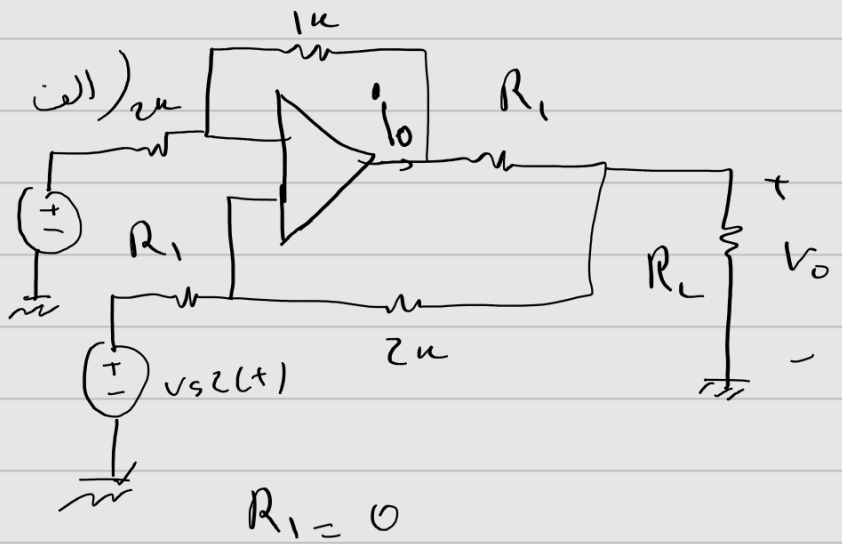
مسئله (1)



$R_1 = 0$

$V_+ = V_{s2} = V_-$

$$\frac{V_{s2} - V_{s1}}{2k} + \frac{V_{s2} - V_o}{1k} = 0 \rightarrow V_o = \frac{3}{2} V_{s2} - \frac{1}{2} V_{s1}$$

$V_{s2} = 4 V_{s1} \longrightarrow V_o = 5.5\, V_{s1}$

$\Longrightarrow |V_o| < 15 \longrightarrow |V_{s1}| < \frac{15}{5.5}$

$|V_{s2}| < \frac{60}{5.5}$

b) $V_{s1} = 0$

$R_1 = 0$

KCL(1): $\frac{V_{s2} - 0}{2k} + \frac{V_{s2} - V_o}{1k} = 0 \rightarrow V_o = \frac{3}{2} V_{s2}$

$|V_{EE}| = 15$ با فرض اشباع بودن خروجی

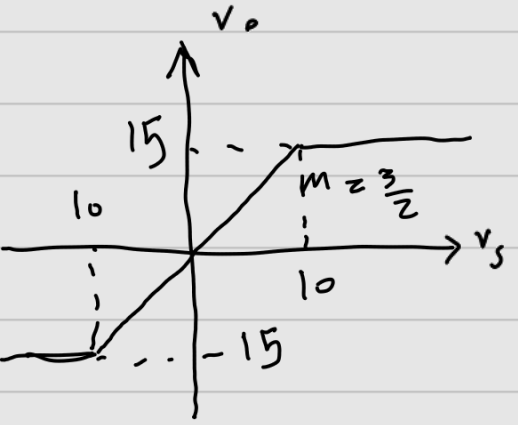
حالت اشباع

$V_o = 15 \longrightarrow V_- = \frac{2}{3} \times 15 = 10$

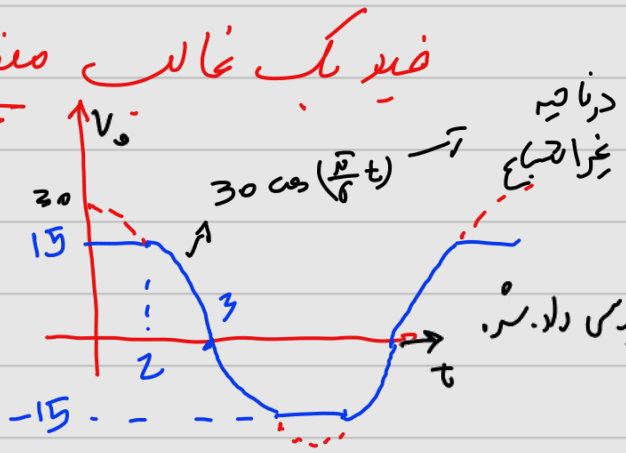
$V_+ - V_- > 0 \longrightarrow V_{s2} - 10 > 0 \rightarrow V_{s2} > 10$

