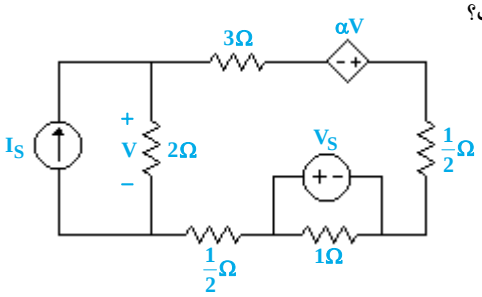
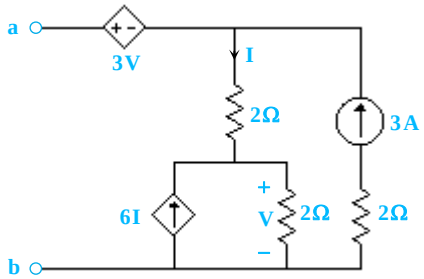
آزمون فصل اول

۱ـ در مدار زیر به ازای کدام مقدار α مؤلفه ولتاژ ناشی از منبع جریان برابر $\frac{۱}{۴}$ مقدار آن است؟



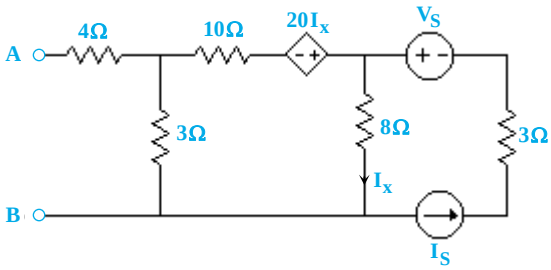
۱) ۱۰-
۲) ۱۰
۳) ۱۳-
۴) ۱۳

۲ـ در مدار زیر مقدار ولتاژ تونن بر حسب ولت کدام است؟



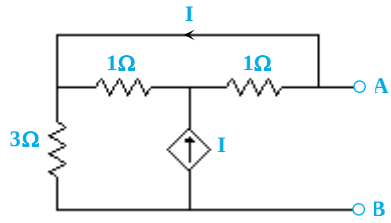
۱) ۲۰۰
۲) ۶۲
۳) ۱۳۲
۴) ۱۷۴

۳ـ مقدار مقاومت تونن در مدار زیر از دید A و B بر حسب اهم کدام است؟



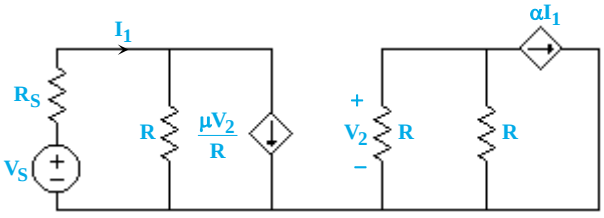
۱) ۲
۲) ۲-
۳) ۱
۴) ۱-

۴ـ در مدار زیر مقدار مقاومت تونن از دو سر B و A کدام است؟



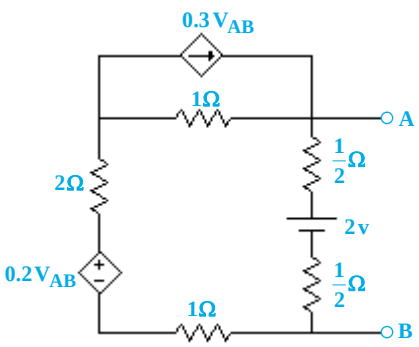
۱) ۱
۲) ۳
۳) ۶
۴) ۹

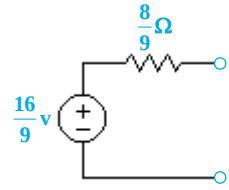
۵ـ در مدار شکل زیر مقدار مقاومت تونن کدام است؟

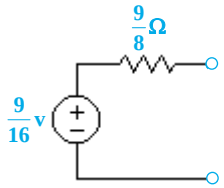


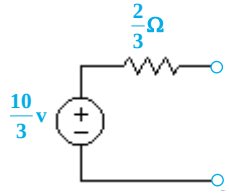
۱) $R\mu+\alpha$
۲) $R\alpha+\mu$
۳) $R+\frac{R\alpha\mu}{۲}$
۴) $R+\frac{R\mu}{۲}$

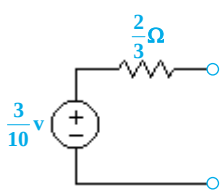
۶ـ در مدار زیر مدار معادل تونن از دید A و B کدام است؟



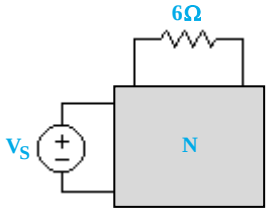
(۱)


(۲)


(۳)


(۴)


۷ـ در مدار زیر شبکه N یک شبکه خطی و تغییرناپذیر با زمان و مقاومتی است. در صورتی که ۶۰ درصد توان متوسط منبع ولتاژ توسط شبکه N جذب شود، اندازه منبع V_S را چند برابر کنیم تا ۲۰ درصد توان متوسط به مقاومت ۶Ω برسد؟



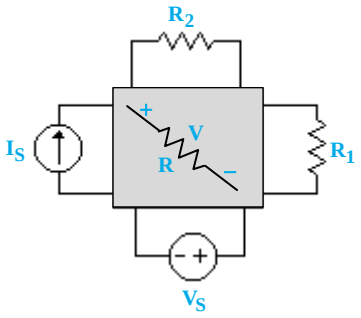
۱) درصد جذب توان مقاومت ۶Ω فقط به اندازه مقاومت خودش وابسته است و مستقل از V_S است.

۲) $\frac{۲}{۳}$ برابر

۳) $\frac{۱}{۴}$ برابر

۴) درصد جذب توان مقاومت ۶Ω به مقاومت خودش و شبکه بستگی داشته و مستقل از تغییرات V_S است.

۸ـ در شبکه خطی زیر در صورتی که $V_S = ۱v$ و $I_S = ۲A$ باشد، مقدار ولتاژ مقاومت R برابر ۱۱۰ ولت است. حال اگر مقدار $V_S = ۲v$ و $I_S = ۳A$ شود، مقدار ولتاژ مقاومت R برابر ۱۸۰ ولت خواهد شد. در صورتی که $V_S = ۴v$ و $I_S = ۶A$ شود، مقدار ولتاژ دو سر مقاومت R بر حسب ولت کدام است؟



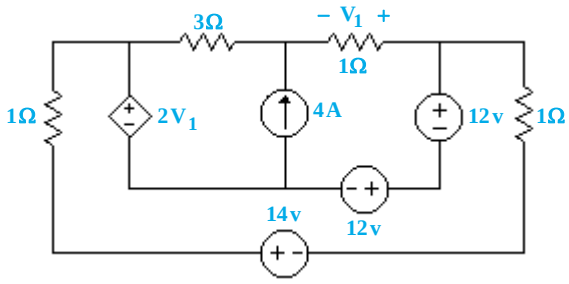
۱) ۳۶۰

۲) ۲۴۰

۳) ۳۲۰

۴) ۴۱۰

۹ـ در مدار زیر مقدار توان مصرفی منبع وابسته بر حسب وات کدام است؟



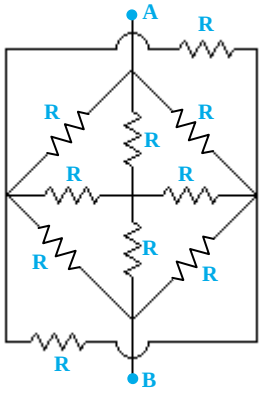
۱) ۲۴

۲) ۸

۳) ۲۲

۴) ۹۲

۱۰ـ مقدار مقاومت تونن از دو سر A و B کدام است؟



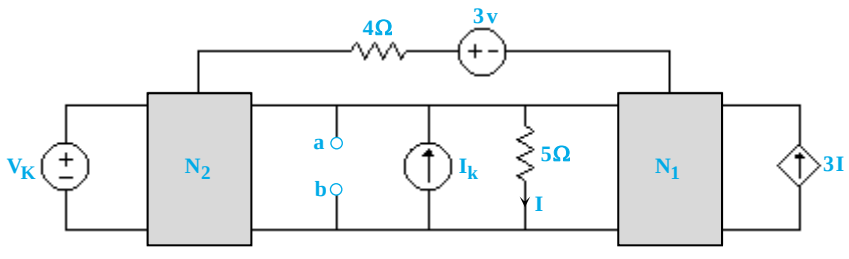
۱) $\frac{۳}{۲}$R

۲) $\frac{۲}{۳}$R

۳) R

۴) ۲R

۱۱ـ در شبکه زیر N_1 و N_2 از مقاومت‌های خطی تشکیل شده‌اند. مقدار منبع جریان $I = ۰/۲۸۵(V_k + I_k)$ می‌باشد. حال به جای مقاومت ۵Ω چه مقاومتی قرار گیرد که مقاومت کل از دو سر b و a برابر $\frac{۶}{۷}$Ω شود؟



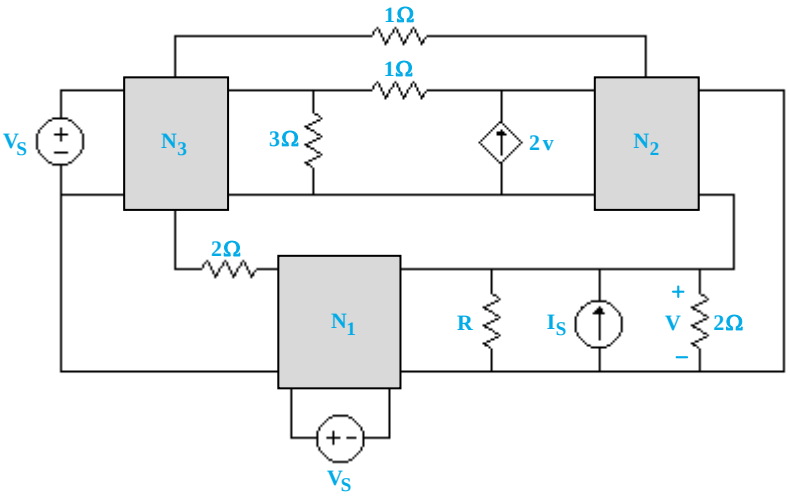
۱) $\frac{۳}{۲}$Ω

۲) $\frac{۲}{۳}$Ω

۳) $\frac{۱۰}{۳}$Ω

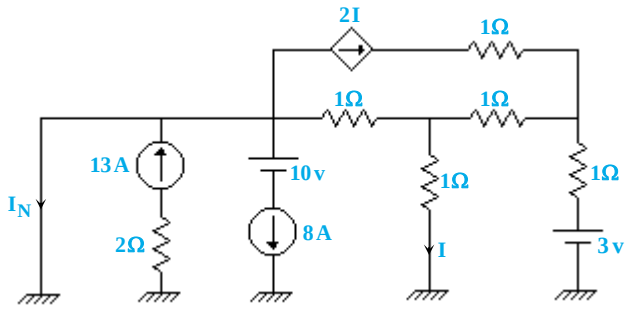
۴) $\frac{۳}{۱۰}$Ω

۱۳ـ در مدار زیر N_3، N_2 و N_1 شبکه‌های شامل مقاومت‌های خطی هستند. اگر $R = 2\Omega$ باشد، $V = \frac{2}{3}I_S + 6V_S$ است. حال به ازای کدام مقدار R بر حسب اهم توان آن حداکثر است؟



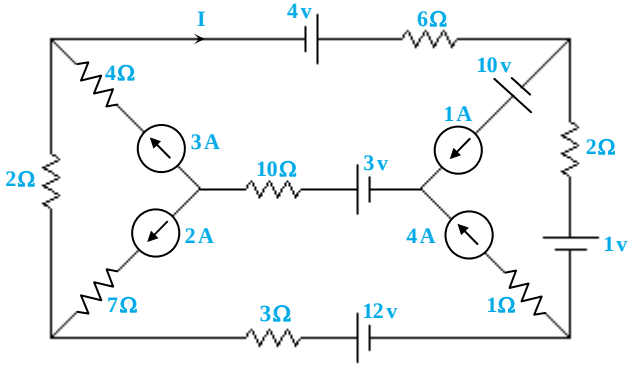
۱) ۳
۲) −۱
۳) −۳
۴) ۱

۱۴ـ در مدار زیر جریان اتصال کوتاه بر حسب آمپر کدام است؟



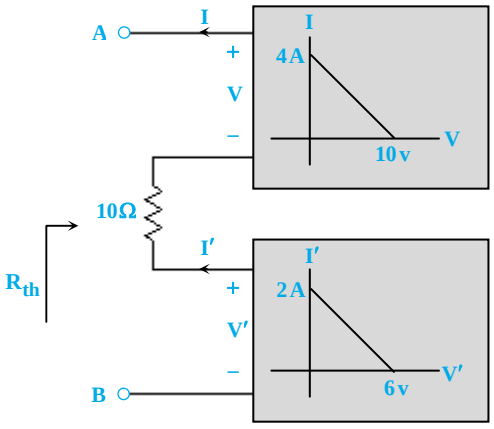
۱) ۱
۲) ۱۲
۳) ۱۰
۴) ۴

۱۵ـ در مدار زیر مقدار جریان I بر حسب آمپر کدام است؟



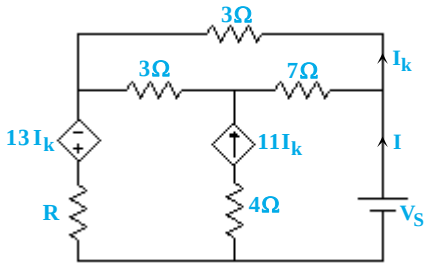
۱) −۱/۹۲
۲) −۲/۹۲
۳) ۱/۹۲
۴) ۲/۹۲

۱۶ـ در مدار زیر مقاومت تونن بر حسب اهم کدام است؟



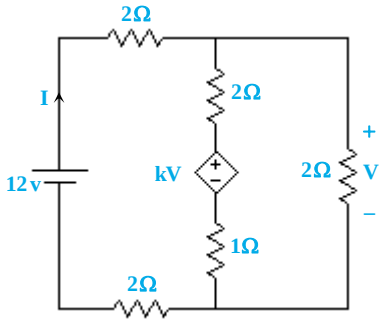
۱) ۱۰
۲) ۱۵/۵
۳) ۱۶/۵
۴) ۱۲/۵

۱۷ـ در مدار زیر به ازای کدام مقدار R بر حسب اهم، جریان I بینهایت می‌شود؟



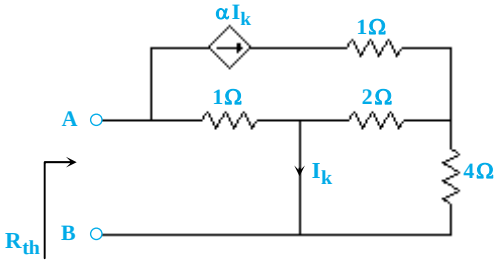
۱) ۱/۵
۲) ۲
۳) ۰/۷۵
۴) ۰/۵

۱۸ـ در مدار زیر مقدار k کدام باشد تا مقدار جریان I برابر ۲A شود؟



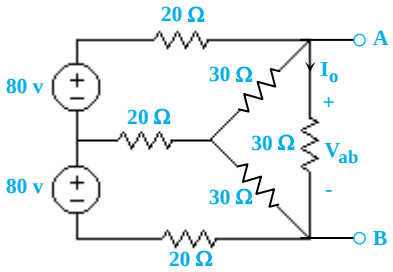
۱) ۱۰
۲) ۳
۳) ۱
۴) ۲

۱۱۹ـ در مدار زیر پارامتر α کدام باشد تا $R_{th} = -1\Omega$ شود؟



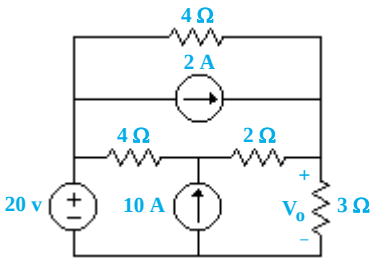
۱) $\alpha = 1$
۲) $\alpha = -1$
۳) $\alpha = 6$
۴) $\alpha = \infty$

۲۲ـ در مدار زیر ولتاژ تونن از پایانه‌های B و A بر حسب ولت کدام است؟



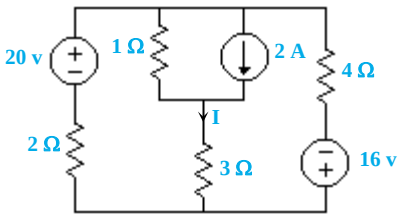
۱) ۶۲/۳
۲) ۱۹/۱
۳) ۳۴/۲
۴) ۵۳/۳

۲۳ـ در مدار زیر مقدار ولتاژ V_o بر حسب ولت کدام است؟



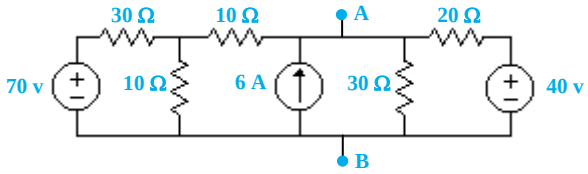
۱) ۲۲/۷
۲) ۳۰/۱
۳) ۳۱/۱
۴) ۲۸/۱

۲۴ـ در مدار زیر مقدار جریان I بر حسب آمپر کدام است؟



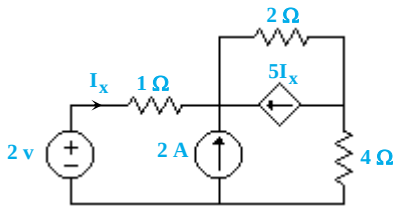
۱) ۱/۲
۲) ۱/۸۷۱
۳) ۲/۲۱
۴) ۰/۷۱

۲۵ـ در مدار زیر مقدار جریان نورتن از پایه‌های B و A چند آمپر است؟



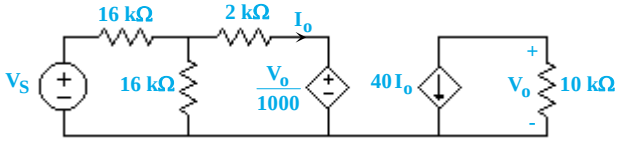
۱) ۴
۲) ۶
۳) ۹
۴) ۱۰

۲۶ـ در مدار زیر مقدار I_x برحسب آمپر کدام است؟



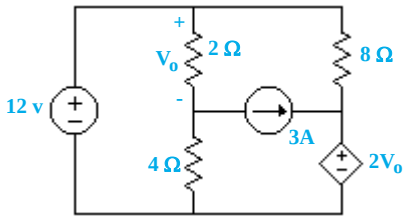
۱) $-\frac{۱۰}{۱۷}$
۲) $-\frac{۲}{۳}$
۳) $\frac{۱۰}{۱۷}$
۴) $\frac{۲}{۳}$

۲۷ـ در مدار زیر اندازه V_o بر حسب ولت کدام است؟ $(V_S = ۱۰۰v)$



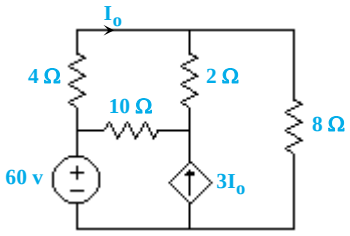
۱) ۱۸۲۱
۲) ۱۹۵۲
۳) ۲۰۸۳
۴) ۱۰۳۸

۲۸ـ در مدار زیر مقدار V_o بر حسب ولت کدام است؟



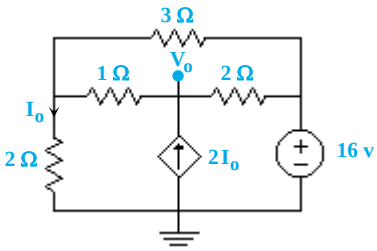
۱) ۸
۲) ۶
۳) ۴
۴) ۲

۲۹ـ در مدار زیر مقدار I_o بر حسب آمپر کدام است؟



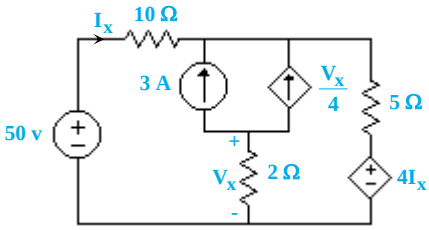
۱) ۰
۲) ۱/۷۵
۳) ۲/۲
۴) ۳/۴

۳۰ـ در مدار زیر مقدار V_o بر حسب ولت کدام است؟



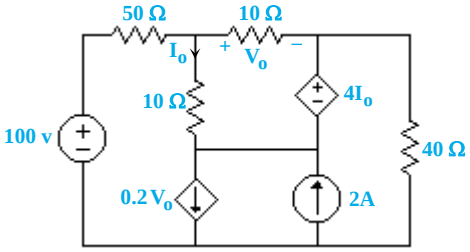
۱) ۴۰
۲) ۲۲/۳
۳) ۲۶/۱
۴) ۳۳/۷

۳۱ـ در مدار زیر مقادیر I_x و V_x به ترتیب کدام است؟



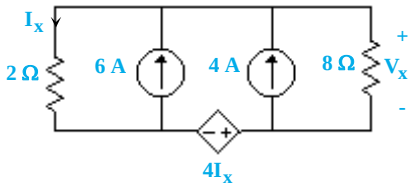
۱) $-۳v , ۲/۱A$
۲) $۴v , ۱/۲A$
۳) $-۴v , ۲/۱A$
۴) $۳v , ۱/۲A$

