

Potencia necesaria para alimentar una antena para una PIRE dada.

A raíz del artículo que también figura en este apartado de la WEB, "La banda de los 472 KHz y sus antenas", me percaté, tarde, de que había cometido un error al determinar las potencias que debíamos suministrar a la antena con la que estábamos haciendo los cálculos.

En él, decía que para radiar un vatio de PIRE, necesitábamos suministrar "unos 29 vatios al sistema de antena y que para radiar 5 vatios, la potencia debía ser de unos 143 vatios.

Esto fue un error de bulto, debido a transposición de unos números correspondientes a otros supuestos anotados en el mismo folio con diversas notas, por lo cual pido mil disculpas.

Pero, dado que no hay mal que por bien no venga, como dice el refrán, se me ha ocurrido plasmar en este artículo, el razonamiento seguido para averiguar qué potencia debemos suministrar a nuestro sistema de antena, cuando, como en este caso, la Administración nos constriñe a una potencia PIRE (1 ó 5 vatios) o en el caso de los 137 KHz, de sólo 1 vatio.

Recordemos que el concepto PIRE está referido a la "Potencia Isotrópica Radiada Equivalente".

Es decir: Se refiere a la potencia efectiva que debe radiar la antena al espacio, teniendo en cuenta su ganancia isotrópica (respecto al radiador isotrópico, que es un punto radiante de ganancia 1).

Bien. En principio deberemos definir nuestro sistema radiante. Como estas limitaciones se suelen implantar en bandas de LF y VLF, vamos a suponer que nuestro sistema está compuesto por un radiador vertical, normalmente corto para la frecuencia de trabajo, un sistema de plano de tierra y un dispositivo de ajuste de impedancias.

En el artículo aludido, decíamos que disponíamos de un radiador de 18 metros de altura, aislado del suelo y un plano de tierra.

Hemos dicho también que el plano de tierra introduce en el sistema una resistencia de adicional 4Ω estimados que la utilizaremos como dato.

También tenemos otra resistencia adicional que introduce la bobina de $623'5 \mu\text{H}$ que compensa los 1861Ω de reactancia capacitiva, presentes en los terminales de entrada y que con un Q de 300 nos daba un valor de 6Ω .

La suma de estas resistencias de pérdidas valía 10Ω .

Así mismo, deberemos fijar el resto de datos como son.

La frecuencia de diseño y la altura del radiador, que tienen un valor de:

Frecuencia: 475 Khz y

Altura física del radiador: 18 metros.

Bien. De estos datos primarios, se derivan estos otros:

De la frecuencia,

$$\text{Longitud de onda: } \lambda = \frac{300.000}{475} = 631'58 \text{ mts}$$

De la altura del radiador,

Altura física.- $H_0 = 18 \text{ mts}$

Altura eléctrica (un 5% mayor que la física).- $H = 18 * 1'05 = 18'90 \text{ mts}$

$$\text{Altura eficaz.- } H_e = \frac{H}{2} = \frac{18'9}{2} = 9'45 \text{ mts}$$

Altura angular (en grados)

$$H^o = \frac{360 \times H}{\lambda} = \frac{360 \times 18'90}{631'58} = 10'773 \text{ grados}$$

Y sus funciones trigonométricas:

$$\text{seno } H^o = 0'186918$$

$$\text{cos } H^o = 0'98237$$

Ahora debemos determinar la resistencia de radiación y la ganancia absoluta (referida a la del radiador isotrópico o unidad).

$$\text{Resistencia de radiación } R_r = 1600 \times \frac{H_e^2}{\lambda} = 1600 \times \frac{9'45^2}{631'58^2} = 0'3582 \Omega$$

La ganancia isotrópica, $G = \frac{120}{R_r \times \text{seno}^2 H^o} \times (1 - \text{cos } H^o)^2 = 2'978$. (Esta ganancia, lógicamente es menor que la de un monopolo de $\frac{1}{4}$ de λ que vale 3'28)

Ya tenemos todos los datos que definen nuestro radiador.

Ahora vamos a calcular las potencias.

Si tenemos en cuenta que solo podemos radiar 1 vatio y la antena tiene una ganancia de 2'978, deberemos suministrar al radiador una potencia que sea,

$$P_{\text{antena}} = \frac{P_{\text{PIRE}}}{G} = \frac{1}{2'978} = 0'3357 \text{ vatios.}$$

Por otra parte, sabemos que la potencia está relacionada con la intensidad y la resistencia, mediante, $P = I^2 \times R$ por lo que la intensidad eficaz presente en la antena será

$$I = \sqrt{\frac{P}{Rr}} = \sqrt{\frac{0'3357}{0'3582}} = 0'9681 A$$

Ahora bien. Esta intensidad eficaz, al circular por las resistencias de tierra y de la bobina,, disiparán

$$R \times I^2 = 10 \times 0'9681^2 = 9'3731 \text{ vatios},$$

luego el sistema de antena, entre la potencia disipada por el radiador y la consumida en las resistencias de pérdidas, necesita ser alimentado por $9'3731 + 0'3357 = 9'7089 \approx 10$ vatios en lugar de los 29 aludidos en el artículo citado. Debo reseñar que en este supuesto he considerado que el sistema de ajuste de impedancias está formado por solo una bobina en serie con los terminales de entrada de la antena. Así mismo, para radiar 5 vatios de PIRE, repitiendo este razonamiento, la potencia a suministrar sería de $48'5445 \approx 49$ vatios y no 143.

En el supuesto de que alimentáramos el sistema de antena a través de 50 mts de cable coaxial RG58 C/U que para esa longitud, perdería 0'5 dB a 475 KHz (1'12 veces la potencia de entrada), el transmisor debería proporcionar $9'7089 \times 1'12 = 10'87 \approx 11$ vatios para este caso, o 55 vatios en el caso de que el PIRE admitido fuera de 5 vatios.

Estos resultados, en realidad, difieren de los reales ya que sólo estamos compensando la reactancia de la antena con una única bobina pero no consideramos la adaptación de los (en principio $4'36 \Omega$) de resistencia de entrada (resistencia de radiación más resistencia de tierra) a los 50Ω . Esto es debido a que se pueden emplear diversos sistemas de adaptación (en "L", en "T", o en "PI") y cada uno de ellos introducen pérdidas de potencia distinta y no es interesante para nuestro propósito, contemplar el cálculo con cada uno de ellos. Siendo conocedor de esta limitación, asumo este error, ya que lo importante es la comprensión del cálculo de la corriente y potencia en la propia antena.

Espero que este procedimiento haya sido suficientemente claro y sencillo para el lector y vuelvo a pedir disculpas por el error de mi anterior artículo.

Armando García

EA5ND