$V_o = -15 \rightarrow V_- = -10$

$V_+ - V_- < 0 \rightarrow V_{s2} < -10$



فیدبک غالب منفی



شکل موج خروجی برای ورودی سینوسی داده شده

C) $V_{S1} = 0$, $R_1 = 0$

حالت خطی

$$V_- = V_{S2} \rightarrow \frac{V_{S2} - 0}{2k} + \frac{V_{S2} - V_o}{1k} \Rightarrow V_o = 1.5 V_{S2}$$

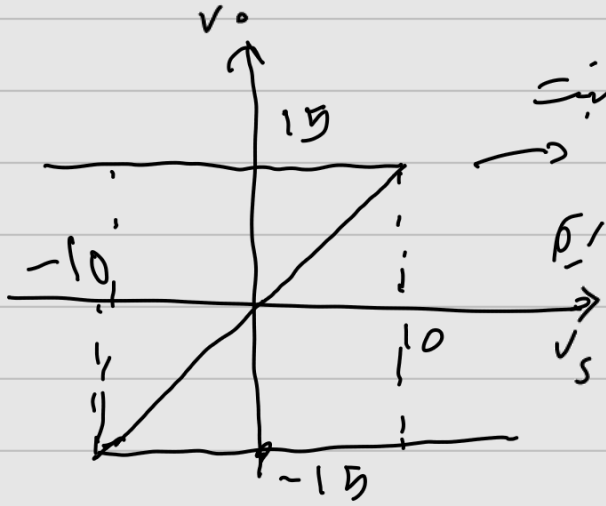
حالت اشباع

$V_o = 15 \rightarrow V_+ = 10$, $V_- = V_{S2}$

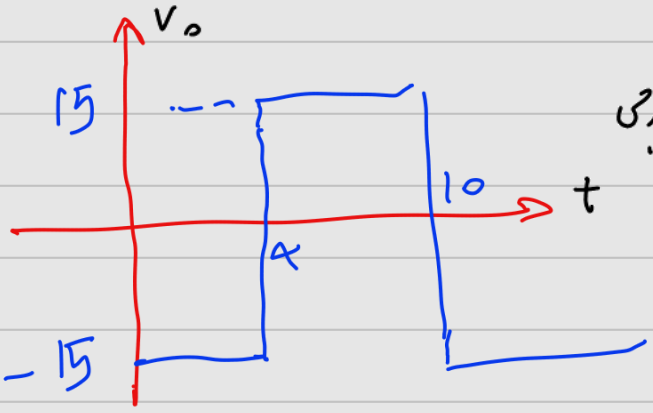
$V_+ - V_- > 0 \rightarrow V_{S2} < 10$

$V_o = -15 \rightarrow V_+ = -10$

$V_+ - V_- < 0 \rightarrow V_{S2} > -10$

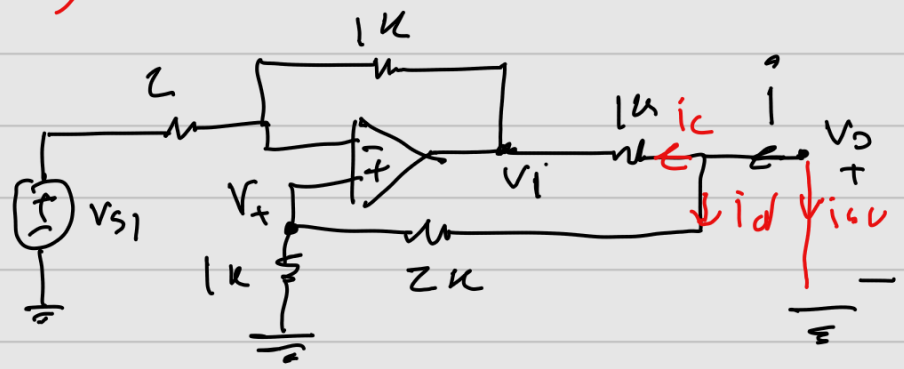


فیدبک غالب مثبت و هیسترزیس داریم



شکل موج خروجی برای ورودی سینوسی داده شده

d) $V_{S2} = 0$ $\quad R_1 = 1k\Omega$



$$V_+ = \frac{1}{3} V_o \quad \text{(تقسیم مقاومتی)}$$

$$V_- = V_+ = \frac{1}{3} V_o \rightarrow \frac{\frac{V_o}{3} - V_{S1}}{2k} + \frac{\frac{V_o}{3} - V_1}{1k} = 0$$

