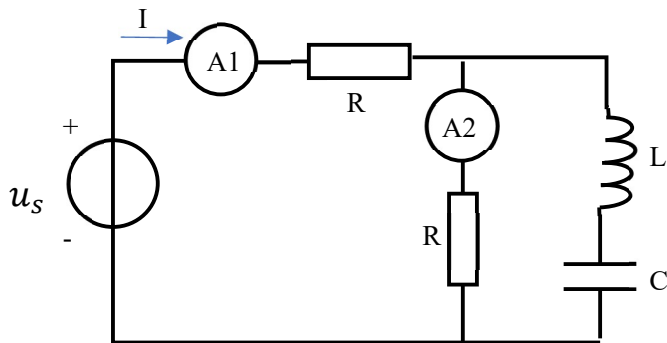


# 模拟电路与数字电路习题一

## 绪论与电路原理概论

题一、如图所示电路。已知  $u_s = 220\sqrt{2} \sin(\omega t + \varphi)$  ,  
 $R=110\Omega$ ,  $C=16\mu\text{F}$ ,  $L=1\text{H}$ 。求：

1. 输入阻抗  $Z = \frac{\dot{U}_s}{\dot{I}}$ ;
2. 谐振频率  $\omega_0$ ;
3. 当  $\omega=250 \text{ rad/s}$  时, 电流表 A1 和 A2 的读数 (有效值)。



解：1、 $Z = R + R \parallel \left( j\omega L + \frac{1}{j\omega C} \right) = R + \frac{R(j\omega L + \frac{1}{j\omega C})}{R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} = R + \frac{jR(\omega L - \frac{1}{\omega C})}{R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})}$

$$Z = R + \frac{jR\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)(R - j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right))}{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$= R + \frac{R\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} + j \frac{R^2\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)}{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$Z = R(1 + \frac{(\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}) + j \frac{R(\omega L - \frac{1}{\omega C})}{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$$

2、发生谐振时，虚部为 0:  $\omega L = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; Z = R$

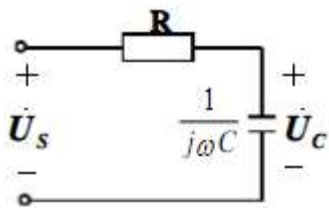
$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{16 \times 10^{-6} \times 1}} = \frac{1}{4} \times 10^3 = 250 \text{ (rad/s)}$$

3、当  $\omega = 250 \text{ rad/s}$  时，发生串联谐振，LC 支路阻抗为 0，压降为 0

（电感与电容两端压降正好大小相等，方向相反，所以相互抵消），

电流表 A2 读数为 0，电流表 A1 读数为  $220/110 = 2 \text{ (A)}$ 。

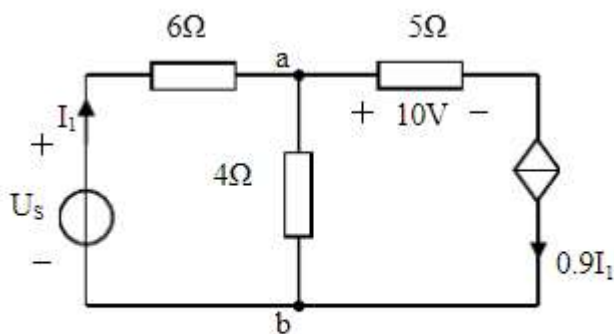
题二、图示电路，欲使  $\dot{U}_C$  滞后于  $\dot{U}_S$   $45^\circ$ ，求  $RC$  与  $\omega$  之间的关系。



$$\text{解: } \dot{U}_C = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} \dot{U}_s = \frac{1}{1 + j\omega RC} \dot{U}_s = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}} \dot{U}_s \angle -\arctan(\omega RC)$$

滞后  $45^\circ$ ，所以:  $-\arctan(\omega RC) = -\frac{\pi}{4} \Rightarrow \omega RC = 1; \omega = \frac{1}{RC}$

题三、电路如图所示，求电压  $U_{ab}$ 。

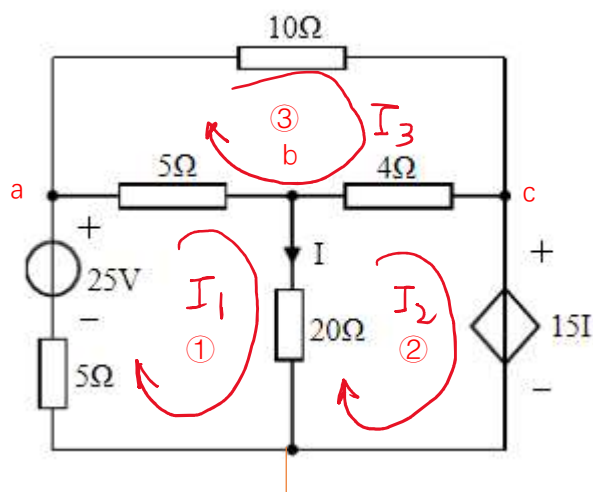


解: 根据  $5\Omega$  电阻上压降为 10V，电流为  $0.9I_1$ ，所以有  $0.9I_1 \times 5 = 10$ 。

得：  $I_1=2/0.9(\text{A})$ 。根据 KCL，在节点 a，  $I_{ab}=I_1-0.9I_1=0.1I_1=2/9(\text{A})$

$$U_{ab}=I_{ab} \cdot R_{ab}=4 \times 2/9=8/9(\text{V})$$

题四：列出图示电路的结点电压方程和网孔电流方程。



解：如图选取节点与网孔。网孔电流顺时针方向。

1、节点电压方程如下。

$$a: \frac{U_a - 2}{5} + \frac{U_a - U_b}{5} + \frac{U_a - U_c}{10} = 0$$

$$b: \frac{U_b - U_a}{5} + \frac{U_b - U_c}{4} + \frac{U_b}{20} = 0$$

$$c: U_c = 15I = 15 \times \frac{U_b}{20}$$

整理后有：

$$5U_a - 2U_b - U_c = 50 \quad (a)$$

$$4U_a - 10U_b + 5U_c = 0 \quad (b)$$

$$3U_b - 4U_c = 0 \quad (c)$$

2、网孔电流方程

$$(1) \quad 5(I_1 - I_3) + 20(I_1 - I_2) + 5I_1 = 25;$$

$$(2) \quad 20(I_2 - I_1) + 4(I_2 - I_3) + 15(I_1 - I_2) = 0;$$

$$(3) \quad 10I_3 + 4(I_3 - I_2) + 5(I_3 - I_1) = 0。$$

整理后：

$$(1) \quad 30I_1 - 20I_2 - 5I_3 = 25;$$

$$(2) \quad 5I_1 - 9I_2 + 4I_3 = 0;$$

$$(3) \quad 5I_1 - 6I_2 - 9I_3 = 0$$