۳۲ـ در مدار زیر مقدار V_o برحسب ولت کدام است؟



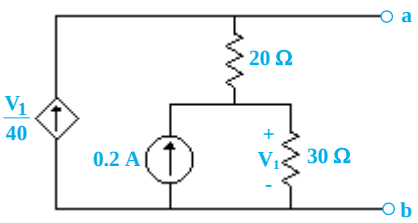
۱) ۴/۱۵
۲) ۱/۱۷
۳) ۲/۲۱
۴) ۱/۲

۳۳ـ در مدار زیر مقدار V_x بر حسب ولت کدام است؟



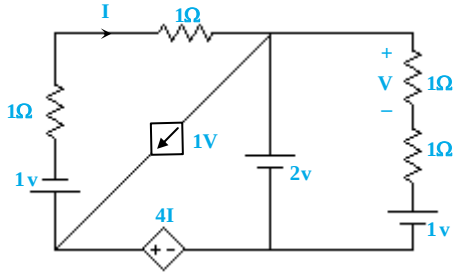
۱) ۲۶/۱
۲) −۲۱/۲
۳) ۳۴/۳
۴) −۲۶/۶

۳۶ـ مقاومت تونن از دیدگاه دو نقطه a و b در مدار شکل زیر چند اهم است؟



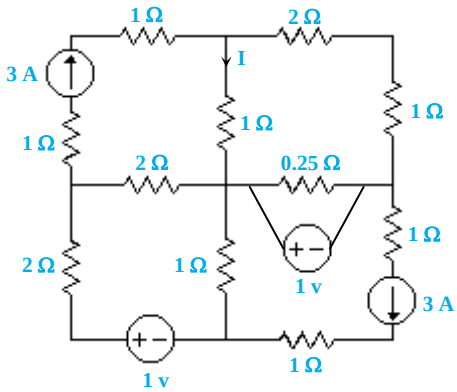
۱) ۱۰۰
۲) ۲۰۰
۳) ۳۰۰
۴) ۴۰۰

۳۷ـ در مدار زیر شدت جریان I بر حسب آمپر کدام است؟



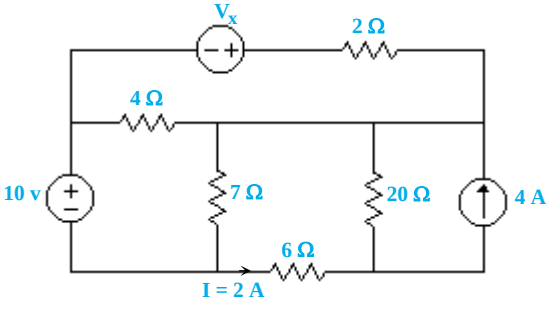
۱) ۱/۵
۲) ۲
۳) ۲/۵
۴) −۰/۵

۳۹ـ در مدار شکل روبرو، جریان I چند آمپر است؟



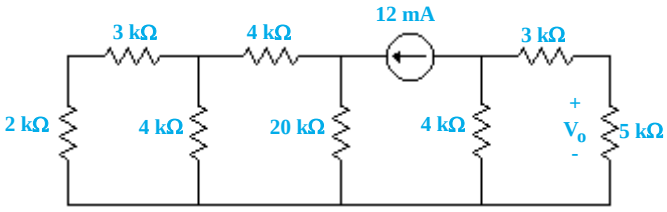
۱) ۲
۲) ۴
۳) ۳
۴) ۱

۴۱ـ در مدار شکل زیر ولتاژ منبع V_x چند ولت است؟



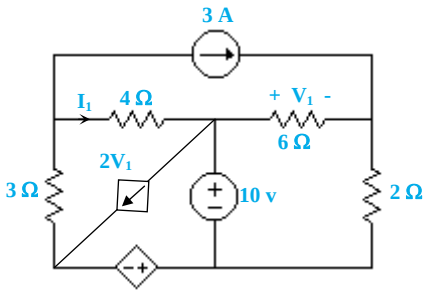
۱) ۲۸
۲) ۳۱
۳) ۱۸
۴) ۵

۴۲ـ مقدار V_0 در مدار شکل زیر چند ولت است؟



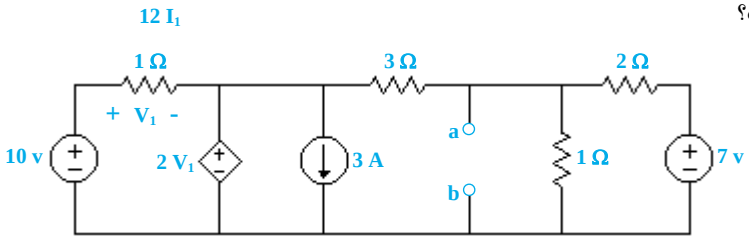
۱) ۲۰−
۲) ۲۵
۳) ۳۰
۴) ۴۰−

۴۳ـ در مدار شکل زیر توانی که منبع جریان مستقل به مدار تحویل می‌دهد، چند وات است؟



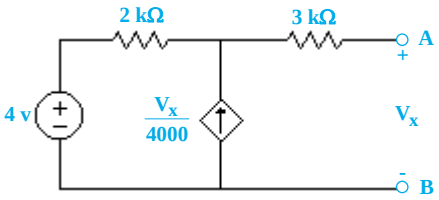
۱) ۱۳
۲) ۸
۳) ۳
۴) ۵

۴۴ـ ولتاژ تونن شکل زیر از دید پایانه‌های a و b چند ولت است؟



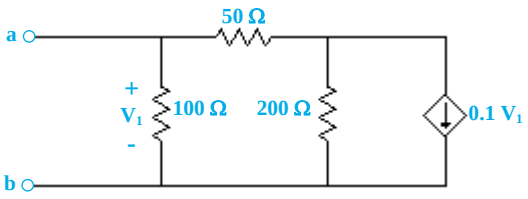
۱) ۰
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳

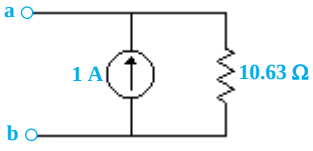
۴۵ـ ماکزیمم توانی که مدار شکل زیر می‌تواند به بار در دو سر A و B تحویل دهد، بر حسب میلی‌وات چقدر می‌باشد؟



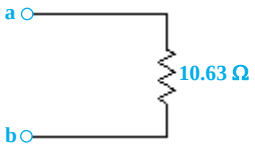
۱) ۱/۲
۲) ۱/۴
۳) ۱/۶
۴) ۱/۸

۴۶ـ مدار معادل نورتن شکل زیر کدام است؟

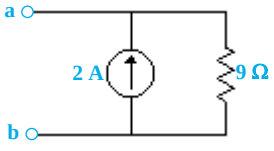




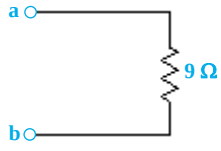
(۲)



(۱)

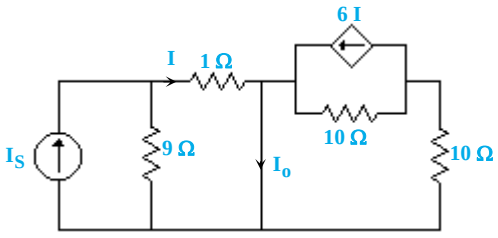


(۴)



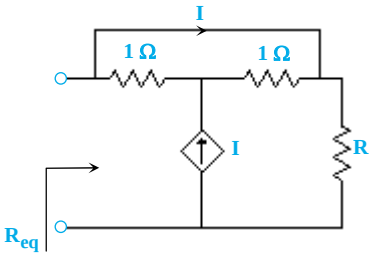
(۳)

۴۷ـ در مدار زیر نسبت $\frac{I_o}{I_S}$ کدام گزینه است؟



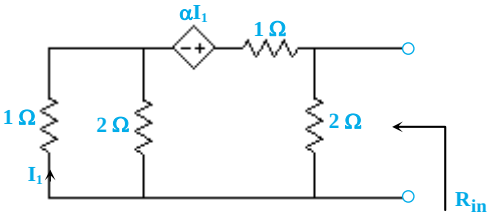
۱) ۳/۶
۲) ۳
۳) ۷/۲
۴) ۶

۴۸ـ در شبکه شکل زیر مقدار R_{eq} کدام گزینه است؟



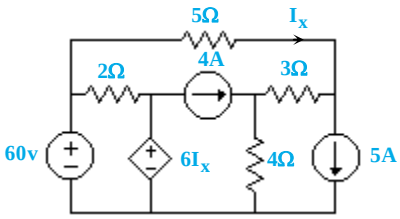
۱) R
۲) ۲R
۳) ۳R
۴) $\frac{۲}{۳}R$

۵۰ـ در مدار شکل زیر مقدار α چقدر باشد تا مقاومت ورودی شبکه صفر شود؟



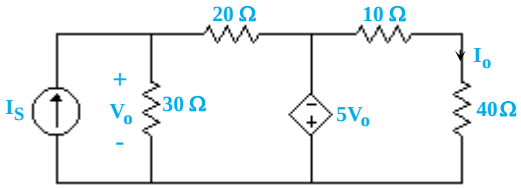
۱) ۲/۵
۲) ۱/۵
۳) ۵/۵
۴) ۳/۵

۵۲ـ در شکل زیر، جریان I_x چند آمپر است؟



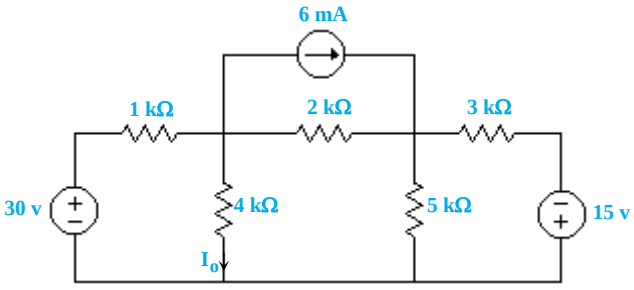
۱) ۱/۷۳
۲) ۶/۵۸
۳) ۳/۴۶
۴) ۳/۲۹

۵۳ـ مقدار عددی $\frac{I_o}{I_S}$ در مدار شکل زیر کدام است؟



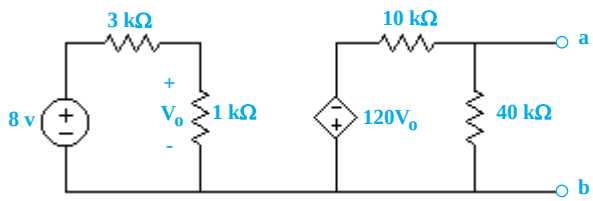
۱) ۳
۲) ۰/۳−
۳) ۳−
۴) ۰/۳

۵۴ـ مقدار I_o در مدار شکل زیر چند میلی آمپر است؟



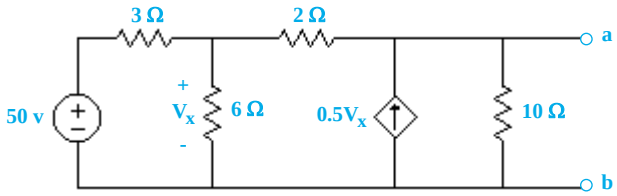
۱) ۴/۰۵۸
۲) ۶/۵۸
۳) ۶۵/۸
۴) ۴۰/۵۸

۵۵ـ در مدار شکل زیر مقاومت چند کیلو اهمی درپایانه a و b قرار دهیم تا ماکزیمم توان را از شبکه جذب کند؟



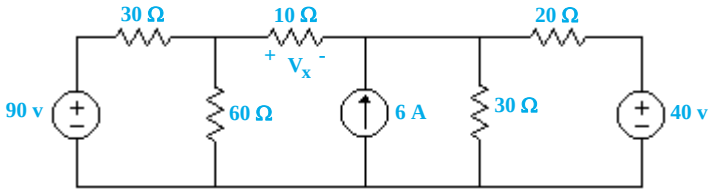
۱) ۱۰
۲) ۳
۳) ۸
۴) ۴

۵۶ـ مقدار مقاومت تونن از دید دو پایانه **a** و **b** در مدار شکل زیر چند اهم است؟



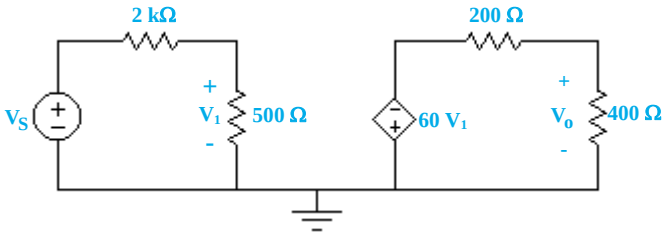
۱) ۴
۲) ۱۰
۳) ۵
۴) ۲۰

۵۷ـ مقدار V_x در مدار شکل زیر تقریباً چند ولت است؟



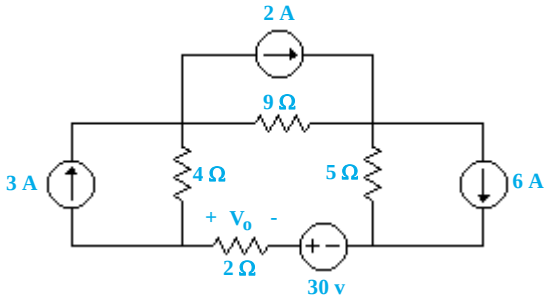
۱) ۸۵/۷-
۲) ۸/۵۷-
۳) ۷/۵۸
۴) صفر

۵۸ـ در مدار شکل زیر مقدار $\frac{V_o}{V_S}$ کدام است؟



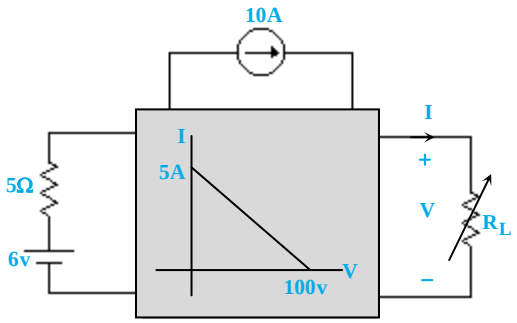
۱) ۸
۲) ۴
۳) ۴-
۴) ۸-

۵۹ـ در مدار شکل زیر مقدار قدر مطلق V_o چند ولت است؟



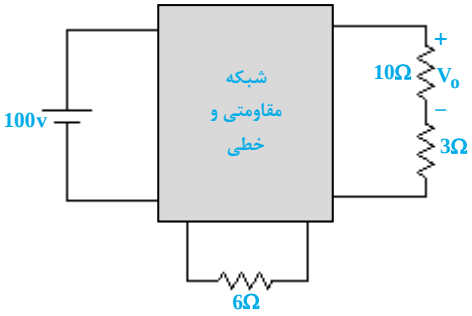
۱) ۲
۲) ۶
۳) ۳
۴) ۹

۶۰ـ در مدار زیر حداکثر توان جذبی مقاومت R_L بر حسب وات کدام است؟



۱) ۱۵۰
۲) ۱۲۵
۳) ۱۰۰
۴) ۵۰

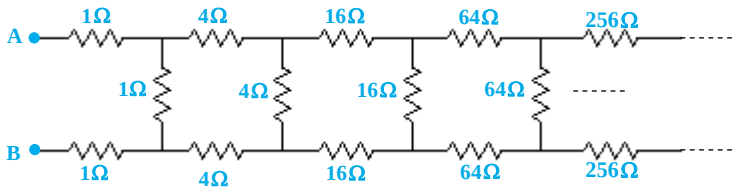
۶۱ـ در مدار زیر اگر منبع ولتاژ از ۱۰۰ ولت به ۱۵۰ ولت تغییر کند، ولتاژ V_o و توان مقاومت 6Ω به ترتیب در کدام گزینه وجود دارد؟



$\begin{cases} V_o = 30\,v \\ P_{6\Omega} = 10\,mw \end{cases}$

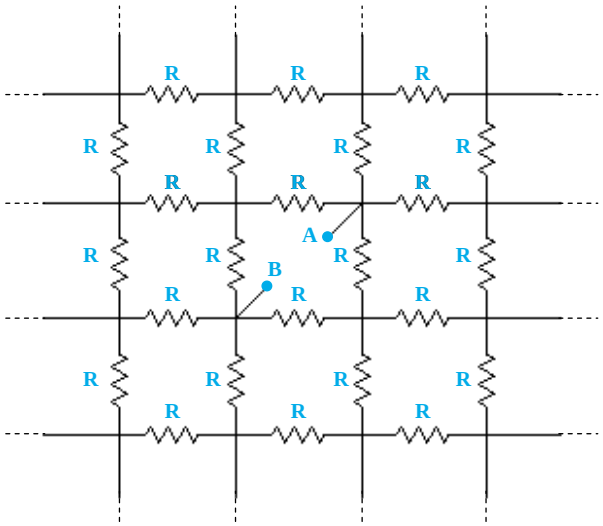
۱) $V_o = 45v$, $P_{6\Omega} = 22/5mw$
۲) $V_o = 30v$, $P_{6\Omega} = 10mw$
۳) $V_o = 20v$, $P_{6\Omega} = 4/44mw$
۴) $V_o = 20v$, $P_{6\Omega} = 15mw$

۶۲ـ مقدار مقاومت معادل در مدار زیر از دید پایانه‌های **B** و **A** بر حسب اهم کدام است؟



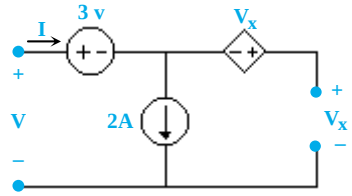
۱) ۱/۶۹
۲) ۲/۹۲
۳) ۲/۳۸
۴) ۳/۹۲

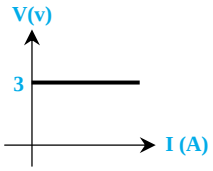
۶۳ـ در شکل زیر مقاومت معادل از پایانه‌های **B** و **A** بر حسب اهم کدام است؟ **(R = ۱Ω)**



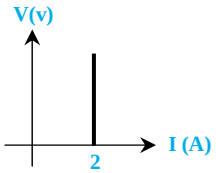
۱) ۰/۴۴
۲) ۰/۳۳
۳) ۰/۵۵
۴) ۰/۶۶

۶۴ـ مشخصه‌ی ولت آمپر مدار زیر کدام است؟

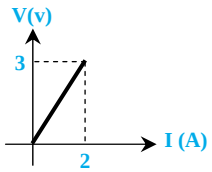




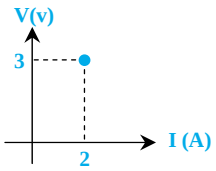
(۲)



(۱)

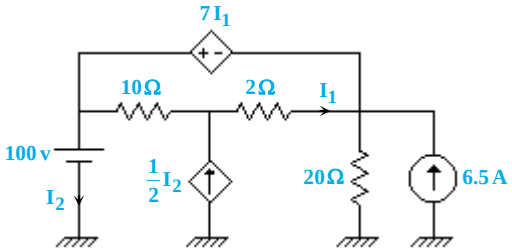


(۴)



(۳)

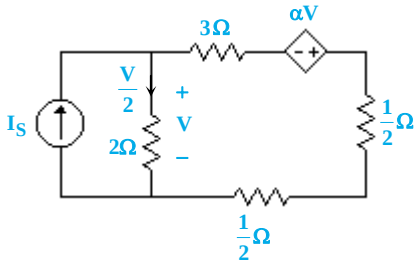
۶۵ـ در مدار زیر توان منبع جریان ۶/۵A برحسب وات کدام است؟



۱) ۱۵۲
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۱۹۵

پاسخنامه آزمون فصل اول

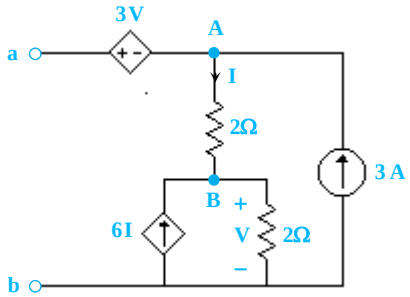
۱ـ گزینه «۴» با توجه به اینکه می‌خواهیم مؤلفه‌ی ولتاژ ناشی از منبع جریان را به‌دست آوریم، منبع ولتاژ را بی‌اثر می‌کنیم. با این کار مقاومت ۱ اهمی نیز حذف می‌شود.



با اعمال KVL درحلقه‌ی موجود داریم:

$$KVL: -V + ۴(I_S - \frac{V}{۲}) - \alpha V = ۰ \Rightarrow (\alpha + ۳)V = ۴I_S \Rightarrow V = \frac{۴}{\alpha + ۳} I_S \Rightarrow \frac{۴}{\alpha + ۳} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow \alpha = ۱۳$$

۲ـ گزینه «۴» با توجه به اینکه منبع جریان ۳ آمپری با مقاومت ۲ اهمی سری شده است، با حذف این مقاومت، مدار به شکل زیر درمی‌آید. حال کافی است با اعمال KVL و KCL ولتاژ مدار باز دو سر a و b را به‌دست آوریم:



KCL در گره A:

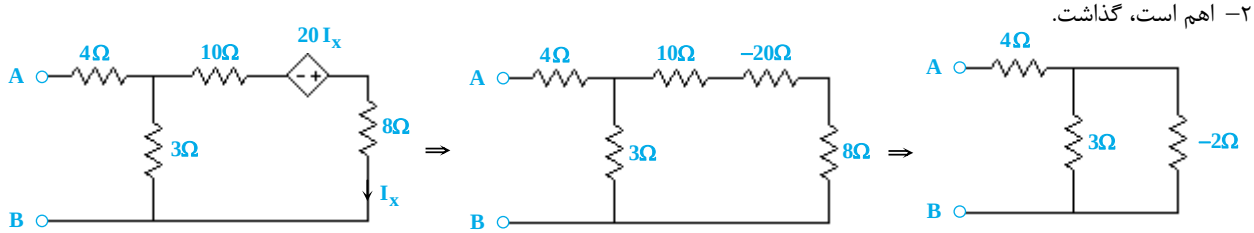
$$۳ + ۰ = I \Rightarrow I = ۳A$$

KCL در گره B:

$$I + ۶I = \frac{V}{۲} \Rightarrow V = ۱۴I = ۴۲volt$$

$$\Rightarrow V_{oc} = ۳V + ۲I + V = ۴ \times ۴۲ + ۲ \times ۳ = ۱۷۴v$$

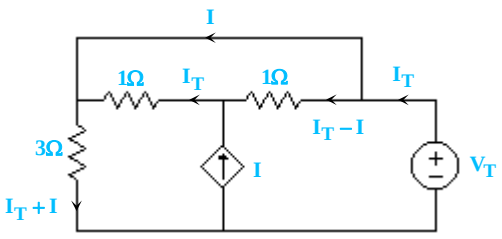
۳ـ گزینه «۲» برای به‌دست آوردن مقاومت تونن کافی است منابع ولتاژ و جریان را بی‌اثر کنیم. در این صورت شاخه‌ی سمت راست حذف می‌شود. حال از آنجایی که در این سؤال، ولتاژ منبع وابسته برحسب جریان آن حاصل می‌شود، لذا نیازی به منبع تست نبوده و به‌راحتی می‌توان مقاومت معادل آن را که برابر ۲۰− اهم است، گذاشت.



$$\Rightarrow R_{th} = ۴ + ۳ \,||\, (-۲) = ۴ + \frac{-۶}{۱} = -۲\Omega$$

۴ـ گزینه «۴» با اعمال منبع ولتاژ V_T با جریان تزریقی I_T در دو سر A و B و با تقسیم V_T بر I_T مقدار مقاومت تونن را به‌دست می‌آوریم.

با اعمال KVL در حلقه‌ی بیرونی و حلقه‌ی بالایی داریم:

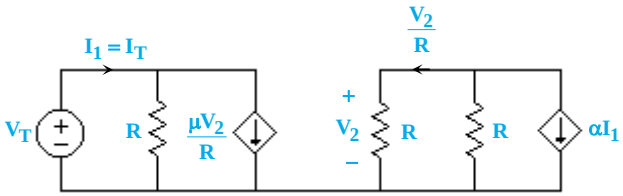


$$-V_T + ۳(I_T + I) = ۰ \Rightarrow V_T = ۳(I_T + I) \quad (۱)$$

$$I_T - I + I_T = ۰ \Rightarrow I = ۲I_T \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} V_T = ۳(I_T + ۲I_T) = ۹I_T \Rightarrow R_{th} = ۹\Omega$$

۵ـ گزینه «۳» با حذف منبع مستقل و اعمال منبع ولتاژ V_T با جریان تزریقی I_T و همچنین با اعمال KVL درحلقه‌ی سمت چپ و تقسیم جریان در بخش سمت راست مدار مقاومت تونن را به‌دست می‌آوریم.



KVL در حلقه‌ی (۱):

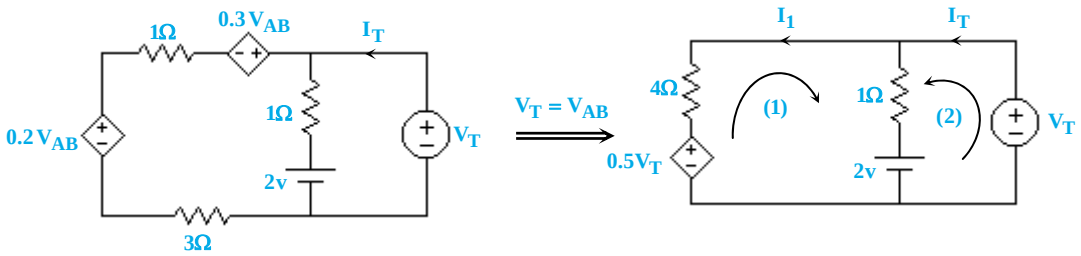
$$V_T = R(I_T - \frac{\mu v_2}{R}) \Rightarrow V_T = RI_T - \mu V_2$$

تقسیم جریان در بخش سمت راست:

$$\frac{V_2}{R} = -\frac{R}{R+R}\alpha I_1 \Rightarrow V_2 = -\frac{R\alpha I_1}{2} \xrightarrow{I_1=I_T} V_2 = \frac{-R\alpha I_T}{2}$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} V_T = I_T(R + \frac{\mu R\alpha}{2}) \Rightarrow R_{th} = R + \frac{\mu R\alpha}{2}$$

۶ـ گزینه «۱» با اعمال منبع ولتاژ V_T با جریان تزریقی I_T، مدار معادل تونن از دو سر B و A را به‌دست می‌آوریم.



