

## BALUNES DE ACOPLAMIENTO.TEORIA, USO Y CONSTRUCCION.



### OBJETIVOS DE LA TRANSFORMACIÓN DE IMPEDANCIAS.

En radiocomunicaciones, lo que se pretende es: transferir la máxima potencia que genera una emisora , y que tiene una resistencia interna, hacia una carga o antena que presenta otra resistencia muy diferente a la resistencia de la emisora.para que la antena genere optimamente ondas electromagnéticas hacia el punto que deecemos comunicar.

Para lograr optimizar la máxima transferencia de potencia irradiada por la antena, será necesario intercalar lo más cerca de la antena un dispositivo transformador de impedancias (RED DE ADAPTACION ) el cual deberá de protegerse contra la interperie y encerrarlo en una caja metálica para evitar interferencias.

El dispositivo adaptador de impedancias debe tener una protección electrostática conectada a tierra física para minimizar los efectos de capacitancias dispersas.

Para las frecuencias relativamente altas, existen varios tipos diferentes de balunes para las líneas de transmisión. El tipo más común es un balun de banda angosta, llamados a veces balun choque.

Existen varias maneras de realizar la red de adaptación, esta red puede ser mediante balunes, o mediante circuitos " T " , circuitos " L " , circuitos " PI " , o también mediante bobinas con cables coaxiales, acoplamiento de impedancias por transformador. Adaptación por gamma match.

## Redes L

Una de las formas más simples de una red de transformación de impedancias es la red L, la cual consta de un inductor y un capacitor conectados en varias configuraciones en forma de L. Los capacitores, por lo general, se hacen variables para que el circuito pueda sintonizarse a la resonancia y ajustarse para la salida de potencia máxima.

## Redes PI y T

Aun cuando las redes L se usan con frecuencia para el acoplamiento de impedancias, no son flexibles en cuanto a su selectividad. Cuando se diseñan redes L, hay muy poco control sobre el Q del circuito. Este valor está definido por las impedancias interna y de carga. Se obtiene, desde luego, un valor de Q, pero quizá no siempre sea el necesario para lograr la selectividad deseada. Las redes pi y T pueden diseñarse para aumentar o reducir las impedancias, según sean los requerimientos del circuito. Los capacitores, por lo general, se hacen variables para que el circuito pueda sintonizarse a la resonancia y ajustarse para la salida de potencia máxima.

## Adaptación por acoplamiento de impedancias por transformador



Para realizar éste tipo de acoplamiento en una antena es necesario que los brazos del elemento exitado estén aislados.

Uno de los mejores dispositivos para acoplamiento de impedancias es el transformador. Recuerde que es muy común el uso de transformadores con núcleo de ferrita a frecuencias bajas para igualar (transformar) una impedancia a otra.



Es posible hacer que una impedancia aparezca como la impedancia de carga deseada si se selecciona el valor correcto de la relación de vueltas del transformador.

Physical Dimensions		
<b>COLOR CODE</b> - 1 Blue/Clear - 2 Red/Clear - 3 Gray/Clear - 6 Yellow/Clear - 7 White/Clear - 10 Black/Clear - 12 Green/White - 15 Red/White - 17 Blue/Yellow - 0 Tan		<b>TYPICAL PART NO.</b> <b>T 25 - 10</b> OD in 100th Inches Micrometals Mix No. Letter Indicates Alternate Height
OD = 2.0 in / 50.8 mm +/- 0.025 in ID = 1.25 / 31.8 mm +/- 0.025 in Ht = .550 / 14.0 mm +/- 0.03 in		
$A_L = 12 \pm 5\%$ $uH = (A_L * Turns^2) / 1000$		
Temperature Stability (ppm / °C) = 95		
Color Code = <u>Red / Clear</u>		
Optimum Resonant Circuit Range for highest Q and lowest core loss 250 KHz - 10 MHz		

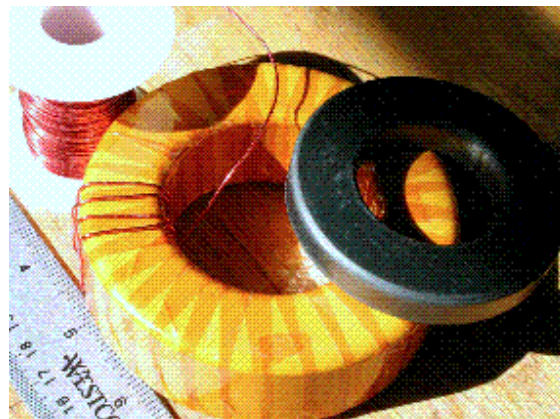
Especificaciones toroide T 200 - 2 color rojo de 250 khz a 10 MHz



Toroide de ferrita T 200 6

Physical Dimensions	
<b>COLOR CODE</b> -1 Blue/Clear -2 Red/Clear -3 Gray/Clear -6 Yellow/Clear -7 White/Clear -10 Black/Clear -12 Green/White -15 Red/White -17 Blue/Yellow -0 Tan	
<b>TYPICAL PART NO.</b> T 25 - 10 OD in 100th Inches Micrometers Min No. Letter indicates Alternate Height	
OD = 2.0 in / 50.8 mm +/- 0.025 in ID = 1.25 / 31.8 mm +/- 0.025 in Ht = .550 / 14.0 mm +/- 0.03 in	
$A_L = 10.4 \pm 5\%$ $\mu H = (A_L \cdot \text{Turns}^2) / 1000$	
Temperature Stability (ppm / °C) = 35	
Color Code = <u>Yellow / Clear</u>	
Optimum Resonant Circuit Range for highest Q and lowest core loss <u>3 MHz - 40 MHz</u>	

Especificaciones toroide T 200 - 6 color amarillo de 3 Mhz a 40 Mhz



Toroide forrado con cinta de teflón antes de bobinar

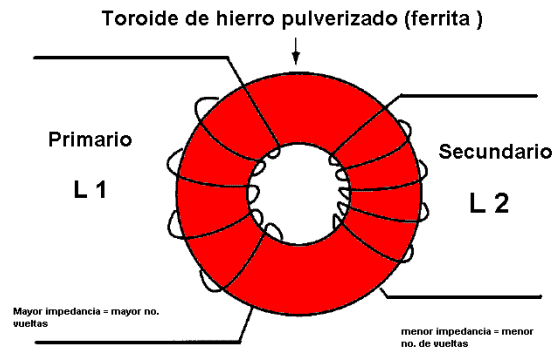
$$Z_i / Z_1 = (N_p / N_s)^2$$

$$N_s = \left( \frac{N_p}{\sqrt{\frac{Z_i}{Z_1}}} \right)$$

$$N_p = \sqrt{\frac{Z_i}{Z_1}} \cdot N_s$$

Esta relación es válida sólo para transformadores con núcleo de ferrita.

Lo que dice esta fórmula es que el cociente de la impedancia de entrada,  $Z_i$  y la impedancia de la carga,  $Z_l$  es igual al cuadrado del cociente del número de vueltas en el primario,  $N_p$ , y el número de vueltas en el secundario,  $N_s$ . Como ejemplo, para acoplar la impedancia de un generador de 5 ohm a una impedancia de carga de 50 ohm, la razón o relación de vueltas sería



Esta relación es válida sólo para transformadores con núcleo de ferrita. Cuando se usan transformadores con núcleo de aire, el acoplamiento entre los devanados primario y secundario no es completo y, por consiguiente, la relación de impedancia no es como se indica. Aun cuando los transformadores de núcleo de aire son de uso generalizado en frecuencias de RF, y pueden usarse para acoplar impedancias, son menos eficientes que los transformadores con núcleo de hierro. Se han creado tipos especiales de materiales para núcleos de esa clase, a fin de usarlos en frecuencias muy altas. El material del núcleo es una ferrita o hierro pulverizado. Tanto el devanado primario como el secundario se arrollan en un núcleo de este material. El núcleo para transformadores de RF de uso más común es el de forma toroidal. Un toroide es, en geometría, un cuerpo de sección circular que tiene la forma de dona. El toroide metálico se fabrica, en general, con un tipo especial de hierro pulverizado. En el toroide se arrolla alambre de cobre para conformar los devanados primario y secundario. Una configuración típica es la que muestra la figura..

