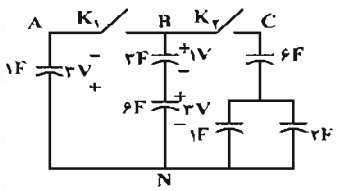
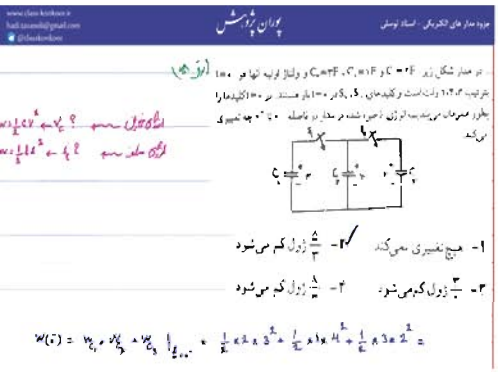
سخت

۴۶- در مدار زیر، خازن‌های شاخهٔ CN همگی بی‌بار و ولتاژ سایر خازن‌ها در شکل داده شده است. اگر هر دو کلید K_1 و K_2 به طور هم‌زمان وصل شوند، تلفات انرژی الکتریکی در مدار چند ژول خواهد بود؟

۱) صفر
۲) ۶
۳) ۱۶
۴) ۳۰٫۵



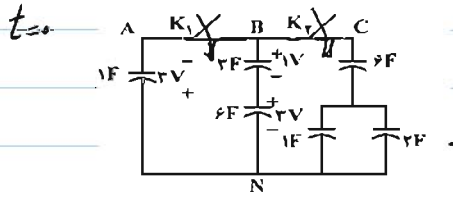
مشابه جزوه

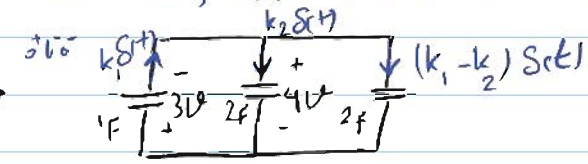


قبل از کلیدزنی

$$w(0^-) = \frac{1}{2}\left(3^2 + 3\times1^2 + 6\times3^2 + 0\right) = 33\,J$$

در لحظه ۰ حلقه خازنی با ۳ ولتی کوتاه، جریان پیدا نکنند.





$$v_{C_1}(0^+) = 3 + \frac{k_1}{1}\,,\quad v_{C_2}(0^+) = 4 + \frac{k_2}{2}\,,\quad v_{C_3} = 0 + \frac{k_1 - k_2}{2}$$

تکلیل KVL $v_{C_1}(0^+) + v_{C_2}(0^+) = 0 \rightarrow 3 + k_1 + 4 + \frac{k_2}{2} = 0 \rightarrow k_1 = -4,\ \frac{k_2}{2} = -6$

KVL $v_{C_1}(0^+) + v_{C_3} = 0 \rightarrow 3 + k_1 + \frac{k_1 - k_2}{2} = 0$

$$\begin{cases} v_{C_1}(0^+) = -1 \\ v_{C_2} = v_{C_3}(0^+) = +1 \end{cases}$$

$$w(0^+) = \frac{1}{2}\left(-1^2 + 2\times1^2 + 2\times1^2\right) = 2.5\,J$$

$$\Delta w = 33 - 2.5\,J = 30.5\,J$$

راحت

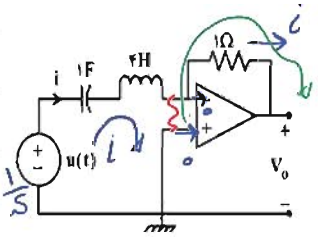
۴۷- در مدار زیر، آپ امپ ایدئال است. ولتاژ خروجی از حل کدام معادلهٔ دیفرانسیل به دست می‌آید؟

