



پاسخ تمرین سری ۲ مبانی مدارهای الکتریکی و الکترونیکی

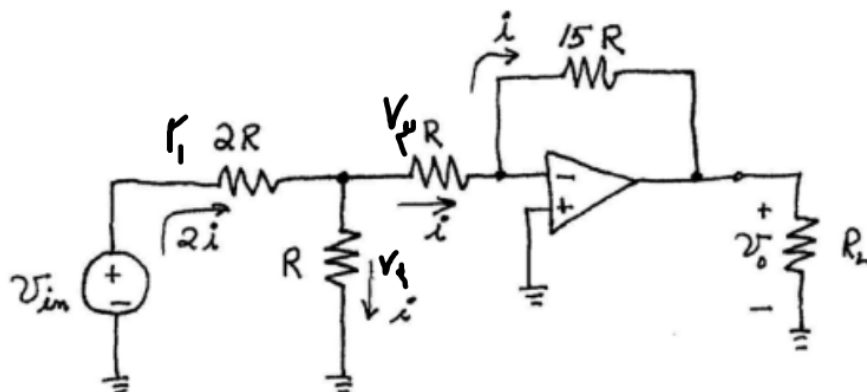
استاد: دکتر سمیه کوهی

دانشگاه صنعتی شریف

نیمسال اول ۱۴۰۱-۱۴۰۲

سوال اول

مقاومت ها را مطابق شکل زیر نام گذاری می کنیم.



سر مثلث آپامپ به زمین وصل است پس ولتاژ ورودی مثبت برابر صفر می باشد.
 همینطور فیدبک منفی داریم پس ولتاژ ورودی مثبت و منفی با هم برابر می شوند.
 چون میزان مقاومت شماره دو و سه با هم برابر است پس جریان برابری از هر دو می گذرد.
 پس طبق شکل جریان ها را نسبت می دهیم.
 حال سمت چپ ترین مش را در نظر می گیریم:

$$v_{in} - 2i \times 2R - i \times R = 0$$

$$\Rightarrow i = \frac{v_{in}}{5R}$$

$$\frac{0 - v_o}{15R} = i$$

$$\Rightarrow v_o = -i \times 15R = -\frac{v_{in}}{5R} \times 15R$$

$$\Rightarrow A = \frac{v_o}{v_{in}} = -3$$

سوال دوم

ابتدا ولتاژ ورودی مثبت را به دست می آوریم:

$$v_{in+} = 25 \frac{3}{5+3} = 9.375 V$$

و چون فیدبک منفی داریم ولتاژ دو سر مثبت و منفی آپامپ یکسان میشود.

حال با استفاده از مطلب بالا و مقاومت ۱۵ اهمی جریان گذرنده از مش بالایی را به دست می آوریم:

$$I_{15} = \frac{30 - 9.375}{15} = 1.375 \text{ A}$$

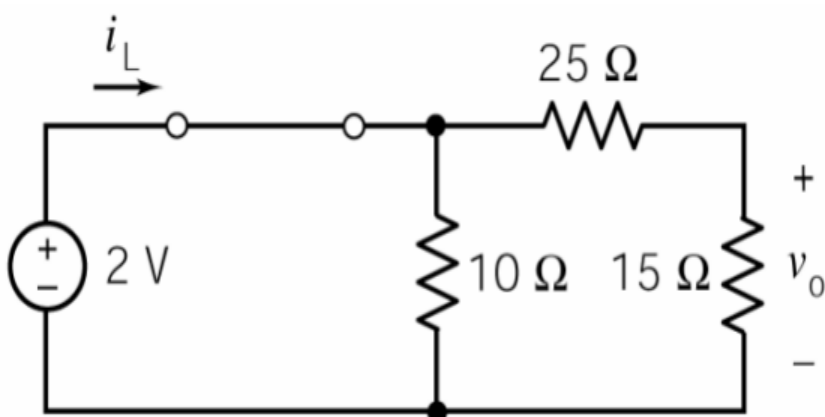
و با استفاده از جریان به دست آمده و مقاومت ۲۰ اهمی ولتاژ خروجی به دست می آید:

$$v_A = v_{in-} - 20I_{20} = 9.375 - 20 \times 1.375 = -18.125 \text{ V}$$

سوال سه)

برای حل این سوال باید جریان گذرند از سلف را به دست آورده و با استفاده از آن جریان گذرنده از هر مقاومت را تعیین کرده و ولتاژ را به دست آورد.

