

# ANTENAS DE HILO LARGO

Por **Luis A. del Molino, EA30G**

Hace unos meses, un colega radioaficionado (cuyo indicativo desgraciadamente no recuerdo ahora), se presentó en la URB (la sección territorial de la URE en Barcelona), y nos planteó un problema muy original.

Por lo visto, había sido consultado para averiguar qué posibilidades había de conseguir enlazar, desde España, con una expedición al Everest.

Estuvimos hablando largo rato de las dificultades de la propagación en esta época del ciclo solar, y de la distancia entre España y el Nepal, la cual, según el libro de guardia, es de 7.900 Km. Como esta distancia supera la longitud de un rebote normal en la ionosfera, que acostumbra a oscilar entre 3.000 y 4.000 Km, las posibilidades de contacto se reducirían normalmente a menos de una hora diaria, al atardecer o al amanecer, sobre todo en la parte baja del ciclo solar en la que ahora estamos. Pero a este problema podría responder, mucho mejor que yo, Francisco Dávila, EABEX, al que le proponemos el ejercicio para un próximo artículo. En nuestra charla, la discusión se centró enseguida en el tema antenas y ahí estuvimos considerando la posibilidad de montar un mástil telescópico, fácilmente transportable, mejor que una torreta, y la instalación de una directiva en su parte superior. Se habló de los rotores y de la posibilidad de que se congelaran y no funcionaran, de las baterías y su bajo rendimiento a bajas temperaturas, de los generadores y del combustible para alimentarlos. Todo parecía poco para conseguir el contacto y poder dar información rápida y precisa de los avatares de la expedición a sus familias.

Ya nos despedíamos, acabando de comentar las dificultades que se presentarían, cuando uno de los presentes, Paco Alomar, EA3AFH, comentó lo fácil que sería instalar un hilo largo en la montaña dirigido hacia España y con una gran ganancia, cuyas prestaciones sólo dependerían del espacio disponible para instalarlo, y que tendría la ventaja de que solamente necesitarían llevarse un buen carrete de cable, y poca cosa más.

La idea nos gustó tanto, que nos pusimos a pensar cual sería la mejor combinación de hilo largo para instalar en el Everest, y esto nos sirvió para que cayésemos todos en la cuenta del extraordinario rendimiento, pocas veces aprovechado, de las antenas de hilo largo.

Como estas ideas creo que son aplicables a muchos otros casos concretos, vale la pena, a mi juicio, dedicarles un artículo. Por ejemplo: el hilo largo es la mejor solución para todos aquellos radioaficionados cuya principal actividad es comunicar con Hispanoamérica, y disponen de un buen trozo de terreno en el que se podrían lanzar hilos largos con varias longitudes de onda. Incluso podría ser muy interesante para aquellos que diversifican sus contactos en dos o tres direcciones preferentes: los W por el Noroeste y los JA por el Nordeste; podrían instalar varios hilos largos conmutables desde la propia estación.

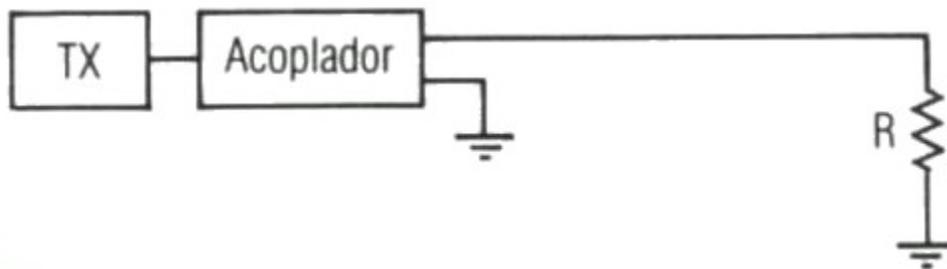
Demasiadas veces olvidamos las grandes posibilidades de los hilos largos, muy superiores al de las Yagis, con un coste que puede ser muy inferior a las de esas carísimas antenas, tan habituales hoy en día, y que, por su elevado precio, casi hemos llegado a considerar erróneamente, como indispensables.

