

## ANTENA EH PARA RADIOAFICIONADOS

### **Introducción**

La Radioafición ha sido el lugar de nacimiento para muchos descubrimientos e invenciones importantes. Yo he contribuido con algunos de esos y me he beneficiado de otros en los últimos 56 años, en que he mantenido la misma licencia W5QJR. Aunque he presentado anteriormente nuevos principios a los radioaficionados (incluyendo el puente de ruido de antena en 1967 y la pequeña y de gran rendimiento antena loop en 1984), ahora tengo el privilegio y la oportunidad de presentar uno más, uno que beneficiará a cada radioaficionado.

He inventado y patentado un nuevo principio de antena llamado la Antena EH. Note que es un principio, más que una antena en particular, y es por lo tanto aplicable a todas las antenas.

¿Qué hará para los radioaficionados? Permitirá la reducción en el tamaño de la antena, el aumento de la eficiencia, el aumento del ancho de banda, la reducción del ruido del receptor, y virtualmente eliminará la EMI (Interferencia Electro Magnética). Puede ser que no todas esas virtudes sean importantes para usted, el lector, pero una que sea importante justificará usar una antena que tenga algo más, en uno o todos estos aspectos.

¿Suena demasiado bueno para ser cierto? Muchos lo han dicho hasta que realmente usaron una antena EH. Sí, usted puede comprar una en la fábrica de Italia o Japón, pero más importante que esto es que usted puede construir su propia antena EH con muy poca inversión de tiempo y dinero. Incluiré detalles en este artículo. Además de ser capaz de construir una Antena EH, esta es un área nueva para la experimentación que puede ser disfrutada por todos los radioaficionados. Ahora usted puede construirla convenientemente y probar una antena para frecuencias bajas como 7MHz en la cabina de transmisión, o sala de la radio.

### **El principio**

Todas las antenas hasta la fecha (exceptuando las CFA) están basadas en el principio de Hertz, de alambres resonantes. Desafortunadamente, estas antenas Hertz tienen los campos E (eléctrico) y H (magnético) muy grandes y cercanos a la antena y no irradian, según el Vector de Poynting, hasta que los campos han viajado en el espacio (una distancia de 1/3 de la longitud de onda) alejándose de la antena. Esta distancia es conocida como el límite entre el campo cercano y el campo lejano de la antena. La antena EH crea la irradiación del Vector de Poynting en la misma antena, así, en esencia, acerca el campo lejano a la antena. Esto efectivamente reduce el tamaño de los campos E y H a la esfera física de la antena. Dado que los campos E y H se han reducido en magnitud, la EMI se ha eliminado virtualmente. Cuando se usa para recepción, la antena EH permite la transformación de la energía recibida en señales que alimenta a los terminales del receptor, pero no permite que los campos locales E o H sean transformados en señales, así "el ruido" se elimina. Examinaremos cada una de las virtudes de este nuevo principio para permitir al lector comprenderlo y ser capaz de aplicar este novedoso principio a su propia antena.

### **El tamaño de la antena**

Una antena pequeña irradiará como una antena grande *si usted puede alimentarla adecuadamente*. Cuando un cable (o elemento) de la antena (2 elementos hacen un dipolo, o antena horizontal, y un solo elemento contra el terreno hace una antena de plano de tierra, o antena vertical). Siguiendo, cuando un elemento de la antena se acerca a 1/4 de la longitud de onda, llega a ser resonante, significando que el valor de la capacitancia propia iguala a la inductancia propia de la antena. Si el cable llega a ser muy corto comparado a la longitud de onda en la frecuencia activa, hay muy poca inductancia y muy poca capacidad. Y así, una gran bobina de carga externa se necesita para restaurar la resonancia. Desafortunadamente, como el tamaño de la antena se reduce, también se reduce la resistencia de radiación. La bobina de carga tiene una resistencia de pérdidas y esta resistencia puede ser mucho más grande que la resistencia de

radiación, y así, la eficiencia total de la antena llega a ser muy baja. Por ejemplo, una antena móvil para 80 metros con una gran bobina de carga central es tan poco eficiente como un 3%. Si la capacidad de esta antena corta se aumenta haciendo el diámetro de los cables más grandes, la inductancia de la bobina de carga se reduce, así se aumenta la eficiencia. Sin embargo, dado que la resistencia de radiación permanece baja, la eficiencia se ha aumentado, pero permanece baja.

