

Nº34: VATIMETRO DIRECCIONAL HF

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 25-11-05.
Sant Cugat del Vallés (Barcelona) ea3eis@hotmail.com

INTRODUCCION

Para complementar los transeptores que tengo en mi QTH, era necesario el disponer de un vatímetro direccional versátil, que me permitiera controlar de manera constante, las potencias directa y reflejada sobre la línea de salida hacia la antena, ello tanto en el viejo transeptor FT277 como también, en los dos transeptores experimentales HF QRP más contemporáneos, ambos de construcción propia los cuales, también forman parte activa de la estación de radio.

CARACTERISTICAS

Las características más importantes de este vatímetro direccional HF, son las siguientes:

Rangos de Potencia	: 25 y 250 Watts.
Rangos de SWR	: 4:1 máximo
Margen de frecuencia	: de 1,8 a 30 MHz.
Impedancia de la línea	: 50 Ohms.
Factor de acoplamiento	: 31 dB.
Error Potencia directa	: +/- 10 %.
Error SWR	: +/- 10 %.
Lectura mínima SWR	: 1,1:1.
Presentación Potencia	: analógica.
Presentación SWR	: analógica.
Dimensiones y peso	: 110x100x65 m/m y 0,6 Kg.

DESCRIPCION

El vatímetro direccional HF que hoy se presenta, es sumamente sencillo en lo que respecta, al diseño, circuito y montaje. El sensor de muestreo o acoplador direccional, que es la parte más importante de todo vatímetro, esta fundamentado en un diseño de David Stockton, solución que ha merecido, la aceptación de muchos radioaficionados por su simplicidad y prestaciones, como así se ha puesto de manifiesto, en algunas de las publicaciones afines del mundo de la radio.

Acoplador direccional: Este acoplador direccional, está formado básicamente por dos transformadores toroidales T1 y T2, conectados en tandem o en serie y acoplados inductivamente, como transformadores de intensidad y de tensión de manera independiente, sobre unas cortas secciones de cable coaxial de una impedancia igual a la línea de transmisión. Todo este conjunto, queda insertado en la propia línea de transmisión que va desde la fuente de potencia o transmisor, hasta la carga o antena. En definitiva se trata de un circuito simétrico, donde el lado izquierdo responderá a la potencia directa y el lado derecho, lo hará con la potencia reflejada. El utilizar las dos pequeñas secciones de línea coaxial de 50 Ohms, es por dos motivos: la de mantener una continuidad en la impedancia característica de la línea de transmisión y la de evitar el acoplamiento por capacidad parásita lo cual, modificaría la simetría del acoplador direccional y en consecuencia, se podrían alterar las lecturas de la potencia directa y reflejada. Añadir que en la línea de transmisión y en potencia directa, tanto la tensión como la corriente, están en fase; en la potencia reflejada, estas mismas componentes de tensión y corriente, están desfasadas 180° y esta última

circunstancia, se da en mayor medida, cuando el valor de la impedancia de carga, no se corresponde con la impedancia característica de la línea de transmisión y por consiguiente, cuanto más difieran estos valores de impedancia, más alto será el valor de la potencia reflejada o SWR. Esto equivale a decir, que en nuestro acoplador direccional y en la salida POWER lado izquierdo, las componentes vectoriales de las corrientes directas de ambos transformadores: T1 y T2, se suman y las componentes de las corrientes reflejadas se cancelan; en la salida SWR lado derecho, ocurre lo contrario, las componentes vectoriales de las corrientes directas se cancelan y las componentes de las corrientes reflejadas se suman; indicar que esta aclaración gráfica, es solo demostrativa. Destacan de este acoplador direccional, la respuesta plana dentro del margen de frecuencia indicado, el factor de acoplamiento que dependerá del número de espiras sobre el devanado toroidal, en nuestro caso es de 31 dB y la ausencia de ajustes. Dada la importancia del acoplador direccional como elemento sensor de muestreo en todo vatímetro, se ha querido hacer cierto énfasis, sobre su principio de funcionamiento. Para esquema eléctrico, detalles y funcionamiento, ver la Figura N° 1.

