



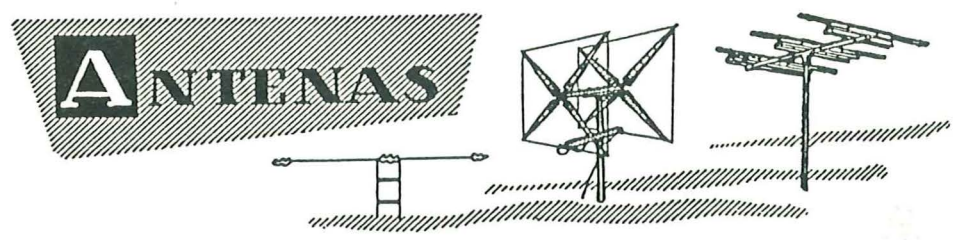
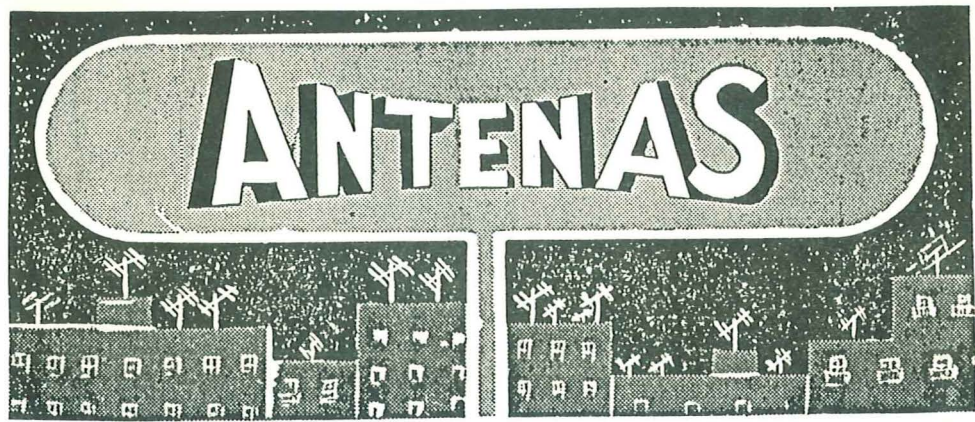
SELECCION TEMATICA DE TODO LO  
PUBLICADO EN LA REVISTA URE.

2ª PARTE

5

# ANTENAS DIRECCIONALES DE HF

Madrid, 1984



**A N T E N N A S**

5





UNION DE  
RADIOAFICIONADOS  
ESPAÑOLES

Maiquez, 48 1º  
Madrid - 9

Depósito Legal: M-4394-1984 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

## IIª PARTE.

Pag.	3	INDICE.
	7	SISTEMAS DE ANTENAS DIRECCIONALES.
	8	- Conjuntos bidireccionales para aficionados.
	12	- Alimentación de estos arreglos.
	13	- La antena 8JK.
	14	- Conexión de líneas aperiódicas.
	15	LA ANTENA 8JK.
	18	LA ANTENA W 8 JK.
	23	LA ANTENA DE "TECHO PLANO" u "8JK".
	24	- Examen de la antena de "Techo Plano".
	25	- Rotación de la antena 8JK.
	27	- Impedancia de la antena 8JK.
	29	- Alimentación de la antena de "Techo Plano".
	29	- Empleo de una línea de transmisión resonante.
	31	- Utilización de una línea de transmisión aperiódica.
	31	- Resultados.

- Pag. 33 UNA ANTENA DIRECCIONAL 8JK PARA 40 Y 80 METROS.
- 40 ANTENAS PLEGADAS SIMPLES Y EN CONTRAFASE.  
40 - Doblete plegada o "Folded Dipole".  
41 - Plegado triple o "Folded Tripole".  
41 - Doble dipolo plegado en contrafase o "Trombon".  
41 - Dipolos y plegados. Elementos parásitos 0,1 a 0,15 espaciados.
- 45 LA ANTENA G3PTN.
- 47 COMO AJUSTAR LA G4ZU.
- 51 LA G4ZU SIMPLIFICADA.
- 57 HISTORIA DE LA "MINIBEAM" DE TRES ELEMENTOS.
- 67 LA ANTENA "BEAM" DE ANDREA, 10SJX PARA LOS 14 MHZ.
- 74 ANTENA "PALO DE ESCOBA" DIRECCIONAL PARA 10, 15 Y 20 METROS.  
75 - Montaje de la antena.  
76 - Los elementos.  
76 - Trampas de onda.  
79 - Ajuste de los elementos.  
81 - Montaje de la construcción portadora.  
81 - Arcos fijadores para mastil y fijación de elementos.  
82 - Montaje de los elementos sobre la construcción portadora.  
82 - Elementos, adaptadores y bridas de fijación.  
83 - Conexiones de las cajas de fase y sustentadoras de adaptadores.  
84 - Ajuste de la antena.  
87 - Experiencias operativas.  
88 - Observaciones finales.
- 90 ANTENA DE DOS ELEMENTOS CON ESPACIADO DE CUARTO DE ONDA.

- Pag. 93 ANTENA BI-DIRECCIONAL, CONCEPTO DK6DX - EA1ND, PARA 10, 15 Y 20 M. ALIMENTADA POR UN SOLO CABLE DE 60 A 75 OHMIOS.
- 94 CONJUNTOS DIRECCIONALES FIJOS EXCITADOS.  
98 - Antenas colineales.  
99 - Antenas en "H".
- 101 ANTENAS DIRECCIONALES PARA AFICIONADOS  
101 - Irradiación de una antena simple.  
101 - Antenas de conductor largo.  
102 - Antenas en "V".  
103 - Antena rómbica.
- 105 LA ANTENA LAZY H EXPANDIDA.
- 108 ANTENAS DIRECCIONALES FIJAS.  
110 - Antenas de conductor largo.  
115 - Antena en "V".  
116 - Antena rómbica.
- 121 ANTENAS FIJAS Y DIAGRAMAS ROTATIVAS.
- 123 LA TROMBONE PARA 20 METROS.
- 126 TROMBON FIJA DE BANDA ANCHA.
- 128 ANTENA 4HI.
- 129 LA ORIENTACION DE LAS ANTENAS Y LOS MICRO  
ORDENADORES.
- 132 CALCULO DEL RUMBO DE LA ANTENA.
- 136 CALCULO DE DISTANCIA Y RUMBO DE ANTENA.
- 138 RUMBO DE ANTENA, DISTANCIA Y... FRECUENCIA LIBRE.



# SISTEMAS DE ANTENAS DIRECCIONALES

Por J. N. HAWKINS, W6AAR

Traducido por  
L. M. MORENO QUINTANA (H)  
LU8BF

Sabemos que la irradiación máxima de una antena de  $\frac{1}{2}$  longitud de onda ocurre en un plano perpendicular al eje de la misma.

El campo electromagnético que se crea se extiende e induce energía sobre cualquier objeto colocado dentro de ese campo. Cada objeto así colocado absorberá alguna energía, pero si dicho objeto que causa interferencia con la onda irradiada consiste en una antena semejante a la antena irradiante, sintonizada a una frecuencia ligeramente más baja que la antena irradiante y está situada a un cuarto de longitud de onda de distancia de la antena emisora y paralela, la figura del campo emitido por dicho conjunto sufrirá cambios importantes.

Sabemos que las ondas electromagnéticas corren en el espacio con la velocidad de las ondas luminosas; por consiguiente, la onda irradiada llega a la antena interferente un cuarto de ciclo después de que es emitida por el irradiante (antena emisora), puesto que está a un cuarto de longitud de onda de distancia. Según la ley de Lenz, es inducida una corriente en la antena interferente que resta un medio

ciclo al flujo electromagnético que la produce. Luego la corriente en la antena interferente está separada de la corriente del irradiante por tres cuartos de ciclo, o sean 270 grados eléctricos. La corriente que fluye de la antena interferente causa una irradiación hacia la antena irradiante y esta irradiación que llega a la antena irradiante lo hace después de otro cuarto de ciclo, o sean 90 grados, de manera que la onda de la antena interferente llega al irradiante justamente 360 grados después que ha sido engendrada por la antena irradiante. La onda de la antena interferente llega a la antena irradiante justamente cuando la onda siguiente parte del irradiante. Las dos ondas están en fase, por lo cual se forma una onda dos veces más poderosa que la original en una dirección contraria a la de la antena que interfiere, que, en otras palabras, refleja. Por eso la antena interferente, en este caso, recibe el nombre de reflector.

Es de notar que también, hacia atrás de la antena reflectora, una onda gana 90 grados, mientras que la otra pierde 90 grados, por lo que ambas ondas están a 180 grados fuera de fase en esa dirección y, por

consecuencia, se cancelan mutuamente. El resultado es que la irradiación en dirección del reflector queda cancelada (ver figura 8).

De todo lo expuesto se deduce que una antena de esta clase, sintonizada a una frecuencia ligeramente más baja que el irradiante (un 5 por 100 mayor de longitud) y espaciada un cuarto de onda del irradiante, actúa como reflector y hace que la irradiación máxima esté en línea con las dos antenas.

Si la antena interferente es ligeramente más corta que el irradiante, o sea sintonizada a una frecuencia un poco más alta, el resultado es exactamente opuesto al descrito y actúa como director, estando el máximo de irradiación en la dirección de la antena interferente.

LA FORMA DE ACTUACIÓN DE LA ANTENA INTERFERENTE, COMO DIRECTOR O COMO REFLECTOR, DEPENDE DE LA FASE DE LA IRRADIACIÓN INTERFERENTE RELATIVA A LA FASE DE LA ONDA ORIGINAL

Cuando la antena interferente ofrece una reactancia inductiva a la tensión inducida en ella por la onda primaria (antena un poco mayor que  $\frac{1}{2}$  longitud de onda), la fase de la onda secundaria o interferente hace que la antena interferente actúe como reflector. Cuando la reactancia es capacitativa para la tensión inducida (antena un poco menor que  $\frac{1}{2}$  longitud de onda), la antena interferente actúa como director.

De lo expuesto se deduce que el largo, o longitud de un elemento de antena, puede hacer comportar a ésta como director (si su reactancia es capacitativa) o como reflector (si su reactancia es inductiva). Damos, bajo forma general, que el director deberá ser un 4 por 100 de longitud menor y el reflector un 5 por 100 de longitud mayor que el irradiante. que deberá

ser de  $\frac{1}{2}$  longitud de onda para la banda a trabajar.

De lo mencionado se observa que la llamada sintonía de los elementos se reduce a su ajuste en longitud con respecto al elemento irradiante de  $\frac{1}{2}$  longitud de onda.

A estos principios generales responden las llamadas *antenas direccionales con ele-*

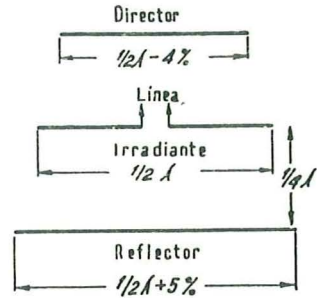


FIG. 8

*mentos parásitos* (llamados así porque no son irradiantes), que son capaces de concentrar energía en una dirección determinada sin irradiación posterior.

CONJUNTOS BIDIRECCIONALES PARA AFICIONADOS

A pesar de que las antenas direccionales han ganado la popularidad en radio, hay otros sistemas no complejos, fáciles de construir, que han estado en boga en las estaciones de aficionados. Dichos sistemas presentan la característica de ser bidireccionales, o sea, de emitir en dos direcciones, cosa que con las antenas de elementos parásitos no sucede. Esta característica puede representar, en algunos casos, una ventaja o un inconveniente.

Si dos antenas de  $\frac{1}{2}$  longitud de onda están separadas otra  $\frac{1}{2}$  onda, la corriente que fluye es la excitada en forma pará-

sita, que interfiere con la onda principal, estando a 360 grados, o sea a 1 longitud de onda de la del irradiante, y entonces es cuando se dice que están *en fase*. Cuando ocurre esto, las dos ondas de las dos an-

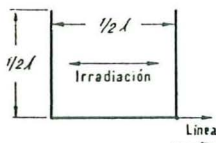


FIG. 9

tenas se reúnen en cierto punto a la mitad de la distancia entre las dos, o sea a un cuarto de longitud de onda y quedan a 180 grados fuera de fase, es decir, que se cancelan. Sucede que resulta un mínimo de irradiación en la dirección de las antenas, pero la radiación lateral es máxima, según el sentido de la doble flecha (ver figura 9). Este sistema es el más simple empleando antenas de  $\frac{1}{2}$  longitud de onda en un arreglo de irradiación lateral.

Puede alimentarse la antena interferente por una línea de transmisión, en lugar de serlo parásitamente por la otra antena, como en el caso precedente. El resultado será el mismo siempre que ambas antenas estén excitadas en fase (ver figs. 11 y 12).

Observamos que en todos los arreglos descritos bidireccionales, todos los elementos empleados *reciben corriente de radiofrecuencia*, o sea se portan como elementos irradiantes. Esta es una diferencia con los elementos parásitos de una direccional (figura 8), que son parásitos realmente, porque no se hallan conectados a líneas de transmisión.

Puede excitarse una segunda antena (en un arreglo semejante a los descritos precedentemente) por alimentación a unos 90 ó 270 grados fuera de fase. El resultado será que el conjunto irradiará en dirección a los extremos (ver fig. 11).

Hay una diferencia entre arreglo con el de las figuras 11 y 12. Ambos dan los mismos resultados, pero en la figura 11 la línea resonante de  $\frac{1}{2}$  longitud de onda que acopla a los dos elementos irradiantes está transpuesta para el logro de la fase, mientras que en arreglo de la figura 12 es lateral.

En la figura 12, la línea de alimentación está conectada en el centro de la línea de fase, mientras que en la figura 11 se la dispone sobre uno de los dos extremos de la línea.

La presencia de los alimentadores resonantes constituye la diferencia y produce

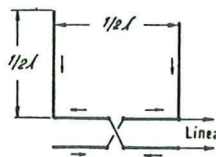


FIG. 11

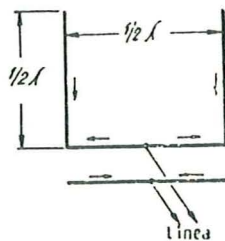


FIG. 12

el ajuste de fase necesario para que dichos arreglos trabajen.

Las flechas en las figuras indican la dirección en que las corrientes fluyen en un instante dado.

Otra combinación o arreglo es el llamado «H múltiple» que adorna las páginas de toda edición del «Handbook». Es un arreglo que nace de los estudios prece-

dentemente. En dicho arreglo se hallan combinaciones de las figuras 11 y 12, aunque con mejor resultado en lo referente a ganancia (ver fig. 16).

Los arreglos de las figuras 11 y 12 proporcionan los mismos resultados; en realidad la diferencia reside en el hecho que el arreglo de la figura 11 está alimentado en un punto de alta tensión, mientras que la alimentación de la figura 12 lo es en un punto de corriente.

Un sencillo sistema de conectores podría emplearse para cambiar el sistema de radiación hacia los extremos (de la fig. 10) por el sistema de radiación hacia la parte lateral (de la figura 12). Un poco de ingenio en el aficionado y se podrá contar con un arreglo que mediante unos conec-

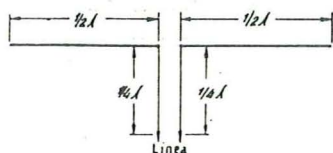


FIG. 13

tores permita irradiación lateral o hacia los extremos del sistema.

Todos estos arreglos se alimentan con líneas resonantes, pero podrán ser empleadas líneas aperiódicas, utilizando sistemas de acoplo con líneas de cuarto de onda,

por ejemplo, ajustables con barra de cortocircuito.

Un sencillo sistema de irradiación lateral lo constituye el arreglo de la figura 13. Este arreglo emplea dos medias longitudes de onda en fase. El sistema trabaja en la

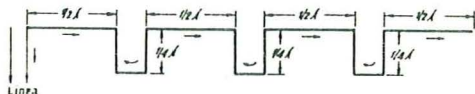


FIG. 14

segunda armónica. Así se le da a cada brazo del arreglo una longitud de unos 20 metros; la fundamental de la antena será una frecuencia de 80 metros, como si se tratase de una antena simple de  $\frac{1}{2}$  longitud de onda. En 40 metros, las dos medias ondas en fase dan una directividad lateral mucho mayor que en 80. El empleo de otro par de medias ondas en fase puede emplearse para aumentar aún más la directividad, tal como indican las figuras 14 y 15. Sin embargo, es preferible el arreglo de la figura 15 en lugar del de la figura 14, porque en este último la alimentación se hace en un punto de alta tensión en el extremo, ocasionando retardos a través de las resistencias de las medias ondas en fase.

El arreglo de la figura 15, en cambio, se halla alimentado en un punto de alta corriente en el centro de la combinación.

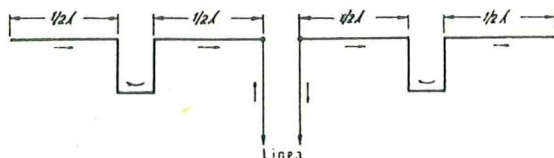


FIG. 15

La «H múltiple» de la figura 16 es un arreglo aún más preferible. Proporciona dos veces más de directividad vertical que los arreglos de las figuras 14 y 15, aunque la directividad horizontal es menor.

En la práctica, el empleo de la «H múltiple» ha sido muy superior a los arreglos precedentes. Además requiere sólo la mi-

todos los grupos deben estar a la misma fase.

En frecuencias del orden de 144 Mc/s., o más aún, el empleo de varios grupos es factible al aficionado por la corta longitud de cada elemento irradiante.

El autor del presente artículo (1) ha trabajado mucho tiempo un sistema unidirec-

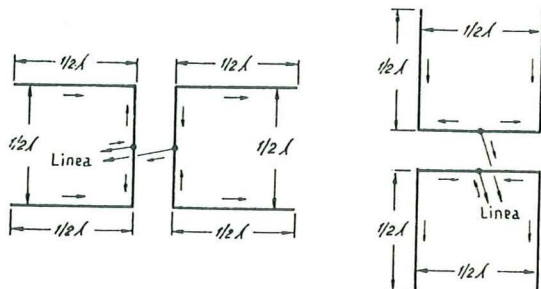


FIG. 16

tad de distancia entre los soportes, aunque la altura del sistema debe estar por lo menos a 1 longitud de altura del suelo al centro del sistema de la «H».

Estaciones comerciales y muchas de aficionados emplean los arreglos de la figura 16, agregando grupos adicionales de «H», alimentando cada grupo por líneas de alimentación separadas de manera que cada grupo posea la misma corriente.

La dificultad estriba en lograr siempre el equilibrio de fase necesario, dado que

cional representado en la figura 17. El mismo es una combinación de una antena de  $\frac{1}{2}$  longitud de onda (elemento irradiante) y otra antena interferente que actúa

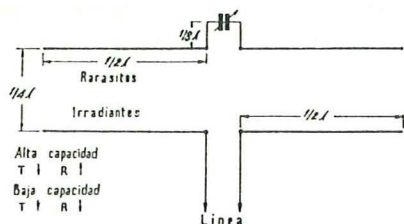


FIG. 17

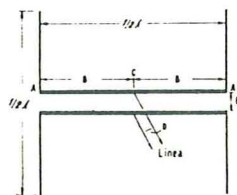


FIG. 18

como director o como reflector, ya sea acortando o alargando eléctricamente la longitud de la antena interferente.

(1) J. N. A. Hawkins, W6AAR.

La antena irradiante se compone de dos medias ondas en fase, pudiendo ser horizontales o verticales. A un cuarto de onda de distancia en el mismo plano se coloca la antena interferente con un apéndice que forman dos ramas de un octavo de onda. El condensador de ajuste C efectúa el deseado retardo de 180 grados de direccionalidad del conjunto. Un pequeño cambio en el mismo hará actuar al elemento extra de director o de reflector, invirtiéndose la dirección de la irradiación.

Se sintonizará la antena de manera común, efectuando las pruebas de las posiciones del condensador C con una estación situada a unos 1000 kilómetros de distancia para evitar informes afectados por la

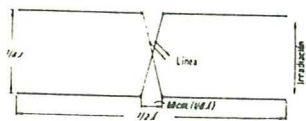


FIG. 19

onda de tierra. Un relé con un condensador fijo (una vez determinadas las capacidades necesarias) puede servir para el corte rápido del sistema. Este arreglo es ideal para el uso de 3,5 ó 7 Mc/s., donde se tiene el espacio necesario para el mismo. La ganancia obtenible puede ser de 3 a 5 db., ya sea utilizando el elemento interferente como director o como reflector. El condensador C, como está colocado en un punto de alta tensión, deberá tener una buena separación entre chapas.

#### ALIMENTACIÓN DE ESTOS ARREGLOS

Ya hemos manifestado que los arreglos bidireccionales deben ser alimentados con líneas resonantes ajustadas para conectar

una línea de alimentación no resonante a una antena resonante. Excepto los casos de antenas direccionales con elementos parásitos (que se tratan más adelante) y los casos de antenas aperiódicas, como la «V» de un longitud de 15 largos de onda por rama, o la de conductor de tipo largo, y la «rómica» que toman formas aperiódicas, serán necesarias estas líneas resonantes.

Sabemos que las líneas no resonantes poseen un valor entre 50 a 600 ohms aproximadamente. Ergo, una sección de un cuarto de longitud de onda será necesaria cuando se trate de alimentar en un punto de alta tensión para lograr que la línea de transmisión no resonante pueda conectarse a una carga de alta corriente (baja impedancia).

Si la combinación se alimentara en un punto de alta corriente, habrá que emplear una sección ajustada de  $\frac{1}{2}$  onda. Una sección de línea de cuarto de onda ajustada, significa un cuarto de onda en cada rama (1). Por consiguiente, la longitud total vendrá a hacer las veces de  $\frac{1}{2}$  onda total. En ciertos casos podrá ser factible la conexión directa de una línea de baja impedancia a la antena en un punto de baja impedancia. En la práctica es preferible aislar la línea de transmisión para que las resonancias en la línea no tengan efecto en el arreglo.

Para el ajuste de los arreglos bidireccionales habrá que desconectar la línea de transmisión. El mejor sistema será excitar la antena mediante una antena de  $\frac{1}{2}$  longitud de onda próxima, alimentada por un equipo de potencia reducida. Se sintonizará cada elemento (alargando o acortando la longitud del mismo) separadamente, hasta obtener la máxima corriente, y luego se unirán los elementos. Si todas

(1) Valores correctos son 2,67 (28,3 Mc), 5,34 (14,15 Mc), 10,68 (7,3 Mc) y 21,36 (3,5 Mc) en metros.

las secciones de irradiación poseen la debida longitud no habrá dificultades posteriores.

Para el ajuste de antenas con elementos parásitos, conviene sintonizar primero el irradiante permaneciendo los otros elementos parásitos desintonizados, procediendo, luego del ajuste del irradiante, al ajuste de los elementos parásitos. La separación entre elementos ocasionará variaciones en el largo de los elementos parásitos; por este motivo, en la parte dedicada exclusivamente a dichas antenas, damos instrucciones sobre el tema interesante del espaciado. Si bien las primeras antenas direccionales con elementos parásitos

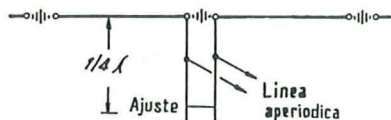


FIG. 20

fueron empleadas con un cuarto de longitud de onda de espaciado, hoy en día se emplean espaciados que varían de 0,1 a 0,25 de longitud de onda. Ya lo veremos más adelante.

Un ejemplo práctico de la antena «H» —arreglo descrito en la figura 16— puede verse en la figura 18. Las dimensiones de  $1/2$  longitud de onda para los elementos de ambas partes y la separación entre los mismos se hará para una frecuencia fundamental. La parte equilibradora, de cuyo centro parte la línea de alimentación, está realizada con tubos de aluminio de 1.2 cm. de diámetro, espaciados (E) unos 5 cm. Esta antena trabaja perfectamente en dos bandas, pero como todos los arreglos direccionales —bidireccionales— requiere el empleo de líneas sintonizadas. Trabajando en frecuencia fundamental, por ejemplo, la longitud de los elementos es de  $1/2$  longitud de onda; por consiguiente, hay co-

riente en los puntos A. Cada mitad de la sección media actúa como un transformador Q de una impedancia de 300 ohms. Considerando únicamente una mitad de la sección media, encontramos que refleja en el punto de alimentación una impedancia de unos 1450 ohms. La relación es:

$$\frac{60}{300} : \frac{300}{x} \quad X : 1450 \text{ ohms.}$$

La otra mitad actúa de manera similar, de manera que la impedancia en el punto C consistirá en dos impedancias en paralelo de 1450 ohms, o sea 750 ohms. Alimentando dicho arreglo (fig. 18) con una línea abierta de dicho valor no habrá ondas estacionarias. Una línea de ese valor puede conseguirse empleando alambre número 16, espaciando los alimentadores a unos 15 cm. Los puntos B tendrán  $1/4$  de longitud de onda de largo.

#### LA ANTENA 8JK.

De todos los arreglos bidireccionales más populares, la 8JK es el más empleado por los aficionados. La figura 19 representa dicho arreglo, que consiste en dos  $1/2$  ondas combinadas, a 180 grados de fase. La alimentación se aplica en la parte media de la transposición central, construida para lograr la fase necesaria para que el arreglo marche en forma correcta. Este tipo de antena permite trabajar dos bandas—como los arreglos bidireccionales—: una, la frecuencia de la fundamental a cuya  $1/2$  longitud de onda ha sido cortada la antena, y su segunda, armónica superior, como onda completa. En cualquier caso, la ganancia es de unos  $4/5$  db. Como cualquier arreglo bidireccional requiere alimentadores sintonizados para su alimentación.

Un caso práctico para trabajo en 14 y 28 Mc/s., que dará el rendimiento similar de una direccional de 2 y 4 elementos,

respectivamente, podrá construirse dando a cada elemento una longitud de 4,92 cm. Una separación entre las 1/2 ondas de 0,60 m., y las mismas estarán espaciadas

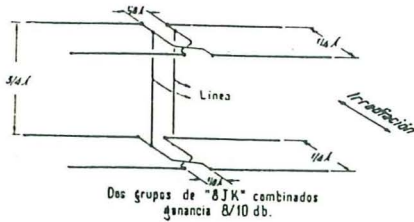


FIG. 21

1,72 m. Estos valores son de compromiso, especialmente en caso de 28 Mc/s., ya que dichas medidas representan un 1/6 en 28 Mc/s. (28,600 kc.) y 1/12 en 14 Mc/s. (14,300 kc.), y la máxima ganancia obtenible con dos medias ondas combinadas 180 grados fuera de fase, lo es con 1/80 de longitud de onda.

Para la línea se podrá emplear un tipo abierto de 7,5 cm. de espaciado entre alimentadores, utilizando cable desnudo de 2 mm. de sección. Un circuito en paralelo que resuene de 14 a 28 Mc. hará el resto. Si se utilizan valores de longitud de los alimentadores de 4,04, 15,09, 24,87 ó 34,23 m. no será menester pasar de serie

a paralelo, o viceversa, al cambiar de banda.

La ganancia obtenible de un arreglo 8JK puede duplicarse—o sean 10 db.—, colocando otras dos 1/2 ondas combinadas a 3/4 de onda de separación con las mismas medidas y alimentado con la misma línea de alimentación conforme indica la figura 21. Este sistema es fácilmente llevado a práctica en frecuencias de 50 ó 144 Mc/s. por la corta longitud de cada elemento excitado. Sólo será menester cuidar las alimentaciones—siempre en transposición por cada grupo de dos 1/2 ondas combinadas—de cada grupo. Grupos adicionales podrán utilizarse, llegando hasta cuatro para obtener cerca de 20 db. de ganancia.

#### CONEXIÓN DE LÍNEAS APERIÓDICAS.

Según vimos, los arreglos bidireccionales requieren líneas resonantes o sintonizadas por sus características. Si no desea usarse acopladores o sintonizadores—como la solución propuesta en el empleo del arreglo de la figura 19—siempre puede utilizarse, como ya expresamos, una línea equilibradora de 1/4 de longitud de onda, ajustable con barra de cortocircuito, que acople la línea aperiódica de transmisión al arreglo bidireccional, cualquiera que éste sea, «H» colineal, 8JK, etc.

Dicha conexión se ilustra en la figura 20.

## LA ANTENA 8JK.

Una antena de buena ganancia (unos 4/5 db. sobre una de media onda común) que puede operar en un par de bandas sin dificultad y bidireccional la constituye el llamado tipo «8JK», consistente en un par de conductores irradiantes de media longitud de onda transpuestos en su mitad y alimentados en fase.

La antena 8KJ, descrita en las figuras 4 y 5, puede operar perfectamente en 14 y en 28 Mc. sin dificultad.

Sólo es necesario cuidar la longitud de la línea de alimentación sintonizada, que podrá ser de 4,04, 15,09, 24,87 ó 34,23 metros de longitud. Estas longitudes han sido determinadas en la práctica, y ellas darán un resultado correcto con la casi ausencia de ondas estacionarias en la línea. Por supuesto, se puede apelar a la comprobación del estado de la misma mediante el económico sistema a lámparas gemelas» descriptas en otros artículos (2) que tan buenos

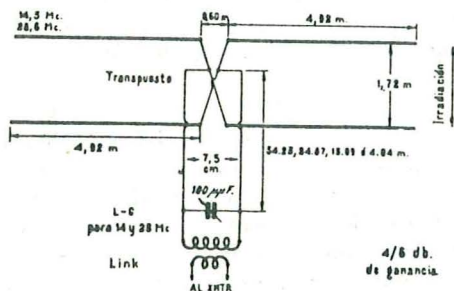


FIG. 4

resultados da, acortando o alargando la línea de acuerdo a las indicaciones proporcionadas por las dos lamparitas.

En materia de construcción se puede apelar a una góndola de madera sobre el tope de un mástil o de una torre con el empleo de aisladores sostenes (fig. 5) para los caños de aluminio especial en dos mitades

(2) MORENO QUINTANA, L. M.: *Radio Práctica* número 72, noviembre 10, 1950, pág. 46: «Ondas estacionarias».

decrecientes de diámetro. La separación de la línea es de 7,5 cm., entre alimentador y alimentador. Esto puede conseguirse por separadores de lucite o algún otro material. Para una frecuencia central de 14.3 megaciclos (y 28,6 Mc.) los caños llevarán en cada parte 4,92 m. y la separación de los mismos (cerca de 1/8 de onda) 1,72 m. La alimentación se hará en el centro del traspaso. Es necesario sintonizar los alimenta-

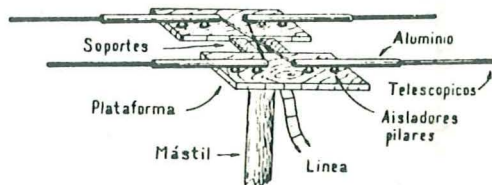


FIG. 5

dores mediante un circuito L-C que proporcione resonancia en 14 y 28 Mc. Un condensador variable de 100 mmfd., con una bobina de 7 vueltas hechas con alambre de 1 mm., espaciado el diámetro del alambre entre vuelta y vuelta, dará los resultados deseados. Se empleará una forma de 3 centímetros de diámetro de isolantite. La construcción de la góndola se hará con tirantes de 1 por 1 pulgada y reforzados los sitios centrales. Como la antena es bidireccional, o sea que emite en ambas direcciones, sólo será preciso rotarla 180° para cubrir el hemisferio.

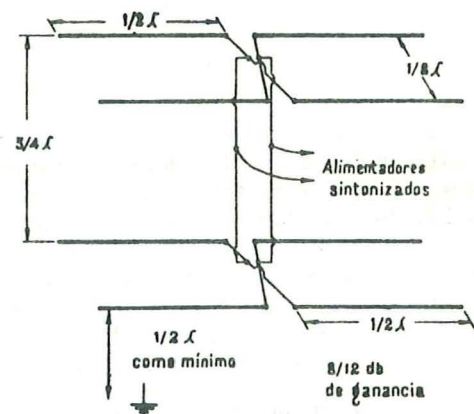


FIG. 6

En la figuras 6 y 7 aparece otra versión de la «8JK» contando con un par de elementos más; la ganancia así obtenible será de 8 a 10 db. sobre una antena de media onda. En la figura 7 se da una idea para su construcción.

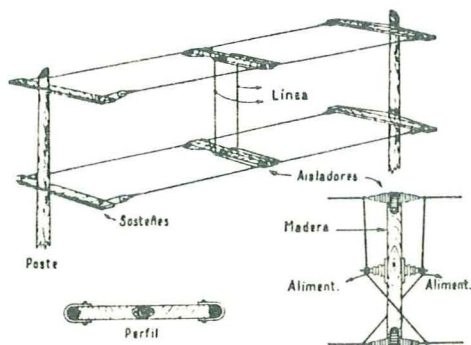


FIG. 7

#### LA ANTENA «A DIPOLO PLEGADO DOBLE» DIRECCIONAL.

Un artículo aparecido en una revista norteamericana (3) ha provocado numerosas controversias entre los aficionados y los subsiguientes comentarios.

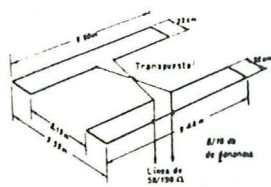


FIG. 8

Se trata de un desenvolvimiento de la «8JK» utilizando dipolos plegados espaciados a  $1/8$  de onda, traspasados, excitados a  $135^\circ$  fuera de fase; como quiera que un dipolo se utiliza como irradiante y otro como reflector, es lógico que la emisión sea unidireccional y que la alimentación sea hecha en el dipolo irradiante. La separación entre ambos dipolos (de  $1/8$  de onda)

(3) GRUBER HAROLD, J.: *Radio and Television News*.

puede aumentarse o disminuirse si se desea mayor relación frente-espalda o una ganancia máxima hacia adelante.

Las pruebas efectuadas por el autor del artículo el norteamericano W8MGP, asegura una ganancia de unos 8/10 db. (consecuencia lógica: dicha antena no aventaja a una direccional de 3 elementos como muchos aseguran) sobre una antena común de media onda.

Tiene la ventaja de no requerir ajuste crítico y determinado, como la direccional de espaciado corto, de tener alta eficiencia y de cargar sobre toda la banda, permitiendo QSY en la extensión de los 14 Mc. La antena mencionada se construye con tubos de aluminio de media pulgada, unido por medio de pedazos cortos de varilla de bronce, ajustados con tornillo y tuerca. Su construcción se hace sobre soportes de madera, no requiriéndose aisladores. Una góndola de ciertas proporciones, con refuerzos de tirantes de medidas adecuadas, en el centro, será el sostén del conjunto. Los tubos de aluminio pueden mantenerse en su lugar mediante el empleo de grampas, sujetas a los tirantes de soporte de madera. Las figuras 8, 9 y 10 revelan los detalles constructivos.

El autor W8MGP sostiene que los *réports* fueron muy sobresalientes, y que en numerosas pruebas los datos acusados fueron semejantes a los obtenidos con direccionales de 3 elementos. La ventaja de esta antena sobre la de elementos parásitos es la carencia de ajuste detallado, la construcción relativamente simple, el menor espacio ocupado y la similitud de ganancia con una direccional de 3 elementos.

La alimentación de esta antena se hace en el dipolo irradiante por medio de una línea coaxial de 50 a 150 ohms. El autor,

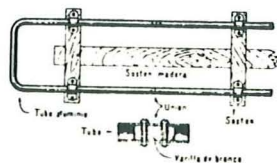


FIG. 9

W8MGP, utilizó con todo éxito cable tipo RG8U de 50 ohms y luego RG22U coaxial de 92 ohms., dando una relación muy baja de líneas estacionarias—que se podrían controlar con un sistema de lámparas gemelas, tal como lo recomendado con la «8JK». Las dimensiones físicas son de 9,90 metros para el dipolo reflector, 9,44 m. para el dipolo irradiante y 2,59 m. de espaciado entre ambos dipolos. La parte de la sección transpuesta se hace mediante un trozo de 7,1" de largo de línea amphenol de 300 ohms. Para calcular esta sección se empleó una fórmula:  $L = 123 V/F$ , donde V es el factor velocidad para la línea de transmisión usada (para amphenol de 300 ohms., 0,82; para 150 ohms., 0,77, y para 75 ohms., 0,69). El resultado es en pies y la frecuencia (F) en megaciclos.

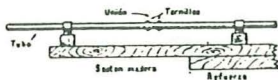


FIG. 10

Se puede tropezar con dificultades para doblar los caños de aluminio para las terminaciones de los dipolos plegados; pero siguiendo el consejo de W8MGP deben rellenarse de arena, prensando los extremos y utilizar un caño para curvar el tubo de duraluminio, de diámetro regular.

Nosotros pensamos en construir un tipo de antena similar para su utilización en 28 Mc., a fin de juntar información comparativa con la direccional a elementos parásitos que poseemos en dicha frecuencia. Una vez obtenida información práctica,

abriremos juicio sobre el particular y comunicaremos en otro trabajo los resultados obtenidos. Por ahora, nos abstenemos de dar juicios previos, y comunicamos el interesante artículo de W8MGP, que ofrece inquietantes deseos de construcción del nuevo tipo de antena.

#### CONCLUSIONES.

Se desprenden—luego de haber finalizado la lectura del presente trabajo—las siguientes conclusiones:

— La «8JK» es una antena rotativa especial para trabajar dos bandas sin inconvenientes. Aunque demanda un acoplador, el resultado es bueno (de 4 a 6 db. de ganancia para una sola sección), no requiere ajustes posteriores y su construcción no es complicada. Es bidireccional y basta rotarla 180° para cubrir el hemisferio. Su único inconveniente es la falta de rechazo de señales traseras. Sus ventajas compensan este defecto.

— La «doble dipolo plegado» parece ser una antena prometedora. Ateniéndose a la opinión de su autor, otorga tanta ganancia como la que puede dar una rotativa de 3 elementos. La relación frente-espalda es muy buena. Tiene la simplicidad de la «8JK» su facilidad de ajuste, carga en toda la banda y es unidireccional. Demanda menos espacio que una rotativa de 3 elementos y no requiere ajuste posterior. Evidentemente, sus ventajas son muchas y se impone su prueba.

# La antena W-8-JK

Por CN 8 MH

Traducido de Q. S. P.  
Por A. MANZANERA QUIÑONERO (EA 5 EJ)

Antes de emprender el estudio de la antena W-8-JK, cuyo funcionamiento, si bien es astuto no es por esto menos com-

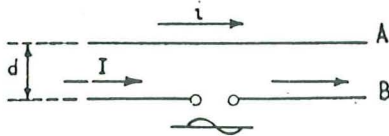


Fig. 1.—El elemento parásito B es recorrido por una corriente inducida  $i$  producida por el elemento radiante A.

plejo, nos excusamos por tener que remachar sobre algunos puntos teóricos

que es indispensable conocer bien y que deseamos dejar aclarados lo mejor posible.

Todos los aficionados conocen más o menos la acción de un elemento parásito colocado en las proximidades de una antena de emisión.

Consideremos dos elementos, A y B (fig. 1), de los cuales el primero, A, está alimentado por una tensión de R. F. Esta antena, recorrida por una corriente  $i$ , de la cual el sentido está indicado por la flecha, produce un campo electromagnético que crea en la antena B una f. e. m. inducida. El elemento parásito B, al ser recorrido por una corriente, actúa a su

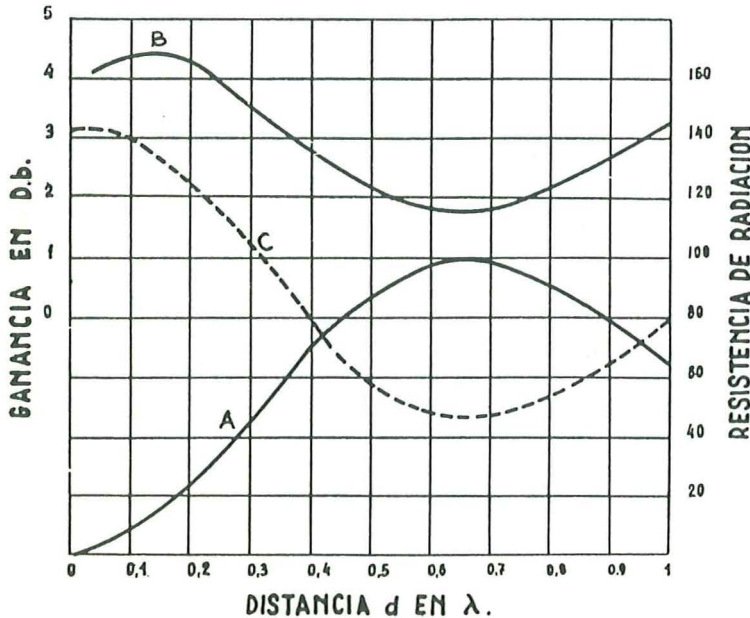


Fig. 2.—A) Curva de variación de la resistencia de radiación, medida en el centro de un conjunto de dos antenas paralelas, en función de la separación entre los conductores. Estas antenas han sido sintonizadas en media onda y atacadas en oposición de fase (ver figura 3).—B) Curva que nos da la ganancia del sistema de antenas precedente y correspondiente a las variaciones de la curva A. Se ve que el máximo de ganancia se sitúa entre 0,1 y 0,2 de longitud de onda para dos elementos alimentados en oposición de fase.—C) Curva de variación de la resistencia de radiación de estos dos mismos elementos en función de su separación, cuando son alimentados en fase (proporcionada a título de información). (Ver figura 4).—NOTA: La lectura de las resistencias se hace a la derecha para las curvas A y C. Las ganancias se leen a la izquierda para la curva B.

vez como emisor e induce a su alrededor una f. e. m. que alcanza la antena A. Ahora bien, esta f. e. m. nos habrá creado una corriente parásita en el primer elemento.

No es difícil concebir que el hecho de hacer variar la distancia que separa los dos conductores A y B modifica la fase y amplitud de la corriente inducida, de forma tal que sumándose o restándose a la corriente inicial puede obtenerse una modificación considerable de la corriente resultante.

Las variaciones de corriente producidas según la separación, se traducen, como es fácil presumir, por variaciones de la resistencia de radiación en el punto medio de la antena.

Si los dos elementos son radiantes, el fenómeno no produce modificación alguna, es decir, habrá una reacción mutua de las dos antenas y, según su separación, se obtendrá una resistencia de radiación del conjunto que se denomina *impedancia mutua*.

El conocimiento de esta impedancia mutua es un factor muy importante en el sentido de que él determina, para una potencia de alimentación dada, el valor de la corriente I en cada antena y, por lo mismo, la magnitud del campo E radiado, puesto que E es función directa de I.

Para una misma potencia puesta en juego, todo quedará igual si una modificación cualquiera de la separación provoca una disminución de la impedancia mutua. Se tendrá entonces un aumento

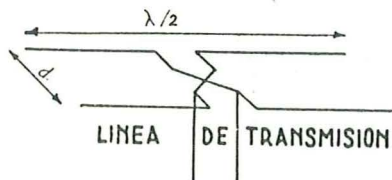


Fig. 3.—Antenas paralelas conectadas en oposición de fase.

de corriente con un aumento de campo radiado y, por consecuencia, un aumento de ganancia del sistema a doble antena. Sin embargo, para hacer las cosas bien, es necesario tener cuenta del defasaje, como vamos a verlo enseguida.

Comprendido lo que antecede, damos en la figura 2 las variaciones de la resistencia de radiación de un sistema constituido por dos elementos radiantes en función de la distancia entre ellos.

La curva de trazos C está dibujada para las dos antenas atacadas en fase (figura 4), mientras que la curva en trazo lleno A indica las variaciones de la impedancia mutua cuando se tiene un defasaje de ataque de  $180^\circ$  (fig. 3). Esta última curva es la que nos va a interesar particularmente al estudiar el funcionamiento de la antena W8JK, puesto que los dos conductores son radiantes y conectados en oposición de fase (fig. 3).

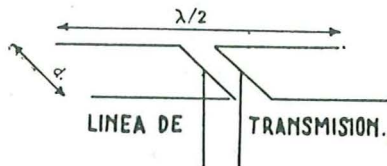


Fig. 4.—Antenas paralelas conectadas en fase.

La curva A de la figura 2 nos muestra claramente que cuando la separación se hace menor, la resistencia de radiación del conjunto  $R_2$  disminuye, anulándose para una separación  $d = 0$ . Dicho de otra forma, cuando los dos elementos radiantes están conectados en oposición de fase, al ser  $R_2$  nula, la intensidad sería teóricamente infinita si ella no estuviese limitada por la resistencia óhmica de los conductores y de los alimentadores. Nos encontramos ante un verdadero cortocircuito. Por el contrario, los campos producidos, siendo en todo iguales pero en oposición de fase, darán una radiación nula. Toda la energía producida será prácticamente disipada en calor en los "feeders".

Cuando se aumenta la separación de los elementos, las pérdidas por efecto Joule disminuyen muy rápidamente, mientras que el campo radiado aumentará en proporciones considerables en el plano de las antenas y podrá llegar a ser muy importante (ver fig. 5).

Si se continúa aumentando la distancia  $d$ ,  $R_r$  aumentará, I disminuye y, por el contrario, el defasaje aumentará progresivamente. La oposición de fases que existía al principio decrecerá y los campos llegarán a quedar en fase para  $d = 1.5$  de longitud de onda.

Las figuras 5-1 a 5-6 dan una idea de lo que ocurre el crecer la separación. Se puede comprobar que, no obstante la puesta en fase progresiva de dos curvas sinusoidales, cuando  $d$  pasa de 0,2 a 0,5 de longitud de onda, la ganancia es máxima para una distancia comprendida

entre 0,1 y 0,2 (curva B de la figura 2). Por debajo de 0,1 las pérdidas óhmicas en los conductores resultan muy grandes y disminuyen el rendimiento; por lo tanto la ganancia disminuye igualmente.

La antena W8JK no es otra cosa que el montaje tipo de la figura 3, cuando  $d$  está comprendido entre 0,1 y 0,2 de longitud de onda (vuélvase a ver la curva B

Pero antes de adelantar ideas, sigamos recordando otros conceptos.

Todos los aficionados saben que una antena media onda aislada en el espacio y constituida por un conductor unifilar infinitamente delgado, posee en su centro una impedancia de 73 ohms. (fig. 6).

Este elemento de antena está recorrido

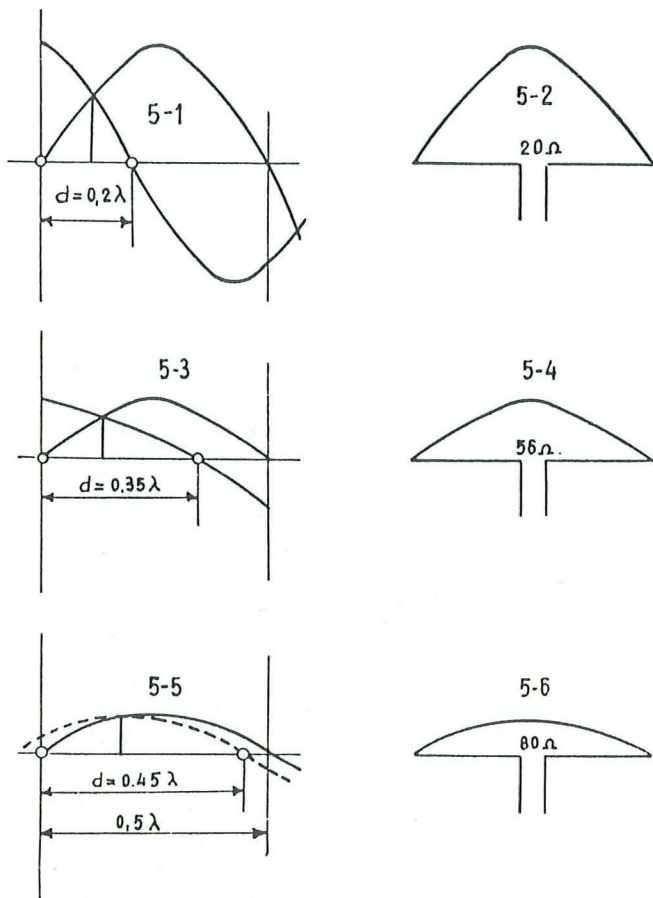


Fig. 5.—Composición del movimiento vibratorio de forma sinusoidal de las dos antenas alimentadas en oposición de fase en función de la distancia que les separa:  $d$ . 1.º Ayudándose de la figura 2, se observará que una impedancia mínima da, en el centro, sobre cada elemento de antena considerada aisladamente, una corriente mínima (figuras 5-2, 5-4, 5-6).—2.º La resultante de dos movimientos vibratorios defasados  $180^\circ$  al principio de cada antena, es máxima cuando  $d$  es mínima (figs. 5-1, 5-3, 5-5); pero, a pesar de esto, el defasaje progresivo tiende a colocar las dos curvas en fase en el momento en que  $d = 0,5$  longitud de onda.

de la figura 2). Por el contrario, podremos comprobar que para estas distancias la impedancia medida en el centro es muy pequeña y se sitúa alrededor de 10 a 15 ohmios; 20 ohmios a lo sumo cuando  $d$  es igual o 0,2.

por una corriente, que medida en el centro nos dará un valor  $I$ . Supongamos que conservamos el mismo punto de ataque y la misma potencia de alimentación, pero que colocamos a pequeña distancia de la antena otro elemento paralelo que

unimos a las extremidades A y B del elemento radiante (fig. 7).

No hace falta ser ningún sabio para ver que el hecho de conectar un conductor de la misma naturaleza y de la misma sección en paralelo sobre el primero divide la corriente máxima  $I$  en dos partes iguales:  $i = I/2$ , exactamente como lo haría un "shunt" cuya resistencia fuese igual a la parte del circuito colocada en derivación. Comprobamos igualmente que la corriente en los dos conductores tiene el mismo sentido.

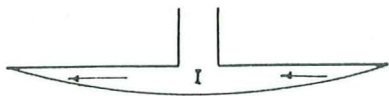


Fig. 6

Ahora bien, el hecho de tener dos corrientes en el mismo sentido, proviene de que todo ocurre como si hubiésemos conectado replegados a  $180^\circ$  los dos elementos media onda de una antena vibrando en onda entera. En efecto, tomemos por ejemplo la antena ABC (fig. 8) de una longitud de onda y doblemos la extremidad libre AB  $180^\circ$  alrededor de B de forma que obtengamos la figura 9. Las dos flechas que tenían sentido contrario se dirigirán ahora en el mismo sentido y las dos alternancias en oposición de fases resultarán dispuestas en fase. Como los puntos A y C pertenecían a un nodo de corriente y estaban al mismo potencial, pueden ser unidos entre ellos

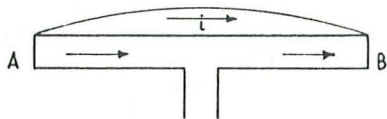


Fig. 7

sin inconveniente, de forma que nos encontraremos de nuevo en el caso de la figura 7.

Las dos corrientes  $i$  (fig. 9), medidas en el centro de cada elemento, producirán, entonces, dos campos electromagnéticos prácticamente en fase si la distancia entre estos elementos es pequeña con relación a la longitud de onda.