$$V_1 = \frac{V_o - V_{S1}}{2}$$

$$i = \frac{V_o}{3k} + \frac{V_o - \frac{V_o - V_{S1}}{2}}{1k} = \frac{5}{6} V_o + \frac{V_{S1}}{2}$$

$$\rightarrow V = \underbrace{\frac{6}{5}}_{2} i - \underbrace{\frac{3}{5}}_{V_{oc}} V_{S1} \rightarrow i_{sc} = \frac{2}{V_{oc}} = -\frac{1}{2} V_{S1}$$

$V_o = 0$ اتصال کوتاه $\quad V_o = 0 \rightarrow i_d = \frac{0-0}{3k} = 0$ روش سوم:

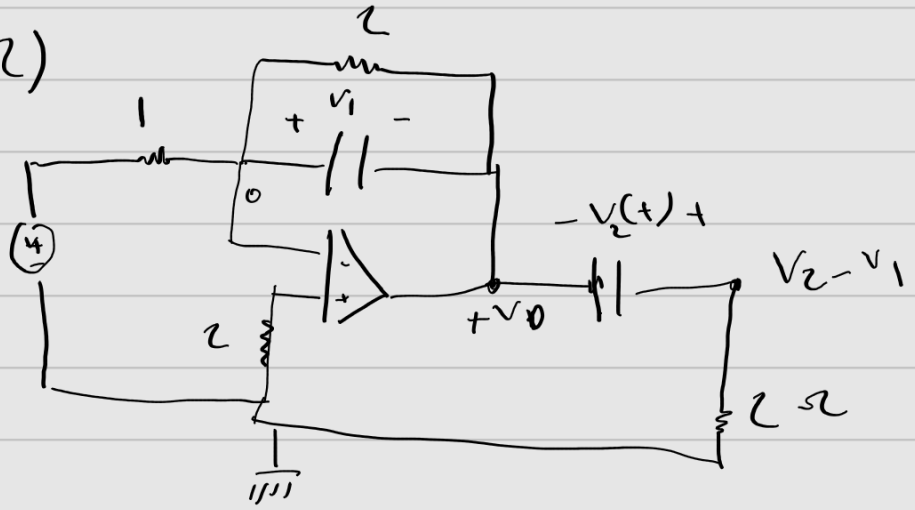
$$i_{sc} = \frac{V_1}{1k} \rightarrow i_c = -i_{sc} = i$$

$$V_+ = \frac{V_o}{3} = 0 \rightarrow \frac{0 - V_1}{1k} = \frac{V_{S1} - 0}{2k}$$

$$V_1 = -\frac{V_{S1}}{2}$$

$$\rightarrow i_{sc} = \frac{V_1}{1k} = -\frac{V_{S1}}{2}$$

2)



(1) نشر

$V_0 = -V_1$

$V_1 = \frac{V_S}{D + \frac{1}{2}}$

KCL

I) $\frac{-V_S}{1} + \frac{V_1}{2} + \frac{dV_1}{dt} = 0 \rightarrow \boxed{\frac{dV_1}{dt} + \frac{V_1}{2} = V_S(t)}$

II) $\frac{V_2 - V_1}{2} = -\frac{dV_2}{dt} \rightarrow -\frac{2\,dV_2}{dt} = V_2 - V_1$

$\frac{2\,dV_2}{dt} = \frac{+V_S}{D + \frac{1}{2}} - V_2$

$\rightarrow \frac{2\,dV_2}{dt} + V_2 = +\frac{V_S}{D + \frac{1}{2}}$

$\Longrightarrow \left(\frac{2D}{} + 1 \quad .\right)\left(D + \frac{1}{2}\right) V_2 \; V_S$

