



Radioaficionados

Unión de Radioaficionados Españoles - Abril 2000

Montserrat '99: Una aventura Volcánica

ANTENA DIPOLO



ANTENA DIPOLO.

1.- INTRODUCCIÓN.

La antena dipolo es muy utilizada, sobre todo en las bandas de H.F. y concretamente en las bandas de 40, 80 e incluso 160 metros. Esta antena es muy fácil de construir y proporciona un excelente rendimiento, siempre que esté bien calculada y montada, alejada de objetos metálicos, despejada y alta.

Dependiendo de las condiciones de propagación, hora del día, ciclo de manchas solares, etc. es posible realizar excelentes DX's con una antena tan sencilla y la potencia que normalmente entregan los transceptores modernos.

Como es sabido, esta antena está formada por dos ramas horizontales y su longitud total es de media longitud de onda. La alimentación de la antena se realiza en el centro, mediante línea de alimentación simétrica o mediante cable coaxial, intercalando un dispositivo simetrizador, como puede ser un balun con relación 1:1.

La longitud teórica de media longitud de onda, se acorta ligeramente por el efecto capacitivo de los aisladores de los extremos del dipolo. Una buena aproximación para calcular la longitud del dipolo será multiplicar la longitud de media onda por 0,95. La fórmula para el cálculo de la longitud del dipolo será:

$$\text{Longitud de la antena} = 142,5 / \text{Frecuencia en MHz}$$

Según la fórmula anterior, una antena para la frecuencia de 7.050 KHz, banda de 40 metros, deberá tener una longitud de:

$$142,5 / 7,050 = 20,2 \text{ metros} \quad 10,1 \text{ metros cada rama.}$$

Mucho se ha escrito sobre antenas dipolo y no insistiremos sobre el tema. No obstante se indicarán algunos detalles constructivos para quien desee instalar este tipo de antena.

2.- CONSTRUCCIÓN DE UN DIPOLO.

2.1.- RADIANTE.

El elemento radiante de un dipolo son dos trozos de hilo conductor cuya longitud viene dada por la fórmula anterior. Este cable conductor puede ser de cobre, aluminio o cualquier otro buen conductor. Para prevenir los efectos corrosivos de la humedad, lluvia, etc. será conveniente que el conductor utilizado esté recubierto de una funda de plástico. Se puede utilizar hilo de cobre del que se emplea en instalaciones eléctricas, forrado de plástico y con un diámetro de dos o tres milímetros. Puede servir el hilo rígido, pero es mejor emplear cable flexible formado por varios hilos finos, que se manejará mucho mejor. También se puede emplear cable de acero galvanizado, del que se utiliza para vientos, que tiene la ventaja sobre el cobre de que no se estira y además resiste mejor la corrosión. Desde hace años vengo empleando cable

de acero galvanizado, de tres milímetros de diámetro, recubierto con una funda de plástico, con resultados satisfactorios.

2.2 AISLADORES.

El dipolo es un circuito resonante y por tanto aparecen máximos de tensión y de corriente en diferentes puntos. En el centro del dipolo, donde se efectúa su alimentación, aparece un máximo de corriente de R.F. y en sus extremos aparece un máximo de tensión de R.F., que puede ser de varios cientos o incluso miles de voltios. Es por ello que el dipolo debe estar perfectamente aislado para un correcto funcionamiento, tanto en sus extremos como en la parte central.

Aunque hay quien ata directamente el cable del dipolo a la cuerda de tensado, es muy conveniente, por lo anteriormente indicado, utilizar aisladores de buena calidad para los extremos del dipolo. Un tipo de aislador muy conveniente es un modelo comercial construido en nilón, con una anilla en cada extremo y que tiene una serie de aros perpendiculares que alargan el camino entre los dos extremos. Otro aislador muy empleado es el clásico con forma de huevo y construido en porcelana.

Si no se dispone de algún tipo de los aisladores citados, es posible construirlo a partir de un trozo de barra de nilón de 20 a 25 milímetros de diámetro y una longitud de unos diez centímetros. A unos 15 – 20 milímetros de los extremos daremos dos taladros perpendiculares, uno de 5 milímetros, para el cable de la antena, y otro de 8 – 10 milímetros para la cuerda de tensado del dipolo.