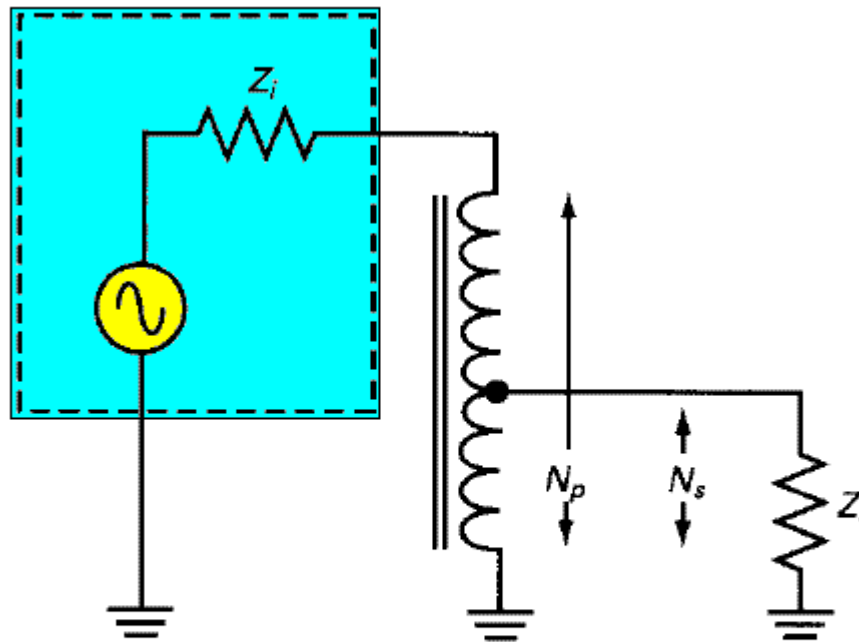
También se usan bobinados primarios con derivaciones para tener el llamado autotransformador, que permite acoplar impedancias entre etapas de RF. La figura describe las configuraciones para aumentar y reducir la impedancia. Por lo común se usan toroides. A diferencia de los transformadores con núcleo de aire, los transformadores toroidales hacen que el campo magnético que produce el devanado primario esté por completo dentro del propio núcleo. Esto aporta varias ventajas importantes. Primera, un toroide no radiará energía de RF. Los inductores con núcleo de aire radian porque el campo magnético que se produce alrededor del devanado primario no está contenido fijamente. Los circuitos de transmisores y receptores que usan inductores con núcleo de aire deben estar cubiertos por blindajes magnéticos para impedir que interfieran con otros circuitos. El toroide, por otra parte, confina el campo magnético por completo y,

por lo tanto, no requiere blindajes.

Otro beneficio es que la mayor parte del campo magnético que produce el devanado primario corta las vueltas del devanado secundario. Por ello, las fórmulas básicas para relación de vueltas, voltajes de entrada-salida y las de impedancia para transformadores de baja frecuencia estándares también se aplican a los transformadores de alta frecuencia toroidales.

En la mayoría de los nuevos diseños de RF se usan transformadores con núcleo de toroide para acoplar las impedancias de RF entre las etapas. Además, en ocasiones los devanados primario y secundario se emplean como inductores en circuitos sintonizados. De manera alternativa, también pueden construirse inductores toroidales. Estos elementos tienen una ventaja sobre los inductores con núcleo de aire para aplicaciones de RF, la cual consiste en que la mayor permeabilidad magnética del núcleo hace que la inductancia sea alta. Recuerde que cuando se inserta un núcleo de hierro en un arrollamiento de alambre, la inductancia aumenta en forma notable. Para aplicaciones en RF, ello significa que se pueden obtener valores deseados de inductancia utilizando menos vueltas de alambre. El resultado es inductores de menor tamaño. Además, un número menor de vueltas produce menos resistencia, dando al inductor un  $Q$  más alto que el que es posible obtener con inductores de núcleo de aire.

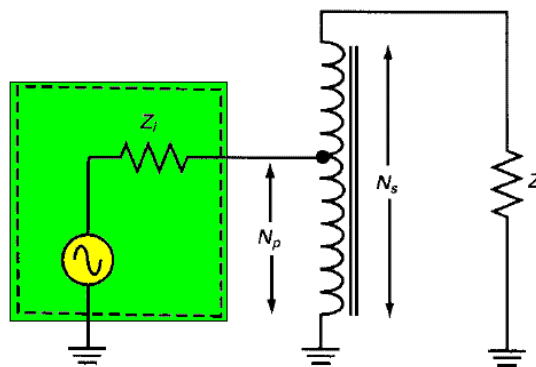
Los toroides de ferrita son tan efectivos que de hecho han reemplazado a los inductores con núcleo de aire en la mayoría de los diseños de transmisores modernos. Están disponibles en tamaños con diámetros desde una fracción de pulgada hasta varias pulgadas. En la mayoría de las aplicaciones se requiere un número mínimo de vueltas para crear la inductancia deseada.



$$\frac{N_p}{N_s} = \sqrt{\frac{Z_i}{Z_l}}$$

a) Reductor ( $Z_l < Z_i$ )

Toroide reductor de impedancias con varias tomas



$$\frac{N_p}{N_s} = \sqrt{\frac{Z_l}{Z_i}}$$

b) Elevador ( $Z_l > Z_i$ )

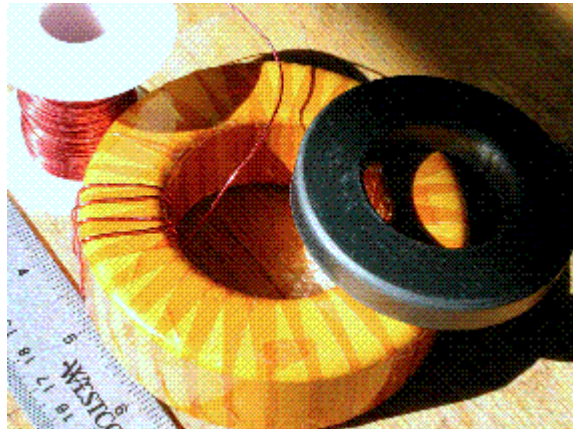
Toroide elevador de impedancias con varias tomas

## Acoplamiento de impedancias por transformador

Uno de los mejores dispositivos para acoplamiento de impedancias es el transformador. Recuerde que es muy común el uso de transformadores con núcleo de ferrita a frecuencias bajas para igualar (acoplar) una impedancia a otra. Es posible hacer que una impedancia aparezca como la impedancia de carga deseada si se selecciona el valor correcto de la relación de vueltas del transformador.

Cuando se usan transformadores con núcleo de aire, el acoplamiento entre los devanados primario y secundario no es completo y, por consiguiente, la relación de impedancia no es como se indica. Aun cuando los transformadores de núcleo de aire son de uso generalizado en frecuencias de RF, y pueden usarse para acoplar impedancias, son menos eficientes que los transformadores con núcleo de ferrita. Se han creado tipos especiales de materiales para núcleos de esa clase, a fin de usarlos en frecuencias muy altas. El material del núcleo es una ferrita o hierro pulverizado. Tanto el devanado primario como el secundario se arrollan en un núcleo de este material.

