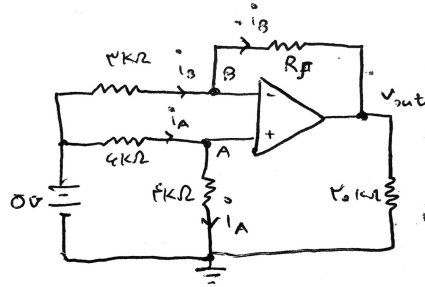


# مدارهای الکتریکی و الکترونیکی - دکتر شکفته

امیرحسین منصوری - ۹۹۲۴۳۰۶۹ - تمرین سری ۵

## سوال ۱

اشباع در OpAmp به معنی این است که ولتاژ خروجی OpAmp هیچ‌گاه بزرگ‌تر از ولتاژ منبع تغذیه مثبت و یا کوچک‌تر از ولتاژ منبع تغذیه منفی OpAmp نخواهد بود.  
در مدار داریم:



$$\begin{aligned} -5 + (6 \times 10^3)i_A + (4 \times 10^3)i_A &= 0 \Rightarrow i_A = 5 \times 10^{-4} \\ \Rightarrow v_A &= (4 \times 10^3)(5 \times 10^{-4}) = 2 \\ \Rightarrow v_B &= v_A = 2 \\ \Rightarrow i_B &= \frac{v_{in} - v_B}{3 \times 10^3} = \frac{5 - 2}{3 \times 10^3} = 10^{-3} \\ \Rightarrow i_B &= \frac{v_B - v_{out}}{R_f} \Rightarrow v_{out} = v_B - i_B \cdot R_f = 2 - 10^{-3}R_f \end{aligned}$$

برای اشباع شدن، باید داشته باشیم:

$$v_{out} < -14$$

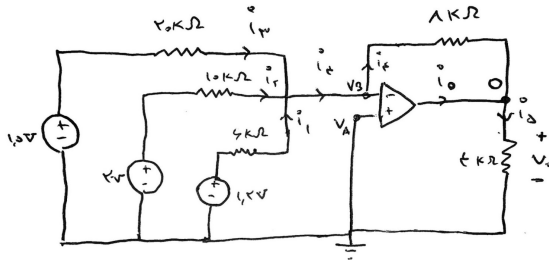
$$\Rightarrow 2 - 10^{-3}R_f < -14 \Rightarrow 10^{-3}R_f > 16$$

$$\Rightarrow R_f > 16 \times 10^3$$

(با حل شرط دیگر اشباع، یعنی  $v_{out} > 14$ ، مقدار  $R_f$  منفی به دست می‌آید که درست نیست)

## سوال ۲

با توجه به مدار داریم:



$$\begin{aligned} v_A &= v_B = 0 \\ i_1 &= \frac{1.2}{6 \times 10^3} = 2 \times 10^{-4} \\ i_2 &= \frac{2}{10 \times 10^3} = 2 \times 10^{-4} \\ i_3 &= \frac{1.5}{20 \times 10^3} = 7.5 \times 10^{-5} \\ \Rightarrow i_4 &= i_1 + i_2 + i_3 = 4.75 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

$$\frac{0 - v_o}{8 \times 10^3} = 4.75 \times 10^{-4} \Rightarrow v_o = -3.8$$

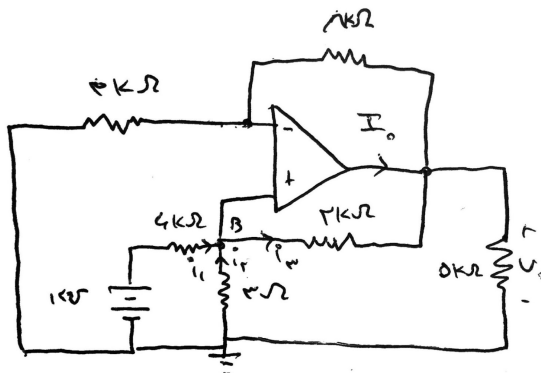
بنا به KCL در نقطه O داریم:

$$i_o + i_4 = i_5$$

$$\Rightarrow i_o = i_5 - i_4 = \left( \frac{-3.8 - 0}{4 \times 10^3} \right) - 4.75 \times 10^{-4} = -1.425 \times 10^{-3}$$

## سوال ۳

داریم:

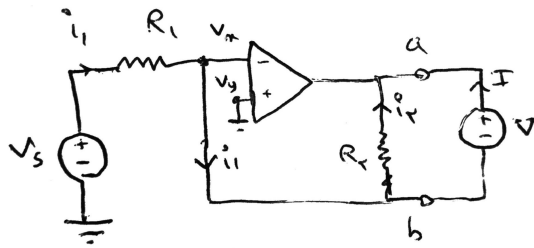


$$\begin{aligned} \frac{v_B - 12}{6000} &= i_1 \\ \frac{v_B}{3000} &= i_2 \\ \frac{v_O - v_B}{2000} &= i_3 \\ i_1 + i_2 &= i_3 \\ \frac{v_O}{5000} &= I_o + \frac{v_O - v_B}{8000} + i_3 \\ \frac{v_B}{4000} &= \frac{v_O - v_B}{8000} \end{aligned}$$

با حل دستگاه معادله بالا به دست می‌آید:  $I_o = \frac{13}{5000}$  و  $v_o = -12$ .

#### سوال ۴

با استفاده از روش کلی تونن داریم:



$$v_x = v_y = 0$$

$$i_1 = \frac{v_s}{R_1}$$

$$i_2 = \frac{0-v}{R_2} = -\frac{v}{R_2}$$

$$I = i_1 - i_2 = \frac{v_s}{R_1} + \frac{v}{R_2}$$

$$\Rightarrow (R_1 R_2) I = R_2 v_s + R_1 v$$

$$\Rightarrow R_1 v = (R_1 R_2) I - R_2 v_s$$

$$\Rightarrow v = R_2 I - \frac{R_2}{R_1} v_s$$

$$\Rightarrow v_{TH} = -\frac{R_2}{R_1} v_s, R_{TH} = R_2$$