

## **Nº03: VOLTÍMETRO ANALÓGICO PARA CC Y RF DE ALTA IMPEDANCIA**

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 20-11-96.  
Sant Cugat del Vallès (Barcelona) [ea3eis@hotmail.com](mailto:ea3eis@hotmail.com)

### **INTRODUCCIÓN**

Muchas veces, me encuentro que tengo que medir la amplitud de una señal de RF y hasta ahora, lo venía haciendo siempre con el osciloscopio y así de paso, veo la forma de onda, aspecto interesante este último, pero al medir la tensión de pico siempre me encontraba con la inevitable limitación del amplificador vertical en función de la frecuencia. Total que al establecer la medición, debía de tener en cuenta, dicha caída en la respuesta del amplificador vertical y además, convertir la lectura de  $V_{pp}$  en la pantalla del TRC a  $V_{rms}$ ; en fin, una auténtica lata.

Por esta razón principal y según trabajos al respecto, de EA3-FXF en CQ Mayo del 89 y del manual ARRL del 94 cap 25, me decidí a construir el voltímetro y sonda detectora de RF.

### **CARACTERÍSTICAS:**

<b>Margen de medida <math>V_{rms}</math></b>	: 7 escalas de 0,5 a 500 V (tolerancia 2 %).
<b>Margen de medida dBm</b>	: 1 escala de 0 a +13 dBm (escala de 1Vrms).
<b>Margen de frecuencia</b>	: Con sonda RF tipo lápiz, 0,1 a 50 MHz (1 a 30Vp).
<b>Margen de frecuencia</b>	: Con sonda RF tipo BNC, 0,1 a 160 MHz (1 a 30Vp).
<b>Impedancia de entrada</b>	: 11 Mg.
<b>Presentación lectura</b>	: Analógica, instrumento c/m, 50 uA.
<b>Alimentación</b>	: Red de 220 V ca.
<b>Dimensiones y peso</b>	: 185x175x145 m/m y 1,3 Kg.

### **DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO**

El circuito de este voltímetro, es extremadamente simple pues solamente cuenta, con un solo CI como elemento activo (LF353) amp. operacional II con entradas FET y conectados ambos, como seguidores no inversores, con una impedancia de entrada muy alta y ganancia unidad o sea, que la sensibilidad del sistema, viene dada por el propio instrumento de c/m (50uA). El amp op. U1, se encarga de adaptar la impedancia del divisor de entrada o selector Range, a la salida del mismo CI patilla 7, tenemos intercalado un potenciómetro para el ajuste de ganancia hacia el borne (+) del instrumento de c/m. El otro amp op. U2, permite el centrado manual del instrumento c/m, mediante las tensiones de alimentación +5 y -5 V por un potenciómetro de 1K, Zero en el panel frontal.

La alimentación según los autores precedentes, se puede hacer con dos pilas de 9 Volts a fin, de tener las dos tensiones de polaridad opuesta. La solución que adoptó Joan, EA3-FXF, es muy ingeniosa mediante un simetrizador de tensión utilizando un amp op. LM741 y una sola pila con lo cual, se evitan los continuos ajustes cuando una pila se agota antes que la otra.

Yo opté, por una alimentación conectada a la red mediante: transformador primario 220V y secundario de 7,5+7,5V y 0,3 A, dos diodos rectificadores (1N4004), un filtro adecuado y dos reguladores de tensión de +5 y -5 V (78L05 y 79L05) respectivamente, dado que no soy partidario de las pilas. Véase Esquema eléctrico de todo el conjunto, en al Figura Nº1.

