



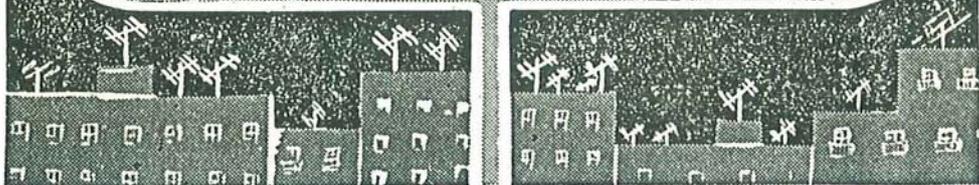
SELECCION TEMATICA DE TODO LO  
PUBLICADO EN LA REVISTA URE.

6

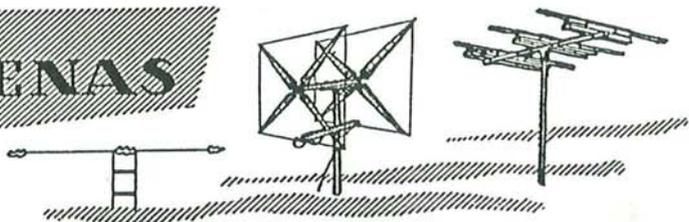
# ANTENAS CUBICAS PARA HF

Madrid, 1984

# ANTENAS



**A**NTENAS



# ANTENAS

6

**A**ntenas





UNION DE  
RADIOAFICIONADOS  
ESPAÑOLES

Maiquez, 48 1º  
Madrid - 9

Depósito Legal: M-3697-1984 Impreso en Novaprint S.A.

Prohibida la reproducción total o parcial  
en cualquier forma que sea, sin autoriza-  
ción expresa por escrito de la Unión de -  
Radioaficionados Españoles.

# INDICE GENERAL

|      |   |   |
|------|---|---|
| Pag. | 3 | INDICE.   |
| 7    |   | ANTENA CUADRANGULAR CUBICA.                                       |
| 7    |   | - Introducción.   |
| 7    |   | - Historia de la antena.  |
| 8    |   | - La primera antena cuadrangular cúbica.                          |
| 9    |   | - Principio básico de la antena.                                  |
| 10   |   | - Adición de un elemento parásito.                                |
| 13   |   | - Características de la antena.                                   |
| 14   |   | - Montaje de la antena cuadrangular cúbica.                       |
| 16   |   | - Ajuste de la antena cuadrangular cúbica.                        |
| 19   |   | - Cuadrangular cúbica para tres bandas.                           |
| 21   |   | ANTENA CUADRANGULAR CUBICA, PARA TRES BANDAS.                     |
| 21   |   | - Montaje.  |
| 21   |   | - Medidas.  |
| 22   |   | - Alimentación de las antenas.                                    |
| 23   |   | - Sistemas de ajuste del "gamma".                                 |
| 23   |   | - Sintonía del reflector.   |
| 24   |   | - Una recomendación importante.                                   |
| 25   |   | - Efecto de interacción.  |
| 25   |   | - Ajuste del sistema "trigamma".                                  |
| 28   |   | UNA ANTENA CUADRANGULAR CUBICA METALICA                           |
| 34   |   | CUADRO CUBICO PARA TRES BANDAS.                                   |
| 36   |   | ANTENA DE CUADRO CUBICO PARA TRES BANDAS CON UN SOLO ALIMENTADOR. |
| 36   |   | - Elementos de la antena.   |
| 40   |   | - La antena propiamente dicha.                                    |
| 40   |   | - Montaje del conjunto.   |
| 43   |   | ANTENA CUBICAL-QUAD UNIFILAR TRIBANDA.                            |

- Pag. 51 LA VERDADERA ANTENA CUBICA.
- 55 LA ANTENA CUAD CUBICA DE 7CW. UNA CUAD,  
LIGERA DE PESO Y DE COSTE.
- 60 CUADRANGULAR CUADRUPLE.
- 62 EXPERIENCIAS DE INSTALACION DE UNA ANTENA  
CUADRANGULAR.
- 64 - Como perfeccionar la cúbica.
- 65 - Ajuste de la cúbica.
- 67 CUADRO CUBICO PARA 20 M.
- 72 EL LINEAL "CUBICO 20".
- 75 QUAD CUBICA PARA 40 METROS.
- 77 ANTENA DIRECCIONAL "CUADRANGULAR SUIZA".
- 84 UNA EFICIENTE ANTENA DE CUADRO PARA BAN-  
DA MULTIPLE.
- 84 - Teoria.
- 85 - Trabajo en multibanda.
- 87 - Consideraciones prácticas.
- 87 - Conclusiones.
- 88 ANTENA LOOP.
- 90 ANTENA "DELTA LOOP".
- 97 LA ANTENA DELTA-LOOP.
- 101 SOBRE LA ANTENA "DELTA-LOOP".
- 104 CONSIDERACIONES SOBRE UNA ANTENA "CIRCU---  
LAR CILINDRICA".
- 107 TABLA DE FRACCIONES DE PULGADA CON EQUI--  
VALENTES METRICOS.

# La antena cuadrangular cúbica

Escribe: Dr. L. M. MORENO QUINTANA (h)  
(LU 8 BF/8 HF)

*En este artículo se hace un estudio exhaustivo de la antena diseñada por W9LZX hace varios años ya, a la luz de la técnica de hoy.*

## INTRODUCCIÓN.

Aunque hace ya bastante tiempo que la antena cuadrangular cúbica fue dada a conocer a los radioaficionados (1), parece ser que dicho tipo de antena está nuevamente de moda, a juzgar por las opiniones al respecto que se escuchan en las bandas de radioaficionados.

Comoquiera que hay discrepancias notables en los libros de texto y artículos especializados sobre esta clase de antena, es deseo del autor presentar en las líneas siguientes un estudio completo de la antena cuadrangular cúbica, con objeto de evitar más confusiones al radioaficionado que desea construir una antena de este tipo en cualquiera de las bandas comprendidas entre 14 a 50 Mc/s. inclusive.

## HISTORIA DE LA ANTENA.

La historia de esta antena es interesante y generalmente desconocida por la mayoría de los radioaficionados.

Situada en lo alto de la cordillera de los Andes se halla la ciudad de Quito, capital de la República del Ecuador. En 1939, un grupo de radioingenieros norteamericanos llegaron a dicha ciudad para instalar la estación HCBJ, «La Voz de los Andes», con un emisor de 10 kW. para operar principalmente en la banda de 25 m., utilizando esta banda de onda corta como medio para transmitir programas religiosos al hemisferio norte.

Como consecuencia de las condiciones adversas en dicha banda, a causa de la gran cantidad de estaciones que operaban ya en la misma, fue diseñado y construido un sistema direccional fijo Yagi de 4 elementos, con tubos de

duraluminio, apuntando al centro de los EE. UU., disponiendo la antena sobre el tejado del edificio que albergaba el transmisor.

Pasados los períodos de prueba y de ajustes, la combinación formada por el emisor de 10 kW. y la antena Yagi proporcionó muchos reportajes de radioescuchas altamente impresionados con la excelente calidad de la señal de HCBJ en Centroamérica y en los Estados Unidos.

Pero a causa del efecto producido por el aire enrarecido de la alta montaña, en combinación con el alto «Q» de la antena y la alta potencia del emisor, era frecuente observar en los extremos del elemento radiante y de los directores gigantescas descargas eléctricas por efecto corona que ponían las puntas de los elementos al rojo y que poco a poco quemaban los extremos de los mismos.

Las descargas por efecto corona eran tan intensas que, según informes de entonces, se las podía escuchar hasta más de 300 m. de distancia de la estación. Se podía oír la música y los programas de HCBJ llevados por el tranquilo ambiente nocturno, creando un marcado contraste con la pasividad original del lugar.

Uno de los medios más lógicos para resolver el problema hubiera sido el traslado de la estación a un lugar situado al nivel del mar, pero por razones técnicas esta solución no era adecuada, ya que se había probado, en contra de lo afirmado por las prácticas de radioingeniería de entonces, que la disposición de la estación en lo alto de la montaña permitía lograr condiciones superiores, en lo que se refiere a propagación en onda corta, que en lugares colocados al nivel del mar. En consecuencia, HCBJ debía quedar instalada definitivamente en la montaña.

Una solución provisional al problema consistió en fijar en los extremos de los elementos de la antena Yagi

unos flotadores redondos de 15 cm. de diámetro, procedentes de tanques de agua en desuso. Pero este agregado, aunque lograba disminuir los efectos de las descargas por efecto corona, no podía impedirlos y además desintonizaba la antena. El futuro de la estación HCBJ radicaba, por tanto, en encontrar una solución definitiva al problema de la antena.

Uno de los radioingenieros a cargo de la estación, Clarence C. Moore (W9 LZX), finalmente dio con una solución apropiada, después de mucho pensar y con la ayuda de una buena bibliografía sobre el tema.

#### LA PRIMERA ANTENA CUADRANGULAR CÚBICA.

La idea de Moore de «un dipolo plegado abierto hacia afuera» permitió construir una antena que fue instalada en el sitio de la ya semidestruida Yagi de 4 elementos. Durante muchas y largas tardes el personal técnico de HCBJ observó la nueva antena en funcionamiento. El aire húmedo enrarecido pronto depositó una capa de rocío sobre los alambres de la misma, pero —aun con el máximo de modulación— los temidos efectos de descarga corona no se presentaron. Parecía que el problema, al menos el de las descargas corona, hubiera sido solucionado.

En corto tiempo, la nueva antena demostró su rendimiento, al llegar al QTH de la administración de la emisora controles magníficos sobre la intensidad y legibilidad de las señales de HCBJ en el extranjero.

Poco tiempo después, W9LZX construyó una antena cuadrangular cúbica para 14 Mc/s., trabajando la misma con pleno éxito desde su estación de radioaficionado en Quito. A su regreso a los EE. UU., Moore solicitó—y obtuvo—una patente sobre su antena, basada en el «efecto de radiación perpendicular al plano del cuadro».

El nuevo modelo se difundió rápidamente con mucho éxito entre radioaficionados y estaciones comerciales de onda corta, que trabajaban en condiciones parecidas a las de HCBJ. Uno de los comentarios más oídos fue el de «más de 20 dB de ganancia delantera en comparación a una antena Yagi de 2 elementos», mientras que otros afirmaban que «la antena es un fraude

El razonamiento básico de Moore consistió en que desde el momento en que un dipolo tiene un «Q» más reducido que el de un simple dipolo, presentará una impedancia más baja en los extremos y, por consiguiente, la tensión de R.F. será más reducida en las puntas y, por tanto, menos suscep-

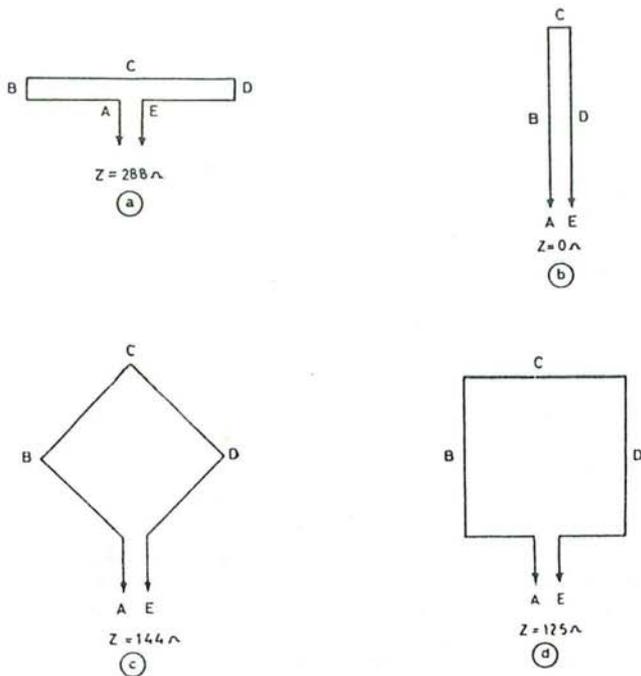


FIG. 1.—Estos diseños sirven para ilustrar la evolución de la antena cuadrangular cúbica, partiendo del dipolo plegado. Los mismos se discuten en el texto.

completo». El examen desapasionado técnico reveló que la verdad estaba entre ambos extremos.

Resulta interesante destacar que la antena cuadrangular cúbica fue diseñada por un radioaficionado ante condiciones adversas y con el fin de llenar una función específica y que no fue producto de laboratorio cuidadosamente planeado y experimentado largo tiempo.

tible a los efectos de descarga por efecto corona y otros fenómenos de alta tensión.

La impedancia de un dipolo plegado en el punto de alimentación es de alrededor de 288 ohmios ( $4 \times 72 = 288$ ) (puntos A-E en la figura 1 a). Si se hace una modificación en el diseño de la 1 a para convertirlo en el de la figura 1 b, se tendrá virtualmente una línea cortocircuitada de  $1/2$  longitud de onda

y, por consiguiente, la impedancia de entrada en el punto de alimentación *A-E* será de cero ohmios. Si se extiende la modificación del diseño hasta alcanzar la forma de la figura 1 *c*, se logrará algo comprendido entre la mitad de las figuras 1 *a* y 1 *b*, con un valor de impedancia de entrada que estará asimismo comprendido en la mitad entre 288 y cero ohmios, lo que es válido, ya que la medición del punto de alimentación de una antena de esta clase es de unos 144 ohmios.

El diseño de campo radiado por esta antena de forma cuadrangular—al igual que el de un dipolo plegado—es similar al producido por un simple dipolo horizontal de  $1/2$  longitud de onda, esto es, semejante al de una figura en forma de número ocho, sin mayor ganancia de potencia con relación al dipolo.

Una tercera manera de deformar el diseño de un dipolo plegado aparece en la figura 1 *d*. En dicha figura el cuadro formado de esta manera tiene dos elementos paralelos, uno sobre otro, presentando una impedancia de aproximadamente 125 ohmios, cuando se lo alimenta en el elemento inferior por medio de una línea balanceada.

El cuadro de la figura 1 *d* está constituido por cuatro costados de aproximadamente  $1/4$  de longitud de onda cada uno y los puntos de alta impedancia caen las posiciones medias de cada costado, marcadas *B* y *D*. La principal característica del cuadro consiste en que proporciona una ganancia de potencia de casi un decibelio con relación al dipolo plegado. Esto se comprende, ya que el cuadro está formado por 1 longitud de onda completa, la que puede ser considerada como dos dipolos de  $1/2$  longitud de onda con sus extremos dados vuelta y conectados juntos, a fin de conseguir dos  $1/2$  longitudes de onda, alimentadas en fase. Dos dipolos de  $1/2$  longitud de onda cada uno alimentados en fase presen-

tan una ganancia de potencia de 1 dB. No obstante, los extremos doblados del cuadro disminuyen ligeramente esta cifra a 0,9 dB. El diseño de campo radiado por el cuadro afectando la figura de un número ocho es similar a la del dipolo plegado, excepto por un lóbulo perpendicular ligeramente más reducido con relación al plano del cuadro y un pequeño lóbulo vertical que aparece formando ángulo recto con el lóbulo de radiación principal. Este lóbulo secundario se debe a una emisión reducida de los alambres verticales del cuadro.

#### ADICIÓN DE UN ELEMENTO PARÁSITO.

Al igual que en una antena Yagi, se pueden agregar elementos parásitos afectando la misma configuración de cuadro, para suprimir la radiación posterior y lograr un aumento en la ganancia proporcionada por la antena.

En general, la ganancia delantera de una antena de esta clase provista de un elemento parásito director o reflector varía con el «Q» del elemento parásito añadido. Y cuando se llega al punto en que la conductividad de la superficie metálica del material empleado es muy reducida materialmente como para afectar al resultado, el «Q» de un elemento parásito varía inversamente a su espesor.

En una antena Yagi formada por un elemento radiante y un reflector, de conductores de diámetro reducido, se puede lograr una ganancia delantera máxima tan elevada como 5,3 dB, en comparación con un dipolo horizontal de  $1/2$  longitud de onda, a la misma altura sobre tierra y con igual potencia. A pesar de «Q» más reducido y de la impedancia más elevada en el punto de alimentación, producida por la configuración de cuadro, utilizando un conductor de pequeño diámetro se puede conseguir una ganancia delantera de prácticamente 5 dB con la adición de

un reflector a la antena cuadrangular cúbica, con lo que la ganancia delantera máxima de un sistema direccional Yagi de 2 elementos y la de una cua-

drangular cúbica de 2 elementos es más o menos la misma.

Como en el caso de cualquier sistema direccional de elementos parásitos,

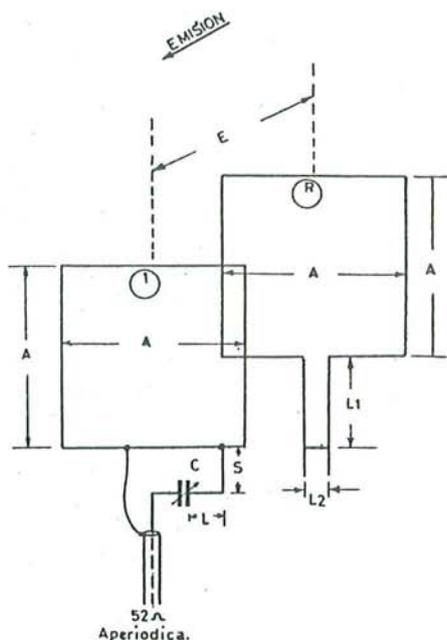


TABLA I

| $f$        | A (lado) | E ( $0,125\lambda$ ) | $Z_a$       | $L1$   | $L2$    | G      | Dis. FD/FT |
|------------|----------|----------------------|-------------|--------|---------|--------|------------|
| 14,2 Mc/s. | 5,36 m.  | 2,64 m.              | 72 $\Omega$ | 89 cm. | 7,5 cm. | 5,8 dB | 25 dB      |
| 21,2 Mc/s. | 3,56 m.  | 1,76 m.              | 72 $\Omega$ | 48 cm. | 5 cm.   | 5,5 dB | 20 dB      |
| 28,2 Mc/s. | 2,61 m.  | 1,32 m.              | 72 $\Omega$ | 38 cm. | 5 cm.   | 5,0 dB | 25 dB      |
| 50,1 Mc/s. | 1,47 m.  | 0,74 m.              | 72 $\Omega$ | 20 cm. | 5 cm.   | 4,8 dB | 20 dB      |

TABLA II

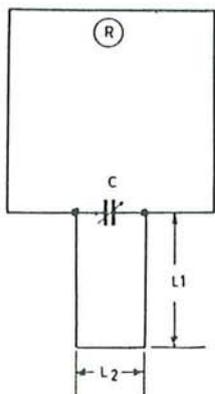
Adaptador «Gamma-match»

| $f$        | L        | S       | C (máx.) |
|------------|----------|---------|----------|
| 14,2 Mc/s. | 89 cm.   | 5 cm.   | 100 pF   |
| 21,2 Mc/s. | 68,5 cm. | 3,8 cm. | 75 pF    |
| 28,2 Mc/s. | 45,5 cm. | 2,5 cm. | 50 pF    |
| 50,2 Mc/s. | 25 cm.   | 2,5 cm. | 30 pF    |

FIG. 2.—Se muestran las dimensiones de la antena cuadrangular cúbica para varias bandas de radioaficionado más populares. La información de la segunda tabla para la construcción del adaptador «Gamma-match» solamente es válida cuando se emplea una línea asimétrica coaxial de 52 ohmios de impedancia característica.

la adición de un director o reflector a la antena cuadrangular cúbica provoca la disminución del valor de impedancia en el punto de alimentación de la misma.

En una antena de este tipo, una separación comprendida entre 0,12 a 0,15 de longitud de onda, entre el elemento radiante y el elemento parásito, entre-



| $f$        | $L1$     | $L2$    | $C$ (máx.) |
|------------|----------|---------|------------|
| 14,2 Mc/s. | 50,8 cm. | 7,5 cm. | 50 pF      |
| 21,2 Mc/s. | 38,1 cm. | 7,5 cm. | 50 pF      |
| 28,2 Mc/s. | 25,4 cm. | 7,5 cm. | 50 pF      |
| 50,2 Mc/s. | 15,8 cm. | 7,5 cm. | 35 pF      |

FIG. 3.—Este método de ajuste del cuadro reflector es más sencillo que la barra de cortocircuito sobre la línea de ajuste. Una vez terminado el ajuste, se mide el valor del capacitor variable y se lo reemplaza por un condensador de igual valor de tipo fijo.

ga máxima ganancia delantera, con una impedancia de unos 70 ohmios en el punto de alimentación, siempre que la altura mínima sobre tierra sea de 1/2 longitud de onda. Con alturas menores, la impedancia en el punto de alimentación será más reducida.

La altura de la antena sobre tierra también tiene influencia en el valor del ángulo de radiación vertical. Con una altura de 1/4 de longitud de onda, la

antena cuadrangular cúbica tiene un valor de 40° para el ángulo de radiación. A 1/2 longitud de onda de altura sobre tierra, dicho ángulo desciende a 26° y a 1 longitud de onda llega a un valor de 12°, excelente para trabajo de DX.

El diseño azimutal de campo radiado por la antena varía también de acuerdo a la altura sobre tierra, pero en general es el mismo que el de una antena Yagi de 2 elementos. El ancho del lóbulo de radiación principal medido entre los puntos de potencia media es de unos 75°. Como se ha mencionado anteriormente, hay una pequeña emisión vertical producida por los componentes defasados de los alambres verticales.

Si se desea, se puede desplazar el punto de alimentación  $A-E$  en el cuadro radiante a  $B$  o  $D$  y entonces la mayor parte de la emisión resultará polarizada verticalmente. No obstante, la polarización de una onda radioeléctrica luego de su refracción en la ionosfera pierde significación y desde el punto de vista de transmisión los resultados con uno u otro método de polarización serán prácticamente los mismos, cuando se trata de ondas propagadas por ese medio. En cambio, visto desde el aspecto de recepción, es preferible usar la antena polarizada horizontalmente, ya que la mayoría del ruido provocado por los sistemas de ignición, letreros luminosos, etc., se propaga con polarización vertical.

En general, es posible utilizar varias combinaciones con la antena cuadrangular cúbica, pero la más recomendada consiste en un cuadro radiante y un cuadro parásito reflector.

Cuando se emplea un cuadro parásito reflector, es posible obtener un ancho de banda lo suficientemente amplio como para poder trabajar en toda la banda de 14 ó 21 Mc/s., si se ajusta la antena en una frecuencia de corte de 14,2 ó 21,2 Mc/s., respectivamente,

ya que el ancho de banda útil de la cuadrangular cúbica llega al 3 % de la frecuencia de corte y la mayor parte de la operación se hace en la parte superior de ambas bandas. En 28 Mc/s. esto no será posible, debido a la gran amplitud de la banda, pero podrá lograrse un cubrimiento adecuado para

lantero-trasero, con referencia a un determinado ancho de banda, está dada por el ajuste de la línea cortocircuitada en el extremo, en el cuadro reflector, operación que resulta bastante crítica. Este ajuste también determina la máxima ganancia delantera con relación al ancho de banda dado.

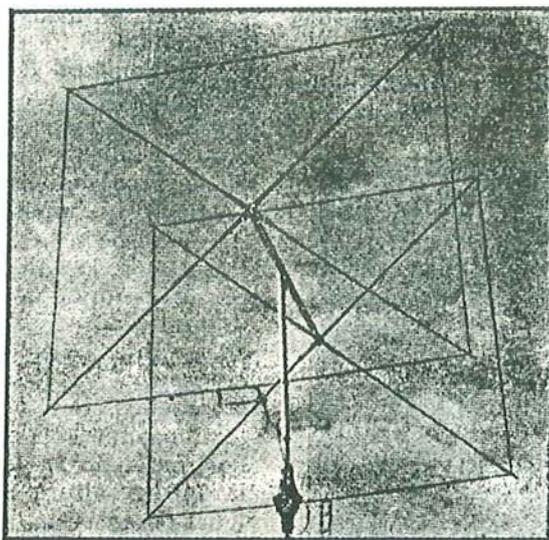


FIG. 4.—La fotografía muestra la antena cuadrangular cúbica descrita en este artículo para la banda de 14 Mc/s. Se emplea un adaptador «Gamma-match» para alimentar la misma. La estructura está construida íntegramente con partes metálicas. La antena se gira mediante un motor CD H-Ham, que aparece en la parte inferior del mástil.

operación normal, ajustando la antena en 28,2 Mc/s., ya que la operación en la parte superior de dicha banda no interesa mayormente.

A diferencia de lo que sucede con un sistema direccional Yagi, el cuadro reflector en la cuadrangular cúbica *debe ser del mismo tamaño* que el cuadro radiante y la sintonía del mismo se hace por medio de una línea cortocircuitada en su extremo, aunque también se puede usar un pequeño condensador variable o bobinas con tomas variables.

La discriminación entre el frente de-

#### CARACTERÍSTICAS DE LA ANTENA.

Una vez ajustada propiamente, la antena cuadrangular cúbica proporciona una discriminación entre frente delantero-trasero del orden de los 25 dB en la frecuencia de corte, 15 dB en una frecuencia 3 % más elevada que la frecuencia de corte y 10 dB en una frecuencia 3 % más reducida.

En 14 Mc/s., la discriminación entre frente delantero-trasero, por ejemplo, no será menor de 20 dB en el extremo superior de esa banda y de 15 dB en el extremo inferior.

El ajuste de la línea cortocircuitada en el extremo del cuadro reflector no solamente resulta crítico con relación a la discriminación entre frente delantero-trasero, sino también con respecto al valor mínimo de la R.O.E. obtenido en la línea de transmisión aperiódica que alimenta la antena. Esto resulta particularmente evidente cuando dicha línea es muy corta. Ya se volverá más adelante sobre el particular.

Se ha mencionado anteriormente que cada lado del cuadro radiante tiene un

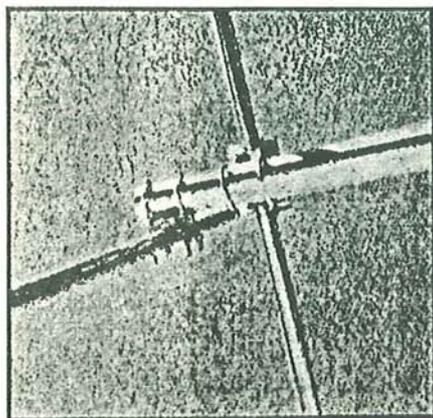


FIG. 5.—Aspecto que presenta el tubo central de soporte de la antena cuadrangular cúbica y los tubos de duraluminio que constituyen los brazos para sostener el alambre que forma el cuadro. Este tipo de construcción es más sencillo que la cruceta metálica. Las grapas en U se desempeñan en la misma forma, con menos trabajo.

$1/4$  de longitud de onda. Esto no es realmente exacto, ya que debido a la falta del efecto de puntas que produce el cuadro completamente cerrado y al doblez de los extremos de los dos dipolos, que constituyen el cuadro, hay un efecto de alargamiento que hace que en la práctica los lados del cuadro sean de  $0,257$  de onda eléctrica.

Se ha dicho también que la impedancia en el punto de alimentación es del orden de los 70 ohmios. Pero, a dife-

rencia con lo que sucede en un dipolo de extremos abiertos, el cuadro resulta muy crítico para su alimentación. Como se trata de un sistema balanceado, se le debe alimentar con una línea balanceada; así, por ejemplo, una línea bifilar de dieléctrico de polietileno de 75 ohmios de impedancia característica. Si se desea usar línea asimétrica coaxil, es menester utilizar un «balun» simple 1:1 de una extensión de  $1/4$  de longitud de onda. También se puede apelar a un adaptador «Gamma-match», sistema de alimentación que goza de mucha popularidad por su ajuste relativamente sencillo y el buen resultado que proporciona (2).

Con respecto a la ganancia delantera máxima, la antena cuadrangular cúbica constituida por un cuadro radiante y un cuadro reflector *no es* superior a una antena Yagi de 3 elementos, como muchas veces se ha demostrado en la práctica, ya que la ganancia delantera máxima con relación a un dipolo horizontal de  $1/2$  longitud de onda, a la misma altura sobre tierra y con igual potencia, no alcanza a 6 dB.

#### MONTAJE DE LA ANTENA CUADRANGULAR CÚBICA.

La estructura física de la antena cuadrangular cúbica depende de varios factores, entre los cuales se hallan la habilidad del constructor, disponibilidad de materiales, etc. No obstante, la forma más práctica de montaje consiste en el empleo de dos crucetas metálicas, destinadas a soportar cuatro brazos hechos con tubo de duraluminio, cañas de bambú o travesaños de madera, de suficiente resistencia, que sirvan a su vez de soporte para el conductor de los cuadros. Cualquiera que sea la forma adoptada para la construcción de la antena, habrá que pres-

(2) MORENO QUINTANA (h), L. M.: «El «Gamma-match» en sistemas rotativos direccionales», U.R.E., noviembre 1962.

tar mucha atención al peso y al volumen de la estructura, de manera que ofrezca la menor resistencia al aire, siendo conveniente que sea lo más rígida posible. Si al principio las cañas de bambú parecen ser una buena solución, es preferible usar para la construcción de la estructura material metálico en su totalidad, tal como se aprecia en las fotografías que acompañan este artículo, ya que las cañas de bambú se doblan por la presión ejercida

por el alambre y además el aspecto de la antena no resulta nada seguro cuando sopla un viento de 50 Km. por hora.

La antena cuadrangular cúbica que aparece en las fotografías de este artículo fue diseñada por el autor para la estación LU1EZ, de Tigre (provincia de Buenos Aires), hace ya algunos años, para trabajar en la banda de 14 megaciclos, con un tubo de duraluminio de soporte central de 5 cm. de diámetro y de 2,70 m. de longitud, en cuyos extremos se fijaron los brazos sujetos por grapas apropiadas del tipo televisión.

Cada brazo requiere un tubo de duraluminio de 25,4 mm. de diámetro y 3,80 m. de longitud. Como no es posible generalmente comprar un tubo de duraluminio de esta longitud, será necesario emplear dos de 1,90 m. de longitud unidos en su parte central con un trozo de tubo interior de 22 mm.

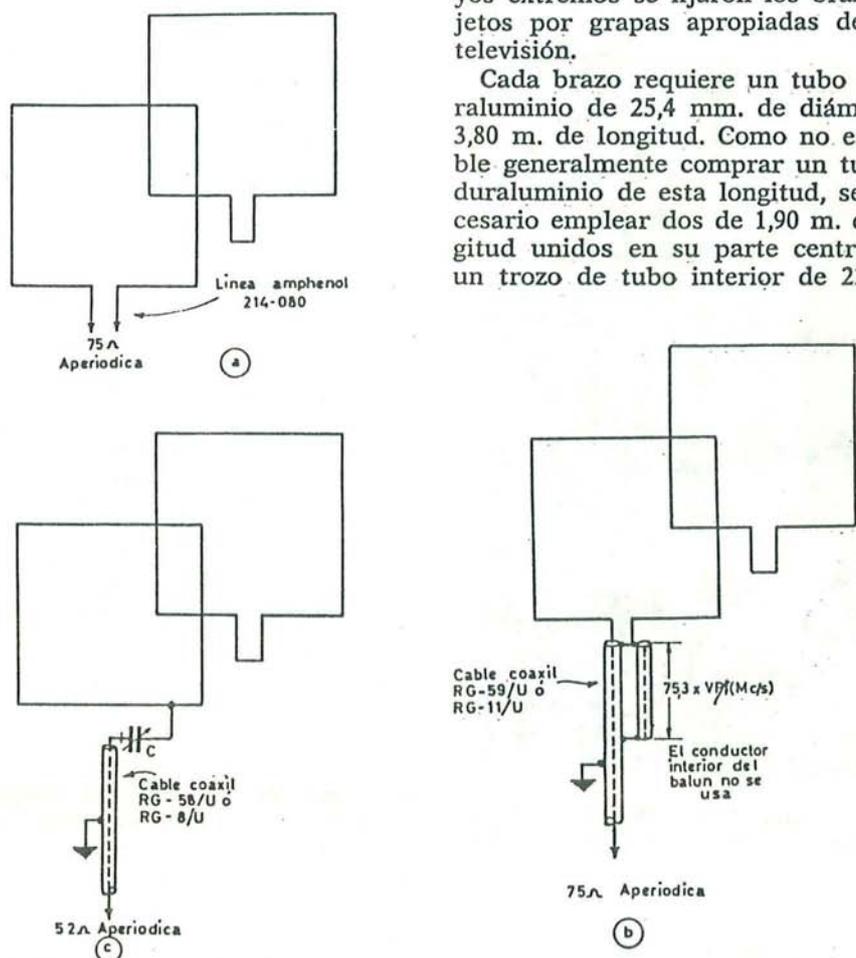


FIG. 6.—Diversos métodos para alimentar la antena cuadrangular cúbica. Como se trata de un sistema balanceado, debe ser alimentado por una línea balanceada. Si se usa línea asimétrica coaxial, debe emplearse un balun 1:1 o bien un adaptador «Gamma-match». Estos métodos de alimentación se discuten en el texto.

de diámetro y del mismo material sujeto con tornillos y tuercas, provistos de arandelas de presión.

Para formar los cuadros radiante y reflector se usa alambre de cobre esmaltado de 2 mm. de diámetro (alambre núm. 12) sujeto a los brazos por medio de aisladores tipo TV., que ya vienen provistos con las grapas de presión y material aislante.

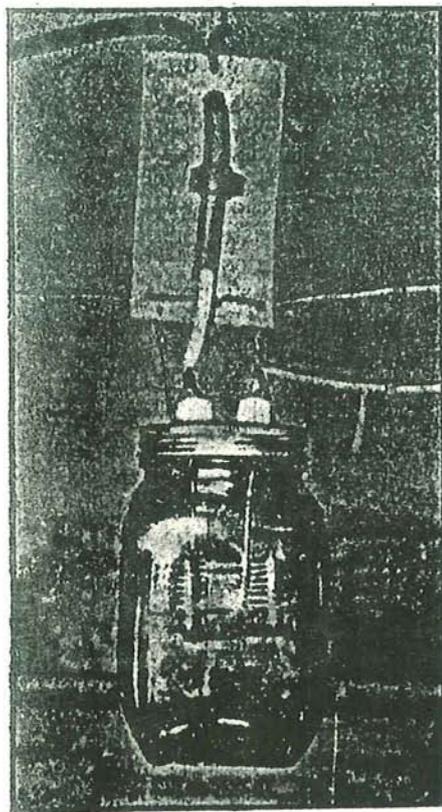


FIG. 7.—La fotografía muestra un aspecto del adaptador «Gamma-match» del cuadro radiante de la antena cuadrangular cúbica. El condensador variable se instala en el interior de un frasco de vidrio provisto de tapa metálica. Las conexiones interiores se hacen con alambre rígido de cobre estañado y pasan a través de aisladores pasapilares. Una pieza de lucita de 16 por 7 cm. sostiene el cable coaxial de la línea de transmisión, el conductor del cuadro radiante y parte del brazo «Gamma» del adaptador.

Cuando se construyan los brazos, antes de fijarlos al tubo que actúa de soporte central, es mejor determinar el lugar que corresponde a sus puntos centrales, más bien por equilibrio que por cálculo. Ello evitará que la antena se incline por diferencias de peso hacia uno u otro lado.

Los aisladores tipo TV. se fijan exactamente a una distancia de 3,71 m. con relación al centro de los brazos. De esta manera, sobran unos 9 cm. en cada extremo. Con objeto de evitar el desagradable sonido del viento pasando por el interior de los tubos, es mejor taponar los extremos de los mismos con tapones de corcho. Antes de colocar el alambre que forma los cuadros hay que estirarlo, para evitar que el viento y el tiempo lo hagan posteriormente, con el consiguiente efecto sobre la sintonía de la antena. Al construir el cuadro reflector se colocará un aislador en uno de los lados (que va paralelo a tierra), para poder acomodar la línea de cortocircuito de ajuste del cuadro parásito. Esta línea de cortocircuito de ajuste del cuadro reflector para la banda de 14 Mc/s. requiere una longitud mínima de 89 cm. y conviene hacerla algo más extensa; así, por ejemplo, 92 cm. Se emplea un alambre de cobre desnudo o esmaltado de 2 mm. de diámetro (alambre núm. 12), separando los conductores centro a centro 7,5 cm.

#### AJUSTE DE LA ANTENA CUADRANGULAR CÚBICA.

El ajuste de la antena comprende primeramente la correcta adaptación de impedancias entre el cuadro radiante en su punto de alimentación con la línea de transmisión aperiódica utilizada y, segundo, el ajuste de la línea de cortocircuito del cuadro reflector.

El primero se lleva a cabo alimentando la antena por medio de una línea bifilar de dieléctrico de polietileno de 75 ohmios de impedancia característica,

tipo Amphenol, núm. 214-080 ó 214-023, siendo el segundo tipo preferible si la potencia a aplicar a la antena excede los 150 W., ya que se trata de un tipo especialmente fabricado para aplicaciones de transmisión. Si se desea usar línea asimétrica coaxil de 75 ohmios de impedancia característica (cable coaxil RG-11/U, por ejemplo), será necesario un «balun» 1:1 formado por un trozo de  $1/4$  de longitud de onda, cuya extensión exacta está dada por la fórmula:  $75,3 \times VP/f$  (Mc/s.), de donde  $VP$  es el factor de velocidad de propagación del cable coaxil 0,66 y  $f$  la frecuencia de corte en megaciclos. En 14,2 megaciclos, la longitud del «balun» será de 3,49 metros. En ambos casos no hay necesidad de ajuste alguno, ya que la impedancia que presenta la antena cuadrangular cúbica en su punto de alimentación y la impedancia de la línea asimétrica coaxil aperiódica son prácticamente iguales y la R.O.E., en consecuencia, tendrá un valor muy reducido.

Otro sistema consiste en emplear un adaptador de impedancias «Gamma-match» (3) con una línea asimétrica coaxil aperiódica de 52 ohmios de impedancia característica (cable coaxil RG-8/U, por ejemplo). En este caso, será necesario excitar la antena cuadrangular cúbica a la frecuencia deseada de resonancia, insertando en serie entre la entrada a la antena y el emisor, con un trozo corto de cable coaxil del mismo tipo que el utilizado para la línea de transmisión, un medidor de la R.O.E. De esta forma, la persona que haga los ajustes en el adaptador puede observar el aparato de medida en todo momento. Se parte de las dimensiones especificadas en la tabla II de la figura 2. Para una frecuencia de corte de 14,2 Mc/s., la longitud del brazo «Gamma» formado por un alambre de cobre macizo de 2 mm. de diámetro será de

89 cm. y su separación al alambre del cuadro radiante de 5 cm., con un condensador variable de 100 pF. A continuación se corre la conexión del brazo «Gamma» que va al alambre del cuadro radiante en dirección al condensador variable un par de centímetros y se reajusta el condensador variable. Si la R.O.E. disminuye en el instrumento

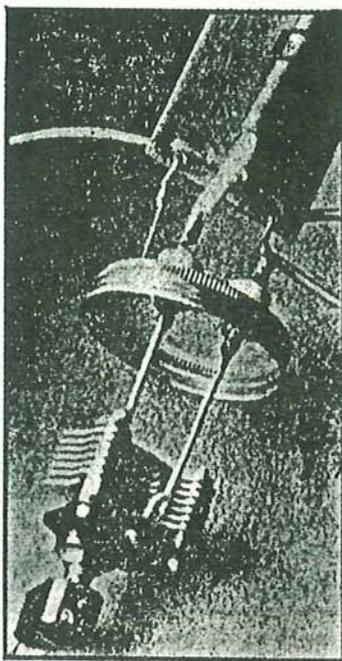


FIG. 8.—El condensador variable del adaptador «Gamma-match» ha sido extraído de su frasco de vidrio para mostrar los detalles de su montaje en la fotografía. Se aprecia la situación de los aisladores pasapilares en la tapa metálica.

del medidor, el ajuste va bien encaminado. Si, por el contrario, la R.O.E. aumenta, habrá que correr la conexión del brazo «Gamma» en dirección opuesta. Se debe encontrar una posición para la conexión del brazo «Gamma» y del condensador variable que permita lograr una R.O.E. de valor mínimo.