Pero, para empezar a plantear el tema, hay que examinar primero el comportamiento de un hilo largo, pues es la base de muchas otras variantes.

Primero hay que aclarar que hay dos tipos fundamentales de antenas con hilos largos: a) aperiódicas y b) resonantes.

**a) Aperiódicas** o antenas que terminan en una resistencia de carga y que, por consiguiente, se comportan como una línea de transmisión sin ondas estacionarias y no son resonantes.

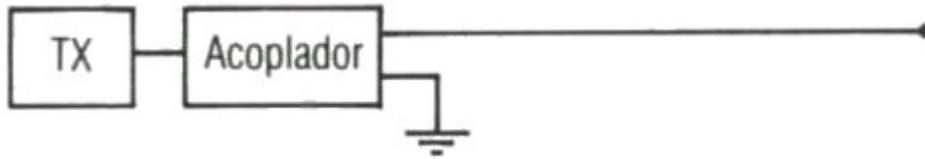
O sea que son antenas aperiódicas y en las que la onda viaja en una sola dirección. Puesto que no se refleja la onda eléctrica en su extremo (no hay rebote), son marcadamente unidireccionales, tanto en recepción como en transmisión.



Su longitud no será nada crítica y podrá tener cualquier medida, con tal de que sea superior a un par de longitudes de onda. Además, por esta causa, pueden funcionar en una amplia gama de frecuencias sin limitación por arriba (frecuencias más altas), mientras que, por abajo (frecuencias más bajas), quedarán limitadas por longitudes de onda tan grandes que ya no se produzca el efecto hilo largo.

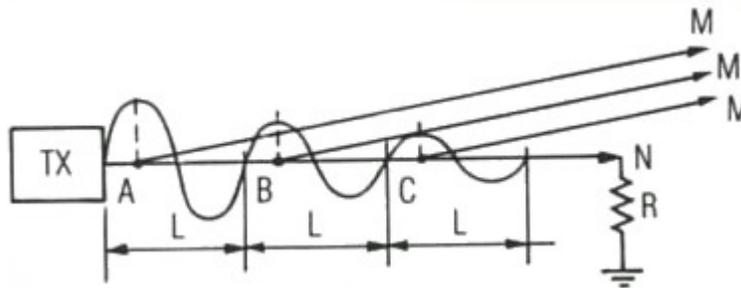
A este tipo de antena se le denomina antena Beverage, y se emplea preferentemente en recepción, puesto que en esta modalidad, las pérdidas en las tomas de tierra no son importantes y afectan poco a la recepción.

b) Resonantes o antenas que no terminan en una resistencia y en las que se produce un rebote de la onda eléctrica en el extremo. Son antenas resonantes y marcadamente bidireccionales, puesto que responden a ondas que llegan tanto por un extremo, como por el otro.



Su longitud tendrá que ser cortada a un múltiplo de  $\lambda/4$  para que se produzca un nodo de corriente en el punto de alimentación y presente una impedancia de resonancia adecuada para acoplarla a un transmisor, aunque, con un buen acoplador, cualquier longitud es acoplable, y si no lo es, se modifica en unos cuantos metros y listos.

Según la aplicación que queramos para la antena, escogeremos un tipo u otro, pero mis preferencias se van indudablemente a las terminadas en resistencia, puesto que sus longitudes no son críticas y pueden funcionar en una amplia gama de frecuencias, sin necesidad de utilizar acopladores, y su unidireccionalidad les da una relación frente / espalda increíblemente elevada. La cualidad fundamental del hilo largo es la ganancia que se consigue aumentando su longitud. Contra más largo, mayor es el efecto de directividad, y con él, la ganancia, que se deriva por completo de la directividad ( figura 10 ). Para explicar este fenómeno, vamos a suponer que tenemos un hilo largo de tres longitudes de onda completas.