$(2D^2 + 2D + \frac{1}{2})\, V_2 = V_S$

$\boxed{\frac{2d^2}{dt^2} V_2 + \frac{2d}{dt} V_2 + \frac{1}{2} V_2 = V_S}$

اگر فرض کنیم خروجی اشباع نیست، معادله المپ امپ به صورت زیر است:

$$\frac{dv_1}{dt} + \frac{v_1}{2} + v_- - v_s = 0$$

$$v_- = v_1 - 15$$

رابطه بازی به این صورت نیست

$$|v_o| = 15$$

دو ناحیه اشباع

$$v_o = 15$$

$$\rightarrow \frac{dv_1}{dt} + \frac{3}{2} v_1 = v_s - 15$$

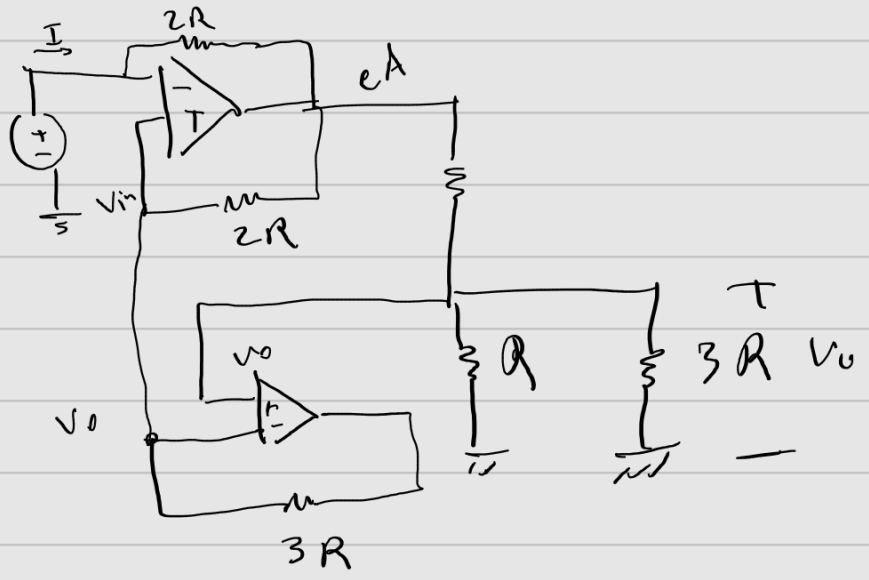
$$2\frac{dv_2}{dt} + v_2 + 15 = 0$$

$$v_o = -15$$

$$\frac{dv_1}{dt} + \frac{3}{2} v_1 = v_s + 15$$

$$2\frac{dv_2}{dt} + v_2 - 15 = 0$$

3)



سئله (۳)

$V_o = V_{in} \longrightarrow A_V = \frac{V_o}{V_{in}} = 1 \rightarrow$ گین = ۱

مستقل از R

$$R_{in} = \frac{V_{in}}{I_{in}}$$

$$\frac{V_{in} - eA}{2R} = I$$

KCL; $\frac{V_o - eA}{R} + \frac{V_o}{\frac{3R}{4}} = 0 \longrightarrow eA = \frac{4}{3}V_o + V_o \xrightarrow{V_o = V_{in}}$