El campo radiado  $E$  será función directa de  $I = 2i$ . Si para  $I$  se tiene éste igual a  $E$ , para  $2i = 2 \times I/2$ , se tendrá:  $2 \times E/2 = E$ . Es decir, que se encuentra

entonces el mismo valor de campo que para uno o dos elementos.

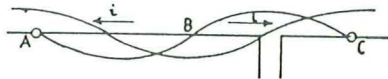


Fig. 8

Acabamos de ver que la intensidad  $i$  en cada elemento BA y BC era igual a la mitad de la corriente que atravesaría la antena si ella fuese de un solo elemento. La potencia radiada, que todo el mundo conoce, sería  $RI^2$  y se tendrá:

$$P = R \left( 2 \frac{I}{2} \right)^2 = R 2^2 \left( \frac{I}{2} \right)^2 = 4 R I^2$$

de forma que podemos hacer la siguiente observación:

Cuando se "shunta" el elemento irradiante de una antena media onda conforme a la figura 7, se multiplica por 4

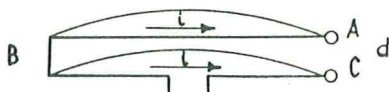
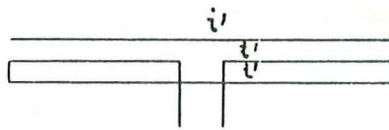
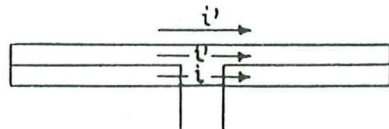


Fig. 9

la resistencia de radiación. Siempre para la misma potencia radiada, si se colocase en su proximidad un tercer elemento en paralelo con los otros dos (figura 10), exactamente como si se hubiese replegado un elemento único que vibrara sobre su armónica 3 (fig. 11), se tendría en cada conductor de media on-



Figs. 10 y 11

da una intensidad igual al tercio de la intensidad que se obtendría en el centro de una antena a elemento único y la po-

tencia radiada por el montaje de la figura 5 ó 6 sería:

$$P = R I^2 = R \times \left(3 \frac{I}{3}\right)^2 = R 3^2 \left(\frac{I}{3}\right)^2 = 9 R I^2$$

La resistencia de radiación del conjunto queda entonces multiplicada por 9.

En el caso de la figura 7, la resistencia de radiación se convierte en:  $73 \times 4 = 292$  ohmios, y en caso de la figura 10:  $73 \times 9 = 657$  ohms.

De esta forma la adaptación nos resulta muy simple. Como no nos quedamos más que algunos ohmios de diferencia, se alimenta la antena de la figura 7 con un cable de 300 ohmios y la antena de la figura 10 con una línea de transmisión de 600 ohmios.

Recíprocamente, si disponemos de un cable o de un "twin-lead" de 300 ohmios,

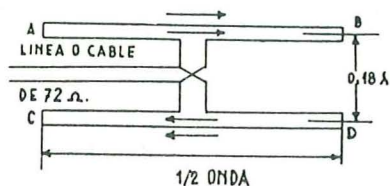


Fig. 12

nos bastará derivar el elemento radiante único por otro elemento colocado en paralelo a pequeña distancia del primero.

Si disponemos de una línea cuya impedancia característica sea de 600 ohms, entonces necesitaremos colocar dos elementos en paralelo sobre el radiante.

En términos generales, recordaremos que el número total de elementos en paralelo multiplica la resistencia de radiación  $R$  del elemento media onda, por el cuadrado de este número.

Así,

2 elementos dan  $2^2 \times R = 4 \times R$

3 elementos dan  $3^2 \times R = 9 \times R$

4 elementos dan  $4^2 \times R = 16 \times R$

Recordemos que esta resistencia  $R$  es en la práctica inferior a la resistencia teórica de 73 ohmios, y depende, como todos sabemos:

1.º De la relación longitud diámetro del conductor.

2.º De la altura del elemento radiante sobre el suelo y de su orientación.

3.º De los conductores o masas metálicas colocados en sus proximidades.

En posesión de todos estos elementos

volvamos a nuestra antena tipo W8JK, refiriéndonos concretamente a la curva de variaciones de la resistencia de radiación, en función de la distancia entre los dos elementos. Se busca entonces para qué distancia  $D$  se obtiene una resistencia de radiación de 18 ohmios (la cuarta parte de 72); el gráfico nos da  $D = 0,18$  (aproximadamente) de longitud de onda, lo que para los 10 metros daría  $0,18 \times 10 = 1,80$  metros.

*Para este valor, nos encontramos todavía en la parte de la curva donde la ganancia es máxima.*

Si poseemos un cable coaxial de 72 ohmios y queremos adaptar la impedancia del conjunto (18 ohmios), constituida por dos elementos distanciados 1,80 metros y conectados en oposición de fase, nada más fácil.

Derivemos los elementos radiantes con ayuda de dos hilos colocados en paralelo sobre los primeros (figura 12). Como antes hemos dicho se multiplica la impedancia por 4. Sea:  $18 \times 4 = 72$  ohmios, y se puede así con toda seguridad, conectar el cable en cuestión en el punto medio de la antena sin ningún peligro de ondas estacionarias sobre el alimentador y la adaptación está realizada.

Excepto el cálculo exacto de dos elementos media onda en los cuales la longitud está multiplicada por el factor de corrección debido a la velocidad de propagación en el conductor, no creemos que un elemento más corto que otro pueda tener una influencia determinante sobre el rendimiento o un aumento sensible de ganancia.

No obstante recogeríamos con gran placer toda sugerencia o relación de los ensayos prácticos que hubiesen sido realizados a este efecto.

Nos guardaremos muy bien de confundir el funcionamiento de esta antena con el de la "rotary" a dos elementos poseyendo un elemento radiante con el director o reflector.

En el montaje W8JK, el diagrama de radiación obtenido tiene forma de un ocho muy alargado siendo, por lo tanto, bidireccional, mientras que en la "rotary" a dos elementos, comprendiendo un director o un reflector, el diagrama es sensiblemente unidireccional, donde uno de los lóbulos del 8 está agrandado desmesuradamente con relación al otro.

La ganancia para los dos conjuntos es sensiblemente la misma cuando la sintonía se ha realizado bien en los dos casos.

# La antena de «Techo plano» u «8 JK»

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

*Una antena de radiación azimutal bidireccional, sencilla de construir y ajustar, que proporciona una ganancia superior a 4 dB sobre un dipolo de media longitud de onda, a la misma altura y con igual potencia, muy adecuada para las bandas de 7, 14, 21 y 28 Mc/s.*

## PRELIMINARES.

El primero en demostrar las ventajas de emplear antenas con espaciado corto fue Brown en 1937 (1). Este experimentador estableció que en una antena formada por dos conductores de  $1/2$  longitud de onda cada uno, cuando las corrientes están  $180^\circ$  fuera de fase, el espaciado óptimo para lograr máxima ganancia es del orden de  $0,125$  de longitud de onda ( $\lambda/8$ ). En estas condiciones se logra directividad transversal, o sea, en el plano de ambos elementos radiantes y formando ángulo recto con ellos.

Animado por esta experimentación, Kraus diseñó una antena en el mismo

año (2), que denominó de «techo plano» y que por haber sido experimentada en su estación W8JK, también se la conoce por las siglas 8JK.

Esta antena, a pesar de sus dimensiones reducidas para las bandas de 14, 21 ó 28 Mc/s. y a las ventajas que su empleo proporciona, ha sido dejada de lado por otros sistemas radiantes unidireccionales más avanzados, pero asimismo más difíciles de construir y de ajustar, existiendo muchos radioaficionados que no han tenido oportunidad de trabajar este tipo de antena por falta de una información completa y ade-

(1) BROWN, G. H.: «Directional Antennas», *Proceedings of the I.R.E.*, enero 1937, volumen XXV, págs. 78-145.

(2) KRAUS, J. D.: «Directional Antennas with Closely-Spaced Elements», *QST*, enero 1938; «A Small but Effective «Flat-Top» Beam», *Radio*, marzo 1937; «Rotary «Flat-Top» Beam Antennas», *Radio*, diciembre 1937; «Characteristics of Antennas with Closely Spaced Elements», *Radio*, febrero 1939.

cuada. En este artículo se examinará dicha antena y se proporcionarán los datos necesarios para su construcción y ajuste para una o varias bandas de trabajo, como también una versión moderna de la misma que usa radiantes con dipolos plegados trifilares.

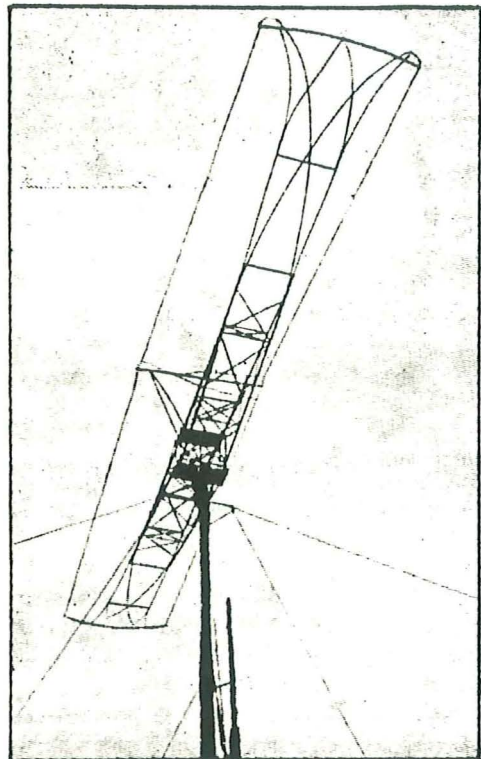


FIG. 1.—La fotografía muestra la antena de techo plano de una sección y espaciado de 0,125 de longitud de onda para 14 Mc/s. durante las pruebas en W8JK. La góndola de madera está construida con listones de 2,5 por 2,5 centímetros y tiene una longitud total de 10,36 metros.

#### EXAMEN DE LA ANTENA DE «TECHO PLANO».

Básicamente, la antena 8JK consta de dos dipolos de  $1/2$  longitud de onda cada uno, con su espaciado reducido entre los mismos y en operación co-

lineal. A causa de la poca distancia entre los elementos radiantes, se pueden obtener las relaciones de fase adecuadas cuando se emplea más de una sección, transponiendo los radiantes en puntos de máxima tensión, en lugar de utilizar secciones de línea para lograr el desfase.

Como se aprecia en la figura 3, puede emplearse cualquier número de secciones con objeto de aumentar la ganancia máxima, aunque, debido al tamaño y a las dimensiones, las antenas de «techo plano» más experimentadas han sido de una o dos secciones. Por otra parte, pasando de cuatro secciones, la ganancia máxima ya no aumenta en proporción al número de secciones, presentándose además problemas en el cambio de fase.

Una antena 8JK de una sola sección alimentada en el centro y con las dimensiones de la figura 3 puede ser utilizada en el segundo armónico con resultados prácticamente iguales. El diseño de campo azimutal bidireccional radiado es en ambos casos muy parecido al que proporciona un dipolo de  $1/2$  longitud de onda, en forma de número ocho, cubriendo unos  $60^\circ$  de ancho para los lóbulos de máxima radiación, como muestra la figura 5. La antena de «techo plano» también puede ser empleada en el cuarto armónico, pero aunque aumenta la ganancia máxima, el diseño de campo azimutal cambia de dos a cuatro lóbulos de radiación máxima, afectando la figura de un trébol de cuatro hojas.

Si la antena 8JK tiene más de una sección, el diseño de campo azimutal radiado tendrá siempre cuatro lóbulos de radiación máxima en el segundo y cuarto armónicos. Pero si la antena de «techo plano» debe trabajar en más de una banda, será necesario alimentarla con una línea de transmisión resonante.

De acuerdo con el trabajo de G. H.

Brown (3), ha quedado bien establecido que el espaciado óptimo para dos elementos radiantes de  $1/2$  longitud de onda cada uno, cuando están alimentados  $180^\circ$  fuera de fase, es de  $0,125$  de longitud de onda. Si se adopta un espaciado de esta dimensión, por ejemplo, en  $14$  Mc/s., debiendo trabajar la an-

teciado aumenta la ganancia máxima, decrece el valor de impedancia de la antena de «techo plano», y al haber baja impedancia se encontrarán puntos de tensión y corriente muy elevados en la misma, significando que las pérdidas pueden ser importantes y que en tiempo húmedo se deberán usar ais-

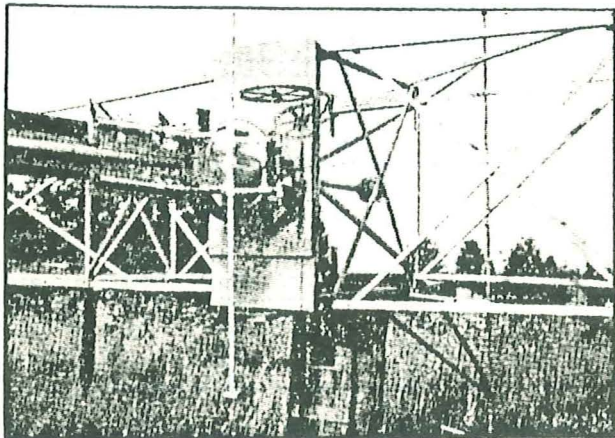


FIG. 2.—La fotografía muestra la parte central de la góndola y mástil de la antena de techo plano en W8JK. Se observa el mecanismo de rotación de la góndola, hecho con piezas de bicicleta en desuso.

tena de «techo plano» en el segundo armónico, esto es, a  $28$  Mc/s., dicho espaciado se convierte en esta última banda en  $0,25$  de longitud de onda. No obstante, este cambio producirá poca o ninguna diferencia. En efecto, variando el espaciado entre  $0,1$  a  $0,25$  de longitud de onda apenas se observa una diferencia que no llega a  $1$  dB de un receptor de comunicaciones. En consecuencia, una antena 8JK diseñada para una banda determinada con un espaciado de  $0,125$  de longitud de onda es adecuada para trabajar en el segundo armónico, aunque el espaciado aumente a  $0,25$  de longitud de onda.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que si bien al disminuir el es-

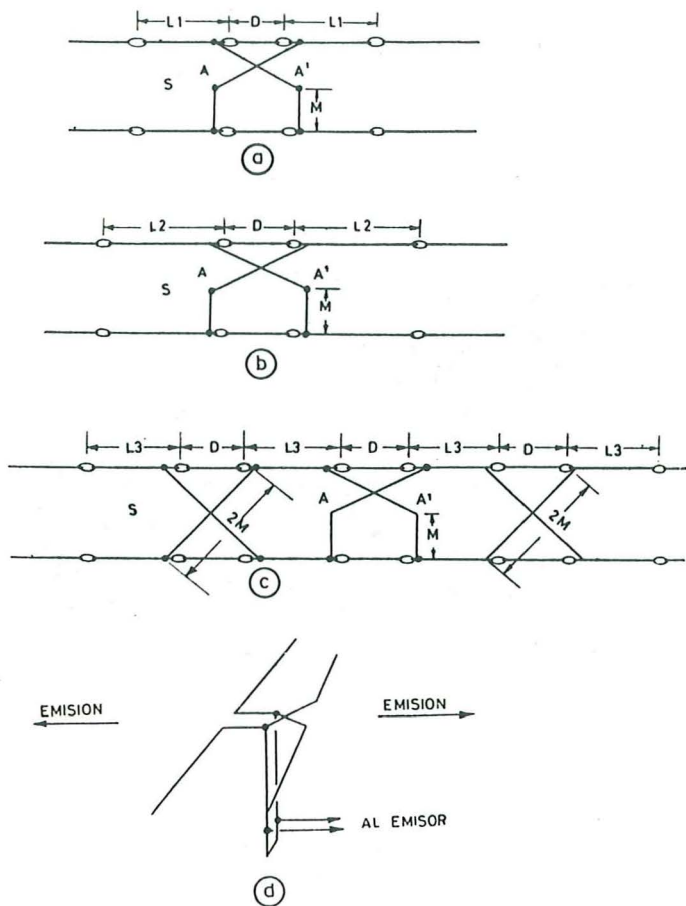
ladores de muy buena calidad para obtener los mejores resultados.

#### ROTACIÓN DE LA ANTENA 8JK.

Como se ha visto anteriormente, la antena de «techo plano» proporciona un diagrama de campo azimutal bidireccional. De esta manera, si se construye la misma sobre un sistema móvil sobre mástil o torre adecuada, la antena 8JK deberá ser girada solamente  $180^\circ$  en lugar de  $360^\circ$ , como sería en el caso de un sistema unidireccional formado, por ejemplo, por un elemento radiante de  $1/2$  longitud de onda y un reflector situado a  $0,25$  de longitud de onda para proporcionar la misma ganancia máxima (unos  $4,5$  dB con un espaciado de  $0,125$  de longitud de on-

(3) Ref. cit.

da), considerando además que como todos los elementos son activos, no hay que hacer ajustes sobre el reflector, como sería en el caso del sistema unidi-



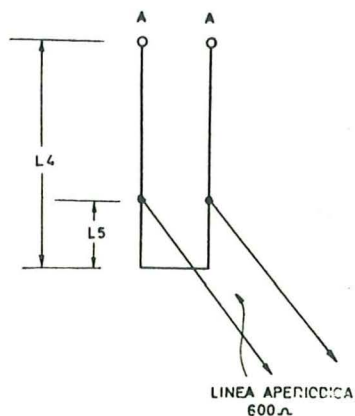
$f$	$E$	$S$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$D$	$M$
7,1 Mc/s.	0,125 $\lambda$	5,38 m.	10,36 m.	18,28 m.	16,04 m.	121,9 cm.	2,69 m.
14,2 Mc/s.	0,125 $\lambda$	2,64 m.	5,18 m.	9,14 m.	8,02 m.	60,9 cm.	1,34 m.
14,2 Mc/s.	0,15 $\lambda$	3,16 m.	5,18 m.	9,14 m.	7,68 m.	60,9 cm.	1,62 m.
14,2 Mc/s.	0,2 $\lambda$	4,22 m.	5,18 m.	9,14 m.	6,95 m.	60,9 cm.	2,18 m.
28,2 Mc/s.	0,15 $\lambda$	1,59 m.	2,59 m.	4,57 m.	3,82 m.	45,7 cm.	0,81 m.
28,2 Mc/s.	0,25 $\lambda$	2,55 m.	2,59 m.	4,57 m.	3,15 m.	45,7 cm.	1,34 m.

FIG. 3.—Dimensiones para la construcción de antenas 8JK de techo plano. Se muestran antenas de una, dos y cuatro secciones con alimentación al centro. Si bien es posible alimentar estos sistemas por el extremo, tal método no es recomendable por la falta de simetría en la distribución de la corriente. La línea aperiódica se conecta por intermedio de una sección adaptadora a línea en los puntos marcados A-A', tal como se explica en el texto.

reccional, y que, por último, para una altura determinada sobre tierra se logran valores para el ángulo de radiación vertical mucho más efectivos que con un único radiante de 1/2 longitud de onda o con un sistema unidireccional formado por un radiante de 1/2 longitud de onda y un reflector, según se aprecia en la figura 6. Esto es sumamente importante cuando se trabaja DX, constituyendo la principal ventaja de la antena de «techo plano» cuando se la compara con otras.

#### IMPEDANCIA DE LA ANTENA 8JK.

La antena de «techo plano» de una sola sección dispuesta a una altura de



$f$	$E$	$L4$ (*)	$L5$ (*)
7,1 Mc/s.	$0,125 \lambda$	10,28 m.	121,9 cm.
14,2 Mc/s.	$0,125 \lambda$	5,14 m.	60,9 cm.
14,2 Mc/s.	$0,15 \lambda$	5,14 m.	60,9 cm.
14,2 Mc/s.	$0,2 \lambda$	5,14 m.	91,4 cm.
28,2 Mc/s.	$0,15 \lambda$	2,59 m.	30,4 cm.
28,2 Mc/s.	$0,25 \lambda$	2,59 m.	60,9 cm.

(\*) Medidas aproximadas para emplear como punto de partida.

FIG. 4.—Dimensiones que debe tener la sección adaptadora a línea de 1/4 de longitud de onda con su extremo en cortocircuito, como asimismo el punto de conexión para la línea aperiódica de 600 ohmios de impedancia característica al emisor.

1/2 longitud de onda sobre tierra presenta un valor de impedancia—medido en la parte central de cada elemento radiante (punto de máxima tensión)—que varía en función del espaciado entre los elementos radiantes de la siguiente manera:

$Z$	$S$	$G$
8 ohmios	$0,125 \lambda$	4,4 dB
15 ohmios	$0,15 \lambda$	4,2 dB
25 ohmios	$0,2 \lambda$	4,0 dB
33 ohmios	$0,25 \lambda$	3,8 dB

Hay que tener en cuenta que el valor de impedancia de la antena 8JK en el punto de alimentación será igual a  $Z/2$ . Como se trata de valores muy reducidos, siempre se requerirá un

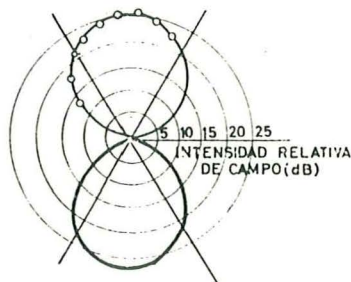


FIG. 5.—Diseño de campo azimutal radiado por la antena 8JK de una sección. La discriminación entre el frente delantero-costado es del orden de los 23 dB. Los pequeños círculos indican puntos experimentales obtenidos con un medidor de campo, tal como se explica en el texto.

adaptador de impedancias, por ejemplo, una sección adaptadora a línea de 1/4 de longitud de onda, con su extremo final en cortocircuito, cuando la antena de «techo plano» debe trabajar únicamente en una sola banda y línea de transmisión aperiódica, o bien una línea de transmisión resonante con su correspondiente unidad de sintonía, cuando se desea trabajar en dos bandas de frecuencia armónica.

En estos casos, las dimensiones de la antena 8JK de una, dos y cuatro secciones pueden ser tomadas directamente de la figura 3, que incluye la información necesaria para construir la

ohmios de impedancia característica al emisor.

Ahora bien: en una antena de «techo plano» se pueden reducir considerablemente las pérdidas, a la vez que se

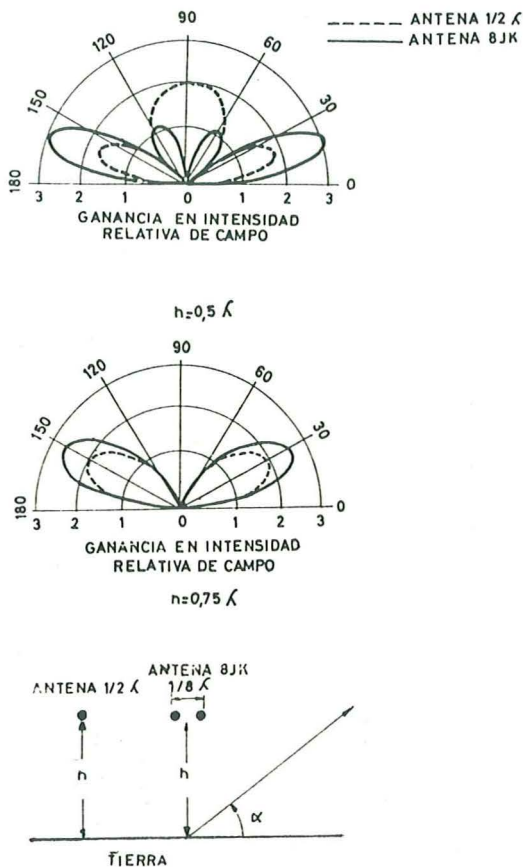


FIG. 6.—Examen de los lóbulos verticales de radiación de una antena 8JK (línea llena) y de una antena de 1/2 longitud de onda (línea punteada) con alturas sobre tierra de 1/2 y 3/4 de longitud de onda, obtenidos con la misma potencia para fines comparativos.

misma para las bandas de 7, 14 y 28 megaciclos. En la figura 4 se proporcionan las dimensiones que debe tener la sección adaptadora a línea de 1/4 de longitud de onda para utilizar con una línea de transmisión aperiódica de 600

mantienen todas las ventajas, si se construye cada elemento radiante en la forma de un dipolo plegado trifilar en S, que proporcionara una relación elevada de impedancias de 12, a diferencia del dipolo plegado trifilar co-

mín. que tiene una relación elevadora de impedancias de 9 (4).

Supóngase que se trata de una antena 8JK de una sola sección con un espaciado de 0,2 de longitud de onda y que presenta una impedancia de 25 ohmios en el centro de cada elemento. Al hacer cada elemento con un dipolo trifilar en forma de S se tendrá que  $25 \times 12 = 300$  ohmios. En los dos puntos de alimentación de cada elemento se coloca una sección adaptadora «Q» de 1/4 de longitud de onda de 600 ohmios que transforma los 300 ohmios de cada elemento a 1.200 ohmios en la parte inferior de cada sección adaptadora «Q» ( $\sqrt{1.200 \times 300} = 600$ ). Como están en paralelo, son equivalentes a  $1.200/2 = 600$  ohmios y entonces se puede alimentar la antena de «techo plano» con una línea aperiódica de ese mismo valor de impedancia característica.

Si el espaciado se disminuye a 0,15 de longitud de onda, la impedancia en el centro de cada elemento será de 15 ohmios. Con un dipolo plegado trifilar en S se tendrá un valor de  $15 \times 12 = 180$  ohmios. Por tanto, la sección adaptadora «Q» de 1/4 de longitud de onda tendrá que ser de 450 ohmios ( $\sqrt{1.200 \times 180} = 450$ ) y entonces el punto de alimentación de la antena 8JK será nuevamente de 600 ohmios.

Una antena de «techo plano» de una sección, con sus elementos radiantes hechos con dipolos plegados trifilares en S, puede ser construida de acuerdo a las dimensiones de la figura 7. La línea de 600 ohmios de impedancia característica puede ser hecha multiplicando el diámetro del conductor a emplear por la relación  $D/d$  de la fórmula tan conocido  $Z_0 = 276 \times \text{Log. } 2D/d$ , que es de 75. Si, por ejemplo, se utili-

za un conductor de cobre esmaltado de 2 mm. de diámetro para construir la línea, se tendrá que  $75 \times 2 = 150$  milímetros, esto es, 15 cm. de centro a centro. Para 450 ohmios, la relación  $D/d$  es de 22. Si se usa el mismo conductor del ejemplo anterior, se tendrá que  $22 \times 2 = 44$  mm., o sea, 4,4 cm. La longitud de la sección adaptadora «Q» está dada por la fórmula  $75,3 \times VP/f$  (Mc/s.), siendo  $VP$  el factor de velocidad de propagación, que en una línea bifilar abierta es casi la unidad, esto es, 0,99.

#### ALIMENTACIÓN DE LA ANTENA DE «TECHO PLANO».

Una vez terminada la antena 8JK, ya sea en un montaje fijo con postes y aisladores adecuados de sostén o bien giratorio, como muestra la fotografía de la figura 1, cualquier variación en las dimensiones de la misma puede ser compensada al ajustarla. Este ajuste se realiza localizando el punto de cortocircuito sobre la sección adaptadora a línea o sintonizando la línea de transmisión resonante, si se prefiere usar este otro método de alimentación.

Las dimensiones de la figura 3 han sido tomadas de Kraus y expresadas en unidades del sistema métrico decimal. Es muy importante que las secciones radiantes ( $L_1$ ,  $L_2$  o  $L_3$ ) sean todas exactamente de la misma longitud. Se proporciona la información necesaria para las bandas de 7, 14 y 28 megaciclos con espaciados comprendidos entre 0,125 a 0,25 de longitud de onda.

#### EMPLEO DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN RESONANTE.

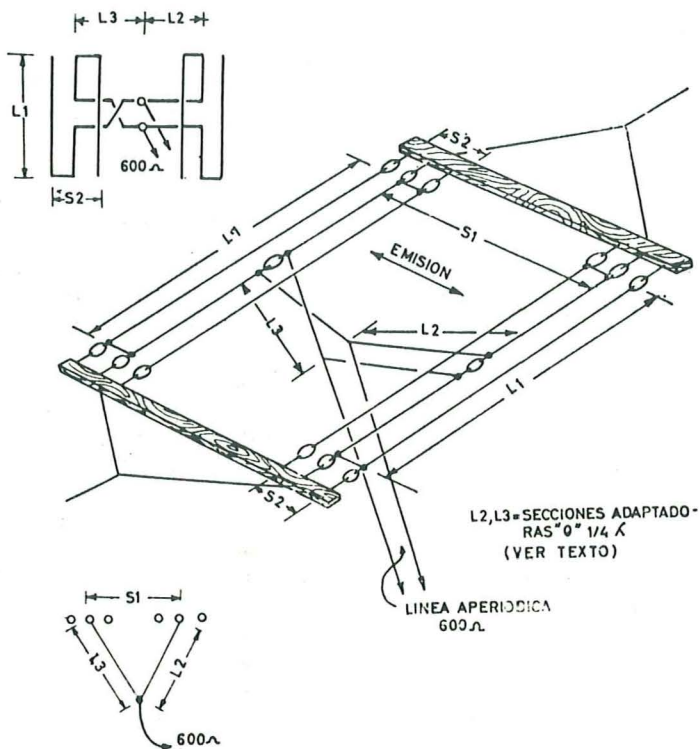
Se debe usar una línea de transmisión resonante cuando la antena de «techo plano» debe trabajar en dos bandas de frecuencia armónica, por ejemplo, 7 y 14 ó 14 y 28 Mc/s. La antena 8JK construida para 7 Mc/s. también trabajará en 28 Mc/s. con una línea

(4) KRAUS, J. D.: *Antennas*, McGraw-Hill Book Company, Nueva York, 1950, cap. 14, páginas 416-17.

resonante, pero con un diseño de campo azimutal similar al de un trébol de cuatro hojas.

Como la línea de transmisión resonante está conectada en un punto de máxima tensión, debe tener una longitud igual a la de un múltiplo *impar* cualquiera de 1/4 de longitud de onda.

Supóngase que se trata de una antena 8JK diseñada para 7,1 Mc/s. La longitud de onda en este caso será de  $300/7,1 = 42,25$  m. Un 1/4 de longitud de onda será de  $42,25/4 = 10,56$  m. En consecuencia, la línea resonante podrá tener las siguientes longitudes: 10,56 m. ( $10,56 \times 1$ ), 31,68 m. ( $10,56 \times 3$ ), 52,80 m.



$f$	$L1$	$L2, L3$	$S1 (0,2 \lambda)$	$(0,15 \lambda)$	$S2$
14,2 Mc/s.	10,03 m.	5,24 m.	4,22 m.	3,16 m.	30 cm.
21,2 Mc/s.	6,72 m.	3,51 m.	2,83 m.	2,12 m.	30 cm.
28,2 Mc/s.	5,05 m.	2,64 m.	2,12 m.	1,59 m.	24 cm.
50,1 Mc/s.	2,79 m.	1,48 m.	1,19 m.	0,89 m.	18 cm.

FIG. 7.—La figura muestra una antena 8JK con sus elementos construidos con dipolos plegados trifilares en forma de S. Proporciona una ganancia de más de 4 dB con relación a un dipolo horizontal de 1/2 longitud de onda, a la misma altura y con igual potencia. Debido a las secciones adaptadoras «Q» de 1/4 de longitud de onda, debe ser alimentada directamente con una línea de transmisión aperiódica de 600 ohmios de impedancia característica.

(10.56×5), etc. Con alimentadores resonantes de estas medidas se deberá utilizar sintonía en serie en el emisor para 14 Mc/s. y en paralelo para 28 Mc/s.

#### UTILIZACIÓN DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN APERIÓDICA.

Si la antena de «techo plano» debe trabajar en una sola banda, se puede emplear una línea de transmisión aperiódica conectada a la misma por medio de una sección adaptadora a línea de  $1/4$  de longitud de onda, como muestra la figura 4. Muchas veces resulta conveniente que la sección adaptadora a línea cuelgue de la antena de manera que la misma pueda ser alcanzada por su extremo inferior, para facilitar el ajuste de la posición en que ha de conectarse la línea aperiódica. Por ello es común emplear en lugar de una sección adaptadora a línea de  $1/4$  de longitud de onda una de  $3/4$  de longitud de onda, con objeto de que la parte inferior quede más cerca del suelo. En la práctica, el funcionamiento de la sección adaptadora a línea de una extensión de un número impar cualquiera de  $1/4$  de longitud de onda es el mismo que con un  $1/4$  de longitud de onda.

Primeramente se procede a localizar el punto de cortocircuito inferior de la sección adaptadora a línea mediante la excitación de la antena 8JK por otra antena provisional (un simple dipolo de  $1/2$  longitud de onda) dispuesta en forma paralela y acoplada al emisor con un régimen de potencia reducida. A continuación se determina el sitio del cortocircuito indicado por el punto de máxima corriente a través de la barra de contacto deslizable, empleando una lamparita de bajo consumo en serie con dicha barra de contacto o un amperímetro de R.F. La línea aperiódica se conecta unos 60 cm. por arriba

del cortocircuito y luego se la ajusta para mínima R.O.E. con la ayuda de un dispositivo del tipo a doble lámpara o puente de medición de la R.O.E.

#### RESULTADOS.

La figura 5 revela el diseño de campo azimutal radiado por una antena de «techo plano» de una sola sección en 14 Mc/s. Los círculos pequeños muestran puntos experimentales de medición obtenidos con un medidor de campo portátil acoplado a una pequeña antena horizontal, instalado a una distancia de 5 longitudes de onda de la antena 8JK (aproximadamente 100 m.). Las mediciones relativas de campo radiado están expresadas en decibelios, para lograr una figura que corresponda con mayor realismo a la respuesta del oído humano. Si la medición se hace en términos lineales de intensidad de campo, el diseño es mucho más agudo. Del examen de la citada figura se observa que la señal emitida es excelente sobre un ángulo de unos  $60^\circ$ . La señal disminuye sólo a aproximadamente 3 dB a este ángulo ( $30^\circ$  desde el centro de la antena de «techo plano»). Pasando los  $30^\circ$  o  $40^\circ$  la señal decrece rápidamente y llega a un mínimo a unos  $70^\circ$ . Este punto mínimo es muy pronunciado y sobrepasa los 25 dB, significando que la discriminación entre frente delantero-costado es mayor de 23 dB, representando una relación de potencias de más de 200 : 1 y que además la línea de transmisión radia muy poco.

Informaciones recibidas de estaciones locales y distantes indican que hay grandes variaciones en la señal a medida que la antena 8JK se gira a través de  $90^\circ$ . Así, por ejemplo, VK4JU, de Brisbane (Australia), comunicó que la señal recibida tenía las siguientes intensidades a medida que se movía la antena 8JK:

- 0° : R9+.
- 10° : Sin cambio apreciable.
- 20° : Sin cambio apreciable.
- 30° : Sin cambio apreciable.
- 40° : R6 a R7.
- 50° : R5.
- 60° : R3.
- 70° : R1.

Más de 70° : Inaudible.

A medida que se seguía girando la antena de «techo plano» la señal volvía a aumentar de la misma manera, a la inversa, hasta que se colocaba en 0°.

Desde el momento en que el diseño de campo azimutal radiado por la antena 8JK es bidireccional, no hay posibilidades de reducir la interferencia provocada en recepción por estaciones que llegan por la dirección contraria. No obstante, debido a la elevada discriminación entre frente delantero-costado hay una reducción muy efectiva de las señales que entran en ángulo recto con la antena de «techo plano». Es también posible separar dos estaciones que utilizan la misma frecuencia cuando las direcciones difieren solamente 30° o 40°.

Normalmente, las señales de transmisión y recepción van por vías que difieren solamente unos pocos grados de la ruta del gran círculo. El arco de un gran círculo es siempre el camino más corto entre dos puntos situados en el globo terrestre. Grandes desviaciones, como cuando, por ejemplo, se observa recepción máxima en un punto situado bien fuera de la ruta del gran círculo, son aparentes y no reales.

Las pruebas de comparación hechas entre la antena de «techo plano» y otras de tipo horizontal indicaron—co-

mo es bien sabido—que las características de radiación vertical de una antena horizontal dependen principalmente de su altura sobre tierra. Cuanto mayor es esta altura, menor será el ángulo vertical de radiación. Para realizar DX en 14 Mc/s. es necesario una altura comprendida entre 15 a 18 m.

La antena 8JK obtiene su ganancia no solamente por medio de directividad horizontal, sino también en gran parte por directividad vertical. Una de sus mayores ventajas sobre otros tipos de antenas consiste en que, no obstante la altura que tenga sobre tierra, la radiación vertical es cero. En consecuencia, la mayor parte de la ganancia se logra desplazando la radiación desde elevados a reducidos ángulos verticales, mucho más útiles. Además de proporcionar una ganancia sustancial sobre un dipolo horizontal de 1/2 longitud de onda dispuesto a la misma altura y con igual potencia, el máximo de radiación está concentrado sobre un ángulo vertical de valor mucho más reducido y, por tanto, mucho más eficiente para el trabajo de DX.

#### BIBLIOGRAFIA

- MORENO QUINTANA (h), L. M.: «Antena bidireccional para dos bandas», *Revista Telegráfica Electrónica*, julio 1952.
- BROWN, G. H.: «Directional Antennas», *Proceedings of the I.R.E.*, enero 1937, volumen XXV, págs. 78-145.
- KRAUS, J. D.: «Directional Antennas with Closely-Spaced Element», *QST*, enero 1938.
- «Rotary «Flat-Top» Beam Antennas», *Radio*, diciembre 1937.
- «Characteristics of Antennas with Closely Spaced Elements», *Radio*, febrero 1939.
- «Antena Arrays with Closely Spaced Elements», *Proceedings of the I.R.E.*, febrero 1940, vol. XXVIII, págs. 76-84.

# Una antena direccional 8JK para 40 y 80 metros

Por ROBERT C. CHEEK  
(W3LOE)  
(Traducido de CQ.)

*Una eficaz antena direccional para las bandas de las frecuencias bajas constituye una pretensión justificada. La satisfactoria solución de W3LOE a este problema ha contribuido grandemente a la elevada puntuación por él alcanzada durante el reciente concurso DX.*

Al declinar la actividad de las manchas solares e ir introduciéndonos en el ciclo de estas últimas, las bandas de los 40 y 80 metros van adquiriendo más importancia que los clásicas bandas de DX. Actualmente, los períodos de propagación en la banda de los 10 metros se van haciendo cada vez más cortos y raros, mientras que la banda de los 20 metros permanece cerrada durante muchas horas de la noche. Por otra parte, va decreciendo la absorción, y las señales en los 40 y en los 80 metros se escucharán mejor que nunca en los próximos años. En realidad, muchas serán las ocasiones en que estas dos bandas sean los únicas utilizables para los DXs.

Teniendo en cuenta lo anterior, estudiamos a fondo, aquí en la W3LOE, la elección de una antena direccional que nos permitiese aumentar nuestras señales con vistas a los DXs en las citadas dos bandas de frecuencias bajas. La consideración práctica del asunto nos llevó a la convicción de que una antena de las dimensiones requeridas para estas bandas habría de poseer una direccional fija, decidiéndose desde un principio que la tal antena habría de ser bidireccional y estar orientada de manera que sus radiaciones máximas estuvieran dirigidas hacia Europa y el Norte de Africa por un lóbulo y hacia Nueva Zelanda y Australia Oriental por el otro. En estas dos direcciones que-

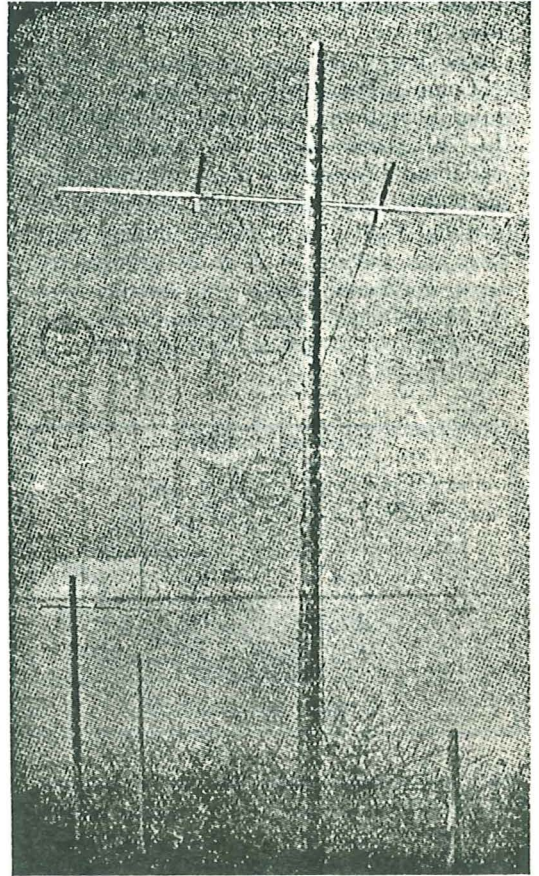


FIG. 1.—Vista general: Un aspecto general de la antena direccional 8JK para 40 y 80 metros. El poste menor del centro está destinado a soportar la línea de transmisión. En él se juntan las secciones independientes de los alimentadores, procedentes de los elementos radiantes, para formar el alimentador general, que en esta vista se prolonga hacia la derecha. Una de las secciones alimentadoras está transpuesta en el punto del paralelado.

daba incluida la mayoría de los DXs activos en las bandas de 40 y 80 metros. Se juzgó, asimismo, que podría alcanzarse la máxima eficacia en la consecución de DX con una antena que proporcionase la mayor radiación de bajo ángulo para una altura dada. Se consideró secundaria la direccional acimutal, y, de hecho, no era de desear una gran direccionalidad de esa clase.

Las consideraciones expuestas dictaron casi automáticamente la elección para nuestros fines de una antena excitada del tipo de irradiación por los extremos (*end fire type*). Quedaban fuera de toda consideración los sistemas de alambres de grandes longitudes, como las antenas rómbricas, las antenas en V o las propias antenas unifilares largas. Un sistema lateral (*broad side array*) requeriría una mayor altura de los postes para alcanzar una

precisamente, todo lo contrario al fin perseguido.

Aunque la antena Kraus u 8JK, como se la denomina generalmente, es un sistema direccional normalmente utilizado para las bandas de las frecuencias altas, donde ha demostrado ampliamente su eficacia, persistía todavía la duda respecto a sus características en las bandas de 40 y 80 metros, de altura necesariamente limitada en relación a la longitud de onda a que había de montarse. Es opinión general que tales antenas deberán encontrarse, por lo menos, a media longitud de onda del suelo si se quieren obtener buenos resultados. Tuvimos ocasión de adquirir, a relativamente buen precio, dos postes usados de 65 pies, procedentes de una central eléctrica cercana; pero teníamos la impresión que ello sólo supondría la mitad de la altura requerida para el funcionamiento de la antena en la banda de los 80 metros.

Con vistas a hacernos una idea de la forma en que podría solucionarse este problema trazamos la imagen del campo vertical de una antena 8JK de una sola sección (1/8 onda de espaciado) con una altura eficaz de 1/4 de onda sobre una buena tierra y la comparamos con la imagen correspondiente a un dipolo de media onda a la misma altura. El resultado queda expuesto en la figura 2. A primera vista no parece ofrecer muchas ventajas la antena 8JK; pero un estudio detenido del trazado revela una ganancia del orden de 4 a 4,5 db. en la 8JK a ángulos de radiación de hasta algo más de 20 grados. Por encima de los 35 grados el campo del dipolo sencillo supera al de la antena 8JK, que disminuye bastante pronunciadamente a valores superiores. Se pensó, naturalmente, que esto podría suponer una ventaja en favor de la antena 8JK para las comunicaciones DX, puesto que se reduciría el QRM de elevado ángulo, originado por las estaciones cercanas. Se creyó también que la energía de elevado ángulo del dipolo sencillo, al tener que dar más saltos y llegar a un punto alejado más ate-

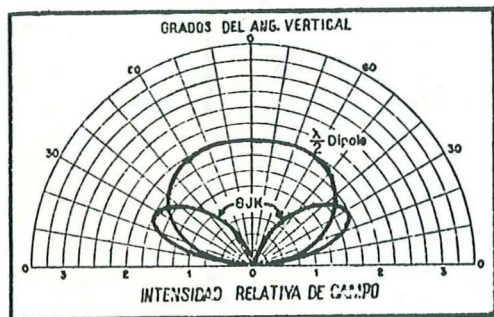


FIG. 2.—Imágenes comparativas de la radiación vertical de una antena 8JK de una sola sección, 1/8 onda de espaciado y un dipolo de 1/2 onda, ambos a una altura eficaz sobre el suelo de 1/4 onda.

determinada altura efectiva, y no se adaptaba tan satisfactoriamente al deseado funcionamiento en las dos bandas. Un sistema colineal sólo proporcionaría una cuantía de direccionalidad acimutal que dependería del número de elementos utilizados, pero no una ganancia apreciable con la radiación de bajo ángulo, siendo esto,

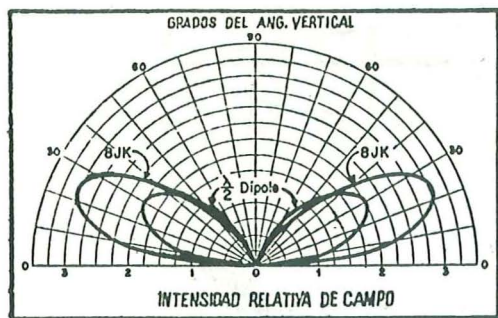


FIG. 3.—Imágenes comparativas de la radiación vertical de una antena 8JK de dos secciones,  $1/4$  onda de espaciado y un dipolo de  $1/2$  onda, ambos a una altura eficaz sobre el suelo de  $1/2$  onda

nuada que la energía radiada con bajo ángulo, podría dar lugar a una señal con un mayor desvanecimiento (*fading*) interferidor, lo que se traduciría en una señal «menos sólida» que la emitida por la antena 8JK con sus radiaciones de elevado ángulo, grandemente reducidas. Así parecía suceder en la realidad, ya que los controles comparativos entre la 8JK y el dipolo de media onda a la misma altura, facilitados por las estaciones DX, acusaban, con frecuencia, bastante más de la ganancia teórica, estando seguramente motivada esta diferencia por el efecto psicológico que producían las señales más firmes registradas con la antena 8JK.

También se trazó la imagen vertical del funcionamiento de la referida antena en las bandas de 7 mc. En esta frecuencia se comporta como una antena 8JK de dos secciones con espaciado a un cuarto de onda (sistema colineal de radiación por los extremos de dos por dos). La altura efectiva se calculó ser de media longitud de onda, y la antena comparativa estaba constituida por un dipolo de media onda de la misma altura. En la figura 3 se establece la comparación de las dos imágenes correspondientes. Quede bien patente en este caso la superioridad de la ante-

na 8JK con una ganancia de bastante más de 5 db. a todos los ángulos ligeramente superiores a 20 grados. La imagen horizontal es ligeramente más aguda que para el funcionamiento en los 80 metros, pero sigue siendo superior a los 40 grados de anchura entre los puntos de potencia media, en que la ganancia es 3 db. menos que el máximo. Desde nuestra localidad, esto permite cubrir totalmente Europa y una buena parte del Norte de Africa, con el lóbulo opuesto dirigido hacia Nueva Zelanda y ofreciendo todavía alguna ganancia para Australia Oriental.

Se llegó, por consiguiente, a la conclusión de que una antena 8JK para 80 metros, con espaciado de un octavo de onda, funcionando como tal en los 3,5 mc.; pero como una 8JK de doble sección, con espaciado de un cuarto de onda, en los 7 mc., cumpliría mejor nuestras necesidades particulares que cualquier otro tipo básico de sistema direccional.

Un problema práctico con que se tropezó en seguida fué el de la forma de asegurar la separación adecuada entre los elementos de la antena. No se disponía de más postes a precios económicos, por lo que no hubo más remedio que recurrir al empleo de cualquier clase de separadores. No se ignoraba que unos separadores, lo suficientemente largos para proporcionar un espaciado de un octavo de onda (35 pies) en 3,5 mc., habrían de ser resistentes, sin contar el esfuerzo adicional que suponía sostener los elementos de la antena y las líneas de alimentación una vez tensado todo el conjunto. Los separadores, finalmente construídos, proporcionaban un espaciado de algo más de 32 pies, lo que supone un poco menos de un octavo de onda; pero esto se compensó separando los elementos algunos pies en el centro, con lo que se consiguió una separación media muy próxima a los 35 pies deseados. Es probable que con esta solución se ensanchara algo la imagen horizontal; pero este efecto no puede ser considerado como un inconveniente.

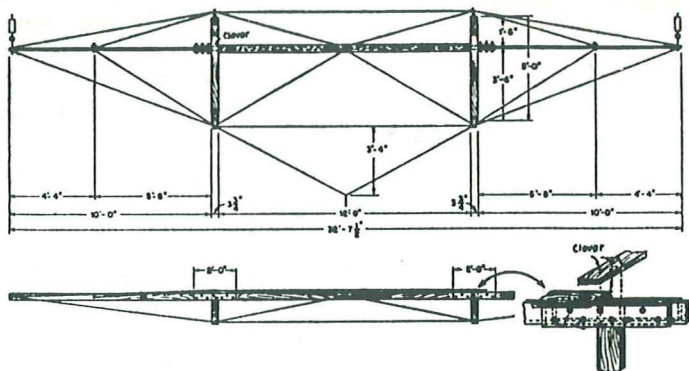


FIG. 4.—Detalles sobre la construcción del separador. Todos los listones son de pino blanco, de 1 x 4 pulgadas, y todos los vientos, de alambre de acero B & S núm. 12.

### Detalles mecánicos

Las operaciones de proyectar y de construir unos separadores de tales dimensiones dan ocasión al ejercicio de una considerable inventiva, sin contar la aplicación de numerosos principios de ingeniería estructural, si se es versado en ella, caso en el que no se encuentra el autor. Esta es la razón por lo que en los capítulos siguientes no se describan dichos separadores con la intención de que constituyan la mejor solución del problema. No obstante, en el curso del pasado año resistieron satisfactoriamente violentos huracanes y grandes cantidades de nieve, siendo, indudablemente, muchos mejores que los primeros separadores que ensayamos, uno de los cuales se rompió aparatosamente la primera vez que tensamos la antena.

La construcción de los separadores utilizados definitivamente se desprende perfectamente de las fotografías que ilustran el presente artículo y de los dibujos de la figura 4. Para los listones se empleó pino blanco limpio, de fibra recta. Los vientos se construyeron de alambre de acero B. & S. número 12. El travesaño principal consiste de una sección en «T», cons-

truida de dos piezas de 12 pies, de 1 x 4, empalmada por ambos extremos a unas prolongaciones de 10 pies y 1 x 4. En estos empalmes se realizan también las uniones a las partes superiores de los montantes verticales. Los montantes horizontales van clavados por la parte superior de los referidos empalmes.

Los vientos van rematados con manguitos de unión Nicopress. Deberá darse un tensado inicial a dichos vientos antes de engatillar los referidos manguitos con las tenazas Nicopress. Caso de no disponerse de estos elementos podrán utilizarse también los vientos con los remates trenzados en la forma corriente y unos tensores en el centro, lo que, desde luego, supondrá una solución perfectamente satisfactoria.