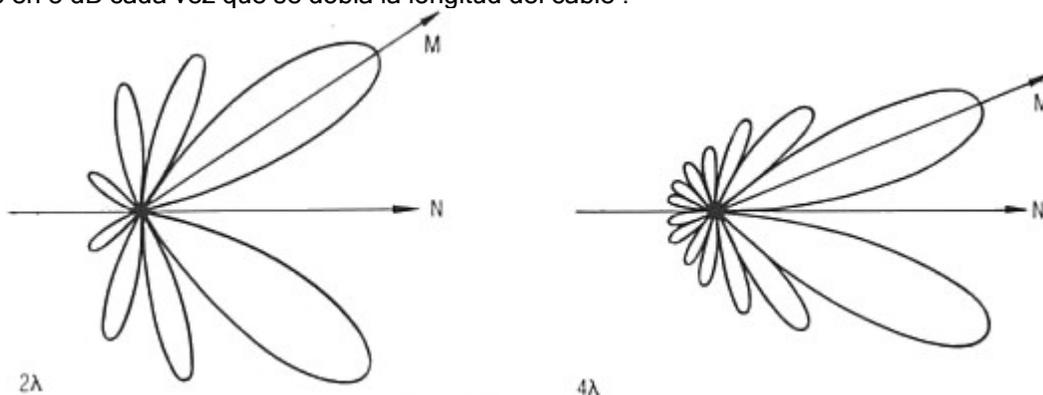


La onda eléctrica lanzada por el transmisor va perdiendo energía, en forma de onda electromagnética, a medida que va pasando por A, B y C.

Pero esta energía se pierde de la misma forma en A, en B y en C; es decir, con la misma polaridad o fase, de forma que si consideramos una dirección M que se aparta ligeramente del cable en dirección N y por el espacio en dirección M.

La distancia entre A y B, y entre B y C, es de una longitud de onda. Eso quiere decir que, cuando lo radiado por A en dirección M llegue a B, se sumará en fase la onda A con la que en aquel momento se genera en B, y cuando pase por C, también se le sumará en fase la onda generada por C.

Por consiguiente, irá aumentando su amplitud, siempre que la dirección M se aparte de la dirección N del cable, puesto que el propio cable no puede radiar hacia la punta, pues no hay campo eléctrico ni magnético generado en la dirección exacta del extremo. La ganancia se produce en direcciones próximas a la del cable y podemos estimar muy groseramente en 3 dB cada vez que se dobla la longitud del cable .



La resistencia final R está puesta para impedir el rebote en el extremo de la onda eléctrica, es decir, para absorber la potencia que aún no haya sido radiada y para que no nos devuelva potencia reflejada hacia atrás (onda estacionaria en la antena).

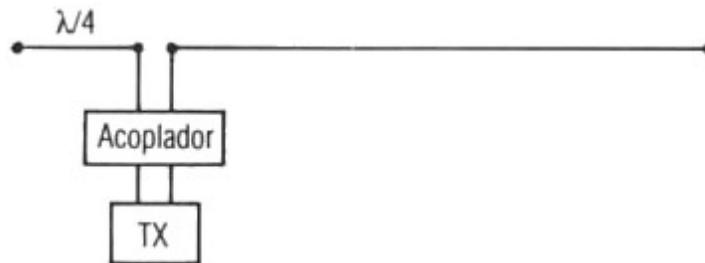
¿Qué potencia tendrá que absorber la resistencia? Pues, generalmente, si el cable tiene más de dos longitudes de onda, se considera que, hasta R, sólo llega como máximo  $1/4$  de la potencia radiada, o sea que R sólo es necesario que disipe un cuarto de la potencia del transmisor. Si el hilo tiene varias longitudes de onda (4 ó 5), seguramente

bastará con una resistencia de carga que disipe una décima parte de la potencia emitida, pues el resto se habrá desprendido del cable en forma de onda electromagnética.

