

ANTENAS DE HF EN PORTABLE (III)

LA VERTICAL RESONANTE DE CUARTO DE ONDA

En el artículo anterior, “antenas de HF en portable II, la vertical no resonante”, se comprobó que el hilo random es una antena versátil multibanda aunque presenta un rendimiento reducido comparado con antenas resonantes.

Las antenas resonantes, en cambio, están preparadas para radiar bien en una frecuencia pues se construyen con la longitud adecuada para una sola banda.

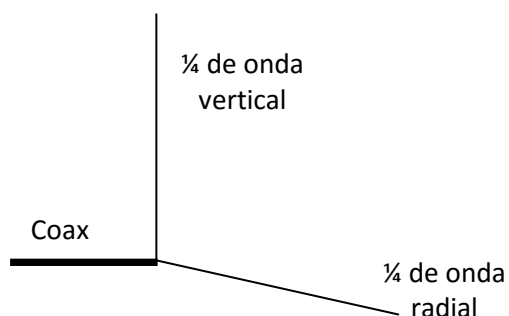
¿Cuál es pues la ventaja de la vertical resonante respecto del hilo random, además de su mayor rendimiento? Pues que con esta antena, en principio, no es necesario el acoplador de antena. Además, liberará mayor señal que una antena para la que sea necesario el uso del acoplador. Si además, nuestra actividad es en portable, el ahorro en peso es considerable.

Estas antenas se diseñan para que se puedan conectar directamente al transmisor y su impedancia se acerque al valor estándar de 50 ohmios del equipo.

Existen diversas opciones de antenas verticales resonantes. Vamos a ello.

1. LA VERTICAL DE CUARTO DE ONDA

Una antena de cuarto de onda (conocida en inglés como GP “Ground plane”) es la transformación de un dipolo de media onda en una antena vertical. Para ello, se gira una de las ramas del dipolo que tiene una medida de $\lambda/4$ para colocarlo en forma vertical. La otra mitad del dipolo se mantiene como contraantena para que la antena funcione adecuadamente y genere radiación. De este modo el conductor central del coaxial alimenta el radiador vertical y la masa del cable va al radial.



BAND	Longitud ¼ de onda
40m	10,3 m
30m	7,4 m
20m	5,1 m
17m	4,1 m
15m	3,6 m
12m	3,01 m
10m	2,66 m

Tabla de medidas orientativas (hilo desnudo)

Esta configuración presenta una impedancia cercana a los 50 ohmios.

En la medida final del hilo habrá que tener en cuenta el material aislante del cable empleado, multiplicando la medida teórica por el factor de velocidad del hilo, pues se reduce la longitud efectiva alrededor de un 5 ~ 10%.

ARTÍCULO TÉCNICO

1.1. Los radiales y la altura sobre el suelo

La radiación con un solo hilo radial no es homogénea, y por este motivo habitualmente se colocan varios radiales en lugar de uno solo, consiguiendo que la radiación sea más omnidireccional.

Veamos dos gráficas que simulan la radiación con 1 o con 4 radiales, en ambos casos apoyada la antena en el suelo:

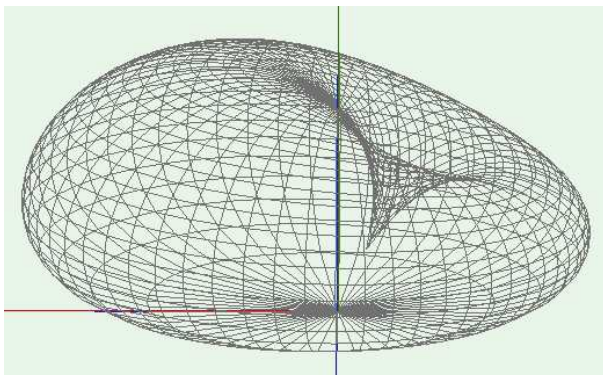


Figura 1: 1 radial

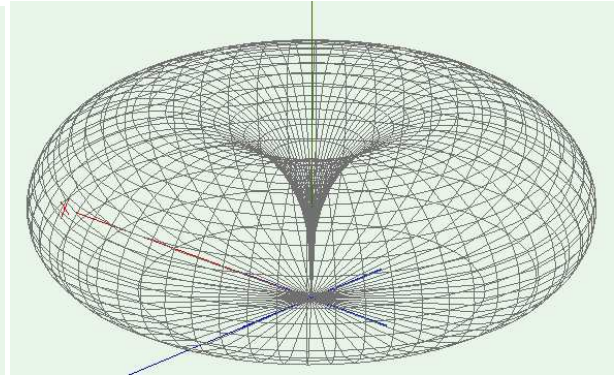


Figura 2: 4 radiales

Se observa que el empleo de un solo radial genera cierta directividad en dirección al radial aunque el lóbulo es elevado y poco práctico para el DX.

