

## La banda de los 472 KHz y sus antenas

Recientemente nos hemos enterado de que la Administración había asignado a los radioaficionados la banda de frecuencias de 472 a 479 KHz, aunque con algunas limitaciones que en nuestro caso, el de los radioaficionados españoles, son un gran hándicap.

El caso es que la potencia radiada efectiva (p.i.r.e) por nuestra antena, no debe superar 1 vatio, pero dejan la puerta abierta para aumentar hasta 5 vatios a aquellas administraciones cuyas fronteras disten más de 800 Km de determinados países que aún se sirven de esa banda para servicios de radionavegación y tienen prohibida su utilización para otros fines. Uno de esos países que nos afectan directamente es Marruecos. Excepto una franja al norte de la península, (Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco, Navarra, norte de Aragón y de Cataluña) que superan la barrera de los 800 Km del punto más norteño de Marruecos, el resto de la Península se debe limitar a la emisión de 1 vatio. De todas maneras no creo que la Administración haga distinciones "sectoriales o comarcales" dentro de la Península y nos limite a todos los españoles a 1 vatio. El problema se planteará en Ceuta y Melilla que están "rodeadas" por las fronteras de Marruecos. ¿Podrán trabajar esta banda?

Bien. Todo esto ya se verá. El otro tema es el interés que haya suscitado esta noticia entre la comunidad de radioaficionados españoles. ¿Tanto lío de equipos necesarios y enormidad de antenas para radiar 1 vatio?. Además, ¿Qué queremos experimentar si esta banda lleva en servicio muchos años y es bien conocida? Sin ir más lejos, en Valencia se escucha (con un Kenwood TS 590) a Radio 5 de RNE en 485 KHz.

Bueno. Eso pensará la mayoría, incluido el autor de este artículo. Pero hete aquí que también existe una minoría de inconformistas, a los que les importa un bledo lo que hayan experimentado los demás y como Santo Tomás, ver para creer.

Así que vamos a trabajar esta banda. Si tenemos tiempo, posibles, algo de espacio, y ganas, ¿por qué no?.

Necesitamos dos cosas: equipo y antena.

Del equipo, habrá que cacharrear porque en la tienda parece que no hay o es difícil conseguirlo, así que tendremos que usar como receptor nuestro equipo de HF siempre que en recepción tenga banda corrida. El transmisor (de CW) habrá que fabricarlo y que suministre como mínimo 25 vatios para al menos, radiar 1. Hay bastante literatura en internet, con esquemas para dar y tomar, así que el único problema son nuestras manitas.

En cuanto a la antena, el tema es distinto.

La longitud de onda de 475 KHz (media frecuencia de la banda), es de 631 mts por lo que  $\frac{1}{4}$  de onda, que es la mínima longitud necesaria para que una antena vertical resuene por sus propios medios sería de 158 mts. Habría que descontar el efecto terminal pero estamos redondeando. Encima de nuestra terraza quedaría muy bonita llena de luces con sus balizas diurnas y nocturnas y los vecinos encantados. Queda una alternativa bastante peregrina, cual es la utilización de globos o cometas con la problemática que eso conlleva, pero no lo trataremos en este artículo. Utilizaremos una instalación con más permanencia en el tiempo y lugar como puede ser una antena vertical o monopolo. Pero el caso es que no somos americanos, nuestros jardines o parcelas se miden por metros y no por "acres" (aproximadamente hectáreas) y tenemos que rebajar nuestras aspiraciones. En este caso, las aspiraciones son principalmente la longitud o altura del radiador y la economía. Obviamente, queda descartada la terraza de nuestra casa.

Deberíamos recurrir a un monopolo corto y cargado, bien con bobina o capacidad en el tope o con ambos dispositivos.

Una altura manejable, podría consistir en una torre de 18 metros (Sólo un poco más larga que una de 15 metros que es más común) aislada del suelo que nos puede servir como ejemplo a aplicar a cualquier altura. Podríamos fijar una torre triangular con una dimensión del lado de 18 cm

Al ser un radiador tan corto al compararlo con la longitud de onda podemos considerar que la distribución de la corriente es lineal en vez de senoidal y así, simplificar los cálculos. Nos apoyaremos en las distintas capacidades por unidad de longitud de los distintos elementos que componen el radiador.

Usando la formulación existente (1) para una vertical corta sobre un plano de tierra perfecto, obtenemos los siguientes datos:

Resistencia de radiación en la entrada.-  $0'36 \Omega$

Reactancia en la entrada.-  $1860 \Omega$  capacitivos.