Una complicación de la antena de un solo hilo es el tener que conseguir una toma de tierra eficiente en el transmisor, y en el extremo de la línea, si la queremos aperiódica o no resonante.

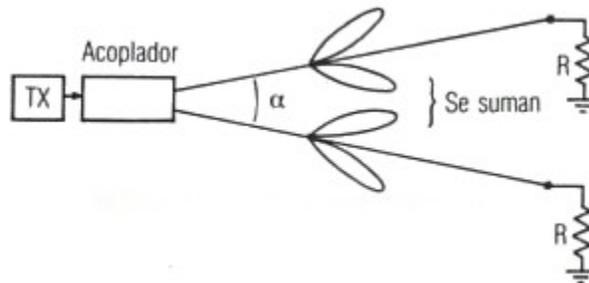
Por eso, generalmente, en antenas de un solo hilo, se prefiere la configuración resonante, cuya resonancia se modifica a cualquier frecuencia por medio de un acoplador de antena, mientras que la toma de tierra del transmisor se simula con un radial de  $\lambda/4$ , o varios radiales si se prefiere.

Pero también el radial se puede situar elevado de la misma forma que la antena, aumentando el efecto direccional del hilo largo con la mayor longitud en la misma dirección.



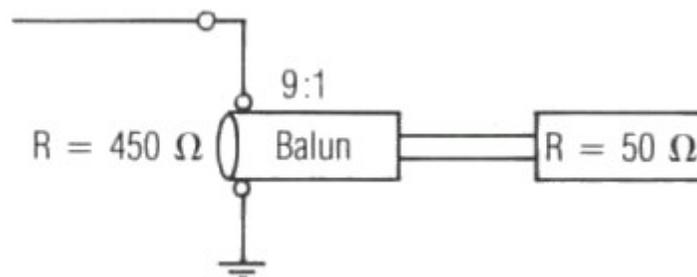
El problema del radial se puede soslayar con un doble hilo largo, que además puede mejorar su ganancia en casi 3 dB, con un gasto de espacio (que no de cable) muy moderado: la antena V.

La V consigue la suma, con el ángulo apropiado, de los lóbulos de dos antenas de hilo largo, de forma que los lóbulos laterales se sumen adecuadamente. El ángulo de apertura dependerá de la longitud de las dos ramas, así como su ganancia (figura 6). Como ya tenemos dos ramas, nos hemos evitado el problema del radial de  $\lambda/4$  en el transmisor y de la posible toma de tierra.



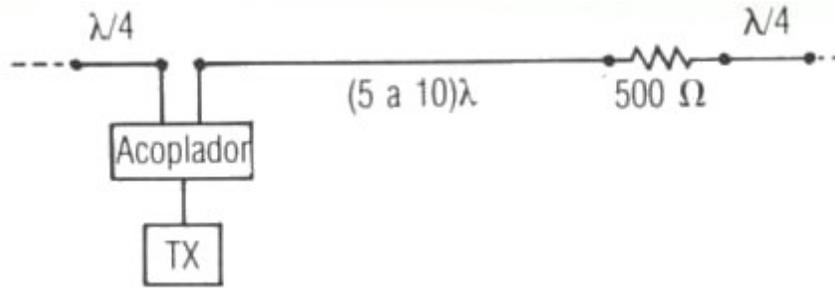
Desgraciadamente, la antena V no se presta tan fácilmente a terminar en una resistencia, pues necesitaríamos una para cada rama, lo cual encarecería nuestro diseño.

Pero, para los que no tengan problemas económicos, os propongo un sistema un poco caro, pero fácil de conseguir. La impedancia de un hilo largo, como línea de transmisión, dicen que está sobre los 400 a 600 ohmios, por lo que podríamos conseguir un resistencia de carga apropiada para que no haya reflexiones, con una resistencia se carga artificial comercial para 50 ohmios, con un balun multiplicador de 1:6 o 1:9, de los que se utilizan en las antenas Windom.



