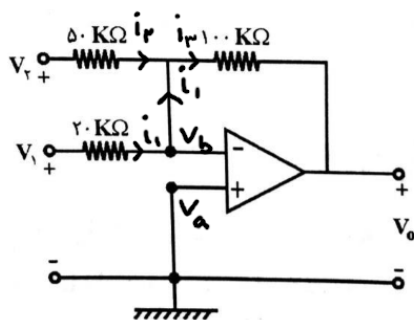


مدارهای الکتریکی و الکترونیکی - دکتر شکفته

امیرحسین منصوری - ۹۹۲۴۳۰۶۹ - تمرین سری ۷

سوال ۱

داریم $v_a = v_b = 0$ در نتیجه:



$$i_1 = \frac{v_1 - 0}{20000} = \frac{v_1}{20000}$$

$$i_2 = \frac{v_2 - 0}{50000} = \frac{v_2}{50000}$$

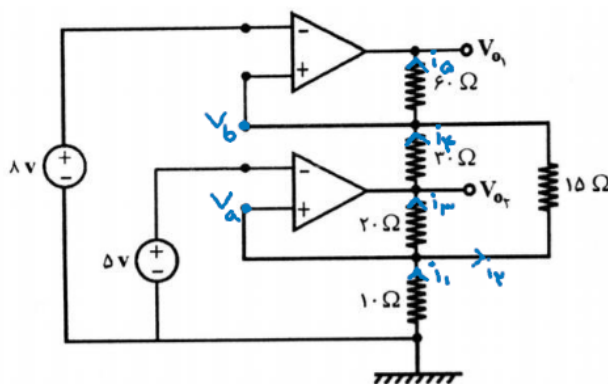
$$\Rightarrow i_3 = i_1 + i_2 = \frac{v_1}{20000} + \frac{v_2}{50000}$$

$$\Rightarrow \frac{v_a - v_o}{100000} = \frac{v_1}{20000} + \frac{v_2}{50000}$$

$$\Rightarrow v_o = -(5v_1 + 2v_2)$$

سوال ۲

با توجه به خاصیت ایده‌آل OpAmp داریم
در نتیجه: $v_b = 8$ و $v_a = 5$



$$i_1 = \frac{0 - v_a}{10} = \frac{-5}{10} = -0.5$$

$$i_2 = \frac{v_a - v_b}{15} = \frac{5 - 8}{15} = -0.2$$

جریان ورودی به پایانه‌های ایده‌آل صفر است. بنابراین:

$$i_1 = i_2 + i_3 \Rightarrow i_3 = i_1 - i_2$$

$$\Rightarrow i_3 = -0.5 - (-0.2) = -0.3$$

$$i_3 = \frac{v_a - v_{o2}}{20} = \frac{5 - v_{o2}}{20} = -0.3$$

$$\Rightarrow v_{o2} = 11$$

$$i_4 = \frac{v_{o2} - v_b}{30} = \frac{11 - 8}{30} = 0.1$$

$$i_5 = i_2 + i_4 = -0.1$$

$$i_5 = \frac{v_b - v_{o1}}{60} = \frac{8 - v_{o1}}{60} = -0.1$$

$$\Rightarrow v_{o1} = 14$$

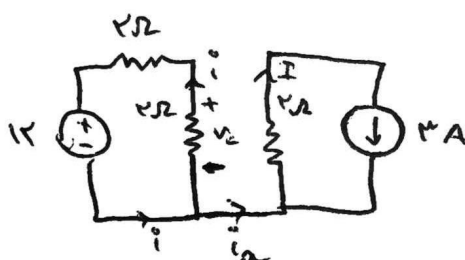
جریان ورودی به پایانه‌های ایده‌آل صفر است. بنابراین:

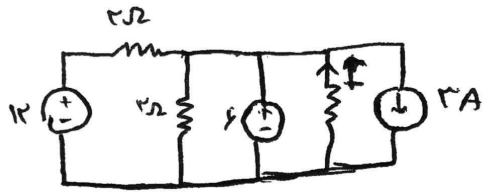
سوال ۳

در زمان $t = 0^-$ ، مدار به شکل روبه‌رو است. بنا به KCL،
داریم $i_x = 0$ همچنین:

