



Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires

66.44 Instrumentos Electrónicos

Trabajo Práctico N°3: Impedancímetro, RLC,
Q-metro y puente de impedancias

Integrantes:

| Padrón | Nombre | Email |
|--------|-----------------------|--------------------------|
| 92903 | Sanchez, Eduardo Hugo | hugo_044@hotmail.com |
| 91227 | Soler, José Francisco | francisco.tw@hotmail.com |
| xxx | Wawrynczak, Claudio | claudiozak@gmail.com |

Índice

| | |
|--|----------|
| 1. Objetivo | 3 |
| 2. Desarrollo | 4 |
| 2.1. Mediciones con el Q-metro | 4 |
| 2.1.1. Inductancia de una bobina con núcleo de aire | 4 |
| 2.2. Mediciones con el RLC | 5 |
| 2.2.1. Inductancia de una bobina con núcleo de aire | 5 |
| 2.2.2. Capacidad de un capacitor electrofítico | 5 |
| 2.2.3. Capacidad de un capacitor cerámico | 5 |
| 2.3. Mediciones con el puente de impedancias | 5 |
| 2.3.1. Inductancia de una bobina con núcleo de aire | 6 |
| 2.4. Mediciones con el impedancímetro | 6 |
| 2.4.1. Frecuencia de resonancia de una bobina con núcleo de aire | 6 |
| 2.4.2. Inductancia de una bobina con nucleo de ferrite | 6 |
| 2.4.3. Parámetros de una línea de transmisión | 6 |
| 2.4.4. Parámetros de un cristal | 7 |
| 2.4.5. Mediciones en un circuito activo | 7 |
| 3. Conclusiones | 7 |

1. Objetivo

El objetivo del presente trabajo práctico es familiarizarse con el qmetro, el RLC meter, el impedancímetro vectorial. Dicho instrumental sirve para medir impedancias. Luego de realizar las experiencias se intentará determinar en qué circunstancias conviene utilizar uno en vez de otro.

2. Desarrollo

Para llevar a cabo las mediciones, se utilizan los siguientes instrumentos:

- algo
- algo
- algo
- Cable coaxil para realizar las distintas conexiones entre instrumentos.

2.1. Mediciones con el Q-metro

2.1.1. Inductancia de una bobina con núcleo de aire

El circuito simplificado de un Q-metro se muestra en la Figura 1

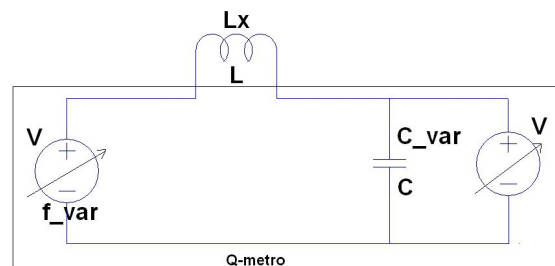


Figura 1: Esquema simplificado del Q-metro

Como es un circuito serie, la máxima corriente se obtiene en la resonancia, dado que la reactancia inductiva de la bobina se cancela con la capacitiva. Si fuesen componentes ideales, la corriente sería infinita y los valores de tensiones de la bobina y del capacitor serían $+\infty$ y $-\infty$ respectivamente.

Como no son componentes ideales, los mismos tienen pérdidas y se los modelizan con una resistencia, por ende, la corriente no es infinita. La respectiva tensión del capacitor en situación de resonancia es $V_c = \frac{X_L \cdot V}{R}$.

Como el valor de Q es $Q = \frac{\omega L}{R}$, se observa que

$$V_c = Q \cdot V$$

La frecuencia de resonancia se la puede determinar de la siguiente forma

$$|X_L| = |X_C| \Rightarrow \omega \cdot L = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Conocidos los valores de la capacidad, C , y la frecuencia, f , puede obtenerse el valor de la inductancia de L_x y también su resistencia serie equivalente con las siguientes expresiones

$$L = \frac{1}{(2\pi)^2 f^2 C}$$

$$R_s = \frac{2\pi \cdot f \cdot L}{Q}$$

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos para un inductor realizando un barrido de frecuencias

| Frecuencia | C | Q | L (calculado) | R_s (calculado) |
|------------|--------|-----|----------------|-------------------|
| 13,3 MHz | 25 pF | 182 | 5,73 $\mu H y$ | 2,63 Ω |
| 10,7 MHz | 40 pF | 200 | 5,54 $\mu H y$ | 1,86 Ω |
| 9,6 MHz | 50 pF | 200 | 5,50 $\mu H y$ | 1,66 Ω |
| 6,9 MHz | 100 pF | 195 | 5,33 $\mu H y$ | 1,18 Ω |
| 4,0 MHz | 305 pF | 170 | 5,20 $\mu H y$ | 0,77 Ω |
| 3,2 MHz | 470 pF | 155 | 5,17 $\mu H y$ | 0,68 Ω |

Cuadro 1: Mediciones con el Q-metro

2.2. Mediciones con el RLC

2.2.1. Inductancia de una bobina con núcleo de aire

En la Tabla 2 se puede observar los resultados obtenidos de la medición de una bobina con nucleo de aire a diferentes frecuencias.