Las sondas de RF están constituidas, por un rectificador paralelo de cresta y el principio de funcionamiento es el siguiente: El condensador C1 de 470 pF/500V, ejerce la función de elemento

de paso para la señal de RF y también, de bloqueo para una posible componente continua que pueda estar presente en el circuito bajo prueba. El diodo de germanio (1N34), actúa como rectificador de media onda y solo permite el paso de los semiciclos positivos hacia el voltímetro medidor de CC. La resistencia R1 (del orden de 2,2Mg) y el condensador C2 de 470 pF además, de la capacidad propia del cable coaxial, hacen la función de filtro eliminando la componente pulsatoria de RF. Dado que la constante de tiempo RC de ambos elementos de filtro es suficientemente larga, el condensador C2 se mantendrá siempre cargado al valor de cresta de la tensión alterna aplicada. Esta tensión, es la que tendremos entre extremos de la resistencia o impedancia que representa el voltímetro de alta impedancia (11 Mg) en nuestro caso.

## CONSTRUCCIÓN

En la construcción, he utilizado un instrumento de cuadro móvil de 50uA recuperado y cuyas escalas, coincidían con el selector de márgenes, detalle que tampoco es muy importante al tratarse de escalas lineales. Para el selector de escalas Range, he utilizado un conmutador de siete posiciones un circuito y resistencias de 0,25W, 1% de tolerancia con lo cual, me aproximé bastante a los valores que se indican. Se ha añadido un selector de modo: DC Volts y RF Volts, esto permite ajustar la sensibilidad en cada modalidad con dos potenciómetros situados en el panel frontal y accesibles mediante destornillador; esta particularidad, permite utilizar más de una sonda. La sonda que se indica en el esquema, está limitada a 30Vp por razón de la tensión inversa del diodo, hay sondas comerciales que pueden trabajar hasta 200Vp.

La caja utilizada es de la marca Retex, de medidas: 175 x 155 x 75 m/m, color gris y el asa es del mismo color, adquirida en una ferretería. La circuitería del voltímetro y de la fuente de alimentación, están montadas sobre placa pretaladrada Rebro circuit en fibra de vidrio. Ver detalles del interior y exterior, en fotos adjuntas: figuras: N°2, N°3, N°4 y N°5...