ابتدا حالت $t < 0$ را در نظر می گیریم:



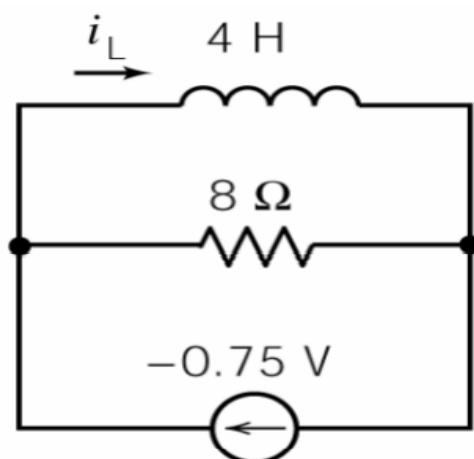
$$i_L(0) = \frac{2}{10 \parallel (25 + 15)} = \frac{2}{8} = 0.25 \text{ A}$$

حال جریان گذرنده در مثبت بینهایت را به دست می آوریم:

$$i_{sc} = \frac{-6}{8} = -0.75 \text{ A}$$

که ۶ ولتاژ تولیدی از منبع ولتاژ است و ۸ مقاومت معادل برای مقاومت های ۲۵ و ۱۵ و ۱۰ اهمی.

حالا باید ثابت زمانی مدار را به دست آوریم:



$$\tau = \frac{L}{R_t} = \frac{4}{8} = 0.5 \text{ s} \text{ and } a = \frac{1}{\tau} = 2 \frac{1}{\text{s}}$$

با استفاده از اطلاعات به دست آمده جریان گذرنده از مدار را به دست می آوریم:

$$i_L(t) = i_{sc} + (i(0) - i_{sc})e^{-at} = -0.75 + (0.25 - (-0.75))e^{-2t} = -0.75 + e^{-2t} \text{ for } t \geq 0$$

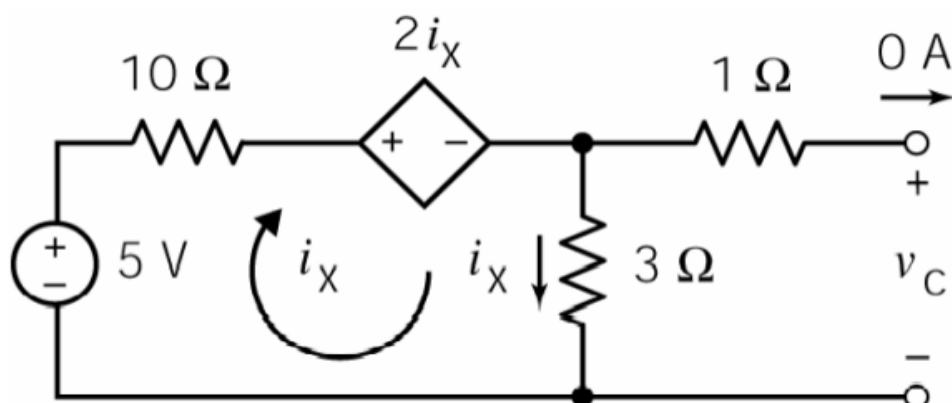
جریان کل را طبق عکس نسبت مقاومت ها تقسیم کرده و ولتاژ دو سر مقاومت را به دست می آوریم:

$$i_R = \frac{10}{10 + (25 + 15)} i_L = 0.2 i_L$$

$$v_o(t) = -2.25 + 3e^{-2t} \text{ for } t \geq 0$$

سوال چهار)

ابتدا ولتاژ اولیه خازن را به دست می آوریم:

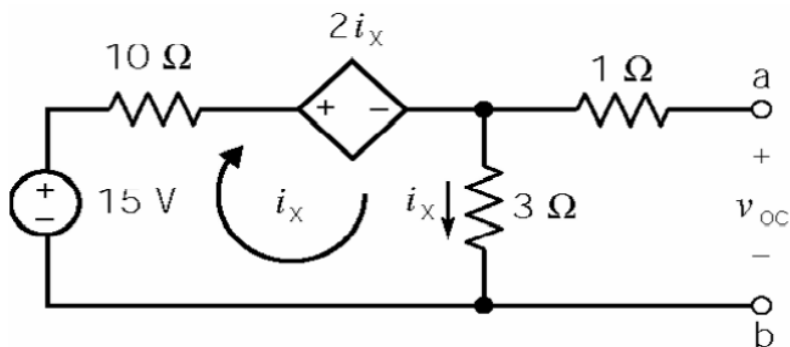


$$(10 + 2 + 3)i_x - 5 = 0 \Rightarrow i_x = \frac{1}{3} \text{ A}$$

Then

$$v_C(0) = 3i_x = 1 \text{ V}$$

حال ولتاژ دو سر خازن را در مثبت بینهایت پیدا می کنیم:



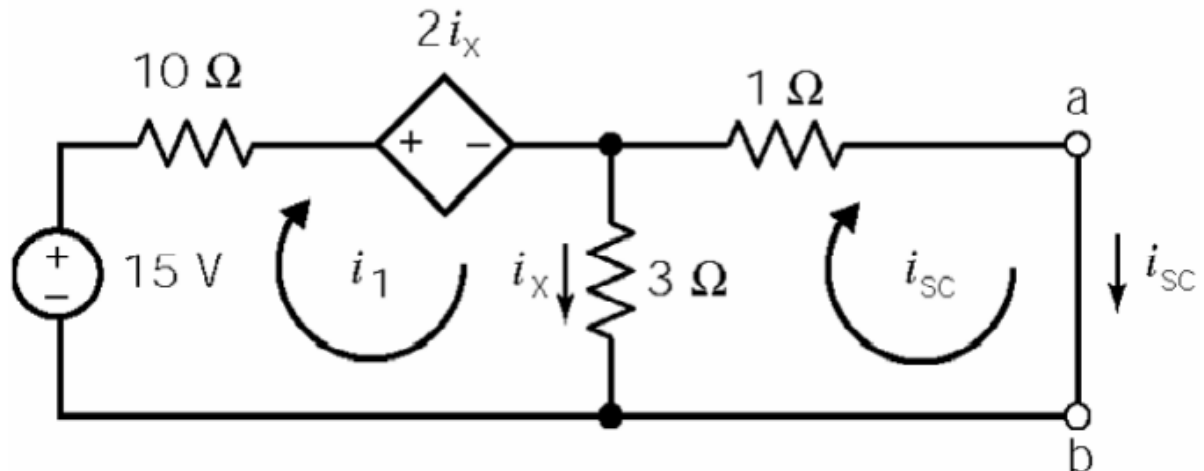
$$(10 + 2 + 3)i_x - 15 = 0 \Rightarrow i_x = 1 \text{ A}$$

Then

$$v_{oc} = 3i_x = 3 \text{ V}$$

در مرحله بعدی می‌خواهیم ثابت زمانی مدار را به دست آوریم. برای این کار به مقاومت توونن نیازمندیم.

در ادامه مقاومت توونن را به دست می‌آوریم:



$$i_x = i_1 - i_{sc}$$

$$10 i_1 + 2(i_1 - i_{sc}) + 3(i_1 - i_{sc}) - 15 = 0 \Rightarrow 15 i_1 - 5 i_{sc} = 15$$

And

$$i_{sc} - 3(i_1 - i_{sc}) = 0 \Rightarrow i_1 = \frac{4}{3} i_{sc}$$

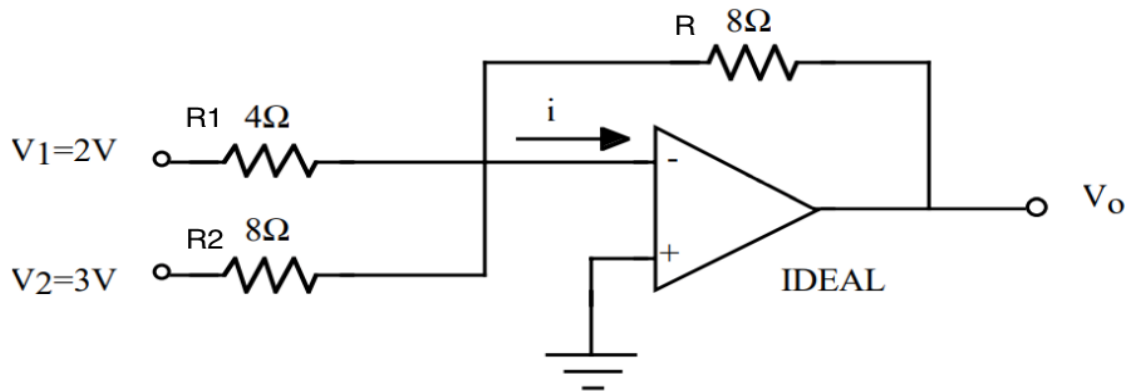
so

$$15 \left(\frac{4}{3} i_{sc} \right) - 5 i_{sc} = 15 \Rightarrow i_{sc} = 1 \text{ A}$$

