RECYCLING & CONVERSION FOR PROBES OF WATTMETERS BIRD 43

RECICLADO Y CONVERSIÓN DE SONDAS PARA WATIMETROS BIRD 43

Por: Ramón Carrasco Caríssimo ; EA1KO

Dentro de mi filosofía general, de reciclar los elementos electrónicos, vengo en este artículo a detallar, como es posible reutilizar viejos tapones o sondas de los watímetros Bird, modelo 43 y similares compatibles, para darles un nuevo uso, en el espectro comprendido entre los 2 y los 30 megaciclos.

Primeramente, describiré de forma somera, lo que es un watímetro de la marca Bird, modelo 43.

Se trata de un aparato de medida profesional, que permite con bastante fiabilidad, comprobar el nivel de potencia de RF de un transmisor, el estado de su carga, o el estado del sistema radiante asociado.

Consta de un rústico cuerpo, en cuyos laterales se alojan los conectores de entrada y salida de RF; en el frontal , hay un instrumento de medida calibrado en watios, más un orificio , por donde se introducen unos cilindros, llamados: Slugs, sondas, o tapones de medida giratorios, con un determinado rango de potencia y frecuencia de utilización.

Es un watímetro muy común, empleado tanto en trabajos de laboratorio, como de campo, debido a su robustez y precisión.

Fig 1 : Watímetro Bird modelo 43 .

El precio del aparato, varía en función del modelo y prestaciones, pero es posible conseguir este watímetro profesional, a precios muy razonables, en el mercado de segunda mano.

Las sondas de medida para diferentes potencias, en rangos de VHF y UHF, se encuentran también a precios muy asequibles; pero lo que escasea y tiene un precio sensiblemente mayor de lo esperado, son las sondas para realizar medidas dentro del segmento comprendido entre los 2 y los 30 megaciclos.

En el presente artículo, se detallará la construcción de una sonda para el citado margen, a partir de cualquier otra sonda Bird , de diferente rango o potencia, ya sea en buen estado, o averiada.

No hace mucho tiempo, que hallé en Internet, un vendedor que ofrecía sondas o tapones Bird, con precios comprendidos entre los 75 y los 120 Dólares US, la mayoría para UHF, en buen estado, y también algunos averiados por 25 Dólares US la unidad.

Como yo dispongo de un Bird 4314 B , que tiene las sondas compatibles con el modelo 43 básico, opté por comprar dos tapones averiados, con la finalidad de intentar repararlos, para integrarlos en mi set de medidas.

La verdad, es que cuando los recibí, comprobé que se trataban de sondas, que mecánicamente estaban bastante bien, pero que sus elementos interiores, estaban destrozados e incompletos.

Fig 2 : Sonda deteriorada carente de tapa indicadora de potencia y frecuencia

Al ver el lamentable estado que presentaban , opté por partir de cero, y recalcular los valores necesarios de sus componentes internos, para convertir aquella chatarra, en nuevas sondas medidoras para ondas cortas, con potencia útil de 500 watios, para posteriormente emplear un sistema multiplicador, que me permitiese medir también 1000 y 2500 watios con la misma sonda.

Para los cálculos, utilicé como referencia, un estudio del Instituto Nacional de Tecnología Industrial -INTI- de Argentina, que realizó un equipo de su Laboratorio de Metrología de RF y Microondas, que puede ser consultado en Internet , en la página:

http://www2.electron.frba.utn.edu.ar/~jcecconi/Bibliografia/03%20-%20Medicion%20de %20Potencia%20en%20RF%20y%20micro-ondas/Wattimetro%20Bird%20-%20INTI.pdf

Con los cálculos matemáticos allí descritos, pude establecer los valores, para que se cumpliesen las premisas necesarias, y así poder construir una bobina captadora del campo magnético, que unido al elemento capacitivo captador del campo eléctrico, diesen como resultado la medida correcta de las potencias incidente y reflejada, sobre una carga resistiva pura de 50 Ohmios, con la adecuada relación de watios / microamperios entre la línea coaxial, y los elementos captadores, para ser llevados al instrumento de medida.

La parte crítica, era el valor de la inductancia de la bobina captadora, que en vez de estar en sentido longitudinal con respecto a la línea coaxial, como es típico en las sondas de V y UHF con carga en serie, esta bobina, había que disponerla de forma transversal, y con carga en paralelo, para captar el campo magnético de la línea.

La capacidad distribuida en el devanado, era otro inconveniente, que empeoraba la respuesta del circuito, sobre todo en frecuencias bajas.

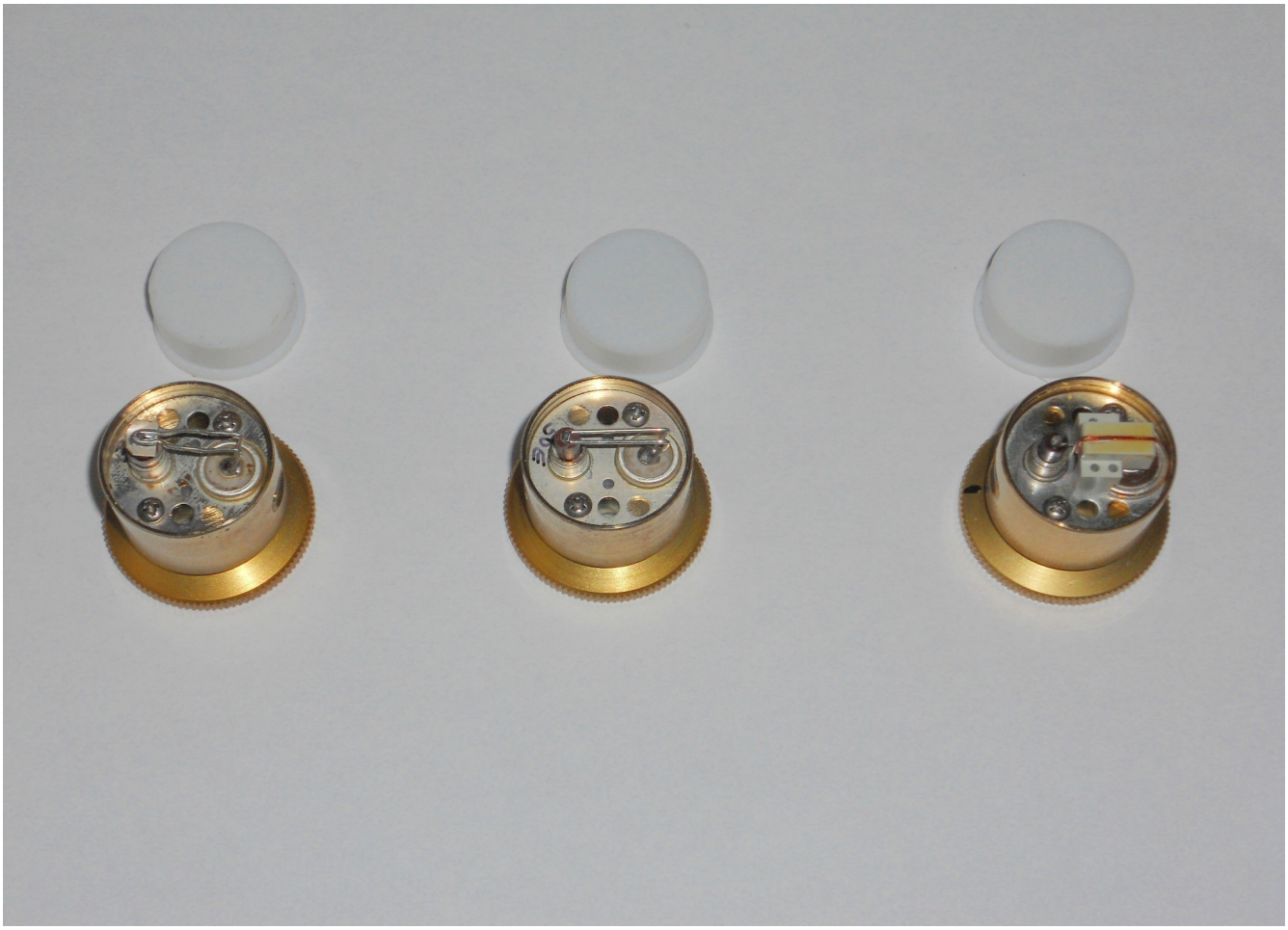

Fig 3 : Varias sondas Bird, de lazos longitudinales , con los capuchones de teflón quitados.

CONSTRUCCIÓN DE LA BOBINA CAPTADORA:

Necesitaba buscar un soporte magnético, que con no muchas espiras, me permitiese alcanzar el valor necesario, cercano a los 100 microhenrios, y amortiguar esa inductancia para rebajar el Q de la misma, y permitir un ancho de banda lo más lineal posible entre los dos márgenes de frecuencias a captar.

Buscando entre mis materiales de desguace, encontré una fuente de alimentación de ordenador vieja y averiada, que llevaba unos choques de hilo grueso, devanados sobre ferritas de 6 mm de diámetro.

Cogí uno de esos choques, y una vez eliminado el devanado , procedí a cortar la longitud de ferrita necesaria para poder construir una bobina experimental , con 12 mm de ferrita, y ver la inductancia resultante, pues desconocía el coeficiente de permeabilidad de ese material magnético.

Después de varios tanteos, llegue a la conclusión de que la bobina en cuestión, debería de tener unas 70 vueltas juntas de hilo esmaltado de 0,15 mm de diámetro, en una capa.

Con esas vueltas, la inductancia es de unos 114 uH, pero para amortiguar la capacidad del devanado y bajar el Q de la bobina, se recubre con una lámina adhesiva de aluminio, con lo que finalmente la inductancia queda entre los 98 y los 100 uH, que es el valor requerido.