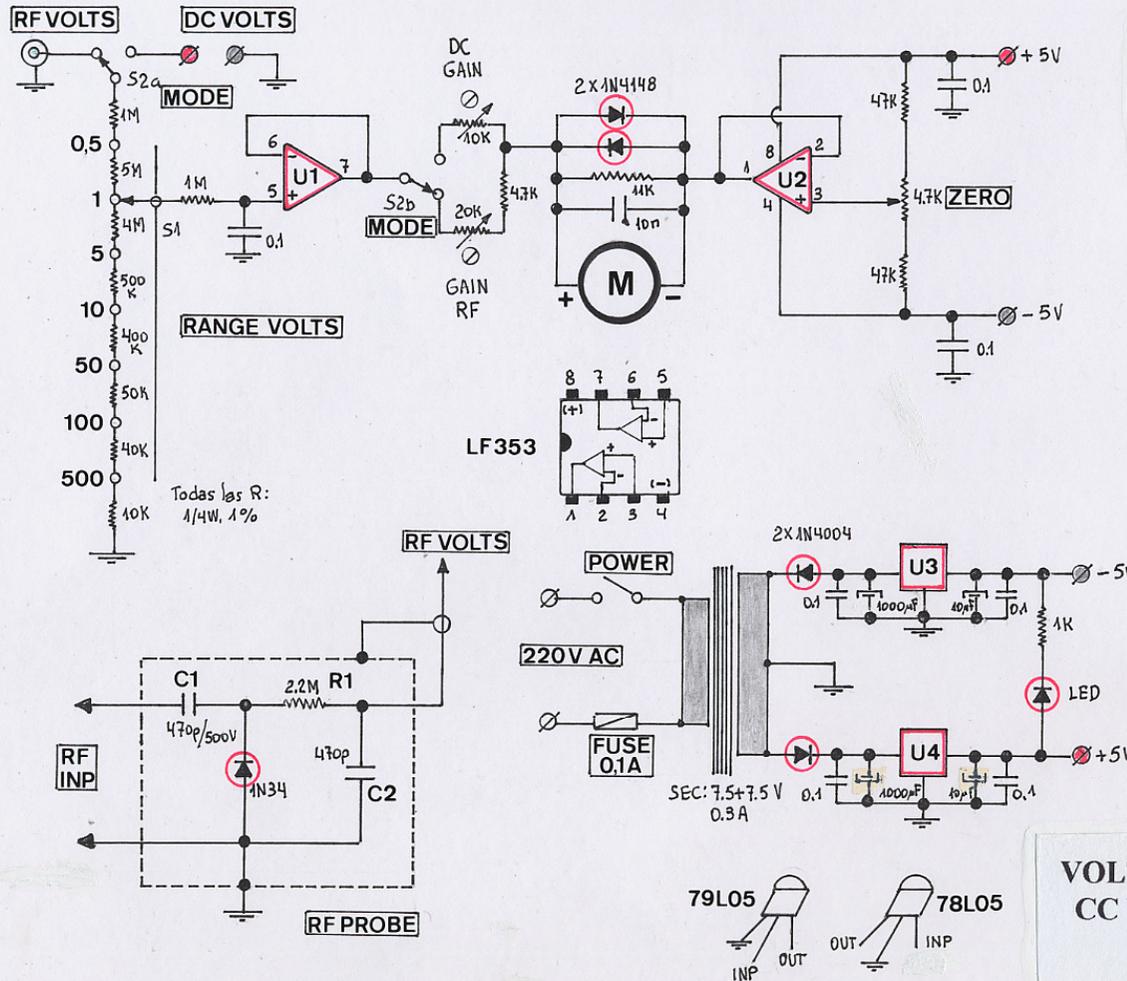
La construcción de la sonda de RF, no tiene nada de particular; en la de tipo lápiz, se utilizó el cuerpo de plástico de un bolígrafo grueso, blindado internamente con un cilindro de plancha fina de latón con el fin, de evitar la influencia exterior de las señales no deseadas; el cable utilizado, es de vídeo HC 75 Ohms VK1, longitud de 1,30 m y el conector es del tipo BNC. Más adelante se ha experimentado, con otras sondas con márgenes más amplios de tensión de pico.

## AJUSTE Y COMENTARIOS FINALES

El ajuste de este instrumento, no tiene otro secreto que establecer una medida comparativa con otro aparato de características similares y que sea fiable. En el modo Vcc, se puede proceder con una fuente de tensión conocida (una pila, por ejemplo) y ajustar el potenciómetro de ganancia correspondiente, hasta obtener la misma lectura que en el instrumento patrón y en la escala más idónea por supuesto. En el caso de RF ya es otra cuestión, yo he partido de una señal conocida de un generador de RF y controlando con un osciloscopio la amplitud de la tensión (Vpp) y estableciendo por cálculo el valor eficaz Vrms ( $V_{rms} = V_{pp} / 2,828$ ); como en el caso anterior, se ajustará el potenciómetro de ganancia para obtener la lectura adecuada en la escala correspondiente.

Sobre las mediciones en RF, conviene tener en cuenta una cuestión importante, si la señal a medir, no es de naturaleza sinusoidal, no se podrá considerar una lectura eficaz o rms, en este caso será una medición de carácter relativo. Cave insistir, incluso con señales de RF sinusoidales, si la tensión de pico (Vp) es demasiado pequeña, o si la respuesta en frecuencia de dicha sonda, no es razonablemente plana, no tendremos una lectura fiable sino, una indicación de la existencia de una señal la cual, no se podrá considerar una medición absoluta dentro de un margen de tolerancia.

Hasta aquí he tratado de exponer, mi experiencia personal para constatar, la utilidad de este instrumento en determinados casos. Saludos de Joan, EA3-EIS.



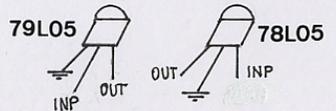
-U1 y U2:LF353,Dual Fet,Ft 4 Mhz.  
 -U3 y U4:Reg Tensión,79L05 y 78L05.  
 -M:Inst.de c/m,50  $\mu$ A,tipo grande.