Ahora, si nosotros pudiéramos aumentar la resistencia de radiación de una antena pequeña, podríamos tener la galletita y haberla comido. Afortunadamente, podemos convertir cualquier antena en una Antena EH, permitiendo que, aunque la longitud de los elementos sea corta, el sistema de antena tenga una eficiencia alta. ¿Cómo podemos convertirla en una antena EH? Presentaremos esa información luego, después de observar otras virtudes.

### **El ancho de banda**

Las antenas cortas cargadas y los lazos (loop) pequeños se distinguen por su ancho de banda estrecho. El ancho de banda es la relación entre la inductancia de sintonía (bobina de carga) y la resistencia del sistema de antena (la suma de la resistencia de radiación y de la resistencia de pérdida, incluyendo la resistencia de pérdida en la bobina). Hemos explicado ya que la bobina de carga puede reducirse significativamente si la capacidad natural de la antena se aumenta. Así, por reducir la necesaria inductancia de sintonía y aumentar la resistencia de radiación, podemos tener una antena de banda ancha, usualmente llamada como una antena de bajo Q. En este caso Q no es el factor calidad, es simplemente la relación de la frecuencia de resonancia y el ancho de banda, y también la relación de la reactancia inductiva de la bobina de sintonía a la resistencia de la antena.

En este caso, un Q bajo es bueno. Hay casos especiales donde se incorpora una resistencia externa para bajar el Q (aumenta el ancho de banda) sacrificando la eficiencia. Nosotros nos decidimos por ambos: Q bajo y eficiencia alta.

### **El ruido**

Cuando una antena se usa para recepción, nosotros preferiríamos no oír el ruido generado por motores, espurias de la línea de poder, u otras formas de ruido de campo E o H, incluyendo las descargas de los relámpagos. Este tipo de ruido no es producido por radiación, sino más bien por la presencia de un campo E o H local. Cuando una antena está en presencia de un campo E o H, el conductor desarrollará una corriente que se alimenta al receptor como ruido. En el caso de una Antena EH, únicamente las señales irradiadas se convertirán en energía aplicada al receptor. Nuevamente, esta será obvio luego.

Por esta vía, hay tres componentes que llegan desde un relámpago, un campo radiado y grandes campos E y H. La antena EH puede rechazar los campos E y H. El campo radiado ocurre primariamente en frecuencias muy bajas, con grandes armónicas. Si los campos E o H son excepcionalmente fuertes, producirán mucho menos ruido que en una antena convencional, pero todavía pueden sobrecargar el receptor.

### **EMI**

Un campo E o H, no una señal irradiada, normalmente ocasionan interferencia electromagnética (EMI). Esta es una acción similar al ruido que se discutió antes. Sin embargo, en este contexto estamos discutiendo "el ruido" producido desde la antena. En el caso de una antena Hertz, los campos E y H son muy grandes para permitir que combinándose estos campos se cree la radiación del Vector de Poynting a una gran distancia desde la antena. Los campos E y H de la antena EH están dentro de la esfera de la antena, dado que el campo irradiado se crea en la antena. Los campos pequeños virtualmente eliminan la EMI. Las pequeñas antenas tienen un aspecto adicional: como la fase es correcta únicamente sobre una gama de frecuencia relativamente estrecha, estas antenas virtualmente eliminan las armónicas.

### Implementando el principio de antena EH

Por ahora usted está diciendo ¡epa!, ¿es esta nota escrita el 1 de abril una broma? ¿Cómo podemos mejorar las antenas Hertz que existen desde hace alrededor de 120 años? Simplemente alineando los campos E y H de la antena para que estén en fase, y la radiación Vector de Poynting ocurrirá en la antena, no a cierta distancia en el campo lejano. ¿Y cómo hacemos esto? Simplemente agregando el desfase apropiado entre la fuente y la antena. Realmente, una vez que la antena se ajusta a resonancia, necesitamos solamente agregar un retardo de fase de 90 grados. Hay muchas maneras para hacer esto, pero yo tengo uno favorito que compartiré con usted. De hecho, uso una simple red que provee el retardo apropiado y también provee la impedancia apropiada para la adaptación.