۱) $\frac{d^2V_o}{dt^2} + \frac{V_o}{4} = -u(t)$

۲) $4\frac{d^2V_o}{dt^2} + V_o = -\delta(t)$ ✓

۳) $\frac{d^2V_o}{dt^2} + \frac{V_o}{4} = +u(t)$

۴) $4\frac{d^2V_o}{dt^2} + V_o = +\delta(t)$



مشابه سوال تالیفی در کلاس آنلاین

$$i = \frac{\frac{1}{s}}{4s + \frac{1}{s}} = \frac{1}{4s^2+1}$$

$$kvl: \; 0 + i + V_o = 0 \rightarrow V_o = -\frac{1}{4s^2+1}$$

$$(4s^2+1)V_o = -1 \xrightarrow{\mathcal{L}^{-1}} 4v_o'' + v_o = -\delta(t)$$

در مدار زیر کدام گزینه تابع شبکه $\frac{V_o}{V_i}$ است؟

۱) $H(s) = \frac{s(s+1)}{s^2+3s+2}$

۲) $H(s) = \frac{s+1}{s(s+2)}$

۳) $H(s) = \frac{s+1}{s+2}$

$$H(s) = \frac{s(s+\beta)}{s(s+\alpha)} = \frac{s+\beta}{s+\alpha}$$

صورت سوال: $s=0$ و $s=\infty$

خیلی راحت

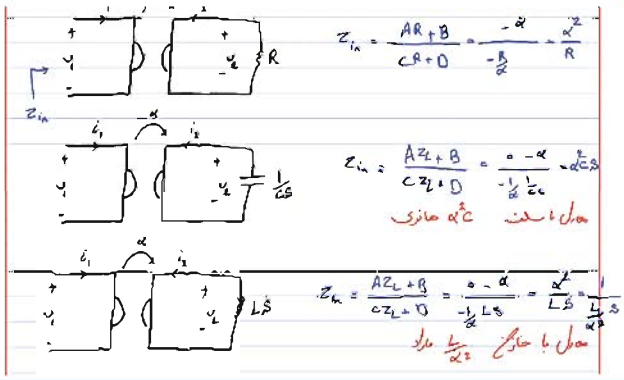
۴۸- معادلات بیان‌کنندهٔ یک دوقطبی عبارت است از $\begin{cases} V_1 = \alpha I_2 \\ V_2 = -\alpha I_1 \end{cases}$ که در آن α مقداری ثابت است. دو تا از دوقطبی‌ها را پشت سر هم بسته و در خروجی آن بار Z_L را قرار می‌دهیم. امپدانس ورودی شبکهٔ مجموعه کدام است؟

۱) $-Z_L$

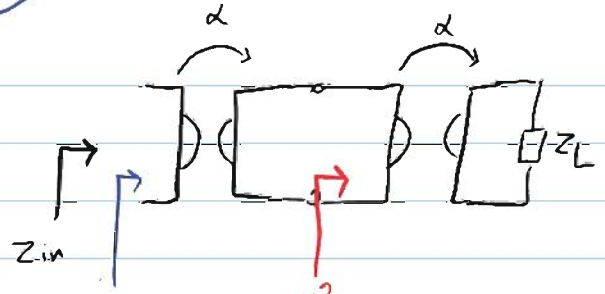
۲) $-\frac{Z_L}{\alpha^2}$

۳) Z_L ✓

۴) $-\alpha^2 Z_L$



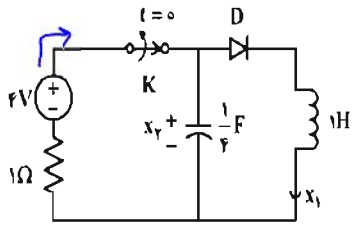
مشابه



$\frac{\alpha^2}{Z_L}$

$$Z_{in} = Z_L \Leftarrow \alpha^2\left(\frac{1}{\frac{\alpha^2}{Z_L}}\right)$$

۴۹- در مدار زیر، دیود (ایدئال) و کلید K را در لحظهٔ $t=0$ باز می‌کنیم. در مورد مسیر حالت مدار، کدام گزینه برای $t>0$ درست است؟ (در صفحهٔ x_2 بر حسب x_1)

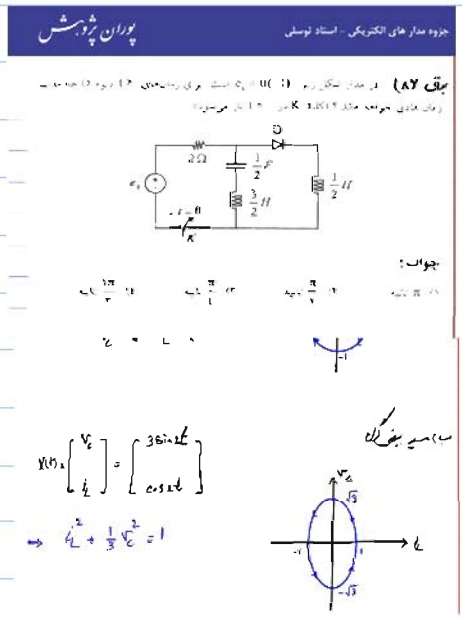


۱) یک ربع بیضی در ربع چهارم است.

۲) یک ربع بیضی در ربع اول است.

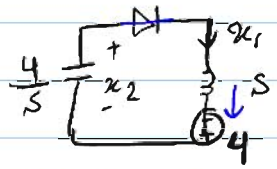
۳) یک نیم بیضی در ربع اول و ربع دوم است

۴) یک بیضی در چهار ربع است.