El núcleo para transformadores de RF de uso más común es el de forma toroidal. Un toroide es, en geometría, un cuerpo de sección circular que tiene la forma de dona. El toroide metálico se fabrica, en general, con un tipo especial de hierro pulverizado. En el toroide se arrolla alambre de cobre para conformar los devanados primario y secundario



Toroides de ferrita protegido con cinta teflón

A diferencia de los transformadores con núcleo de aire, los transformadores toroidales hacen que el campo magnético que produce el devanado primario esté por completo dentro del propio núcleo. Esto aporta varias ventajas importantes. Primera, un toroide no radiará energía de RF. Los inductores con núcleo de aire radian porque el campo magnético que se produce alrededor del devanado primario no está contenido fijamente. Los circuitos de transmisores y receptores




que usan inductores con núcleo de aire deben estar cubiertos por blindajes magnéticos para impedir que interfieran con otros circuitos. El toroide, por otra parte, confina el campo magnético por completo y, por lo tanto, no requiere blindajes. Otro beneficio es que la mayor parte del campo magnético que produce el devanado primario corta las vueltas del devanado secundario. Por ello, las fórmulas básicas para relación de vueltas, voltajes de entrada-salida y las de impedancia para transformadores de baja frecuencia estándares también se aplican a los transformadores de alta frecuencia toroidales. En la mayoría de los nuevos diseños de RF se usan transformadores con núcleo de toroide para acoplar las impedancias de RF entre las etapas. Además, en ocasiones los devanados primario y secundario se emplean como inductores en circuitos sintonizados. De manera alternativa, también pueden construirse inductores toroidales. Estos elementos tienen una ventaja sobre los inductores con núcleo de aire para aplicaciones de RF, la cual consiste en que la mayor permeabilidad magnética del núcleo hace que la inductancia sea alta. Recuerde que cuando se inserta un núcleo de hierro en un arrollamiento de alambre, la inductancia aumenta en forma notable. Para aplicaciones en RF, ello significa que se pueden obtener valores deseados de inductancia utilizando menos vueltas de alambre. El resultado es inductores de menor tamaño. Además, un número menor de vueltas produce menos resistencia, dando al inductor un  $Q$  más alto que el que es posible obtener con inductores de núcleo de aire. Los toroides de hierro pulverizado son tan efectivos que de hecho han reemplazado a los inductores con núcleo de aire en la mayoría de los diseños de transmisores modernos. Están disponibles en tamaños con diámetros desde una fracción de pulgada hasta varias pulgadas. En la mayoría de las aplicaciones se requiere un número mínimo de vueltas para crear la inductancia deseada.

## Balunes para acoplamiento de impedancias

Los balunes pueden construirse con varillas de ferrita o mediante toroides de ferrita.

Un balun es un transformador de línea de transmisión conectado para realizar el acoplamiento de impedancias en un amplio intervalo de frecuencias, se le llama "balun", término que se deriva de las primeras letras de las palabras en inglés BALANCED y UNBALANCED que corresponden a "balanceado (Antena balanceada) y "no balanceado"(cable coaxial), respectivamente ya que estos transformadores por lo común se usan para conectar una fuente balanceada con una carga no balanceada, o viceversa.

 Una antena balanceada es aquella que tiene aislado su elemento exitado, una antena con planos tierra no es balanceada, una yagui acoplada con gamma match no es balanceada, un linea abierta es una linea balanceada y una linea coaxial es

una línea no balanceada

Además, los balunes también pueden conectarse en cascada de modo que la salida de uno aparezca como la entrada de otro, en forma sucesiva. Al conectar los balunes en cascada, las impedancias pueden aumentar o disminuir según relaciones mayores. Un punto importante que cabe destacar es que los devanados de un balun no se hacen resonar a una frecuencia particular con capacitores. Por lo tanto, operan en un amplio intervalo de frecuencias. Las inductancias de los devanados se hacen tales que las reactancias de los inductores son cuatro o más veces superiores a la impedancia más alta que se está acoplando. De esta manera, el transformador proporcionará el acoplamiento de impedancia designada en un gran intervalo de frecuencias. Esta característica de banda ancha de los transformadores tipo balun permite a los diseñadores crear amplificadores de potencia de RF de banda ancha. Estos dispositivos proporcionan una magnitud específica de amplificación de potencia en un ancho de banda extenso y se prefieren en particular en equipo de comunicaciones que debe operar en más de un intervalo de frecuencias. En vez de tener un transmisor para cada banda deseada, se puede usar un solo transmisor.

## RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

La relación de transformación de impedancias para un balun/unun determinado se suele expresar mediante la notación  $n : 1$  ó  $1 : m$ .

La relación  $n : 1$  debe entenderse con la impedancia alta en la antena y la baja en el cable coaxial.

La relación  $1 : m$  debe entenderse con la impedancia baja en la antena y la alta en el cable coaxial.

Las relaciones de transformación de los balun/unun se aplican para los siguientes valores de impedancia:

Relación de transformación.	Impedancia de la antena en ohms.	Impedancia de la línea coaxial en ohms.	Antenas balanceadas "probables" a conectar
1 : 1	50	50	Dipolo, yagui, V invertida
1.5 : 1	75	50	Dipolo, yagui, V invertida
2 : 1	100	50	Delta, cuadro, loop, Bazooka
2.25 : 1	112.5	50	Delta, cuadro, loop, Bazooka
3 : 1	150	50	Delta, cuadro, loop, Bazooka
4 : 1	200	50	Delta, cuadro, loop, Bazooka
6 : 1	300	50	
9 : 1	450	50	
1 : 1.5	33	50	Yagui, dipolo en "v"
1 : 2	25	50	Yagui, dipolo en "v"
1 : 2.25	22	50	Yagui, dipolo en "v"
1 : 3	17	50	Yagui, dipolo en "v"
1 : 4	12.5	50	Yagui, dipolo en "v"

Tabla de diferentes transformaciones de impedancias

Para saber la impedancia de la antena tenemos que medirla con un analizador de antenas en su punto de alimentación, la impedancia de las antenas cambia con respecto a la altura al suelo o que tan cercanas se encuentren de objetos metálicos.

Es importante destacar varios aspectos:



Ejemplo:

$R = \text{IMPEDANCIA} = Z \text{ antena} = 46 \text{ ohms}$

$X = \text{REACTANCIA antena} = 3$


$\text{SWR} = \text{ROE antena} = 1 : 1.1$


Ejemplo: En ésta imagen de un analizador de antenas, la antena que se esta midiendo en la frecuencia 7.118 mhz tiene una R.O.E. de 1:1 aparentemente la antena es correcta pero no, ya que es necesario ajustar X para que nos de cero, no importando que cambie la R.O.E. o cambie la R=46 ohms (resistencia de la antena) tampoco importa tanto que R= 50 ohms, lo importante es bajar X a cero acortando o alargando la antena, y con ello entra en resonancia, despues si la R sube o baja nos dirá el el tipo de transformación de impedancias que necesitamos( O sea que relación tiene R con respecto a 50 ohms que es la impedancia de la linea), para corregir el nuevo cambio en la relación de ondas estacionarias. Por ejemplo si X=0 y R= 25 ohms por lo tanto la R.O.E. nos dará 2 , que corregiremos con un balun 1:2 Pues estamos transformando de 50ohms a 25 ohms de la antena.


Para saber si la antena está corta o larga buscar la frecuencia en la que la **X sea cero** , si la frecuencia es mayor quiere decir que la antena está corta, si la frecuencia es menor quiere decir que la antena está larga. Pero antes de hacer éstas mediaciones es importante que la linea de alimentacion sea multiplo de 1/2 longitud de onda multiplicado por el factor de velocidad de la linea de alimentación. (ver coaxiales) <http://www.qsl.net/x3rlr/coaxiales.htm>


Los valores de impedancia en la antena indicados en la tabla son resistivos puros, es decir  $X = 0$  ohms.


Los balun se diseñan para realizar la transformación de impedancias que se indica, es decir, para un 4:1 se bajará la impedancia de 200 a 50 ohm, pero el dispositivo tendrá un funcionamiento inadecuado si intentamos pasar de 800 a 200 ohm o de 40 a 10 ohm.

 Para realizar éste tipo de acoplamiento en una antena es necesario que los brazos del elemento excitado estén aislados.

 Toda antena tendrá una parte reactiva en su impedancia, (X) por pequeña que sea (**podrá ser inductiva SI "X" TIENE SIGNO POSITIVO O SEA QUE LA ANTENA ESTÉ LARGA** o **capacitiva SI LA ANTENA ESTA CORTA "X" TIENE SIGNO NEGATIVO**). Esto provocará obligatoriamente que la ROE medida a la entrada del balun no sea 1:1 (salvo que el balun funcione incorrectamente y esté introduciendo una reactancia de compensación). Si teniendo una impedancia a la entrada del balun tal como  $Z_{in} = 50 + jX$  (con X distinta de cero) el equipo de medida refleja una ROE de 1:1, esto significa que el equipo está mal calibrado.