A todos los listones se les dió, antes de montarlos, una capa de imprimación. Posteriormente, una vez construido los separadores, se les dió una capa recubridora de pintura blanca para exteriores.

Los radiadores son de alambre Copperweld número 12, justificando el empleo de esta clase de alambre la tensión a que están sometidos. Los elementos de la antena están cortados para resonar a 3.525 kilociclos (132 pies), lo que proporciona

una frecuencia resonante de las distintas mitades de cada radiador de unos 7.100 kilociclos en los 7 mc. La característica directiva no depende, en modo alguno, de la longitud de los elementos, resultando aquélla perfectamente satisfactoria en todo el ancho de ambas bandas.

Cada uno de los radiadores va alimentado por el centro con una línea abierta de 600 ohmios y 70 pies de longitud. Estas líneas de alimentación se apartan de los radiadores a un ángulo que hace se separen varios pies entre sí los centros estos últimos, como puede apreciarse en la figura 5, con lo que se compensa el que los separadores sean ligeramente inferiores a un octavo de onda. Las referidas líneas de alimentación se sujetan tensadas por medio de un palo redondo de seis pulgadas, con un aislador a cada extremo, que queda a una altura aproximada de 15 pies del suelo. Estos palos se fijan a una estacilla clavada en el suelo. Las líneas de

alimentación vuelven a un poste pequeño, situado debajo del centro de la antena, donde se conectan en paralelo (transponiendo debidamente una de ellas) y se empalman al alimentador general. Este último está formado también por una línea abierta de 600 ohmios, que, en nuestro caso, es de 212 pies de longitud.

Se observará que las secciones alimentadoras de 70 pies vienen a ser aproximadamente una media onda en longitud para el funcionamiento en los 7 mc. La impedancia resultante que presentan al alimentador general en el punto en que se conectan en paralelo es de la mitad de la impedancia existente en los puntos de alimentación de los radiadores. Aunque esta impedancia es algo mayor que la requerida para compensar adecuadamente la línea de 600 ohmios, resulta predominantemente resistiva, y la relación de ondas estacionarias originada no es excesivamente elevada en toda la banda de los 7 mc.

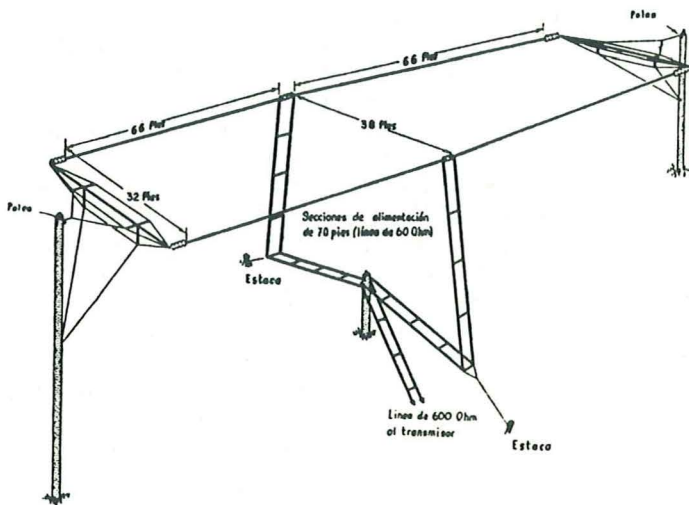


FIG. 5.—Dimensiones de los radiadores y de los alimentadores de la antena. Para elevar la antena hasta su sitio y tensar los elementos de la misma se utiliza una combinación de poleas y cuerdas.

En la banda de los 3,5 mc., la impedancia de entrada de los distintos radiadores es bastante baja, y las secciones alimentadoras de 70 pies suponen, en longitud, un cuarto de onda. Como consecuencia de ello, la impedancia que presentan a la línea alimentadora general, en el punto en que se efectúa el conexionado en paralelo, es de una resistencia muy elevada, y la relación de ondas estacionarias, por consiguiente, también muy alta (calculada en alrededor de 30 a 1). No obstante, las pérdidas en el alimentador se estiman, a pesar de la elevada relación de ondas estacionarias, en bastantes inferiores a 1 db. en esta frecuencia, habiéndose considerado que no merecía la pena construir estas secciones alimentadoras de 70 pies con tubos próximos, como los presentados por las antenas Johnson «Q», con vistas a reducir la relación de ondas estacionarias en el alimentador general. No habría habido más remedio que hacerlo así en el caso de que el referido alimentador hubiera tenido algunos centenares de pies de longitud, pero entonces la solución de los problemas relativos a soportar tales secciones compensadoras se habría complicado enormemente.

Tanto en los 7 como en los 3,5 mc. se utiliza un acoplador corriente de antena para adaptar el transmisor a la carga presentada por el alimentador. La construcción y el ajuste de tales acoplamientos se describe profusamente en todos los *Handbooks* y manuales sobre antenas. Como el alimentador es un múltiplo entero de cuartos de onda en ambas bandas en el referido acoplador no necesitan emplearse compensadores de reactividades de ninguna clase.

### Resultados.

Este tema es el inevitable broche de todo artículo sobre antenas: un resumen sobre los resultados obtenidos. El autor no concede importancia alguna a los resúmenes como los aparecidos en multitud de artículos sobre antenas, en que se especifi-

ca que se trabajó en tales y tales condiciones y que se recibieron tales y tales controles. El único criterio útil sobre el comportamiento es la comparación de una antena con otra bajo idénticas condiciones, es decir, la prueba de cambiar varias veces ambas antenas con una estación distante que facilite controles comparativos. Cuando se erigió esta antena se disponía de otra del tipo de media onda para los 3,5 mc., con alimentación por el centro, instalada aproximadamente a la misma altura que la 8JK. Esta antena se convertía en una de dos medias ondas en fase para los 7 mc., con máxima directibilidad en las mismas direcciones que la 8JK en cuestión. También se disponía de otra antena de media onda con alimentación por el centro para los 7 mc., a una altura alrededor de 45 pies. Se realizó una serie de pruebas con algunas estaciones DX entre estas tres antenas en la banda de 7 mc. y entre la 8JK y la antena de media onda en la banda de los 3,5 mc. En los 3,5 mc., los controles desde Europa y desde Nueva Zelanda acusaron, en casi todos los casos, un punto de «S» para las 8JK que para la antena de media onda, y, a veces, una diferencia mayor. K5VG y ZB1AR dieron a la 8JK tres puntos de «S» más que a la antena de media onda. En 7 mc. se llevó a cabo una interesante serie de pruebas con la estación F3NB, que pasó con la antena 8JK S-8/9, a las dos medias ondas en fase S-7, y al dipolo para 7 mc. S-5 con fuerte QSB. A la estación F3NB se la escuchaba con un buen S-7 con la antena 8JK; pero cuando se trató de recibirla con el dipolo hubimos de cambiar rápidamente de nuevo a la 8JK para poder escuchar su control, porque su señal decayó tanto y era tan débil, que apenas podíamos adivinar si seguía transmitiendo en el QRM que la envolvía.

No obstante, lo que justificó plenamente la instalación de dicha antena fueron los resultados alcanzados en el «1950 ARRL DX Contest». Se la utilizó en la última mitad de dicha competición para todas las comunicaciones con Europa y la zona del

Pacífico, dándonos la sensación de que nos permitía atravesar sin grandes dificultades la «barrera de QRM» de la costa occidental, a pesar de encontrarnos en el interior, a unas 300 millas. Se consiguió establecer QSO con casi todas las estaciones llamadas en las bandas de 7 y de 3,5 megaciclos, y aunque hay que admitir que el kilovatio utilizado colaboró eficazmen-

te a ello, esta potencia era, como sucede con todos los concursos DX, la corriente-mente empleada por las demás estaciones competidoras. Un punto de «S» más puede no significar gran cosa para las comunicaciones en condiciones normales; pero cuando éstas son verdaderamente malas, puede suponer una gran diferencia.

# Antenas plegadas simples y en contrafase

Por RAMON LLEBARIA REGALADO  
(EA3GF)

Con la colaboración de  
ANTHONY M. BILLE WILZL  
del «Massachusetts Institute of Technology.»

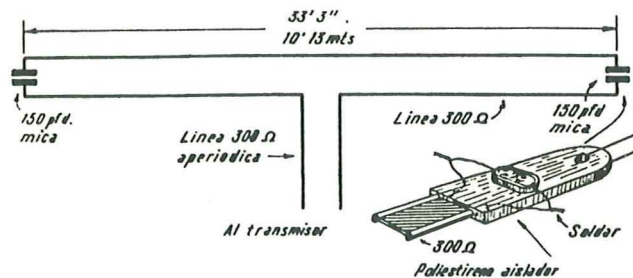
La divulgación de antenas está al orden del día por la gran importancia que indispensablemente desempeña en las radiocomunicaciones. No será sorpresa entonces la insistencia sobre antenas que se refleja nuevamente en nuestra Revista.

Sin otros preámbulos debemos pasar a la descripción de tres sistemas actuales de antenas que cada cual por sí mismo tienen una influencia hacia los otros por las características que se asemejan mutuamente. Estas son la doblete plegada o *folded dipole*, tripolo plegada o *folded tripole* y la «trombón» o doble dipolo plegado en contrafase.

## Doblete plegada o «folded dipole»

WILZL expone su válida e interesante colaboración así: «El dipolo plegado tiene una impedancia de 300 ohmios de resistencia; de este modo, la línea de acoplamiento que viene del transmisor propor-

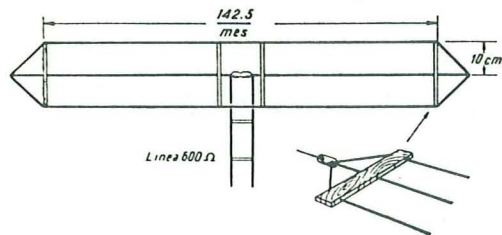
ciona una semejanza de impedancias. La antena, mayormente, es cortada para media onda de largo, y el conjunto a medias entre las secciones de la antena y la línea de transmisión. Esta condición es satisfecha con la confección de alambre del plegado abierto; pero no es así cuando el plegado es de Amphenol de 300 ohmios, la diferencia queda expuesta con la iniciación de un cuarto de onda del largo de la línea con únicamente el 82 por 100 del largo de un cuarto de onda del plegado abierto de alambre. La solución es completamente sencilla, y únicamente requiere la instalación en el cortocircuito de cada extremo del plegado de Amphenol, cerrarlo con un condensador de la correcta capacidad que armonice la sección de la línea de transmisión. Está, pues, comprobado que para media onda de longitud de antena, por la fórmula  $142,5 \text{ Mc/s.}$ , las capacidades son para la banda de 10 metros de  $75 \text{ pfd.}$  y 20 metros  $150 \text{ pfd.}$ , valores correctos de condensadores de mica.»



Este es el dibujo del sistema de antena para  $14 \text{ Mc/s.}$  banda, con un pequeño porcentaje de ondas estacionarias. Los aisladores de los extremos de antena son confeccionados con piezas de poliestireno, que sostienen el pequeño condensador de mica

## Plegado triple o «folded tripole»

«Conocemos que el método de no tener ondas estacionarias en la línea de transmisión consiste en la equivalencia de impedancia de la antena. En otras palabras,



En la figura se presenta un sistema apto para la confección sólida de los extremos, cuyos separadores serán más resistentes que los livianos centrales. Para el plegado se usará alambre de 1 a 3 mm.  $\Phi$ , según las potencias usadas

el plegado triple tiene una impedancia de 600 ohmios y perfecto *Match*, es exactamente una línea de acoplamiento de 600 ohmios, y entonces es una línea plana sin ondas estacionarias. La línea de 600 ohmios es realmente buena por su construcción abierta, y tiene muy bajas pérdidas, lo cual es un buen sistema de antena. Si usáramos una línea de 70 ohmios, entonces tendríamos un principio de gran pérdida por el incorrecto *Match*, y la señal de salida sería sumamente pequeña. Así la línea de 600 ohmios diremos que es correcta para este sistema de antena.»

Como en la *folded dipole*, esta antena es también para media onda de largo, con la misma fórmula. El tripolo se puede confeccionar indistintamente en forma triangular como en plano paralelo con los tres hilos en sentido vertical u horizontal, con una separación entre hilos de 10 cm. para 20 metros y de 15 a 20 cm. para 40 y 80 metros banda, respectivamente. En la figura se observa uno de los componentes usados en su montaje. Los alambres del tripolo serán del mismo diámetro, y una buena adaptación de línea de 600 ohmios será confeccionada con alambre de 1,5 mm. de diámetros, separado 12,5 cm., o con alambre de 2 mm., separado 15 cm.

## Doble dipolo plegado en contrafase o «trombón»

Contadas veces se ha popularizado tanto una antena como lo ha sido el doble plegado contando con las simpatías de los *amateurs* del mundo. Enumeraremos a los aficionados W4BTU, W $\Phi$ LWG, CO2OZ, YV5AO, TI2FG, PY3OB, CT1PK y EA3IT como un principio de halagüeñas manifestaciones de esta nueva antena.

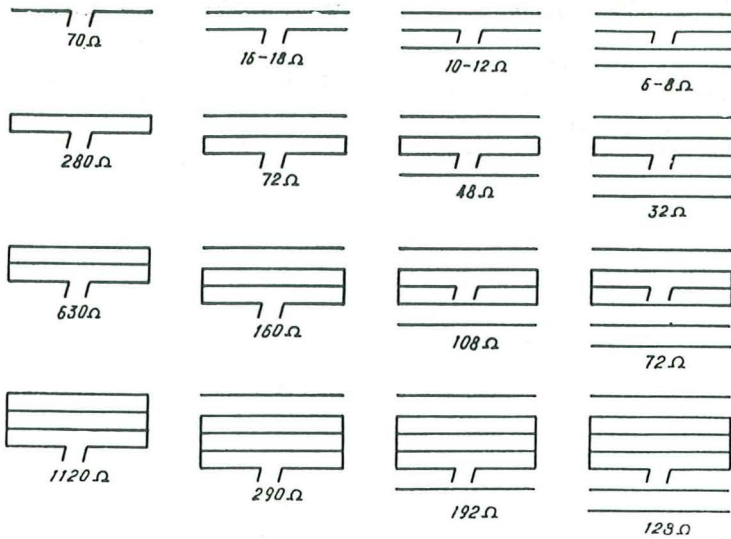
La «trombón» está constituida para el manejo rotativo, ya que sus características de direccionalidad son excelentes. La compone dos plegados simples como elementos parásitos y desfasados 180°.

Sabemos que un hilo en el espacio tiene una resistencia de impedancia en su centro de 70 ohmios. Un plegado simple (dos hilos) sustituye y eleva esta impedancia cuatro veces, siendo entonces de 280 ohmios.

Conocemos también que un componente direccional de tres elementos parásitos, con espaciado corto de 0,1 a 0,15 de longitud de onda entre elementos, tiene una resistencia de antena de 10 a 12 ohmios. Por lo mismo, diremos que dos elementos parásitos, con espaciado corto, es de una resistencia total de 16 a 18 ohmios de impedancia. Si a este conjunto de dos elementos procedemos a elevar su impedancia con un radiador plegado de dos hilos será una elevación de cuatro veces, resulta una resistencia de 72 ohmios de impedancia de antena. Al mismo sistema, en lugar de elevarlo cuatro lo hacemos nueve veces por un plegado triplelar como elemento excitado tendremos una resistencia de 162 ohmios de impedancia del conjunto parásito.

## Dipolos y plegados. Elementos parásitos 0,1 a 0,15 espaciados

De todo lo expuesto se deduce que para un doble plegado simple la elevación de impedancias, proporcionado por el radiador, queda automáticamente compuesto por una resistencia media entre el efecto del reflector, que es también un plegado bifilar; así, el componente total resulta



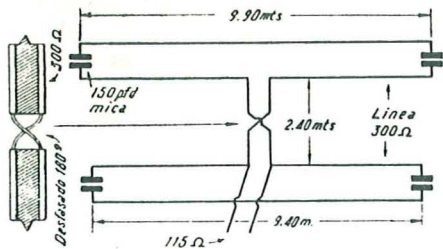
Representación gráfica del desarrollo de la elevación de impedancia sobre conjuntos direccionales de elementos parásitos. Imaginémonos la amplia variación que se puede efectuar para la adaptación de un Match sin transformador alguno de impedancias. Todos los conductores o caños empleados para cualquier componente de la figura son de igual diámetro entre sí

de una resistencia de antena de 115 ohmios de impedancia. El reflector recibe directamente la energía por mediación de la línea de 300 ohmios que procede del radiador. Se ha comprobado que el absorbente de energía es mayor cuando los elementos parásitos se ubican en contrafase. A tal fortuna se aprovecha este rendimiento en la «trombón». El desfaseado se comporta con el giro de media vuelta de la portadora que se emite desde el transmisor; éste produce al propio tiempo un más penetrante empuje hacia adelante de la energía transmitida. Si en lugar de dos elementos fueran tres o cuatro, se comprenderá fácilmente que el desfaseado entre elementos anterior y posterior es de  $360^\circ$  y más, dando un giro entre sí la onda emitida por el sistema aéreo. Este sistema se mantendrá en semejante disposición siempre y cuando los desfaseados entre elementos más de dos se mantengan todos ellos en contrafases en sentido circular. Así, un ejemplo será para tres elementos plegados así: radian-

te  $0^\circ$ , reflector  $180^\circ$  con relación al radiante director  $180^\circ$  con relación al radiante y  $360^\circ$  con relación al reflector, con un desfaseado empezado desde los  $180^\circ$  hasta los  $360^\circ$ . el desfaseado se comporta prácticamente con el giro de media vuelta de la línea que acopla entre sí los plegados. Esta línea debe de tener 300 ohmios para mantener los plegados simples equilibrados en su perfecta impedancia.

Se ha dicho que el rendimiento de una antena con alimentación aperiódica es necesario que se adapte una semejanza de impedancias entre la línea de acomplamiento al transmisor y la antena. De lo dicho se comprende que el conjunto «trombón» para el máximo rendimiento será preciso que la línea de acomplamiento sea lo más equivalente a la resistencia de la antena; ésta será de 115 ohmios; entonces el R. O. E.—relación ondas estacionarias—será nula, y diremos que se armonizan las secciones de la línea con la antena.

La construcción práctica se efectúa de



Aquí tenemos el esquema y dibujo del sistema de antena para 14 Mc/s. banda correctamente acoplado. Véase la contrafase como queda resuelta; en la práctica es necesario aislar los conductores; esto queda expuesto en la segunda adaptación por alambre. Se observan los condensadores del extremo de los respectivos plegados, que son exactamente iguales entre sí, y la disposición de montaje es idéntica al del plegado simple de dos hilos

tres elementos; éstos son: con Amphenol, 300 ohmios, con alambre y con tubo. Cualquiera de los sistemas descritos son de análogos resultados.

1.ª Adaptación con cinta de 300 ohmios.

Para este sistema de montaje es necesario hacerlo basándose en lo descrito para la *folded dipole*, o sea cerrar los extremos de los plegados con condensadores para evitar un desequilibrio entre la antena y la línea de 155 ohmios, y el R. O. E. será despreciable.

2.ª Adaptación con alambre.

Este sistema puede ser algo mejor que el anterior por las buenas condiciones co-

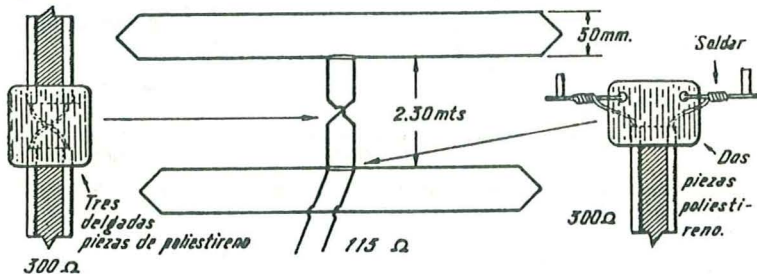
nocidas de los plegados abiertos. No obstante, se requiere que los separadores sean de poliestireno. La línea de alimentación es también de 115 ohmios. La separación entre elementos tiene un ligero cambio por las causas referidas entre la diferencia de los plegados abiertos con los de cinta.

Tanto el radiador como el reflector son iguales en longitud que el caso 1.ª adaptación en cinta.

El sostén empleado para mantener el conjunto en el aire ha de ser de madera. No se puede usar metal alguno de gran extensión, ya que motivaría un cambio de impedancia.

3.ª Adaptación con tubo.

El sistema con caño de duroaluminio u otro metal ligero e inoxidable de media pulgada—12,7 mm.—de diámetro dispone de una mayor movilidad de resonancia dentro de la pequeña gama de frecuencias de 14 a 14,4 Mc/s. que en los anteriores casos de Amphenol y alambre, a causa del mayor diámetro del conductor. El espacio entre elementos, aunque sea reducido la resistencia de antena, es mayor que en las antenas de elementos parásitos, como las conocidas de dos, tres y cuatro elementos de un solo hilo por parásito; esto deduce que el *Match* en la «trombón» no es ni de mucho lo crítico de las otras direccionales. El caño produce una mayor rigidez que mantiene el conjunto sin el efecto de disonancia que la interperier acostumbre motivar.



Obsérvese el procedimiento para ligar el punto de desfase para aislar el cruce de los cables de la cinta de 300 ohmios. Para evitar roturas es necesario formar un conjunto sólido entre las piezas de poliestireno y la cinta. Cómo se puede obtener un fácil método para fijar la línea de 300 ohmios entre los dos plegados. Semejante a este sistema es empleado para la sujeción de la línea de alimentación de 115 ohmios. Los aisladores centrales del plegado son de pequeño tamaño, como el ancho de la cinta

En todos los tres sistemas el radiador se comporta al propio tiempo como director. Así, el conjunto direccional con elementos parásitos plegados efectúa una buena relación delante atrás, así como una discriminación al efecto de puntas muy estimable, y la ganancia hacia delante es de 9 db., con la condición que la R. O. E. sea mínima e inapreciable.

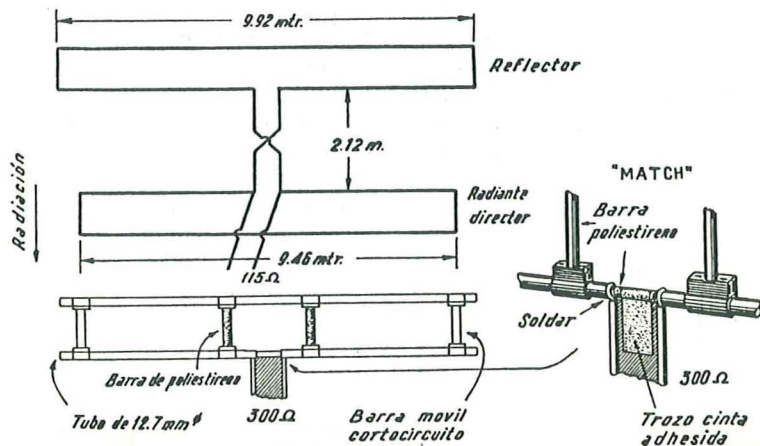
Repetiremos que la línea de transmisión deberá en cualquier caso aparejarse a la resistencia del conjunto parásito. Débese de cuidar que el *Match* (adaptador de la línea a la antena) sea correcto. Este, a su vez, es muy simple por carecer de transformador alguno de adaptación de impedancias, puesto que se hace directamente al plegado radiador como si se tratara de una *folded dipole* corriente. Debido a su sencillez resultará un buen *Match*; con una conexión corta y pegada completamente al pequeño aislador central del parásito plegado, diremos que está muy bien.

Como se observa, el conjunto direccio-

nal mantiene todo ello una posición horizontal con respecto a la tierra; así tal como se han ilustrado las figuras, es visto desde arriba.

Conjuntos similares a los expuestos han sido descritos y empleados para frecuencias de 144 Mc/s. con inmejorable éxito. Débese añadir que son muchas las combinaciones que permite usar este sistema, llegando inclusive a adaptarlo para 12 elementos.

Como título de ejemplo diremos que un componente de tres elementos plegados tendrá una resistencia de antena de 80 ohmios, y para cuatro elementos será de 50 ohmios de impedancia. Cuanto mayor sea el número de elementos usados tanto más será la ganancia hacia adelante. Se concibe la idea de que siendo el desfaseado en sentido circular para conjuntos de más de dos elementos, adquiere una perforación de direccionalidad hasta ahora desconocida, siendo la cadena de desfaseamiento entre elementos la creación peculiar del sistema.



Estos son los dibujos que representan la construcción práctica de los plegados del *Match*. La barra de cortocircuito de los extremos del plegado móvil, a fin de retocar si fuera necesario la longitud de los elementos. Los aisladores son de barras de poliestireno entradas hacia el interior del tubo y adheridos a presión e impregnados con poliestireno líquido. No se deben de efectuar las soldaduras de las respectivas líneas del desfaseado y de transmisión con las barras de poliestireno penetradas dentro del caño, ya que el calor las derretiría. Véase el *Match* cómo ha sido dispuesto; la tira de cinta sin cable recorre un principio del Amphenol del desfaseado para montar el sistema de enganche, firmemente sostenido. Usase también este sistema para el sostén de la línea de transmisión de 115 ohmios

# La antena G3PTN

Por CESAR CARNICER, EA 2 CD

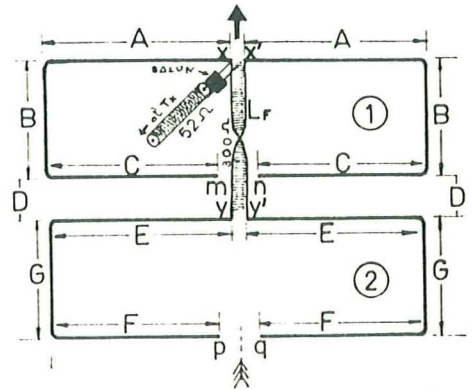
Durante los años cincuenta se utilizaron con éxito, especialmente en la banda de los 20 m, unas antenas tales como la ZL especial y una derivada de ésta, la denominada «doble trombón», de tan feliz recuerdo para muchos radioaficionados que la utilizamos.

Antes de pasar a describir la antena G3PTN daremos una breve explicación de la ZL especial. La ZL especial se compone de dos dipolos de media onda, paralelo el uno respecto al otro, separados un octavo de longitud de onda, y ubicados en el mismo plano horizontal. La línea de alimentación se conecta a la entrada de un dipolo y ambos entre sí se conectan con línea de puesta de fuera de fase 135 grados, desfaseamiento que produce un patrón de radiación unidireccional hacia adelante y perpendicular a la traza de los dipolos. La relación frente-espaldas es de 15 dB y la ganancia delantera de 3 a 4 dB.

G3PTN diseña su antena tal como se dibuja, vista desde arriba, en el esquema. Dobla los dipolos en forma de dos cuadros rectangulares, acostándolos en un plano horizontal, formando una antena direccional de dimensiones reducidas. Para la línea de puesta en fuera de serie emplea cinta TV de Amphenol de 300 ohmios, conectada tal como se dibuja en el esquema, y el conjunto se alimenta con cable coaxial de 52 oh-

mios, conectándolo a través de un *balun* de relación 1 : 1 a la entrada del primer dipolo, puesto que se trata de una antena simétrica.

La antena minidireccional monobanda G3PTN puede construirse con ma-



Esquema de la antena G3PTN.

terial común, del que se emplea en antenas TV; por sus dimensiones es muy apta para instalarla en espacios reducidos y su versión para la banda de 40 m puede realizarse sin complicaciones. Referente a la construcción y montaje, no hacemos mención alguna, dejando su resolución al radioaficionado que esté interesado, en la seguridad de que la confeccionará eficientemente.

El ajuste es sencillo; acortando o alargando muy ligeramente los extre-

mos de los dipolos quebrados, el cuadro 1 se ajusta para una relación mínima de ondas estacionarias y el cuadro 2 para una mejor relación frente-espalda.

G3PTN dice que montó dos modelos de esta antena; hizo más de 1.000 contactos con ellas durante el período de un año. Comparó estas antenas con otra direccional en V y sacó la conclusión de que tenían una ganancia delantera de 4 dB y una relación delantera-trasera de alrededor de 10 dB.

El diseño de esta antena G3PTN está amparado por la patente británica 26.716, pero su autor autoriza su construcción a los radioaficionados para su propio uso personal.

Antena para la banda de 10 m. Frecuencia de resonancia, 28,400 MHz. Medidas en me-

tros: *A*, 0,85; *B*, 0,76; *C*, 0,84; *D*, 0,09; *E*, 0,80; *F*, 0,79; *G*, 0,76; *Lf*, 1,08. Separación entre puntos: *x-x'*, 0,05; *y-y'*, 0,05; *m-n*, 0,07; *p-q*, 0,07.

Antena para la banda de 15 m. Frecuencia de resonancia, 21,300 MHz. Medidas en metros: *A*, 1,27; *B*, 1,14; *C*, 1,25; *D*, 0,13; *E*, 1,20; *F*, 1,18; *G*, 1,14; *Lf*, 1,62. Separación entre puntos: *x-x'*, 0,05; *y-y'*, 0,05; *m-n*, 0,09; *p-q*, 0,09.

Antena para la banda de 20 m. Frecuencia de resonancia, 14,200 MHz. Medidas en metros: *A*, 1,70; *B*, 1,525; *C*, 1,67; *D*, 0,19; *E*, 1,60; *F*, 1,57; *G*, 1,525; *Lf*, 2,16. Separación entre puntos: *x-x'*, 0,05; *y-y'*, 0,05; *m-n*, 0,11; *p-q*, 0,11.

Antena para la banda de 40 m. Frecuencia de resonancia, 7,060 MHz. Medidas en metros: *A*, 3,52; *B*, 3,05; *C*, 3,47; *D*, 0,27; *E*, 3,31; *F*, 3,26; *G*, 3,05; *Lf*, 4,36. Separación entre puntos: *x-x'*, 0,05; *y-y'*, 0,05; *m-n*, 0,15; *p-q*, 0,15.

# Cómo ajustar la G-4-ZU

Por LEO VAN MOORTEL (OQ 5 BA)

Adaptado de QRZ

por E. COSCULLUELA CASTAÑ (EA 2 FJ)

Dedicado a EA 3 MU

¿Qué es la G4ZU? En realidad es una antena multibanda que funciona con tres elementos en 15 metros y con dos elementos en 20 metros.

Si se examina el esquema de una antena de tres elementos con radiador, director y reflector, se encontrará:

1.º La longitud del radiador es cercana a media longitud de onda.

2.º El reflector está ajustado para una frecuencia de media longitud de onda más 4 ó 5 %.

3.º El ajuste del director es para media longitud de onda menos 3 ó 4 %.

Las separaciones entre 0,1 y 0,15 de longitud de onda para el espacio radiador-director, y de 0,15 a 0,20 de longitud de onda entre radiador y el reflector.

Además, es factible ajustar una misma antena para aumentar la ganancia hacia el frente o aumentar la relación delante/atrás (front to back), variando la separación entre elementos y su longitud respectiva. En el caso de que el radiador no presente en su medida física a la frecuencia de trabajo una media longitud de onda exacta, se puede realizar el ajuste en la línea de alimentación de la antena, procedimiento seguido para el mismo fin en la Doblete, la Long-wire, la Levy, etc.

Después de esta corta exposición sobre la antena de tres elementos, volvamos a la G4ZU, en la cual, originalmente, las autoinducciones del centro de los elementos se realizaban con bobinas de carga. Actualmente estas bobinas han sido sustituidas por reactancias formadas por un cortocircuito ajustable y la capacidad que presentan las líneas compensadoras de ajuste.

## DIMENSIONES DE LA G4ZU

Si se examinan y comparan entre sí los artículos que tratan sobre antenas multielementos, es fácil ver que sus autores determinan la longitud del haz radiante por la fórmula:

$$L \text{ (en pies)} = \frac{475 \text{ a } 468}{\text{frecuencia (en Mc/s.)}}$$

Por otra parte, las cifras básicas dadas por las tablas permiten calcular a priori la longitud de los diferentes elementos y, según su separación respectiva, conocer a grosso modo la ganancia en relación a un simple dipolo. Solamente la mejora en la relación delante-atrás para una antena dada, exige un ajuste preciso de la longitud de los elementos.

El reflector es necesario ajustarlo

para una frecuencia inferior a la de trabajo, teniendo en cuenta que cuanto más pequeña sea la separación entre elementos, tanto mayor debe ser la diferencia de frecuencias de ajuste en relación a la del radiador.

El director se ajusta para una frecuencia superior a la de trabajo, de la misma manera expuesta para el reflector.

Supóngase que se desean construir tres antenas de tres elementos centradas en las siguientes frecuencias de trabajo: 21.150 Kc/s., 28.400 Kc/s. y 14.150 Kc/s.

Basándose en lo que se ha expuesto anteriormente, se pueden calcular las longitudes teóricas de los elementos para estas antenas adoptando las siguientes fórmulas:

$$\text{Radiador: } L \text{ (longitud física en pies)} \\ = \frac{470}{F \text{ (en Mc/s.)}}$$

$$\text{Director: } L' \text{ (id. id.)} = L \times 0,96$$

$$\text{Reflector: } L'' \text{ (id. id.)} = L \times 1,04$$

Una vez realizados los cálculos necesarios, se obtienen las dimensiones y frecuencias de resonancia que representamos en el siguiente cuadro:

16 pies, valor muy cercano al calculado para el funcionamiento de 29.500 Kc/s. Por tanto, las dimensiones de la G4ZU son comparables perfectamente a las de la tabla y se deduce que en el momento de ajustar los elementos de una G4ZU para otras frecuencias, se puede, sin inconveniente, aplicar los valores dados por los cálculos anteriores.

## EVOLUCION

La mayor mejora aportada recientemente por el autor, en relación a la versión original de esta antena, ha sido la de reemplazar las bobinas de carga en las partes centrales de los elementos, por impedancias ajustables formadas por dos barras paralelas, y unos puentes de cortocircuito deslizante. Además, en la última y más reciente versión funciona con tres elementos en 15 metros; tres, en 10, y tres, también, en 20 metros.

## COMPENSADORES, REACTANCIAS Y ALIMENTACION

Es sabido que si se excita una línea de alimentación de cualquier valor de impedancia que esté abierta por un extremo a una frecuencia que corresponda a

RADIADOR		REFLECTOR		DIRECTOR	
Frecuencia F	Long. pies L	$F'' = \frac{F}{1,04}$	$L'' = L \times 1,04$	$F' = \frac{F}{0,96}$	$L' = \times 0,96$
21.150 Kc/s.	22,22	20.337 Kc/s.	23,109	22.310 Kc/s.	21,33
28.400 Kc/s.	16,55	27.308 Kc/s.	17,21	29.580 Kc/s.	15,88
14.150 Kc/s.	33,22	13.606 Kc/s.	34,55	14.740 Kc/s.	31,89

Las frecuencias en kilociclos y las longitudes en pies. Un pie = 30,5 cm.

¿Qué preconiza el autor de la G4ZU? Una longitud de 23 pies para el reflector, que es aproximadamente la de la tabla anterior para una frecuencia de resonancia de 21.150 Kc/s. y un director de

cuatro veces su longitud eléctrica, la línea se comporta como un corto circuito frente al generador, debido a su bajísima impedancia a dicha frecuencia.

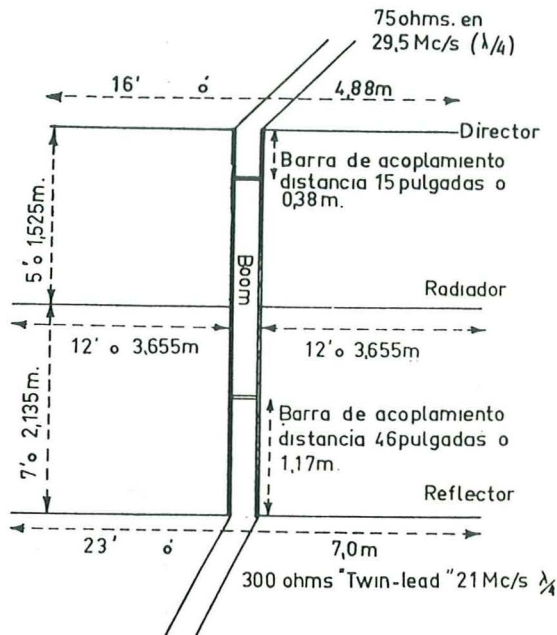
Tómese como ejemplo un trozo de línea coaxil. Póngase en cortocircuito un extremo y déjese el otro abierto, aco-

plando el O. C. M. R. (grid-dip) al extremo cortocircuitado, se puede observar fácilmente un "dip" en, por ejemplo, 3.25 Mc/s. Siendo esta frecuencia la correspondiente a una longitud de onda de  $300/3,25 = 92$  metros, este trozo de cable coaxil resonará en cuarto de onda sobre 92 metros, y en 23 metros, a onda completa ( $23 \times 4 = 92$ ).

Para una línea pareada "buena",  $V=0,82$

Para una línea coaxil "buena",  $V=0,66$

G4ZU hizo uso de su ingenio, produciendo los cortocircuitos en el centro de los elementos por compensadores (stubs) calculados para la frecuencia de trabajo en cada banda utilizada.



Excitando una línea con una onda de frecuencia cualquiera, puede observarse que en su interior, la energía de R. F. no se desplaza con la misma velocidad que lo hace en el espacio libre, debido a que sufre una especie de retardo, de valor igual al coeficiente de velocidad de su aislante y causado por este mismo material que constituye el soporte de la línea. De esta manera, la longitud eléctrica, es decir, la que realmente interesa, es diferente de su longitud física, todo ello de acuerdo con la siguiente relación:

$$L \text{ (long.) eléctrica} = \frac{\text{Long. real}}{V \text{ (coef. velocidad)}}$$

## REALIZACION Y AJUSTE

Posiblemente haya sido excesivamente largo en estos preámbulos, pero hemos querido fijar las condiciones de funcionamiento de la G4ZU y los recursos técnicos utilizados por su autor, antes de llegar al ajuste. En su segunda versión, el capitán Bird ha realizado la antena como corresponde al esquema detallado a continuación:

## OPERACIONES A SEGUIR

1.<sup>a</sup> Para la línea compensadora de 75 ohmios, aproximadamente, elijan

dos cables coaxiales de 52 ohmios puestos en paralelo por la malla (impedancia alrededor de 100 ohmios) y compruébese su longitud eléctrica ajustando sobre 29.500 Kc/s.

2.<sup>a</sup> Para la línea compesadora de 300 ohmios es preciso elegir un guen "amphenol", que se ajustará sobre 21 Mc/s.

3.<sup>a</sup> Dispónganse los compensadores en sus respectivos lugares, dejándolos conectados. Hay que pasar la línea pareada por uno de los tubos soportes si se teme la influencia de algún potente emisor vecino. En cuanto a los coaxiales de 52 ohmios se deben conectar con la malla a masa.

4.<sup>a</sup> Es preciso comprobar con el O. C. M. R. la resonancia del reflector en la banda de 15 metros y del director en la de 10 metros.

5.<sup>a</sup> Se excitará el director sobre 22 Mc/s. (ver tabla) al tiempo que se busca el ajuste del mismo desplazando la barra del cortocircuito correspondiente, que se atornillará una vez finalizada la operación.

6.<sup>a</sup> Opérese de la misma forma con el reflector sobre 13.600 Kc/s., hasta conseguir el ajuste. Es conveniente disponer el O. C. M. R. cerca de la barra de cortocircuito, sujetando provisionalmente el aparato a dicho puente, con el fin de evitar variaciones de acoplamiento entre ambos. Obsérvense las lecturas con todo cuidado y toda perfección, dada la dificultad de este punto, ante la incomodidad que supone.

7.<sup>a</sup> La alimentación puede establecerse:

a) Por línea apareada de 300 ohmios, de las medidas dadas por G4ZU (30 a 32 pies) y cuya longitud es la precisa para un acoplo conveniente con el sintonizador de antena.

b) Empleando el sistema descrito en QRZ de mayo de 1959 por ON4BX que funciona perfectamente.

c) Utilizando una línea de 300 ohmios de cualquier longitud con un acoplador de antena.

8.<sup>a</sup> Una nota importante que añadir es la de advertir que si el A. P. radia armónicos, la antena se desajustará automáticamente, porque está proyectada para ello. No se debe doblar nunca de frecuencia en el paso final por las mismas razones. Es indispensable un buen O. C. M. R. bien ajustado y calibrado.

Esperamos que estas cortas explicaciones habrán podido interesaros, y como punto final señalaremos que el capitán Bird, G4ZU, no se ha dormido en los laureles de tan feliz camino emprendido. Ha realizado una antena de cuatro elementos trabajando con tres en los 20 metros. Además, podemos esperar que próximamente salga un sistema de alimentación por cable coaxil que pondrá esta antena al abrigo de las radiaciones espúreas de la línea de 300 ohmios y de sus ondas estacionarias. A nuestra manera de ver, una solución sería el uso de un radiador con trampas ajustadas a 28, 21 y 14 Mc/s. y alimentación coaxil con "gama-match" y condensador de ajuste, una línea por banda.

# La G4ZU simplificada

Por el Capitán G. A. «DICK» BIRD G4ZU

Traducido de la Revista Congoleza de Radioaficionados: Q.R.Z. por JAIME PLANAS (EA 3NE)

El Comandante E. Tassin (DL2UZ/ON4TY) remitió a «QRZ»\* una adaptación del artículo publicado por la revista «CQ Magazine» y escrito por G4ZU sobre la descripción de un nuevo tipo de direccional para 10, 15 y 20 m., versión que, conservando las conocidas ventajas de la clásica y típica antena G4ZU, reunía unas innovaciones que la hacían sumamente fácil y sencilla tanto en el montaje como en el ajuste.

Esta antena es excelente para el OM debutante o falto de recursos, ya que no necesita bobinas ni complicados ajustes de frecuencia, siempre susceptibles de erro-

res, no por ello están mermados sus buenos resultados. En prueba de ello diremos que en 10 metros la ganancia que nos proporciona es equivalente a la que

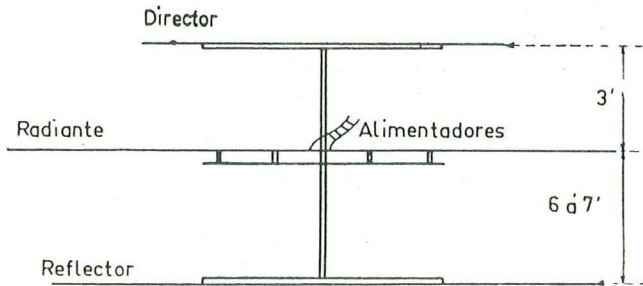


FIG. 1.

res, que sólo sirven para un menor rendimiento del sistema.

La redacción de QRZ asiente la frase que el Comandante Tassin les dijo: «La clave del éxito está en una buena antena.»

Siendo, ciertamente, simple el montaje

nos da una direccional de 4 elementos para esta banda.

La ganancia en 15 metros es un poco más elevada que la de una direccional de 3 elementos (véase diagrama de radiación comparativo); esto es debido al elemento radiante prolongado. Para mejorar el rendimiento en 15 metros se puede usar un director bibanda como en la G4ZU clásica, pero el principiante evitará esta com-

(\*) Organismo de los radioaficionados congolese.

plicación, ya que la misma requiere algunas mediciones para el ajuste a la frecuencia de resonancia del elemento a emplear en este caso, así como el ajuste del bu-

*Material:*

1. 9 (2,745 m.) a 10 (3,049) pies de tubo para el «boom» (soporte de los ele-

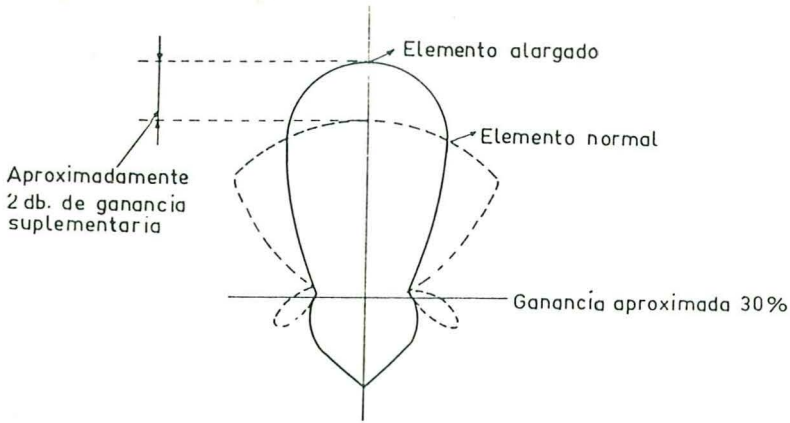


FIG. 2.

cle de carga, quien hace el oficio de bobina de carga central (posición de las *barritas* en cortocircuito).

mentos) de duraluminio o tubo de hierro de 1 ó 1,5 pulgadas.

2. Dos «T» para la fijación del direc-

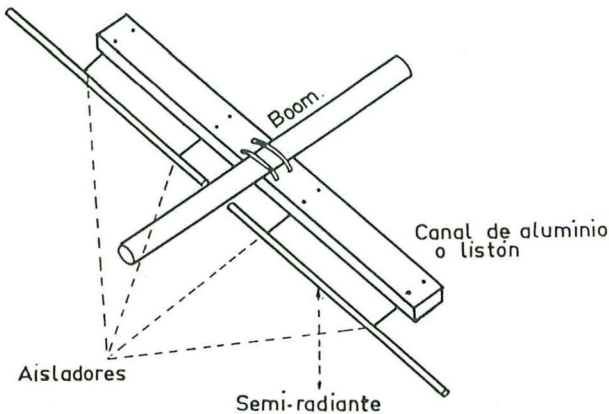


FIG. 3.

En 20 metros la antena rinde como un dipolo rotativo.

*Dimensiones:*

(Véase dibujo núm. 1).

tor y el reflector al «boom» si estos elementos no se sueldan directamente al «boom» (caso de un tubo de acero).

3. Cuatro piezas de 12 pies (3,66 m.) de tubo de 1", más 2 piezas de 12 pies (3,66 m.) suplementarias, que se introdu-

cen dentro de las otras telescópicamente. Acordarse del pequeño material de fijación, como bridas en «U», collares, etc.)

4. 4 pies (1,22 m.) para el canal, hecho en aluminio o madera dura, de idéntica longitud y de unos 5 cm. de largo y 2 cm. de espaciamiento, para la fijación de los 2 semielementos del radiador y de los aisladores.

5. 4 aisladores para el sostén de los semielementos del radiador.

### Conjunto:

(Véase dibujo núm. 3). Se emplea una pieza de 12 pies para cada semielemento radiante. Estos dos semielementos están montados sobre aisladores, quienes a su vez descansan sobre el canal de aluminio o madera de 4 pies. Fijarlo todo al «boom» mediante las piezas «U» (véase croquis adjunto).

Las 4 piezas de 12 pies restantes del mismo diámetro son fijadas a las extremidades del «boom» con las piezas «T» o por soldadura en el caso de tubos de acero.

Finalmente, las 2 piezas de 12 pies que deben introducirse en los tubos precedentes, son cortadas a 4 pies del extremo, de manera que resulten 2 piezas de 4 pies y 2 piezas de 8 pies; las piezas de 4 pies se insertarán en las 2 extremidades del elemento director y éstas a 8 pies de los extremos del reflector. Ajustar la longitud del director a 16 pies (4,880 m.) y del reflector a 23 pies, 6 pulgadas (7,165 m.) y fijar a los elementos estos tubos.

### Alimentación:

Alimentadores a alta impedancia de 300 a 400 ohmios, de preferencia a aislamiento por aire, y, por tanto, con separadores. Por ejemplo, dos hilos de cordón corriente de instalación de 1,5 mm. de sección, espaciados por piezas de plexiglás, a 25 o 30 mm. de uno a otro, formando de esta

manera un alimentador de impedancia característica próxima a 400 ó 450 ohmios.

El cable de T.V. de 300 ohmios ordinario puede emplearse, pero los alimentadores con aislamiento de aire son excepcionalmente superiores (recuérdese las pérdidas del aislante: dieléctricas, inconvenientes, de las lluvias, polvareda, etc.).

Si el A.P. tiene un «link» móvil, concéntense simplemente los alimentadores al «link».

Puede ser necesario un ajuste de la longitud de los alimentadores de algunos decímetros para facilitar la carga del emisor, pero la longitud de los alimentadores no

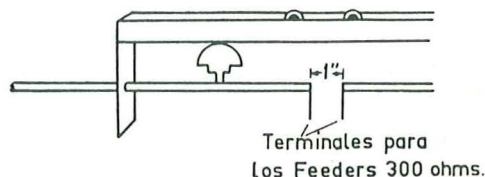


FIG. 4 y 5

es particularmente crítica, y por ello no es necesario especificar unas medidas especiales. Si el A.P. tiene salida en «PI» con coaxial, la mejor solución es colocar un acoplador para asegurar un ataque simétrico del sistema aéreo. Empléese, por ejemplo, la unidad de acoplamiento habitual de la G4ZU. En este último caso no será necesario rehacer los ajustes en los cambios de banda y el acoplador permitirá hacer resonar el conjunto en 20 m. como un dipolo rotativo.

El colega OQ5VH Jan (de Luputa) remitió a "QRZ" una descripción de la antena que él emplea, antena basada en las medidas de la G4ZU y con las variantes precisas para poder ser montada con los elementos que OQ6VH disponía.

La variante más fundamental es debida a la falta en el mercado congolés (\*) de los aisladores especificados para la G4ZU original, empleando nuestro amigo Jan el

**Reflector:**

Tubos 1" long. 23 pies 6 pulg. (7,165 metros).

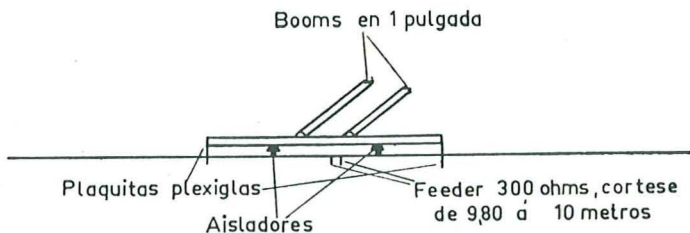


FIG. 6.

sistema que se describe en las figuras número 4, 5 y 6.

**Radiador:**

2 tubos de 3/4" de 12 pies (3,66 m.).

Cada uno con un espaciado de 1" entre los dos elementos. En el interior de estos tubos, suéldese un pedazo de hilo grueso

«Boom»:

El «boom» es doble, tubos de 1", longitud 10 pies (3,05 m.).

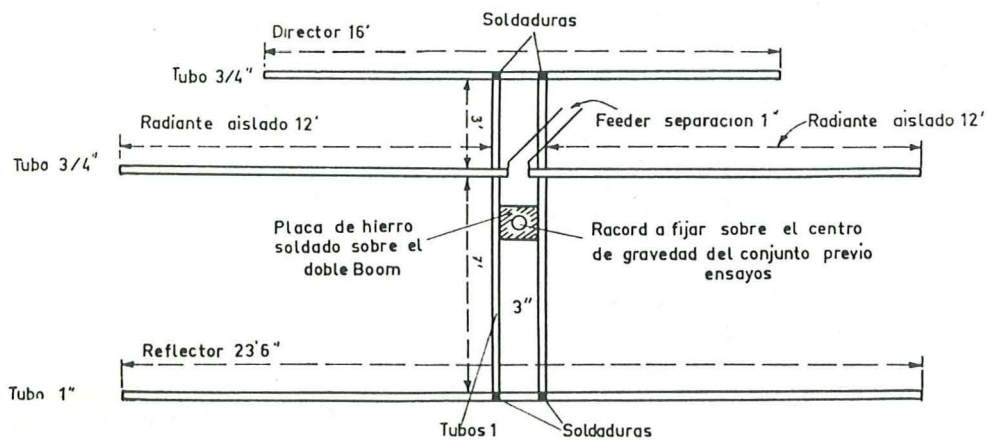


FIG. 7.