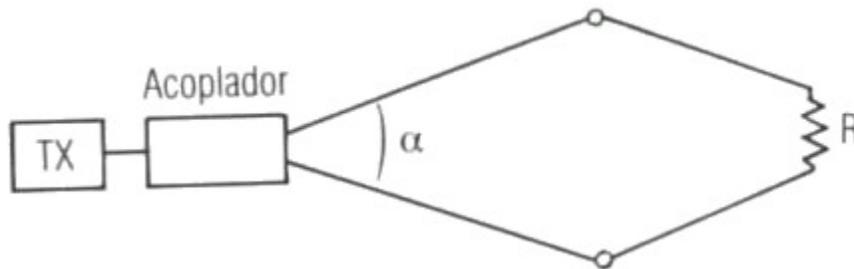
El sistema sería un poco caro si utilizamos una carga para terminar cada rama, aparte de los inconvenientes de tener una toma de tierra en cada extremo.

Pero también hay una solución práctica, utilizando una resistencia combinada con una línea de  $\lambda/4$  que simule la toma de tierra.



Entonces se pensó si habría alguna forma de volver a juntar las dos ramas, para no tener que usar más que una resistencia de carga final. De ahí se inventó un sistema mejor: la antena rómbica.

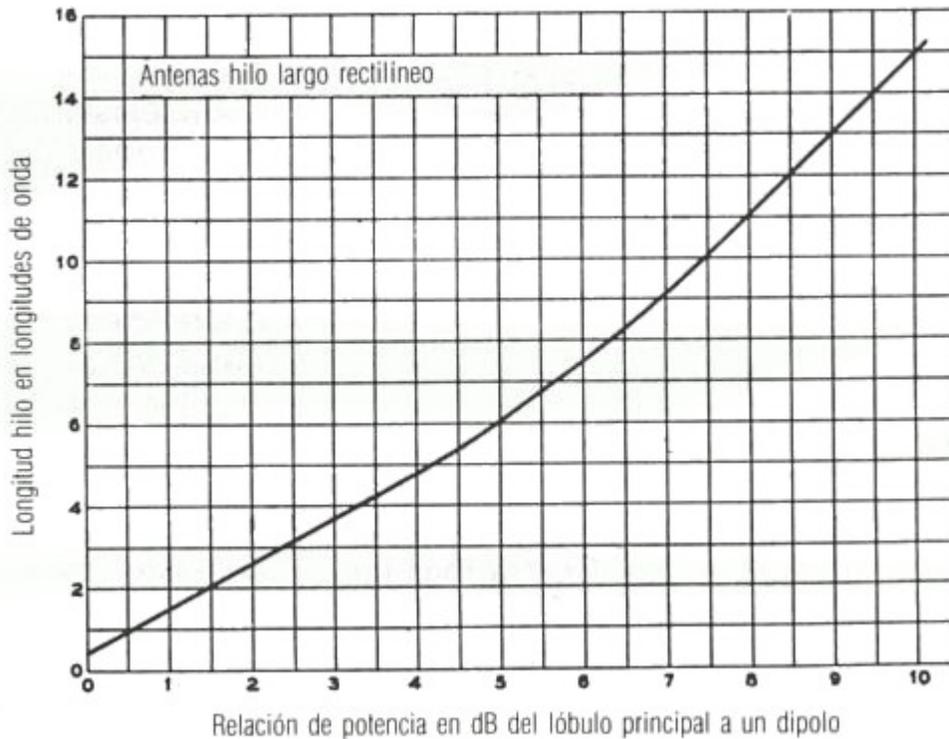
Con esta antena conseguimos volver a juntar los extremos de las dos ramas, de forma que podamos poner una única resistencia de carga en su extremo final, al mismo tiempo que casi doblamos la ganancia (+3 dB) de la V primitiva, aunque ahora necesitaremos un espacio que sea doblemente largo.



