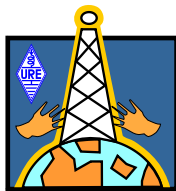


ANTENA VERTICAL MULTIBANDA

VMA - 9 NP



Muchos radioaficionados, habitantes de las urbes, frecuentemente se ven obligados a utilizar una única antena multibanda. La antena a la que va dedicada este artículo funciona en ocho de las nueve bandas de HF de radioaficionados y hasta en bandas, que no tienen todos los países, como es la de seis metros. Gozando de unas buenas características puede ser la solución para muchos aficionados a las bandas cortas con problemas de antena.

La antena, destinada para trabajar (primordialmente DX) las bandas desde los 6 a 80 metros, representa en sí las últimas novedades en el desarrollo de la antena VMA-7. La alimentación se efectúa con cable coaxial de 50 ohmios.

La ROE en los límites de la mayoría de las bandas no sobrepasa 1,5; además, en la banda de 80 metros tiene dos zonas de concordancia: una para CW y la otra para SSB. La potencia admisible, no menor a 1 kW. Su altura es de alrededor de 11,5 m y cinco radiales de alambre de 7,5 a 8,5 m de longitud.

La estructura de la antena se aprecia en la figura 1 (no está a escala).

- Su parte vertical consta de:
 - radiante central **RC** con carga capacitiva **CC1** (elemento regulador) para **10, 20 y 30** metros. La parte inferior del **RC** se une al conector **XS 1** con puente de alambre de 100 mm de longitud;
 - la bobina **LB**, que en las bandas de alta frecuencia desempeña el papel de barrera de banda ancha (cortante) y a su vez es alargante para las bandas de 40 y 80 metros;
 - la sección terminal **ST40** con elemento regulador **CC2**, el cual conjuntamente con **RC** y **LB** forman el radiante para **40** metros;
 - la bobina **L80** que, siendo cortante para los **40** metros, es elemento alargante para los **80** metros;

- la sección terminal **ST80** que conjuntamente con **RC + LB + ST40 + L80** forman el radiante para la banda de **80** metros;
- tres elementos radiantes de alambre **RA** para las bandas de **12, 15 y 17** metros, que en su punto de unión a **RC** se le intercalan pequeñas bobinas reguladoras **L12, L15, L17** (el radiante **RA17** se utiliza también para la banda de **6** metros).

La parte horizontal-inclinada de la antena contiene:

- cuatro radiales de alambre **R1 - R4** todos de igual longitud y que hacen que resuenen las bandas de **10, 12, 15, 17 y 20** metros;
- el radial **R5** es para la resonancia en las bandas de **30 y 40** metros;
- tres bobinas **L3,5** y una **L3,8** como alargadoras en las bandas de 80 metros y que son cortantes para las bandas de **10 - 20** metros;
- las secciones terminales **ST3,5** y **ST3,8** determinan la sintonización de la antena en la zona de banda de **3,5 y 3,8** MHz;
- el radial **R6** forma conjuntamente con **RA17** y **L17** la antena para la banda de los **6** metros.

La utilización, anteriormente indicada, de bobinas como elementos de doble designación (cortantes y alargantes), el autor lo observó en la antena MFJ-1798. En vista de que no se encontró material alguno explicativo y menos aún de cálculo en la literatura, se necesitó realizar una serie de sencillas investiga-

ciones. En comparación con las trampas resonantes **LC**, las pérdidas en estas bobinas son menores, es mayor la rigidez eléctrica y menor la exactitud tolerable en su construcción.

