

## SISTEMAS DE ADAPTACION DE ANTENAS

Cuando la línea de transmisión tiene una impedancia y la antena otra muy distinta, hay que acoplarlas para evitar que aparezca ROE en la línea.

Los sistemas más comunes de acoplamiento son los siguientes:

### Línea de cuarto de onda o Línea Q

Si una línea de transmisión con una impedancia  $Z_q$  se conecta entre una antena con impedancia  $Z$  y una línea de transmisión con impedancia  $Z_o$ , se realizará la transformación siempre que se cumpla la siguiente fórmula:

$$Z_q = \text{raíz de } (Z_o \times Z)$$

Por ejemplo: una antena funciona a 10 MHz y tiene una impedancia de 100 ohmios y queremos conectarla a una línea de 52 ohmios. ¿Qué impedancia y qué longitud tendrá la línea de acoplamiento?

$$Z_q = \text{raíz de } (Z_o \times Z) = \text{raíz de } (52 \times 100) = 72 \text{ ohmios}$$

De la tabla 1 se coge una línea RG59 que tiene una  $Z_o=73$  ohmios, que es muy aproximado. El factor de velocidad es de 0,66, por tanto la longitud que necesitamos es:

$$L = 300/f : 4 \times V = 300/10 : 4 \times 0,66 = 4,95 \text{ metros}$$

que es exactamente un cuarto de longitud de onda en la línea (figura 58).

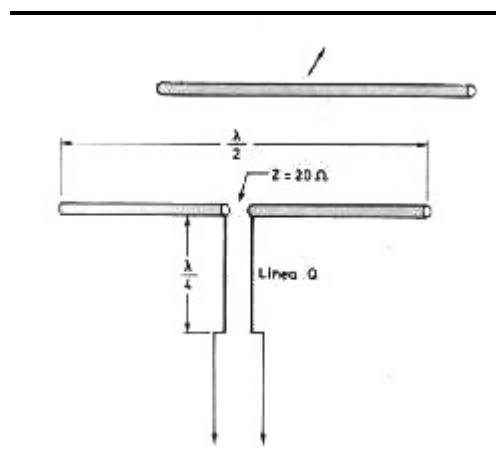
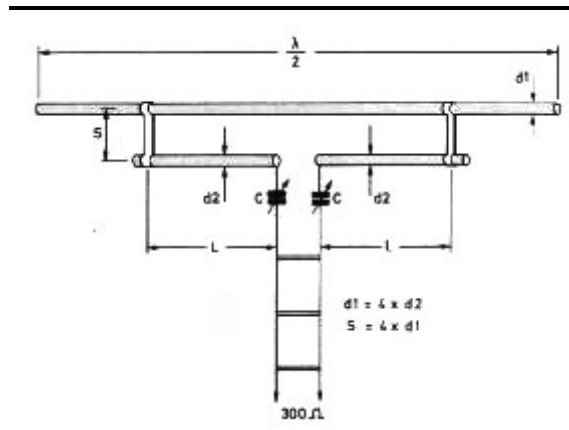


Figura 58. La línea Q

### Adaptación en T

La adaptación en T permite acoplar una baja impedancia con otra mayor. La impedancia nominal de un dipolo se encuentra en el centro. Si se toman dos puntos simétricos respecto al centro tendremos una impedancia mayor que la nominal (figura 59).

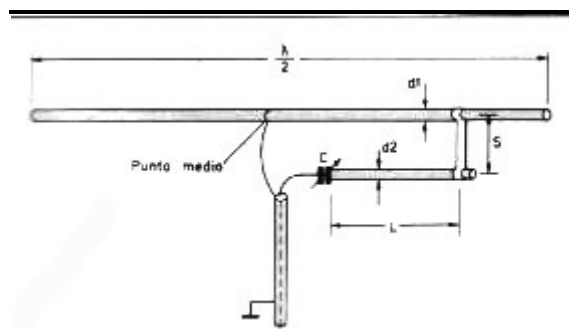


**Figura 59. Adaptador en T**

Las dos varillas paralelas al dipolo funcionan como líneas de transmisión de acoplamiento. Los condensadores sirven para anular la inductancia de las barras añadidas.