The Thevenin resistance is

$$R_t = \frac{3}{1} = 3 \Omega$$

سوال پنج)



(الف)

جریان ورودی آپامپ بسیار ناچیز است که آن را بدون جریان ورودی در نظر می گیریم.

(ب)

چون که ورودی مثبت به زمین متصل است پس ولتاژ آن صفر است و به دلیل فیدبک منفی ولتاژ ورودی دیگر نیز صفر است.

حالا با دانستن ولتاژها جریان گذرنده را حساب می کنیم:

$$i = \frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2} = \frac{2}{4} + \frac{3}{8} = 0.875 \text{ A}$$

$$v_o = -iR = -(0.875)(8) = -7V$$

سوال شش)

ولتاژ خازن در لحظه صفر منفی و مثبت با هم برابر هستند.

در لحظه صفر منفی به دلیل نداشتن جریان ولتاژ خازن صفر است پس:

$$V_C(0^+) = V_C(0^-) = 0 \text{ V}$$

حال ولتاژ دو سر خازن را در بی نهایت حساب می کنیم. در این حالت خازن شارژ شده و جریانی از آن نمی گذرد:

$$I_{1,3} = \frac{2 + 4}{2 + 4 + 1 + 3} \times 5 = 3 \text{ A}$$

$$I_{2,4} = \frac{1 + 3}{2 + 4 + 1 + 3} \times 5 = 2 \text{ A}$$

$$V_C(\infty) = V_C^+ - V_C^- = 3I_{1,3} - 4I_{2,4} = 3 \times 3 - 4 \times 2 = 9 - 8 = 1 \text{ V}$$

حال با حساب کردن مقاومت توونن ثابت زمانی را به دست می آوریم:

$$R_{Th} = (1 + 2) \parallel (3 + 4) = 3 \parallel 7 = \frac{21}{10} \Omega$$

$$\tau = R_{Th}C = \frac{21}{10} \times 2 = \frac{21}{5} \text{ sec}$$

حال با اطلاعات بالا ولتاژ را به دست می آوریم:

$$V_C(t) = 1 + (0 - 1)e^{\frac{-t}{\frac{21}{5}}} = 1 - e^{\frac{-5t}{21}} \text{ V}$$

سوال هفت)

الف) با توجه به اینکه در زمان $t = 0$ مدار در حالت پایدار بوده است با استفاده از KVL داریم:

$$i_L(0^-) = i_L(0^+) = \frac{25}{50 + 25} = \frac{1}{3} \text{ A}$$

ب) در زمان ∞ مدار در حالت پایدار قرار دارد بنابراین ولتاژ دو سر سلف صفر است بنابراین با استفاده از روش تحلیل گره در نقطه 0 داریم:

$$\frac{v_o - 25}{50} + \frac{v_o - 50}{50} + \frac{v_o - 0}{25} = 0$$

$$\Rightarrow v_o = \frac{75}{4}$$

$$i_L(\infty) = \frac{v_o}{25} = \frac{3}{4} \text{ A}$$

ج)

$$\tau = \frac{L}{R}$$

که R مقاومت معادل مدار و L نیز سلف معادل مدار می‌باشد. برای بدست آوردن آنها منبع ولتاژها را اتصال کوتاه می‌کنیم.

$$L = 17 \text{ mH}$$

$$R = 25 + (50 \parallel 50) = 25 + 25 = 50 \Omega$$

$$\tau = \frac{17}{50} \text{ ms}$$

(د) برای $t > 0$ داریم:

$$i_L(t) = (i_L(0^+) - i_L(\infty))e^{\frac{-t}{\tau}} + i_L(\infty)$$

$$i_L(t) = \frac{-5}{12}e^{\frac{-t}{\tau}} + \frac{3}{4}$$