 La utilización del balun con antenas cuya impedancia no sea la indicada en la tabla de relaciones de transformación se traducirá en la aparición de ROE a la entrada del balun, tanto más elevada cuanto más nos alejemos de ese valor nominal de impedancia. El funcionamiento con alta ROE puede afectar negativamente tanto al balun como al equipo de transmisión, incluso con efectos irreversibles.

 Aún teniendo en la antena una impedancia de las indicadas en la tabla de relaciones de transformación, si las dimensiones de la antena no son adecuadas, la energía no se radiará eficientemente y parte de ella se disipará en forma de calor en el balun. Una baja eficiencia de la antena puede afectar negativamente al balun, incluso con efectos irreversibles.

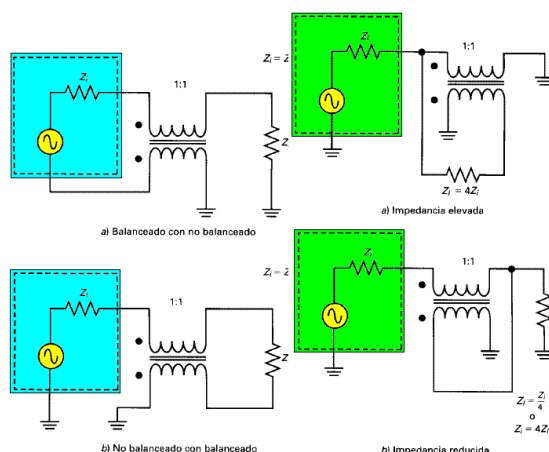
 Si una antena monobanda determinada tiene una impedancia teórica, pongamos de 200 ohm, y construyo un balun de relación 4:1, ¿podré utilizar mi instalación sin acoplador? A esta pregunta no hay respuesta, salvo que midamos la impedancia de la antena previamente a la instalación del balun. La altura respecto al suelo y el entorno de la antena harán que probablemente su

impedancia no sea de 200 ohm, por lo que la ROE será tanto más elevada cuando más nos alejemos de ese valor. En definitiva, puede ocurrir que haya que ajustar la antena para aproximarnos a los 200 ohm de impedancia para poder usar la instalación sin acoplador.



Si en el ejemplo anterior sustituimos “monobanda” por “multibanda” el problema se complica, ya que la impedancia de la antena (que varía con la frecuencia) no será la misma en las distintas bandas. Aunque sea similar, nos encontraremos igualmente con que el entorno hará que la impedancia se aleje más o menos de los 200 ohm. En este caso, el ajuste de la antena puede favorecer a unas frecuencias y perjudicar a otras, no obstante, es posible que la ROE obtenida sea asumible en todas las bandas de trabajo. También nos puede ocurrir que en alguna de las bandas debamos utilizar un acoplador.

## Balunes para acoplamiento de impedancias



Transformadores balun utilizados para conectar cargas o generadores balanceados y no balanceados

Un balun es un transformador de línea de transmisión conectado para realizar el acoplamiento de impedancias en un amplio intervalo de frecuencias. La figura muestra una de las configuraciones más utilizada. Este transformador suele estar arrollado en un toroide, y los números de vueltas de los devanados primario y secundario son iguales, originando así una relación de vueltas de 1:1 y una relación de acoplamiento de impedancias de 1:1.

Los puntos indican la fase de los devanados. Observe la manera inusual en que se conectan los devanados (bobinados). A un transformador conectado de este modo se le llama "balun", término que se deriva de las primeras letras de las palabras en inglés BALAnced y UnBALAnced que corresponden a "balanceado y "no

balanceado", respectivamente ya que estos transformadores por lo común se usan para conectar una fuente balanceada con una carga no balanceada, o viceversa. En el circuito de la figura a), un generador balanceado se conecta a una carga (conectada a tierra) no balanceada. En b), un generador (conectado a tierra) no balanceado puede conectarse a una carga balanceada. La figura ilustra cómo usar un balun con relación de vueltas 1:1 para acoplamiento de impedancias. Con la configuración que se muestra en a) se obtiene un aumento de impedancia. Una impedancia de carga de cuatro veces la impedancia de la fuente  $Z_i$  proporciona el acoplamiento correcto. El balun hace que la carga "parezca" de  $Z_i/4$  para acoplarse a  $Z_i$ . En la figura b) se indica cómo obtener una reducción de impedancia. El balun hace que la carga  $Z_l$  "parezca" igual a  $4Z_i$ .

Existen muchas otras configuraciones de balunes con diferentes relaciones de impedancia. Es posible interconectar varios balunes comunes 1:1 para obtener razones de transformación de impedancia de 9:1 y 16:1. Además, los balunes también pueden conectarse en cascada de modo que la salida de uno aparezca como la entrada de otro, en forma sucesiva. Al conectar los balunes en cascada, las impedancias pueden aumentar o disminuir según relaciones mayores.

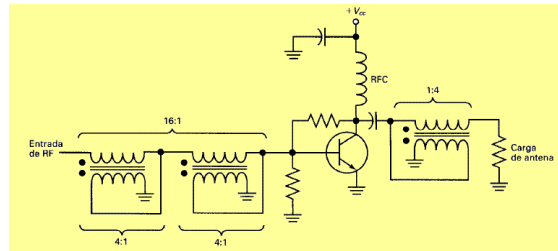
Un punto importante que cabe destacar es que los devanados de un balun no se hacen resonar a una frecuencia particular con capacitores. Por lo tanto, operan en un amplio intervalo de frecuencias. Las inductancias de los devanados se hacen tales que las reactancias de los inductores son cuatro o más veces superiores a la impedancia más alta que se está acoplando. De esta manera, el transformador proporcionará el acoplamiento de impedancia designada en un gran intervalo de frecuencias.

Esta característica de banda ancha de los transformadores tipo balun permite a los diseñadores crear amplificadores de potencia de RF de banda ancha. Estos dispositivos proporcionan una magnitud específica de amplificación de potencia en un ancho de banda extenso y se prefieren en particular en equipo de comunicaciones que debe operar en más de un intervalo de frecuencias. En vez de tener un transmisor para cada banda deseada, se puede usar un solo transmisor.

Cuando se emplean amplificadores sintonizados convencionales, es necesario proporcionar un método para conmutar al circuito sintonizado correcto. Estas redes de conmutación son complejas y costosas, además, de que introducen problemas, en particular en frecuencias altas. Para hacer su acción eficaz, los interruptores se deben localizar muy cerca de los circuitos sintonizados para que no se introduzcan inductancias y capacitancias parásitas por el interruptor y los conductores de interconexión.

Una forma de resolver el problema de conmutación consiste simplemente en usar un amplificador de banda ancha. No se necesita conmutación ni sintonización. El amplificador de banda ancha proporciona amplificación y el acoplamiento de impedancia necesarios.

El problema principal con el amplificador de banda ancha es que no proporciona el filtrado necesario para deshacerse de las armónicas. Un medio para solucionar este problema es generar la frecuencia deseada a un nivel de potencia más bajo, dejando que circuitos sintonizados eliminen las armónicas, y proporcionando la amplificación de potencia final con el circuito de banda ancha. El amplificador de potencia de banda ancha opera como amplificador lineal clase A o clase B en push-pull, por lo que el contenido inherente de armónicas de la salida es muy bajo.

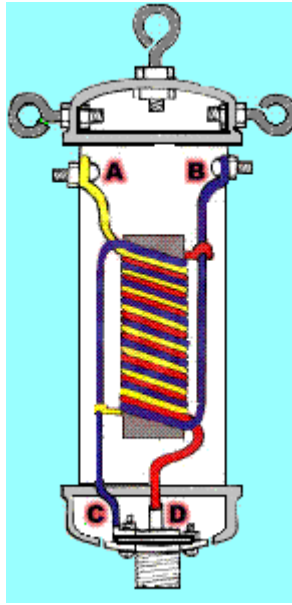


Amplificador de potencia lineal clase A de banda ancha

La figura muestra un amplificador lineal de banda ancha típico. Observe que dos transformadores balun 4:1 se conectan en cascada en la entrada para que la baja impedancia de entrada en la base aparezca como una impedancia 16 veces más alta que la de entrada. La salida usa un balun 1:4 que aumenta la muy baja impedancia de salida del amplificador final, a una impedancia cuatro veces mayor para igualar la impedancia de carga de la antena. En algunos transmisores, los amplificadores de banda ancha pueden estar seguidos de filtros pasabajos o filtros Pi.