### Adaptación Gamma

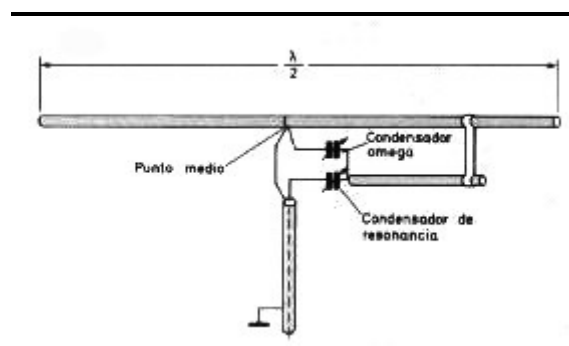
Es lo mismo que la adaptación en T para líneas coaxiales. Se conecta la malla del coaxial al centro y se construye una sola de las ramas (figura 60).



**Figura 60. Adaptador en Gamma**

### Adaptación Omega

Es igual que la adaptación Gamma a la que se añade un condensador más, que permite acortar el brazo de adaptación, con lo que el ajuste con la antena instalada es mucho más fácil (figura 61).



**Figura 61. Adaptador Omega**

Estos tres tipos de adaptador son los que más se emplean para elevar el bajo valor de impedancia de una antena direccional (18 ó 20 ohmios) al valor de las líneas coaxiales normales (50 o 75 ohmios) o 200-300 ohmios en el caso de la T.

La longitud de la barra de adaptación, en T y Gamma, debe ser de 10 % de la longitud del elemento a acoplar. El condensador de los adaptadores en T y Gamma debe ser de 8 pF por cada metro de longitud de onda.

En el caso del adaptador Omega, la longitud del elemento acoplador es la mitad que en los otros casos y la capacidad del condensador dependerá de esa longitud.

En el caso en que la barra fuera exactamente la mitad, la capacidad máxima del condensador será de 3 pF por metro de longitud de onda de funcionamiento. Se puede reducir la longitud de la barra aumentando la capacidad del condensador.

La varilla del elemento acoplador debe tener un diámetro de 1/3 del elemento a acoplar y se colocará a una distancia de 1/70 de la longitud total de dicho elemento. La sujeción se hace por medio de una brida en el extremo (que debe poder moverse con el fin de obtener el ajuste correcto) y el otro extremo al condensador. Para una mejor comprensión, seguir la figura 61.

### Dipolos plegados

Otro sistema de adaptación de impedancias consiste en doblar un dipolo (figura 62).

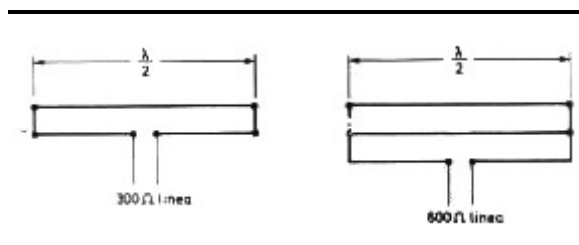


Figura 62. Dipolos plegados

En el supuesto de que los dos hilos sean iguales se consigue multiplicar por cuatro la impedancia del dipolo, o más exactamente la impedancia de un dipolo de varios hilos será:

$$Z = Z_0 \times n^2$$

siendo:

Z = impedancia obtenida.

Z<sub>0</sub> = impedancia del dipolo de un solo hilo.

n = número de hilos que componen el dipolo.

### Inductomacht (adaptador por inductancia)

Otro sistema de adaptación muy empleado en las antenas directivas multibanda (en las que sería necesario colocar un adaptador de los vistos anteriormente para cada banda de funcionamiento) consiste en acortar ligeramente el elemento a adaptar y colocar en el punto de alimentación una inductancia para restablecer la resonancia. Esta inductancia consiste en una horquilla que se monta como indica la figura 63.

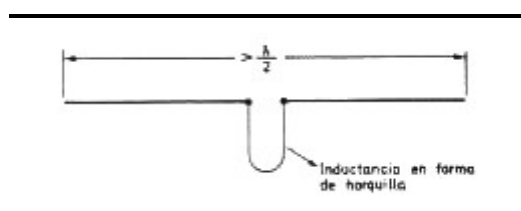


Figura 63. Acoplador por inductancia (indutomatch)

Dado que la reactancia de la horquilla varía con la frecuencia, si la antena es multibanda podremos encontrar un determinado valor de inductancia que sirva para todas las frecuencias de funcionamiento. Al formar parte de la longitud total de la antena, esta horquilla permite aumentar la impedancia del dipolo al valor adecuado.