### Los campos E y H de una antena

Usted necesita comprender el comportamiento de los campos E y H de una antena antes de ir en los detalles del circuito de la red. La figura 1 describe los campos de un dipolo corto. Sin embargo, un dipolo de alambres común tendría similares campos eléctricos (E) y magnético (H). Es importante hacer notar que las líneas del campo E (solamente se muestran algunas) deber salir o entrar en la superficie en ángulos rectos a la superficie y el recorrido es circular entre ambas superficies. Las líneas del campo E se muestran en rojo y solamente se muestran las que atraviesan una sección. Las líneas de campo H son perpendiculares a las del campo E y lo rodean. Note que hay dos (2) líneas del campo H mostradas en la figura 1. Esto se explica en forma detallada en la sección de teoría del sitio web. [www.eh-antenna.com](http://www.eh-antenna.com).

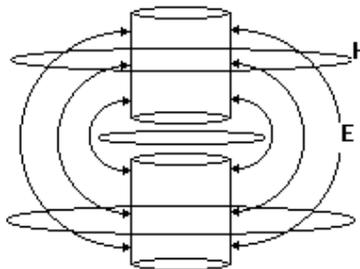


Figura 1: campos E y H de una antena EH

Como la magnitud de los campos aumenta y disminuye al ritmo impuesto por el valor de la frecuencia de operación, podemos dibujar su variación de amplitud como las ondas senoidales mostradas en la figura 2. Las líneas del campo H están adelantadas a las líneas del campo E, 90 grados. El voltaje aplicado entre los dos elementos de la antena crea las líneas del campo E. Las líneas de campo H son el resultado de la diferencia de voltaje a través de cada cilindro. Ese voltaje crea una gran corriente sobre el cilindro, que a la vez crea las líneas del campo H. Como la corriente es un resultado del voltaje aplicado, la corriente está ahora efectivamente adelantada al voltaje en el tiempo. Para crear una antena EH, lo único necesario es demorar la corriente (así como el campo H) respecto al voltaje con una simple red entre la línea de alimentación y la antena.

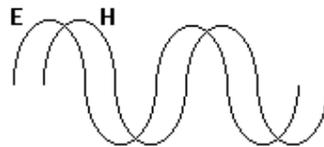


Figura 2: relaciones de fase de los campos E y H

Atrasando la fase del campo H 90 grados, los dos campos están entonces en fase y se produce la radiación. Algunas personas prefieren pensar esto como la

corrección del factor de potencia, donde la máxima radiación se produce cuando los campos están en fase. La naturaleza efectivamente hace esto a una cierta distancia (en el campo lejano) de la antena Hertz. Esto se ha descrito como un feliz accidente de la Naturaleza. En forma independiente, los campos E y H son considerados como campos reactivos, porque ellos no irradian energía. En cada medio ciclo los campos crecen a partir de la antena y regresan nuevamente a la antena. Si el campo magnético encuentra en la cercanía un objeto ferroso, por ejemplo, un eslabón, se inducirá corriente alternada sobre ese eslabón cercano a la antena y se produce calor.

Esta energía derrochada proviene del campo H y no puede volver a la antena, así la eficiencia total de la antena se reduce. El campo E puede también ser afectado por objetos en su radio de acción. Un ejemplo obvio es mi equipo favorito de prueba de antenas: un tubo fluorescente. Otro ejemplo es la variación de la resistencia de radiación como una función de la altura de dipolo horizontal. Viceversa, cuando una antena EH se levanta sobre el terreno hay algún efecto sobre la sintonía solamente a bajas alturas, pero la resistencia de radiación no cambia significativamente a causa de lo pequeño que son los campos E y H.