Esta cuerda debe ser lo suficientemente gruesa, (de 5 a 8 milímetros), para resistir la tensión del dipolo y al mismo tiempo debe resistir el ataque de la humedad, aire, sol, etc. La cuerda de nilón que se utiliza para tender la ropa tiene poca duración, pues con la acción del sol se va degradando y al año o poco más de ser instalada termina partiéndose.

Se puede utilizar cuerda de pita, o de cáñamo, que tiene una buena resistencia a la humedad y al sol. Un diámetro de 6 – 8 milímetros será adecuado. El único inconveniente que tiene el cáñamo es que con la humedad la cuerda se acorta, por lo que será necesario dejar ligeramente destensado el dipolo para permitir las variaciones de longitud de la cuerda.

También se encuentra en comercios de artículos deportivos un tipo de cuerda de nilón utilizado por escaladores, alpinistas, etc. que tiene una excelente resistencia a los agentes atmosféricos. Una cuerda con un diámetro de 6 milímetros será adecuada para tensar el dipolo. José Luis, EA4QK me comenta que viene utilizando este tipo de cuerda de nilón desde hace varios años con resultados altamente satisfactorios.

Algunos radioaficionados usan el mismo cable eléctrico del que está hecho el dipolo como cuerda de tensado. Esto no es muy adecuado ya que la presencia de un objeto metálico cercano al extremo del dipolo introducirá una capacidad parásita que hará que varíe su frecuencia de resonancia.

2.3.- ALIMENTACIÓN.

El dipolo es una estructura simétrica y por tanto su alimentación debería hacerse con un cable simétrico. Por otro lado, la impedancia de salida de los transceptores actuales está normalizada en 50 ohmios, por lo que es imperativo el uso de cable coaxial de la impedancia mencionada. El modelo más utilizado es el RG-213.

Aunque la impedancia nominal en el punto de alimentación de un dipolo es de 75 ohmios, este valor puede ser afectado por distintos factores, distancia al suelo, presencia de objetos cercanos, etc., por lo que, en la práctica es posible conectar directamente el cable de 50 ohmios al dipolo, sin que sea demasiado importante la pequeña desadaptación de impedancias.

Si se quiere mejorar la adaptación se pueden colocar una serie de toroides de ferrita sobre el cable coaxial, cerca del punto de alimentación, con lo que corregiremos en cierta manera la falta de simetría.

Otra forma de adaptar la línea de alimentación a la antena es intercalar un balun con una relación 1:1. Como ya sabe el lector, la palabra "BALUN" es una contracción de "BALanced-Unbalanced" y se trata de un transformador de R.F. formado por un núcleo de ferrita, normalmente un toroide, sobre el que se disponen unos arrollamientos de hilo de cobre, y que tiene una entrada balanceada o simétrica, donde se conectará la antena, y una salida desbalanceada respecto a masa, donde se conectará el cable coaxial. De esta manera la adaptación de la línea y la antena se mejora.

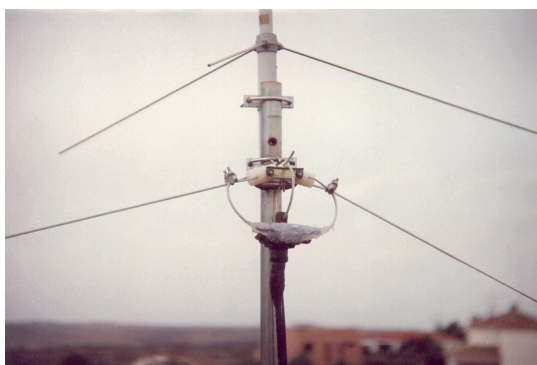
En un dipolo abierto alimentado directamente con el cable coaxial, es decir, sin balun, y sobre todo en tiempo tormentoso, pueden inducirse tensiones muy elevadas, de varios cientos de voltios, que al quedar aplicadas al transceptor pueden producir averías importantes. Al utilizar un balun, la presencia de un arrollamiento de hilo de cobre pone en cortocircuito (para las tensiones continuas) las dos ramas del dipolo, con lo que desaparecen las tensiones inducidas antes mencionadas y por tanto se elimina el peligro de avería del equipo.

