

# Antenas y líneas de transmisión: rendimiento, eficacia y eficiencia. Resumen

Diego Doncel  
EA1CN  
doctorohmio@gmail.com



Tengo que decir que el artículo de junio y julio, original de Alfred, W6WQC (SK), es un poco largo (ladrillo) y denso para un principiante, que, en principio, anda algo perdido de resonancias, impedancias, estacionarias y cosas así; que lo que le ronda por la cabeza es pensar en una antena sencilla, barata y fácil de instalar para salir cuanto antes en radio; así pues, voy a resumir, ahora con mis propias palabras e ideas, un poco de lo que va el asunto de las antenas y las líneas de transmisión a que se refería dicho artículo.

## 1. Antes

A los principiantes les trae sin cuidado lo que hace un montón de años ocurría. Normal. Pero también hay que saber el origen de las cosas y el por qué las cosas son como son ahora.

Hasta mediados de los 80 o así, to-

dos o casi todos los equipos de HF que se fabricaban tenían el paso final, es decir, el último componente del transmisor hacia la antena, constituido por una lámpara, o dos, y tenían también un ajuste de la salida del equipo a la antena, digamos que como si tuvieran un acoplador interno. Eso (lo de las lámparas) obligaba a que el equipo funcionara directamente a la tensión de red doméstica (110 o 220 VAC), no a tensión continua como ahora de 13,8 VDC. Y, por otro lado, debido a ese sistema de ajuste en el paso final, se podía poner una antena de cualquier dimensión (lógica, por favor) y ajustarla. Con lo que la cosa era bien sencilla: uno montaba la antena más larga que podía poner y la ajustaba con esos mandos que

tenía el equipo. Realmente no estabas obligado a unas antenas de dimensiones concretas y precisas como ahora, pero, si las tenías, no pasaba nada.

## 2. Ahora

Esa forma de construir equipos no resultó rentable, obviamente, por razones de peso y otros motivos. Así que los fabricantes empezaron a hacer los equipos como son ahora, equipos cuyo paso final, es decir, el componente o componentes electrónicos finales que constituían el paso final, fueran a transistores. Además, ajustando esa etapa final a que tenga una impedancia de 50 ohmios, aproximadamente.

■ *“Una antena siempre tendrá un buen rendimiento si radia la potencia que le enviamos. Tanto si es corta, larga, fea o guapa, resonante o no. Y eso es cosa muy fácil, solo habría que considerar las pérdidas en la línea”*

Longitud Hilo m	1.8 MHz	3.5 MHz	7.0 MHz	10 MHz	14 MHz	18 MHz	21 MHz	24 MHz	28 MHz	50 MHz
54	5.2	1.6	1.1	1.1	1.8	1.3	1.6	1.7	1.2	1.5
53	4.65	1.2	1.2	1.2	2.1	1.4	1.4	1.5	1.2	1.1
50	3.5	1.1-1.7	1.3	1.6-1.7	1.6-1.9	1.8-1.9	1.1-1.5	1.5	1.1-1.7	1.1-1.5
45	3.2	2.2-2.6	2.4	2.4	1.4-1.6	1.3-1.4	1.1-1.2	1.4-1.5	1.1-1.6	1.0-1.6
41.5	3.4	2.7-3.5	2.6	1.6-1.7	2.0-2.1	2	1.6-1.7	1.5	1.5-1.7	1.1-1.4
35	3.3	3.8-3.9	1.2-1.4	1.6-1.7	1.6	1.8	1.6-1.7	1.4	1.1-1.7	1.4-1.5
30	2.8	3.0-3.5	1.6-1.8	2.3	1.8-2.0	1.3-1.4	1.1-1.3	1.7	1.1-1.7	1.1-1.7
27	2.8	2.5-2.8	2.1-2.3	1.8-2.0	1.2-1.4	1.9	1.7-1.8	1.4	1.5-1.7	1.2-1.6
22	2.2	1.7-2.0	2.8-2.9	1.2	1.8-2.0	1.4	1.4-1.6	1.1	1.5-1.7	1.0-1.4
18	1.6	1.6	2.0-2.1	2	1.4-1.6	2	1.0-1.1	1.6-1.7	1.2-1.4	1.4-1.6
16.2	1.6	1.4	1.4-1.6	1.5-1.6	1.1-1.2	1.9	1.2-1.3	1.1	1.7-1.8	1.0-1.2
15	1.5	1.2-1.4	1.3-1.4	2.4	1.2-1.3	1.6	1.6-1.7	1.4	1.4-1.8	1.5-1.6
13.5	3	1.1-1.3	1.1	2.1	1.7-1.8	1.3	1.7-1.8	1.6	1.1-1.3	1.2
11	2.2	1.0-1.3	1.2	1.3	2.0-2.1	1.6	1.2	1.7	1.6	1.5-1.6
9	3	1.1-1.5	1.6-1.7	1.2	2.1	2	1.3-1.4	1.2	1.6-1.8	1.3-1.5
7.5	3.2	1.6-1.8	2.2-2.3	1.6	1.4	2.1	1.8	1.2-1.3	1.2-1.3	1.4-1.5
6.5	3.5	1.5-2.0	2.0-3.0	1.7	1.1	1.8	2	1.6	1.4-1.5	1.3

