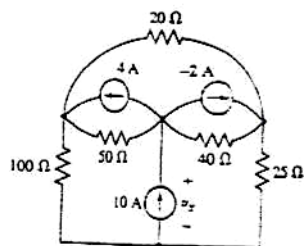


## سوالات مدار

40 سوال به همراه پاسخ مربوط به درس مدار

1) با استفاده از تحلیل گره ای  $V_p$  مدار شکل 4-45 را بیابید.



شکل ۴-۲۶

$$KCLa: \frac{V_a}{20} + \frac{v_a - v_b}{40} 10 = 0 \Rightarrow 3v_a - v_b = 400 \quad (I)$$

$$KCLb: \frac{v_b - v_a}{40} + \frac{v_b}{100} + \frac{v_b - v_c}{50} \Rightarrow -5v_a + 11v_b - 4v_c = 0 \quad (II)$$

$$KCLc: \frac{v_c - v_b}{50} + \frac{v_c - v_d}{10} - 2 + 2.5 = 0 \Rightarrow -v_b + 6v_c - 5v_d = -25 \quad (III)$$

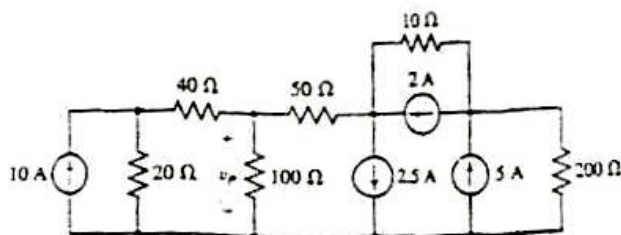
$$KCLd: \frac{v_a - v_c}{10} + \frac{v_a}{200} 5 + 2 = 0 \Rightarrow -20v_c + 21v_d = 600 \quad (IV)$$

$$\begin{cases} 3v_a - v_b = 400 \\ -5v_a + 11v_b - 4v_c = 0 \\ -v_b + 6v_c - 5v_d = -25 \\ -20v_c + 21v_d = 600 \end{cases} \Rightarrow v_b =$$

$$\begin{vmatrix} 3 & 400 & 0 & 0 \\ -5 & 0 & -4 & 0 \\ 0 & -25 & 6 & -5 \\ 0 & 600 & -20 & 21 \end{vmatrix} \Rightarrow v_b = \frac{\begin{vmatrix} 3 & -1 & 0 & 0 \\ -5 & 11 & -4 & 0 \\ 0 & -1 & 6 & -5 \\ 0 & 0 & -20 & 21 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 3 & -1 & 0 & 0 \\ -5 & 11 & -4 & 0 \\ 0 & -1 & 6 & -5 \\ 0 & 0 & -20 & 21 \end{vmatrix}}$$

$$v_b = v_p = 171.64[V]$$

2) با استفاده از تحلیل گره ای  $V_x$  مدار شکل 4-36 را بیابید.



شکل ۴-۲۵

$$KCLa: \frac{v_a}{100} + \frac{v_a - v_b}{50} + \frac{v_a - v_c}{20} - 4 = 0 \Rightarrow 8v_a - 2v_b - 5v_c = 400(I)$$

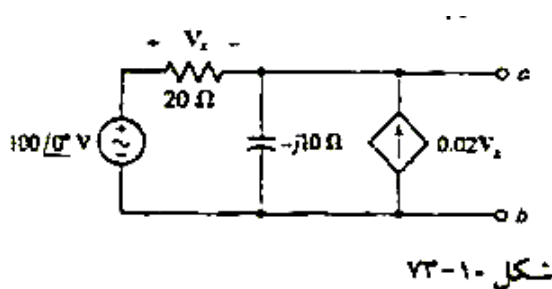
$$KCLb: \frac{v_b - v_a}{50} + \frac{v_b - v_c}{40} + 4 - 10 + (-2) = 0 \Rightarrow +v_a + 9v_b - 5v_c = 8(II)$$

$$KCLc: \frac{v_c - v_a}{20} + \frac{v_c - v_b}{40} + \frac{v_c}{25} - (-2) = 0 \Rightarrow -10v_a - 5v_b + 23v_c = -400(III)$$

$$\begin{cases} 8v_a - 2v_b - 5v_c = 400 \\ -4v_a + 9v_b - 5v_c = 8 \\ -10v_a - 5v_b + 23v_c = -400 \end{cases}$$

$$\Rightarrow x_x = v_b = \frac{\begin{vmatrix} 8 & 400 & -5 \\ -4 & 8 & -5 \\ -10 & -400 & 23 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 8 & -2 & -5 \\ -4 & 9 & -5 \\ -10 & -5 & 23 \end{vmatrix}} \Rightarrow vb = v_x = 54.46[v]$$

3) معادل تونن حوزه فرکانس شبکه شکل 10-73 را بیابید نتیجه را به صورت  $v_{th}$  سری با  $z_{th}$  نشان دهید.



$$R_x = \frac{V_x}{I_x} = \frac{V_x}{0.02V_x} \Rightarrow R_x = 50 / \Omega$$

$$Z_{th} = (20 \parallel Z_c \parallel R_x) = (20 \parallel (-j10) \parallel 50) \Rightarrow$$

$$Z_{th} = \frac{14.29 \times (-j10)}{14.29 - j10} \Rightarrow Z_{th} = 4.7j - 6.71[\Omega] \quad Z_{th} = 8.19 \angle -55.02[\Omega]$$

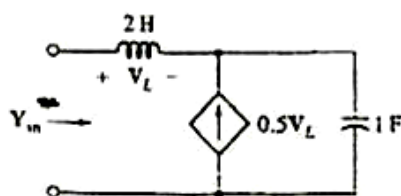
$$V_{th} = V_a$$

$$\begin{cases} KCL: \frac{V_a - 100\angle 0^\circ}{20} + \frac{V_a}{-j10} - 0.02V_x = 0 \Rightarrow \frac{V_a}{20} - 5 + j\frac{V_a}{10} - 0.02(100\angle 0^\circ - V_a) = 0 \Rightarrow \\ V_x = 100\angle 100 - V_a \end{cases}$$

$$V_{th} = V_a = 32.88 - j46.98 [V]$$

$$V_{th} = 57.35 \angle -55.01^\circ [V]$$

4) ادمیتانس ورودی مدار شکل 74-10 را یافته آنرا به صورت ترکیب موازی یک مقاومت R و یک القاء کنایی L نشان دهید. مقادیر R و L را به ازای فرکانس  $\omega = 1 \text{ rad/s}$  به دست آورید.



شکل ۱۰-۷۴

$$\begin{cases} V_t = Z_L I_t + Z_c (I_t + 0.5V_L) \Rightarrow V_t = (j2\omega)I_t + \left(\frac{1}{j\omega}\right)(I_t + 0.5(j2\omega \times Z_t)) \Rightarrow \\ V_L = Z_L I_t \end{cases}$$

$$V_t = I_t \left( j2\omega + \frac{1}{j\omega} + 1 \right)$$

$$Y_{in} = \frac{I_t}{V_t} = \frac{1}{1 + j(2\omega - \frac{1}{\omega})} = \frac{1 - j(2\omega - \frac{1}{\omega})}{1 + (2\omega - \frac{1}{\omega})^2} \Rightarrow$$

$$Y_{in} = \frac{1}{1 + (2\omega - \frac{1}{\omega})^2} - j \frac{(2\omega - \frac{1}{\omega})}{1 + (2\omega - \frac{1}{\omega})^2} \quad (I)$$

$$Y = \frac{I}{R} + \frac{I}{j\omega L} = \frac{I}{R} - j \frac{I}{\omega L} \quad (II)$$

$$R = 1 + (2\omega - \frac{1}{\omega})^2 [\Omega]$$

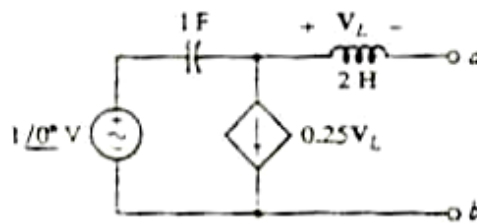
$$wL = \frac{1 + (2\omega - \frac{1}{\omega})}{2\omega - \frac{1}{\omega}} \Rightarrow L = \frac{1 + (2\omega - \frac{1}{\omega})^2}{2\omega^2 - 1} [H]$$

$$R = I + (2 \times 1 \frac{1}{1})^2 \Rightarrow R = 2[\Omega]$$

$$L = \frac{1 + (2 \times 1 - \frac{1}{1})^2}{2 \times 1^2 - 1} \Rightarrow L = 2[H]$$

با

5) معادل نورتن شبکه 10-76 را با فرض  $\omega = \text{rad}$  بیابید معادل نورتن را به صورت منبع جریان  $I_N$  موازی با مقاومت  $R_N$  و القاکنایی  $L_N$  با ظرفیت  $C_n$  نشان دهید.