**Director:**

Tubos 3/4" long. 16 pies (4,88 m.).

so de cobre para poder soldar asimismo a éste el alimentador de 300 ohmios.

«Boom» (bastidor-soporte de los elementos), director y reflector se sueldan conjuntamente, como indica la figura número 7. Ya que todo va a masa. Para el

(\*) Esto ocurre igualmente en nuestro país, a no ser que se manden hacer de encargo. (N. de la R.)

montaje y colocación definitiva, busquese el centro de la gravedad del conjunto, facilitando el adecuado emplazamiento sobre el soporte.

Téngase en cuenta la longitud del ali-

pleta de ondas estacionarias en 10 y 15 metros.

En el QTH de OQ5VH la antena se encuentra a 9 m. de altura sobre el suelo y está montada sobre un viejo puente trasero

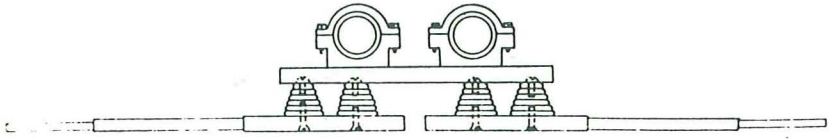


FIG. 8.

mentador (anphenol) de 300 ohmios, ya que usando una longitud de 9,80 a 10 metros se consiguió la eliminación casi com-

de camioneta, mandándose gracias a un eje soldado en el piñón de ataque.

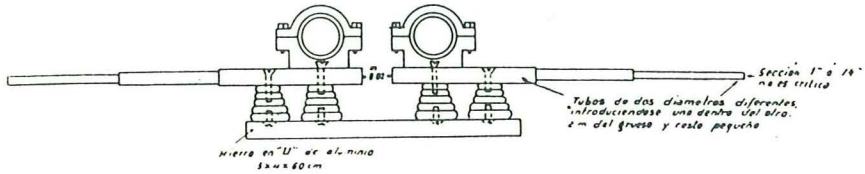


FIG. 9.

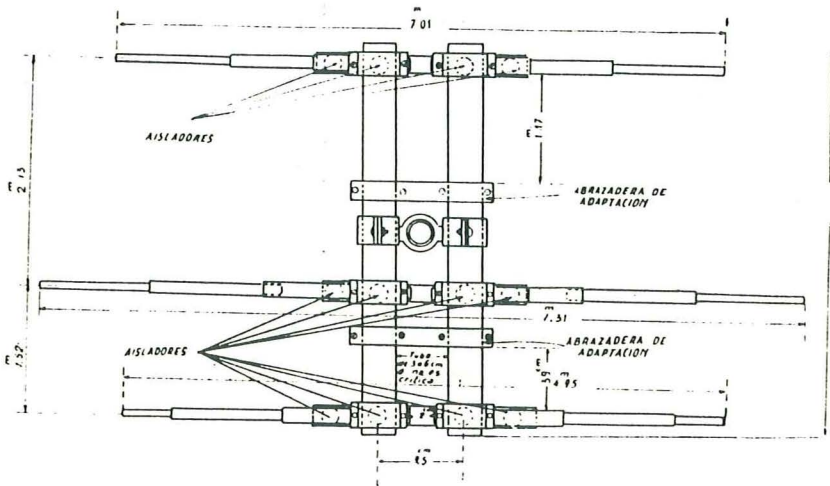


FIG. 10.

También el colega congolés OQ5AO remitió a su revista unos datos sobre la antena que tiene en construcción; está basada, igual que las anteriores, en la G4ZU.

Atendiendo al parecer del colega Fernando (OQ5AO), sólo insertaremos los esquemas;

recordemos las palabras del amigo Fernando: "Un esquema vale más que una larga explicación. Yo prefiero el dibujo a la narración."

Seámosle fieles y dejémos de literaturas.

Los esquemas debidos a OQ5AO son las figuras número 8, 9, 10, 11 y 12.

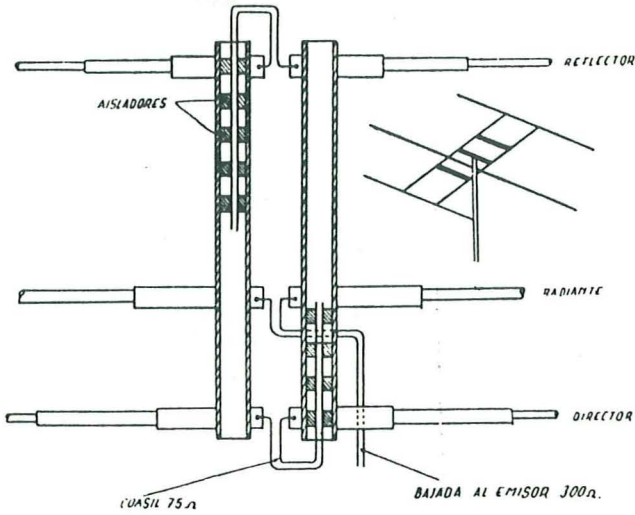


FIG. 11.

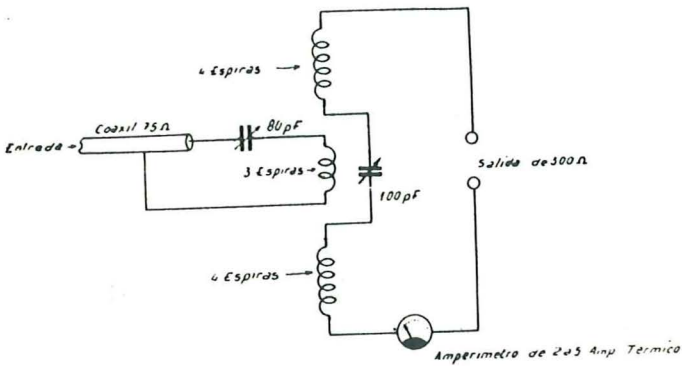


FIG. 12.

# Historia de la «Minibeam» de tres bandas

Por el Capitán G. A. BIRD (G 4 ZU)

Traducido de «C. Q.» por Editorial ARBÓ, (Buenos Aires)

Las antenas direccionales multibandas son del mayor interés en la época actual. Tenemos la satisfacción de presentar este artículo (a través de "CQ") por el *pioneer* en este campo, G 4 ZU, cuyo texto original, publicado en febrero de 1956 en el *RSGB Bulletin*, ha inspirado la mayoría de las antenas para varias bandas que actualmente se encuentran en el mercado. El capitán Bird demuestra aquí que se encuentra en una posición de vanguardia en este terreno y nos ofrece sus últimas concepciones.

Durante los últimos dos o tres años, los aficionados han demostrado un creciente interés en los problemas asociados con el diseño de las antenas direccionales para varias bandas. Ello se explica, en parte, por la creciente popularidad de los transmisores con conmutación de banda y más particularmente por el deseo de explorar las posibilidades de la banda de quince metros, que se está transformando rápidamente en

lecciónen el tipo que resulte más satisfactorio para sus necesidades.

Aunque el diseño de una antena presupone, por lo general, numerosos cálculos, se han hecho todos los esfuerzos posibles para restringir los desarrollos matemáticos al mínimo.

Antes de 1953, la única antena de uso regular en G 4 ZU era una disposición de dos elementos para 20 metros. Por no gozar de mucho espacio, este conjunto utilizaba elementos cargados con autoinducciones, a fin de reducir su tamaño y no invadir las áreas vecinas. Se encontró experimentalmente que siete metros es la longitud mínima admisible en este tipo de antena, si se quieren evitar serias pérdidas de rendimiento. Los intentos realizados para reducir el tamaño de los elementos hasta los cinco metros dieron por resultado una portentosa reducción de la ganancia delantera, así como del ancho de la banda, aunque la relación delante-atrás se mantuviese en una cifra más o menos normal.

Mientras estudiábamos el problema de cómo lograr trabajar en 15 metros, se nos ocurrió pensar que si se pusieran en cortocircuito las bobinas de carga de la antena de 20 metros, su frecuencia de resonancia no iba a quedar muy lejos de los 21 Mc/s. La perspectiva de cubrir simultáneamente las bandas de 20 y de 15 metros, con una única antena, nos resultó tan atractiva que instalamos inmediatamente un "relé" en el centro de cada elemento, con objeto de poder eliminar a voluntad la bobina de carga (figura 1).

Esta antena se estuvo ensayando con muy buen éxito al principio de 1951. El funcionamiento en 20 metros pareció no alterarse con la modificación en sentido desfavorable (se comunicaron cerca de 200 países en esta banda), y la ganancia y la relación delante-atrás, en 15 metros, parecían normales. Se aprovecharon a fondo las aperturas que se presentaban de tiempo en tiempo en esta banda para el DX, y no se tardó mucho en comunicar con un centenar de países, en fonía.

Si bien era muy agradable tener una

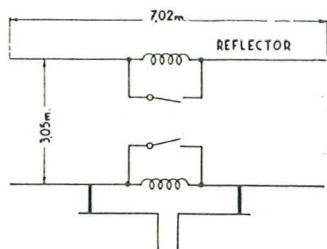


Fig. 1

un serio rival de las de diez y veinte en las comunicaciones a larga distancia.

El autor, en consecuencia, encuentra motivos para disculparse por presentar en este artículo lo que no es sino la historia completa de sus trabajos experimentales en el asunto referente a las antenas para varias bandas, tanto los que se vieron coronados por el éxito como los que concluyeron en el fracaso.

Esperamos que con la detallada exposición de los resultados obtenidos, a través de las distintas disposiciones ensayadas, servirán para que los lectores se-

antena direccional para 15 metros, cuando la mayoría de los aficionados luchaban todavía con simples dipolos, comprendimos que pronto sería necesario hacer algo parecido respecto de la banda de los 10 metros. Hasta entonces esta banda había permanecido más o menos inactiva, pero era evidente que en un futuro no muy distante volverían a favorecerla las condiciones de propagación, y no era el caso que tal eventualidad nos sorprendiera durmiendo.

Para mantenernos en guardia sobre los 10 metros, evidentemente era necesario prepararse. Aunque parecía posible extender las posibilidades de nuestra antena de entonces hasta los 10 metros, se creyó que los "relés", bobinas de alargamiento y los cables adicionales para su gobierno volverían el sistema demasiado complicado; amén de que la posibilidad de que se presentaran inconvenientes de contacto en posiciones inaccesibles no resultaba muy atractiva. Tomada nota de todos los datos necesarios, optamos por desmontar y archivar nuestra antena, a fin de poder realizar algunas experiencias con otras disposiciones direccionales para tres bandas de distintos tipos.

La primera antena que ensayamos fué uno de esos modelos que recurren al empleo de trampas sintonizadas intercaladas sobre los elementos (figura 2). La sintonía de esta antena resultó ser mucho más laboriosa de lo que habíamos pensado, toda vez que se producía una considerable interacción entre las distintas bandas y que las trampas tenían tendencia a quedar fuera de resonancia cada vez que llovía. También hubo dificultades en conseguir una buena relación de ondas estacionarias. Después de mucho luchar, se consiguió una R. O. E. de 1,5:1 en una frecuencia central de cada banda, pero había una relación de 10:1, ó más, en los extremos de las gamas. También se presentaron algunos problemas debidos a la debilidad mecánica de los puntos de inserción de las trampas.

El funcionamiento en 20 metros fue tan bueno como con el diseño anterior y se obtuvieron también excelentes resultados en 15 y en 10 metros. Sin embargo, se encontró que la relación delante-atrás se empeoraba notablemente con el mal tiempo. Nunca pudo decidirse si este fenómeno era debido a la falta de la aislación de las trampas o al simple depósito de humedad sobre las bobinas. Es probable que se haya encon-

trado una solución a este problema en las antenas comerciales que responden a este tipo.

Después de utilizar esta antena varios meses, decidimos que el tamaño y el peso no estaban totalmente justificados, en particular teniendo en cuenta que sólo una parte de los elementos realizaban una labor útil en 15 y en 10 metros. Además, se encontró que el ancho de banda de las trampas no era suficiente para un funcionamiento uniforme en toda la extensión de cada gama. Esto,

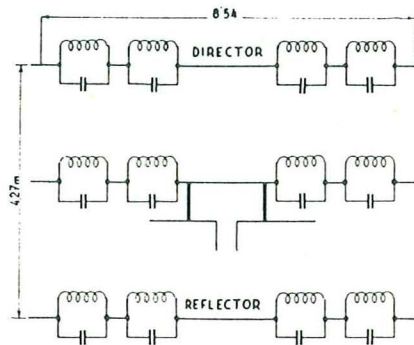


Fig. 2

combinado con la R. O. E. en los extremos de las bandas, se consideró como un inconveniente, por cuanto el trabajo serio en DX requiere bajar en muchas ocasiones a la porción de o. c. de cada banda y llegar otras veces al extremo contrario. Se sabe, por otra parte, que el mismo inconveniente se encuentra en muchas antenas direccionales de una sola banda.

Así, poco a poco, fuimos convenciéndonos de que esta antena no podría considerarse como definitiva; pero antes de desmantelarla era necesario meditar muy bien qué podría hacerse. Se pensó en montar disposiciones separadas para 15 y para 10 metros, apiladas sobre la de 20, pero después de leer lo que otros habían hecho en este sentido, se llegó al convencimiento de que perderíamos lastimosamente el tiempo. Prácticamente, en todos los casos consultados, los autores denunciaban pérdida de ganancia, pobre relación delante-atrás y grandes variaciones de la R. O. E., cuando se intentase montar las tres antenas más o menos cerca unas de otras. Por otra parte, el peso y el comportamiento del sistema frente a los vientos fuertes, por no decir nada de la apariencia, no con-

tribuían, por cierto, a recomendar esta solución dentro de las áreas urbanas.

Estábamos llegando así a un callejón sin salida. El verano de 1954 estaba ya avanzado, y los vecinos, que habían visto subir y bajar curiosas estructuras, habían pasado ya la etapa en que aquellos les divertía y estaban comenzando a albergar algunas dudas acerca de nuestra

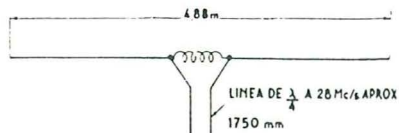


Fig. 3

salud mental. Era necesario llegar cuanto antes a una solución razonable o abandonar de una vez todas nuestras actividades. Leímos febrilmente cuanto se ha escrito sobre antenas, pero la solución no aparecía en ninguna parte. La única esperanza que nos quedaba consistía en comenzar por el principio y atacar el problema por un nuevo flanco. Después de mucho pensar, dimos con una idea que parecía prometedora.

¿No podría volverse a la disposición original de la figura 1, eliminando los "relés" y reemplazándolos con líneas de un cuarto de onda? La idea merecía, por lo menos, que se ensayara; así es que tendimos en seguida, a través de la sala, un dipolo para 10 metros, con una bobina de carga en el centro. En los terminales de la bobina conectamos un trozo de línea de 300 ohmios, de longitud equivalente a un cuarto de onda en 10 metros, y después de luchar un poco con las vueltas de la bobina, encontramos que teníamos un elemento que resonaba tan bien en 15 como en 10 metros (figura 3).

En 10 metros, la línea de cuarto de onda actúa como un eficaz cortocircuito a través de la bobina de alargamiento, de modo que el alambre se comporta entonces como un elemento simple. En 15 metros, la línea equivale a una pequeña capacidad, derivada sobre la bobina, por lo que el número de espiras necesario resultó algo menor que el esperado. Estábamos, pues, a un paso de convertir nuestra antigua direccional con "relés" en una antena direccional de dos bandas, conmutada automáticamente en 10 y 15 metros.

El elemento excitado se alimentó, como antes, con una línea de 300 ohmios,

por medio de un adaptador en T, que se ajustó para la mejor R. O. E., promedia, sobre las dos bandas que el sistema cubría. A falta de mejor lugar para ocultar las líneas de cuarto de onda, se introdujeron dentro de la cruceta tubular, obteniéndose así tanto un buen aspecto como, a la vez, protección para estos trozos de línea. Los elementos se mantuvieron por medio de aisladores montados en el interior de una pieza de chapa en U, que protegía de la lluvia tanto a los aisladores como a la bobina.

Las pruebas realizadas fueron tan prometedoras que se decidió dar un paso más y tratar de cubrir también la banda de 20 metros. Una instalación de tres elementos, con un director de 10/15 y un reflector de 15/20, aparecía en nuestros pensamientos como la solución lógica.

El elemento excitado era el que presentaba mayor problema. Probablemente hubiera sido posible utilizar bobinas y líneas de cuarto de onda, como en los elementos parásitos, pero se comprendió que de esta manera el conjunto resultaría bastante complicado y difícil de ajustar. Otra posibilidad consistía en utilizar un elemento excitado cargado con trampas, al estilo del de la figura 2. Estaba claro, por otra parte, que si el elemento excitado se llevaba a resonancia, por su longitud, en cualquiera de las bandas, las fluctuaciones de la impedancia al pasar de una gama a otra serían mayores que las que podrían co-

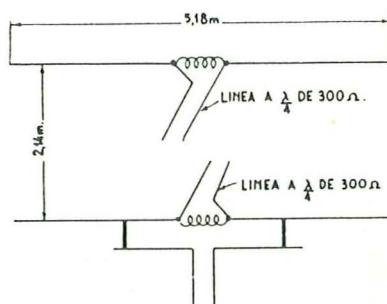


Fig. 4

regirse con cualquier sistema normal de adaptación.

La experiencia previa indicaba que era conveniente evitar el uso de trampas en el elemento excitado si quería eliminarse no sólo el riesgo de ruptura eléctrica, sino la debilidad en la estructura inherente a un sistema de esa na-

turalza. Además, es oportuno observar que si bien es corriente el uso de elementos excitados de media onda en los sistemas direccionales, no es este punto en modo alguno esencial, y en ciertos casos hasta es posible obtener ventajas, desde el punto de vista de la ganancia y de la resistencia de radiación, utilizando otras longitudes.

Después de algún trabajo experimental, se decidió dar al elemento excitado una longitud de 24 pies (7.320 mm.). Si utilizábamos para construirlo un tubo de bastante diámetro, se podrían neutralizar, por medio de redes de compensación muy sencillas, las variaciones de reactancia y obtener en las tres bandas una impedancia de alimentación, esencialmente resistiva, de cerca de 50 ohmios, con ayuda de una sección adaptadora constituida por un trozo de línea de alambres paralelos o de cinta de 300 ohmios. (Este método de adaptación se describirá en detalle más adelante.)

El peso total del conjunto resultó ser de casi cuatro kilos y medio, y, en vista de su compacidad, se le bautizó con el nombre de antena *Minibeam* (1) de tres bandas. Las dimensiones globales de la antena se dan en la figura 5.

A continuación intentaremos analizar el funcionamiento de esta disposición con todo detalle y banda por banda.

Para empezar por la banda de 10 metros, conviene citar el artículo aparecido en *QST* de abril de 1955, escrito por W6AJF. En este artículo se demostró

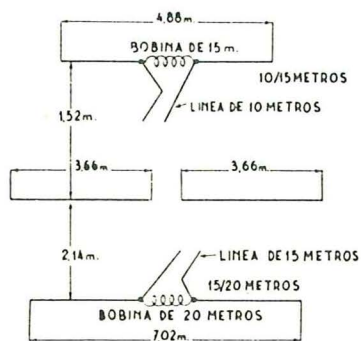


Fig. 5

que un conjunto direccional de cuatro elementos (figura 6, parte superior) podría ser reemplazado con ventajas por

(1) *Minibeam* = Haz mínimo.

una disposición de tres elementos que utilizara elementos excitados acortados y un *director* único de espaciado corto (figura 6, parte inferior). Se dice en el referido artículo que una disposición de esta clase provee una mayor relación

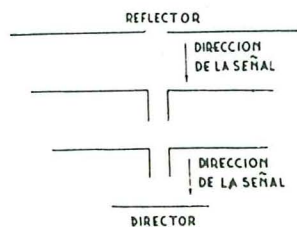


Fig. 6

delante-atrás, sin pérdida en la ganancia delantera y con una considerable economía de espaciado y peso. (La ganancia medida con relación a un dipolo es de 7 dB).

Refiriéndonos nuevamente a la figura 5, se observará que la posición de los elementos en esta figura, descartando el reflector, es muy similar a la de la antena que se menciona. Podría pensarse, a primera vista, que el reflector no tiene función alguna en 10 metros, pero, como resultado del espaciado considerable en esta banda, se encontró que en la práctica actuaba como un eficiente reflector parásito. Su acción no era inferior por mucho a la que se podría obtener con dos reflectores de media onda en fase. Además de mejorar la relación delante-atrás, el reflector suministraba una ganancia delantera adicional del orden de 2,5 dB, consiguiendo aumentar la ganancia total a unos 9,5 dB. Se verá que para 10 metros, esta antena viene a ser, en realidad, una disposición de cinco elementos que da considerablemente más ganancia y mayor ancho de banda que la que resulta de un conjunto de cinco elementos en línea sobre una cruceca de la misma longitud. Por otro lado, el ancho de banda es probablemente suficiente para cubrir la banda de 11 metros al mismo tiempo que la de 10.

Pasando ahora a los 15 metros, y dado que el director y el reflector resuenan en esta banda, es de esperar que la antena tenga un rendimiento acorde con el de una disposición común de tres elementos a espaciado corto. Si hay alguna diferencia, será que la ganancia tiende a ser algo mayor y que la resistencia de radiación se vea ventajosa-

mente aumentada debido a la mayor longitud del elemento excitado (ganancia aproximada: 7,5 a 8 dB).

No se hizo ningún intento para hacerse resonar el director en 20 m., ya que con ello no se hubiera obtenido aumen-

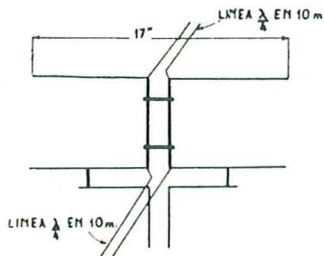


Fig. 7

to de ganancia y en cambio se hubiera disminuido probablemente la resistencia de radiación a un punto tal que se habría visto seriamente perjudicado el rendimiento. La antena es, por lo tanto, en lo que concierne a la banda de 20 metros, una disposición de dos elementos de espaciado corto, y su ganancia será algo menor que la que puede esperarse con una antena de tamaño normal. El rendimiento, sin embargo, es superior al que proporciona alguna de las disposiciones miniaturas, de cinco metros de largo, que están en uso en muchas partes.

La "Minibeam" se usó de esta manera durante la primavera y el verano de 1955, y se hizo en cada banda un gran número de ensayos en comparación con un dipolo de la misma altura y con estaciones que utilizaban antenas independientes para las distintas bandas. La "Minibeam" despertó en seguida mucho interés y se recibieron gran cantidad de solicitud de detalles. En poco tiempo un conjunto similar fué construido por numerosos aficionados de diversos países y la mayoría de ellos quedaron muy satisfechos con los resultados obtenidos.

Hacia el final del año 1955 fuimos invitados por la "Radio Society" de Gran Bretaña, para pronunciar una conferencia sobre la "Minibeam" en la "Institución of Electrical Engineers", de Londres. La reunión tuvo un éxito extraordinario y pronto se hicieron diversas proposiciones para la explotación comercial de la antena.

Mientras tanto, se habían estado haciendo trabajos experimentales en un prototipo de "Minibeam", en la cual

pensábamos eliminar por completo las bobinas de carga. Se había construido y probado ya un modelo en F. U. E., pero tuvieron dificultades para obtener las piezas fundidas, así como otros accesorios que se necesitaban para la construcción de un modelo de tamaño normal. Agradecemos a la "Panda Radio Co.", de Rochdale, las facilidades que puso a nuestra disposición y la construcción de las partes requeridas, con motivo de este proyecto.

El primer diseño que ensayamos, de acuerdo con la nueva concepción, era una disposición de dos bandas para 10 y 15 metros, basada en principios bastante similares a los del conjunto original de dos bandas de la figura 4. La principal diferencia estaba en que las bobinas de carga habían desaparecido y que la cruceta sencilla había sido reemplazada por un travesero de dos tubos, provistos de puentes de cortocircuitos ajustables (fig. 7). El radiador y el reflector estaban divididos en el centro y conectados a las dos ramas de la cruceta por medio de soportes, en ángulo recto, de fundición. Para 10 metros, las dos partes de cada elemento quedaban puestas en cortocircuito por medio de la conexión de unas líneas de un cuarto de onda a través de la discontinuidad central, líneas que se introducían por otra parte dentro de los tubos de la cruceta transversal. La antena funcionaba en esta banda exactamente como una disposición normal de dos elementos, y éstos podían ajustarse a resonancia variando su longitud de modo habitual. La sintonía para diez metros no resultaba aparentemente afectada por el cambio de posición de las barras de cortocircuito de la cruceta, puesto que éstas no formaban parte del circuito eléctrico de diez metros. Ello pudo verificarse de modo definitivo poniendo un cortocircuito directo en el centro de cada elemento, lo que no alteró para nada la sintonía de la banda de diez metros.

La sintonía de la antena para 15 metros se gobierna mediante la posición de las barras de cortocircuito. En esta banda, las líneas de cuarto de onda de diez metros no actúan ya como cortocircuitos, sino como pequeñas capacidades. La corriente que circula por los elementos se ve entonces obligada a pasar por las ramas de la cruceta transversal y el puente de cortocircuito, de modo que la parte de aquellas que resulta afectada, así como el puente de cortocircuito, introducen una carga inductiva de muy

sencillo ajuste (corriendo el puente). Este mecanismo se ajusta para la banda de 15 metros, que no requiere que se

menores que las que se producen en las bobinas de carga. Por otra parte, se elimina completamente la tendencia a la

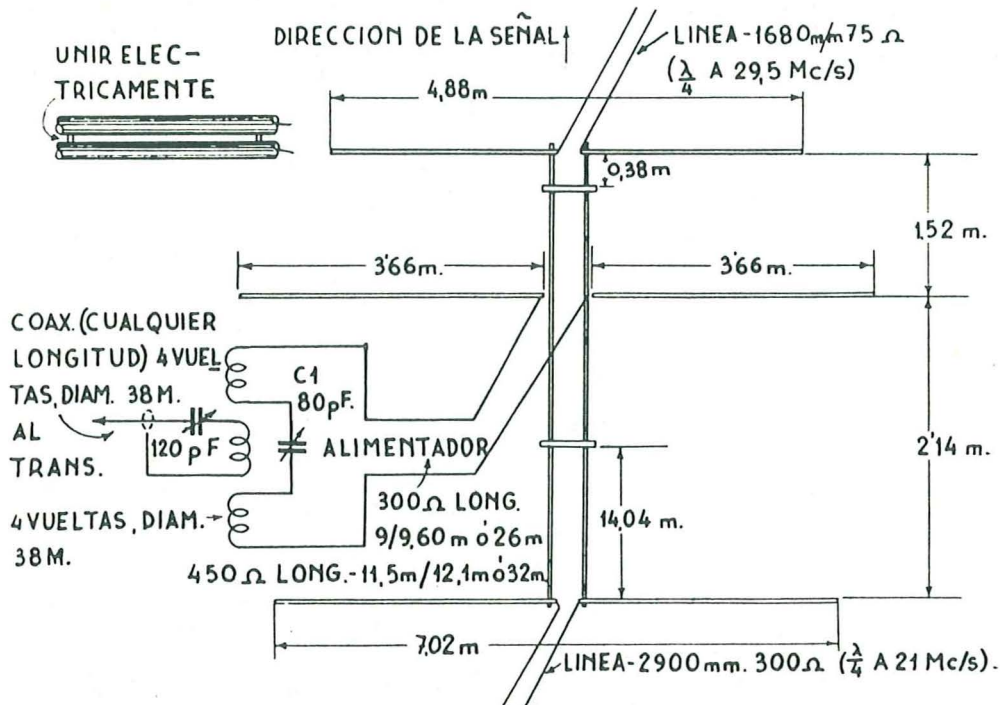


Fig. 8

Disposición de tres bandas. Para potencias altas, la línea de cuarto de onda del director puede hacerse con dos trozos de cable coaxil de 50 ohmios, unidos como se ve a la izquierda y arriba. Pueden ensartarse corchos a la largo de cada línea de cuarto de onda, a fin de mantenerlo centrado dentro del tubo de la cruceta. El diámetro de la cruceta debe ser por lo menos de 11-12 pulgadas (38 mm) para evitar una excesiva capacidad entre el tubo y la línea de cuarto de onda.

toque para nada la longitud de los elementos, ha sido denominado "sintonía por trombón". La longitud de elemento, así absorbida por la cruceta transversal, es menor de lo que a primera vista parece lógico, por causa de que la línea de cuarto de onda de diez metros introduce cierta capacidad en paralelo. La posición exacta de los puentes de cortocircuito, para la correcta sintonía, depende en cierta medida del tipo de línea utilizada para hacer los cuartos de onda, pero está comprendida entre 450 y 500 milímetros.

Se apreciará que este diseño representa un progreso notable en relación con la versión original, con bobinas de carga, de la figura 4. Las pérdidas óhmicas en las secciones de carga construidas por la cruceta y los puentes son mucho

desintonía en tiempo húmedo que caracteriza a las disposiciones cargadas con bobinas. La estabilidad, por otro lado, es tan grande, que si se desea es posible desmontar la antena y volverla a armar en otro asentamiento, con grandes pobabilidades de que no sea necesario retocar el ajuste para nada.

Para excitar el radiador con una línea balanceada, puede usarse un adaptador en T. Si se quiere utilizar alimentación con línea coaxil, con adaptador en "gamma", es importante que el conductor externo del cable coaxil se una a la barra en cortocircuito de la cruceta y que se lleve al mismo punto la varilla de conexión de la "gamma".

Con algún trabajo experimental no es difícil lograr una buena R. O. E. Las variables son, por supuesto, la longitud y

el diámetro de la varilla de la "gamma", el punto de derivación sobre el elemento y la capacidad del condensador en serie.

Una vez que nos dimos cuenta que el diseño de doble cruceta, con sintonía de

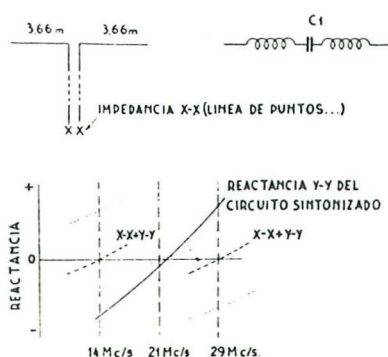


Gráfico que muestra las variaciones de reactancia al pie de la sección adaptadora y las variaciones opuestas de reactancia correspondientes a la unidad de sintonía, que neutralizan las primeras para dar una reactancia aproximadamente nula en cada banda.

trombón, funcionaba de acuerdo con las previsiones, no se esperó más para comenzar la construcción de una versión similar con posibilidades de tres bandas (figura 8).

Con referencia al diagrama, se observará que las dimensiones globales son las mismas, virtualmente, que las de la versión con bobinas de carga, pero eliminadas éstas por las secciones sintonizadas de la cruceta. La línea de cuarto de onda dispuesta en el centro del director se hace resonar aproximadamente a 29,5 Mc/s., lo que hace que este elemento funcione como un director simple en la banda de 10 metros. En 15 metros entra en juego la sección de la doble cruceta, comprendida entre el director y la barra de cortocircuito, y provee la carga inductiva necesaria.

Del mismo modo, el reflector, que es autorresonante un poco más abajo de los 21 Mc/s., tiene conectada en el centro una línea de cuarto de onda resonante a la misma frecuencia. En 20 metros, la sección de la cruceta doble provee una carga inductiva que permite que el reflector resuene en 20 metros.

En lo que se refiere al elemento excitado, mantuvimos la longitud original de 24 pies, de modo que la antena conti-

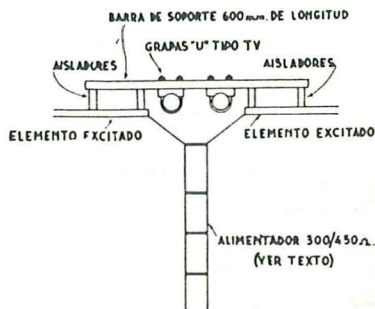
nuase funcionando en la banda de 10 metros como una disposición de cinco elementos.

El funcionamiento global de la antena en diez, quince y veinte metros resultó muy superior al de la versión original con bobinas de carga, y en cuanto a su estabilidad, fué tal que aun con grandes cargas de hielo continuó funcionando perfectamente.

Antes de embarcarnos en la descripción del método de alimentación un tanto raro que se adoptó para la "Mini-beam", creemos que los lectores estarán interesados en la consideración de algunos de los factores que influyeron en la elección de tal sistema.

Ante todo, la impedancia de una antena multielementos depende de su altura sobre el suelo. Con un conjunto de tres bandas, la impedancia de alimentación en las tres bandas variará con la altura, y no necesariamente en la misma proporción ni en la misma dirección. Por lo tanto es evidente que cualquier sistema de adaptación que dé resultados instalado en el punto de alimentación de la misma antena es sólo cuestión de acierto casual, y que la probabilidad de conseguir una buena R. O. E. en las tres bandas es escasa, aun cuando el aficionado esté dispuesto a vivir bastante tiempo en la punta del mástil.

En segundo lugar, es bien sabido que ninguna antena es capaz de mantener una impedancia de alimentación de tipo



Detalles del montaje de una "Mini-beam" experimental alimentada con una línea abierta de alambres paralelos.

resistivo y de valor constante sobre toda la extensión de una banda de aficionados. El aumento de las pérdidas, como consecuencia de las ondas estacionarias, se espera entonces como consecuencia

inevitable al usar los métodos normales de alimentación, si se estudia la operación cerca de los límites de las bandas.

Se decidió, por consiguiente, que el mejor asentimiento para el sistema de adaptación se hallaría al pie del mástil, o mejor todavía, dentro de la habitación en que se instala el transmisor.

El primer requisito es una sección adaptadora hecha con una línea de alambres paralelos, de 450 ohmios. Cuando se da a esta línea la longitud correcta, se encuentra que la reactancia varía de banda en banda del modo que muestra la figura 9 B, es decir, reactancia positiva en 20 metros, reactancia aproximadamente nula en 15 metros y reactancia capacitativa en 10 metros.

A través del extremo de esta sección adaptadora, se conecta un circuito resonante en serie, sintonizado aproximadamente a 21 Mc/s. El signo de la reactancia de este circuito sintonizado (fig. 9 B) es opuesto, es decir, negativo en 20 metros y positivo en 10, pasando por cero en 15 metros. Si se elige adecuadamente la relación  $L/C$  se verá que la reactancia resultante en cada banda se acerca a cero. Esto significa que el sistema resonará automáticamente en las tres bandas sin necesidad de reajustes. El circuito sintonizado puede acoplarse al transmisor por medio de un eslabón de acoplamiento y una línea coaxil de cualquier longitud. Con un eslabón de aco-

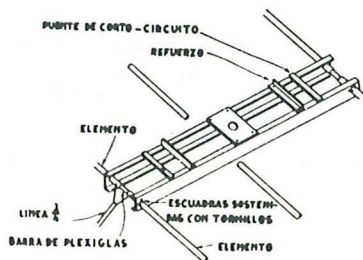


Fig. 11

Un método de construcción de la doble cruceta con ángulos de aluminio. En lugar de la barra de plexiglas puede usarse un tubo del mismo material de diámetro adecuado introduciendo dentro de él los extremos de los elementos.

plamiento de dos espiras, se encontró que la carga del transmisor resultaba correcta en 10 y 15 metros, pero algo escasa en 20. Para corregir esta deficiencia, hubo que sintonizar el eslabón en 20 metros por medio de un condensador

en serie, de aproximadamente 120 pF. Se consigue así un acoplamiento más efectivo en 20 metros, sin afectar las

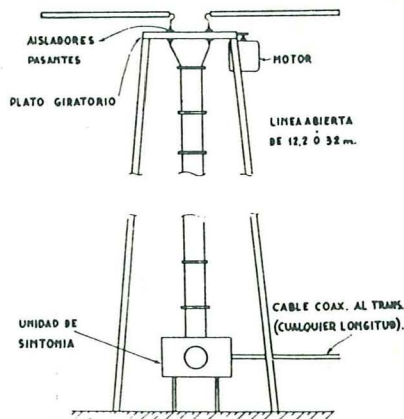


Fig. 12

Método para alimentar la antena con línea abierta. La longitud de la línea permite una rotación de 360° en cualquier sentido.

condiciones de funcionamiento en 10 y 15 de forma apreciable.

Durante el funcionamiento normal, el transmisor puede conmutarse de una banda a otra sin necesidad de ajuste alguno en el sistema de acoplamiento, aunque en algunas ocasiones, cuando se opera sobre el borde mismo de una banda, es necesario retocar ligeramente la posición del condensador C de la figura 9 A.

La longitud normal del sistema adaptador, cuando se hace con línea abierta, estará comprendida entre 11,6 y 12,2 m.

Se encontró que si se punteaban las dos ramas del alimentador, éste, conjuntamente con la formación, funcionaba como una antena vertical cargada en el tope y resonante en 80 metros. En consecuencia, puede disponerse una llave en la unidad adaptadora para seleccionar esta forma de funcionamiento cuando se desee. Para lograr la máxima eficiencia en 80 metros, es esencial una buena toma de tierra o un sistema de contra-antena.

Cuando la potencia del transmisor está por bajo de los 200 ó 300 vatios, la sección adaptadora puede construirse con cinta de 300 ohmios, pero, debido al menor factor de velocidad de este tipo de línea, deberá reducirse la longitud de la sección a valores comprendidos entre 9 y 9,8 metros. Si esta longitud no resul-

tase conveniente, se tendrá en cuenta que las correctas condiciones de impedancia se repiten, en el caso de la cinta de 300 ohmios, a los 26 metros, y a los 32 en el caso de la línea abierta de alambre paralelos. Puede ser necesario ajus-

que el actual estado de los desarrollos no permita entrar en correspondencia sobre este tema u otros relacionados con la construcción de la "Mini-beam", pero prometemos publicar todos los detalles nuevos a medida que estén disponibles.

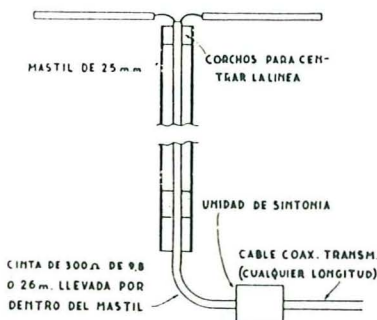


Fig. 13

Cuando se usa un mástil tubular y un rotador de TV, se puede usar una cinta de 300 ohmios para la alimentación, haciéndola pasar por dentro del tubo. Se obtiene así una instalación de excelente aspecto.

tar la longitud de la sección poco a poco, por causa de que el factor de velocidad de los distintos alimentadores varía de acuerdo con el método de construcción.

Cuando en la estación se esté ya empleando una unidad sintonizadora de antena de tipo corriente, la "Mini-beam" puede alimentarse, si se desea, con una línea de 300/450 ohmios, de cualquier longitud que resulte conveniente. En tal caso será necesario resintonizar la unidad, de manera usual, al pasar de una banda a otra.

Debe recordarse que esta antena resuena simultáneamente en las tres bandas sin resintonía. Si la etapa final funciona como dobladora para llegar a los 10 metros, seguramente se encontrará que se radia una buena cantidad de señal en 20 metros. En consecuencia, es necesario abstenerse de utilizar esta antena con transmisores que no posean el número adecuado de circuitos sintonizados para la eficaz supresión de las frecuencias no deseadas. Si hay inconveniente en este aspecto, será de suma utilidad agregar una unidad de sintonía de antena a la salida del transmisor.

Actualmente estamos experimentando diversos sistemas que permitirán la alimentación directa de la "Mini-beam" por medio de un cable coaxial. Lamentamos

## APENDICE

A) Elección de la impedancia de las líneas de cuarto de onda.—Si su impedancia es muy elevada, se restringe el ancho de banda en la frecuencia más alta. Si la impedancia, por el contrario, fuese muy baja, la carga capacitativa resultaría excesiva en la frecuencia baja. La impedancia óptima de las líneas de cuarto de onda para el director de 10/15 metros, es de 75 a 150 ohmios, y para el reflector de 10/15/20 metros, de 300 ohmios. Para evitar la formación de una capacidad excesiva entre las líneas de cuarto de onda y la cruceta, se pueden colocar unos corchos en la línea para mantenerla centrada dentro de la parte cilíndrica de la cruceta. Es necesario comprobar la frecuencia de resonancia de cada línea de cuarto de onda después de introducirlas en el interior de la cruceta, ya que puede haber alguna variación en las frecuencias más altas. Longitud media del cuarto de onda del director, hecho con "twin" de 75 ohmios: 1.680 mm. Para la correspondiente al reflector, hecho con "twin" de 300 ohmios: 2.900 mm. Tratándose de potencias

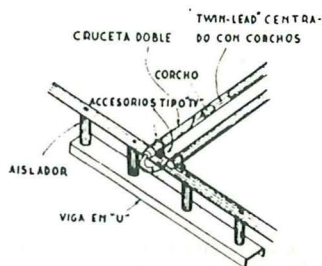


Fig. 14

Método de construcción de las secciones reflectora y directora. Nótese que la cinta que forma la línea de cuarto de onda se introduce en la cruceta centrada por medio de corchos. Con esta disposición se mejora el aspecto de la antena.

elevadas, la tensión a través del extremo abierto de la línea de cuarto de onda es igual a la corriente que circula por elemento multiplicada por la impedancia del cuarto de onda.

B) *Posiciones de las barras de cortocircuito.*—Las cifras medias son de 375 milímetros para el director y 1.150 mm. para el reflector. Para conseguir la mayor relación delante/atrás, especialmente en 20 metros, banda para la cual el Q de la antena es bastante elevado, la posición de la barra de cortocircuito debe ajustarse con ayuda de un medidor de intensidad de campo buscando la mínima radiación hacia atrás. Como en todas las antenas, la sintonía tiende a correrse hacia las frecuencias más altas al aumentar la altura sobre el suelo. Los ajustes de sintonía deben hacerse, en consecuencia, con la antena a un cuarto de onda sobre el suelo por lo menos. Esto es particularmente importante en 20 metros. Afortunadamente, las barras de cortocircuito se alcanzan bastante fácilmente desde el centro de la antena si se apoya una escalera sobre la estructura de soporte.

C) *Ganancia y relación delante/atrás.* Es difícil hacer mediciones de la ganancia o de la relación D/A. con precisión razonable y a menudo las obtenidas se comparan no muy favorablemente con las cifras exageradas dadas a la publicidad por algunos fabricantes de antena.

Cifras seguras para la "Minibeam" son las de 9.5 db en 10 metros, de 7,5 a 8,0 en 15 metros y entre 4 y 4,5 db en 20 metros. La ganancia efectiva sobre un dipolo para DX, son, por supuesto, mucho mayores y puede alcanzar a 3 ó 4 unidades "S" en condiciones favorables.

Pueden esperarse relaciones delante/atrás de 20 db en las tres bandas y cifras considerablemente superiores si se lleva a cabo una sintonía cuidadosa.

D) *Patentes.*—El diseño de la "Minibeam" está protegido por solicitudes de patente en EE. UU., Canadá, Australia y en otros varios países. Esto no impide que los aficionados utilicen individualmente este diseño para uso propio, pero es poco aconsejable que comiencen a fabricar este tipo de antena para terceros.

E) *Algunos de los Aficionados que han sido los primeros en utilizar esta formación.*—En Gran Bretaña: G 5 SD\*, G 3 HLS\*, G 8 TH\*, GW 3 AX, G 8 KS, G 3 DO, GM 3 BCL.

En otros países: ZS 1 JA, PJ 2 AA, KV 4 BB, ZL 1 TA, VK 6 NF\*, K 2 CJN, W 8 QJR\*, VE 2 JS, EA 8 BV, VP 7 NF, VS 4 BO\*, VS 6 BE, VK 4 EJ\*, SV Ø VK, 5A 1 TA, F 3 DJ, VS 6 CY\*, G 2 PL\*, G 5 BZ.

\* Indica versión con cruceta simple.

F) *Antenas acortadas.*—El ancho de banda y la resistencia de radiación disminuyen en proporción al cuadrado del grado de acortamiento. Por ejemplo, si una antena de 20 metros se acorta a los 2/3 de la longitud normal, la resistencia

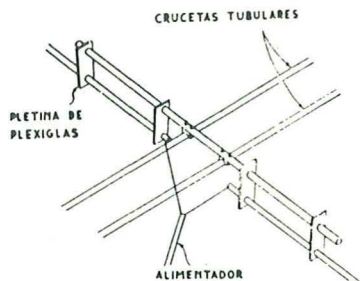


Fig. 15

Ilústrase aquí una posible manera de construir el elemento excitado. El área comprendida entre las dos ramas de la cruceta y los puentes de cortocircuito está a potencial de masa para la R. F., lo que permite balancear perfectamente el conjunto sobre el tope del mástil.

de radiación y el ancho de banda bajan a los 4/9 de los valores normales, es decir, prácticamente a la mitad. La reducción de la longitud a la mitad del valor normal reduce las cifras de resistencia de radiación de ancho de banda a un cuarto.

G) *Unidad de adaptación.*—Para satisfacer todas las posibles variaciones de la impedancia de la antena, que pueden encontrarse con distintas alturas sobre el suelo, puede ser necesario a veces variar la relación L/C de la unidad adaptadora hasta un 20 por 100. Si el eslabón se ajusta para el acoplamiento correcto en 15 metros, el acoplamiento en 20 metros puede ajustarse mediante el condensador en serie, y el acoplamiento en 10 metros por medio del ajuste de la longitud de la sección adaptadora. Las variaciones de longitud de la sección adaptadora tienen mayor efecto en diez metros que en las otras dos bandas, puesto que una determinada variación física de la longitud representa una mayor fracción de la longitud de onda en la frecuencia más alta.

# La antena «beam» de Andrea, IØSJX para los 14 MHz

Por el Prof. CORRADINO DI PIETRO, IØDP  
Traducido de «CQ», octubre de 1975

En mis anteriores artículos me esforcé en demostrar que la autoconstrucción de receptores y transmisores no es a fin de cuentas tan difícil.

En este artículo haré lo que pueda para demostrar que es perfectamente factible construirse una antena direccional de fabricación casera.

El autor de esta yagi, de dos elementos para veinte metros, es Andrea, IØSJX. Al ser el autor un chaval, se puede deducir que la cosa no debería asustar ni a los de su edad, ni a los principiantes de cualquier edad; claro está, paciencia y entusiasmo no deben faltar, porque sin estas dos cualidades es imposible ser autoconstructor de nada.

Antes de construir esta yagi la experiencia de Andrea en cuanto a antenas se limitaba a dipolos y ground planes. Por este motivo escogió la yagi más simple: monobanda y de dos elementos.

Ya en otras ocasiones hice notar que uno de los secretos para llegar a ser autoconstructor es el de avanzar gradualmente. En el campo de las antenas es conveniente antes montar un dipolo o una ground plane, y luego podrá uno atreverse con antenas direccionales o multibandas. El coste no es exagerado, unas 15.000 liras, o sea unas 1.300 pesetas. El peso es de unos diez kilos, y se gira gracias a un pequeño rotor. El material es de fácil adquisición, el ensamblaje no presenta dificultades, y el autor está muy satisfecho con sus prestaciones. ¿Hay quien dé más?

A los que quieran documentarse más sobre antenas direccionales, les recomiendo el «Manual de las Antenas» de Angelo Barone, publicado hace unos años por Editorial CD.

De todos modos, antes de describir la antena, he aquí algunos datos técnicos sobre el tema.

## *Generalidades sobre las yagi de dos elementos*

— En primer lugar, se las llama así por el nombre de su inventor.

— Uno de los dos elementos recibe la energía (RF) procedente del transmisor; por esto se le llama elemento excitado («driven element») o radiador.

— El otro elemento se llama parásito, ya que no recibe la RF directamente del transmisor, sino capta la energía irradiada por el elemento excitado irradiándola a su vez de forma que el lóbulo de radiación sea más acentuado en una cierta dirección.

— Al elemento parásito se le llama director si es algo más corto que el radiador (un 5% menos).

— Si por el contrario el elemento parásito es algo más largo que el radiador (también un 5%) toma el nombre de reflector.

— En el caso de combinación radiador-director, se observa una mayor radiación en la dirección radiador-director. En el caso de la combinación reflector-radiador, se experimenta el máximo de radiación en el sentido que va del reflector al radiador.

En la gráfica que sigue se ve la ganancia en dB según el espaciado entre el elemento excitado y el parásito, lo mismo si éste actúa de director como de reflector.

