

## 3. Antena

### Contenido:

3.1 Circuito de entrada al amplificador	1
3.2 Un bucle vertical asimétrico con dipolo	3
3.3 Dos bucles en un plano vertical simétrico y dipolo	7
3.4 Dos bucles en planos ortogonales simétrico y dipolo vertical	10
3.5 Dos bucles en planos ortogonales asimétrico y dipolo	11
3.6 Dos bucles en un plano simétrico horizontal y dipolo	12
3.7 2 o 4 bucles paralelos cruzados simétrico vertical y dipolo	13
3.8 Enlaces	14

### 3.1 Circuito de entrada al amplificador:

Hay dos objetivos a cumplir al diseñar un pequeño bucle de banda ancha: baja inductancia y una gran área, (área, suma de las superficies de todas las caras). La construcción del bucle debe realizarse teniendo en cuenta la siguiente regla: la relación entre el área del bucle y el propio bucle.

La inductancia debe ser optimizada al máximo. Esto significa que una forma circular con 1 vuelta es la mejor elección. El material podría ser de cobre o aluminio; en realidad, el factor Q, del bucle no es importante. (El factor Q, también denominado factor de calidad o factor de selectividad, es un parámetro que mide la relación entre la energía reactiva que almacena y la energía que disipa durante un ciclo completo de la señal, También se puede definir para una inductancia como la relación entre su reactancia inductiva y su resistencia a una frecuencia particular.). El factor importante es que la inductancia de bucle sea lo más baja posible. El conductor debe de tener un diámetro lo más grande posible para reducir la inductancia del bucle.

La mayoría de los bucles comerciales pequeños en el mercado son de forma circular con un diámetro entre 0.6 a 1m de diámetro. El material es tubo de aluminio de 10-30 mm de diámetro. Realizar un bucle comercial no es nada fácil.

Sugerimos un enfoque diferente utilizando piezas económicas y fácil de localizar que no sean complicadas de montar. Los parámetros del bucle no son comprometidos porque se utiliza la llamada técnica paralela. Los bucles no se describirán en detalle, pero se darán configuraciones básicas y muchas figuras. El tamaño no es crítico ya que estos bucles son aperiódicos.