Este ajuste deberá ser hecho con el

(3) MORENO QUINTANA (h), L. M.: «El adaptador «Gamma-match» en sistemas rotativos direccionales», U.R.E., noviembre 1962.

medidor para la R.O.E. en posición «reflejada», con el emisor funcionando en la frecuencia de corte y con un régimen de potencia lo más reducido posible. Dos o tres vatios de R.F. aplicados al cuadro radiante serán más que sufi-



FIG. 9.—La fotografía muestra la línea de ajuste en cortocircuito del cuadro reflector. La misma se construye utilizando conductores de alambre de cobre de 2 mm. de diámetro (alambre núm. 12) separados centro a centro 7,5 a 5 cm., según la banda de operación. Los conductores se mantienen en su sitio mediante aisladores de separación hechos con lucita.

cientos para el ajuste descrito. Una simple manera de obtener estas condiciones consiste en intercalar en serie con la rejilla pantalla de la válvula amplificadora final de R.F. una resistencia de valor elevado y y disipación adecuada, o disminuir la tensión de la red de canalización, conectando una lámpara común de alumbrado de 100 W. en se-

rie con el primario del transformador de potencias del manantial de alimentación que suministra las tensiones continuas de la etapa.

Una vez hallado el punto de mínimo valor de la R.O.E. es preciso comprobar que el mismo corresponda a la frecuencia de corte deseada, desplazando la frecuencia de operación en el O.F.V. y reajustando el emisor por saltos de 100 Kc/s. a lo largo de la banda, verificando en donde ocurre el mínimo valor de la R.O.E. Si el punto no es el mismo de la frecuencia de corte, se reajustará la longitud de la conexión del brazo «Gamma» y de la posición del condensador variable hasta obtener nuevamente el mínimo valor de la R.O.E. en esa frecuencia. La longitud de la conexión del brazo «Gamma» y de la posición del condensador variable son ajustes complementarios entre sí y deben ser hechos en forma alternativa.

Ajustado el adaptador «Gamma-match» se podrá proceder a la sintonía del cuadro reflector. Este ajuste actúa sobre la ganancia delantera y principalmente sobre la discriminación entre frente delantero-trasero de la antena cuadrangular cúbica. Para hacer dicho ajuste es necesario contar con un corresponsal en la banda de operación. Primeramente se dispone la antena de espaldas a la señal emitida por el corresponsal y mediante un trozo de alambre de cobre provisto de pinzas cocodrilo, comenzando por la dimensión indicada en la tabla I como punto de partida, se va cortocircuitando la línea de ajuste del cuadro reflector hasta lograr en el medidor de portadora del receptor el valor más bajo de la señal.

Una manera más sencilla para llevar a cabo este ajuste, evitando tanteos con la barra de cortocircuito, consiste en colocar un condensador variable de unos 50 pF y acortar la extensión de la línea de cortocircuito a las medidas indicadas en la figura 3.

El proceso de ajuste se puede simplificar si se conecta una línea de extensión adecuada para el medidor de portadora, de manera que la persona que hace los ajustes en la línea de cortocircuito, ya sea con la barra deslizante o con el condensador variable en la misma, pueda ver dicho instrumento.

El punto donde se logra el valor más reducido de la señal corresponde al punto de máxima discriminación entre frente delantero-trasero. Para lograr los mejores resultados, los ajustes deben ser repetidos con diferentes estaciones, ya que las diversas condiciones de propagación pueden falsear los resultados.

Una vez ajustada la línea de cortocircuito del cuadro reflector, es recomendable verificar nuevamente si el mínimo valor de la R.O.E. coincide con la frecuencia de corte. Si no fuera así, se reajustará el adaptador «Gamma-match» de la manera ya descrita. Solamente se requerirá un ligero reajuste del adaptador para lograr el mínimo valor de la R.O.E.

#### CUADRANGULAR CÚBICA PARA TRES BANDAS.

Aunque la antena descrita solamente es apta para una sola banda de operación, se puede fácilmente agregar dos cuadros más en cada elemento de la misma para obtener una antena que pueda comportarse bien en 14, 21 y 28 megaciclos.

La base de una antena tribanda está formada por un trozo de línea bifilar de polietileno de 300 ohmios de impedancia característica, que va del centro de la antena al adaptador «Gamma-match», según se ve en la figura 10. La línea bifilar de dieléctrico de polietileno puede ser reemplazada por alambre de cobre de 2 mm. de diámetro, separando los conductores 1,2 cm., ya que da la misma impedancia y resulta más rígido. Un conductor de la mencionada

línea une las partes centrales del lado inferior de cada cuadro radiante con la camisa de blindaje exterior de la línea asimétrica coaxil. El conductor restante conecta los extremos de los condensadores variables del adaptador «Gamma-match» triple entre sí y al conductor interior de la línea asimétrica coaxil. El cable coaxil, por su parte, va conectado al cuadro radiante de 21 megaciclos para reducir la interacción al mínimo. Al igual que en el caso ante-

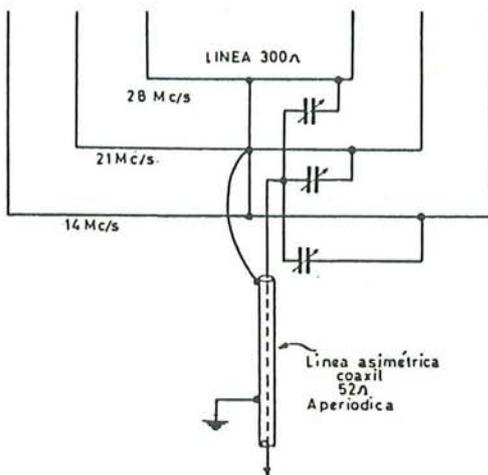


FIG. 10.—Método de alimentación de una antena cuadrangular cúbica para tres bandas, mediante un adaptador «Gamma-match». El sistema se explica en el texto.

rior, cada adaptador «Gamma match» se construye con el mismo tipo de alambre de cobre macizo de 2 mm. de diámetro con condensadores variables de 100, 75 y 50 pF para 14, 21 y 28 megaciclos, respectivamente. Estos condensadores variables son del tipo empleado en etapas separadoras-multiplicadoras de frecuencia de R.F. de un aislamiento comprendido entre 500 a 1.000 V., cuando la potencia a aplicar a la antena cuadrangular cúbica no excede los 250 W. Deberán ser protegidos contra la intemperie, montándolos en el interior de cajas de plástico adecuadas. Las fotografías que acompañan

## BIBLIOGRAFIA

este artículo muestra cómo se dispuso el condensador variable en el caso de LU2EZ, usando un frasco de vidrio, con aisladores pasapilares sobre la tapa metálica, cubriendo luego la misma con una capa impermeabilizadora de «Krylon», cuando se finalizó el ajuste de la antena.

Comoquiera que en una antena para tres bandas siempre estará presente cierta interacción, habrá que comenzar los ajustes del «Gamma-match» por la banda de frecuencia más elevada, finalizando por la de frecuencia más reducida, esto es, desde 28 a 14 Mc/s.

MORENO QUINTANA (h), L. M.: «La antena cúbica», *Radio-Práctica*, núm. 12, septiembre 1949.

— «Construcción de la antena cúbica», *Radio-Práctica*, núm. 17, octubre 1949.

JEFFCOAT, K.: «Cubical Quad Antenna for 20 meters», *Radio, Television & Hobbies*, junio 1962.

PEÑA, J.: «Antena cuadrangular cúbica para tres bandas», U.R.E., abril 1961.

ORR, W. I.: «All About Cubical Quad Antennas», *Radio Publications, Inc.* Wilton, Connecticut, E.U.A., 1961.

# Antena cuadrangular cúbica, para tres bandas

Adaptación hecha por JULIO PEÑA (YV 3 BS)  
(Especial para U.R.E.)

Para Eladio, EA 4 GU, buen amigo y mejor Radioaficionado, con el deseo que estas líneas sean útiles. 73 dx.

Fundamentalmente está constituida por tres antenas de onda completa, montadas en forma de cuadro—de ahí su nombre—, en la que cada lado está constituido por un cuarto de onda. Su ganancia se debe al hecho de estar formada por una onda completa, a que puede considerarse como dos dipolos en fase, separados entre sí por un cuarto de onda, y a la presencia de un reflector excitado parásitamente.

## MONTAJE

La estructura física de la antena variará según numerosos factores: habilidad del constructor, disponibilidad de materiales, necesidades de instalación, etcétera. La forma más corriente está constituida por dos crucetas con prolongaciones de bambú, aluminio o madera; también tubos plásticos de suficiente resistencia, etc., que sirvan de soporte a los alambres. Cualquiera que sea su forma de construcción, deberá tenerse como factor de mucha importancia, el peso. Además de esto, el volumen de la estructura, de modo y manera que ofrezcan la menor resistencia al aire. Debe ser lo más rígida posible.

Hay otras formas de montaje: como pirámide invertida, jaula de pájaro etcétera, que ofrecen ciertas ventajas es-

tructurales, pero que no parece estén exentas de efectos nocivos de interacción.

## MEDIDAS

Lo ideal sería disponer de los elementos necesarios para resonar cada uno de los cuadros individualmente a la frecuencia que interese. Esto se logra únicamente acortando o alargando la longitud del alambre. Ninguna otra manera o maniobra puede modificar la resonancia de una antena, sea ésta de alambre o de tubo de aluminio.

El cuadro solo de la cuadrangular (sin reflector), excitado en la frecuencia de resonancia, debe tener una impedancia aproximada de 100 ohmios en el punto de alimentación. La presencia del reflector y la distancia de éste al elemento radiante determinará variaciones de impedancia en el punto de alimentación. La distancia o separación del reflector y la distancia sobre el suelo también influyen decisivamente en la ganancia frontal de la antena. Se logran ganancias constantes de más o menos 1 db. De ahí que sea posible colocar todos los radiadores y todos los reflectores, respectivamente, en una cruceta, y hacer el conjunto más compacto y menos voluminoso.

La ganancia total de la antena cua-

drangular es motivo de controversia. Unos señalan cifras de 10-12 dbs. de ganancia frontal, en tanto que otros consideran que es entre 5 y 6 dbs. (muy similar, en este aspecto, a los tipos Yagis de dos elementos). Otros estiman que su eficiencia radica primordialmente en el hecho de radiar horizontal y verticalmente ( $2/3$  y  $1/3$ , respectivamente), lo que hace que las señales de la cuadrangular sean menos susceptibles al QSB. Sea como fuere, su eficiencia es considerable y aventaja con creces a las competidoras semejantes: antenas de tres elementos, tribandas, con trampas, de aluminio.

La relación frente-espalda está influenciada exclusivamente por la sintonía del reflector. Este, como en el caso de la Yagi, debe caer a una frecuencia más baja que el emisor, por ser autorresonante.

Deben esperarse relaciones de 20 dbs. aproximadamente en cada una de las antenas. En condiciones ideales, es posible mejorar esta cifra, dentro de límites restringidos. No es factible esperar mucho más, en este aspecto, con antenas de dos elementos. En la mayoría de las antenas, un resultado óptimo en ese sentido se obtendrá en la frecuencia de resonancia, haciéndose menor esa relación a medida que se aleje uno de la frecuencia de resonancia, tanto más hacia la parte alta de la banda, puesto que el elemento parásito suele estar sintonizado en la parte más baja y, por tanto, en esta incursión se acerca uno a la frecuencia de resonancia de este último.

He aquí las medidas para la tribanda de 20-15-10, con resonancia, más o menos, en las frecuencias que se señalan:

La separación entre el radiante y el reflector no es crítica, según se desprende de la lectura de los primeros párrafos. Se indica como medida del autor, William Orr, la longitud de 2,59 metros.

#### ALIMENTACION DE LAS ANTENAS

Es obvio, si se observa la cifra Z (impedancia), en ohmios, en el punto de alimentación, que la única de las tres antenas que se podría alimentar directamente con coaxil RG-11U o con RG-59U—de acuerdo a la potencia en vatios a emplear—sería la de 20 metros. Las otras dos requerirían un sistema de acoplamiento de impedancia antena-línea. En la práctica lo requieren todas, pues son múltiples los factores que determinarán las variaciones de impedancia en el punto de alimentación de ésta o de cualquier otra antena.

La mayoría de los transmisores modernos tienen salida en Pi, con cable coaxil y línea desbalanceada para alimentar una antena balanceada. Por su flexibilidad y adaptabilidad a la línea y antena es recomendable el sistema gamma, aplicable y aplicado a esta antena con todo éxito. Con este sistema es posible obtener relaciones de ondas estacionarias de 1:1 en la frecuencia de resonancia de la antena, dando al sistema mayor eficiencia. Es de señalar que el ancho de banda a cubrir es notabilísimo en la cuadrangular. Así se ha podido observar que con un desplazamiento total en la banda, la relación de ondas estacionarias no aumentó a más de 1:1,5, siendo quizá la cuadrangular la única antena que tiene esta característica.

| Banda           | Cada lado, mts. | Z en ohmios | Frecuencia de resonancia |
|-----------------|-----------------|-------------|--------------------------|
| 20 metros ..... | 5,35            | 75          | 14.150 kc/s.             |
| 15 metros ..... | 3,55            | 120         | 21.300 kc/s.             |
| 10 metros ..... | 2,61            | 140         | 28.600 kc/s.             |

Por la flexibilidad del sistema, puede utilizarse indistintamente cables de 52 ó 75 ohmios, siendo quizá estos últimos más aconsejables por acercarse más a las impedancias respectivas.

Para ajustar el "gamma" (ver figura) es necesario excitar la antena a la frecuencia supuesta de resonancia y hay que procurar la ayuda de otra persona. El medidor debe estar arriba, en la antena, a la vista del que está haciendo los ajustes, y debe estar conectado a la antena con un pedazo corto de cable de la misma impedancia.

Se parte de las medidas sugeridas (ver figura), se corre el puente en determinado sentido y se reajusta el condensador variable. Si el porcentaje de ondas estacionarias baja en el medidor, evidentemente se está caminando en sentido correcto. Si, por el contrario, no baja el tanto por ciento, se está caminando en sentido erróneo. Y así, corriendo el puente y reajustando el condensador variable, se debe de llegar a un mínimo de ondas estacionarias.

Desde luego, estos ajustes deben ser hechos a la mayor altura posible, ya que cualquier cambio de altura, una vez ajustada la antena, ocasionaría distintas lecturas, aunque mínimas, y en el peor de los casos, subiría de resonancia la antena.

Antes de dar por terminada la operación de ajuste, es necesario disponer choques en el medidor próximo al transmisor, porque, contrariamente a lo que se piensa, la línea de alimentación no tiene exactamente la impedancia que dice la fábrica, existiendo tolerancias en este sentido. En este caso, lo más probable es que un pequeño ajuste del condensador variable resuelva el problema, y quizá sea necesario un pequeño ajuste en el "gamma", pero siempre debe procurarse llegar a la lectura de 1:1 en la frecuencia de resonancia.

La operación que gobierna la ganancia frontal de la antena y, sobre todo, la relación frente-espalda, es el ajuste correcto del reflector.

Es bueno aclarar que la cuadrangular tiene dos lóbulos laterales pequeños en sentido perpendicular a los elementos, y por lo tanto, en la mayoría de los casos, la relación frente-espalda debe ser mayor que la de frente-costado. Es conveniente la observación, pues en esto se comporta de modo distinto a las tipo yagis. Sobre este factor existe controversia, y desde el punto de vista técnico, la cancelación de señal frente-costado siempre será mayor que la de frente-espalda. Aunque el autor se basa en hechos teóricos, toda antena cuadrangular tiende a cancelar su emisión en el centro lateral, y es por esto que aunque es cierto que aparecen pequeños lóbulos laterales, siempre la relación frente-costado dará una mayor discriminación que la frente-espalda, y puede ser esta relación hasta de más de 50 dbs. contra un máximo de 20 a 25 dbs. que dará en los mejores casos la relación frente-espalda.

Se recomienda, en lugar de rabos de sintonía ("matchin stub"), utilizar bobinas de tomas variables. Eléctricamente se comportan igual que las líneas de sintonía, ya que su función primordial es alargar el reflector. Sería lícito, pero poco práctico, partir de un reflector ligeramente más largo—aproximadamente 5 %—que el emisor, pero esto lo haría fijo y no ajustable, y existen otras consideraciones de orden mecánico que hacen poco recomendable el procedimiento.

Según William Orr, es recomendable utilizar bobinas variables en lugar de "stubs" de sintonía en el reflector. Teóricamente es más práctico y resulta más cómodo, pero, prácticamente, la línea de sintonía tiende a introducir una reactancia en la antena, lo que permite, en el 99 por 100 de los casos, una sintonía perfecta, y aparte de esto, cualquier bo-

bina introducida en esta antena, puesta en el lugar que sea, tiende a deshacer el lóbulo radiado, permitiendo la aparición de varios lóbulos pequeños, haciendo que tanto la discriminación como la ganancia de la antena sean peores.

También se ha demostrado que con un reflector más largo, 3 % mayor, y pequeños rabos de sintonía, no hay razón, ni de orden mecánico ni técnico, que impida hacerlo, ya que en las antenas de tipo yagi, el reflector, que es más largo que el radiador, es fijo y permite un buen ajuste en toda la banda. Por otra parte, al hacer el reflector un 3 % mayor, los rabos de sintonía se acortan casi en un cincuenta por ciento, permitiendo una más fácil manipulación de éstos, así como también un ajuste más rápido.

Para los que prefieran poner bobinas, a pesar de todo, a continuación se dan las medidas.

Estas bobinas deben tener un núcleo plástico o de porcelana de una pulgada de diámetro, y la separación entre espira y espira es de 1/4 de pulgada aproximadamente. El número de vueltas necesario en cada banda será variable según la antena, localización, etc. Se recomienda como punto de partida lo siguiente:

- 9 vueltas para la antena de 20 metros.
- 6 vueltas para la antena de 15 metros.
- 3 vueltas para la antena de 10 metros.

El ajuste se hace de la siguiente forma:

Con un colega local, se coloca la antena de espaldas a la señal emitida por la estación de éste, y se va variando la longitud que se agrega (en la bobina) con una pinza cocodrilo, de media en media vuelta. Otra persona tiene que estar observando el receptor, al cual estará, desde luego, conectada la antena que está en ajuste. Llegará un punto en que se observe un mínimo de lectura en el medidor. Este será el punto de máxima relación frente-espalda de la antena, y será también, dentro de los límites ne-

cesarios, un ajuste perfecto o casi perfecto. Ahí se suelta y se elimina la pinza.

Se ha discutido mucho si este punto de máximo frente-espalda concuerda o no con el máximo de ganancia frontal. Muchos dicen que no. Pero la mayoría están de acuerdo que ambos puntos coinciden o se encuentran muy próximos. Y que dados los elementos que usualmente dispone el aficionado, es la manera más fácil y más exacta de realizar el ajuste. Si se dispusiera de medidores de campo, etc., cada cual podría realizar experimentos y llegar a conclusiones propias.

En general, desviaciones de sintonía considerables parece que afectan poco la ganancia frontal; no así la relación frente-espalda, que parece quedar afectada considerablemente.

#### UNA RECOMENDACION IMPORTANTE

Debe usarse alambre flexible, multifilar, de 14 hilos, equivalente al número 14 ó 16. El alambre rígido es difícil de manejar. No debe pretenderse estirar los alambres sobre una cruceta, ya que no importa su rigidez, y por su tamaño, ésta no puede ser absoluta. Si tal cosa se hiciera, la cruceta se doblaría hacia adelante o hacia atrás y no podría mantenerse una separación correcta entre el radiador y reflector, amén de la poca estética que la antena adquiriría.

Comenzar por colocar los alambres, una vez medidos, en la parte superior. Poner las crucetas en forma vertical y realizar el resto de la operación hasta cerrar el cuadro abajo, manteniendo la tensión necesaria.

#### Acoplamiento "trigamma" para alimentar la cuadrangular con una sola línea coaxil

El corazón de este sistema lo constituye el pequeño tramo de línea de televisión que va del centro de la antena al conjunto "gamma". La línea de televi-

sión puede ser sustituida por alambre de cobre número 12, espaciando uno de otro 3/4 de pulgada, ya que da la misma impedancia que la línea de televisión y es más rígido.

Los "loops" o cuadros que forman la antena están cerrados completamente, esto es, sin el aislador central en la parte inferior del radiador, y forman el circuito resonante. Un lado de la mencionada línea de televisión conecta el punto central de la antena de cada banda (20, 15, 10) al blindaje del coaxil. El otro alambre conecta la terminación de los tres sistemas "gamma" entre sí y al centro del coaxil. El coaxil debe conectarse a la antena de 15, ya que así existirá menos interacción. Debe pensarse en esta línea de televisión, no como parte del coaxil, sino como una extensión del coaxil "gamma".

Cada sistema individual "gamma" se fabrica con alambre número 12 de cobre sólido (monofilar) y un pequeño condensador variable.

Para potencias de varios cientos de vatios sirven los condensadores variables normales pequeños de un receptor. Para mayores potencias debe usarse un variable que tenga mayor separación entre las placas. Estos deben ser protegidos contra la intemperie con cajas plásticas adecuadas.

#### EFFECTO DE INTERACCION

Como en todos los sistemas de acoplamiento multibanda, tiende a haber siempre cierta interacción; recuérdese siempre esto al hacer los ajustes, que deben ser hechos siempre de la frecuencia más alta a la más baja, esto es, partiendo de la antena de 10 metros para finalizar en la de 20.

Debe hacerse notar que un sistema que use múltiple "gamma" introduce cierta reactancia y deben hacerse algunas compensaciones, por el efecto desintonizador de las dos antenas restantes.

La transformación de impedancias del

sistema "gamma" está determinado por la longitud del alambre y el espaciado entre éste y la antena.

Cuando se usa una separación comparativamente pequeña, es posible hacer movimientos del puente de varios centímetros con muy pequeñas variaciones de impedancias. Pueden ser necesarios ajustes en la longitud del alambre "gamma" para compensar la reactancia introducida por las otras dos antenas. Por tanto, es posible compensar cada una de las antenas y llegar a obtener ajustes de 1:2 en la línea de transmisión y en la frecuencia resonante de la antena.

Para hacer los ajustes, la antena debe ser colocada a la mayor altura posible, dentro de límites prácticos que sean compatibles con la manipulación necesaria. Habrá cierta variación, pequeña y sin importancia, cuando la antena se coloque a la altura definitiva.

#### AJUSTE DEL SISTEMA "TRIGAMMA"

Es necesario un O. C. M. R., un antenoscopio o medidor de impedancias; pero como creemos que en la mayoría de los casos los aficionados carecen de estos aparatos, los ajustes serán hechos con el transmisor y con un medidor de ondas estacionarias. Por otro lado, la forma de ajuste empleando el O. C. M. R. y el antenoscopio, son iguales a los empleados con el transmisor y un medidor de ondas estacionarias.

Para el ajuste se procede como sigue:

1.º Excítase a la frecuencia de resonancia de la antena, que se conoce de antemano por la longitud de los elementos, comenzando con la de 10 metros. Sintonícese el condensador variable hasta obtener un mínimo de lectura en el medidor de ondas estacionarias. Córrase el puente del "gamma" en determinado sentido y desintonícese el variable. Si el medidor de ondas estacionarias desciende, esto indica que se está corriendo hacia el lugar deseado. Sígase poco a poco este doble movimiento, corriendo el

puente y resintonizando el variable hasta que se obtenga una relación de 1:1 o muy próxima. Procédase igual en las otras bandas.

2.º Una vez hecho esto, vuélvase a resintonizar todos los condensadores variables, hasta obtener como lectura la unidad. En este caso se debe conseguir relación 1:1 en todas las bandas y en las frecuencias fundamentales de cada antena.

Para todos estos ajustes debe partirse de las dimensiones del "gamma" que se especifican en la siguiente figura y tabla:

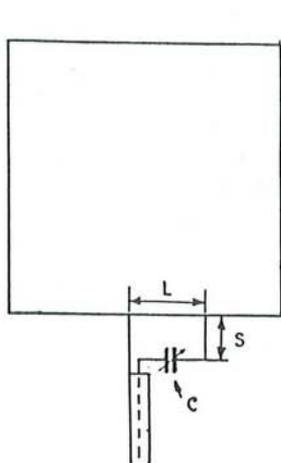


Fig. 1

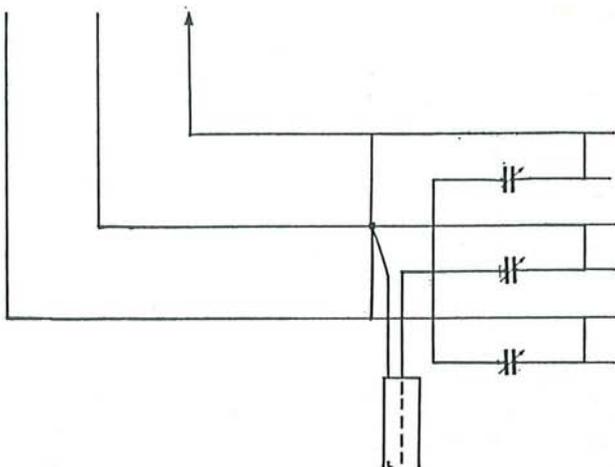


Fig. 2

TABLA I

| Banda | L     | S    | C/pF |
|-------|-------|------|------|
| 40    | 1,85  | 10   | 200  |
| 20    | 0,889 | 5    | 100  |
| 15    | 0,685 | 3,81 | 75   |
| 10    | 0,457 | 2,54 | 50   |
| 6     | 0,254 | 2,54 | 30   |

Todas las medidas son en metros, centímetros y milímetros.

Las longitudes de S son, sin excepción, dadas en centímetros y milímetros, al igual que las L, salvo en la banda de 40 metros, que está dada en metros y centímetros.

Desde luego, las características del "Tri-gamma-match" en las antenas cuadrangulares nadie las pone en duda, pues ha sido experimentado en varias oportunidades, dando siempre el resultado apetecido. El traductor de este artículo, tomado del libro de William Orr, "All about cubical quad antennas" ("Todo lo referente a los cuadros cúbicos"), ha incorporado también comentarios propios, frutos de la experiencia, así como resultado de estudios hechos en general sobre antenas. También se permite incluir el traductor una variante más simple, me-

nos complicada y más fácil de ajustar que el tri-gamma, sin que esto quiera decir que este sistema sea superior al otro:

1.º Construir las antenas o cuadros de alambre en la forma usual, esto es, con su aislador de toma central en la parte inferior del cuadro.

2.º Unir todas las antenas o cuadros al aislador de la antena de 15 metros.

3.º Conectar el cable coaxil (52 ó 75 ohmios) en la antena de 15 metros.

4.º Correr las barras de cortocircuito en los rabos de sintonía hasta obtener un mínimo de ondas estacionarias. Por supuesto, para esto se necesita que otro

colega esté operando el transmisor y reajustando éste cada vez que las barras se deslicen.

Es necesario, al igual que en el sistema tri-gamma, empezar el ajuste por la antena de más alta frecuencia, o sea partiendo de la de 10 metros hacia la de 20. Una vez hechos todos los ajustes, volver a retocar, si fuera necesario, cada una de las bandas de las antenas.

Este sistema está basado en el principio fundamental en radio de que varios dipolos de una misma impedancia pueden ser alimentados con una línea de esa impedancia, sin que esto altere en gran escala el nivel de ondas estacionarias. Como en el caso de las antenas cuadrangulares existen rabos de sintonía en el reflector, es posible hacer un ajuste perfecto en cada banda. Es éste un sistema recomendable por fácil y práctico, y además porque las pérdidas que representa alimentar tres antenas con una sola línea es del orden de un décimo de decibelio, inapreciable en el medidor

de cualquier receptor de comunicaciones.

Para una mejor comprensión de este sistema, ver la figura 3.

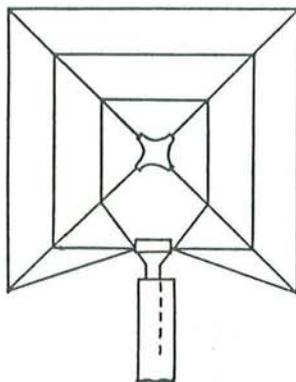


Fig. 3

#### BIBLIOGRAFIA

- "All about cubical quad antennas". William Orr. U. S. A.
- "Antennas Yagis". Yagi y Uda y Mushiake. Japón.
- Carl Greenblum. Telrex Inc. U. S. A.

# Una antena cuadrangular cúbica metálica

Por DIEGO LORA VALERO, EA 7 AD

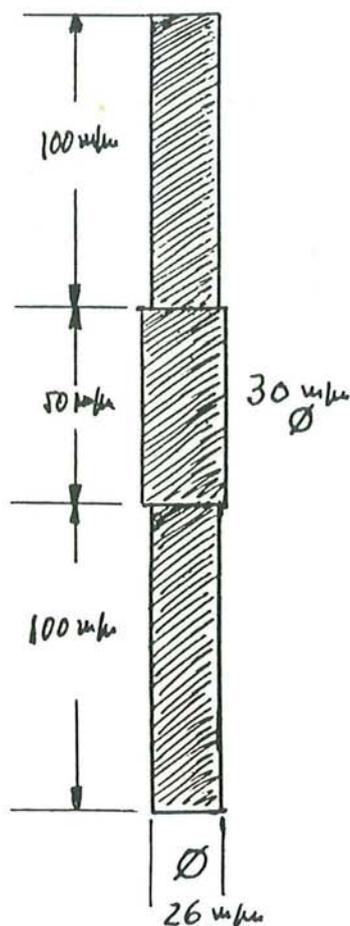


FIG. 1.—Aislador plástico.

En vista de que numerosos colegas me han pedido datos de cómo construimos una antena cúbica con brazos metálicos, me he decidido a publicarla, deseando que pueda ser de utilidad.

Hemos probado esta antena comparativamente con otra igual, pero con brazos contruidos con material aislante, con la misma potencia y desde QTH's muy próximos y los controles han sido prácticamente idénticos, lo que demuestra que si hay algunas pérdidas por su estructura de aluminio no son aparentes, yo diría que no existen.

Los tubos son de aluminio, de 28 mm de diámetro exterior y 26 interior, aunque esto, como es lógico, no influye. Si se consigue un tubo de pared más gruesa, evidentemente será más robusta y, claro, también más cara.

Los brazos se han dividido en los sitios donde coinciden los cuadros de 10 y 15 m, intercalándoles unos aisladores de plástico. Este plástico se encuentra fácilmente en el mercado y se usa para construcción de engranajes. Es sumamente resistente, aunque algo subido de ohmios.

Se venden en barras y al peso. Las barras deben ser, en el caso presente, de acuerdo con el diámetro exterior de los tubos, de 30 mm de diámetro, y según se ve en la figura 1, tienen 25 cm de longitud, torneándole 10 cm por ca-

da extremo para que encajen perfectamente dentro de los tubos, quedando de esta manera una separación de 5 cm.

Entre el cuadro de 10 m y la cruzeta (suministrada ésta por el buen amigo Jaime, EA2CW) lleva otro aislador

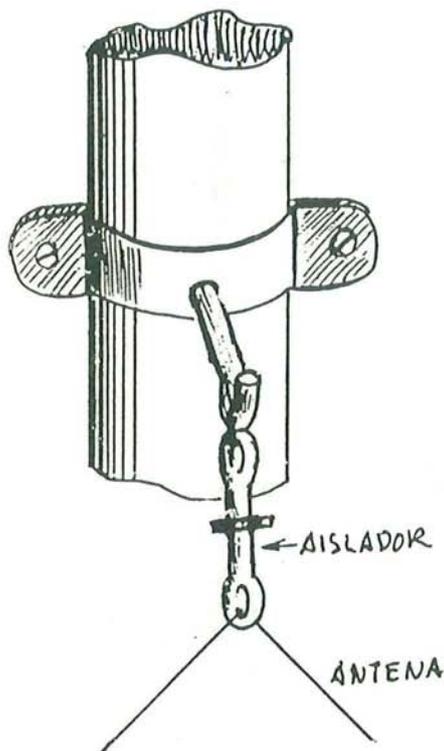


FIG. 2.

igual, pues sin él esta antena no entra en resonancia.

Los soportes para los cuadros se han hecho con aisladores de mástil de TV de la marca Nyako, que son los más ligeros que encontré. Cortando la punta roscada y haciéndole un gancho en el extremo, donde lleva un aislador, según se ve en la figura 2.

Esto tiene la ventaja de que los cuadros se pueden tensar, teniendo cuidado de que los cuatro ángulos queden equidistantes del centro de *boon*.

El aspecto de uno de los brazos, tanto de los cuadros radiantes como de los reflectores es el de la figura 3.

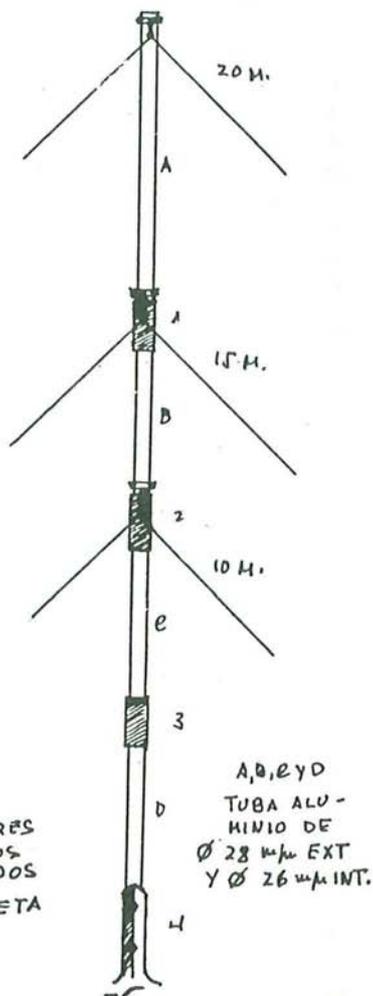


FIG. 3.

Las medidas de los diferentes cuadros son las siguientes:

Radiadores:

|       |        |                |
|-------|--------|----------------|
| 20 m, | 527 cm | por cada lado. |
| 15 m, | 352 cm | »              |
| 10 m, | 256 cm | »              |

Yo he procurado que la resonancia

de todos ellos me quedara entre la banda de fonía y grafía, por aquello de que me gusta machacar piñones. En 20 m la frecuencia de resonancia es 14.150; en 15, 21.200, y en 10, 28.300.

Los cuadros reflectores se han construido un 6 % aproximadamente mayor para evitar que los *stubs* fueran excesivamente largos, habiendo quedado éstos, una vez ajustada la antena, casi exactamente pegados a los distintos cuadros. En principio se pusieron de 30 cm de longitud y luego de finalizado el ajuste se cortaron los hilos sobrantes.

Cada cuadro lleva una bajada independiente de coaxial RG8/U, y como quiera que la impedancias de los cuadros son distintas entre sí y ninguna de 52 ohmios, se han colocado unos *baluns* de un cuarto de onda construidos con cable coaxial de 52, 75 y 75 ohmios, respectivamente, para 20, 15 y 10 m, según el artículo publicado en la Revista en diciembre pasado. El *balun* para 15 m debería haber sido de coaxial de 65 ohmios, pero como no lo encontré lo usé de 75.

Por fuera de estos trozos de cable de cuarto de onda va una malla, según se ve en la figura 4, para balancear la línea. Esta malla va soldada con la del coaxial en la parte inferior y libre en la superior. Luego, cubierto todo el conjunto con cinta aislante plástica.

El ajuste de la antena se hizo en recepción con la antena de espaldas para mínima señal, y el emisor que se utilizó fue un simple medidor por mínimo de reja, al que en la bobina se le dio dos vueltas de hilo de conexiones, y en este *link* se conectó la antena.

A unos 500 m de distancia este «emisor» ponía una señal de 9 más 40 dB, pero se puede reducir esta señal separando el lazo de la bobina.

El aspecto de la antena puede verse en la fotografía de la portada, aunque todavía no se ha subido totalmente, sacando de la torre el tubo central, lo

cual hará que la antena quede unos 2,5 m por encima de la torre. El motivo es que el rotor, de construcción casera, es algo rústico y estamos esperando uno, que no sé si lo traerán los Reyes Magos.