Tabla 1. Longitudes no resonantes

Pero estos transistores son caros y muy sensibles a un mal funcionamiento del sistema; no como las lámparas que aguantaban ni se sabe. Si se rompen, sale cara su reparación. Entonces, pasan dos cosas: en primer lugar, que la salida de los equipos modernos tienen una impedancia fija de 50 ohmios. No es “variable” como antiguamente, lo que obliga a que todo lo que conectes a continuación del equipo y por el conector de antena tenga, en principio, una impedancia de 50 ohmios (línea de alimentación más antena). En segundo lugar, obliga (en la mayoría de los equipos) a que el transmisor tenga algún sistema de protección para que si se produce una muy grave desadaptación de impedancias y aquello se pone malamente, entre en funcionamiento una protección del paso final y no nos dé el disgusto de una avería gordita. Así son las cosas y así han transcurrido al cabo de los años.

### 3. Sentido común

Entonces, lo primero que te viene a la cabeza, con todo el sentido común del mundo, es que el conjunto cable coaxial más antena “presenten” ante el equipo una impedancia lo más próxima a 50 ohmios. Es decir, que el paso final del equipo transmisor “vea”, a través de su conector de salida (entrada de la antena con su coaxial), una impedancia lo más próxima posible a 50 ohmios, porque, si no, te pones de los nervios, mides la ROE (esto ya sabes lo que es, creo) y tiene un valor que no es muy bajo y te alteras y no vives y te pasas el día con el VNA recién comprado haciendo mil pruebas sin llegar a ningún resultado bueno. Y es que nos obsesionamos con la ROE 1:1. También ocurre que si este valor es un poco más alto de lo normal, el equipo se autolimita, se protege, como digo, para no darte un disgusto técnico-económico.

Así, muchos radioaficionados nuevos (y algunos no tan nuevos) andan siempre peleando con sus antenas para que tengan una impedancia de 50 ohmios (aproximadamente) y aquello funciona como creemos que debe funcionar. Y eso es una lucha sin cuartel porque, si quieres usar varias bandas, tendrás que tener varias antenas que presenten una impedancia de aproximadamente 50 ohmios; o una que se adapte a varias bandas al mismo tiempo, ya sean antenas con trampas, antenas llamadas “bigotes de gato” o antenas que tienen uso en diversas bandas pero no muchas, como las Windom y otras. Lógicamente, porque son bastantes las bandas de HF, y el cuerpo nos pediría una antena para cada banda o un conglomerado de antenas y trampas de mucho cuidado.

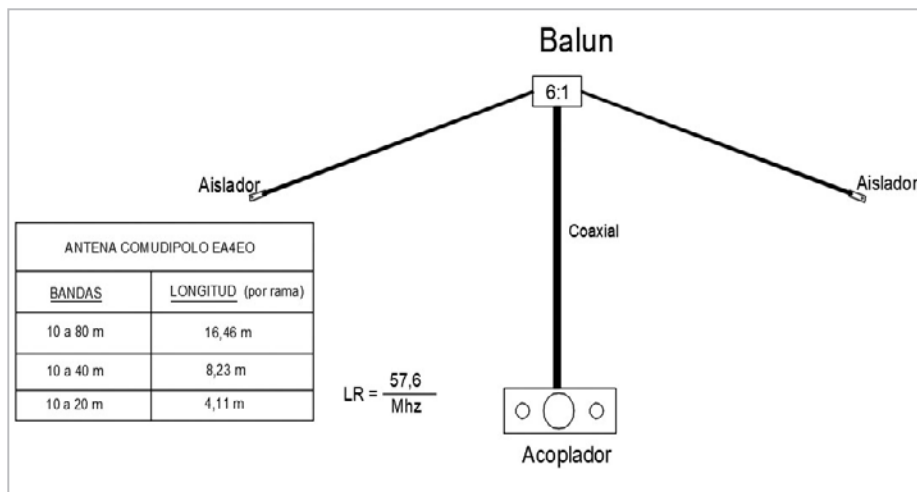


Imagen 1. Antena Comudipolo-4EO

■ *“Con los equipos a válvulas, debido a su sistema de ajuste en el paso final, se podía poner una antena de cualquier dimensión, con lo que la cosa era bien sencilla: uno montaba la antena más larga que podía poner y la ajustaba con los mandos que tenía el equipo. No estabas obligado a unas antenas de dimensiones concretas y precisas como ahora”*