شکل ۱۰-۷۶

$$\begin{cases} KVL: V_1 = j2 \times 1(I_t) + (\frac{1}{j \times 1 \times 1})(I_t - 0.25V_L) \Rightarrow \\ V_L = -(j_2 \times 1) \times L \end{cases}$$

$$V_t = j2I_t - j(I_t - 0.25(-j2I_t)) \Rightarrow V_t = (0.5 + j)I_t$$

$$Z_N = Z_{th} = \frac{V_t}{I_t} = 0.5 + j[\Omega]$$

$$Y_N = \frac{1}{Z_N} = \frac{1}{0.5 + j} = 0.4 - j0.8[s] \quad (I)$$

$$Y_N = \frac{I}{R} + \frac{I}{j\omega L} \quad (II)$$

$$I, II \Rightarrow \frac{I}{R} = 0.4 \Rightarrow R = 2.5[\Omega]$$

$$\frac{1}{j\omega L} \times -j0.8 \Rightarrow 1.25[H]$$

$$KVL: 1\angle 0^\circ = \frac{1}{j1 \times 10^{-3} \times 10^3} I_1 + (j2 \times 10^{-3} \times 10^3) I_2 \Rightarrow -jI_1 + j2I_2 = 1(I)$$



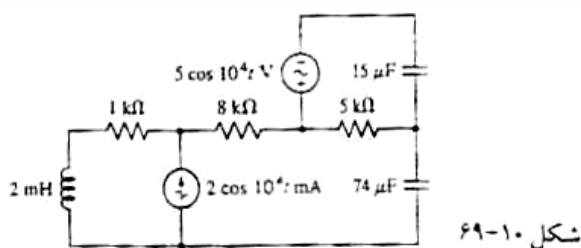
## سوالات مدار

$$KCL: I_1 - I_2 = 0.25V_L = 0.25(j2 \times 10^{-3} \times 10^3 \times I_2) \Rightarrow I_1 + (-1 + j0.5)I_2 = 0 \quad (II) \quad y$$

$$(I), (II) \rightarrow \begin{bmatrix} -j & j2 \\ 1 & -1 - j0.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow I_N = I_{sc} = I_2 = \frac{\begin{vmatrix} -j & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} -j & j2 \\ 1 & -1 - 0.5 \end{vmatrix}} \Rightarrow$$

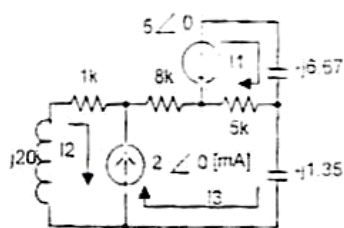
$$I_N = 894.43 \times 10^{-3} \angle -63.43^\circ [A]$$

6) توانی که  $t = 1ms$  در مقاومت  $1-k\Omega$  مدار شکل 10-69 مصرف می شود چقدر است؟



شکل ۱۰-۶۹

$$KVL: 5 + (-6.67)I_1 + 5 \times 10^3(I_1 - I_3) = 0 \Rightarrow (5 \times 10^3 - j6.67)I_1 - 5 \times 10^3 I_3 = -5(I)$$



شکل ۱۰-۶۹

$$I_3 + 5 \times 10^3(I_3 - I_1) + (-j1.35)I_3 + j20I_2 = 0 \Rightarrow$$

$$-5 \times 10^3 I_1 + (10^3 + j20)I_2 + (13 \times 10^3 - j1.35)I_3 = 0 \quad (II)$$

$$KCL: I_3 - I_2 \times 10^{-3} \quad (III)$$

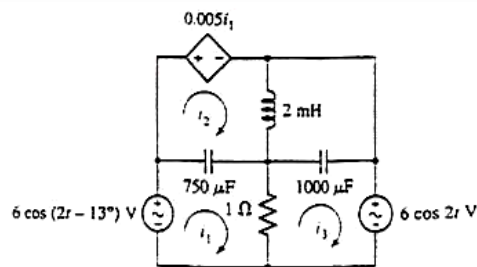
$$I_2 = 2.33 \times 10^{-3} \angle 3.14$$

$$i_2(t) = 2.33 \cos(10^4 t + 3.14) [mA]$$

$$i_2(t = 1m) = 2.33 \times 10^{-3} \cos(10^4 \times 10^{-3} + 3.14) = 1.96 [mA]$$

$$P_{1k\Omega} = Ri^2 = 1 \times 10^3 \times (1.96 \times 10^{-3})^2 = 3.48 [mw]$$

7) با تحلیل فیزیکی سه جریان خانه ای  $i_3(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_1(t)$  مدار شکل 10-70 را بیابید.



$$KVL1: \left( \frac{1}{j750 \times 10^{-6} \times 2} \right) (I_1 - I_2) + 1(I_1 - I_3) - 6 \angle -13^\circ = 0 \Rightarrow$$

$$(1 - j666.67) I_1 + j666.67 I_2 - I_3 = 5.85 - j1.35 \quad (I)$$

$$KVL2: (j4 \times 10^3)(I_2 - I_4) + (-j666.67)(I_2 - I_1) + 5 \times 10^{-3} I_t = 0 \Rightarrow$$

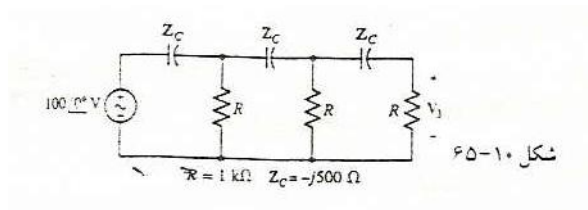
$$(5 \times 10^3 + j666.67) I_1 - 666.67 I_2 - j4 \times 10^3 I_4 = 0 \quad (II)$$

$$KVL3: (-j500)(I_3 - I_4) + 6 + 1(I_3 - I_1) = 0 \Rightarrow -I_1 + (I - j500) I_3 + j500 I_4 = -6 \quad (III)$$

$$KVL4: (-j500)(I_4 - I_3) + (j4 \times 10^3)(I_4 - I_2) = 0 \Rightarrow -j4 \times 10^3 I_2 + j500 I_3 - j499.996 I_4 = 0 \quad (IV)$$

$$\begin{bmatrix} (1 - j666.67) & j666.67 & -1 & 0 \\ (5 \times 10^3 + j666.67) & -j666.67 & 0 & -j4 \times 10^3 \\ -1 & 0 & (1 - j500) & j500 \\ 0 & -j4 \times 10^3 & j500 & j499.669 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.85 - j1.35 \\ 0 \\ -6 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$I_1 = I_2 = 1.961 \angle -36.92^\circ [A] \text{ و } I_3 = 4.118 \angle 173.39^\circ [A]$$



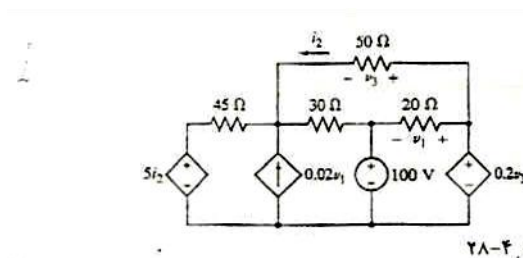
الف)  $V_3$  مدار شکل 10-65 را بدست آورید.

ب) سه امپدانس خازنی باید چه مقداری داشته باشند

تا  $V_3$  منع  $180^\circ$  اختلاف فاز پیدا کنند. (سه امپدانس برابرند)

$$KVL: (-j500) I_1 + 1000(I_1 - I_2) - 100 \angle 0^\circ = 0 \Rightarrow$$

9) در مدار شکل 28-4 با استفاده از تحلیل گره‌های  $V_1$  و  $i_2$  را بیابید.



شکل ۲۸-۴

$$\frac{v_b}{45} - \frac{v_d}{45} + \frac{v_b}{30} - \frac{v_b}{30} + \frac{v_b}{50} - 0.02(0.2v_3 - 100) = 0$$

$$i_2 = \frac{v_3}{20} \quad (II)$$

$$v_3 = v_d - v_b \Rightarrow v_3 = 0.2v_3 - v_b$$

$$\Rightarrow v_3 = -\frac{5}{4}v_b \quad (III)$$

$$i_2 = \frac{1}{50} \left( \frac{5}{4}v_b \right) = \frac{v_b}{40} \quad (IV)$$

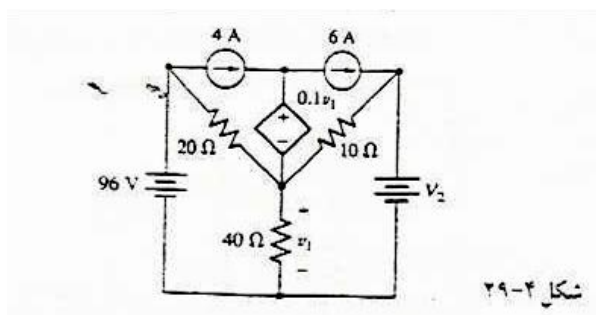
$$\frac{17}{225}v_b \frac{4}{3} - 0.008 \left( \frac{5}{4}v_b \right) \frac{1}{9} \left( \frac{v_b}{40} \right) = 0 \Rightarrow v_b = 15.1[v]$$

$$v_3 = -\frac{5}{4}v_b = \frac{5}{4}(15.1) = -18.87[v]$$

$$v_1 = v_d - v_c = 0.2v_3 - v_c = 0.2(-18.87) - 100 \Rightarrow v_1 = -118.87[v]$$

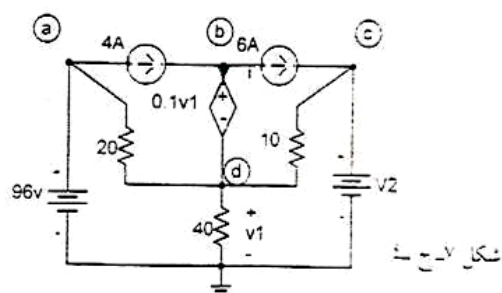
$$i_2 = \frac{v_3}{50} = \frac{-118.87}{50} \Rightarrow i_2 = -377.4[mA]$$

10) در مدار شکل 29-4 با استفاده از تحلیل گره‌ای مقدار  $v_2$  لازم را برای این که  $V_i = 0$  تعیین کنید.