Otro detalle de esta antena es que el *boom* está prolongado por los extremos unos 80 cm, y desde las puntas parten unas riostras, dos por cada bra-

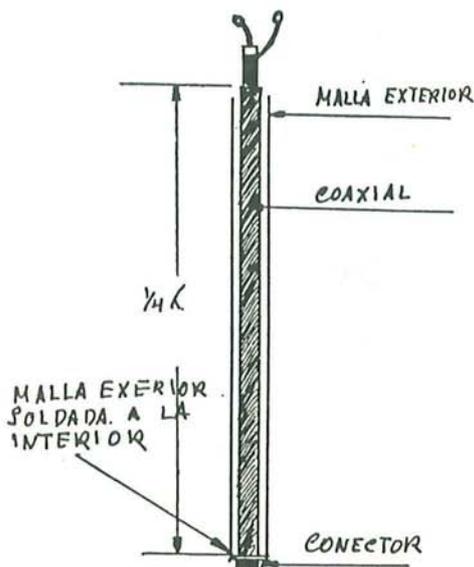
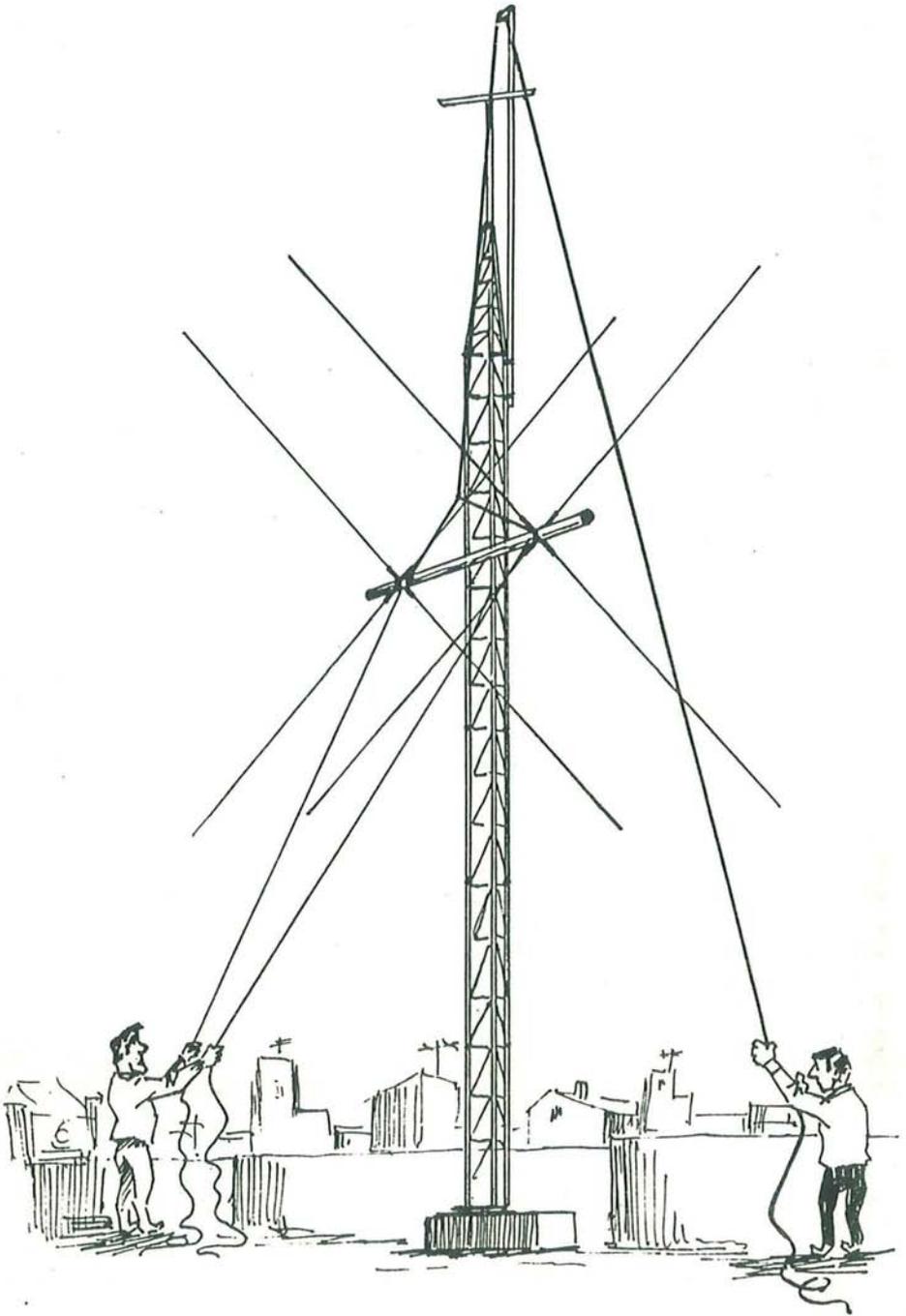


FIG. 4.

zo, que luego van al centro del susodicho *boom* en la pieza que sujeta la antena al mástil, lo que da a todo el conjunto una gran solidez, sobre todo en esta zona donde el viento de Levante, principalmente durante el verano, ronda los 100 Km por hora, con una persistencia y asiduidad que ya la quisieran para sí los morosos en el envío de las QSL's. ¡HI!

Creo que no he olvidado nada, pero de todas maneras estoy QRV para cualquier consulta en radio y en la banda de 40 m casi diariamente, y con permiso de la XYL, desde las 13,15 hasta las 14,00 horas.

73,'s y muy buenos cúbicoDX's.



La azotea de este «cúbico-Om» tiene dos partes de aproximadamente 5 por 10 m y 5 por 6, y entre las dos un pequeño espacio, uniéndolos de una medida aproximada de 2 por 3 m, que es donde va la torre.

En estos espacios mayores se armaron los cuadros, a los cuales hay que dedicarle todo el tiempo necesario, con todo el cariño necesario para que las medidas sean exactas y que los distintos ángulos de los cuadros estén equidistantes del centro.

Esto lo hicimos marcando en el suelo, que es muy plano, las medidas, y luego sobre éstas fuimos extendiendo el hilo (Flexidur de 20/20), dándole los correspondientes dobleces. Aquí tuve una gran ayuda de mi gran amigo EA7JL, Manolo Pico, un «tío» fenómeno, siempre dispuesto a echar una mano.

El *boon* se sujetó a la torre, a unos 3 m de altura, y con ayuda de una cuerda, pasada por una polea y situada en el extremo de un tubo, atado éste, a su vez, al extremo superior de la torre, se llevaron los cuadros a él y se fijaron en su sitio. Luego se fueron colocando las riostras, brazo por brazo, girando la antena sobre el *boon* como un molino.

Para izarla se amarró, de cruceta a cruceta, una cuerda no muy tensa, y amarrada al centro de ésta la ya mencionada que viene desde arriba. Esto está indicado en el dibujo adjunto.

También desde las crucetas bajan dos guías, las que tiene el «tío» de la izquierda, que sirven para que al subir la antena ésta vaya en la posición deseada.

Por supuesto que para efectuar esta maniobra hay que quitar los vientos de ese lado. Nosotros simplemente los echamos al lado contrario, dejando libre esta parte de la torre, que por otra parte se queda lo suficiente firme sin ellos, aunque oscila en la parte alta, pero con el peso de la antena ni se entera.

La subida, de esta manera, es sumamente fácil y sin complicaciones. Se efectúa perfectamente, aquí lo hicimos así, con dos personas, teniendo en cuenta que para ajuste, retoques, etcétera, se ha bajado y subido tres o cuatro veces, siempre sin dificultad.

En la foto se puede ver perfectamente la antena desde abajo, apreciándose la colocación de las riostras, cogidas de las distintas líneas, etc. Todo esto le da una solidez a prueba de vientos.

Hay quien le teme a la cúbica por su volumen, por su aparatosidad. Creo que esto es erróneo. Teniendo en cuenta que una antena direccional tiene de longitud de elementos aproximadamente 8 m y unos 5 m de *boon*, si es de tres elementos solamente, esto da una superficie en el plano horizontal bastante mayor que una cúbica, que tiene 5 m de lado del cuadro mayor por 2,64 m de longitud de *boon*. En el caso de la mía, algo más por la prolongación de éste para las riostras.

Claro que esta antena ocupa espacio hacia arriba, de acuerdo; pero en este sentido no creo que moleste o estorbe a nadie. Que se ve mucho, por supuesto; la mía se ve desde casi toda la ciudad; pero como no es nada oculto (¡cualquiera la oculta!) ni ilegal, me importa muy poco que se vea. Díganme un TH-6 con casi 10 m de longitud de *boon*.

Aquí a veces me preguntaban al principio que qué era aquello, que si era una antena de U.H.F. ¡HI! (todavía no tenemos por aquí el segundo canal). Yo les decía en broma que era para rastrear satélites y para comunicar con las cápsulas y se me quedaban mirando, entre incrédulos y admirados. Algunos me miraban de una forma sospechosa; me imagino lo que pensarían. Pero ya se han acostumbrado a verla y ni se ocupan de ella.

¿El viento? Bueno, éste es el enemigo número uno de las antenas, especialmente de las antenas cúbicas. Pe-

ro sobre esto también puedo decir algo.

Aquí, en este rincón de la tierra de María Santísima, tenemos un asiduo visitante veraniego que se llama «El Levante», un vientecillo que por su nombre ya se sabe de dónde procede, y que sopla, en la mayoría de las ocasiones, a 80 ó 90 Km por hora, y en casos excepcionales, algo más. Y digamos que desde finales de mayo hasta finales de septiembre, una semana sí y otra no, hay levante.

Esta antena está ahí, aguantando viento desde el mes de junio, sin pestañear; solamente, si acaso, se queja al pasar el viento por entre las rios-tras y cuadros, pero esto sólo se oye desde la azotea.

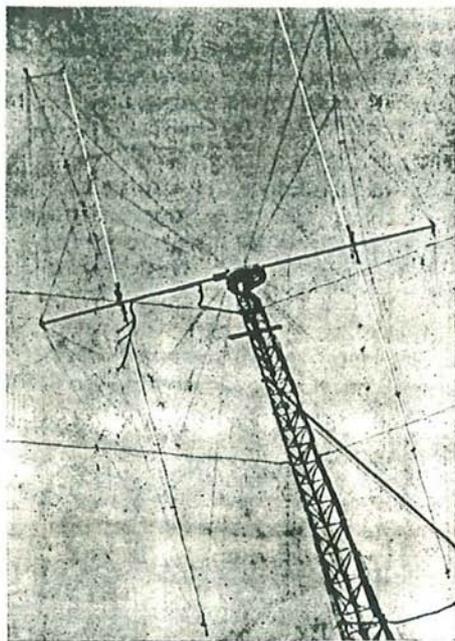
También, como en todas partes, hay

otros vientos, pero creo que a éste muy pocos vientos le pueden ganar por lo insistente que es en visitarnos, por lo duradero y por el derroche de energías que tiene siempre.

Creo que en esta vida hay muchas cosas que se quisieran tener y no se tienen porque hace falta un poco de decisión, y ésta es una de ellas. Luego, cuando se tuvo esa decisión y se realiza, parece un poco ridículo ese temor que se tenía.

Yo, la verdad, cada día la veo más pequeña; será por la costumbre de verla.

Animo, amigos, que España es tierra de conquistadores, y aquello de las conquistas era algo más difícil que montar una antena cuadrangular cúbica.



# Cuadro cúbico para tres bandas

Por John POMEROY (W 8 TUO), de la "Wils Radio"

Traducido de "QST" por Ramón Llebaría Regalado (EA 3 GF)

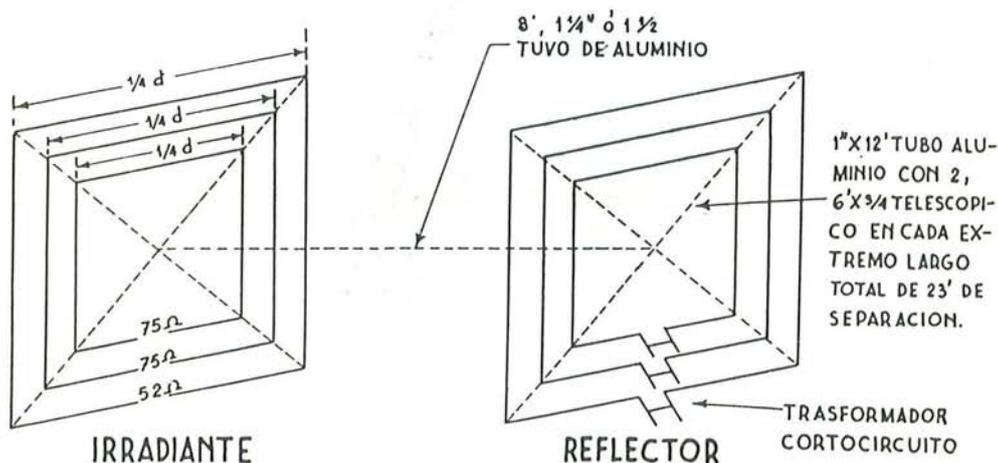
W 8 TUO, que está obteniendo unos excelentes resultados con una "TRI-BAND QUAD", expone sus experiencias prácticas para la instalación de la misma. Por otra parte, su uso se extiende y prodiga actualmente entre los radioaficionados del mundo entero, por lo que hemos creído que su divulgación entre nosotros, los EA's, puede sernos de utilidad también.

En las figuras se pueden observar perfectamente las características de montaje de esta "TRI-BAND QUAD". Los lados de cada uno de los respectivos cuadros tienen una longitud de un cuarto de onda para las frecuencias que más puedan interesar tra-

bajar al posible usuario. Además, se comporta en cada una de ellas como banda única, no admitiendo la radiación de armónicos, siendo también muy interesante el efecto propio de banda ancha que le distingue en relación con otras antenas.

En el cuadro cúbico se emplea alambre del número 16, y consta de dos elementos: un irradiante y un reflector.

Las impedancias características en las diferentes antenas son: En 20 metros, 45 ohmios; en 15 metros, 125 ohmios, y en 10 metros, 75 ohmios. Ahora bien, con separadores de aluminio en cruz para sujetar los respectivos cuadros ocurre que la impedancia es enorme en esta banda de 21 Megaciclos/segundo; pero si en lugar de usar el material de aluminio como separadores, se hace con cañas de bambú, la impedancia del cuadro cúbico queda rectificad



en la correcta, y se mantiene entre 50 y 75 ohmios.

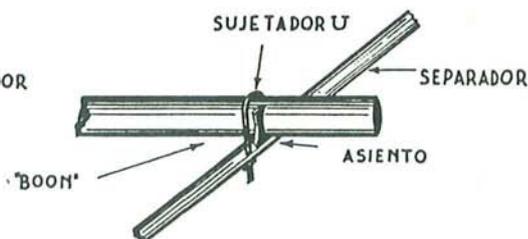
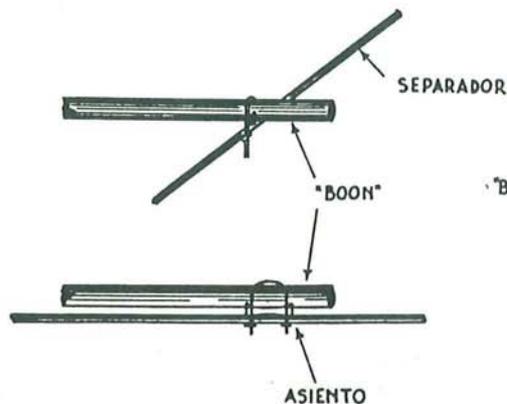
La alimentación es completamente independiente en cada banda por medio de cables coaxiales. Uno por banda.

El proceso de ajuste es de lo más simple, pues sólo hay que hacerlo en el reflector, para cuyo fin está destinado un pequeño transformador. En el mismo existe una ba-

a diez decibelios, dato del todo interesante, pues no se conoce un rendimiento tan bueno en otra antena de dos elementos de diferente estructura que la descrita.

Una vez ajustada cada una de las tres bandas, se comportan por sí mismas y por el efecto precisamente de cuadro cúbico, como antiparasitarias respectivamente.

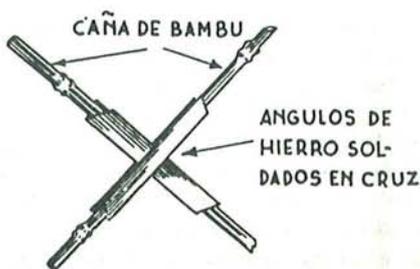
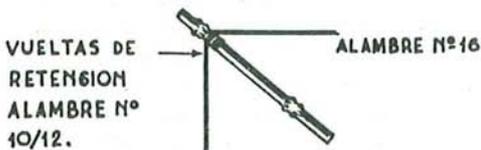
Añadiendo un director al conjunto, como



rrita de cortocircuito variable a lo largo de una pequeña sección de dos alambres paralelos. Se ajustará en los extremos de principio de cada banda, para lo cual se debe sintonizar una estación local o, en su defecto, cualquier otra señal potente y estable, recibiendo con la antena completamente de espaldas y ajustando el cortocircuito hasta acusar la mínima señal en el

tercer elemento, este nuevo cuadro no actuaría en absoluto.

Tanto el "Boom" como los separadores son de tubo de aluminio. Si los separadores son de forma telescópica, hay que aislar los alambres de los cuadros en cada uno de los extremos de sujeción. Pero si se emplearan cañas de bambú, no sólo no hace falta aislar el alambre, sino que puede su-



medidor de "s". Queda ultimado todo el ajuste con esta simple operación, con la que se consigue un magnífico comportamiento en toda la extensión de frecuencias hasta el extremo superior de cada banda, debido precisamente, como hemos dicho anteriormente, al efecto de banda ancha que caracteriza al cuadro cúbico.

El promedio de aumento en la radiación máxima, hacia delante, es del orden de ocho

jetarse fuertemente, con retención en cada extremo de las cañas de separación, ya que de por sí son un excelente aislante para radiofrecuencia. Además, como quedó expuesto al principio, las respectivas impedancias de los cuadros cúbicos quedan en relación exacta a su característica. Otra de sus ventajas es la economía.

¡Buena suerte, amigos, y muchos DX's!

# Antena de cuadro cúbico para tres bandas, con un solo alimentador

Por JUSTO BENEDICTO PEREZ (EA 9 EJ)

Dado el creciente interés que están demostrando los radioaficionados por las antenas cúbicas, debido, sin duda, a los excelentes resultados obtenidos por quienes las montaron, decidí construirme una después de consultar con varios colegas que ya la tenían. Busqué en revistas de radio alguna antena de este tipo que llegara a satisfacerme, y por fin me decidí por la que describe la revista *QST*, de agosto de 1959, en su artículo "Alimentador de línea única para cuadros cúbicos de tres bandas", de W 3 QEF. Los motivos principales para escoger esta antena fueron: la forma que tiene de dos pirámides cuadrangulares invertidas y llevar sólo un alimentador para las tres bandas. Por lo que se refiere a su forma, es lógico suponer que radiará mejor al estar los cuadros radiantes y reflectores de cada banda a las distancias que les corresponde, cosa que ocurre en las otras antenas de este tipo, donde los cuadros radiantes de las tres bandas están en un mismo plano, y lo mismo ocurre con los reflectores, estando las tres bandas a la misma distancia. Respecto al alimentador, las pruebas efectuadas por la EA9EJ demostraron que no existe diferencia apreciable en las tres bandas (20, 15 y 10 metros), de uno a tres alimentadores (uno

por banda), oscilando siempre la señal de frente a espaldas de 25 a 30 db.

En el artículo de la W3QEF la antena está ajustada al centro de cada banda, no obstante, la EA9EJ cambió algunas medidas por ser mejores los resultados.

Tanto la torre como el sistema para elevar o bajar la antena, así como el mecanismo de giro que se detallan a continuación, fueron ideados y construidos por la EA9EJ.

## ELEMENTOS DE LA ANTENA

La figura número 1 muestra un croquis completo de la antena dispuesta para trabajar (elevada), en la que se aprecia la disposición de las cañas formando dos troncos de pirámides invertidas.

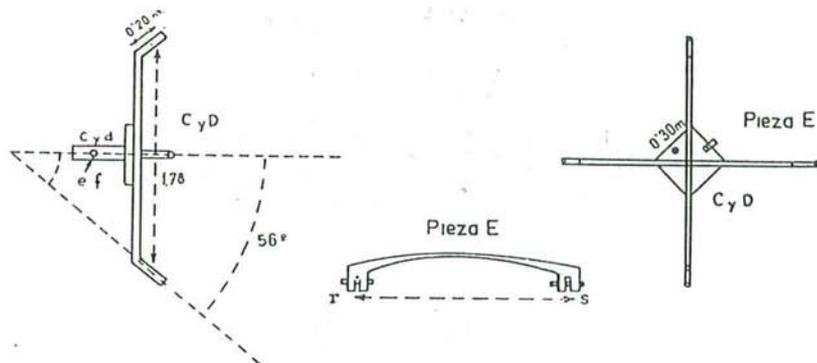
El boom A B tiene una longitud de 0,98 metros y es de tubo galvanizado de 1 pulgada. Las crucetas C y D (figs. 2 y 3) llevan dos tubos, *c* y *d*, para enchufar en los extremos del boom, y se fijan a éste al final del montaje por dos pasadores que entran por los orificios *e* y *f*. La pieza E (fig. 4) es de acero, de 0,04 y 0,005 metros, y una longitud entre las ranuras *r* y *s* de 1 metro. La finalidad de esta pieza es mantener a la distancia de un metro las crucetas C y D una vez introduci-



introducir por aquéllos a presión. Las planchas llevan un orificio en el centro del lado superior, que es donde entra la ranura de la pieza E y se fija con un tornillo con tuerca.

El eje rotativo de la antena está com-

El tubo inferior G, también de hierro galvanizado, enchufa dentro del F y es de 5,70 metros de longitud y de un diámetro exterior que pueda deslizarse por el interior del F. En su parte inferior va acoplada una rueda dentada H, que se

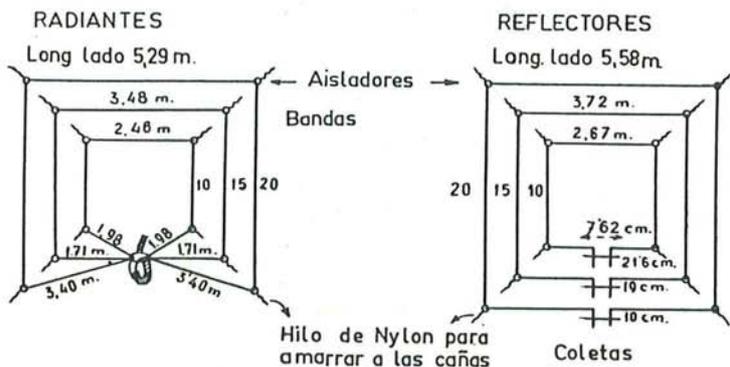


Figs. 2, 3 y 4

puesto (fig. 1) por dos piezas de tubo galvanizado; la superior F tiene 3,20 metros de largo por 2 pulgadas de grueso y va unido en su parte superior al centro del boom por medio de una chapa de hierro para el sostén de las dos abrazaderas que

fija por el pasador h y gira sobre el cojinete de bolas 1; esta rueda dentada es accionada para el giro del conjunto por el piñón de ataque I, el cual recibe el movimiento de la transmisión.

La torre, como se ve claramente en la



Figs. 5 y 6

sostienen a los dos tubos. Por su parte inferior lleva dos anillos de hierro g de tres centímetros de diámetro, donde engancha el final de la cuerda que ha de subir la antena a su posición de trabajo.

figura 1, es una armadura del ángulo, de hierro, de 0,025 metros, en forma de pirámide triangular, cuyas medidas son: altura, 6 metros; lado del triángulo de la base, 1,10 metros; lado del triángulo su-

perior, 0,30 metros. En los vértices del triángulo superior, así como a media torre, se colocaron, soldados, los anillos de hierro de tres centímetros de diámetro:

que sujeta a los anillos *g* para la elevación del tubo *F* y de la antena. En el eje central de la torre (línea de altura) van distribuidos cinco cojinetes para permi-

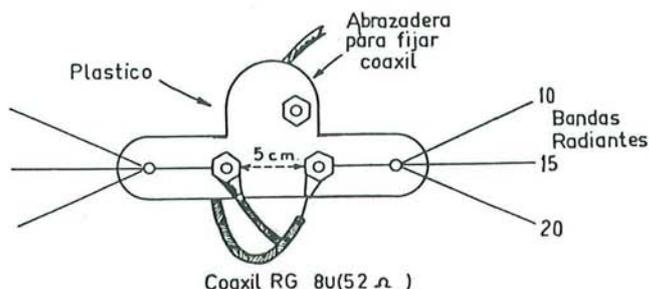
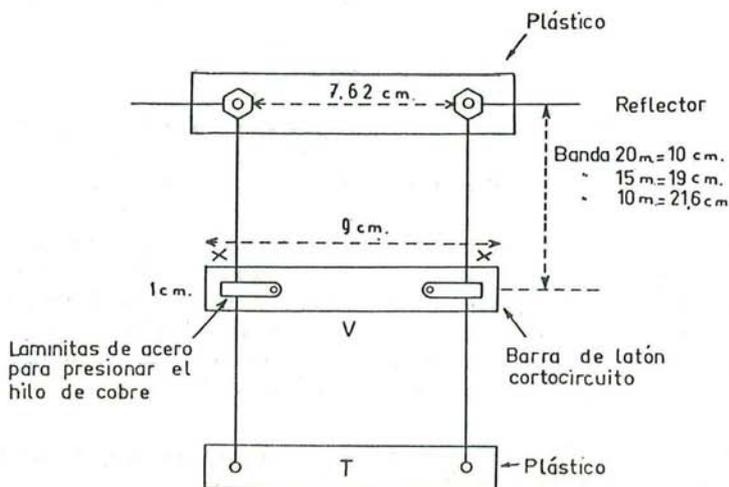


Fig. 7

*j*, para el enganche de los vientos de cable de acero trenzado de 6 milímetros de diámetro, en la forma que indica la figura 1. Con ello se evita el roce de las cañas cuando la antena esté en su posición

tir el fácil giro de los tubos *F* y *G*, debiendo ser el número 3 desmontable para dar paso al mayor diámetro del tubo *F*, al bajar el conjunto. La distancia a que queda el boom de la parte superior de la



Coletas-Una por banda en cada reflector  
Medidas ajustadas al centro de cada banda

Fig. 8

más baja o de reparación. En la parte inferior de este triángulo lleva dos anillos de hierro, soldados, para el enganche de las poleas *K*, por las que pasa la cuerda

torre, cuando la antena está subida, es de 2,60 metros.

La torre no lleva anclaje al suelo, sólo va sujeta por los vientos de cable de ace-

ro trenzado, con sus correspondientes tensores *t*.

#### LA ANTENA PROPIAMENTE DICHA

Está formada por ocho cañas de bambú, enchufadas por el extremo más grueso al trozo doblado de tubo de las cruce-tas C y D. Estas cañas estaban algo torcidas y se enderezaron sometiéndolas al fuego de una fragua en los puntos dobla-dos hasta que estuvieron calientes, y se-guidamente se les frotó con un paño mo-jado, quedando completamente derechas, y para evitar que se abrieran a la intem-perie se les arrolló en los carrizos (entre nudo y nudo) unas veinte espiras de cuerda delgada y bastante apretada. Fi-nalmente se barnizaron todas con barniz aislante, colocándolas en los tubos de las cruce-tas. Como se dice anteriormente, estas cañas tienen una longitud de 3,65 metros, y quedaban algo débiles por las puntas, por lo que se reforzaron éstas, en una longitud de 1,50 metros, amarrán-do-le media caña a cada una, dándole una solidez a las mismas bastante buena.

El hilo empleado es de cobre descubier-to de dos milímetros, pero la experiencia demuestra que es preferible el cable tren-zado de cobre, de este mismo diámetro, por quedar más tenso el montaje y ser menos propenso a romperse.

Las longitudes de los hilos de los cua-dros de cada banda se especifican en las figuras 5 y 6 con todo detalle, así como las distancias entre el cuadro radiante y el reflector en la figura 1. Estas distan-cias se materializan por hilo de nylon de 2 milímetros de grueso entre radiante y reflector de cada banda para darle so-lidez al conjunto.

Cada cuadro radiante, como reflector, va amarrado en sus ángulos a la caña correspondiente por un aislador en for-ma de huevo y un trozo de nylon de 2 mi-límetros de grueso. Su longitud será de 50 centímetros cada uno, para que al co-locar el cuadro se pueda tensar y quede

el conjunto con la suficiente rigidez (fi-guras 1, 5 y 6).

Los radiantes para las tres bandas lle-van abierto el lado inferior, uniéndose los extremos de cada lado de las tres, fiján-dose los de un lado en el terminal del aislador (fig. 7), y los del otro extremo en el otro terminal. A estos dos termina-les se unen los dos extremos del coaxil RG-8U, de 52 ohmios, doblándolo hacia atrás del aislador para sujetarlo por la abrazadera, como indica la figura, y evi-tar que se rompa con el viento. La dis-tancia entre los terminales es de 5 centí-metros. Los cuadros reflectores van abiertos en su lado inferior por una dis-tancia de 7,62 centímetros, materializada por un aislador de plástico u otro mate-rial aislante en cada cuadro. De estos ex-tremos de cada reflector, y desde los mis-mos orificios del aislador, parten dos hi-los paralelos de 50 centímetros de largo, por donde debe correr la barra de corto-circuito V, con la que se hace el ajuste de la antena en cada banda. Estos dos hi-los deben llevar al final otro aislador se-parador T para evitar que al retorcerse toda esta coleta rocen los hilos. La bar-ra de cortocircuito es una pletina de la-tón de 1 centímetro por 1,5 milímetros de gruesa y de una longitud de 9 centí-metros, llevando unas ranuras a la distan-cia de 7,62 centímetros para paso de los hi-los, y tapando estas ranuras unos flejes de acero con un tornillo para que hagan presión sobre los hilos y se puedan desli-zar arriba o abajo para el ajuste de la señal (fig. 8).

#### MONTAJE DEL CONJUNTO

La antena fué montada en una terraza espaciosa, donde no hubo dificultad para colocar los vientos. Se empezó por mon-tar en la torre, tumbada en el suelo, los ejes rotativos F y G enchufados, es de-cir, con el boom puesto y en su posición más baja. Se levantó la torre y se le co-locaron los vientos, quedando aquélla

completamente firme. Seguidamente se procedió a colocar las cañas en las cruce-tas, y de esta forma se enchufó cada una en un extremo del boom por una persona subida en la torre; se afianzaron las cruce-tas con la pieza E, y así se pudo girar todo el conjunto sobre el eje del boom hasta que la pieza E tropezara con el eje rotativo F por un lado o por el otro, pasando una por una todas las cañas a una altura tal del suelo de la terraza que un hombre en una escalera pudiera amarrar todos los cuadros de alambre a las cañas respectivas.

El cableado del conjunto se empezó poniendo los hilos de nylon que marcan las distancias entre el cuadro reflector y radiante de la banda de 20 metros, y seguidamente se pusieron los de la banda de 15 metros, amarrando el nylon a las cañas en estos puntos. Terminada esta operación, se montó en el suelo el cuadro radiante de 20 metros con sus aisladores y trozos de nylon, y una vez armado el cuadro se fué amarrando a las cañas una por una cuando estas pasaban por la posición más baja.

De la misma forma se montó el cuadro reflector, volviéndose después sobre el radiante para ajustar los cuadros de forma que las cañas quedaran lo más rectas posible. Este ajuste se hizo alargando o acortando el trozo de nylon de los aisladores, quedando las dos pirámides casi perfectas. Conseguido esto, se montaron los cuadros para las bandas de

15 metros y 10 metros sin ninguna dificultad. Se colocó seguidamente el alimentador en los terminales del aislador y se amarró fuertemente en la unión del tubo F con el boom, como se ve en la figura 1; se inmovilizaron las cruce-tas al boom por medio de los pasadores e y f (figura 2), y de esta forma quedó terminado todo el conjunto de la antena, elevándose al punto más alto o posición de trabajo mediante la tracción de las cuerdas por dos personas, subiendo el tubo F hasta que coincidieron los orificios L de este tubo y el G, colocándose el pasador que los hace solidarios en esta posición. Se fijó el rodamiento 3 en la posición que marca la figura 1, y quedó la antena dispuesta para el trabajo. La longitud del alimentador de coaxil es de 27 metros desde el aislador al transmisor.

El ajuste en cada banda se efectuó recibiendo una señal de una emisora local potente con la antena de espaldas (las coletas dirigidas a la señal), y subiendo o bajando por los hilos de cobre paralelos la barra de cortocircuito se dejó a las medidas que señala la figura 8, que fueron las óptimas para la mínima señal de espaldas y dando una diferencia a la señal al colocar la antena de frente, de 25 a 30 db. en cada banda.

A continuación damos las medidas de los cuadros radiantes y reflectores de la antena cúbica para tres bandas con un solo alimentador.

## RADIANTES

| <i>Banda</i> | <i>Lado superior y laterales. Cada lado</i> | <i>Medio lado inferior</i> | <i>Distancia extremos coaxil en su unión a los extremos de los radiantes</i> |
|--------------|---|----------------------------|--|
| 20 metros    | 5,29 metros                                 | 3,40 metros                | 0,05 metros  |
| 15 "         | 3,48 "                                      | 1,715 "                    | 0,05 "   |
| 10 "         | 2,46 "                                      | 1,98 "                     | 0,05 "   |

## REFLECTORES

| <i>Banda</i> | <i>Lado superior<br/>y laterales.<br/>Cada lado</i> | <i>Medio lado<br/>inferior</i> | <i>Abertura<br/>coletas</i> | <i>Long. hasta<br/>cortocirc.</i> |
|--------------|---|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 20 metros    | 5,58 metros   | 2,751 metros                   | 0,0762 mts.                 | 0,10 mts.                         |
| 15 "         | 3,72 "  | 1,8219 "                       | 0,0762 "                    | 0,19 "                            |
| 10 "         | 2,67 "  | 1,2979 "                       | 0,0762 "                    | 0,216 "                           |

## DISTANCIA ENTRE RADIANTES Y REFLECTORES

|           |             |
|-----------|-------------|
| 20 metros | 4,50 metros |
| 15 "      | 3,28 "      |
| 10 "      | 2,43 "      |

Grueso del hilo de todos los cuadros:  
2 milímetros.

Longitud del coaxil RG-8U (52 ohmios)  
desde la antena hasta el transmisor: 27  
metros.

Si algún colega monta esta antena o  
le pueden servir de orientación estos da-  
tos se da por muy satisfecha la EA9EJ,  
deseándoles que los mayores éxitos le  
acompañen en su estreno.

# Antena Cubical-Quad unifiliar tribanda

Aplicaciones de un principio de antena multibanda

Por HANS F. RÜCKERT, VK 2 AOU ex DL 1 EZ  
Traducido por EA 3 GH

Hay dos maneras de poseer una buena estación en el shack, bien sea haciendo uso de una cartera bien repleta o aplicando los conocimientos de la técnica actual. Sin embargo, para poder disfrutar en DX, es decir, para que por lo menos el 50 % de llamadas CQ obtengan respuesta, es preciso poseer una antena eficaz que permita aumentar una señal unos 2 puntos S por encima del nivel S6 del hervidero QRM.

Surgen, sin embargo, dificultades que nada tienen que ver con conocimientos técnicos o con dinero. Se trata de saber si la XYL permitirá erigir un mástil en medio del jardín, si el vecino se quejará si las puntas del beam cruzan la valla, o si la autoridad local o el casero permitirán que se coloque otra cosa que no sea una ground-plane. ¿Podrá contar el OM con la ayuda de su familia o la de otros colegas para erigir y mantener la antena o realizar futuros cambios? El que a este respecto no teme dificultades no necesita continuar la lectura, ya que pertenece a la minoría que no precisa hallar una solución de compromiso.

En épocas de máxima actividad solar, en que es posible hacer buenos DX's en 20, 15 y 10 m, se comenta con mayor interés el problema de la antena. No se trata de saber qué antena es la mejor, ya que hace tiempo que lo tienen resuelto los servicios comerciales, sino qué tipo de antena se adapta mejor a determinadas condiciones particulares. ¿Cuál es la disposición que uno puede dominar corporal y técnicamente sin peligro para cosas o personas? ¿Cuánto debe costar la antena, el mástil y el rotor? ¿Cuánto tiempo resistirá a las intemperies? Todas estas consideraciones hacen que se suela limitar la altura de la antena a menos de una longitud de onda y la longitud de los elementos del beam a media onda o menos. El que sea poseedor de la antena grande sonreirá benévola-mente ante tales antenas de tamaño reducido, pero por fortuna para la mayoría de OM's demostraremos que con ellas también es posible alcanzar un buen puesto en la lista de honor DXCC, y más si se trata de un operador con buen dominio técnico, que sepa sacar

provecho de las condiciones de propagación.

Con anterioridad a la última gran aparición de manchas solares, los aficionados conocían casi exclusivamente composiciones formadas por tres diferentes antenas Yagi superpuestas para operar en tres bandas, pudiendo ser contados con los dedos de una mano aquellos que podían permitirse en DL su adquisición, incluyendo la torre y el rotor. Coincidiendo con las excelentes



FIG. 1.—Dipolo para F<sub>1</sub>.

DX-cond de 1957 a 1959 (año geofísico 1958) aparecieron una serie de antenas multibanda interesantes, como la W3DZZ (la más vendida hoy en U.S.), la G4ZU, la DL1FK y la VK2AOU, así como algunas variantes de las mismas. La del autor, basada en el principio de sintonía multibanda, fue descrita en diversas publicaciones (véase bibliografía).

A continuación se indican algunos resultados obtenidos en DX con antenas de este tipo: VK2AOU ganó el primer premio de N.S.W. (provincia VK) en fonía del contest VK/ZL 1957, así como el primer premio de Australia en

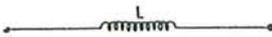


FIG. 2.—Dipolo para F<sub>2</sub>.

fonía del WAEDC 1958. Con la antena VK2AOU, DL8NU consiguió hacer DXCC con sólo 20 W input, y DJ3GY trabajó 255 países en 1966. Ha sido gracias a la incansable actividad constructiva e investigadora de DJ2UT y de otros colegas amigos, el que esta antena tan extraordinaria no cayera en el olvido.

Para aquellos que no hayan podido seguir su desarrollo durante los últimos diez años, se describe a continua-

ción su principio, después de lo cual hablaremos de los perfeccionamientos realizados por DJ2UT y el autor.

La figura 1 representa un simple conductor recto que se conoce por dipolo. Su frecuencia de resonancia más baja  $f_r$  (MHz) =  $\frac{300}{\lambda m}$ , que corresponde a un dipolo de longitud igual a  $\lambda/2$ .



FIG. 3.—Dipolo para F<sub>3</sub>.

Con ayuda de una bobina o de una inductancia de otra forma, intercalada según muestra la figura 2, se disminuye la frecuencia de resonancia, mientras que con un condensador según la figura 3 se consigue aumentar la frecuencia de resonancia.

Todas estas tres formas de dipolo tienen el inconveniente de radiar con preferencia todos los armónicos impares (de 3.º, 5.º, 7.º orden, etc.) que pudieran estar presentes en la transmi-



FIG. 4.

sión. La tan popular antena tribanda W3DZZ igualmente resuena a frecuencias para las cuales no ha sido concebida, puesto que se utilizan trampas de onda para delimitar la longitud útil del dipolo, tanto en el radiador como en el director y en el reflector. Las bobinas de las trampas (o las inductancias de forma cualquiera) provocan el acortamiento de los dipolos restantes correspondientes a las otras dos bandas más bajas, como ocurre en el beam de bolsillo. Se trata, pues, igualmente de una antena de compromiso.

Intentaremos explicar el principio en que se basa la antena multibanda objeto de este artículo.

La figura 4 representa un circuito re-

sonante serie, el cual puede ser considerado como el equivalente de un dipolo, en el supuesto de que la inductancia y la capacidad estuvieran concentradas, en lugar de estar repartidas uniformemente. En la figura 5 se indica

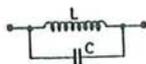


FIG. 5.

un circuito resonante paralelo, cuya frecuencia de resonancia viene determinada por los valores de  $L$  y  $C$ .

La combinación de un circuito resonante serie con otro paralelo se conoce por el nombre «multi-tank» (Fig. 6), que sigue siendo utilizado con éxito como tanque de salida en transmisores.

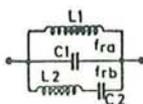


FIG. 6.

Dicha disposición, a base de 2 componentes  $L$  y 2 componentes  $C$ , posee siempre 2 frecuencias de resonancia simultáneas, de las que en servicio sólo se usa una vez. La particularidad de este circuito reside en que las dos frecuencias no necesitan guardar entre sí relación armónica alguna.

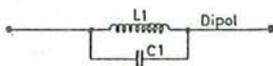


FIG. 7.