KVL در حلقه‌ی (۱) :

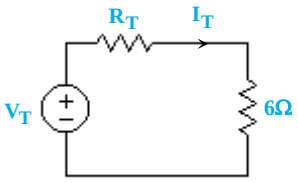
$$-V_T + 4I_1 + 0/5V_T = 0 \Rightarrow V_T = 8I_1$$

KVL در حلقه‌ی (۲):

$$-V_T + 1\times(I_T - I_1) + 2 = 0 \Rightarrow V_T = I_T - I_1 + 2$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} V_T = I_T - \frac{V_T}{8} + 2 \Rightarrow \frac{9}{8}V_T = I_T + 2 \Rightarrow V_T = \frac{8}{9}I_T + \frac{16}{9} \Rightarrow R_{th} = \frac{8}{9} \text{ و } V_{th} = \frac{16}{9}$$

۷ـ گزینه «۴» در صورتی‌که مدار معادل تونن دیده شده از دو سر مقاومت ۶ اهمی را V_T و R_T در نظر بگیریم، داریم:



$$P_{\text{منبع}} = (6 + R_T)I_T^2 \Rightarrow \frac{P_{6\Omega}}{P_{\text{منبع}}} = \frac{6I_T^2}{(6+R_T)I_T^2} = \frac{6}{6+R_T}$$

از آنجا که ۶۰ درصد توان منبع توسط مقاومت ۶ اهمی مصرف می‌شود، می‌توان به این نتیجه رسید که مقاومت تونن ۴ اهم می‌باشد. با این حال، همان‌طور که در رابطه‌ی فوق مشاهده می‌شود، این درصد جذب توان تنها به مقدار مقاومت مورد نظر و مقاومت تونن شبکه بستگی داشته و مستقل از تغییرات V_S می‌باشد.

۸ـ گزینه «۱» از آنجایی که مدار مقاومتی است، لذا می‌توان گفت که مقدار V رابطه‌ی خطی با V_S و I_S دارد. لذا برای ولتاژ دو سر مقاومت R (که ناشی از منبع ولتاژ و جریان است) خواهیم داشت:

$$V = \alpha V_S + \beta I_S$$

حال با داده‌های صورت سؤال مقادیر α و β را به‌دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} V_S = 1V \\ I_S = 2A \\ V = 110V \end{cases} \Rightarrow \alpha + 2\beta = 110 \quad (1)$$

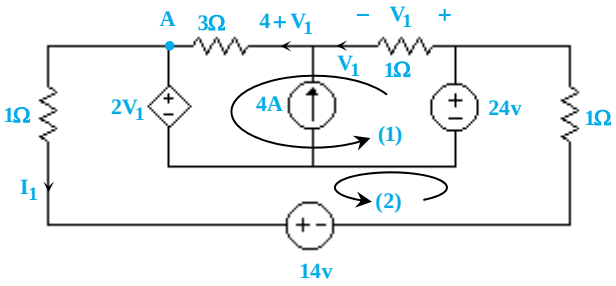
$$\begin{cases} V_S = 2V \\ I_S = 3A \\ V = 180V \end{cases} \Rightarrow 2\alpha + 3\beta = 180 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \begin{cases} \beta = 40 \\ \alpha = 30 \end{cases} \Rightarrow V = 30V_S + 40I_S$$

حال به ازای مقادیر جدید منابع خواهیم داشت:

$$\Rightarrow \begin{cases} V_S = 4V \\ I_S = 6A \end{cases} \Rightarrow V = 30\times 4 + 40\times 6 = 360v$$

۹ـ گزینه «۴» برای محاسبه‌ی توان مصرفی منبع وابسته کافی است جریان و ولتاژ دو سرش را به‌دست آوریم.



با اعمال KVL در حلقه‌های (۱) و (۲) داریم:

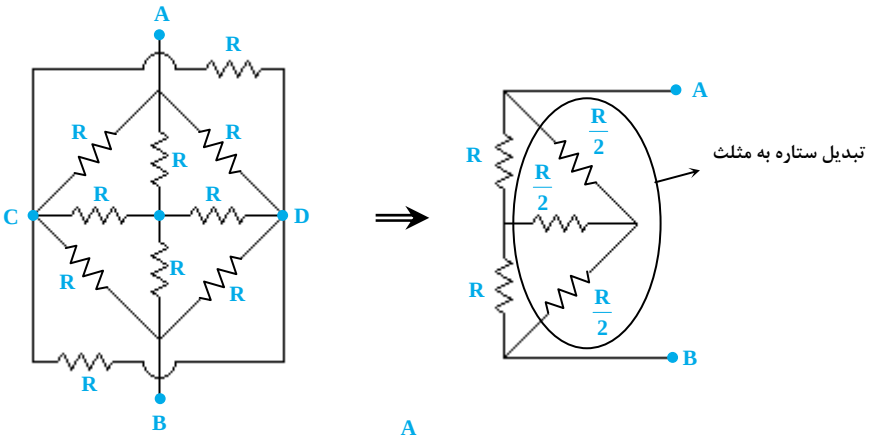
حلقه‌ی (۱): $-۲۴+V_۱+۳(۴+V_۱)+۲V_۱=۰ \Rightarrow ۶V_۱=۱۲ \Rightarrow V_۱=۲v$

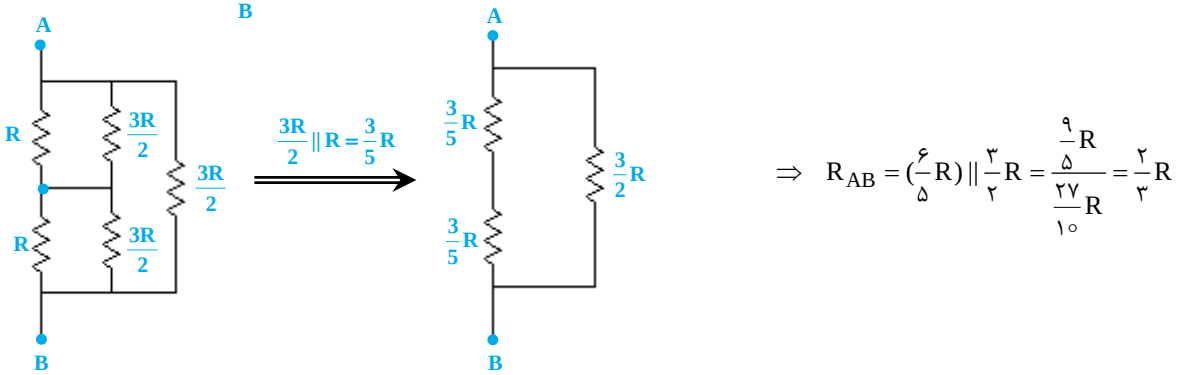
حلقه‌ی (۲): $I_۱+۲۴-۲V_۱+I_۱+۱۴=۰ \xrightarrow{V_۱=۲} I_۱=-۱۷A$

با اعمال KCL در گره A مقدار جریان منبع وابسته را به‌دست می‌آوریم:

جریان منبع وابسته $I=۴+V_۱-I_۱=۴+۲+۱۷=۲۳ \Rightarrow P_{\text{منبع وابسته}}=۲V_۱\times I_{\text{منبع وابسته}}=۲\times۲\times۲۳=۹۲w$

۱۰ـ گزینه «۲» با توجه به متقارن بودن مدار، نقطه‌ی C را روی نقطه‌ی D می‌تابانیم.





$$\Rightarrow R_{AB}=(\frac{۶}{۵}R)\,||\,\frac{۳}{۲}R=\frac{\frac{۹}{۵}R}{\frac{۲۷}{۱۰}R}=\frac{۲}{۳}R$$

۱۱ـ گزینه «۱» برای به‌دست آوردن مقاومت معادل از دو سر a و b باید یک منبع جریان I_T با ولتاژ دو سر V_T را به این دو سر تزریق کنیم. با توجه به وجود منبع جریان I_k می‌توانیم از آن به عنوان منبع جریان I_T استفاده کنیم. از طرفی ولتاژ دو سرش همان ۵I می‌باشد. بنابراین: $I_T=I_k$

$$V_T=۵I=۱/۴۲۵(V_k+I_T)$$

از طرفی برای به‌دست آوردن مقاومت معادل، تمامی منابع را خنثی می‌کنیم. در نتیجه: $V_T=۱/۴۲۵I_T \Rightarrow R_{ab}=۱/۴۲۵$

حال مقاومت دو سر a و b را بدون حضور مقاومت ۵ اهمی به‌دست می‌آوریم.

$$R'_{th}\,||\,۵=۱/۴۲۵ \Rightarrow R'_{th}\simeq ۲$$

حال مقاومت جدیدی که باید با R'_{th} موازی شود تا مقدار $\frac{۶}{۷}$ به‌وجود آید را به‌دست می‌آوریم.

$$۲\,||\,R=\frac{۶}{۷} \Rightarrow R=\frac{۳}{۲}\Omega$$

۱۳ـ گزینه «۴» با توجه به داشتن مقدار V برحسب I_S می‌توانیم مقاومت معادل دیده شده از دو سر منبع جریان I_S را به‌دست آوریم:

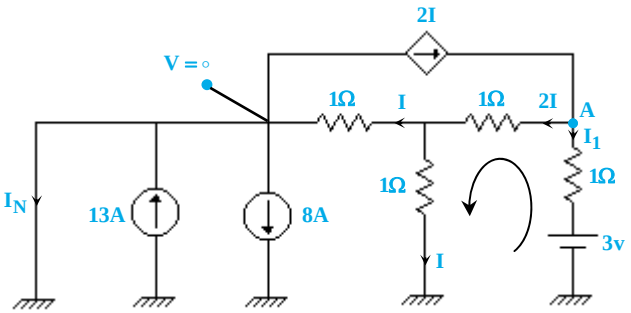
$$V=\frac{۲}{۳}I_S+۶V_S \xrightarrow{V_S=۰} R_{th}=\frac{۲}{۳}\Omega$$

حال مقاومت معادل دیده‌شده از دو سر منبع جریان I_S را بدون حضور مقاومت R به‌دست می‌آوریم.

$$۲\,\|\,R'_{th}=\frac{۲}{۳} \Rightarrow R'_{th}=۱\Omega$$

بنابراین به ازای $R=R'_{th}$ توان انتقالی به آن حداکثر می‌شود.

۱۴ـ گزینه «۴» با توجه به شکل مدار داریم:



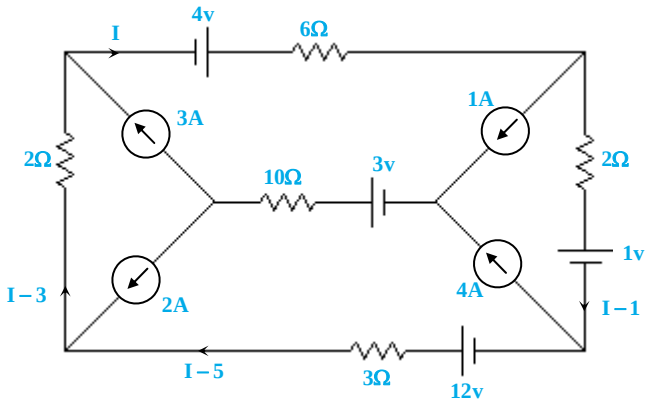
با اعمال KCL در گره A و همچنین KVL در حلقه‌ی مشخص شده داریم:

KCLA: $I_۱=۰$

KVL: $۳=۳I \Rightarrow I=۱A$

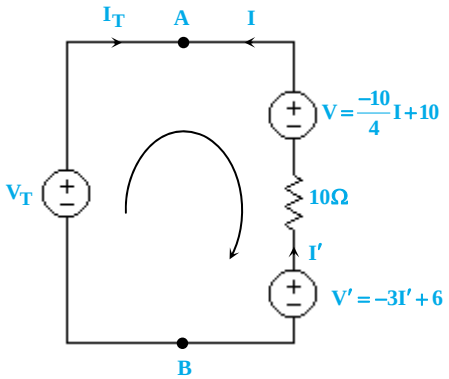
حال با اعمال KCL در گره اتصال کوتاه شده داریم: $I_N=۱۳-۸+I-۲I=۴A$

۱۵ـ گزینه «۴» ابتدا با توجه به شکل مدار جریان شاخه‌ها را مشخص می‌کنیم، سپس با اعمال KVL در حلقه‌ی خارجی، جریان I را محاسبه می‌کنیم.



KVL: $-۴+۶I+۲(I-۱)+۱-۱۲+۳(I-۵)+۲(I-۳)=۰ \Rightarrow ۱۳I=۳۸ \Rightarrow I=۲/۹۲A$

۱۶ـ گزینه «۲» با اعمال منبع ولتاژ V_T با جریان تزریقی I_T به دو سر A و B، مقاومت تونن را به‌دست می‌آوریم.

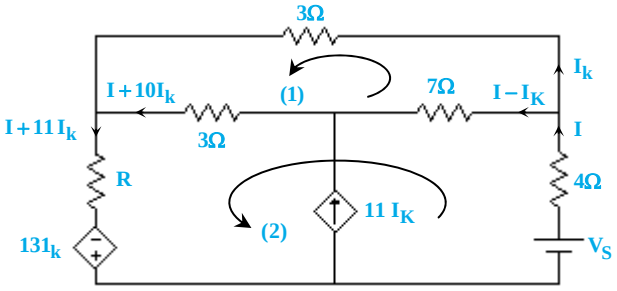


$$\Rightarrow I_T=-I=-I'$$

$$\Rightarrow -V_T+\frac{۱۰}{۴}I_T+۱۰+۱۰I_T+۳I_T+۶=۰$$

$$\Rightarrow V_T=۱۵/۵I_T+۱۶ \Rightarrow R_{th}=۱۵/۵$$

۱۷ـ گزینه «۲» با مشخص‌کردن جریان شاخه‌ها مدار به صورت زیر درمی‌آید:



با اعمال KVL در حلقه‌های (۱) و (۲) داریم:

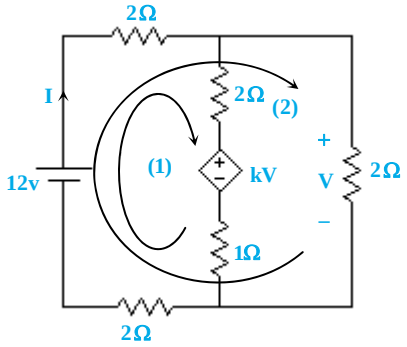
$$۳I_k - ۳(I + ۱۰I_k) - ۷(I - I_k) = ۰ \Rightarrow ۲۰I_k = -۱۰I \Rightarrow I = -۲I_k \quad (۱)$$

$$-V_S + ۴I + ۷(I - I_k) + ۳(I + ۱۰I_k) + R(I + ۱۱I_k) - ۱۳I_k = ۰ \Rightarrow V_S = (۱۴ + R)I + (۱۰ + ۱۱R)I_k \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} I = \frac{V_S}{۹ - ۴/۵R}$$

بنابراین خواهیم داشت: $\text{if } I \to \infty \Rightarrow ۴/۵R - ۹ = ۰ \Rightarrow R = \frac{۹}{۴/۵} = ۲\Omega$

۱۸ـ گزینه «۳» با اعمال KVL در دو حلقه‌ی موجود و همچنین قرار دادن $I = ۲$ در معادلات KVL داریم:

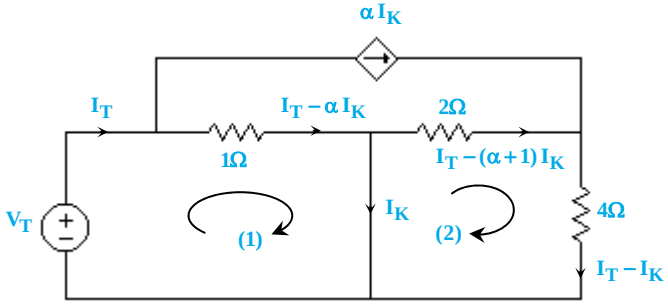


KVL در حلقه‌ی (۱): $-۱۲ + ۴I + ۳(I - \frac{V}{۲}) + KV = ۰ \Rightarrow (k - ۱/۵)V + ۲ = ۰ \quad (۱)$

KVL در حلقه‌ی (۲): $-۱۲ + ۴I + V = ۰ \Rightarrow V = ۴ \quad (۲)$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} (k - ۱/۵) \times ۴ + ۲ = ۰ \Rightarrow k = ۱$$

۱۹ـ گزینه «۳» با اعمال منبع ولتاژ V_T با جریان تزریقی I_T در دو سر A و B، مقدار مقاومت تونن را محاسبه کرده و برابر ۱− قرار می‌دهیم.



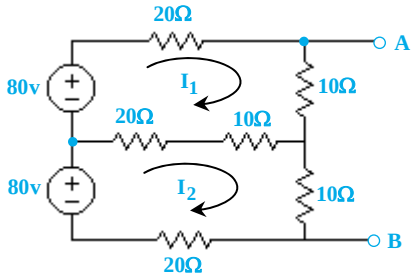
KVL در حلقه‌ی (۱): $V_T = I_T - \alpha I_k \quad (۱)$

KVL در حلقه‌ی (۲): $۲(I_T - (\alpha + ۱)I_k) + ۴(I_T - I_k) = ۰ \Rightarrow ۳I_T = (\alpha + ۳)I_k \Rightarrow I_k = \frac{۳}{\alpha + ۳} I_T \quad (۲)$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} V_T = I_T - \frac{۳\alpha}{\alpha + ۳} I_T = \frac{۳ - ۲\alpha}{\alpha + ۳} I_T$$

$$R_{th} = -۱ \Rightarrow \frac{۳ - ۲\alpha}{\alpha + ۳} = -۱ \Rightarrow ۲\alpha - ۳ = \alpha + ۳ \Rightarrow \alpha = ۶$$

۲۲ـ گزینه «۴» با اعمال تبدیل مثلث به ستاره، مدار به شکل زیر درمی‌آید:



حال با اعمال KVL در حلقه‌های موجود، مقدار ولتاژ مدار باز از دو سر A و B را به‌دست می‌آوریم.

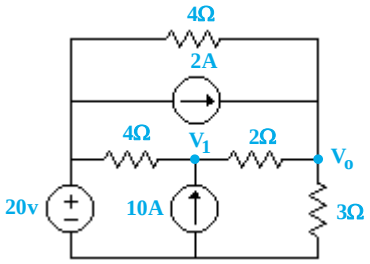
KVL در حلقه‌ی (۱): $-۸۰+۶۰I_۱-۳۰I_۲=۰ \Rightarrow ۶I_۱-۳I_۲=۸ \quad (۱)$

KVL در حلقه‌ی (۲): $-۸۰+۶۰I_۲-۳۰I_۱=۰ \Rightarrow ۶I_۲-۳I_۱=۸ \quad (۲)$

$$(۱)+(۲) \Rightarrow ۳(I_۱+I_۲)=۱۶ \Rightarrow I_۱+I_۲=\frac{۱۶}{۳}A$$

از طرفی داریم: $V_{AB}=۱۰I_۱+۱۰I_۲=۱۰(I_۱+I_۲)=\frac{۱۶۰}{۳}=۵۳/۳v$

۲۳ـ گزینه «۱» با نوشتن معادلات گره مربوط به مدار مقدار V_o را به‌دست می‌آوریم:

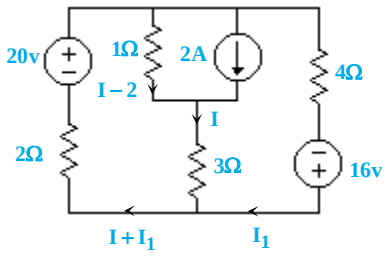


KCL در گره (V_o): $\frac{V_o}{۳}+\frac{V_o-V_۱}{۲}+\frac{V_o-۲۰}{۴}=۲ \Rightarrow ۱۳V_o-۶V_۱=۸۴ \quad (۱)$

KCL در گره ($V_۱$): $\frac{V_۲-۲۰}{۴}+\frac{V_۱-V_o}{۲}=۱۰ \Rightarrow ۳V_۱-۲V_o=۶۰ \quad (۲)$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} ۱۳V_o-۴V_o-۱۲۰=۸۴ \Rightarrow ۹V_o=۲۰۴ \Rightarrow V_o=\frac{۲۰۴}{۹}=۲۲/۷v$$

۲۴ـ گزینه «۲» با مشخص‌کردن جریان شاخه‌ها و اعمال KVL در حلقه‌های چپ و راست داریم:

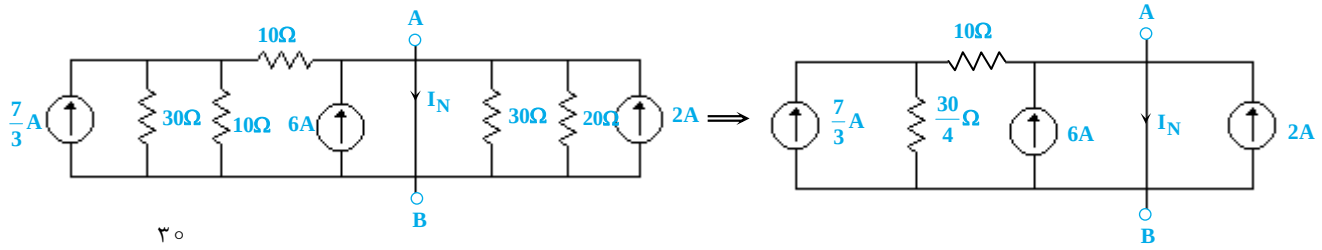


KVL در حلقه‌ی چپ: $۲(I_۱+I)-۲۰+۱\times(I-۲)+۳I=۰ \Rightarrow ۲I_۱+۶I=۲۲ \quad (۱)$

KVL در حلقه‌ی راست: $۴I_۱-۱۶-۳I-(I-۲)=۰ \Rightarrow ۴I_۱-۴I=۱۴ \quad (۲)$

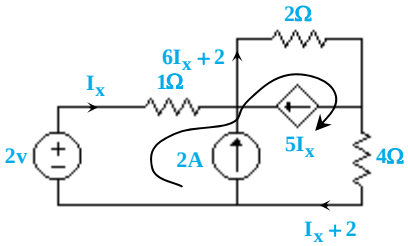
$$\xrightarrow{(۱),(۲)} ۲I+۷+۶I=۲۲ \Rightarrow ۸I=۱۵ \Rightarrow I=\frac{۱۵}{۸}=۱/۸۷A$$

۲۵ـ گزینه «۳» برای به‌دست آوردن جریان نورتن کافی است پایه‌های A و B را اتصال کوتاه کرده و جریان عبوری از آن را به‌دست آوریم.



$$I_N = ۲+۶+\frac{\frac{۳۰}{۴}}{\frac{۳۰}{۴}+۱۰}\times\frac{۷}{۳} = ۹A$$

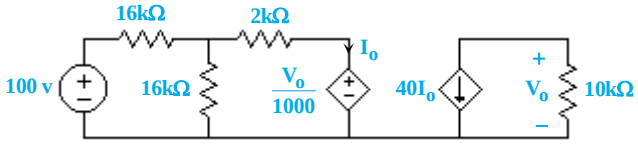
۲۶ـ گزینه «۱» ابتدا جریان شاخه‌ها را مشخص کرده و سپس با اعمال KVL در حلقه‌ی نشان داده شده مقدار I_x را به‌دست می‌آوریم.



KVL:

$$-۲+I_x+۲\times(۶I_x+۲)+۴\times(I_x+۲)=۰ \Rightarrow ۱۷I_x=-۱۰ \Rightarrow I_x=\frac{-۱۰}{۱۷}A$$

۲۷ـ گزینه «۳» با توجه به شکل مدار داریم:

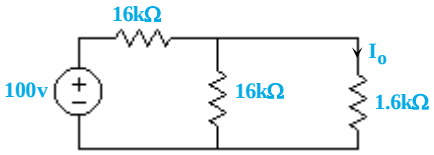


$$V_o = -۴۰I_o\times۱۰^۴ = -۴\times۱۰^۵ I_o$$

حال مقدار مقاومت معادل منبع ولتاژ وابسته را به‌دست می‌آوریم:

$$R_{\text{منبع ولتاژ وابسته}} = \frac{V_o}{۱۰۰۰I_o} = -۴۰۰ = -۰/۴k\Omega$$

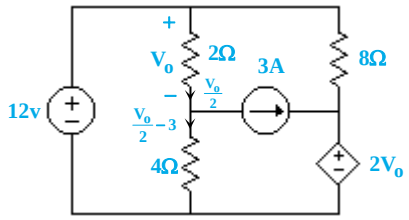
حال مدار به صورت زیر ساده می‌شود:



$$V_o = -۴\times۱۰^۵ I_o = -۴\times۱۰^۵\times\frac{۱۶}{۱۶+۱/۶}\times\frac{۱۰۰}{۱۶۰۰۰+(۱۶۰۰۰\,||\,۱۶۰۰)}$$

$$V_o = -۲۰۸۳/۳۳ \Rightarrow |V_o| \simeq ۲۰۸۳v$$

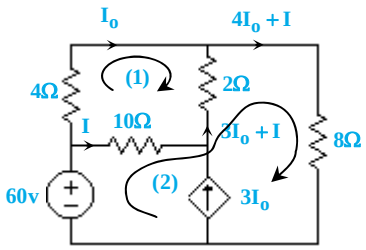
۲۸ـ گزینه «۱» ابتدا جریان شاخه‌ها را مشخص کرده و سپس با اعمال KVL در حلقه‌ی سمت چپ مدار، مقدار V_o را به‌دست می‌آوریم:



KVL:

$$-۱۲+V_o+۴(\frac{V_o}{۲}-۳)=۰ \Rightarrow ۳V_o=۲۴ \Rightarrow V_o=۸v$$

۲۹ـ گزینه «۲» ابتدا جریان شاخه‌ها را مشخص کرده و سپس با اعمال KVL در حلقه‌های مشخص شده، مقدار I_o را به دست می‌آوریم.