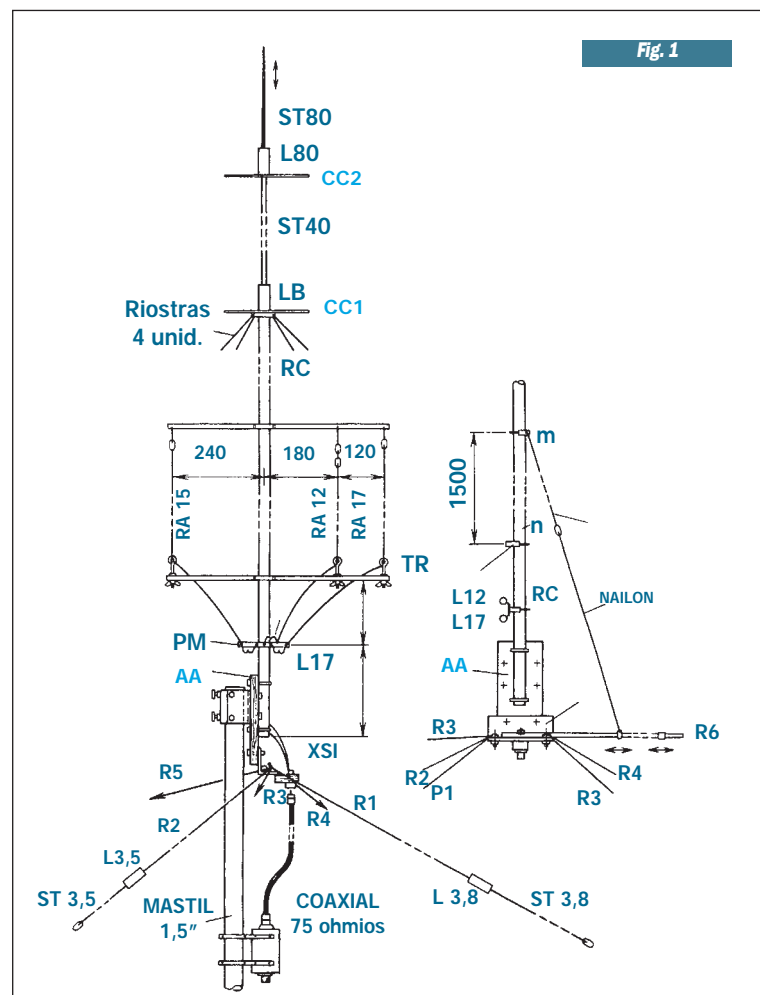
La configuración de la antena en cada banda se puede observar más palpable en la figura 2. Los trazos de líneas continuas indican los tramos de trabajo de la antena, las discontinuas son los elementos que influyen en su sintonización pero no participan en la irradiación. Los demás elementos son tan largos que su resistencia de entrada es grande, el amperaje de la corriente pequeño y su influencia en los demás elementos excitados es insignificante.

En la banda de **6** metros, el radiante vertical está formado

por los elementos **RA17**, ya que su longitud es esta banda está cercana a $5/8$ de λ y la segunda mitad de la antena la forma el radial **R6** (la bobina **L17** de principio no es imprescindible).

La resistencia de entrada de **RC** en la banda de **6** metros es baja y para eliminar su influencia utilizamos un bucle protector **BP** de $0,25 \lambda$, que impide el paso de la corriente al **RC** (el **BP** está formado por el conductor "BP" y la zona contigua de **RC** entre los puntos m y n).

En la banda de **10** metros, la longitud de **RC** con **CC1** está cercana a $0,75$ de λ y la longitud de cada uno de los cuatro radiales es de $0,25 \lambda$. El **BP** para esta banda tiene poca longitud ($0,14 \lambda$) y crea el punto "n" una pequeña resistencia inductiva X_{bp} .



Variando la posición del alambre **BP** con relación a **RC** se puede variar X_{pp} desde unidades hasta decenas de ohmios lo que conlleva al desplazamiento de la frecuencia de resonancia desde 30 MHz (el **BP** está pegado a **RC**) hasta 28,2 MHz (**BP** está separado de **RC** al máximo). En cualquiera de estas posiciones el **BP** asegura suficiente protección para la banda de 6 metros.