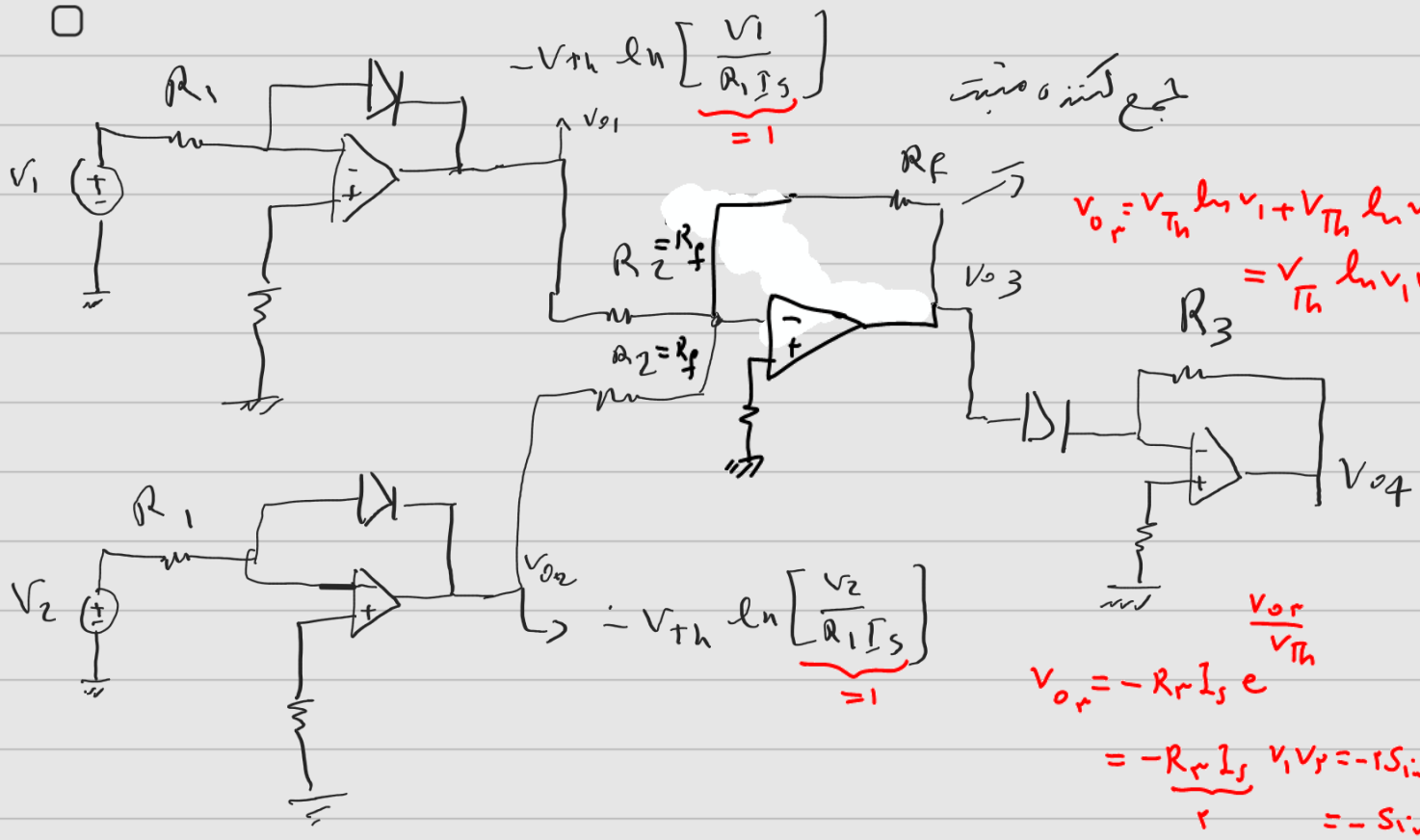
$$2RI = V_{in} - eA = -\frac{4V_o}{3}$$

$$\rightarrow R_{in} = \frac{-2}{3}V_{in} \longrightarrow R_{in} = \frac{V_{in}}{I_{in}} = \frac{-3}{2}R$$