Altura sobre el suelo

También influye en la radiación su altura sobre el suelo. Si se eleva la antena 5 metros sobre el suelo el lóbulo principal cae a 15° . Lo cual potenciará el DX (figura 3). A la derecha se observa que ocurriría si la antena se elevase a 10m sobre el suelo; el lóbulo principal asciende a 45° de elevación lo que perjudica la transmisión a larga distancia (figura 4):

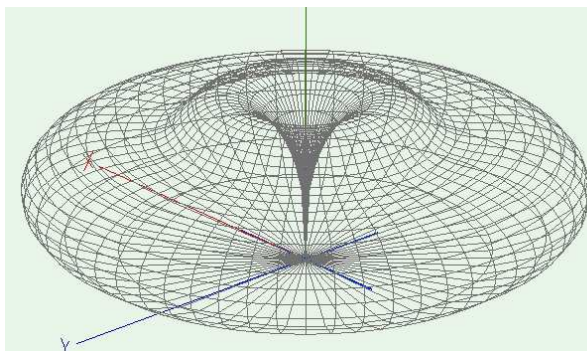


Figura 3: antena a 5 m sobre el suelo

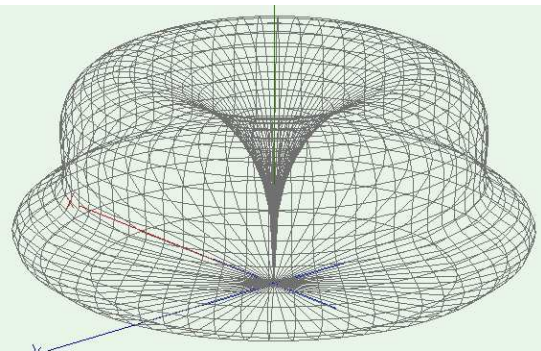


Figura 4: antena a 10m sobre el suelo.

Número de radiales

Si la antena se coloca directamente sobre el suelo necesita mayor número de radiales ya que esa instalación produce mayores pérdidas capacitivas. Dichos radiales no necesitan tener $\frac{1}{4}$ de onda porque colocados así no son resonantes. Colocar 16 radiales sobre el suelo produce una eficiencia del 70%.

Si los radiales se colocan elevados la eficiencia aumenta notablemente a un valor de más del 90%. El número mínimo es de 2 radiales, siendo más razonable colocar 3 radiales espaciados 120° entre sí. Esta configuración es sencilla, eficiente y viable.

ARTÍCULO TÉCNICO

Inclinación de los radiales elevados

Por último, hay que señalar que inclinar los radiales en lugar de ponerlos horizontales y paralelos al suelo mejora la impedancia resultante y la acerca a 50 ohmios. Lo ideal para una actividad en portable es colocar el punto de alimentación entre 1 o 2 metros sobre el suelo y unos radiales inclinados y estirados, manteniendo los extremos sin tocar el suelo, sobre 1 metro por encima de él. Para conseguirlo se puede prolongar el extremo de los radiales con cuerdas para que al extenderlos y fijar la cuerda, el radial quede elevado.

Resultados de impedancia simulando cuatro ángulos para los radiales. En todos los casos la alimentación está a 2 metros sobre el suelo:

Radiales horizontales (0°) y elevados 2 m	31 ohm -j3
Radiales inclinados (-6°), extremos a 1,5m	37 ohm +j3
Radiales inclinados (-11°), extremos a 1m	44 ohm +j4
Radiales inclinados (-16°), extremos a 0,5m	52 ohm +j15

La influencia se hace evidente y se confirma que la inclinación es beneficiosa. La instalación óptima se consigue con unos 20° de inclinación, pero dado que la altura del punto de alimentación es de 1 – 2 metros sobre el suelo no se puede conseguir dicha inclinación. Las pruebas en el campo indican que inclinaciones de 10 a 15° son ya satisfactorias.