شکل ۲۹-۴





$$KCL: -4 + 6 + i = 0 \Rightarrow i = -2[A]$$

$$KCL: \frac{v_d}{40} + \frac{v_d - v_c}{10} + \frac{v_d - v_a}{20} - (-20) = 0 \quad (I)$$

$$v_a = 96[v]$$

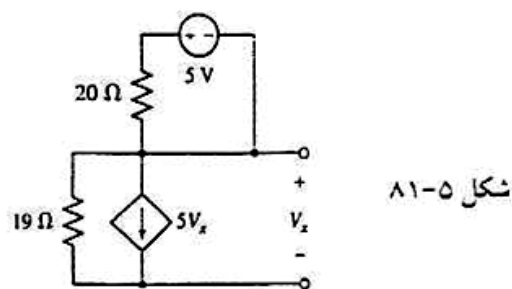
$$v_c = v_2$$

$$v_d = v_1$$

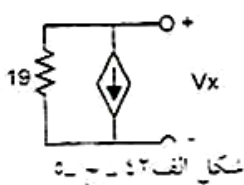
$$\frac{0}{40} + \frac{0 - v_2}{10} + \frac{0 - 96}{20} + 2 = 0$$

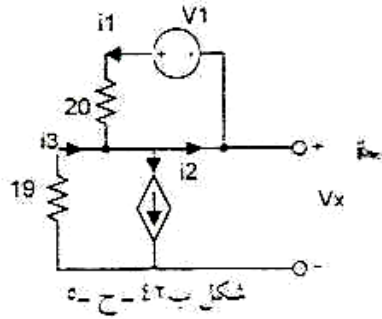
11) مدارهای معادل تونن و نورتن شبکه شکل 5-81 را بیابید.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{V_x}{5V_x} = \frac{1}{5} [\Omega]$$



$$R_{th} = R_n = 19 \parallel \frac{1}{5} = \frac{19}{96} = 197.92[m\Omega]$$



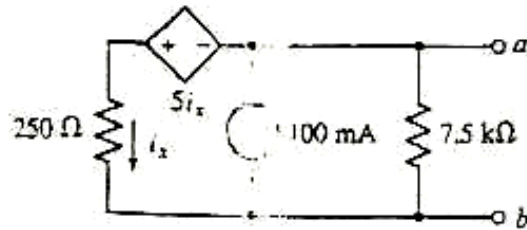


$$I_1 = i_2 \text{ و } i_3 = i_4$$

$$KVL: -V_x + 19(-5V_x) = 0 \Rightarrow V_x = V_{Oc} = V_{th} = 0[V]$$

12) مدارهای معادل تونن و نورتن شبکه شکل 5-80 را بیابید.

$$R_{eq} = \frac{5i_x}{-i_x} = -5[\Omega]$$



شکل 5-80

$$R_{th} - R_{ab} = 7.5k \parallel (-5 + 250) = 237.25[\Omega]$$

$$KCL: \frac{v_1}{250} + \frac{V_2}{7.5K} - 100m = 0 \Rightarrow 30V_1 + V_2 = 750(I)$$

$$\begin{cases} KVL: V_1 - V_2 = 5i_x \\ i_x = \frac{V_1}{250} \end{cases} \Rightarrow 49V_1 - 50V_2 = 0(II)$$

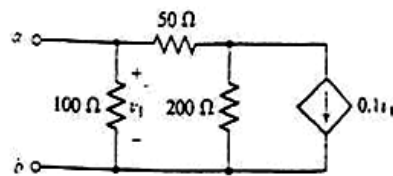
$$(I), (II) \Rightarrow \begin{cases} 30V_1 + V_2 = 750 \\ 49V_1 - 50V_2 = 0 \end{cases} \Rightarrow V_2 = V_a = V_{th} = 23.72[V]$$

$$R_N = R_{th} = 237.25[\Omega]$$

$$I_N = \frac{V_{th}}{R_{th}} = \frac{23.72}{237.25} = 99.98[mA]$$

13) معادل نورتن شبکه 5-74 را بیابید.

$$KCL1: \frac{V_1}{100} + \frac{V_1 - V_2}{50} i = 0 \Rightarrow 3V_1 - 2V_2 = 100i (I)$$

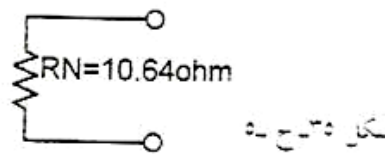


شکل 5-74

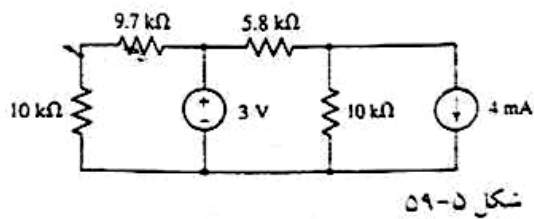
$$KCL2: \frac{V_2 - V_1}{50} + \frac{V_2}{200} + 0.1V_1 = 0 \Rightarrow 16V_1 + 5V_2 = 0(II)$$

$$(I), (II) \Rightarrow \begin{cases} 3V_1 - 2V_2 = 100i \\ 16V_1 + 5V_2 = 0 \end{cases} \Rightarrow V_1 = 10.64i$$

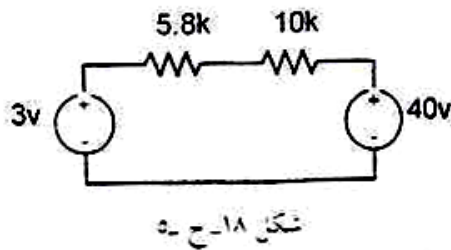
$$R_{in} = R_N = \frac{V_1}{i} = 10.64[\Omega]$$



14) با استفاده از تبدیل منبع توان مصرف شده در مقاومت  $5.8K\Omega$  شکل 5-59 را بیابید.

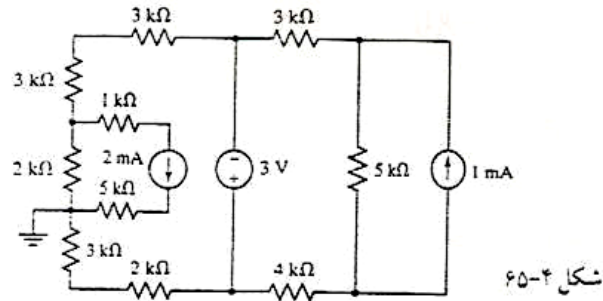


$$KVL: -3 + 5.5ki + 10ki - 40 = 0 \Rightarrow i = 2.72[mA]$$

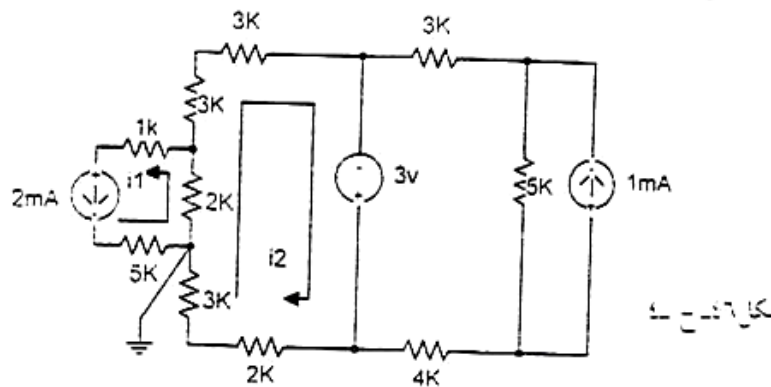


$$P_{5.8K\Omega} = Ri^2 = 5.8k \times (2.27m)^2 = 4.91[mW]$$

15) ولتاژ روی منبع جریان  $4\text{mA}$  مدار شکل 4-65 را تعیین کنید.



شکل ۴-۶۵



شکل ۴-۶۵

$$KVL: 3Ki_2 + 3Ki_2 - 3 + 2ki + 2k(i_2 + 2m) = 0 \Rightarrow i_2 = -76.92[\mu A]$$

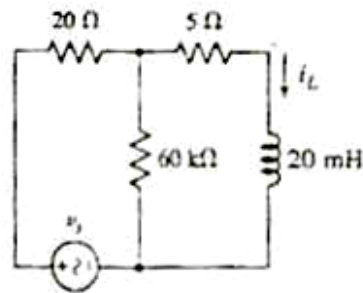
$$V = -2k(i_1 - i_2) = -2k(2m - 76.92\mu) \Rightarrow v = -3.85[v]$$

16) در مدار شکل 10-45 فرض کنید  $v_s = 20\cos 500t \text{ V}$  پس از کمی ساده سازی  $i_L(t)$  را بیابید.

$$R_{th} = 5 + (20 \parallel 60 \times 10^3) = 24.99[\Omega]$$

$$V_{th} = \frac{60 \times 10^3}{60 \times 10^3 + 20} \times 20 \cos 500t = 19.99 \cos 500t [v]$$

$$KVL: v_{th} R_{th} i_L + v_L \Rightarrow 20 \times 10^{-3} \frac{di}{dt} + 24.99 i_L = 19.99 \cos 500t$$



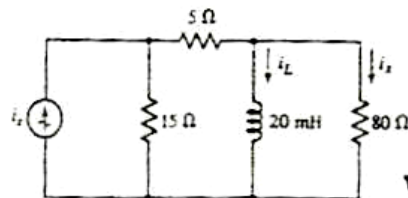
شکل ۱۰-۴۵

$$i_L(t) = \frac{V}{\sqrt{R_{th}^2 + \omega^2 L^2}} \cos(\omega t + \tan^{-1} \frac{\omega L}{R_{th}})$$

$$i_L(t) = \frac{19.99}{\sqrt{(24.99)^2 + 500^2 \times (20 \times 10^{-3})^2}} \cos(500t - \tan^{-1} \frac{500 \times 20 \times 10^{-3}}{24.99}) \Rightarrow$$

$$i_L(t) = 742.67 \cos(500t - 21.81^\circ) [mA]$$

17) اگر در مدار شکل 10-46 داشته باشیم  $i_s = 0.4 \cos 500t A$ ، مدار را آنقدر ساده کنید تا شبیه مدار شکل 10-4 شود و سپس الف) و  $i_L(t)$  و ب)  $i_x(t)$  را بیابید.