#### 3.1 La antena de media onda

Este tipo de antena es el más popular, por la sencilla razón de que presenta una impedancia, a la frecuencia que vamos a usar y a la que está cortada, lo más próxima a 50 ohmios, como reza el coaxial y como dice el paso final del equipo. Así pues, todo perfecto. Nuestro equipo moderno, tan contento. Varias bandas, varias antenas de media onda o antenas con trampas que tengan medias ondas trampa arriba o trampa abajo. Realmente no es exactamente así, pero nos vale en principio para lo que viene a continuación. Y, claro, eso es un sin vivir o una antena de esas que “dicen” funciona en muchas bandas.

#### 3.2 Antena de longitud aleatoria

Una antena de este tipo se llama vulgarmente “Random”. Es una antena que no tiene media onda en ninguna banda de HF de radioaficionado. Hay una tabla de esas medidas (tabla 1). Sean de un solo brazo o de dos, es decir, *endfed* (alimentada por un extremo) o dipolo de dos brazos. En el caso de una *endfed* el valor más típico y usado (por razones cómodas de dimensión) es de 16,2 metros, pero hay otros; y en el caso de dipolo, como vimos en el artículo de junio, la Comudipolo-4EO (figura 1) podría ser de 8,23 m por rama, pero hay otros. Yo tengo de los dos tipos

de antenas: una para el campo y otra fija en casa. Aunque tengo otras también, muchas más (ver figura 2).

#### 3.3 ¿Y entonces qué?

Pues que el asunto (no el problema) de las antenas random es que no tienen una impedancia de 50 ohmios para las bandas que usamos en HF, y entonces darían problemas gordos en su uso con nuestro equipo cuya salida es de 50 ohmios; la ROE es alta (relativamente en algunos casos), y eso no nos gusta ni a nosotros ni al equipo.

Pero eso no es una desventaja, según se vea, porque hay una solución para que aquello se adapte a la impedancia del equipo que tenemos y que es de 50 ohmios. Esa solución es usar un acoplador: eso que llevaban dentro los equipos antiguos que mencioné arriba del todo, cuyo paso final era a lámparas y con un sistema de adaptación. Y este acoplador es un dispositivo que, ahora, tiene que estar fuera y tenemos que usar con las manos o que sea automático. Y tú estás pensando probablemente: “Pues mi equipo tiene acoplador incorporado”. ¡Toma y el mío también! Pero en un porcentaje elevado de casos este acoplador que trae el equipo moderno actual no es capaz de acoplar TODA la variación de cambios de impe-

dancia que se nos pone por delante con una antena random; generalmente solo acopla un poco, alrededor de los valores “deseados y próximos a 50 ohmios”.

### 3.4 Cosas que se dicen:

Oigo: “No, hijo, no, no pongas el acoplador, que se queda con la mitad de la potencia”. En 40 m por un veterano a un principiante.

Oigo también: “El acoplador no resuelve nada, además tiene muchas pérdidas”.

Y también: “Mientras menos chismes tengas por medio, mejor, antena de longitud fija y ya está; o si no, bigotes de gato”.

Y más: “Todas esas estacionarias te quitan potencia y se vuelven contra ti” (Jesús por Dios).

■ *“Hoy, los equipos llevan transistores en el paso final, caros y muy sensibles a un mal funcionamiento del sistema, lo que obliga a que el transmisor tenga algún sistema de protección para que, si se produce una muy grave desadaptación de impedancias, entre en funcionamiento una protección del paso final y no nos dé el disgusto de una avería”*

### 3.5 El bendito acoplador de antenas

El acoplador (no sintonizador, perdona), si es bueno, podría tener unas pérdidas de alrededor del 1 %, debidas a la resistencia de la bobina que use. Un 1 % son décimas de dB. Un 10% son menos de 0,5 dB. Nunca (muy malo habría de ser) para “quedarse” con un 50 %. ¿En dónde? ¿No dices que tiene pérdidas? Las pérdidas se convierten en calor. ¿Se calienta? Pensamos, algunos, que el acoplador es algo de la antigüedad y ahora no tiene sentido; y es lógico, estamos pensando que siempre tenemos que tener antenas sintonizadas, como sea, para que nuestro equipo “vea” siempre 50 ohmios. Eso parece. El inconveniente de los bigotes de gato, por ejemplo (habituales en algunas estaciones, incluso antiguas), es que ajustarlos es un demonio, porque unos ramales influyen en otros y, además, no vamos a conseguir más eficacia que con una sola antena y un acoplador, a pesar de lo que se crea. Por otro lado, ¿cuántos ramales piensas incorporar a los bigotes?, ¿para todas las bandas?