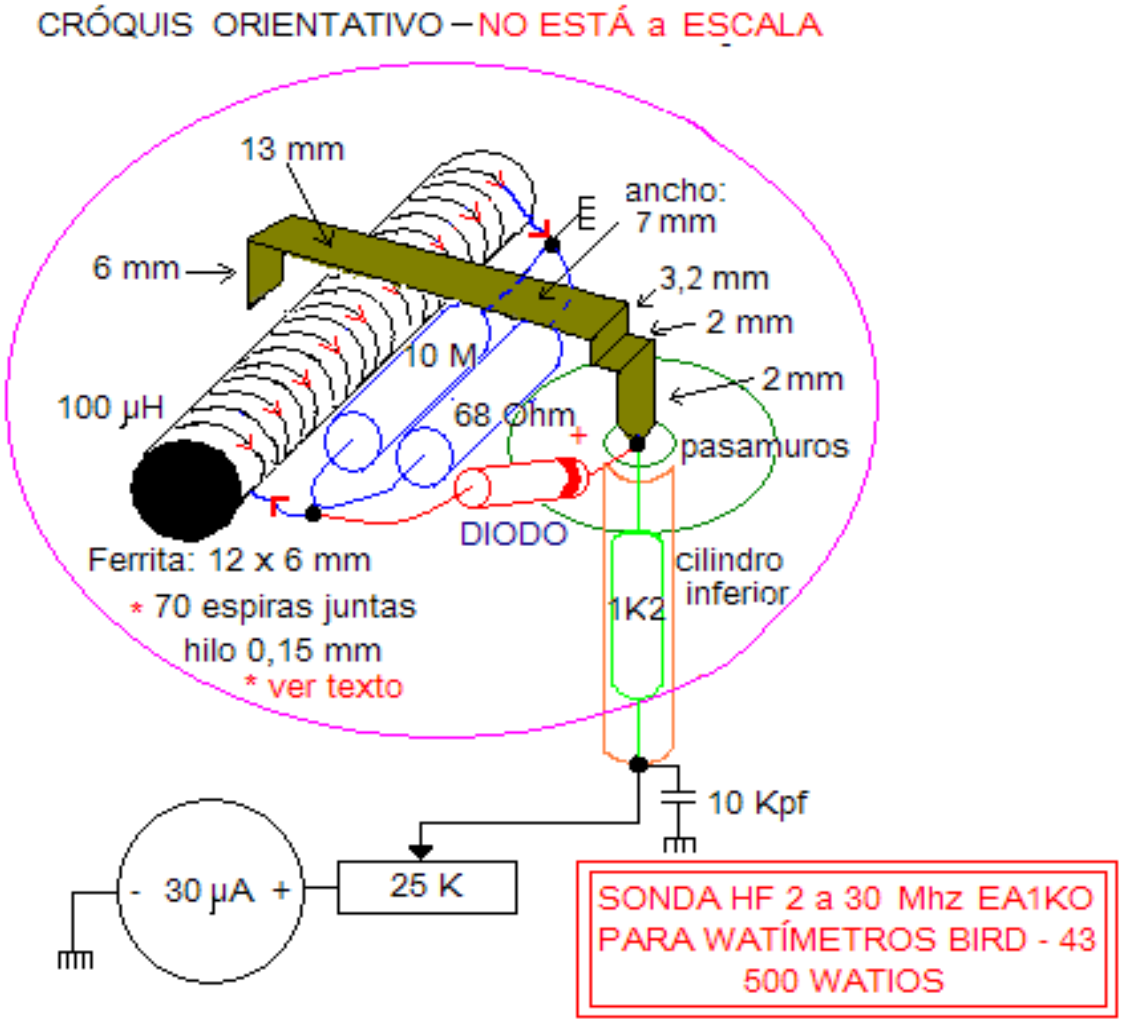

Fig 4 : Disposición de elementos para una sonda experimental.

Debo aclarar que para partir la ferrita al tamaño adecuado, es decir un trozo de 12 mm, usé unos alicates, bien afilados.

Posteriormente, limé la cara y el canto de la zona cortada, para darle un mejor acabado.

Es material duro, pero con una buena lima, se consigue dejarlo todo plano y sin aristas.

Una vez terminada esta operación, procedí a recubrir la ferrita con una capa de film adhesivo del usado para pegar papeles, conocido genéricamente como: Cel-lo , Tesafilm , etc.

En mi caso, fue de color blanco, pero se puede usar transparente o de cualquier color.

Se trata de dejar una capa elástica sobre la ferrita, para poder devanar sin problemas las espiras del hilo de cobre esmaltado de 0,15 mm de diámetro, que es muy fino, y se maneja mal.

El comienzo y el final de la bobina, los fijé con un poquito de pegamento del tipo Cianoacrilato , -Loctite etc- , para evitar que se aflojasen las espiras o se deformasen.

Terminada la bobina, procedí a recubrirla con una fina capa del mismo pegamento instantáneo.

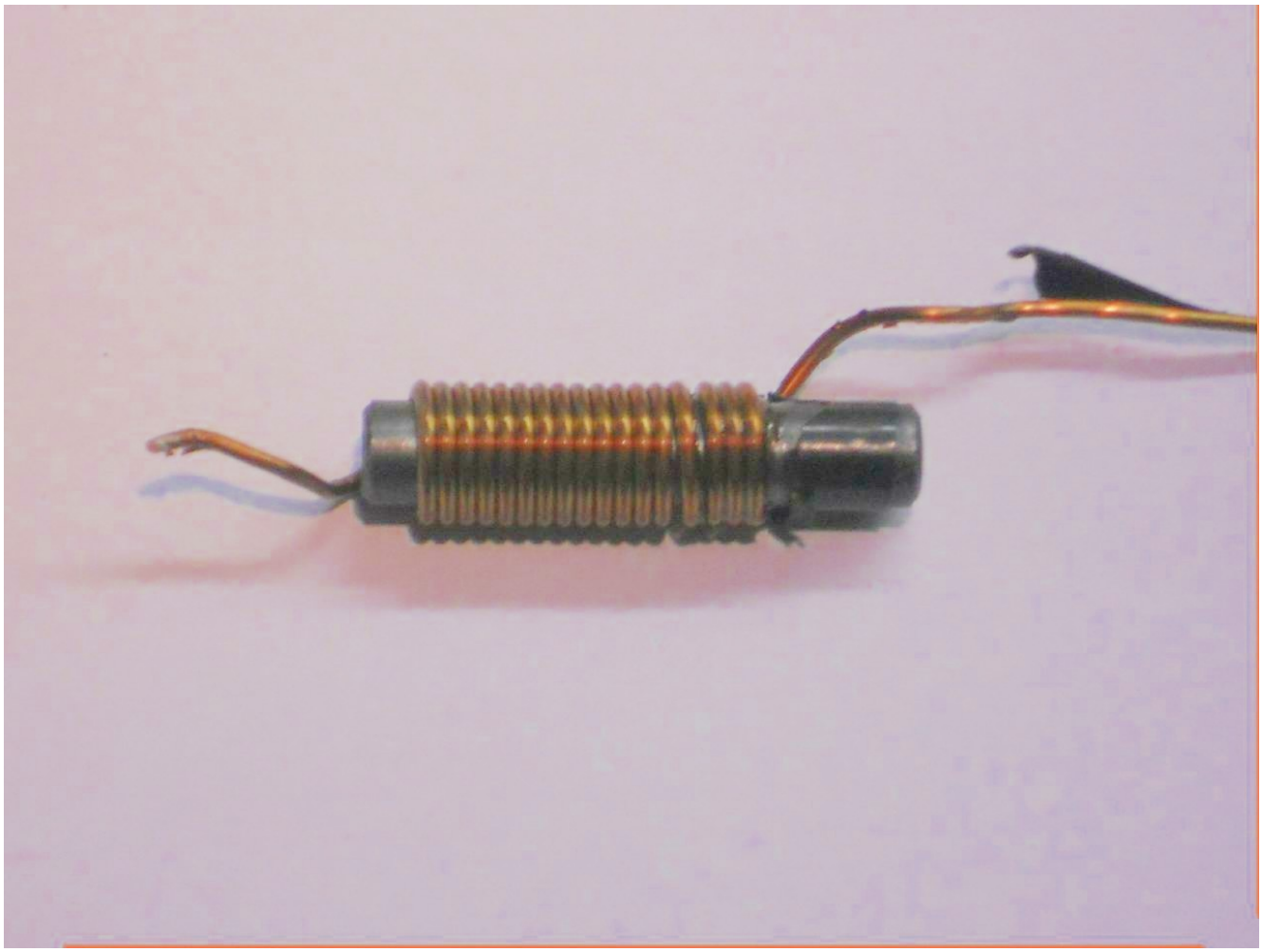

Fig 5 : Choque recuperado con ferrita de 6 mm de diámetro

Una vez hecha la bobina y seca, coloqué sobre ella, una resistencia de 10 mega ohmios 1/8 de watio, que únicamente sirve , para proporcionarles unos terminales , a los débiles hilos de la bobina.

Pegada según la figura 7 , esperé a que se secara, para seguidamente, raspar con un cúter pequeño, los hilos esmaltados, que son muy frágiles; una vez eliminado el esmalte, los enrollé sobre los terminales de la resistencia, lo más próximos a la misma, con los hilos no muy tensos, para evitar que se rompan al doblar los terminales de la resistencia, y los soldé.

Hay que fijarse bien en el sentido del devanado, que tendrá mucha importancia a la hora de conectar la bobina en la sonda, pues el devanado tiene que llevar el giro en el sentido de las agujas de un reloj, desde el extremo donde se conecta el diodo rectificador, hasta el final que va conectado a masa.

Si se invierte el orden, la sonda también funcionará, pero marcará la potencia incidente y la reflejada en sentido contrario, es decir al revés de la posición correcta.

Una vez soldada la resistencia, si se desea, se puede medir la inductancia resultante, que rondará los 114 microHenrios.