KVL در حلقه‌ی (۱):

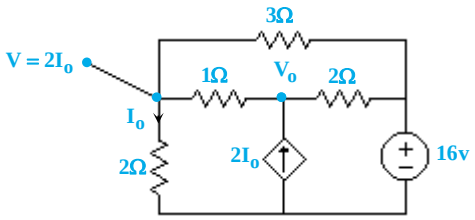
$$۴I_o-۲\times(۳I_o+I)-۱۰I=۰ \Rightarrow ۲I_o+۱۲I=۰ \quad (۱)$$

KVL در حلقه‌ی (۲):

$$-۶۰+۱۰I+۲\times(۳I_o+I)+۸\times(۴I_o+I)=۰ \Rightarrow ۳۸I_o+۲۰I=۶۰ \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} ۳۸I_o-\frac{۲۰I_o}{۶}=۶۰ \Rightarrow I_o=\frac{۴۵}{۲۶}=۱/۷۳A$$

۳۰ـ گزینه «۴» با اعمال روش گره در مدار داده شده داریم:



با نوشتن KCL در (گره چپ) داریم:

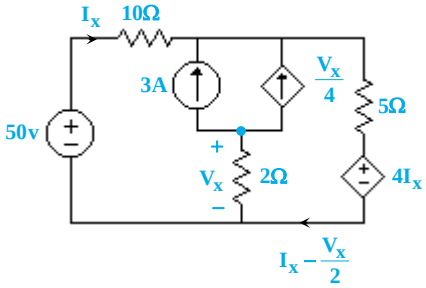
$$I_o+\frac{۲I_o-V_o}{۱}+\frac{۲I_o-۱۶}{۳}=۰ \Rightarrow ۱۱I_o-۳V_o=۱۶ \quad (۱)$$

با نوشتن KCL در (گره وسط) داریم:

$$-۲I_o+\frac{V_o-۲I_o}{۱}+\frac{V_o-۱۶}{۲}=۰ \Rightarrow ۳V_o-۸I_o=۱۶ \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} I_o=۱۰/۶A \ , \ V_o=۳۳/۷v$$

۳۱ـ گزینه «۳» با اعمال KCL در گره شاخه‌ی میانی مقدار V_x به‌راحتی قابل محاسبه است. یعنی:



با نوشتن KCL در گره A داریم:

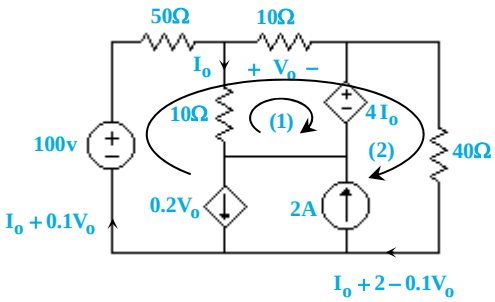
$$۳+\frac{V_x}{۴}+\frac{V_x}{۲}=۰ \Rightarrow ۳V_x=-۱۲ \Rightarrow V_x=-۴v \Rightarrow$$ گزینه‌ی (۳) صحیح است.

حال با اینکه گزینه‌ی مورد نظر به‌دست آمده است، با اعمال KVL در حلقه‌ی خارجی مقدار I_x را هم به‌دست می‌آوریم.

با نوشتن KVL داریم:

$$-۵۰+۱۰I_x+۵\times(I_x-\frac{V_x}{۲})+۴I_x=۰ \Rightarrow ۱۹I_x=۴۰ \Rightarrow I_x=۲/۱A$$

۳۲ـ گزینه «۲» با مشخص‌کردن جریان شاخه‌ها و با اعمال KVL در دو حلقه‌ی مشخص شده مقدار V_o را محاسبه می‌کنیم.



با نوشتن KVL در حلقه‌ی (۱) داریم:

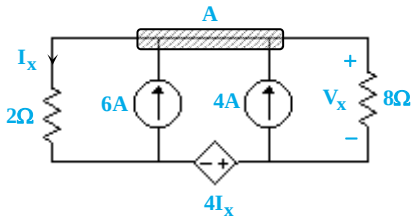
$$V_o+۴I_o-۱۰I_o=۰ \Rightarrow V_o=۶I_o \quad (۱)$$

با نوشتن KVL در حلقه‌ی (۲) داریم:

$$-۱۰۰+۵۰\times(I_o+۰/۱V_o)+V_o+۴۰\times(I_o+۲-۰/۱V_o)=۰$$

$$\Rightarrow ۲V_o+۹۰I_o=۲۰ \xrightarrow{(۱)} ۱۷V_o=۲۰ \Rightarrow V_o=۱/۱۷v$$

۳۳ـ گزینه «۴» با اعمال KCL در گره A و همچنین KVL در حلقه‌ی خارجی به‌راحتی می‌توان مقدار V_x را محاسبه نمود.



با نوشتن KCL در گره A داریم:

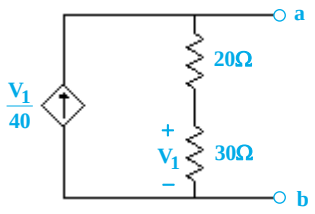
$$I_x - ۶ - ۴ + \frac{V_x}{۸} = ۰ \qquad (۱)$$

با نوشتن KVL داریم:

$$-۲I_x + V_x + ۴I_x = ۰ \Rightarrow V_x = -۲I_x \qquad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \frac{V_x}{۸} - \frac{V_x}{۲} = ۱۰ \Rightarrow ۳V_x = -۸۰ \Rightarrow V_x = -۲۶/۶v$$

۳۶ـ گزینه «۲» برای به‌دست آوردن مقاومت تونن از دیدگاه دو نقطه‌ی A و B ابتدا تمامی منابع مستقل را بی‌اثر می‌کنیم. حال با توجه به قانون تقسیم ولتاژ، ولتاژ دو سر منبع جریان وابسته را به‌دست می‌آوریم.

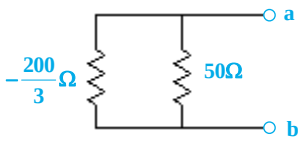


$$V_{۳۰\Omega} = \frac{۳۰}{۳۰+۲۰} V_{ab} \Rightarrow V_{ab} = \frac{۵}{۳} V_۱$$

حال مقاومت معادل منبع جریان وابسته را به‌دست می‌آوریم.

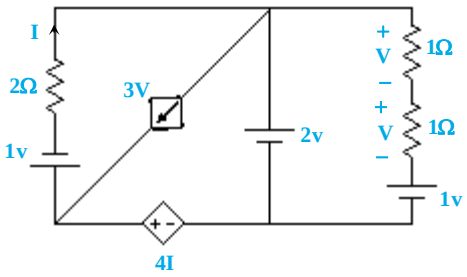
$$\text{معادل منبع وابسته } R = \frac{\frac{۵}{۳}V_۱}{\frac{-V_۱}{۴۰}} = -\frac{۲۰۰}{۳}$$

بنابراین مدار به شکل مقابل درمی‌آید:



$$\Rightarrow R_{ab} = \frac{\frac{-۲۰۰}{۳} \times ۵۰}{۵۰ - \frac{۲۰۰}{۳}} = ۲۰۰\Omega$$

۳۷ـ گزینه «۱» ابتدا با اعمال KVL در حلقه‌ی سمت راست مقدار V را محاسبه می‌کنیم.



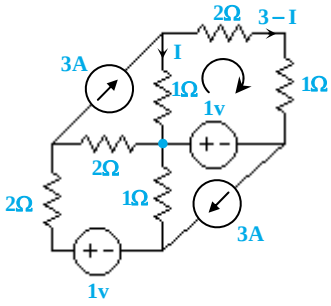
با اعمال KVL در حلقه (سمت راست) داریم:

$$-۲ + ۲V + ۱ = ۰ \Rightarrow V = \frac{۱}{۲}v$$

حال با اعمال KVL در حلقه‌ی خارجی داریم:

$$+۱ + ۲I + ۲V + ۱ - ۴I = ۰ \Rightarrow I = ۱/۵A$$

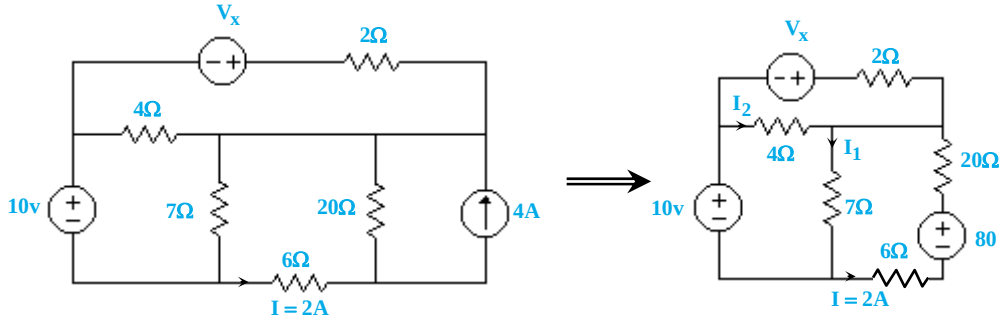
۳۹ـ گزینه «۱» ابتدا مقاومت‌های سری با منبع جریان و موازی با منبع ولتاژ را حذف می‌کنیم. سپس جریان شاخه‌ها را مشخص می‌کنیم.



حال با اعمال KVL در حلقه‌ی مشخص شده مقدار I را به‌دست می‌آوریم.

$$I + ۱ + ۳ \times (I - ۳) = ۰ \Rightarrow ۴I = ۸ \Rightarrow I = ۲A$$

۴۱ـ گزینه «۲» با تبدیل معادل نورتن به تونن مدار را به شکل ساده‌تر تبدیل می‌کنیم.



حال با اعمال KVL در حلقه‌ی سمت راست، مقدار جریان شاخه‌ی وسط را به‌دست می‌آوریم:

KVL در (حلقه‌ی سمت راست):

$$۶\times۲-۸۰+۲۰\times۲+۷I_۱=۰\Rightarrow I_۱=۴$$

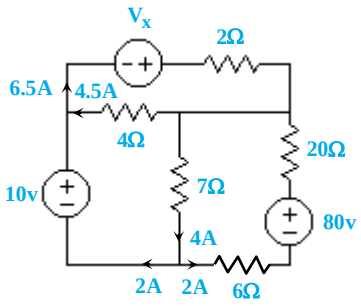
حال با اعمال KVL در حلقه‌ی سمت چپ، جریان مقاومت ۴ اهمی را به‌دست می‌آوریم:

KVL در (حلقه‌ی سمت چپ):

$$-۱۰+۴I_۲+۷I_۱=۰\xrightarrow{I_۱=۴}I_۲=-۴/۵$$

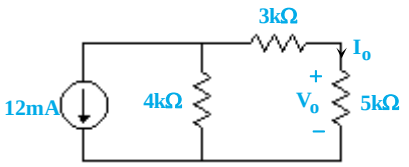
حال جریان مقاومت ۲ اهمی را با استفاده از جریان‌های به‌دست آمده در مرحله‌های قبل به‌دست می‌آوریم.

در این مرحله با اعمال KVL در حلقه‌ی بالا مقدار V_x را به‌دست می‌آوریم.



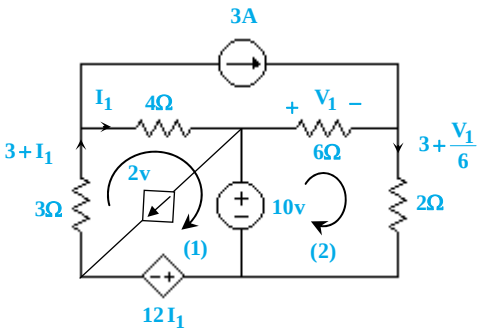
$$KVL: -V_x+۲\times۶/۵+۴\times۴/۵=۰\ \Rightarrow\ V_x=۱۳+۱۸=۳۱\ \Rightarrow\ V_x=۳۱v$$

۴۲ـ گزینه «۱» با توجه به اینکه المان‌های سری با منبع جریان حذف می‌شود، به راحتی می‌توان المان‌های سمت چپ منبع جریان را حذف کرد. حال با اعمال تقسیم جریان در مدار ساده شده، مقدار V_o را به‌دست می‌آوریم.



$$I_o=\frac{۴}{(۳+۵)+۴}\times(-۱۲)=-۴mA\ \Rightarrow\ V_o=(-۴)\times۵=-۲۰v$$

۴۳ـ گزینه «۳» برای به‌دست آوردن توان تحویلی منبع جریان کافی است ولتاژ دو سرش یعنی $۴I_۱+V_۱$ را به‌دست آوریم.



با اعمال KVL در حلقه‌های (۱) و (۲) داریم:

KVL در حلقه (۱):

$$۳(I_۱+۳)+۴I_۱+۱۰+۱۲I_۱=۰\ \Rightarrow\ ۱۹I_۱+۱۹=۰\ \Rightarrow\ I_۱=-۱A$$

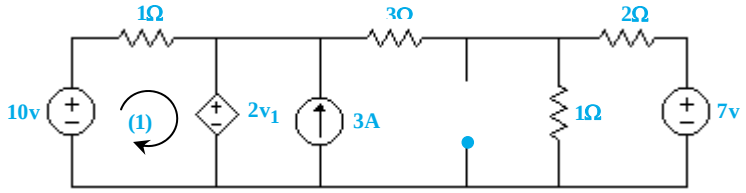
KVL در حلقه (۲):

$$+V_۱+۲\times(۳+\frac{V_۱}{۶})-۱۰=۰\ \Rightarrow\ \frac{۴V_۱}{۳}=۴\ \Rightarrow\ V_۱=۳V$$

بنابراین توان تولیدی منبع جریان به صورت زیر قابل محاسبه است.

$$P=VI=(۴I_۱+V_۱)\times۳=-۳\ \Rightarrow\ \text{مصرفی}\quad P=۳w\ \text{تولیدی}$$

۴۴ـ گزینه «۴» با اعمال KVL در حلقه‌ی سمت چپ مقدار V_1 به آسانی قابل محاسبه است.

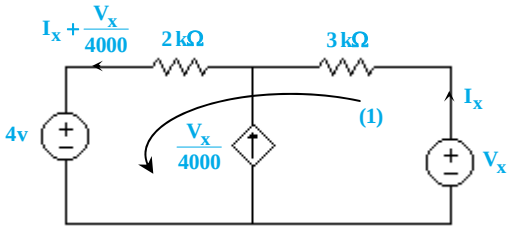


$$۳V_۱ = ۱۰ \Rightarrow V_۱ = \frac{۱۰}{۳}V \qquad (۱)$$

می‌دانیم که می‌توانیم شاخه‌های موازی با منابع ولتاژ را حذف کنیم. لذا منبع جریان ۳A و شاخه‌ی سمت چپ را حذف کرده و در گره a، KCL می‌نویسیم:

$$\frac{V_a - ۲V_۱}{۳} + \frac{V_a}{۱} + \frac{V_a - V}{۲} = ۰ \xrightarrow{(۱)} V_a = \frac{۱۰۱}{۳۳} \simeq ۳v$$

۴۵ـ گزینه «۳» برای محاسبه‌ی ماکزیمم توان قابل انتقال، کافی است مدار معادل تونن دیده شده از دو سر A و B را به‌دست آوریم.



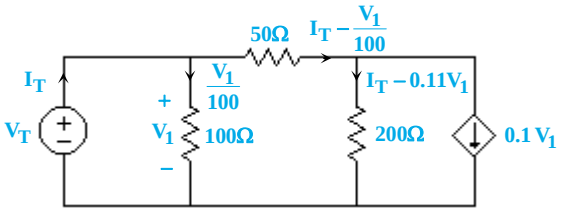
با اعمال KVL در حلقه‌ی مشخص شده داریم:

$$-V_x + ۳\times۱۰^{۳} I_x + ۲\times۱۰^{۳}\times(I_x + \frac{V_x}{۴۰۰۰}) + ۴ = ۰ \Rightarrow \frac{V_x}{۲} = ۵\times۱۰^{۳} I_x + ۴ \Rightarrow V_x = ۱۰\times۱۰^{۳} I_x + ۸ \Rightarrow R_{th} = ۱۰\,k\Omega \ , \ V_{th} = ۸V$$

بنابراین ماکزیمم توان قابل انتقال از رابطه‌ی روبه‌رو قابل محاسبه است.

$$P_{max} = \frac{۱}{۴}\frac{V_{th}^{۲}}{R_{th}} = \frac{۱۶}{۱۰^{k}} = ۱/۶\,mw$$

۴۶ـ گزینه «۱» با اعمال منبع جریان تزریقی I_T با ولتاژ V_T به دو سر a و b مدار معادل نورتن را به‌دست می‌آوریم.

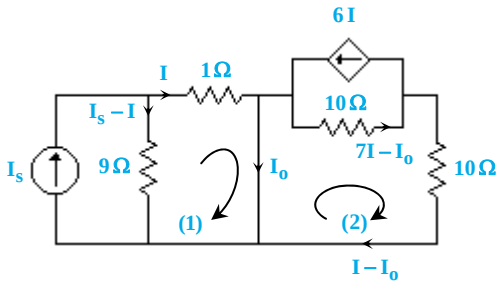


با اعمال KVL در حلقه‌ی میانی داریم:

$$V_T = V_۱$$

$$-V_T + ۵۰\times(I_T - \frac{V_T}{۱۰۰}) + ۲۰۰\times(I_T - ۰/۱۱V_T) = ۰ \Rightarrow -۲۳/۵V_T + ۲۵۰I_T = ۰ \Rightarrow I_T = \frac{V_T}{۱۰/۶۳} \Rightarrow R_N = ۱۰/۶۳\Omega,\ I_N = ۰A$$

۴۷ـ گزینه «۱» ابتدا جریان شاخه‌ها را مشخص می‌کنیم، سپس با اعمال KVL در حلقه‌های (۱) و (۲) نسبت $\frac{I_o}{I_S}$ را به‌دست می‌آوریم.



KVL در حلقه (۱):

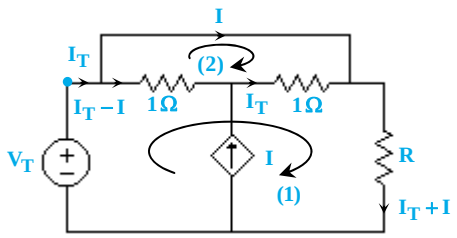
$$I + ۹\times(I - I_S) = ۰ \Rightarrow I_S = \frac{۱۰}{۹}I \qquad (۱)$$

KVL در حلقه (۲):

$$۱۰\times(۷I - I_o) + ۱۰\times(I - I_o) = ۰ \Rightarrow ۸۰I = ۲۰I_o \Rightarrow ۴I = I_o \qquad (۲)$$

$$(۱), (۲) \Rightarrow \frac{I_o}{I_S} = \frac{۴I}{\frac{۱۰}{۹}I} = ۳/۶$$

۴۸ـ گزینه «۳» برای به‌دست آوردن مقاومت معادل کافی است یک منبع ولتاژ V_T با جریان تزریقی I_T به دو سر مورد نظر متصل کرده و با اعمال KVL و KCL، مقدار $\frac{V_T}{I_T}$ را به‌دست آوریم.



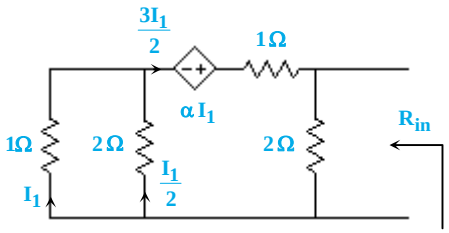
با اعمال KVL در حلقه‌های مشخص شده داریم:

$$KVL(۱): -V_T + (I_T - I) + I_T + R(I_T + I) = ۰ \Rightarrow V_T = (R+۲)I_T + (R-۱)I \quad (۱)$$

$$KVL(۲): I_T - I + I_T = ۰ \Rightarrow I = ۲I_T \quad (۲)$$

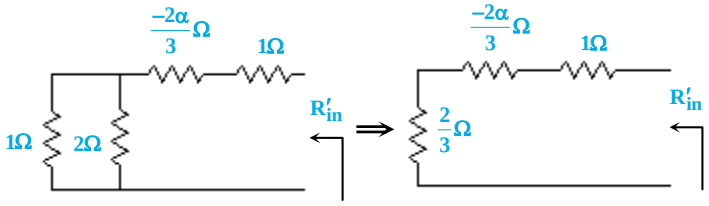
$$\xrightarrow{(۱),(۲)} V_T = (۳R + ۲ - ۲)I_T = ۳RI_T \Rightarrow Req = ۳R$$

۵۰ـ گزینه «۱» ابتدا با مشخص کردن جریان منبع ولتاژ وابسته، مقاومت معادل آن را به‌دست آورده سپس مقاومت ورودی را برحسب α به‌دست می‌آوریم.



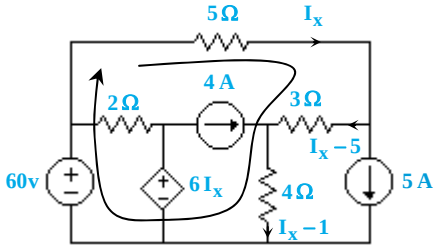
R معادل منبع ولتاژ وابسته $= \frac{\alpha I_۱}{-\frac{۳}{۲}I_۱} = -\frac{۲\alpha}{۳}$

برای صفر شدن مقاومت ورودی کافی است مقاومت معادل دیده شده از پشت مقاومت ۲ اهمی صفر باشد.



$$\Rightarrow R'_{in} = \frac{۵}{۳} - \frac{۲\alpha}{۳} = ۰ \Rightarrow \alpha = ۲/۵$$

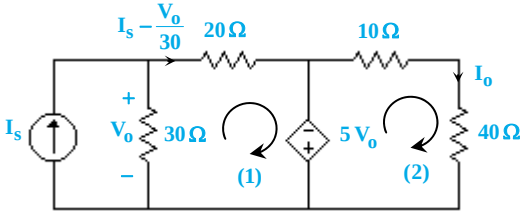
۵۲ـ گزینه «۲» با اعمال KVL در حلقه‌ی مشخص شده داریم:



$$KVL: ۵I_x + ۳\times(I_x - ۵) + ۴\times(I_x - ۱) - ۶۰ = ۰$$

$$\Rightarrow ۱۲I_x = ۷۹ \Rightarrow I_x = ۶/۵۸\,A$$

۵۳ـ گزینه «۲» با اعمال KVL در حلقه‌های میانی و سمت راست داریم:



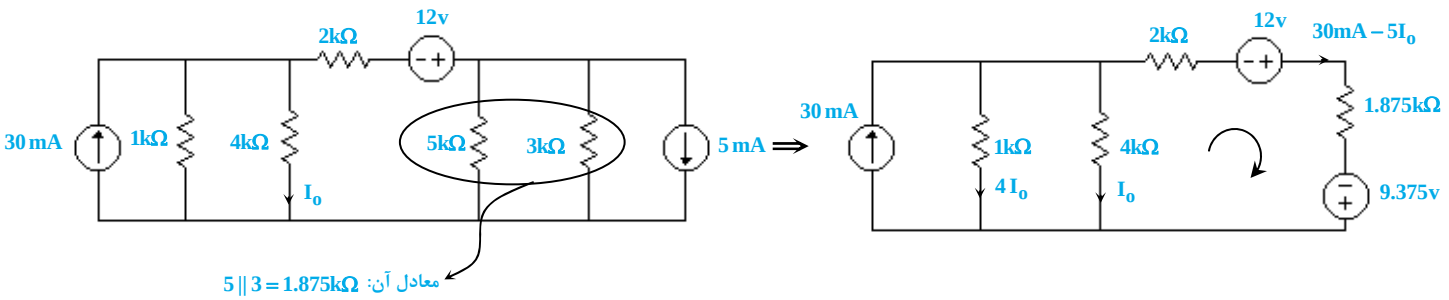
$$KVL\ (۱): -V_o + ۲۰\times(I_S - \frac{V_o}{۳۰}) - ۵V_o = ۰$$

$$\Rightarrow \frac{-۲۰}{۳}V_o + ۲۰I_S = ۰ \Rightarrow V_o = ۳I_S \quad (۱)$$

$$KVL\ (۲): ۵V_o + ۱۰I_o + ۴۰I_o = ۰ \Rightarrow V_o = -۱۰I_o \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \frac{I_o}{I_S} = -۰/۳$$

۵۴ـ گزینه «۱» با تبدیل معادل نورتن به تونن و برعکس، مدار را ساده می‌کنیم.