لغت

$t=0^-$ $\begin{cases} i_L(0^-)=4A & \text{D:on ok} \\ V_C(0^-)=0 \end{cases}$



برای $t>0$

جریان سلف (جهت پایین) (در جهت دیود) شارژ شده در حال جهت دشارژ می‌کند و برای $t>0$ دیود روشن می‌شود.

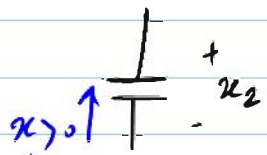
$$x_1 = \frac{4}{\frac{4}{s}+s} = \frac{4s}{4+s^2} \xrightarrow{\mathcal{L}^{-1}} 4\cos 2t = x_1$$

$$x_2 = -\frac{4}{s}\times i = \frac{-16}{s^2+4} \xrightarrow{\mathcal{L}^{-1}} x_2 = -8\sin 2t$$

$$\left(\frac{x_1}{4}\right)^2 + \left(\frac{x_2}{-8}\right)^2 = 1 \longrightarrow \text{بیضی}$$

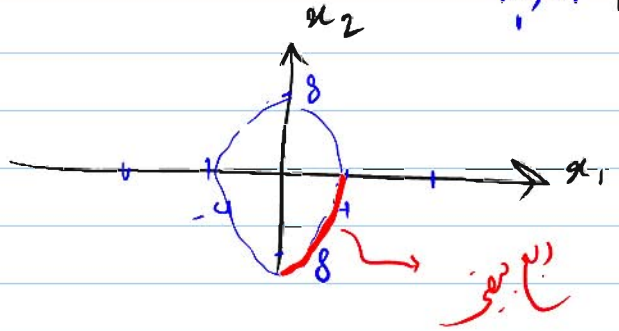
به شرطی که دیود روشن باشد

$\rightarrow x_1 > 0$



$x_2(0)=0 \longrightarrow x_2(t)<0$

به دلیل بالا رفتن جهت جریان x_1 برای $t>0$



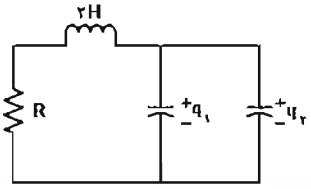
ربع بیضی

مشابه سوال دکتری ۹۸ در دوره نکته ست حل شد.

۵۰- در مدار زیر حازن‌ها غیرخطی‌اند و سلف خطی برابر با ۲ هانری است. به ازای چه مقدار R پاسخ جریان سلف، میرای ضعیف خواهد بود؟

$q_1 = v_1^3 + 4v_1$

$v_2 = -\sqrt[3]{q_2}$



۱) $0 < R < \sqrt[3]{2}$

۲) $0 < R < \sqrt{2}$ ✓

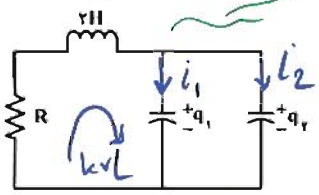
۳) $0 < R < 1$

۴) $0 < R < 2$

(راحت)

معادل خازن $C = 4F$

$i_1 + i_2 = 3v_1^2 v_1' + 4v_1' - 3v_2^2 v_2'$



$i_C = \frac{\Delta q}{\Delta t} \to \frac{dq}{dt}$ $\quad v_L = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt}$

$i_1 = \frac{dq_1}{dt} = 3v_1^2 v_1' + 4v_1'$

$q_2 = -v_2^3 \to i_2 = \frac{dq_2}{dt} = -3v_2^2 v_2'$

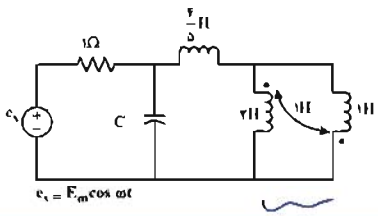
$$\begin{cases} i_L = 4v_1' \\ R i_L + 2i_L' + v_1 = 0 \end{cases}$$

$\Rightarrow R(4v_1') + 8v_1'' + v_1 = 0$

$\Delta(s) = 8s^2 + 4Rs + 1 = 0$ معادله مشخصه

$\Delta > 0 \quad 16R^2 - 32 < 0 \to R^2 < 2 \to 0 < R < \sqrt{2}$

۵۱- مدار زیر در حالت دائمی سینوسی است. به‌ازای چه مقدار فرکانس حاوی C بر حسب فاراد، فرکانس زاویه‌ای تشدید $\omega = 1$ رادیان بر ثانیه خواهد بود؟



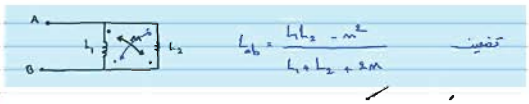
۱) $\frac{1}{3}$

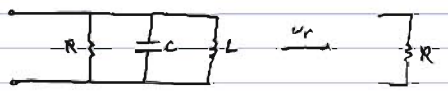
۲) $\frac{1}{2}$

۳) ۱ ✓

۴) $\frac{3}{2}$

راحت





مدار معادل RLC

$Y = \frac{1}{R} + j\omega C - \frac{j}{\omega L} = \frac{1}{R} + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)$