Es necesario tener en cuenta que el balun solamente funciona de forma satisfactoria cuando está conectado a una impedancia resistiva, que es la que presenta la antena en su frecuencia de resonancia. Cuanto más nos alejemos de ésta frecuencia de resonancia, aparece una componente reactiva que hace que el balun presente a la línea de transmisión una impedancia distinta de los 50 Ohmios nominales, con la consiguiente desadaptación y pérdida de potencia radiada. Así mismo, si se aplica al balun una potencia superior que aquella para la que fue diseñado, se producirán armónicos que podrán causar interferencias a otros colegas o servicios.

La forma de conexión del dipolo al balun dependerá de sus características mecánicas. En cualquier caso, será mejor utilizar un aislador central que puede

ser realizado con barra de nilón, como los aisladores laterales, en lugar de hacer que sea el propio balun el que soporte la tensión mecánica del dipolo.

Si el punto de alimentación está más alto que los extremos del dipolo, como es



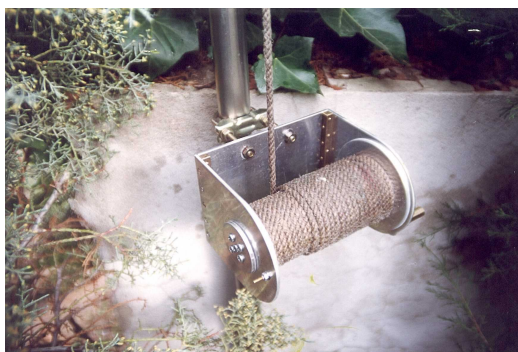
mi caso, será necesario disponer un punto de apoyo central. Utilizo un mástil tipo T.V. y una garra normal, de las formadas por una “U” con las dos ramas roscadas y una pieza de cierre. Una vez sujeta la garra al mástil se coloca sobre cada vástago de la “U” un aislador hecho con barra de nilón de 25 milímetros sobre el que va sujeto la rama correspondiente del dipolo. La figura número uno ilustra esta disposición.

El mismo mástil sirve para soportar una antena vertical para VHF, de la que se ven los radiales y la parte inferior.

El cable que forma la antena se introduce por el taladro del aislador y se sujeta utilizando un “perrillo”, tal como se ve en la figura número uno. El balun queda colgado de la parte central de la “U” con otro trozo de cable. Los puntos de conexión de la antena con el balun van recubiertos de una generosa capa de silicona para prevenir la oxidación. El cable coaxial va conectado, con el correspondiente conector PL-259, a la parte inferior del balun. Unas vueltas de cinta de caucho autovulcanizable protegerán el punto de conexión de los agentes atmosféricos.

Las cuerdas de tensado pasarán por unas poleas metálicas que habremos dispuesto en el extremo de sendos mástiles, que pueden ser también de los utilizados en T.V.. Estas poleas se encuentran fácilmente en ferreterías y se utilizan para tendederos de ropa. Será necesario disponer un viento en sentido contrario del dipolo para contrarrestar la tensión.

2.4.- TENSADO.

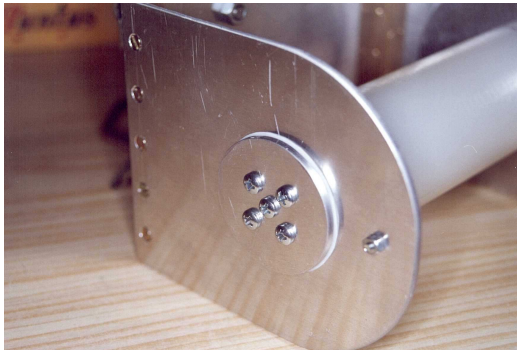


Una vez montada la antena, procederemos al tensado del dipolo. Si se utiliza cuerda de cáñamo será necesario dejar el dipolo ligeramente destensado para permitir el acortamiento de la cuerda en tiempo húmedo.

Una vez tensada la cuerda, ataremos su extremo, posiblemente a una de las garras utilizadas en la sujección del mástil. Un sistema de tensado más elegante puede ser mediante la utilización de un pequeño torno como el que se puede ver en la figura número dos.