Asimismo, si consideramos una calidad de tierra real de valores medios de permeabilidad y conductividad, con un sistema de 32 radiales enterrados de 18 mts de longitud, obtendremos los siguientes valores:

Resistencia de radiación en la entrada.-  $0'3 \Omega$

Reactancia de entrada.-  $1823 \Omega$  capacitivos.

Para hacer práctico este sistema radiante, el primer paso consistirá en compensar la reactancia capacitiva incluyendo una inductancia de la misma reactancia, insertada en serie con el circuito de entrada.

Una vez compensada la reactancia, debemos considerar las diferentes resistencias de pérdida, introducidas por el sistema.

Los principales elementos que adicionan pérdidas, son:

Resistencia de la inductancia  $R_L$

Resistencia del conductor  $R_c$

Resistencia de aisladores y herrajes  $R_i$

Resistencia equivalente debida a la absorción de potencia de elementos parásitos situados en el entorno del radiador  $R_b$

Resistencia equivalente del sistema de tierra  $R_g$

Resistencia de pérdidas del sistema de adaptación  $R_t$

Resistencia equivalente por efecto corona en el extremo de los conductores  $R_c$ .

Aunque nos hemos referido al conjunto de elementos que introducen una resistencia de pérdidas que equivalen a la porción de potencia no radiada y disipada en calor, sólo consideraremos a efectos de cálculo, la resistencia del plano de tierra y la introducida por la inductancia añadida, despreciando el resto a fines prácticos dada su escasa entidad.

La figura 1 nos da idea de esta disposición.

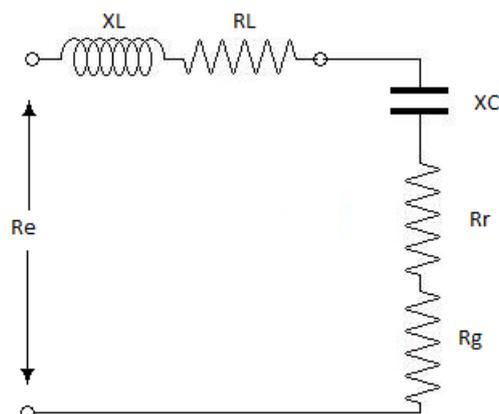


Fig. 1

El valor de  $R_L$  viene dado por la estimación del  $Q$  de la bobina que se asume de un valor de 300 para relaciones de longitud/diámetro de 1 a 2 aproximadamente y lo determina la fórmula:

$$R_L = \frac{X_L}{Q} = \frac{1823}{300} = 6 \Omega$$

Este valor de RL es la resistencia equivalente a la suma de las pérdidas presentes en la bobina, debidas al efecto pelicular, capacidad distribuida entre espiras y deformación del campo magnético ocasionado por la presencia de elementos ferro-magnéticos en las cercanías de la bobina

Así mismo, el valor de Rg se establece, apoyándose en gráficas empíricas, en 4 Ω por lo que la resistencia equivalente de pérdidas alcanza los 10 Ω.

La eficiencia de este radiador, será su rendimiento, o sea:

$$\eta = \frac{Rr}{Rr + RL + Rg} = \frac{0'3 \times 100}{0'3 + 6 + 4} \approx 3\%$$

Lo que significa que para radiar un vatio, tenemos que suministrar a la antena 33 vatios.

En caso de que tuviésemos permitido radiar 5 vatios, la potencia suministrada debería de ser 167 vatios.

Vemos que este montaje tiene un rendimiento paupérrimo. Por lo que tendremos que mejorarlo. La solución más práctica consiste en añadir un sombrero capacitivo en el tope o cúspide de la torre. Este sombrero puede estar compuesto en principio por 6 radiales conectados al tope del mástil e inclinados 45º y de una longitud óptima determinada mediante formulación.

Para una torre de 18 metros la longitud óptima de este sombrero es de 6'24 mts.

La resistencia de radiación será ahora de 0'72 Ω y la reactancia capacitiva será de 983 Ω.

Repitiendo cálculos, el valor de Rg será el mismo pero el valor de RL será  $\frac{983}{300} = 3 \Omega$

Y el rendimiento será del 9'3% por lo que para radiar 1 vatio necesitaremos 11 vatios y para radiar 5 vatios, harán falta 54 vatios. Estos son valores más fáciles de conseguir.

A la vista de estos valores, deberemos asumir que el rendimiento del sistema radiante para estas frecuencias siempre será muy bajo. Aumentar este rendimiento por encima del 10% supone un aumento desproporcionado de los costes, que sólo estarían justificados, si el sistema radiante se instala con fines estratégicos y no para uso de amateurismo (salvo capricho millonario, claro).

- (1) Los procedimientos de cálculo están descritos en el libro "Cálculo de Antenas" de este autor.

Armando García  
EA5ND(Ex EA5BWL)