Detector: Para poder evaluar estos dos parámetros de RF: POWER y SWR, es necesario el proceder a su detección o rectificación con el fin de convertir dichas señales, en corrientes continuas variables y para ello, se utilizan dos diodos de germánico D1 y D2 (1N34) apareados, o sea con una resistencia dinámica directa muy similar; a la salida de estos dos elementos detectores y para el filtrado o aplanamiento de la RF, hay condensadores de 10 nF, 100 nF y choques de RF de 1 mH, dispuestos en Pi actuando como filtros LPF. Las resistencias de 47 Ohms antes de la detección, hacen que la respuesta en frecuencia del acoplador direccional, sea de carácter plana. Es evidente que este sistema de detección, no es perfecto ante las señales de poca amplitud en RF, pues la falta de linealidad de la curva característica y la tensión de umbral en conducción directa (0,4V), que presentan siempre los diodos detectores de germánico, se traducen en una falta de precisión ante las pequeñas señales de SWR; esta limitación, se da en muchos vatímetros direccionales para radioaficionados. De todas formas, quiero insistir que a pesar de estos inconvenientes, no deja de ser una buena solución de compromiso, el utilizar este tipo de diodos considerando, las prestaciones y el costo económico que pueden representar. Ver esquema eléctrico en la Figura N° 1.

Rangos de potencia y presentación de las lecturas: Los dos rangos de potencia directa de 25 y 250 Watts, quedan establecidos mediante un selector rotativo POWER, que selecciona dos resistencias variables o potenciómetros ajustables de 22 K los cuales, quedan en serie con el instrumento de c/m, dichos potenciómetros interiores, se ajustan para cada rango de potencia a fondo de escala del instrumento; hay una tercera posición de este selector POWER, que corresponde a SWR SET la cual, permite el ajuste de manera previa accionando manualmente el potenciómetro exterior de 2 x 22 K denominado SWR SET, este mando se posicionará, hasta que la lectura de la potencia directa llegue a fondo de escala lo cual, ha de permitir establecer el nivel de potencia reflejada o SWR en la escala respectiva al situar posteriormente, el conmutador POW – SWR en la posición SWR y el selector POWER en el rango de potencia correspondiente; este ajuste de carácter preliminar, es imprescindible en este tipo de vatímetros que no obstante, se han hecho muy populares. Es evidente que tenemos de manera permanente, los dos parámetros de potencia a la salida de ambos detectores pero, solo disponemos de un instrumento de c/m como presentador de las lecturas y esta es la razón de tener que utilizar un conmutador de dos posiciones POW – SWR; hay muchos vatímetros que por comodidad, disponen de dos instrumentos de c/m con distintas escalas para presentar de manera simultánea, las dos lecturas de potencia directa y SWR, hay que decir que esta solución, encarece y aumenta el tamaño del vatímetro. Ver Figura N° 1.

La presentación de las lecturas por instrumento de c/m, es muy normal en este tipo de vatímetros, el único inconveniente y en nuestro caso, son las escalas: de 25 y 250 Watts para la potencia directa y la SWR en dos escalas que se corresponden; para su confección que resulta un tanto laboriosa, por tratarse de escalas de carácter logarítmico, tuve que inspirarme en las escalas que utiliza el acoplador FC-902 que son bastante fiables. Partí de un dibujo hecho a escala 2:1 y luego hice una reducción en laser a la mitad para que se adaptara a las medidas de un instrumento

de c/m de 50 uA de la marca Demestres modelo 670, recortándola y pegada sobre la escala de origen, quedó bastante presentable. Ver el detalle de todas las escalas de medición y también, una tabla de rendimiento orientativo de la antena con respecto a la SWR, en la Figura N° 2.