Es muy importante tener en cuenta que la resistencia de radiación de una antena EH es una función del desfase descrito anteriormente. Para una antena Hertz, la corriente y el voltaje aplicado a la antena están en la fase, resultando así que los campos E y H están 90 grados fuera de fase. Cuando la corriente está atrasada en relación al voltaje para permitir alinear los campos E y H en el tiempo, la resistencia de radiación aumenta como se evidencia en una antena EH. Las pruebas y los cálculos indican que un cambio de fase de alrededor de +/-3 grados desde la alineación es equivalente al cambio de una ROE de 1.0:1 a una ROE de 2:1.

Para producirse la radiación, la relación entre los campos E y H debe ser siempre de  $377\Omega$ . Por el aumento de la capacidad, un gran campo H puede desarrollarse respecto al voltaje aplicado debido a una reducción en la reactancia de la antena. Para antenas de cable, esto ocurre cuando se aumenta la longitud del cable. Hace muchos años una ecuación, que fue desarrollada empíricamente, fue presentada en QST para cuantificar esta relación.  $RR=273(L \times F)^2 \times 10^{-8}$ , donde L es la longitud en pulgadas y F es la frecuencia en MHz. Esto se aplica únicamente a las antenas de cable como una antena Hertz convencional. Es interesante calcular la resistencia de radiación de una antena Hertz de un tamaño determinado, entonces convertirla en una antena EH y notar la diferencia. Un ejemplo: para un cable que es de 13 pulgadas de longitud, en 14.2MHz,  $RR=0.12\Omega$ . Para un látigo móvil de 8 pies para 75 metros,  $RR=0.4\Omega$ .

Debería ahora ser obvio por qué he llamado a esto un nuevo principio, a la antena EH. Muchos han dicho que la antena EH no puede ser cierta porque infringe las leyes de la Física. Es cierto que no obedece las mismas leyes que la antena Hertz, porque no es una variación de una simple antena de alambre. Era necesario mejorar las ecuaciones de Maxwell's para lograr una comprensión de la antena EH.

#### **Una red de fase adecuada**

Comprendiendo qué hay que hacer, ahora toca el turno de cómo hacerlo. Asumamos que tenemos una antena con una capacidad de alrededor de 10pF y una resistencia de radiación de alrededor de  $35\Omega$  operando en 20 metros. En 14MHz la reactancia de la capacitancia es  $1137\Omega$ . El ángulo de fase de la impedancia de antena es de unos 88.5 grados. Por favor ver figura 3 (no está dibujada en escala). El ángulo de fase debe compensarse agregando un retraso de 88.5 grados. En otros términos, agregar una cantidad de reactancia inductiva para igualar la reactancia capacitiva. Esta antena entonces se definiría como resonante. Para convertir esta antena a una antena EH, necesitamos agregar una reactancia adicional retrasando el ángulo de fase en 90 grados (para corregir el adelanto de fase de la corriente desfasada), con un total de 178.5 grados. Por lo tanto, podemos

decir ahora que la impedancia del transmisor/receptor es de  $50\Omega$  y la impedancia de la antena es de  $35-j1137$ , y necesitamos un retraso de fase de  $178.5$  grados.