شکل ۱۰-۴۶

$$R_{th} = (15 + 5) \parallel 80 = 16 [\Omega]$$

$$v_{th} = 80 \times \frac{15}{15 + (5 + 80)} \times 0.4 \cos 500t \Rightarrow v_{th} = 4.8 \cos 500t [V]$$

$$i_L(t) = \frac{4.8}{\sqrt{16^2 + (500 \times 20 \times 10^{-3})^2}} \cos(500t - \tan^{-1} \frac{500 \times 20 \times 10^{-3}}{16}) \Rightarrow$$

$$i_L = 254 \cos(500t - 32^\circ) [mA]$$

ب)

$$i_x = \frac{v_L}{80} = \frac{1}{80} \times 10^{-3} \frac{d}{dt} (254 \times 10^{-3} \cos(500t - 32^\circ)) \Rightarrow$$

$$i_x = -31.75 \times 10^{-3} \sin(500t - 32^\circ) = 31.75 (\cos(500t + 58^\circ)) [mA]$$

18) يك منبع ولتاژ سینوسی  $v_s = 100 \cos 10^5 t V$ ، يك مقاومت  $500 - \Omega$  و يك القاگر  $8 - mH$  سري هستند لحظاتی را که در فاصله  $0 \leq t \leq T$ ، توان الف) داده شده به مقاومت، ب) داده شده به القاءگر؛ ج) تولید شده توسط منبع، صفر می شود به دست آورید.

$$i_L(t) = \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}} \cos(\omega t - \tan^{-1} \frac{L\omega}{R})$$

$$i_L(t) = \frac{100}{\sqrt{500^2 + (8 \times 10^{-3} \times 10^5)^2}} \cos(10^5 t - \tan^{-1} \frac{8 \times 10^{-3} \times 10^5}{500}) \Rightarrow$$

$$i_L(t) = 106 \times 10^{-3} \cos(10^5 t - 57.99^\circ) [A]$$

$$i_L(t) = 106 \cos(10^5 t - 1.01) [mA]$$

الف)

$$i_R(t) = i_L = 0 \Rightarrow 106 \times 10^{-3} \cos(10^5 t - 1.01) = 0$$

$$\Rightarrow 10^5 t - 1.01 = (2k + 1) \frac{\pi}{2} (I)$$

$$k = 0 \Rightarrow t = 25.81 [\mu s]$$

ب)

$$i_L(t) = i_R(t) = 0 \Rightarrow t = 25.81 [\mu s]$$

$$v_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt} = 8 \times 10^{-3} \frac{d}{dt} (106 \times 10^{-3} \cos(10^5 t - 1.01)) \Rightarrow$$

$$v_L(t) = 84.8 \sin(10^5 t - 1.01) [V]$$

$$v_L(t) = 0 \Rightarrow -84.8 \sin(10^5 t - 1.01) = 0 \Rightarrow$$

$$10^5 t - 1.01 = k\pi$$

$$k = 0 \Rightarrow t = 10.1 [\mu s]$$

ج)

$$i_{(s)}(t) = i_L(t) = 0 \Rightarrow t = 25.81 [\mu s] \text{ و } v_s(t) = 100 \cos 10^5 t = 0 \Rightarrow 10^5 t = (2k + 1) \frac{\pi}{2} \Rightarrow$$

$$k = 0 \Rightarrow t = 15.71 [\mu s]$$

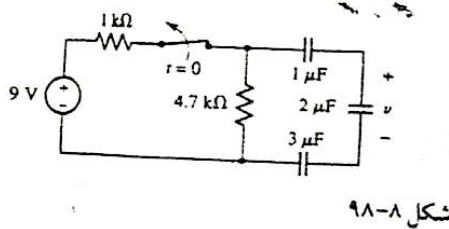
19) کلید شکل 8-98 چندین روز بسته بوده الف) v را در  $t = 5.45$  بیابید. ب) توانی را که  $t = 1.7 ms$

در مقاومت  $4.7 - k\Omega$  مصرف می شود بیابید. ج) کل انرژی که پس از باز شدن کلید در مقاومت

$4.7 - k\Omega$  به گرما تبدیل می شود چقدر است؟

$$\frac{1}{V_{eq}} = \frac{1}{1 \times 10^{-6}} + \frac{1}{2 \times 10^{-6}} + \frac{1}{3 \times 10^{-6}} \Rightarrow C_{eq} = 545.45 [nF]$$

$$v_{ceq}(0^+) = 4.7 \times 10^3 \times 545.45 \times 10^{-9} = 2.56 [ms]$$



$$v_{ceq}(t) = 7.42e^{-\frac{t}{2.56 \times 10^{-3}}} = 7.42e^{-390t} [v]$$

$$\frac{1}{C} + \frac{1}{1 \times 10^{-6}} + \frac{1}{3 \times 10^{-6}} \Rightarrow C' = 750 [nF]$$

$$v(t) = \frac{c'}{c' + 2 \times 10^{-6}} \times v_{ceq} = \frac{750 \times 10^{-9}}{750 \times 10^{-9} + 2 \times 10^{-6}} \times 7.42e^{-390t}$$

$$v(t) = 2.02e^{-390t} [v]$$

$$v(t = 5.45m) = 2.02e^{-390 \times 5.4 \times 10^{-3}} = 241.1 [mV]$$

(ب)

$$i_{ceq} = C_{eq} \frac{dv_{ceq}}{dt} = 545.45 \times 10^{-9} \frac{d}{dt} (7.42e^{-390t}) \Rightarrow$$

$$i_{ceq}(t) = 1.58e^{-390t} [mA]$$

$$i_R = i_{ceq}(t = 1.7m) = 1.58 \times 10^{-3} \times e^{-390 \times 1.7 \times 10^{-3}} = 813.36 [\mu A]$$

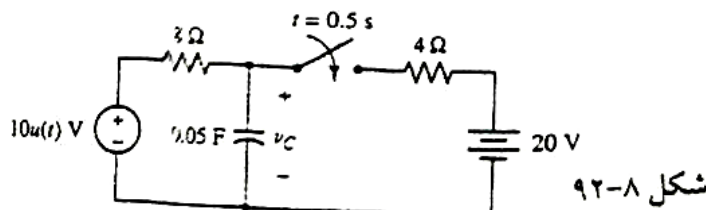
$$P_R(t = 1.7m) = Ri_R^2 = 4.7 \times 10^3 \times (813.36 \times 10^{-6})^2 = 3.11 [mW]$$

(ج)

$$W_R = \frac{1}{2} C_{eq} V_{ceq}^2 = \frac{1}{2} \times 545.45 \times 10^{-9} \times (7.42)^2 = 15.01 (\mu J)$$

20) مقدار  $V_c(t)$  مدار شکل 8-92 را در  $t = 0.4s$  و  $t = 0.8s$  به دست آورید.

$$V_c(0^+) = v_c(0^-) = 0 [v]$$





$$v_c(\infty) = 10[v]$$

$$\tau = RC = 8 \times 0.05 = 400[ms]$$

$$v_c(t) = (v_c(0^+) - v_c(\infty))e^{-\frac{t}{\tau}} + v_c(\infty) = (0 - 10)e^{-\frac{t}{400 \times 10^{-3}}} + 10 \Rightarrow$$

$$v_c(t = 0.4) = 10(1 - e^{-2.5 \times 0.4}) = 6.32[v]$$

$$v_c(t = 0.5^-) = 10(1 - e^{-2.5 \times 0.5}) = 7.13[v]$$

$$v_c(t = 0.5^+) = v_c(t = 0.5^-) = 7.13[v]$$

$$v_c(\infty) = 8 \times \frac{20 - 10}{8 + 4} + 10 = 16.67[v]$$

$$\tau = R_{eq} C = (8 \parallel 4) \times 0.05 = 1333.33[ms]$$

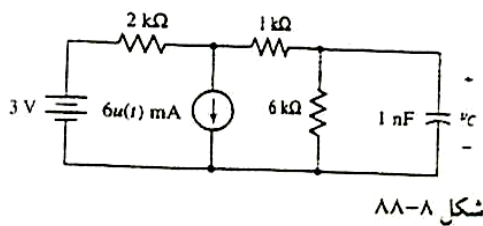
$$v_c(t) = (v_c(0.5^+) - v_c(\infty))e^{-\frac{t - 0.5}{\tau}} + v_c(\infty) \Rightarrow$$

$$v_c(t) = (7.13 - 16.67)e^{-\frac{t - 0.5}{1333.33 \times 10^{-3}}} + 16.67 \Rightarrow$$