CONSTRUCCION

La construcción de este vatímetro direccional HF, no debe de presentar ningún problema, la única parte que requiere de un cierto cuidado es el acoplador direccional el cual, esta ubicado en una caja de doble compartimento paralelo, está hecha con plancha de cobre, también se podría utilizar plancha de zinc. Esta caja de doble compartimento y tapadera practicable, tiene unas medidas de longitud, que se corresponden con la caja exterior o envoltorio de aluminio que es de mercado, ambas cajas comportan un mecanizado de agujeros para los conectores base PL y pasa muros para las conexiones internas. Los dos transformadores T1 y T2, están confeccionados con núcleos FT50-61 (u125), con 31 espiras de hilo esmaltado diámetro 0,4 m/m y estos dos transformadores toroidales, son pasados por cada una de las dos pequeñas secciones de línea coaxial RG58 de 50 Ohms las cuales, ejercen de devanados de acoplamiento de una sola espira con su correspondiente blindaje electrostático o malla que va conectado a masa; el devanado de una espira cable interior del coaxial de T1, se soldará sobre los respectivos conectores PL, que quedan situados frente a frente en el compartimento superior y el otro devanado de una espira cable interior del coaxial de T2, se soldará sobre dos terminales aislados y opuestos también situados estos, en el compartimento inferior. Los componentes de detección, filtrado e interconexión interior y de salida, se situarán siguiendo la disposición del esquema eléctrico de la Figura N° 1. Es conveniente conseguir, la máxima estanquedad en estos compartimentos, para evitar la interacción entre ambos transformadores T1 y T2, también se recomienda, cementar los devanados toroidales con metacrilato líquido con el fin, de inmovilizar los dos transformadores. Para detalles constructivos y acabado del interior i exterior, ver Figuras N° 3 y N° 4.

COMENTARIOS FINALES

Como se ha dicho al principio, este vatímetro no requiere de ajustes complejos salvo, el retoque de los dos potenciómetros internos de lectura de 25 y 250 Watts en potencia directa a final de escala, los cuales se ajustan con una fuente de potencia conocida. La correspondencia con las escalas de SWR para 25 y 250 W se cumple de manera correcta, al hacer la comparación con otro vatímetro, en las condiciones adecuadas de desequilibrio de la carga para hacer la medición.

Una vez concluido el montaje y vista la operatividad de este vatímetro direccional HF, he de manifestar mi satisfacción por las prestaciones de un instrumento tan sencillo. Aun pensando que en el mercado de la radio, que se pueden adquirir aparatos similares a buen precio, no es una mala idea el emprender semejante experiencia por uno mismo.

No quiero terminar este reportaje, sin hacer referencia y mostrar mi reconocimiento a algunas de las publicaciones que han contribuido en buena medida, el poder llevar a término este proyecto. Saludos de Joan, EA3-EIS.

BIBLIOGRAFIA

- Boletín QU-R-PE, N° 9, Diciembre 1995, Vatímetro de Stockton.*
- Manual de Comunicaciones por Radio, R. Harold Kinley, Cap 3.*
- The ARRL Andbook 1998, Cap 22-41, Directional Coupler.*
- The ARRL Antenna Book 1998, Cap 27-17, Directional Coupler.*