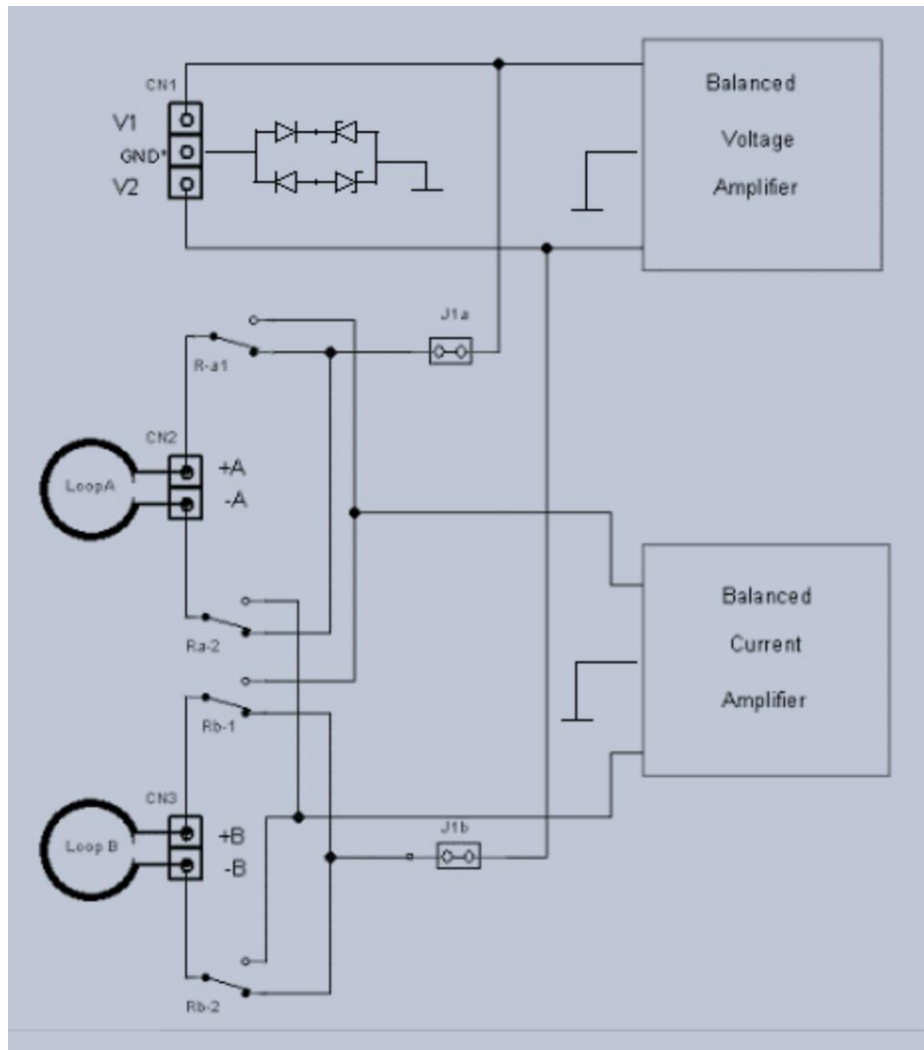


Fig. 3.1

El circuito de entrada del amplificador se muestra en la Fig. 3.1 Se pueden conectar tres antenas a las regletas de terminales: dos bucles y un dipolo. Hay dos puentes que pueden conectar las entradas a la tensión que suministra el amplificador a los bucles que actúan como brazos de un dipolo. Los relés se muestran en la posición de desexcitados, que es el modo dipolo. En este modo, los terminales de bucle se cortocircuitan y alimentan la entrada correspondiente de la tensión del amplificador. Si J1a y J1b están en la posición OFF, se puede conectar un dipolo separado al conector CN1.

Son posibles otras combinaciones, por ejemplo, J1a=ON, J1b=OFF: en este caso, el brazo V1 de un dipolo es el bucle A.

Se debe conectar otro brazo externo o contrapeso en la regleta de terminales V2. El terminal GND se usa solo para protección a tierra contra descargas de rayos. Internamente está conectado a través de un limitador por diodos zener al punto común del amplificador.

En condiciones normales están sin conducir y el punto común del amplificador se deja flotante. Solo cuando hay un campo electromagnético intenso, los diodos zener conducen, derivando la señal a tierra (GND), de esta manera limitamos la tensión de modo común. Conecte este

terminal únicamente a un buen punto de tierra (una varilla enterrada en el suelo o en algún otro punto que tenga un potencial de tierra correcto). Si no dispone de una buena tierra (por ejemplo, si vive en un bloque de viviendas) es mejor dejar este terminal sin conectar.

La configuración básica de antena de bucle pequeño y dipolo que sugerimos se muestra en la figura 3.6 y Figura 3.7. En las siguientes secciones describiremos diferentes diseños con mayor complejidad para que el usuario puede elegir la antena más adecuada para su entorno de trabajo.

### 3.2 Un bucle asimétrico y dipolo vertical.

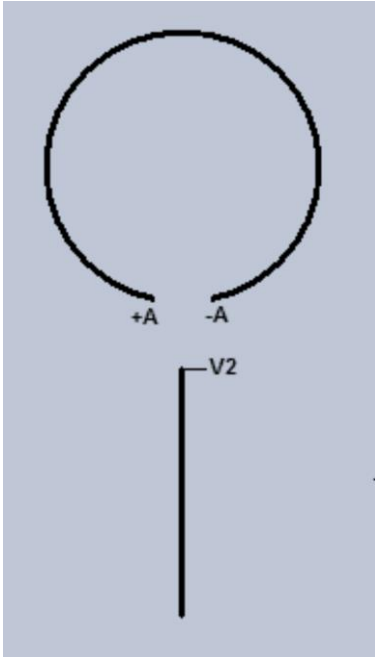


Fig.3.2 Conecte el bucle en los terminales de la regleta denominados, + A, -A. Los puentes J1a = ON, J1b = OFF. Conectar un corto contrapeso en la regleta de terminales V2.

Esta es la configuración más simple. Recomendado para una prueba rápida o para entornos urbano donde el nivel de ruido es demasiado alto y las mejores antenas no ofrecerán ninguna ventajas.

