



Radioaficionados

Unión de Radioaficionados Españoles - enero 1998

**CORDOBA:
APROBADO EL
NUEVO ESTATUTO
Y RRY**

**EL SST
EQUIPO
QRP**



ANTENAS Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

Como respuesta a las preguntas sobre antenas y líneas de transmisión que me han llegado, escribo estas líneas que espero aclaren las dudas sobre éstos temas, que por otra parte, ya han sido tratados en otras ocasiones en "RADIOAFICIONADOS" y otras publicaciones.

Intentaré utilizar un vocabulario llano y sencillo, alejado en lo posible de tecnicismos, para que cualquier otro colega que tenga las mismas dudas, entienda perfectamente las ideas y conceptos que a continuación expongo.

En la instalación de una estación de radioaficionado y concretamente, en la instalación de la antena, es preciso tener en cuenta algunas normas y reglas elementales. La antena o antenas deben situarse lo más altas y despejadas posible, alejadas de elementos metálicos, mástiles, postes, vientos, líneas de distribución eléctrica, etc. ya que éstos elementos formarán una pantalla que impedirán o dificultarán la radiación de las ondas de radio.

Ya sé que a veces es imposible instalar la antena alejada de dichos elementos. En ese caso, la posible solución está en instalar otro tipo de antena, por ejemplo vertical, que requiere menos espacio.

ANTENAS.

Hay muchos tipos de antenas que pueden ser utilizadas por los radioaficionados. La elección del tipo más adecuado dependerá de distintos factores, sitio disponible, presupuesto, etc.

La antena más sencilla es el popular dipolo horizontal de media onda de longitud. Esta antena debe ser instalada horizontal y con sus extremos bien aislados, ya que precisamente en los extremos la tensión de R.F. alcanza su valor máximo. Será conveniente utilizar aisladores de plástico o cerámicos de la mejor calidad posible.

Para poder cubrir varias bandas con una misma antena, se añaden una serie de trampas que funcionan como interruptores, conectando o desconectando las distintas secciones del dipolo, según la banda de trabajo. Estas antenas tienen la ventaja de que solo necesitamos una bajada para el trabajo en varias bandas, pero la presencia de trampas implica ciertas pérdidas en la energía transmitida. En cualquier caso es una solución de compromiso ampliamente utilizada.

Si el espacio disponible es escaso, es posible inclinar ligeramente los dos brazos de un dipolo para formar una "V" invertida, pero no en exceso, ya que cuanto más cerremos la "V" mas tiende a cancelarse la radiación de las dos ramas.

Otro tipo de antena muy utilizado es la antena vertical. Esta antena también utiliza trampas para poder funcionar en distintas bandas y, normalmente, tienen

en su base unos radiales que hacen de plano de tierra, aunque se anuncian antenas verticales sin radiales. La antena vertical tiene la ventaja de que solamente necesita un mástil, por lo que es más fácil su elevación para alejarse de elementos parásitos que dificulten su funcionamiento.

Una instalación típica para H.F. estaría formada por un dipolo con trampas o dipolos separados para las bandas de 40, 80 y 160 metros, y una antena direccional para las bandas de 20, 15 y 10 metros, pudiendo incluir el funcionamiento en las bandas de 17 y 12 metros.

En cualquier caso es fundamental, cómo ya se ha indicado, que las antenas estén lo más altas y despejadas posible y en el caso del dipolo, con sus ramas horizontales.

LINEA DE TRANSMISIÓN.

La línea de transmisión conduce la energía entregada por el transmisor hacia la antena, que la radiará en forma de ondas de radio. La línea de transmisión más utilizada es el cable coaxial tipo RG-213 que tiene una impedancia característica de 50 Ohmios. También es posible utilizar otros coaxiales tales como RG-8, RG-58, RG-59, etc. con impedancias comprendidas entre 50 y 75 Ohmios.

Cómo es sabido, es necesario adaptar la impedancia de salida del transmisor a la de la línea, y ésta a la impedancia de antena para que la transferencia de energía sea la óptima. Es algo parecido al acoplamiento de tuberías, que deberán ser del mismo diámetro si queremos que no se derrame el agua.

La impedancia de salida de los transmisores con el paso final a transistores está normalizada en 50 Ohm. mientras que los que tienen el paso final a válvulas, al tener un circuito de salida en "PI" pueden trabajar con un cierto margen de impedancias de salida. Por eso, el tipo de coaxial más utilizado es el mencionado RG-213.