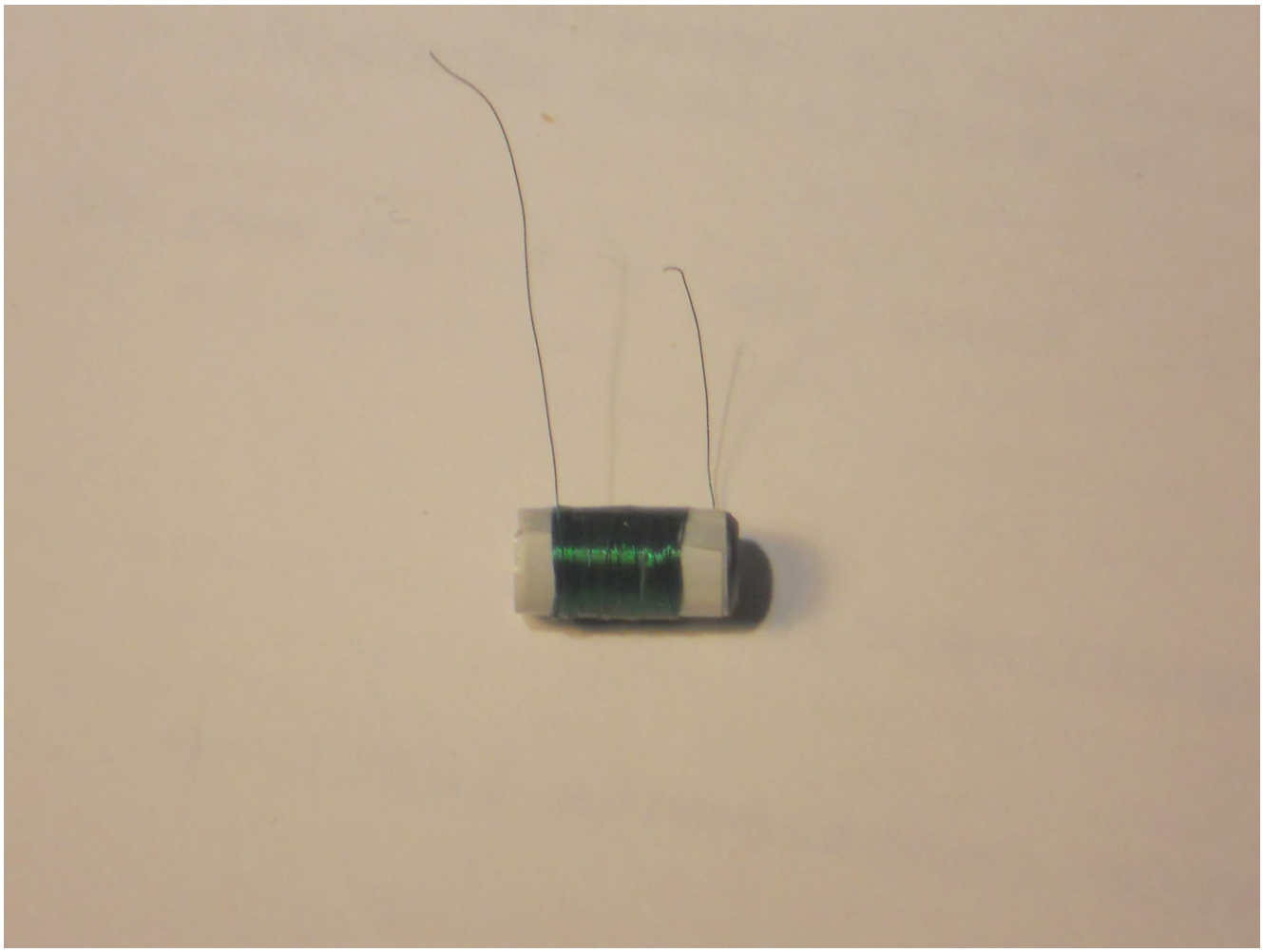

Fig 6 : Bobina de 70 espiras sobre ferrita de 6 mm.

Para terminar la bobina, quedan dos operaciones adicionales: Sobre el devanado y la resistencia, coloqué otra capa de film adhesivo, con la finalidad de recubrirlos bien, quedando el conjunto con una forma ovalada.

Luego, corté una tira de cinta de aluminio adhesiva, de 10 mm de ancha, y le di una vuelta al conjunto, tal como se muestra en la figura 8, quedando el comienzo y el final del aluminio por la parte inferior, que es por donde en su momento, será pegada a la base de la sonda.

Hay que tener cuidado, dada la fragilidad del hilo de la bobina, de no ejercer tracciones mecánicas ni doblar excesivamente los terminales, para evitar que se rompa el hilo, lo que daría al traste con la bobina, porque habría que deshacer todo el proceso y comenzar de nuevo.

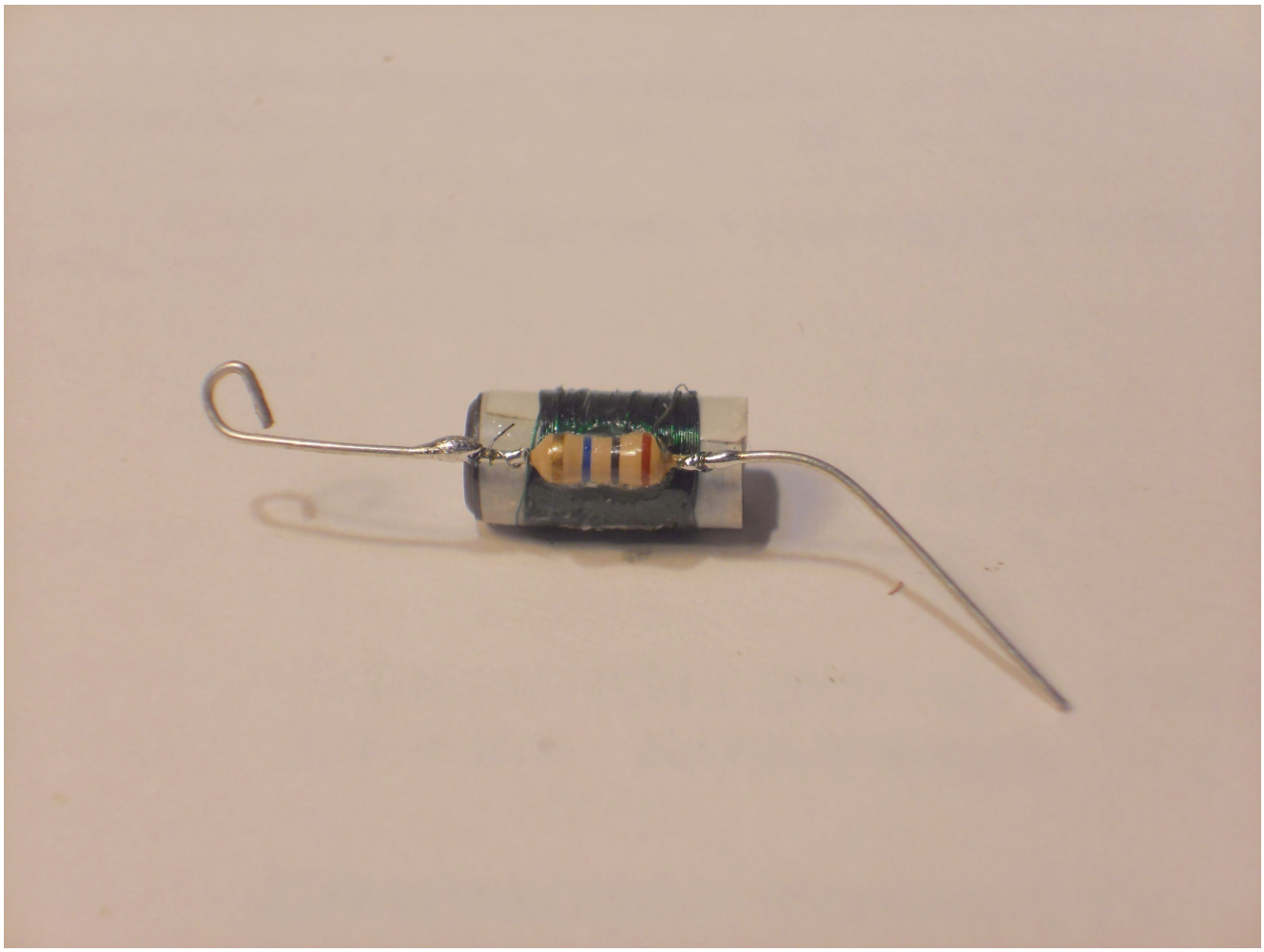

Fig 7 : Bobina con los extremos soldados a la resistencia de soporte.

El extremo de inicio del bobinado, estará marcado de alguna manera, para poder identificar la parte de la bobina que irá soldada al diodo; en este caso, le hice una marca, retorciendo el extremo del terminal de conexión, y dejando el que va a ir a masa estirado.

Finalizada la bobina, coloqué en paralelo, una resistencia de 68 ohmios 1/8 de watio, que va a ser la resistencia de carga del circuito captador de la sonda.