Son posibles dos modos: Loop A y dipolo vertical. El primer brazo es el bucle A y el segundo brazo es el contrapeso, en comunicaciones por radio, un contrapeso es una red de cables o cable horizontal suspendido, que se usa como sustituto de una conexión a tierra en un sistema de antenas de radio. Si V2 está conectado a tierra entonces el bucle vertical se convierte en plano de tierra. Se describirán los diseños de dos bucles: el bucle "ligero" más simple y un bucle "gordo".

## Bucle "ligero" simple



Fig.3.3 Bucle de una vuelta con cable de cobre de 6 mm<sup>2</sup>, con cubierta exterior de PVC.

Una posible construcción del bucle se muestra en la Fig.3.3, 3.4, 3.5. El mástil es de madera 20x20mm (o tubo de PVC de un diámetro adecuado). El bucle está hecho de conductor de cobre de 6 mm<sup>2</sup> con aislamiento exterior de PVC. El diámetro del bucle es de 0.6m.

Se perforan tres agujeros en el mástil: uno en la parte superior y dos para los extremos del bucle. Los conductores donde finaliza el bucle se insertan en estos dos agujeros.

Los extremos del bucle se doblan ligeramente y se fijan con bridas en el otro lado del orificio. (esta técnica para la conexión de los hilos conductores se aplica a todos los bucles descritos más adelante).

El brazo inferior del dipolo V2 (llamado contrapeso) puede ser un trozo de cable vertical con una longitud de 1 metro, un conjunto de varios cables (2 a 4) radiales horizontales cortos con una longitud aproximadamente igual a la del radio del bucle. Teóricamente, la capacitancia a tierra de los brazos superior e inferior del bucle debería ser iguales para reducir las interferencias en modo común, en la práctica es difícil realizar esta medida. Elija una construcción mecánica que mejor se adapte a la antena que quiera construir: la longitud del contrapeso no es crítica en absoluto.



Fig. 3.4 Parte superior del bucle.



Fig.3.5 Hilos conductores.

Este circuito es mecánicamente flexible y puede ser doblado por un viento muy fuerte sin problemas de roturas.

Un hilo conductor de aluminio con un diámetro de 3mm o superior es mejor para este caso. Por encima de 0,7m de diámetro del bucle se necesitará colocar un trozo de madera horizontal adicional (para garantizar una mejor sujeción).

### Bucle "gordo"

En el mercado hay tubos para sistemas de calentamiento de agua caliente, llamados tubos multicapas que son muy adecuados para hacer bucles de antena. Están fabricados con 3 capas: dos capas de polietileno (PE) y una de aluminio en el medio. Estos tubos son muy ligeros, de poco peso y se pueden hacer bucles de grandes dimensiones con ellos. La forma circular se le da fácilmente ya que los tubos son flexibles. En la figura 3.5.1 se muestra un bucle con un diámetro de 95 cm.



Fig. 3.5.1



Fig. 3.5.2

Se utiliza un tubo de ½" (12.7 mm) pero el diámetro exterior es de 15mm.

El mástil está hecho con un tubo de PVC de 40mm de diámetro. La conexión de los cables de bucle se muestra en la figura 3.5.3, 3.5.4. El tubo se puede cortar fácilmente con un cuchillo afilado, o bien con una pequeña sierra manual.



Fig. 3.5.3

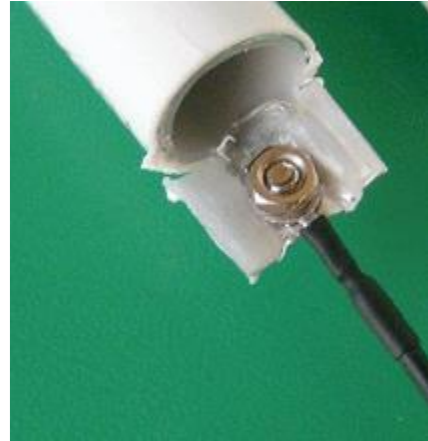


Fig. 3.5.4



Fig. 3.5.5

Las capas de PE se pueden quitar hasta cierto punto con un soldador caliente como se muestra en la figura 3.5.3. La superficie del aluminio de ambos lados del bucle debe lijarse cuidadosamente con un papel de lija de grano fino. Los terminales de conexión entre el aluminio y el hilo conductor de cobre deben ser estañado para evitar la corrosión electroquímica, entre el cobre y el acero inoxidable