Lo que simplificamos, en cuanto a resistencia de carga, lo perdemos en cuanto al doble espacio y cable que ahora necesitamos.

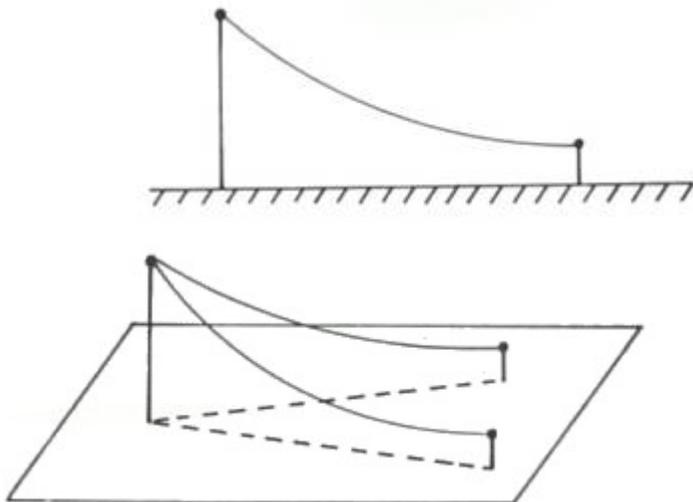
La segunda V, que transforma la primera V en una rómbica, sigue radiando en la misma dirección que la primera, puesto que la onda viaja en la misma dirección y los dos lóbulos de las V (uves) se suman en la dirección de radiación aunque las V tengan una forma opuesta.

Refirámonos ahora a la relación entre la longitud de un hilo largo y la ganancia.



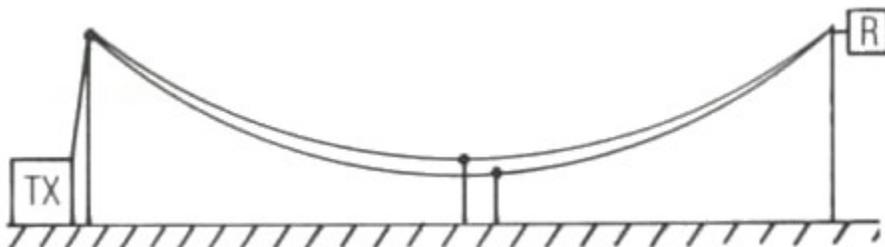
Si en vez de un hilo largo, tenemos dos formando una V, siempre que el ángulo de abertura sea el adecuado para su longitud, podemos estimar que la ganancia aumenta en más de 2 dB y en menos de 3 dB. Eso sería la V. Si, en vez de una V, tenemos dos uves (V) opuestas formando una rómbica, también podemos estimar que la ganancia aumenta otra vez entre 2 y 3 dB. Teniendo en cuenta estos factores, podemos ver que, con un espacio de 100 m, podemos

conseguir una ganancia en 14 MHz de más de 10 dB, que iguala la ganancia de la mejor de las Yagis monobandas. Sin embargo, los hilos largos tienen un problema que no he mencionado: la altura del hilo sobre el suelo. Como todas las antenas horizontales, su ángulo de radiación vertical depende absolutamente de su altura relativa sobre el suelo medida en longitudes de onda. Ya os podéis imaginar lo difícil que puede ser mantener un cable de 100 metros de longitud suspendido a 1/2 longitud de onda en 20 metros, o sea a 10 metros de altura. Íbamos a necesitar más mástiles que una goleta. Pero para eso hay una solución que no es del todo correcta, pero que funciona en la práctica: podríamos llamarla el «Hilo Largo Sloper», recordando que se llama sloper a la antena que tiene una posición inclinada intermedia entre la horizontal y la vertical. Esto nos daría pie a dos soluciones.