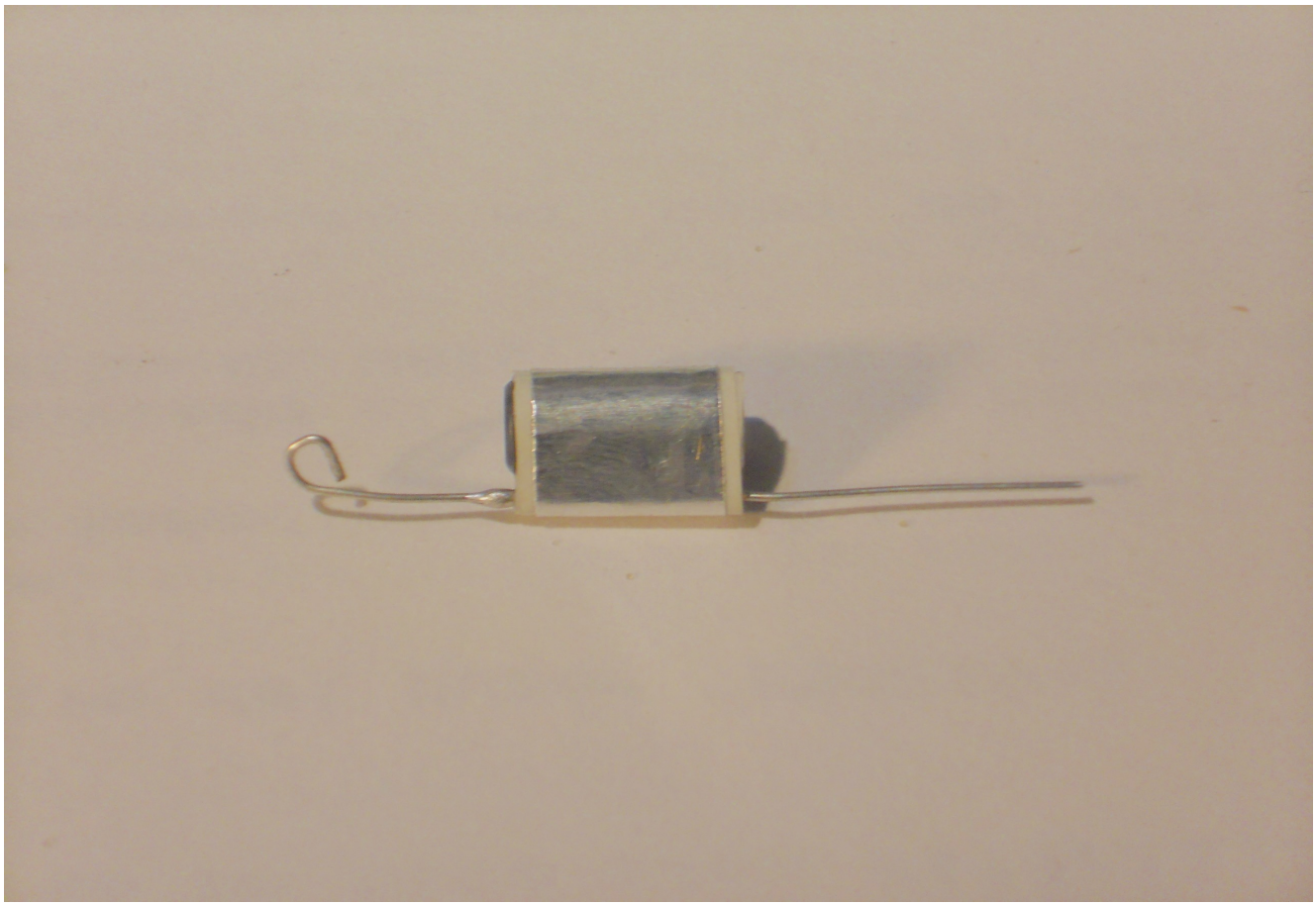

Fig 8 : Aspecto de la bobina terminada

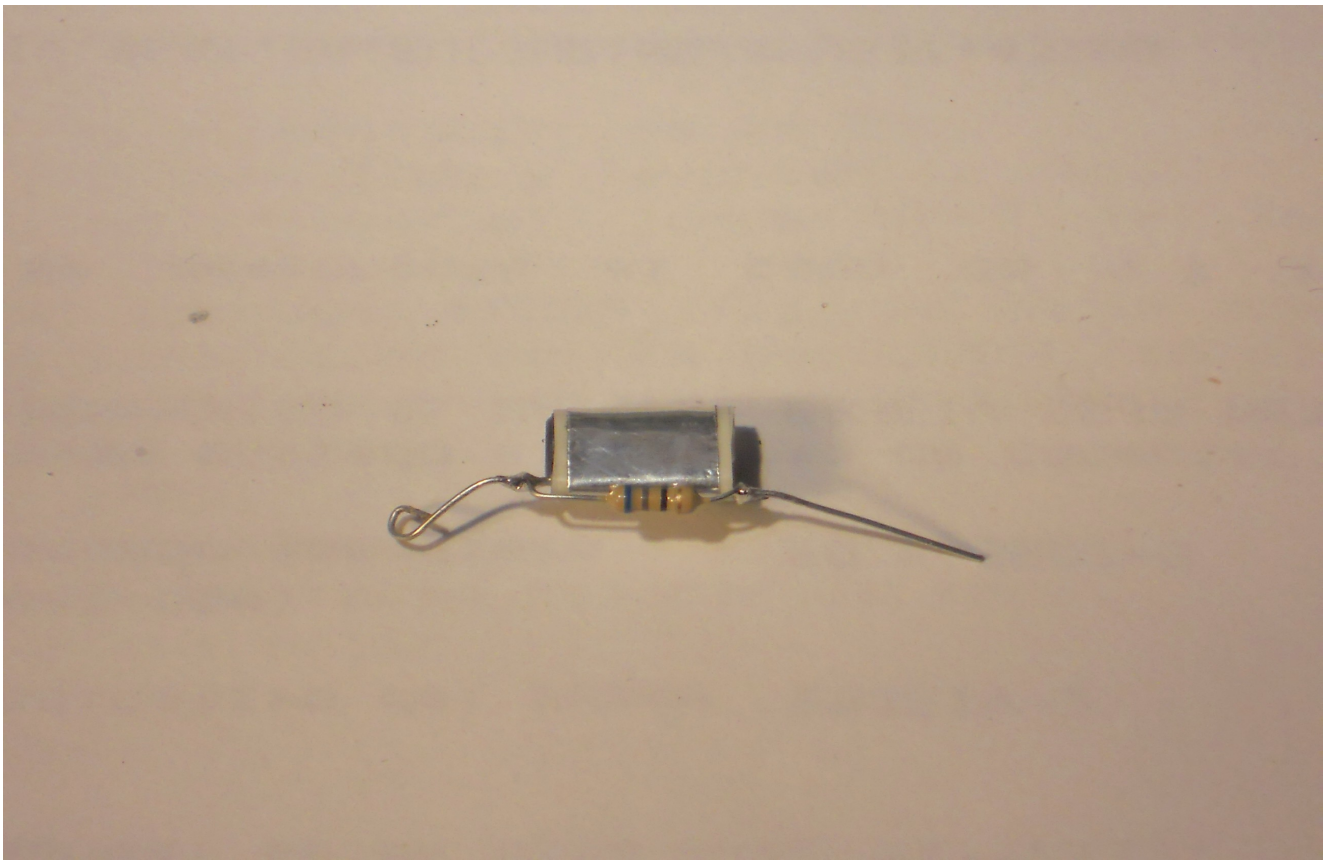

Fig 9 : Bobina y resistencia de carga de 68 ohmios

Montada una sonda de pruebas, me faltaba por determinar la longitud física que precisaba tener el condensador de captación del campo eléctrico, para que en unión del campo magnético captado por la inductancia , consiguiera en un sentido , medir la potencia incidente, y en el opuesto la reflejada, manteniendo los mismos valores, en frecuencias diferentes.

El resultado práctico fue una lámina de cobre de 0,5 mm de grueso, con un ancho de 7 mm, y longitud total de 26,2 mm, doblada de la forma que se muestra en la figura 10.

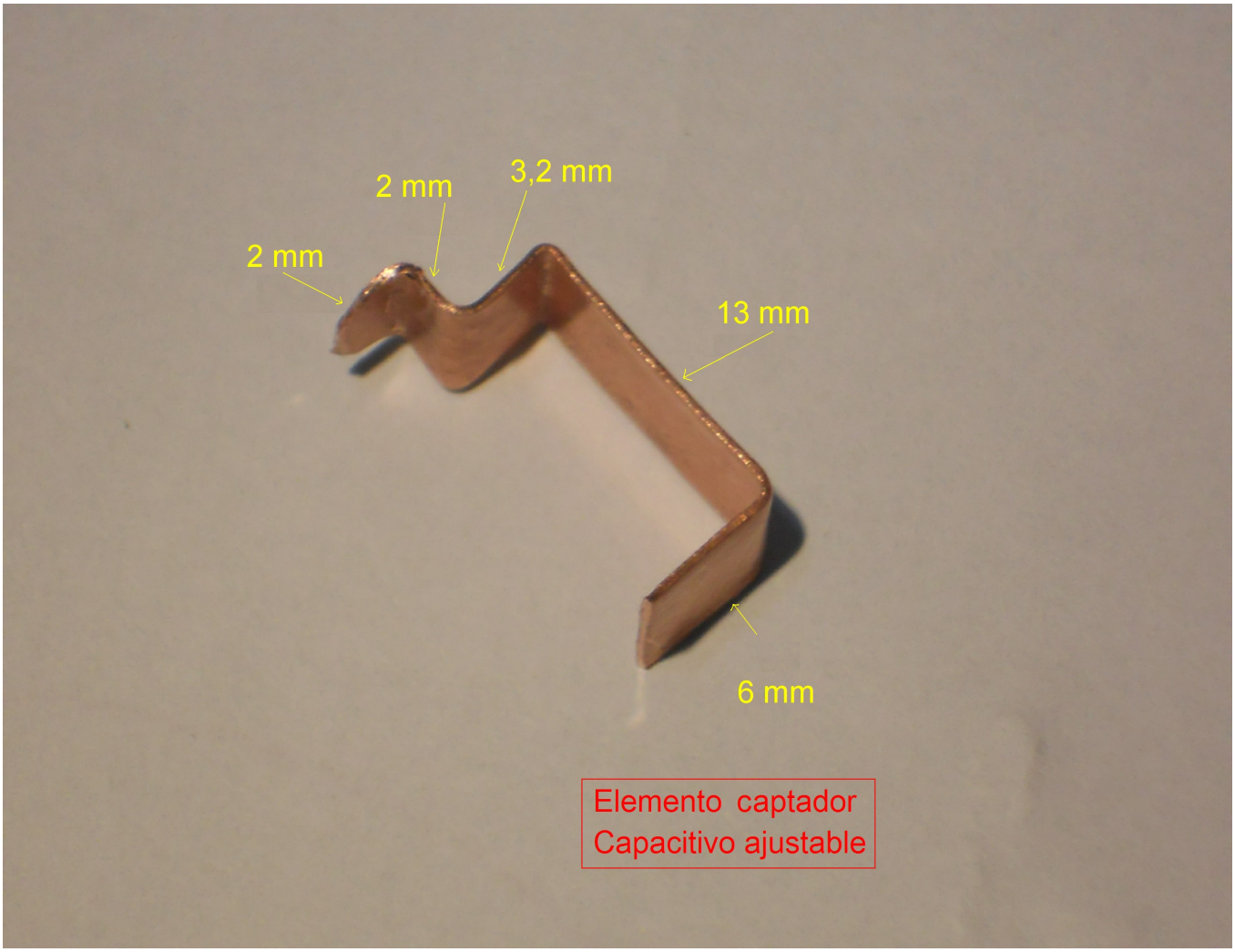

Fig 10 : Forma y medidas exteriores del captador capacitivo de 7 mm de ancho.