1.2. La alimentación

Una antena de cuarto de onda se puede alimentar directamente, sin necesidad de ningún elemento adaptador, con cable coaxial.

Para colocar el coaxial al radiante y a los radiales se puede preparar algún tipo de caja de conexión con PL y Bananas de este tipo (foto: VK1DA):



También se puede soldar directamente un conector al radiante y conectar los radiales con un cocodrilo o incluso usar un adaptador BNC-Banana:



Foto MM0FMF

Aunque se puede emplear un UNUN para la conexión, con esta antena no es necesario. No se aprecia retorno de RF al equipo. También se puede prescindir del Choque de RF en la línea de alimentación.

1.3. Instalación

La instalación del radiante se puede hacer, como en el caso de otras antenas verticales, montando el hilo sobre una caña de fibra de vidrio y sujetando la base a algún punto fijo: poste de una valla, vértice geodésico o algo similar en el punto de activación. Los radiales se extenderán desde la alimentación procurando inclinarlos como se ha comentado.

En el caso de tener que instalarlo en un punto sin ningún tipo de soporte, habrá que recurrir forzosamente al empleo de vientos de cuerda. Dichos vientos se sujetan a la caña en el punto de alimentación (1~2 metros sobre el suelo). Éstos se pueden fijar a la caña empleando una simple brida de nylon.

Sobre los vientos se pueden apoyar los radiales, asegurando que queden separados del suelo en los extremos, recorriendo solamente una parte de la cuerda.



EA2EX operando
(foto EA2BD)

ARTÍCULO TÉCNICO

2. ANTENA VERTICAL MULTIBANDA: la antena Multi Pocket-HF

Las antenas de cuarto de onda son monobandas. ¿Sería posible tener una antena para varias bandas mediante tramos de cuarto de onda conectables entre sí? Por supuesto. Al igual que existen los dipolos con extensiones conectables (link dipolos), de la misma manera se pueden hacer antenas verticales a las que se les pueden ir añadiendo otros tramos para cambiar de banda.

Dado que la construcción es simple y evidente no nos entretendremos con ella pues ya hemos visto con detalle las características de estas antenas en el apartado 1.

A continuación se presenta una innovación basada en el concepto de antena vertical multibanda que resulta muy compacta. Se llama **Multi Pocket HF** y fue diseñada por EA2BD en el año 2012.

En el mercado hay algunas antenas multibandas verticales que se acortan eléctricamente colocando una bobina o acople en su base (Miracle whip, ATX walkabout, Atas, MFJ, Superantenna MP-1...). Para cambiar de una banda a otra se cambia la conexión de la bobina a otro punto o se intercala algún circuito para modificar su acople hasta hacerla nuevamente resonante. Sin embargo estas antenas (en inglés "base loaded") presentan mayores pérdidas y menor eficiencia.

La situación mejora si la bobina en lugar de colocarse en la base, se desplaza hacia el centro de la antena. Así encontramos antenas comerciales (Buddistick) o caseras (PAC-12 / AD5X portable).

Al comparar todas esas antenas hay similitudes; tramos de varillas rígidas, antenas telescópicas que se pueden romper, peso, precio... Además son muy sensibles y determinantes los radiales de tierra para conseguir su resonancia. Un cambio en su disposición y la sintonía se modifica.

La Multi Pocket HF tiene estas características:

- Antena para las bandas de 40-30-20-10 metros (también se puede adaptar a 15 y 17, como se verá).
- Longitud máxima del radiador: 4 metros, hecho con hilo eléctrico convencional para aliviar peso y montada sobre una caña telescópica ligera de pesca.
- Cargada con una bobina en el centro con 3 puntos de contacto para cambiar de banda.
- Emplea 1 solo radial semi-elevado.
- UN-UN en la base de conexión