Tornillos con arandelas estriadas deben usarse por el mismo motivo (Fig. 3.5.4). Se utiliza una placa de plástico para fijar los extremos del bucle con tornillos de 3mm (Fig. 3.5.5). La placa se fija al mástil con dos tornillos de 5mm. Las aberturas de los tubos pueden taparse mecánicamente con algunas tapas o con adhesivo termo fundente. ¡Tenga en cuenta que el PE no se puede obstruir con pegamentos estándar! La inductancia de este circuito es de 2.6  $\mu\text{H}$  y el

área es de  $0.71\text{m}^2$ . El bucle es muy estable mecánicamente incluso se pueden hacer bucles más grandes del mismo material. El coste total de los materiales para esta antena puede ser de aproximadamente 13 a 15 euros.

### 3.3 Dos bucles en un plano vertical simétrico y un dipolo:

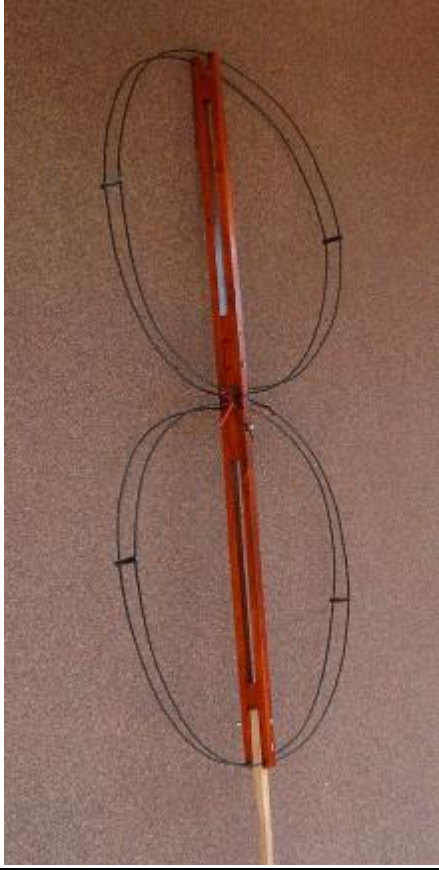


Fig.3.7 Este es el diseño básico recomendado de bucle más dipolo.

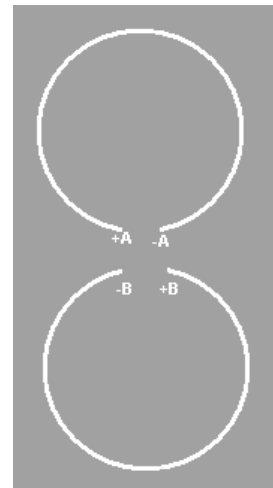


Fig.3.6

Esta es la configuración básica sugerida. El bucle A y el bucle B están conectados a la regleta de terminales CN2 y CN3 como se muestra en la figura 3.6.  $J_{1a} = J_{1b} = ON$ . Esta es la configuración básica recomendada. Tenemos los siguientes modos: Loop A, Loop B, Loop A y B en conexión paralelo cruzado y dipolo vertical donde el bucle A y B son los brazos. Los dos primeros modos darán resultados idénticos ya que los bucles están en el mismo plano. Los bucles se realizan nuevamente con conductor de cobre de  $6\text{mm}^2$  con aislamiento exterior de PVC. El diámetro de cada bucle es de  $0,7\text{m}$ . Para reducir la inductancia de cada bucle, se colocan los dos conductores de cobre paralelos entre sí, (Fig. 3.7). La inductancia medida de cada bucle es de  $2,2\ \mu\text{H}$ .



Fig. 3.8 Los bucles se fijan con bridas de plásticos en ambos lados.