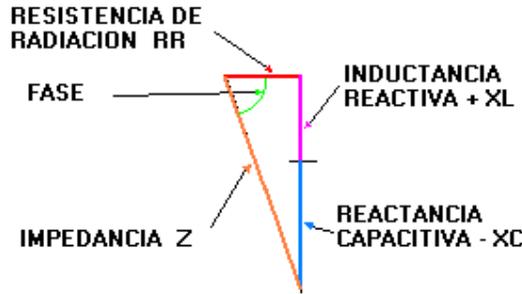


Figura 3: diagrama vectorial de una antena

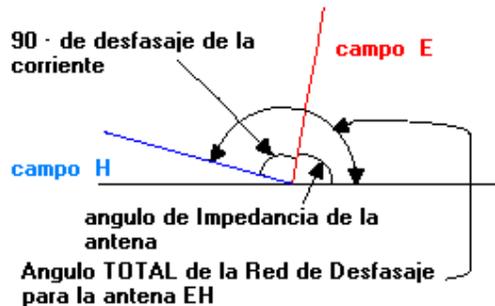


Figura 4: relaciones de fase en una antena EH

Una red que proveerá hábilmente esta transformación se compone de una red L seguida por una red T. Si escogemos que la red L transforme de  $50\Omega$  a  $25\Omega$ , habrá un retraso correspondiente de fase de  $45$  grados. Por lo tanto, esta cantidad de atraso de fase puede restarse de los  $178.5$  y da  $133.5$  grados, el valor de diseño necesario para la red T. Con esa información, usted puede ir al sitio de la web del Dr. Grant Bingaman ([www.qsl.net/km5kg](http://www.qsl.net/km5kg)) y fácilmente usar un programa para determinar los valores de componentes de la red. De esta manera, si usted intenta cualquier experimento, este programa es el mejor. Un esquema de la red se muestra en la figura 5. La red T está compuesta por dos bobinas y la red L de una. Nosotros hemos combinado la bobina de entrada de la red T con la bobina L de la red, así la red total se ha reducido a 2 bobinas. Para la mayoría de las implementaciones, yo uso una simple bobina con derivaciones, excepto la parte de L2 ubicada entre los elementos del dipolo. Hay dos (2) razones para esta bobinita (L2). Primero, si los cables de alimentación que van al dipolo están en fase adecuada para permitir irradiar, habrá radiación desde los cables de alimentación. Unas pocas espiras en la antena ocasionarán una diferencia de fase en los cables de alimentación y previenen la radiación desde ellos. Lo segundo, es concerniente al alto voltaje, que de esta manera es menor.

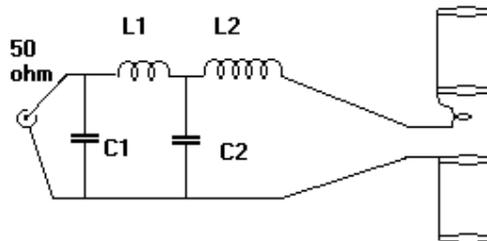


Figura 5: red de alimentación óptima de la antena EH

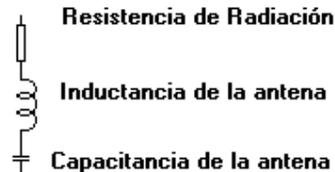


Figura 6: circuito equivalente de la antena

El circuito equivalente de una antena, mostrado en la figura 6, tiene los siguientes ítems:

- 1) la resistencia de radiación
- 2) la inductancia de la antena
- 3) la capacidad de la antena

La resistencia de radiación se autoexplica. La capacitancia de la antena también es obvia. ¿Si tenemos una antena muy pequeña, como podemos tener allí inductancia? Hemos mostrado que grandes corrientes fluyen sobre los cilindros. Donde hay una corriente, hay una inductancia. Quizá es más fácil de comprender si nosotros decimos que la corriente que fluye sobre un cable crea una inductancia. Note que no es el cable, sino más bien la corriente la que crea la inductancia. La reactancia inductiva se resta de la reactancia capacitiva, así efectivamente se crea un capacitor virtual más grande. En 14MHz la capacidad aumenta por un factor de 1.4.

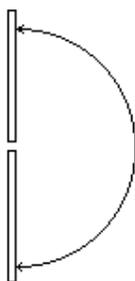
La corriente a través de la antena se calcula con la ecuación  $P=I^2 \times RRR$ . El voltaje a través de la antena se calcula como la corriente en la impedancia resultante de la antena  $V=Ix(RR+J(XL-XC))$ . Como usted verá en el ejemplo de la antena de 20 metros, la corriente es alta debido a que la resistencia de radiación es pequeña, y la pequeña capacidad resulta en alta reactancia capacitiva, y así el voltaje es alto. Esta es otra razón por la cual se eligió la red L+T. Los capacitores son de bajo voltaje, mientras que el alto voltaje se desarrolla a través de L2. La confección requiere que los condensadores tengan alta capacidad de corriente. El valor se determina con el programa Bingo.