## CONSTRUCCIÓN DE BALUN:





Balun 1:1 por CE4WJK

## Material necesario.

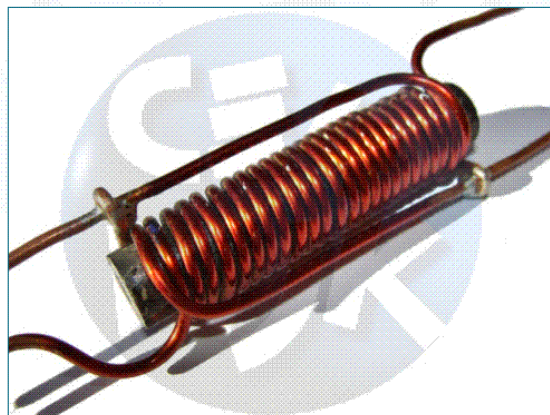
- 1,50 Mts. de alambre de cu esmaltado de 2mm. de diámetro.
- 1 base de conector de coaxial SO-239.
- 3 pernos “jota” con doble tuerca (redondear la punta)
- 4 terminales del N°3.
- 1 barra de ferrita de 10 a 12 mm. x 65 mm. de largo.
- 2 tapas de tubería de PVC de 40mm.
- 1 trozo de PVC de 40mm. de diám. x 120 mm. de largo.
- 2 pernos de bronce c/tuerca y golilla 5×30 mm.
- 4 tornillos remaches pop..para sujetar el conector
- 1 tubo adhesivo especial tuberías de PVC.

## Construcción balun 1:1.

Bién estirados y paralelo los 3 alambres, los enrollaremos sobre la barra de ferrita o sobre un tubo mas firme de igual diámetro, devanando 8 vueltas, el bobinado quedará con 3 puntas en cada extremo, que señalaremos según el dibujo de la figura N°1. Los extremoa A y B se conectarán mediante soldadura con los terminales y se fijarán con los tornillos de bronce. El extremo C, a la masa de la base del conctor coaxil, y el D, al contacto central de dicha base mediante soldadura. Conviene que la barra de ferrita quede bién apretada dentro del bobinado para que no se caiga, pudiendo cementarla con unas gotitas de Araldite u otro pegamento. Ahora prepararemos la

caja o envoltura que proteja el bobinado de la intemperie. En una de las tapas de PVC haremos 3 perforaciones de 3,5 mm. de diám. – 1 perforación arriba en el centro y 2 en los lados diametralmente opuestas – para colocar los pernos “j”. En la otra tapa haremos la perforación necesaria en su base para colocar la hembra del conector SO-239. Como la base de la tapa tiene un grosor de 8 mm.

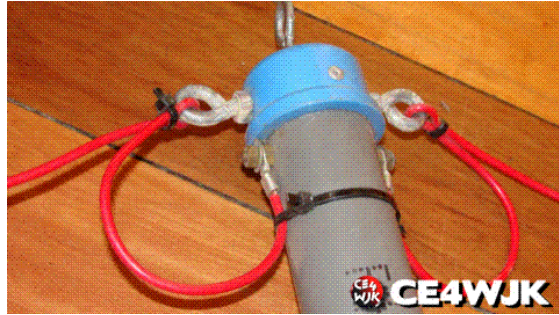
Balun 1:1 esquema.



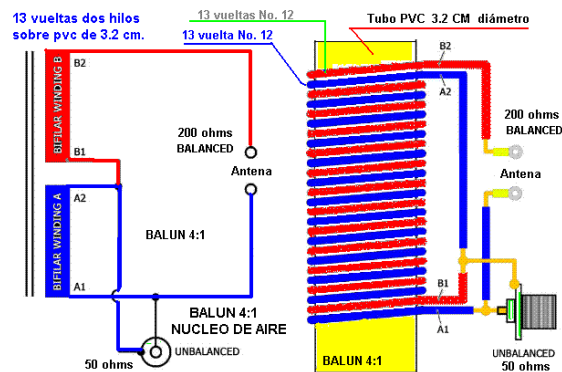
Balun 1:1 de ferrita por CE4WJK



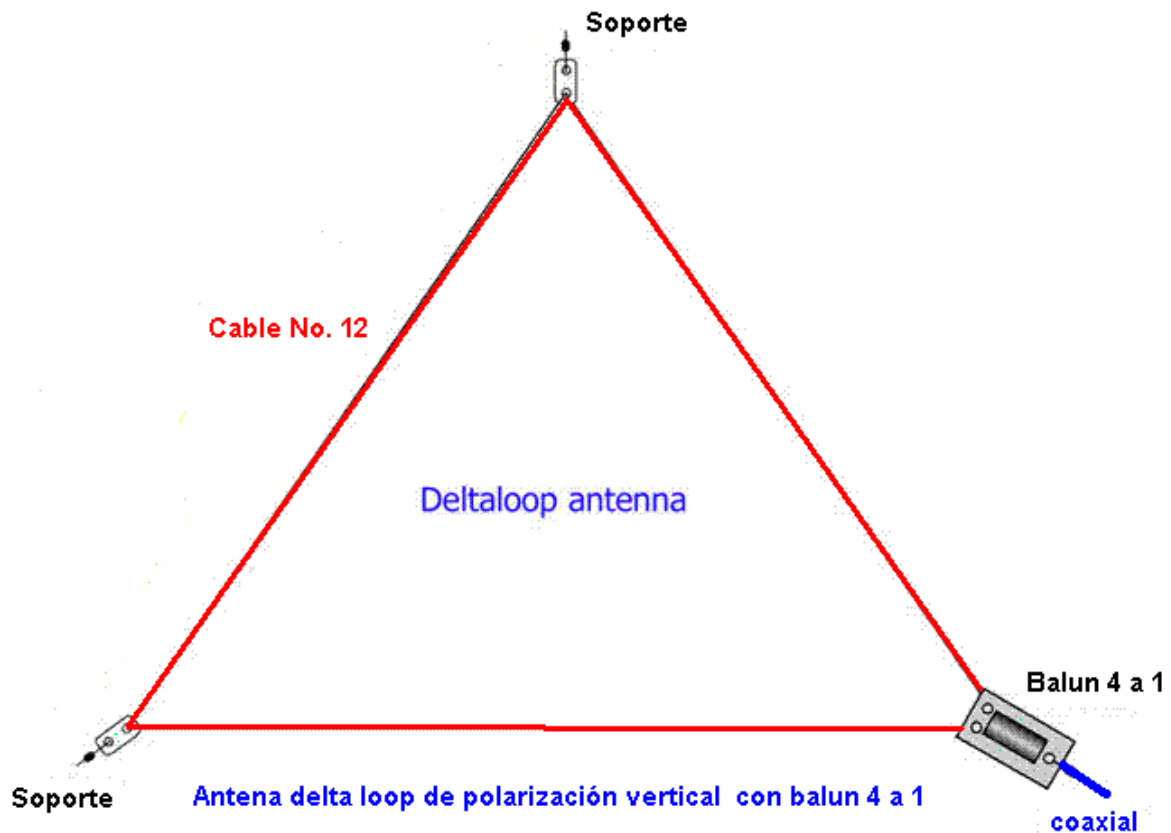
Balun 1:1 por CE4WJK con protección contra interperie, pero carece de protección metálica



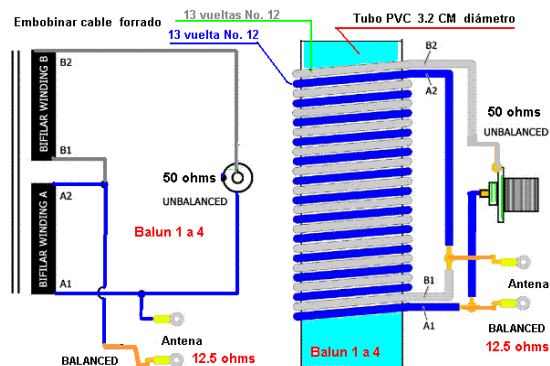
Balun 1:1 por CE4WJK listo para usarlo en una antena V invertida, pero carece de protección metálica