Si sustituimos ahora el circuito serie por las dos mitades de un dipolo (Fig. 7) se obtiene un dipolo resonante en dos bandas. Hay que tener en cuenta que los valores  $L_1$  y  $C_1$  no se ajustan a la frecuencia de trabajo de las dos bandas, sino a una frecuencia comprendida entre ambas, ya que son la com-

binación del circuito paralelo ( $L$  y  $C$  concentrados) con los medios dipolos ( $L$  y  $C$  repartidos) los que producen las dos resonancias. Aclaremos que el condensador de este circuito puede ser sustituido por un trozo de cable abierto, que G4ZU designó como «stub de conmutación automática». Esta desig-

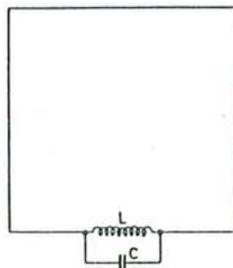


FIG. 8.—Elemento cubical-quad de un solo alambre para dos bandas.

nación es errónea y puede suscitar falsas conclusiones. Tampoco es cierto que el trozo de cable que oficia de condensador necesite ser de una impedancia determinada o tenga que estar ajustado para una frecuencia de trabajo; lo único que cuenta es su capacidad por unidad de longitud.

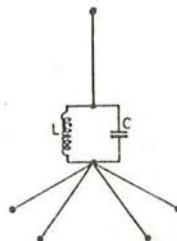


FIG. 9. — Antena ground-plane para dos bandas.

El sistema descrito no se limita a ser utilizado únicamente en un dipolo de dos bandas, sino que es aplicable igualmente a todos los elementos de una antena Yagi, y por supuesto también a una antena «cubical-quad» para dos bandas, que estaría constituida por una sola espira cuadrada empalmada al circuito paralelo  $LC$ , así como a una antena tipo «ground plane» (Figs. 7 a 9).

Una vez que el autor hubo reconocido la verdadera función del condensador del circuito paralelo de un elemento G4ZU, no tardó en hallar una combinación apta para resonar en tres frecuencias, que es la combinación «A», representada en la figura 10, consistente en dos circuitos paralelos conectados entre sí en serie, a los que se conecta en paralelo un circuito serie.

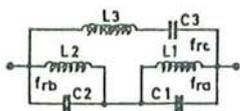


FIG. 10.—Combinación L/C para tres frecuencias de resonancia.

Esta condición se cumple igualmente substituyendo el circuito serie por un dipolo, el cual puede adoptar las formas más variadas.

El mismo efecto de resonancia triple se obtiene con una combinación «B» formada por dos circuitos serie conectados en paralelo, según se puede apreciar en la figura 11. Si uno de estos circuitos serie se reemplaza por un dipolo, habremos obtenido también una an-

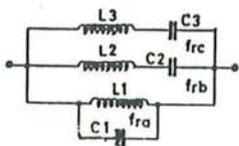


FIG. 11.

tena tribanda. Las figuras 12 y 13 muestran los circuitos sintonizados que de uno y otro tipo se intercalan a la antena.

El autor comenzó por probar el circuito de la figura 12 utilizando bobinas autoportadas y condensadores de aire blindados. Efectuando el ensayo con elementos para F.M. en 50, 75 y 100 MHz se vio que al cambiar de frecuencia de trabajo cambiaba el sentido del campo magnético de las bobinas,

razón por la cual se propuso entonces alimentar el elemento radiante con dos líneas coaxiales independientes (2). Sin embargo, DJ2UT demostró que tanto la ground-plane como el beam VK2AOU de 2 ó 3 elementos podían

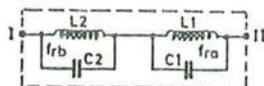


FIG. 12.—Bloque de sintonía A.

ser alimentados con un solo cable coaxial, con una baja relación de ondas estacionarias. El autor estuvo utilizando para la sintonía del sistema, pequeños condensadores cerámicos de disco para emisión, los cuales no acusaban calentamiento alguno que delatase que por ahí se iba a «freír» parte de la energía. Con un buen ajuste la relación

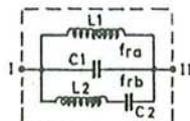


FIG. 13.—Bloque de sintonía B.

de ganancia adelante/atrás y baja relación SWR; su excelente rendimiento quedó confirmado por los resultados obtenidos en DX.

Fue DJ2UT quien tuvo la idea de proteger las bobinas contra la intemperie mediante un revestimiento de resina sintética. Para el ajuste utilizó aros de cortocircuito colocados exteriormente alrededor de dicha bobina, de forma que se pudiesen desplazar, mientras que la función de los condensadores la obtenía usando pequeños trozos de cable coaxial que podían ser introducidos dentro de los elementos tubulares. Con tales trucos pudo conseguir un notable mejoramiento de la estética de esta antena.

Esta es la misma antena con la que el autor realizó en 1967 más de un centenar de enlaces DL en 20, 15 y 10 m, convenciéndoles de su gran eficacia (Figs. 14 a 17).

En el ínterin, DJ2UT ha puesto a punto una antena en la que se alimenta tanto el elemento radiante como el reflector, con lo que se consigue que

la relación de ganancia adelante/atrás no quede tan afectada por la altura y los objetos circundantes. Además, pre-

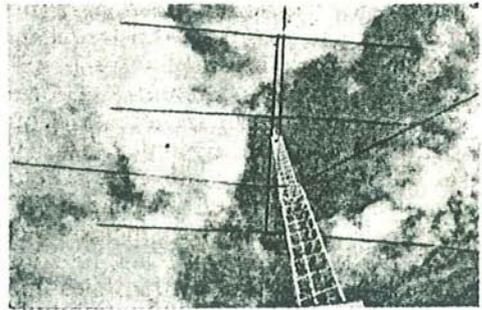


FIG. 17.

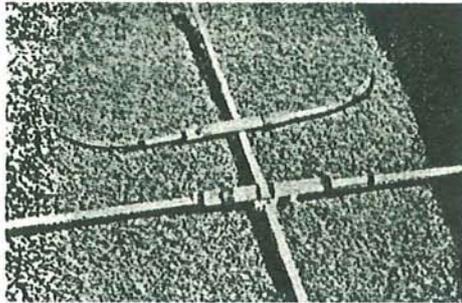


FIG. 14.

vé una alimentación simétrica por medio de un balun, para el que se utiliza indistintamente un transformador de ferrita o una línea coaxial (Figs. 18 y 19).

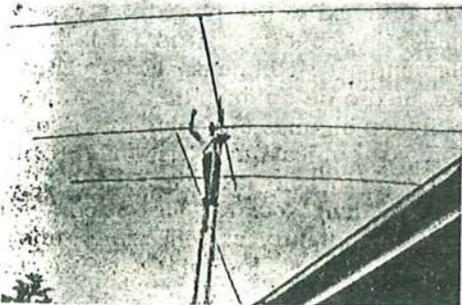


FIG. 15.

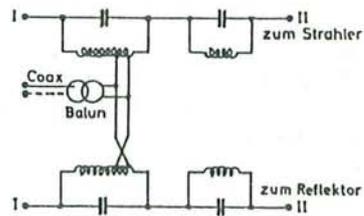


FIG. 18.

El sistema descrito no se limita únicamente a las bandas de aficionados de 10, 15 y 20 m, pues puede utilizarse para frecuencias alejadas más de la relación 1:3 o próximas menos de 1:2.

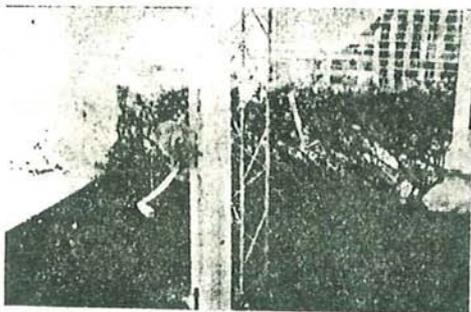


FIG. 16.

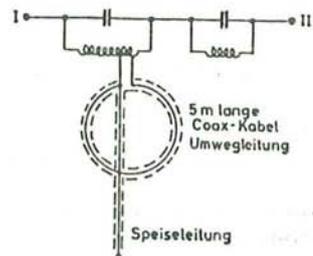


FIG. 19.

Sin embargo, cuando se adopta en antenas de varios elementos no conviene tomar frecuencias demasiado diferenciadas, ya que el espaciado entre elementos podría ser excesivo para una banda y corto para otra. La frecuencia para la banda intermedia no precisa que constituya la media entre las otras dos, como tampoco es necesario que exista una relación armónica entre todas ellas. Ello hace que este sistema pueda ser aplicado en antenas de TV para resonar en las frecuencias de 64, 102 y 195 MHz, en donde las inductancias están formadas por simples horquillas de alambre o de tubo, a los que van conectados en serie y en paralelo

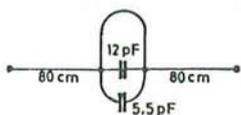


FIG. 20.

pequeños condensadores cerámicos (figura 20). Es notorio en esta antena el que participe toda su longitud en la radiación, cualquiera que sea la banda, sin que además aparezcan frecuencias de resonancia indeseables. Mediante la conveniente elección de la relación  $L/C$  puede conseguirse que elementos de muy diversa longitud puedan ser ajustados a una misma frecuencia de trabajo. El grado de acortamiento que se puede conseguir por este procedimiento es del 50 al 80 % de  $\lambda/2$ , correspondiente a la banda de mayor longitud de onda.

#### APLICACION DE LA SINTONIA MULTIBANDA EN UNA ANTENA CUBICAL-QUAD DE ELEMENTOS CONSTITUIDOS POR UN CUADRO DE UN SOLO ALAMBRE.

Cuando hace diez años el autor propuso adoptar el sistema de sintonía tribanda antes descrito en la constitución de los elementos de una antena

cubical-quad (2), la idea apenas retuvo el interés general, sin duda porque en aquella época la antena cubical-quad todavía no se había popularizado. Una cubical-quad de dos elementos tiene un rendimiento análogo al de una antena Yagi de tres elementos, pero cuando la altura de emplazamiento se reduce por debajo de una longitud de onda, el rendimiento de la cubical-quad disminuye mucho menos que en la Yagi. Los inconvenientes de la antena cubical-quad son su aspecto poco habitual para los vecinos, acostumbrados a las antenas de TV, así como su mayor resistencia al viento, es del orden del doble que en una Yagi. Resulta además difícil mantener uniformemente tensados los 6 alambres en los cuadriláteros. No hay duda de que una antena cubical-quad de dimensiones completas para tres bandas constituye un armatoste verdaderamente impresionante. Por esta razón se han ido introduciendo con bastante éxito los mini-quads, en los cuales la menor longitud física de los elementos se compensa eléctricamente por medio de bobinas de alargamiento.

Siguen algunos ejemplos prácticos de antenas cubical-quad tribanda formadas por un solo lazo cuadrado, de los que pueden asociarse varios para formar el radiante, el reflector y uno o más directores, los cuales se ajustan del mismo modo que la antena VK2AOU (Figs. 12 y 13).

#### Ejemplo núm. 1

Frecuencias de trabajo: 40, 60 y 80 megaciclos.

Resonancias de  $C_1/L_1$  y  $C_2/L_2$ , sin cuadro: 50 y 70 MHz.

Bobina  $L_1$ : 10 espiras,  $\varnothing$  1,7 cm,  $l = 3$  cm.

Bobina  $L_2$ : 6 espiras,  $\varnothing$  1,7 cm,  $l = 3$  cm.

Cuadro de alambre:  $4 \times 1$  m, conectado entre I y II (Figs. 21-22).

Condensadores  $C_1$  y  $C_2$ : trimmers de 10-40 pF.

Resonancias sin el cuadro de alambre: 52 y 70 MHz.

### Ejemplo núm. 2

Las mismas frecuencias anteriores, utilizando las mismas bobinas.

Cuadro de alambre  $4 \times 1,25$  m.

Condensadores reajustados de nuevo.

Resonancias sin el cuadro de alambre: 52 y 84 MHz.

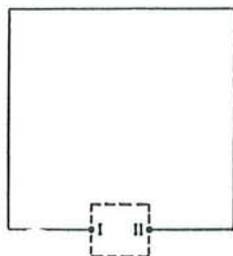


FIG. 21.

### Ejemplo núm. 3

Las mismas frecuencias de trabajo anteriores, pero utilizando las siguientes bobinas:

$L_1$ : 6 espiras,  $\varnothing$  1,7 cm,  $l = 2,5$  cm.

$L_2$ : 2 espiras,  $\varnothing$  1,7 cm,  $l = 1,8$  cm.

Cuadro de alambre:  $4 \times 1$  m, conectado entre I y II.

Condensadores:  $C_1$ , 38 pF;  $C_2$ , 18 pF.

Resonancias del circuito combinado, sin el cuadro: 42 y 74 MHz.



FIG. 22.

### Ejemplo núm. 4

Las mismas frecuencias de trabajo anteriores, utilizando las bobinas del ejemplo núm. 3.

Cuadro de alambre:  $4 \times 1,25$  m, conectado entre I y II.

Condensadores:  $C_1$ , 32 pF;  $C_2$ , 16 pF.

Resonancias del circuito combinado, sin el cuadro: 44 y 82 MHz.

Por todos estos ejemplos se podrá apreciar que existen numerosas posibilidades para conseguir resonancia en las tres frecuencias preestablecidas.

El siguiente ejemplo nació del natural interés en realizar un ensayo con un elemento cubical-quad tribanda para las frecuencias de 14, 21 y 28 MHz, lo cual se consiguió al primer intento gracias a la experiencia acumulada en los ensayos precedentes.

### Ejemplo núm. 5 (Fig. 23)

Frecuencias de trabajo: 14, 21 y 28 megaciclos.

Bobinas: sobre forma cerámica ranurada,  $\varnothing$  3,7 cm y  $l = 8$  cm.

$L_1$ : 7 espiras,  $l = 1,6$  cm.

$L_2$ : 5 espiras,  $l = 1,1$  cm.

$L_3$ : 4 espiras,  $l = 1,0$  cm.

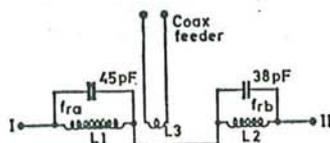


FIG. 23.

Condensadores:  $C_1$ , 45 pF;  $C_2$ , 38 pF, de disco, cerámicos, aptos para 10 kVA.

Cuadro de alambre:  $4 \times 3,5$  m = 15 m longitud total, conectado entre I y II.

Resonancias del circuito combinado, sin el cuadro: 17 y 23 MHz.

Comprobada la resonancia correcta de esta antena en las tres bandas, se probó en recepción. Se recibieron señales de estaciones W6 en 28,6 MHz; de W4, en 21,3 MHz, y del Pacífico, en 14 MHz. Los resultados fueron muy alentadores, ya que en pruebas realizadas simultáneamente con un dipolo normal y con una Yagi demostraron su eficacia a pesar de haber estado colocada a sólo 1/2 m del suelo.

Conectada la antena a un transmisor a través de un cable coaxial de 70 ohmios, con 300 W de entrada en servicio continuo, se midieron en las tres bandas relaciones de ondas estacionarias inferiores a 1:2, lo cual confirmaba que la antena cargaba bien.

Con esta misma disposición es fácil construir una antena cubical-quad de 2 elementos, que en esencia constará de dos cuadros de alambre de sólo 3,5 m de lado, separados entre sí unos 2,5 m, la cual, con un único cable de alimentación, funciona correctamente en las tres bandas. Comparada con su hermana mayor de tamaño normal, provista de un alambre para cada banda, la que nos ocupa solamente pesa la mitad y ofrece una tercera parte de resistencia al viento, a consecuencia de lo cual el mástil puede ser ligero y el sistema de rotación también, lo que representa una gran ventaja económica. Los resultados en DX son además muy superio-

res a los de un dipolo o de una ground-plane.

Para aquellos que por razones especiales no pudieran erigir esta antena como rotativa, diremos que podrán hacerla fija sosteniéndola entre dos paredes o postes. En tal caso, se podrán obtener dos direcciones, permutando las funciones de director y reflector mediante conmutación del bloque de sintonía, ya que, según se vio en la figura 18, existe la posibilidad de alimentar ambos elementos a la vez.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) *Amateur Radio* (VK), mayo y junio de 1958, por VK2AOU.
- (2) *DL-QTC*, marzo de 1958, por VK2AOU.
- (3) *Funk-Technik*, núms. 16 y 17 de 1959, por VK2AOU.
- (4) *Break-in* (ZL), junio y julio de 1963, por VK2AOU.
- (5) *Libro de antena*, de K. Tothammel DM2ABK, 1963.
- (6) *DL-QTC*, julio de 1964, por DL7BB.
- (7) *DL-QTC*, abril de 1961, por VK2AOU.

# LA VERDADERA ANTENA CUBICA

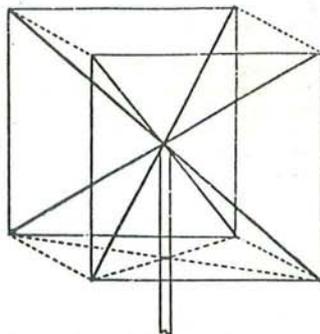
Por V. VELA (CX2DT-EA3FS)

Ante la reiterada solicitud de gran número de colegas sobre datos de la antena cúbica que desde hace doce años vengo usando con magnífico resultado, y a fin de satisfacer a todos ellos, voy a divulgar dichos datos, con disculpas por la demora, a través de este artículo, con la esperanza de que les sea útil a todos aquellos interesados por las antenas cuadrangulares y que no se animan a construir las por su falta de solidez y resistencia al viento.

Efectivamente, este es un lamento hartamente escuchado, sobre todo, después de un ventarrón o huracán. Ante este hecho real del que yo también fui víctima alguna vez con mi veterana G4ZU y, ante el concepto general de que las antenas cuadrangulares eran las más afectadas, me puse a pensar sobre el asunto y, después de emborronar unas cuantas cuartillas, aquí tienen el resultado de mis desvelos. Una antena que "aguantó" todos los huracanes habidos en doce años.

A las antenas cuadrangulares se les dá el nombre de cúbicas porque el conjunto de elementos irradiantes

concentrados sobre un mismo plano, más los elementos reflectores concentrados en otro plano y ambos enfrentados a una determinada distancia, forman el cubo en cuanto a lo eléctrico se refiere, pero no así en lo físico, ya que no son más que dos planos muy flexibles al viento unidos entre sí por un caño por ambos centros. Si físicamente esto es malo y poco resistente a los vientos fuertes, eléctricamente tampoco es muy bueno ya que la distancia de un cuadro a



otro es única y si esta se calcula para una banda no corresponde para la otra. Hay quien ha resuelto este problema separando los reflectores y armandolos en cuadros individuales sobre un soporte más largo, al igual que las formaciones yagui.

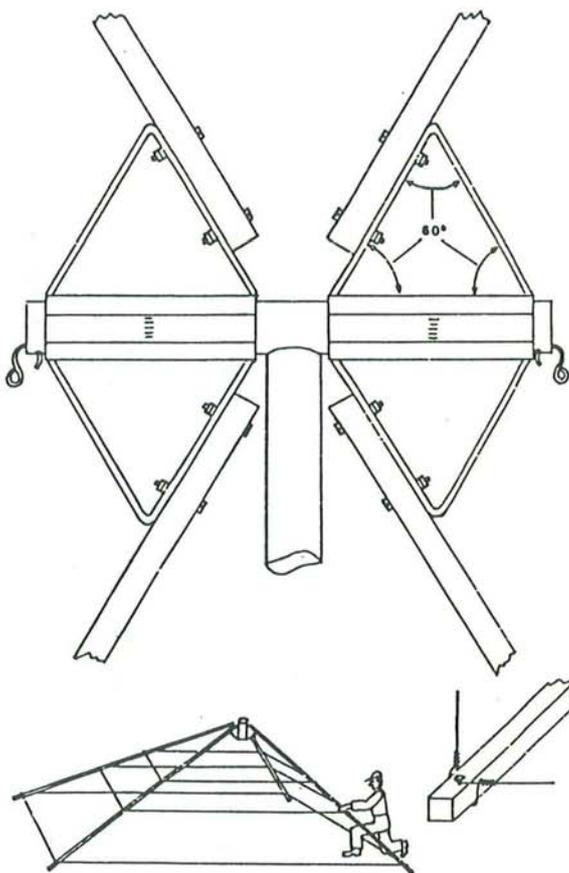
Eso trae como consecuencia mayor tamaño, mayor debilidad mecánica y mayor peso y "pesos". Evidentemente hay que pensar en otra cosa. Si nosotros tenemos una antena que no completa el cubo físico, lo primero que tenemos que hacer es completarlo, y para ello solo podemos usar hilo de material aislante ya que lo que tenemos que atar son las esquinas de un cuadro con las esquinas del otro; pero para que esto ocurra con tirantez y los cuadros no cedan por efecto del tiro de dichos hilos o tanzas de nylon no queda más remedio que "apuntalar" cada esquina con un palito de madera que se apoya en el centro o corazón de la antena. Ahí tenemos, efectivamente, un cubo sumamente rígido. Si analizamos con atención los dibujos adjuntos veremos que cada grupo de cuatro palitos que sostiene a cada cuadro, configuran dos formas piramidales unidas por sus vértices. Vale decir que tendremos un armazón de dos formas exponenciales como si fueran dos bocinas unidas por la espalda. No tenemos más que aprovechar esta particularidad para colocar cada elemento o cuadro de alambres sobre el punto del armazón que corresponda con la medida del cuadro. De ahí vemos que los elementos más pequeños quedarán más cerca entre sí y que conforme aumente el tamaño de estos irá aumentando también la distancia entre ellos. De esta manera, y con un ángulo piramidal bien calculado, se logra el espaciado deseado para cada una de las bandas.

Por supuesto que los ocho palitos o varillas de madera deberán fijarse sólidamente al tope del mástil ya que de ello dependerá no solo la solidez del sistema sino del espaciado de la antena.

A efectos de dar facilidad de armado, las varillas se reúnen en dos grupos de cuatro, atornilladas sobre el vértice o "maza de rueda", formando dos pirámides que se manejan por separado. Apoyadas las pirámides por su base en el suelo no queda más que medir el alambre a la medida de cada cuadro, doblando correctamente las esquinas y uniendo los extremos. Hecho esto se desliza el cuadro por encima del armazón y se afirma en cada una de las cuatro varillas según ilustra el detalle del dibujo.

Debe empezarse por el cuadro de 20 metros, tratando de que quede bien estirado el alambre, lo cual se logra abriendo entre sí las "patas" de la pirámide. Después se coloca el cuadro de 15 metros tratando de no calzarlo más de la cuenta pues ello combaría las varillas y, finalmente, se coloca el cuadro de 10 metros con las mismas precauciones.

Una vez completas las dos pirámides, hay que izarlas al tope del mástil y en ensartarla en la "T" de la punta, cual si fueran las aspas de un molino de viento y, justamente esa virtud de rotar es la que nos permitirá, bajando las puntas de arriba hacia abajo, atar las tanzas de nylon para completar el cubo. Deberá cuidarse la longitud de las tanzas y que la tensión de éstas sea pareja, pues de lo contrario la formación quedará de medida irregular.



Por último se instalan sobre el mástil los tres soportes de los sintonizadores y de los adaptadores gamma, haciendo las conexiones según se ilustra en los dibujos.

Con todo lo dicho hasta aquí creo dejar explicado en que consisten las diferencias sobre una antena cuadrangular común, las ventajas están a la vista y no es necesario abundar en ello.

Por otra parte los materiales necesarios son de fácil obtención y hechura, quedando los detalles constructivos librados al ingenio o posibilidades de cada uno.

Las medidas que se adjuntan son sugeridas y podrán variar de acuerdo a la frecuencia escogida, altura de la antena, objetos circundantes, etc. Por supuesto que los cálculos son los mismos que para una antena clásica y los podrán encontrar en cualquier libro especializado. Lo mismo al respecto del procedimiento de ajuste de los cuadros y su adaptación a las líneas.

A título de consejo, fruto de la experiencia habida, recomiendo usar listones de una pulgada en cuadro de madera de cedro, que es liviana y fuerte y, sobre todo, muy resistente a la intemperie. Bastará para ello que se le den un par de manos de aceite de lino cocido rebajado a la mitad con aguarras a fin de lograr la mayor penetración. Esto, unido a la propia serosidad del cedro es la mejor protección posible. Es recomendable usar tornillería de bronce, particularmente sobre la madera, y mejor aún usar grasa de siliconas al insertar éstos.

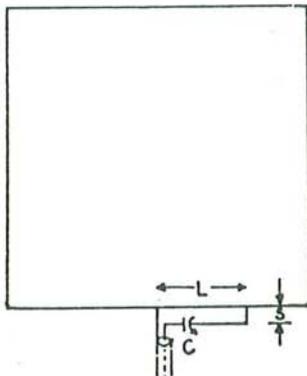
La longitud de los listones son las siguientes:

- 8 listones de 4,20 metros.
- 2 listones de 1,00 metros.
- 2 listones de 1,30 metros.
- 2 listones de 2,00 metros.

Garantizo el éxito a quienes decidan experimentar esta "verdadera cúbica", y si en algún detalle no he sido suficientemente explícito estoy a las órdenes para cualquier aclaración. Cordiales 73's.

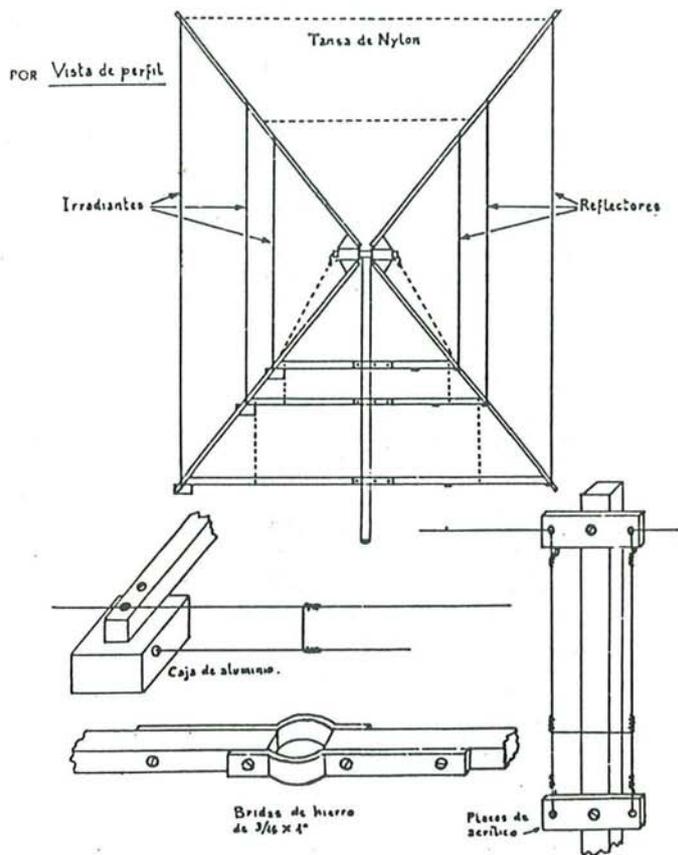
## DATOS DEL ADAPTADOR GAMMA

| Banda | L.     | S       | C      |
|-------|--------|---------|--------|
| 10 m. | 48 cm. | 2,5 cm. | 50 pF  |
| 15 m. | 71 cm. | 3,8 cm. | 75 pF  |
| 20 m. | 91 cm. | 5 cm.   | 100 pF |



## DATOS DE LOS ELEMENTOS

| BANDA | Longitud del cada lado | Punto de sujeción a los brazos (aprox.) a partir del vértice | Longitud del Sintonizador | Soporte del adaptador y sintonizador (espaciado) |
|-------|------------------------|--|---------------------------|--|
| 10 m. | 2'61 m.                | 2'18 m.  | 35-44 m.                  | 2 m.   |
| 15 m. | 3'45 m.                | 2'96 m.  | 48-52 m.                  | 2'80 m.  |
| 20 m. | 5'23 m.                | 4'18 m.  | 89-101 m.                 | 4 m.   |



# LA ANTENA CUAD CUBICA DE K7CW

## Una Cuad, ligera de peso y de coste

Por **Paul J. KIESEL, K7CW,**

25180 E Hickory Lane, Broken Arrow, Oklahoma 74012  
Publicado en «HAM RADIO», septiembre 1982, págs. 36 a 39

Traducción libre de **EA4BW**

Poco tiempo después de publicado mi primer artículo sobre antenas, me gradué en Ciencias Geológicas y acepté un empleo en Brasil, donde me concedieron el indicativo PP6ZAA. Comencé a comunicar con un FT 101 y antenas dipolos. Las respuestas a mis llamadas fueron numerosas debido a mi raro indicativo, pero cuando participé en un par de concursos los resultados fueron muy pobres. Mis 100 vatios y los dipolos no eran competencia para los colegas con antenas con varios decibelios de ganancia.

Por ello, decidí que era imprescindible un cambio de antenas, y habiendo sido desde mi juventud un aficionado a las Cuad sabía de antemano cuál sería mi decisión. Debido a que mi profesión me obligaba a frecuentes desplazamientos de hábitat, tenía que hacerme con una Cuad ligera de peso y que fuese desmontable con facilidad. Me gusta el tipo de cuadro en forma de delta, triangular, debido a que toda la antena queda por encima de la estructura soporte. Por otro lado, el Cuad cuadrado o romboidal tiene la facilidad de su alimentación para las antenas de cables y no son muy pesadas, pero tienen el inconveniente de su gran resistencia al viento.

Lo que diseñé entonces fue una antena que combinaba las cualidades favorables

de los dos tipos de Cuads. La antena tiene dos aros de cable en forma triangular sobre un plano delta invertido y se alimenta en la parte inferior del triángulo del elemento de excitación, en la forma clásica de alimentación de las Cuads, es decir, interrumpiendo el cable e intercalando el coaxial entre ambas puntas. Véase la figura 1.

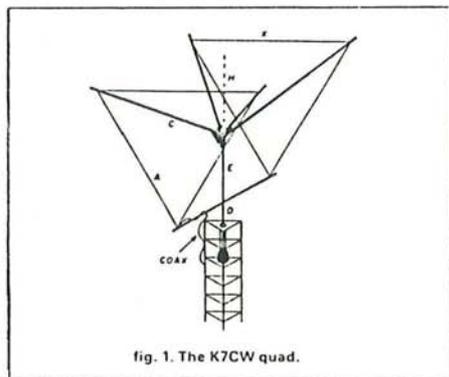


fig. 1. The K7CW quad.

Existen cuatro soportes separadores, pero no existe viga soporte, aunque hay un separador adicional que no tiene función al-

guna de soporte. El separador del fondo entre deltas es de material ligero, ya que su función es sólo la de mantener las deltas en su posición adecuada en relación con el resto de la antena y sostener el cable coaxial hasta el elemento excitador.

Los cuatro separadores principales están ligados al núcleo central mediante grapas en U. Este núcleo está a su vez soldado o remachado con otro soporte que se sujeta también con grapas en U al mástil. La antena está diseñada para tener un espaciado entre deltas de 0,2 longitudes de onda (lambdas); por tanto, la longitud del separador del ángulo inferior de las deltas es de 0,2 lambdas.

La delta del reflector se conecta en sus ángulos superiores a los extremos de los dos separadores posteriores y al extremo posterior del separador adicional del ángulo inferior de la delta. El bucle en delta formará un triángulo equilátero.

La delta del elemento excitador no forma exactamente un triángulo equilátero debido al hecho de que también está conectado al separador inferior, que es horizontal respecto al horizonte y más pequeño en dimensiones que el reflector. Así que existe un pequeño desplazamiento del bucle sobre los separadores para conformarlo, ya que si

no se deformaría la imagen visual de la simetría de las deltas.

A continuación se da una lista de las fórmulas empleadas para obtener las dimensiones adecuadas en la antena. Si se sigue dicha lista se podrá construir la antena para cualquier frecuencia que elijamos. A fin de ahorrar tiempo se han realizado los cálculos necesarios para las frecuencias en todas las bandas de aficionado entre 80 a 6 metros. Dichas dimensiones se encuentran en la tabla 2.

El núcleo principal de separadores se diseñó en forma sencilla. Consiste en dos partes, el propio núcleo y una pieza soporte que se usa para conectarlo mecánicamente con el mástil de la antena. Véase la figura 2.

Se construye el núcleo de separadores con una placa de duraluminio de unos 5 mm. de grueso y de 45x25 cm. Se puede utilizar acero, pero no lo utilicé por causa de su peso. Antes de doblar las piezas en los ángulos indicados en la figura 2 se deben taladrar los orificios para el montaje de las abrazaderas en U. Está marcado cada orificio, pero, sin embargo, cada constructor debe determinar por sí mismo la exacta posición de cada orificio, según sea el material empleado en los espaciadores, sus diámetros y el del mástil, es decir, las di-

Tabla 1

**FORMULAS UTILIZADAS PARA OBTENER EL DIMENSIONADO APROPIADO DE LA ANTENA REPRESENTADA EN LA FIGURA 1**

| Fórmulas                                       | Observaciones   |
|--|---|
| $X = \frac{1.030}{9,84F}$                      | Donde F es la frecuencia de diseño (3X=longitud total del bucle reflector, perímetro de la delta reflectora).   |
| $A = \frac{1.005}{9,84F}$                      | 3A=longitud total, perímetro de la delta excitadora.  |
| $H = \frac{X}{2}$                              | =a la distancia del núcleo de separadores al plano imaginario que pasaría por los cuatro extremos de los separadores, es decir, por los dos lados superiores de ambas deltas. |
| $D = 0,2 \text{ lambda}$                       | En donde lambda=longitud de onda de la frecuencia de diseño.  |
| $E = \sqrt{X^2 - H^2} - H$                     | Distancia desde el separador inferior al núcleo de separadores.   |
| $C = \sqrt{2H^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2}$ | Distancia desde el núcleo de separadores hasta donde cada separador sostiene al cable de cada delta.  |

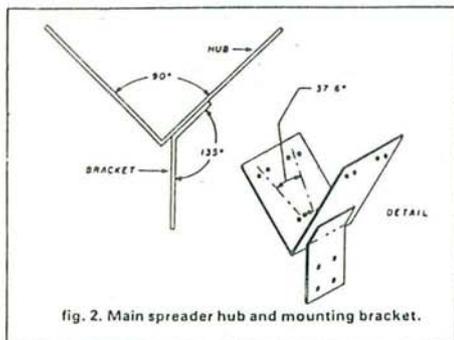


fig. 2. Main spreader hub and mounting bracket.

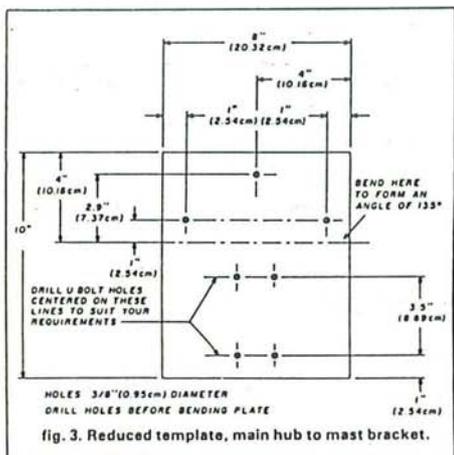


fig. 3. Reduced template, main hub to mast bracket.

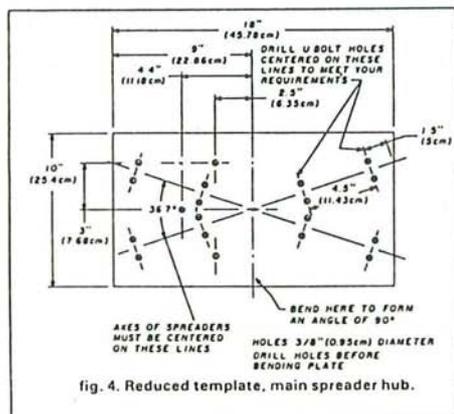
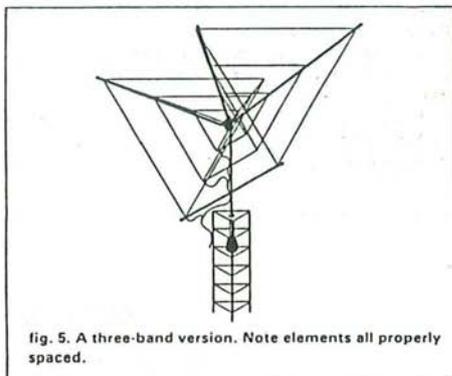


fig. 4. Reduced template, main spreader hub.

mensiones de las grapas en U para la sujeción del sistema.

Se han dibujado las líneas centrales en las figuras 3 y 4, más que nada para indicar la localización aproximada de los orificios para las abrazaderas en U. Es importante notar que los ejes de los separadores deben

coincidir con las líneas dibujadas en la figura 4. Un interesante conocimiento incidental es el hecho de que como diseñador y arbitrariamente asigné la distancia desde el núcleo a la parte superior de la antena para que fuese igual a la circunferencia del bucle dividida por seis, o sea,  $H=X/2$ , de lo que resultó impensadamente una disposición que permitiría la adición de otros bucles para diferentes bandas, con un propio espaciado simplemente mediante al añadido de otro separador inferior por banda. Ver las figuras 5 y 6. Sólo se necesita utilizar las fórmulas de la tabla 1 para determinar las



longitudes apropiadas y colocaciones de los bucles de la delta dentro de la estructura principal de la antena.

Como era indudable, a muchos lectores se les habrá ocurrido que la antena podría tener una posición invertida, para conseguir una mejor distribución de peso sobre el mástil. Véase la figura 7.

Una descripción de este principio es realizada por Myers, «HAM RADIO», junio de 1980, pág. 62. En primer lugar, nunca se me hubiera ocurrido, porque lo que yo deseaba era tener toda la antena sobresaliendo de la torreta. Sin embargo, me parece que se podría construir una versión para la banda de 40 metros de mi antena invirtiéndola en la torre y consiguiendo un sistema ligero de peso, barato y con una pequeña inercia de giro, con ganancia razonable en los 40 metros, 7 MHz. El constructor tendría que reforzar suficientemente el número de separadores.

La clase de núcleo ya descrito trabajaría bien para esa nueva versión. En este caso podría hacerse preferiblemente de acero. Lo que habría que hacer es un orificio ligeramente mayor que el diámetro del mástil en la chapa, antes de doblarla a 90°. Entonces, en vez de colocar el núcleo sobre el extremo del mástil, el mástil debería pasar por el

agujero del núcleo, para ser sujetado por las abrazaderas por encima del núcleo. Así el 99,99 por 100 de nosotros podría construir su versión para la banda de 80 metros, pero los emprendedores que tengan espacio pueden y yo los desafío a realizarlo. Los problemas mecánicos que aparecen en la construcción de tal engendro rotante en 80 metros son numerosos, pero personalmente contribuiría y ayudaría a montar una antena de dos elementos a tamaño natural, sobre lo alto de una torre de 51 metros; si sé que se puede hacer.

He utilizado bambú para los separadores en la primera versión realizada en Brasil, ya que allí no era fácil obtener «fiberglás». El bambú resiste bien.

Sin embargo, parece preferible una elección de fiberglás como mejor material para los separadores.