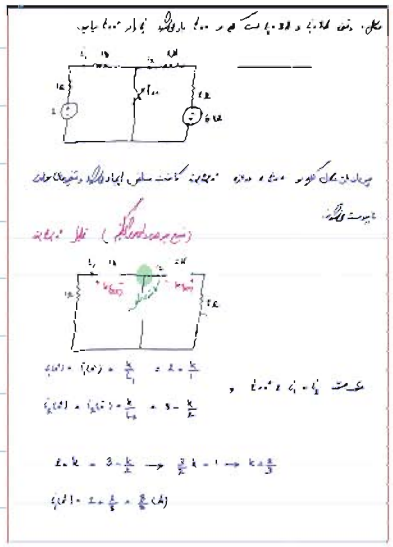
$\mathrm{Im}\{Y\} = 0 \to \omega C = \frac{1}{\omega L} \to \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \left(\frac{rad}{s}\right)$

$\frac{2-1}{2+1+2} = \frac{1}{5}\,H$

$C = 1F \leftarrow \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 1 \leftarrow RLC$

راه دوم:

به‌ازای $C = 1F$ ← $Z_C = j$ و لذا $j\omega$ سلف را حذف می‌کند



۵۲- در مدار زیر، کلید K به‌مدت طولانی بسته بوده است. در لحظهٔ $t=0$ آن را باز می‌کنیم. کدام گزینه در مورد ولتاژهای v_1 و v_2 دو سر سلف‌ها بعد از باز شدن کلید صحیح است؟

۱) $v_1 = v_2 = 0$

۲) $v_1 = v_2 = +3{,}2\delta(t)$

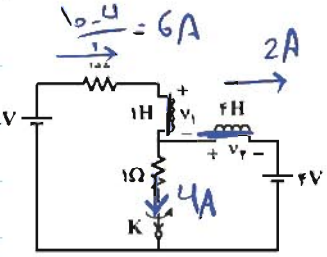
۳) $v_1 = -v_2 = +3{,}2\delta(t)$

۴) $v_1 = -v_2 = -3{,}2\delta(t)$ ✓

(متوسط)

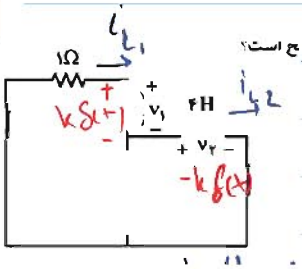
فقط عدد عوض میشه

$t<0$



$$\begin{cases} i_{L_1}(0^-) = 6A \\ i_{L_2}(0^-) = 2A \end{cases}$$

$0<t<0^+$



$$i_{L_1}(0^+) = 6 + \frac{k}{1}$$

$$i_{L_2}(0^+) = 2 + \frac{-k}{4}$$

$$t=0^+ \quad i_{L_1} = i_{L_2} \longrightarrow 6+k = 2-\frac{k}{4} \longrightarrow 4 = -\frac{5}{4}k \longrightarrow k = -\frac{16}{5} = -3.2$$

$$0<t<0^+ \quad v_1(t) = -3.2\,\delta(t) \;,\; v_2(t) = 3.2\,\delta(t)$$

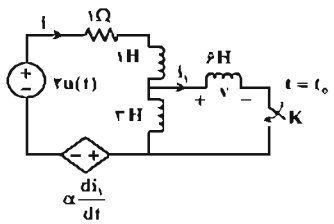
۵۳- در مدار زیر، شرایط اولیهٔ همگی صفر و کلید K باز است. اگر کلید را در لحظهٔ $t_0 > 0$ وصل کنیم، به ازای کدام ضریب ثابت α، ثابت زمانی مدار بعد از وصل کلید ۲۵٪ ثابت زمانی مدار قبل از وصل کلید خواهد بود؟

۱) -6

۲) -3

۳) $+3$

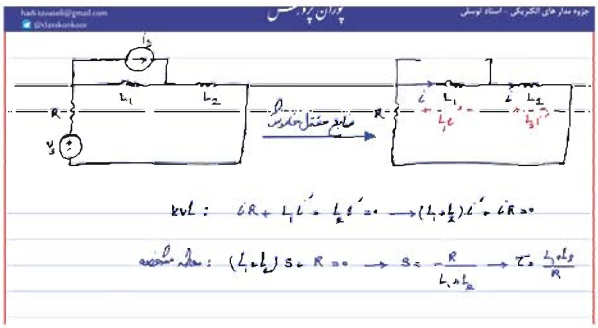
۴) $+6$



$i_1 = 0 \rightarrow \frac{di_1}{dt} = 0$ خیلی راحت

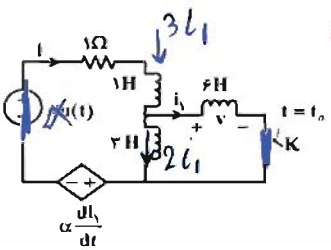
$t<0$

$$\tau_1 = \frac{1+3}{1} = 4\,(s)$$



نکته مدارهایی که چند سلف و خازن دارند و ثابت زمانی می خواهیم را در دوره آموزش دادیم که برای اولین بار سوال مطرح شد.