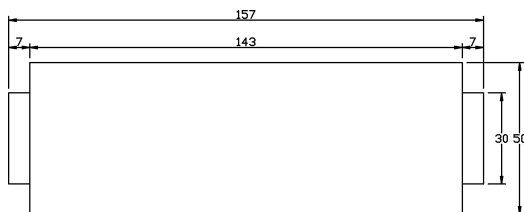
Es posible que exista en el comercio este tipo de torno, pero ante la imposibilidad de encontrarlo, procedí a su construcción.

3.- TORNO.



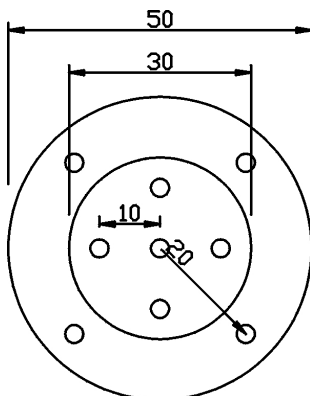
El torno de tensado está realizado con materiales resistentes al aire y la humedad, barra de nilón para el núcleo, chapas de aluminio, latón niquelado, tornillos cadmiados o zincados, etc.

El torno se sujeta al mástil tipo T.V. con dos garras normales de T.V., tal como se puede ver en la figura número dos.

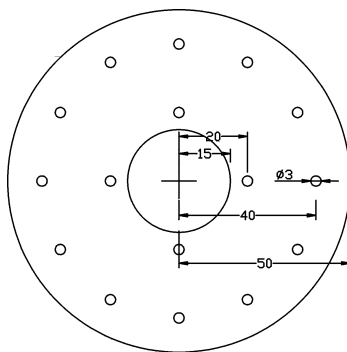


El núcleo del torno está formado por una barra de nilón de 50 milímetros de diámetro y dos piezas laterales de forma circular atornilladas a la barra mediante cuatro tornillos autorrosc

de cabeza plana, de 4 milímetros de diámetro y 20 milímetros de longitud, tal como se puede ver en la figura número tres.

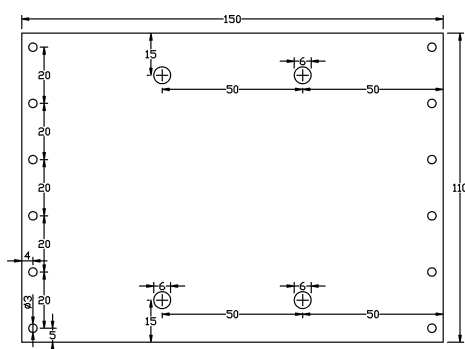


En la figura número cuatro se dan las medidas de la barra de nilón. Como se puede observar, su diámetro es de 50 milímetros y tiene un torneado en sus extremos de 30 milímetros de diámetro y una longitud de 7 milímetros. Para la sujeción de las piezas laterales y posteriormente las piezas de tope, es preciso realizar unos taladros perpendiculares en cada uno de los extremos de la barra del núcleo. La posición de estos taladros viene dada en la figura número cinco.

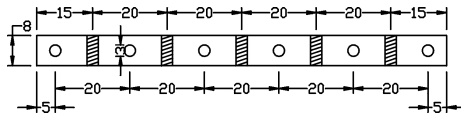


En la figura número seis tenemos las medidas de las piezas circulares laterales, de las que hacen falta dos unidades iguales, excepto los doce taladros situados en la periferia a 40 milímetros del centro, que se darán solamente en una de las dos piezas. Estos taladros servirán para anclar el torno una vez tensada la cuerda.

Los cuatro taladros situados a 20 milímetros del centro sirven para atornillar la placa a la barra del núcleo y deberán ir avellanados para permitir que entre la cabeza del tornillo de cabeza plana.