Para los que no tengan los conocimientos técnicos previos, por favor alguien en su radioclub le explicará todo esto a usted. Simplemente no es posible explicar este nuevo principio sin profundizar en algunos detalles. Luego presentaremos un ejemplo para que usted pueda construir una antena sin hacer cálculos matemáticos.

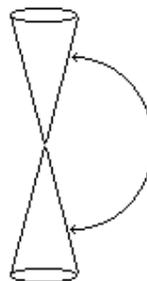
#### Variaciones sobre el tema

Las antenas tienen muchas configuraciones físicas. Describiremos primero un dipolo EH para 20 metros y su red de alimentación, el que usted puede construir fácilmente. Todo lo que necesita es un pedazo de tubo aislado de un material tal como madera o, preferentemente, un tubo o caño de plástico. Los elementos de los dipolos para 20 metros serán solamente de 6 pulgadas de largo -sí, 6 pulgadas para 20 metros- y pueden hacerse de papel de aluminio de cocina. Necesitará también dos capacitores y algunos metros de cable para las bobinas. Usted puede construir fácilmente la antena y sintonizarla en una tarde. Entonces podrá usarla para probar sus habilidades con estaciones de DXs como con una vertical comercial de 20 metros (16 pies de alto) con un gran plano de tierra radial sobre el terreno. Hay mucho que experimentar con la antena EH. Yo prefiero usar conos a 45 grados para la antena bi-cono con una inclinación de un 1% de longitud de onda o mayor. Sin embargo, se han obtenido resultados óptimos con conos que son únicamente un 0.5% de una longitud de onda, pero los conos más grandes dan más ganancia. Para poner esto en perspectiva, en 20 metros una longitud de onda es  $984/14 \times 12 = 843$  pulgadas. Por lo tanto,  $0.5\% = 0.005 \times 843 = 4.2$  pulgadas. Que es una antena pequeña. Por favor, comprenda que preferimos un dipolo con longitudes de los elementos de 6 veces (o más) del diámetro para trabajar DX con un ángulo de radiación bajo, pero en las bandas bajas (debajo de 10MHz) preferimos elementos con un largo de 12 veces el diámetro para dar más apertura al haz de la antena para comunicaciones generales de radioaficionados.

¿Por qué escogimos elementos de 6 pulgadas (6 veces el diámetro) para nuestro ejemplo? Hay un gran número de mochilas que usan equipos portátiles de QRP, y ellos necesitan de la más pequeña antena práctica y de alto rendimiento, y la ganancia extra ayudará con un aumento mínimo en el tamaño o el peso.



**Fig 7 Líneas del campo E para antenas largas**



**Fig 8 Campo E mejorado en la antena Bi-cono**

### **La altura de la antena**

Aunque podamos construir las antenas muy pequeñas y con un ancho de banda muy bueno, hay un principio muy importante que debe enfatizarse: las leyes de la Madre Naturaleza.

La antena no puede irradiar en ángulos bajos a menos que el centro esté a más de  $1/4$  de longitud de onda sobre el terreno, o un múltiplo impar de  $1/4$  de longitud de onda, con un nulo a lo largo del horizonte cuando la antena está a  $1/2$  longitud de onda sobre el terreno.  $1/4$  de la longitud de onda en 14MHz es 17.5 pies. Cualquier valor entre 12 y 20 pies es bueno.

### **Un dipolo para 20 metros**

Ahora diseñaremos y construiremos una verdadera y muy práctica antena de 20 metros. Esta antena puede escalarse (adaptarse) a otras frecuencias. Para construir esta antena, compre un trozo de caño plástico que tenga un diámetro externo de alrededor de 1 pulgada. Si el caño es para agua la medida del tubo se especifica según la medida interna. Un caño de  $3/4$  de pulgada tendrá un diámetro externo de un poco más de 1 pulgada.