Un ejemplo es la (mi) Windom larga, que no “resuena” en, por ejemplo, 15 metros. Pero yo le saco el mejor partido, introduciendo o poniendo en funcionamiento el

acoplador del equipo. Aunque para 30 metros tengo que acudir a mi acoplador externo, porque mi moderno Kenwood no “llega” a ajustar a un nivel adecuado.

Quien piense que, porque se tenga una ROE elevada, el acoplador hace que el equipo no se “limite”, no las “vea”, y la potencia emitida se reduce y no “sale”, es tener los conceptos muy equivocados. Mejor leer *El ABC de las Antenas*, de EA3OG, biblioteca de la URE. Ahí te explica como “toda la potencia” se va a la antena y se emite; con todo el rendimiento, con toda la eficacia, si la antena está, como se decía desde siempre: “lo más alta, larga y despejada”. Bueno, esto no lo dice exactamente así, pero más o menos. Así ha sido siempre con las antenas no resonantes.

## 4. Asunto resuelto

Si quiero usar una antena que me sirva para (casi) todas las bandas de HF, pongo una antena de longitud *random* y un acoplador, y me quito de problemas de subir y bajar al tejado y otros muchos más. ¿Por qué no? Últimamente estoy aconsejando a aquellos principiantes que disponen de un espacio “normal” en la cubierta de su edificio un mástil para soportar una antena dipolo en V invertida de longitud *random*, léase Comudipolo-4EO. La idea es empezar con algo sencillo y útil que permita trabajar (es una forma de hablar) en todas las bandas de HF (la banda de 80 m y 60 m es cosa aparte, que se puede, pero es cosa aparte).

En mis muy frecuentes salidas al campo utilizo, además de una antena EFHW (*endfed* de media onda), una antena *random* con un unun 9:1 y el resultado es muy satisfactorio. Podría utilizarla sin el unun 9:1, conectándola directamente al acoplador, pero es más cómodo, para mí y para muchos, conectarla con una cierta longitud de cable coaxial. La verdad es que la utilizo cuando no me cabe la EFHW. Otras veces, usando la EFHW en otra banda no resonante, por ejemplo las WARC,

pongo en marcha el acoplador de mi Xiegu X6100 y disfruto de su uso sin problemas y con eficacia.

### 4.1 Rendimiento, eficacia y eficiencia

Es muy frecuente leer en los grupos (foros) a los principiantes la frase “¿Qué tal rinde esa antena?” o “El rendimiento de mi antena no es bueno”, “He cambiado de antena y esta rinde mucho más”. Mucho cuidado con la palabra. Un componente eléctrico o electrónico tiene buen rendimiento si utiliza la potencia que le enviamos con pocas pérdidas. Así que una antena siempre tendrá un buen rendimiento si radia la potencia que le enviamos. Tanto si es corta, larga, fea o guapa, resonante o no. Y eso es cosa muy fácil. Solo habría que considerar las pérdidas en la línea.

De la IA: en español, “eficacia” se refiere a la capacidad de lograr el efecto deseado o esperado, mientras que “eficiencia” se refiere a la capacidad de lograr ese efecto utilizando la menor cantidad de recursos posibles, como tiempo o materiales. Es decir, la eficacia se enfoca en cumplir los objetivos, y la eficiencia se enfoca en cómo se cumplen esos objetivos.

Una antena es eficaz si con ella realizas los contactos que deseas, si transmite la energía que le envías por la línea coaxial y llega a donde quieres y recibes las señales que esperas. Sea resonante o no a la frecuencia o en la banda en que estás transmitiendo.

Una antena o un sistema son eficientes si haces lo mismo con un mínimo de energía o de potencia, con menos pérdidas, o sea, si tiene un buen rendimiento.

Mi amigo Ángel, EA2ET, puso un comentario en un foro de la URE que lo dejaba fácil de entender.

*Efectividad, eficiencia.*

*Efectividad se refiere a la relación entre el objetivo y el resultado.*

*Eficiencia se refiere a la relación entre la energía entregada y la radiada en forma de onda electromagnética.*

*Parece lo mismo, pero no lo es; puedo tener una parabólica muy eficiente de 50 dBi de ganancia, pero si no apunto con precisión no será efectiva.*

Así, por ejemplo, si tienes una antena dipolo o *endfed* de una cierta longitud (larga a ser posible), será eficiente si la tienes bien alta y despejada, pero si la tienes “diferente” será eficiente, pero no eficaz; rendirá, pero no tendrá eficacia.

Por ahora nada más. Hasta un próximo capítulo en el que hablaremos de las potencias que usamos y el desperdicio de las mismas.■

(\*) EA4EO. Jorge Dorvier (SK) era un prestigioso radioaficionado con el que charlé alguna vez; como anécdota diré que toda su estación estaba formada por equipos, accesorios y antenas hechas por él.