En la combinación radiador-director se obtiene el máximo de ganancia (más de 5 dB) cuando el director se encuentra aproximadamente a  $0,1\lambda$  de distancia del radiador. En el caso radiador-reflector, se consigue el máximo de ganancia para un espaciado de aproximadamente  $0,15\lambda$ , y la ganancia es ligeramente más baja que en el caso anterior. Observando la gráfica se ve fácilmente que el espaciado del director es más crítico que el

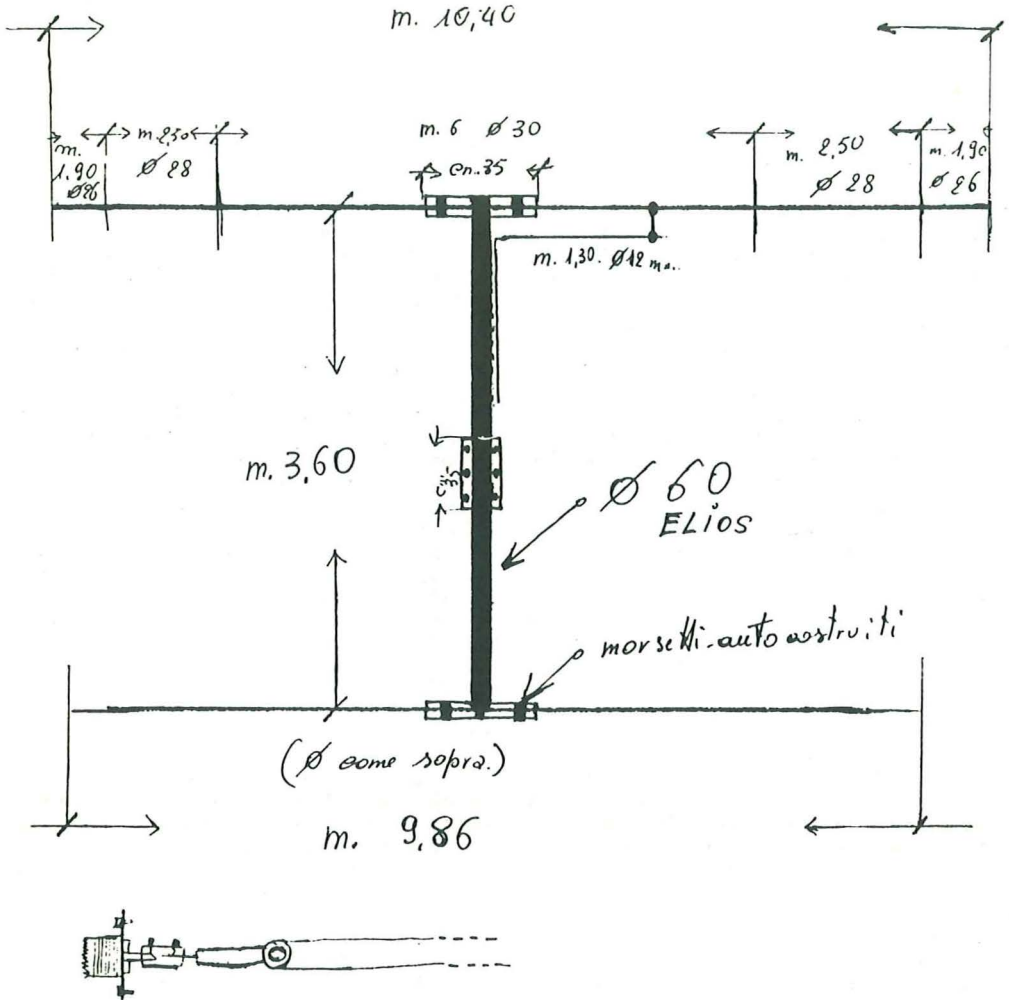
NOTAS QUE PRECEDEN LA DESCRIPCIÓN DE LA ANTENA, POR I I I M E

Antena 2 elementos para 14 MHz espaciado 0,18

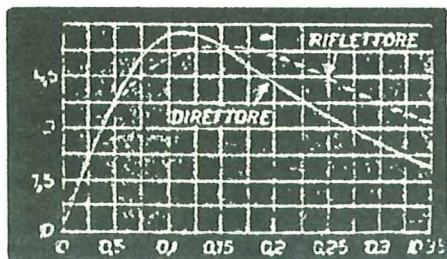
Modificando la construcción tal y como lo hice yo presenta ventajas de robustez bastante grandes y su funcionamiento eléctrico es mejor, habiendo espaciado más los elementos.

Para la alimentación del radiador utilicé el sistema aquí descrito: Utilizar como *stub* del gamma match un tubo de aluminio de 12 mm de diámetro y de 1,30 m de largo. Introducir en el interior el lado caliente del cable RG8U en toda su longitud (utilícese preferiblemente un conector SO-PL y hacer que el lado caliente sea extraíble para retocar su longitud. He conseguido ROS 1 : 1. Desplazando la abrazadera se modifica la impedancia.

Actualmente estoy satisfecho de este montaje. Trabajo con radiador-director; dentro de algún tiempo modificaré la longitud del director y ensayaré la combinación radiador-reflector.



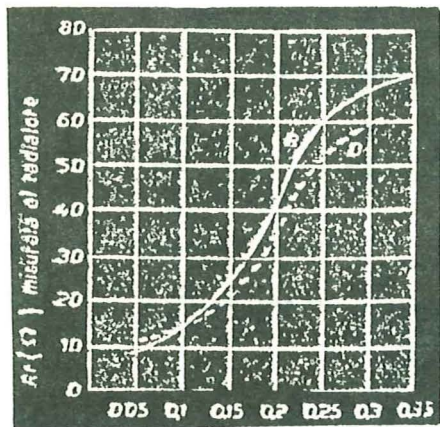
espaciado del reflector. Dicho en otras palabras, con el reflector se puede uno apartar más del punto de máxima ganancia sin que esta ganancia disminuya demasiado.



La gráfica muestra la ganancia en dB de una yagi con el elemento parásito utilizado como director y como reflector

Otro tema: la impedancia de radiación de una antena yagi.

Recordando que un simple dipolo tiene una resistencia de radiación de unos  $70 \Omega$ , al añadir un elemento parásito se disminuye notablemente esta resistencia de radiación. (Véase gráfica).



La gráfica muestra cómo la resistencia de radiación varía según el espaciado del director o del reflector. El espaciado está expresado en fracciones de  $\lambda$ .

R = radiador + reflector

D = radiador + director

La disminución de la resistencia de radiación es tanto más pronunciada cuanto menor sea el espaciado entre radiador y elemento parásito, y es del orden de los  $20 \Omega$ . La baja resistencia de radiación hace disminuir el rendimiento de la antena; por este motivo

hay que utilizar material de alta conductividad y de gran diámetro (aluminio, cobre, acero revestido de cobre). El empleo del tubo de gran diámetro además de reducir las pérdidas ohmicas, tiene la gran ventaja de aumentar el ancho de banda dentro del cual la antena puede funcionar.

Surge ahora el problema de adaptar la resistencia de radiación de la antena a la resistencia característica del cable coaxial (en general se emplea cable coaxial de  $50 \Omega$ ).

El adaptador más empleado para este tipo de antena es el gamma-match. Consiste en un fino tubo paralelo al radiador: un extremo de este tubo está conectado al radiador por medio de un puente de sujeción corredero para poder ser fijado en el momento del ajuste; el otro extremo del tubo va conectado a un condensador variable el cual a su vez va conectado al conductor central del coaxial. Estando este condensador en serie entre el tubo y el coaxial, tiene que ir montado en un contenedor de plástico porque el rotor y el estator deben estar aislados.

Otro tema: la relación delante/atrás.

Cuanto más alta sea esta relación, tanto mejor podremos eliminar el QRM de estaciones que estén a la espalda de nuestra antena. Lo malo es que la mejor relación delante/atrás no corresponde exactamente al máximo de ganancia. A veces puede interesar renunciar a un dB de ganancia en favor de una mejor relación. Al llegar el momento del ajuste cada cual lo hará como mejor crea; se trata evidentemente de un problema «local» del interesado.

Acerca de esta relación delante/atrás es necesario hacer la siguiente aclaración. Cuando pidáis a vuestros correspondientes reportaje de relación delante/atrás (en inglés «front-to-back ratio») escucharéis muy diferentes controles porque dependen del ángulo con el cual la señal llega a la antena y por lo tanto puede variar mucho. Hablo, naturalmente, de contactos con estaciones no locales, porque con estas últimas los controles deberían ser bastante constantes, pero no olvidéis nunca que los S-meters son instrumentos relativos y no absolutos.

Unas palabras sobre la relación delante/lado.

Esta relación «front-to-side» es mucho más fuerte que la relación «front-to-back»: una estación fuerte para la que vuestra antena esté de puntas os llegará muy baja. Por esto un QSO con una «ground plane» es mucho más difícil puesto que esta antena recibe y transmite en todas las direcciones. Una direccional permite contactos imposibles en otras condiciones. A este respecto quiero recordar a los novatos que a veces interesa orientar

la antena no hacia la estación con la que estamos contactando, sino de puntas a la estación que nos produzca interferencia; aunque baje la señal de nuestro corresponsal, el QSO resultará más fácil.

Terminemos esta breve charla sobre la teoría de la yagi con algunas notas sobre su ajuste.

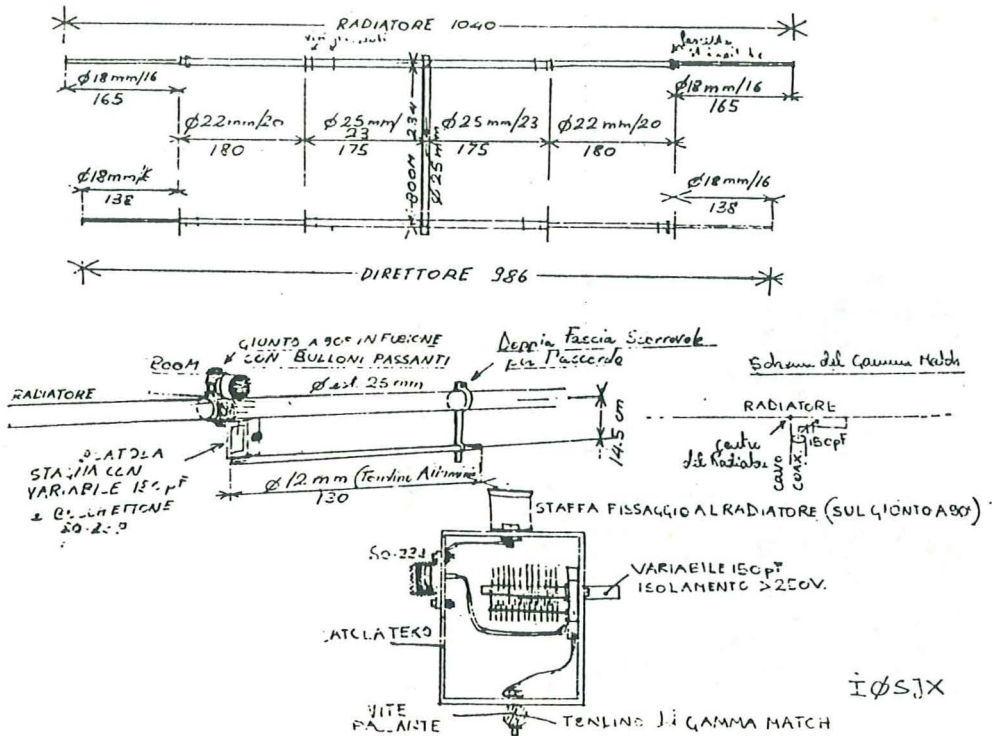
No se necesitan aparatos ni medidores complicados o caros, sino una buena dosis de paciencia porque los diferentes ajustes (condensador variable, gamma-match, resonancia de los dos elementos, espaciado, etc.) se influyen recíprocamente. Por lo tanto se alcanza el «óptimum» por medio de sucesivas aproximaciones, y es por este motivo

que aconsejo que uno se foguee con una dos elementos, para entender la interdependencia de los diferentes ajustes. En un segundo tiempo podrá montarse una antena con más de dos elementos.

### Detalles del montaje

El autor prefirió la combinación radiador-director porque ocupa un menor espacio (el director es más corto y el espaciado se reduce en casi un metro) y porque la ganancia es ligeramente superior. En los dibujos se aprecian las dimensiones y los detalles de la construcción de la antena.

La antena se realizó con tubo de peralluman (aluminio tratado con permalloid) ex-



Radiador 1040.

Tornillos pasantes - abrazadera.

Director 986.

Radiatore = Radiador.

Boom.

Giunto a 90° con Bulloni passanti = Manguito de sujeción a 90° con tornillos pasantes.

Doppia fascia scorrevole per l'accordo = Doble abrazadera corredera para el ajuste.

Scatola stagna con variabile 150 pF e bocchettone SO 230 = Caja estanca con variable 150 pF y conector SO 230.

Tondino alluminio = Tubito aluminio.

Staffa fissaggio al radiatore (sul giunto a 90°) = Chapita para fijar al radiador (sobre el manguito a 90°).

Scatola Teko = Caja Teko.

Vite passante = Tornillo pasante.

Tondino del gamma match = Tubito del gamma match.

ceptuando el «boom» que es un tubo de hierro tratado al cinc de 25 mm de Ø.

Los elementos están formados por tubos de sección decreciente obteniéndose una estructura telescópica. Los tubos de sección más fina entran en los de sección mayor por unos 50 cm. Los elementos terminales del radiador están fijados a los medianos mediante abrazaderas, de forma que se pueda regular la longitud del radiador en el momento del ajuste. Todos los demás tubos están sujetos por medio de tornillos pasantes de acero o latón. Los elementos van unidos al «boom» con manguitos de sujeción puestos a 90°, de fundición, oportunamente perforados con el objeto de poder introducir un tornillo de acero que tiene por misión impedir desplazamientos de los elementos en el plano horizontal.

El «gamma-match» está realizado con tubo de aluminio de 12 mm y la abrazadera corredera que lo une al elemento director es del mismo material: la abrazadera está provista de tornillos que se apretarán una vez encontrado el punto óptimo. Esta abrazadera puede ser también de otro material, siempre que no sea oxidable, sin embargo se re-

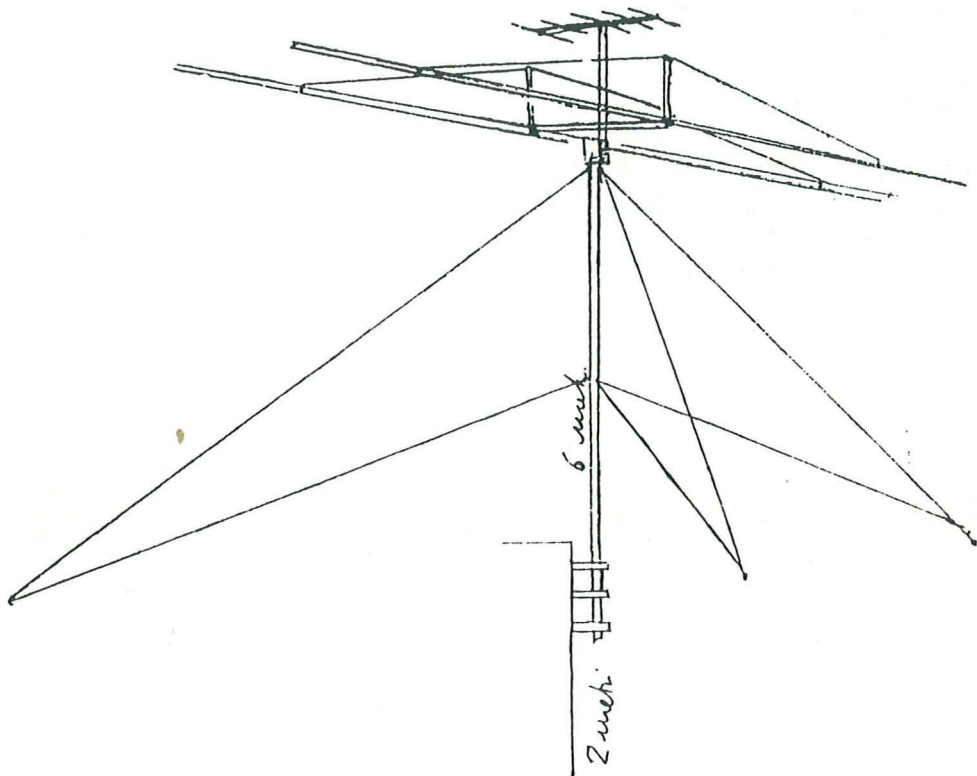
comienda no unir el aluminio con otros materiales que podrían provocar la corrosión por electrolisis.

El condensador del «gamma-match» es un variable de 150 pF con aislamiento no inferior a 250 V. Con este aislamiento la antena puede soportar 500 W RF. Con un mayor aislamiento del variable aumentará también la máxima potencia admisible, que queda limitada precisamente sólo por las características de aislamiento del variable.

Digamos algo del mástil que sostiene la antena.

Se han fijado en el muro 3 garras para tubos de 4 cm de Ø. El mástil es telescópico de tres secciones, siendo la más fina de 25 mm de Ø. Su longitud total es de 6 metros y por lo tanto la antena se encuentra a 8 m de altura sobre el plano de la azotea. No es una altura excesiva, sin embargo ha dado igualmente muy buenos resultados, y esto lo digo para los que no puedan montar un mástil de 10 m, ya que se lee que una antena debería estar a una altura al menos igual a media onda encima del plano de la azotea.

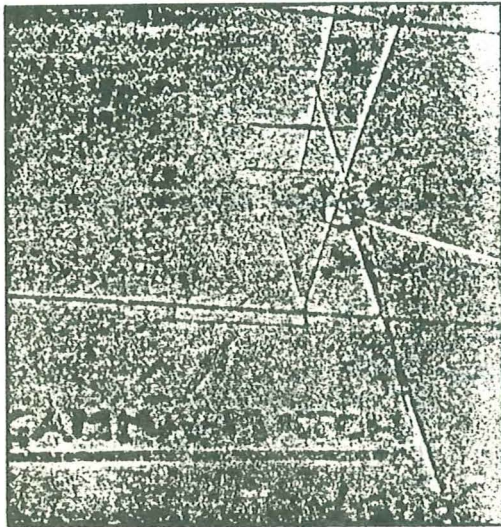
El mástil telescópico es muy práctico para



el montaje del rotor y de la antena. El rotor es un pequeño «Channel Master» para hasta 10 kg que sostiene perfectamente (ya lleva dos años y medio funcionando) la antena para los 20 m y una cinco elementos para los 144.

Según se ve en las fotos, en el «boom» se han fijado 2 varillas verticales que, por medio de una cuerda de nailon, sostienen los dos elementos limitando la flexión de los mismos. Este montaje, aún siendo muy ligero, es muy resistente, no ha causado el menor problema y ha resistido vientos muy fuertes.

Los vientos del mástil no deben ser de acero; se empleó cuerda para usos náuticos



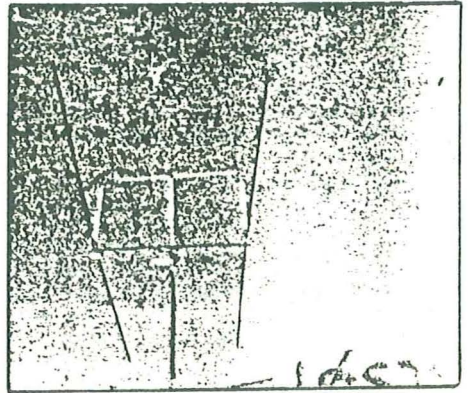
de 6 mm de diámetro, de seda y nailon trenzados. No es recomendable el empleo de nailon puro porque se cuartea por la acción del sol.

No siendo las antenas tan accesibles como el transceptor, es recomendable efectuar un buen montaje, empleando materiales de la mejor calidad, no interesa en absoluto ahorrar unos cientos de pesetas en este concepto. En este caso es verdad que «el que más gasta menos gasta». No olvides que la caída de una antena puede causar graves daños y problemas con los vecinos.

Unos detalles sobre la cajita en la que va montado el variable. Se empleó una caja Teko, quitando el revestimiento de aluminio y sustituyéndolo con vitronita. También se pueden emplear esas cajitas de plástico que se emplean para los congeladores de las neveras.

Como la cajita utilizada es más pequeña que la distancia entre radiador y tubito, se ha utilizado una pequeña chapa para unir la cajita con el radiador.

Como ya se dijo, el conductor central del coaxial va unido al condensador variable mientras la malla va unida al centro del radiador. En este caso, por razones prácticas, se conectó la malla a la chapita que une la cajita al radiador.



Supongo que con esto ya será suficiente en cuanto a detalles de montaje, ya que los dibujos y las fotos deberían aclarar cualquier duda.

#### *Ajuste de la antena*

Andrea ajustó la antena utilizando un medidor de ondas estacionarias. El ROSmetro se puso en la azotea conectándolo entre el coaxial y la antena, hizo esto por razones prácticas, pero también porque se consiguen datos más fiables si el medidor está muy cerca de la antena. Sería conveniente medir estacionarias con la antena colocada a su mayor altura, pero esto en general no es posible, por lo que se levanta la antena a la mayor altura que sea posible alcanzar con la mano para retocar los elementos de ajuste; luego, cuando se levante la antena a su mayor altura, aparecerán naturalmente algunas variaciones en la relación de ondas estacionarias, pero se trata de variaciones de escasa importancia.

Llegamos al momento decisivo.

Se enciende el transmisor y se manda a la antena el mínimo de portadora necesario para que el ROSmetro, en posición «directa», vaya a fondo escala. Para esto son suficientes pocos vatios, por lo tanto no hay cuidado de quedarse sin finales. Obviamente la frecuencia de transmisión debe ser el centro

de la banda de 20 m. Para el que le interese sólo la CW o sólo la Fonía, tendrá que ajustar el equipo más abajo o más arriba.

De todos modos, ajustando alrededor de 14.200, en los extremos de la banda la relación de ondas estacionarias no sube de 1,3 - 1,4. Se retoca ahora el condensador del «gamma-match» para mínima lectura. Si la aguja del medidor no va a cero, se mueve unos centímetros la abrazadera corredera del «gamma-match».

Ah, se me olvidó decirles que antes de empezar las operaciones de ajuste, esta abrazadera debe estar colocada a 120 cm del centro del «boom». Si fuera necesario mover la abrazadera, luego habría que retocar también el condensador variable.

Ahora es preciso comprobar que el radiador esté bien sintonizado. Bastará darse un paseo con el transceptor a lo largo de toda la banda (siempre con baja potencia) y ver en qué frecuencia se obtiene el mínimo de ondas estacionarias. Si está más arriba del

centro de la banda, será necesario alargar el radiador (solamente el radiador) unos centímetros a cada lado, manteniendo la simetría. Si el mínimo de ondas estacionarias se encuentra por debajo del centro de la banda, el radiador necesitará ser acortado.

Una vez modificadas las dimensiones del radiador, será necesario volver a ajustar el «gamma-match» de acuerdo con el procedimiento descrito más arriba.

Y esto es todo: se necesita sólo una poca de paciencia para conseguir un ajuste al pelo.

Termino diciendo que el autor ha efectuado pruebas comparativas con otros colegas que utilizaban direccionales comerciales y su antena no ha desmerecido en absoluto, ni siquiera ante antenas de tres elementos multibandas. En un primer momento Andrea temía que el «front-to-back» en la combinación radiador-director pudiera ser bajo, sin embargo, a la hora de la verdad, también ha resultado excelente.

# ANTENA «PALO DE ESCOBA» DIRECCIONAL PARA 10, 15 Y 20 M.

Por **Klaus Wimmers, DL1EAZ**  
Traducido de la revista alemana «BEAM» por **DJ0ZT**

Para la construcción de esta antena direccional para 10, 15 y 20 metros, se ha puesto el mayor empeño en la elección del material a emplear, en cuanto a su fácil adquisición y precio se refiere.

Además, es posible la construcción por OM's que dispongan de simples herramientas y pocos conocimientos en la materia constructiva. Algunas de las piezas, como podrá verse de la lista adjunta, han sido recabadas de objetos normales de la vida cotidiana.

Los datos eléctricos se reseñan al final de la descripción.

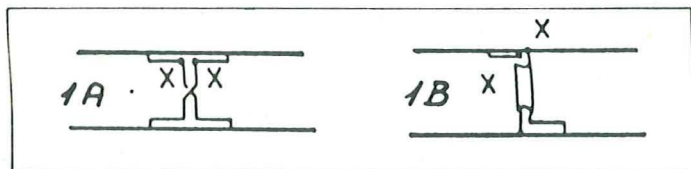
Después de estas líneas introductorias, pasaremos a los datos técnicos y a la explicación de la teoría en que se basa el funcionamiento.

## ALGUNOS DATOS BREVES

Longitud de la pluma (Boom) .....	Aprox. 1,45 m.
Longitud del radiador .....	Aprox. 7,60 m.
Longitud del reflector .....	Aprox. 8,04 m.
Radio de giro .....	Aprox. 4,10 m.
Peso .....	Aprox. 6,5 Kg.
Tiempo necesario para construcción .....	Aprox. 50 h.
Precio del material empleado .....	Aprox. DM 180 (unas 9.000 ptas.)

Los lectores más bregados habrán reconocido de inmediato el principio empleado, similar a la ya tan conocida HB9CV. El reflector a radiador están excitados, lo que hace necesario un acoplamiento de radiación. La eficacia direccional está dada, con este concepto, por el desplazamiento de fase y la elección correcta de la distancia entre radiador/reflecto. El desplazamiento de fase necesario de  $225^\circ$  se logra como sigue: Alimentando la antena con los conductores de fase cruzados se alcanzan  $180^\circ$  de desplazamiento y los  $45^\circ$  faltantes para los  $225^\circ$ , se logran por el tiempo de paso de la onda en el conductor de fase, cuya magnitud viene determinada por la distancia de  $1/8$  de longitud de onda entre radiador/reflecto.

En el dibujo están indicados dos de los principios utilizables. En 1A está diseñada la alimentación entrecruzada, que puede realizarse con hilos de cobre macizos de 2 a 3 mm  $\varnothing$ , aislados por piezas PVC. En 1B se representa una variante coaxial. La primera



versión muestra dos desventajas importantes, a saber, la necesidad de mayor empleo de material constructivo, puesto que hay que efectuar 3 alimentaciones entrecruzadas (una para cada banda) y la utilización necesaria de asimetrizadores para convertir la alimentación simétrica en asimétrica.

La construcción con cable coaxial, por tanto, simplifica enormemente el sistema, ya que es necesario solamente un elemento adaptador para el radiador/reflecto, conectado, finalmente, por cable coaxial, no siendo necesaria la aplicación de asimetrizador alguno, dado que el cable coaxial es de por sí asimétrico, pudiéndose alimentar el sistema con él.

Ya que era necesario operar en 3 bandas diferentes, se tuvo que recurrir a un término medio en cuanto a la elección de las medidas de la pluma (Boom). La elección de esta longitud se obtuvo después de haber calculado los valores para los conductores de fase en cable coaxial. Se comprobó, que la distancia resultante entre radiador/reflecto era demasiado crítica en la banda de 10 m., lo que llevó a calcular un factor de acortamiento del coaxial de fase. Sobre esta base se calculó la distancia entre radiador/reflecto y fue de tal forma, que ésta se orientara más bien hacia las medidas necesarias del cable coaxial para la banda de 15 m. Esto llevó, por otra parte, a prescindir de alimentación radiador/reflecto para la banda de 10 m., lo que en la práctica no ha presentado desventaja alguna.

En las fotos pueden verse aún los elementos adaptadores para esta banda en el radiador y en el reflecto, pero fueron realizados simplemente como experimentación y en el prototipo no fueron posteriormente desmontados.

En la versión final se alimentó solamente el radiador para 10 m.

## MONTAJE DE LA ANTENA

En la tabla puede verse una relación del material necesario para su construcción.

## Los elementos

Primeramente deberán serrarse las roscas de 8 de las barras de palo de escoba de aluminio. Una barra con rosca se unirá a otra barra serrada, según muestra el dibujo 7. La parte de una barra con rosca será colocada hacia el interior del elemento y después al efectuar el montaje, instalada sobre la construcción portadora. Pero, ante todo, deberemos dejar listos los elementos.

Puesto que las barras de aluminio (palos de escoba) pueden ser diferentes entre sí en lo que a longitud se refiere, las medidas de la tercera barra de cada elemento deberá fijarse después de haber llegado a la medida del dibujo número 1. La parte del radiador deberá medirse de tal forma, que la longitud entre puntas sea de 2.520 mm (ver dibujo 1). Al final se obtendrá una pieza de elemento lista y con rosca en un extremo de 2.520 mm. Lo anteriormente expuesto es también válido para el elemento reflector, sólo que la distancia en este caso será de 2.730 mm.

Después de haber construido los elementos antes citados con las medidas mencionadas, la construcción base habrá finalizado.

## Trampas de onda (traps)

Se serrarán 16 piezas de tubo de aluminio de 20 mm  $\phi$ , con las longitudes siguientes:

Ocho piezas de 200 mm. de largo y 8 piezas de 125 mm. de largo. Se serrarán también ocho piezas de plástico de las bombas de bicicleta adquiridas, de una longitud cada una de 100 mm., las cuales servirán para hacer las bobinas de las trampas. Puesto que las paredes de este tubo de plástico es de 3,5 mm. de grosor, servirán perfectamente para este fin por su solidez macánica. Deberán hacerse sobre cada pieza de tubo de plástico, dos taladros de 1,5 mm.  $\phi$  para los condensadores de las trampas, que servirán posteriormente para llevar éstas a la resonancia deseada. Los agujeros deben tener este diámetro, para que el manguito de que dotarán las patas de los condensadores puedan pasar por ellos.

La colocación de los condensadores, si bien algo problemática, puede conseguirse con algo de paciencia y «manitas», debiendo utilizar para ello unas tenazas de puntas planas y finas. Se doblarán las patas de los condensadores (tal como muestra el dibujo 5) y se pasarán así dobladas a través del tubo de plástico, hasta que pueda verse una punta a través del agujero de 1,5 mm., entonces se toman las tenazas de punta fina y se tirará de la pata del condensador con cuidado hacia afuera del tubo de plástico. Utilizando entonces una aguja fina de hacer ganchillo, podrá sacarse del interior del tubo de plástico la segunda pata del condensador. Se pasará un manguito aislante por cada pata y se colocarán dos terminales de soldar en sus extremos, los cuales no sólo serán prensados sobre las patas, sino que deberán ser soldados (accesorios automóvil). Para las trampas serán necesarios, como ya hemos mencionado, un tubo de aluminio de 200 mm. y otro de 125 mm. de longitud, los cuales se marcarán a 30 mm. de sus extremos. Hasta esta marcación se introducirán posteriormente los cuerpos de las trampas en los elementos. El autor marcó estos 30 mm. con sendas cintas aislantes finas, de forma que después de la introducción en los elementos, presentaran un aislamiento que protegiera estas juntas de la humedad e intemperie.

Después de esta preparación fueron introducidos en los tubos portadores los tubos de plástico realizados con bombas de bicicleta. Los rabillos de los condensadores se enderezarán de forma que corran en sentido longitudinal a lo largo del tubo de plástico, sobre el que se arrollarán entonces las 13 espiras de la bobina. Estas



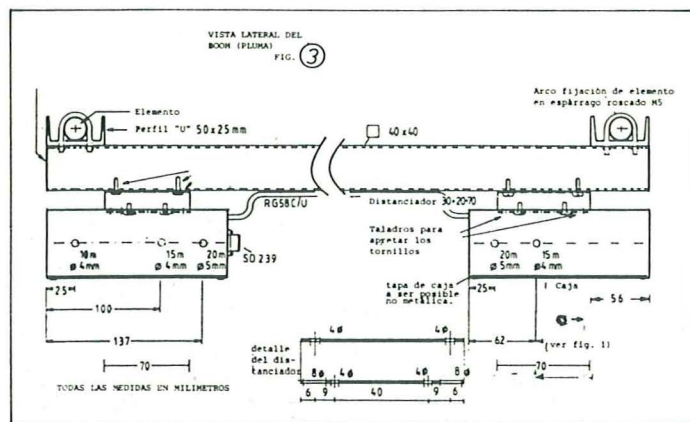
## La resonancia de las trampas son las siguientes

Para 10 metros	Para 15 metros
F=28,5 MHz. nominal	F=21,2 nominal
C=12 pF 2.000 V	C=22 pF 2.000 V
L=2,5 $\mu$ H	C=2,5 $\mu$ H

(Ver también hoja de relación de estacionarias ROE.)

Ya que la resonancia está influenciada también por la capacidad de los tubos de aluminio, deberá ser comprobada ésta con un medidor por mínimo de rejá (Grip-dip-Meter).

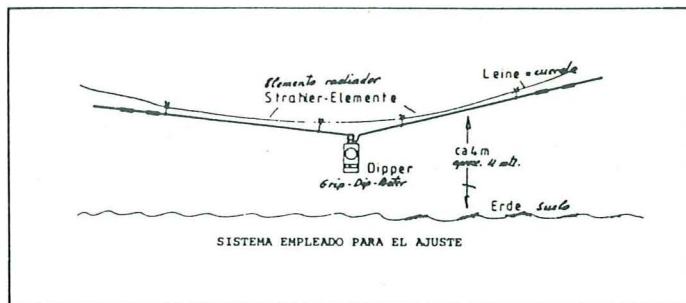
El valor real del número de espiras deberá ser experimentado, ya que en la práctica aparecen siempre factores no calculados, como son: altura de la antena, objetos metálicos en las inmediaciones del



lugar de medición e instalación, edificios próximos, etc., que pueden influenciar de manera determinante la resonancia nominal. En la práctica, sin embargo, se comprobó que los valores teóricos no diferían gran cosa de los prácticos y pudieron ser corregidos para un óptimo funcionamiento.

El control de los valores de resonancia se hizo localizando el punto de resonancia con el medidor por mínimo de rejá y fueron fáciles de fijar. Hay que añadir que el DIP encontrado no fue muy significativo, lo que se deberá tener en cuenta al realizar el LINK del medidor, el cual deberá ser más bien suelto para poder observar mejor la caída de la aguja indicadora en el instrumento. Después de haber construido las trampas, comprobada su resonancia nominal y haber atornillado fuertemente éstas a los tubos de 200 resp. 125 mm. de longitud, se cubrió cada bobina con cinta aislante elástica y fina, dando sucesivas vueltas de aislamiento en los lugares donde estaban soldados los condensadores y extremos de las bobinas, para asegurar una estanquidad del conjunto contra la intemperie.

Antes de realizar el aislamiento, deberán hacerse seis agujeros roscados de métrico 3, en las piezas de 125 mm. de longitud de las trampas de 15 metros, como muestra la foto 2, que servirán para



ajustar a su debido tiempo el tramo exterior del elemento para 20 metros. Las distancias desde el extremo es de 15 mm. y 60 mm., respectivamente. Estos extremos de elemento podrían fijarse con tornillos autorroscantes de chapa, pero después no quedaría la posibilidad de centrar el tubo exterior de 10 mm. de diámetro y facilitar al mismo tiempo el ajuste en 20 metros.

Estando las trampas listas pueden ajustarse los elementos. Antes debe hacerse notar, que las trampas soportan todo el peso del elemento en sí y habrá que tenerlo en cuenta para no provocar su ruptura, aunque la solidez mecánica sea inmejorable.

### Ajuste de los elementos

Para este fin serán necesarios: los elementos ya construidos con tubos de aluminio, las trampas con sus tubos de aluminio correspondientes fijados a ambos extremos de cada una de ellas, un GRIP-DIP-METER (medidor por mínimo de reja), una escalera, 10 metros de cuerda sólida y no metálica y sitio suficiente.

Para hacer el ajuste con suficientes garantías de éxito deberá observarse el dibujo B.

Primeramente se efectuará el link en forma de 2 espiras flojas, que irán arrolladas sobre la bobina del medidor por mínimo de reja, atornillándolas a los lados de los elementos que se dejaron con rosca (ver foto 3).

Se colocará la cuerda sobre el radiador en sentido longitudinal y se atará a los dos brazos del radiador con bridas de plástico de las que se aprietan estirando de un extremo después de haber pasado por una ranura a propósito para ello.

Una vez el radiador esté atado en toda su longitud la cuerda se elevará con cuidado hasta que el radiador alcance una altura sobre el suelo de, aproximadamente, 4 metros. Logrado esto se tensará la cuerda y se fijará a los lugares previstos para la medición. Deberá ponerse especial atención a la distancia entre brazo de radiador y brazo de radiador en su punto medio. Esta distancia entre ambos brazos de dipolo deberá ser la misma que posteriormente tendrán en el montaje final sobre la construcción portadora de la antena, para no alterar los puntos de resonancia encontrados en este ajuste preliminar.

Una vez atornillada la bobina Link para el medidor por mínimo de reja a los extremos interiores de los dos brazos de elemento y colocado el medidor mismo en su posición de medición, se buscará un DIP (caída de la aguja indicadora) en la gama de 26 a 28 MHz.

Cambiando uniformemente la posición de las bobinas para esta banda manteniendo siempre éstas a la misma distancia del extremo interior del brazo (donde se encuentra atornillado el link del medidor), hacia el interior o exterior, deberá encontrarse un punto en el cual, a la misma distancia de las trampas, se produzca el DIP en la frecuencia de 28,5 MHz.

Se marcará esta posición de las trampas y no se atornillarán aún al elemento, ya que en la práctica se demostró que puede ser necesaria alguna corrección final.

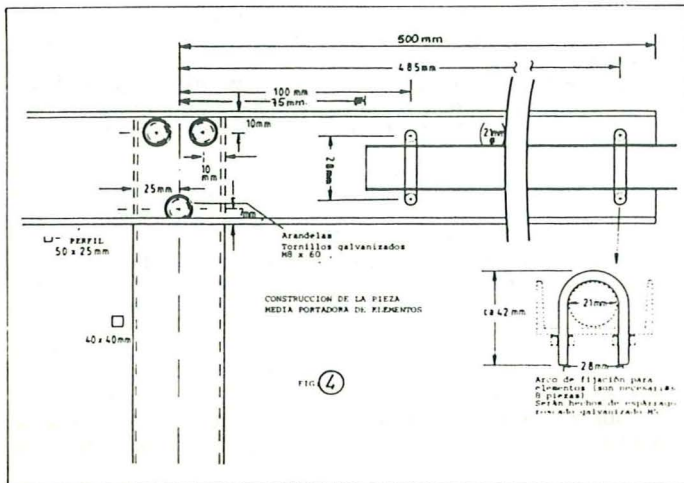
Ahora se colocarán las dos piezas de tubo entre la trampa de 10 y la de 15 metros, colocándose éstas a las distancias dadas en el dibujo 1. La parte de las trampas con mayor longitud de tubo (200 mm.), se introducirán en dirección de las trampas ya ajustadas para 10 metros. Una vez colocadas en su lugar, se fijarán al elemento y se volverá a izar la antena volviendo a comprobar primeramente la resonancia encontrada en 10 metros (28,5 MHz.) y corregirla eventualmente. Si los elementos están ya ajustados a 28,5 MHz. se volverá a repetir la misma operación de búsqueda del DIP en 15 metros en la frecuencia de 21,2 MHz.

Hallada la posición correcta de las trampas para 15 metros, se atornillarán las de 10 metros a los brazos de la antena con dos tornillos autorroscantes de chapa.

Para el ajuste hay que observar la siguiente normativa: si la frecuencia es más alta de lo necesario, por ejemplo, en lugar de 28,5 MHz., la antena resunea en 29 MHz., hay que alargar el elemento sacando la trampa hacia los extremos; si la resonancia es más baja, por ejemplo, 28 MHz., hay que introducir la trampa en el elemento.

La operación siguiente es cortar los trozos de tubo para la banda de 20 metros. La longitud total desde el tornillo de la trampa de 15 metros hasta el extremo se elevó en el prototipo a 780 mm., pero se debe ser algo generoso y serrar el tubo algo más largo (800 mm., por ejemplo), ya que es problemático hacer este trabajo cuando la MHz.), se atornillarán las trampas de 15 metros, estando con esto terminado el ajuste de la antena (elemento radiador).

Al sacar las diferentes piezas de la antena para el montaje



antena se encuentra en su lugar definitivo y para cortar siempre hay tiempo y material.

Se iza nuevamente la antena y se vuelve a comprobar la resonancia en 15 metros. Después de las correcciones eventualmente oportunas (la resonancia debe seguir siendo 21,2 MHz.), se procede al ajuste del trozo de elemento exterior para los 20 metros. Si se hubiere encontrado también la resonancia en esta banda (14,2

definitivo sobre el Boom, deberán anotarse las medidas a las cuales estuvieron fijadas las trampas y demás piezas para el ajuste. Importantes son las medidas del tubo elemento con palo de escoba de aluminio (elemento principal para 10 metros sin trampas), hasta el tornillo interior de la trampa de 10 metros; la longitud desde el tornillo exterior de la trampa de 10 metros, hasta el tornillo interior de la trampa para 15 metros, finalizando con la longitud desde el tornillo exterior de la trampa de 15 metros, hasta el extremo del tubo/elemento para 20 metros.

En esta misma consecución se multiplicarán las medidas obtenidas de los diferentes acotados por el factor 1,08, lo que dará las medias necesarias para el elemento reflector. Como referencia deberá ponerse atención a las medias indicadas en dibujo 1.

Esto significa que no es necesario ajuste alguno del reflector y que las medidas de éste se basan en las medidas dadas por el ajuste del radiador.

Con lo anteriormente descrito queda finalizada la construcción y ajuste de los elementos de antena.

Ahora nos ocuparemos del montaje definitivo, cableado y ajuste de la antena, añadiendo el autor las experiencias prácticas habidas.

### Montaje de la construcción portadora

Para ello serán necesarios: el tubo cuadrado de 1,40 metros de longitud y 40×40 mm., así como dos piezas de 1 metro de longitud cada una, de perfil de aluminio en «U», de 50×25 mm.

Los dibujos 2, 3, y 4 muestran una vista constructiva. Ambos perfiles en «U» de 50×25 mm. y 1 metro de longitud, se atornillarán por su punto medio a los extremos del tubo cuadrado de 40×40 mm. Las medidas exactas de los taladros están dadas en la figura 4. También se colocarán los ángulos de fijación para los cuales se practicarán cuatro taladros de 11 mm. de diámetro, a través de los cuales deberán pasar los arcos de fijación al mástil. En el dibujo estos taladros están marcados con un «X», ya que la distancia entre ellos dependerá del diámetro del mástil a utilizar. Las medidas para este trabajo están dadas en los dibujos 1 y 6.

### Arcos fijadores para mástil y fijación de elementos

Para los arcos serán necesarios espárragos roscados galvanizados de 5 y 10 mm. de diámetro, respectivamente.

Para los arcos fijadores de elementos a la construcción portadora, se tomará un palo de escoba de los mismos utilizados para la construcción del elemento base, o mejor aún, un trozo de tubo de hierro con las mismas medidas de éste y se doblarán formando una semicircunferencia (180°) con ayuda de un torno de banco. El espárrago se marcará a 8 cm. de longitud, marcación que será el punto medio de la semicircunferencia. Se practicará una «U» de esta forma que tenga los dos brazos idénticos en longitud, se serrará el espárrago y se limarán sus extremos para permitir que la tuerca rosque sin problemas de rebabas.

Son necesarios 8 arcos de estas medidas.

Con los arcos fijadores del mástil deberá obrarse de forma similar, pero empleado el espárrago de 10 mm. de diámetro y tomando como ayuda un trozo de tubo de diámetro idéntico al mástil a utilizar. La longitud desde el extremo hasta el centro de la «U» deberá ser de 13 a 15 cm. (mejor dejarlos algo más largos para evitar la desagradable sorpresa de que las «U» no lleguen a las tuercas una vez se deba instalar la antena).

Doblar el espárrago de 10 mm. de diámetro no entraña dificultad alguna, siempre que se posea un tornillo de banco para fijarlo alrededor del tubo del mástil.

Un ejemplo de la fijación del mástil está representada en la figura 4.

## Montaje de los elementos sobre la construcción portadora

Primeramente deberán ser practicados los taladros para las «U» fijadoras. Las medidas pueden ser tomadas del dibujo 4. Se atornillarán entonces los elementos con los arcos de 5 mm. de diámetro, teniendo en cuenta la distancia entre brazos de elementos hallada después de haber encontrado la resonancia con el medidor por mínimo de reja (ver foto 5).

Los elementos de reflector serán montados también con las medidas encontradas durante el ajuste. Estando los elementos fijos se rotará la antena de forma que se pueda seguir trabajando en el elemento que queda por montar.

En la parte inferior se colocarán ahora los perfiles distanciadores (ver foto 6). Las medidas del perfil y las distancias pueden desprenderse del dibujo 3. Los agujeros de 8 mm. practicados en el perfil son necesarios para poder atornillar éste el boom. El autor ha utilizado piezas de desecho para este fin.

Las distancias para este perfil pueden ser diferentes, pero deberán tenerse en cuenta para los taladros necesarios en las cajas sustentadoras de las piezas adaptadoras de impendancia. Cuando los perfiles distanciadores están fijos, se atornillarán las cajas de tal forma que terminen en el canto del Boom.

Antes deberán haber sido hechos los taladros para los adaptadores en las cajas mismas. Las medidas serán tomadas de la figura 3, pero debería primeramente echarse un vistazo a la figura 1, para ver en qué parte de la caja deberán hacerse los taladros.

## Elementos, adaptadores y bridas de fijación

Es necesario solamente un adaptador para la banda de 10 metros.

Para los 15 metros serán necesarios dos adaptadores.

Para estas dos bandas los adaptadores serán de tubo de aluminio de 4 mm. de diámetro.

Para la banda de 20 metros serán necesarios dos adaptadores, pero con tubo de aluminio de 4 y 5 mm. de diámetro, respectivamente. Estos tubos se introducirán el uno en el otro. En la figura 1 se dan las medidas originales encontradas.

En el radiador para 10, 15 y 20 metros estas medidas corresponden a 660-890 y 1.330 mm., respectivamente.

En la parte del reflector, las medidas para 15 y 20 metros encontradas, fueron de 960 y 1.430 mm., respectivamente.

Estos tubos adaptadores deberían cortarse a las medidas originales indicadas y después de haber hecho la adaptación para el mínimo de ROE, podrán ser serrados los tubos sobrantes.

En un extremo del tubo, en los adaptadores de 10 y 15 metros (4 mm. de diámetro), se practicará un taladro de 3 mm. de diámetro cercano al borde del tubo, donde posteriormente se fijarán los terminales de soldar con un tornillo de métrico 3.

En el adaptador para 20 metros estos taladros serán practicados en un extremo del tubo de 5 mm. de diámetro. Para más detalles observar figura 2.

Ahora se confeccionarán las bridas de aluminio con tiras de aluminio de las siguientes dimensiones: 1,5 mm. de grueso, 15 mm. de anchura y 250 mm. de longitud. Para su realización se precisará un torno de banco y un trozo de palo de escoba como el usado para el elemento base de la antena o en su deferencia el mismo trozo de tubo de hierro usado para hacer los arcos fijadores de los elementos a la construcción portadora.

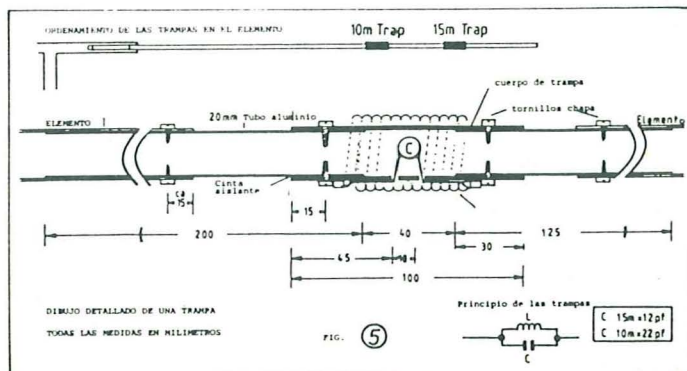
La ejecución requerida puede verse en la foto 7.

Para conseguir el radio necesario, lo más fácil es que la tira de aluminio abrace el palo de escoba de aluminio, manteniendo ambas piezas sujetas al torno de banco y curvarlas sobre el palo de escoba lentamente hasta conseguir el radio deseado presionando progresivamente el tornillo sobre la tira de aluminio (ver diseño separado).

Estas bridas, una vez terminadas, servirán para colocar los elementos adaptadores en su posición correcta. Ver figura 1.

### Conexión de las cajas de fase y sustentadoras de adaptadores

El cableado completo de las cajas puede verse en la figura 2.



En la caja B será soldada en su parte media una espiga de cobre o latón de 3 mm. de diámetro.

Los tubos adaptadores serán provistos entonces de sus terminales de soldadura y fijados con tornillos de métrico 3 a los taladros ya practicados (ver foto y dibujo).

Los condensadores de ajuste cerámicos, de una capacidad aproximada de 100 pF, se soldarán por la parte del estator a la espiga de latón de 3 mm. de diámetro, de forma que la toma para el rotor del condensador llegue a los terminales de soldar instalados en los extremos de los tubos. Finalmente, se soldarán los cables coaxiales de fase.

Para la banda de 15 metros el coaxial debe ser soldado lo más corto posible entre el radiador y el reflector. El cable es verdaderamente algo largo en sus medidas, pero se encuentra dentro de los límites aceptables.

Para la banda de 20 metros la longitud del coaxial debe ser de 1,75 metros.

La forma y el sistema de las soldaduras de los conductos de fase, se pueden tomar de la figura 2.

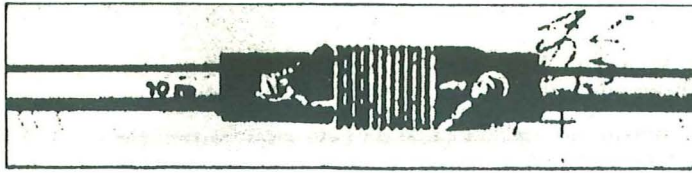
En la parte del radiador (fig. 2B), las pantallas de los coaxiales deben estar interconectadas y mediante un tornillo de chapa autorroscante y un terminal se conectarán a masa (masa=perfil distanciador).

En la parte del reflector (fig. 2A) sirve lo antes mencionado, sólo que en este caso serán las almas (conductor interno del coaxial) quienes deben ser interconectadas y puestas a masa.

No hay que olvidar que la parte del radiador está dotada de un conector coaxial SO 239, el cual debe ir también conectado por sus tornillos de fijación a masa.

Si se ha conectado todo tal como indica el dibujo 2, la antena está terminada.

Finalmente, se colocarán las tapas de las cajas (a ser posible de material aislante no metálico). Las tapas pueden confeccionarse de fibra de vidrio, plástico o cualquier otro material aislante.



*Trampa con bobina y condensador soldados y atornillados.*

## Ajuste de la antena

La antena completamente lista se colocará a una altura de, aproximadamente, 4 metros sobre el suelo, o mayor altura si ello fuera posible. Se atornillará al mástil mediante los arcos fabricados a este efecto.

Deberán comprobarse una vez más las medidas de los elementos adaptadores. Los valores finales deben ser, aproximadamente, los mismos del dibujo 1.

Los trimmers cerámicos se rotarán hacia la mayor capacidad.

Conectar un cable coaxial entre antena y transmisor, el cual, para no alterar los valores de ajuste definitivos, debería ser el mismo que se empleará definitivamente con la antena. Caso de que el transmisor no esté dotado de un medidor de ROE, deberá conectarse uno entre transmisor y antena con un coaxial lo más corto posible desde el transmisor.

Si se utilizara otro coaxial diferente al definitivo o con una longitud diferente de éste, a antena montada deberán hacerse los ajustes necesarios pertinentes, para que los valores de ROE sean aceptables.

Estando el montaje listo con su coaxial, su medidor de ROE y su transmisor, debe comenzarse con el ajuste en 10 metros. Para este menester se aplica una pequeña potencia a la antena sobre la frecuencia de 28,5 MHz. y se observa la relación de estacionarias. La potencia a aplicar no debe ser tampoco tan pequeña como para falsear los valores ROE, sobre todo, cuando se posee un medidor ROE barato, pero tampoco debe ser tan grande como para perturbar estaciones que se encuentren operando en ese segmento de la banda de los 10 metros.

Mediante el ajuste de la brida del adaptador para 10 metros, debe encontrarse un punto, en el cual la ROE quede lo más cercana al 1:1 posible. Retocando el trimmer cerámico correspondiente a esta banda es posible adaptar precisamente la antena para un mínimo de estacionarias.

Para la banda de 15 metros se procederá de igual forma, sólo que la del reflector la medida encontrada debe ser de un 8 por 100 mayor que para el radiador.

Finalizado el ajuste en 10 y 15 metros, se adapta la antena para 20 metros en la frecuencia de 14,2 MHz. El procedimiento es siempre el mismo. Al final del ajuste en esta banda se verifican nuevamente las otras dos.

Se recomienda, una vez terminado el ajuste en 15 metros, volver a verificar la banda de 10 metros, ya que se comprobó en la práctica que las diferentes posiciones de los adaptadores de impedancia en cada una de las bandas influenciaban el ajuste de la banda siguiente.