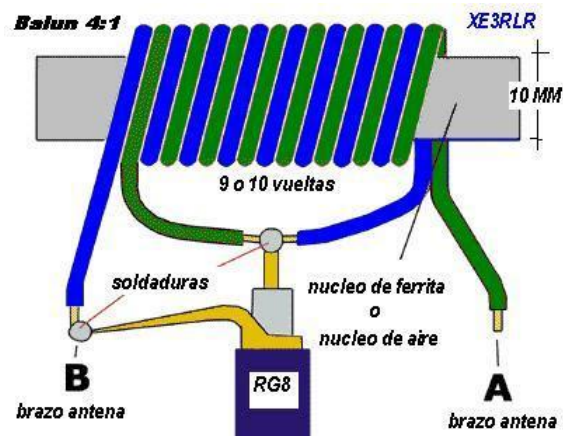
Balun 4 : 1 nucleo de aire de 50 ohms a 200 ohms ideal para antenas de onda completa



Cuando al medir tu delta en el punto de alimentación con un analizador de antenas tienes 200 ohms, debes poner un balun 4:1 para transformar las impedancias y de ahí bajas al radio con coaxial de 50 ohms de impedancia completando multiples de media longitud de onda por su factor de velocidad del coaxial.



Balun 1 : 4 nucleo de aire de 50 ohms a 12.5 ohms es diferente al anterior, éste es para antenas de baja resistencia



## DIAGRAMA PARA CONSTRUIR BALUN 4:1 NUCLEO DE AIRE DE 200 OHMS A 50 OHMS

Balun es un dispositivo que se utiliza para conectar una línea de transmisión balanceada a una carga desbalanceada se llama balun ( balanceado a desbalanceado ). O más comúnmente, una línea de transmisión desbalanceada, como un cable coaxial, se puede conectar a una carga balanceada, como una antena, utilizando Un transformador especial con un primario desbalanceado y un bobinado secundario con conexión central. El conductor externo (protector) de una línea de transmisión coaxial desbalanceada generalmente se conecta a tierra. A frecuencias relativamente bajas, pile de utilizarse un transformador ordinario para aislar la tierra de la carga.

. El balun debe tener una protección electrostática conectada a tierra física para minimizar los efectos de capacitancias dispersas. Para las frecuencias relativamente altas, existen varios tipos diferentes de balunes para las líneas de transmisión. El tipo más común es un balun de banda angosta, llamados a veces balun choque.

## BALUNES

### Introducción:

El balun es uno de los dispositivos que suelen integrar nuestra antena. Su nombre proviene de la contracción de dos términos ingleses, balanced-unbalanced, es decir balanceado - no balanceado.

Son en general bobinados que anulan el desbalance que se produce al conectar una línea coaxial a las ramas de una antena dipolo.

Estos bobinados poseen distintas relaciones de transformación, en general son fijas, como de 1 a 1 - 1 a 4 - 1 a 9 - etc., pero también los hay con relación variable como los del tipo Alford que ya he descrito en un ejemplar de Radiofrecuencia. Pueden tener núcleo de ferrite o de aire, los hay contruidos con alambre o cable coaxial.

Los balunes de banda ancha pueden dividirse en balunes de tensión y de corriente o choke. Los primeros producen tensiones iguales y opuestas a las que aparecen en cada extremos del cable coaxial, tomando como lado frío la malla del lado de la entrada al balun.

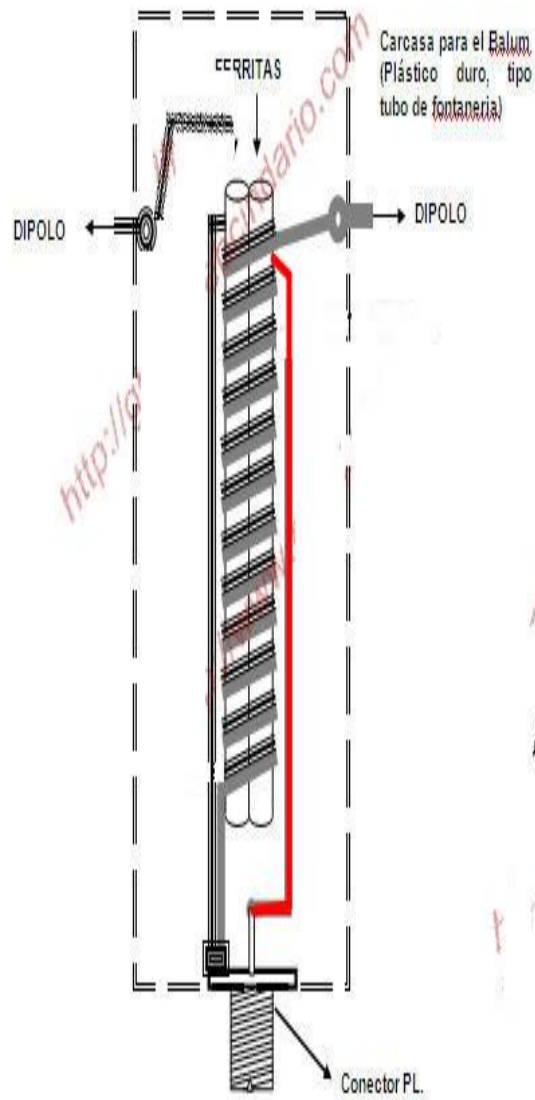
La antena puede estar balanceada con respecto al suelo eléctrico o no. Esto es, si las dos ramas del dipolo son eléctricamente simétricas, la antena estara balanceada y las corrientes que circulen desde el punto de alimentación central, serán iguales y opuestas y no habrá corrientes en la parte exterior de la malla del coaxial. En otro caso las habrá y una parte de ellas regresara al acoplador de antena o al transmisor. Habrá irradiación desde la línea y esto es desaconsejable según lo expuesto.

El dipolo puede desbalancearse con respecto al suelo eléctrico por diversas causas, como por ejemplo:

- 1 - Una rama es mas larga que la otra.
- 2 - El dipolo no esta horizontal y un extremo esta mas cerca del suelo que el otro.
- 3 - Una rama no esta recta o esta cerca de un tanque, del techo del vecino, de un edificio, de otra antena, un árbol, etc.

Acá pondré los esquemas de varios balunes, son muy fáciles de armar y han sido probados dando buenos resultados.

## Balún Toroidal 1:1



Los toroides son transformadores de banda ancha. Se deberían hacer sobre núcleos toroidales, pero en la práctica con barras de ferrite, dan buen resultado, aunque no es lo adecuado.

El problema subsiste en encontrar los núcleos toroidales, que son escasos en el mercado Uruguayo, pero se pueden encargar vía Internet a Estados Unidos. Este balún permitirá adaptar la línea de 50 ohms desbalanceados a 50 ohms balanceados (la antena es una balanceada y el cable coaxial es una línea desbalanceada), también se pueden usar para 75 ohms con el mismo resultado.

Estos balunes pueden soportar hasta 1 Kwatt de potencia a la salida. línea

Los componentes:

Alambre N° 14 ( 2mm del tipo de bobinados)  
Toroide 12,7 mm de espesor; diámetro interno: 35,3 mm; diámetro externo: 61 mm  
o

Dos ferritas unidas de 9 mm de diámetro cada una y aproximadamente 105 mm. de largo.

Régimen de permeabilidad del núcleo: 40; material tipo: Q2

Caja de aluminio, debe de sellarse para que no entre el agua.

Consta de 10 espiras de alambre trifilar, bobinar las tres espiras juntas, sobre el ferrite.

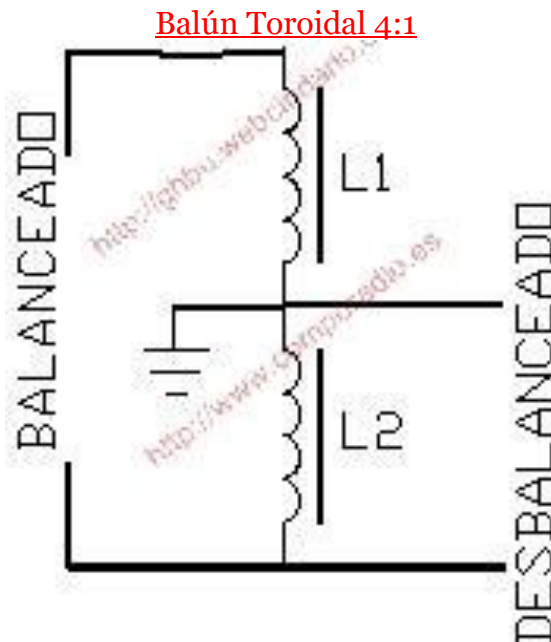
Las uniones deben de ser soldadas, y la bobina aislada con mica o acrílico, de la caja.