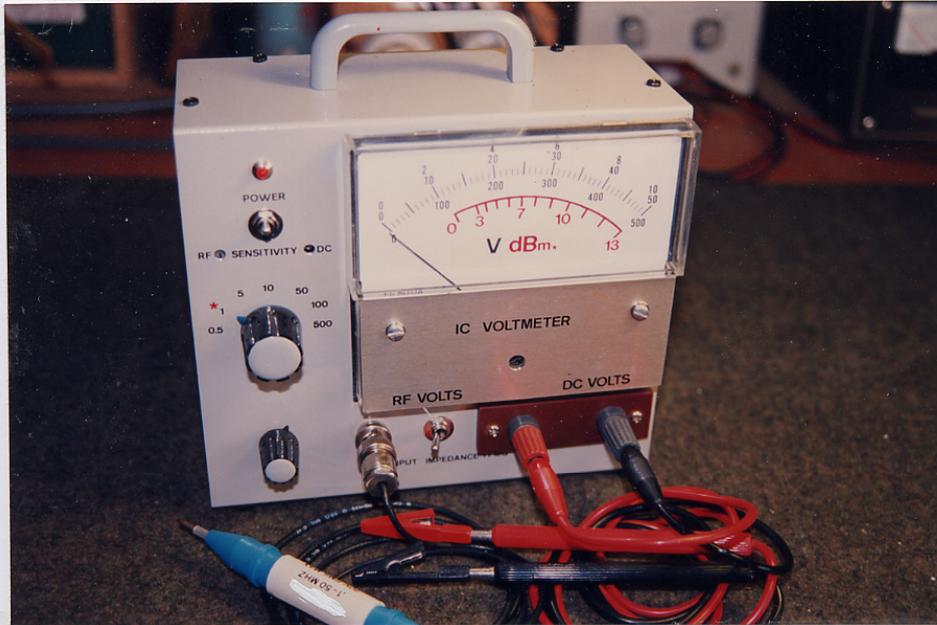
TABLA DE EQUIVALENCIAS  
 EN LA ESCALA DE 1 Vrms.  
 dBm-Vrms Sobre 50 Ohms

dBm	Vrms
0	0,223
3	0,315
4	0,353
5	0,396
6	0,444
7	0,499
8	0,560
9	0,628
10	0,705
11	0,791
12	0,887
13	0,996

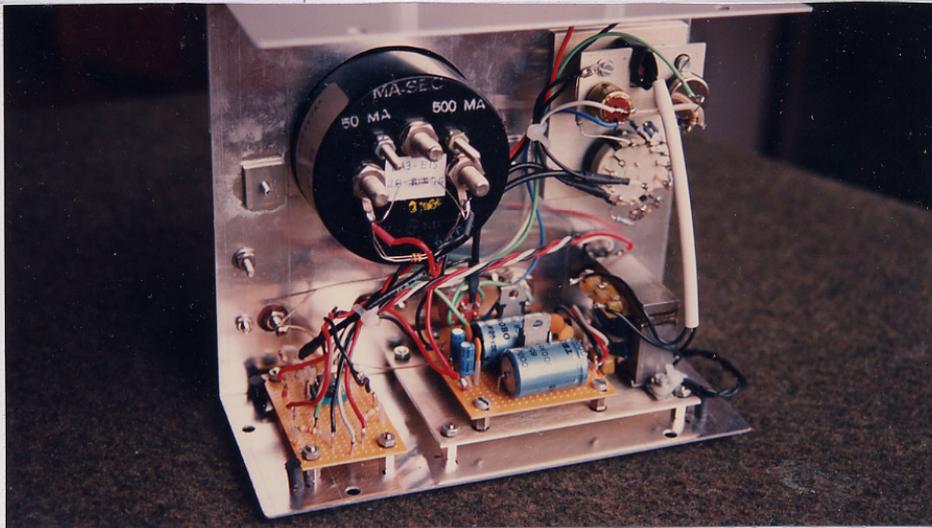
Figura N°1:

VOLTIMETRO ANALOGICO PARA  
 CC Y RF DE ALTA IMPEDANCIA  
 ESQUEMA ELECTRICO  
 EA3-EIS,20-11-96.