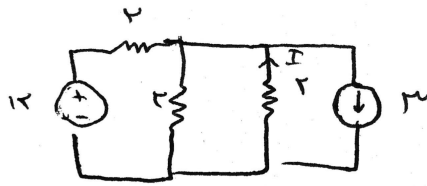
$$12 + 2i + 2i = 0 \Rightarrow i = -3 \Rightarrow V_c = -2i = 6$$

$$\Rightarrow I = 3$$



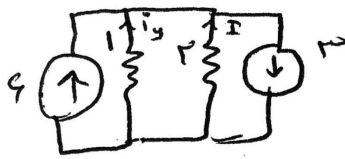


در زمان $t = 0^+$ ، خازن مثل یک منبع ولتاژ ۶ ولتی عمل می‌کند و مدار به شکل روبه‌رو در می‌آید. داریم:
 $2I + 6 = 0 \Rightarrow I = -3$



در زمان $t = +\infty$ ، مدار به شکل روبه‌رو در می‌آید. با تبدیل منبع ولتاژ سمت چپ به منبع جریان، مدار به شکل پایین در می‌آید. در نهایت داریم:

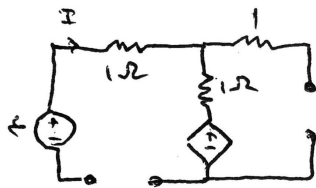
$$\begin{aligned} i_y &= 2I \\ i_y + I &= 3 - 6 = -3 \\ \Rightarrow I &= -1 \end{aligned}$$



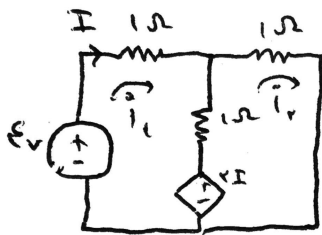
$$\tau = R_{eq} C_{eq} = (1 \parallel 2) \times \frac{1}{4} = \frac{1}{6} \text{ همچنین در نتیجه:}$$

$$\begin{aligned} I(t) &= I(+\infty) + (I(0^+) - I(+\infty))e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (t > 0) \\ &= -1 - 2e^{-6t} \quad (t > 0) \end{aligned}$$

سوال ۴

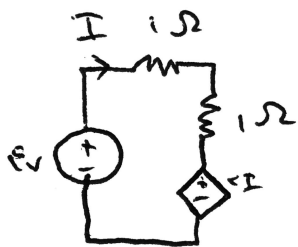


در زمان $t = 0^-$ ، شاخه‌ی با جریان $I(t)$ از مدار قطع است. بنابراین $I = 0$ و مدار به شکل روبه‌رو در می‌آید. پس $V_c = 0$.



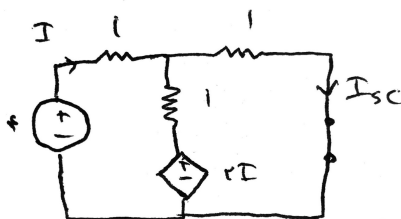
در زمان $t = 0^+$ ، خازن مثل منبع ولتاژ صفر ولتی یا عملاً مانند اتصال کوتاه عمل می‌کند. بنابراین مدار به شکل روبه‌رو در می‌آید. با استفاده از تحلیل خانه‌ای داریم:

$$\begin{aligned} -4 + i_1 + (i_1 - i_2) + 2i_1 &= 0 \\ -2i_1 + (i_2 - i_1) + i_2 &= 0 \\ \Rightarrow i_1 = I &= 1.6 \end{aligned}$$



در زمان $t = +\infty$ ، خازن مثل مدار باز عمل می‌کند و مدار به شکل روبه‌رو در می‌آید. داریم:

$$\begin{aligned} -4 + I + I + 2I &= 0 \Rightarrow I = 1 \\ \text{برای به دست آوردن مقاومت کل مدار، } R_{TH} \text{ را حساب می‌کنیم. داریم:} \\ V_{TH} &= 2I + I = 3 \end{aligned}$$



حال اتصال کوتاه برقرار می‌کنیم و I_{sc} را حساب می‌کنیم.

$$\begin{aligned} -4 + I + (I - I_{sc}) + 2I &= 0 \\ -2I + (I_{sc} - I) + I_{sc} &= 0 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow I_{SC} = 2.4$$

$$\Rightarrow R_{eq} = R_{TH} = \frac{V_{TH}}{I_{SC}} = 1.25$$

$$\Rightarrow \tau = R_{eq} C_{eq} = 1.25 \times 2 = 2.5$$

در نهایت داریم:

$$\begin{aligned} \Rightarrow I(t) &= I(+\infty) + (I(0^+) - I(+\infty))e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (t > 0) \\ &= 1 + (1.6 + 1)e^{-\frac{t}{2.5}} \quad (t > 0) \end{aligned}$$