En las bandas de **12, 15 y 17** metros se utilizan los correspondientes radiantes **RA12, RA15, RA17** y el radial común de los **R1 - R4**. Como la longitud de los radiales es menor de $0,25 \lambda$ en estas bandas, para obtener la sintonización de resonancia la longitud eléctrica de **RA** debe ser mayor de $0,25 \lambda$. Las bobinas **L12 - L17** en la figura 2 condicionalmente no se indican.

En la banda de **20** metros la longitud del radiante vertical (**RC + CC1**) está próximo a $0,34 \lambda$. Los cercanos **RA** (principalmente el más largo **RA17**) en cierto modo rebajan la frecuencia de resonancia de la antena y la bobina **LB** la sube. La variación en la posición de **BP** apenas influye.

En las bandas de **30 y 40** metros las dimensiones de los radiales **R1 - R4** son demasiado cortos para un funcionamiento efectivo, el papel de la mitad inferior radiante lo realiza el radial **R5**.

La longitud eléctrica equivalente del radiante en la banda de **40** metros (**RC + LB + ST40 + CC2**) es de cerca de 12 m. Conjuntamente con **R5** obtenemos una antena de media onda parecida a una V invertida pero con disposición asimétrica de los puntos de alimentación. Análoga situación la tenemos en la banda de **30** metros con la diferencia que la longitud de la parte horizontal (**R5**) es mayor que la vertical, por ello la irradiación en esta banda va a tener una sustanciosa componente horizontal.

La "guinda" de VMA-9NP y que no tiene análogos entre las antenas de esta clase, está en la posibilidad de operar en ambas ventanas de dX de la banda de **80** metros (CW y SSB) sin reajuste mecánico ni eléctrico. En las

antenas comerciales el reajuste dentro del límite de la banda de **80** metros se realiza por el método mecánico, por ejemplo: variando la longitud de la punta de la antena (**R7000** - y otros), cambiando el condensador especial en la punta (GAP TITAN), variando la longitud de los radios de carga capacitiva (MFJ-1798), etc.

Como cualquiera de estas operaciones implican el desmontaje de la antena, generalmente el ajuste se realiza "una vez para siempre".

Particularidades de la antena en la banda de 80 metros.

1. La dimensión vertical se determina por la altura en la banda de **40** metros, o sea, hasta la bobina **L80**. La longitud **ST80** depende de la magnitud de inductancia de la bobina **L80** por lo que se toma la dimensión mínima posible que permita obtener resultados satisfactorios.

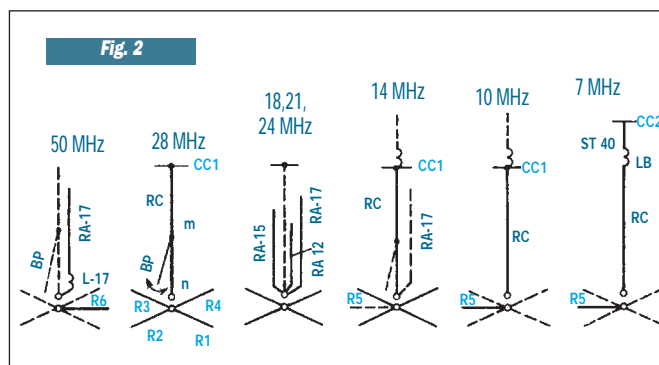
2. El funcionamiento de la antena en banda ancha depende esencialmente de la longitud de sus radiales. Se establecieron sus longitudes máximas posibles de 7,5 a 8,5 m. que permiten su montaje en tejados estándar con secciones transversales de aproximadamente 11 m.

3. En la VMA para el trabajo en doble frecuencia se utilizan radiales de diferentes juegos (ajustes). El radial **R3,8 (R1 + L3,8 + ST3,8)** resuena en la franja de **3,8** MHz y conjuntamente con los radiales **R3,5** en la parte inferior de la banda.

MÉTODOS DE CONCORDANCIA

Las antenas de bandas bajas y altas de que se compone la VMA-9NP están diseñadas de diferente forma, son diferentes y los métodos para lograr su concordancia son distintos. Sus resistencias de entrada R_{ent} aumentan sucesivamente de 50 ohmios aproximadamente, en la banda de **10** metros, hasta 110 ohmios aprox. en la de **20** metros.