اینجاست که تفاوت روش صفر و منفی مشخص میشود.

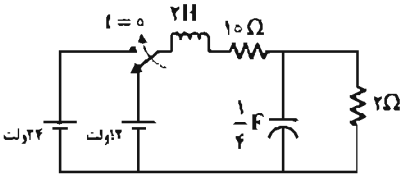


$$KVL: \; 3i_1 + 3i_1' + 6i_1' + \alpha i_1' = 0$$

$$(9+\alpha)s + 3 = 0 \longrightarrow s = \frac{-3}{9+\alpha} \longrightarrow \tau_2 = \frac{9+\alpha}{3} = \frac{1}{4}\tau_1$$

$$\boxed{\alpha = -6}$$

۵۴- در مدار زیر، کلید مدت‌ها بسته بوده است و در $t = 0$ تغییر وضعیت می‌دهد. مقادیر $\left.\frac{dv_C}{dt}\right|_{0^+}$ و $\left.\frac{di_L}{dt}\right|_{0^+}$ چقدر است؟



۱) $\frac{6A}{s}$ و ۰ ✓

۲) $-\frac{6A}{s}$ و ۰

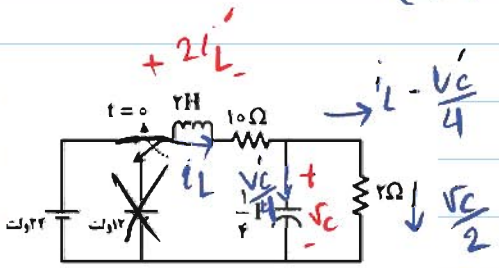
۳) ۰ و $\frac{4V}{s}$

۴) $\frac{6A}{s}$ و $\frac{4V}{s}$

خیلی راحت بیش از ۲۰ سوال شاه و سخت‌تر از این کار کردیم

$t<0$ $\quad i_L(0^-) = i_L(0^+) = \frac{12}{10+2} = 1A$

$v_C(0^-) = v_C(0^+) = 1A \times 2\Omega = 2V$



$+2i_L'$

$i_L' - \frac{v_C'}{4}$

$\frac{v_C}{2}$

KVL: $24 = 2i_L' + 10i_L + v_C \xrightarrow{t=0^+} i_L'(0^+) = \frac{6A}{s}$

KCL: $i_L' - \frac{v_C'}{4} = \frac{v_C'}{2} \xrightarrow{t=0^+} v_C'(0^+) = 0$

۵۵- گراف یک شبکهٔ الکتریکی از ۵ زیرگراف مسطح بی‌لولا و جدا از هم تشکیل شده است. تعداد کل شاخه‌های شبکه ۲۵ و تعداد معادلات KVL نابسته که می‌توان در شبکه نوشت، برابر با ۱۳ است. تعداد کل گره‌های شبکه چند عدد است؟

۱) ۱۲

۲) ۱۳

۳) ۱۶

۴) ۱۷

متوسط

گره

$l = b - n_t + 1$ ✓ رابطه بین l و b و n_t برقرار است که l تعداد مش‌های درون، n_t تعداد کل گره‌ها، b تعداد شاخه‌ها و n_t تعداد کل گره‌ها.

تعداد KVL های مستقل = تعداد مش درون = l

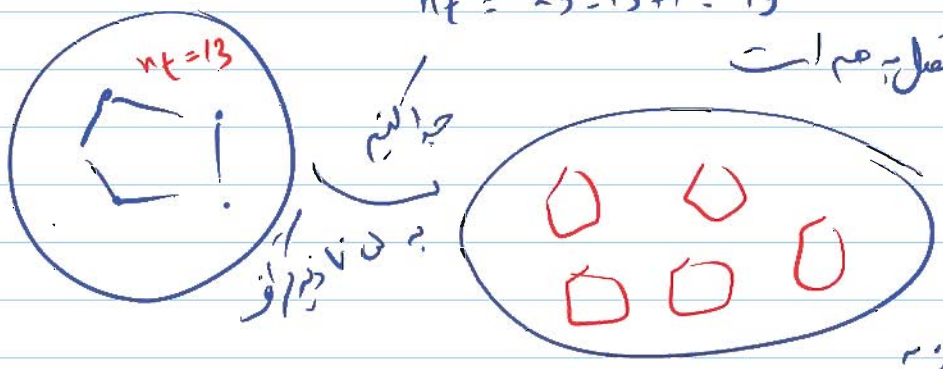
n_t = کل گره‌ها

b = تعداد کل شاخه‌ها

$l = b - n_t + 1 \rightarrow 13 = 25 - n_t + 1$

$n_t = 25 - 13 + 1 = 13$

اما این رابطه برای گراف متصل به هم است



برای ۵ گراف جدا از هم $n_t = 13 - 5 = 8$ گره به کل گراف اضافه شده.