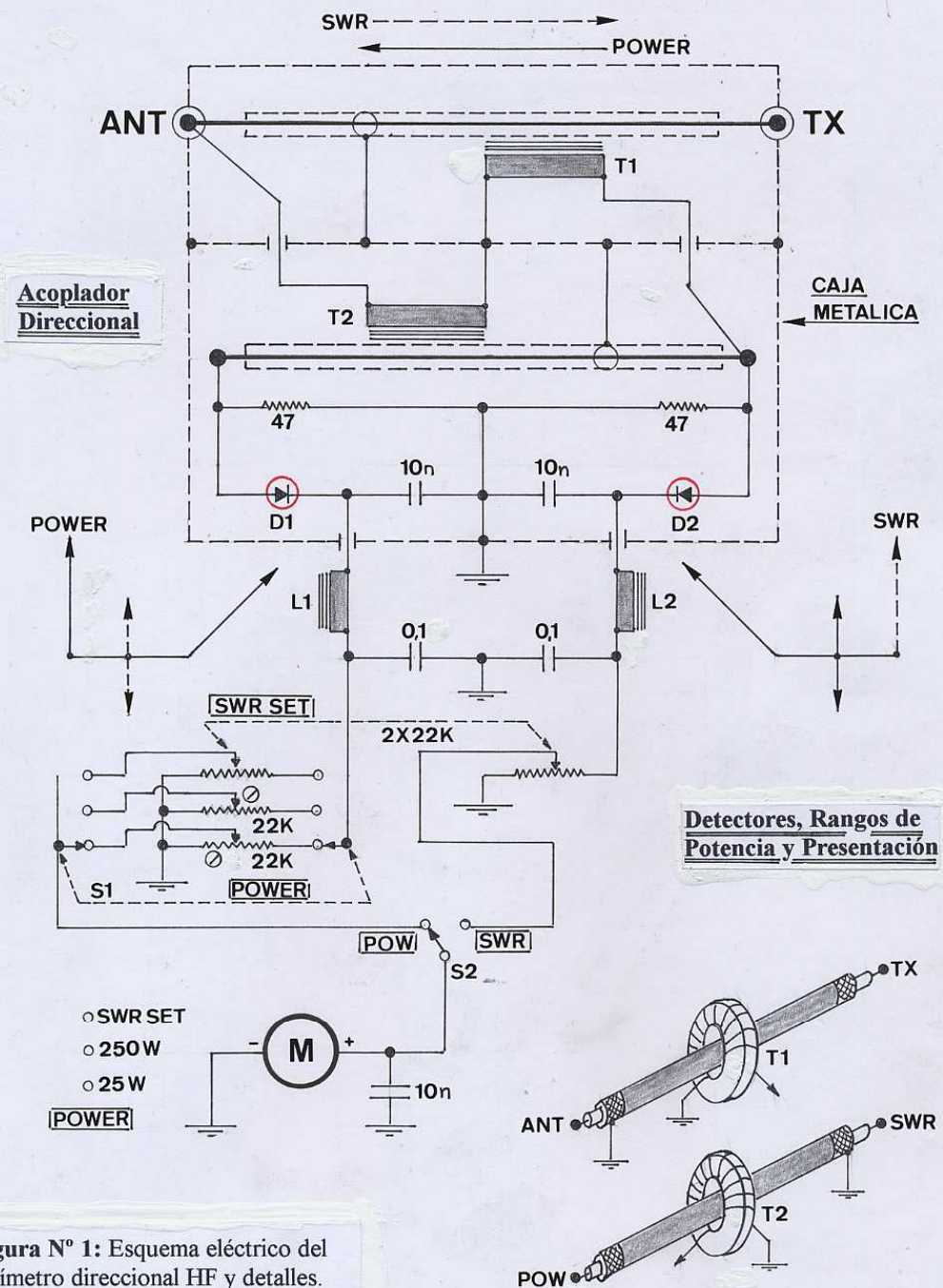
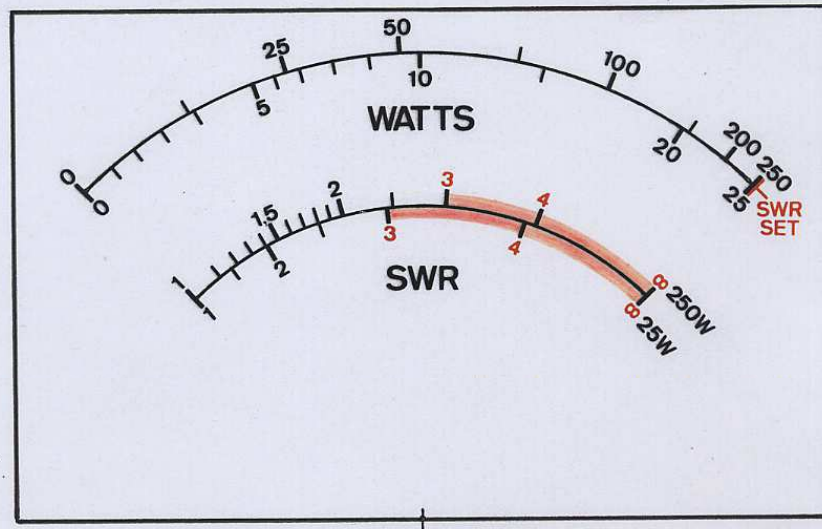


