

ANTENAS YAGI ENFASADAS

Desde el punto de vista práctico, resulta incómodo aumentar la ganancia de una yagi ampliando su número de elementos, más allá de un cierto valor; normalmente la estructura soporte de las mismas se vuelve inestable.

Para reducir al mínimo las pérdidas introducidas por el propio arnés, sus cables, salvo que sea línea de hilos paralelos, deben trabajar sin "ROE" o sea que sirvan únicamente como conexiones entre la antena y el arnés, o los elementos que deben adaptar la impedancia.

En segundo lugar, no es conveniente que los sistemas de adaptación de impedancia tengan que elevar una impedancia excesivamente baja. A muchos aficionados el concepto de impedancia les resulta complicado, pero no debemos olvidar que impedancia no es más que el concepto de resistencia generalizado para corriente alterna, en la que hay que tener en cuenta el problema de la fase de la corriente alterna. Sin embargo, en resonancia, y cualquier antena de las que usamos normalmente es resonante a la frecuencia de trabajo, impedancia y resistencia son conceptos iguales. Veamos lo que ocurre con una potencia de 100W actuando sobre diversas resistencias.

Sobre 50Ω las leyes de la electricidad dicen que: $P=I^2R$ y que $P=V^2/R$.

Despejando estas fórmulas para obtener la corriente y la tensión tendremos:

$$I=P/R \rightarrow 100W/75\Omega=1.4A$$

$$V=P \times R \rightarrow 100W \times 50\Omega=70V$$

Si ahora colocamos cuatro resistencias de 50Ω en paralelo, o lo que es lo mismo, cuatro antenas de 50Ω al mismo adaptador de impedancia, la resistencia total sería de 12,5Ω. Con esta resistencia tendremos:

$$I = 2,8 A.$$

$$V = 35 V.$$

La intensidad ha aumentado al doble. La corriente alterna tiene la particularidad de circular sólo por la superficie de los conductores, no por su interior, en lo que se llama efecto pelicular (efecto skin) y es más acusado cuanto más alta es la frecuencia. En 144MHz el efecto pelicular hace que sólo unas pocas milésimas de milímetro de la superficie de los conductores sean útiles para llevar la corriente alterna, y en frecuencias más elevadas habrá que hablar de unas pocas capas de tomos de la superficie. Las pérdidas resistivas de los conductores, que se transforman en calor, no sirven para nada, están en proporción a la resistencia del conductor "r" por la misma fórmula antes mencionada ($P = I^2 \cdot r$) la potencia perdida aumentará cuatro veces al doblar la intensidad. Si queremos disminuir las pérdidas aumentando la sección del conductor, tendremos que poner un conductor de cuatro veces su diámetro actual, ya que, al ir la corriente en superficie, no podríamos decir que un conductor llevado al doble de diámetro tiene cuatro veces más sección; lo único que cuenta es la circunferencia exterior, por lo tanto para

que ($2\pi.r$) sea cuatro veces mayor, el radio debe ser cuatro veces más grande.

Si queremos que las pérdidas resistivas sean mínimas, no conviene que las corrientes sean elevadas, o lo que es lo mismo, las impedancias no deben ser demasiado bajas. Esta es otra ventaja de las líneas de hilos paralelos, estas formadas por dos hilos separados 2cm tienen una impedancia característica de más de 300Ω , por lo que las corrientes serán muy reducidas en la mayor parte del arnés.

Consideraciones generales: simétrico o asimétrico

Un dipolo es por definición un elemento simétrico, sus dos ramas son exactamente iguales o intercambiables. En cambio, una línea coaxial es esencialmente asimétrica, ya que su malla externa está a potencial de tierra y el conductor central es el que lleva la corriente alterna respecto a esa tierra. En teoría no deberíamos conectar una línea coaxial a un dipolo sin intercalar un elemento que pase de simétrico a asimétrico.

Alimentar un dipolo con línea coaxial produce una deformación del clásico 8 del diagrama de radiación, haciendo que éste se desplace hacia el lado que está conectado el conductor central. Esta deformación puede hacer pensar que a una yagi le va a pasar lo mismo, o sea, que la antena radiará en dirección distinta a la que indica la viga. W6ASI, Williams I. Orr afirma que, en una yagi de tres elementos, el efecto de desviación es inapreciable y que no ha podido encontrar diferencias en sistemas alimentados con una u otra línea.