Fig. 3.9

Los hilos de cobre colocados en paralelos están conectados entre sí con un cable corto y solo se pasa un cable a la caja (Fig. 3.9). Los cables se preparan como se muestra en la figura 3.10 y luego se sueldan a los hilos conductores de los bucles. Antes de soldar doble ligeramente los extremos del bucle para confórmalos.

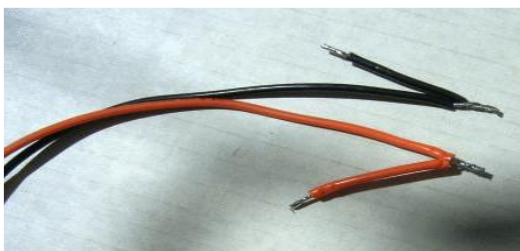


Fig. 3.10



Fig. 3.11



La longitud de los cables debe ser de al menos 200mm. Córteles a la longitud exacta después de montar el amplificador en la caja. Manténgalos lo más cortos posible para no aumentar la inductancia innecesariamente. Utilizar tubos termo retráctiles para cubrir la soldadura. El separador está hecho del cuerpo de un bolígrafo de plástico (10 mm de diámetro) perforados con 2 agujeros

(Figura 3.11). Se aplica pegamento de silicona para fijar los espaciadores



Fig. 3.12

El marco de madera del bucle se muestra en la figura 3.12. Está hecho de 4 piezas de madera de 20x20mm. La longitud de los palos de madera es de 750mm. La separación entre los conductores paralelos es de 40mm. Esta construcción permite el montaje de los bucles en el mismo plano o plano ortogonal.

Esta es una construcción modular y se puede desmontar en minutos para llevar la antena en un automóvil para pasar un día de campo.

Secuencia del montaje: corte los cables con las medidas correctas para los bucles, insertar los cables en los agujeros realizados en la parte superior del palo de madera. Inserte los separadores entre los cables conductores. Inserte los cables en los orificios del extremo inferior del palo de madera, dóblelos ligeramente para su fijación. Ajuste el cable para que esté lo más centrado posible en los agujeros superiores. Coloque las bridas a ambos lados de los agujeros para sujetar los bucles. Ajuste los separadores para que estén en posiciones simétricas en ambos lados y fíjelos con pegamento. Deje que se seque el pegamento. Suelde los cables y cúbralos con macarrón termo retráctil. En el modo de bucle cruzado, este bucle tiene un área equivalente de  $0.7\text{m}^2$  y una inductancia de  $1\mu\text{H}$ .

Este diseño básico se puede construir también con tubos PE como se muestra en la figura 5.3.1. Cuatro tubos de 1 metro de diámetro deben utilizarse, los bucles cruzados darán una excelente sensibilidad en todos los modos. Esta es una construcción para DX y es adecuada para lugares con baja contaminación electromagnética.