## SISTEMAS DE BALANCEO

Casi todos los tipos de antena (excepto las verticales) son simétricas, o sea que la conexión es indiferente. El cable coaxial, en cambio, es asimétrico. Si no se desea que por a malla de un cable coaxial circulen corrientes, hay que poner algún elemento que permita hacer el cambio de balanceado a no balanceado. A este elemento se le denomina Balún (en inglés Balanced to un-balanced). La denominación correcta en castellano sería Simetrizador, pero en la práctica se emplea siempre la acepción inglesa.

### Balun de media onda

Consiste en conectar un cable coaxial de media longitud de onda eléctrica como se indica en la figura 64. Realiza además una transformación de impedancia de 1 a 4, o sea que también sirve para adaptar impedancias.

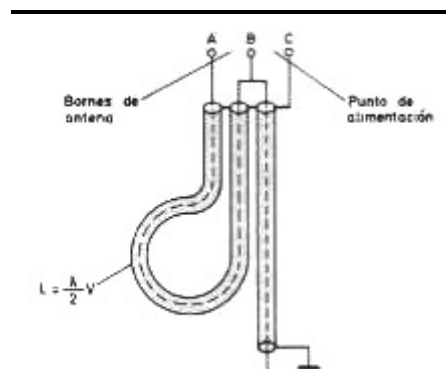


Figura 64. Balun de media onda

### Bazoka

Consiste en anular las corrientes que puedan circular por la línea, introduciendo una corriente igual y contraria (figura 65).

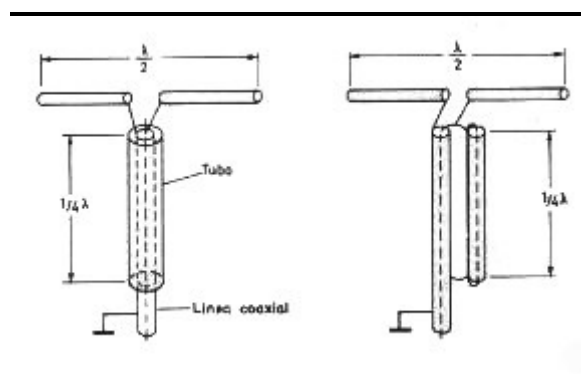


Figura 65. Bazoka

Estos dos sistemas sólo funcionan en una frecuencia (la de diseño) por tanto se han ideado varios diseños para permitir el funcionamiento multibanda.

## **Choke**

Consiste en hacer una inductancia con el propio cable coaxial, de tal forma que las corrientes inducidas en la malla del coaxial no puedan circular por él.

Al tener el cable coaxial la malla por fuera y el conductor vivo por dentro, esta bobina sólo afecta a la malla. Si la bobina así formada tiene suficiente inductancia, impedirá que las corrientes circulen por la malla.

Para antenas que funcionen por encima de 10 MHz, bastan 20 espiras de un diámetro de 25 centímetros.

Se puede lograr lo mismo, haciendo que el cable coaxial de varias vueltas alrededor de un toroide de ferrita, con lo que el número de espiras será mucho menor.

## **Balun de banda ancha**

Consiste en un transformador de banda ancha con entrada asimétrica y salida simétrica. Se puede construir con núcleo de aire o bien de ferrita.

Lo más corriente es que sea sobre ferrita y puede, si se desea, realizar cualquier transformación de impedancias; si no realiza transformación de impedancia se denomina balun 1:1

Resulta bastante complejo de calcular y construir, pero existen en el mercado muy buenas unidades.

Hay que tener en cuenta que este tipo de balunes tienen limitaciones de frecuencia y de potencia, que deben conocerse antes de instaurarlos. Además deben conectarse a antenas muy bien diseñadas y sintonizadas. Si la carga de la antena no es puramente resistiva o no tiene el valor adecuado, el propio balun puede aumentar los valores de ROE en la línea o bien resultar destruido al no poder hacer la transferencia de energía.