#### Paso 1

Envuelva el tubo con una lámina de aluminio, de cobre, o de otro material conductor para hacer 2 elementos de seis pulgadas de largo espaciados entre sí el diámetro del tubo. Usted puede poner pegamento en el tubo o envolver la lámina o el metal con scotch o con cinta aisladora. Nosotros empleamos un recorte de cobre de hoja delgada, y es el que usted ve en la fotografía.

#### Paso 2

Mida la capacidad entre los elementos. El nuestro tiene un valor de alrededor de 7pF. Como la corriente desfasada agrega inductancia, la capacitancia efectiva es multiplicada por 1.4.

(Nota del traductor: como es poco probable que se tenga con que medirla, tomar un valor de 10pF que seguramente será adecuado).

#### Paso 3

Como no tenemos actualmente una ecuación para predecir el valor de la resistencia de radiación, comenzaremos la experiencia con un valor de  $30\Omega$ . Luego determinaremos el valor exacto.

#### Paso 4

Ahora tenemos la información necesaria para calcular los valores de los elementos de la red. Ellos se calculan obteniéndose los siguientes resultados:  
-  $C1 = 225\text{pF}$  y deber manejar una corriente de 1.4A con 71VRMS para transmisores de 100W.

- C2= 291pF y deber manejar una corriente de 3.4A con 133VRMS para transmisores de 100W. Compren, pidan prestado o roben los capacitores necesarios. Observe que el régimen de corriente sea adecuado para poder usarlos. Cualquier capacitor trabajará para QRP (5W). Los padders de compresión de mica son buenos para cualquier potencia hasta 100W. Esos viejos capacitores variables de radios de válvulas, hoy en la caja de trastos viejos, también funcionarán.

- L1= 1.04μHy. Esto se consigue con 9.25 espiras (vueltas) de cable #14 alrededor del tubo de plástico. Vea la fotografía para detalles. L1 es la suma de 0.28μHy de la red L y de 0.74μHy de la entrada L de la red T.

- L2= 12.9μHy. Esto se consigue con 32 espiras de cable #14 alrededor del tubo plástico más 4 vueltas entre los elementos de antena. Separe la bobina inferior una distancia de alrededor de 1 diámetro por debajo del cilindro inferior.

#### Paso 5 A

Para sintonizar la antena se requiere ajustar la cantidad total de inductancia para lograr la frecuencia de sintonía deseada. El ajuste es determinado por el número de espiras. El ajuste final se hace espaciando las espiras. Alternativamente, se va haciendo el ajuste del capacitor de sintonía. Yo puse un pequeño trozo de cable de alrededor de 2 pulgadas de largo soldado en el extremo inferior del cilindro inferior ubicado próximo a la bobina, por encima. La flexión del cable permite ajustar la frecuencia varios cientos de KHz. Si se usa un delgado tubo de plástico para que cubra la antena, al instalarla bajará la frecuencia de resonancia unos 100KHz. Si se hace una abrazadera de cobre o de aluminio en la cubierta del tubo exterior y se la posiciona a la altura de las bobinas, al desplazarla para arriba o para abajo, la frecuencia de resonancia puede variarse unos 700KHz. Por lo tanto, ajuste la frecuencia con el capacitor hecho con el cable en un valor próximo a 14MHz.

#### Paso 5 B

Para lograr la mínima ROE, es necesario ajustar el valor del capacitor de la T (C2) y la derivación sobre la bobina a donde se conecta. (La unión de las dos bobinas, L1 y L2). C1 puede ser fijo porque no es necesario ajustarlo. Yo prefiero hacer la sintonía inicial con un generador de señal y un simple medidor de intensidad de campo a diodo. El generador de señal permite cambiar la frecuencia mientras el medidor de intensidad de campo nos indica la frecuencia de resonancia, tomando los valores relativos del medidor mientras se ajusta el capacitor de la red T. Los que experimentan con antenas tendrán su propio equipo de prueba y sus propias técnicas. El ajuste final es hecho entonces ajustando el capacitor T y separando L1 para lograr una ROE perfecta. Una vez que está ajustada la ROE, la frecuencia puede cambiarse sobre una gama amplia con casi ningún cambio en la ROE. PRECAUCION: si usted usa un transmisor de baja potencia para medir la ROE, considere que el Puente de ROE del transmisor no permite usarlo con poca potencia. La mayoría no funcionan debajo de los 10 vatios. Por lo tanto, conectar un resistor o una antena conocida y probar su puente de ROE para asegurarse que trabaja con bajas potencias.