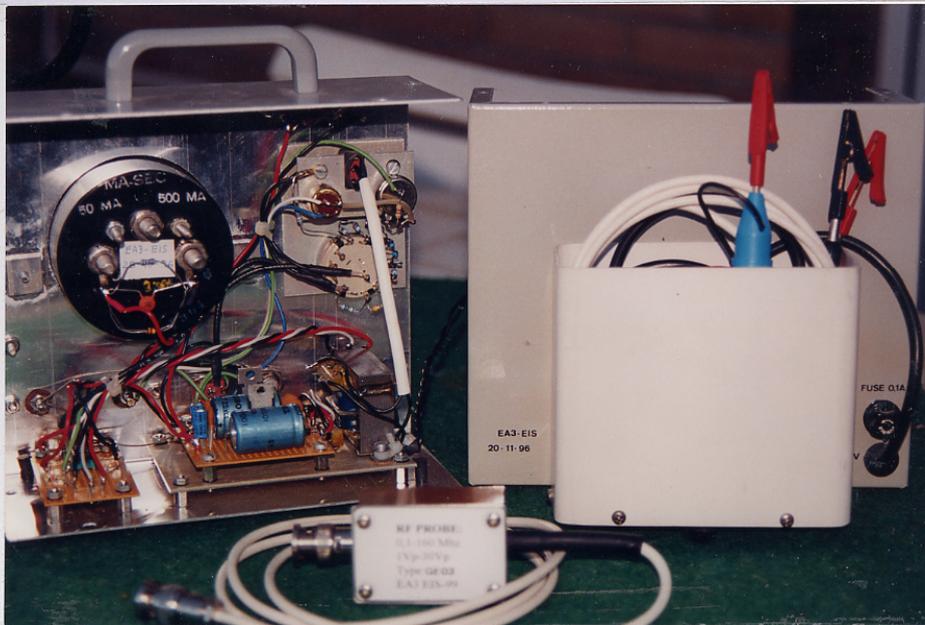
**Figura N°2:** Vista exterior del voltímetro para CC y RF de alta impedancia. Lo más destacable, son las amplias escalas del instrumento de c/m, el selector Range para las escalas de Vrms y dBm, el mando de ajuste Cero. Las dos entradas independientes: DC Volts y RF Volts, por conector BNC y hembrillas respectivamente seleccionadas estas, mediante un conmutador de palanca, los controles de ajuste de sensibilidad DC y RF mediante destornillador. También en primer término, aparecen la sonda de RF del tipo lápiz así como, los cables y puntas de prueba del modo CC.



**Figura N°3:** Vista interior del voltímetro para CC y RF de alta impedancia. De izquierda a derecha parte inferior, la plaqueta que comprende el circuito del voltímetro y a continuación, la fuente de alimentación. En la parte superior por el mismo orden, el instrumento de c/m, el selector de escalas Range, potenciómetro de centrado Cero y potenciómetros para el ajuste de sensibilidad: DC y RF.



**Figura N°4:** Otra vista exterior del Voltímetro analógico para CC y RF de alta impedancia. Aquí aparece complementado con el tipo de sonda BNC en caja hermética, de mayores prestaciones en cuanto a rango de frecuencia. La escala de 0 a +13 dBm, se corresponde con la escala de 1 Vrms.



**Figura N°5:** otra vista interior del Voltímetro analógico para CC y RF de alta impedancia. En esta vista, cabe destacar además de la sonda de RF BNC en primer plano, la tapa posterior con el receptáculo para cables y accesorios.