2.1. Esquema

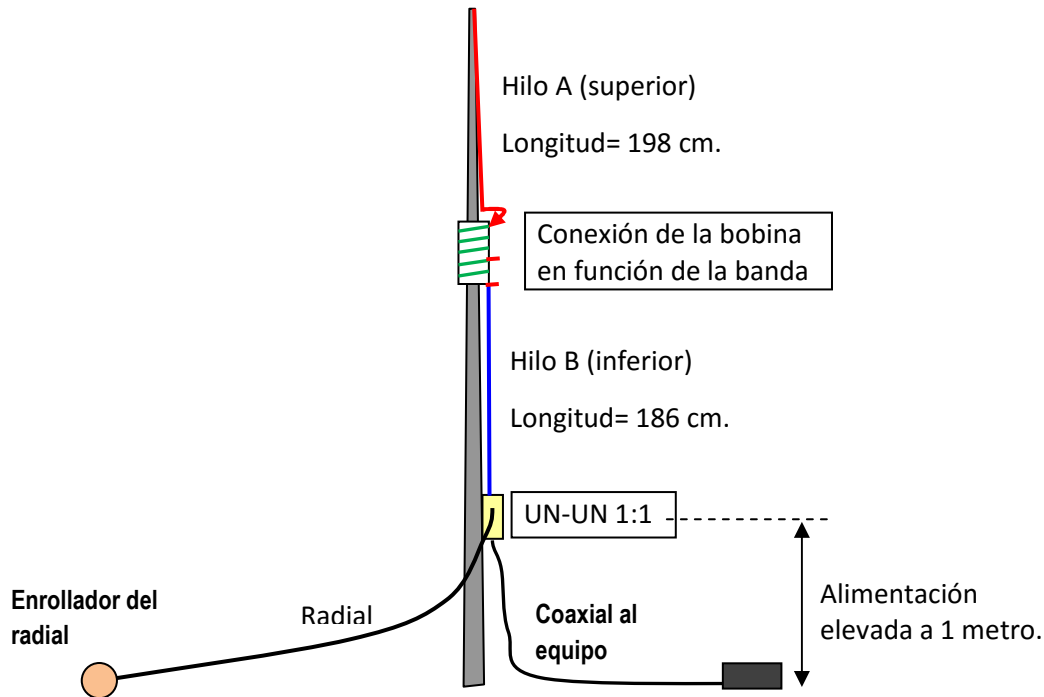
Para que la antena pueda resonar en 40, 30 y 20 metros, se podría hacer que midiese exactamente un cuarto de onda para la frecuencia más alta de diseño, en este caso 20 metros. Así, al añadirle una bobina central, conseguiremos que vuelva a ser resonante en 30 o 40 metros, quedando la antena acortada para ambas bandas y añadiendo para cada una de ellas una inductancia adecuada.

Un cuarto de onda en 20 metros mide en teoría unos 527 cm. Sin embargo, al usar cable eléctrico convencional como radiante, y al tener éste una funda de PVC, el factor de velocidad del cable disminuye y un cuarto de onda ya no requiere los 527 cm. sino menor longitud.

ARTÍCULO TÉCNICO

La longitud definitiva para 20 metros se buscará mediante prueba y ensayo, cortando poco a poco la longitud de hilo hasta que no de ROE. Se indican los datos completos del modelo a continuación.

Se usa una caña de 5 metros como soporte para el radiante. La antena queda así:



