independiente por la malla. Eso significa que frenará el paso de cualquier corriente exterior y probablemente no necesitaremos un balun de corriente adicional para evitar que se produzca esta segunda resonancia simultánea de la longitud del coaxial junto con la de la antena, aunque su acción como choque dependerá de si su autoinducción es suficiente o no.



Balunes monobanda de cable coaxial

No está de más recordar aquí que, si la antena que pretendemos montar es monobanda, también dispondremos de la posibilidad de colocarle un balun adaptador realizado con tramos de coaxial de tres cuarto de onda y media onda (figuras 10a, 10b y 10c)

Son todos ellos balunes simétricos y, por tanto, son auténticos balunes simetrizadores a la vez que son adaptadores de impedancia, aunque tengan el inconveniente de que sean monobanda. Se utilizan especialmente en 2 m y 70 cm por sus longitudes son muy asequibles y cómodas de montar, aunque exijan una caja adicional de conexiones en la antena.



Las verticales también lo necesitan

No he tenido hasta ahora la oportunidad de comentar que la mayoría de antenas verticales comerciales son dipolares, en el sentido de que generalmente no son monopolos con la malla conectada a una tierra natural, sino que suelen ser dipolos verticales de media onda, o también son una especie de antenas Windom verticales, alimentadas a un 16% o un 33% del extremo, o tal vez son EndFeds, puesto que los radiales (si los tienen) no dejan de ser la otra rama de un dipolo vertical, o sea la contraantena asimétrica respecto al radiante.

Solo las verticales que son auténticos monopolos con plano de tierra natural no necesitan balun, porque la tierra natural no proporciona nunca corrientes de malla adicionales, pero en todas las demás antenas que son dipolares y en las que los radiales complementan la antena o con cualquier otro tipo de contraantena, también pueden aparecer corrientes independientes

por la malla, es decir, por el exterior del coaxial que nos producirán problemas de RF en alguna banda si no colocamos algún balun simetrizador, ya sea de tensión o de corriente.

Un remedio peor que la enfermedad

Ahora que ya sabéis cuál es la cura correcta (un balun) para estos problemas de RF, solo me queda insistir en que no intentéis solucionar vuestros problemas de RF en la estación poniendo un cable de toma de tierra adicional y conectado a esa maldita palomilla (ground) que llevan todos los equipos, porque ese remedio es peor que la enfermedad.

Si colocáis una toma de tierra adicional para resolver los problemas de RF, puede ser que os lo solucione bien, pero aunque no lo creáis, saldréis perdiendo, porque también habéis conseguido que esa RF independiente circule por ese cable de tierra y, ahora, este cable formará parte de vuestra antena, radiando en el interior de la estación en transmisión y, en recepción, actuará como una antena interior captando el ruido generado por todos los elementos digitales de vuestra estación.

Si por la ausencia de tercer cable de tierra en vuestra instalación eléctrica por seguridad os veis obligados a instalar una toma de tierra común en vuestra estación, procurad que no pueda circular la RF por ella, colocando toroides o núcleos de ferrita en ese cable de tierra para que la impidan, especialmente si no habéis colocado ningún balun en vuestra antena.

La alergia de muchos radioaficionados a los balunes es algo muy parecida a la alergia hacia las vacunas. Algo que no tiene el menor sentido científico.