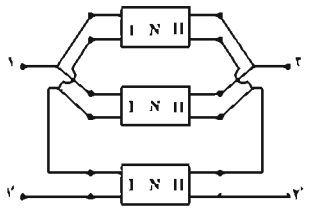
۵۶- ماتریس انتقال $T=\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}$. یک دوقطبی N برابر $T=\begin{pmatrix} 4 & 3 \\ 1 & 2 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$ است. ماتریس انتقال دوقطبی بزرگ شکل زیر، که در آن هر یک از دوقطبی‌های N ماتریس انتقال T بالا را دارند، کدام است؟ فرض کنید در اتصال سری و یا موازی دو عدد دو قطبی، شرط دو قطبی بودن به هم نمی‌خورد.

۱) $T_{\text{بزرگ}}=\begin{pmatrix} 6 & 3 \\ 1 & 1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$

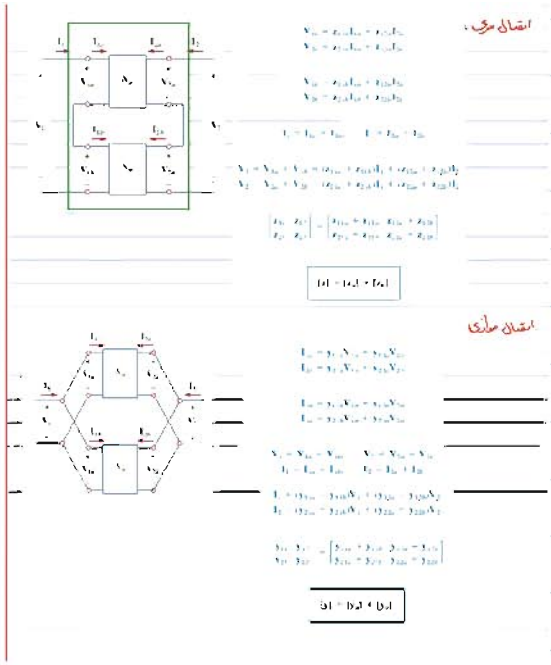
۲) $T_{\text{بزرگ}}=\begin{pmatrix} 6 & \frac{9}{2} \\ 2 & 1 \\ 9 & 2 \end{pmatrix}$ ✓

۳) $T_{\text{بزرگ}}=\begin{pmatrix} 4 & \frac{9}{2} \\ 2 & 1 \\ 9 & 2 \end{pmatrix}$

۴) $T_{\text{بزرگ}}=\begin{pmatrix} 4 & \frac{3}{2} \\ 9 & 1 \\ 9 & 2 \end{pmatrix}$



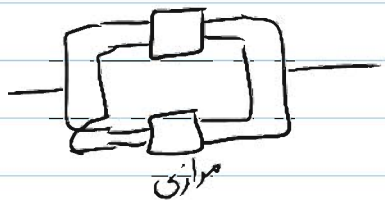
دوقطبی بزرگ با دوج سرهای $(1,1')$ و $(2,2')$



راحت دلی وقتگیره

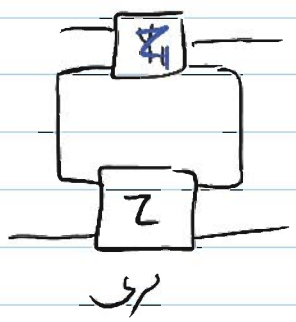
T از $\begin{cases} v_1 = 4v_2 - 3i_2 \\ i_1 = \frac{1}{3}v_2 - \frac{1}{2}i_2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} v_1 = 12i_1 + 3i_2 \\ v_2 = 3i_1 + \frac{3}{2}i_2 \end{cases}$

$Z=\begin{bmatrix} 12 & 3 \\ 3 & \frac{3}{2} \end{bmatrix} \rightarrow Y=\frac{1}{18-9}\begin{bmatrix} \frac{3}{2} & -3 \\ -3 & 12 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} \frac{1}{6} & -\frac{1}{3} \\ -\frac{1}{3} & \frac{4}{3} \end{bmatrix}$