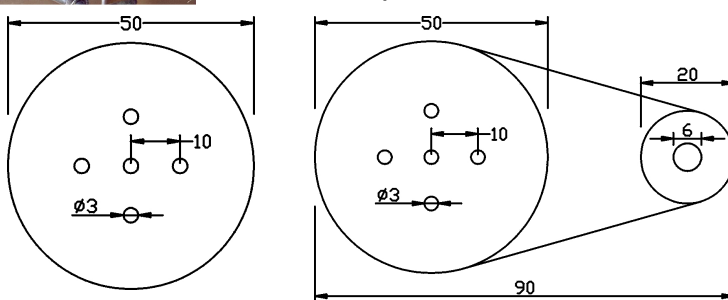
El núcleo del torno va alojado en un bastidor formado por una placa trasera, cuyas dimensiones se dan en la figura número siete, y dos placas laterales cuyas medidas se observan en la figura número ocho. Estas tres placas van unidas mediante dos piezas realizadas sobre barra de latón cuadrada de 8 por 8 milímetros de sección y una longitud de 110 milímetros. Las dimensiones de estas piezas de unión se ven en la figura número nueve. El bastidor montado aparece en la figura número diez.



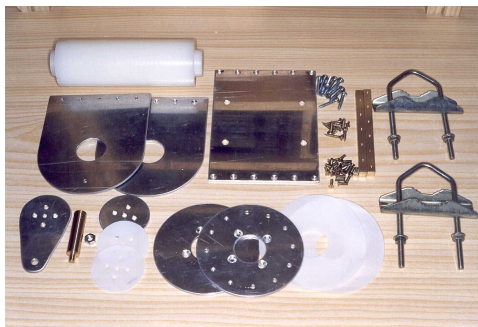
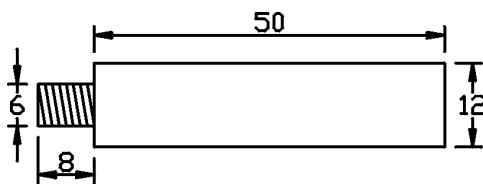
Para evitar que el núcleo se salga del bastidor se dispone a un lado una pieza circular y al otro lado una pieza alargada

que servirá, una vez doblada convenientemente, de manivela para accionar el torno. Las dimensiones de esta

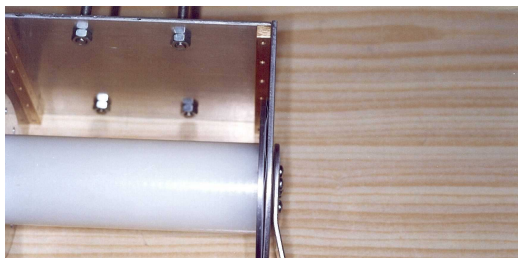
pieza circular se dan en la figura número once y las de la pieza que formará la manivela aparecen en la figura número doce. Una pieza construida con barra



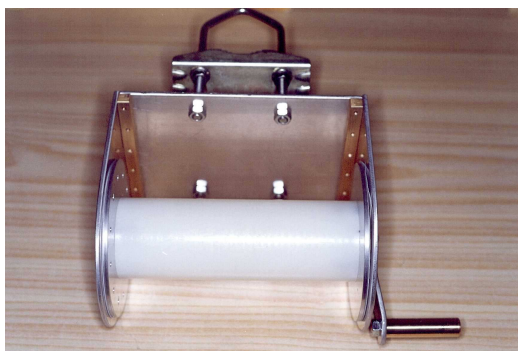
de latón de doce milímetros de diámetro y cuyas dimensiones aparecen en la figura número trece, se fijará a la pieza de la figura número doce y servirá para accionar el torno. Esta barra se sujetará mediante una tuerca de rosca métrica de seis milímetros.



La pieza que forma la manivela y que se ve en la figura número trece, así como las dos barras cuadradas de la figura número nueve deberán niquelarse, si ello es posible, para una mayor resistencia a los agentes atmosféricos.



Para evitar rozamientos entre las distintas chapas, será necesario intercalar entre las piezas circulares sujetas al núcleo y las piezas laterales del bastidor, unas piezas, que en el prototipo se hicieron con hoja de teflón de 0,3 milímetros de grueso. Si no se dispone de lámina de teflón se pueden realizar con cualquier hoja de plástico, ya que serán pocas las veces que se accione el torno.