$$v_c(t = 0.8) = 7.13 - 9.54e^{-7.5(0.8 - 0.5)} + 16.67 = 15.66[v]$$

21) در مدار شکل 8-88  $v_c$  را در  $t = -2\mu s$  و در  $t = +2\mu s$  به دست آورید؟

$$v_c(t = -2\mu) = \frac{6 \times 10^3}{6 \times 10^3 + (2 \times 10^3 + 1 \times 10^3)} \times 3 = 2[v]$$



$$V_c(0^-) = v_c(t = -2\mu) = 2[v]$$

$$v_c(0^+) = v_c(0^-) = 2[v]$$

$$v_c(\infty) = \frac{6 \times 10^3}{6 \times 10^3 + (2 \times 10^3 + 1 \times 10^3)} \times 3 + 6 \times 10^3 \times \left( \frac{2 \times 10^3}{2 \times 10^3 + (6 \times 10^3 + 1 \times 10^3)} \right) \times 6 \times 10^{-3} \Rightarrow$$

$$v_c(\infty) = -6[v]$$

$$R_{eq} = 6k \parallel (2k + 1k) = 2[k\Omega]$$

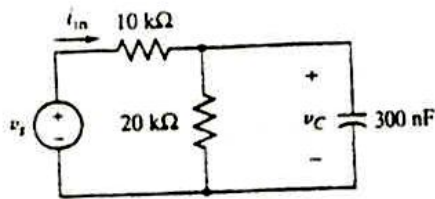
$$\tau = RC = 2 \times 10^3 \times 10^{-9} = 2[\mu s]$$

$$v_c(t) = [v_c(0^+) - v_c(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}} + v_c(\infty) = [2 - (-6)]e^{-\frac{1}{2 \times 10^{-6}}t} - 6 \Rightarrow$$

$$v_c(t) = 8e^{-500 \times 10^3 t} - 6[v]$$

$$v_c(t = 2\mu) = 8e^{-500 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-6}} - 6 = -3.06[v]$$

22) در مدار شکل 8-90 داریم  $v_s = -12u(-t) + 24u(t)$  در فاصله زمانی  $-5ms < t < 5ms$  عبارت جبری الف)  $v_c(t)$  ب)  $i_{in}$  را بیابید و آن را رسم کنید.



شکل ۸-۹۰

الف)

$$v_s(t) = -12u(-t) + 24u(t) = -12[v]$$

$$v_c(t) = \frac{20 \times 10^3}{20 \times 10^3 + 10 \times 10^3} \times (-12) = -8[v]$$

$$V_c(0^+) = v_c(0^-) = -8[v]$$

$$R_{eq} = 20K \parallel 10k = 6.67[k\Omega]$$

$$\tau = R_{eq} \times C = 6.67 \times 10^3 \times 300 \times 10^{-9} = 2[ms]$$

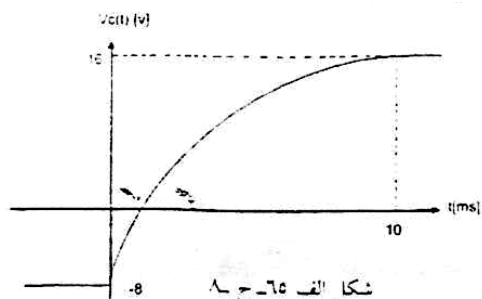
$$v_s(t) = 24[v]$$

$$v_c(\infty) = \frac{20 \times 10^3}{20 \times 10^3 + 10 \times 10^3} \times 24 = 16[v]$$

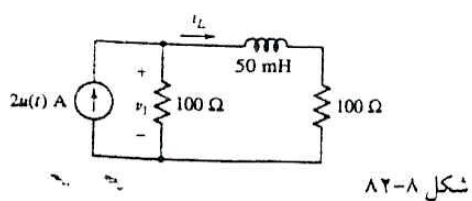
$$v_c(t) = v_c(0^-)u(-t) + [v_c(0^+) - v_c(\infty)]e^{-\frac{1}{\tau}t} + v_c(\infty)u(t) \Rightarrow$$

$$v_c(t) = -8u(-t) + [(-8 - 16)e^{-\frac{1}{2 \times 10^{-3}}t} + 16]u(t) \Rightarrow$$

$$v_c(t) = -8u(-t) + (-24e^{-500t} + 16)u(t)[v]$$



23) برای مدار نشان داده شده در شکل 8-82 مقادیر  $i_L$  و  $v_1$  را در الف)  $t=0$  ب)  $t=0^+$  ج)



د)  $t=0.2ms$  به دست آورید.

الف)

$$2u(t=0^-) = 0$$

$$i_L(t=0) = 0[A], v_1(t=0) = 0[V]$$

ب)

$$i_L(t=0^+) = i_L(t=0) = 0[A]$$

$$v_1(t=0^+) = 100 \times 2 = 200[V]$$

ج)

$$i_L(t \rightarrow \infty) = \frac{100}{100+100} \times 2 = 1[A]$$

$$v_1(t \rightarrow \infty) = 100 \times 1 = 100[V]$$

د)

$$\tau = \frac{L}{R_{eq}} = \frac{50 \times 10^{-3}}{100+100} = 250[\mu s]$$

$$i_L(t) = (0-1)e^{-\frac{t}{250 \times 10^{-6}}} + 1 \Rightarrow i_L(t) = 1 - e^{-4 \times 10^3 t} [A]$$

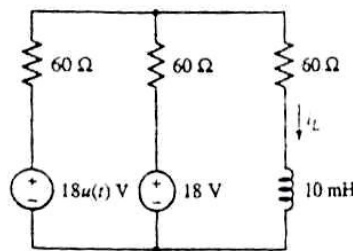
$$i_L(t=0.2m) = 1 - e^{-4 \times 10^3 \times 0.2 \times 10^{-3}} = 550.67[mA]$$

$$v_1(t=0.2m) = 100(2 - 550.67 \times 10^{-3}) = 144.93[v]$$

24) در مدار شکل 8-84 برای تمام زمانها  $i_L$  را به دست آورید.

$$i_L = \frac{60}{60+60} \times \frac{18}{60+(60 \parallel 60)} = 100[mA]$$

$$i_L(0^-) = 100[mA]$$



شکل 8-84

$$i_L(0^+) = i_L(0^-) = 100[mA]$$

$$i_L(\infty) = \frac{18}{60+30} = 200[mA]$$

$$\tau = \frac{L}{R_{eq}} = \frac{10 \times 10^{-3}}{60 + (60 \parallel 60)} = \frac{10 \times 10}{90} = 111.11[\mu s]$$

$$i_L(t) = (100 \times 10^{-3} - 200 \times 10^{-3}) e^{-\frac{t}{111.11 \times 10^{-6}}} + 200 \times 10^{-3} \Rightarrow$$

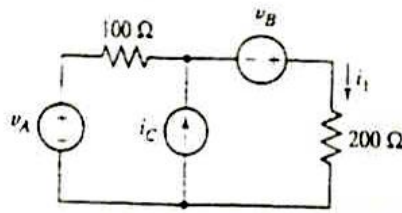
$$i_L(t) = -100e^{-9 \times 10^3 t} + 200[mA]$$

25) منابع مدار شکل 8-70 عبارتند از

$$i_1, i_c = 3u(-t)A, V_B = -120u(t+1)V, V_A = 300u(t-1)V$$

به دست آورید.  $1.5s, 0.5, -0, t = -1.5$

$$i_1 = \frac{100}{100+200} i_c = \frac{100}{100+200} \times 3 \Rightarrow i_1 = 1[A]$$



شکل ۸-۷۰

$$i_{1,ic} = \frac{100}{100 + 200} \times 3 = 1[A]$$

$$i_{1,vB} = \frac{V_B}{100 + 200} = \frac{-120}{300} = -400[mA]$$

$$i_1 = i_{1,ic} + i_{1,vB} = 1 + (-400 \times 10^{-3}) = 600[mA]$$

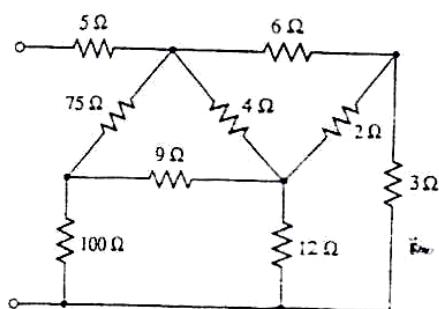
$$i_1 = \frac{v_B}{100 + 200} = \frac{-120}{300} = -400[mA]$$

$$i_{1,vA} = \frac{300}{100 + 200} 1[A]$$

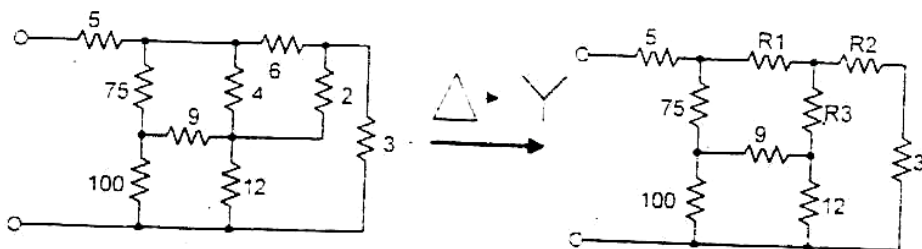
$$i_{1,vB} = \frac{v_B}{100 + 200} = \frac{-120}{300} = -400[mA]$$

$$i_1 = i_{1,vA} + i_{1,vB} = 1 + (-400 \times 10^{-3}) = 600[mA]$$

26) با استفاده از تبدیلهای  $Y-\Delta$  و  $\Delta-Y$  مقاومت ورودی شبکه شکل زیر را بیابید .