Los dobleces, se hacen con un pequeño alicate, dada la ductilidad del cobre; es recomendable antes de cortar la tira, proceder al pulido o limpieza con algún decapante, para retirar el posible óxido del cobre, y una vez doblado, recubrir el mismo con una solución de alcohol y resina, como si se tratase de una placa de circuito impreso, para evitar la oxidación, y facilitar la soldadura posterior.

Las medidas no son críticas, pues a la hora de ajustar hay que jugar con la separación de ésta lámina al conductor coaxial del medidor Bird; si sale algo larga, habrá que separarla más de la línea, y si sale algo corta, habrá que acercarla más, pero tiene bastante tolerancia, una vez que está ya montada en su sitio.

PREPARACION DE UNA SONDA VIEJA PARA SU RECICLADO:

La figura 12, muestra el despiece de una sonda Bird, en bastante mal estado; ahora paso a describir los pasos a seguir para poderla transformar en un elemento captador de 500 watios para HF.

Primeramente, en el tubo que se ve vertical en la foto, hay que desoldar el extremo superior, y tirar de él para extraerlo; quedará visible el diodo rectificador de germanio, que se encuentra en su interior, y que usaremos a posteriori.

Desoldar el otro extremo del diodo, que va a un condensador pasante, también llamado pasamuros o pasachasis; una vez quitado, comprobarlo con un téster y reservarlo.

Hay que eliminar ABSOLUTAMENTE TODO lo que esté en la parte superior de la sonda, menos el condensador pasante, incluyendo un cilindro que tiene dentro una resistencia, el lazo captador, sea de hilo, con cualquier otra forma, o algún devanado arrollado sobre soporte plástico, etc.

Solo y exclusivamente tiene que quedar el condensador pasante por la parte superior, y por la parte inferior, ese tubo vertical de la figura 12, en cuyo interior, donde antes había un diodo, ahora habrá que colocar una resistencia de 1.200 ohmios 1/8 de watio, con un terminal soldado al condensador pasante, y el otro al extremo del tubo, según se aprecia en el croquis de la figura 4.

Fig 11 : Parte superior de la sonda, con todo eliminado menos el condensador pasamuros

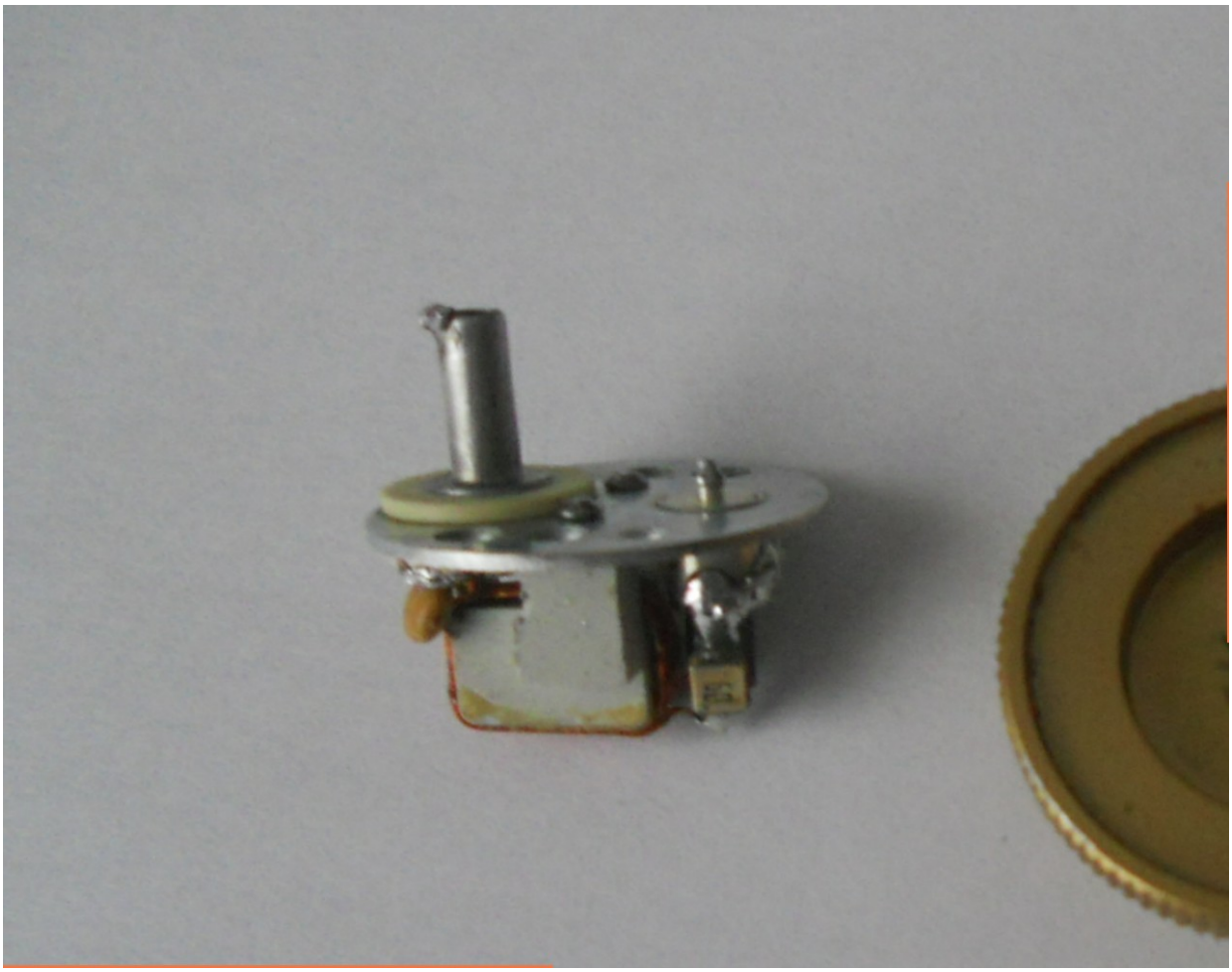

Fig 12 : Parte interna de una sonda Bird averiada y manipulada

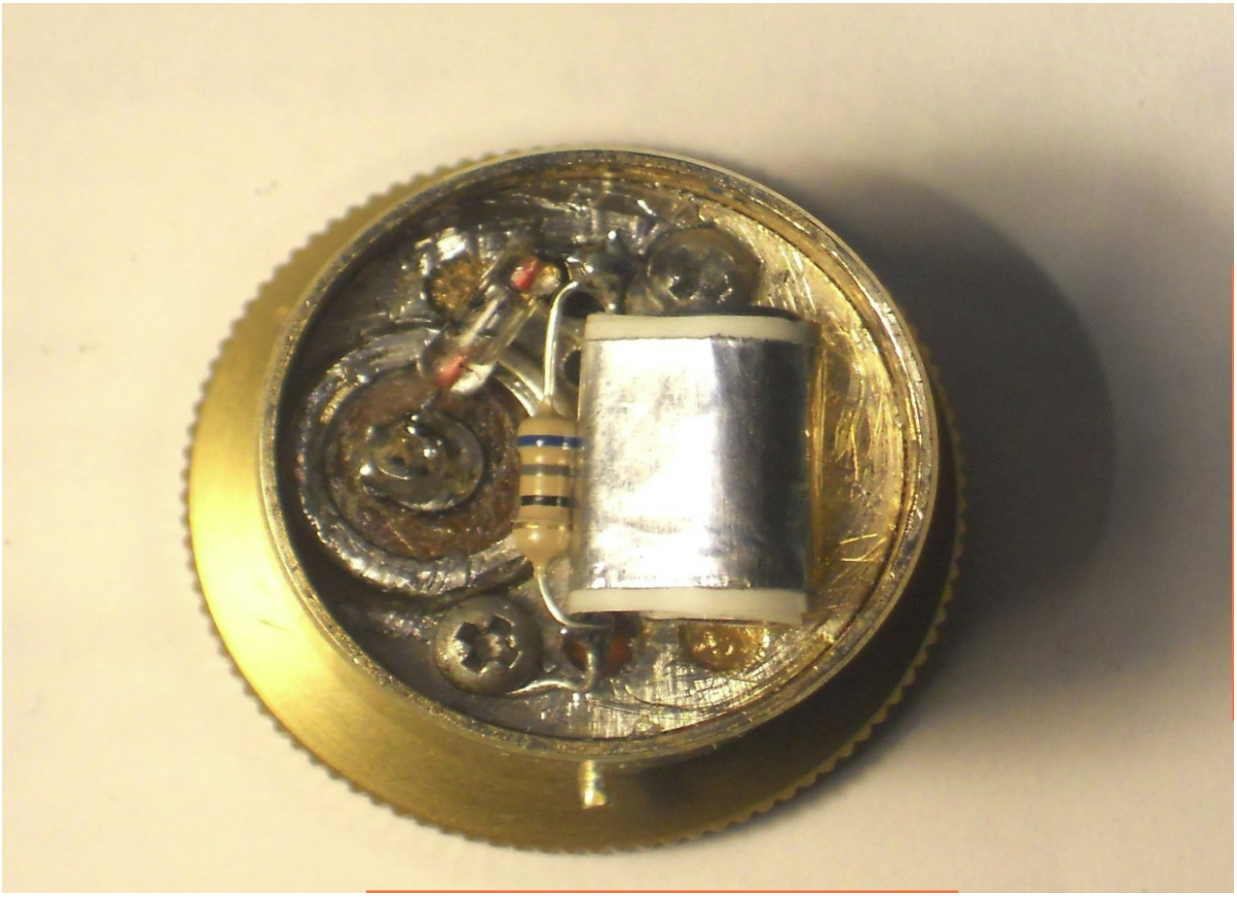

Fig 13 : Sonda experimental EA1KO , con bobina y diodo , sin el captador capacitivo

