

## CIRCUITO RLC PARALELO

### 1. Conceitos e técnicas

Impedância complexa em série e paralelo.  
 Voltagem, corrente e fase num circuito RLC.  
 Freqüência de ressonância.

### 2. Modelos e previsões

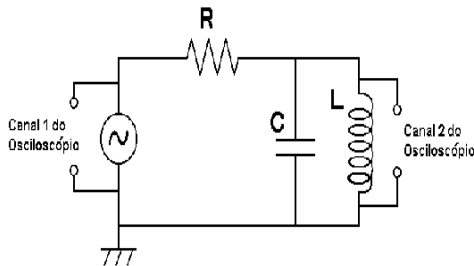


Figura 1

Para o circuito da Fig. 1 é fácil mostrar que a impedância complexa da associação LC em paralelo é

$$Z_1 = j \omega L / (1 - \omega^2 LC) \quad (1)$$

onde  $\omega$  é a freqüência angular do gerador. A impedância complexa total do circuito é então

$$Z = R + j \omega L / (1 - \omega^2 LC) \quad (2)$$

e daí se deduz que a corrente  $I$  (complexa) no gerador é dada por

$$I = V_0 e^{j\omega t} / [R + j \omega L / (1 - \omega^2 LC)] \quad (3)$$

onde  $V_0$  é amplitude da voltagem no gerador.

Chamando de  $V_1$  a voltagem na associação paralelo LC (voltagem nos terminais do capacitor e/ou indutor), teremos

$$V_1 = I Z_1 \quad (4)$$

e a substituição da eqs. (1) e (3) na eq. (4) nos dá então

$$V_1 = \{V_0 e^{j\omega t} / [R + j \omega L / (1 - \omega^2 LC)]\} [j \omega L / (1 - \omega^2 LC)] \quad (5)$$

### 3. Material

Osciloscópio de dois canais, gerador de sinal, resistor de 470  $\Omega$ , capacitor de 1  $\mu\text{F}$  e indutor de 3 mH.

### 4. Objetivos do experimento

**A.** Obtenha a equação para a amplitude da voltagem na associação paralelo LC,  $V_{01}$ , a partir da eq. (5) e mostre que a razão  $V_{01}/V_0$  apresenta um pico, ou ressonância, para um particular valor de  $\omega = \omega_0$ , denominado de freqüência de ressonância. Qual a expressão de  $\omega_0$  e o valor da razão  $V_{01}/V_0$  no pico?

**B.** Monte o circuito da Fig. 1 com  $R = 470 \Omega$ ,  $L = 3 \text{ mH}$  e  $C = 1 \mu\text{F}$  e usando o osciloscópio, proceda de modo a obter, em detalhe, o gráfico  $V_{01}/V_0$  vs  $\omega$ . Sugere-se fazer medidas no intervalo de aproximadamente  $500$  a  $2 \times 10^5$  rad/s. Os valores de  $\omega$  e de  $V_{01}/V_0$  no pico de ressonância concordam com as previsões teóricas? Quais os erros percentuais?

**C.** Verifique experimentalmente a diferença de fase  $\theta$  entre as voltagens no gerador e nas extremidades da associação indutor-capacitor na condição de ressonância. Que valor encontrou para  $\theta$ ? Justifique seu resultado.

**D.** Volte a considerar o circuito da Fig. 1, modificando a posição do resistor e as ligações do osciloscópio. O resistor deverá ficar agora entre o terra do gerador e um dos terminais da associação em paralelo LC, enquanto um dos canais do osciloscópio irá medir a voltagem através de R.

Nesta nova montagem, tire dados de modo a obter o gráfico da amplitude da corrente no gerador,  $I_0$ , em função de  $\omega$ , para uma voltagem constante no gerador que você deverá monitorar num dos canais do osciloscópio. Este gráfico não precisa ter tantos pontos quanto o anterior mas deve conter dados suficientes para mostrar a forma da curva na região de ressonância e nas regiões de baixa e alta frequência.

Como no gráfico anterior, tome dados no intervalo  $500 - 2 \times 10^5$  rad/s. Justifique o comportamento do gráfico nessas três regiões.

**E.** Se você trabalhou cuidadosamente e corretamente, deverá verificar que a altura do pico de ressonância no seu gráfico  $V_{01}/V_0$  vs  $\omega$  *não* é a unidade, conforme previsto pela equação deduzida em **A**, mas um valor menor. Da mesma forma, no gráfico  $I_0$  vs  $\omega$ , a corrente para  $\omega = \omega_0$  não chega a zero. Tais comportamentos são devidos ao fato da indutância usada não ser uma *indutância pura*, mas ter uma resistência interna  $R_B$  (resistência do próprio fio de cobre usado no enrolamento). Conseqüentemente, o valor do módulo da impedância  $Z_1$  é de fato finito para  $\omega = \omega_0$ , e não infinito como prevê a eq. (1).

Chamando de  $|Z'_1|$  o módulo da impedância *de fato* da sua associação paralela LC, encontre seu valor para  $\omega = \omega_0$ . Para isto, comece *mostrando experimentalmente* que as tensões no gerador, no resistor R e no indutor estão aproximadamente em fase para  $\omega = \omega_0$ , o que possibilita escrever uma equação simples relacionando  $|Z'_1|$  com  $V_0$ , R e a voltagem no resistor R,  $V_{0R}$ . A seguir, determine  $|Z'_1|$  aproveitando dados que tomou para levantar o gráfico  $I_0$  vs  $\omega$ .

## Bibliografia

J. J. Brophy, Eletrônica Básica (Guanabara Dois, RJ, 1978), cap 3.