Consideremos ahora la adaptación de la línea de transmisión y la antena. Un dipolo horizontal en el espacio, tiene una impedancia de 75 Ohmios, por lo que la utilización de un cable coaxial de 50 Ohmios, en principio no parece adecuada. Otro punto a tener en cuenta es el hecho de que un dipolo es una estructura simétrica, mientras que un cable coaxial es asimétrico. Por lo anterior podemos pensar que no es conveniente utilizar un cable RG-213 para alimentar una antena dipolo, pero lo cierto es que no hay mayores inconvenientes.

La impedancia de 75 Ohmios de una antena dipolo en el espacio, se ve alterada por la proximidad de los distintos objetos que suele haber en su proximidad, tejados, vientos, chimeneas, etc., por lo que el único procedimiento para conocer su impedancia es la utilización de un Medidor de Impedancias conectado directamente a la antena. Como normalmente no disponemos de dicho Medidor, nos limitamos a conectar el coaxial a la antena sin más.

La desadaptación del cable coaxial asimétrico a la antena simétrica se corrige con el empleo de un “BALUN” (**B**ALanced-**UN**balanced) que es un transformador de R.F. con relación 1:1 con entrada asimétrica y salida simétrica. Este transformador está constituido por varios devanados de hilo de cobre sobre una barra de ferrita. Diversas descripciones de este dispositivo han aparecido en “RADIOAFICIONADOS” y otras publicaciones.

Es necesario tener en cuenta que el “BALUN” solamente funciona de forma satisfactoria cuando está conectado a una impedancia resistiva, que es la que presenta la antena en su frecuencia de resonancia. Cuanto más nos alejemos de ésta frecuencia de resonancia, aparece una componente reactiva que hace que el “BALUN” presente a la línea de transmisión una impedancia distinta de los 50 Ohmios nominales, con la consiguiente desadaptación y pérdida de potencia radiada. Así mismo, si se aplica al “BALUN” una potencia superior que aquella para la que fue diseñado, se producirán armónicos que podrán causar interferencias a otros colegas o servicios.

El “BALUN” se puede sustituir por un arrollamiento formado por unas diez espiras con un diámetro de quince centímetros, hecho con el mismo coaxial de alimentación. También es posible incluir unos toroides de ferrita en el cable coaxial, cerca de la antena. Estos dos procedimientos eliminan las corrientes parásitas que circulan por el exterior del coaxial y no tienen los inconvenientes del “BALUN”.

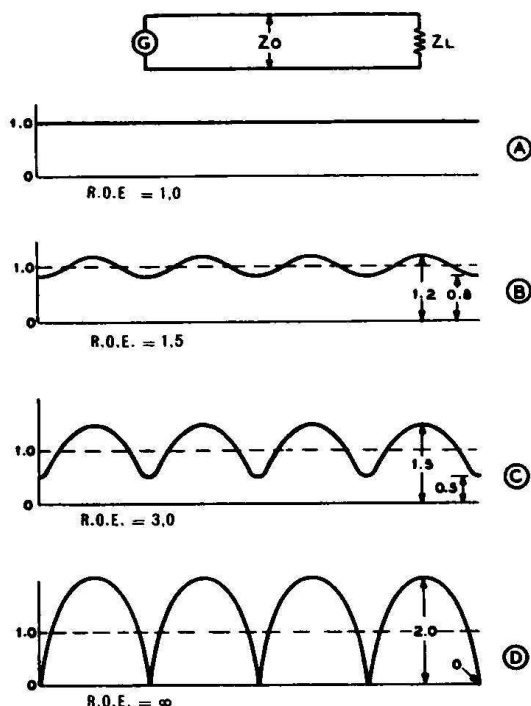
ONDAS ESTACIONARIAS.

Cuando la línea de transmisión está conectada a una carga (antena) que tenga una impedancia igual a su impedancia característica, toda la potencia transmitida por la línea es disipada por la carga, en el caso de una antena, radiada en forma de ondas electromagnéticas. A lo largo de la línea, la distribución de la corriente de radiofrecuencia es uniforme. Si la impedancia de la carga no es igual a la de la línea, parte de la potencia es reflejada por la antena hacia la línea. Esta potencia reflejada hace que la distribución de corriente a lo largo de la línea no sea uniforme y aparecen ondas estacionarias.

Lo anterior queda reflejado en la figura. Un generador “G” (transmisor) está conectado a una carga “Zl” (antena) mediante una línea que tiene una impedancia característica “Zo”.

Si la línea de transmisión está terminada o conectada a una impedancia igual a su impedancia característica, ($Z_o = Z_l$) no se producirá reflexión en el extremo de la línea y la distribución de tensión y de corriente será uniforme a lo largo de la línea, tal como se aprecia en el gráfico “A”.