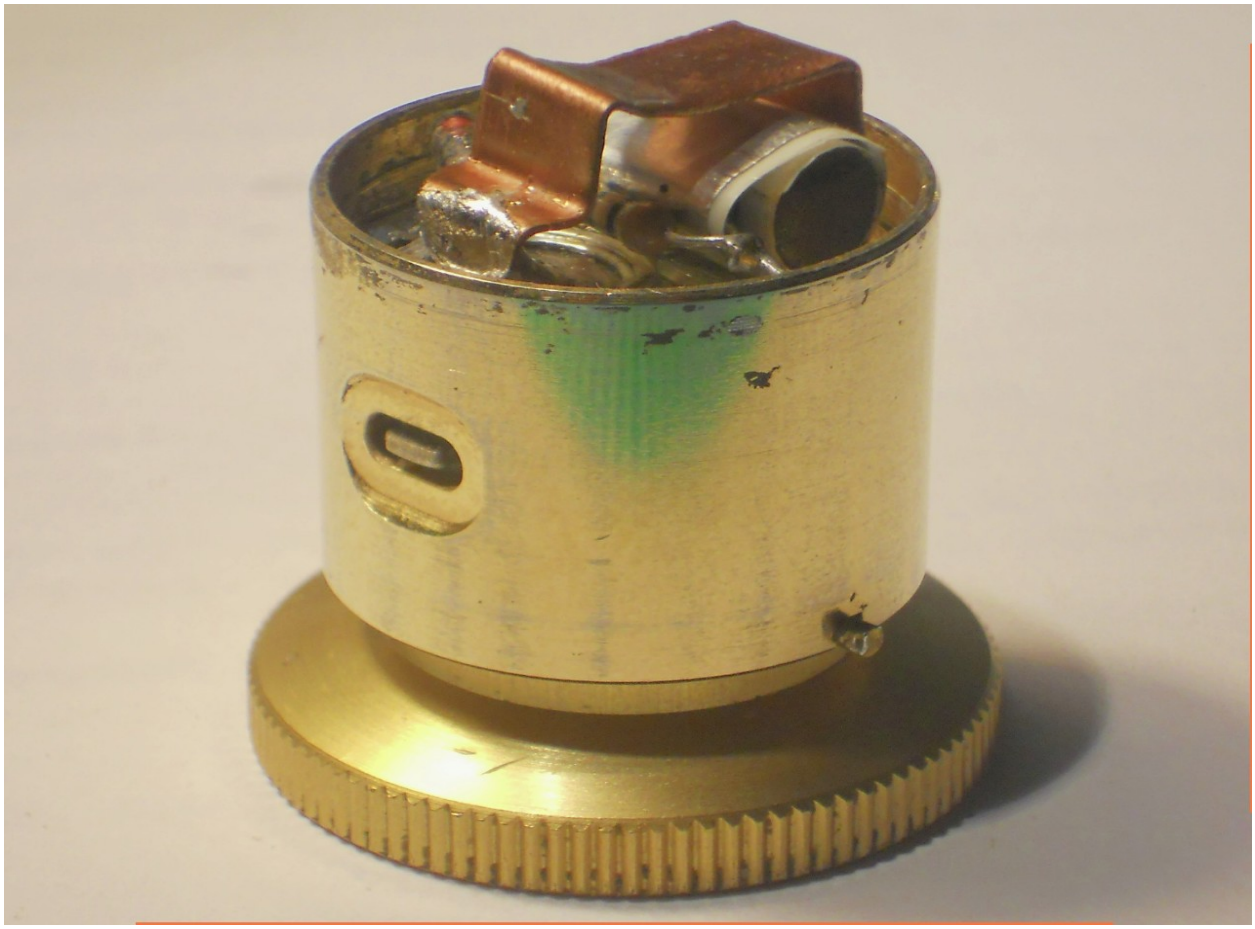

Fig 14 : Sonda terminada con el lazo de captación capacitivo colocado

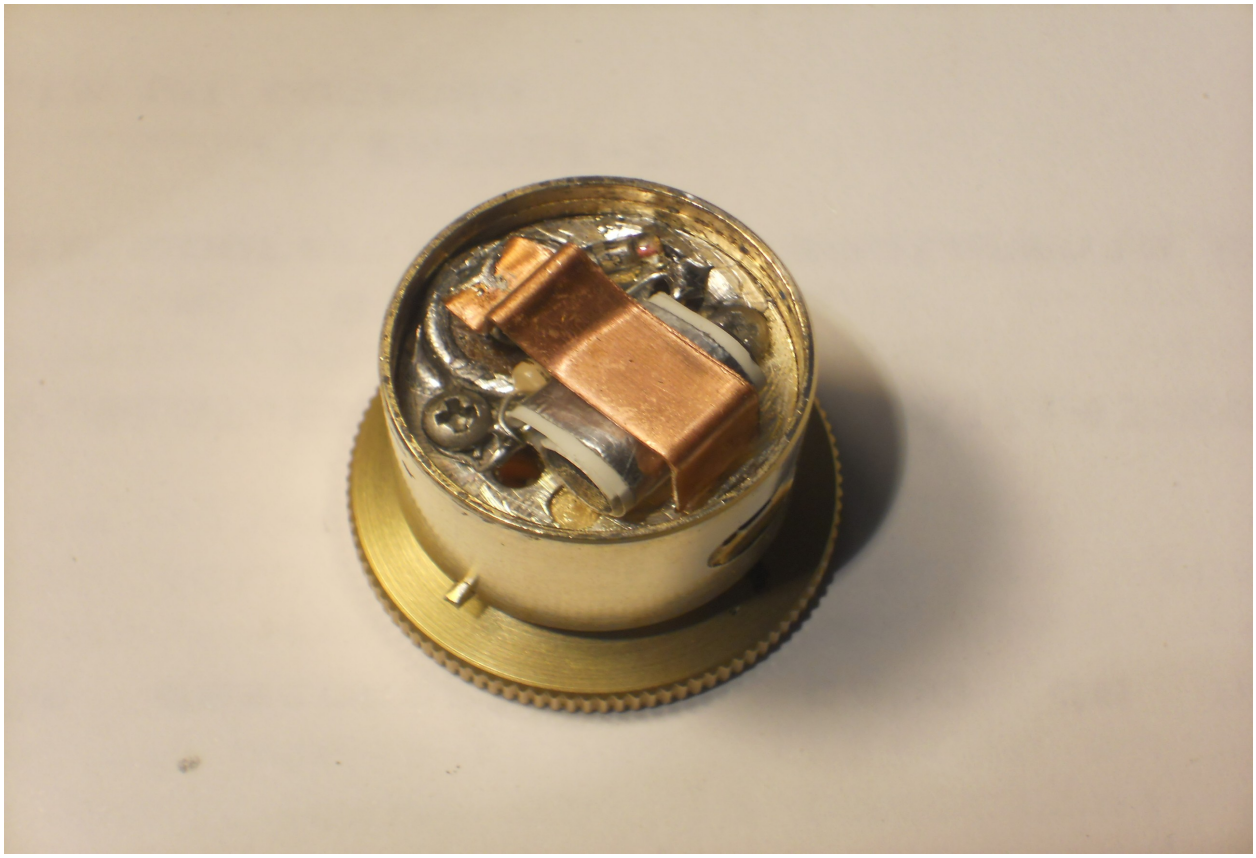

Fig 15 : Sonda terminada, vista desde otro ángulo

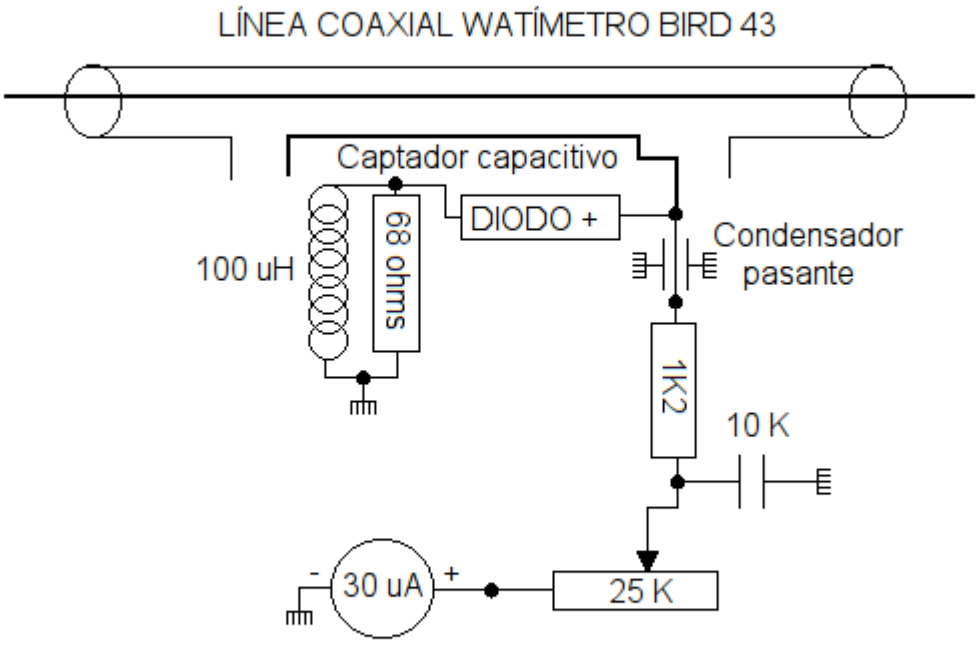

Fig 16 : Esquema de la sonda para HF de 500 watios EA1KO.

Aquí se muestra el esquema teórico de la sonda para HF de 500 watios, que permite hacer medidas entre los 2 y los 30 megaciclos.