مقاومت منفی

$V_1 = \sin(t)$
$V_2 = \cos(t)$
} → باید ضرب کننده درست کنیم

□



$V_{o_3} = V_{Th} \ln v_1 + V_{Th} \ln v_2$
$= V_{Th} \ln v_1 v_2$

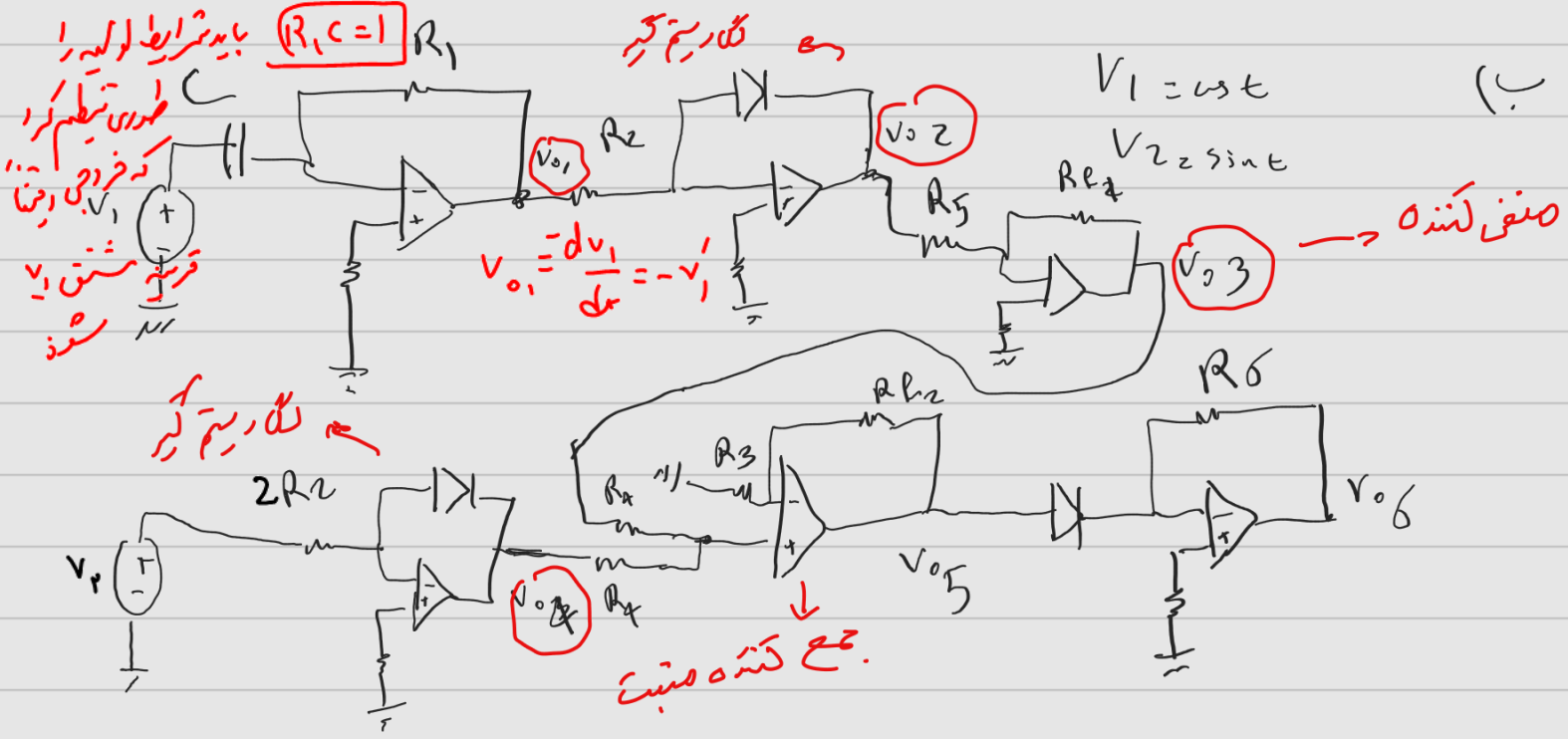
$V_{o_4} = -R_4 I_S \, e^{\frac{V_{o_3}}{V_{Th}}}$
$= -R_4 I_S \, v_1 v_2 = -1 \sin t \cos t$
$= -\frac{\sin 2t}{2}$

→ $V_{o_4} = -\sin(2t)$ → یک طبقه تقویت کننده معکوس با بهره ۱-

→ $\boxed{V_{o_5} = \sin 2t}$

روش های دیگری هم کمی است

ب)



$R_1C = 1$

$$V_{o2} = -V_{th}\ln\left[\frac{-v_1'}{R_2 I_s}\right]$$

$$V_{o3} = V_{th}\ln\left[\frac{-v_1'}{R_2 I_s}\right]$$

$$V_{o4} = -V_{th}\ln\left[\frac{v_2}{2R_2 I_s}\right]$$

$R_{f_1} = R_5$

$R_{f_2} = R_3$)

$$V_{o5} = \left(1+\frac{R_{f_2}}{R_3}\right)\times\frac{1}{2}\left(V_{o3}+V_{o4}\right)$$

$$= 2\times\frac{1}{2}V_{Th}\left[\ln\left(\frac{-v_1'}{R_2 I_s}\right) - \ln\left(\frac{v_2}{2R_2 I_s}\right)\right]$$

$$= V_{Th}\ln\frac{-2v_1'}{v_2}$$

$$= V_{Th}\ln\frac{-2(-\sin t)}{\sin t}$$

$$= V_{Th}\ln 2$$

$$V_{o6} = -R_6 I_s e^{\frac{V_{o5}}{V_{Th}}} = \underbrace{-2R_6 I_s}_{\text{عددی ثابت}}$$

