

# Nº01: MEDIDOR DE INDUCTANCIA Y Q RELATIVO

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 10-02-95..  
Sant Cugat del Vallés (Barcelona) [ea3eis@hotmail.com](mailto:ea3eis@hotmail.com)

## INTRODUCCION

Este medidor de inductancia y Q relativo, está inspirado en un diseño de Doug DeMaw, W1FB y esta versión que hoy se presenta, fue construida y probada por Zac Lau, KH7CP en el laboratorio de la asociación ARRL (USA).

Después de haber tenido la oportunidad de ver este trabajo que fue publicado en el Manual de ARRL Handbook del 94, capítulo 25 y también de considerar sus prestaciones, me planteé la posibilidad de montar este instrumento. Hacia tiempo, que tenía la necesidad de poder medir y de comparar pequeñas inductancias con un Q relativamente alto, con un coste económico bajo y de una precisión que fuera aceptable a nivel comparativo, con esto ya me era suficiente.

El circuito en cuestión, está fundamentado en cuatro osciladores LC Hartley reemplazando los que en un principio, fueron osciladores a cristal, estos ejercen la función de generadores de RF y esta solución, tiende a simplificar el circuito de origen y también el costo al eliminar: Filtros LPF y los correspondientes cristales para cada frecuencia. En este caso la estabilidad de frecuencia, no es tan importante dado que el dial o escala analógica, está dentro de un margen de precisión de más menos un 10 % según el autor y habida cuenta, que su confección y posterior calibración, se ha podido hacer con elementos o patrones conocidos ya existentes en el mercado.

## CARACTERISTICAS

Las características más importantes a destacar de este Medidor de inductancia y Q relativo, son las siguientes:

<b>Margenes de medida</b>	: (A) de 0,10 a 1,80 uH. : (B) de 1,50 a 18,0 uH. : (C) de 15,0 a 180 uH.. : (D) de 0,15 a 2,20 mH.
<b>Margenes de Q relativo</b>	: High – Low.
<b>Frecuencias de trabajo</b>	: (A) 22600 KHz. : (B) 6948 KHz. : (C) 2206 KHz. : (D) 711 KHz.
<b>Tipo de lectura L</b>	: escala analógica en uH y mH.
<b>Tipo de lectura Q</b>	: analógica por instrumento c/m.
<b>Alimentación</b>	: exterior +12 V.
<b>Dimensiones y peso</b>	: 90x180x65 m/m y 1 Kg.

## DESCRIPCION DEL CIRCUITO

Las señales de RF para cada medición, se generan mediante cuatro osciladores LC Hartley cuyos elementos activos, son los transistores FET: Q1, Q2, Q3 y Q4 (FB256), cada uno de estos osciladores, es activado manualmente por el selector Range de cuatro posiciones y dos circuitos el cual, selecciona tanto la alimentación de +12 Volts como la salida de señal; indicar que la forma de

onda resultante en dicha salida de señal, es bastante aceptable y por lo tanto, no es necesario el utilizar filtros LPF.

Esta señal de RF de bajo nivel (0,4 Vpp), es amplificada a continuación por un amplificador de banda ancha Q5 (2N3866) en clase A, se trata de un transistor NPN muy adecuado para esta función, la salida se hace por colector de Q5 y un transformador adaptador de impedancias T1, esta combinación permite disponer de una señal de RF de potencia adecuada para acoplar: tanto la resistencia de carga de 0,33 Ohms como, la inductancia bajo ensayo y en serie con el condensador variable formando ambos, el circuito LC de salida. La resistencia de 0,33 Ohms, tiende a evitar la influencia de este circuito LC de resonancia serie, sobre la etapa amplificadora de banda ancha que le precede.

Dado que el punto de resonancia del circuito LC es de máxima corriente, se hace necesaria la presencia de un amplificador de corriente también con el cual, se pueda detectar de manera óptima la señal de RF al variar la sintonía del circuito LC bajo prueba. Este amplificador de corriente y detector a la vez, consiste en un transistor FET Q6 (BF256) alimentado con voltaje constante de drenador (+5 Volts) mediante el regulador U1 (78L05), en el transistor Q6 la puerta o señal de entrada es de alta impedancia y por lo tanto, la influencia como carga sobre el circuito LC es nula, la salida por surtidor debidamente filtrada por el condensador de 0,1 uF va hacia el instrumento de c/m indicador del nivel de RF; sobre dicho instrumento, hay dos resistencias en paralelo regulables y seleccionables las cuales, permiten tener dos márgenes de sensibilidad o de Q relativo, la selección es por conmutador de palanca en el panel frontal: High-Low; para más detalles, véase esquema eléctrico de todo el conjunto, en la Figura N°1.