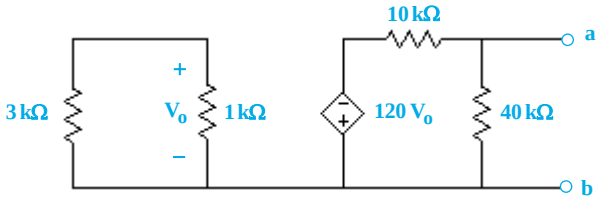
با اعمال KVL در حلقه‌ی مشخص شده داریم:

$$-۴\times۱۰^{۳}\,I_o+۲\times۱۰^{۳}\times(۳۰\times۱۰^{-۳}-۵I_o)-۱۲+۱۸۷۵\times(۳۰\times۱۰^{-۳}-۵I_o)-۹/۳۷۵=۰$$

$$\Rightarrow\quad I_o=\frac{۹۴/۸۷۵}{۲۳۳۷۵}=۴/۰۵۸\times۱۰^{-۳}\,A=۴/۰۵۸\,mA$$

۵۵ـ گزینه «۳» زمانی یک مقاومت ماکزیمم توان را از شبکه می‌گیرد که با مقاومت تونن دیده شده از دو سرش مساوی باشد. بنابراین کافی است مقاومت تونن دیده شده از دو سر a و b را به‌دست آوریم.

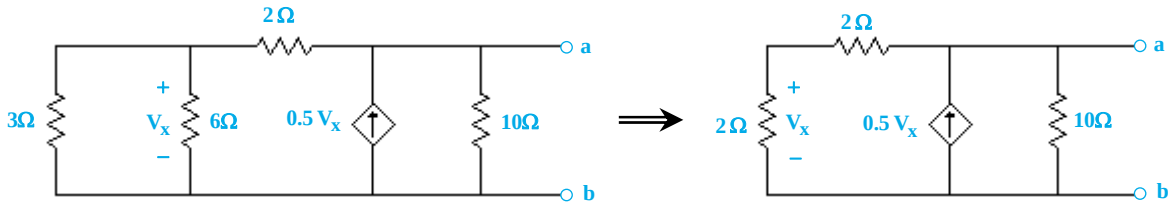
برای این‌کار منبع ولتاژ را بی‌اثر می‌کنیم و مقاومت معادل از دو سر a و b را به‌دست می‌آوریم:



با توجه به صفر شدن منبع ولتاژ، ولتاژ V_o برابر صفر می‌باشد. بنابراین منبع ولتاژ وابسته نیز اتصال کوتاه می‌شود. در این صورت داریم:

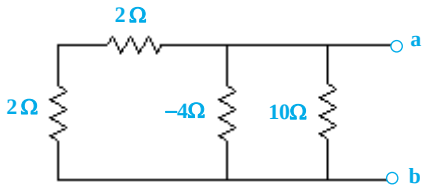
$$R_{ab}=۴۰\,||\,۱۰=\frac{۴۰\times۱۰}{۵۰}=۸\,k\Omega$$

۵۶ـ گزینه «۲» ابتدا منبع ولتاژ را بی‌اثر می‌کنیم. سپس ولتاژ دو سر منبع جریان وابسته را برحسب V_x به‌دست می‌آوریم و با جایگذاری مقاومت معادل آن، مقاومت دیده شده از دو سر a و b را به‌دست می‌آوریم.



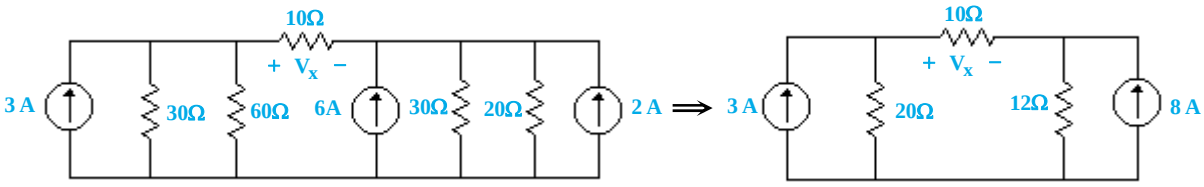
با توجه به سری بودن مقاومت‌های ۲ اهمی ولتاژ دو سرشان با هم برابر است. بنابراین ولتاژ دو سر منبع جریان وابسته $۲V_x$ می‌باشد.

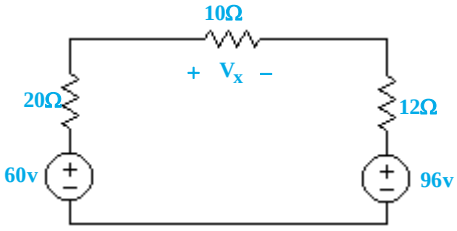
$$\text{معادل منبع جریان وابسته}\quad R=\frac{۲V_x}{-۰/۵V_x}=-۴\Omega\quad\Rightarrow$$



$$\Rightarrow\quad R_{ab}=۱۰\,||\,\overbrace{(۴\,||\,(-۴))}^{\infty}=۱۰\,\Omega$$

۵۷ـ گزینه «۲» با تبدیل معادل تونن به نورتن و برعکس، مدار را ساده کرده و سپس با تقسیم ولتاژ مقدار V_x را به‌دست می‌آوریم.





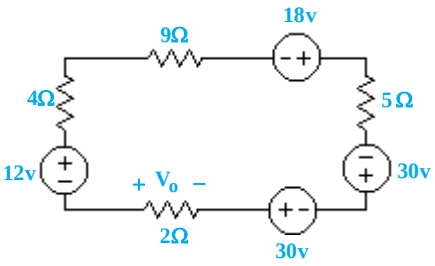
$$\Rightarrow\quad V_x=\frac{۱۰}{۴۲}\times(۶۰-۹۶)=-۸/۵۷V$$

۵۸ـ گزینه «۴» با استفاده از دو مرحله تقسیم ولتاژ به راحتی می‌توان این نسبت را به‌دست آورد.

$$V_1 = \frac{0/5}{2+0/5}V_S = \frac{V_S}{5}$$

$$V_o = \frac{400}{400+200}(-60V_1) = -40V_1 \Rightarrow V_o = -8V_S \Rightarrow \frac{V_o}{V_S} = -8$$

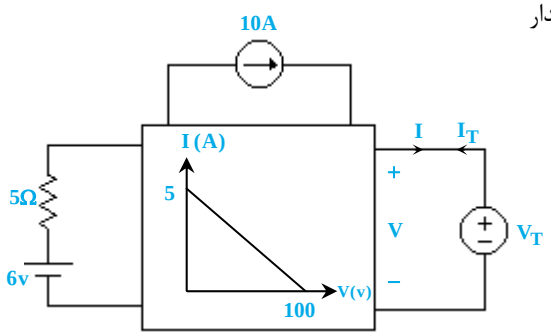
۵۹ـ گزینه «۴» با تبدیل نورتن به تونن داریم:



با استفاده از تقسیم ولتاژ داریم:

$$\text{اندازه } V_o = \frac{2}{2+4+9+5} \times (12+18+30+30) = 9v$$

۶۰ـ گزینه «۲» برای محاسبه‌ی ماکزیمم توان قابل جذب توسط مقاومت R_L کافی است مدار معادل تونن دیده شده از دو سر مقاومت R_L را به‌دست آوریم.



$$\Rightarrow \begin{cases} V_T = V & (1) \\ I_T = -I & (2) \end{cases}$$

از طرفی با توجه به مشخصه‌ی شبکه داریم:

$$V = -20I + 100 \xrightarrow{(1),(2)} V_T = 20I_T + 100 \Rightarrow R_{th} = 20\Omega, V_T = 100v$$

بنابراین برای انتقال توان ماکزیمم داریم:

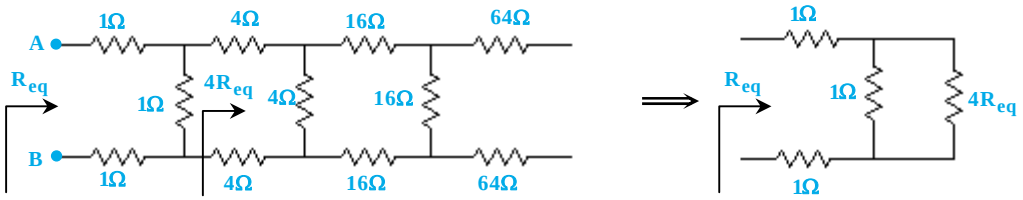
$$R_L = R_T = 20 \Rightarrow P = \frac{1}{4}\frac{V_{th}^2}{R_{th}} = \frac{(100)^2}{4\times 20} = 125w$$

۶۱ـ گزینه «۱» با توجه به مقاومتی بودن شبکه، ولتاژ و جریان مقاومت‌ها رابطه‌ی خطی با منبع دارند. بنابراین اگر منبع ولتاژ از ۱۰۰ به ۱۵۰ ولت تغییر کند، یعنی ۱/۵ برابر شود، ولتاژ و جریان همه‌ی مقاومت‌ها ۱/۵ برابر می‌شود. همچنین با توجه به رابطه‌ی $P = RI^2$، توان مقاومت‌ها $(1/5)^2$ برابر می‌شود.

$$V_o = 1/5\times 30 = 45v$$

$$P_{6\Omega} = (1/5)^2 \times 10 = 22/5\,mw$$

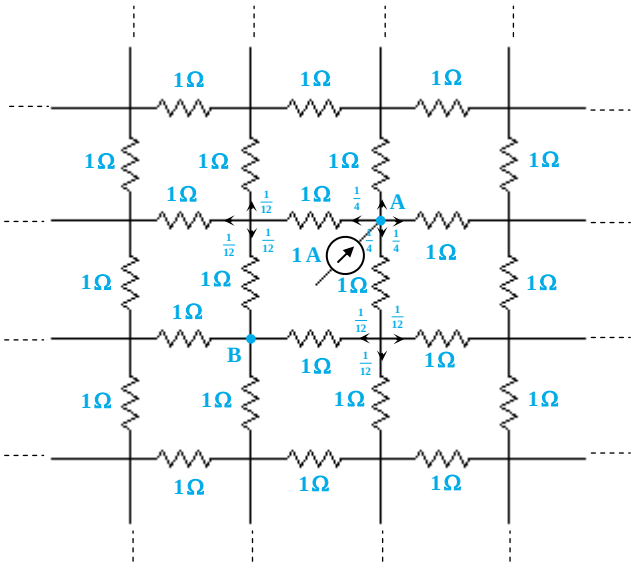
۶۲ـ گزینه «۲» با توجه به شکل داریم:



$$R_{eq} = 2+1\|4R_{eq} = 2+\frac{4R_{eq}}{1+4R_{eq}} \Rightarrow 4R_{eq}^2 + R_{eq} = 12R_{eq} + 2 \Rightarrow 4R_{eq}^2 - 11R_{eq} - 2 = 0$$

$$\Rightarrow R_{eq_1} = 2/92 \text{ ق} \qquad R_{eq_2} = -0/17 \text{ غ ق ق}$$

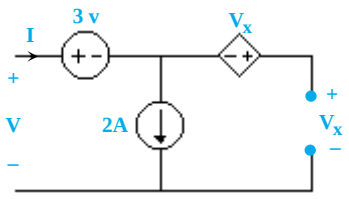
۶۳ـ گزینه «۴» برای به‌دست آوردن مقاومت معادل دیده شده از دو سر A و B، ابتدا اختلاف ولتاژ دو سر A و B را بر اثر تزریق جریان ۱ آمپری از سر A و جریان ۱− آمپری از سر B به‌طور جداگانه به‌دست می‌آوریم. حال مقاومت معادل برابر مجموع این دو ولتاژ است. از آنجا که ولتاژ دو سر A و B ناشی از هر دو جریان تزریقی یکسان است، یک حالت را به‌دست آورده و دو برابر می‌کنیم.



$$V_{AB} = \frac{۱}{۴} + \frac{۱}{۱۲} = \frac{۱}{۳}v$$

$$R_{th} = ۲V_{AB} = \frac{۲}{۳} = ۰/۶۶\Omega$$

۶۴ـ گزینه «۳» با توجه به اینکه حلقه‌ی سمت راست مدار باز است، بنابراین همواره $I = ۲A$ می‌باشد.

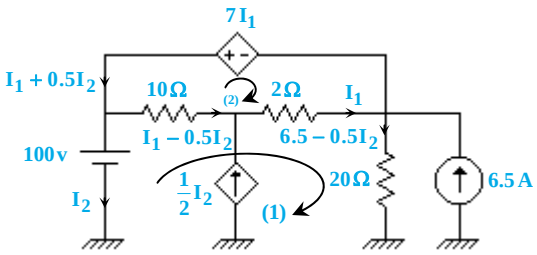


از طرفی با اعمال KVL در حلقه‌ی خارجی داریم:

$$KVL: -V + ۳ - V_x + V_x = ۰ \Rightarrow V = ۳v$$

بنابراین مشخصه‌ی ولت آمپر مدار تنها یک نقطه به مختصات (۳,۲) می‌باشد.

۶۵ـ گزینه «۴» برای به‌دست آوردن توان منبع جریان ۶/۵ آمپری کافی است ولتاژ دو سرش را به‌دست آوریم.



با اعمال KVL در حلقه‌های (۱) و (۲) داریم:

$$KVL\ (۱): -۱۰۰ + ۱۰ \times (I_۱ - ۰/۵I_۲) + ۲I_۱ + ۲۰ \times (۶/۵ - ۰/۵I_۲) = ۰ \Rightarrow ۱۲I_۱ - ۱۵I_۲ = -۳۰ \quad (۱)$$

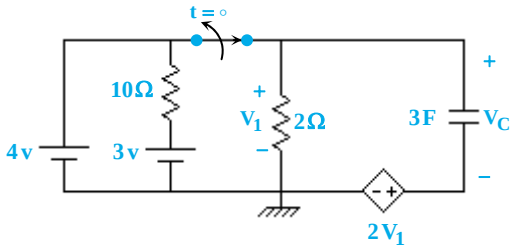
$$KVL\ (۲): ۷I_۱ - ۲I_۱ - ۱۰ \times (I_۱ - ۰/۵I_۲) = ۰ \Rightarrow ۵I_۱ = ۵I_۲ \Rightarrow I_۱ = I_۲ \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} I_۱ = I_۲ = ۱۰A \Rightarrow \text{منبع جریان } V = ۲۰ \times (۶/۵ - ۰/۵I_۲) = ۳۰v$$

$$\Rightarrow P_{\text{منبع جریان}} = ۶/۵ \times ۳۰ = ۱۹۵w$$

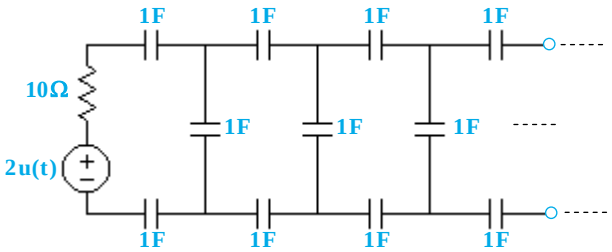
آزمون فصل دوم

۱ـ در مدار زیر مقدار $\frac{dV_C(0^+)}{dt}$ برحسب ولت بر ثانیه کدام است؟



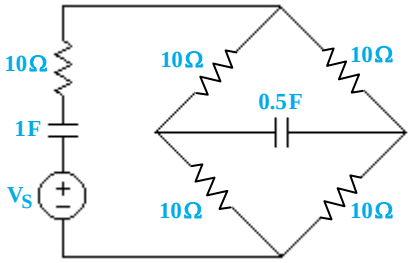
۱) $-\frac{۲}{۳}$
۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) ۲
۴) ۳

۲ـ در مدار زیر مقدار ثابت زمانی مدار برحسب ثانیه کدام است؟



۱) ۲/۶
۲) ۳/۶
۳) ۱/۶
۴) ۰/۶

۳ـ در مدار زیر حداکثر مقدار ثابت زمانی مدار برحسب ثانیه کدام است؟

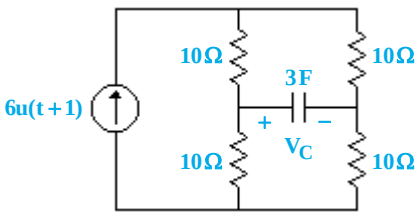


۱) ۱۵
۲) ۱۰
۳) ۲۰
۴) ۲۵

۴ـ در صورتیکه مابین پاسخ ضربه $h(t)$ و پاسخ ورودی صفر $k(t)$ و پاسخ پله $M(t)$ رابطه زیر برقرار باشد، مقدار پاسخ کامل مدار بـه ورودی تـابع پله واحد در زمان $t = ۰$ کدام است؟ $(M(t)+k(t)+h(t)=۱-e^{-t})$

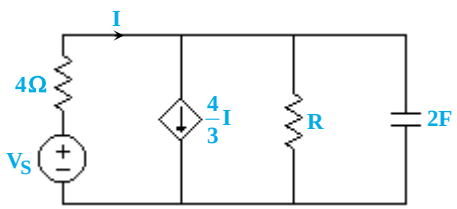
۱) ۱
۲) ۰
۳) ۲
۴) -۱

۵ـ در مدار زیر پس از گذشت چه مدت زمانی مقدار V_C نصف می‌شود؟ $(V_C(0^-)=۶v)$



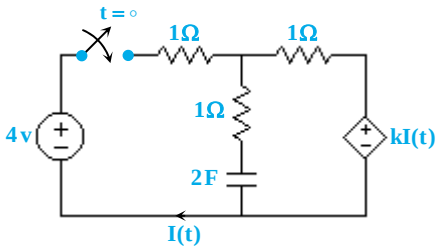
۱) $\frac{۱۰}{Ln۲}$
۲) $\frac{۳۰}{Ln۲}$
۳) $۳۰Ln۲$
۴) $۱۰Ln۲$

۶ـ در مدار زیر مقدار R برحسب اهم کدام باشد تا ثابت زمانی مدار برابر ۸sec شود؟



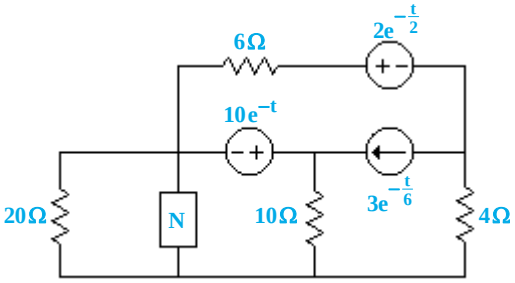
۱) ۱
۲) ۴
۳) ۲
۴) ۳

۷ـ در شکل مقابل k کدام باشد، تا مقدار $I(t)$ در زمان $t = ۰$ برابر $۱/۶A$ و در $t = \infty$ برابر $۱A$ باشد؟



۱) ۱
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۴

۸ـ در مدار زیر زمان صفر شدن تمام ولتاژها و جریان‌ها برابر $30\,sec$ است. حال کدام عبارت در مورد شبکه N صحیح است؟



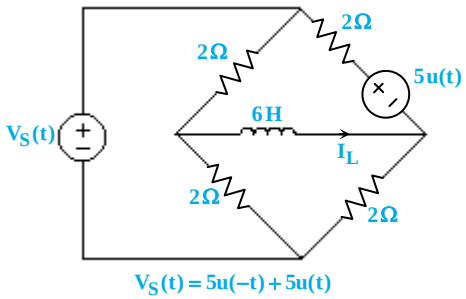
۱) یک مقاومت خطی با مقدار دلخواه

۲) یک خازن با مقدار حداکثر $\frac{3}{2}F$

۳) یک سلف با حداقل مقدار $\frac{3}{2}H$

۴) موارد ۱ و ۲

۱۰ـ در مدار زیر مقدار $I_L(0^+)$ برحسب آمپر کدام است؟



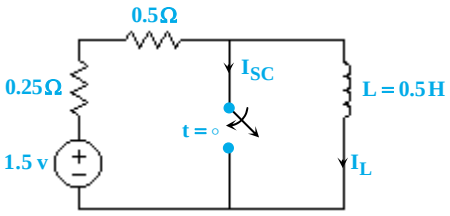
۱) ۰

۲) ۱

۳) ۲

۴) ۳

۱۱ـ در مدار زیر مقدار جریان سلف در $t=55sec$ برحسب آمپر کدام است؟



۱) ۱A

۲) $\frac{1}{2}A$

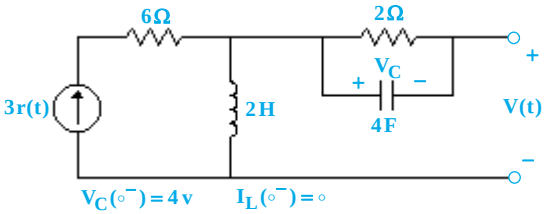
۳) ۱/۵A

۴) ۲A

۱۲ـ در تست بالا در زمان $t=6sec$ مقدار جریان اتصال کوتاه برحسب آمپر کدام است؟

۱) ۲ ۲) ۰ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳ـ در مدار زیر تابع V(t) کدام گزینه است؟



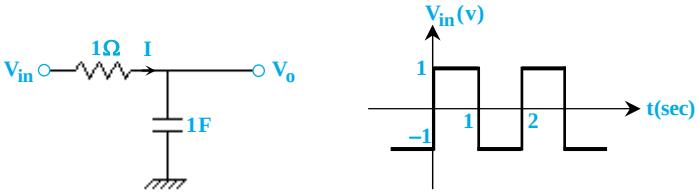
۱) $6-4e^{\frac{-t}{8}}$

۲) $6-4e^{-8t}$

۳) $4e^{-8t}$

۴) $4e^{\frac{-t}{8}}$

۱۷ـ در مدار زیر مقدار جریان مدار برحسب آمپر، در زمان حداکثر بودن ولتاژ دو سر خازن کدام است؟



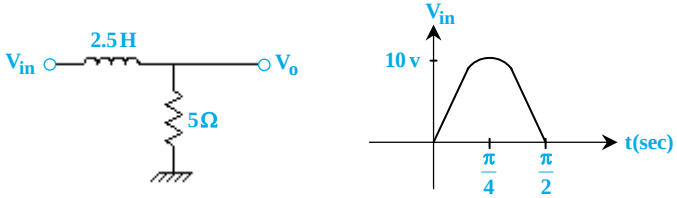
۱) ۰/۲۳

۲) ۰/۵۴

۳) ۰/۷۷

۴) ۰/۴۶

۱۸ـ در مدار زیر ولتاژ خروجی در $t=\frac{\pi}{2}sec$ برحسب ولت کدام است؟



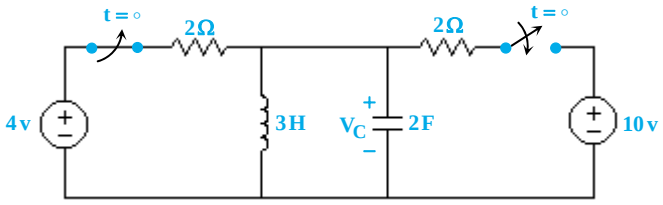
۱) ۴/۱۲

۲) ۶/۲۳

۳) ۳/۱۲

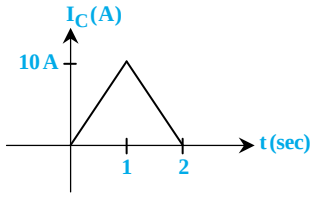
۴) ۵/۲۱

۱۹ـ در مدار زیر مقدار $\frac{dV_C(0^+)}{dt}$ برحسب ولت بر ثانیه کدام است؟



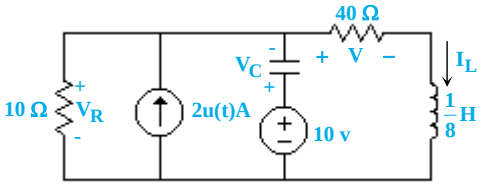
۱) $\frac{۲}{۳}$
۲) ۱
۳) $\frac{۳}{۲}$
۴) ۰