موازی

$Y_1=Y+Y=\begin{bmatrix} \frac{1}{3} & -\frac{2}{3} \\ -\frac{2}{3} & \frac{8}{3} \end{bmatrix} \rightarrow Z_1=$

$Z_1=\frac{1}{\frac{4}{9}}\begin{bmatrix} \frac{8}{3} & \frac{2}{3} \\ \frac{2}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 6 & \frac{3}{2} \\ \frac{3}{2} & \frac{3}{4} \end{bmatrix}$



$Z_{eq}=Z_1+Z=\begin{bmatrix} 12 & 3 \\ 3 & \frac{3}{2} \end{bmatrix}+\begin{bmatrix} 6 & \frac{3}{2} \\ \frac{3}{2} & \frac{3}{4} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 18 & \frac{9}{2} \\ \frac{9}{2} & \frac{9}{4} \end{bmatrix}$

δ

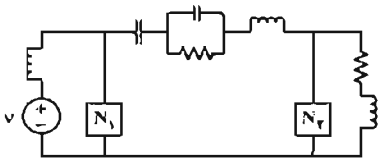
δ_{eq} ?

$\begin{cases} v_1 = 18i_1 + \frac{9}{2}i_2 \\ v_2 = \frac{9}{2}i_1 + \frac{9}{4}i_2 \end{cases}$

$T=\begin{bmatrix} \frac{2}{9} & \frac{1}{2} \\ & \end{bmatrix}$ ← سطر دوم ماتریس T بزرگ $i_1=\frac{2}{9}v_2-\frac{1}{2}i_2$

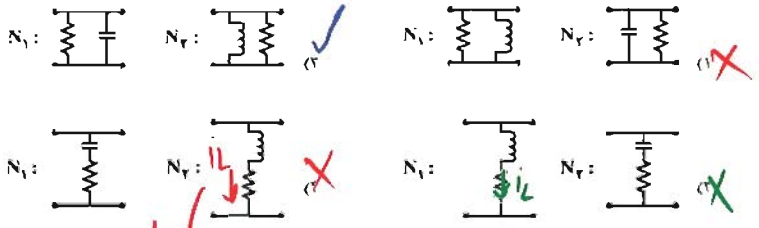
فقط گزینه ۲

۵۷- در مدار زیر، شبکه‌های N_1 و N_2 چگونه باشند تا مدار هفت فرکانس طبیعی غیرصفر داشته باشد؟



مشابه سوال بیش از ۲۵ سوال تالیفی و سخت‌تر و متنوع‌تر در دوره کار شده است.

فرکانس صفر ← حلقه خازنی



صورت هم کامل کند ← کات خازنی

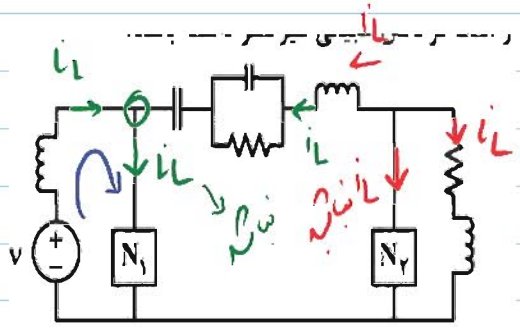
مرتبه مدار هم کامل کند ← کات خازنی

کل خازن مستقل $N = 7$

برای اینکه ۷ فرکانس طبیعی غیر صفر داشته باشیم

۱) مرتبه مدار کم نشود ← معادل متغیر حالت نداشته باشیم

۲) فرکانس طبیعی صفر نداشته باشیم ← معادل مشتق متغیر حالت نداشته باشیم.



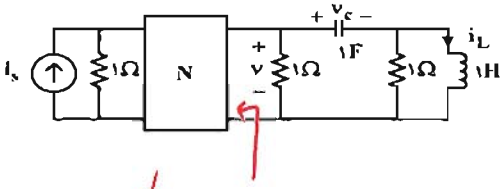
۵۸- در مدار زیر، N یک مدار مقاومتی خطی و بدون منابع نابسته است. اگر تابع انتقال $\frac{V(s)}{I_s} = \frac{s^2+s+1}{5s^2+5s+4}$ و شرایط اولیه $i_L(0^+) = 1A$ و $v_c(0^+) = 2V$ و برای $t > 0$ داشته باشیم $I_s = 0$، شرط اولیهٔ $v(0^+)$ برابر کدام است؟