Está integrado por: Un elemento inductivo, captador del campo magnético generado en la línea coaxial del watímetro, en este caso , una bobina de 100 uH, y por un condensador ajustable, de unos 12 pF, en forma de captador capacitivo, para obtener una muestra del campo eléctrico de la línea coaxial.

Una resistencia de carga de 68 ohmios, que a su vez, amortigua el elemento inductivo.

Un diodo de germanio, que rectifica esos dos valores citados, y en función de la relación existente entre ambos, se produce una tensión positiva que atraviesa un filtro RC, formado por un condensador pasamuros de 820 pF, una resistencia de 1.200 Ohmios, y un condensador de 10 Kpf.

La tensión resultante, pasa por una resistencia ajustable de 25 K, cuyo valor determinará la sensibilidad del instrumento de medida de 30 microamperios, y también el valor del desplazamiento angular de la aguja del instrumento, por lo que el punto de ajuste de este componente, es importante para lograr la exactitud en las medidas a lo largo de la escala del microamperímetro.

El valor de la resistencia ajustable para la correcta medición, se sitúa entre los 7 y los 9 K ohmios.

FUNCIONAMIENTO DE LA SONDA:

Cuando la sonda se encuentra insertada en dirección a la carga, con impedancia terminal resistiva de 50 ohmios, la corriente y la tensión circulante por la línea coaxial del watímetro, hacen que en el diodo aparezca una tensión proporcional a la suma de ambos campos, en función de la potencia aplicada, con uniformidad a lo largo del espectro a cubrir, en éste caso desde los 2 a los 30 Mhz.

Si se gira la sonda en sentido inverso, es decir hacia el generador, manteniendo la carga terminal de 50 ohmios, esos mismos valores detectados, quedarán en contrafase, anulándose y dando una lectura de cero en el medidor.

Si la impedancia de carga terminal varía de 50 ohmios, se irá produciendo un desequilibrio entre corriente y tensión, que irá registrando el medidor, interpretándose como potencia reflejada.

Estableciendo la relación entre la potencia directa o incidente, y la potencia reflejada, se puede saber con exactitud el valor de la ROE de un sistema conectado a la salida del watímetro, o si los valores se convierten a decibelios, es posible conocer las pérdidas de retorno existentes en la medición.

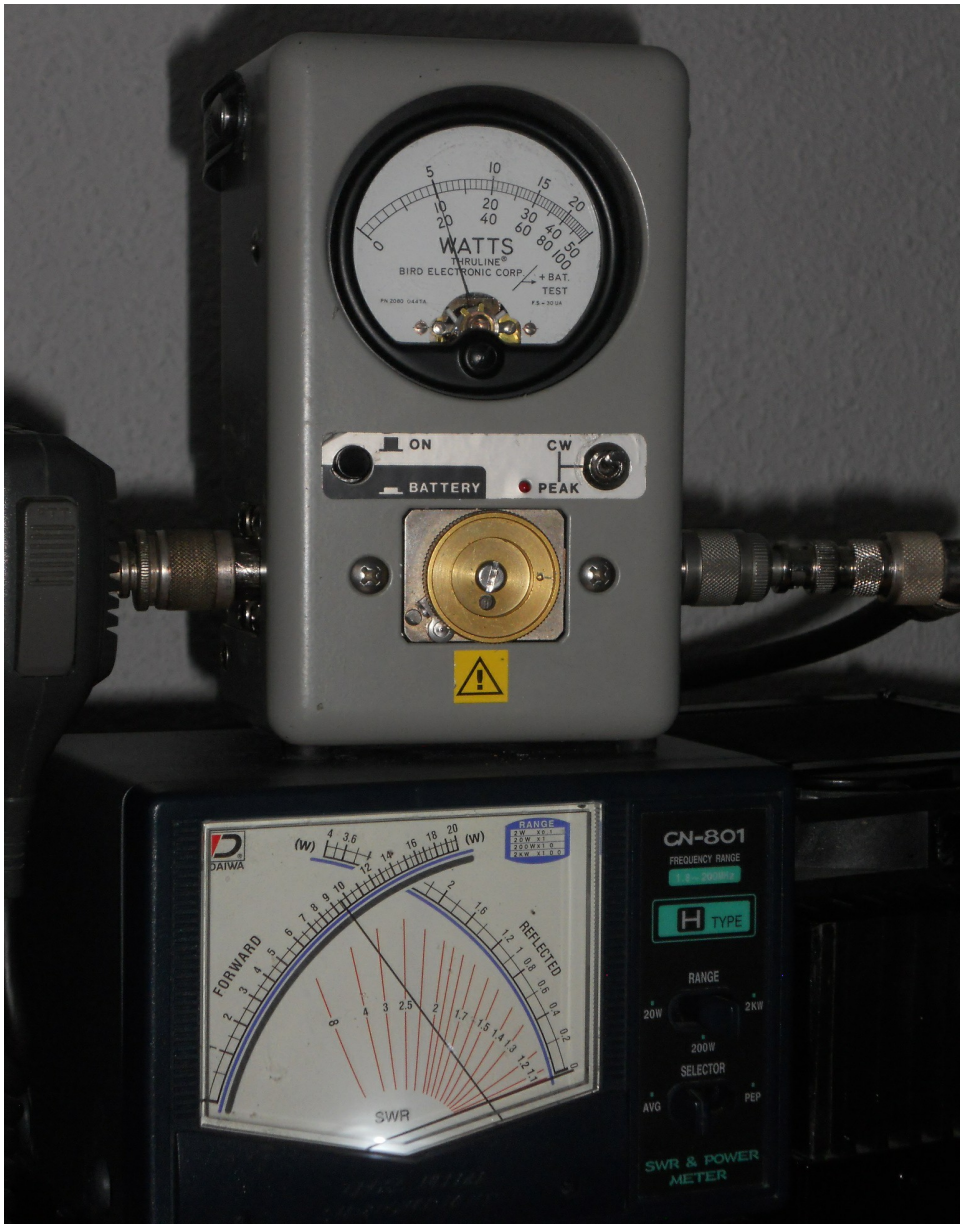

Fig 17 : Comprobación de las medidas de la sonda con otro watímetro

AJUSTE DE LA SONDA:

La bobina captadora, va pegada directamente sobre la chapa que forma la sonda, con cianoacrilato, y tiene que quedar dispuesta de forma transversal con respecto a la línea coaxial del watímetro.

Al fijarla, dejar espacio entre la bobina y la pared de la sonda, para permitir la introducción del capuchón de teflón protector del conjunto, que retiramos al desmontarla.

De la bobina, sale el diodo que previamente habíamos guardado , con su positivo (cátodo), soldado al condensador pasamuros; en este punto también va soldada la lámina del captador capacitivo, y por debajo la resistencia de 1K2.

El captador capacitivo, en un principio, permanecerá paralelo a la bobina, por encima a unos 1,5 mm; podrá ser curvado a voluntad, para disminuir o aumentar el acoplo con la línea en caso necesario.

Conectar un watímetro de referencia, y a continuación en serie un watímetro Bird, terminado con una carga artificial de 50 ohmios con wataje adecuado, para proceder al ajuste de la nueva sonda.

Insertar la sonda bajo prueba en el watímetro Bird, habiendo ajustado previamente el valor de la resistencia variable interna a unos 7.500 ohmios; colocarla en dirección hacia la carga, para medir potencia incidente en la escala de 500 watios.

Aplicar una potencia de 100 watios en la banda de 14 o 15 megaciclos, y observar el valor de la potencia indicada en el Bird, que puede ser mayor o menor de los 100 watios; ahora eso no tiene importancia, pues se trata de comprobar que la aguja se mueve en sentido ascendente.

Comprobada la deflexión de la aguja de medida, girar la sonda en sentido inverso, es decir hacia el generador, para medir potencia reflejada, y comprobar que marca cero, o un valor muy bajo.

Si el valor es cero, únicamente habrá que retocar el valor de la resistencia ajustable interna de la sonda, para que en potencia incidente marque lo mismo que el watímetro de referencia.

Si el valor es mayor de cero en potencia reflejada, habrá que aproximar , separar o curvar la chapita de cobre que forma el captador capacitivo, con respecto a la línea coaxial, hasta conseguir que la medida sea cero.

Logrado este valor, como en el caso anterior, bastará con retocar el ajuste interno de la sonda, para que en potencia incidente marque lo mismo que el watímetro de referencia, y en potencia reflejada siga marcando cero.

Posteriormente, se comprobará la linealidad de potencia en otras frecuencias, para ver que coincidan las medidas del watímetro de referencia, y las indicadas por el Bird.

Cuando los valores sean correctos, introducir el capuchón blanco de teflón sobre la sonda, para dejarla cerrada; al colocarlo, se modifica la constante dieléctrica entre los captadores y la línea coaxial, por lo que habrá que retocar nuevamente la resistencia ajustable de la sonda, para volver a obtener la marcación de potencia correcta en el watimetro bird, con respecto al otro watímetro de referencia.

He probado esta sonda desde 1,8 Mhz, donde mide con un ligerísimo error , hasta los 30 Mhz, con excelentes resultados, en todas las mediciones a partir de los 2 Mhz.

Para estos ajustes, he empleado un transceptor de comunicaciones, marca Kenwood TS-450S, cuya potencia de salida, es de 100 watios eficaces en la modalidad CW.

DETALLES CONSTRUCTIVOS ADICIONALES:

Para la conexión a masa de la bobina captadora, se empleará su rabillo correspondiente, que irá retorcido y fijado a uno de los tornillos con cabeza de estrella, que se encuentra en las inmediaciones , en la base de la sonda, y que sirve para fijarla al cuerpo de bronce, como se ve en la figura 13.

El condensador de 10 Kpf, se suelda en el punto de unión del cilindro que contiene la resistencia de 1K2 y la resistencia ajustable; para darle masa, se emplea un pequeño tornillo, aprovechando el orificio roscado existente a la izquierda de otro orificio pasante de mayor tamaño; ambos son visibles en la figura 16.