شکل ۵-۹۳



$$R_1 = \frac{6 \times 4}{6 + 4 + 2} = 2[\Omega]$$

$$R_2 = \frac{6 \times 2}{6 + 4 + 2} = 1[\Omega]$$

$$R_3 = \frac{4 \times 2}{6 + 4 + 2} = 666.67[m\Omega]$$

$$R_4 = 3 + R_2 = 3 + 1 = 4[\Omega]$$

$$R_5 = \frac{9 \times 100}{100 + 12 + 9} = 7.44[\Omega]$$

$$R_6 = \frac{9 \times 12}{100 + 12 + 9} = 892.56[m\Omega]$$

$$R_7 = \frac{12 \times 100}{100 + 12 + 9} = 9.92[\Omega]$$

$$R_8 = \frac{R_1 \times (R_5 + 75)}{R_1 + (R_5 + 75) + (R_7 + R_6)} = \frac{2 \times (7.44 + 75)}{2 + (7.44 + 75) + (666.67m + 892.56m)} = 1.92[\Omega]$$

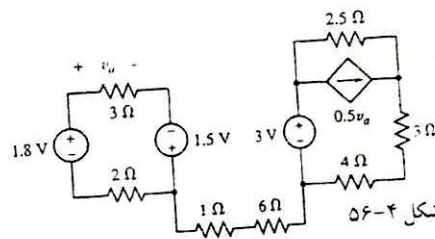
$$R_9 = \frac{R_1 \times (R_3 + R_6)}{R_1 + (R_5 + 75) + (R_7 + R_6)} = \frac{2 \times (666.67m + 892.56m)}{2 + (7.44 + 75) + (666.67m + 892.56m)} = 36.26[m\Omega]$$

$$R_{10} = \frac{(R_5 + 75)(R_3 + R_6)}{R_1 + (R_5 + 75) + R_3 + R_6} = \frac{(7.44 + 75)(666.67m + 892.56m)}{2 + 7.44 + 75 + 666.67m + 892.56m} = 1.49[\Omega]$$

$$R_{in} = 5 + R_8 + [(R_{10} + R_7) \parallel C R_4 \parallel R_9] = 5 + 1.92 + [(1.49 + 9.92) \parallel (4 + 36.26m)] \Rightarrow R_{in} = 9.90[\Omega]$$

27) با استفاده از تحلیل خانه ای ولتاژ روی مقاومت  $2.5\Omega$  شکل زیر را بیابید .

$$\text{KVL} : 3i_3 - 1.5 + 2i_3 - 1.8 = 0 \Rightarrow i_3 = 660[mA]$$

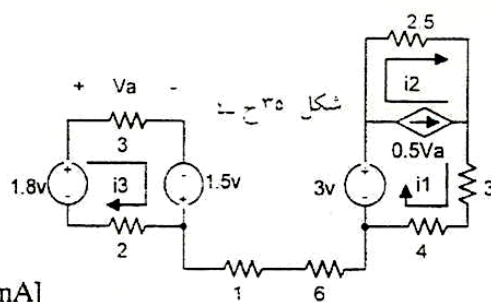


$$V_a = 3i_3 = 3 \times 660m \Rightarrow V_a = 1.98[V]$$

$$\text{KVL} : 2.5i_2 + 3i_1 + 4i_1 - 3 = 0 \Rightarrow 7i_1 + 2.5i_2 = 3(I)$$

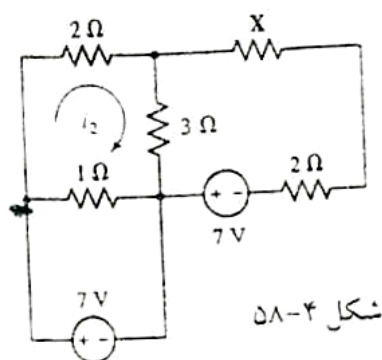
$$\text{KCL} : i_1 - i_2 = 0.5V_a = 0.5 \times 1.98 \Rightarrow i_1 - i_2 = 0.99(II)$$

$$(I).(II) \Rightarrow 7(0.99 + i_2) + 2.5i_2 = 3 \Rightarrow i_2 = -413.68[mA]$$



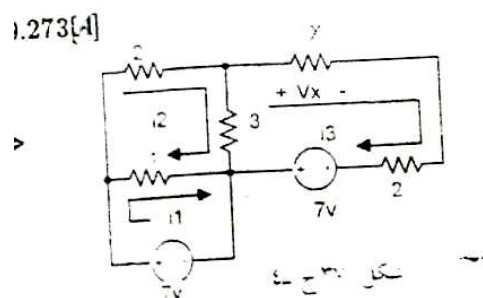
$$= 1.03[V]$$

28) برای مدار شکل زیر مقدار مقاومت  $X$  را به نحوی تعیین کنید که داشته باشیم  $i = 2.73A$  [mA]



$$\begin{cases} \text{KVL1: } 1(i_1 - i_2) - 7 = 0 \rightarrow i_1 - i_2 = 7 \\ i_2 = 2.73 \end{cases} \rightarrow i_1 = 7 + 2.73 = 9.723[4]$$

$$\text{KVL2} = 2i_x + 3(i_2 - i_x) + 1(i_2 - i_1) = 0 \rightarrow 5(2.273) - 3i_x - 7 = 0 \rightarrow$$

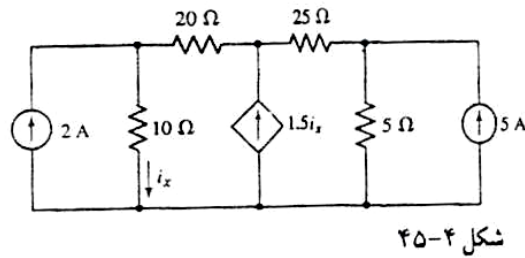


$$i_x = 1.455[A]$$

$$\begin{aligned} \text{KVL3: } v_x + 2i_x - 7 + 3(i_x - i_2) &= 0 \rightarrow \\ v_x + 2(1.455) - 7 + 3(1.455 - 2.273) &= 0 \rightarrow v_x = 6.544[v] \end{aligned}$$



(29) مدار شکل زیر را با تحلیل خانه ای بیابید .



$$i_1 = 2[A], i_4 = -5[A]$$

$$\text{KVL: } 20i_2 + 25i_3 + 5(i_3 - i_5) + 10(i_2 - i_1) = 0$$

$$30i_2 + 30i_3 = -5 \text{ (I)}$$

$$\begin{cases} i_3 - i_2 = 1.5i_x \rightarrow i_3 - i_2 = 1.5(2 - i_2) \rightarrow 0.5i_2 + i_3 = 3 \text{ (II)} \\ i_x = i_1 - i_2 \end{cases}$$

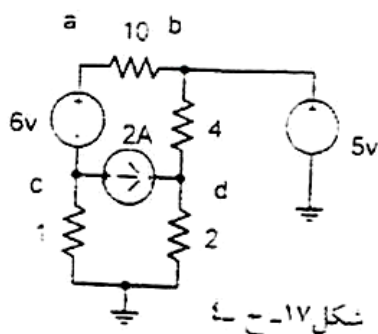
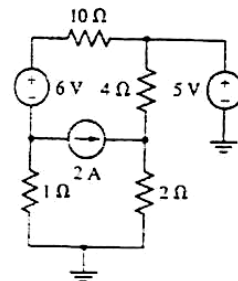
$$\text{(I), (II)} \rightarrow \begin{cases} 30i_2 + 30i_3 = -5 \\ 0.5i_2 + i_3 = 3 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} i_2 = -6.33[A] \\ i_3 = 6.17[A] \end{cases}$$

$$i_x = i_1 - i_2 = 2 - (-6.33) = 8.33[A]$$

(30) در مدار شکل زیر هر چهار ولتاژ گره ای را بیابید .

$$\text{kcl1: } \frac{v_d - v_b}{4} + \frac{v_d}{2} \cdot 2 = 0 \rightarrow \frac{v_d - 5}{4} + \frac{v_d}{2} \cdot 2 = 0 \rightarrow v_d = 4.33[v]$$

$$\text{kcl2: } \frac{v_a - v_b}{10} + 2 + \frac{v_c}{1} = 0 \text{ (I)}$$



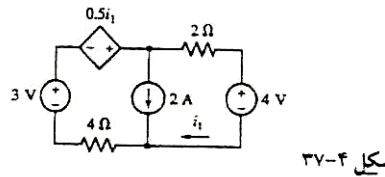
$$\text{KVL: } v_a - v_c = 6 \text{ (II)}$$

$$\text{(I), (II)} \rightarrow \frac{v_a - 5}{10} + 2 + \frac{v_a - 6}{1} = 0 \rightarrow v_a = 4.09 \text{ [V]}$$

$$v_c = 4.091 - 6 \rightarrow v_c = -1.91 \text{ [V]}$$

31) در مدار جریان  $i_1$  را تعیین کنید .

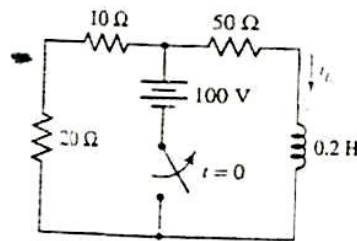
$$i_{4\Omega} = 2 + i_1$$



$$\text{KVL: } -0.5i_1 + 2i_1 + 4 + 4(2 + i_1) - 3 = 0 \rightarrow i_1 = -1.64 \text{ [A]}$$

32) کلید مدار شکل زیر پس از مدت‌ها بسته بودن در  $t = 0$  باز می‌شود الف)  $i_L(t)$  در  $t > 0$  را بیابید .