No voy a insistir en cuán bien trabaja mi Cuad. Todo el mundo sabe lo bien que trabajan. Pero eso sí, déjenme decirles las

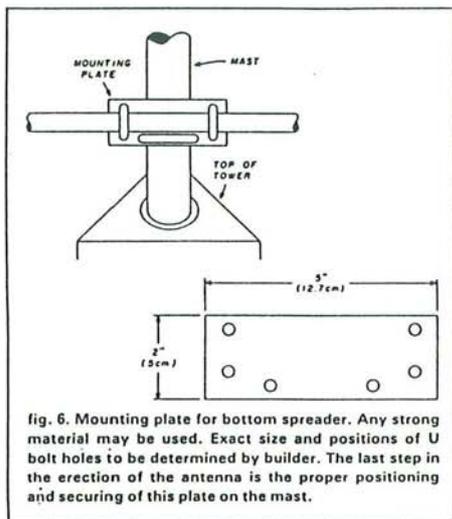


fig. 6. Mounting plate for bottom spreader. Any strong material may be used. Exact size and positions of U bolt holes to be determined by builder. The last step in the erection of the antenna is the proper positioning and securing of this plate on the mast.

Tabla 2  
K7CW QUAD DIMENSIONS

Antena design frequencies (in meters)

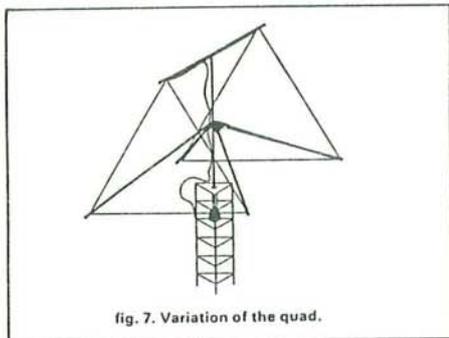
|         | 3.575 MHz. | 3.8 MHz. | 7.05 MHz. | 7.2 MHz. | 14.075 MHz. | 14.25 MHz. | 21.1 MHz. |
|---------|------------|----------|-----------|----------|-------------|------------|-----------|
| X ..... | 29.2722    | 27.5389  | 14.8437   | 14.6344  | 7.43503     | 7.34372    | 4.95962   |
| Y ..... | 87.8165    | 82.6168  | 44.5311   | 43.6033  | 22.3051     | 22.0312    | 14.8789   |
| A ..... | 28.5617    | 26.8705  | 14.4834   | 14.1817  | 7.25457     | 7.16547    | 4.83924   |
| B ..... | 85.685     | 80.6166  | 43.4502   | 42.5450  | 21.7637     | 21.4964    | 14.5177   |
| H ..... | 14.6361    | 13.7695  | 7.42184   | 7.26722  | 3.71751     | 3.67186    | 2.47981   |
| D ..... | 16.7832    | 15.7895  | 8.51064   | 8.33333  | 4.26288     | 4.21053    | 2.84360   |
| E ..... | 10.7144    | 10.0800  | 5.43317   | 5.31998  | 2.72141     | 2.68799    | 1.81535   |
| C ..... | 22.3349    | 21.0124  | 11.3258   | 11.0899  | 5.67298     | 5.60331    | 3.78423   |

|         | 21.3 MHz. | 28.15 MHz. | 28.6 MHz. | 29 MHz. | 50.05 MHz. | 50.125 MHz. | 53 MHz. |
|---------|-----------|------------|-----------|---------|------------|-------------|---------|
| X ..... | 4.91305   | 3.63902    | 3.60855   | 2.09087 | 2.08774    | 1.97449     |         |
| Y ..... | 14.7392   | 10.9771    | 10.8257   | 6.27261 | 6.26322    | 5.92347     |         |
| A ..... | 4.79380   | 3.57021    | 3.52097   | 2.04012 | 2.03707    | 1.92657     |         |
| B ..... | 14.3814   | 10.7106    | 10.5629   | 6.12036 | 6.11120    | 5.77970     |         |
| H ..... | 2.45653   | 1.82951    | 1.80428   | 1.04543 | 1.04387    | 987245      |         |
| D ..... | 2.81690   | 2.09790    | 2.06897   | 1.19880 | 1.19701    | 1.13208     |         |
| E ..... | 1.79830   | 1.33929    | 1.32082   | 765311  | 764166     | 722714      |         |
| C ..... | 3.74870   | 2.79186    | 2.75335   | 1.59535 | 1.59296    | 1.50655     |         |

NOTE:

- X=length of reflector loop side.
- Y=distance around reflector loop.
- A=length of driven element loop side.
- B=total distance around driven element loop.
- H=distance from hub to top of antenna.
- D=bottom spreader length.
- E=distance from bottom spreader to main hub.
- C=distance from hub to where loop is attached to main spreader, that is, spreader length.



ventajas de una antena sin una viga portante. En el momento que no hay viga existe una marcada reducción en la inercia de giro que se aplica al rotor, causada por la carga del viento y las brascas arrancadas y paradas. También se prescinde de averías con el rotor debido al par de giro, ya que en la antena todo es flexible. Hay una larga relación de ventajas que vamos a enumerar:

1. Bajo par de giro aplicado al rotor, al no haber viga portante.
  2. Cuad cúbica de tamaño normal, dos elementos separados óptimamente.
  3. Sólo cuatro separadores portantes en lugar de ocho, de la cuadrilateral.
  4. Los elementos de cable dan facilidad para la alimentación de la antena.
  5. Menor coste debido a la ausencia de partes especiales.
  6. Antena completamente por encima de la torre que soporta al mástil.
  7. Menor peso por el poco metal empleado.
  8. Antena simétrica y bien equilibrada.
  9. Antena fácil de fabricar y de montar.
  10. Fácil añadido de bucles para otras bandas adicionales, con sólo un separador nuevo para cada banda a añadir.
  11. Posibilidad de invertir la antena para obtener un equilibrio por gravedad reduciendo el esfuerzo sobre el mástil y la torre.
- El autor está muy interesado en saber de aquellos que tengan algún comentario que hacer, acepta sugerencias para la mejora de la antena y facilita respuestas sobre dicha antena.

# Cuadrangular cuádruple

Por R. E. FRIEBERSTHAUSER (K 4 LWI)

Traducido de Q.S.T. Octubre de 1959

por CLEMENTE HERRANZ BORONAT (EA 9 AQ)

Los excelentes resultados obtenidos trabajando con cuadrangulares cúbicos en 10, 15 y 20 metros nos han convertido en decididos entusiastas de esta clase

da, nos indujeron a considerar la posibilidad de construir una cuadrangular para los siete megaciclos.

Pensando sobre ello dedujimos que si

## MASTIL EXTENSIBLE

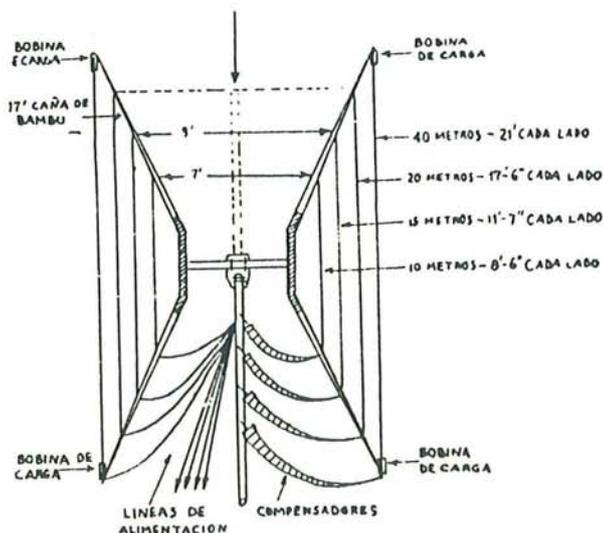


Fig 1

de antenas. Por otra parte, nuestro deseo de trabajar los 40 metros y no estar satisfechos con los resultados alcanzados con una antena vertical para esta ban-

las antenas verticales y direccionales de elementos parásitos lograban reducir sus dimensiones utilizando bobinas de carga, a pesar de lo cual su funciona-

miento era excelente, ¿por qué no aplicar el mismo sistema a las cuadrangulares?

Después de realizar un detenido estudio para determinar las dimensiones de los elementos, así como la separación entre los mismos, llegamos a la conclusión de que dicha antena teóricamente era posible, así como también su construcción práctica, utilizando para ello un pequeño "boom" y unas cañas de bambú de 17 pies de longitud (5,2 m.). Con esto se obtuvo un cuadro de 21 pies de lado (6,4 m.), estando separado el reflector 0,1 de longitud de onda.

xil RG 58/U de 50 ohmios, empleándose transformadores de cuarto de onda de coaxial RG 59/U para adaptar las antenas a las líneas. La longitud de estos transformadores se calcula por la fórmula

$$\text{Long. (en pies)} = \frac{246 \times 0,66}{\text{Frecuencia en Mc/s.}}$$

Los compensadores para cada banda están contruidos con línea abierta.

Su directividad no es muy crítica para contactos locales, pero con estaciones DX se aprecia una excelente discriminación al girar la antena, variando nota-

#### DETALLES MECANICOS DEL SOPORTE

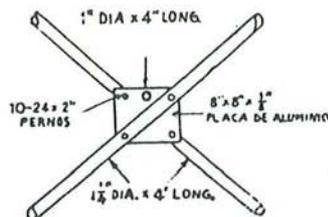
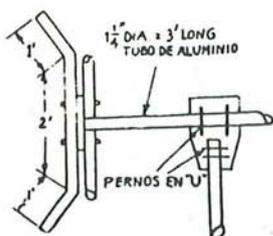


Fig 2

Realizada esta antena resultó altamente satisfactoria y posteriormente ha sido incluida en una cuadrangular para cuatro bandas que se describe a continuación.

En la figura 1 pueden verse los detalles de las cuatro cuadrangulares, así como la situación de las bobinas de carga en la de 40 metros. Estas bobinas están contruidas sobre soportes de una pulgada y media (38,1 mm.). La resonancia a 7.250 kc/s. se obtuvo empleando ocho bobinas idénticas, una en cada esquina, de 24 vueltas de hilo esmaltado del número 21, espaciadas el diámetro del hilo.

La alimentación utilizada es con coa-

blemente la fuerza de la señal en el S-meter.

En la figura 2 se indican los detalles mecánicos más importantes de la cuadrangular. La "araña" está contruida con tubo de aluminio de pulgada y cuarto (31,75 mm.), doblado como se aprecia en la figura y con sus brazos asegurados a una placa de un octavo de pulgada (3,18 mm.) por intermedio de pernos de 10/24.

El "boom" es también un tubo de aluminio de pulgada y cuarto (31,75 mm.) y está soldado a las placas que soportan la "araña". Se une al mástil soporte, por medio de unos fuertes pernos en forma de U.

# Experiencias de instalación de una antena cuadrangular

Por EA 2 CW/2 HT

La verdad es que participaba de la opinión de muchos OM's de que una cúbica es una antiestético armatoste, utilísimo para quienes disponen de grandes espacios y enormes torres. Pero WB2QMU me insistía una y otra vez que en cuanto montase una cambiaría completamente de opinión.

Concedido el indicativo de EA2IB en 1968 a Marieta de Piniés, en el Mas de Benabarre (aprovecho para insistir que Benabarre no está en Navarra, sino en Huesca, y en pleno Pirineo), se dispuso WB2QMU en las pasadas Navidades a dar una clase práctica de montaje, y después de dar un sinnfin de vueltas por encima de Castilla, a consecuencia de la niebla, aterrizó en Barajas, de bastante buen humor por cierto.

Dejaré para el final el referirme al buen aragonés Félix, afincado hace bastantes años en la ciudad de los rasca-cielos, para tratar de explicar cómo se montó y cómo funciona la cúbica de EA2IB.

En el adjunto croquis se detallan las medidas de los cuadros radiantes y reflectores para 20, 15 y 10 m, montados en cañas de fiberglass sujetas con cru-

cetas de aluminio. La distancia entre los dos armados es de 2,64 m, es decir, sensiblemente  $1/4$  de onda de 10 m y  $1/8$  de onda en 20 m.

Obsérvese que la longitud de los cuadros excitados es la que corresponde según fórmula, y que el desarrollo total de los reflectores, incluidos los stub, es sensiblemente un 5 % mayor.

El montaje se inicia construyendo los dos armados o aspas, sujetando las cañas a las crucetas. Se utilizaron cañas de fiberglass de 4,2 m de largas y forma cónica, con 30 mm de diámetro en la base y 11 en la punta. Estas cañas huecas pesan menos de 500 g cada una y tienen una sorprendente resistencia para el esfuerzo a que se someten, mientras que se chafan como cáscaras de huevo si se les pone el pie encima.

Evidentemente, pueden utilizarse cañas de bambú, de madera chapeada e incluso hay quien usa de aluminio y no ha observado un efecto notable a causa de la presencia de las cañas metálicas. Por mi parte, me permito aconsejar el uso del fiberglass por la simplicidad constructiva, poco peso y ga-

rantía de ausencia total de acción eléctrica.

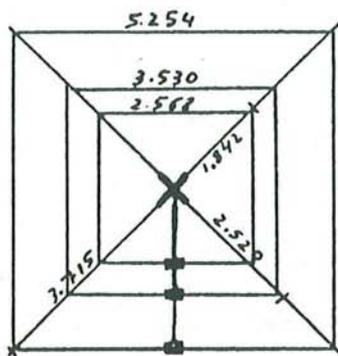
Las cañas se fueron presentando en la crucea y taladrándolas pasando la broca a través del orificio de la crucea, para garantizar el encaje de los tornillos. Las tuercas se apretaron prudentemente, colocando arandelas abiertas para garantizar la sujeción sin presionar excesivamente las cañas.

Los cuadros se montaron con alambre de cobre preestirado plastidur de

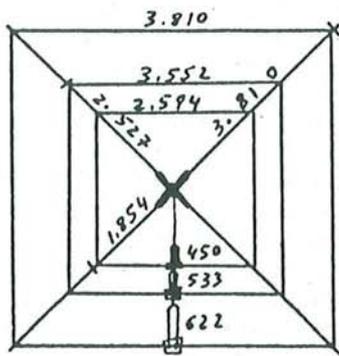
del otro y se doblaron los bigotes hacia el lado contrario, de forma que sujetaba el ángulo del cuadro, quedando el hilo de cobre prudentemente tensado.

Os recomiendo hacer caso de la indicación de los alicates, ya que cuando intenté doblar unos bigotes sin usarlos, la caña se rasgó al esfuerzo lateral, como dice Félix, cumpliendo con su obligación.

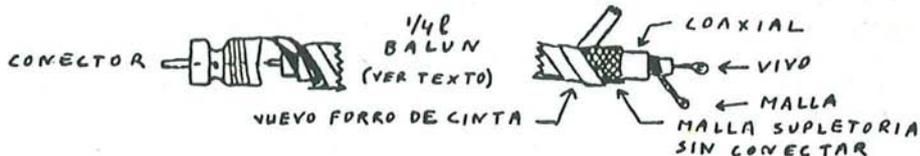
Los extremos abiertos se sujetaron



RADIANTES



REFLECTORES



2 mm, midiendo cada lado con una cinta metálica con exactitud matemática, y se sujetaron a las cañas con un procedimiento ingenioso. Efectivamente, unos 2 cm más arriba del punto en que el ángulo del cuadro cae en la caña, se taladró ésta en el plano del aspa, pasando por el taladro un trozo de 12 cm de alambre de acero, situándolo centrado en el taladro. Los lados del alambre se doblaron paralelamente a la caña, sujetándolo junto a la caña con unos alicates de puntas finas para evitar que la caña se rasgara. Luego se pasó el ángulo del cuadro por encima de uno de estos bigotes y por debajo

mediante unas plaquitas de plástico, donde previamente se habían colocado tornillos y terminales para hacer las conexiones. En estos terminales se conectan las líneas de alimentación a los cuadros excitados y los stub en los cuadros reflectores. Para los stub se utilizó línea abierta paralela de 450 ohmios, por simplicidad constructiva, pero evidentemente se pueden poner simples alambres conductores, separados por cualquier procedimiento, con tal de que se dispongan paralelamente para poder ir cortocircuitándolos al hacer el ajuste, del que hablaré más adelante. Un simple hilo de nylon, atado

a la cruceta, fue sujetando los extremos de cada stub para mantenerlos prudentemente tensos.

Cuando tuvimos un cuadro montado en el suelo, no pudimos resistir la tentación de enchufarle el boom y luego colocar en la parte superior el otro cuadro. De esta guisa, teníamos una cúbica en el suelo, que constituía efectivamente un señor armatoste imposible de manejar. Se colocó una escalera junto al boom, con sus patas dentro del cuadro de 10 m, y el que suscribe intentó levantar aquello, teniendo que renunciar y bajar de la escalera, con tan mala pata que la colocó sobre una de las cañas, caña que se chafó cumpliendo con su obligación, sin que se oyera el ruido que «emitió», ahogado por el grito de WB2QMU.

Evidentemente, hubo que soltar los cuadros del boom, cambiar la caña y acercar todo a la torre por separado. El boom, con menos de 3 m de longitud y en tubo de aluminio de 2 pulgadas de diámetro exterior, es ligerísimo, y el conjunto montado también, de forma que si la torre no tiene tirantes, se puede colocar el boom adosado a la torre a unos 3 m de altura y enchufarle allí un armado a cada lado, izando luego el conjunto con una mano, ya que todo el peso lo forman los 3,5 Kg de las cañas, los 100 m de hilos de cobre, y el poco peso complementario de las crucetas de aluminio y el boom.

En estas condiciones, se ha obtenido una cúbica que, alimentada con línea de 52 ohmios, tendrá una moderada relación de estacionarias, tendrá una moderada ganancia de 5 dB y tendrá una relación frente espalda de unos 20 dB y una efectividad sorprendente. Y todo ello con un conjunto que se levanta con una sola mano y que una vez izado tiene la forma de una estructura elástica que, lejos de parecer un armatoste, posee una cierta belleza. Efectivamente, las ligeras tensiones que el peso

del alambre hace sobre las cañas al colocar los cuadros en los lados exteriores de los armados, hace flexionar ligeramente las cañas, tomando la forma de suaves paraguas cóncavos hacia el exterior.

#### COMO PERFECCIONAR LA CUBICA.

Y ahora es cuando viene el trabajo especial para convertir esta cúbica normal en una cúbica a lo WB2QMU.

En primer lugar, como quiera que los cuadros son balanceados y el cable de alimentación, coaxial RG8U, es desbalanceado, existen evidentemente unos lóbulos por los que se pierde radiación y eficacia. Cumple, pues, colocar unos balun que balanceen la línea.

En segundo lugar, la impedancia de cada cuadro de antena es distinta, habida cuenta que los reflectores, al estar a la misma distancia física, lo están a una distinta distancia medida en fracción de longitud de onda. Cumple, pues, adaptar la impedancia de la línea para que el rendimiento sea el 100 % y no se vaya nada en pérdidas por estacionarias.

Ambas necesidades quedan satisfechas montando baluns adaptadores de impedancias, de 1/4 de longitud de onda, fabricados con cable coaxial. Como quiera que la impedancia de los cuadros es aproximadamente de 50, 90 y 120 ohmios (con pequeñas variaciones en función de la altura sobre tierra), la impedancia ideal para adaptar cada uno a la línea de 52 ohmios es en cada caso la raíz cuadrada del producto, lo que nos lleva a valores próximos a los de los cables de 52, 62 y 75 ohmios para las bandas de 20, 15 y 10, respectivamente. El cable de 62 ohmios es difícilísimo de encontrar y menos difícil el de 75, pero en cualquier caso, aunque se utilice el mismo cable para los cuadros de 15 y 10, no subirán las estacionarias en el punto de resonancia más allá de 1,1/1, siendo práctica-

mente 1/1 si se utiliza el cable adecuado.

WB2QMU traía ya fabricados estos baluns adaptadores de 5,30, 3,53 y 2,57 metros, respectivamente, para 20, 15 y 10, de cables coaxiales de las impedancias indicadas, a los que se había colocado una malla exterior soldada a la malla del cable en el extremo a conectar a la línea y colocado en el mismo un conector coaxial. Por el otro extremo esta malla exterior estaba cortada, en tanto que el vivo y la malla del coaxial se habían preparado para hacer las conexiones a los terminales de las chapas de los cuadros. Cada adaptador fue forrado concienzudamente con cinta plástica adhesiva, al igual que las conexiones a los cuadros, para evitar que la lluvia pudiera hacer de las suyas. Luego se tendieron en el mismo plano de los cuadros, hacia el boom, sujetando unos a otros con cinta plástica de forma que constituirían prácticamente un solo cable, y luego se sujetaron al boom, donde quedaron las tres puntas con sus conectores. Se enchufaron las tres líneas de bajada y se forraron concienzudamente los conectores, siguiendo las instrucciones de Félix, que desde abajo no dejaba pasar una, y se siguieron sujetando al boom, luego al mástil, encima del rotor, y dándoles la forma de la curva amplia para permitir el giro de éste; se volvieron a sujetar al mástil, debajo del rotor, y luego a la torre, a tramos muy cortos, en lo alto de una torre de 15 m y en una sierra del Pirineo, donde a aquella hora, que era ya anochecido, corría un agradable viento de varios grados bajo cero que ponía rígida la cinta plástica. Este problema lo obviaba fácilmente WB2QMU, que tenía debajo de la torre un emisor de calor, en el que calentaba constantemente los rollos de cinta y sus manos, rollos que nos enviaba a medida que se iban enfriando los que teníamos en nuestras congeladas manos.

Ya de noche, llegamos con las tres

bajadas al suelo y fueron enterradas en una zanja, en el tramo comprendido entre la torre y la casa. Se cortaron los coaxiales al ras de la casa y se instalaron unos «arrestor» o descargachispas, todo ello a la luz de las linternas, que fueron conectados con sendos cables a una eficiente toma de tierra instalada bajo este punto. Tras nuevos conectores, las bajadas, ahora convertidas en subidas, llegaron a la habitación de la casa donde se encontraba el equipo y permitieron a Félix confeccionar aquella misma noche las curvas de R.O.E. y de relación frente espalda para iniciar el ajuste al amanecer del día siguiente.

#### AJUSTE DE LA CUBICA.

Las curvas de R.O.E. en cada banda se habían confeccionado midiendo las estacionarias de 25 en 25 Kc/s. Evidentemente, el punto de menos estacionarias era el punto de resonancia de cada cuadro. No hubo necesidad de modificar los cuadros, ya que coincidieron casi exactamente con las frecuencias previstas de 14,2, 21,3 y 28,6 Mc/s, que es donde, según WB2QMU, se sitúan los DX's. Naturalmente, se refiere a los DX's raros o expediciones, ya que los que por estar lejos de nosotros son DX's para nosotros, se colocan donde les apetece.

En cualquier caso, si el punto de resonancia ha salido alejado del buscado y se quiere subir o bajar la frecuencia del mismo, habrá que acortar o alargar el cuadro; 7 cm, 3,5 cm y 1,8 cm, respectivamente, en 20, 15 y 10 por cada 50 Kc/s que se desee variar.

Y ahora viene lo que, según Félix, es el secreto de la cúbica bien ajustada, que la hace completamente distinta a la cúbica normal y la convierte en una verdadera antena bandera. El ajuste de los reflectores para conseguir una relación frente espalda de 50 o más decibelios.

Para medir la relación frente espal-

da resulta ideal disponer de una estación a unos 20 Km que nos mida la señal de raya continua cuando la banda está cerrada para el DX, con la antena de frente a él y con la antena de espaldas, estableciendo la curva de relación, con mediciones cada 25 Kc/s. Normalmente, la antena tendrá una relación del orden de 20 dB en el punto álgido, punto que no coincidirá con el de resonancia del director. Es preciso modificar la longitud eléctrica de los stub, acortando o alargándolos por el procedimiento de correr el hilo soldado que los cierra y guiándose por las medidas antes indicadas, hasta hacer que la curva de frente espalda tenga su máximo exactamente en la misma frecuencia en que la curva de R.O.E. tiene su mínimo.

En este momento es cuando la cúbica se ha convertido en una superantena, con ganancia teórica difícil de establecer, pero con una efectividad y direccionalidad realmente sorprendentes.

Baste con decir que cuando la propagación EA-W se está cerrando, si una TA33 se alimenta en Zaragoza con un lineal y llega a W S3, la cúbica de Benabarre alimentada con un simple excitador llega S9. Sabiendo cuál es la ganancia de la TA33, la potencia de un lineal y la de un excitador, calculad a qué ganancia equivale el rendimiento de la cúbica a lo WB2QMU.

Es en este momento cuando Félix asegura que con excitador se consigue

hacer un DX en medio de un PILE UP. O, traducido a nuestra jerga, cuando uno se hace oír con poca potencia por encima de la jauría que sumando docenas de miles de vatios está llamando al DX.

Y todo esto con una antena que se sube con una mano a la torre, siempre que ésta no tenga tirantes, y que tiene una belleza geométrica y elástica que le permite cimbrar ante los vientos como la caña de la fábula, y que nos da la satisfacción de haber sido totalmente autoconstruida.

Siempre que se disponga, naturalmente, de crucetas y de cañas. De ahí que Félix de Piniés tuviera la gentileza de facilitarnos un juego de crucetas y una caña para poder sacar copias para los EA's que quisieran probar a construir su cúbica.

Tal como indiqué en el artículo anterior, hemos fundido en Zaragoza una serie de crucetas (que están, por cierto, casi todas vendidas y tendremos que fundir otra serie cuando salga este artículo) y que han resultado finalmente al precio de 80 durohmios el juego, y tenemos la posibilidad de encargar cañas al precio menos accesible de 800 ohmios cada una, o sea 6k4 el juego. Pero también tiene su cúbica 2FQ con cañas de bambú, sin citar las del distrito 7 con diversos materiales económicos, pero no ligeros.

Es así como EA2CW queda stand by para cualquier consulta complementaria.

# CUADRO CUBICO PARA 20 M.

Por S. B. Leslie, Jr. W 5 DQV

Adaptado de la traducción hecha por «Revista Telegráfica» del Q. S. T., volumen XXXIX, núm. 1.

Ocurre muchas veces que el aficionado se ve frente a equipos o accesorios que funcionan satisfactoriamente, y son fáciles de construir, simples para el ajuste y de bajo coste, a pesar de lo cual no merecen la debida consideración de parte de la mayoría y pronto caen en el olvido. Este es precisamente el caso de la antena denominada «quad» cúbico. Algunos años atrás, cuando era plena la actividad en los 10 m., la antena de cuadro gozó de bastante popularidad. Muchos aficionados encontraron entonces que obtenían con ella resultados iguales y, muchas veces, superiores a los que permiten lograr las «Yagi» de tres elementos, llegando a conseguir con su empleo ganancias de 10 u 11 dB. Las mediciones realizadas en los laboratorios de la A. R. R. L. han demostrado que estas antenas proporcionan ganancias de entre 7 y 8 dB con respecto al dipolo de diferencia, es decir, una ganancia igual a la de una buena «Yagi» de tres elementos.

Al desaparecer la actividad en la banda de 10 m., el cuadro hizo lo propio; sus entusiastas no hicieron intento alguno para adaptarla a las frecuencias inferiores. En la actualidad, lo cierto es que muchos aficionados no tienen idea de lo que es una antena transmisora de cuadro, ni de lo que de ella puede esperarse. Los que lo conocen de antes, se escandalizan ante la idea de construir un cuadro para los 20 m., suponiendo que se verían obligados a realizar una construcción monstruosa, cuando, en realidad, una antena de cuadro ocupa menos espacio y es, en apariencia, menos voluminosa que una «Yagi» de tres elementos.

El cuadro cúbico está formado de un elemento radiante y en un elemento reflector, separados por una distancia comprendida entre 0,15 y 0,20 longitud de onda, consistiendo, tanto el radiante como el reflector, en verdaderos cuadrados geométricos de un cuarto de longitud de onda por lado. Esto representa en total un hilo de una longitud de onda para cada elemento. Esta disposición básica puede adoptar la forma indicada en la figura 1A, o la que se muestra en la figura 1B, admitiéndose que esta última puede dar una ganancia algo mayor que la primera. En algunas construcciones, el reflector se hace un poco más grande que el radiador; en otras, ambos elementos son exactamente iguales. En cualquiera de los dos casos hay que tomar las medidas necesarias para poder sintonizar el reflector, sea mediante una línea en cortocircuito o por medio de un condensador variable, con el objeto de lograr las relaciones de fase óptimas. Estos cuadros pueden asemejarse a dos dipolos de media onda, separados entre sí un cuarto de onda y doblados para permitir su disposición en paralelo. De ahí que se obtenga un ángulo de radiación más bajo que el que se logra con una antena de dos elementos. En alguna de las versiones anteriores, esta antena consistió en un cuadro de dos vueltas, pero esto no produjo ningún resultado útil, excepto el de aumentar la impedancia de entrada.

## DATOS DE FUNCIONAMIENTO

La literatura técnica para el aficionado tiene poco que decir con respecto al modo de funcionar de un cuadro transmisor. Puesto que la antena ofrece, en principio, algunas ventajas sobre la «Yagi», y no es mucha la información experimental de que se disponía, se construyó un modelo a escala para la banda de 50 Mc/s., con el objeto de determinar sus más importantes características. Todas las mediciones se hicieron situando el centro de la medición (formación) a una longitud de onda sobre la tierra y utilizándose como equipo de mediciones: un medidor de impedancia de antena «Heathkit» AM-1, un ondámetro dinámico «Miller» y un medidor de campo de construcción casera. La señal de prueba fué suministrada por un transmisor que alimentaba a un dipolo de media onda colocado a la distancia de una longitud de onda sobre la tierra y separada

por un espacio de tres longitudes de onda de la antena de ensayo. Todas las medidas se repitieron en dos ocasiones, con el fin de facilitar la eliminación de errores accidentales debidos a la práctica de la medición.

Los resultados fueron los siguientes:

|  |           |
|--|-----------|
| Radiador solo. Impedancia.....                 | 110 ohms. |
| Ganancia sobre el dipolo.....                  | 2 dB.     |
| Reflector a 0,20. Impedancia del radiador..... | 75 ohms.  |
| Ganancia sobre el dipolo.....                  | 10 dB.    |
| Reflector a 0,15. Impedancia del radiador..... | 65 ohms.  |
| Ganancia sobre el dipolo.....                  | 18 dB.    |
| Reflector a 0,10. Impedancia del radiador..... | 45 ohms.  |
| Ganancia sobre el dipolo.....                  | 8 dB.     |
| Director a 0,20. Impedancia del radiador.....  | 50 ohms.  |
| Ganancia sobre el dipolo.....                  | 5 dB.     |

Las cifras de ganancia parecen un poco altas, pero son realmente las que se obtuvieron en los ensayos realizados. El elemento radiante, por si solo, dió una ganancia, muchas veces comprobada, de dos (2) dB con respecto a un dipolo bien adaptado y afinado. Este resultado no está de acuerdo con las cifras publicadas con referencia a los cuadros; pero, sin embargo, se obtuvo en dos ocasiones distintas, usando para ello diferentes cuadros y dipolos, ajustados exactamente a resonancia con el ondámetro dinámico. Aun dejando de lado esta

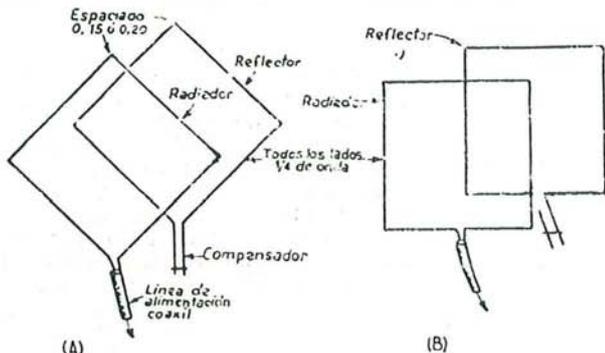


Fig. 1.

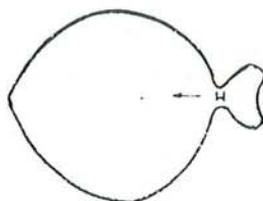


Fig. 2.

extraña ganancia de 2 dB, la antena con reflector a 0,20 daría todavía una ganancia de 8 dB, muy de tener en cuenta.

La figura 2 da a conocer la característica de radiación horizontal obtenida con el espaciado de 0,15. La curva que se obtuvo con el espaciado de 0,20 tenía una forma similar, pero la atenuación posterior era más grande.

La radiación lateral del modelo, así como de la antena construida posteriormente para los 20 m., era notablemente baja, indicando el medidor de campo una salida casi nula. En las pruebas efectuadas con la antena para 20 m., la relación entre la radiación frontal y la lateral fué 45 dB, y la relación de radiación frontal a posterior fué de 25 dB. Un elemento cuadrado, sintonizado como director y espaciado a 0,20, dió una ganancia de 5 dB con respecto al dipolo, lo que abre la posibilidad de construir disposiciones de tres elementos con espaciados de 0,15 ó 0,20 para ambos elementos auxiliares. Este conjunto podría resultar muy superior a una formación «Yagi» de tres o cuatro elementos. Por razones de tiempo, no fué posible investigar prácticamente sobre construcciones de esta clase, pero brindamos la idea a los aficionados en la seguridad de que cabe esperar felices resultados con su desarrollo. Esta disposición direccional merece realmente mucha más atención que la que se le ha concedido hasta el presente.

El cuadro de 20 m. de W 5 DQV ha despertado considerable interés, y la mayoría de los aficionados ha pedido mayor información relativa a su modalidad de funcionamiento y su construcción. Después de estar catorce meses en funcionamiento, la antena ha demostrado sus extraordinarios méritos, revelándose superior a la «Yagi» de tres elementos por ella reemplazada. Es decididamente más chica que aquella formación de tres elementos, ya que su ancho es sólo de 5,15 m., en comparación con los 10 m. de la «Yagi»; su largo es de 3,65 metros, en lugar de los 6 ó 7 de la antena de los tres elementos, y su peso no llega a los 10 kilogramos. Y, sin embargo, es una antena direccional cabal, de excelente rendimiento y libre de bobinas de alargamiento que absorban potencia. Puede ser gobernada fácilmente con un «rotor» de TV, y se la construye, instala y ajusta en dos o tres días con materiales fáciles de obtener.

### CONSTRUCCION

La mayor parte de los detalles de construcción quedan claramente ilustrados por la fotografía y los dibujos. Se ha procurado que la antena sea lo más ligera posible, y aun cuando no es absolutamente rígida frente al viento, esto no parece

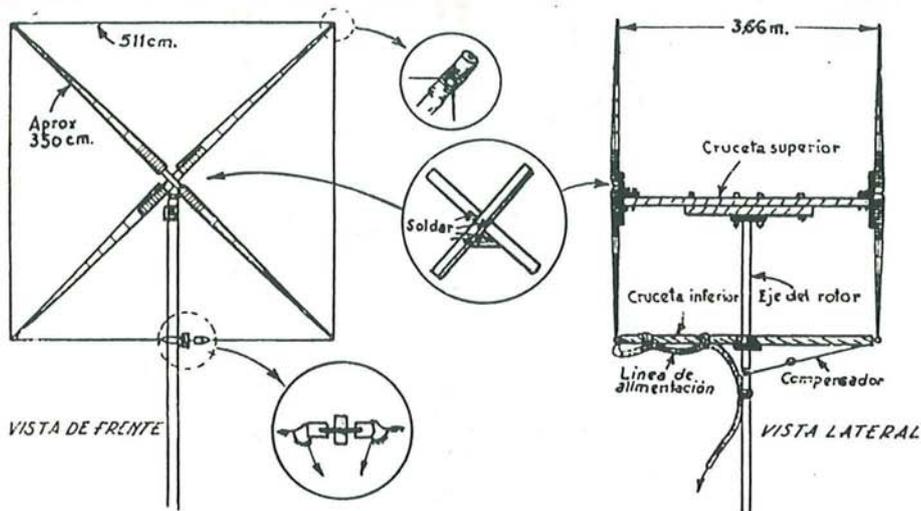


Fig. 3.

tener consecuencias apreciables sobre la condición de carga ni sobre la señal recibida. En su construcción, excepto el largo de los alambres que constituyen los elementos, no existen otros valores críticos a los que haya que atenerse rigidamente. Seguramente que muchos aficionados idearán mejores métodos de construir y montar esta antena. Uno de los cuadros construido por los aficionados locales empleaba madera de pino de 25 x 50 mm. de escuadria en los brazos de soporte, pero el conjunto resultó demasiado pesado y se vino abajo con el primer viento fuerte.

Los brazos de soporte que se ven en las fotografías están hechos con cañas de pescar de bambú, de unos 5 m. de largo, con las puntas revestidas de cinta aislante a fin de evitar que los soportes metálicos de montaje y el alambre muerdan el bambú. Estos brazos se sujetan a los soportes de montaje, según muestra la figura 3, mediante unas cuantas vueltas de alambre de hierro galvanizado del núm. 14, no debiendo cortarse los extremos posteriores de las cañas sino después de haber asegurado el alambre de la antena. Se necesitan dos soportes de montaje y ocho cañas de bambú para el conjunto. Los soportes sirven para mantener las cañas en su lugar y fijarlas a los extremos de la cruceca. Estos soportes se hacen soldando en cruz dos pedazos de hierro en ángulo

de 25 x 25 mm. y 600 mm. de largo, de manera que formen una gran «X», y dándole entre las ramas de ésta un pedazo de plancha de hierro de 40 mm. de ancho y 130 de largo. Esta plancha sirve para fijar la X al extremo de la cruceta. Antes de fijar el soporte a la cruceta se arman los brazos y se tiende el soporte de antena.

Habrán aficionados que no verán con buenos ojos el hecho de usar cañas de pescar en la construcción de una antena, pero si las cañas se tratan con un buen compuesto para intemperie, pueden durar muchos años. Las casas dedicadas a la venta de materiales de construcción ofrecen compuestos adecuados para este tratamiento. Esta antena ha sido usada durante más de un año en toda clase de tiempo, sin señal alguna de estropearse. Hay que estar seguro de conseguir cañas sanas, sin rajaduras. No se necesitan aisladores, ya que las mismas cañas actúan como aislante. En la antena que se construyó primeramente se usaron aisladores de plástico, pero en los últimos modelos se vió que resultaban innecesarios. El modo más sencillo de montar el alambre de antena sobre los brazos consiste en tender en el suelo un alambre largo y marcarlo de cuarto de onda, en este caso cada 511 cm., y aprovechar estas marcas como

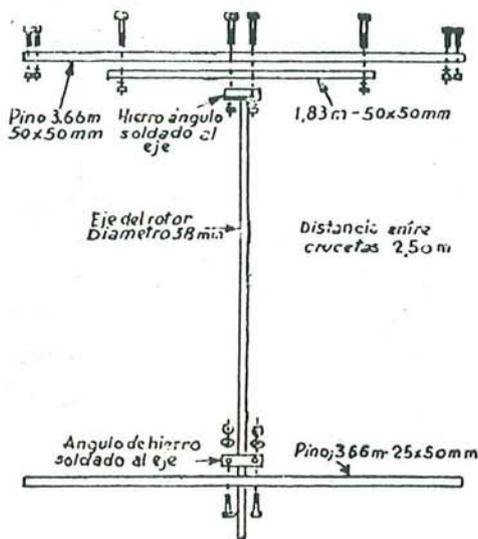


Fig. 4.

indicadores del lugar en que el alambre debe unirse a las cañas. Esta unión se hará inicialmente floja, ya que seguramente resultará necesario desplazarla un poco a lo largo de las cañas para conseguir que los cuatro lados del cuadrado queden a la misma distancia del centro. Una vez cumplida esta condición, la unión puede hacerse permanente arrollando unas cuantas vueltas de alambre de cobre desnudo alrededor de la caña y pasando los extremos de ese alambre por pequeños agujeros hechos en la caña para soldarlos finalmente, como indica la figura 3. Debe usarse alambre de antena de buena calidad, para que no se alargue con el tiempo.