Este balún es apto para trabajar en frecuencias de 1.8 MHz a 60 MHz.

Aunque mucha gente no los utiliza, deberían de utilizarse para mejor rendimiento de las antenas de radio.

NOTA:

La salida de la bobina tres, es la tierra, malla del coaxial. La salida de la bobina dos, va al vivo del coaxial.



Los toroides son transformadores de banda ancha. Se deberían hacer sobre núcleos toroidales, pero en la practica con barras de ferrite, dan buen resultado, aunque no es lo adecuado. El problema subsiste en encontrar los núcleos toroidales, que son escasos en el mercado Uruguayo, pero se pueden encargar vía Internet a Estados Unidos. Este balún permitirá adaptar la línea de 50 ohms desbalanceados a 200 ohms balanceados (la antena es una línea balanceada y el cable coaxial es una línea desbalanceada), así como las líneas de 75 a 300 ohms. Estos balunes pueden soportar hasta 1 Kwatt de potencia a la salida.



## Los componentes:

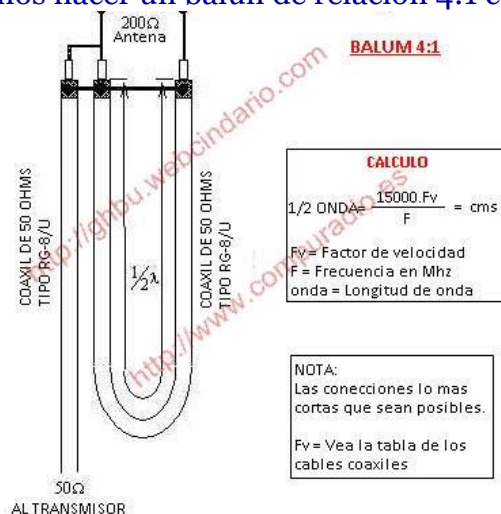
Alambre N° 14 ( 2mm del tipo de bobinados)  
Toroide 12,7 mm de espesor; diámetro interno: 35,3 mm; diámetro externo: 61 mm  
o Dos ferritas unidas de 9 mm de diámetro cada una y aproximadamente 105 mm.  
de largo.

Régimen de permeabilidad del núcleo: 40; material tipo: Q2  
Caja de aluminio, debe de sellarse para que no entre el agua.

Consta de 10 espiras de alambre bifilar, bobinar las dos espiras juntas, sobre el ferrite. Las uniones deben de ser soldadas, y la bobina aislada con mica o acrílico, de la caja. Este balún es apto para trabajar en frecuencias de 1.8 MHz a 60 MHz. Aunque mucha gente no los utiliza, deberían de utilizarse para mejor rendimiento de las antenas de radio.

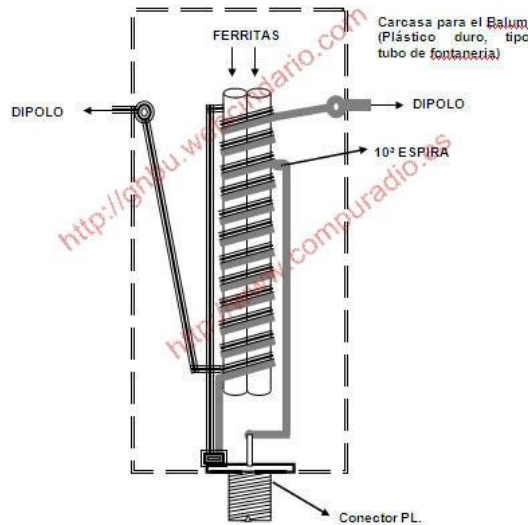
## Balún Coaxial 4:1

También podremos hacer un balun de relación 4:1 con cable coaxial.



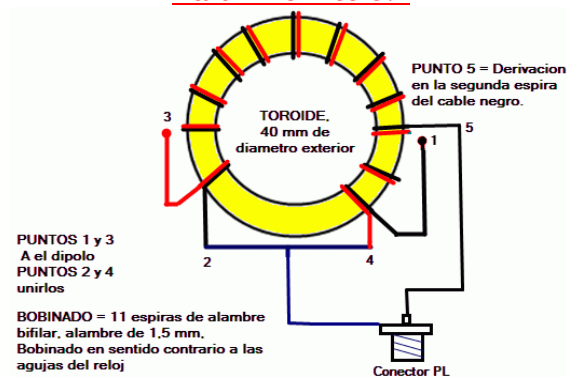
## Balún Ferrite 6:1

El material a emplear lo encontraréis en cualquier rincón de vuestro cuarto de radio y en el caso de tener que comprar alguno de los materiales, todos ellos son muy baratos, por lo que es asequible a cualquier bolsillo.



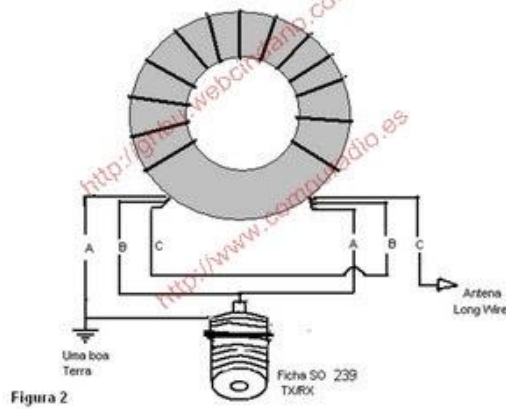
Bobinado doble, de 12 espiras de hilo de cobre esmaltado de 1,5 mm. de diámetro como mínimo, separando 3 mm. cada espira, sobre dos ferritas unidas de 9 mm de diámetro cada una y aproximadamente 105 mm. de largo.

## Balún Ferrite 6:1



Si usamos otro tipo de toroide, deberemos cambiar la cantidad de espiras, por ejemplo para un toroide tipo T200-2, deberemos darle 15 espiras de alambre bifilar o para un FT240 deberemos darle 18 espiras, la derivación sera en todos los casos en la segunda espira del extremo del irradiante.

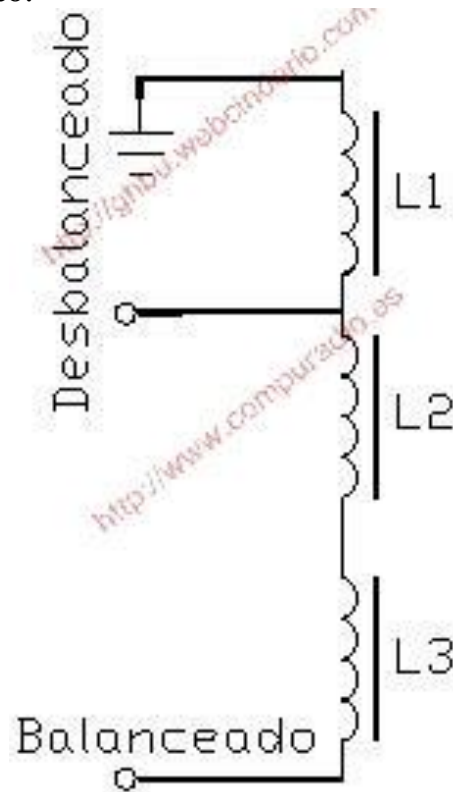
## Balún Toroidal 9:1



La bobina consta de tres alambres de cobre esmaltados, trenzados de 1,5 mm de diámetro cada uno. Para tazar los tres alambres, se cortaron tres alambres de 1,2 Mts cada uno, se unieron las puntas y se presionaron en el banco de trabajo. Las otras tres puntas que me quedaron libres, se unieron y se pusieron en el taladro haciendo girar este despacio para poder trenzar los tres alambres. Antes de trenzar los alambres, conviene marcar las puntas para saber despues de trenzados cual corresponde a cual. Envolver los alambres ya trenzados en el toroide, debe tener un total de 16 espiras trifilar, las espiras son separadas. Así quedaría el toroide terminado:



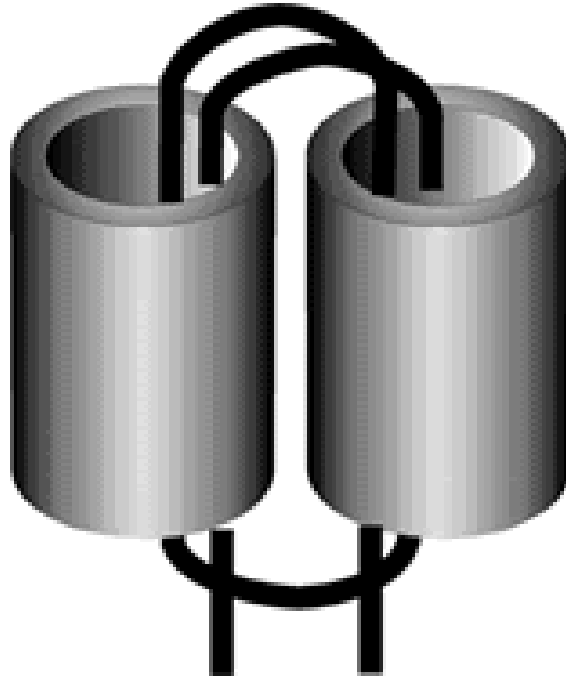
Este es el circuito eléctrico:



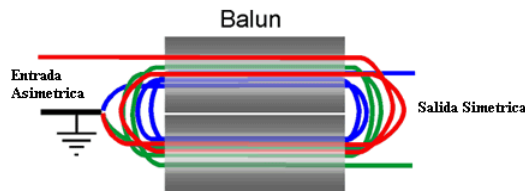
El balun se monto en una caja plástica para aislarla de la humedad.

Balun de banda ancha  
1:1, 2:1, 4:1, 6:1, 9:1, 12:1 y 16:1  
De 3 a 30 MHz

Las bobinas de banda ancha, estan echas sobre dos tubos de ferrite de 19 mm exterior x 10,5 mm interior y 50 mm de largo.



Supongamos que queremos hacer primero un balun de 6:1 ( 300 a 50  $\Omega$  ), veamos el circuito:



La entrada Asimetrica, son los 50  $\Omega$  del cable coaxil y la salida Simetrica va a la antena de 300  $\Omega$ , en este ejemplo.

Se inicia el bobinado, con 2,5 vueltas (azul), a partir de los próximos 300 Ohms, en el otro extremo conectado a tierra, a la entrada.

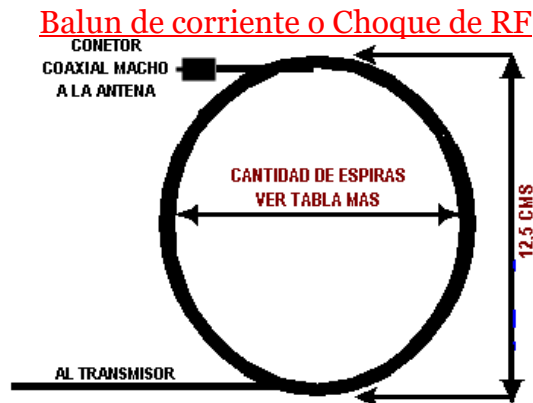
Esta es también la masa común. A partir de la masa, rebobinar de nuevo 2,5 vueltas de alambre (verde), con 300 ohmios.

También desde el punto de masa, que rebobinar asia atrás 2 vueltas (rojo) que conducen a la captura (PL) de entrada. El diámetro del alambre es elegido para ocupar todo el tubo. Mantener el mismo principio, podremos calcularlo para otras relaciones de balun, haciendo varios ajustes sobre el número de vueltas, obtendremos la relacion deseada.

Vea la tabla siguiente:

Ralacion	Relacion	Azul	Verde	Rojo
50 / 50	1:1	1	1	2
50 / 110	2:1	1,5	1,5	2
50 / 200	4:1	2	2	2
50 / 300	6:1	2,5	2,5	2
50 / 450	9:1	3	3	2
50 / 600	12:1	3,5	3,5	2
50 / 800	16:1	4	4	2

El cable puede ser, dependiendo del tamaño del alambre o el esmaltado, alambre de cableado interno rígido, alambre de la industria del cableado flexible.



Este cable es un RG-8, RG-58, RG213, RG214, etc; la bobina que vamos a diseñar es para evitar que el cable coaxial irradie RF por su malla.

Si alguna vez haz experimentado algún problema de interferencia a otros servicios de comunicación entre los más frecuentes son **TVI** (interferencia a las televisiones – del ingles televisión interference), teléfono, etc, esto tipo de balun te evitara muchos problemas.

Estas interferencias pueden eliminarse en gran medida si al instalar cualquier antena en nuestra estación construimos con el mismo cable coaxial de alimentación a nuestra antena, una bobina- preferentemente lo más cercano posible al punto de alimentación de nuestra antena. Estas bobinas tienen como función adaptar mejor nuestras líneas de alimentación y eliminar en gran parte las espurias de radiofrecuencia (**RF**) que se generan con nuestras transmisiones. Estas bobinas se pueden construir para utilizarlas en configuración monobanda y también para uso multibanda.

### **CHOQUE MULTIBANDA ( Crushcraft A3S)**

Este choque se a diseñado con el mismo cable coaxil de alimentación sin cortar. El diseño de balun para la antena Crushcraft de 10, 15 y 20 Mts (antena yaggy multibanda), son 8 espiras sobre una forma de 15,2 cms de diámetro, se requieren unos 5 Mts de cable aprox..

**CHOQUE MONOBANDA (HANDBOOK edición 1997)**

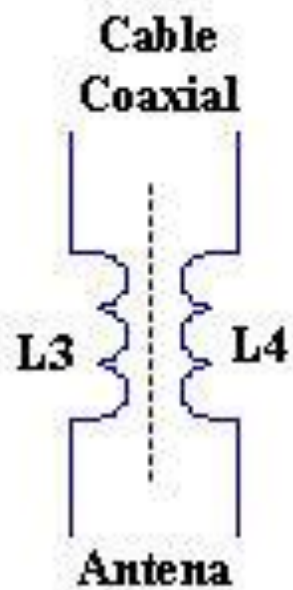
<b>Frecuencia en Mhz.</b>	<b>RG 213 y RG8</b>	<b>RG58</b>
<b>3,5</b>	<b>6.71 Mts. en 8 espiras</b>	<b>6.10 Mts. en 6 a 8 espiras</b>
<b>7.0</b>	<b>6.71 Mts. en 10 espiras</b>	<b>4.57 Mts. en 6 espiras</b>
<b>10</b>	<b>3.66 Mts. en 10 espiras</b>	<b>3.05 Mts. en 7 espiras</b>
<b>14</b>	<b>3.05 Mts. en 4 espiras</b>	<b>2.44 Mts. en 8 espiras</b>
<b>21</b>	<b>3.05 Mts. en 6 a 8 espiras</b>	<b>1.83 Mts. en 6 a 8 espiras</b>
<b>28</b>	<b>1.83 Mts. en 6 a 8 espiras</b>	<b>1.22 Mts. en 6 a 8 espiras</b>

**CHOQUE MULTIBANDA (HANDBOOK edición 1997)**

<b>Frecuencia en Mhz.</b>	<b>RG 8, 58, 59, 8X, 213</b>
<b>3,5 A 30</b>	<b>3.05 Mts. En 7 espiras</b>
<b>3,5 a 10</b>	<b>5.49 Mts. En 9 a 10 espiras</b>
<b>14 a 30</b>	<b>2.44 Mts. En 6 a 7 espiras</b>

Balun de corriente o Choque RF de Banda Ancha  
(3 a 30 MHz)





**L3, L4 = 10 espiras  
sobre toroide Philips  
4C65, se a probado  
poniendo dos barras de  
ferrite con buen**