La explicación es muy simple: en una antena con elementos parásitos no sólo hay que tener en cuenta la radiación del dipolo, sino de todos los elementos. Los elementos parásitos, son en esencia, simétricos ya que no están conectados a ninguna parte. Los campos captados y reemitidos por esos elementos afectan al excitado igual que éste los afecta a ellos. El resultado es una simetrización del elemento excitado. En una antena yagi larga, pongamos de 3 lambda con 15 o más elementos, es muy difícil establecer la diferencia entre el lado del dipolo conectado al vivo y el conectado a la malla del coaxial.

Tengo algunas versiones que, colocando un balún o simetrizador se mejora algo la ganancia de la antena (de algunos colegas que afirman tener muchas horas de experimentación).

Es muy probable que esa ganancia aparente se deba más a una optimización de la adaptación de la antena.

En el caso de las antenas comerciales, casi todas presentan una ROE apreciable, incluso en la frecuencia de resonancia. No es raro que una antena que funciona muy bien en el aspecto de ganancia tenga una roe de 1,5:1 y cuando no, más alta. A esta misma conclusión llegó el colega Alberto Martellozzo (IK4WTU), quien decidió construir un medidor de impedancia, y con el mismo midió una antena vertical multibanda de marca reconocida, cuyas especificaciones del fabricante decía tener una impedancia cercana a los 52Ω , luego de varias pruebas comprobó que en vez de los 52Ω realmente tenía 85Ω .

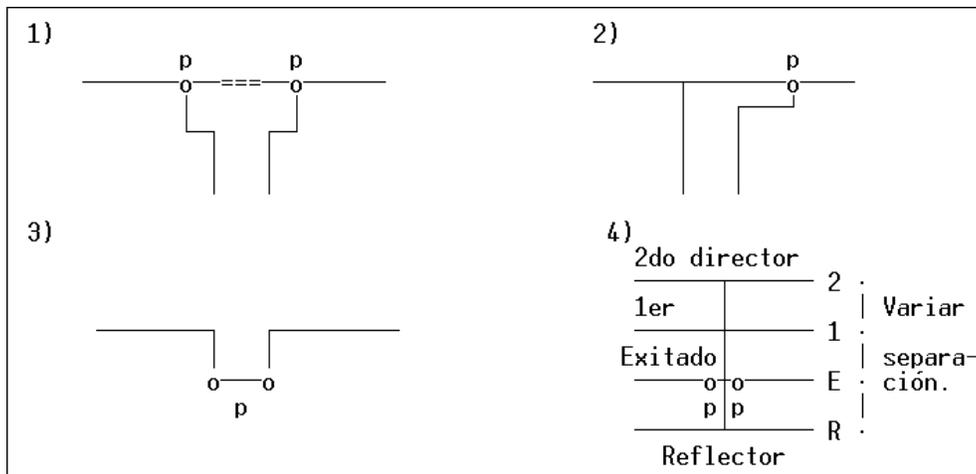
Vamos a ver un caso con números:

30 metros de cable coaxial RG213, lectura del cable en su extremo ROE 1,5:1.

Este cable tiene una pérdida de 3dB y por lo tanto la medición de ROE está falseada por la propia pérdida del cable, si se mide la ROE justo en la antena, tendríamos 2:1 o aproximado. Con estos valores no podemos decir que la pérdida sea de 3dB, sino que ha aumentado, dicho aumento es del orden de los 0,4dB, o sea que las pérdidas totales serían de 3,4dB. Adaptando la antena se notará una mejora de 0,4dB. En condiciones críticas nos puede ser muy favorable.

Hasta aquí tratamos el tema para una sola antena, pero es más complicado cuando queremos enfatizar varias. En el caso que al medir una antena tenga ROE, quiere decir que la impedancia de la antena no es la misma que la del cable coaxial y además se pueden estar generando una componente de reactancia, quiere decir, que puede adoptar la forma "R + Xj" (resistencia más reactancia), con impedancias de este tipo no sabremos qué puede pasar con el arnés de puesta en fase, ya que este está calculado para trabajar con impedancias resistivas puras. Es posible diseñar un arnés que trabaje con cualquier tipo de impedancia, pero, excepto en el caso de cinta de hilos paralelos.