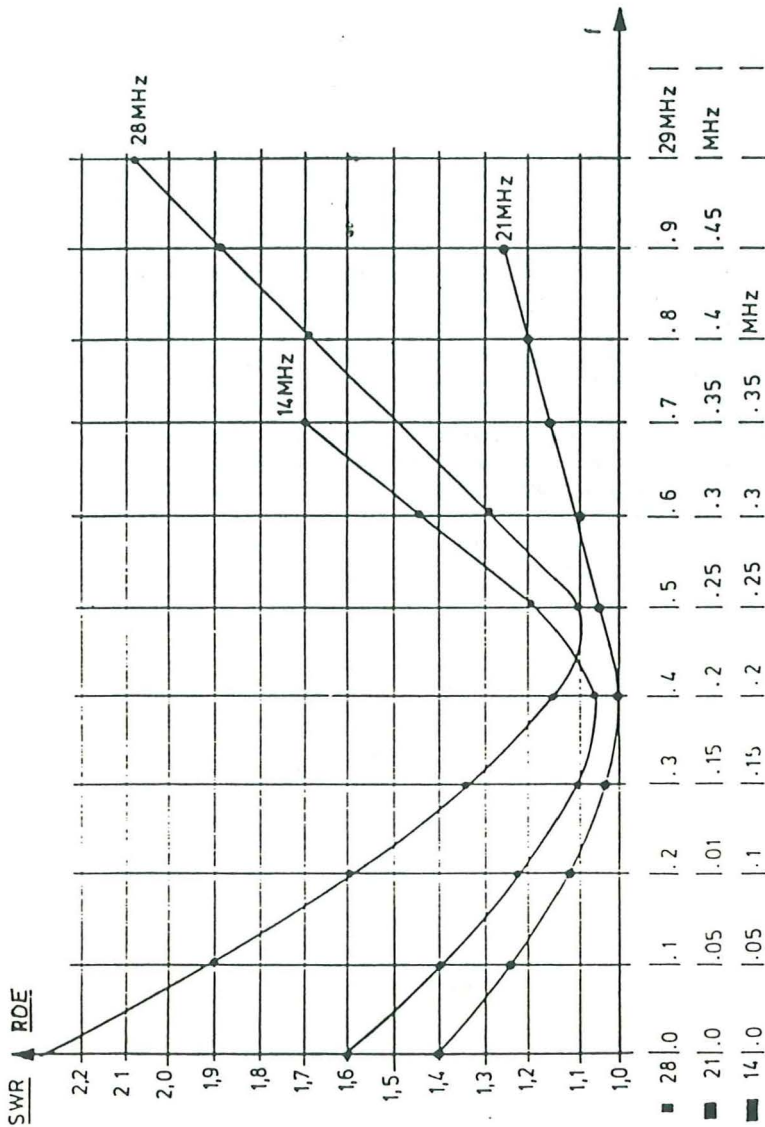
Frecuencia de ajuste en 10 metros=28,5 MHz.

Frecuencia de ajuste en 15 metros=21,2 MHz.

Frecuencia de ajuste en 20 metros=14,2 MHz.

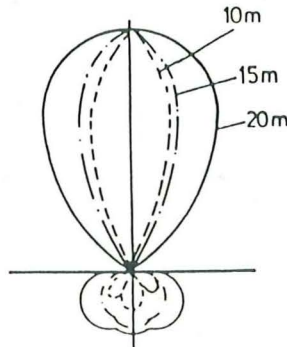
Con la antena lista, ajustada y probada en el lugar definitivo, se taparán las dos cajas de fase y se dará el acabado a la antena, comenzado por tapar todas las juntas susceptibles de humedad, las puntas de boom para que el viento al soplar no produzcan silbidos de locomotora a pleno vapor, etc.

Se cubrirán con pasta de silicona las conexiones entre los tubos

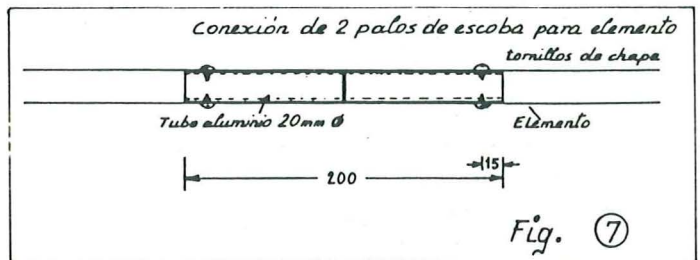
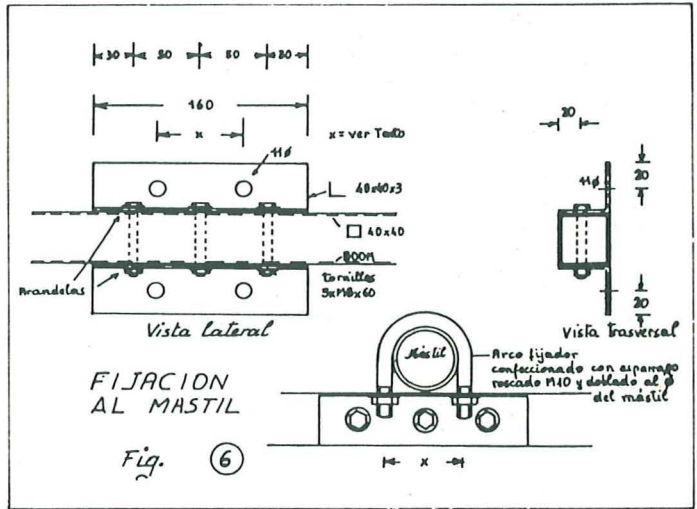


## NOTAS DEL TRADUCTOR

Teniendo a la vista el diagrama de relación de ROE, es fácil intuir a qué frecuencia puede ajustarse la antena para cada caso particular. La antena es relativamente ancha de banda como para trabajar sin problemas el espectro de CW y el de fonía, disponiendo de un transmisor con tubos en el paso final. Por el contrario quien disponga de un equipo transistorizado encontrará alguna pérdida de potencia al utilizar la antena con las medidas dadas, si trabaja CW en 10 mts. ya que puede verse que la curva es muy aguda para esta banda y fuera del espectro a que se ajustó la antena las estacionarias ascienden de forma escandalosa. Por supuesto quien desee elegir otras frecuencias de resonancia para las trampas puede hacerlo para su caso individual, pero siempre utilizando en medidor por mínimo de reja (grip-dip-meter) que puede considerarse el método más fácil. Quien no tenga a disposición este instrumento podrá hacer el ajuste con un puente de ruidos de banda ancha como el aparecido en la última revista de URE de septiembre 83, instrumento que será una de mis próximas colaboraciones para la revista y el cual yo utilicé muy a menudo para ajustes de todo tipo de antenas, llegando hasta los 200 Mhz. y que es idóneo para los 2 metros sin tener que aplicar la potencia del equipo.



*Diagrama direccional*



de las trampas de 10 y 15 metros, las cajas de los conductos de fase y las tapas de las mismas. Comprobar que todos los tornillos estén fuertemente apretados, especialmente los de los adaptadores y, finalmente, con laca para yates, cubrir la antena con una capa protectora en todos sus elementos: bridas, tornillos, arcos fijadores, etcétera.

### Experiencias operativas

La antena se halla instalada a una altura de 10 metros sobre el suelo. Alrededor existen edificios y el transmisor utilizado es un FT 107 M. El ancho de banda de la antena, relativamente grande, permite operar sin problemas de ROE en todo el espectro para el que fue concebida. Con transmisores equipados con tubos en el paso final, naturalmente la operación con esta antena es mucho más flexible. Las relaciones de ROE encontradas están mostradas en la tabla adjunta (dibujo 8) y fueron tomadas directamente en el punto de alimentación de la antena. Las curvas tomadas a una altura de 4 metros del suelo no difieren gran cosa de las definitivas y se diferencian solamente por pequeños valores con las encontradas directamente en la antena.

El diagrama de radiación adjunto fue tomado en la práctica, ya que el autor no tuvo oportunidad de hacer un diagrama individual

para cada banda, pero se puede decir que los valores medidos son los que podrían aplicarse a cualquier HB9CV. o muy próximos a ellos.

Esta direccional contrasta enormemente con los resultados obtenidos por la antena de hilo largo que utilizaba anteriormente el autor y que también se encontraba a una altura de unos 7 metros sobre el suelo. Tras corto tiempo de operación, permitió al autor contactar con estaciones de todos los continentes con señales muy satisfactorias, lo que antes hubiera sido imposible.

### Observaciones finales

La antena «palo de escoba» posee una relación precio/rendimiento, excelente. No se trata de una antena maravillosa, pero llena sobradamente las esperanzas que se pusieron en el momento de construirla. Es el montaje recomendado para todo OM que posea pocas posibilidades de espacio y de dinero.

El autor se ha esforzado con esta descripción de entregar en la mano algo palpable y probado, con la esperanza de que tenga buena acogida. Caso de haberlo conseguido ha llenado completamente sus deseos.

El autor y la revista «BEAM» tienen los derechos registrados para construcción comercial de esta antena; si alguien quiere comercializarla debería ponerse en contacto con el autor para cesión de derechos.

Cualquier crítica constructiva es acogida de buena gana por el autor, el cual se presta también a posteriores aclaraciones y ayudas incondicionales para que la antena funcione como él desea.

El autor desea a todo aquel que emprenda la aventura de la construcción, muchos éxitos y mejores DX's

Autor, Klus Wimmers.

Edúard-Künnecke-Str. 8.

D-4240 Emmerich.

Traducción de la revista alemana «BEAM», Amateur-HFTechnik-Elektronik, por DJ0ZT.

### En la tabla siguiente se da la relación del material necesario para la construcción

Cantidad	Denominación	Observaciones
15 piezas	Tubo aluminio de palo de escoba	Puede adquirirse en los grandes almacenes y debe ser sin revestimiento plástico.
4,2 m.	Tubo aluminio 28 mm.	Para trampas de onda y elementos.
2,0 m.	Perfil aluminio en «U» de 50 x 25 mm.	Para portador de elementos.
1,4 m.	Tubo aluminio cuadrado de 40 x 40 mm.	Pluma (Boom).
0,32 m.	Perfil angular aluminio, 40 x 40 mm.	Fijación mástil.
5 piezas	De 1 m. de tubo aluminio, 4 mm. de diámetro.	Adaptadores. Adquirible en casas para construcción modelos miniatura.
2 piezas	De 1 m. de tubo aluminio de 5 mm. de diámetro.	Adaptadores. Adquirible en casas por construcción modelos miniatura.
2 piezas	De 20 mm. de altura por 70 mm. longitud de tubo aluminio cuadrado de 35 a 40 mm.	Pieza distanciadora entre caja adaptadora y pluma.

Cantidad	Denominación	Observaciones
6 piezas	Retales chapa aluminio de 1,5 × 15 × 250 mm.	Construcción de arcos, fijación desplazables de elementos adaptadores.
4 piezas	De 1 m. tubo aluminio 10 mm. de diámetro.	Elemento exterior (20 m.).
0,50 m.	Espárrago roscado galvanizado M-10.	Fijación mástil.
4 m.	Arandelas dentadas galvanizadas M-10.	Fijación mástil.
4 m.	Tuercas galvanizadas M-10.	Fijación mástil.
1,2 m.	Espárrago roscado galvanizado M-5.	Fijación elementos.
16 m.	Arandelas dentadas galvanizadas M-5.	Fijación elementos.
16 m.	Tuercas galvanizadas M-5.	Fijación elementos.
9	Tornillos hexagonales M-8 × 60.	Construcción portador fijación mástil.
18	Arandelas en «U» M-8.	Construcción portador fijación mástil.
9	Arandelas dentadas galvanizadas M-8.	Construcción portador fijación mástil.
9	Tuercas galvanizadas M-8.	Construcción portador fijación mástil.
80	Tornillos chapa autorroscantes 3,9 × 9 mm.	
12	Tornillos roscados M-4 × 10 galvanizados.	
5	Tornillos roscados M-3 × 10 galvanizados.	
5	Arandelas «U» galvanizadas M-3.	
5	Tuercas galvanizadas M-3.	
5	Terminales soldables galvanizados o de cobre (Accesorios auto).	
2	Cajas galvanizadas 156 × 92 × 50 mm. para conexión adaptadores.	
2	Placas de fibra de vidrio como tapa para cajas adaptadores.	
3 mm.	Cable coaxial RG 58/CU.	
10 m.	Cable macizo de conexiones de, aproximadamente, 3 mm. de diámetro para trampas y caja adaptadores.	
1 tubo	Pasta de silicona para hermitizar cajas adaptadores.	
1 bote	Laca para barcos o yates como pintura protectora.	
2 piezas	Tapones para puntas de boom.	
32	Terminales para soldar (accesorios auto) para trampas.	
4 a 6	Bombas de aire para bicicletas en plástico para cuerpos de las trampas.	
4	Condensadores cerámicos 6 kV, 4 × 12 pF y 4 × 22 pF.	
3	Trimmers cerámicos de, aproximadamente, 100 pF para adaptadores.	

# Antena de dos elementos con espaciado de cuarto de onda

Por JOHN SCHULTZ, W 2 EEY

Traducido de «73 Magazine»

El autor se propuso la construcción de una antena de dos elementos que pudiera confeccionarse con alambres tendidos entre árboles y con la posibilidad de elegir el diagrama de radiación deseado.

Estos requisitos fueron fácilmente satisfechos mediante un sistema de dos elementos excitados, espaciados entre sí un cuarto de onda. Esta configuración particular presenta interesantes propiedades por la variedad de diagra-

mas obtenibles sin problemas de adaptación de impedancias. Esto se debe a que con el espaciado de cuarto de onda la impedancia de cada elemento es prácticamente la misma que en el espaciado libre, mientras que a espaciados menores la presencia de otro elemento afectaría seriamente los valores de impedancia de alimentación.

La figura 1 muestra los tres diagramas de irradiación obtenibles con la configuración mencionada. Los diagra-

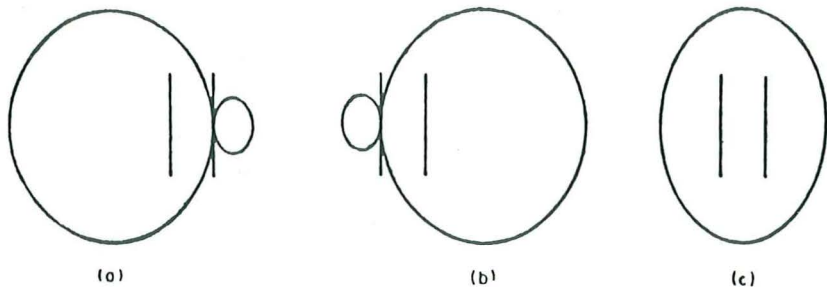


FIG. 1.—Los tres diagramas de irradiación elegibles: (a) diagrama cardioide obtenido con una diferencia de fase de  $90^\circ$  entre los elementos excitados; (b) el mismo diagrama de radiación, pero conmutado en la dirección opuesta; (c) sin diferencia de fase entre los elementos.

mas cardioides dan una ganancia de 4 a 5 dB, mientras que la ganancia del diagrama bidireccional es de unos 3 dB.

En la figura 2 puede apreciarse la antena que construyó el autor para aplicarla a la banda de 15 m. Para alimentar cada elemento se utiliza RG-59/U, así como para la sección defasadora de un cuarto de onda. Se eligió este

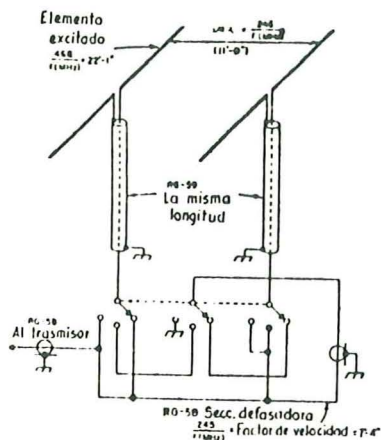


FIG. 2.—Conexión del selector de diagramas de radiación. La máxima radiación se obtiene en la dirección de la flecha para la posición representada del selector. Cuando la llave está en la posición bidireccional, la antena queda conectada a tierra a través de la sección de cuarto de onda para protección contra rayos. Las dimensiones indicadas son para la banda de 15 m.

cable porque cuando las dos líneas de alimentación se ponen en paralelo por acción del conmutador de diagramas de radiación, se obtiene una impedancia de 36 ohmios. Alimentando el conjunto desde el transmisor con RG-58/U resulta una R.O.E. de 1,5:1.

En la práctica, la R.O.E. medida por el autor fue más cercana al valor de 2,0:1, probablemente a causa de ciertas desadaptaciones de impedancias entre el cable RG-59/U y los dipolos. Un va-

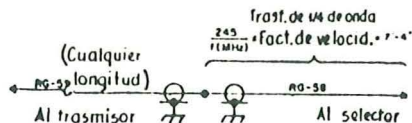


FIG. 3.—Circuito adaptador adicional que puede utilizarse entre el selector de diagramas de irradiación y el transmisor para mejorar la R.O.E. Reemplaza a la línea defasadora de RG-58/U mostrada en la figura 2.

lor R.O.E. de 2,0:1 no debería causar dificultad alguna desde el punto de vista de la carga presentada al transmisor, y la pérdida de potencia ocurrida en la corta longitud de RG-58/U desde el selector de diagramas de radiación al transmisor es insignificante.

En la figura 3 se muestra una conexión alternativa del selector de diagramas y el transmisor para quienes dan mucha importancia a la desadaptación

de impedancias. El mismo sistema de disponer y alimentar los dipolos podría utilizarse para antenas de otras frecuencias o de orientación vertical. Las

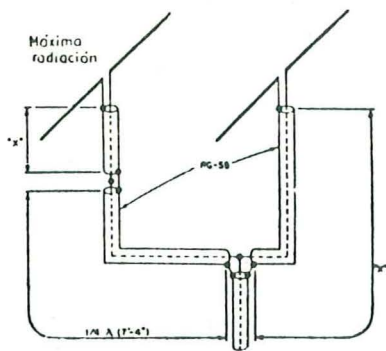


FIG. 4.—Sistema de alimentación para el diagrama fijo unidireccional. Las secciones marcadas con «X» se construyen de RG-59/U y pueden ser de cualquier longitud conveniente, pero ambas iguales.

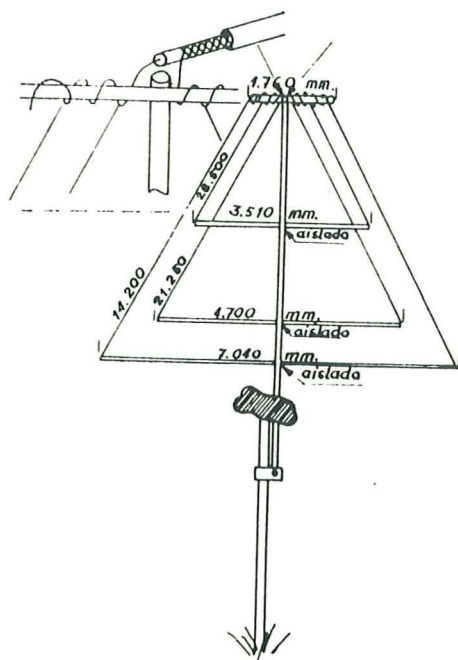
antenas horizontales que utilizan esta configuración deben elevarse por lo menos un cuarto de onda de tierra, a fin de asegurar que la impedancia de los dipolos esté en el valor previsto de 60 a 70 ohmios.

Si algún aficionado está interesado en obtener radiación en una sola dirección, puede utilizar el sencillo sistema de alimentación de la figura 4. La línea de alimentación, de RG-58/U, debe tener una longitud máxima de unos 30 m, porque puede funcionar con una R.O.E. de hasta 2:1.

Por cierto que este tipo de antena no es novedoso, pero se considera que el sistema de alimentación propuesto simplifica considerablemente su construcción. La directividad obtenida no es tan elevada como una antena parasitaria de dos elementos, pero da ganancias aproximadamente uniformes en varias direcciones a un costo mínimo.

ANTENA BI-DIRECCIONAL, CONCEPTO DK6DX-EAIND, PARA 10, 15 y 20 M,  
ALIMENTADA POR UN SOLO CABLE COAXIAL DE 60 A 75 OHMIOS

Forma triangular, resistencia al viento más o menos 100 k.p.l., fácil de construir y bastante buen rendimiento



Punta de alimentación (cable coaxial con coax. plug.)

Tubo fuerte de plástico de 30 mm Ø cada lado, 8 espiras para la resonancia de 14 MHz (empalmar después de 3 espiras la resonancia de 28 MHz)

Tubo de vidrio (si no hay, vale caña fuerte)

Tubo de aluminio o dos cañas empalmadas

Rotor

Tubo/s de acero fino, Ø mínimo de 35 mm (otros materiales bastante más)

Tubo/s mástil, material y diámetro dependen de la altura. (Durante mis pruebas usaba un mástil de sólo 5 m)

El hilo usado fue de cobre; vale también hilo de aluminio.

El cable de alimentación fue coaxial de 60 ohmios, de lo corriente para TV.

Longitud total del hilo o de la combinación de hilo-tubo de aluminio:

28,500 MHz = 10,52 m  
21,250 » = 14,11 »  
14,200 » = 21,13 »

Si se usan cañas, entonces hay que pasar por la caña el hilo de cobre (la resonancia)

Una vez montada, es posible que haya que hacer pequeñas modificaciones. En mi caso, las o.e. el SWR en todas las bandas fue mejor que 1.5

## CONJUNTOS DIRECCIONALES FIJOS EXCITADOS.

Por el Dr. MORENO QUINTANA (h)  
(LU 8 BF/8 HF)

La longitud que exige un sistema direccional basado en una antena de conductor largo—serio obstáculo en relación al escaso terreno que dispone la generalidad de los radioaficionados—ha impedido el empleo intensivo de los mismos. En consecuencia, la atención de los radioaficionados se ha dirigido hacia otros tipos de sistemas direccionales de dimensiones más reducidas, que son asimismo más sencillos de construir y que pueden proporcionar ganancias similares.

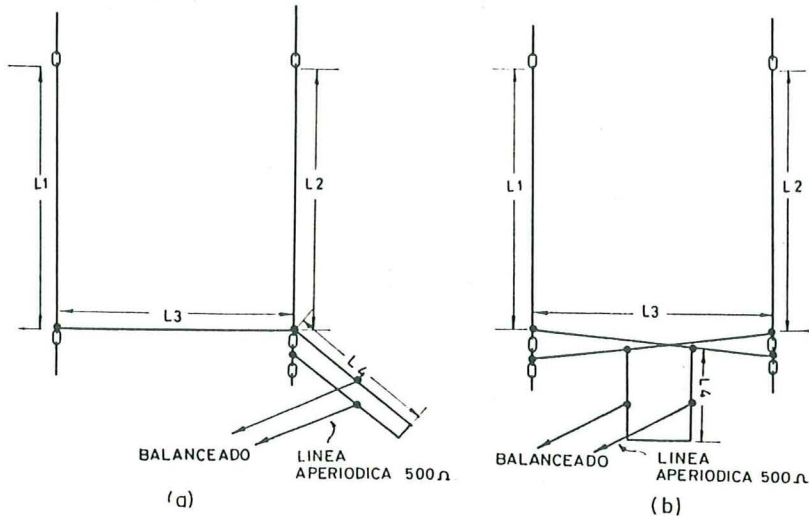
Cuando se dispone un elemento radiante de  $1/2$  longitud de onda en las proximidades de otro elemento radiante de  $1/2$  longitud de onda, el diseño de campo producido por el conjunto formado por ambos radiantes cambia radicalmente. La configuración del diagrama de campo dependerá del espaciado entre los elementos radiantes y de la fase de las corrientes en la alimentación de los mismos.

La figura 1 a muestra un conjunto formado por dos elementos radiantes de  $1/2$  longitud de onda con corrientes en fase en la alimentación de los mismos, con un espaciado de  $0,5$  de longitud de onda. Al estar los elementos radiantes alimentados en fase, la emisión producida por los mismos se encuentra en un punto situado en la mitad del espaciado que existe entre los elementos radiantes (esto es, a  $0,25$  de longitud de onda de cada radiante) y se cancela al estar  $180^\circ$  fuera de fase. En consecuencia, hay un mínimo de emisión en el sentido de la dirección de los elementos radiantes, pero la emisión en el sentido lateral es máxima. El sistema descrito recibe el nombre de *conjunto excitado de radiación lateral*, ya que la emisión es máxima en el sentido lateral al plano que contiene los elementos radiantes.

El conjunto excitado de radiación la-

teral puede montarse con los radiantes en posición vertical o en posición horizontal, uno sobre otro. En el primer caso, el diseño de radiación azimutal se agudiza, mientras que el vertical es similar al de un solo elemento radiante de  $1/2$  longitud de onda. En

la ganancia del conjunto, llevando el espaciado entre los elementos radiantes a  $0,7$  de longitud de onda. Pero en este caso aparecen lóbulos menores (pérdidas) que no existen con espaciados más reducidos. Si, en cambio, se disminuye el espaciado a menos de  $0,5$



$f$	$L1$	$L2$	$L3$	$L4$
7,1 Mc/s	20,07 m	20,07 m	20,59 m	10,28 m
14,2 Mc/s	10,03 m	10,03 m	10,29 m	5,14 m
21,2 Mc/s	6,72 m	6,72 m	6,89 m	3,44 m
28,2 Mc/s	5,05 m	5,05 m	5,18 m	2,59 m

FIG. 1.—En la figura se representan conjuntos excitados de irradiación lateral, formados por dos radiantes de  $1/2$  longitud de onda, alimentado en fase. La irradiación es máxima en el sentido lateral al plano que contiene los radiantes. Con objeto de poder utilizar una línea de transmisión aperiódica, se emplea una sección adaptadora a línea de  $1/4$  de longitud de onda, con su extremo inferior en cortocircuito. El ajuste de esta sección adaptadora a línea se lleva a cabo de la manera explicada en el texto.

el segundo caso, el diseño de radiación horizontal es análogo al de un solo elemento radiante de  $1/2$  longitud de onda, mientras que el vertical se hace más pronunciado, proporcionando un ángulo de valor reducido apropiado para trabajar a distancia por onda ionosférica. De acuerdo al gráfico de la figura 2, es posible aumentar ligeramente

de longitud de onda, la ganancia del conjunto decrece en forma apreciable. Por tanto, es recomendable mantener un espaciado de  $0,5$  de longitud de onda entre los elementos radiantes del conjunto. La alimentación puede hacerse mediante una línea de transmisión bifilar abierta transpuesta en el centro, en lugar de utilizar la emisión

parásita del elemento radiante opuesto, tal como muestra la figura 1 b. De esta manera se obtiene no solamente una mejor distribución de la corriente de radiofrecuencia, sino también un mayor rendimiento.

Los conjuntos excitados de radiación lateral deben ser alimentados por medio de una línea de transmisión reso-

onda, según se ha explicado anteriormente, con el fin de poder utilizar una línea de transmisión aperiódica de 500 ohmios de impedancia característica, formada por dos conductores de cobre de 1,6 mm. de diámetro (alambre número 14) separados entre sí 5,1 cm. La longitud de los elementos radiantes se calcula por medio de la fórmula

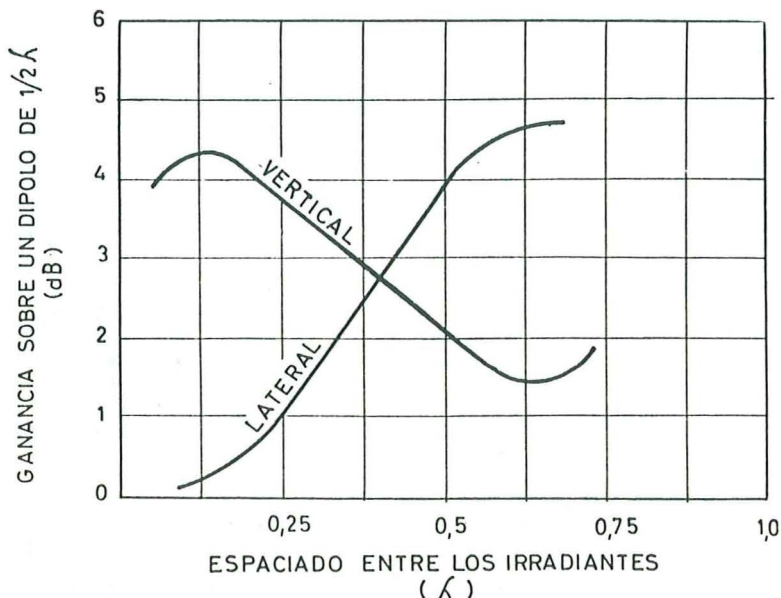


FIG. 2.—El gráfico muestra la ganancia obtenible con relación a un dipolo de  $1/2$  longitud de onda, a la misma altura sobre tierra y con la misma potencia, con conjuntos excitados de irradiación lateral y vertical en función del espaciado entre los radiantes. Para un conjunto excitado de irradiación lateral, el espaciado óptimo se halla entre 0,5 a 0,7 de longitud de onda. Para un conjunto excitado de irradiación vertical, el espaciado óptimo es de 0,125 de longitud de onda.

nante bifilar abierta, de un valor comprendido entre 500 a 600 ohmios de impedancia característica y provista de su unidad de sintonía, tal como se vio en otra ocasión (\*). Pero en la figura 1 se ha empleado una sección adaptadora a línea de  $1/4$  de longitud de

la:  $142,5/f$  (Mc/s.), y la línea de puesta en fase de  $1/2$  longitud de onda que alimenta a los radiantes por la fórmula:  $146,2/f$  (Mc/s.). Con objeto de evitar los cálculos por parte del constructor, se proporcionan las dimensiones para las bandas de 7, 14, 21 y 28 Mc/s.

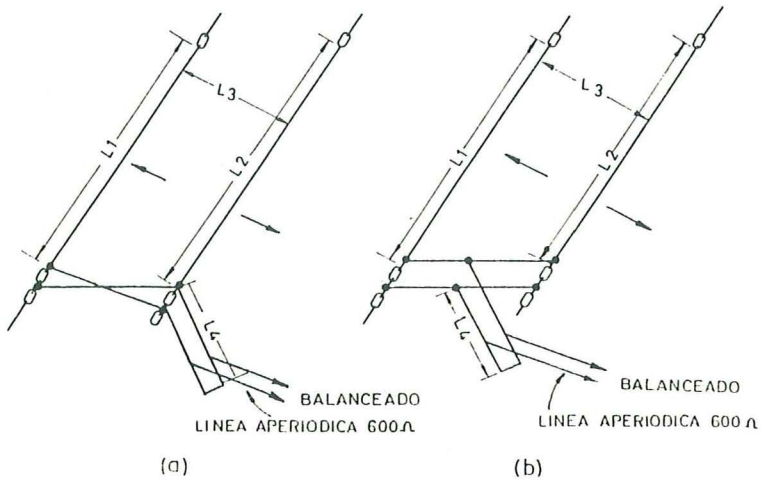
Ahora bien: si en lugar de alimentar los elementos radiantes de la manera indicada precedentemente, se hace con un defasaje de  $180^\circ$ , como muestra la

(\*) MORENO QUINTANA (h), L. M.: «Líneas de transmisión, alimentadores o "feeders"».

figura 3, la emisión resulta máxima en el plano que contiene los elementos radiantes, esto es, en dirección a los extremos de los mismos. Se tiene entonces un *conjunto excitado de radiación vertical*.

El conjunto excitado de radiación

4 dB con relación a un dipolo de  $1/2$  longitud de onda a la misma altura sobre tierra y con la misma potencia. Por la alta ganancia obtenible con un espaciado relativamente pequeño entre los elementos radiantes, el conjunto excitado de radiación vertical se pres-



$f$	$L1$	$L2$	$L3$	$L4$
7,1 Mc/s	20,07 m	20,07 m	5,38 m	10,28 m
14,2 Mc/s	10,03 m	10,03 m	2,64 m	5,14 m
21,2 Mc/s	6,72 m	6,72 m	1,76 m	3,44 m
28,2 Mc/s	5,05 m	5,05 m	1,32 m	2,59 m

FIG. 3.—La figura muestra dos conjuntos excitados de irradiación vertical, formados por dos radiantes de  $1/2$  longitud de onda, espaciados  $0,125$  de longitud de onda. En tales condiciones, los mismos proporcionan una ganancia superior a 4 dB con relación a un dipolo de  $1/2$  longitud de onda, a la misma altura sobre tierra y con la misma potencia. Se los puede instalar en forma vertical u horizontal, con los radiantes colocados a la misma altura. Se los alimenta con una línea de transmisión aperiódica mediante una sección adaptadora a línea de  $1/4$  de onda, con su extremo inferior en cortocircuito.

vertical puede instalarse en forma vertical u horizontal, con los elementos radiantes situados a la misma altura. De acuerdo con el gráfico de la figura 2, la mayor ganancia del conjunto se obtiene con un espaciado entre los elementos radiantes de  $0,125$  de longitud de onda. De esta manera es posible lograr una ganancia superior a

ta muy bien para el trabajo de radioaficionado en las bandas de 7, 14, 21 y 28 Mc/s. (\*). Como en el caso de los

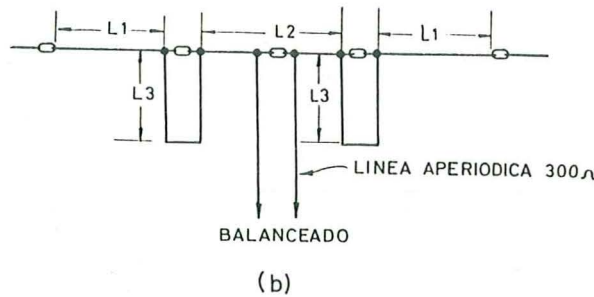
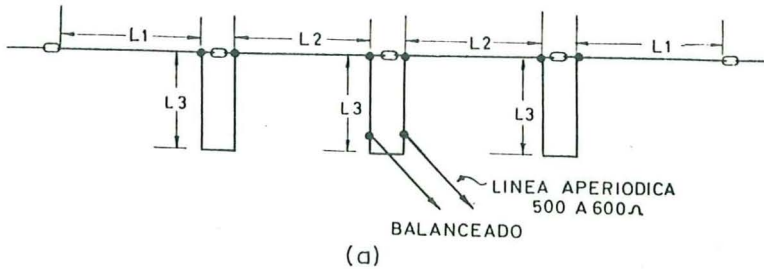
(\*) BROWN, G. H.: «Directional Antennas. Proceeding of the I.R.E.», enero 1937, volumen XXV núm. 1, págs. 78-145. Este radioaficionado fue el primero en puntualizar las ventajas de emplear conjuntos excitados de radiación.

conjuntos excitados de radiación lateral, debe emplearse una línea de transmisión resonante para alimentar estos conjuntos excitados de radiación vertical, del tipo bifilar abierto y de un valor comprendido entre 500 a 600 ohmios de impedancia característica, con su correspondiente unidad de sintonía.

conductores de cobre de 2 mm. de diámetro (alambre núm. 12) separados entre sí 7,5 a 15,2 cm., respectivamente.

#### ANTENAS COLINEALES.

El sistema ilustrado en la figura 4 a resulta muy indicado para trabajar en



$f$	$L1$	$L2$	$L3$
3,5 Mc/s	40,14 m	41,18 m	20,56 m
7,1 Mc/s	20,07 m	20,59 m	10,28 m
14,2 Mc/s	10,03 m	10,59 m	5,14 m

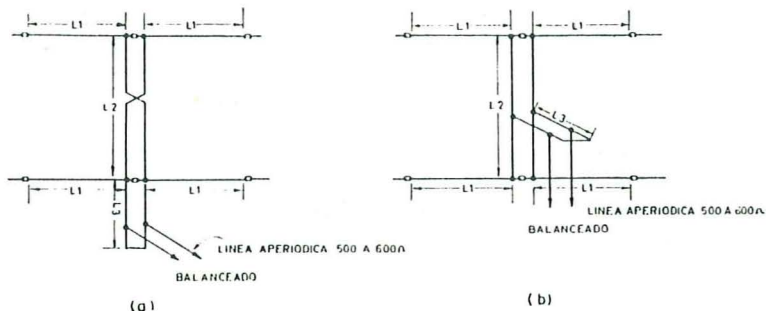
FIG. 4.—Los sistemas colineales, consistentes en dos o más secciones irradian-tes de 0,5 a 0,65 de longitud de onda, con alimentación en fase en cada sección, mediante las secciones de 1/4 de longitud de onda, son muy apropiados para operación en 3,5 y 7 Mc/s, especialmente, pero no para frecuencias superiores, por la falta de directividad vertical.

En el caso de la figura 3 se utiliza una sección adaptadora a línea de 1/4 de longitud de onda con su extremo inferior en cortocircuito, con objeto de poder emplear una línea de transmisión aperiódica de igual valor de impedancia característica, formada por dos

las bandas de 3,5 ó 7 Mc/s. No obstante, su empleo no resulta aconsejado para frecuencias superiores, ya que carece de directividad vertical. El diagrama de campo radiado es similar al de un dipolo de 1/2 longitud de onda. El sistema que recibe el nombre de

*colineal* consiste en dos o más secciones radiantes de 0,5 a 0,65 de longitud de onda con alimentación en fase en cada sección. La inversión de fase requerida se logra con las secciones en cortocircuito de 1/4 de longitud de onda, marcadas  $L3$  en la figura 4. La ganancia de un sistema colineal de sec-

mente cien veces el número de secciones radiantes del mismo. En consecuencia, el sistema de la figura 4 *b* tendrá una impedancia de unos 300 ohmios en su punto de alimentación y podrá ser alimentado directamente con una línea de transmisión aperiódica de ese valor con óptimo rendimiento.



$f$	$L1$	$L2$	$L3$
7,1 Mc/s	20,07 m	20,59 m	10,28 m
14,2 Mc/s	10,03 m	10,29 m	5,14 m
21,2 Mc/s	6,72 m	6,89 m	3,44 m
28,2 Mc/s	5,05 m	5,18 m	2,59 m

FIG. 5.—La antena en «H» proporciona buena directividad horizontal y vertical. Si se la instala en posición vertical y a una altura sobre tierra de una longitud de onda con relación a su parte central, proporcionará una ganancia de 5,5 dB e irradiará en forma lateral, o sea perpendicular al plano que contiene las secciones radiantes.

ciones radiantes de 1/2 longitud de onda es aproximadamente igual al número de secciones radiantes que forma el mismo. Así, por ejemplo, el sistema de la figura 4 *a* proporcionará una ganancia de unos 4,5 dB y el de la figura 4 *b*, 3,3 dB con relación a un dipolo de 1/2 longitud de onda a la misma altura y con la misma potencia. La ganancia del sistema se halla en función directa de la directividad horizontal que entrega el mismo.

Un sistema colineal que tenga de dos a seis secciones radiantes ofrece una impedancia, en un punto máximo de corriente cualquiera, de aproximada-

#### ANTENA EN «H».

Si se agrupan secciones radiantes colineales arriba o abajo de otras secciones radiantes colineales, se obtendrán sistemas eficientes de radiación lateral que, empleados en forma horizontal, proporcionan directividad vertical y son muy adecuados para operación en 14, 21 y 28 Mc/s.

El sistema ilustrado en la figura 5 es conocido por el nombre de antena en «H» y en la práctica proporciona buena directividad en los planos horizontal y vertical. Si se coloca el sistema en posición vertical y a una altura

sobre tierra de 1 longitud de onda con relación a su parte central, se obtendrá una ganancia de 5,5 dB sobre un dipolo de 1/2 longitud de onda a la misma altura sobre tierra y con la misma potencia, siendo la radiación lateral, esto es, perpendicular al plano que contiene las secciones radiantes.

El sistema se lleva a la práctica empleando una línea de puesta en fase ligeramente mayor de 1/2 longitud de onda, la que se transpone 180° si se desea alimentar el sistema por su parte inferior, como muestra la figura 5a. Como la antena en «H» presenta alta impedancia en el punto de alimentación, es necesario utilizar una línea de transmisión resonante bifilar abierta de un valor comprendido entre 500 a 600 ohmios de impedancia característica. Una línea de este valor puede hacerse con dos conductores de cobre de 2 mm. de diámetro (alambre número 12) separados entre sí 0,4 a 15,0 centímetros, respectivamente, y provista de su correspondiente unidad de sintonía, a no ser que se emplee una sección adaptadora a línea de 1/4 de longitud de onda con su extremo inferior en cortocircuito, para usar una línea de transmisión aperiódica de igual

valor de impedancia característica, como se representa en la figura 5.

La emisión de la antena en «H» puede ser convertida en unidireccional, aumentando la ganancia en unos 3 dB, si se construye otra antena en «H» igual, colocada como reflector a una distancia de 0,225 de longitud de onda. En lugar de la antena en «H» reflectora, puede disponerse una red o pantalla de conductores metálicos que tenga una superficie ligeramente mayor de la antena en «H». Al colocar la antena o pantalla reflectora a 0,225 de longitud de onda, no se altera prácticamente la impedancia del sistema en su punto de alimentación, lo que evita ajustes en el adaptador de impedancias. El reflector aperiódico resulta muy eficiente en una amplia banda de frecuencias.

Para terminar esta descripción de sistemas fijos direccionales podríamos referirnos a la antena de techo plano, experimentada inicialmente por J. D. Kraus (W8JK) y que apareció por vez primera reflejada en las páginas de *QST* en enero de 1938. Este tipo de antena ya nos es conocida por habernos ocupado recientemente de ella.

# ANTENAS DIRECCIONALES PARA AFICIONADOS

Por J. N. HAWKINS, W6AAR

Traducido por  
L. M. MORENO QUINTANA (H)  
LU8BF

La mayoría de los aficionados saben que existen efectos directivos en un plano horizontal y en un plano vertical en una misma antena de emisión. La directividad en el plano vertical afecta directamente al ángulo de irradiación con respecto al horizonte e influye en la extensión de la zona de silencio.

Todos sabemos que para lograr DX es menester el empleo de valores bajos en los ángulos de irradiación (de 15 a 20°). Si el valor del ángulo de irradiación aumenta, los comunicados efectuados en estas condiciones serán en su mayoría del tipo local. El ángulo más apropiado para cubrir una determinada distancia varía con la frecuencia, hora del día, tiempo, estación del año y actividad de las manchas solares.

Como se ve, la atención del aficionado deberá ir pura y exclusivamente encaminada a lograr el máximo posible de efecto direccional, ya que no hay—en la actualidad—un método simple para variar la directividad vertical.

## IRRADIACIÓN DE UNA ANTENA SIMPLE

Una antena de tipo simple (media longitud de onda en el irradiante) ya sea un doblete, una Zeppelin, etc., etc., tienen todas la misma figura de irradiación cuando están correctamente ajustadas, ya que todas estas antenas son de media longitud

de onda, y la línea de alimentación (feeders) no deberá tener influencia sobre la figura de irradiación.

La irradiación de una antena simple en estas condiciones es la indicada en la figura 1. Consiste en un par de elipsoides naciendo en el irradiante. Naturalmente que objetos próximos podrán alterar dicha

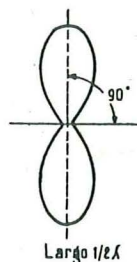


FIG. 1

figura, pero lo interesante es que se cubra todo el plano horizontal si el irradiante se halla en forma vertical.

## ANTENAS DE CONDUCTOR LARGO

Las antenas de conductor largo es el primer paso para lograr directividad. Una antena de tipo de conductor largo (long wire) puede llegar a tener de 8 a 10 longitudes de onda en el irradiante. Como el largo de la antena ha sido cortada en un número par de múltiplos de un cuarto de

onda. la figura de irradiación asemeja a una figura de «alas de mariposa» con cuatro lóbulos principales de ángulo reducido. Existe un cono de irradiación, por consiguiente, alrededor de cada extremo del irradiante. El ángulo del cono con el alambre es cada vez más reducido conforme aumentemos la longitud del alambre, y la antena deja de ser un irradiante uniforme para confeccionar irradiación sólo en los



FIG. 2

dos extremos. Como quiera que el irradiante debe estar paralelo con el suelo —por la longitud requerida en este tipo de antena—, ciertas porciones de la figura de irradiación (ver fig. 2) se pierden y se aprovecha únicamente ciertas partes del cono irradiante, que lo hacen en direcciones paralelas a la superficie del suelo.

Como la parte aprovechable de cada cono irradiante es muy pequeña, la antena de conductor largo irradia bien en cuatro direcciones que son los lóbulos mayores.

#### ANTENAS EN «V»

Una antena en «V» es el paso siguiente. Se trata de combinar dos antenas de conductor largo unidas en un extremo afectando la forma de una v corta. En esa forma es posible que dos de los máximos de irradiación de uno de los lados irradiaran en la misma dirección que dos de los máximos de irradiación del otro lado de la «V» (ver fig. 3). En la antena «V»

cada uno de los máximos de cada rama cancela y neutraliza a los de la otra. Esto significa que una antena de este tipo es bidireccional, o sea que irradia en dos direcciones exactamente opuestas. Ejemplos prácticos de esta clase de antenas podrán construirse dando una longitud en cada rama de  $6 \frac{3}{4}$  de onda y un ángulo de unos  $40^\circ$ . Otro ejemplo podrá construirse con una longitud de  $1 \frac{1}{2}$  de onda por rama con un ángulo de  $90^\circ$ , o sea un ángulo recto. Esta antena tendrá menos directividad que la precedente. Se observa que a medida que las ramas de la «V» aumentan, el valor del ángulo debe ser menor.

La antena en «V» puede tener cada rama de un número par o impar de longitudes de onda de largo. Si el número es par, deberá alimentarse la misma en tensión en el vértice del ángulo. Si es de un número impar de cuartos de onda de longitud, deberá alimentarse en intensidad. La figura 4 representa una antena en «V» y

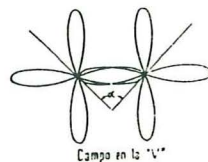


FIG. 3

la figura 5 las relaciones entre longitudes, alturas y ángulos.

Si se desea irradiación en una única dirección, se puede agregar un reflector también en «V» semejante al irradiante, de un número impar de cuartos de onda de longitud, delante o detrás de la antena. Haciendo la construcción arriba o abajo de la antena, con alimentación en fase, se obtendrá directividad vertical y se concentrará la irradiación a un ángulo de bajo valor con respecto al horizonte (ver figura 6).

Sin embargo, respecto de la longitud extensa del irradiante largo, no se crea que la direccionabilidad continuará creciendo constantemente a medida que aumentemos el largo de cada rama. Hay una medida

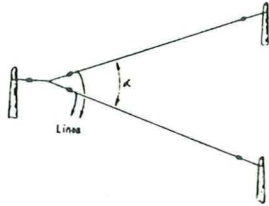


FIG. 4

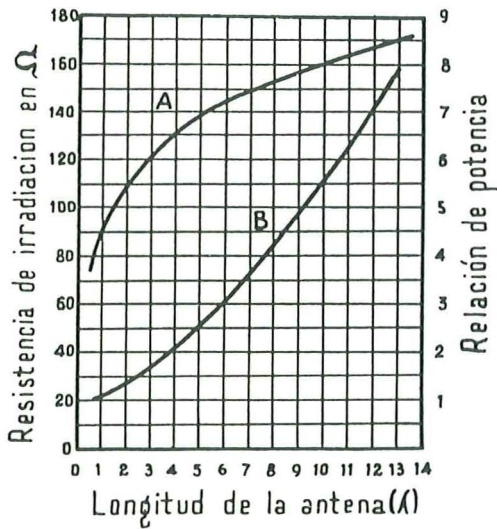


FIG. 5

(15 longitudes de onda), pasando la cual no habrá mayor directividad. Pasando las 8 longitudes de onda, de largo en cada rama, la directividad no aumenta proporcionalmente al aumento de longitud de la antena.

Esto se debe a que antenas de gran longitud están afectadas por la resistencia creciente del alambre irradiante. Esta resistencia actúa también sobre la selectividad de la antena larga, pues a medida que se va en aumento de longitud la antena se vuelve más selectiva. Si la longitud es

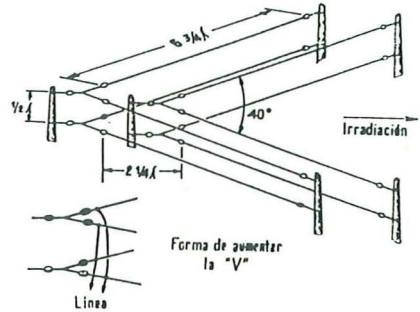


FIG. 6

mayor de 15 longitudes de onda, se convierte en aperiódica y trabaja bien en una gama amplia de frecuencias.

#### ANTENA RÓMBICA

Una antena en «V» con otra igual, del mismo tipo, colocada en dirección opuesta, forman la conocida «róbica». Una antena de este tipo—correctamente ajustada—es siempre unidireccional. La potencia de radiofrecuencia se aplica en uno de los vértices de una «V» y el vértice de la otra «V» se termina en su impedancia característica por medio de una resistencia.

La direccionabilidad horizontal de la antena rómbica no es muy alta, porque una mitad de la antena sólo contribuye a crearla, mientras que la otra (la «V» terminada en resistencia) sirve únicamente para disipar la radiación en sentido contrario (ver fig. 7).

De todo esto resulta que la antena es aperiódica y hace que los valores del ángulo de irradiación en el plano horizontal sea satisfactorio para una amplia banda de frecuencias (1).

La unidireccionalidad de la antena rómbica no se obtiene reflejando la irradiación en el sentido no deseado en la dirección deseada, sino que, por el contrario, esa irradiación no deseada se disipa mediante una resistencia adecuada. Por consiguiente, únicamente la mitad de po-

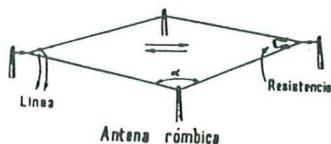


FIG. 7

(1) Singular importancia tiene dicha condición para estaciones de tipo comercial, que requieren trabajar en frecuencias diversas con plena eficiencia.

tencia aplicada es aprovechada enteramente, la otra mitad se disipa en la resistencia terminal.

De esto se deduce que es preferible el empleo de otro tipo de antenas direccionales que no gasten energía en calor y que la misma se aproveche íntegramente.

# La antena Lazy H expandida

Por JOHN J. SCHULTZ, W 2 EEY/1  
De «CQ»

**Sencilla modificación de la antena Lazy H, con mayor ganancia y mejor valor de la impedancia del punto de alimentación**

Hace algún tiempo la antena de alambre del autor cayó durante una tormenta, pero afortunadamente no arrastró los soportes, porque eran árboles altos. Debiendo reconstruirla, consideró la vieja conocida Lazy H, que es una antena para una banda, de ganancia moderada y que, mediante el empleo de alimentadores resonantes, puede ser empleada como antena mul-

fibanda. El estudio de la literatura existente sobre esa antena permite apreciar que la ganancia es una función del espaciado entre el conjunto superior y el inferior de sus elementos. Con un espaciado de  $3/8$  de onda se producen solamente 4,4 dB de ganancia, la que se eleva a 5,9 dB con un espaciado de  $1/2$  onda, y llega a los 6,7 dB con  $5/8$  de onda. Con sólo  $1/4$  de onda de espaciado mayor, se produce un significativo aumento de la ganancia, por lo que el

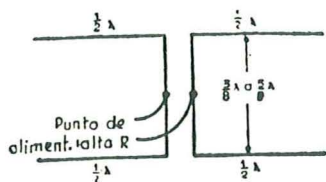


FIG. 1.—Configuración convencional de la antena Lazy H.

autor decidió construirla de esta última forma.