Si la línea está terminada en una resistencia de valor distinto de la impedancia característica, gráficos “B” y “C”, habrá alguna reflexión, cuyo valor vendrá determinado por la magnitud de la desadaptación de impedancias. Cuando exista reflexión habrá ondas estacionarias (variaciones de tensión y de corriente) a lo largo de la línea.



Si el extremo de la línea está abierto o en cortocircuito, se producirá un 100 por 100 de reflexión en dicho extremo apareciendo sobre la línea ondas estacionarias de amplitud muy grande. Cada media longitud de onda se producirán nodos de tensión y también vientres de tensión que se corresponderán con nodos de corriente. Esta situación se aprecia en el gráfico "D".

Podemos observar que, aún en el peor de los casos, "D", donde la R.O.E. es infinito, (línea abierta o en cortocircuito), hay algunos puntos de la línea donde la distribución de la R.F. es la misma que cuando no hay ondas estacionarias, cómo ocurre en "A".

Esto quiere decir que es posible encontrar una cierta longitud de la línea para la que, aparentemente, no haya estacionarias. De ahí viene el error de algunos radioaficionados, que reducen la R.O.E. acortando la longitud de la línea.

Si la línea está bien adaptada a la antena, es indiferente su longitud, sin tener en cuenta las pérdidas propias de la línea, que en H.F. y para longitudes moderadas, es despreciable.

Lo anteriormente expuesto es aplicable a los latiguillos de interconexión entre el transmisor y el medidor de estacionarias. Este latiguillo puede tener cualquier longitud y no 49 centímetros como erróneamente se indica.

Otro punto muy importante a tener en cuenta es que la antena tenga las medidas correctas para la banda de trabajo. Si acortamos o alargamos la antena, podremos conseguir reducir las estacionarias, porque la impedancia de la antena será cercana a 50 Ohmios, pero no será resonante a la frecuencia de trabajo, con lo que el rendimiento será pobre. Es preferible tener una antena resonante a la frecuencia de trabajo, aunque haya estacionarias, que no tener estacionarias en la línea de transmisión y que la antena no resuene dentro de la banda de trabajo.

ACOPLADOR.

Es muy común la utilización de un acoplador en las bandas de H.F. situado después del medidor de R.O.E. Mediante éste dispositivo conseguimos, aparentemente, reducir la R.O.E. En realidad la reducción de la R.O.E. solo se produce en el tramo comprendido entre el transmisor y el acoplador, pero no entre el acoplador y la antena.

Los equipos que tienen el paso final transistorizado disponen de un circuito de protección que, en el caso de que la R.O.E. alcance un valor que pueda ser perjudicial para dichos transistores, reduce la potencia de salida.

El uso del acoplador hace que el transmisor vea una R.O.E. reducida, con lo que el paso final entregará toda su potencia, ya que los circuitos de protección no se pondrán en funcionamiento.

En el caso de un transmisor con el paso final a válvulas, no es imprescindible el uso de acoplador, ya que el circuito "PI" de salida, permite el ajuste dentro de un cierto margen de impedancias.

Todo lo anterior se puede resumir en lo siguiente:

- La antena debe estar lo más alta y despejada posible.
- La antena debe ser resonante a la frecuencia o frecuencias de trabajo. Una antena no resonante tendrá menor rendimiento.
- La longitud de la línea es indiferente si la antena está adaptada a la línea.
- Si al variar la longitud de la línea, por ejemplo, añadiendo un latiguillo, varía la R.O.E., es indicación inequívoca de que la antena y la línea no están bien adaptadas y por tanto no se produce una buena transferencia de la energía.
- No es imprescindible la utilización de un "BALUN", y en ciertos casos, puede ser perjudicial su uso. Es preferible un arrollamiento con el coaxial o utilizar toroides de ferrita
- Los latiguillos de interconexión pueden tener cualquier longitud práctica. El cable para los latiguillos puede ser mas fino, por ejemplo RG-58, que es más manejable que el RG-213.
- Con transmisores transistorizados, el acoplador permite que el paso final entregue toda su potencia, pero no elimina las estacionarias en la línea.

Espero que estas notas hayan servido para aclarar las posibles dudas sobre la instalación de antenas para H.F. Por supuesto quedo a la disposición de cualquier lector que necesite cualquier aclaración sobre lo aquí escrito.

Luis Sánchez Pérez. EA4-NH
Apartado 421, TOLEDO
Tlf. 606-383-140
Web: www.ea4nh.com
E-mail: ea4nh@ure.es