## CONSTRUCCION

La construcción de este instrumento es bastante fácil, la única cuestión que requiere de un cierto cuidado, son las escalas que vienen dadas por el tipo y capacidad del condensador variable que forma parte del circuito resonante LC. Al no poder utilizar el mismo condensador que se indica en el reportaje (365 pF) y tener que utilizar, uno de 410 pF de los que se pueden encontrar en algún comercio, me obligó a confeccionar unas escalas nuevas y acordes con dicho condensador variable. Por razón de espacio, no pude acoplar un reductor 3:1 en el eje del rotor o placas móviles del condensador y por lo tanto, lo dispuse con el botón de mando directamente al eje de 6 m/m. Otro comentario con respecto a la disposición del condensador variable y los bornes de prueba de Inductancia, es que las conexiones de unión, deberán ser lo más cortas posible, pues afectan a las frecuencias más altas y por consiguiente, a las mediciones de pequeñas inductancias.

Sobre los osciladores de RF indicar lo siguiente, en el circuito original figuran como elementos activos, los transistores 2N5484 ó 2N5486, al no disponer de ellos, utilicé el BF256 de similares características y no planteo ningún problema; el circuito LC de dichos osciladores, lo forman bobinados toroidales con núcleos de polvo de Fe tipo T50 y capacidades asociadas de Stiroflex en paralelo, para conseguir la frecuencia correspondiente en cada uno de los osciladores, con esta combinación, se puede conseguir una estabilidad aceptable de la frecuencia. También modifiqué el valor de la capacidad de paso a la salida de cada oscilador, con tal de conseguir un resultado óptimo de compromiso en máxima señal de salida, buena forma de onda y un arranque seguro en la oscilación.

La resistencia de carga en secundario del transformador adaptador de impedancia T1, que debe ser de 0,33 Ohms, la dispuse con tres resistencias de 1 Ohm, 1/3 de W en paralelo y también con la otra resistencia de bajo valor de 5,1 Ohms, realimentación degenerativa de emisor de Q5 quedó resuelto con dos resistencias de 10 Ohms, 1/3 W en paralelo.

El transistor amplificador de corriente Q6, que en el trabajo original figuran igualmente los transistores 2N5484 ó 2N5486, utilicé el BF256 sin ningún problema.

El instrumento de c/m de 200 uA con escalas de Q relativo en presentación lineal, utilicé uno de 100 uA que tenía recuperado y variando los shunts o resistencias para cada escala o margen, pude dejarlo a plena satisfacción, en las escalas aproveché la graduación y modifiqué las lecturas de ambas, hasta un máximo de: 20 y 50, para un Q relativo multiplicado por 10.

Todos los componentes tanto activos como pasivos, los monté en la placa de CI según el dibujo que viene en el artículo original. Debo aclarar, que no es mi fuerte el hacer circuitos impresos; otra opción, sería el hacerlo con placa prefabricada en fibra de vidrio Repro circuit y el resultado a juzgar por la experiencia de otros montajes, puede llegar a ser bueno también.

La caja donde ubiqué todo el montaje, es del comercio marca Supertronic, tipo Unibloc y el modelo SN3 en color gris.

Con referencia a la escala de medición L, opté por confeccionarla en versión ampliada al doble de tamaño y con un índice más largo, fui marcando valores normalizados de inductancia en cada una de las dos escalas. Posteriormente, hice una reducción a la mitad que era el tamaño adecuado con la caja; todo esto se consigue con una fotocopidora que sea fiable, se puede hacer en papel blanco y con un plástico transparente de protección encima y luego, el botón de mando tipo grande, con un disco de plástico con el índice gravado y pintado en color rojo, el disco de plástico irá pegado a la base del botón de mando.

La alimentación, se puede hacer desde cualquier fuente estabilizada de +12 Volts que se disponga. Para más detalles de tipo constructivo, véanse las Figuras correspondientes: N°2 vista exterior, N°3 vista interior y N°4 detalle de las escalas de inductancia y del Q relativo.