ب)  $i_L(10\text{ms})$  را محاسبه کنید . ج)  $i_L(t_1) = 0.5i_L = 0.5i_L(0)$  چقدر است ؟



$$i_L(t=0) = \frac{100}{5} = 2 \text{ [A]}$$

$$i_L(o^-) = i_L(o^+) = 2 \text{ [A]}$$

$$R_{eq} = 20 + 10 + 50 = 80 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{0.2}{80} = 2.5 \text{ [ms]}$$

$$i_{L(\infty)} = 0$$

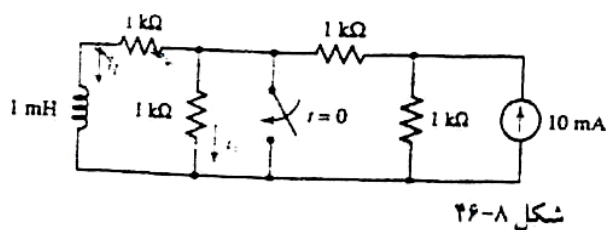
$$i_L(t) = (i_L(o^+) - i_{L(\infty)})e^{-\frac{t}{\tau}} + i_{L(\infty)} \rightarrow$$

$$i_L(t) = (2 - 0)e^{-\frac{t}{2.5 \times 10^{-3}}} + 0 \rightarrow i_L(t) = 2e^{-400t} \text{ [A]}$$

$$i_L(t=10\text{m}) = 2e^{-400 \times 10 \times 10^{-3}} = 36.63 \text{ [mA]}$$

$$1 = 2e^{-400t} \rightarrow \ln \frac{1}{2} = -400t \rightarrow t = \frac{\ln 2}{400} = 1.73[\text{ms}]$$

33) کلید مدار شکل زیر پس از مدت‌ها باز بودن در  $t = 0$  بسته می‌شود. در فاصله  $-5\mu\text{s} < t < 5\mu\text{s}$  الف)  $i_L(t)$  ب)  $i_x(t)$  را رسم کنید.



$$i_L(0^-) = i_k(0^-) = \left( \frac{1k}{1k + 1k} \times 100\text{m} \right) \times \frac{1}{2} = 2[\text{mA}]$$

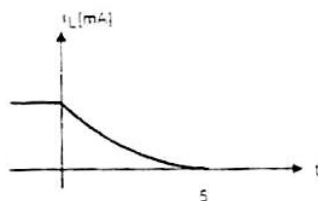
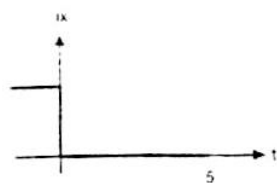
$$, -5\mu \leq t \leq 0$$

$$i_x(t > 0) = 0$$

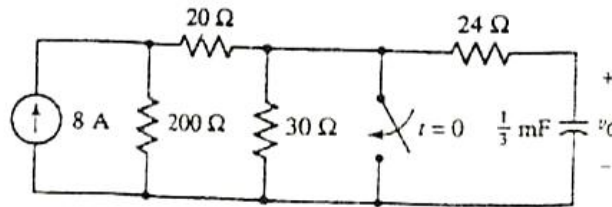
$$i_L(0^-) = i_L(0^+) = 2[\text{mA}]$$

$$\rightarrow i_L(t) = 2 \times 10^{-3} \times e^{-\frac{t}{1 \times 10^{-6}}} [\text{A}]$$

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{1\text{m}}{1k} = 1[\mu\text{s}]$$



- 34) الف) برای مدار شکل 8-48 ولتاژ  $V_c(t)$  را در تمام زمانها به دست آورید .  
 ب) در چه زمانی  $V_c = 0.1V_c(0)$  است ؟



شکل ۸-۴۸

$$V_c = V_{30\Omega} = 30 \times \frac{200}{200 + (30 + 20)} \times 8 \rightarrow V_c = 192[V], t \leq 0$$

$$V_c(0^+) = V_c(0^-) = 192[V]$$

$$\tau = RC = 24 \times \frac{1}{3} \times 10^{-3} = 8[ms]$$

$$V_c(t) = V_c(0^+)e^{-\frac{t}{\tau}} = 192e^{-\frac{t}{8 \times 10^{-3}}} \rightarrow$$

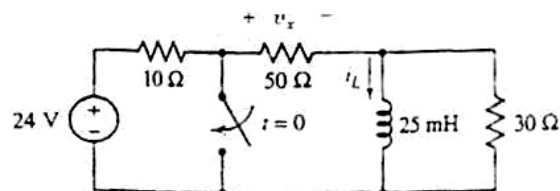
$$V_c(t) = 192e^{-125t}[V]$$

$$V_c(t) = 0.1V_c(0) = 0.1 \times 192 = 19.2$$

$$19.2 = 192e^{-125t} \rightarrow \ln \frac{19.2}{192} = -125t \rightarrow \ln \frac{192}{19.2} = 125t \rightarrow$$

$$t = 18.42[ms]$$

- 35) کلید مدار شکل 8-53 برای مدت‌ها باز بوده است و در  $t = 0$  بسته می‌شود الف)  $i_L(t)$  را در  $t > 0$  بیابید . ب)  $V_x(t)$  را در فاصله  $-4 < t < 4ms$  رسم کنید .



شکل ۸-۵۳

$$i_L(0^-) = \frac{24}{10 + 50} = 400[ma]$$

$$i_L(0^+) = i_L(0^-) = 400[\text{mA}]$$

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{25 \times 10^{-3}}{50 \parallel 30} = 1.33[\text{ms}]$$

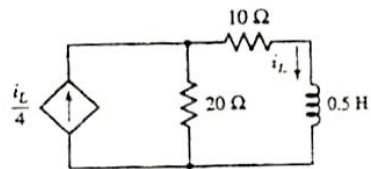
$$i_L(t) = [400 \times 10^{-3}] e^{-\frac{t}{1.33 \times 10^{-3}}} \rightarrow i_L(t) = 400 e^{-750t} [\text{mA}]$$

(ب)

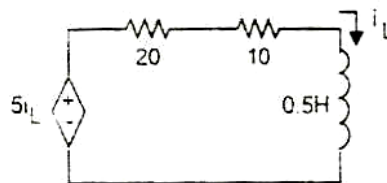
$$-4 \leq t \leq 0: v_x = \frac{50}{50+10} \times 24 \rightarrow v_x(t) = 20[\text{V}]$$

$$0 < t \leq 4[\text{ms}]: v_x = i_L(t) \times (50 \parallel 30) = 400 \times 10^{-3} e^{-750t} \times 18.75 \rightarrow$$

(36) اگر در مدار شکل زیر داشته باشیم  $i_L(0) = 10\text{A}$  ،  $i_L(t)$  در  $t > 0$  را بیابید .



شکل ۸-۵۴



شکل ۹-۳۲

$$\text{KVL: } -5i_L + 20i_L + 10i_L + \frac{1}{2} \frac{di_L}{dt} = 0 \rightarrow$$

$$\begin{cases} \frac{di_L}{dt} + 50i_L = 0 \\ i_L(0^-) = i_L(0^+) = 10[\text{A}] \end{cases}$$

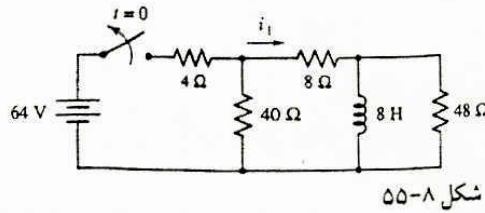
$$s + 50 = 0 \rightarrow s = -50$$

$$i_L(t) = ke^{st} \rightarrow i_L(t) = ke^{-50t} (\text{I})$$

$$i_L(0) = ke^{-50 \times 0} \rightarrow 10 = k$$

$$i_L(t) = 10e^{-50t} [\text{A}]$$

37) با توجه به شکل زیر مقدار  $i_1$  را در  $t = -0.1s$  و  $t = 0.03s$  و  $t = 0.1s$  بیابید  $i_1$  را در فاصله زمانی  $-0.1 < t < 1s$  رسم کنید .



$$i_L = \frac{40}{40+8} \times \left( \frac{64}{4+(40 \parallel 8)} \right) = 5[A]$$

$$i_L(0^-) = i_L(0^+) = 5[A]$$

$$R_{eq} = (40+8) \parallel 48 = 24[\Omega]$$

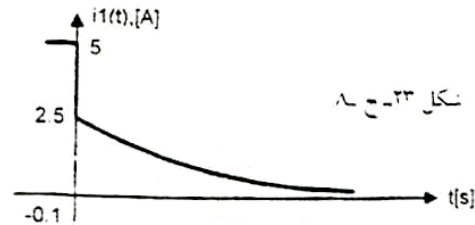
$$\tau = \frac{L}{R_{eq}} = \frac{8}{24} = \frac{1}{3} \rightarrow i_L(t) = 5e^{-3t}, t \geq 0$$

$$i_1 = \frac{i_L(t)}{2} = 2.5e^{-3t}; t \geq 0$$

$$t = 0.03: i_1 = 2.5 \times e^{-3 \times 0.03} \rightarrow i_1 = 2.28[A]$$

$$t = 0.1: i_1 = 2.5 \times e^{-3 \times 0.1} \rightarrow i_1 = 1.85[A]$$

$$t = 1 \rightarrow i_1 = 2.5 \times e^{-3 \times 1} \rightarrow i_1 = 124.47[mA]$$