۲۰ـ جریان عبوری از یک خازن ۲۰۰μF به صورت زیر است. مقدار انرژی ذخیره شده در خازن کدام است؟



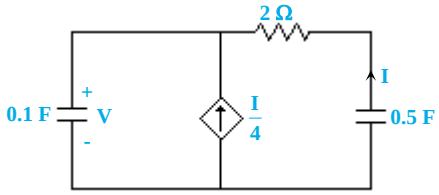
۱) ۲۵۰kJ
۲) ۱۲۵kJ
۳) ۲۵۰J
۴) ۲۲۵kJ

۲۱ـ در مدار شکل زیر مقدار $V_C(0^+)+V_R(0^+)$ چند ولت است؟



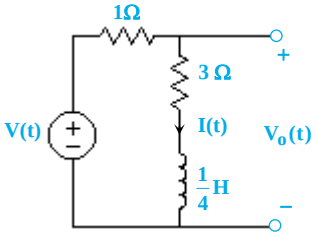
۱) ۲۰
۲) صفر
۳) ۱۰
۴) ۵۰

۲۲ـ معادله زمانی V(t) با فرض $I(0^+)=2A$ و $V(0^+)=4v$ کدام است؟



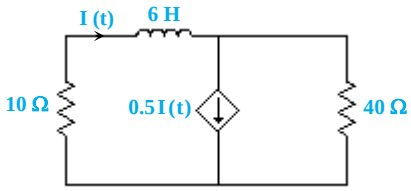
۱) $3/9+2/2e^{-(7/2)t}$
۲) $3/4-2/4e^{-(7/2)t}$
۳) $2/25-3/2e^{-(7/2)t}$
۴) $7/45-3/45e^{-(7/2)t}$

۲۳ـ معادله $V_0(t)$ با فرض $I_L(0^+)=2$ کدام است؟ $(V(t)=0)$



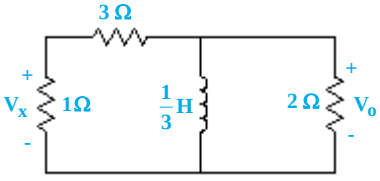
۱) $-2e^{-16t}$
۲) $3e^{-16t}$
۳) $2e^{3t}$
۴) $-2e^{3t}$

۲۴ـ معادله I(t) با فرض $I_L(0^+)=2A$ در جهت جریان I(t) کدام گزینه است؟



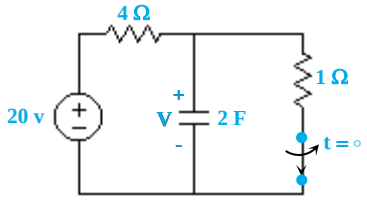
۱) $3e^{-5t}$
۲) $2e^{-5t}$
۳) $2e^{-t}$
۴) $5e^{-t}$

۲۵ـ معادله $V_x(t)$ برای $t>0$ با فرض $V_0(0^+)=2v$ کدام گزینه است؟



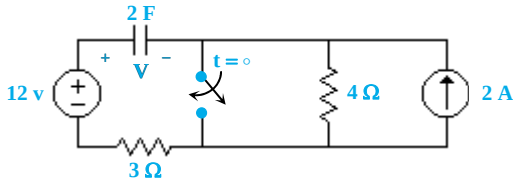
۱) $e^{-\frac{1}{4}t}$
۲) $1/1e^{-4t}$
۳) $0/5e^{-4t}$
۴) $0/5e^{-\frac{1}{4}t}$

۲۷ـ در مدار زیر معادله $V(t)$ در $t > 0$ کدام گزینه است؟



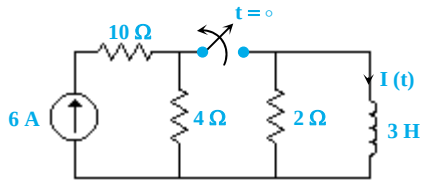
۱) $20 - 20e^{-8t}$
۲) $20 - 16e^{-8t}$
۳) $10 - 20e^{-\frac{t}{8}}$
۴) $20 - 16e^{-\frac{t}{8}}$

۲۸ـ در مدار زیر معادله $V(t)$ در $t > 0$ کدام گزینه است؟



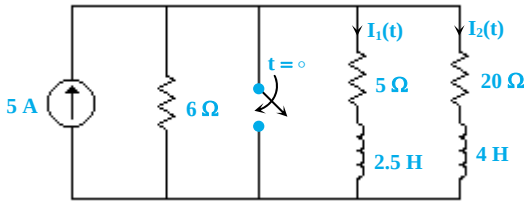
۱) $12 - 8e^{-\frac{t}{6}}$
۲) $12 - 8e^{-6t}$
۳) $4 - 3e^{-6t}$
۴) $4 - 3e^{-\frac{t}{6}}$

۲۹ـ در مدار زیر معادله $I(t)$ در $t > 0$ کدام گزینه است؟



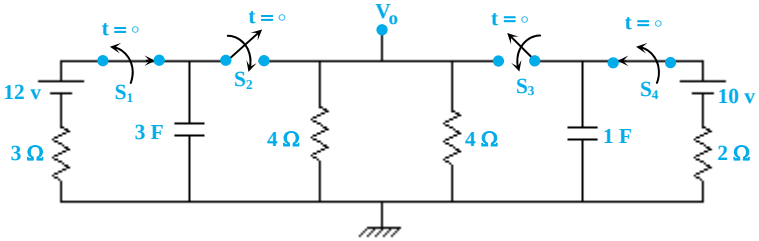
۱) $10e^{-\frac{2t}{3}}$
۲) $6e^{-\frac{2t}{3}}$
۳) $6e^{-\frac{3t}{2}}$
۴) $10e^{-\frac{3}{2}t}$

۳۱ـ معادله $I_2(t)$ در $t > 0$ برای مدار روبرو کدام گزینه است؟



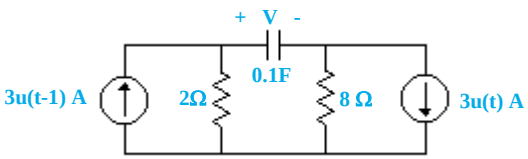
۱) $0/6e^{-5t}$
۲) $0/3e^{-0/2t}$
۳) $0/6e^{-0/2t}$
۴) $0/3e^{-5t}$

۳۳ـ در مدار زیر معادله تغییرات V_0 بر حسب زمان کدام گزینه است؟



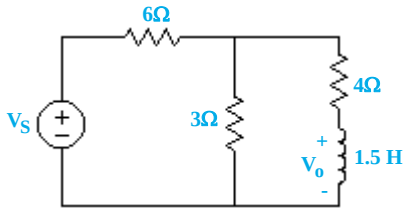
۱) $11/5e^{-\frac{t}{4}}$
۲) $6/5e^{-\frac{t}{4}}$
۳) $11/5e^{-\frac{t}{8}}$
۴) $6/5e^{-\frac{t}{8}}$

۳۴ـ در مدار شکل زیر معادله ولتاژ دو سر خازن برای $0 < t < 1$ کدام است؟



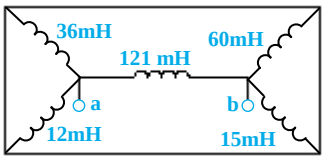
۱) $V(t) = 24\,v$
۲) $V(t) = 24(1 - e^{-t})$
۳) $V(t) = 30 - 24e^{-(t-1)}$
۴) $V(t) = 30\,v$

۳۵ـ در مدار شکل زیر اگر $V_S = 18u(t)$ باشد، معادله زمانی $V_0(t)$ کدام است؟



۱) $e^{-4t}u(t)$
۲) $18e^{-4t}u(t)$
۳) $6e^{-4t}u(t)$
۴) $6e^{-4t}+18$

۳۶ـ مقدار القاگر معادل مدار شکل زیر از دیدگاه دو نقطه a و b کدام است؟

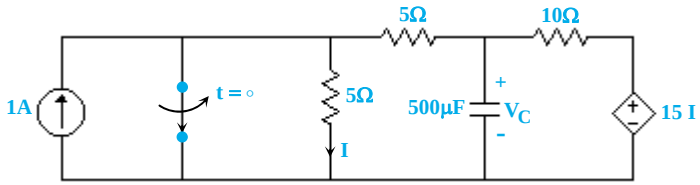


۱) ۱۰/۵μH
۲) ۱۰/۵mH
۳) ۳۶mH
۴) ۳۶μH

۳۸ـ جریان در یک سلف ۱۰mH با رابطه $I_L(t)=\begin{cases}0 & ;\ t<0\\ 5te^{-t} & ;\ t>0\end{cases}$ بیان می‌شود. در چه زمانی حداکثر توان جذب سلف می‌شود؟

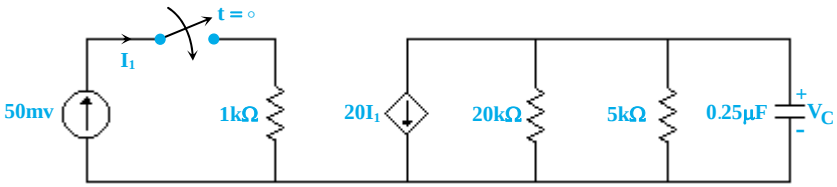
۱) ۰/۳ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۸ ۴) ۱

۳۹ـ کلید مدار شکل زیر مدت‌ها بسته بوده و در $t=0$ باز می‌شود. معادله ولتاژ خازن برای $t\geq 0$ کدام است؟



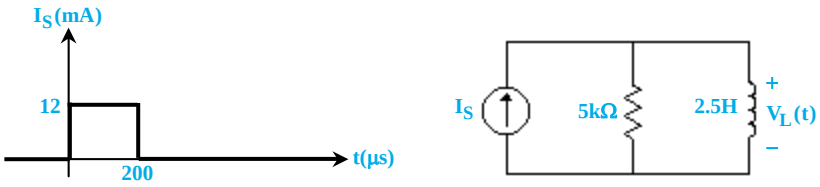
۱) $25(1-e^{-100t})$
۲) $25(1-e^{-10t})$
۳) $15(1-e^{-100t})$
۴) $15(1-e^{-10t})$

۴۰ـ کلید مدار شکل زیر مدت‌ها باز بوده و در $t=0$ بسته می‌شود. معادله ولتاژ خازن برای $t\geq 0$ کدام است؟



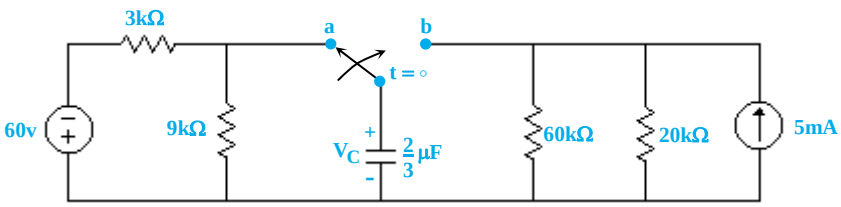
۱) $-4+4e^{-100t}$
۲) $4-4e^{-1000t}$
۳) $4-4e^{-100t}$
۴) $-4+4e^{-1000t}$

۴۱ـ پالس زیر به مدار اعمال می‌شود. معادله ولتاژ دو سر سلف برای $0<t<200\mu s$ برحسب ولت کدام است؟



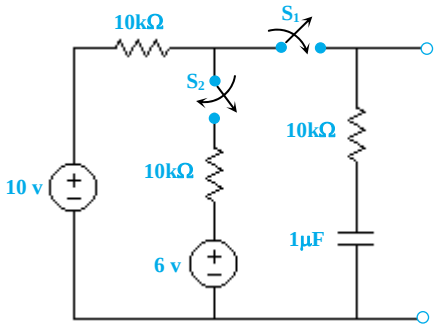
۱) $60(1-e^{200t})$
۲) $60(1-e^{2000t})$
۳) $60e^{-200t}$
۴) $60e^{-2000t}$

۴۳ـ کلید مدار شکل زیر مدت‌ها در وضعیت a بوده است و در $t=0$ ناگهان به وضعیت b می‌رود. معادله $V_C(t)$ در $t\geq 0$ کدام است؟



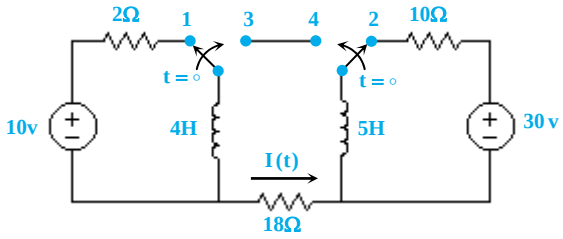
۱) $75-120e^{-10t}$
۲) $75-120e^{-100t}$
۳) $75+120e^{-10t}$
۴) $75+120e^{-100t}$

۴۴ـ با توجه به شکل مقابل، کلید S_1 در $t_1 = 0$ و کلید S_2 در $t_2 = 13/8ms$ بسته می‌شود. جریان عبوری از خازن در زمان $13/8^{+}ms$ برحسب میلی‌آمپر چقدر است؟



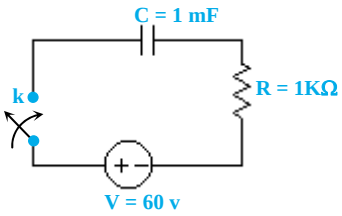
۱) ۰/۲۵
۲) ۰/۲
۳) ۰/۷۵
۴) ۰/۵

۴۵ـ با توجه به شکل مقابل، دو کلید S_1 و S_2 مدت‌ها در وضعیت ۱ و ۲ قرار داشته‌اند و در لحظه‌ی $t = 0$ هر دو تغییر وضعیت داده و در حالت‌های ۳ و ۴ قرار می‌گیرند. رابطه‌ی جریان $I(t)$ برای $t \geq 0$ کدام است؟



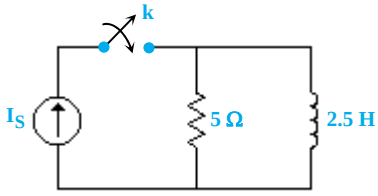
۱) $I(t) = \frac{5}{9}e^{\frac{-1}{2}t}$
۲) $I(t) = \frac{9}{5}e^{-2t}$
۳) $I(t) = \frac{5}{9}e^{-2t}$
۴) $I(t) = \frac{9}{5}e^{\frac{-1}{2}t}$

۴۶ـ در مدار شکل مقابل چند ثانیه پس از اتصال کلید k، ولتاژ دو سر خازن ۳ برابر ولتاژ دو سر مقاومت ۱ اهمی می‌شود؟



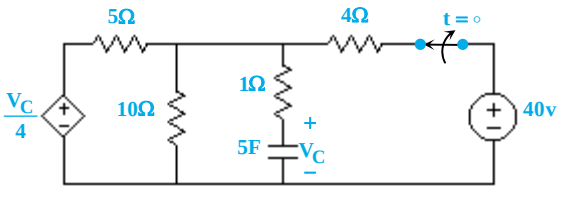
۱) $\ln 4$
۲) $\ln 2$
۳) $\ln 3$
۴) $2\ln 3$

۴۷ـ در مدار شکل مقابل چند ثانیه پس از اتصال کلید k، جریان سلف و مقاومت با هم برابر می‌شوند؟



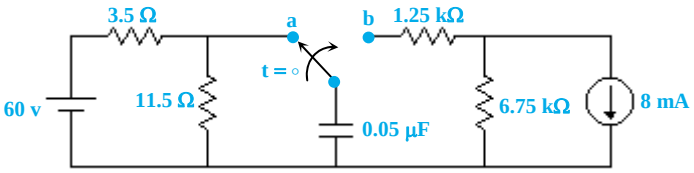
۱) $\ln 2$
۲) $2\ln 2$
۳) $\frac{1}{2}\ln 2$
۴) ۲/۵

۴۸ـ در شکل زیر، کلید برای مدت زمان زیادی بسته بوده و در $t = 0$ باز می‌شود. رابطه‌ی $V_C(t)$ برای $t \geq 0$ کدام است؟



۱) $V_C(t) = 20e^{\frac{-t}{26}}$
۲) $V_C(t) = 20e^{\frac{-t}{13}}$
۳) $V_C(t) = 10e^{\frac{-t}{26}}$
۴) $V_C(t) = 10e^{\frac{-t}{13}}$

۴۹ـ در مدار شکل زیر در لحظه $t = ۰$ کلید را از وضعیت a به وضعیت b می‌بریم. چقدر طول می‌کشد تا ولتاژ خازن صفر شود؟ (τ ثابت زمانی مدار است.)



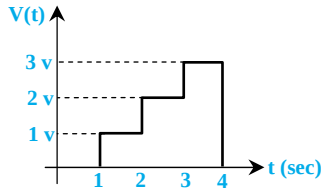
۱) $-\tau Ln۲$

۲) $+\tau Ln۲$

۳) $+\tau Ln ۰/۵۴$

۴) $-\tau Ln ۰/۵۴$

۵۱ـ معادله شکل موج نشان داده شده در شکل مقابل کدام است؟



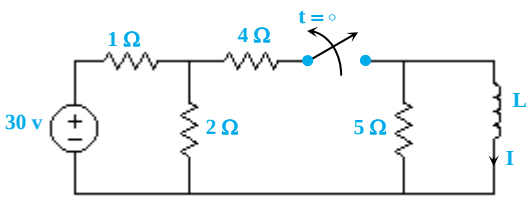
۱) $u(t-۱)+u(t-۲)+u(t-۳)$

۲) $u(t-۱)+۲u(t-۲)$

۳) $u(t)+u(t-۱)+u(t-۲)+u(t-۴)$

۴) $u(t-۱)+u(t-۲)+u(t-۳)-۳u(t-۴)$

۵۲ـ مقدار L چند هانری باشد تا در لحظه $t = ۰/۱s$، جریان I برابر $۱/۱۴A$ باشد؟



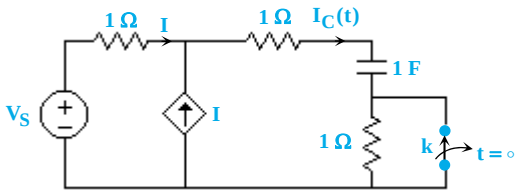
۱) $\frac{۰/۵}{Ln۲۶}$

۲) $۰/۵Ln۲۶$

۳) $-\frac{۵}{Ln ۰/۲۶}$

۴) $-\frac{۰/۵}{Ln ۰/۲۶}$

۵۳ـ در شبکه زیر کلید k به مدت طولانی بسته بوده و در $t = ۰$ باز می‌شود. اگر $V_S = u(t)$ باشد، پاسخ $I_C(t)$ کدام است؟



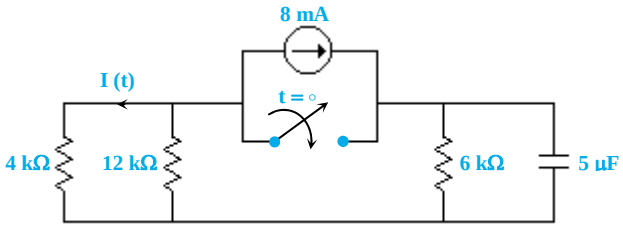
۱) $\frac{۱}{۵}e^{-\frac{۲}{۵}t}u(t)$

۲) $\frac{۲}{۵}e^{-\frac{۲}{۵}t}u(t)$

۳) $\frac{۱}{۵}e^{\frac{۲}{۵}t}u(t)$

۴) $-\frac{۱}{۵}e^{-\frac{۲}{۵}t}u(t)$

۵۵ـ در مدار شکل زیر اگر کلید در $t = ۰$ بسته شود، $I(t)$ برای $t > ۰$ بر حسب میلی‌آمپر کدام است؟



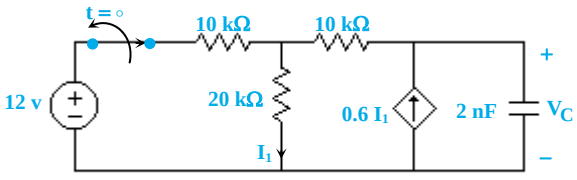
۱) $-۶e^{-۰/۱t}$

۲) $۱۲e^{-۱۰۰t}$

۳) $-۱۲e^{-۱۰۰t}$

۴) $۱۲e^{-۰/۰۱t}$

۵۶ـ در مدار شکل زیر ولتاژ خازن در لحظه $t = ۰$ چند ولت است؟



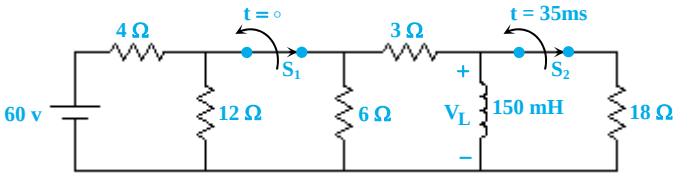
۱) ۱۳

۲) ۱۱

۳) ۸

۴) ۹

۵۸ـ در مدار شکل زیر در $t = \circ$ کلید S_1 و در $t = ۳۵ms$ کلید S_2 باز می‌شود. ولتاژ دو سر سلف در لحظه $t = ۳۵^{+}ms$ تقریباً چند ولت است؟



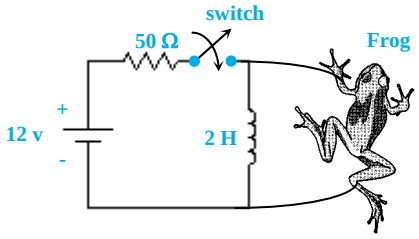
۱) $-۱۳/۳$

۲) $۱۳/۳$

۳) $۸/۹$

۴) $-۸/۹$

۵۹ـ یک دانشجوی زیست شناسی با استفاده از مدار شکل زیر می‌خواهد مقاومت بدن قورباغه را بدست آورد! وقتی کلید بسته بود، قورباغه تحرک خیلی کمی داشت اما ۵ ثانیه پس از باز شدن کلید لرزش‌ها و تکان‌های شدیدی از خود نشان داد. اگر جریان عبوری از بدن قورباغه $۱\circ mA$ ثبت شود، مقاومت بدن قورباغه تقریباً چند اهم می‌باشد؟



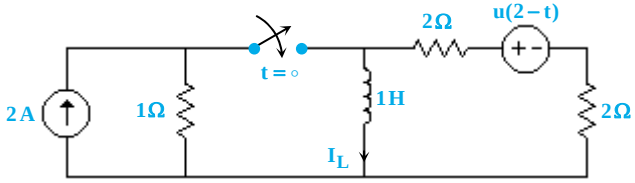
۱) $۱/۲$

۲) $۲/۵$

۳) $۳/۷$

۴) ۴

۶۰ـ در مدار زیر مقدار $\frac{dI_L(\circ^{+})}{dt}$ برحسب آمپر بر ثانیه کدام است؟



۱) $\frac{۵}{۸}$

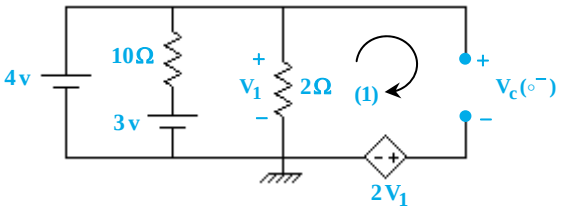
۲) $\frac{۲}{۵}$

۳) $\frac{۸}{۵}$

۴) $\frac{۵}{۲}$

پاسخنامه آزمون فصل دوم

۱ـ گزینه «۱» ابتدا مدار را برای زمان‌های $t<0$ تحلیل می‌کنیم تا مقدار ولتاژ خازن را در لحظه‌ی $t=0^-$ به دست بیاوریم (دقت کنید خازن در لحظه‌ی $t=0^-$ مدار باز است).