#### Paso 6

Anote las frecuencias para una ROE de 2:1, ese es el ancho de banda. Tendrá un valor de alrededor de 232KHz.

#### Paso 7

Mida el ancho de banda para +/-3dB. Para esta antena es de alrededor de 600KHz, mayor que el ancho de banda de un dipolo de tamaño real. Esto es un Q de 23. Ahora,  $Q=XL/R$ , entonces  $R=XL/Q$ . Como  $XL=1136$ , entonces  $R=49\Omega$ . Como la resistencia de RF de las bobinas es de 2.18Ω (calculadas con un programa), la resistencia de radiación es el total menos 2.18, por lo tanto, la resistencia de radiación es 47.2Ω. Ahora, puede calcular la eficiencia como  $RR/(RR+RL)=96.3\%$ . Esta es igual a -0.16dB, que no es malo para una antena muy pequeña. Ahora usted ve el verdadero efecto del principio de antena EH. Por gusto, compare la resistencia de radiación de la misma longitud de antena si fuera una antena Hertz. Antes calculamos un valor de 0.124Ω. Por lo tanto una antena Hertz de

este mismo tamaño tendría una eficiencia de  $0.124/(0.124+2.18)=40\%$ . Esto es igual a  $-4\text{dB}$ . Otra manera de compararlas, si usted pone 100 vatios en la Antena EH, 4 vatios se van en humo, 60 vatios se convertirían en calor (humo) si fuera una antena Hertz.

#### Paso 8

Calcule la corriente a través de la antena. Para un transmisor de 100 vatios la potencia es  $P=I^2R$ , por lo tanto,  $I=(P/RR)^{.5}=1.4$  amperios.

#### Paso 9

Calcule el voltaje a través de la antena donde  $V=IZ$ , y  $Z$  = la suma de la resistencia de radiación y la reactancia capacitiva efectiva. Para un transmisor de 100 vatios,  $V=1.4*(47.2+j1136)=2272$  voltios. Simplemente tenga cuidado de las quemaduras por RF cerca el centro de la antena.

El resultado de este proyecto se muestra en la figura 9, y una fotografía de la antena (con el autor en segundo plano).

#### **Resumen**

Hay un misterio que acompaña a la Antena EH. Ud. debe encontrar una respuesta a la siguiente pregunta: Considerando que el principio en sí es tan simple, ¿por qué se ha tomado tanto tiempo en descubrir el principio de Antena EH? Mi esperanza es que todos los radioaficionados se beneficien de este nuevo principio.



Lo que usted acaba de leer se escribió cuando el diseño L+T era el mejor que obtuvimos. Luego lo mejoramos con la "estrella", una versión de la antena EH. Que es el diseño que yo prefiero y he usado para todas las aplicaciones desde su inicio, incluyendo la antena de emisión de broadcast en AM. Las demostraciones en otra sección del sitio web [www.eh-antenna.com](http://www.eh-antenna.com) proveen detalles del diseño. Nada desmejora con la red L+T o cualquiera de las otras variaciones, pero para radioaficionados la versión "estrella" es preferible primeramente a causa del bajo costo. No necesita de condensadores variables, simplemente algunos trozos de cable, algún retazo de cobre o de aluminio para los cilindros, y algún tubo de plástico para el soporte.

Espero que usted experimente con las diversas versiones y disfrute de su labor en el aire. No se sorprendan que un gran número de radioaficionados con los que

hable le dirán que la Antena EH que usted usa no es posible, porque es demasiado pequeño o que no se ajusta a la teoría convencional, por lo tanto, no puede funcionar. Usted encontrará muy interesante que ellos le den a usted un informe de S9+ y entonces les dirá si la antena EH trabaja o no.

Autor: Ted (W5QJR)  
Traductor: Carlos (LU4HIY)