Observando nuevamente la antena Lazy H, se ve que consta de dos elementos colineales de un largo de onda, espaciados y alimentados en fase. Un elemento colineal simple no produce mucha ganancia por sí mismo (alrededor de 1,9 dB), por cuya razón raramente se emplea solo. No obstante, debe recordarse que un elemento simple colineal frecuentemente se extiende hasta 1,3 largos de onda, que es el mayor que puede usarse antes que la irradiación mayor de la antena se divida en lóbulos. Esta forma de antena se denomina «doble Zeppelin extendida». La ganancia aumenta de 1,9 a 3 dB para este pequeño incremento del largo de la antena.

Infortunadamente, el alargamiento de una antena colineal simple para transformarla en una doble Zeppelin extendida, produce una impedancia en los terminales de antena que tiene una componente reactiva. Si se agrega un pequeño adaptador de 0,11 de longitud

de onda, se elimina la componente reactiva y la resistencia de terminación es de 140 ohmios. La figura 3 muestra que la antena Lazy H extendida está formada por dos antenas Zeppelin dobles extendidas. Se usa entre los elementos de la antena una línea de fase de  $1/2$  longitud de onda. La línea de fase se cruza una vez que ha tenido lugar la inversión de fase, lo que ocurre a cada media onda. El cruzamiento de los alimentadores es necesario para que los dos elementos sean alimentados en fase. La línea de media onda refleja la misma impedancia a la que es conectada, sin producir cambios. En esta forma, el punto A de la figura 3 presenta básicamente la impedancia existente en el extremo de los adaptadores de las dos antenas Zeppelin extendidas. Los 70 ohmios de impedancia así producidos permiten la conexión directa del punto A a un cable coaxial normalizado de 50 ó 70 ohmios.

Por supuesto, para la banda de 10 m existirá cierta ventaja si se utiliza algún sistema de acoplamiento que transforme la línea desbalanceada que re-

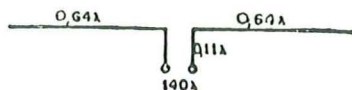


FIG. 2.—Antena Zeppelin doble extendida con adaptador de impedancia.

presenta el cable coaxial al sistema balanceado de la antena. Puede usarse un balún o transformador comercial que tenga una relación de impedancias de 1 a 1. El autor no usó ningún sistema similar por su apuro en levantar la antena.

#### CONSTRUCCION.

La construcción de la antena es simple y directa. Para los elementos se puede usar alambre «copperweld» o de bronce fosforoso. Para la línea de fase de media onda y los adaptadores de

impedancia se usa línea de dos hilos, de 300 ohmios, normalizada, para transmisión de alta potencia. Como no existe un punto físico determinado para la unión de la línea de fase y los adaptadores de impedancia, la línea doble paralela puede ser entera y cruzada una vez. Las dimensiones dadas en la figura 3 tienen en cuenta el factor de velocidad de la línea de transmisión, tal como debiera efectuarse si la antena fuera construida para otra banda. La línea coaxial se conectará simple-

en su posición podrá ser hecha con sogá plástica del tipo empleado para tender ropa, por su bajo costo.

#### RESULTADOS.

La antena funciona aparentemente bien. Si bien es cierto que no se han hecho mediciones precisas de ganancia, juzgando por informes comparativos, la ganancia fue estimada entre 7,5 y 8 dB. Lo que ha quedado definitivamente establecido es que el empleo del es-

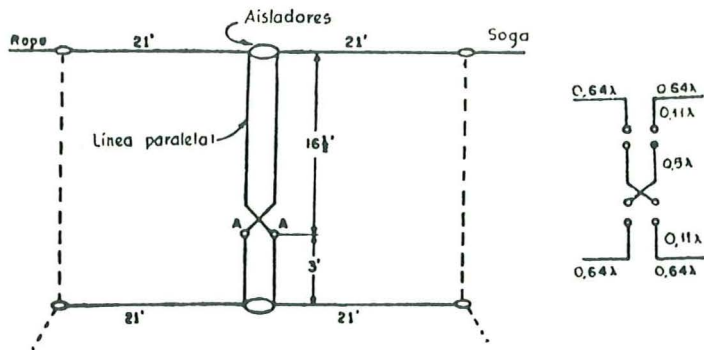


FIG. 3.—Antena Lazy H expandida con las dimensiones para el modelo de la banda de 10 m.

mente en el punto correcto de la línea paralela de 300 ohmios, sin necesidad de cortarla. Se retirará la aislación en un tramo de 12,5 mm aproximadamente de cada conductor en forma secuencial, y se soldarán los extremos del coaxial en ellos. El lugar de la conexión se cubrirá completamente mediante cinta aisladora o con un tubo de plástico retráctil mediante calor. El cable coaxial debe ser soldado con los terminales hacia abajo y luego girado, para evitar que el agua entre en la conexión. Para sostener el elemento superior se utilizará sogá de nylon hasta sus soportes. La unión de los elementos por sus extremos para mantenerlos

paciado amplio entre los elementos, afectando la forma de Zeppelin doble extendida, permite obtener varios decibelios de ganancia extra. Realmente la ganancia extra va acompañada de un mínimo de inversión en materiales.

Como se expresó, esta antena es básicamente del tipo para una sola banda. No obstante, si se la instala para uso permanente y se la desea utilizar en varias bandas, deberá conectársela con alimentadores sintonizados, del tipo balanceado. El modelo para 10 m podrá producir todavía una pequeña ganancia adicional en 15 m y, por lo menos, se comportará como un dipolo, o algo mejor, en la banda de 20 m.

# Antenas direccionales fijas

Por el Dr MORENO QUINTANA (h)  
(LU 8 BF/8 HF)

## ANTENAS DIRECCIONALES FIJAS.

Si se disponen varios elementos radiantes en fase, a fin de que la radiación de los mismos se refuerce en ciertas direcciones y se cancele la radiación en otras, se tiene un *sistema direccional fijo* caracterizado por la directividad que proporciona el mismo.

Cuanto más directivo es el sistema, mayor será la radiación del mismo con relación a una dirección determinada y, por consiguiente, mayor la intensidad de la señal emitida en esa dirección para una cierta potencia en el emisor. En consecuencia, si se utiliza un sistema direccional para una dirección determinada, el efecto será el mismo que si se hubiera aumentado la potencia en el emisor.

El aumento de la intensidad de la señal en transmisión se logra concentrando la emisión en un haz estrecho hacia una cierta dirección, a expensas de las restantes. En recepción con un sistema direccional se logra un refuerzo de la señal que proviene de la dirección deseada, con la eliminación de las señales de otras direcciones, reduciéndose de esta manera las interferencias que provocarían estas señales indeseables en la misma frecuencia de operación.

El empleo de sistemas direccionales es un procedimiento mucho más sencillo y económico a seguir que el aumento de la potencia en el emisor cuando se desea obtener mayor intensidad de la señal emitida en una dirección determinada.

El aumento de la intensidad de la señal radiada en una dirección determinada se denomina *ganancia de potencia* del sistema, con relación a una antena de comparación constituida generalmente por un dipolo de 1/2 longitud de onda aislado de tierra y a la misma altura, expresándose la misma como relación de potencias o en términos del número equivalente de decibelios (\*). Así, por ejemplo, una ganancia de potencia de 4 (o 6 dB) significa que la *intensidad de potencia en la dirección de máxima radiación es cuatro veces mayor de la que sería si la antena en cuestión fuera un dipolo de 1/2 longitud de onda emitiendo la misma potencia.*

Los servicios comerciales que emplean el margen de frecuencias comprendido entre 3 a 30 Mc/s. (designado como F.E.) utilizan generalmente sistemas direccionales con ganancias del orden de 18 a 20 dB o mayores aún. Estas cifras representan una ganancia de potencia de 64 a 100 veces, pero como estos sistemas direccionales poseen un haz muy estrecho de emisión, los mismos resultan solamente apropiados para comunicaciones de punto a punto y no son aconsejables para trabajo de radioaficionado. Los sistemas direccionales con ganancias del orden de 6 a 12 dB son prácticos y de ejecución dentro de lo posible desde el punto de vista del radioaficionado. Estas cifras equivalen a una ganancia de potencia de 4 a 16 veces, sin que el haz de radiación sea tan estrecho que impida un trabajo normal de radioaficionado.

Ahora bien: la directividad de un sistema direccional puede ser vertical u horizontal. La directividad horizontal en función de los ángulos de radiación de valor apropiado es la que interesa cuando se trata de comunicaciones que deben hacerse por onda ionosférica. Ya se ha visto que no existe un ángulo de un valor realmente óptimo para el trabajo de radioaficionado, ya que este valor óptimo está dado por una serie de factores dependientes entre sí y que además varía día a día, hora a hora y según la estación de laño y estado del ciclo de once años de las manchas solares. Sin embargo, la práctica enseña que para una operación normal con objeto de trabajar a gran distancia en 28 Mc/s., por ejemplo, es necesario utilizar ángulos de radiación de valores inferiores a 15°. En 21 Mc/s. deben emplearse valores comprendidos entre 10° a 20°, y en 14 Mc/s. entre 10° a 25°, según la distancia que se desea cubrir. En cambio, para 7 Mc/s. son recomendables valores máximos de 40°. En 3,5 Mc/s. conviene emplear valores elevados para las comunicaciones comprendidas entre 250 a 1.000 Km., aunque el uso de valores reducidos en los períodos de mínima actividad de manchas solares será sin duda muy conveniente para lograr ser escuchado a gran distancia en esa banda.

Sin duda alguna, mientras el radioaficionado no pueda variar de una manera sencilla el valor del ángulo de radiación, deberá tratar de obtener el máximo posible de directividad horizontal del sistema direccional.

(\*) Relaciones entre tensión, potencia y decibelios:

Tensión	2	3	4	5	6	7	10	100	1.000
Potencia	4	9	16	25	36	49	100	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>
Decibelios	6	9,5	12	14	15,5	16,9	20	40	60

## ANTENAS DE CONDUCTOR LARGO.

El primer paso para obtener direccionalidad consiste en el empleo de un elemento mayor de  $1/2$  longitud de onda (generalmente entre 2 a 6 longitudes de onda). Una antena dipolo de

$1/2$  longitud de onda, cuando trabaja propiamente, emite un diseño de campo radiado que puede ser descrito como dos elipsoides en forma de ocho con el elemento radiante en la parte media, según muestra la figura 1 a. Si

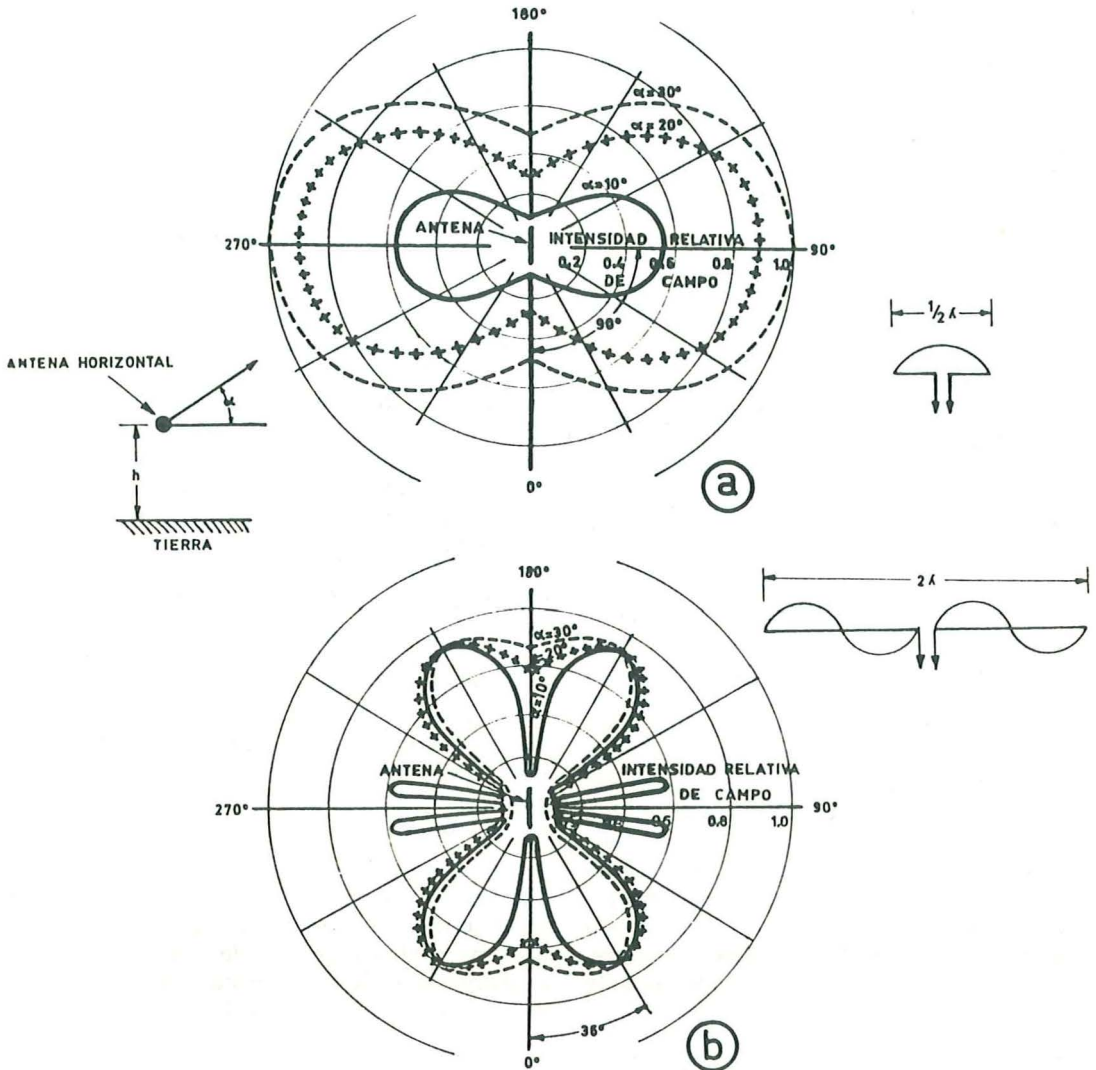


FIG. 1.—Diseños de campo en el plano horizontal radiados por un dipolo de  $1/2$  longitud de onda (a) en el espacio libre. Puede ser descrito como dos elipsoides en forma de «ocho» con el radiante sirviendo de base. Cuando se aumenta la longitud del mismo, por ejemplo, a 2 longitudes de onda (b) los lóbulos de los extremos (conos de radiación) presentan una ganancia de potencia apreciable, convirtiéndose el diseño de campo radiado en una figura similar a la de un «trébol de cuatro hojas».

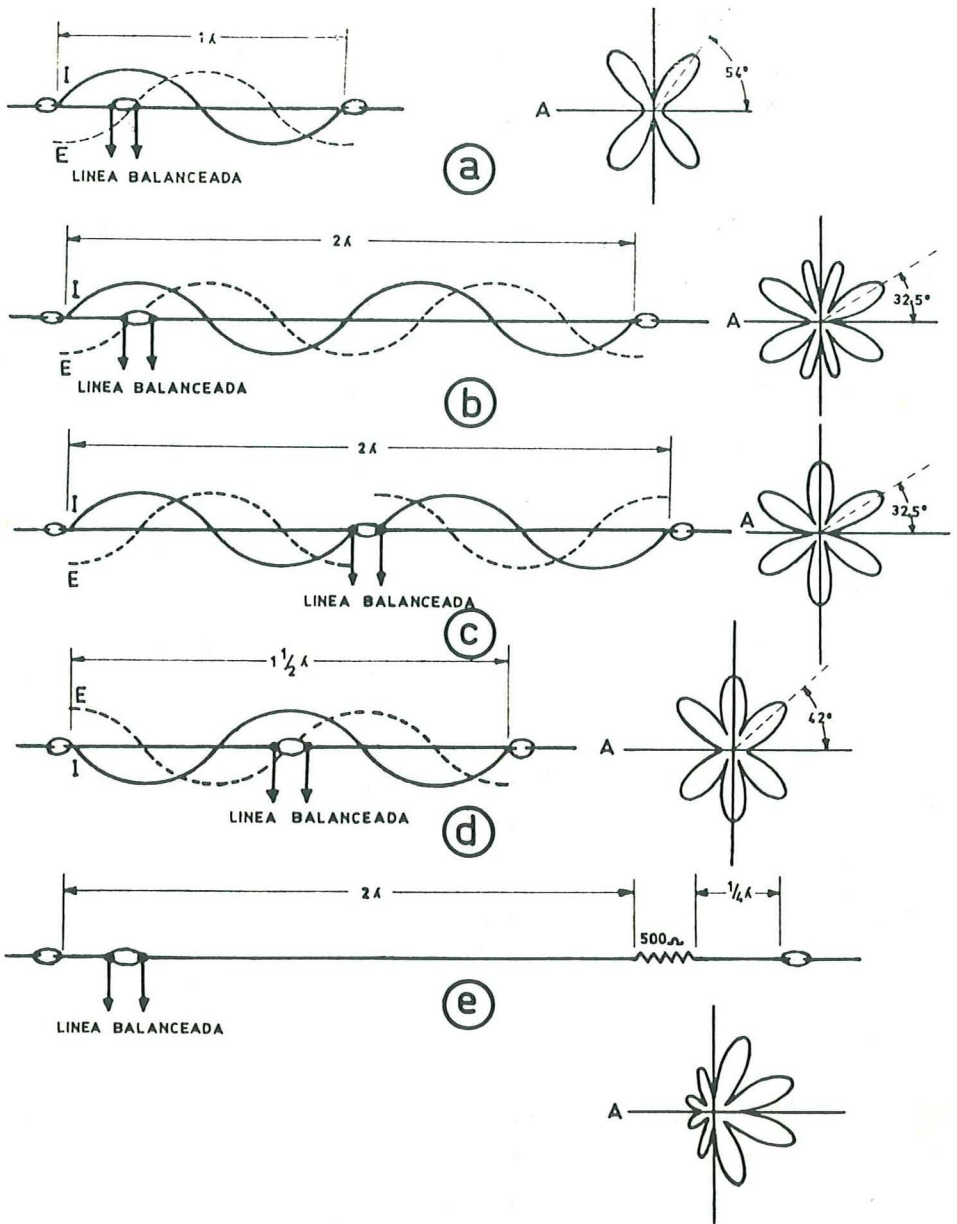


FIG. 2.—La figura muestra la diferencia de alimentar una antena de conductor largo en un punto de máxima corriente o de máxima tensión y la alimentación en el punto central de la antena afecta de manera diferente radiantes de multiples pares e imparés de  $1/2$  longitud de onda. La disposición inferior convierte a la antena de conductor largo en unidireccional, como muestra el diseño de campo radiado, y permite su alimentación con una línea aperiódica al tener una resistencia de 500 ohmios no inductiva entre el radiante y una tierra artificial de  $1/4$  de longitud de onda.

se coloca el elemento radiante en posición vertical, el cono de campo radiante se extenderá en todas las direcciones en un plano horizontal. Disponiendo el elemento radiante en posición horizontal, el campo radiado en el plano azimutal será menor hacia los extremos del mismo y mayor en una dirección que forma ángulo recto con el elemento radiante. Sin embargo, como no hay gran diferencia entre ambas direcciones, el campo radiado será casi igual en todas las direcciones. Los objetos cercanos pueden ejercer influencia en la directividad de la antena, resultando alteraciones en el diseño de campo radiado por la misma. Cuando la longitud del elemento radiante se aumenta en números pares de múltiplos de  $1/4$  de longitud de onda, el campo formado alrededor de la antena se transforma en dos conos de radiación colocados vértice con vértice, o sea, que habrá un cono de radiación alrededor de cada extremo del

elemento radiante, como se observa en la figura 1 b. El ángulo que el cono forma con el elemento radiante se reduce a medida que se aumenta la longitud de la antena y ésta deja de emitir uniformemente, para convertirse en un dispositivo radiante que solamente actúa en los extremos. Comoquiera que todas las antenas de conductor largo deben ser necesariamente horizontales con relación a tierra, la parte de los conos de radiación hacia arriba y hacia abajo representan pérdidas, aprovechándose únicamente aquella parte de los conos que radian en direcciones paralelas a la superficie de la tierra, que es solamente una pequeña parte de cada cono de radiación. Esto explica el diseño de campo radiado en forma de *trébol de cuatro hojas* de este tipo de antena. Ahora bien: la longitud de una antena de conductor largo no resulta un múltiplo exacto a la de una antena de  $1/2$  longitud de onda, debido a que los efectos de punta solamen-

TABLA I

INFORMACION PARA LA CONSTRUCCION DE ANTENAS DE CONDUCTOR LARGO

$f$	$1 \lambda$	$1 1/2 \lambda$	$2 \lambda$	$3 \lambda$	$4 \lambda$
1,8 Mc/s	162,50 m	245,83 m	329,16 m	495,83 m	662,50 m
3,5 Mc/s	83,57 m	126,42 m	169,28 m	255,00 m	340,71 m
7,1 Mc/s	41,19 m	62,32 m	83,45 m	125,70 m	167,95 m
14,2 Mc/s	20,59 m	31,16 m	41,72 m	62,85 m	83,97 m
21,2 Mc/s	13,79 m	20,87 m	27,94 m	42,09 m	56,25 m
28,4 Mc/s	10,29 m	15,58 m	20,86 m	31,42 m	41,98 m
Ganancia (*) (dB)	0,4	1,0	1,5	2,3	3,3
Impedancia (**) ( $\Omega$ )	90	100	110	120	130

(\*) La ganancia sobre un dipolo de  $1/2$  longitud de onda, a la misma altura y con la misma potencia, está referida al lóbulo de radiación máxima.

(\*\*) La impedancia está expresada por el valor de resistencia en cualquier punto de máxima corriente, por ejemplo, a  $1/4$  de longitud de onda desde un extremo. Se trata de valores promedio que varían ligeramente de acuerdo a la altura de la antena sobre tierra.

FIG. 3.—Datos prácticos para la construcción de antenas de conductor largo de 1 a 4 longitudes de onda para las principales bandas de operación de radioaficionado.

te ejercen influencia en los extremos de la antena, hallándose ausentes en el resto del elemento radiante. En consecuencia, para hallar la longitud de una antena de conductor largo será necesario aplicar la siguiente fórmula:

$$L = \frac{150 (H - 0,05)}{f \text{ (Mc/s)}} \text{ metros,}$$

de donde  $L$  es la longitud de la antena de conductor largo en metros y  $H$  el número de  $1/2$  longitudes de onda de la antena. Así, por ejemplo, para un hilo radiante de 2 longitudes de onda,  $H$  debe ser 4. Para una frecuencia de corte de 28,2 Mc/s., por ejemplo, la antena de 2 longitudes de onda deberá tener:

$$L = \frac{150 (4 - 0,05)}{28,2}$$

$$L = \frac{150 \times 3,95}{28,2}$$

$$L = 21,01 \text{ metros.}$$

A medida que se extiende el elemento radiante, los lóbulos de máxima radiación se reducen, concentrando la energía en un haz cada vez más estrecho, aumentando la ganancia de la antena. Pero la directividad no aumenta apreciablemente una vez que se ha alcanzado un desarrollo de 15 longitudes de onda. En la práctica se ha comprobado que, teniendo el elemento radiante una extensión de 8 longitudes de onda, la directividad ya no aumenta en proporción a la longitud de la antena. Esto se debe a que todas las antenas de conductor largo están afectadas por la resistencia creciente del conductor que forma la misma.

La antena de conductor largo examinada consiste en un elemento radiante continuo alimentado al extremo con las corrientes de las secciones adyacentes de  $1/2$  longitud de onda fuera de fase. Lo mismo sucede cuando el elemento radiante tiene una longi-

tud igual a un múltiplo impar de  $1/2$  longitud de onda y se halla alimentado en el centro, ya que la línea de transmisión está conectada en un punto de máxima corriente, según muestra la figura 2 d. Pero cuando se corta por su parte central un elemento radiante que tiene un desarrollo longitudinal igual a un múltiplo par de  $1/2$  longitud de onda y se lo alimenta con una línea de transmisión bifilar, se alteran estas relaciones de la fase de las secciones adyacentes de  $1/2$  longitud de onda, ya que la línea de transmisión está conectada a un punto de mínima corriente, según se observa en la figura 2 c, resultando un diseño de campo radiado muy diferente. Por tanto, es necesario que la línea de transmisión sea conectada a la antena de conductor largo en un punto de máxima corriente.

La antena de conductor largo puede alimentarse llevando directamente uno de los extremos del elemento radiante a la salida de un acoplador de antena, tal como el descrito en la figura 5 c de un artículo previo del autor (\*), ajustando el sistema a resonancia para operación en cualquier banda de frecuencia armónica mediante el condensador variable del circuito sintonizado paralelo del acoplador de antena. Otro método adecuado cuando la antena de conductor largo tiene una longitud igual a un múltiplo impar de  $1/2$  longitud de onda, consiste en cortar el elemento radiante en su parte central, punto de máxima corriente, y conectar en el mismo una línea de transmisión resonante con su correspondiente acoplador, como ya indicamos en otro trabajo (\*\*). En ambos casos se podrá operar en todas las bandas de frecuen-

(\*) MORENO QUINTANA (h), L. M.: «Acoplamiento la línea de transmisión al emisor» (1.ª parte), «U.R.E.», marzo 1962, pág. 87.

(\*\*) MORENO QUINTANA (h), L. M.: «Acoplamiento la línea de transmisión al emisor» (2.ª parte), «U.R.E.», abril 1962, pág. 136, figura 8.

cia armónica. Por último, puede emplearse una línea de transmisión aperiódica dispuesta a  $1/4$  de longitud de onda de un extremo del elemento radiante, punto de máxima corriente, cuando la antena tiene una longitud igual a un múltiplo par de  $1/2$  longitud de onda, como muestran las figuras 2 a y 2 b, por ejemplo, pero en este caso la antena será solamente útil para trabajar en una sola banda de operación.

La antena de conductor largo puede ser convertida en unidireccional y apropiada para ser alimentada con una línea de transmisión aperiódica, conectando una resistencia no inductiva de

500 ohmios entre el extremo de la antena y una tierra artificial formada por una extensión de  $1/4$  de longitud de onda. La resistencia debe ser capaz de absorber el 25 % aproximadamente de la potencia aplicada al sistema radiante, si éste tiene un desarrollo de 2 longitudes de onda o menor y del 10 % solamente si la antena tiene 4 longitudes de onda o más. La potencia aplicada a la resistencia no es potencia desperdiciada, ya que la misma hubiera sido radiada en el sentido opuesto. Un sistema como el de la figura 2 e solamente es útil para una sola banda de operación, pero proporciona una ga-

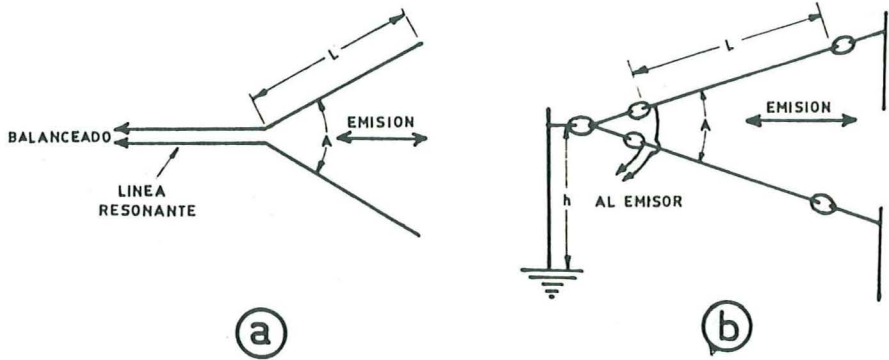


TABLA II  
ANTENAS EN «V»

$L$ ( $\lambda$ )	$A$ ( $^\circ$ )	GANANCIA (dB)
1	90	3,0
2	72	4,5
3	60	6,0
4	50	7,0
5	45	8,0
6	40	9,0
8	35	10,5
10	33	11,5

$h$ :  $1/2$  longitud de onda en la frecuencia de operación.

FIG. 4.—La tabla muestra datos de diseño para antenas en «V». Los valores óptimos para el ángulo que forman los brazos de la antena varían de acuerdo a la extensión de los mismos en longitudes de onda.

nancia del doble de la de una antena de conductor largo de igual longitud sin terminación resistiva.

#### ANTENA EN «V».

Si se unen dos antenas de conductor largo de tal manera que afecten la forma de una V, se puede lograr que dos de los lóbulos de radiación máxima de un brazo tengan la misma dirección que dos de los lóbulos de ra-

mina dos de los cuatro lóbulos de radiación máxima y aumenta los dos restantes de tal manera que se forman únicamente dos lóbulos de radiación máxima de mayor magnitud. Cada brazo de la antena en «V» puede tener cualquier número par de  $1/4$  de longitud de onda si la misma se alimenta en un punto de máxima tensión en el vértice por medio de una línea de transmisión resonante, como muestra la figura 4 a. El valor del ángulo del

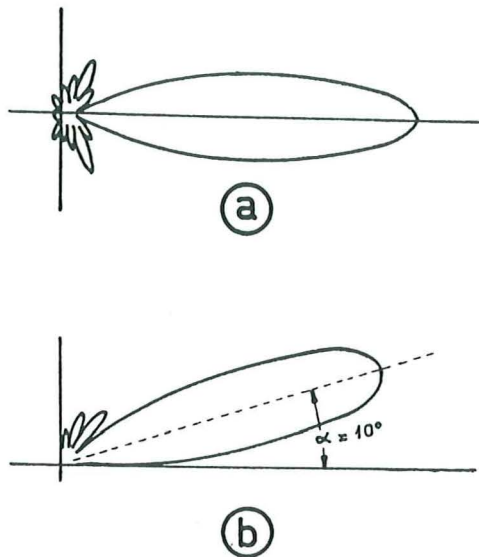


FIG. 5.—Diseños de campo radiados por una antena rómbica en los planos azimutal (parte superior) y vertical (parte inferior) con un ángulo de radiación vertical de  $10^\circ$  y de 6 longitudes de onda en cada brazo.

diación máxima del brazo restante de la V. El resultado es una antena bidireccional que radia en ambas direcciones opuestas. En efecto, si se elige un valor apropiado para el ángulo del vértice de la antena, los lóbulos de radiación máxima de cada brazo se suman para formar un haz bidireccional. Cada brazo tiene por sí mismo un diseño de campo radiado parecido al de una antena de conductor largo en forma de trébol de cuatro hojas. La influencia de uno de los brazos sobre el otro eli-

vértice que forman los brazos de la antena debe ser menor cuando la longitud de éstos es mayor. En otras palabras, el valor del ángulo del vértice es inversamente proporcional a la longitud de los brazos de la antena. Como en el caso de la antena de conductor largo, cuanto más extensa es la longitud de los brazos, mayor será la ganancia y la directividad de la antena, según puede apreciarse en la tabla II de la figura 4.

Como el diseño de radiación de dos

antenas de conductor largo se combinan para formar un solo diagrama de radiación, la ganancia de una antena en «V» es de aproximadamente el doble que la de una antena de conductor largo. Por otra parte, el valor del ángulo de radiación vertical depende de la longitud de los brazos de la antena y de su altura sobre tierra. Si se aumenta la longitud de los brazos o la altura sobre tierra, el ángulo de radiación disminuirá de valor. Para una antena en «V» situada a una altura sobre tierra de  $1/2$  longitud de onda, el valor del ángulo de radiación variará entre  $31^\circ$  para una antena que tenga 1 longitud de onda en cada brazo,  $20^\circ$  para 4 longitudes de onda y  $13^\circ$  para 10 longitudes de onda.

La antena en «V» puede hacerse unidireccional y apropiada para ser alimentada directamente con una línea de transmisión aperiódica, conectando resistencias no inductivas de 500 ohmios entre cada extremo final de los brazos de la antena y tierra. Desde el momento en que las resistencias deben disipar una tercera parte de la potencia aplicada a la antena, las mismas tendrán que estar derivadas a una buena toma de tierra. Una antena en «V» así terminada puede tener una longitud cualquiera en sus brazos, ya que no habrán ondas estacionarias en los mismos.

La impedancia de una antena en «V» en su punto de alimentación en condición de resonancia puede llegar a valores tan altos como 2.000 ohmios en una antena que tenga 1 longitud de onda en cada brazo, pero estará comprendida entre 800 a 1.000 ohmios en una antena de varias longitudes de onda en cada brazo o bien cuando está terminada resistivamente.

#### ANTENA RÓMBICA.

Si a una antena en «V» se le conecta otra antena semejante, pero en sentido opuesto, se tiene una antena que por

la forma peculiar que afecta recibe el nombre de *antena rómbica*. Probablemente, este tipo de antena es el más eficaz para comunicaciones dentro del margen de F.E. utilizando onda ionosférica y, por supuesto, resulta muy apta para ser empleada en las bandas de radioaficionado comprendidas entre 7 a 28 Mc/s. por su alta eficiencia y ganancia, bastante mayor que cualquier otra antena basada en un solo elemento radiante de conductor largo (\*).

Al diseñar una antena rómbica, el ángulo de inclinación  $\emptyset$ , la longitud de cada brazo  $L$  y la altura sobre tierra  $h$  deben ser elegidos de tal manera que: *a*) el lóbulo de máxima radiación coincida con el valor deseado para el ángulo de onda  $\alpha$  (*diseño ajustado*), o *b*) que la intensidad máxima relativa de campo radiado, para una corriente constante de antena, sea obtenida al valor deseado del ángulo de onda  $\alpha$  (*diseño de máxima salida*). Si la altura sobre tierra es menor de lo requerido para estos diseños, el ajuste puede lograrse aumentando la longitud de los brazos. Si se mantiene la altura, pero se reduce la longitud de los brazos, puede obtenerse el ajuste cambiando el valor del ángulo de inclinación  $\emptyset$ . O, como tercera posibilidad, si la altura y la longitud de los brazos son reducidas, puede variarse el valor del ángulo de inclinación  $\emptyset$  para producir el ajuste. Cualquiera de estas tres modificaciones resulta en el denominado *diseño de compromiso* de menor ganancia. La figura 6 muestra tres gráficos para la construcción práctica de una antena rómbica en función del valor deseado para el ángulo de onda  $\alpha$ , proporcionándose los parámetros

---

(\*) En efecto, la ganancia promedio de una antena rómbica sobre una antena en «V» es 3 dB mayor, con la misma extensión para los brazos de ambas antenas, y esto se debe a que la antena rómbica es de doble tamaño que la antena en «V».

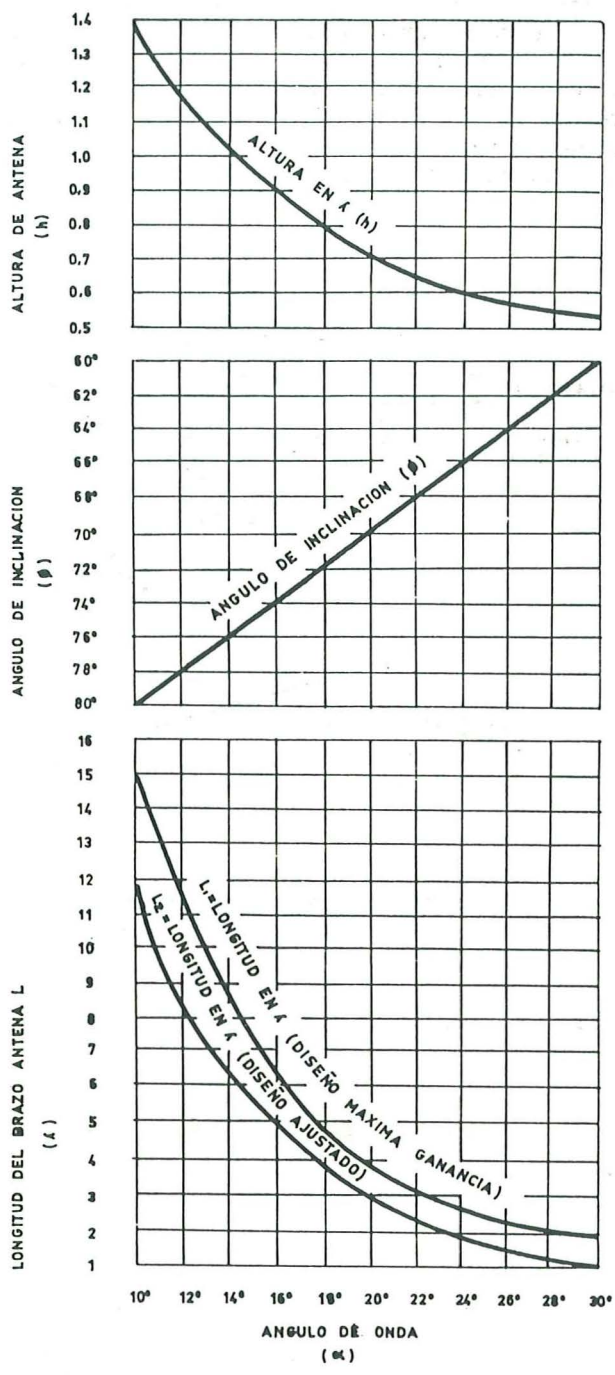
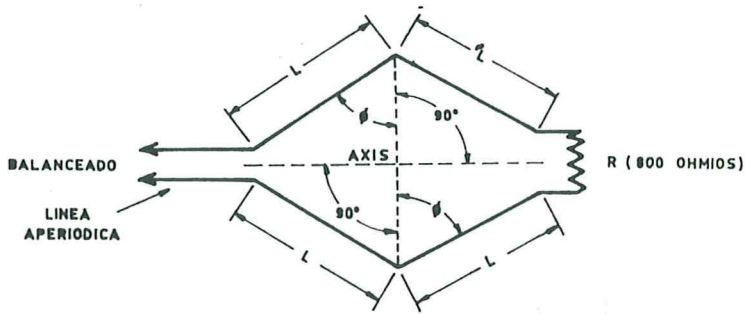


Fig. 6.—Gráficos para el diseño práctico de una antena róbica en base al ángulo de onda (ángulo de radiación vertical). Se proporcionan parámetros para un diseño destinado a obtener máxima salida y para un diseño ajustado que, si bien proporciona 1,5 dB menos de ganancia, requiere menor espacio. Los valores de la longitud de cada brazo, ángulo de inclinación y altura sobre tierra se obtienen trazando una línea recta vertical desde el valor deseado del ángulo de onda.

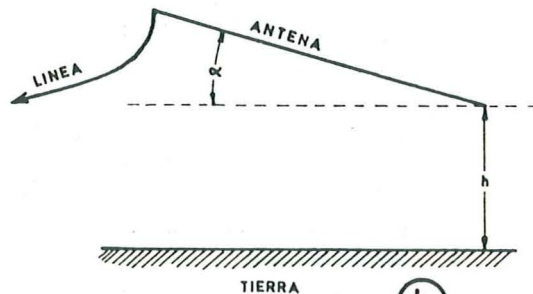
necesarios para un diseño de máxima ganancia o para un diseño ajustado.

Una antena rómbica propiamente ajustada es unidireccional. La potencia se aplica mediante una línea de transmisión aperiódica en uno de los vértices, mientras que el vértice opuesto se termina en su impedancia por medio

de una resistencia no inductiva de 800 ohmios. De esta manera se elimina la radiación posterior y se aumenta la ganancia, pudiéndose emplear la antena sin ajustes sobre un margen de frecuencias del orden de 2 : 1 si se aceptan variaciones moderadas de las medidas que aseguren óptimo rendimiento



(a)



(b)

$f$	$L$	$\alpha$	$h$	$\varnothing$	AJUSTE
7 Mc/s 14 Mc/s 21 Mc/s 28 Mc/s	85,70 m	30°	0,55 $\lambda$ (23,56 m)	60°	Máxima ganancia
14 Mc/s 21 Mc/s 28 Mc/s	64,35 m	24°	0,6 $\lambda$ (12,85 m)	66°	Máxima ganancia

FIG. 7.—Datos prácticos para la construcción de antenas rómbicas para las principales bandas de radioaficionados, de acuerdo a los gráficos de la figura 6.

to. La resistencia de terminación debe ser capaz de disipar una tercera parte de la potencia aplicada a la antena y ofrecer muy poca reactancia. Se puede utilizar un dispositivo de terminación consistente en una línea de transmisión hecha con alambre «nycrom» de resistencia que no ofrezca demasiado valor resistivo por unidad de medida a fin de evitar una reactancia excesiva. Una línea de 75 metros de lon-

gitud hecha con alambre «nycrom» de 0,51 mm. de diámetro (alambre número 24) separados los conductores entre sí 15,0 centímetros y finalizada en una resistencia no inductiva de 800 ohmios, será adecuada para potencias de hasta 500 vatios, ya que por la resistividad que ofrece la línea de alambre «nycrom» la resistencia solamente deberá disipar unos pocos vatios. Se puede obtener una resistencia de ese valor co-

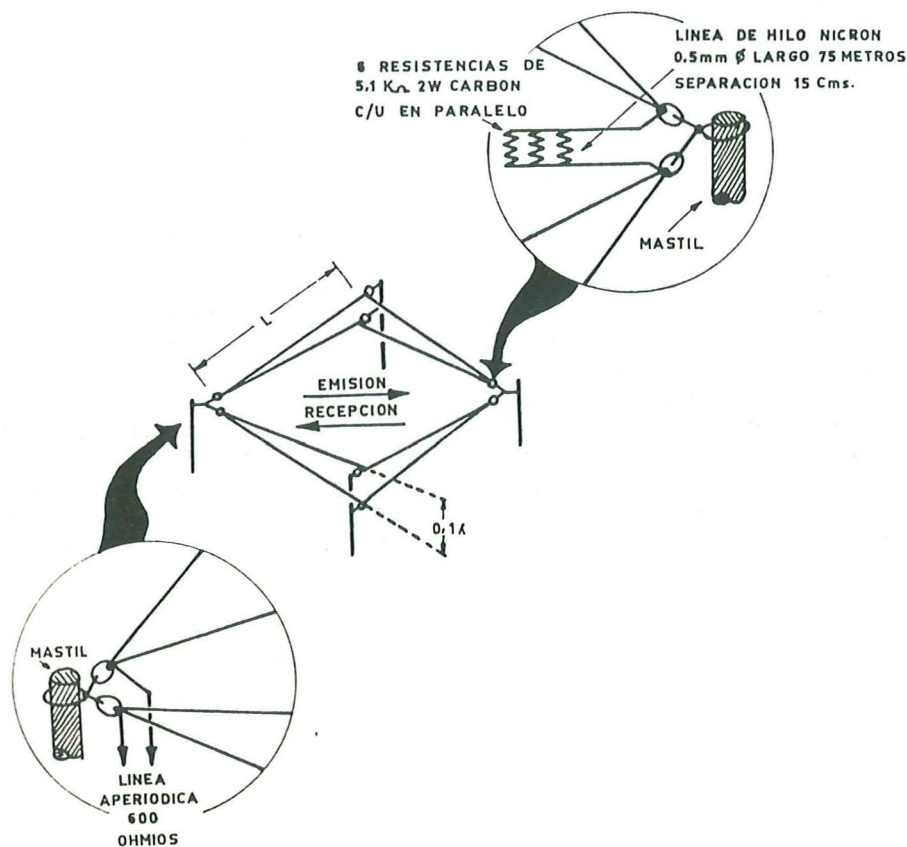


FIG. 8.—Construcción práctica de la antena rómbica. Como la misma se lleva a cabo con un radiante bifilar, la impedancia que presenta la antena en su punto de alimentación disminuye. En consecuencia, se puede emplear una línea de transmisión de 600 ohmios de impedancia característica con resultados satisfactorios. El vértice opuesto está finalizado con un dispositivo de terminación, formado por una línea de alambre nycrom de 0,5 mm. de diámetro (alambre núm. 24) separados los conductores 15,0 cm., con una longitud de 75 m., finalizada con 6 resistencias de 5.100 ohmios, carbón, de 2 W. de disipación cada uno, conectados en paralelo. Las medidas se extraen de la figura 7.

nectando seis elementos de 5.100 ohmios tipo carbón de 2 vatios de disipación cada uno en paralelo. La línea de alambre «nycrom» puede doblarse sobre sí misma con objeto de reducir el espacio ocupado.

La antena rómbica puede ser alimentada por medio de una línea de transmisión aperiódica formada por dos conductores de cobre de 1,2 mm. de diámetro (alambre núm. 16) separados entre sí 45,6 cm. o de 1,6 mm. de diámetro (alambre núm. 14) separados entre sí 60,8 cm., cuando la resistencia de terminación es de 800 ohmios. En la práctica, estas líneas bifilares abiertas con una separación tan grande entre conductores resultan muy incómodas de manejo. Pero si se emplea un elemento radiante bifilar dispuesto en la forma que muestra la figura 7, la impedancia que presenta la antena rómbica en el punto de alimentación disminuye de valor, pudiéndose utilizar una línea de transmisión de 600 ohmios de impedancia característica, hecha con dos conductores de cobre de 2 mm. de diámetro (alambre núm. 12) separados entre sí 15,0 cm. o de 1,6 milímetros de diámetro (alambre número 14) separados entre sí 12,0 cm., con un elevado rendimiento debido al bajo

valor de la R.O.E. en la línea de transmisión aperiódica.

El examen del diseño de campo de la antena rómbica muestra un lóbulo de radiación máxima de gran magnitud acompañado por pequeños lóbulos accesorios en ambos costados, mientras que la emisión por la parte trasera es tan reducida que en la práctica resulta despreciable. El diseño de campo radiado en el plano vertical revela un lóbulo de radiación máxima de un reducido valor, muy apropiado para cubrir distancia en las bandas de F.E. La figura 5 muestra los diseños de campo en los planos azimutal y vertical emitidos por una antena rómbica con un ángulo de radiación vertical de  $10^\circ$  y de 6 longitudes de onda en cada brazo de la misma.

Cuando se construya una antena rómbica es necesario que los cuatro postes que sostienen la misma sean de la misma altura, de manera que el plano de la antena se halle paralelo a la superficie de tierra. El valor del ángulo de radiación disminuirá de valor si la altura sobre tierra aumenta. En lo posible, los cuatro vértices de la antena deben estar por lo menos a una altura de  $1/2$  longitud de onda para la frecuencia más baja de trabajo.

# Antenas fijas y diagramas rotativos

Por GERARD OSTER (Oujda-Marruecos) (CN 8 AY)

Traducido de Q. S. P. por JOSE MARTINGIL

## PREAMBULO

A veces los OM's dudan en montar una antena direccional rotativa horizontal o vertical. El sistema mecánico de rotación y el de su mando a distancia presentan problemas diversos, estando en primer lugar el problema de la solicitud de las divisas a la YL. La solución examinada concilia el problema mecánico y financiero, sobresaliendo en esta antena, des-

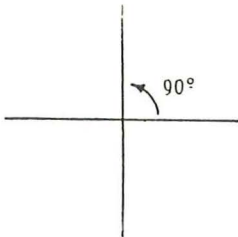


Fig. 1

de el punto de vista puramente eléctrico, sus características ventajosas en cuanto a ganancia y unidireccionalidad.

## LA ANTENA FIJA CON DIAGRAMA ROTATIVO

Supongamos que tenemos montadas dos antenas horizontales, por ejemplo

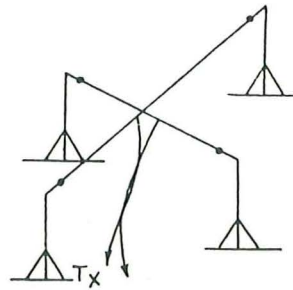


Fig. 2

dos dobles de 20 metros, a la misma altura y en cruz. Estos dos dobles serán atacados por los dos "feeders" habituales (dichos dobles pueden ser también de antenas tipo "Folded", deltas o "hertz", estas últimas menos aconsejables), teniendo  $300 \Omega$ ,  $600 \Omega$  ó  $73 \Omega$  para

Estas antenas deberían ir instaladas sobre mástiles verticales, realizando el montaje de la forma que señala la figura 2.

Orientando un plano de antena hacia el norte geográfico, observaremos cuatro casos de funcionamiento:

*Primer caso*

Si alimentamos solamente el plano número 1, tendremos en la dirección NS el

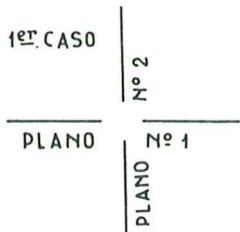


Fig. 3

diagrama habitual (fig. 4). El plano número 2 no perturba en nada este diagrama, aun siendo perpendicular, por no estar conectado el transmisor al plano número 2.

*Segundo caso*

Alimentando el plano número 2 y desconectando el plano número 1, tendremos en la dirección EW el diagrama ha-

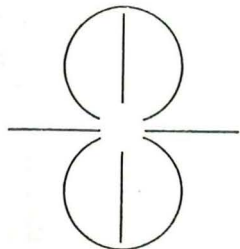


Fig. 4

bitual (fig. 5). El plano número 1 no perturba en nada este diagrama.

*Tercer caso*

Alimentando los dos dobletes en cruz,

tendremos reacción de un plano sobre el otro, y la resultante de los campos nos

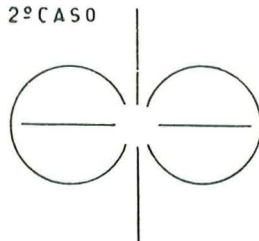


Fig. 5

dará un diagrama orientado en dirección de las bisectrices (fig. 6).

Si invertimos un "feeder", la fase varía 180° y hará reaccionar un plano sobre el

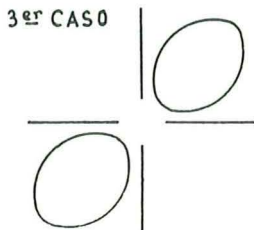


Fig. 6

otro con 180° para volver a un caso similar al anterior (fig. 7).

Prácticamente resulta imposible conocer el diagrama resultante antes de en-

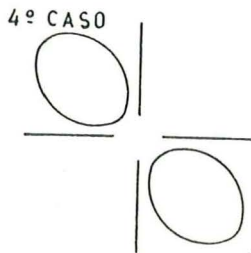


Fig. 7

sayarlo, pues puede estar en la dirección NNW o SSE. Una prueba adecuada en los ocho metros permitirá disipar esta duda.

# La trombone para 20 metros

Por EA3FQ

La ilusión irresistible del DX en 20 metros y el gasto muy elevado—instalación y canon—que supone un equipo de potencia adecuada—más de 300 vatios—, son razones que agudizan la inteligencia de los radioaficionados y los llevan, aun a costa de grandes dificultades, hacia el único camino viable, que es construir una antena de elementos.

Para lograr una buena instalación *rotary*, tropezamos los aficionados españoles con dos dificultades de bastante monta. Una de ellas es patrimonio—si es que una dificultad como a tal puede ser considerada—de un gran porcentaje de aficionados de todo el mundo, cual es la falta de espacio y de autorización de los dueños de los inmuebles para su instalación. Para los que, afortunadamente, no tienen que preocuparse en este sentido, surge la otra dificultad, que es patrimonio de todos los aficionados de este país y de muchos otros, cual es la falta de tubo de duraluminio.