با توجه به مدار ملاحظه می‌شود $v_1=4v$

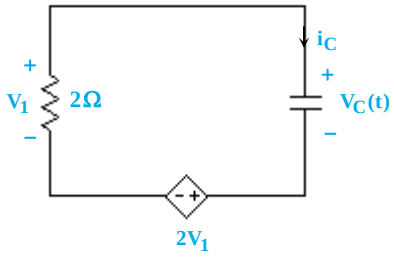
با اعمال KVL در حلقه‌ی ۱ داریم:

$$KVL(1):\quad -v_1+v_C(0^-)+2v_1=0 \quad\Rightarrow v_C(0^-)=-4v$$

حال مدار را برای زمان‌های بزرگ‌تر از صفر تحلیل می‌کنیم. با باز شدن کلید در لحظه‌ی $t=0$، سمت چپ مدار از سمت راست آن جدا می‌شود.

با اعمال KVL در حلقه‌ی مدار داریم: $\quad v_C(t)=-v_1 \quad (1)$

از طرفی داریم:

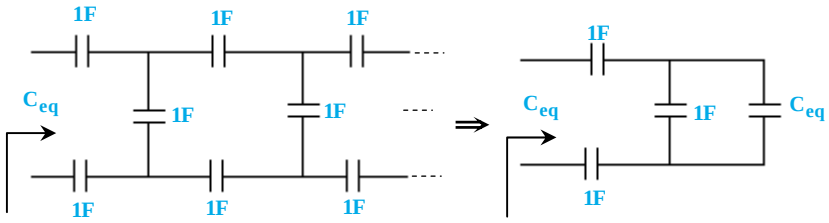


$$i_C(t)=-\frac{v_1}{2} \Rightarrow \frac{3dv_C(t)}{dt}=-\frac{v_1}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{dv_C(t)}{dt}=-\frac{1}{6}v_1 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \frac{dv_C(t)}{dt}=\frac{v_C(t)}{6} \Rightarrow \frac{dv_C(0^+)}{dt}=\frac{v_C(0^+)}{6}=\frac{v_C(0^-)}{6}=-\frac{4}{6}=-\frac{2}{3}$$

۲ـ گزینه «۲» برای به‌دست آوردن ثابت زمانی مدار ابتدا خازن معادل دیده شده از دو سر منبع ولتاژ و مقاومت را به‌دست می‌آوریم:



$$\Rightarrow C_{eq}=\frac{(C_{eq}+1)\times\frac{1}{2}}{C_{eq}+1+\frac{1}{2}}=\frac{C_{eq}+1}{2C_{eq}+3}$$

$$\rightarrow 2C_{eq}^2+2C_{eq}-1=0 \Rightarrow C_{eq}=0/366F$$

بنابراین ثابت زمانی به راحتی قابل محاسبه می‌باشد:

$$\tau=RC_{eq}=3/66\simeq 3/6\ \sec$$

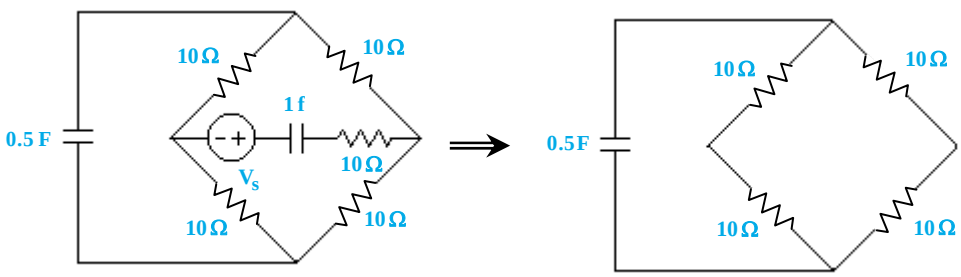
۳ـ گزینه «۳» با توجه به مدار مشاهده می‌شود که مدار دارای پل وتسون می‌باشد. بنابراین از دید منبع ولتاژ از خازن ۰/۵ فارادی جریانی عبور نکرده و همانند مدار باز عمل می‌کند. حال برای به‌دست آوردن ثابت زمانی خازن ۱ فارادی کافی است مقاومت معادل دیده شده از دو سر آن را به‌دست آوریم:

$$R_{eq}=10+20\,||\,20=20\ \Omega$$

بنابراین داریم:

$$\tau=R_{eq}C=20\times 1=20\sec$$

البته از دید خازن ۰/۵ فارادی هم پل وتسون برقرار است که با شرط داشتن شرایط اولیه ثابت زمانی زیر ظاهر می‌شود:



$$\Rightarrow \tau=R_{eq}C=(10+10)\,||\,(10+10)\times 0/5=5\sec$$

بنابراین بزرگ‌ترین ثابت زمانی مدار ۲۰ ثانیه می‌باشد.

۴ـ گزینه «۴» از مجموع پاسخ پله و پاسخ ضربه و پاسخ ورودی صفر مشاهده می‌شود که مدار از مرتبه‌ی اول می‌باشد. بنابراین داریم:

پاسخ پله $M(t)=y(\infty)(1-e^{-t})$

پاسخ ضربه: $h(t)=\frac{dM(t)}{dt}=y(\infty)\,e^{-t} \Rightarrow M(t)+k(t)+h(t)=y(\infty)+y(0)\,e^{-t}$

پاسخ ورودی صفر: $k(t)=y(0)\,e^{-t}$

بنابراین:

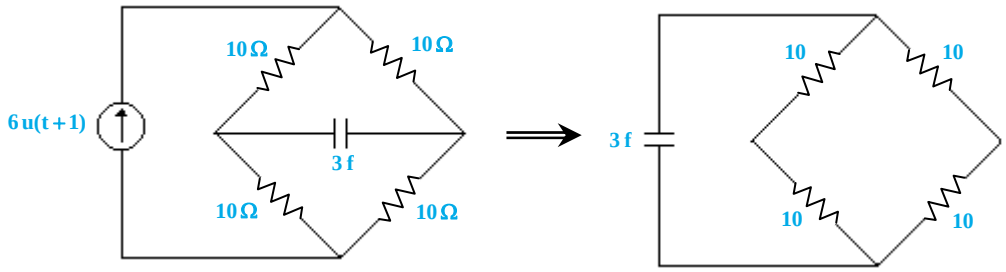
$$1-e^{-t}=y(\infty)+y(0)e^{-t} \Rightarrow y(\infty)=1 \quad , \quad y(0)=-1$$

حال معادله‌ی زمان پاسخ کامل را به‌دست می‌آوریم:

$$y(t)=y(\infty)+(y(0)-y(\infty))e^{-t}=1-2e^{-t} \xrightarrow{t=0} y(0)=-1$$

البته بدون نوشتن معادله‌ی زمانی پاسخ کامل هم می‌توانستیم پاسخ پله را در لحظه‌ی صفر به دست آوریم، چون قبل از آن $y(0)$ را به دست آورده بودیم.

۵ـ گزینه «۳» با توجه به برقراری پل وتسون، جریان منبع جریان وارد خازن نمی‌شود. بنابراین فرم معادله‌ی ولتاژ خازن به صورت $v_C(t)=v_C(0)e^{-\frac{t}{RC}}$ می‌باشد. پس کافی است مقاومت معادله‌ی دیده شده از دو سر خازن را به‌دست آوریم:



$$\Rightarrow R_{eq}=(10+10)\,||\,(10+10)=10\Omega \Rightarrow v_C(t)=v_C(0)e^{-\frac{t}{30}}$$

حال زمانی را که ولتاژ خازن به نصف مقدار اولیه‌ی خود می‌رسد، بدست می‌آوریم.

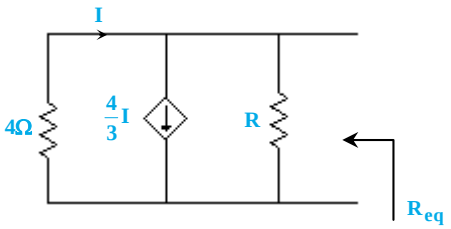
$$\Rightarrow e^{-\frac{t}{30}}=\frac{1}{2} \xrightarrow{Ln} \frac{t}{30}=Ln2 \Rightarrow t=30Ln2\,sec$$

۶ـ گزینه «۴»

کافی است مقاومت معادل دیده شده از دو سر خازن $2F$ را به‌دست آوریم.

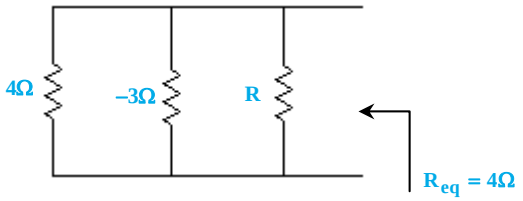
برای این کار تمامی منابع را خنثی می‌کنیم:

از طرفی با توجه به مقدار ثابت زمانی (یعنی $\tau=RC=8\,Sec$)، مقدار R_{eq} باید ۴ باشد.



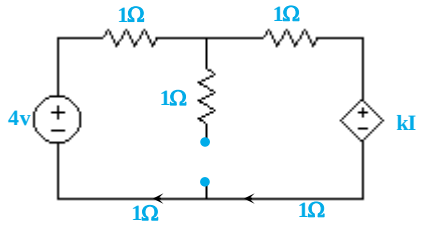
$$R_{\text{مبنع جریان وابسته}}=\frac{-4I}{\frac{4}{3}I}=-3\Omega$$

$$\Rightarrow$$



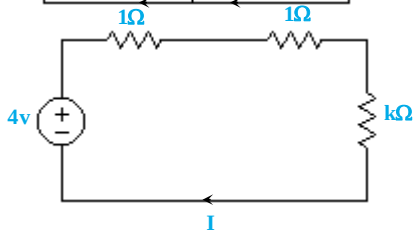
$$\Rightarrow \underbrace{4\,||(-3)}_{-12}\,||\,R=4 \Rightarrow \frac{-12R}{R-12}=4 \Rightarrow R=3\Omega$$

۷ـ گزینه «۳» با توجه به اینکه در زمان بی‌نهایت خازن مدار باز می‌شود، آسان‌تر است که مدار را در زمان بی‌نهایت تحلیل کنیم.



$$\underset{\text{معادل منبع ولتاژ}}{\Rightarrow} R=\frac{kI}{I}=k\,\Omega$$

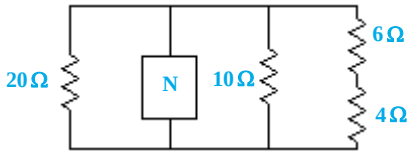
$\Rightarrow$



$$\Rightarrow I=\frac{۴}{۲+k}=۱ \quad \Rightarrow k=۲$$

۸ـ گزینه «۴» در صورتی که شبکه‌ی N مقاومتی باشد، ثابت زمانی‌های مدار همان ثابت زمانی‌های ورودی می‌باشد. از طرفی بزرگ‌ترین ثابت زمانی منابع ۶ ثانیه می‌باشد و هم‌چنین می‌دانیم زمان میرایی کامل ۵ برابر بزرگ‌ترین ثابت زمانی است. پس اگر شبکه مقاومتی باشد، حداکثر در ۳۰ ثانیه تمام ولتاژها و جریان‌ها صفر می‌شوند. پس گزینه‌ی ۱ می‌تواند صحیح باشد.

حال اگر شبکه‌ی N یک سلف یا یک خازن باشد، برای به‌دست آوردن ثابت زمانی کافی است مقاومت معادل دیده شده از دو سر شبکه را به‌دست آوریم. با حذف تمامی منابع داریم:



$$\Rightarrow R_{eq}=۲۰\,||\,۱۰\,||\,(۶+۴)=۴\,\Omega$$

با توجه به اینکه زمان میرایی ۳۰ ثانیه است، باید ماکزیمم ثابت زمانی ۶ ثانیه باشد.

اگر شبکه‌ی N سلف باشد، آنگاه داریم:

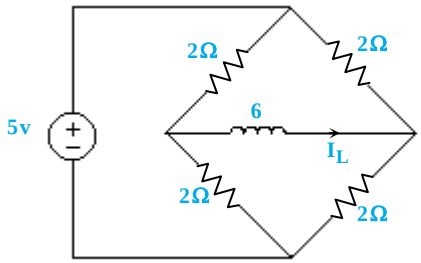
$$\tau=\frac{L}{R}=\frac{L}{۴}=۶ \Rightarrow L=۲۴H$$

اگر شبکه‌ی N خازن باشد، آنگاه داریم:

$$\tau=RC=۴C=۶ \Rightarrow C=\frac{۳}{۲}F$$

بنابراین گزینه‌ی ۲ هم علاوه بر گزینه‌ی ۱ می‌تواند صحیح باشد.

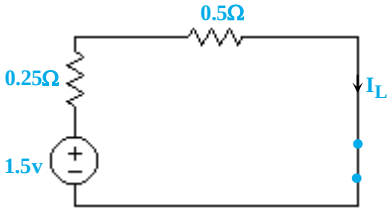
۱۰ـ گزینه «۱» با توجه به پیوستگی جریان سلف، جریان آن را در زمان ۰^- به دست می‌آوریم: $t<۰$:



با توجه به وجود پل وتسون، از سلف مورد نظر جریانی عبور نمی‌کند. بنابراین:

$$i_L(۰^-)=i_L(۰^+)=۰$$

۱۱ـ گزینه «۴» ابتدا شرایط اولیه‌ی سلف را به‌دست می‌آوریم (در زمان‌های منفی): $t<۰$

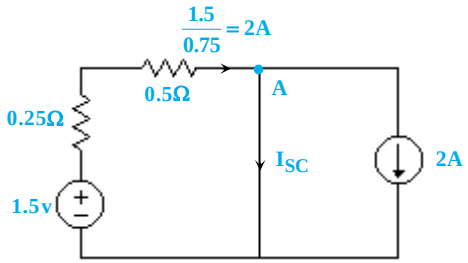


$$I_L(۰^-)=\frac{۱/۵}{۰/۷۵}=۲A$$

حال با توجه به اتصال کوتاه شدن سلف در زمان‌های مثبت، این جریان اولیه همواره در سلف باقی می‌ماند و تغییر نمی‌کند، زیرا:

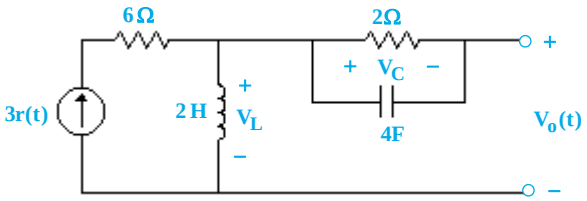
$$v_L = 0 = L\frac{di_L}{dt} \Rightarrow i_L : \text{ثابت}$$

۱۲ـ گزینه «۲» با توجه به اینکه در حلقه‌ی سمت چپ جریان $\frac{1/5}{0/75} = 2$ آمپر جاری است، با اعمال KCL در نقطه‌ی A داریم:



$$I_{SC} = 2 - 2 = 0A$$

۱۳ـ گزینه «۱» با توجه به شکل مشاهده می‌شود که مدار از دو قسمت مرتبه‌ی اول جداگانه تشکیل شده است.

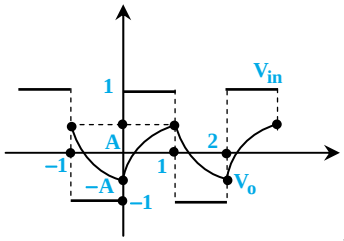


با توجه به پاسخ مدار مرتبه‌ی اول داریم:

$$\begin{cases} v_C(t) = v_C(\infty) + (v_C(0) - v_C(\infty))e^{-\frac{t}{RC}} \Rightarrow v_C(t) = 4e^{-\frac{t}{8}} \\ v_C(\infty) = 0 \end{cases}$$

$$v_L = L\frac{di_L}{dt} = 2 \times \frac{d}{dt}(3t) = 6 \Rightarrow v_o(t) = v_L(t) - v_C(t) = 6 - 4e^{-\frac{t}{8}} v$$

۱۷ـ گزینه «۳» از آنجایی که مدار از زمان‌های طولانی به منبع V_{in} وصل بوده است، می‌توان گفت که مقدار متوسط ورودی و خروجی باید برابر باشند. چون مقدار متوسط ورودی برابر صفر است، لذا مقدار متوسط V_o نیز باید صفر باشد. برای همین، مطابق شکل روبه‌رو، ولتاژ خروجی حالت متقارنی نسبت به محور زمان به خود می‌گیرد:



حال اگر معادله‌ی ولتاژ خازن (یا همان V_o) را از لحظه‌ی صفر $(t = 0)$ بنویسیم، خواهیم داشت:

$$V_o(t) = V_C(\infty) + (V_C(0) - V_C(\infty))e^{-\frac{t}{\tau}} \qquad (1)$$

فرض کرده‌ایم که در لحظه‌ی صفر ولتاژ خازن $-A$ ولت است. پس $V_C(0) = -A$. از طرفی اگر مدار به صورت طولانی به ورودی $V_{in} = 1$ وصل می‌ماند، مطمئناً $V_o = 1$ می‌شد. پس $V_C(\infty) = 1$. ثابت زمانی مدار نیز برابر $\tau = RC = 1s$ می‌باشد. با جایگذاری این مقادیر در معادله‌ی (۱) داریم:

$$\xrightarrow{(1)} V_o(t) = 1 + (-A - 1)e^{-t} = 1 - (A + 1)e^{-t}$$

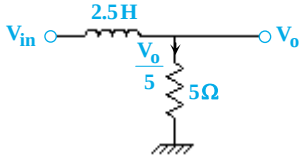
می‌دانیم که در زمان $t = 1$ ورودی به $V_{in} = -1$ تغییر می‌یابد. پس لازم است ولتاژ شارژ شده‌ی خازن را در این لحظه $(t = 1)$ در معادله‌ی (۲) قرار دهیم:

$$\xrightarrow[V_o(1) = A]{(2)} A = 1 - (A + 1)e^{-1} = 1 - 0/63(A + 1) \Rightarrow 1/63A = 0/37 \Rightarrow A = 0/227 \Rightarrow V_o(t) = 1 - 1/227e^{-t}$$

مطابق شکل ولتاژ خازن در $t = 1$ حداکثر است. جریان در این لحظه برابر خواهد بود با:

$$I_C(t) = C\frac{dV_C(t)}{dt} = 1/227e^{-t} \xrightarrow{t=1} I_C(1) \simeq 0/77A$$

۱۸ـ گزینه «۴» با اعمال KVL در حلقه‌ی موجود، داریم:



$$KVL: -V_{in} + 2/5\frac{d}{dt}(\frac{V_o}{5}) + V_o = 0$$

$$\Rightarrow \frac{dV_o}{dt} + 2V_o = 2V_{in}$$

از روی شکل ورودی، معادله‌ی آن به‌دست می‌آید:

$$V_{in} = 10\sin 2t \qquad 0 \le t \le \frac{\pi}{2} \Rightarrow \frac{dV_o}{dt} + 2V_o = 20\sin 2t$$

$$\Rightarrow V_{oh} = ke^{-2t} \rightarrow \text{جواب قسمت همگن}$$

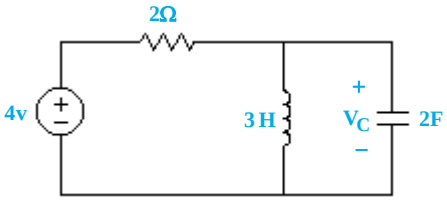
برای به‌دست آوردن جواب خصوصی فرض می‌کنیم $V_{op} = A\sin 2t + B\cos 2t$ باشد، بنابراین:

$$2A\cos 2t - 2B\sin 2t + 2A\sin 2t + 2B\cos 2t = 20\sin 2t \Rightarrow \begin{cases} A - B = 10 \\ A + B = 0 \end{cases} \Rightarrow A = 5, B = -5 \Rightarrow V_o = 5\sin 2t - 5\cos 2t + ke^{-2t}$$

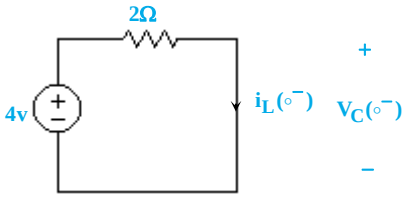
از آنجا که در لحظه‌ی صفر $(t = 0)$ سلف مدار باز است، در نتیجه ولتاژ خروجی برابر صفر می‌باشد.

$$V_o(0) = 0 \rightarrow k = 5 \Rightarrow V_o(t) = 5\sin 2t - 5\cos 2t + 5e^{-2t} \Rightarrow V_o(\frac{\pi}{2}) = 5 + 5e^{-\pi} = 5/21V$$

۱۹ـ گزینه «۳» ابتدا مدار را در زمان‌های قبل از صفر تحلیل کرده و شرایط اولیه‌ی مدار را به‌دست می‌آوریم:



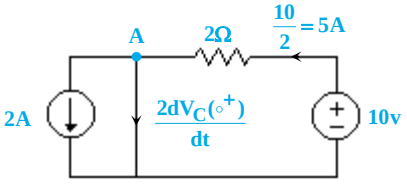
$\Rightarrow t = 0^-$



$$\begin{cases} i_L(0) = 2A \\ v_C(0) = 0\,V \end{cases}$$

با توجه به شرط پیوستگی ولتاژ خازن و جریان سلف در تمام لحظات، برای $t = 0^+$ داریم:

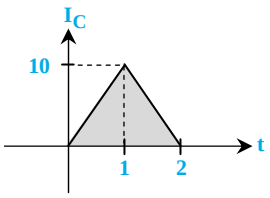
$$v_C(0^+) = 0v \;,\; i_L(0^+) = 2A$$



حال با اعمال KCL در گره A داریم:

$$KCL(A): \frac{2d\,v_C(0^+)}{dt} = 5 - 2 = 3 \Rightarrow \frac{dv_C(0^+)}{dt} = \frac{3}{2}$$

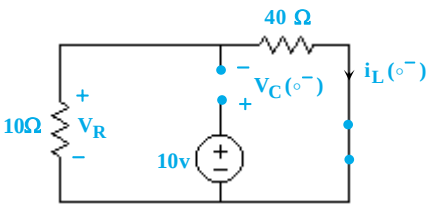
۲۰ـ گزینه «۱» با توجه به اینکه انرژی ذخیره شده در خازن برابر $E = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ می‌باشد، کافی است بار ذخیره شده در آن را به‌دست بیاوریم. برای بار ذخیره شده داریم:



$$i_C = \frac{dQ}{dt} \Rightarrow Q = \int i_C\,dt$$

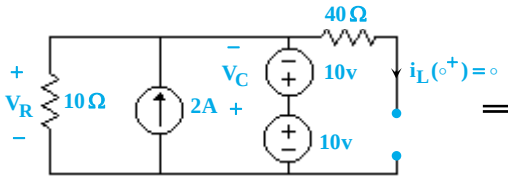
$$\Rightarrow Q = \frac{1}{2} \times 2 \times 10 = 10 \Rightarrow E = \frac{1}{2} \times \frac{(10)^2}{200 \times 10^{-6}} = 250\,kj$$

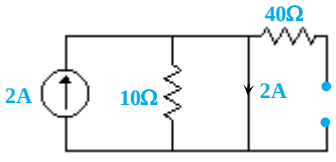
۲۱ـ گزینه «۳» ابتدا مدار را برای زمان‌های منفی تحلیل می‌کنیم تا شرایط اولیه‌ی مدار حاصل شود.



$$\Rightarrow v_C(0^-) = 10v \quad \text{و} \quad i_L(0^-) = 0A$$

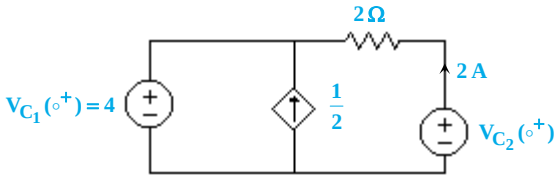
حال برای زمان $t = 0^+$ داریم:





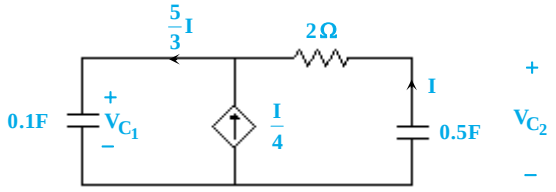
$$\Rightarrow v_R(0^+) = 0 \;,\; v_C(0^+) = 10 \qquad \Rightarrow v_R(0^+) + v_C(0^+) = 10v$$

۲۲ـ گزینه «۴» **روش تشریحی:** ابتدا شرایط اولیه مدار را به‌دست می‌آوریم:



$$\Rightarrow v_{C_2}(0^+)=2\times2+4=8\ v$$

حال با اعمال KVL در حلقه‌ی بیرونی مدار مقدار $I(t)$ را به‌دست می‌آوریم:



$$v_{C_1}(t)=v_{C_1}(0^+)+\frac{1}{0/1}\int_0^t\frac{5}{4}I\,dt$$

$$v_{C_2}(t)=v_{C_2}(0^+)+\frac{1}{0/5}\int_0^t(-I)\,dt$$

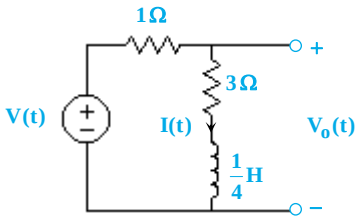
$$KVL:-v_{C_1}(t)-2I+v_{C_2}(t)=0\Rightarrow-4-10\int_0^t\frac{5}{4}I\,dt-2I+8-2\int_0^t I dt=0$$

$$\xrightarrow{\frac{d}{dt}}\begin{cases}\frac{dI}{dt}+\frac{29}{4}I=0\\ I(0^+)=2\end{cases}\Rightarrow I(t)=2e^{-7/25t}\Rightarrow v(t)=v_{C_1}(t)=4+\frac{50}{4}\int_0^t 2e^{-7/25t}\,dt$$

$$v(t)=4+\frac{25}{7/25}(1-e^{-7/25t})=7/45-3/45e^{-7/25t}$$

روش تستی: با بررسی شرط اولیه‌ی $v(0^+)=4$ به راحتی می‌توان به گزینه‌ی ۴ رسید.