En la tabla siguiente se da la relación de las piezas necesarias para la construcción del torno descrito. Las cantidades se dan para una unidad, por lo que habrá que multiplicar por dos si se van a construir dos tornos, uno para cada lado del dipolo.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Placa de aluminio, 3 mm de grueso, 150 mm por 110 mm	1
Placa de aluminio, 3 mm de grueso, 130 mm por 110 mm	2
Placa de aluminio, 3 mm de grueso, 100 mm por 100 mm	2
Placa de aluminio, 3 mm de grueso, 90 mm por 50 mm	1
Placa de aluminio, 3 mm de grueso, 50 mm por 50 mm	1
Barra cuadrada de latón 8 mm por 8 mm, longitud 110 mm	2
Barra 12 mm de diámetro, longitud 50 mm	1
Tuerca rosca métrica 6 mm	9
Tornillo rosca métrica 3 mm, longitud 10 mm, cabeza plana.	22
Tornillo autorosca 4 mm, longitud 20 mm, cabeza plana.	8
Tornillo autorosca 4 mm, longitud 20 mm, cabeza redonda.	10
Garra tipo televisión	2

El conjunto de piezas una vez mecanizadas y listas para su montaje aparecen en la figura número catorce.

4.- MONTAJE DEL TORNO.

Una vez mecanizadas todas las piezas, procederemos al montaje del torno. Sobre el núcleo fijaremos las dos piezas laterales con los ocho tornillos autorosca de 4 milímetros de diámetro y 20 milímetros de longitud, de cabeza plana. Una vez colocados los tornillos, debemos cerciorarnos de que sus cabezas no sobresalen y quedan bien embutidas en las piezas laterales. En caso contrario deberemos avellanar más profundamente los taladros de las piezas laterales. La figura número tres muestra la disposición del núcleo y sus piezas laterales.

A continuación procederemos a montar la placa trasera y las placas laterales del bastidor sujetándolas entre sí mediante las dos piezas de latón mostradas en la figura número nueve. Utilizaremos 22 tornillos de rosca métrica 3 mm, longitud 10 mm, cabeza plana. Si no queremos avellanar los taladros de la placa trasera y de las placas laterales, es posible utilizar tornillos de cabeza redonda. El bastidor montado se puede ver en la figura número diez.

A cada lado del núcleo con sus piezas laterales, colocaremos la correspondiente hoja de teflón o plástico. Introduciremos el núcleo en el bastidor, dejando previamente algo flojos los tornillos del bastidor. Si queremos que la manivela quede al lado derecho pondremos la pieza lateral que tiene los doce taladros periféricos en el lado izquierdo. Una vez introducido el núcleo, apretaremos firmemente todos los tornillos del bastidor. Comprobaremos que el núcleo gira sin dificultad dentro del bastidor.

En el lado izquierdo del núcleo, atornillaremos la pieza de la figura número once, con cinco tornillos autorosca 4 mm, longitud 20 mm, cabeza redonda, intercalando una pieza de teflón o plástico de la misma medida.

En el lado derecho del núcleo realizaremos la misma operación con la pieza de la figura número doce, que previamente habremos dado la forma que se puede apreciar en la figura número quince, para que libere el grueso de la tuerca que sujeta la barra que forma la manivela.

La figura número dieciséis muestra el prototipo una vez completado su montaje y dispuesto para su instalación sobre el mástil correspondiente.

Para sujetar el extremo de la cuerda al núcleo del torno podemos utilizar un pequeño tornillo autorosca, atornillado sobre un taladro perpendicular que previamente habremos realizado sobre el núcleo. Enrollaremos la cuerda girando la manivela y, una vez tensada, inmovilizaremos el torno mediante un tornillo de rosca métrica de tres milímetros que introduciremos por uno de los doce taladros de la pieza lateral izquierda, que coincida con el taladro de la placa izquierda. La correspondiente tuerca servirá para inmovilizar el tornillo.

5.- RESUMEN.