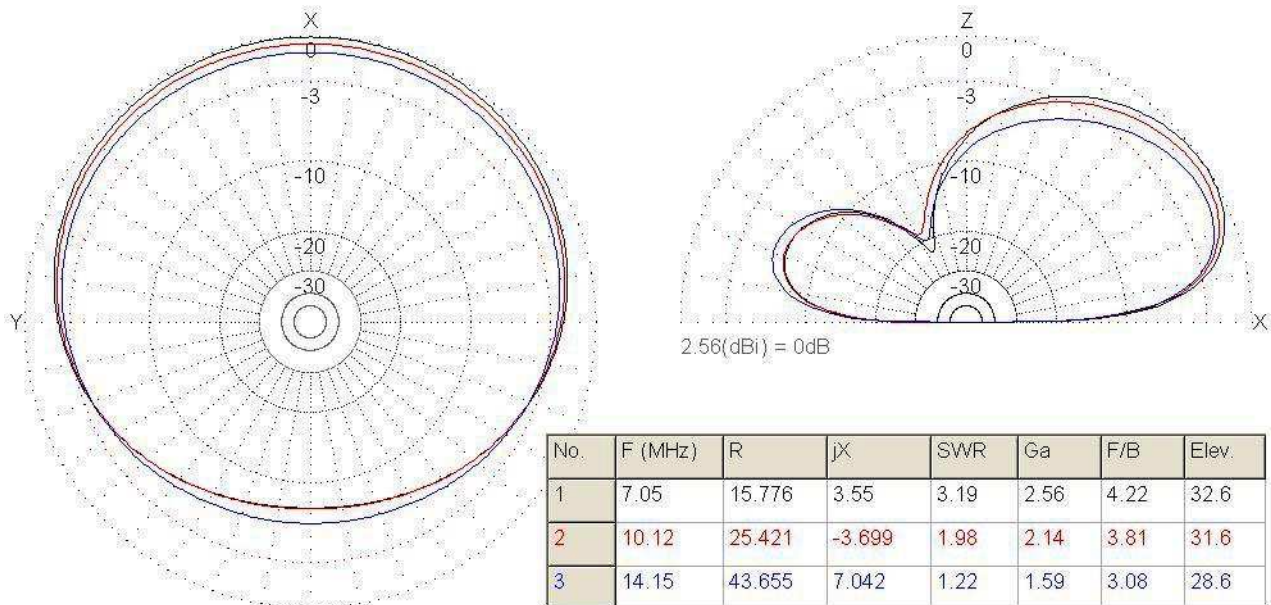
2.2. Radial

Como el objetivo es tener una antena muy compacta y ligera, se instala un radial semi-elevado (se deja caer desde la alimentación pero la mayor parte está en el suelo) que se enrolla en su extremo para adaptarlo a cada banda y alcance así, la menor ROE. Se comprueba en los ensayos que dicha condición no penaliza seriamente los resultados. Se preparan 8 metros de hilo fino y se guarda enrollado sobre un mando para cometas.

2.3. Simulación y diseño

Para diseñar la antena se hacen varias simulaciones previas de la misma con Mmana. En la simulación se emplea un solo radial y la antena está elevada a un metro sobre el suelo. De la simulación se obtiene:

Frecuencia	Z (ohmios)	Ganancia / Elevación	Radial	Bobina μ Henri
14 MHz	44	1,6 dBi / 27°	5,2 metros	No
10 MHz	25	2,14 dBi / 32°	7,4 metros	5,3
7 MHz	13,5	2,9 dBi / 34°	10,6 metros	17



Como se aprecia, la impedancia para 14MHz es cercana a 50 ohmios pero, en cambio, va cayendo progresivamente en 10 y 7 MHz según se acorta la antena mediante la Bobina central, lo que daría ROE en el equipo. Se podría compensar algo elevando más la antena respecto al suelo para corregirlo según disminuye la frecuencia pero se mantendrá el límite de una caña de 5 metros para el diseño final.

Hay que tener en cuenta que en la vida real y no en la simulación, los radiales presentan un acoplamiento capacitivo con el suelo que difiere con la simulación y genera unas pérdidas por las corrientes de retorno a la tierra. Esta situación modificará la ROE presente y será al realizar el ensayo cuando comprobaremos la ROE y la radiación real que obtenemos.

Un último punto que podría hacer que los valores de simulación no se ajusten bien a la realidad es que en una montaña, el tipo de terreno modifica la altura efectiva sobre el plano de tierra; es como si nos encontrásemos elevados respecto a tierra, modificando así, la radiación y la impedancia de la antena.

Por otra parte, al tener un solo radial, según vemos en la gráfica, aparentemente se crea cierta directividad, radiando más hacia la zona del radial, tal y como ya se comentó en el análisis del apartado 1.

Hay que comprobar en los ensayos que valor de radial se emplea para obtener una ROE aceptable y comprobar su omnidireccionalidad. Recordemos que de nuevo se acortará la longitud resultante del radial debido al factor de velocidad del cable recubierto.

2.4. Bobina central

Se prepara con hilo esmaltado de 0,8 mm de diámetro sobre un cilindro de 30mm de diámetro con las espiras juntas.

ARTÍCULO TÉCNICO

Algunas notas sobre las bobinas:

- Cuanto más corta es la antena respecto de la longitud de cuarto de onda original, mayor debe ser la inductancia a intercalar.
- La inductancia crece con el número de espiras de la bobina y disminuye con su diámetro exterior.
- Si las espiras están juntas dan la máxima inductancia; si se separan entre sí disminuye la inductancia aunque aumenta su factor de calidad Q.