Para su concordancia con la línea de alimentación de 50 ohmios a la entrada de la antena se utiliza un transformador coaxial **TC** consistente en un trozo de cable de 75 ohmios y una lon-



gitud de $0,25 \lambda$ aprox. en la banda de los 20 metros.

La resistencia de salida del **TC** se concuerda muy bien con la R_{ent} de las antenas de cinco bandas de alta frecuencia. También es verdad que en las bandas de 12, 15 y 17 metros, a la salida del **TC**, existirá una componente reactiva y para su compensación se alarga la longitud de **RA** de estas bandas en 1 a 2% de su dimensión de resonancia.

Las antenas de bandas de baja frecuencia representan en sí dipolos resonantes con diferentes grados de acortamiento a cuenta de conectarles bobinas. En el centro del dipolo, como sabemos, la tensión **U** es mínima, la corriente es máxima y $R_{ent} = U:I$ mínimo.

Al desplazar los puntos de aplicación de la alimentación con respecto a su centro, la tensión **U** se incrementa y la corriente **I** se reduce. Correspondientemente crecerá R_{ent} . A cuenta de la asimetría en la alimentación podemos obtener la magnitud necesaria de R_{ent} hasta en antenas sumamente acortadas.

Como el transformador **TC** continúa actuando también en las bandas de baja frecuencia, la R_{ent} de las antenas debemos seleccionarla teniendo en cuenta su acción. La concordancia de entrada en el extremo superior de la banda de 80 metros, se logra a cuenta de que la longitud eléctrica del radiante vertical es mayor que su radial, o sea que su alimentación es asimétrica.

Seleccionando los nominales de los elementos **L80, ST80, L3,8 y ST3,8** se crea tal grado de asimetría con la cual obtenemos la magnitud necesaria de R_{ent} . Los radiales **R3,5** están ajustados mucho más abajo de fre-

cuencia y su conexión-desconexión no influyen prácticamente en el ajuste de la antena en la zona de frecuencia de 3,8 MHz.

La concordancia en la parte baja de la antena se logra de otra manera. A cuenta del correspondiente ajuste de **R3,5** se puede haber obtenido la segunda resonancia de la antena en la frecuencia de 3,5 MHz pero la R_{ent} es demasiado pequeña. El método admitido consiste en que la frecuencia de ajuste de **R3,5** se elige más arriba calculando que la acción común de **R3,5 y R3,8** aseguren la resonancia en la frecuencia de ajuste de 3,51 MHz. La conexión en paralelo a la rama **R3,5** con la resistencia inductiva de entrada de la rama **R3,8** con resistencia capacitiva, actúan de tal manera que la resistencia total de entrada en la parte inferior de la antena, quedando inductiva, se incrementa su magnitud. También se incrementa su componente activa de entrada (resistencia a la irradiación - resistencia en pérdidas).

La física del proceso encierra en sí a las corrientes **R3,5 y R3,8** que están casi en oposición de fase y a cuenta de la influencia de **R3,8** en la zona de frecuencia de 3,5 MHz la suma de la corriente entrante en la parte inferior de la antena se reduce, lo cual es equivalente al incremento de R_{ent} del sistema de radiales y de toda la antena.

Las posibles variantes de radiales para la banda de 80 metros se incluyen en la figura 3 a-d.

Figura3a- Se reduce el número de radiales **R3,5** acompañado de reducción de la franja de trabajo, la longitud de **ST3,5** también se reduce.

Figura3b- La antena se utiliza

conjuntamente con el radial rígido, las magnitudes de **L3,5** y **L3,8** sin variaciones; las longitudes de **ST3,5** y **ST3,8** se identifican localmente, el ángulo de inclinación de **ST** se instala por la óptima concordancia.