En las anteriores líneas he intentado describir algunos aspectos prácticos de la construcción y montaje de una antena dipolo, así como de un pequeño torno para hacer más cómoda su instalación y puesta a punto. Cuando se construye e instala una antena dipolo, es muy difícil que resuene en la frecuencia adecuada, lo que obliga a bajarla y subirla varias veces y ajustar su longitud hasta conseguir la resonancia en la frecuencia correcta. Estas operaciones se verán facilitadas con la utilización del torno descrito, al mismo tiempo que nuestra instalación quedará con un aspecto más “profesional”.

El montaje descrito en el presente artículo no ha sido probado en grandes series y, por tanto, no se tiene certeza de que su funcionamiento sea 100% correcto. Solamente se describe la construcción y el funcionamiento del prototipo.

El autor no se hace responsable de posibles derechos de copia. La información para la realización de este montaje procede de diversas publicaciones, libros, revistas, etc., así como de los propios conocimientos del autor.

El autor no se hace responsable de posibles daños y/o perjuicios causados por la construcción y/o uso de este dispositivo, daños personales o muerte, daños a la propiedad, daños al medio ambiente, lucro cesante, pérdida total o parcial de datos informáticos o cualquier tipo de daño que se pudiera derivar del montaje y/o uso de este dispositivo.

No se aconseja el uso de este dispositivo en aplicaciones críticas, como son control de maquinaria peligrosa, control de navegación o tráfico, maquinaria de mantenimiento de vida o sistemas cuyo mal funcionamiento pueda provocar

causas o efectos anteriormente mencionados. Este dispositivo no es tolerante a fallos.

El autor declina cualquier responsabilidad, ni se hace responsable de no mencionar a los dueños de las posibles patentes que aquí se pudieran reflejar.

El dispositivo descrito en el presente artículo es un montaje experimental, cuyo propósito es el estudio de los diferentes aspectos de la Electrónica, por tanto, no está destinado a su utilización industrial ni para su explotación comercial en cualquiera de sus facetas.

El autor no efectúa ninguna actividad comercial relacionada con este u otros montajes publicados en esta u otras revistas o publicaciones de cualquier tipo.

El presente artículo y todos los publicados hasta el momento en la revista "RADIOAFICIONADOS", están recopilados en un DVD a disposición de quien lo solicite. Se incluyen todos los textos, así como las fotografías, dibujos, gráficos, plantillas de circuitos impresos, etc.

Aunque se ha intentado proporcionar todos los detalles necesarios para la realización del proyecto, es posible que algún aspecto no haya quedado suficientemente desarrollado. Como es natural, con mucho gusto el autor dará cumplida información sobre cualquier detalle no especificado, o cualquier punto en particular que no haya quedado completamente explicado. Buena suerte a todos.

Luis Sánchez Pérez. EA4-NH
Apartado 421, 45080-TOLEDO
Tlf. 606-383-140
Web: www.ea4nh.com
E-mail: ea4nh@ure.es

FIGURA NÚMERO UNO.
PARTE CENTRAL DEL DIPOLO.

FIGURA NÚMERO DOS.
PROTOTIPO TERMINADO E INSTALADO.

FIGURA NÚMERO TRES.
NÚCLEO CON PIEZAS LATERALES.

FIGURA NÚMERO CUATRO.
BARRA DEL NÚCLEO.

FIGURA NÚMERO CINCO.
TALADROS LATERALES DEL NÚCLEO.

FIGURA NÚMERO SEIS.
PIEZAS LATERALES CIRCULARES.

FIGURA NÚMERO SIETE.
PLACA TRASERA DEL BASTIDOR.

FIGURA NÚMERO OCHO.
PLACA LATERAL DEL BASTIDOR.

FIGURA NÚMERO NUEVE.
PIEZA DE UNIÓN.

FIGURA NÚMERO DIEZ.
BASTIDOR MONTADO.

FIGURA NÚMERO ONCE.
PIEZA CIRCULAR DE CIERRE.

FIGURA NÚMERO DOCE.
PIEZA DE CIERRE. MANIVELA.

FIGURA NÚMERO TRECE.
BARRA DE MANIVELA.

FIGURA NÚMERO CATORCE.
CONJUNTO DE PIEZAS.

FIGURA NÚMERO QUINCE.
DETALLE DE LA MANIVELA.

FIGURA NÚMERO DIECISEIS.
TORNO TERMINADO.