| Frecuencia | Q | L | R (calculado) |
|------------|-------|----------------|-----------------|
| 100 kHz | 36.58 | 5,23 $\mu H y$ | 25,5 m Ω |
| 66,66 kHz | 29.44 | 5,26 $\mu H y$ | 31,8 m Ω |
| 50 kHz | 25.11 | 5,29 $\mu H y$ | 42,1 m Ω |
| 40 kHz | 22.42 | 5,31 $\mu H y$ | 50,4 m Ω |
| 28,572 kHz | 19.07 | 5,35 $\mu H y$ | 59,5 m Ω |
| 20 kHz | 16.1 | 5,40 $\mu H y$ | 66,2 m Ω |
| 10 kHz | 10.78 | 5,46 $\mu H y$ | 74,8 m Ω |
| 1 kHz | 1.36 | 5,53 $\mu H y$ | 89,8 m Ω |

Cuadro 2: Mediciones con el RLC

2.2.2. Capacidad de un capacitor electrofítico

2.2.3. Capacidad de un capacitor cerámico

2.3. Mediciones con el puente de impedancias

En la Tabla 3

| Frecuencia | Q | L | R (calculado) |
|------------|-----|----------------|---------------|
| 20 kHz | 20 | 5,10 $\mu H y$ | 32 m Ω |
| 1 kHz | 1.8 | 6,30 $\mu H y$ | 22 m Ω |

Cuadro 3: Mediciones con el RLC

2.3.1. Inductancia de una bobina con núcleo de aire

2.4. Mediciones con el impedancímetro

2.4.1. Frecuencia de resonancia de una bobina con núcleo de aire

2.4.2. Inductancia de una bobina con nucleo de ferrite

En la Tabla 4

| Frecuencia | $ Z $ | $\arg(Z)$ | L (calculado) |
|------------|--------------|-----------|----------------|
| 25,5 MHz | 160 Ω | 90° | 0,99 $\mu H y$ |
| 42 MHz | 260 Ω | 90° | 0,98 $\mu H y$ |
| 44,8 Hz | 300 Ω | 85° | 1,06 $\mu H y$ |
| 58,2 Hz | 430 Ω | 78° | 1,17 $\mu H y$ |
| 69,5 Hz | 560 Ω | 72° | 1,28 $\mu H y$ |
| 80,0 Hz | 640 Ω | 55° | 1,27 $\mu H y$ |
| 84,0 Hz | 550 Ω | 45° | 1,04 $\mu H y$ |
| 93,0 Hz | 430 Ω | 70° | 0,73 $\mu H y$ |
| 100,0 Hz | 750 Ω | 65° | 1,19 $\mu H y$ |

Cuadro 4: Mediciones con el RLC

2.4.3. Paramétros de una línea de transmisión

Como la impedancia de entrada de una línea de transmisión (la que mide el impedancímetro) está dada por

$$Z_{in} = Z_0 \frac{Z_L + Z_0 \tanh(\gamma L)}{Z_0 + Z_L \tanh(\gamma L)}$$

Suponiendo que la línea es de bajas pérdidas $\gamma = \alpha + j\beta = j\beta = j\frac{2\pi}{\lambda}$ y si además se impone la condición de que $L = \frac{\lambda}{8}$ entonces la expresión de la impedancia de entrada se reduce a la siguiente

$$Z_{in} = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0}{Z_0 + jZ_L}$$

Si $Z_L = 0$ entonces $Z_{in} = jZ_0$

Si $Z_L \rightarrow \infty$ entonces $Z_{in} \rightarrow -jZ_0$ Entonces conectando una línea al impedancímetro a una frecuencia adecuada y dejando el extremo libre de la línea cortocircuitado o abierto se obtiene el valor de la impedancia de la línea, la cual es de $Z_0 = 75 \Omega$ ($f = 7,9 \text{ MHz}$ $L = 3 \text{ m}$)

Por otra parte se si se elije $L = \frac{\lambda}{2}, 3\frac{\lambda}{2}, 5\frac{\lambda}{2} \dots$ y que $Z_L \rightarrow \infty$, entonces puede obtenerse la atenuación de la línea

$$Z_{in} = Z_0 \frac{Z_L + Z_0 \alpha L}{Z_0 + Z_L \alpha L} = \frac{Z_0}{\alpha L}$$

Despejando la atenuación de la línea se obtiene

$$\alpha = \frac{Z_0}{Z_{in} L}$$

o la atenuación en decibels cada 100 m

$$\alpha = \frac{Z_0 \cdot 8,69 \text{ dB}}{100 Z_{in} L}$$

Con la misma línea de 3 m con una frecuencia de 32 MHz se obtuvo una $Z_{in} = 2750 \Omega$ con lo cual $\alpha = 80 \text{ mdB}/m$

2.4.4. Parámetros de un cristal

2.4.5. Mediciones en un circuito activo

3. Conclusiones

Viva Venezuela!