### 3.4 Dos bucles en planos ortogonales vertical simétrico y dipolo:

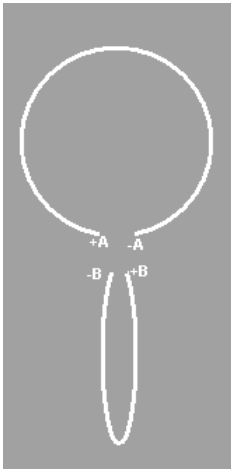


Fig.3.12

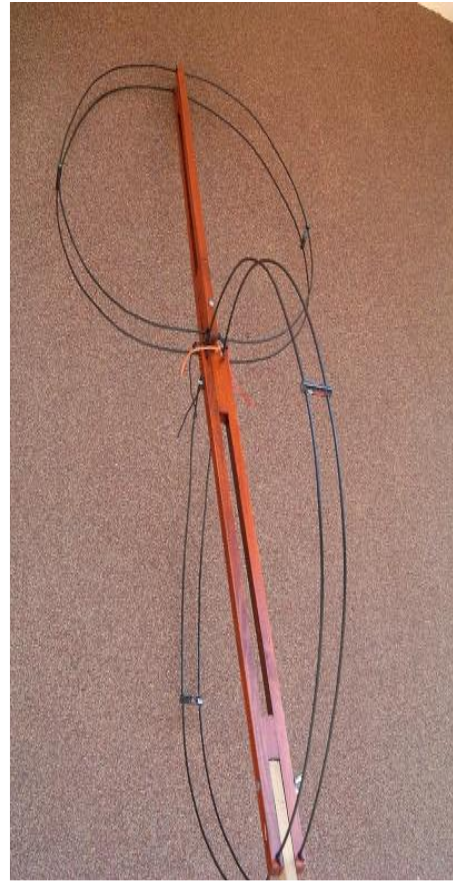


Fig.3.13

La conexión y la configuración de los puentes en la tarjeta del amplificador es la misma que en la figura 3.5. Se usa la misma construcción. La única diferencia es que los bucles son ortogonales (Fig. 3.13). Cambiar entre el bucle A y B da diferentes posiciones de orientación de la antena que es importante en las bandas de LW y MW. En las bandas de SW debido a la polarización aleatoria de las ondas electromagnéticas, la directividad será mínima o inexistente. En esta configuración, el modo de bucle cruzado no aumentará la sensibilidad ya que los bucles son ortogonales. A veces este modo podría dar algunas ventajas, generalmente mostradas como disminución del desvanecimiento de las señales emitidas (fading). El modo dipolo vertical funciona en de la misma manera que en el ejemplo anterior.

### 3.5 Dos bucles en planos ortogonales vertical asimétrico y dipolo:

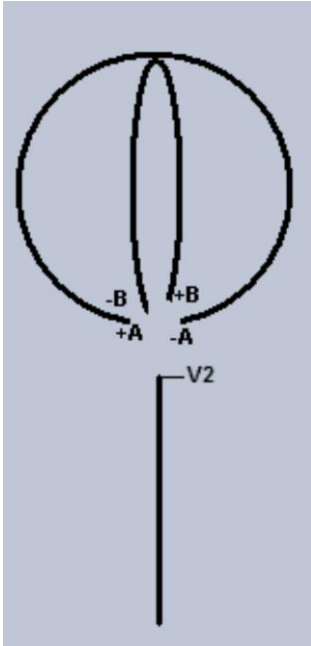


Fig.3.14

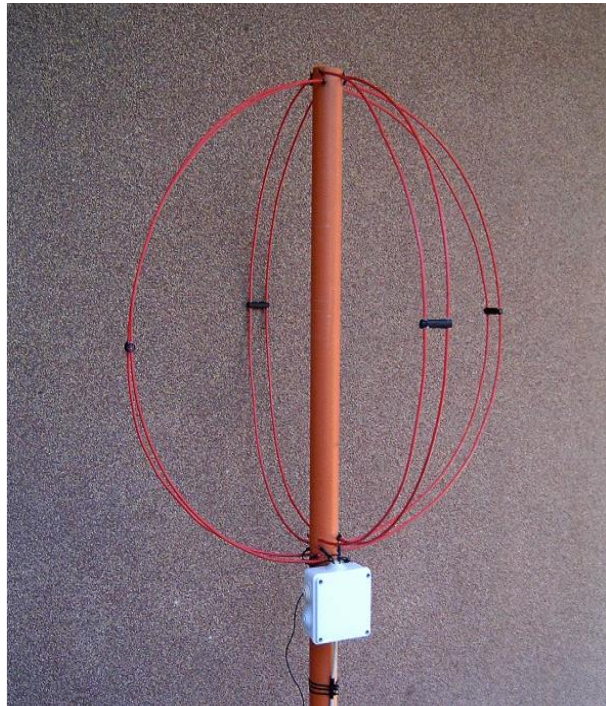


Fig.3.15

Los cables están conectados como se muestra en la figura 3.14. Los puentes están configurados en J1a = ON, J1b = OFF. Los requisitos para el contrapeso son los mismos que en la sección 3.2. Los bucles son nuevamente ortogonales pero el espacio de volumen necesario es más pequeño. El modo de bucles cruzados no está disponible en esta configuración. Los bucles están realizados con conductor de cobre de  $6 \text{ mm}^2$  con funda exterior de PVC. El diámetro de cada bucle es de 0,7 metros. Para reducir la inductancia, se colocan dos conductores en paralelo, la separación entre los dos conductores que conforman los bucles es de 38mm. El mástil que sujeta los bucles es un tubo de PVC de 50mm de diámetro.