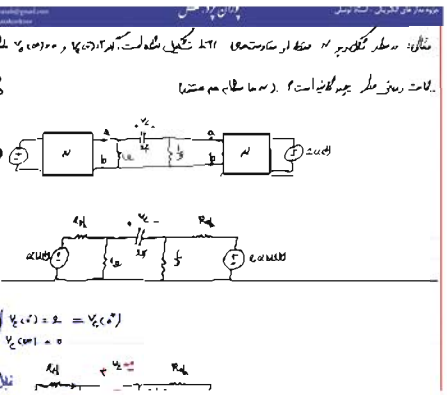
۱) $-\frac{1}{5}$

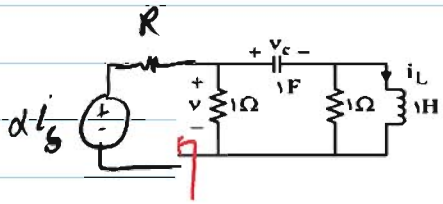
۲) $\frac{1}{5}$ ✓

۳) $\frac{1}{4}$

۴) $\frac{4}{5}$







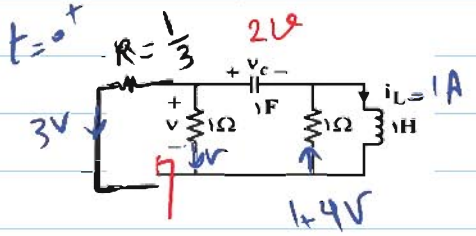
$s=0 \rightarrow v = \frac{1}{R+1} \times \alpha i_s$

$s=\infty \rightarrow v = \frac{\frac{1}{2}}{R+\frac{1}{2}} \times \alpha i_s$

$\frac{V(s)}{I_s} = \frac{s^2+s+1}{5s^2+5s+4}$ $\xrightarrow{s=0}$ $v = \frac{1}{4} i_s$

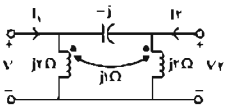
$\xrightarrow{s=\infty}$ $v = \frac{1}{5} i_s$

$$\begin{cases} \frac{1}{R+1} \times \alpha = \frac{1}{4} \\ \frac{\frac{1}{2}}{R+\frac{1}{2}} \times \alpha = \frac{1}{5} \end{cases} \rightarrow \frac{R+1}{4} = \frac{2R+1}{5} \rightarrow R = \frac{1}{3}$$



KVL: $1+4v - 2 + v = 0 \rightarrow v(0^+) = \frac{1}{5}$

۵۹- در شکل زیر، پارامترهای امپدانس انتقال ادمیتانس دوقطبی کدام است؟



۱) $\begin{pmatrix} j & \frac{2}{3}j \\ \frac{2}{3}j & 1 \end{pmatrix}$

۲) $\begin{pmatrix} -j & -\frac{2}{3}j \\ -\frac{2}{3}j & -j \end{pmatrix}$

۳) $\begin{pmatrix} \frac{2}{3}j & -j \\ -j & \frac{2}{3}j \end{pmatrix}$

۴) $\begin{pmatrix} \frac{j}{2} & -\frac{2}{3}j \\ -\frac{2}{3}j & \frac{1}{2} \end{pmatrix}$ ✓

راحت

جزوه مدار های الکتریکی - استاد توسلی

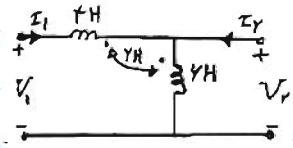
دو قطبی شکل روبه‌رو، کدام است؟

۱) فقط متقارن

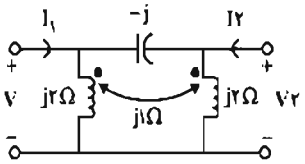
۲) فقط متقابل

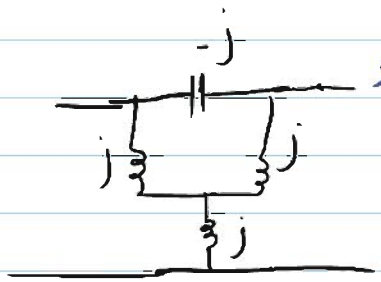
۳) هم بامتقارن و متقابل

۴) هم بامتقابل و متقارن

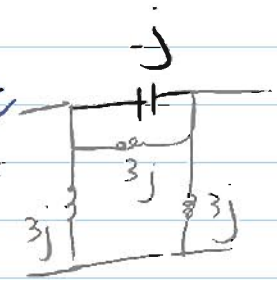


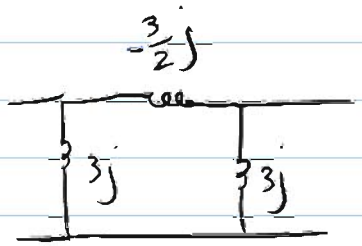
$\frac{V_1}{V_2} = Z \frac{I_1}{I_2}$





ساده شده





$$Y = \begin{bmatrix} -\frac{j}{3} + \frac{2}{3}j & -\frac{2}{3}j \\ -\frac{2}{3}j & -\frac{j}{3} + \frac{2}{3}j \end{bmatrix}$$