Figura3c- Es la variante más compacta. El papel de **ST** lo realizan las crucetas de cuatro tubos de 8 a 12 mm. de diámetro y de hasta 1 m de longitud.

Figura3d- Esta variante asegura el trabajo solamente en un sector paro al ajustar en $f=3,75$ MHz podemos obtener una franja de frecuencias con un ROE 2 de hasta 100 kHz. La longitud de **R5**, para conservar el ajuste en las bandas de 30 y 40 metros, se debe incrementar aproximadamente en 0,35 a 0,5 m. La longitud de **ST** se obtiene experimentalmente, orientativo son 3 m.

Es posible trabajar en doble frecuencia utilizando un disyuntor inoperativo **S**.

Las variantes de las figuras 3a, b y d se probaron directamente en antena real mientras que la variante 3c solamente en maqueta.

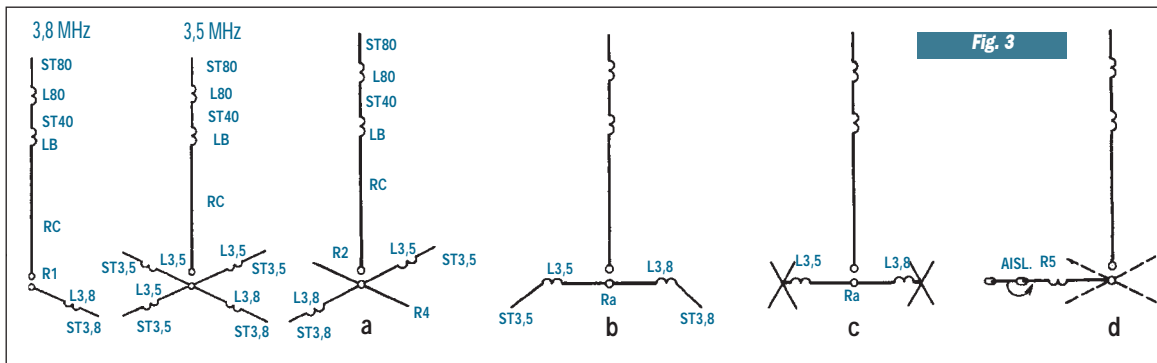
El funcionamiento y estructura del choque protector **ChP** no tiene ninguna novedad (ver revista agosto-septiembre pág.10).

La elaboración de una antena tan complicada como la VMA sería imposible sin una preliminar maquetación, sin la prueba de múltiples variantes y la selección de los mejores de ellos.

DATOS BÁSICOS CONSTRUCTIVOS

En la estructura se utilizaron tubos de duraluminio. El **RC** se realizó con trozos de diámetro (exterior/interior): 35/30 - 30/26 - 30/27 mm., longitud total 6,8 m.

La longitud de **ST40** es de 2,7 m. y su diámetro 22/19 - 16/13 mm., y **ST80** superior es de tubo 8/6 mm. y la varilla $\varnothing = 5,7$ mm. (su unión es regulable). La dimensión de **CC1** es de 0,5 m.,



CC2 de 0,8 m. y los tubos de $\varnothing = 8/6$ mm. Los radiales **RA** son de cable multihilo con sección de $S = 2,5$ mm², aislación termostable y longitud total, desde el aislador superior hasta la placa de ensamblaje **PE**, es de : **RA12** = 2,65 m. y **RA15** = 3,1 - 3,6 m.

Los radiales **R1 - R4** también son de alambre multiconductor de 2,5 mm² de sección y 2,85 m. de longitud; el radial **R5** es de 8,1 m de alambre esmaltado y $\varnothing = 2$ mm.

ST3,5 tiene 4,65 m. de longitud (alambre esmaltado $\varnothing = 1,3$ mm.) y **ST3,8** 5,6 m. y del mismo alambre que **ST3,5**.

El radial **R6** tiene una longitud de 1,95 m y diámetro 16/14, 14/12 y 12/10 mm. Sus uniones son regulables. **BP** es de alambre multihilo de 2,5 mm² de sección y 1,45 m. de longitud.