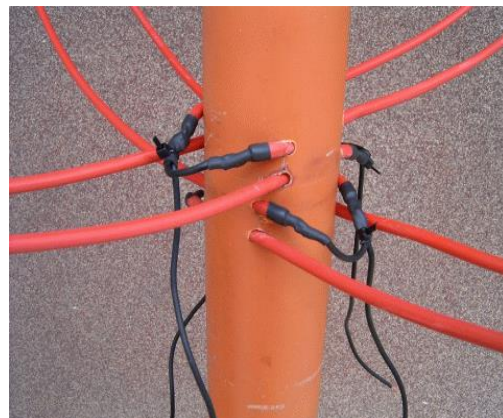


Fig.3.16

Fig.3.17

La caja se fija con un tornillo. Los cables se fijan con bridas. En la foto los contrapesos son extendidos de forma aleatoria, pero debe ser sujetado o anclados a algún punto fijo disponible. Los extremos del bucle se doblan ligeramente y se sueldan a los cables. Los hilos conductores se protegen con macarrón termoretractil (Fig. 3.17).



Fig. 3.18

La parte superior del bucle se muestra en la figura 3.18. Los bucles se fijan con bridas a ambos extremos del tubo.

### 3.6 Dos bucles en un plano horizontal simétrico y dipolo:

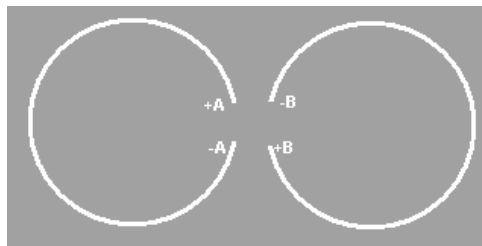


Fig. 3.19

Los cables están conectados como se muestra en la figura 3.19. Los modos de bucle A y bucle B serán idénticos ya que los bucles están en el mismo plano. El modo paralelo cruzado funcionará. Los dipolos están polarizados horizontalmente. Colocados cerca del suelo, este dipolo será muy ineficiente, pero si se instala en lugares elevados del suelo (por encima de  $\frac{1}{4}$  longitud de onda) dará excelentes resultados.

### 3.7 2 o 4 bucles paralelos cruzados vertical simétrico y dipolo:

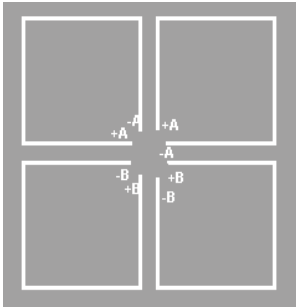


Fig. 3.20



Fig.3.21

Conecte los bucles a los terminales del amplificador como se muestra en la Fig. 3.20.

J1a y J1b deben estar colocados en la posición ON. La forma del bucle es cuadrada ya que es más fácil realizar el marco manualmente. En el modo de bucle A, los dos bucles superiores funcionan en conexión paralela cruzada. En el modo de bucle B, los dos bucles inferiores están activos.

En el modo de bucle cruzado, los 4 bucles están conectados entre sí y la eficiencia es muy alta. En modo dipolo los dos bucles superiores están en cortocircuito y forman el brazo superior del

dipolo vertical. Lo mismo se aplica a los bucles inferiores. Esta configuración se convierte en un dipolo vertical de gran dimensión.

Esta antena fue construida en forma de bucles cuadrados de 1 metro de lado cada uno de ellos (Fig. 3.21). La separación entre los bucles cuadrados construidos es de 4 a 8cm. El bucle tiene un área total de  $4\text{m}^2$ . Su inductancia equivalente en modo de 4 bucles cruzados es  $1\mu\text{H}$ . Esta antena tiene un patrón de radiación que llega hasta los 60 MHz.

Esta es una buena antena con un nivel de bajo ruido. La antena está construida con hilo de cobre trenzado de  $4\text{mm}^2$  con aislamiento exterior de PVC, soportando todo el conjunto de bucles en un marco de madera.[1].

### 3.8 Enlaces:

[1] Antena de bucle magnético pequeño de banda ancha, <http://www.lz1aq.signacor.com/docs/wsm1/widebandactive-sm-loop-antenna.htm>