## **AJUSTE Y MEDICION**

Una vez montado el aparato y proceder al ajuste, es necesario disponer de un frecuencímetro u otro medio que nos permita verificar la frecuencia, la forma de onda y también su amplitud, para estos dos últimos parámetros, la ayuda de un osciloscopio o de un voltímetro de RF sería conveniente. Dicho esto y dentro de un orden, deberá comprobarse que la señal en la salida de cada oscilador esté en frecuencia quitando o poniendo capacidad al circuito LC, verificando la forma de onda y ajustando la amplitud con los correspondientes potenciómetros de ajuste: R1, R2, R3 y R4, a un valor de 0,4 Vpp con ello, se asegura que la linealidad de Q5 sea buena. Una vez realizados estos ajustes de frecuencia y de amplitud, se procederá a sellar los bobinados de los toroides con Metacrilato líquido para evitar que varíe la capacidad distribuida entre las espiras y como consecuencia, la frecuencia en cada oscilador.

Para el amplificador de corriente Q6 y su instrumento de c/m indicador del Q relativo, hice lo siguiente, partiendo de las dos escalas: High-Low y disponer de inductancias fijas de 1000 uH y un Q de 130 como valores patrón conocidos, procedí al ajuste de las dos escalas de Q relativo: 500 y 200 de manera respectiva mediante los potenciómetros: R5 y R6 según el valor del patrón ya indicado cuyo Q es de 130.

Es evidente que después de todo lo que se ha expuesto, no se puede pretender hacer mediciones en valores absolutos ni mucho menos, no obstante si puedo afirmar, que una vez llevado a término el montaje y de haber podido comprobar la utilidad de este Medidor de Inductancia y Q relativo, se ha convertido en un instrumento de gran ayuda e imprescindible para mi, sobre todo en aquellos momentos, en que una comprobación inmediata puede sacarnos de dudas y así poder seguir adelante con una mayor seguridad. Saludos de Joan, EA3-EIS.