## **COMO AJUSTAR UNA ANTENA**

El instrumento más utilizado para comprobar si una antena funciona o no es el medidor de ROE. Aunque no es el elemento más idóneo, ya que puede inducir a error, es el más económico y el más común de los que se emplean.

El medidor de ROE consiste en una línea coaxial a la que se aproximan dos conductores que captan una pequeña parte de la potencia que circula por el cable. Mediante unos diodos convenientemente conectados, se detecta la potencia que circula hacia la antena y la que retorna de ella. Si ajustamos la lectura de potencia hacia la antena en un punto determinado (que lo da uno de los diodos), el otro indicador dará la ROE directamente, ya que la escala está graduada en ROE.

Supóngase que se acaba de montar un dipolo y se quiere que funcione a 10 MHz como frecuencia central. Al poner el transmisor en marcha se observa que hay mucha ROE. Para determinar si hay que alargar o acortar la antena haremos lo siguiente:

Mover la frecuencia del transmisor hacia una frecuencia mayor y luego hacia una frecuencia menor y trazar una gráfica de ROE.

En esta gráfica vemos que la ROE disminuye para frecuencias más bajas. Lo cual quiere decir que la antena resuena más baja de frecuencia, o sea que la antena es demasiado larga. Quiere esto decir que se deberá acortar la antena, pero ¿cuánto?

Supongamos que al mover el transmisor encontramos un punto en el que la ROE deja de bajar

y vuelve a aumentar, Si esa frecuencia es de 9,7 MHz podemos volver a calcular el dipolo aplicando la fórmula para la frecuencia real (9,7 Mhz) y la deseada (10 M Hz):

$$142,5/9,7=14,69\text{m} \quad 142,5/10=14,25 \quad 14,69-14,25=0,44\text{m}$$

O sea, hay que acortar 44 centímetros la longitud total, o lo que es lo mismo 22 centímetros cada rama del dipolo.

Muy importante: Si se acorta o alarga un dipolo se debe acortar o alargar exactamente la misma longitud en cada rama para mantener el centrado el punto de alimentación.

Si la frecuencia a la que se produce el mínimo ROE fuera superior a la deseada, tendríamos que alargar el dipolo siguiendo el mismo procedimiento.

Si a lo largo del movimiento posible del transmisor no se encuentra un punto en el que la ROE sea mínima, quiere decir que la antena resuena fuera de los límites de funcionamiento del transmisor. En este caso hay que determinar en qué extremo se produce la menor ROE. Si la ROE es menor en el extremo de más baja frecuencia, tendremos que acortar la antena; si por el contrario, el punto de menor ROE fuera el de más alta frecuencia, habría que alargar la antena.

Para no cometer errores se considerará como frecuencia real de resonancia el extremo donde se produzca la menor ROE y se volverá a repetir el proceso hasta conseguir centrar la antena en el punto deseado.

Este sistema sirve para todos los tipos de antenas con las siguientes precauciones:

1) El medidor empleado debe estar diseñado para la misma impedancia que la línea de transmisión.



2) Una vez encontrado un mínimo de ROE se debe comprobar que éste se produce con cualquier longitud de línea de transmisión. Este tipo de medidores no marcan nada para algunas longitudes de línea como tampoco pueden marcar con algunas combinaciones de impedancia de antena y longitud de línea. Un trozo de línea, del mismo tipo que la empleada, conectada entre el medidor y la línea permitirá realizar esta comprobación.

3) Si la ROE no llega al valor de 1:1 y hemos respetado los dos puntos anteriores, no conseguiremos mejoría tocando la antena. Si la ROE final no es muy elevada (1,5:1 o menor) podemos darlo por bueno. Si no fuera así, hay que modificar el sistema de adaptación de la antena. Naturalmente hay que conocer si la antena en resonancia tiene una impedancia próxima a la de la línea.

Tomado de artículos varios en revistas especializadas, Internet y una traducción parcial del libro "Ser Radioaficionado" *INTERNATIONAL AMATEUR RADIO STUDY GUIDE* de Paul L. Rinaldo, (W4RI), editada por [The American Radio Relay League \(ARRL\)](#).