La cruceta está formada por una pieza de madera de pino, de 366 cm. de largo y 50 x 50 mm. de sección, con refuerzo central de la misma madera, y 1,80 m. de largo. Este sirve para impedir que el conjunto se combe. La cruceta se monta por su centro, atornillándolo a un angular de hierro que deberá soldarse al extremo del eje del rotor. Una segunda cruceta, de madera de pino de 25 x 50 mm., se fijará por medio de una escuadra adecuada 2,55 m. más abajo de la primera, paralela a aquélla y en el mismo plano vertical. El radiador y el reflector, completos, se fijarán, respectivamente, a los extremos de la cru-

ceta principal por medio de sus soportes de montaje en X, mientras que los aisladores centrales de ambos elementos se fijan a los extremos de la segunda cruceta; ésta sirve también para soportar la línea de alimentación y la línea compensadora del reflector. Es posible que pueda eliminarse esta segunda cruceta, pero su concurso hace la línea más fuerte y le da mejor apariencia.

El reflector y el radiador son exactamente iguales. En los centros de los lados horizontales inferiores de ambos elementos se intercalan pequeños aisladores que sirven, respectivamente, para la conexión de la línea de alimentación y de la línea de compensación. El cable coaxial, de 72 ohms., daría una adaptación de impedancia casi perfecta; pero hemos usado cable de 52 ohms. con muy buenos resultados, a pesar de que la adaptación de impedancias no resulta del todo exacta. La línea compensadora para el reflector tiene 183 cm. de largo y una separación de 76 mm. Puede improvisarse una barra de cortocircuitos deslizable muy efectiva, pasando un *clip* «Fahnestock» por cada hilo de la línea y soldando después un pedazo de alambre entre las dos pinzas.

Con la ayuda de un bastón, resulta fácil desplazar esta «barra» de cortocircuito a lo largo de la línea compensadora desde lo alto de la torre de la antena. Por supuesto, que la línea compensadora debe hacerse con alambre desnudo, ya que de otro modo el cortocircuito no se produciría. Después que la antena ha sido instalada en su torre, puede sintonizarse el reflector, deslizando la barra de cortocircuito por la línea compensadora, tratando de conseguir la mínima señal en la dirección del reflector, tal como puede indicarlo cualquier mediador de «S» de aficionado. ¡Y eso es todo! La antena está correctamente sintonizada y puede comenzarse a utilizarla.

Los artículos que se ocupan de la construcción de antenas contienen casi siempre uno o dos párrafos dedicados a la descripción de los felices resultados obtenidos. Este artículo no puede constituir excepción. Este conjunto direccional ha estado dando excelentes resultados, acusando los informes de DX cerca de una unidad «S» en más con respecto a nuestra vieja antena de tres elementos. Cuando la propagación está abierta, es muy raro llamar CQ DX y no recibir, por lo menos, una respuesta. Por supuesto que la antena no será el remedio infalible para todos los problemas de DX y QRM, pero dado su bajo coste y su eficacia, ha de resultar adecuada para la mayoría de los aficionados al DX de recursos limitados.

*(Texto y grabados, cortesía de «Revista Telegráfica».)*

# El lineal «cúbico 20»

Por EA 3 NJ

Me dirijo a vosotros, colegas y amigos, con este artículo, que aun pareciendo una copia del escrito hace poco por nuestro apreciado EA7AD, no es tal, pues seguramente por las mismas fechas los estábamos preparando los dos, y a pesar de ello lo he enviado a publicar para remarcar una vez más los estupendos resultados de esta antena.

Os aseguro que había leído muchos artículos sobre las cúbicas, pero no dudando de su eficacia, le daba vuelta a la hoja, en parte porque ya me irradiaba bien mi GP y, por otra, porque me asustaba un poco el imaginarme este «artefacto» subido a un poste. Pero llegó el día en que se me estropeó mi GP a causa del viento y fue cuando se me pegó el «gusanillo» de esta antena.

Manos a la obra, comenzó el montaje; no puedo decirlo, pues mentiría, que es un juguete, pero sí os diré que, como se dice, «no es tan fiero...» y con la ayuda del buen amigo y colega EA3PA y futuros OM's, que aprovecho para agradecerles desde estas líneas, la antena se subió de una pieza.

El único problema que puede existir es el de necesitar un espacio algo grande para el montaje, pero los que disfrutan de él es lástima que no lo aprovechen, pues en el momento de probarla tan sólo en recepción, ya me dejó pasmado. Por aquellos días, a primeras horas de la tarde se escuchaban en la banda bastantes W's, pero con



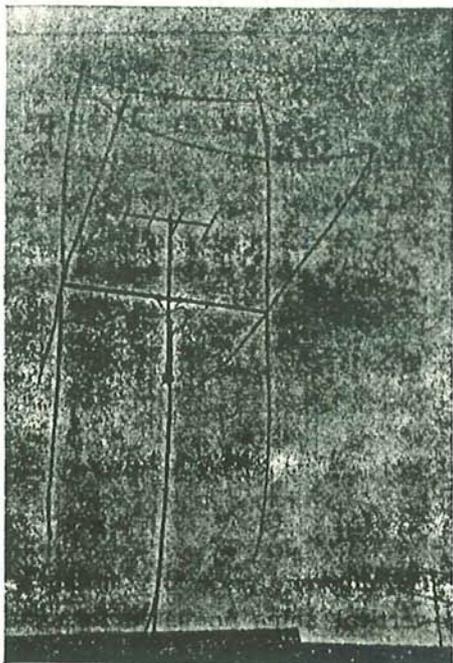
mi vertical antes no había forma de que me reportasen, y creo que basta con decirlo que ahora me reportan tanto en esta hora como por la noche a las nueve y nueve y veinte, y muy buenas señales también en Sudamérica.

La relación frente-espalda un W me pasó 6 R de diferencia, que son 36 dB; creo que vale la pena, teniendo en cuenta el QRM que a veces hay en la banda.

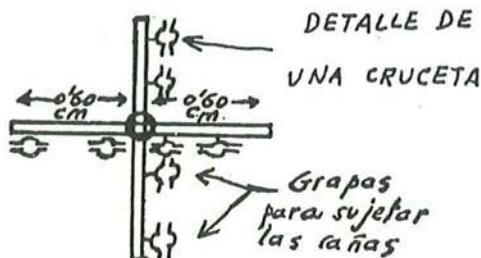
Para su montaje cada uno puede idearse el sistema, pues se puede hacer de muchas maneras. Yo personalmente usé para mástil 3 tubos de 3 m de los de TV., del mayor diámetro y espesor, soldando en el extremo superior una placa de 30 x 15 cm y 1,5 cm de grueso, la cual con abrazaderas en forma de U queda sujeto el boom, que es otro tubo de TV. también de 3 m, que es 0,15 de longitud de onda entre el radiante y el reflector.

En los extremos del boom se solda-

ron unas aspas de tubo de 2 cm de diámetro y 1,20 m de largo, con lo que cada brazo quedó de 0,60 cm y con unas grapas sujetas las cañas de bambú.



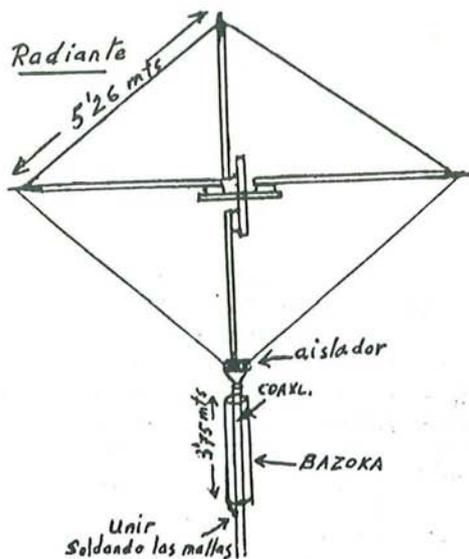
El motor, igual que el cojinete, ya lleva sus abrazaderas, que es donde van amarrados los cuatro vientos largos, y a mitad del poste cuatro más, quedan-



do así segura nuestra antena. El hilo de antena está aprisionado a las cañas mediante alambre y recubierta esta unión con cinta de intemperie. Aproveché para montarle en el centro de los dos cuadros la antena de 144, pues

pronto estaré en el aire en esta banda; para ello alargué un metro el poste en su parte superior.

La alimentación es con cable coaxial de 52 ohmios y le hice una «bazoka» de 3,75 m de largo, que es un cuarto de onda multiplicado por 0,7 de factor de velocidad. Se trata de una funda (malla de un coaxial de mayor diámetro) que en el extremo de la conexión a la antena queda libre y en el otro extremo se conecta con la malla del coaxial de alimentación practicando un peque-



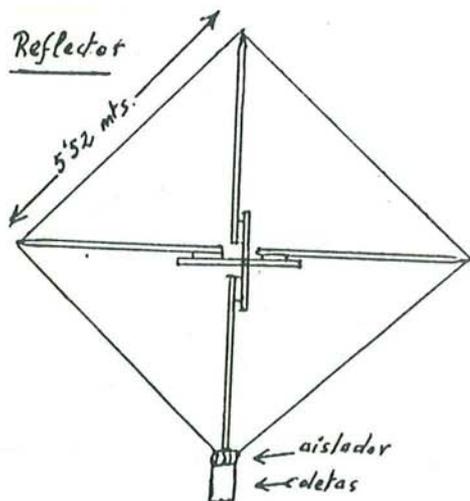
ño agujero en la cubierta y encintándolo luego; esto priva de que irradie la línea de alimentación y, por tanto, perderíamos rendimiento de la antena.

Os debo aclarar que la monté desplazada, o sea en rombo, pues así las cañas que bajan verticales sujetan el aislador donde van las conexiones tanto en un rombo como en el otro y queda más seguro contra el viento dicho punto.

Los cuadros o rombos tienen: 5,26 m para el radiante cada lado y 5,52 m del reflector, o sea un 5 % más largo, y así apenas habrá que dejar coletas para el ajuste final; a mí me quedaron

unos 12 cm de estas coletas que quedan colgando.

A los cuatro días de haberla subido sopló un viento de unos 80 km/h que

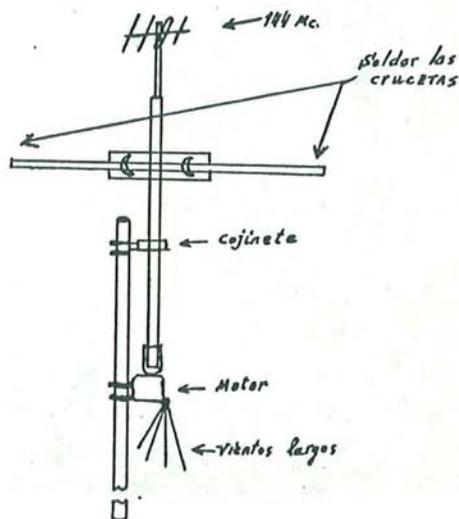


duró unos tres días y a veces parecía un paraguas de lado, pero aguantó; lo único que os aconsejo a los que os animéis a montarla es que las crucetas que soportan las cañas las hagáis de un diámetro un poco mayor, pues a mí con aquel viento una de ellas se me dobló un poco hacia adentro, y por si acaso las pienso reforzar.

He denominado así este artículo, pues antes pensaba montar un lineal detrás de mi HW-100, pero ahora creo en absoluto que no es necesario, pues

estos resultados el que no los ve no los cree.

Termino deseando a los que la montéis que obtengáis los resultados por mí obtenidos y así poder confirmar que por muchos menos «ohmios» tenéis un lineal que aunque le haya llamado cúbico sale muy redondo, y no os preocupéis si el primer día la veis muy grande, pues, como dice EA7AD, cada día la veréis empequeñecer.



Quedo QRV para cualquier aclaración que necesitéis, y esperando tengáis en cuenta este humilde consejo, os saluda y adjunta un poco de material gráfico,

EA3NJ.

# QUAD CUBICA PARA 40 METROS

Autor:  
A. W. (Tony) de Prato, WA4JOS,  
y adaptada de la publicación  
«ZS», de Sudáfrica. Septiembre 1981  
Traducción de EA4BW

Cuando decidí trabajar DX en 40 metros me encontré con la V invertida, que no competía. Trabajando con un lineal de 1 Kw., me defendía hasta que me encontraba en un atasco con otros tiburones.

## Introducción al QUAD

Lo que necesitaba era una antena con una ganancia en direccionalidad, pero que debía ser asequible a mi economía, además una débil resistencia al viento. Una Yagi más o menos normalizada no era la solución. Me decidí por una QUAD fija. Dado que tenía dos mástiles en mi jardín y se encontraban uno al este y el otro al oeste, elegí colocar mi QUAD entre los dos mástiles, colgada de un tirante entre los mástiles.

Mi primer ensayo fue de un solo elemento, el excitador. Además de proporcionar una mejor direccionalidad norte-sur se disminuye el QRM de las estaciones europeas comerciales de gran potencia.

Aunque los resultados me impresionaron, necesitaba algo mejor, pensé en añadirle un elemento reflector, pero no cuajaba la idea ya que sólo tenía los dos mástiles.

Pronto llegó la inspiración. Puesto que la separación entre elementos de la QUAD es la de un octavo de longitud de onda, es decir, alrededor de unos 5 a 5,50 metros, por no utilizar unos listones finos de madera de unos 5 por 10 centímetros de sección y de longitud suficiente para separar los dos elementos de la QUAD. (Como en España, las frecuencias en la banda, libres para los aficionados, están limitadas entre 7.000 a 7.100 KHz., tendríamos como longitud de onda para una frecuencia media de 7.050 KHz. la de  $300.000:7.050=42.553$  metros; dichos 42.553 dividido a su vez por 8 será igual a 5.319 metros, que sería la separación

entre los elementos para dicha frecuencia media de trabajo. Los que sólo hagan fonía pueden calcular la separación para 7.070 KHz. y les daría una separación de 5.304 metros entre elementos.) QUAD de dos elementos=QUAD cúbica.

## Construcción

Mi diseño se entiende mejor mirando al dibujo. La longitud del elemento excitador se obtiene de la fórmula siguiente:

$$L = \frac{306}{\text{MHz.}} \text{ metros;}$$

en nuestros casos:

$$L = \frac{306}{7,07} = 43,327$$

$$L = \frac{306}{7,05} = 43,404 \text{ m.}$$

para la frecuencia media de la banda, siendo la media de fonía la primera, la de 43,327 metros. Como esas longitudes son las totales del hilo de antena y como su nombre indica QUAD=CUADRADO, habrá que dividir por cuatro dichas longitudes para conocer al lado y el alto de dichos cuadrados. Así tendremos:

$43,327:4=10,832$  para los fonistas; los que además hacen CW tendrán que dividir  $43,404:4=10,851$  metros de lado. Largo y alto.

El reflector debe cortarse un 5 por 100 más largo que el excitador, por ello tendremos:

$Lr=43,327 \times 5$  por 100=2,166, que sumados a los 43,327=45,493 metros para los fonistas. Del mismo modo,

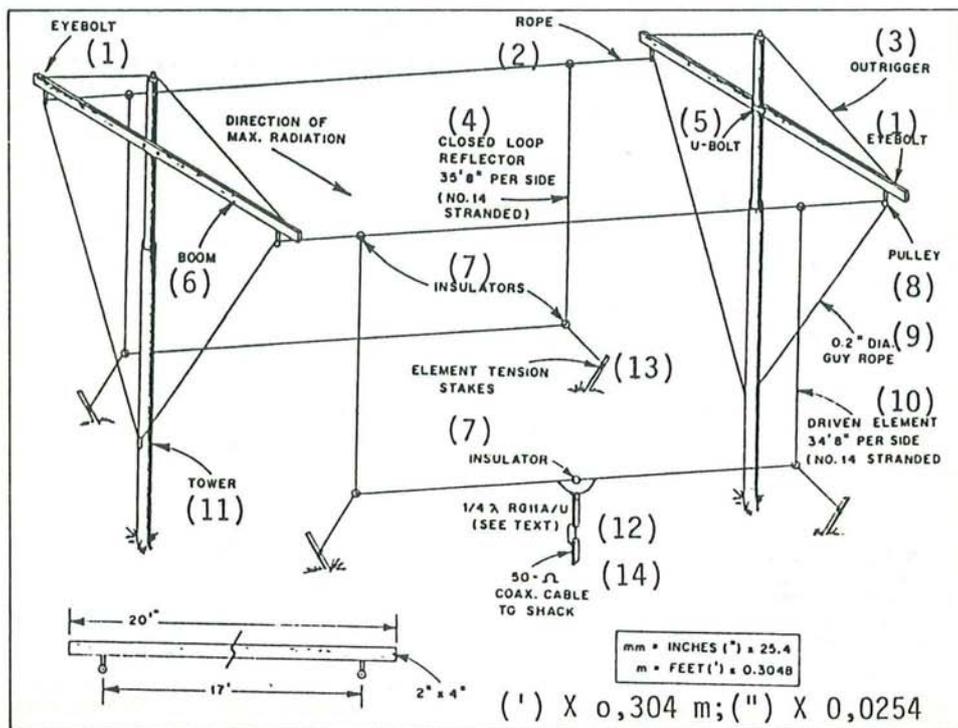
$L=43,404 \times 5$  por  $100=2,170$  que se añaden a los 43,404 y hacen 45,574 metros para los pluriacantonados.

Después de cortar el cable para el excitador y el reflector se pasan cuatro aisladores de tipo huevo por cada elemento, para su sujeción y armado al conformato en un cuadrado. El excitador queda abierto, pero unido mecánicamente mediante un aislador separador, no de huevo, con lo que se da origen al conexionado de la línea de alimentación de radiofrecuencia.

Antes de montar los listones de  $5 \times 10$  cm.

se hicieron las perforaciones para atravesar los 10 cm. de alto hacia los extremos de cada listón protegiéndoles con unos ojetes de guarnicionero, tanto al listón como al tirante de nailón que pasa por encima del mástil, a fin de que sostenga horizontal al listón. Se dieron varias manos de barniz intemperie a cada listón. Se sujetaron las poleas al listón, dos por listón y por dichas poleas se pasaron las cuerdas de nailón de 12 mm. de diámetro que, unidas a cada aislador superior, sirven para centrar y armar el lado superior de cada QUAD.

Fig. 1.—*Detalles de construcción. También podría montarse en forma de diamante, pero habría que modificarla.*



Traducción de los textos de la figura 1: (1) Ojetes, orificio. (2) Cuerda (nailón). (3) Tirante, anclaje. (4) Cable en cuadrado cerrado=reflector. Cable trenzado. (5) Grapa en «U». (6) Pluma listón, viga. (7) Aislador, aisladores. (8) Polea. (9) Cuerda 12 mm. de diámetro, nailón. (10) Elemento excitador de cable de 1,6 a 2 mm. de diámetro. Largo, ver texto. (11) Mástil, torre. (12) L/4, RG11A/U, ver texto. (13) Estaca tensora. (14) Coaxial de 50 ohmios.

La conversación de pies y de pulgadas se dan en relación a metros.

# Antena direccional «cuadrangular suiza»

Con sólo dos elementos se logra rendimiento comparable ventajosamente con el de la cuadrangular cúbica de cuatro elementos

Por JOSE L. MARINARO

Extractado de «Electrónica Popular», de Brasil

*El autor divulga en este artículo, basado en estudios de PY2ACM, F5PX y F3XY, que la antena cuadrangular suiza, de sólo dos elementos, equivale al rendimiento de la conocida cuadrangular cúbica de cuatro elementos y que el problema de la altura, en este tipo de antenas, no afecta tanto su rendimiento como se supone. Además, proporciona datos prácticos para su proyecto y construcción y demuestra que las antenas de alta ganancia son el único medio para obtener buena recepción de las señales de frecuencia elevada.*

La antena cuadrangular cúbica, también conocida como cúbica de cuadro, viene siendo objeto de experimentaciones desde hace tiempo y, como fruto de esas experiencias, su uso se generaliza. A pesar de esas investigaciones, han sido pocas las alteraciones introducidas en su construcción, como acontece con otros tipos de antenas conocidas.

Un estudio del radioaficionado inglés Kramer demostró que el cuadro consta nada más que de una espira, que puede ser excitada en frecuencia correspondiente a su extensión de onda entera. Una segunda espira, colocada a determinada distancia de la primera, podrá actuar como reflector o como director, dependiendo ello del largo de esa segunda espira. La separación entre esos elementos es, generalmente, de 0,15 a 0,20 de longitud de onda.

Deberá prestarse especial cuidado al

segundo elemento (elemento no excitado o parásito), pues de acuerdo con su sintonía, generalmente hecha por medio de una sección adaptadora (*stub*), podrá actuar como reflector o como director, invirtiéndose por consecuencia la directividad de la antena.

En una antena de dos elementos, ya sea cúbica o de cualquier otro tipo, es conveniente que el elemento parásito actúe como reflector para obtener mayor discriminación. El cuadro también se compara a un dipolo doblado, no achatado. El cuadro que actúa como reflector debe ser 4 % mayor que el irradiante, pues si fuera menor que el irradiante actuaría como director.

## ALIMENTACION DE LA ANTENA.

Existe gran confusión entre los colegas con relación al sistema de alimentación de una antena. Algunos emiten

opiniones radicales; frecuentemente se escuchan comentarios en torno a problemas que no hacen sino demostrar desorientación. Por ejemplo, quienes aseguran que resulta imposible alimentar una antena cuya impedancia sea de 72 ó 300 ohmios, con línea abierta de 600 ohmios, o una antena de 600 ohmios con línea de 300 ohmios, etc., están equivocados. La verdad es que todo es posible cuando se dispone de las adaptaciones necesarias: todo depende del tipo de línea de alimentación utilizada. Para mayor claridad se dan a continuación las especificaciones de los tipos de línea utilizables.

*Aperiódica.* — Debe terminar en su impedancia característica, o sea el punto de alimentación de la antena deberá presentar una carga óhmica igual a la de la impedancia propia de la línea de alimentación.

*Resonante.* — Termina por una carga cuyo valor de impedancia no es igual al del punto de alimentación de la antena.

Dentro de las medidas citadas para posibilitar la adaptación de valores diferentes entre la línea de transmisión y una antena de impedancia diferente encuéntrase una combinación de dos tipos de líneas, es decir, una parte de cualquier largo de línea aperiódica, con uno de los dos extremos conectados a la salida del transmisor y el extremo restante a otra parte de la línea resonante, de largo rigurosamente calculado, que oficie como sección adaptadora (*stub*) entre la parte aperiódica y la antena. Esta combinación actúa exactamente como si se tratara de un transformador de impedancias, recibiendo en su entrada un determinado valor óhmico y entregando en su salida otro valor, mayor o menor, según haya sido calculado.

#### ALTURA DE LA ANTENA,

Otro punto respecto del cual existen opiniones encontradas es la altura de

la antena en relación a tierra o plano del techo.

El problema de la altura está en función del ángulo vertical o de irradiación. Como ideal y *no obligatorio*, una antena debe ser instalada de forma de aprovechar al máximo las reflexiones terrestres. Con ello se refuerza la irradiación dentro del espacio libre en que debe actuar.

*The Radio Amateur's Handbook* recomienda, para 7 MHz, una altura comprendida entre 10,5 y 21 m, porque en esas frecuencias los ángulos de irradiación son *grandes*. Para 14 MHz, donde los ángulos de irradiación son *pequeños*, recomiéndase, preferiblemente, tres cuartos o una onda entera de altura. También puede admitirse una altura de media longitud de onda. Esa altura es importante, por cuanto estando situada la antena de 20 a 10,70 m de altura, en 10 m estará a una onda entera. Tampoco estas especificaciones de altura son rígidas o resultan estrictas; solamente convienen para reforzar la irradiación en el espacio libre.

Si, por ejemplo, el aficionado no pudiera instalar una antena a la altura indicada, podrá trabajar convenientemente siempre que la misma se encuentre elevada en relación al plano del techo, en un largo que corresponda al primer pico de corriente. Esa altura estará comprendida en los primeros 90 cm en la de 10 m, y en el doble de ese valor para la de 20 m. Eso corresponde a 1/10 del largo de onda. Estos son los valores recomendados para antenas de dos o tres elementos del tipo Yagi.

Para la cuadrangular cúbica recomiéndase alturas correspondientes a una onda completa. Para 20 m deberíamos tener una altura libre de 20 m. Tampoco ese ideal resulta imperativo. Lo que se busca es lograr que la doble polarización no sufra deformaciones debido a las reflexiones que pudieran ocurrir por obstáculos. Teniendo en

cuenta que la cuadrangular cúbica tiene un ángulo bajo de irradiación en cuarto de onda; la altura ideal para 20 m será de 5 m por encima del plano del techo. Estudios recientes evidenciaron que el problema de la altura no puede considerarse definitivo. Se llegó a la conclusión de que, en lugar de deformación, suelen ocurrir conformaciones debido a los propios obstáculos. Experiencias realizadas con la cuadrangular suiza en São Paulo (Brasil) permitieron comprobar su desempeño eficiente en alturas comprendidas entre 3 y 20 m. Esas comprobaciones fueron efectuadas con la cuadrangular suiza («Swiss Quad»), que se describe a continuación.

#### CUADRANGULAR CUBICA: ¿CUANTOS ELEMENTOS?

El número de elementos que utilizan los radioaficionados para este tipo de antena varía. Muchos prefieren versiones sencillas de dos elementos; otros, como IIBAT, de Italia, está trabajando con tres elementos. Existen, sin embargo, otros más ambiciosos que la construyen hasta con cuatro. Ya con dos elementos muchos radioaficionados consideran excesivas las dimensiones de una antena cuadrangular cúbica para la banda de 20 m. ¿Qué decir, entonces, de las de tres o cuatro? ¿Qué estructuras colosales serían necesarias para soportarlas!

Para que se puedan juzgar mejor los efectos producidos por la modificación del número de elementos de una cuadrangular cúbica, transcribimos los resultados de las experiencias de nuestro colega PY2ACM, que consideramos esclarecedoras y concluyentes por cuanto fueron comprobados varias veces y en un mismo día y repetidos con los mismos instrumentos en épocas distintas. En la tabla I se proporcionan los resultados, en ganancia y directividad, en base a tipos desde el más simple cua-

dro irradiador único a la cuadrangular cúbica de cuatro elementos. En el curso de estas experiencias quedó demostrado que la altura de la antena en relación al suelo no ha presentado gran influencia, ya que sus resultados fueron prácticamente iguales desde alturas de 3 a 20 m del suelo.

Para evitar los efectos de los obstáculos, las mediciones fueron hechas con equipos apropiados a una distancia de 120 Km. Para comparación de la ganancia fue tomado como referencia un dipolo simple de media onda, como se hace usualmente, adecuado para trabajar en el centro de la banda en observación. Para los ajustes se utilizó un «Mini-Match», que proporcionó las lecturas de relación de ondas estacionarias (R.O.E.). En la frecuencia de irradiación, la R.O.E. obtenida fue de 1,1/1; al sintonizar el reflector esta relación aumentó ligeramente hasta 2/1.

Por ejemplo, para una cuadrangular cúbica deberá tenerse en cuenta que la impedancia o ganancia en la relación frente-espalda varía con la distancia entre los elementos. Para una perfecta adaptación de impedancias se deberá utilizar un cable coaxial de 52 ohmios y un acoplamiento gamma adecuado para cada banda. Las referencias para el cálculo son las siguientes: irradian-  
te =  $302,36/f$  (frec. en megahertzios);  
reflector: 4 % mayor que el irradiante  
y director = 5 % menor que el irradiante.

Nos permitimos advertir a los colegas (pocos conocen acaso este detalle) que la R.O.E. del irradiante nunca es igual a la del reflector, por cuanto el perímetro es ajustado con el acoplamiento gamma y el reflector es sintonizado por medio de secciones adaptadoras (*stub*). Las frecuencias de los cuadros nunca son iguales, pues el reflector debe ser físicamente mayor que el irradiador en un 4 % y el director menor en un 5 %.

VENTAJAS EN LA GANANCIA DE LA ANTENA EN TRANSMISION Y RECEPCION.

¿Cuál es la ventaja de la antena de alta ganancia en la transmisión y su influencia en la recepción? Es lo que observa PY2ACM cuando dice que «el alcance de una emisora es directamente proporcional a la raíz cuadrada de la energía de R.F. irradiada». En otras palabras: si un transmisor de H.F., con una potencia de 100 W, logra un alcance de 1.000 Km y aumentáramos 20 veces su potencia, es decir, hasta 2.000 W, el alcance pasaría a ser de 4.500 Km, lo

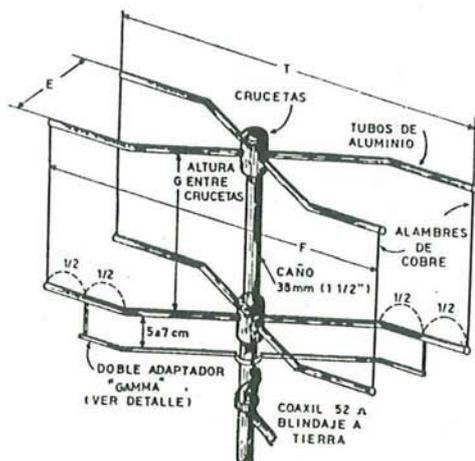


FIG. 1.—Dimensiones generales de la cuadrangular suiza, antena de fácil construcción y totalmente conectada a tierra. Véanse tablas I y II.

que significa que si agregamos a esa emisora de 100 W una antena con ganancia de 12 dB, pasará a tener el mismo alcance que la emisora con 2.000 W, equipada con una antena dipolo.

Ahora otro hecho altamente significativo, no siempre tenido en cuenta por parte del radioaficionado, a pesar de que raramente dispone de un receptor de alta sensibilidad y bajo nivel de ruidos, es que lo que decimos con respecto a la ganancia de la antena en relación al alcance de la emisora, con ma-

yor razón debe referirse a la radiorrecepción. En una antena dipolo cuyo nivel de ruido propio es del orden de  $1 \mu\text{V}$ , una señal de  $1 \mu\text{V}$  no será copiada lo mismo en un receptor de excelentes cualidades, pues al ingresar la señal en el receptor, tanto ésta como el ruido propio de la antena serán de niveles idénticos. Si, por ejemplo, estuviéramos utilizando una antena con ganancia de 12 dB, la misma señal débil será copiada con bastante comodidad, pues la relación señal-ruido pasará a ser de 12/1.

Esto explicará por qué en los sistemas de comunicaciones en F.M.E. las antenas son tan complicadas. En tales frecuencias los amplificadores de R.F. poseen alto nivel de ruido propio, haciendo imprescindible recurrir a máxima elevación de la señal por medio de la antena, ya que solamente ésta eleva la señal sin aumentar el nivel de ruido.

No es sin fundamento que los americanos dicen «la antena contribuye con un 70 % para el buen desempeño de una estación; todo lo restante representa sólo el 30 %».

CUADRANGULAR SUIZA DE DOS ELEMENTOS. ANTENA SIMPLE QUE VALE POR UNA CUADRANGULAR CUBICA DE CUATRO ELEMENTOS.

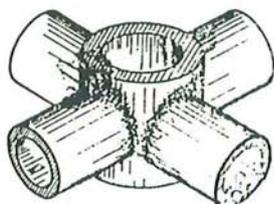
Aplicando a la antena cuadrangular cúbica el mismo principio que el adoptado para la famosa antena «Plumber's Delight», el aficionado suizo HB9CV proyectó y construyó una antena cuadrangular cúbica de dos elementos sin aisladores. La antena es compacta y rígida, constituyendo una estructura única, totalmente conectada a tierra. Como es usual en antenas así conectadas, su alimentación se efectúa mediante un alimentador gamma. Para quienes están familiarizados con el manejo de las «Plumber's Delight» no tendrán dificultades en entender la cuadrangular suiza.

La figura 1 muestra esta última ante-

TABLA I  
ECUACIONES

Irradiante: 1,092 ó 327,6 f.  
Reflector: 1,148 ó 344,4 f.  
 $E = 0,1 \text{ ó } 30/f.$   
 $G = 0,28 \text{ ó } 84/f.$   
(Longitud de onda, en metros; frecuencia, en megahertzios.)

na; y las ecuaciones para su cálculo se dan en la tabla I. Las dimensiones ya calculadas para 28, 25, 21,2 y 14,2 MHz, que corresponden a las bandas de 10,



DETALLE DE CRUCETA

FIG. 2.—Detalle de las crucetas superior e inferior. En la anetna de 10 m se podrán fijar los brazos con soldadura, pero en las de 15 y 20 m será conveniente recurrir a abrazaderas metálicas de medida apropiada para garantizar la rigidez de la estructura.

15, 20 y 11 m, se dan en la tabla II. Las figuras 2 y 3 muestran otros detalles de construcción que hemos estimado necesarios, como ser las crucetas

superior e inferior y el detalle del acoplador gamma. En la figura 4 se incluye el esquema descriptivo de los elementos irradiante y reflector. Para mayor facilidad de comprensión y ejecu-

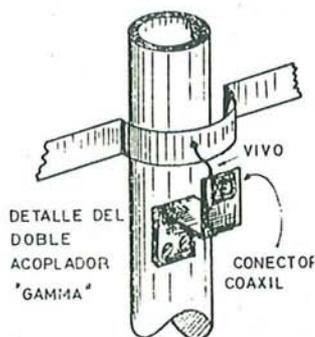


FIG. 3.—Detalle del acoplador «gamma» conectado al cable coaxil de 52 ohmios.

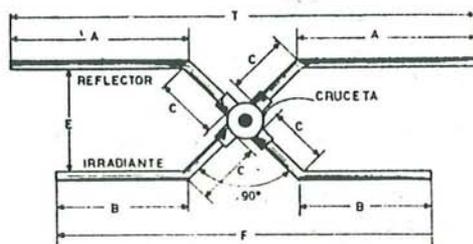


FIG. 4.—Vista en planta de los brazos que forman los elementos reflector e irradiante. Las dimensiones correspondientes a cada banda se pueden ubicar en la tabla II, bajo las letras indicadas.

TABLA II  
DIMENSIONES TEORICAS Y PRACTICAS DE LA «CUADRANGULAR SUIZA»

| BANDA                | MEDIDAS TEORICAS (m) |      |      |      |      | MEDIDAS PRACTICAS (m) |      |      |                 |
|----------------------|----------------------|------|------|------|------|-----------------------|------|------|-----------------|
|                      | $\lambda$            | G    | E    | T    | F    | A                     | B    | C    | $\emptyset$     |
| 20 m<br>(14,200 MHz) | 21,20                | 5,95 | 2,12 | 6,25 | 5,64 | 2,06                  | 1,76 | 1,49 | 1"              |
| 15 m<br>(21,200 MHz) | 14,15                | 3,96 | 1,41 | 4,17 | 3,76 | 1,38                  | 1,08 | 0,98 | $\frac{3}{4}$ " |
| 10 m<br>(28,250 MHz) | 10,62                | 2,97 | 1,06 | 3,12 | 2,82 | 1,03                  | 0,88 | 0,74 | $\frac{3}{4}$ " |
| 11 m<br>(27,1 MHz)   | —                    | 3,08 | 1,10 | 3,66 | 3,52 | 1,27                  | 1,20 | 0,80 | $\frac{3}{4}$ " |
| 6 m *                | —                    | 1,48 | —    | —    | —    | 0,515                 | 0,44 | 0,37 | —               |
|                      | —                    | 1,60 | —    | —    | —    | 0,51                  | 0,44 | 0,42 | —               |
|                      | —                    | 1,68 | —    | —    | —    | 0,604                 | 0,58 | 0,42 | —               |

\* Estas medidas fueron remitidas por el autor y son fruto de las experiencias de PY2ACM.

ción del proyecto (diseños facilitados por PY2ACM), pasamos a destacar algunos puntos de la antena:

1) Está constituida por dos cuadros paralelos, espaciados 0,1 de longitud de onda, no más, y doblados en el centro de modo de formar un ángulo de  $90^\circ$ , a fin de poder unirlos al mástil central que sirve de soporte.

2) Este mástil central está conectado a tierra, o sea a un nivel de R.F. cero. Por consiguiente, estando a potencial de tierra la antena resultará protegida contra descargas atmosféricas.

3) Los brazos horizontales son de tubos de aluminio y sus lados verticales de hilo de cobre o de aluminio.

4) La alimentación se hace por medio de un alimentador gamma, constituido por un hilo de cobre que corre paralelo a los brazos inferiores del irradiante, simétricamente, a una distancia de 7 cm; ese hilo está conectado al centro de la parte recta de cada uno de los brazos inferiores del irradiante.

5) La impedancia de antena es de 40 ohmios. La R.O.E., a la frecuencia de resonancia, es de 1,2/1 o menor; a 200 kHz a cada lado de la frecuencia de resonancia la R.O.E. se eleva a 2/1.

6) Medidas generales: las ecuaciones para el cálculo de las dimensiones de la cuadrangular suiza, con los valores y detalles calculados para las bandas de 10, 15 y 20 m, se incluyen en las figuras 1 y 4. La figura 2 muestra un detalle de la construcción y la figura 3 ilustra sobre la construcción del acoplamiento gamma.

7) Conforme con las pruebas efectuadas, la altura con relación al suelo no es crítica; no se encontrarán diferencias sustanciales en los resultados con alturas entre 3 y 20 m.

#### CONCLUSIONES.

De la confrontación entre la cuadrangular cúbica de cuatro elementos (ga-

nancia de 11 dB y relación frente/atrás de 30 dB) con la cuadrangular suiza (ganancia de 10 a 12 dB y relación frente/atrás de 18 dB) existen evidencias de que esta última resulta de gran interés para las investigaciones de los radioaficionados, considerando principalmente sus dimensiones mucho menores y el hecho de estar totalmente conectada a tierra.

Por otro lado, las experiencias realizadas por PY2ACM en cuanto a su desempeño en alturas entre 3 y 20 m comprueban que los principios enunciados son correctos. Si una antena cuadrangular presenta en 20 m un ángulo que se acerca a 5 m (cuarto de onda), no es obligatorio que esa cuadrangular sea ubicada a una altura de una onda entera del primer obstáculo. Ese mismo ángulo tiene su correspondencia con el propio suelo. En ese sentido se está experimentando en la Antártida con antenas ubicadas debajo del nivel de las capas de hielo.

En definitiva, la cuadrangular suiza merece la atención de todos los radioaficionados. Los resultados están a la vista, proporcionados por PY2ACM y con las comprobaciones efectuadas por F5PX y F3XY. Cuando se recibieron los datos de PY2ACM no tuvimos la menor duda en rever todo lo escrito sobre este tema para suministrar el desarrollo que estamos proporcionando ahora. El colega PY2ACM viene trabajando en 10 m con una antena como la descrita. Sus observaciones y experiencias en materia de fabricación de antenas para frecuencias elevadas son comprobadas con adecuado instrumental para cada tipo de prueba.