A modo orientativo, para saber cuantas vueltas darle a la bobina para obtener la Inductancia necesaria, se puede emplear la siguiente página web: <http://hamwaves.com/antennas/inductance.html>

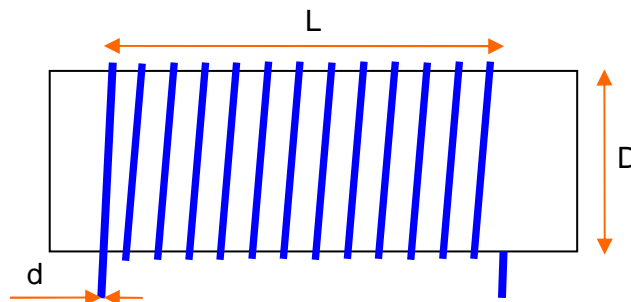
Los datos de entrada son:

D (mm): Diámetro del arrollamiento, tomado entre los centros del hilo empleado.

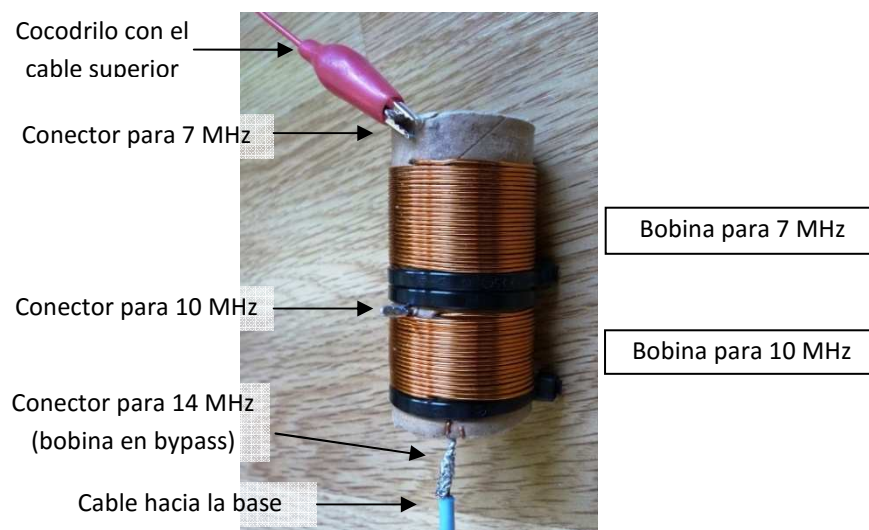
d (mm): diámetro del hilo empleado.

L: longitud total de la bobina (a espiras juntas es el diámetro de hilo por el nº de vueltas)

N: número de vueltas empleado.



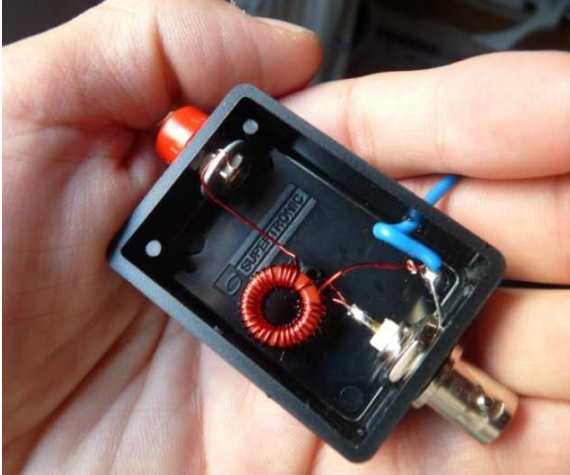
- Bobina para 30 metros: Según la simulación se necesita una inductancia de 5,3 μH . Sin embargo, el resultado después de los ensayos ha sido una bobina de 19 espiras (equivalen a 10,5 μH) para que resuene en 10 MHz.
- Bobina para 40 metros: Para esta banda se emplea la bobina para 30 metros y se añade en serie una segunda bobina suplementaria para que sirva para 40 metros. Se logra añadiendo 24 espiras, o sea 15 μH , a la bobina de 10 MHz. Para 40m se emplean las 43 espiras en serie.



ARTÍCULO TÉCNICO

2.5. UN-UN

Aunque no es imprescindible ya que se puede conectar el coaxial directamente a la antena, para alimentar este modelo, se coloca en su base un pequeño UN-UN 1:1, es decir, un transformador que conecta el cable coaxial no balanceado (Unbalanced) a la antena y al radial no Balanceado.