Al inclinar el cable hacia abajo, conseguimos que uno de los lóbulos que rodean la extremidad del cable se acerque a la horizontal y bajamos el ángulo de radiación de una forma un poco mecánica y simplista, pero que da mucho resultado. Al mismo tiempo, dejando caer el cable, con la forma llamada de catenaria, nos ahorraríamos todos los soportes intermedios que habríamos tenido que poner para soportarlo por el camino. Solamente que ahora tenemos que poner un solo mástil más alto del que desciendan una o dos ramas.

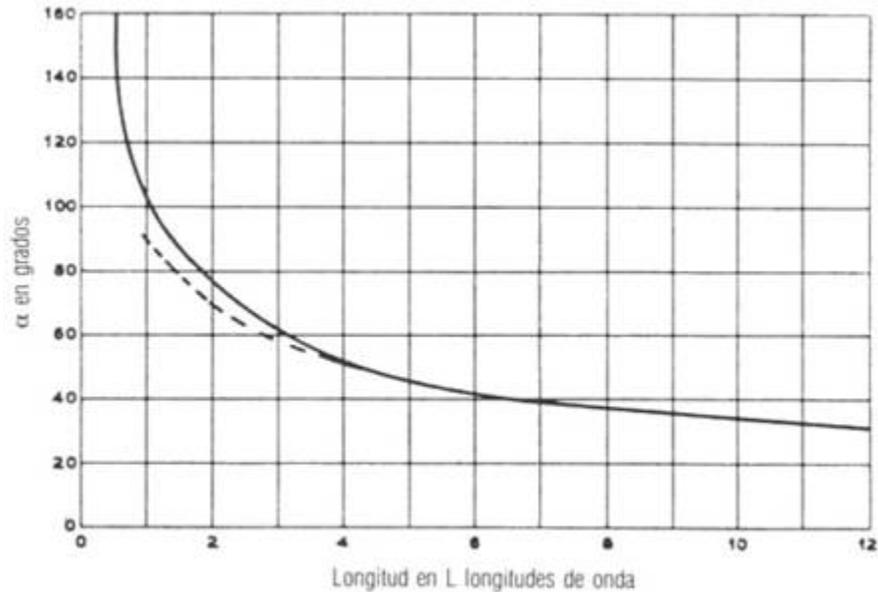
Finalmente, también sería realizable una antena rómbica sloper de la forma que se contempla en la figura 13, necesitando solamente dos mástiles elevados en los dos extremos, y unos pequeños mástiles intermedios para elevar el centro de la antena; es decir, los puntos en que se unen las dos ramas de las V (uves).



Me olvidaba de comentar cuál es el ángulo óptimo de abertura para la antena V, ángulo que será idéntico para la rómbica, en sus dos V (uves) que la forman.

Como he dicho antes, la forma de los lóbulos y su ganancia, depende siempre de la longitud del hilo largo que compone cada rama.

Así pues, para cada longitud, hay un ángulo de abertura óptimo, ángulo que permite obtener la máxima ganancia dada la longitud del cable, como se muestra en la figura.



En cuanto a la resistencia de radiación que encontramos en el punto de alimentación es más elevada que la dc, un dipolo y se encuentra generalmente entre 130 y 150 ohmios, si la antena es, resonante, y entre 150 y 200 si la antena termina en una resistencia de carga. Esto exigiría algún tipo de transformador de impedancias. Un balun de 1:4 si pretendiéramos alimentarla sin acopiador con cable de 50 ohmios, que multiplicado por 4 sería el que nos daría el valor más cercano a 150-200 ohmios, con lo que la ROE sería mínima en el cable de alimentación.

Que conste que siempre me he quedado con las ganas de probar una buena antena de hilo largo, pero espero que algún lector me dé la oportuna dudad de verla funcionar con mis propios ojos, sin tener que ir al Everest.

---

Artículo publicado en CQ Radio Amateur, núm. 30, Mayo 1986.

Este artículo fue proclamado como «El mejor artículo del Año» en la I edición de los Premios CQ de 1987.

---