Si por alguna circunstancia, se rompe el diodo al extraerlo, o si está deteriorado, puede ser sustituido sin ningún problema por un diodo de germanio tipo OA-90 o también por el OA-95, pues en los margenes de frecuencias que vamos a medir, las características del diodo no son tan críticas como cuando la sonda es empleada en frecuencias elevadas.

Mediante un orificio en el frontal de la sonda, es posible acceder a la resistencia ajustable, para el calibrado de la medida de potencia; hay que tener cuidado con no ejercer demasiada presión, para evitar su rotura, pues los rabillos que tiene, son bastante endebles.

La cinta adhesiva de aluminio, que lleva la bobina, puede ser reemplazada, por una tira de igual anchura , de papel de aluminio de cocina , pegada con cianoacrilato.

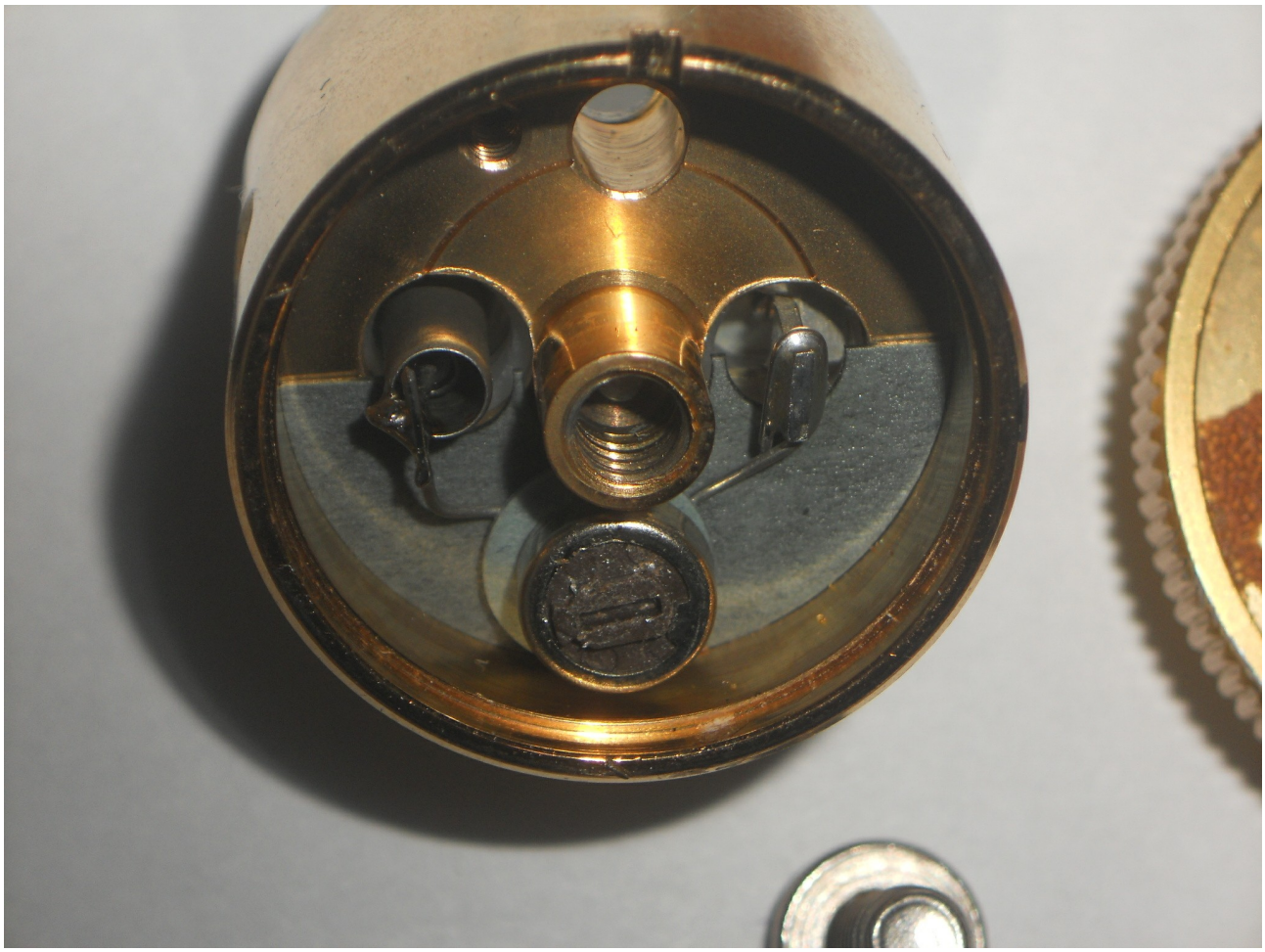

Fig 18 : Resistencia ajustable en el frontal de la sonda y los orificios descritos en el texto

AMPLIACIÓN DE LOS MÁRGENES DE POTENCIA MEDIBLES:

En la revista Norteamericana para radioaficionados QST , correspondiente al mes de Septiembre del año 2006, aparece un artículo donde se propone una ampliación del rango de potencia a un watímetro Bird 4314 B , con la inclusión de un conmutador de tres posiciones, que según su situación, permite leer la potencia con valor unitario, o establecer factores de multiplicación de x 2 y x 5, pudiendo así medir con una única sonda de 500 watios, en las escalas de 500 , 1000 y 2500 watios.

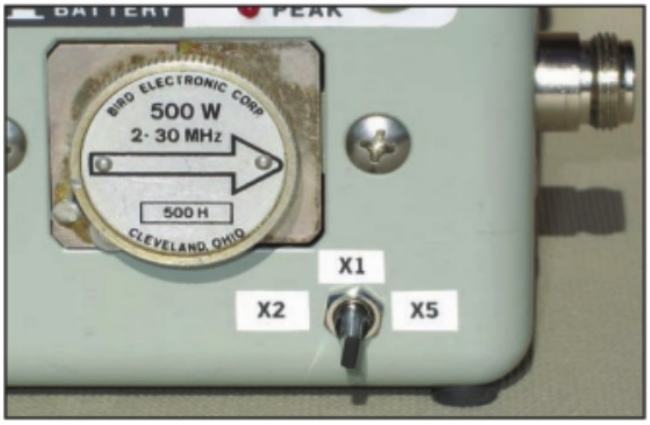

Figure 1 — Close-up of the new front panel range switch.

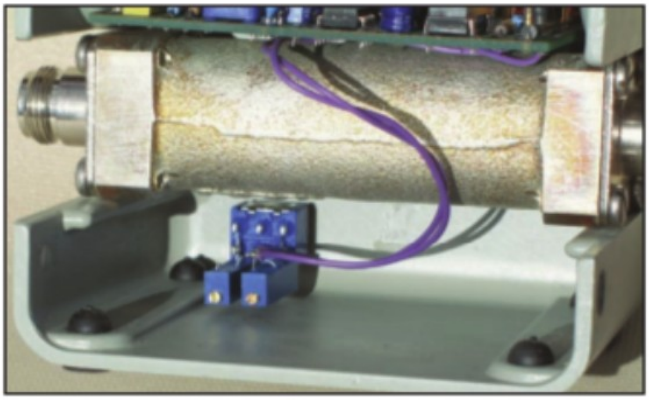

Figure 2 — Rear view of the range switch showing the Trimpot mounting arrangement.

QST September 2006 49

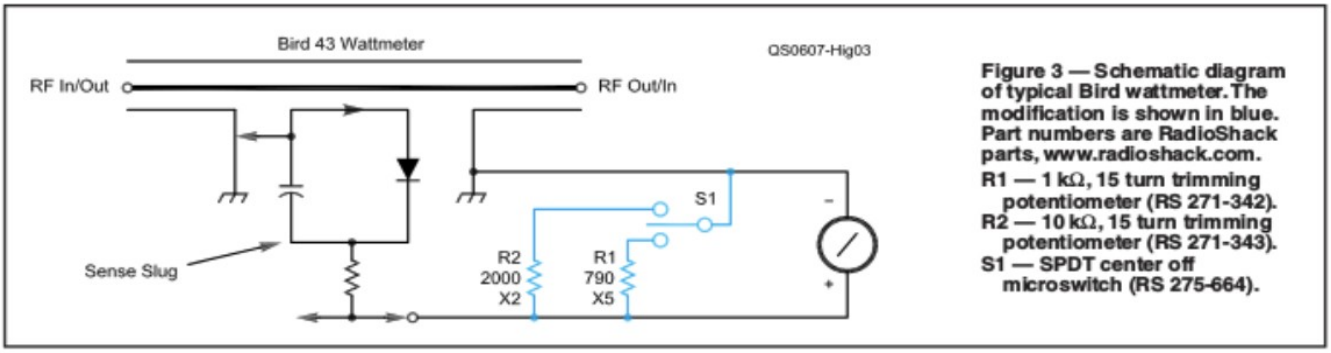

Figure 3 — Schematic diagram of typical Bird wattmeter. The modification is shown in blue. Part numbers are RadioShack parts, www.radioshack.com.
R1 — 1 kΩ, 15 turn trimming potentiometer (RS 271-342).
R2 — 10 kΩ, 15 turn trimming potentiometer (RS 271-343).
S1 — SPDT center off microswitch (RS 275-664).

Fig 19 : Extracto del artículo publicado en QST, para reformar un watímetro Bird.

Unas resistencias ajustables multivuelta conmutables, dispuestas en paralelo con el instrumento de medida, son las que se encargan de ampliar el margen de potencias disponible.
Le he hecho esta reforma a mi watímetro 4314 B, y funciona perfectamente en las tres escalas.

Para obtener más precisión en las medidas, se puede establecer, una curva de corrección en función de la frecuencia, pero a efectos prácticos, no merece la pena, porque la linealidad de la respuesta a lo largo del margen de 2 a 30 Mhz, es excelente.

Este artículo, está dedicado a mi nieta Araceli, que hoy cumple años.

Cualquier comentario o sugerencia será bien recibido en: ea1ko@hotmail.com

Ponferrada - León - España : 2 de Diciembre de 2.015