Materiales empleados:

- Cajita de plástico
- Toroide T50-2
- Hilo esmaltado de cobre de 0,5mm de diámetro
- Conector BNC hembra de panel
- Conector de banana para el radiante
- Cablecillo con cocodrilo para conectar el radial

El pequeño toroide T50-2 es adecuado solo para potencias QRP (5w).

En las pruebas con el UN-UN, se comprueba que funciona correctamente en 7, 10 y 14 MHz y no se aprecia calentamiento del toroide en periodos prolongados de transmisión.

2.6. Hilos para el radiante:

- Hilo A: el hilo superior es más fino para facilitar que la caña no se combe por su peso. Se emplea un hilo rojo con cubierta de 1,2 mm de diámetro. Se instala un conector de cocodrilo en su extremo para poder conectarlo a la bobina central.

- Hilo B: el hilo de la parte por debajo de la bobina es más grueso; tiene 2,5 mm de diámetro.

Se preparan acortando poco a poco hasta que son resonantes en 20m conectando el cocodrilo a la base de la bobina (es decir, no se emplea la bobina sino que se conecta directamente el hilo A con el B).

Debido a los factores de velocidad de los cables empleados (alrededor del 73% VF en este caso), la longitud real del hilo para ser un cuarto de onda en 14MHz ha sido de 186 + 198 cm = 384cm (muy inferior a los 527cm teóricos de hilo desnudo).

2.7. Ensayos de validación

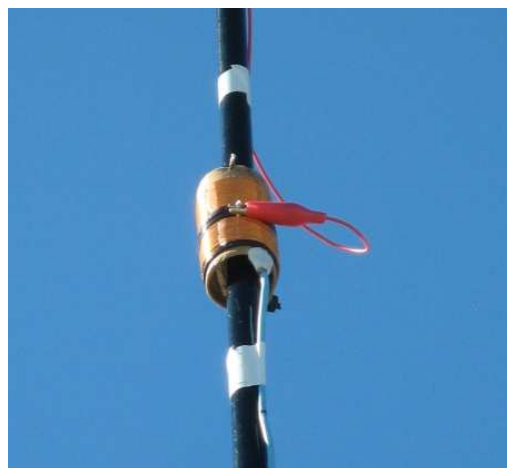
Se hacen algunas activaciones de montes para el programa Sota como comprobación final. Veamos entidades trabajadas por banda con solo 5 vatios:

14 MHz	EA, HB9, DL, G, I, OE, OK, OZ, OM, S5, SP, HA, LA, LZ, W1, W4
10 MHz	F, HB9, DL, G, I, PA, HA, OK, ON, CT
7 MHz	EA (distritos 1 al 7), EA9, F, G,

ARTÍCULO TÉCNICO

Los resultados son bastante buenos para ser en QRP, alcanzando contactos DX y son comparables a lo obtenido anteriormente con un hilo vertical largo con acoplador en la base. Los reportes son similares a pesar de haber acortado la antena con la bobina. No se aprecia una especial directividad con un solo radial.

Aspecto de la antena recogida y terminada:



ARTÍCULO TÉCNICO

2.8. Ampliación a otras bandas

La antena también trabaja en 10 metros si se suelta el cocodrilo del hilo superior y se recoge un poco de radial. Entonces solo radia el hilo B (el azul o inferior)

Se puede transmitir en 17 o 15 metros acortando la antena por debajo del cuarto de onda de 20 metros sin bobina. Basta enrollar parte del hilo superior para acortarlo.

Se puede marcar con un rotulador indeleble sobre el hilo el punto para que sea resonante en 15 o 17 metros para adaptarlo con rapidez la próxima vez.

2.9. Conclusiones

- Colocar la bobina para acortar la antena implica una reducción de la impedancia de la antena, mayor cuanto más inductancia tiene la bobina intercalada.
- Elevar el radial sobre el suelo disminuye las pérdidas de radiación por el plano de tierra, pero complica la alimentación de la antena con bobina en el caso de que su impedancia sea menor de 50 ohmios aunque la energía radiada será mayor.
Si el radial se apoya en el suelo reduce en ese caso la ROE aunque también disminuirá la energía radiada.
- Esta antena casera seguramente presenta mayor rendimiento que otras antenas comerciales con un radiador más acortado, o si emplean bobinas en la base.

En este artículo hemos visto dos modelos sencillos de antenas verticales. En el próximo artículo analizaremos en detalle la antena de hilo de media onda EFHW.

Saludos cordiales 73