Figura N° 1: Esquema eléctrico del vatímetro direccional HF y detalles.
 - T1, T2: FT50-61, 31 esp, 0,4 diam.
 - D1, D2: 1N34, diodos germánico.
 - L1, L2: Inductancias 1 mH.
 - M: Instrumento c/m 50 μ A.
 - S1: Conmutador rot. 3 p, 2 c.
 - S2: Conmutador pal. 2 p, 1 c.

VATIMETRO DIRECCIONAL HF
ESQUEMA ELECTRICO Y DETALLES
 EA3-EIS, 25-11-05.



Relación de Estacionarias	Rendimiento antena
1,11 : 1	99,5 %
1,22 : 1	99,0 %
1,35 : 1	98,0 %
1,50 : 1	96,0 %
1,67 : 1	94,0 %
1,85 : 1	91,0 %
2,30 : 1	84,0 %
3,00 : 1	75,0 %
4,00 : 1	65,0 %
5,50 : 1	51,0 %
9,00 : 1	34,0 %
19,1 : 1	19,0 %
infinito	00,0 %

Figura N° 2: Detalle de las escalas del vatímetro direccional HF, las medidas (131x 82 m/m), corresponden a un tamaño doble, así es más fácil el poder confeccionarlas, para hacer después una reducción a la mitad en concordancia con el instrumento de c/m. También puede verse, una tabla del rendimiento orientativo de la antena o carga, con respecto a la indicación de SWR.



Figura N° 3: Vista exterior del vatímetro direccional HF. Destacan, el instrumento de c/m con sus escalas Watts y SWR, también los dos conectores PL de ANT y TX, mandos: selector de potencia POWER, ajuste SWR SET y conmutador selector POW – SWR.

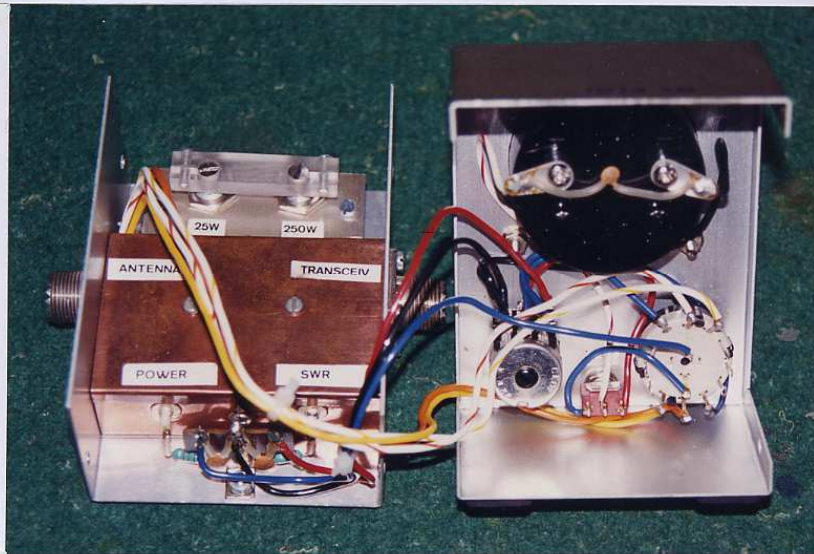


Figura N° 4: Vista interior del vatímetro direccional HF. A la izquierda, la envoltura de Al que contiene, la caja de doble compartimento y tapa de Cu del acoplador direccional ambas incorporan: los dos conectores PL de Antena y Transceiver y las salidas de señal Power y SWR. Detrás, los potenciómetros de ajuste de 25 y 250 W. A la derecha, la otra parte de la envoltura de Al con el instrumento de c/m y los tres mandos de manejo del vatímetro.