Estas son algunas modalidades para cambiar la impedancia de alimentación:

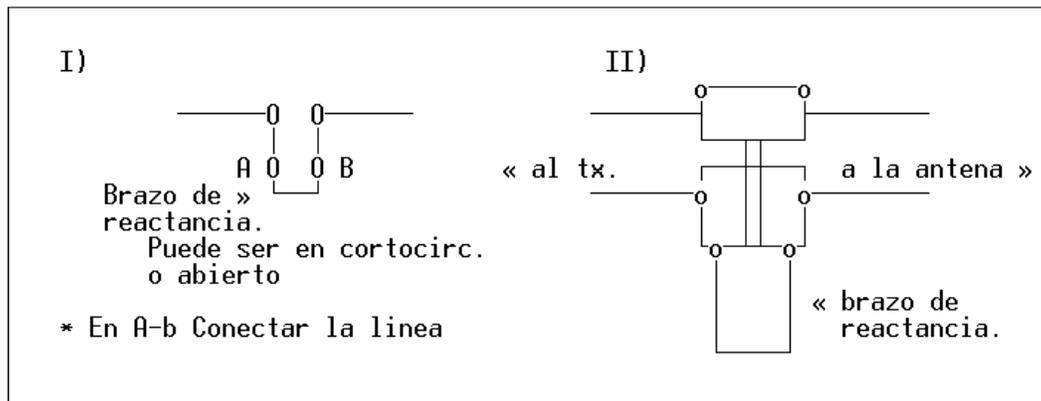


En 1 y 2 actuamos modificando el punto de contacto marcado con la letra P.

En 3 modificamos la longitud de la horquilla "Induc-Match". A consecuencia, también modifica el punto de resonancia.

En 4 bastará con modificar la separación entre el elemento excitado y el 1er y 2do director o reflector. Esta es una solución práctica cuando el elemento excitado es un dipolo doblado.

Cómo construir un brazo de reactancia "stub"



En la figura I tenemos cómo construir un brazo de reactancia "stub" con línea de hilos paralelos y en II, con cables coaxiales. Estos permiten adaptar cualquier impedancia compleja, ya que el brazo de reactancia elimina la componente reactiva, dejando solo una impedancia resistiva.

Cómo ajustar las antenas

Cuando se tiene que enfatizar varias antenas, la primera condición a tener en cuenta es que sean todas iguales. En el caso de antenas que sean de líneas comerciales, es muy probable que exista una cierta diferencia entre ellas. Debemos tener la certeza que resuenen en la misma frecuencia y además tener una ROE cercana a 1,2:1 o ideales de 1:1.

Algunas antenas tienen sistema de ajuste y el fabricante provee el manual para realizarlo. En otras no es posible.

Variar el punto de resonancia del elemento excitado es muy simple, basta aumentar la longitud, si se quiere bajar de frecuencia de resonancia o acortar si la queremos subir.

El sistema más sencillo para modificar la impedancia de una antena, es el de variar la separación entre el elemento excitado y el primer y segundo director. Basta en algunos casos unos pocos milímetros hasta conseguir la impedancia deseada. Este sistema lo utilizaba la fábrica de antenas "Tonna" en algunos de sus modelos, en el boom contaban con agujeros a distintas distancias, según se buscaran los 50Ω o 75Ω .

En el caso que la ROE fuese debido a que la antena no presenta una impedancia resistiva pura, o sea que hay reactancia, es posible cancelar esa reactancia por medio de lo que se llama brazo de reactancia ("stub" en inglés). Un trozo de cable coaxial que no sea exactamente un múltiplo de $1/4$ de onda, se comporta como una bobina o un condensador según cuál sea su longitud y si su extremo está abierto o en cortocircuito. Colocando uno de estos brazos en los bornes de la antena y ajustando su longitud, es posible cancelar por completo la componente reactiva. También es posible modificar la impedancia de alimentación, incluso cancelar reactancias utilizando distintas longitudes de cables de 50Ω y

75Ω. En el manual de la ARRL hay algunas fórmulas que nos ayudarán mucho para el cálculo.
Lo único indispensable para estos ajustes es contar con el instrumental adecuado.
Espero que haya sido de su agrado.

Autor: Angel (LW3EIV)