Una observación final de mucho interés para los videotécnicos: nos han informado que de las experiencias realizadas por un grupo de ellos, en la recepción de TV en F.M.E. con nuestra cuadrangular suiza, en canal 9 de Brasil (187,25 MHz), los resultados fueron superiores a los de una Yagi de nueve

elementos. A una distancia de 350 Km de São Paulo obtuvieron imágenes razonables y sonido perfecto en el canal 13 (Brasil), en tanto que en la misma localidad con otra antena mucho más elaborada de fabricación comercial para TV de larga distancia, no consiguieron captar la imagen y sólo percibían sonido con alto nivel de ruido. La confrontación, además, resultaba más sorprendente si se tienen en cuenta las dimensiones de las dos antenas, ya que la de tipo comercial, de desempeño tan precario, poseía dimensiones inmensas comparada con la minúscula cuadrangular suiza, al punto de parecer una antena en miniatura. Sin embargo, los resultados favorecían a la cuadrangular suiza.

Para los adictos a 6 y 2 m la cua-

drangular suiza ofrece magníficas perspectivas, pues constituirá un modo simple y eficiente de superar el alto nivel de ruido propio de las antenas utilizadas para esas frecuencias.

Finalizamos reiterando nuestro agradecimiento a PY2ACM por habernos enviado los datos que posibilitaron la publicación de este artículo. Nosotros nos hemos limitado, con la experiencia adquirida para su divulgación, a explicar la materia de modo de facilitar su comprensión por parte de los radioaficionados. Insistimos, entonces, en que se siga el ejemplo del citado aficionado, colaborando, en lugar de limitarse a críticas destructivas y sin fundamento para el perfeccionamiento técnico de los aficionados.

TABLA III

COMPARACION DE LAS GANANCIAS Y RELACIONES FRENTE-ESPALDA DE DISTINTAS ANTENAS

| ELEMENTOS   | GANANCIA | RELACION FRENTE-ESPALDA |
|---|----------|-------------------------|
| Un elemento (cuadro irradiante) .....                               | 1 dB     | —                       |
| Dos elementos (irradiante y reflector) .....                        | 6 dB     | 25 dB                   |
| Tres elementos (reflector, irradiante y director) .....             | 9 dB     | 30 dB                   |
| Cuatro elementos (reflector, irradiante, director y director) ..... | 11 dB    | 30 dB                   |

(\*) Volver a ver, o registrar y examinar con cuidado una cosa. (N. de la R.)

# Una eficiente antena de cuadro para banda múltiple

Por MALCOM M. BIBBY, GW 3 NJY/W 8

Coger un elemento de tipo cuadro, ponerlo horizontalmente, alimentarlo en el punto central de uno de los lados con coaxial y se obtendrá una antena simple con una ganancia real y efectiva superior a la de un dipolo.

Durante un reciente intento de construir una antena de cuadro autorresonante para utilizarla en las bandas de B.F. fue proyectado el sistema de antena que se describe a continuación. Aunque resulta demasiado grande para las bandas de B.F., fue útil en las bandas de H.F. y también en las bandas de V.H.F. con fines captadores generales. La principal atracción de la antena es que hace posible trabajar armónicos, manteniendo además una impedancia de entrada baja. La antena está idealmente construida en forma de cuadro y alimentada en el centro de uno de los lados. Está polarizada horizontalmente.

## TEORIA.

Consideremos la antena de dos longitudes de onda de la figura 1. La línea de puntos representa la distribución de

corriente, tanto en magnitud como en fase. Las secciones 1 y 3 están en fase entre sí, como las secciones 2 y 4, pero estas últimas están desfasadas  $180^\circ$  con

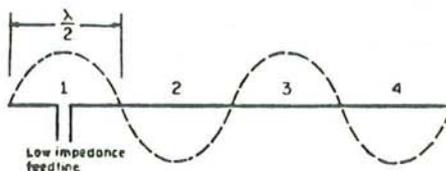


FIG. 1.—Distribución de corriente en una antena de dos longitudes de onda alimentada a  $1/4$  de longitud de onda de un extremo.

### Leyenda:

Low impedance feedline: línea de alimentación de baja impedancia.

las secciones 1 y 3. El efecto de ello es producir la forma de radiación representada en la figura 2. Cuando la antena se dobla formando un cuadro, la co-

riente se distribuye como representa la figura 3. Aunque las corrientes de los pares opuestos aparecen desfasadas  $180^\circ$ , los lados de cada par también presentan una oposición de  $180^\circ$ , lo cual hace que en la radiación vuelvan a estar en fase las corrientes. La forma de radiación de tal cuadro, alimentado en el centro de uno de sus lados, se representa en la figura 4. La impedancia en el punto de alimentación es baja; por ejemplo, apropiada para la impedancia

#### TRABAJO EN MULTIBANDA.

Si los lados del cuadro de la antena se hacen de un cuarto de longitud de onda, el punto alimentado sigue con baja impedancia. De hecho, éste es idéntico al elemento excitado de la muy conocida antena cuádruple, sólo que instalada horizontalmente. La forma de radiación horizontal se ha representado en la figura 5. Si los lados del cuadro se hacen de tres cuartos de longitudes de onda o de una longitud de on-

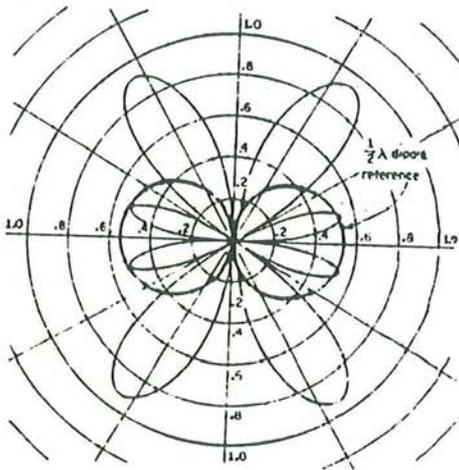


FIG. 2.—Forma de radiación de la antena de dos longitudes de onda representada en la figura 1.

#### Leyenda:

$1/2 \lambda$  dipole reference: dipolo de  $1/2 \lambda$  de referencia.

de cables coaxiales. El *Handbook* (página 361) de la A.R.R.L., del año 1968, indica que de un par de antenas de media onda separadas una distancia de media longitud de onda y alimentadas con un desfase de  $180^\circ$  puede esperarse una ganancia aproximada de 4 dB. Comparada con un dipolo, el ángulo de elevación será más bajo. Una antena fija resulta muy atractiva con ganancia y ángulo de radiación bajo en un cierto número de direcciones.

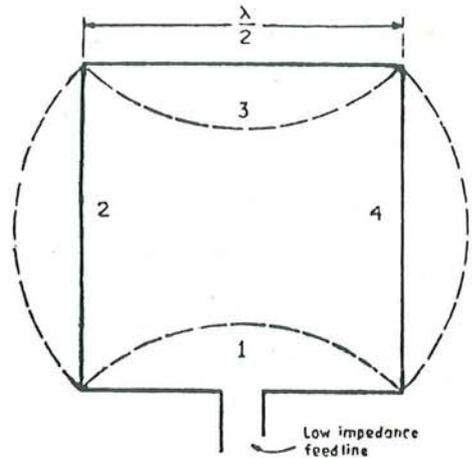


FIG. 3.—Distribución de corriente en una antena de dos longitudes de onda doblada formando un cuadro continuo.

#### Leyenda:

Low impedance feedline: línea de alimentación de baja impedancia.

da completa, la antena también mantiene una baja impedancia de alimentación. Las formas de radiación correspondientes se representan en las figuras 6 y 7. Las formas de radiación de las figuras 5 y 7 fueron deducidas desconociendo los efectos de radiación desde las esquinas (no ocurre en las figuras 4 y 6), y sólo es una indicación de lo que puede esperarse. En la práctica, tanto la ganancia del lóbulo principal como la profundidad de los nulos se reducirán. Las formas de radiación

están trazadas según las formas de los campos eléctricos y no como formas de potencias. Para que sirva de referencia se representa la forma de radiación de

un dipolo. En las figuras 4, 5, 6 y 7 las formas del dipolo están referidas a las que se obtendrían si se colocara una antena simple de media onda en el pun-

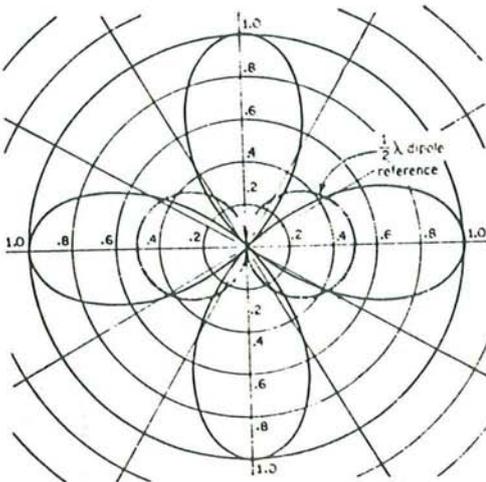


FIG. 4.—Forma de radiación de la antena de cuadro de dos longitudes de onda representada en la figura 3.

Leyenda:

$1/2 \lambda$  dipole reference: dipolo de  $1/2 \lambda$  de referencia.

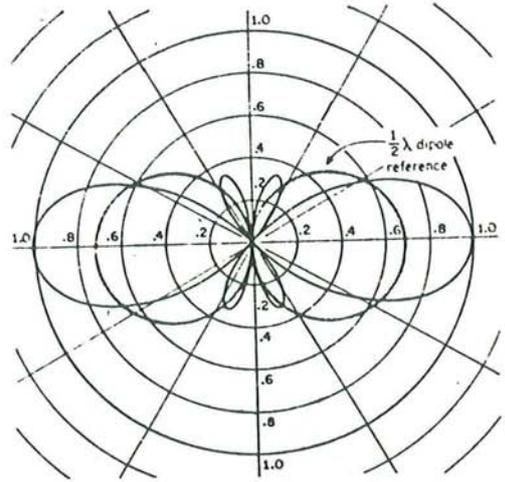


FIG. 6.—Forma de radiación de un cuadro de tres longitudes de onda.

Leyenda:

$1/2 \lambda$  dipole reference: dipolo de  $1/2 \lambda$  de referencia.

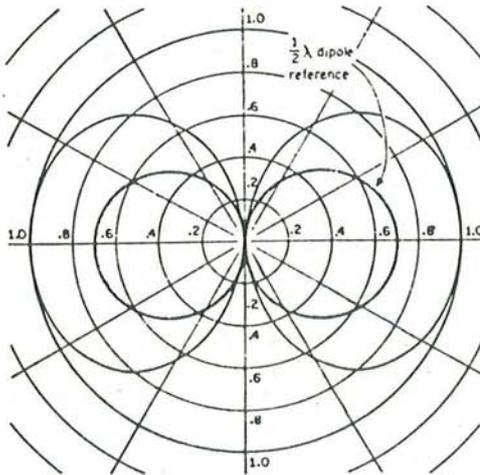


FIG. 5.—Una antena de cuadro de una longitud de onda producirá esta forma nominal de radiación.

Leyenda:

$1/2 \lambda$  dipole reference: dipolo de  $1/2 \lambda$  de referencia.

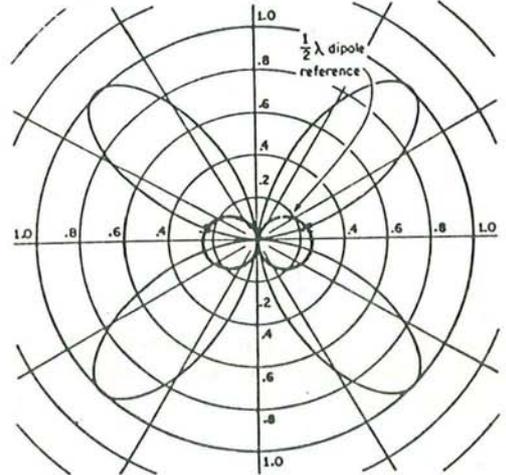


FIG. 7.—Supuesta forma de radiación de una antena de cuadro de cuatro longitudes de onda.

Leyenda:

$1/2 \lambda$  dipole reference: dipolo de  $1/2 \lambda$  de referencia.

to de alimentación y se alimentara con la misma potencia.

#### CONSIDERACIONES PRACTICAS.

Para trabajar en B.F. no merece la pena levantar los cuatro soportes que necesita esta antena. Sólo en el caso de que se disponga de cuatro árboles u otros sostenes convenientemente situados en las esquinas de un cuadrado y separados entre sí una distancia de 66

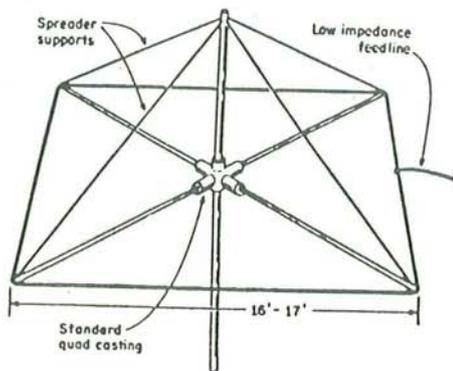


FIG. 8.—Esquema recomendado para la construcción de una antena de cuadro multibanda para 40 hasta 10 m. Un viento de nylon amarrado desde una o más esquinas a un sitio seguro próximo elimina la tendencia que tiene el cuadro a girar con el aire.

#### Leyenda:

Spreader supports: soportes tensores.—Standard quad casting: acoplamiento cuádruple clásico.—Low impedance feedline: línea de alimentación de baja impedancia.

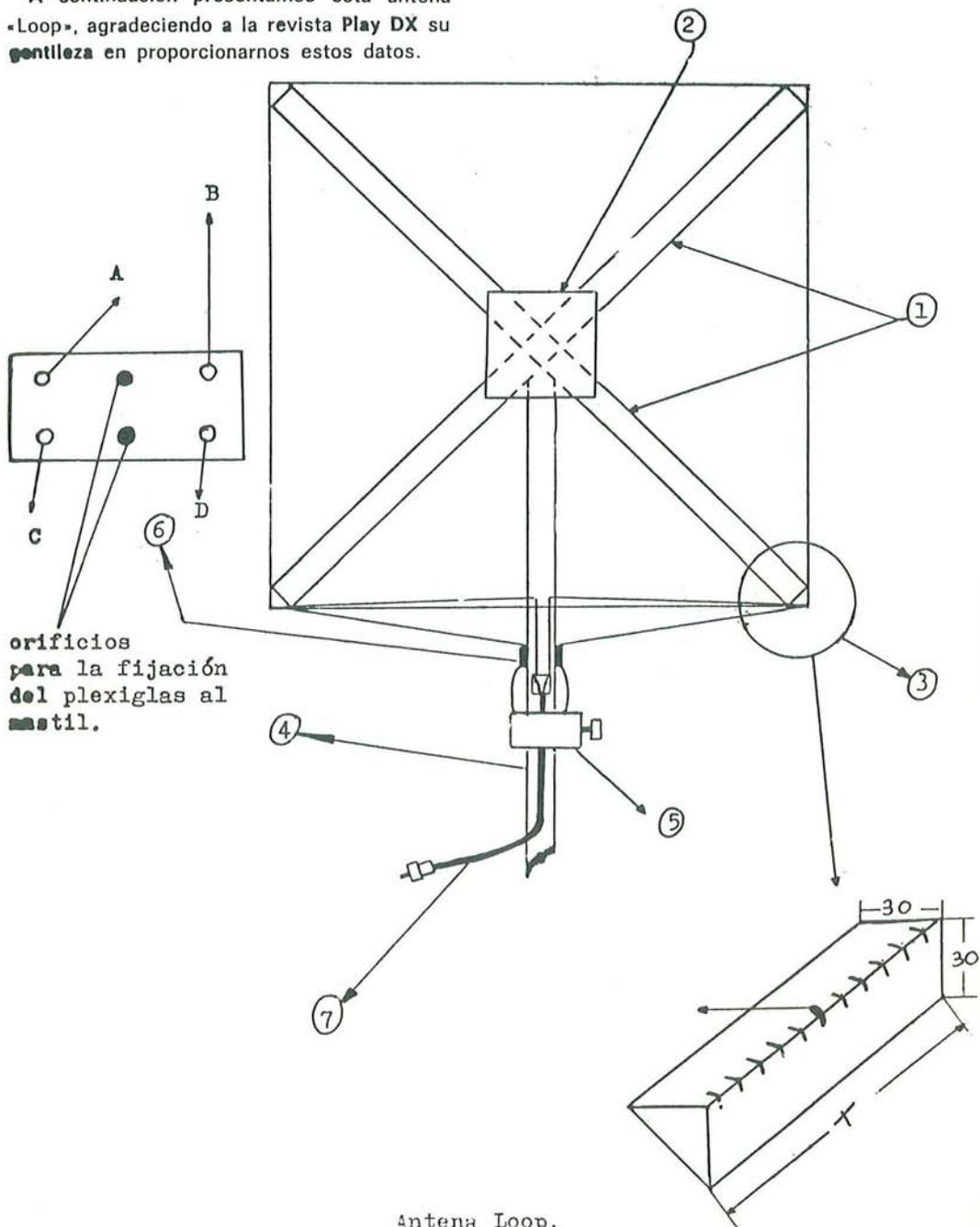
o 134 pies está justificada. Sin embargo, en 20, 15 y 10 m sí resulta práctica la estructura representada en la figura 8. Aquí se emplean elementos de araña (bambú o fibra de vidrio) horizontales para sostener la antena. Los puntos de sostenimiento tendrán una impedancia alta, por lo cual deben tomarse las precauciones adecuadas en cuanto se refiere a las condiciones de aislamiento de dichos puntos. El conjunto completo puede instalarse sobre la parte superior de un fuerte poste o mástil. La antena necesita un sistema de alimentación de baja impedancia, para lo cual resulta apropiado un *balun* y un cable coaxial.

#### CONCLUSIONES.

El autor empleó en un reciente QTH una antena de 33 × 33 pies. Esta antena fue colocada sobre el tejado y alimentada con RG-58/U y un *balun*. En C.W., en 40 m fueron realizados contactos con Europa, VK/ZL y Suramérica. Desgraciadamente no disponíamos de un medidor de S.W.R. (relación de onda estacionaria) en aquellos momentos y por ello no supimos la S.W.R. en las cuatro bandas (40, 20, 15 y 10 m). Creemos, sin embargo, que un cable coaxial de 75 o de 100 ohmios habría proporcionado probablemente una adaptación mejor que el RG-58/U de 52 ohmios.

## ANTENA «LOOP»

A continuación presentamos esta antena «Loop», agradeciendo a la revista Play DX su gentileza en proporcionarnos estos datos.



Antena Loop.

El despiece de la antena es el siguiente:

1. Dos piezas de madera de sección cuadrada de  $30 \times 30$  mm., cuya longitud depende del tamaño de que queramos construir la antena. Citamos tres tamaños base:

Loop de 100 cm. ....  $1.360 \times 1.360$  mm.  
Loop de 75 cm. ....  $1.020 \times 1.020$  mm.  
Loop de 50 cm. ....  $660 \times 660$  mm.

2. Pieza de madera para unir la cruz del Loop.

3. Las extremidades de los brazos están formados por sendas piezas de madera de sección cuadrada de  $30 \times 30$  mm., cortadas transversalmente, y que se fijará a los brazos del «loop» mediante «cola para madera». Se le efectuarán unas pequeñas hendiduras para fijar el hilo (X=según el número de espiras).

4. Mástil de madera de  $30 \times 30$  mm.

No describimos el sistema mecánico de rotación de la antena, dejándolo a gusto y a las posibilidades de cada cual.

5. Condensador variable de 500 pF con desmultiplicación, fijado al mástil mediante pequeñas escuadras.

6. Placa de plexiglás o material aislante (ver esquema).

7. Bajada de cable coaxial RG 58 U, con conector que se adapte a la entrada de antena de nuestro receptor.

de 1 milímetro de sección. El número de espiras, según las dimensiones del Loop, son las siguientes:

Loop de 100 cm. .... 8 a 9 espiras.  
Loop de 75 cm. .... 11 a 13 espiras.  
Loop de 50 cm. .... 15 a 17 espiras.

El número de espiras depende de la capacidad mínima del condensador variable utilizado.

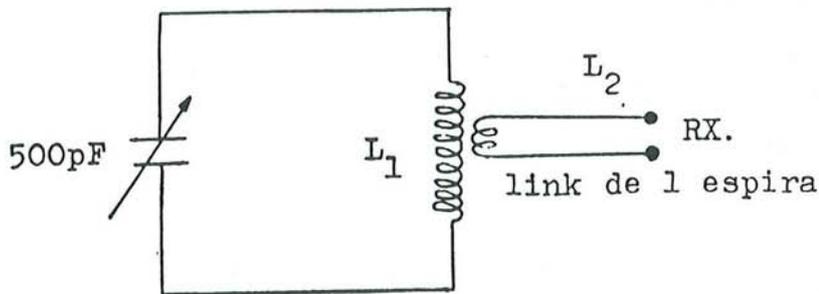
El Loop debe de resonar a 1.600 kHz con el condensador variable totalmente abierto (capacidad mínima), mientras que con el variable totalmente cerrado deberá resonar a 500 kHz o frecuencias inferiores (onda larga).

El arrollamiento primario irá sujeto a la placa de plexiglás pasando por los oficios A y B hasta el condensador variable (ver figura).

El link está constituido por una espira en el centro de la bobina (ranura Z) del mismo hilo (1 mm) el hilo pasa por los orificios C y D del plexiglás a la que se conecta el cable coaxial de alimentación.

Por último, al emplear esta antena debe desconectarse la ferrita que lleva el receptor como antena.

Nos disculpamos si hay alguna cosa que no queda suficientemente clara, pues hemos traducido literalmente al castellano el artículo referente a la antena «Loop» de la revista Play DX del 3-1-1977.



Esquema eléctrico de la antena

Para la construcción de esta antena se utiliza 32/36 metros de hilo rígido o trenzado

Quedamos a vuestra entera disposición para cualquier consulta, nuevas ideas, etc.

EA 3-3307 U  
Juan Calpe Moliner  
Montaña, 89 (bjs)  
Barcelona-13

EA 3-4855 U  
Francisco José Po-  
blet Feijoo  
Dos de Mayo, 221,  
sexto  
Barcelona-13

# Antena «delta loop»

Colaboración de ROBERTO, 11BAW  
Transcripción de EA 4ND

La antena *delta loop* presenta un cierto número de ventajas si se compara con la antena cúbica:

- Construcción más sólida, por tratarse de una antena totalmente metálica.
- Mayor altura efectiva para una misma altura de *boom*.
- Más fácil de izar y colocar en la torre o mástil.

Respecto al rendimiento operativo en comparación con la antena cúbica, sería aventurado el dar cifras, pero parece ser que su ganancia, discriminación y anchura de banda son comparables.

La antena aquí descrita se debe a la gentileza de 11BAW. A resultas de un QSO ocasional, el amigo Roberto nos envió un auténtico manual sobre la *delta loop*, del cual hemos extraído las partes que han sido experimentadas por él. Para animar a los posibles constructores, debemos añadir que la señal que ponía 11BAW era muy fuerte comparada con el resto de estaciones que operaban la banda el día del QSO.

La construcción de la *delta loop* se muestra en las figuras 1 a 10. La configuración general con dimensiones pa-

ra las bandas de 10, 15 y 20 m aparece en las figuras 1 y 2.

Los laterales *A* y *C* son de aluminio y los tramos *B* y *D* de hilo de aluminio.

Los laterales están unidos al *boom* mediante soldadura, formando un ángulo de 75° (existen soluciones que pue-

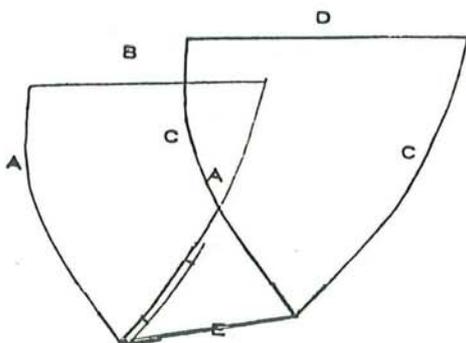


FIG. 1.—Nomenclatura de los diferentes elementos de la *delta loop*.

den evitar la realización de soldaduras).

La experiencia muestra que el perímetro total del triángulo (*loop*) del equipo alimentado es

$$\text{Longitud en metros} = \frac{304,80}{f \text{ (MHz)}}$$

(el. alimentado).

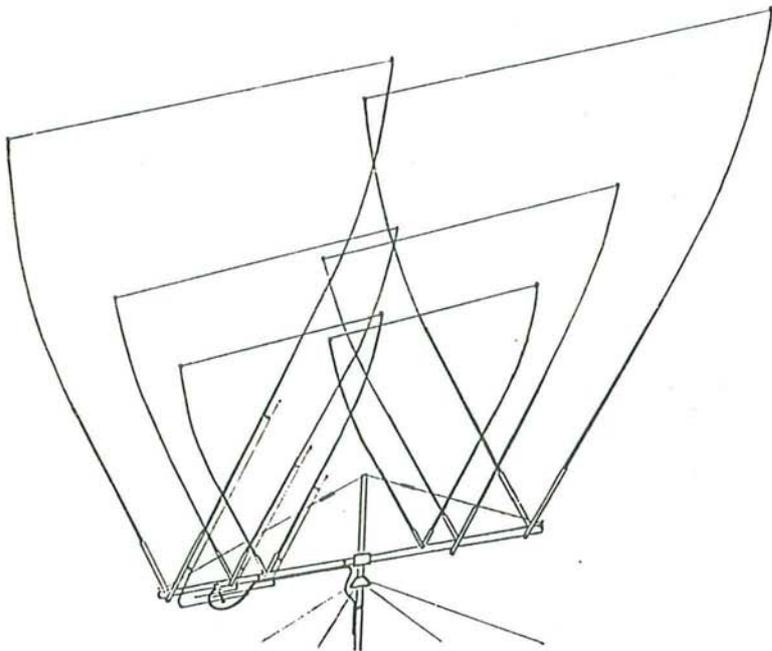
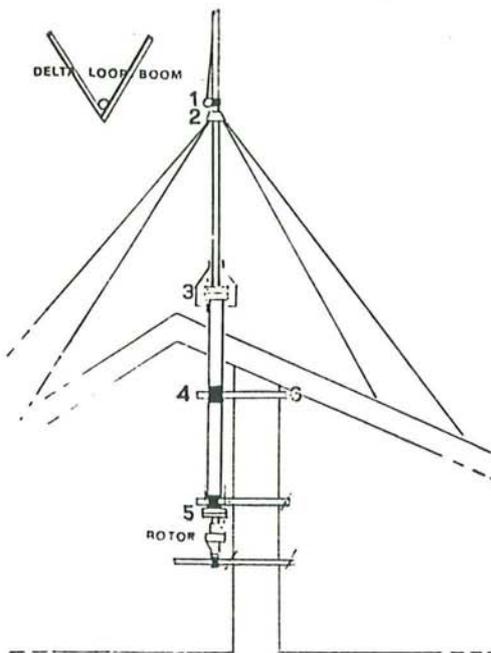


FIG. 2.—Aspecto general de la delta loop tribanda.



2, 3, 5: cojinete.

1: boom de la delta loop.

4, 6: apoyo.

FIG. 3.—Detalle de la disposición del mástil.

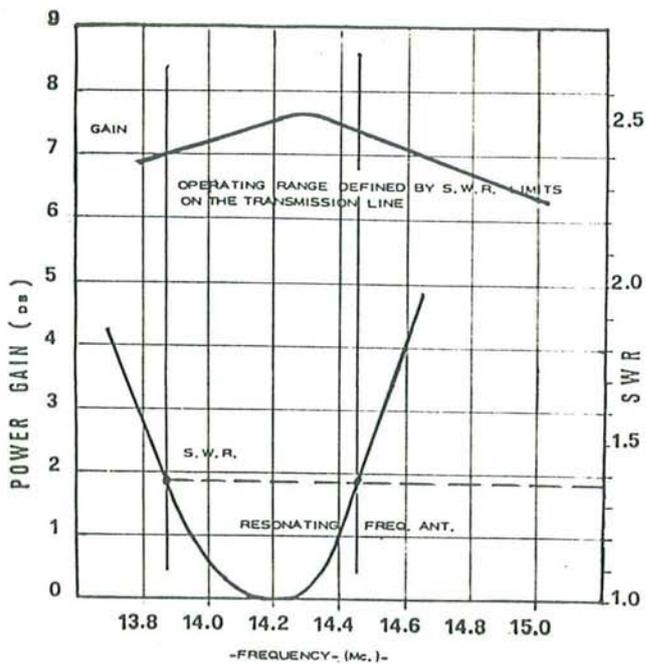


FIG. 4.—Relación entre R.O.E. y ganancia de potencia para la banda de 20 m.

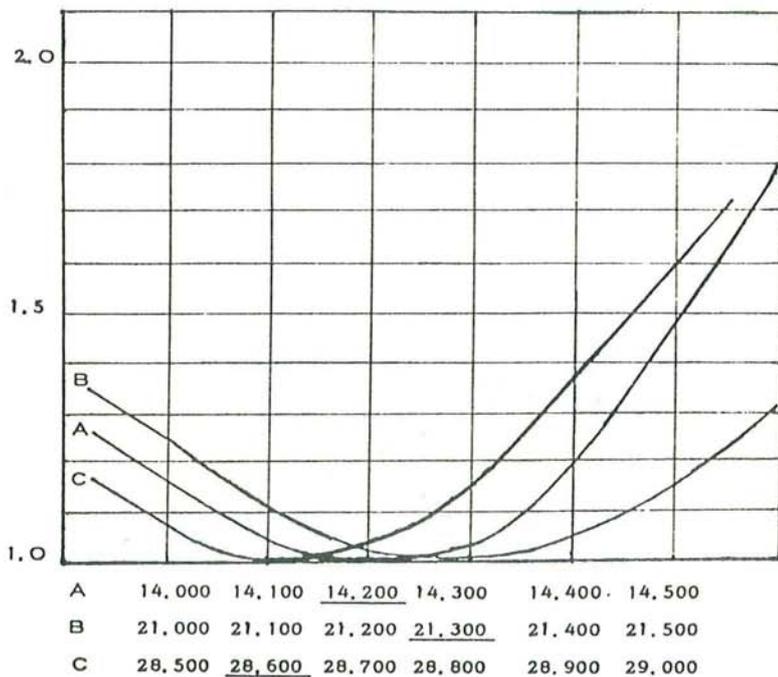


FIG. 5.—R.O.E. en las distintas bandas.

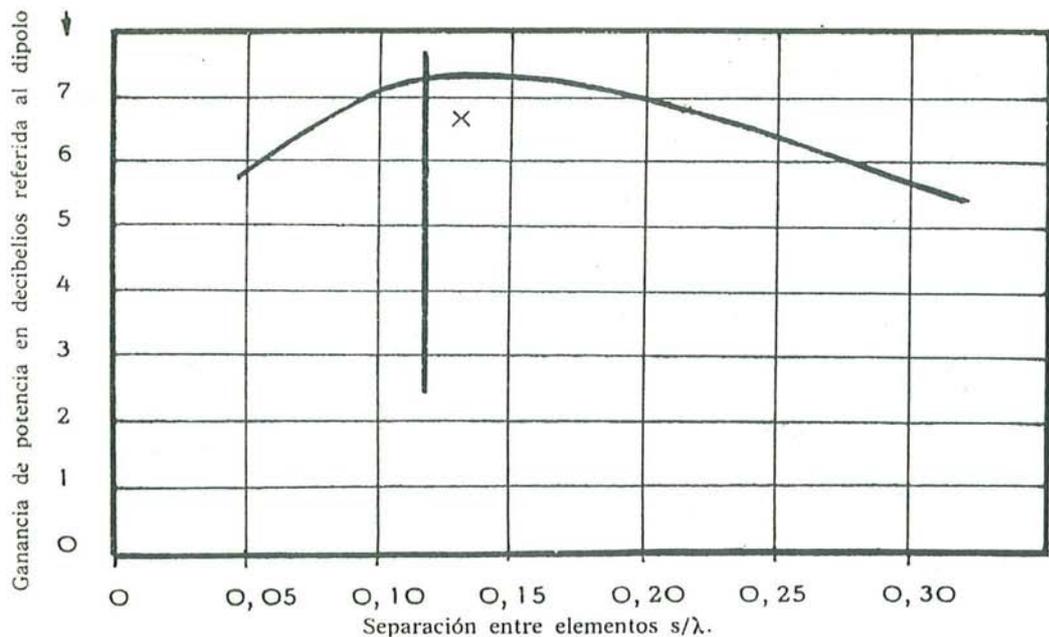


FIG. 6.—Relación entre ganancia de potencia y separación de elementos. El máximo de ganancia se produce cuando los elementos están separados 0,12 longitudes de onda. El valor de la ganancia es del orden de 7,4 dB's.

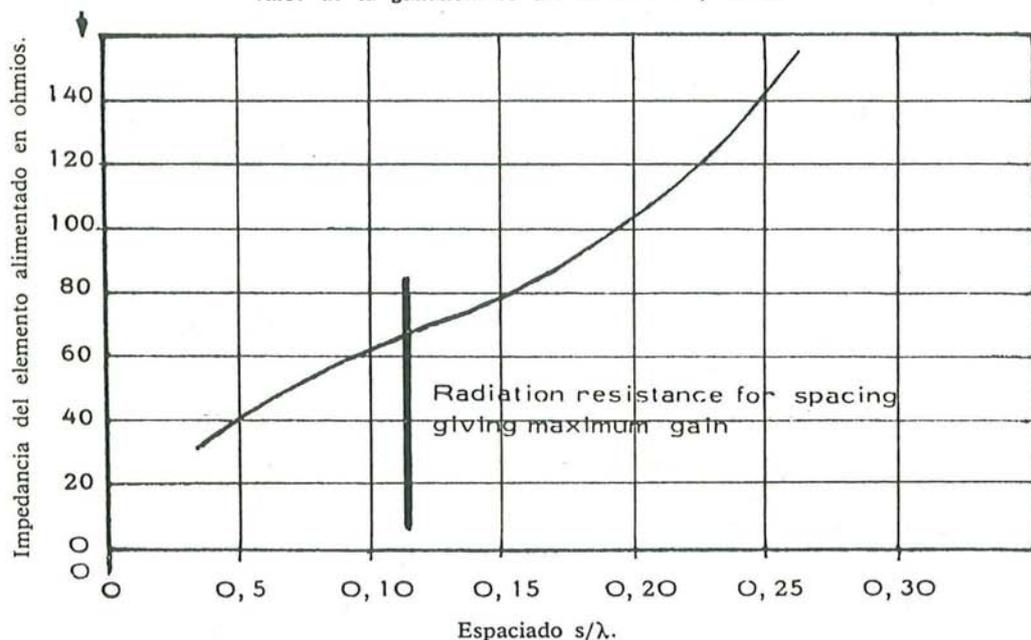


FIG. 7.—Impedancia de la antena. Varía de 40 a 140, según el espaciado pase de 0,07 a 0,25 longitudes de onda. Para adaptar a línea de 52 ohmios se requiere un espaciado de 0,08 longitudes de onda y para 72 de 0,13 longitudes de onda. El máximo de ganancia se consigue adaptando a 72 ohmios.

La longitud del elemento parásito (reflector) debe ser aproximadamente el 3% más largo, es decir,

$$\text{Longitud en metros} = \frac{304,80 \times 1,03}{f \text{ (MHz)}}$$

Los diámetros sugeridos para el boom y laterales

Boom = diámetro exterior, 48 mm;  
diámetro interior, 45 mm.

Los elementos laterales son de aluminio, de diámetro de 23 a 11 mm

Bandas (longitudes sugeridas):

|   | 28 MHz | 21 MHz | 14 MHz |
|---|--------|--------|--------|
| A | 3,66   | 5,03   | 7,21   |
| B | 3,35   | 4,50   | 7,21   |
| C | 3,66   | 5,03   | 7,39   |
| D | 3,35   | 4,57   | 7,39   |
| E | 1,98   | 2,74   | 3,96   |

La antena *delta loop* se puede alimentar por medio de un *gamma match*, tal como aparece en las figuras 8 y siguientes.

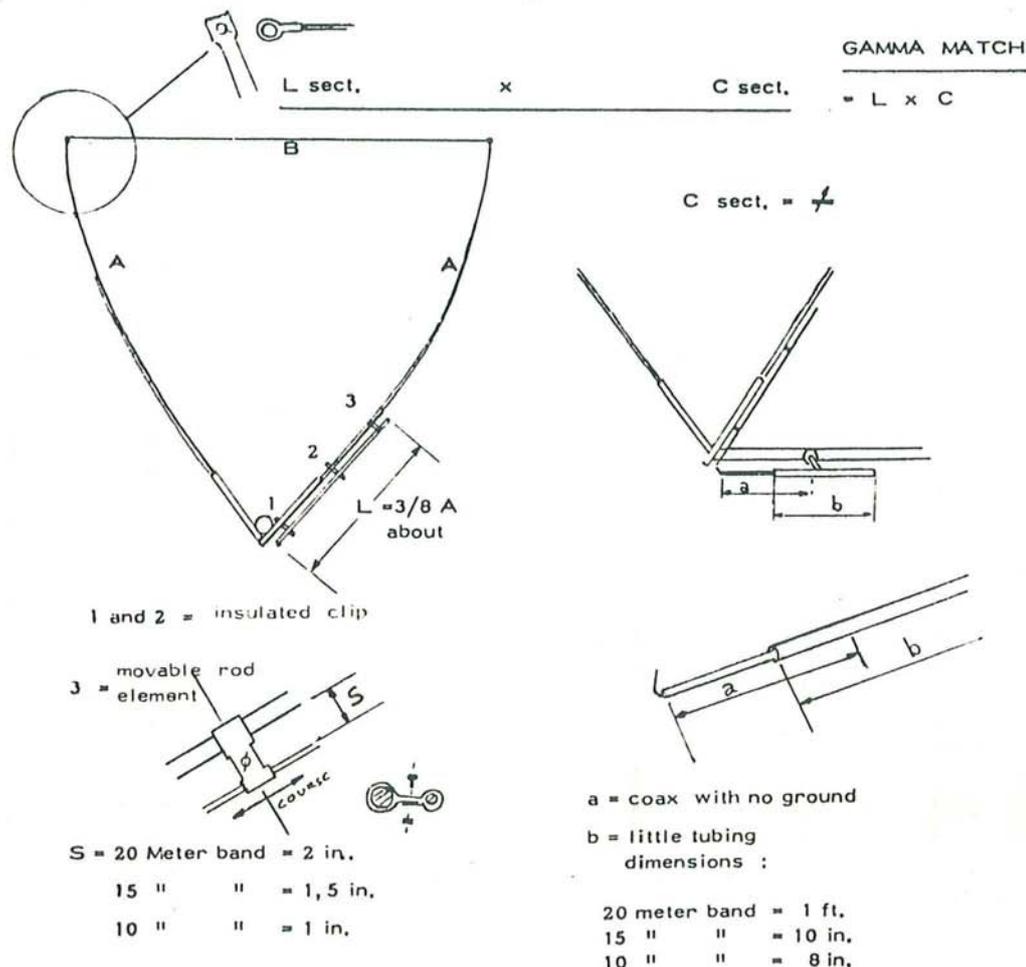


FIG. 8.—Gamma match realizado mediante un condensador fabricado con cable coaxial. Leyenda: Insulated clip: abrazadera aislada.—Movable rod element: varilla deslizable.—Coax with no ground: coaxial aislado de tierra.—Little tubing dimensions: dimensiones del tubo pequeño.