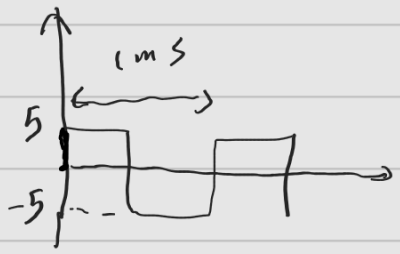
$-2R_6 I_s$ = ضریبی که می خواهیم

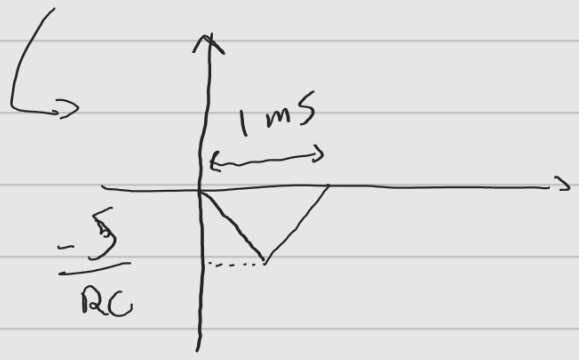
نکته ی این سوال بیشتر سخت تقسیم کننده است

روش های دیگری هم ممکن است

(5) ابتدا با یک مدار انتگرال گیر انتگرال مدار را می گیریم

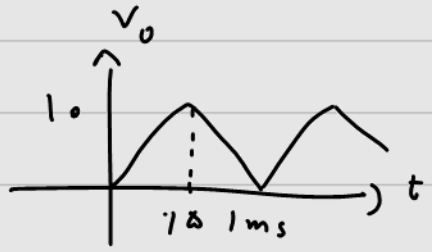
$$v_o = -\frac{1}{RC}\int_0^t v_s(\lambda)\,d\lambda$$





$$\frac{5}{RC} = 10$$

$$RC = \frac{1}{2}$$

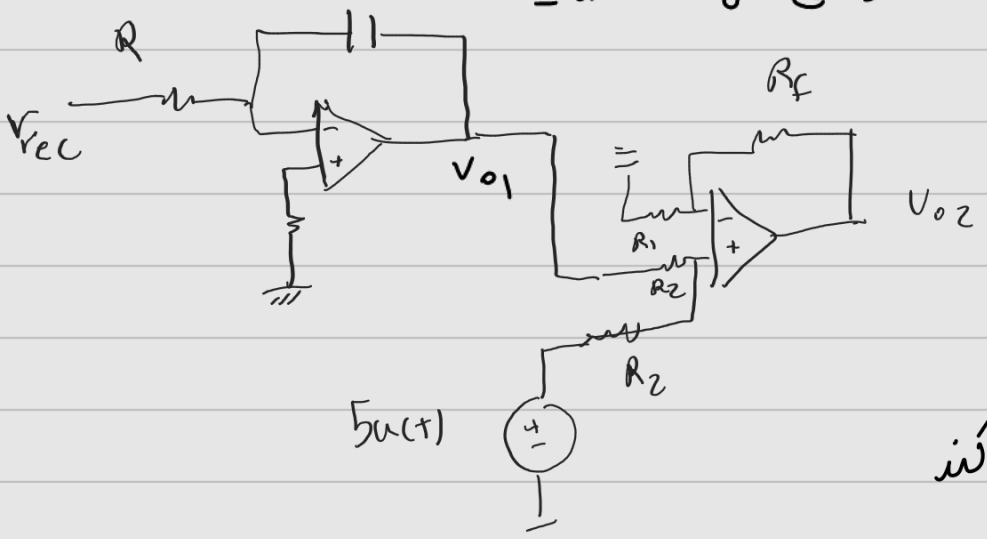


اگر بخواهیم برای یک تقویت کننده منفی با بهره ۱- ضرب کنیم یک برج مقاومتی بیست با دامنه ۱ تولید میشود

$$\begin{cases} R = 10K \\ C = 50\ \mu F \end{cases} \rightarrow$$

و اگر بخواهیم با یک 5 ولت جمع کنیم یک برج شش با دامنه ۵ ± ولت تولید می شود.

هر دو جواب قابل قبول است.



هرگونه عددگزاری که صدق کند قابل قبول است

$$V_{o2} = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) \times \frac{R_2}{R_2 + R_2}\,(V_1 + V_2)$$

$$R_f = R_1$$