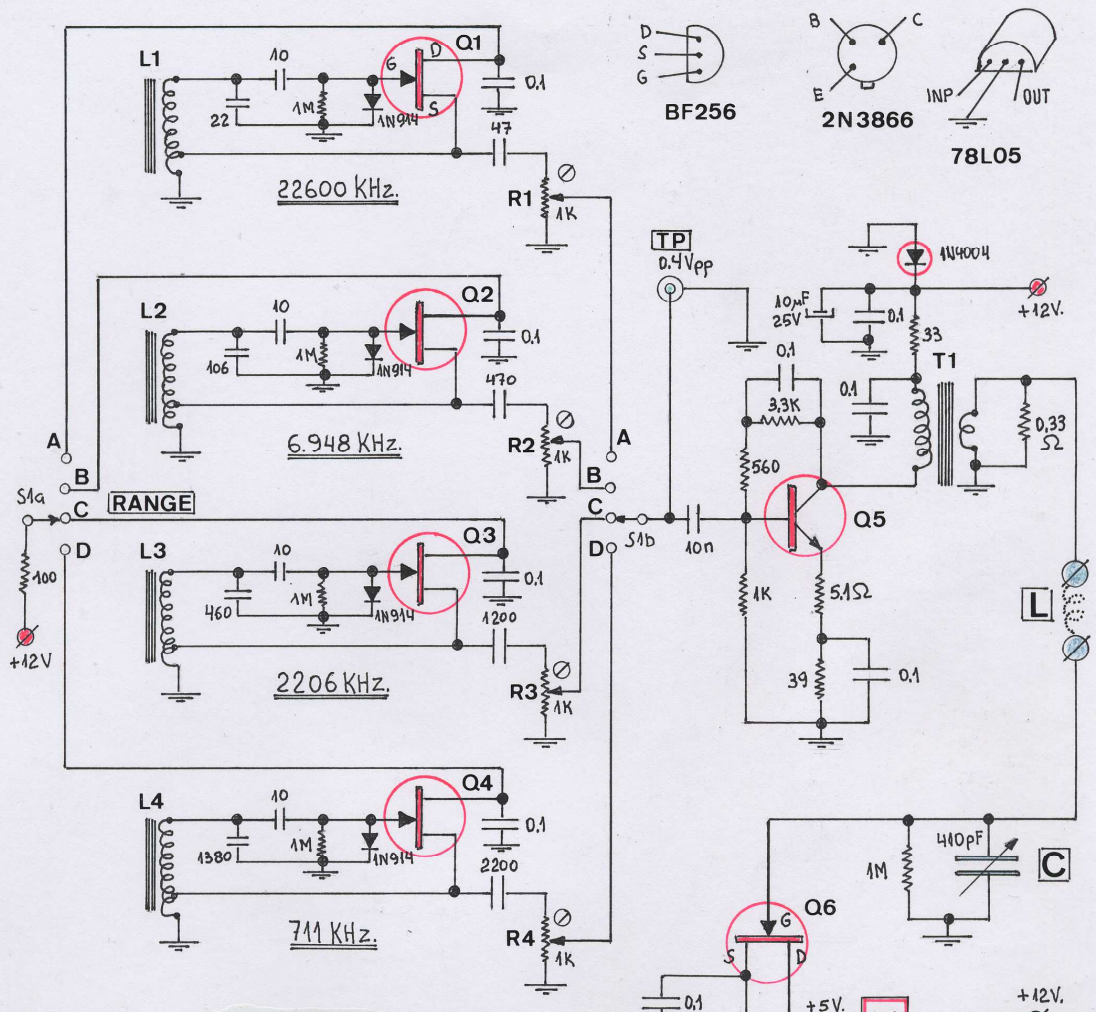


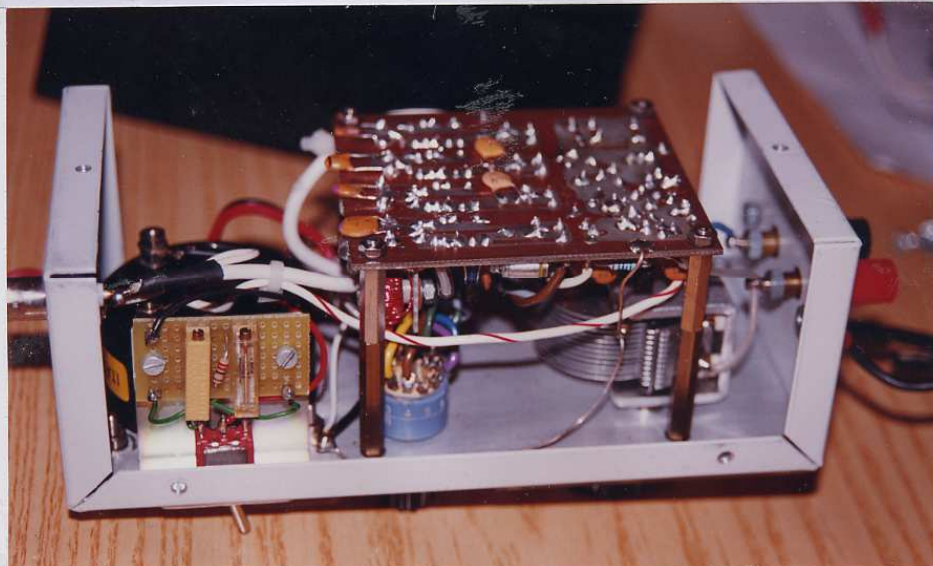
Figura N°1

- Q1,Q2,Q3,Q4 y Q6:BF256,FET de 1,0 Ghz.
- Q5:2N3866,NPN,55V,0,4A,VHF y UHF.
- U1:78L05,Reg. de Tensión +5Volts.
- L1:Toro.T50-6;16 esp,toma 4 esp,hilo 0,5.
- L2:Toro.T50-2;27 esp,toma 6 esp,hilo 0,4.
- L3:Toro.T50-2;41 esp,toma 10 esp,hilo 0,3.
- L4:Toro.T50-2;60 esp,toma 19 esp,hilo 0,3.
- T1:Núcleo Balum UHF,prim.23 esp.hilo 0,3. sec.1 esp.hilo 0,6.
- L:Bornes de la Inductancia bajo prueba.
- C:Condensador Variable de 1 x 410 pF.
- µA:Instrumento de c/m 100 µA,indic.de Q.
- Nota:Las tomas de L1 a L4,ref. a tierra.