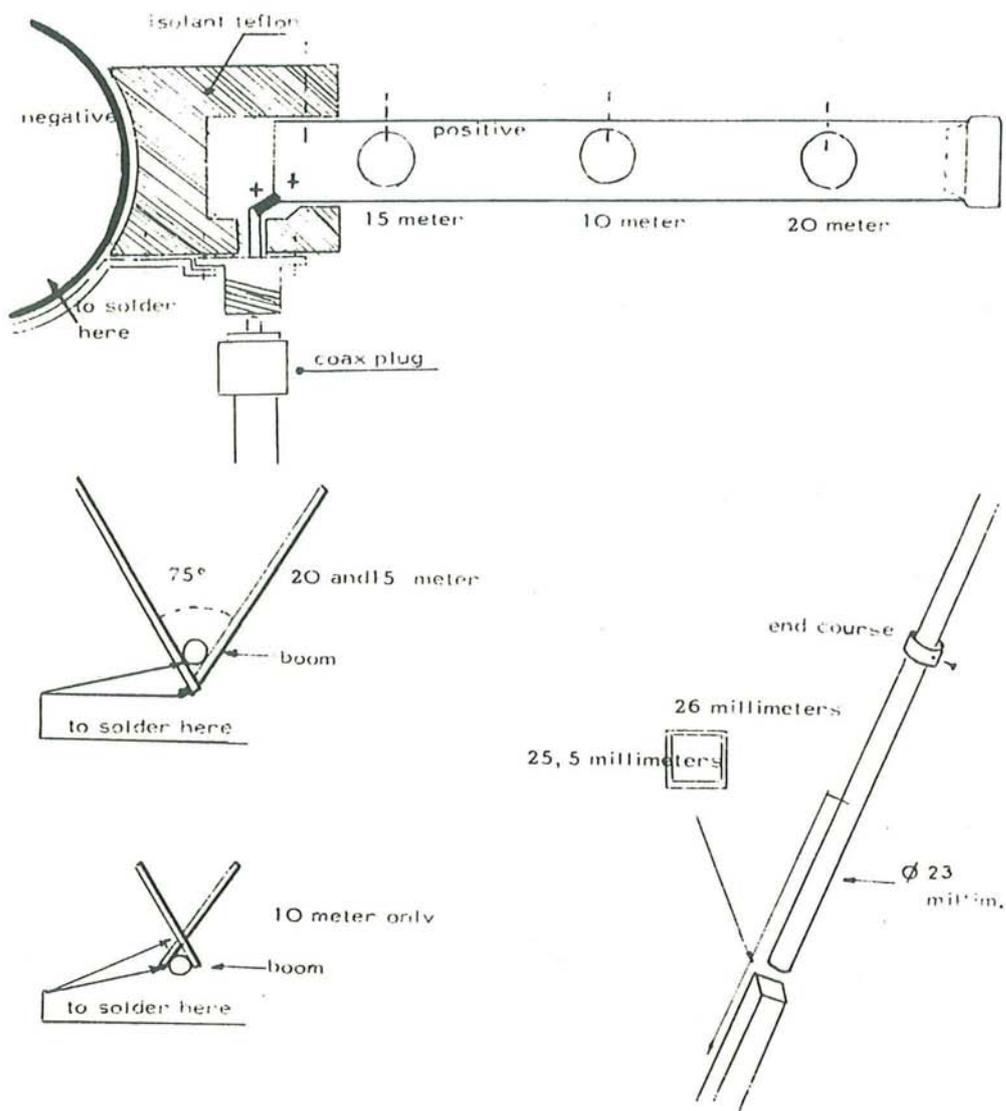


FIG. 9.—Detalles del *gamma match* y generales.

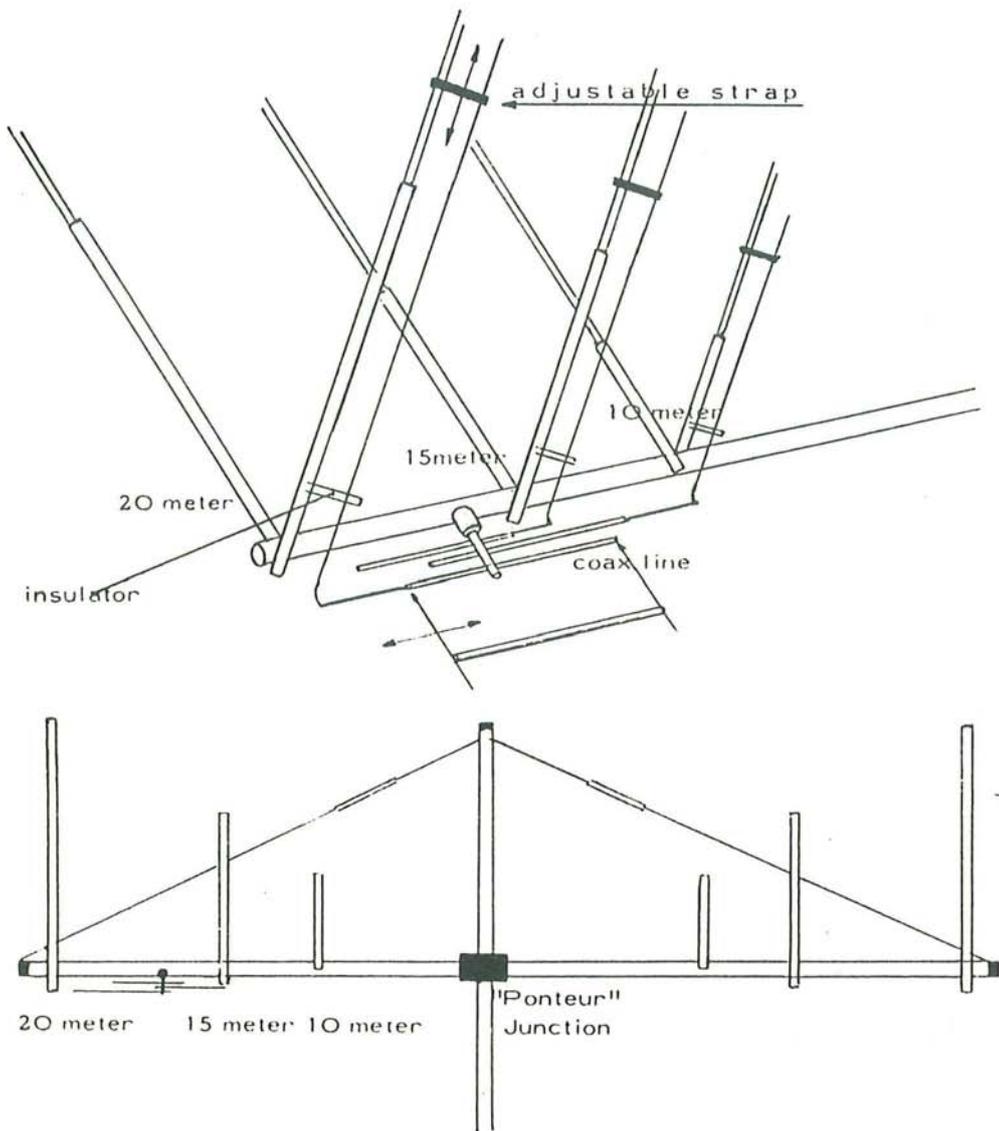


FIG. 10.—Detalles del gamma match y del boom.

# LA ANTENA DELTA-LOOP

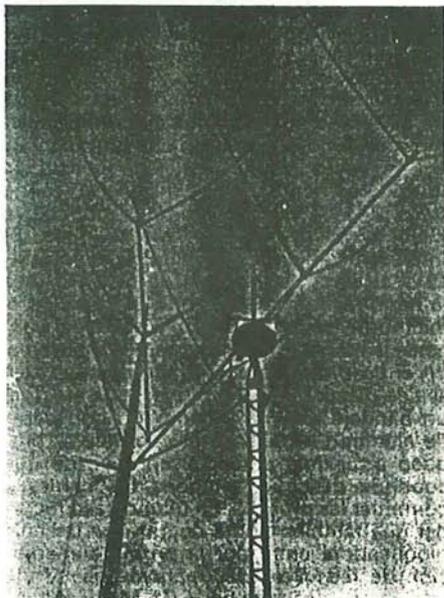
Germán BERNACER, EA4XQ  
(CE3CBG, OA4AK)

Con motivo de mi reciente QSY por motivos laborales a la hermana República de Chile he tenido ocasión de experimentar las notables características de esta antena que ya había comprobado a distancia.

La calidad de las señales recibidas a lo largo de varios QSO's por multitud de correspondientes que quedaban sorprendidos al indicarles la discreta potencia de transmisión empleada ha producido muchas peticiones de información, por lo que decidimos aprovechar el excelente medio que supone el boletín mensual de URE para llevar estos comentarios a quienes puedan resultar interesados. Debo expresar mi agradecimiento a los colegas chilenos que menciono a continuación por su paciencia, hospitalidad y afán que han evidenciado al suministrarme los detalles constructivos de esta antena y permitirme operar «a bordo» de sus magníficas estaciones durante una larga temporada, lo que me ha facilitado una experiencia de primera mano.

La introducción de esta antena en Chile se debe al colega Tarticio Mezetti, CE3ALR quien construyó tres monobandas para 10, 15 y 20 metros, siendo la primera de cuatro elementos y las otras dos de tres. En su desarrollo y perfeccionamiento mecánico ha tenido importante participación el cole-

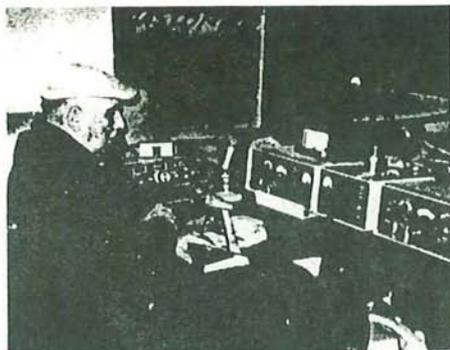
ga Gastón Manieu, CE3NG, quien ha construido una monobanda para 15 metros de cuatro elementos, que es la antena que más



ha experimentado quien estas líneas escribe, quedando sorprendido de los espectaculares resultados advertidos. XQ3EA, el colega Federico, tan conocido y popular entre los EA's, opera con una antena Delta-loop de dos elementos en 15 metros. CE3NG está experimentando actualmente, también con excelentes resultados, un ejemplar para 40 metros de un solo elemento.

Los comentarios que puedo ofrecer se refieren a numerosos QSO's, generalmente CE-EA, en muchos de los cuales han estado operando simultáneamente las convencionales antenas yagui y cúbicas, con las que la Delta-loop se ha comparado favorablemente. Asimismo, he podido comprobar su extraordinaria directividad en la recepción de países de la región (Brasil, República Dominicana, Ecuador, Panamá, Venezuela...).

Los croquis y fotografías que se acompañan creo que ilustran razonablemente en relación con el aspecto y montaje. En cuanto a la «receta» para su configuración eléctrica parece ser muy simple. Se trata de una antena de onda completa, por lo que resuena muy informemente en todo el largo de la banda. Una particularidad notable es que todas sus piezas y elementos, excepto el «gamma-Match», están a tierra. La figura

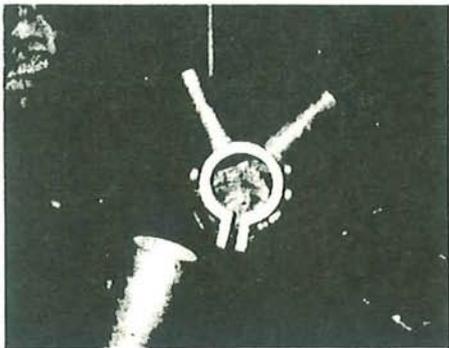


adjunta contiene amplio detalle sobre las cotas de medida, referidas en este caso a una antena Delta-loop de cinco elementos para la banda de 15 metros.

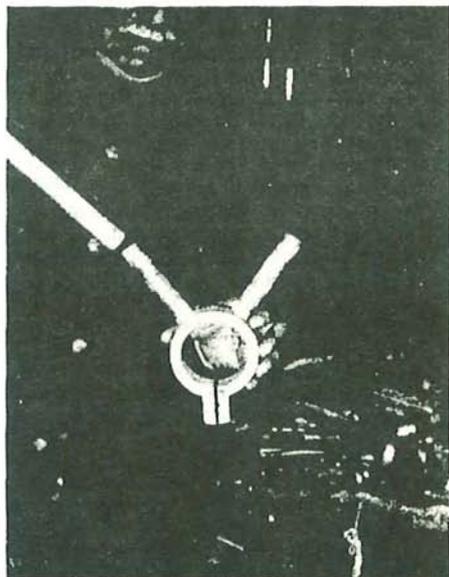
Evidentemente, instalar una de estas antenas requiere condiciones que normalmente no son las habituales entre colegas. Basta reflexionar sobre el tamaño y, por consiguiente, sobre el espacio requerido para disponer tan sólo de una monobanda. No obstante, su construcción es relativamente simple y los materiales necesarios fácilmente obtenibles. CE3NG ha aprovechado el «boom» de la Delta-loop para instalar una

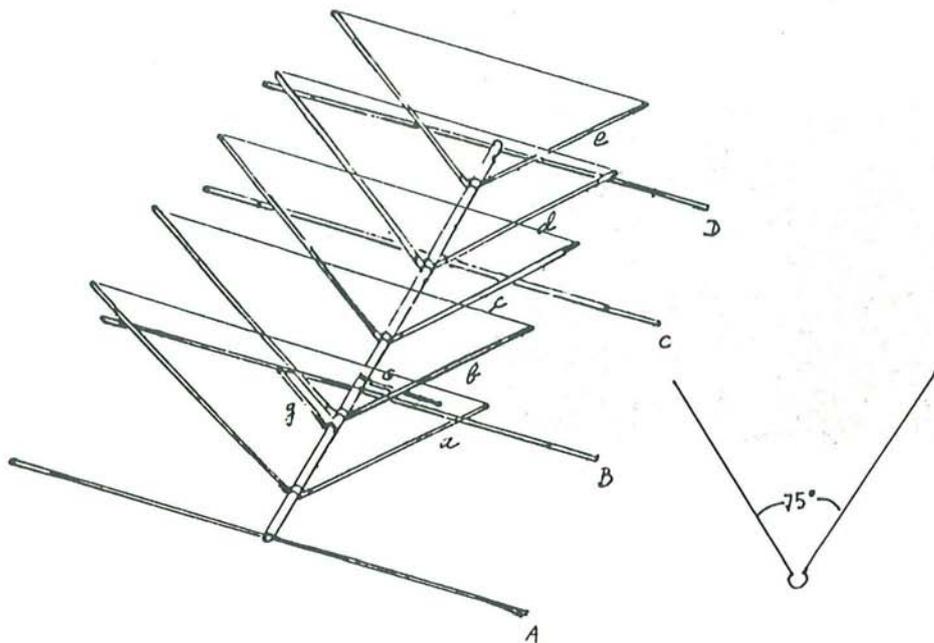
monobanda yagui de 20 metros que puede contener tres o cuatro elementos «espaciado ancho». Hay quien sugiere instalar, además, la antena de 10 metros como Delta-loop invertida respecto a la de 15 metros, aprovechando así el mismo «boom».

Es cierto que esta antena, por el tamaño



respetable que alcanza, el espacio vital que requiere y los problemas mecánicos de rigidez y sustentación, que aumentan rápidamente conforme aumentan sus dimensiones, suele construirse especialmente para 15 metros, y casi siempre con dos o, a lo sumo, tres elementos. Obviamente se simplifica mucho su construcción para la banda de 10 metros. En todo caso pensemos





### COMBINACION DELTA-LOOP PARA 21 MHZ Y YAGUI PARA 14 MHZ DE CE3NG

Las medidas son las siguientes:

- a: Reflector 21 Mhz: 5,4 m. (cada lado del ángulo). Base: 4,34 m.
- b: Radiante 21 Mhz: 5,2 m. (cada lado del ángulo). Base: 4,02 m.
- c: Primer director 21 Mhz: 4,95 m. (cada lado del ángulo). Base: 3,80 m.
- d: Segundo director 21 Mhz 4,9 m. (cada lado del ángulo). Base: 3,45 m.
- e: Tercer director 21 Mhz: 4,75 m. (cada lado del ángulo). Base: 3,25 m.

ángulos 75°

Distancias:  $ab = bc = cd = de = 2,75$  m. (g, «gamma-match» 21 Mhz)

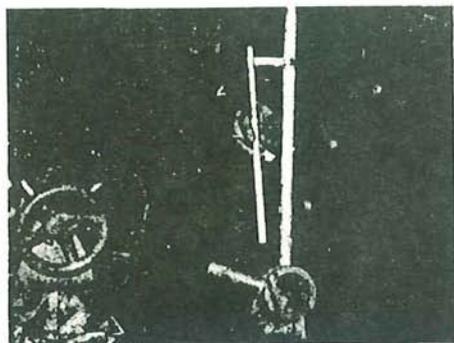
- A: Reflector 14 Mhz 10,55 m.
- B: Radiante 14 Mhz 9,95 m.
- C: Primer director 14 Mhz. 9,52 m.
- D: Segundo director 14 Mhz 9,43 m.

Distancias:  $\overline{AB} = \overline{BC} = \overline{CD} = 4$  m. («boom» 12 m.; G, «gamma-match» 14 Mhz).

**NOTA:** Las últimas experiencias realizadas con esta Delta-loop (abril 1979) en QSO's CE3 - EA4, trabajándola con una potencia neta de doce wats (TS-120), se obtuvieron resultados comparables a los de una tribanda seis elementos, ochenta wats, en parecidas condiciones de altura y situación.

que sus resultados, cuando se dispone de lugar adecuado, compensan largamente el tiempo y esfuerzo requeridos.

Su construcción es en tubo de aluminio recomendándose hacer cada elemento de cuatro o cinco secciones telescópicas. La parte superior o base del triángulo, aproximadamente isósceles que forma, es de alambre, también de aluminio, y generosa sección.



La pieza clave está sin duda constituida por el vértice inferior de cada elemento consistente en una abrazadera de fundición de aluminio que aquí, en Chile, fue diseñada y realizada por el binomio CE3ALR + CE3NG. La fotografía ilustra sobre su forma y características.

Los colegas mencionados recomiendan ampliamente la versión de tres elementos para 15 metros. Al mismo tiempo indican que las dimensiones finales exactas son fruto de la experimentación y ajustes que se realicen en el lugar donde haya de ser instalada. Sugieren que este trabajo sea hecho con la antena armada y a nivel próximo al suelo, teniendo en cuenta que al ser izada a la torre subirá la característica de resonancia en no menos de 50 Kc. y mejorarán en general sus cualidades de radiación.

Con absoluta certeza, y así me lo hacen constar los colegas chilenos, que tienen amplia experiencia en su diseño y construcción, pueden ampliar cualquier información que sea requerida. ■

# SOBRE LA ANTENA "DELTA LOOP"

Germán Bernácer, EA 4 X Q  
(CE3CBG, OA4AK)

Con motivo de mi reciente QSY por motivos laborales a la hermana República de Chile, he tenido ocasión de experimentar las notables características de esta antena, que ya había comprobado a distancia.

La intensidad de las señales recibidas a lo largo de varios QSOs por numerosos correspondientes que quedaban sorprendidos al indicarles la discreta potencia de transmisión empleada, ha producido muchas peticiones de información, por lo que decidimos aprovechar el excelente medio que supone el boletín mensual de URE para llevar estos comentarios a quienes puedan resultar interesados.

Debo expresar mi agradecimiento a los colegas chilenos que menciono a continuación por su paciencia, hospitalidad y afán, que han evidenciado al suministrarme los detalles constructivos de esta antena y permitiéndome operar "a bordo" de sus magníficas estaciones durante una larga

temporada, lo que me ha proporcionado una experiencia de primera mano.

La introducción de esta antena en Chile se debe al colega Tartizio Mezetti, CE3ALR, quien construyó tres monobandas para 10, 15 y 20 metros, siendo la primera de cuatro elementos y las otras de tres. En su construcción y perfeccionamiento mecánico ha tenido importante participación el colega Gastón Manieu, CE3NG, quien ha construido una monobanda para 15 metros de cuatro elementos, que es la antena que más ha experimentado quien estas líneas escribe, quedando sorprendido de los espectaculares resultados advertidos. XQ3EA, el colega Federico, tan conocido y popular entre los EA's, opera con una "delta-loop" de dos elementos, en 15 metros. CE3NG está experimentando actualmente, también con excelentes resultados, un ejemplar para 40 metros de un solo elemento y afinando el de cinco elementos para 15 metros, cuyas medidas se incluyen aquí.

Los comentarios que puedo ofrecer se refieren a numerosos QSOs, generalmente CE-EA, en muchos de los cuales han estado operando simultáneamente las convencionales antenas yagui y cúbicas, con las que la "delta-loop" se ha comparado favorablemente. Asimismo, he podido comprobar su extraordinaria directividad en la recepción desde países de la región (Brasil, República Dominicana, Ecuador, Panamá, Venezuela...) desde los cuales he recibido transmisiones de CE3NG y CE3ALR.

Los croquis y fotografías que se acompañan creo que ilustran razonablemente en relación con el aspecto y montaje. En cuanto a la "receta" para su configuración eléctrica, parece ser muy simple. Se trata de una antena de onda completa, por lo que resuena muy uniformemente en todo el ancho de la banda. Una particularidad notable es que todas sus piezas y elementos, excepto el "gamma-match", están a tierra. La figura adjunta contiene amplio detalle sobre las cotas de medida, referidas en este caso a la mencionada antena de cinco elementos para la banda de 15 metros.

Evidentemente, instalar una de estas antenas requiere condiciones que no son las habituales entre colegas. Basta reflexionar sobre el tamaño y consiguientemente sobre el espacio requerido para disponer tan sólo de una monobanda. No obstante, su construcción es relativamente simple y los materiales necesarios fácilmente obtenibles. CE3NG ha aprovechado el "boom" de su delta para instalar una monobanda yagui para 20 metros que puede contener tres o cuatro elementos, "espacio ancho". Hay quien sugiere instalar además la antena de 10 metros como "delta-loop" invertida respecto a la de 15 metros, aprovechando así el mismo "boom".

Es cierto que esta antena, por el tamaño respetable que alcanza, el espacio vital que requiere y los problemas mecánicos de rigidez y sustentación que aumentan rápidamente conforme aumentan sus dimensiones, suele construirse especialmente para 15

metros y casi siempre son dos, o a lo sumo tres, elementos. Obviamente se simplifica mucho su construcción para la banda de 10 metros. En todo caso pensemos que sus resultados, cuando se dispone del lugar adecuado, compensan largamente el tiempo y esfuerzo requeridos.

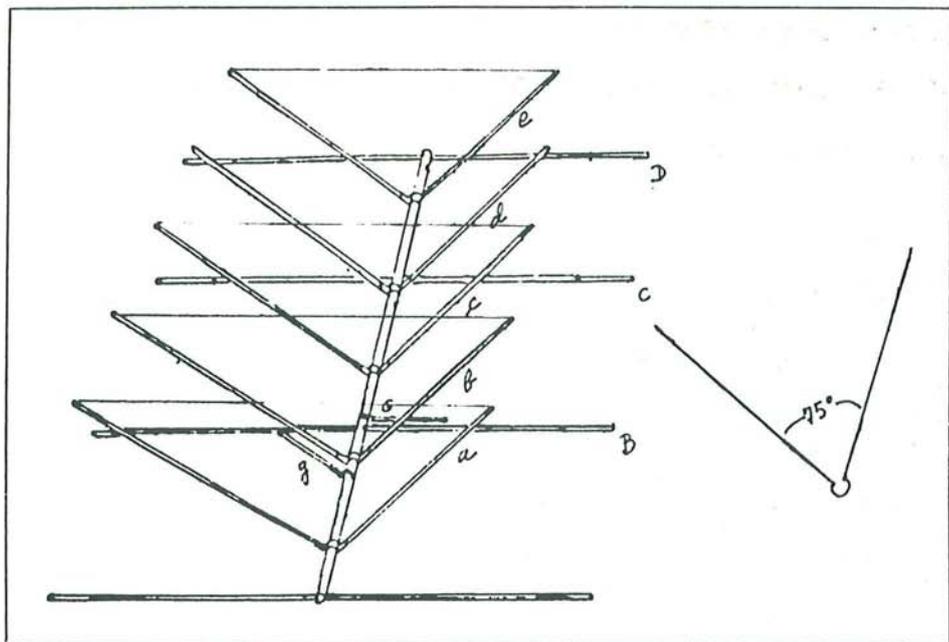
Su construcción es en tubo de aluminio, recomendándose hacer cada elemento de cuatro o cinco secciones telescópicas. La parte superior o base del triángulo isósceles que forma es de alambre, también de aluminio y generosa sección.

La pieza clave está sin duda constituida por el vértice inferior de cada elemento, especie de vértebra en una abrazadera de fundición de aluminio que, aquí en Chile, fue diseñada y realizada por el binomio CE3ALR + CE3NG. La fotografía ilustra sobre su forma y características. Nótese que la forma final que toman los lados de estos triángulos es algo curva, debido a la tensión del alambre superior. Convengamos que el aspecto final de la antena recuerda bastante la osamenta del prehistórico "diplodocus".

Los colegas mencionados recomiendan ampliamente la versión "popular" de tres elementos para 15 metros. Al mismo tiempo indican que las dimensiones exactas son fruto de la experimentación y ajustes que se realicen en el lugar donde haya de ser instalada. Sugieren que este trabajo sea hecho con la antena armada y a nivel próximo al suelo, teniendo en cuenta que al ser izada a la torre subirá la característica de resonancia en no menos de 50 Kc y mejorarán en general sus cualidades de radiación.

Con absoluta certeza, y así me lo hacen constar, los citados colegas chilenos, que tienen amplia experiencia en su construcción y ajuste, ofrecen ampliar cualquier información que sea requerida.

Termino agradeciendo al amigo Ricardo (EA4PW), por su cooperación en ordenar estos esquemas y fotografías, que he ido enviando en forma un tanto esporádica, y por canalizarlo de manera adecuada al Boletín.



**COMBINACION "DELTA-LOOP", PARA 21 MHZ, Y "YAGUI", PARA 14 MHZ, DE CE3NG**

Las medidas son las siguientes:

**a** Reflector 21 MHz: 5,4 m (cada lado del ángulo); base 4,34 m. **b** Radiante 21 MHz: 5,2 m (cada lado del ángulo); base 4,02 m. **c** Primer director 21 MHz: 4,95 m (cada lado del ángulo); base 3,80 m. **d** Segundo director 21 MHz: 4,9 m (cada lado del ángulo); base 3,45 m. **e** Tercer director 21 MHz: 4,75 m (cada lado del ángulo); base 3,25 m.

**Angulos:** 75°.

**Distancias:** ab = bc = cd = de = 2,75 m (g, "gamma-match" 21 MHz).

**A** Reflector 14 MHz: 10,55 m. **B** Radiante 14 MHz: 9,95 m. **C** Primer director 14 MHz: 9,52 m. **D** Segundo director 14 MHz: 9,43 m.

**Distancias:** AB = BC = CD = 4 m ("boom" 12 m; G, "gamma-match" 14 MHz).

**NOTA.**— Las últimas experiencias realizadas con esta "Delta-Loop" (abril 1979), en QSO's CE3 - EA4, trabajándola con una potencia neta de aproximadamente 12 Wats (TS-120), se obtuvieron resultados comparables a los de una tribanda seis elementos, con 80 Wats, en parecidas condiciones de altura y situación. ■

73 dx  
Santiago de Chile, mayo 1979

# Consideraciones sobre una antena «circular cilíndrica»

Por, RAUL MEJIA, M., HK 4 TA

La concepción y teoría sobre una antena «circular cilíndrica» no es nueva. El autor ha obtenido informaciones de algunos experimentos realizados, pero parece que por dificultades más de orden mecánico que de facilidades de instalación y de trabajo no se ha obtenido un progreso satisfactorio.

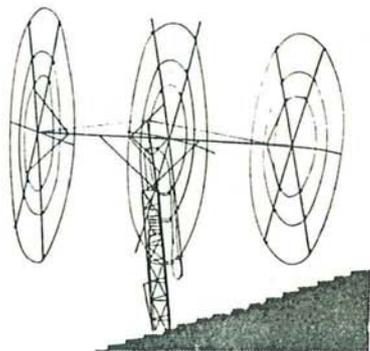
Diversas consideraciones me obligaron a la construcción de la «circular cilíndrica». Investigación y experimentación. Lograr una construcción más sólida y más resistente a los vientos y a la intemperie. Una mejor distribución de las ondas y aprovechamiento de cualquier señal sin importar la polarización. Por lo anterior, disminución considerable del fading rápido.

Los resultados obtenidos han llenado plenamente los objetivos, y la antena, ya en servicio, ha sido un verdadero éxito tanto para la transmisión por los reportes de señal y los DX's obtenidos, y en la recepción por la forma cómoda y fuerte como se escuchan las señales. Varios colegas locales me han informado no escuchar o escuchar en muy mala forma estaciones con las cuales he comunicado en perfectas condiciones, a pesar de disponer ellos de antenas y de receptores muy buenos. Los reportes que recibo de mi señal usando un SB400 son iguales o mejores a los de otros equipos con mayor potencia y antenas de muy buena calidad.

## CONSTRUCCION.

Inicialmente se calculó el largo de los elementos tanto para radiadores como para directores y reflectores por las fórmulas clásicas y con base en el largo se calcularon los círculos. Estos

fueron trazados en el piso y sirvieron para acoplar la curvatura. El boom o soporte horizontal es de tubería galvanizada de 2". Para el soporte de los elementos se usó una unión de 2", a la cual se soldaron seis radiales de tu-



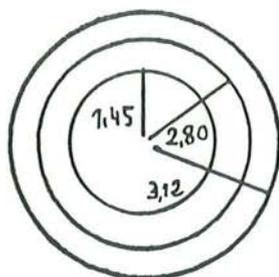
bería de 1" y se terminó cada radial con madera también de 2". En las maderas se colocaron los aisladores para soportar los círculos de aluminio. Cada elemento se ensambló totalmente en la terraza y luego, completo, se llevó hasta el boom con ayuda de un andamio metálico. Una vez terminada la instalación, se trató de ajustar las ondas estacionarias (S.W.R.), lo cual fue imposible. Se comprobó la resonancia con un greed deep y un receptor calibrado, y el resultado fue desastroso. Todos los elementos estaban a frecuencias mucho más bajas de las deseadas. Fue necesario bajar los elementos y presintonizarlos antes de colocarlos nuevamente. Al comprobar el primer elemento se encontró que al quitar toda influencia extraña—andamio, cuerpos, escaleras, etc.—, la frecuencia de resonancia establecida subía aproxima-

damente 200 KHz, por lo cual fue necesario corregir la presintonía. El resultado final, como ya se dijo, fue altamente satisfactorio. Las ondas estacionarias (S.W.R.) en las bandas de 14, 21 y 28 MHz quedaron entre 1-1:1 y 1-1:5.

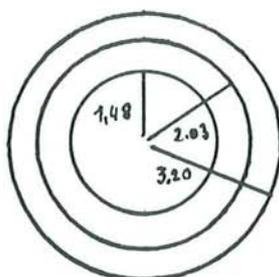
El autor no dispone de conocimien-

tos técnicos ni de elementos de medición adecuados para dar unos resultados finales exactos, pero sí es indiscutible que el resultado obtenido con esta antena «circular cilíndrica» y la experiencia con las cúbicas me han demostrado la superioridad de la «cilíndrica» sobre las cúbicas.

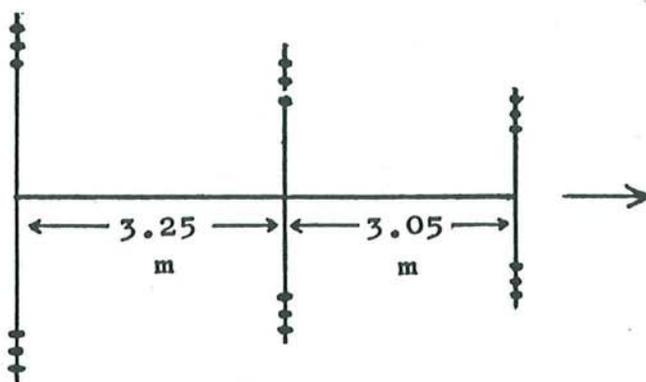
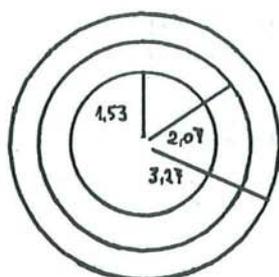
**DIRECTORES**



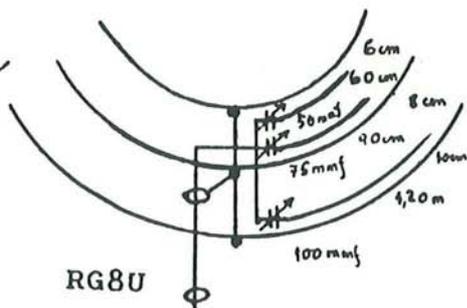
**RADIADORES**



**REFLECTORES**



**Reflectores Radiadores Directores**



*Tamaño de los elementos en relación a la frecuencia y al radio del círculo*

| REFLECTORES          | RADIADORES           | DIRECTORES           |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| 13.584<br>R = 3,27 m | 14.150<br>R = 3,20 m | 14.864<br>R = 3,12 m |
| 20.450<br>R = 2,07 m | 21.300<br>R = 2,03 m | 22.365<br>R = 2,00 m |
| 27.360<br>R = 1,53 m | 28.500<br>R = 1,48 m | 29.925<br>R = 1,45 m |

**Gamma Match:**

Para 14.150 cond. var. 100  $\mu$ F. Barra 1,20 m.  
 Para 21.300 cond. var. 75  $\mu$ F. Barra 0,50 m.  
 Para 28.500 con. var. 50  $\mu$ F. Barra 0,60 m.

**Distancia entre elementos:**

De radiadores a reflectores, 3,25 m.  
 De radiadores a directores, 3,05 m.

**Nota:**

La distancia óptima es para 14.150. Sin embargo, responde bien a las demás bandas.

Las medidas son aproximadas. Los elementos deben presintonizarse antes de colocarlos según se indicó antes. El material es tubo de aluminio de 1/2" de diámetro La línea de transmisión, cable RG8-U.

Fórmula para calcular el largo de los elementos en metros:  $\frac{282}{F}$  = metros.

| FREC. MHZ | RADIADORES | DIRECT. — 6 % | REFLECT. + 5 % |
|-----------|------------|---------------|----------------|
| 14.150    | 19,90      | 18,70         | 20,89          |
| 21.300    | 13,20      | 12,40         | 13,86          |
| 28.500    | 9,89       | 9,29          | 10,38          |

**Nota:**

Debe comprobarse la resonancia con Greep Deep antes de subir los elementos.

**NOTA DE LA REDACCIÓN:**

No se pudo reproducir la QSL por estar muy oscura; se reprodujo simplemente la antena.

## FRACCIONES DE PULGADA CON EQUIVALENTES METRICOS

| <i>Fracciones de pulgada</i> | <i>Decimales de pulgada</i> | <i>Milímetros</i> | <i>Fracciones de pulgada</i> | <i>Decimales de pulgada</i> | <i>Milímetros</i> |
|------------------------------|-----------------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 1/64                         | 0,0156                      | 0,397             | 33/64                        | 0,5156                      | 13,097            |
| 1/32                         | 0,0313                      | 0,794             | 17/32                        | 0,5313                      | 13,494            |
| 3/64                         | 0,0469                      | 1,191             | 35/64                        | 0,5469                      | 13,891            |
| 1/16                         | 0,0625                      | 1,588             | 9/16                         | 0,5625                      | 14,288            |
| 5/64                         | 0,0781                      | 1,984             | 37/64                        | 0,5781                      | 14,684            |
| 3/32                         | 0,0938                      | 2,381             | 19/32                        | 0,5938                      | 15,081            |
| 7/64                         | 0,1094                      | 2,778             | 39/64                        | 0,6094                      | 15,478            |
| 1/8                          | 0,1250                      | 3,175             | 5/8                          | 0,6250                      | 15,875            |
| 9/64                         | 0,1406                      | 3,572             | 41/64                        | 0,6406                      | 16,272            |
| 5/32                         | 0,1563                      | 3,969             | 21/32                        | 0,6563                      | 16,669            |
| 11/64                        | 0,1719                      | 4,366             | 43/64                        | 0,6719                      | 17,066            |
| 3/16                         | 0,1875                      | 4,763             | 11/16                        | 0,6875                      | 17,463            |
| 13/64                        | 0,2031                      | 5,159             | 45/64                        | 0,7031                      | 17,859            |
| 7/32                         | 0,2188                      | 5,556             | 23/32                        | 0,7188                      | 18,256            |
| 15/64                        | 0,2344                      | 5,953             | 47/64                        | 0,7344                      | 18,653            |
| 1/4                          | 0,2500                      | 6,350             | 3/4                          | 0,7500                      | 19,050            |
| 17/64                        | 0,2656                      | 6,747             | 49/64                        | 0,7656                      | 19,447            |
| 9/32                         | 0,2813                      | 7,144             | 25/32                        | 0,7813                      | 19,844            |
| 19/64                        | 0,2969                      | 7,541             | 51/64                        | 0,7969                      | 20,241            |
| 5/16                         | 0,3125                      | 7,938             | 13/16                        | 0,8125                      | 20,638            |
| 21/64                        | 0,3281                      | 8,334             | 53/64                        | 0,8281                      | 21,034            |
| 11/32                        | 0,3438                      | 8,731             | 27/32                        | 0,8438                      | 21,431            |
| 23/64                        | 0,3594                      | 9,128             | 55/64                        | 0,8594                      | 21,828            |
| 3/8                          | 0,3750                      | 9,525             | 7/8                          | 0,8750                      | 22,225            |
| 25/64                        | 0,3906                      | 9,922             | 57/64                        | 0,8906                      | 22,622            |
| 13/32                        | 0,4063                      | 10,319            | 29/32                        | 0,9063                      | 23,019            |
| 27/64                        | 0,4219                      | 10,716            | 59/64                        | 0,9219                      | 23,416            |
| 7/16                         | 0,4375                      | 11,113            | 15/16                        | 0,9375                      | 23,813            |
| 29/64                        | 0,4531                      | 11,509            | 61/64                        | 0,9531                      | 24,209            |
| 15/32                        | 0,4688                      | 11,906            | 31/32                        | 0,9688                      | 24,606            |
| 31/64                        | 0,4844                      | 12,303            | 63/64                        | 0,9844                      | 25,003            |
| 1/2                          | 0,5000                      | 12,700            | —                            | 1,0000                      | 25,400            |

UNION DE  
RADIOAFICIONADOS  
ESPAÑOLES