38) کلید مدار شکل زیر پس از مدتها بودن در وضعیت A در  $t = 0$  به وضعیت B می‌رود . به این ترتیب

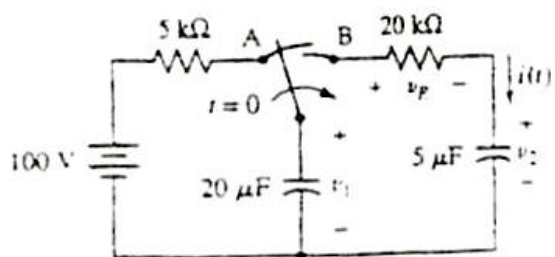
دو خازن سری می‌شوند و امکان ایجاد دو ولتاژ با علامت مخالف دائم روی آنها بوجود می‌آورد . الف)

$V_R(0^-), V_2(0^-), V_1(0^-)$  را بیابید . ب)  $V_R(0^+), V_2(0^+), V_1(0^+)$  را بیابید . ج) ثابت زمانی

$V_R(t)$  را بیابید . د)  $V_R(t)$  در  $t > 0$  را بیابید . و)  $V_2(t)$  و  $V_1(t)$  را با استفاده از

$i(t)$  و مقادیر اولیه به دست آورید . ز) نشان دهید که جمع انرژی ذخیره شده در  $t = \infty$  و کل انرژی تلف شده

در مقاومت  $20-K\Omega$  با انرژی ذخیره شده در خازنها در  $t = 0$  برابر است .



شکل ۸-۶۶

(الف)

$$v_1(0^-) = 100[\text{V}], v_2(0^-) = 0[\text{V}], v_R(0^-) = 0[\text{V}]$$

(ب)

$$v_1(0^+) = v_1(0^-) = 100[\text{V}]$$

$$v_2(0^+) = v_2(0^-) = 0[\text{V}]$$

$$v_R(0^+) = v_1(0^+) - v_2(0^+) = 100 - 0 \rightarrow v_R(0^+) = 100[\text{V}]$$

(ج)

$$C_{\text{eq}} = \frac{5 \times 10^{-6} \times 20 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-6} + 20 \times 10^{-6}} = 4[\mu\text{F}]$$

$$\tau = RC = 20 \times 10^3 \times 4 \times 10^{-6} = 80[\text{ms}]$$

(د)

$$v_R(t) = v_{\text{eq}}(t) = [v_1(0) - v_2(0)]e^{-\frac{t}{\tau}} = (100 - 0)e^{-\frac{t}{80 \times 10^3}} \rightarrow$$

$$V_R(t) = 100e^{-12.5t}[\text{V}]$$

(هـ)

$$i(t) = i_R(t) = \frac{v_R(t)}{R} = \frac{100e^{-12.5t}}{20 \times 10^3} = 5e^{-12.5t}[\text{mA}]$$

(و)

$$i_1(t) = -i, i_2(t) = i(t)$$

$$v_1(t) = \frac{1}{c_1} \int_0^t i_1(t') dt' + v_1(0) =$$

$$\frac{1}{20 \times 10^{-6}} \int_0^t -5 \times 10^{-3} e^{-12.5t'} dt' + 100 \Rightarrow v_1(t) = 20e^{-12.5t} + 80[\text{V}]$$

$$v_2(t) = \frac{1}{c_2} \int_0^t i_2(t') dt' + v_2(0) = \frac{1}{5 \times 10^{-6}} \int_0^t 5 \times 10^{-3} e^{-12.5t'} dt' + 0 \Rightarrow$$

$$W_c(0) = \frac{1}{2} c_1 v_1^2(0) + \frac{1}{2} c_2 v_2^2(0) = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-6} \times 100^2 + \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times 0^2 = 0.1 + 0$$

$$\Rightarrow w_c(0) = 100[\text{mJ}]$$

$$w_c(\infty) = \frac{1}{2} c_1 v_1^2(\infty) + \frac{1}{2} c_2 v_2^2(\infty) = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-6} \times 80^2 + \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times 80^2 \Rightarrow$$

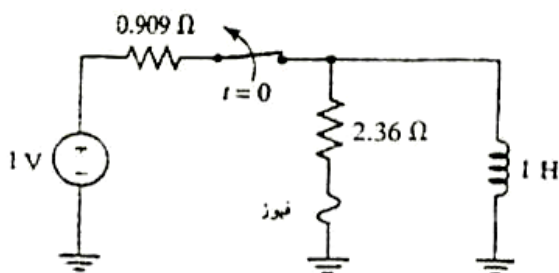
$$W_c(\infty) = 80[\text{mJ}]$$

$$W_R(0, \infty) = \int_0^\infty P_R(t) dt = \int_0^\infty \frac{v_R^2}{R} dt = \int_0^\infty \frac{(100e^{-12.5t})^2}{20 \times 10^3} dt \Rightarrow$$

$$W_c(0) = W_c(\infty) + W_R \Rightarrow 100 \times 10^{-3} = 80 \times 10^{-3} + 20 \times 10^{-3}$$



39) کلید مدار شکل 8-69 ساعتها و شاید هم بیشتر بسته بوده است فیوز مقاومت خاصی است که در صورتی می سوزد که جریان آن به مدت  $100ms$  از  $1A$  بیشتر باشد (فیوز انواع دیگری هم دارند) مقاومت فیوز  $3m\Omega$  است اگر کلید در  $t = 0$  باز شود آیا فیوز می سوزد.



شکل ۸-۶۹

$$i_L(0^-) = \frac{1}{0.909} = 1.1[A]$$

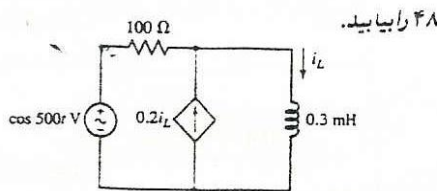
$$i_L(0^+) = 1.1A$$

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{1}{2.36 + 3 \times 10^{-3}} = 432.19[ms]$$

$$i_L(t) = i_L(0)e^{-\frac{t}{\tau}} = 1.1e^{-2.363t}[A]$$

$$I = 1.1e^{-2.363t} \Rightarrow \ln 1.1 = 2.363t \Rightarrow t = 40.33[ms]$$

(40)  $i_L(t)$  مدار شکل 10-48 را بیابید.



شکل ۱۰-۴۸

$$KCL: i_{100\Omega} + 0.2i_L = i_L \Rightarrow i_{100\Omega} = 0.8i_L$$

$$KVL: 100i_{100\Omega} + V_L - \cos 500t = 0 \Rightarrow 100 \times 0.8i_L + 0.3 \frac{di_L}{dt} = \cos 500t$$

$$\Rightarrow 0.3 \frac{dt_L}{dt} + 80i_L = \cos 500t \quad (I)$$

$$i_{Li}(t) = i_1 \cos 500t + i_2 \sin 500t$$

$$i'_L(t) = -500i_1 \sin 500t + 500i_2 \cos 500t$$

$$0.3(-500i_1 \sin 500t + 500i_2 \cos 500t) + 80(i_1 \cos 500t + i_2 \sin 500t) = \cos 500t$$

$$\Rightarrow (80i_1 + 150i_2) \cos 500t + (-150i_1 + 80i_2) \sin 500t = \cos 500t$$

$$\begin{cases} 80i_1 + 150i_2 = 1 \\ -150i_1 + 80i_2 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{aligned} i_1 &= 2.77 \times 10^{-3} \\ i_2 &= 5.19 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

$$i_L(t) = 2.77 \cos 500t + 5.19 \sin 500t [mA]$$

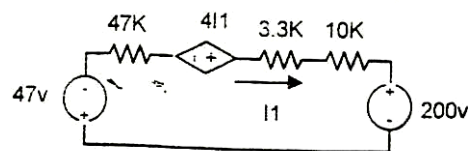
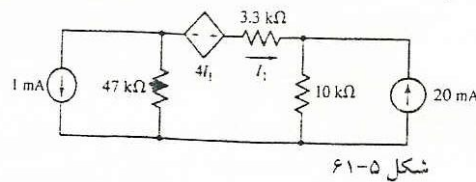
$$i_L(t) = 2.77 \times 10^{-3} (\cos 500t + \frac{5.19 \times 10^{-3}}{2.77 \times 10^{-3}} \sin 500t) \Rightarrow$$

$$i_L(t) = 2.77 \times 10^{-3} (\cos 500t \cos 61.91^\circ + \sin 500t \sin 61.91^\circ) = 2.77 \times 10^{-3} (\cos 500t + \frac{\sin 61.91}{\cos 61.91} \sin 500t)$$

$$i_L(t) = \frac{2.77 \times 10^{-3}}{\cos 61.91} (\cos 500t \cos 61.91 + \sin 500t \sin 61.91)$$

$$i_L(t) = 5.88 \cos(500t - 61.91^\circ) [mA]$$

41) پس از استفاده از تبدیل منبع برای ساده کردن مدار شکل 5-61 جریان  $I_1$  را بیابید.



$$47 + 47 \times 10^3 I_1 - 4I_2 + 3.3 \times 10^3 I_1 + 10 \times 10^3 I_2 + 200 = 0 \Rightarrow$$
$$I_1 = -4.1[mA]$$