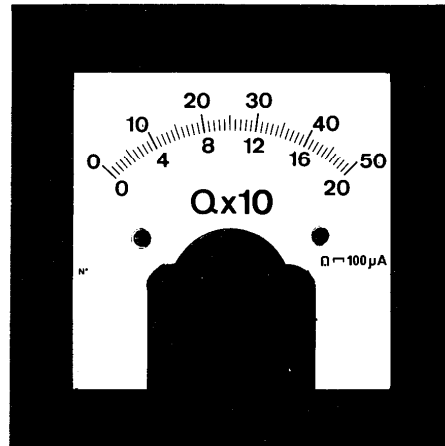
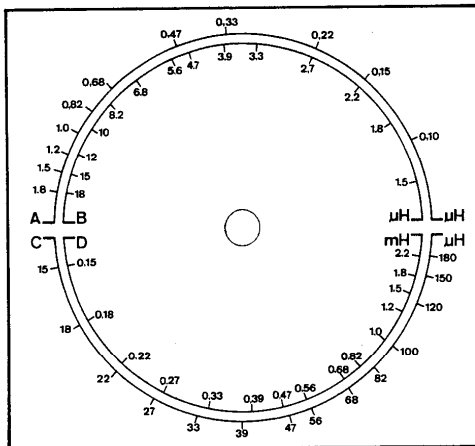
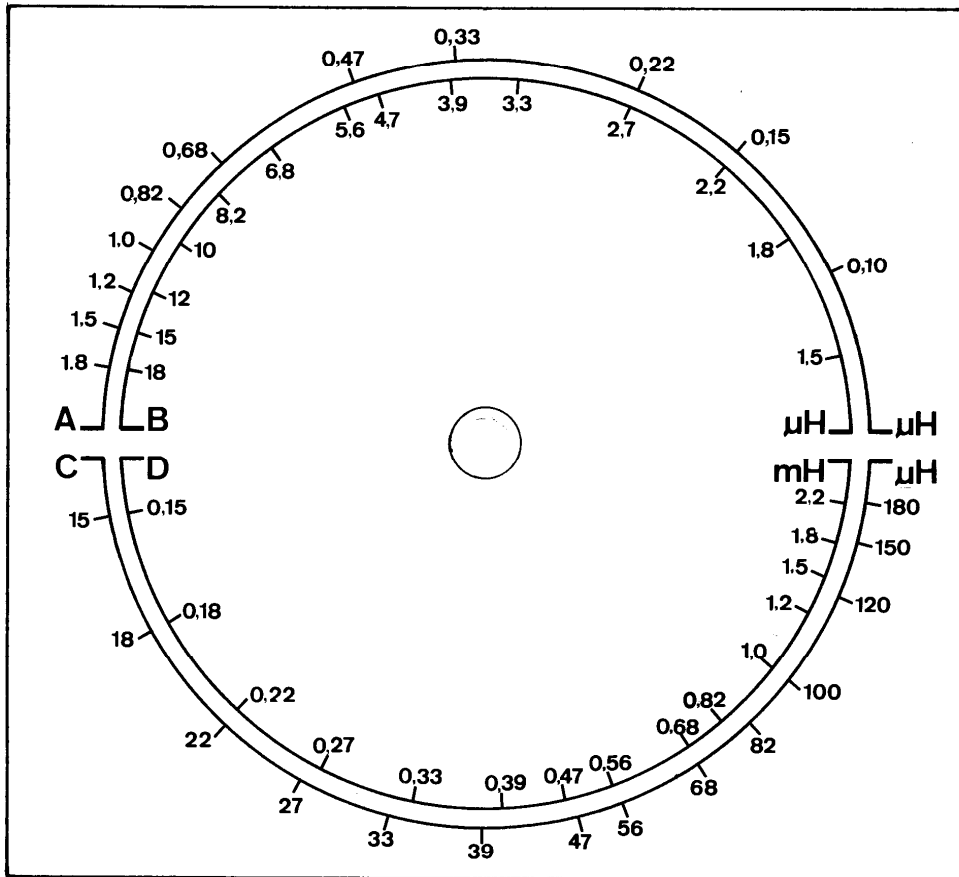
**MEDIDOR DE INDUCTANCIA  
Y Q RELATIVO**  
ESQUEMA ELECTRICO  
Modificado:EA3-EIS,10-02-95.



**Figura N°2:** Medidor de inductancia y Q relativo, vista exterior de izquierda a derecha. Los bornes L, el mando y la escala del condensador variable C, el selector de escalas Range, el control de amplitud Sensitivity y el instrumento de c/m indicador de Q con el selector High-Low.



**Figura N°3:** Medidor de inductancia y Q relativo, vista interior. Puede apreciarse, la plaqueta de CI sujeta por separadores con el subpanel y solidario de este, el condensador variable C de  $1 \times 410$  pF, el instrumento de c/m y a continuación a la izquierda, un conector BNC como TP de la señal de RF.



**Figura N°4:** Escalas de medición L y Q relativo. Arriba la escala L de doble tamaño, abajo las dos escalas L y Q, se presentan con el tamaño 1:1.