Las bobinas reguladoras **L12**, **L15** y **L17** se devanan con alambre esmaltado de 2 mm de diámetro sobre carcasa de $\varnothing = 25$ mm. y contienen correspondientemente 2,3 y 4 espiras.

Datos de otras bobinas:

LB - carcasa de vitrotexolito de 39 mm. de diámetro, alambre de 0,75 mm² de sección y 20 espiras, inductancia 12,8 μ Henrios y factor de calidad medio $Q = 250$;

L80 - carcasa idéntica a la anterior, alambre de 0,35 mm² de sección, 58 espiras, inductancia 61 μ Hn, calidad $Q = 240$;

L3,5 - carcasa de PVC de $\varnothing = 40$ mm., de alambre de 0,35 mm² de sección, 57 espiras,

inductancia 60 μ Hn, calidad $Q = 230$.

L3,8 - carcasa de PCV de $\varnothing = 40$ mm., de alambre de 0,75 mm² de sección, 45 espiras, 38 mHn de inductancia y $Q = 300$. Devanado denso con cinta hidroaislante NOVA ROLL.

Las placas separadoras **PS** de vitrotexolito, longitud 570 mm, sección de la superior 20 x 9 mm, la inferior 20 x 12 mm., los tensores TR de acero inoxidable con rosca M4. El aislador de apoyo inferior **AA** es de 90 x 220 x 16 mm (vitrotexolito), grosor de 20 mm para textolito. El angular utilizado es perfil 50 x 50 x 130 mm.

RESULTADOS

La antena descrita se instaló en el QTH de UT1MA a 3 m. de altura sobre la cumbre del tejado de la casa de cuatro plantas. Los radiales, bajo un ángulo de 40 grados, van sujetos al barandaje con cuerdas de nailon.

Los controles de ROE en la antena, incluida la franja de frecuencias en los límites $ROE \geq 2$, se realizaron con el aparato Drake WH-7 con un nivel de potencia de 100 vatios. (La longitud de la línea alimentadora está en alrededor de 20 m.). Los resultados de las mediciones se incluyen en la tabla.

La valoración de la antena VMA-9NP por corresponsales locales comparándola con otra V invertida, instalada en el mismo tejado, daban una ganancia en todas las bandas de un prome-

dio de alrededor de un grado; en la banda de 80 metros de 10 a 15 dB. Esto testifica la gran intensidad de irradiación bajo pequeños ángulos con respecto al horizonte. En comunicaciones intercontinentales, en la zona de 3,8 MHz (W, JA, LU) la ganancia estaba entre los límites de 5 a 10 dB.

La prueba compleja se realizó durante el CQ WW CW CONTEST 2000. En alrededor de 20 horas de concurso se realizaron QSO's con 37 zonas y 135 países; en la suma de cinco bandas fueron 111 zonas y 225 países.

Las múltiples comparaciones realizadas por los propietarios de las antenas VMA con las de firmas demostraron que sin ceder un ápice en efectividad, las VMA son de franja ancha, resisten gran potencia y son más sencillas constructivamente.

Con espacio limitado para su instalación, la antena vertical VMA-9NP ayudará a resolver la mayoría de los problemas y esta circunstancia empujó al autor a arriesgarse para reflejarla en el nombre de la antena **NP** (no problem).

Durante el proceso de confeccionado y ajuste de la VMA hemos obtenido una importante ayuda de UR4MHJ, UY5ML y UR4MIG por lo que el autor les queda sumamente agradecido.

La idea de la VMA-9NP y su diseño son propiedad intelectual del autor. Su comercialización solamente será posible en acuerdo y con el permiso de su autor.

TABLA										
Freq, MHz	3,51	3,79	7,07	10,12	14,1	18,15	21,25	25,0	28,6	50,2
ROE	1,2	1,2	1,15	1,4	1,15	1,1	1,3	1,2	1,1	1,25
Franja, kHz	30	70	240	450	950	400	900	750	2500	850