La consecuencia de todas estas consideraciones es que, de un tiempo a esta parte, van apareciendo en el espacio español antenas direccionales rotativas, que tienen todas las formas y estructuras, menos la que corresponde a la clásica antena de elementos

construido con tubos de aluminio. Esta última y dentro de escasas variaciones, presenta un aspecto sencillo, elegante y hasta podríamos decir, ágil para la rotación. Las que, venciendo dificultades, vamos construyendo los EA's adoptan toda clase de formas, pareciendo, más que antenas, monigotes, pajarracos o aviones de principio de siglo.

Confirma esto, la antena que se publica en la revista *U. R. E.* del mes de diciembre último, montada sobre un enorme poste de madera y sin posibilidad—como dice el autor—de poder ser arriada fácilmente o trepar en ella para poder corregir cualquier defecto inicial o reparar algún desperfecto que el tiempo y los elementos puedan en ella producir.

Sería muy interesante ir conociendo, a través de nuestra revista, todas las antenas direccionales de elementos—tubos, cable, cinta anphenol, etc.—que poseen actualmente los aficionados, y que no pueden ser consideradas, en cuanto a la construcción mecánica, como antenas *rotary* clásicas.

Para dar a conocer a la afición española otro de estos «pajarracos», llamado *rotary de dos elementos plegados* (trombone), me ha decidido a esta pequeña colaboración y mostrar, por medio de

dos fotografías, las antenas que en colaboración contruyeron EA3GN y EA3FQ. ¡Todo sea en honor del DX!

Las características de cada una de las antenas son las siguientes:

Longitud del elemento reflector, 9,90 metros.

Longitud del elemento radiador, 9,42 metros.

Separación del plegado, 22,50 centímetros.

Separación entre elementos—de centro a centro de los mismos—, 2,36 metros.

Tubo de los elementos, acero estirado de 14 milímetros de diámetro exterior.

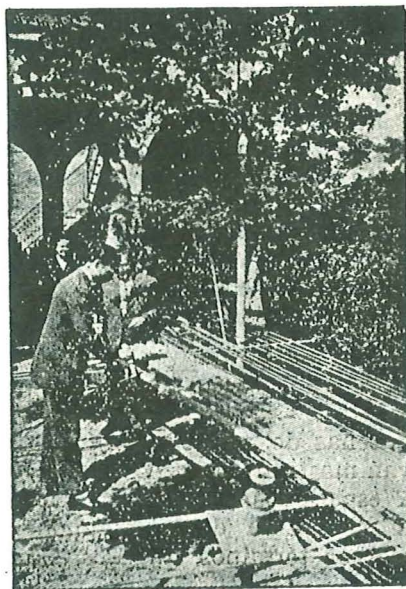
Longitud del anphenol transpuesto para la unión de los dos elementos plegados, 2,27 metros.

Alimentación, coaxial RG/8U de 52 ohmios de impedancia.

El conjunto del soporte para los dos elementos descritos está construido a base de tubo de hierro de pared delgada, de 23 y 14 centímetros de diámetro exterior y listones de madera de 28 milímetros de lado. Los «vientos» que se utilizan para mantener rigido todo el sistema son de trenzado de nylon de 48 cabos, utilizándose unos 225 metros para cada antena.

En cuanto a los resultados obtenidos, son sencillamente óptimos, y creo que, para orientación de quienes les pueda interesar la construcción de una trombone, no es necesario dar a conocer las comparaciones de controles recibidos. Como confirmación de los excelentes resultados, puedo señalar dos hechos. Con una antena «Hertz», que he venido utilizando hasta hace poco, contestar una llamada de una estación que estuviera a distancia superior a la de Noruega

o Suecia, era clamar en el desierto, aunque alguna que otra vez se lograba algún DX. Y el segundo hecho es que, con la autigua antena, desde el año 1949 hasta ahora, sólo había trabajado dos países DX, con controles nunca superiores a R6, y que el número de



*Los materiales para las Trombone EA 3 FQ y EA 3 GN están preparados. EA 3 GN y su YL y EA 3 FQ contemplan el pequeño arsenal.*

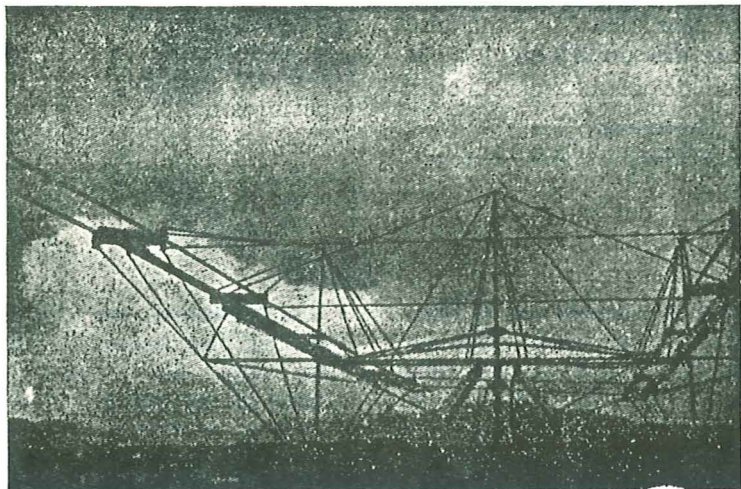
DX logrados durante casi cinco años fueron sólo unos treinta, a pesar de que, indudablemente, las condiciones de propagación de los años 1949 y 1950 fueron enormemente mejores que las actuales. Con la actual trombone, en pocos días de funcionamiento he logrado muchos más países y DX, y los controles siempre han sido del orden de R7 a R9 plus.

EA3GN y EA3FQ: deseamos que esta pequeña colaboración sirva de estímulo a muchos que, teniendo en proyecto la construcción de una

buena antena y no lo hayan hecho todavía, se decidan a ello y también para que los que posean

ca poner otro piso a la simple trombone.

Como datos finales, es de hacer



*La «Trombon» terminada.*

antenas de esta clase nos las vayan mostrando a través de *U. R. E.* Y esperamos que alguno se decida a montar la doble trombone, lo que, en términos vulgares, signifi-

observar que el equipo con que trabaja la nueva antena dispone de un paso final de 2-6L6 en *push-pull*, y que tal antena no precisa ajuste de clase alguna.

# Trombón fija de banda ancha

Por

ANTHONY M. BILLE WILZL

Traducido por

RAMÓN LLEBARIA REGALADO  
EA3GF

Tal como se anuncia en el título, es para una instalación fija exclusivamente, lo que motiva una consiguiente economía para el usuario. El efecto de radiación se comporta eficazmente en el amplio rango circundante de 360°; no obstante, se deja observar el efecto de puntas propio en cualquier antena de media onda, pero está comprobado que es sumamente inferior con relación a cualquier otro tipo de antena. Asimismo podemos manifestar que la ganancia no es tanto como una direccional de tres elementos, pero, no obstante, es enormemente elevada y sobrepasa en gran escala a cualquier otra antena fija de las conocidas hasta el presente. El lector puede considerar que cuando se permite establecer una comparación de ganancias entre antenas es, sin duda, porque bien resuelto ha quedado las excelentes condiciones de esta antena que describimos. Así debe ser, cuando su empleo se ha extendido por todos los Estados Unidos. La discriminación no aparece en absoluto; así, para los OM's W's, cuando establecen QSO con Europa, es grande el efecto del QRM que procede de estaciones W's situadas al Oeste. Pero puede asimismo el lector suponer que el

inconveniente del QRM no será tan crítico cuando la propagación es larga; así creemos que serán muchos los países donde puedan utilizar el empleo de esta Trombón Fija de Banda Ancha.

Como se puede deducir, por las observaciones dichas, que esta antena es de banda ancha, tanto en el sentido de radiación circundante, de casi la totalidad de 360°, como para que recubra a satisfacción todo el rango de frecuencias para la banda que ha sido cortada. De ello viene una de las pocas ventajas que ofrece una antena, y que es grandemente satisfecha con esta Trombón.

En primer lugar, hemos de aclarar que esta doble plegada no dispone de desfaseamiento alguno entre sus dos respectivos plegados; no quiere decir ello que bien cabe cualquier tipo de contrafase en su empleo. Así, insistiremos que todas cuantas descripciones sobre el particular son exclusivamente para esta trombón que nos interesamos, que no posee desfaseado alguno entre sus elementos.

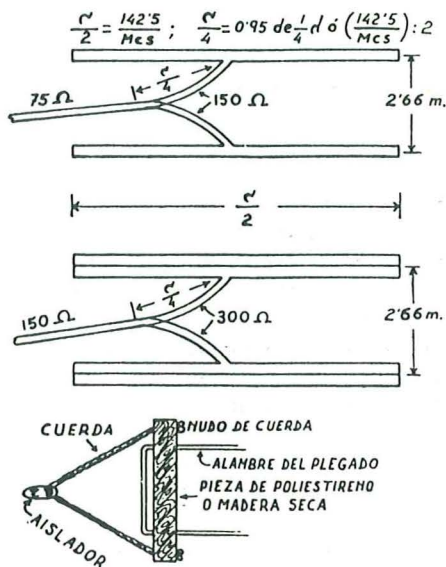
Nuestra antena se compone de dos plegados, de dos o más hilos cada uno; estos plegados son cortados exactamente iguales y ubica-

dos en un plano paralelo entre los mismos. La resonancia de la antena es para media onda, y se puede emplear la fórmula corriente de 142,5, dividido por los megaciclos, como base para el corte de los plegados.

Debido a la separación entre plegados de 2,66 metros, es preciso adaptar las impedancias de línea con respecto a la antena; de esta forma, debemos establecer un corrector «Match» para evitar que la R. O. E. sea lo más alta posible, y así, la eficacia de rendimiento será muy elevada. Entonces, esta adaptación es a base de concertar la equivalencia de las secciones de la línea de transmisión con la antena (dos plegados). Así, tendremos como un buen sistema de «Match», la adaptación de  $1/4$  de onda como transformador de impedancias. Tal como queda expuesto en la figura, una línea de 150 ohmios de una longitud de un cuarto de onda es el adaptador de impedancias para plegados simples de dos hilos. La línea de transmisión será entonces de 75 ohmios de hilos paralelos y de cualquier longitud, ya que su adaptación es, prácticamente, buena, y la relación de ondas estacionarias será muy insignificante. Si se empleara otra línea, el resultado de la antena sería mediocre, por la apariencia de las ondas estacionarias, que afectarían a todo el conjunto.

Véase en la figura tal como se ha de disponer el montaje de esta nueva Trombon para plegados simples de dos hilos, y también para plegados de tres hilos. Indistintamente, se comporta en idéntica forma para cualquiera de estos dos tipos de plegados. No obstante, nos tropezamos con un ligero error en el sistema de Match», puesto

que la adaptación débese hacer con líneas de fábrica, cuyas impedancias no son las exactas de esta Trombon, pero es despreciable. Además, recuérdese que para plegados abiertos de tres hilos, la elevación de impedancias es de nueve veces, resultando algo más del doble de un plegado de dos hilos,



cuya impedancia es de 280 ohmios, con la elevación de cuatro veces (número de hilos al cuadrado por 70, «impedancia del centro de hilo en el espacio»). No obstante, ese pequeño aumento de diferencias entre dichos plegados de dos o tres hilos queda compensado por la distinción que ofrece de mayor capacidad de antena compuesta por plegados triples de 630 ohmios cada uno de los dos elementos.

En las respectivas figuras, el lector puede escoger el sistema que le sea más cómodo y práctico, siendo en todo caso excelente cualquiera de ellos.

# ANTENA 4 HI

Por JUAN PATIÑO RODRIGUEZ

Uno de los inconvenientes de la antena en "V", que utilizaba la 4HI, es la radiación direccional, en el sentido de su bisectriz y prolongación por la unión de su ángulo. Cabía la posibilidad de hacer cargar, confiando en la célula PI, independientemente, cualquiera de las líneas radiantes, pero sus longitudes específicas (no obstante el PI) diferían bastante de las necesarias para efectuar una óptima carga. Después de recibidos algunos controles, siempre magníficos en las dos direcciones apuntadas y deficientes por los laterales, decidí colocar otra "V" en sentido inverso, para formar la conocida rómbica; pero detenido un momento ante la explicación que hace el Handbook de esta antena, he entresacado el siguiente diagrama de radiación, el cual, según podemos apreciar, refuerza aún más la anomalía presentada por la "V", si bien con aumento de ganancia en los puntos direccionales citados.

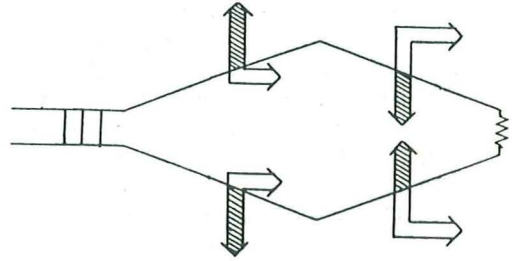


Fig. 1

Por lo que, continuando con mi idea de prolongación de la antena "V", abrí por su ángulo las dos ramas de la segunda "V", hasta dejarlas paralelas entre sí.

Esta idea, cómo no, es susceptible de errores, pero yo creo conseguir con esta disposición de radiantes cubrir los cuatro puntos cardinales, y muy especialmente en la apuntada bisectriz, ya que el "cañón electrónico" virtual, formado por las paralelas, debe reforzar el lóbulo central en la forma que podemos apreciar en el diagrama núm. 2. Se admiten sugerencias y... represalias.

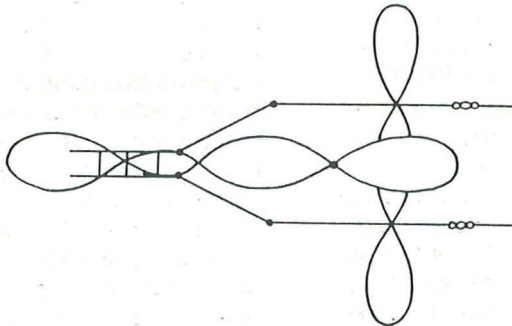


Fig. 2

# La orientación de las antenas y los microordenadores

Por FCO. JOSE DAVILA DORTA, EA 8 EX

En una colaboración anterior decíamos que el conocimiento de la dirección desde la que nos llegan las ondas de nuestros correspondientes, así como la distancia a que aquéllos se encuentran, es de necesidad inexcusable para un radioaficionado que se precie. La sola visión de los distintos sistemas que con el tiempo se han venido elaborando a fin de dividir el mundo en zonas y regiones, abona nuestra tesis. Desde las conocidas CPR (Contribution to Propagation Research), hasta la más reciente QRA o QTH Locator, entre otras, no son sino el claro exponente del deseo de disponer de una forma fácil y cómoda de la información necesaria para obtener la ubicación de los OM's a un sinnfín de efectos.

Olvidándonos un poco de los sistemas citados, y ciñéndonos al más clásico y conocido de las Coordenadas Geográficas (Latitud y Longitud), para muchos radioaficionados resultan familiares las siguientes fórmulas:

- (1)  $\text{Cos } D = \text{Sen } A \cdot \text{Sen } B + \text{Cos } A \cdot \text{Cos } B \cdot \text{Cos } L.$
- (2)  $\text{Cos } C = (\text{Sen } B - \text{Sen } A \cdot \text{Cos } D) / \text{Cos } A \cdot \text{Sen } D.$

Donde D es la Distancia entre los puntos considerados, C es el Rumbo Verdadero (Ruta Ortodrómica, valor inicial) o, más claramente, DIRECCION A APUNTAR LA ANTE-NA, en grados.

A es la Latitud, en grados, del punto de partida «A» (nosotros, por ej.).

B es la Latitud, en grados, del punto de llegada «B» (el correspondiente, por ej.).

L es la diferencia de las longitudes de A y de B, o sea, La-Lb.

Para la aplicación de las fórmulas es preciso considerar:

LAS LATITUDES NORTE SON POSITIVAS (+),  
Y LAS SUR, NEGATIVAS (—)  
LONGITUDES ESTE SON NEGATIVAS (—),  
Y AL OESTE, POSITIVAS (+)

Además, si como resultado de la resta de las longitudes, L toma un valor que excede los límites de  $-180^\circ$  y  $+180^\circ$ , entonces habrá que añadir o restar —respectivamente—,  $360^\circ$ , para la correcta ejecución de las fórmulas, que por venir en los textos de muchas carreras, para los aficionados que hayan estudiado el tema, no representarán nada nuevo. Tampoco son extrañas para los que, Tabla de Logaritmos en mano, hayan tenido que hacer un Bachillerato de Ciencias, donde se estudia la Trigonometría Esférica y el llamado «Triángulo de Posición». Pero esta colaboración no va a ellos destinada, sino a los que, no teniendo esa base, desean disponer de un sistema cómodo para efectuar, por sí mismos, los cálculos.

La fabulosa técnica japonesa ha popularizado, en un auténtico y explosivo «boom», las calculadoras de bolsillo. Partiendo de la base de que se dispone de unas 2.000 pesetas, ya es posible adquirir una calculadora que disponga de funciones trigonométricas. El proceso de efectuar las fórmulas es realmente sencillo. Se anota en un papel las coordenadas geográficas de los puntos considerados, Latitud y Longitud. Se determina la diferencia de Longitudes como se explicó al principio (y, como se verá en los ejemplos finales), y se procede a obtener —con la maquinilla— los valores Seno de la Latitud de primer punto, etc., con lo cual se van obteniendo los resultados apetecidos. El sistema es efectivo, pero lento, y supeditado a las equivocaciones de operatoria, que suelen ser muy frecuentes. A mí, particularmente, es rara la vez que no «troplezo» un par de veces antes de obtener el resultado correcto. Es por ello que los enanitos de los ojos de almendra y piel de limón han desarrollado lo que constituye, por el momento, el sumun de las calculadoras de bolsillo, un auténtico microordenador, conocido en el mercado por «calculadoras programables».

Este tipo de calculadoras, al igual que sus hermanos mayores, mal llamados «cerebros electrónicos», son capaces de efectuar en segundos complicadas fórmulas, que NOSOTROS MISMOS, previamente, hayamos programado. De todas estas microprocesadoras que de momento he conocido y probado, la que más práctica encuentro, por su sencillez de programa y relación «precio/prestaciones», es la que, fabricada por una conocida casa especializada en relojes digitales de pulsera, se comercializa bajo la denominación FX-201-P. Su sistema de programación, decíamos, es muy simple, al alcance real de cualquiera, y sus 127 pasos de programación, con 10 memorias para cálculo y 2 más independientes, así como las funciones incluidas, nos permite librarnos de tediosos cálculos, dejándonos solamente el trabajo de tenerla previamente programada, e irle introduciendo datos, dándonos a los pocos segundos los resultados que esperamos. La impedancia óhmica del citado artilugio es de unas 5.000 «rubias», que, comparadas con las 15.000 que cuestan los modelos más baratos de otras casas, pueden decidirnos favorablemente a tomar la decisión.

Como sé que varios OM's ya se han comprado la citada maquinita (¿no es verdad, CT3 BA?), me permito incluir para ellos y para los que puedan decidir adquirirla, la programación de las fórmulas anteriores:

**PROGRAMA PARA CALCULO DE RUMBO  
Y DISTANCIA ENTRE PUNTOS,  
para la FX-201-P**

ENT 2 : 3 : 4 :  
 $5 = 2 \text{ Cos} \times 3 \text{ Cos} \times 4 \text{ Cos} :$   
 $6 = 2 \text{ Sen} \times 3 \text{ Sen} + 5 : 1 = 6 \text{ Arc Cos} :$   
 $0 = 1 \times K \ 111.111 : 5 = 2 \text{ Sen} \times 1 \text{ Cos} :$   
 $6 = 2 \text{ Cos} \times 1 \text{ Sen} : 7 = 3 \text{ Sen} - 5 \div 6 :$   
 $1 = 7 \text{ Arc Cos} : \text{IF } 4 = \text{KO} : 1 : 2 : 2 :$   
 ST 1 : 1 = K 360 — 1:  
 ST 2 : ANS 0 : 1 :

**OPERATORIA**

Digitando el programa anterior, en la maquinita, en posición WRITE del conmutador de funciones, sólo tenemos que conmutar a COMP (computar), darle a START (comenzar la ejecución del programa) y ver cómo se inicia el proceso, porque la microcomputadora nos pide introduzcamos el dato «Latitud del punto de partida» (luz de ENT 2 encendida). Lo hacemos, dando al final ENT para confirmar la entrada del dato, con lo que a continuación nos pide la «Latitud del punto de llegada» (luz de ENT 3 encendida), lo que hacemos igual que en el caso anterior. La FX-201-P pedirá ahora el tercer dato, es decir, la diferencia de longitudes «L» (luz ENT 4 encendida). También cumplimenta-

mos esta última instrucción y automáticamente la máquina queda trabajando. El único signo visible de ello es el GUIÓN (—) encendido, y si como buenos radioaficionados somos curiosos, acercando una simple radio, podremos oír el ruido que hacen sus «trípitas» mientras efectúa los cálculos. Justo en unos veinte segundos se encenderán las luces de las respuestas. En primer lugar será la ANS 0 correspondiente a la distancia, indicando los kilómetros existentes entre los puntos de partida y de llegada. Tomamos nota y solicitamos nueva respuesta apretando la tecla ANS (de Answer: respuestas). La máquina presentará la ANS 1, donde aparecerán los grados del rumbo verdadero, o dirección a orientar la antena, para efectuar el contacto entre los puntos dados, siguiendo exactamente el camino ortodrómico, es decir, el que recorre la onda de radio por la vía más corta. Es la dirección más favorable para orientar nuestra antena rotativa. De querer calcular el rumbo por el «camino largo», habrá que sumarle 180° en el caso de que el obtenido fuera inferior a esa cantidad, o restarlos si fuese superior.

Las posibilidades de la maquinita son impensables. Cada uno puede ir creando su propia biblioteca de programas de utilidad. En particular la estoy utilizando ampliamente en los siguientes temas:

- Cálculo de antenas, dipolos y direccionales.
- Cálculo de distancias y rumbos entre puntos.
- Cálculo del número de saltos de la onda para un contacto y altura media de las capas ionizadas donde se produce.
- Cálculo de la salida del sol (y la puesta) para cualquier punto sobre la Tierra (para predicción propagación por sistema GEA).
- Cálculo de la frecuencia óptima de trabajo entre puntos a cualquier distancia sobre la Tierra.
- Cálculo de la distancia máxima de contacto seguro entre estaciones de VHF.
- Cálculo de la distancia mínima de contacto seguro entre estaciones de VHF.
- Cálculo de distancias y rumbos entre cuatro puntos, así como velocidad media en función de las horas de salida y llegada (para colombofilia) y otras muchas aplicaciones.

Si los usuarios de la maquinita así lo consideran, poco a poco, en páginas de nuestra Revista se podrían ir incluyendo las diversas programaciones desarrolladas hasta el momento.

Sigue un rayado y ejemplos. Se sugiere ese rayado a efectos del programa Rumbo y Distancias.

# DETERMINACION DE DISTANCIAS Y RUMBOS ENTRE PUNTOS CUYAS COORDENADAS GEOGRAFICAS SON CONOCIDAS

## Resultados para los datos introducidos

P U N T O S P=partida, L=Llegada	D A T O S		L	R E S U L T A D O S	
	LATITUD N+, S-	LONGITUD E- W+		KMS	c
P SEATTLE (Usa)	47°37'N	122°20'W			
L SIDNEY (Austr)	-33°54'S	-151°12'E	273°32'		
			-359°60'		
			-86°28'	12.464,29	243,46°
P LAS PALMAS	28°09'N	15°25'W			
L FUNCHAL	32°38'N	16°55'W	- 1°30'	518,45	344,27°
P VALENCIA	39°30'N	0°12'W	16°08'	1.918,79	235,34°
L (LA LAGUNA (TF)	28°30'N	16°20'W	y desde La Laguna a varios sitios:		
L (VALENCIA	39°30'N	0°12'W	- 16°08'	1.918,78	46,24°
L FUNCHAL	32°38'N	16°55'W	- 5°35'	462,6	353,21°
L SAN FCO (Usa)	37°40'N	122°00'W	-105°40'	9.338,49	309,97°
L HUSTON-PASADENA	29°40'N	95°15'W	- 78°45'	7.483,0	292,56°
L HAWAII	19°42'N	155°06'W	-138°46'	13.052,3	315,6°
L QUEBEC	46°50'N	71°10'W	- 54°50'	5.114,27	305°00
L MEXICO	19°20'N	99°10'W	-82° 50'	8.316,1	284
L CARACAS	10°15'N	66°55'W	-50° 35'	5.628,1	259,43°
L BUENOS AIRES	-34°35'S	58°20'W	- 42°00'	8.280,3	214,86°
L STOCKHOLM	59°20'N	-18°00'E	34°20'	4.298,6	27,4°
L MOSCU	55°40'N	-37°40'E	54°00'	5.192,85	38,79°
L PEKIN	40°00'N	-116°30'E	132°50'	10.964,0	34,6°
L SIDNEY (VK)	-34°00'S	-151°10'E	167°30'	18.665,99	120°
L POLO NORTE	90°	==	16°20'	6.833,35	"E" 0°
L POLO SUR	-90°	==	-----	13.166,65	"E" 180°

En estos cálculos podemos ver una repetición en sentido inverso (La Laguna a Valencia y Valencia a La Laguna, donde se obtiene la misma distancia, por supuesto, pero diferente rumbo.

En lo que sigue a La Laguna, todos los puntos han sido calculados partiendo desde esta ciudad. y, por lo tanto, a ella referida las orientaciones y distancias.

En los casos de los Polos Norte y Sur, se obtiene correctamente la distancia; la suma de ambas desde La Laguna nos da los 20.000

kilómetros que haya entre los Polos. Sin embargo, se produce rebasamiento de la máquina (caso especial) por las constantes trigonométricas de 90 y 180, respectivamente. En este único y exclusivo caso se sabe que el rumbo no es ni preciso calcularlo; la distancia, sí. Dándole a la «C» de la calculadora y seguidamente al START, el programa se recupera, y puede continuarse ejecutando indefinidamente.

73's y hasta pronto.

# CALCULO DEL RUMBO DE LA ANTENA

G. BERNACER EA4XQ (E3CBG)

La tendencia a instalar antenas de cada vez mayor discriminación o directividad trae a menudo sobre el tapete el problema de la orientación, especialmente en los DX. No siempre tenemos la certidumbre de estar apuntando en la dirección precisa, pues, en muchos casos, dirigimos la antena basándonos simplemente en la intuición o el tanteo.

Como sabemos, conocida la dirección de la línea norte-sur, o meridiano del lugar, el problema se reduce a situar la antena (en el sentido de su máxima radiación) según el ángulo que respecto a dicho meridiano tiene la dirección de la zona o estación determinada que nos interesa. Este ángulo, denominado *rumbo*, puede encontrarse en los llamados *mapas azimutales*, que generalmente suministran las asociaciones de radioaficionados y que suelen estar centrados en la capital (o a veces en el centro geográfico) del país respectivo.

Disponer de uno de estos mapas o repertorio de rumbos es útil, pues nuestra intuición puede fallar a la hora de orientar «a ojo» en un DX, ya que tenemos la tendencia a imaginar el planisferio antes que la propia esfera terrestre, comentiendo el error consiguiente.

Personalmente se nos ha presentado muchas veces, durante algún viaje, el interés en conocer con alguna precisión tal o cual rumbo de antena (sobre todo si estamos QRP), y rara vez hemos tenido a mano tales mapas azimutales, ni aun el simple globo terráqueo escolar. Y cuando disponíamos del mapa solía estar centrado en un lugar muy distante de nuestro emplazamiento, lo cual puede ocurrir frecuentemente en varios países americanos de gran extensión. A este inconveniente se ha sumado también,

en ocasiones, la falta de información sobre la declinación magnética en el lugar, que nos permitiese fijar con seguridad la posición del Norte geográfico con la brújula (\*).

Pensamos que, en todo caso, es interesante poder calcular por nuestros propios medios cualquier rumbo de antena que se requiera, con la sola y obvia condición de conocer las coordenadas geográficas (latitud y longitud) de cada una de las dos estaciones, A y B, es decir, de nuestro emplazamiento y del corresponsal. Y, asimismo, poder averiguar la distancia geográfica entre ambos lugares, dato que suele ser también de interés en las telecomunicaciones.

Un cálculo de este tipo, que hasta hace poco era motivo de engorrosas transformaciones y cálculos logarítmicos, puede ser realizado en pocos minutos y con mucha comodidad, utilizando una de las populares calculadoras de bolsillo que incluyen las funciones trigonométricas. Añadiremos que ni siquiera serían necesarios los conceptos básicos sobre éstas, limitándose el cálculo a simples operaciones aritméticas automatizadas, sin lecturas ni registros intermedios. Además, para el objeto que se persigue, no es necesario usar una gran precisión en los datos angulares, pudiendo manejarlos, por ejemplo, con una aproximación de medio grado, simplemente (es decir,  $30' = 0,5$  grados).

La distancia AB (Fig. 1), medida sobre la superficie terrestre, es obviamente la mínima entre ambos puntos (ortodrómica) y es un arco de circunferencia máxima (como lo son los meridianos y el ecuador) y que

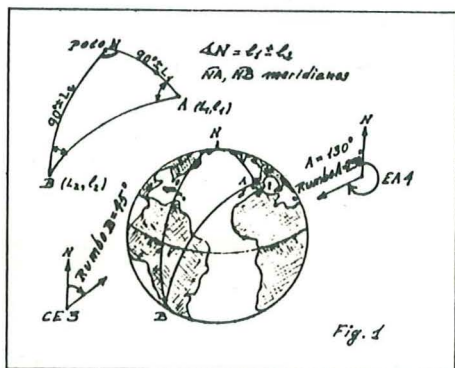


Fig. 1

(\*) Por ejemplo, en el caso de Chile, debido a su configuración longitudinal, la declinación magnética varía considerablemente de un punto a otro. En Santiago el Norte geográfico está desviado unos  $10^\circ$  respecto al magnético.

podemos expresar en grados (recordemos que, sobre dichos arcos,  $90^\circ$  corresponden a 10.000 Km.). Los ángulos que interesa conocer a cada operador son los  $\hat{A}$  y  $\hat{B}$ , respectivamente; o sea, los que forma el arco  $\widehat{AB}$  con el meridiano de cada estación y que constituyen el rumbo u orientación de cada antena. Se forma así un triángulo  $ABN$ , cuyos vértices son cada una de las estaciones y un polo (el Norte, por ejemplo).

De dicho triángulo trazado sobre la superficie terrestre (esférico), conocemos el ángulo que forman ambos meridianos en  $N$ , que será la diferencia (o suma, según la posición de A y B respecto al meridiano de Greenwich) de ambas longitudes geográficas, y los lados, o arcos  $\widehat{NA}$  y  $\widehat{NB}$ , que serán el complemento (o suplemento según que las latitudes sean norte o sur, respectivamente) a  $90^\circ$ . En resumen, si las coordenadas geográficas son A ( $L_1, l_1$ ) y B ( $L_2, l_2$ ), tendremos:

Angulo  $\hat{N} = l_1 \pm l_2$ ; lado  $\widehat{NA} = 90^\circ \pm L_1$ ; lado  $\widehat{NB} = 90^\circ \pm L_2$ .

Las fórmulas que nos dan el arco  $\widehat{AB}$  y los rumbos  $\hat{A}$  y  $\hat{B}$  son:

$$\cos \widehat{AB} = \cos \widehat{NA} \cos \widehat{NB} + \sin \widehat{NA} \sin \widehat{NB} \cos \hat{N} \quad (1)$$

$$\frac{\sin \hat{N}}{\sin \widehat{AB}} = \frac{\sin \hat{B}}{\sin \widehat{NA}} = \frac{\sin \hat{A}}{\sin \widehat{NB}} \quad (2)$$

que nos permiten calcular los valores requeridos.

A modo de ejemplo, vamos a calcular la distancia y rumbos respectivos para el caso de Madrid y Santiago de Chile. Las coordenadas geográficas son las siguientes: Madrid (A) ( $40^\circ 27' N, 3^\circ 33' W$ ), Santiago (B) ( $33^\circ 30' S, 70^\circ 30' W$ ). Con lo cual:

Angulo  $\hat{N} = 70^\circ 30' - 3^\circ 33' = 66^\circ 57' \approx 67^\circ 0$ .

Lado  $\widehat{NA} = 90^\circ - 40^\circ 27' = 49^\circ 33' \approx 49^\circ 5$ .

Lado  $\widehat{NB} = 90^\circ + 33^\circ 30' = 123^\circ 30' \approx 123^\circ 5$ .

y aplicando (1):

$$\cos \widehat{AB} = \cos 123^\circ 5 \cos 49^\circ 5 + \sin 123^\circ 5 \sin 49^\circ 5 \cos 67^\circ 0 = -0,1107 = \cos 96^\circ 35 = 10.000 \times 96,35/90 \text{ Km.} = 10.700 \text{ Km.}$$

aplicando ahora (2):

$$\frac{\sin \hat{B}}{\sin 96^\circ 35} = \frac{\sin 49^\circ 5}{\sin 67^\circ 0} \Rightarrow \sin \hat{B} = \sin 49^\circ 5 \sin 96^\circ 35 / \sin 67^\circ 0 = 0,7043 \Rightarrow \hat{B} = 45^\circ$$

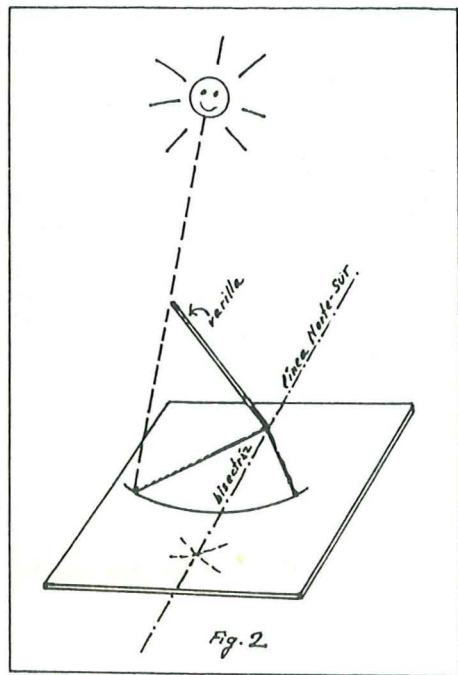
$$\text{análogamente, } \frac{\sin \hat{A}}{\sin 96^\circ 35} = \frac{\sin 123^\circ 5}{\sin 67^\circ 0} \Rightarrow \sin \hat{A} = \sin 123^\circ 5 \sin 96^\circ 35 / \sin 67^\circ 0 = 0,7043 \Rightarrow \hat{A} = 130^\circ$$

Nótese que los rumbos se miden a partir del norte en el sentido de las agujas del reloj. Por esta razón, la orientación de una antena en Madrid, dirigida hacia Santiago de Chile es: rumbo =  $360^\circ - 130^\circ = 230^\circ$ . Y

la orientación de antena en Santiago, para Madrid, es: rumbo =  $45^\circ$ , directamente el valor de B (\*\*).

Aunque el cálculo de ambos rumbos  $\hat{A}$  y  $\hat{B}$  es muy simple, lógicamente sólo interesa determinar aquel que corresponde al lugar o estación en que nos encontramos. Por otro lado, para el cálculo de  $\hat{A}\hat{B}$  con la fórmula (1) no es necesaria la lectura de resultados intermedios, pues el producto que constituye el primer sumando puede almacenarse y sumarlo al segundo producto una vez verificado. La función inversa del resultado es  $\hat{A}\hat{B}$  en grados.

Al final damos una relación de distancias y rumbos a (y desde) Madrid, calculados para distintos lugares o ciudades de América. Pensamos que (s.e.u.o.) pueda resultar de utilidad para los colegas que frecuentemente comunican entre España y América. Las coordenadas geográficas aproximadas se han obtenido de un atlas corriente, con meridianos y paralelos trazados de 5 en 5 grados.



(1) y (2) son las llamadas fórmulas del coseno y seno, respectivamente, de la trigonometría esférica.

(\*\*) Obsérvese que no puede deducirse directamente un rumbo A del otro B, ya que en los triángulos esféricos no se verifica que la suma de sus ángulos sea constante. Por tal razón, un mapa azimutal sólo es útil respecto al punto en que está centrado.

Como comentario a esta tabla podemos señalar el caso interesante de importantes capitales de América alineadas sobre un mismo círculo máximo con Madrid. Tal es el caso de Quito, Bogotá y Caracas (y varias de las Antillas menores). Quiere decirse que la orientación de antenas entre dos de dichas ciudades sirve para las restantes —directamente o dando un giro de  $180^\circ$ , según el caso y el camino «largo» o «corto» elegido— y de paso para Roma, Trieste, Tirana, Teherán, Nueva Delhi... El rumbo de antena sobre esta trayectoria es mínimo en el punto en que corta al ecuador terrestre (Quito) y, por tanto, máximo en el punto diametralmente opuesto (Sumatra), y sería de  $90^\circ$  en los puntos más próximos a los polos (norte del Mediterráneo y Pacífico meridional, respectivamente).

También tenemos que, de manera bastante general, el rumbo de antenas hacia Madrid (y consiguientemente a cualquier punto de la Península Ibérica) desde la mayoría de las capitales de países hispanoparlantes de América varía solamente entre  $45^\circ$  y  $55^\circ$ . Este puede ser un dato de interés a la hora de instalar en este lado del Atlántico el clásico dipolo apuntando a la zona EA...

Sin embargo, tal tipo de aproximación, aceptable para una instalación precaria, nos parecería burda e insuficiente en el caso de muchas de las sofisticadas antenas que hoy se emplean. Personalmente hemos podido registrar en recepción apreciables diferencias de señal en variaciones de entre 5 y  $10^\circ$  fuera del rumbo correcto, con monobandas de alta ganancia en comunicaciones trasatlánticas. Recordamos en este momento el caso de las antenas (autoconstruidas) de los distinguidos colegas EA2KM, CE3NG, YV3DL; por citar alguno de los que habitualmente comunican en esta dirección. Ellos y muchos otros radioaficionados consagrados a la tarea perseverante de optimizar el efecto direccional de sus antenas han ido consiguiendo, decibello tras decibello, sistemas sumamente eficientes, y es evidente que, al nivel de ganancia en que ya se encuentran tales antenas, unos pocos grados más o menos en el rumbo es asunto importante.

Por último, recordemos con la figura 2 un procedimiento sencillo para determinar la línea norte-sur, es decir, el meridiano geográfico sin necesidad de la brújula. Simplemente debemos hallar la bisectriz del ángulo que forman dos sombras de la misma longitud de una varilla fijada sobre el suelo horizontal, medidas un par de horas, aproximadamente, antes y después del mediodía. Se requiere una cuerda, una tiza y un día despejado...

## DISTANCIAS Y RUMBOS DE ANTENAS PARA COMUNICACIONES ENTRE AMERICA Y MADRID (España)

Prefijo	País	Ciudad (o lugar)	Indicativo	Coordenadas (aprox.)		Distancia Km. (aprox.)	Rumbo a Madrid	Rumbo desde Madrid
				L	l			
CE	CHILE	Arica	(CE 1)	19° S	70° W	19.600	44°	240°
"	"	Santiago	(CE 3)	33° S	70° W	10.700	45°	230°
"	"	Punta Arenas	(CE 8)	53° S	71° W	12.200	48°	216°
"	"	T. O'Higgins	(CE 9)	65° S	65° W	12.900	48°	204°
"	"	Is. de Pascua*	(CE8A)	27° S	109° W	13.200	57°	258°
CO	CUBA	Habana	(CO 2)	23° N	82° W	7.400	54°	280°
CP	BOLIVIA	La Paz	(CP 1)	16° S	68° W	9.200	44°	241°
CX	URUGUAY	Montevideo	(CX)	35° S	56° W	9.900	36°	221°
HC	ECUADOR	Quito	(HC 1)	0°	78° W	8.700	48°	260°
"	"	Is. Galápagos	(HC 8)	0°	91° W	9.800	49°	268°
HI	R. DOM.	Sto. Domingo	(HI 8)	18° N	70° W	6.700	53°	270°
HK	COLOMBIA	Bogotá	(HK 3)	4° N	74° W	8.000	49°	260°
HP	PANAMA	Panamá	(HP 1)	9° N	80° W	8.200	50°	271°
HR	HONDURAS	Tegucigalpa	(HR 1)	14° N	87° W	8.400	51°	277°
HT	NICARAGUA	Managua	(HT 1)	13° N	86° W	8.500	51°	276°
KP	P. RICO	San Juan	(KP 4)	18° N	66° W	6.400	53°	273°
LU	ARGENTINA	B. Aires	(LU)	34° S	58° W	10.000	38°	222°
"	"	T. Fuego	(LU)	55° S	66° W	12.100	46°	213°
OA	PERU	Lima	(OA 4)	12° S	76° W	9.500	47°	250°
PY	BRASIL	S. Paulo	(PY 2)	13° S	47° W	7.500	35°	227°
"	"	Natal	(PY 7)	6° S	35° W	6.000	29°	219°
TG	GUATEMALA	Guatemala	(TG 9)	15° N	90° W	8.600	51°	280°
TI	C. RICA	San José	(TI 2)	10° N	84° W	8.500	50°	275°
VE	CANADA	Centro Geográf.	(VE 4)	58° N	100° W	6.500	67°	320°
W	U.S.A	New York	(W 2)	40° N	75° W	6.000	66°	296°
"	"	Miami	(W 4)	27° N	80° W	7.000	56°	284°
"	"	Los Angeles	(W 6)	34° N	117° W	9.300	44°	310°
"	"	Centro Geográf.	(W 8)	45° N	100° W	7.400	55°	310°
YS	SALVADOR	San Salvador	(YS 1)	13° N	89° W	8.600	51°	277°
YV	VENEZUELA	Caracas	(YV 5)	10° N	67° W	7.200	49°	260°
XE	MEXICO	México D.F.	(XE 1)	19° N	99° W	9.000	49°	290°
ZP	PARAGUAY	Asunción	(ZP 5)	25° S	57° W	9.200	38°	227°

\* Polinesia

# CALCULO DE DISTANCIA Y RUMBO DE ANTENA

Juan C. MIRA (EC5KW)

Al leer en nuestra revista del pasado diciembre-80 un artículo de G. Bernacer, EA4XQ, sobre el cálculo del rumbo de antena, decidí confeccionar un programa simple a partir de una calculadora de bolsillo programable (Hewlet-Packard HP 41C), pero al mismo tiempo capaz de ser introducido—con pequeñas variaciones—en cualquier otra calculadora programable o computador de tamaño superior.

Para el cálculo de la distancia y el rumbo he empleado las ecuaciones de navegación ortodrómica.

Con este programa se calcula la distancia entre dos puntos y el rumbo ortodrómico inicial conociendo la latitud y longitud del punto de partida ( $L_1$ ,  $h_1$ ) y del punto de destino o corresponsal ( $L_2$ ,  $h_2$ ).

Como ya conocemos, la ecuación de la distancia  $D$  es:  $D=111,107 \arccos(\sin L_1 \cos L_2 + \cos L_1 \cos L_2 \cos (h_2 - h_1))$ .

Y el rumbo inicial  $H_1$ :

$$H_1 = \arccos \left( \frac{\sin L_2 - \sin L_1 \cos \left( \frac{D}{111,107} \right)}{\sin \left( \frac{D}{111,107} \right) \cos L_1} \right), \text{ y}$$

$$H_1 = \begin{cases} H; & \text{sen } (h_2 - h_1) \text{ menor que } 0 \\ 360 - H; & \text{sen } (h_2 - h_1) \text{ mayor que } 0 \end{cases}$$

Para su ejecución introducimos nuestra latitud y longitud en grados-minutos (el programa se encarga de preguntarlo).

A partir de este paso nos pregunta la latitud y longitud de nuestro corresponsal y, tras nuestra respuesta, ejecuta realmente el programa (parte de cálculo).

Un aviso audible nos indica la primera respuesta: la distancia  $D$  en kilómetros.

Tras varios segundos, automáticamente, nos presenta el rumbo de antena. El proceso completo no dura más de diez segundos.

Para próximas ejecuciones ya no será necesario introducir nuestra latitud y longitud, puesto que el programa comprueba si ya están introducidas y va directamente a las del corresponsal.

Dos advertencias muy importantes:

1.ª Los datos se introducen en grados y minutos.

2.ª Para introducir la latitud sur y la longitud este debemos hacerlo como números negativos (ejemplo:  $30^\circ 15' S.$ ;  $15^\circ 8' W.$  se introduce como  $-30,15; 15,8$ ).

Nada más; espero que os sirva en la direccional para los DX. Por supuesto estoy QRV ante cualquier duda que pueda surgir. 73's y buenos DX.

01\*LBL 'ORT'  
02 FIX 2  
03 RCL 01  
04 X=0?  
05 STO 01  
06\*LBL 02  
07 "GMS-LATITUD?"  
08 PROMPT  
09 HR  
10 STO 03  
11 "GMS-LONGTUD?"  
12 PROMPT  
13 HR  
14 STO 04  
15 GTO 10  
16 RTN  
17\*LBL 01  
18 "SU LATITUD?"  
19 PROMPT  
20 HR  
21 STO 01  
22 "SU LONGITUD?"  
23 PROMPT  
24 HR  
25 STO 02  
26 GTO 02  
27\*LBL 10  
28 RCL 01  
29 SIN  
30 RCL 03  
31 SIN  
32 \*  
33 RCL 01  
34 COS  
35 RCL 03  
36 COS  
37 \*  
38 RCL 04  
39 RCL 02  
40 -  
41 COS  
42 \*  
43 +  
44 STO 05  
45 ACOS

46 STO 06  
47 111-187  
48 +  
49 FIX 0  
50 TONE 2  
51 "D-KM="

52 ARCL X  
53 PVIEW  
54 FIX 2  
55 RCL 03  
56 SIN  
57 RCL 01  
58 SIN  
59 RCL 05  
60 \*  
61 -  
62 RCL 01  
63 COS  
64 /  
65 RCL 06  
66 SIN  
67 /  
68 ACOS  
69 RCL 04  
70 RCL 02  
71 -  
72 SIN  
73 X<0?  
74 GTO 03  
75 GTO 04  
76\*LBL 03  
77 RTN  
78 GTO 05  
79\*LBL 04  
80 RTN  
81 360  
82 X<0?  
83 -  
84 GTO 05  
85\*LBL 05  
86 TONE 2  
87 "RUMBO="

88 ARCL X  
89 PVIEW  
90 END

# RUMBO DE ANTENA, DISTANCIA Y... FRECUENCIA LIBRE

G. BERNACER, EA4XQ (CE3CBG)

En la revista URE de junio de 1981, el colega J. Mira, EC5KW, ofrece un procedimiento para determinar la distancia y rumbo de antena entre dos estaciones utilizando la calculadora programable de bolsillo HP41C. Para ello emplea las dos ecuaciones básicas ya utilizadas en el cálculo que aparece en el número de diciembre de 1980 de nuestra publicación, escribiéndolas en forma explícita, mediante la función inversa, para facilitar su introducción en el programa del aparato.

Es decir, de (1) el arco de ortodrómica D, expresado en kilómetros a base del factor aproximado  $10.000/90=111,11$ , y de (2) el rumbo H a partir de D y utilizando la proporcionalidad entre los senos de arcos y ángulos opuestos que caracteriza a los triángulos esféricos.

Aunque el número de operaciones es considerable, la máquina las efectúa a gran velocidad, razón por la cual en pocos segundos se tiene la respuesta. Es, evidentemente, un procedimiento aún más rápido y cómodo que el empleado en la anterior ocasión, ya que en este caso se memorizan las operaciones, además de los cálculos y números, en el programa del aparato. De otro lado, una calculadora programable ha

dejado de ser algo de manejo complejo e inasequible y cada vez son más sencillas y menos costosas.

Este es un ejemplo simple de las posibilidades que ofrecen las computadoras electrónicas, que, sin duda, han relegado al nivel de curiosidad histórica toda una serie de procedimientos manuales de cálculo. Tablas, diagramas y números diversos, que antes debíamos tener a mano o en la memoria como elementos intermedios inevitables entre datos y soluciones, están ahora en forma segura y confiable en las entrañas de dichos aparatos.

Con todo, el ejemplo anterior ha exigido previamente confeccionar un programa de operaciones de la máquina partiendo de las ecuaciones básicas. Y, aunque para futuros cálculos el programa puede quedar almacenado, las fórmulas han debido conocerse o deducirse de antemano. Aun ello puede obviarse, sin embargo, utilizando programas preestablecidos fácilmente insertables en forma de tarjetas o cartuchos en calculadoras de tamaño reducido. Esto descarta prácticamente la programación previa, limitando el esfuerzo a la simple introducción de los datos; en este caso las coordenadas

geográficas. Hay, por ejemplo, un modelo de bolsillo de la Texas bastante asequible y que tiene un programa opcional que permite realizar todos los cálculos que en este aspecto puedan imaginarse y sin muchos conocimientos previos.

En tales condiciones, confeccionar, por ejemplo, una tabla completa de rumbos desde un determinado lugar para todos los prefijos (países) que existen, es una cuestión de rutina; que en la práctica requerirá únicamente el tiempo resultante de escribir en la máquina las coordenadas correspondientes a cada nuevo prefijo. Recientemente, un colega norteamericano obsequió al Radio Club de Chile un repertorio realizado especialmente para las coordenadas geográficas de Santiago y que contiene los rumbos y distancias en camino largo y corto para todos los países del mundo. La información sale de la computadora impresa, con los prefijos, nombres, números, etc. Reactualizarla o adaptarla a otro lugar o país es, en este caso, inmediato.

Y considerándonos ahora sentados en el «shack», frente a los equipos, ¿qué tal si, además del rumbo y la distancia precisos, pudiésemos conocer previamente las condiciones de propagación, la banda más apropiada... y la frecuencia libre para nuestro QSO? Sin duda que ello vendría a colmar las aspiraciones del DS-ista más exigente. Pues bien, en una reciente exposición de

equipos de comunicaciones y computación en Caracas (Venezuela) acabamos de conocer una computadora que, convenientemente conectada a otros elementos, hace lo siguiente: a) determina instantáneamente el rumbo y la distancia; b) nos informa de las condiciones de propagación en dicha situación, señalándonos cuál es la banda más propicia, y c) nos busca e indica una frecuencia libre en dicha banda...

Este singular «accesorio» de estación está formado por dos unidades del tamaño de un amplificador lineal convencional de HF. Una de dichas unidades incluye una pantalla de TRC en la que aparece en forma instantánea toda la información. Es ofrecido por una compañía californiana especializada en investigación de comunicaciones.

No es imposible que con el tiempo este tipo de «accesorios» se pongan al alcance de los RA. Especialmente su última característica los hace particularmente envidiables; aunque también es probable que en un próximo futuro ya no queden frecuencias libres que encontrar, ni aun para la agilidad de búsqueda de tales aparatos...

Mientras tanto, y como ello aún tardará, no está de más esperarlos con una calculadora programable, pues sus aplicaciones en tantos asuntos de interés para los RA, como hemos visto, no terminan nunca.

73 DX.

UNION DE  
RADIOAFICIONADOS  
ESPAÑÓLES