۲۳ـ گزینه «۱» با توجه به فرم پاسخ مدار رتبه‌ی اول داریم:



$$V_o(t)=V_o(\infty)+(V_o(0^+)-V_o(\infty))e^{-\frac{R}{L}t}$$

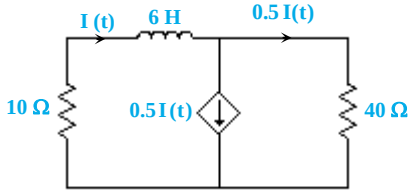
$$\begin{cases}V(t)=0\\ I_L(0^+)=2\end{cases}\Rightarrow V_o(0^+)=V(0^+)-1\times I_L(0^+)=-2\rightarrow V_o(0^+)=-2\quad(1)$$

$$V(t)=0\rightarrow V_o(\infty)=0\quad(2)$$

$$\tau^{-1}=\frac{R}{L}=\frac{3+1}{\frac{1}{4}}=16\quad(3)$$

$$(1),(2),(3)\rightarrow\quad V_o(t)=-2e^{-16t}v$$

۲۴ـ گزینه «۲» با توجه به اینکه $I_L(t)=I(t)$ بنابراین $I(0^+)=2$ می‌باشد، در نتیجه گزینه‌ی ۱ و ۴ نادرست می‌باشد. حال برای رسیدن به پاسخ صحیح کافی است ثابت زمانی مدار را به‌دست آوریم:

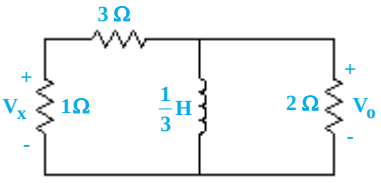


$$\tau^{-1}=\frac{R_{eq}}{L}$$

$$R_{\text{معادل منبع جریان وابسته}}=\frac{40\times0/5\,I(t)}{0/5\,I(t)}=40\,\Omega\quad\Rightarrow\quad R_{eq}=40\|40+10=30\,\Omega$$

$$\Rightarrow\tau^{-1}=\frac{30}{6}=5\quad\Rightarrow\quad I(t)=2e^{-5t}A$$

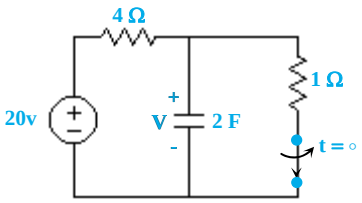
۲۵ـ گزینه «۳» با توجه به فرم پاسخ مدار مرتبه‌ی اول و اینکه در بی‌نهایت به دلیل عدم وجود منبع مستقل همه‌ی متغیرهای مدار صفر می‌شوند، داریم:



$$v_x(t)=v_x(\infty)+(v_x(0^+)-v_x(\infty))e^{-\frac{R}{L}t}$$

$$\begin{cases}v_x(\infty)=0\\ v_x(0^+)=\frac{1}{1+3}\times v_o(0^+)=0/5\,v\\ \tau^{-1}=\frac{R_{eq}}{L}=\frac{(1+3)\|2}{\frac{1}{3}}=4\,sec^{-1}\end{cases}\Rightarrow v_x(t)=0/5\,e^{-4t}v$$

۲۷ـ گزینه «۴» با توجه به فرم پاسخ مدار مرتبه‌ی اول داریم:



$$V(t)=V(\infty)+(V(0^+)-V(\infty))e^{-\frac{t}{RC}}$$

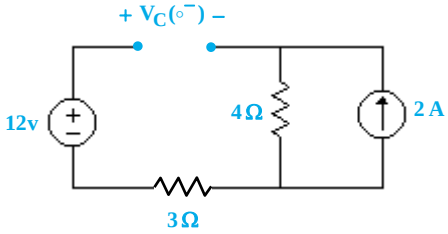
$$V(0^+)=V(0^-)=\frac{1}{1+4}\times 20=4v \quad (1) \quad , \quad V(\infty)=20v \ (2)$$

$$R_{eq}(\text{از دید خازن})=4\Omega \quad \rightarrow \tau=RC=8 \ (3)$$

$$(1),(2),(3) \Rightarrow V(t)=20-16e^{-\frac{t}{8}}v$$

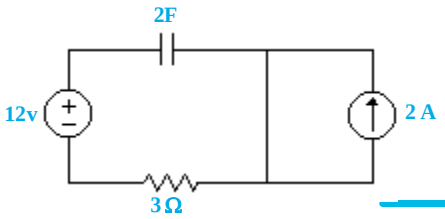
۲۸ـ گزینه «۱» ابتدا با تحلیل مدار در زمان‌های منفی، ولتاژ خازن را در زمان 0^- به‌دست می‌آوریم (در این زمان خازن به حالت دائمی رسیده و مدار باز است):

$t=0^-$:



$$\Rightarrow V_C(0^-)=V_C(0^+)=12-2\times 4=4v$$

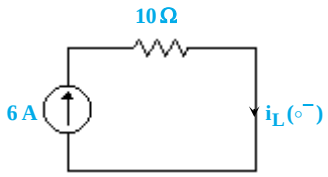
برای زمان‌های مثبت داریم:



$$\Rightarrow \begin{cases} R_{eq}(\text{از دید خازن})=3\Omega \\ \tau=RC=6\sec^{-1} \\ V_C(\infty)=12v \end{cases} \Rightarrow V_C(t)=12+(4-12)e^{-\frac{t}{6}}V=12-8e^{-\frac{t}{6}}V$$

۲۹ـ گزینه «۲» با تحلیل مدار در زمان‌های منفی مشاهده می‌شود:

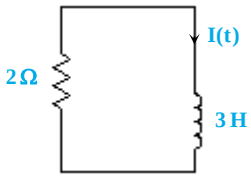
$t=0^-$:



$$\Rightarrow i_L(0^-)=i_L(0^+)=6A$$

برای زمان‌های مثبت داریم:

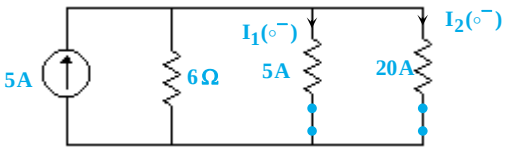
$t>0$:



$$\begin{cases} I(t)=I(\infty)+I((0^+)-I(\infty))e^{-\frac{R}{L}t} \\ I_L(\infty)=0 \ \text{به دلیل عدم وجود منبع مستقل} \\ \tau^{-1}=\frac{R}{L}=\frac{2}{3} \end{cases} \Rightarrow I(t)=6e^{-\frac{2}{3}t}A$$

۳۱ـ گزینه «۱» ابتدا شرایط اولیه‌ی مدار را با تحلیل مدار در زمان‌های منفی به‌دست می‌آوریم:

$t=0^-$:



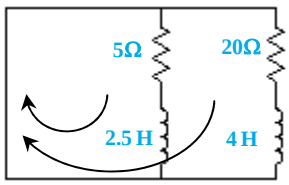
$$I_2(0^-)=\frac{5\|6}{5\|6+20}\times 5=0/6A$$

$$I_1(0^-)=\frac{20\times 0/6}{5}=2/4A$$

برای زمان‌های مثبت داریم:

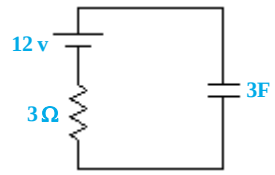
به دلیل عدم وجود منبع مستقل در زمان مثبت $I_۲(\infty)=۰$ ، ۲۰Ω: مقاومت معادل از دید سلف ۴ هانری

به دلیل عدم وجود منبع مستقل در زمان مثبت $I_۱(\infty)=۰$ ، ۵Ω: مقاومت معادل از دید سلف ۲/۵ هانری

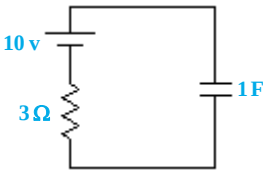


$$\begin{cases} I_۲(t)=I_۲(\infty)+(I_۲(۰)-I_۲(\infty))e^{-\frac{R_{eq_۲}t}{L_۲}}=۰/۶e^{-۵t}A \\ I_۱(t)=I_۱(\infty)+(I_۱(۰)-I_۱(\infty))e^{-\frac{R_{eq_۱}t}{L_۱}}=۲/۴e^{-۲t}A \end{cases}$$

۳۳ـ گزینه «۳» با تحلیل مدار در زمان‌های منفی، ابتدا شرایط اولیه‌ی دو خازن را به‌دست می‌آوریم (دقت کنید خازن در لحظه‌ی $t=۰^-$ به حالت دائمی رسیده و مدار باز می‌شود):

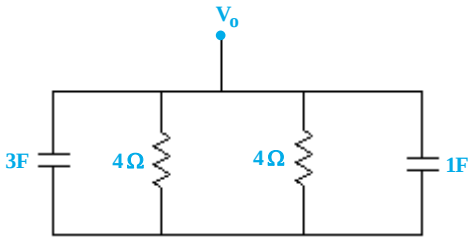


$$\Rightarrow v_{C_۱}(۰^-)=۱۲v$$



$$\Rightarrow v_{C_۲}(۰^-)=۱۰v$$

حال مدار در زمان $t>۰$ به صورت زیر است.



با توجه به مدار مشاهده می‌شود که خازن‌های ۱F و ۳F با هم موازی هستند. از آنجا که شرایط اولیه‌ی آن‌ها متفاوت می‌باشد، پس از موازی شدن به یک ولتاژ یکسان می‌رسند که از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

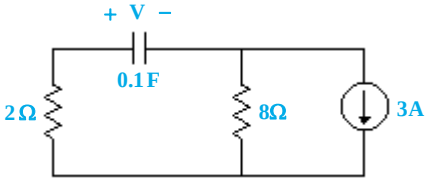
$$v_C(۰^+)=\frac{C_۱v_{C_۱}(۰^-)+C_۲v_{C_۲}(۰^-)}{C_۱+C_۲}=\frac{۳\times۱۲+۱\times۱۰}{۴}=\frac{۲۳}{۲}v$$

از طرفی با توجه به عدم وجود منبع مستقل در زمان‌های مثبت، ولتاژهای نهایی مدار در $t\to\infty$ برابر صفر می‌باشد. بنابراین:

$$V_o(t)=V_o(\infty)+(V_o(۰^+)-V_o(\infty))e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\begin{cases} R(\text{ از دید خازن معادل})=۴\parallel۴=۲\Omega \\ C(\text{معادل موازی در خازن})=۱+۳=۴F \end{cases} \Rightarrow V_o(t)=\frac{۲۳}{۲}e^{-\frac{t}{۸}}=۱۱/۵e^{-\frac{t}{۸}}V$$

۳۴ـ گزینه «۲» با توجه به عدم وجود از منابع در زمان‌های منفی، پس شرط اولیه‌ی خازن برابر صفر می‌باشد. حال برای زمان‌های $۰<t<۱$ مدار به شکل زیر می‌باشد.



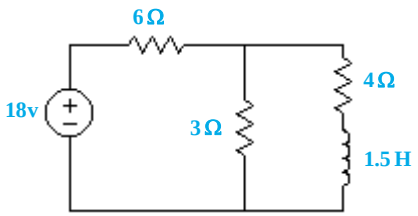
در زمان بی‌نهایت خازن مدار باز می‌شود، بنابراین:

$$V_C(\infty)=۳\times۸=۲۴V \quad , \quad R_{eq}(\text{از دید خازن})=۲+۸=۱۰\Omega$$

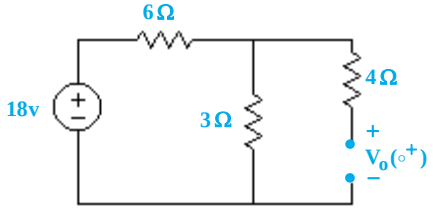
$$\Rightarrow V_C(t)=V(t)=V_C(\infty)+(V_C(۰)-V_C(\infty))e^{-\frac{t}{RC}}=۲۴(۱-e^{-t}) \quad \text{و} \quad (۰<t<۱)$$

۳۵ـ گزینه «۳» با توجه به عدم وجود منبع مستقل در زمان منفی، شرط اولیه‌ی سلف برابر صفر می‌باشد. حال برای زمان‌های مثبت داریم:

$$i_L(۰^-)=i_L(۰^+)=۰$$



$\xrightarrow{t=۰^+}$

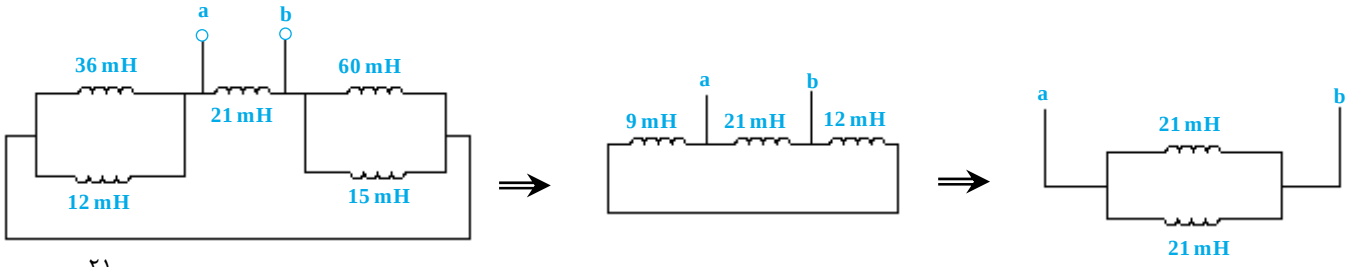


$$\Rightarrow V_o(۰^+)=\frac{۳}{۳+۶}\times۱۸=۶v$$

$t\to\infty \Rightarrow$ سلف به حالت دائمی رسیده و اتصال کوتاه می‌شود. $\to V_o(\infty)=۰$ $\Rightarrow V_o(t)=۶e^{-\frac{R}{L}t}u(t)$

$R_{eq}(\text{از دید سلف با حذف منبع ولتاژ})=(۳\parallel۶)+۴=۶\Omega \quad \Rightarrow V_o(t)=۶e^{-۴t}u(t)V$

۳۶ـ گزینه «۲» با ساده‌سازی مدار مرحله به مرحله اندوکتانس معادل دیده شده از دو سر a و b را به‌دست می‌آوریم:



$$\Rightarrow L_{ab}=\frac{۲۱}{۲}=۱۰/۵\ \text{mH}$$

۳۸ـ گزینه «۱» انرژی ذخیره شده در سلف از روی $P(t)$ به‌دست می‌آید. برای این منظور بایستی $V(t)$ را محاسبه کنیم:

$$V(t)=L\frac{di}{dt}=۱۰^{-۲}(۵e^{-t}-۵te^{-t})=۵\times۱۰^{-۲}e^{-t}(۱-t)$$

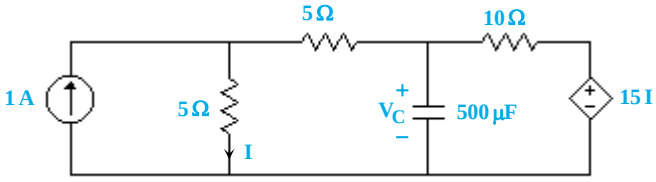
$$P(t)=V(t).I(t)=۵\times۱۰^{-۲}e^{-t}(۱-t)(۵te^{-t})=۰/۲۵(t-t^{۲})e^{-۲t}$$

زمانی توان جذبی سلف حداکثر می‌شود که $P(t)$ بیشینه شود. لذا:

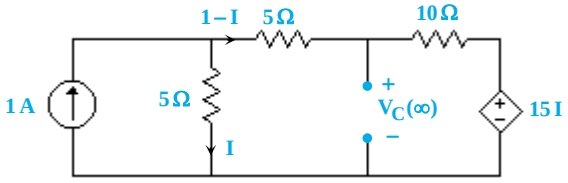
$$\frac{dP(t)}{dt}=۰\Rightarrow\frac{dP(t)}{dt}=۰/۲۵(۱-۲t)e^{-۲t}-۰/۵(t-t^{۲})e^{-۲t}=۰/۲۵e^{-۲t}(۱-۴t+۲t^{۲})$$

اگر معادله‌ی $۲t^{۲}-۴t+۱=۰$ را حل کنیم، در زمان $t_۱\simeq۰/۳s$ و $t_۲=۱/۷s$ به‌دست می‌آید که $t_۱$ در گزینه‌هاست.

۳۹ـ گزینه «۱» با توجه به بسته بودن کلید در زمان‌های منفی، تمامی جریان منبع جریان وارد کلید می‌شود. بنابراین ولتاژ اولیه‌ی خازن برابر صفر می‌باشد. حال مدار را برای زمان‌های $t>۰$ تحلیل می‌کنیم:



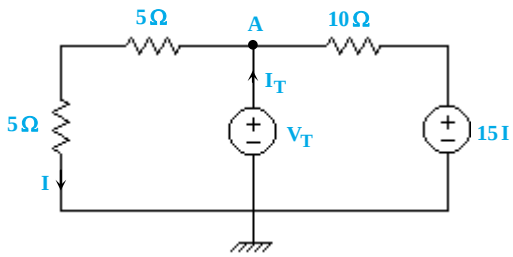
با توجه به فرم پاسخ مدار مرتبه‌ی اول، برای نوشتن معادله‌ی زمانی ولتاژ خازن علاوه بر مقدار اولیه ولتاژ به مقدار نهایی ولتاژ و ثابت زمانی نیاز داریم. از طرفی در زمان بی‌نهایت خازن مدار باز می‌شود. بنابراین داریم:



$$KVL:-۵I+۱۵(۱-I)+۱۵I=۰\ \Rightarrow I=۳A$$

$$\Rightarrow V_C(\infty)=۱۵I+۱۰\times(۱-I)=۴۵-۲۰=۲۵\ v$$

برای به‌دست آوردن مقاومت دیده شده از دو سر خازن، منبع تستی به جای آن قرار می‌دهیم:



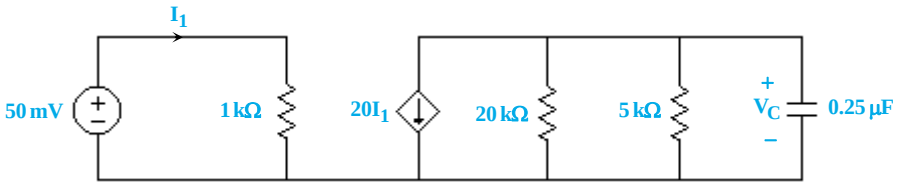
$$KVL(A):\frac{V_T}{۱۰}-I_T+\frac{V_T-۱۵I}{۱۰}=۰\qquad (۱)$$

از طرفی داریم: $I=\frac{V_T}{۱۰}$، پس:

$$\xrightarrow{(۱)}\frac{V_T}{۱۰}-I_T+\frac{V_T-۱/۵V_T}{۱۰}=۰\Rightarrow V_T=۲۰I_T\Rightarrow R_{th}=۲۰\Omega$$

$$\Rightarrow\tau=RC=۵۰۰\times۱۰^{-۶}\times۲۰=۰/۰۱\ \text{Sec}\qquad\Rightarrow\qquad V_C(t)=۲۵(۱-e^{-۱۰۰t})V$$

۴۰ـ گزینه «۴» با توجه به عدم وجود منبع مستقل در زمان‌های منفی، ولتاژ اولیه‌ی خازن برابر صفر می‌باشد $(V_C(۰)=۰)$. برای $t>۰$ داریم:



$$I_۱=\frac{۵۰\ \text{mv}}{۱\ \text{k}\Omega}=۵۰\ \mu\text{A}$$

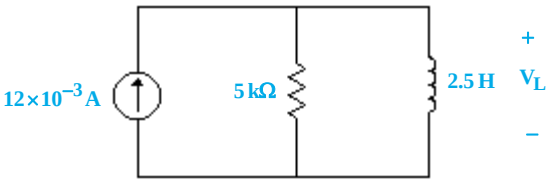
از طرفی در زمان بی‌نهایت خازن به حالت دائمی رسیده و مدار باز می‌شود، بنابراین ولتاژ آن در بی‌نهایت به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$v_C(\infty) = -۲۰I_۱ \times \underbrace{(۲۰ \parallel ۵)}_{۴} \times ۱۰^{۳} = -۴v$$

حال برای به‌دست آورن ثابت زمانی، مقدار R را به‌دست می‌آوریم. برای این کار منبع ولتاژ را خنثی می‌کنیم که در نتیجه آن منبع جریان وابسته نیز حذف می‌شود.

$$\begin{cases} R_{eq}(\text{از دید خازن}) = ۲۰ \parallel ۵ = ۴ \ k\Omega \\ \tau = RC = ۴ \times ۱۰^{۳} \times ۰/۲۵ \times ۱۰^{-۶} = ۱۰^{-۳} \end{cases} \Rightarrow v_C(t) = -۴(۱ - e^{-۱۰۰۰t})v$$

۴۱ـ گزینه «۴» برای بازه‌ی زمانی $۰ < t < ۲۰۰\mu s$ مدار به صورت روبه‌رو است:



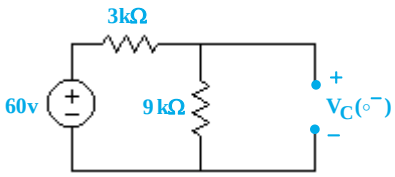
در لحظه‌ی $t = ۰^-$ به دلیل عدم وجود منبع مستقل جریان اولیه‌ی سلف برابر صفر می‌باشد. بنابراین در لحظه‌ی $t = ۰^+$ مدار باز است، در نتیجه ولتاژ سلف در لحظه‌ی $t = ۰^+$ به صورت روبه‌رو است: $v_L(۰^+) = ۱۲ \times ۱۰^{-۳} \times ۵ \times ۱۰^{۳} = ۶۰v$

در بی‌نهایت سلف به حالت دائمی خود رسیده و اتصال کوتاه می‌شود. بنابراین ولتاژ دو سرش در بی‌نهایت برابر صفر می‌باشد.

$$V_L(t) = V_L(\infty) + (V_L(۰^+) - V_L(\infty))\, e^{-\frac{R}{L}t} \Rightarrow V_L(t) = ۶۰e^{-\frac{R}{L}t} \xrightarrow[L=۲/۵]{R=۵\times۱۰^{۳}} V_L(t) = ۶۰\, e^{-۲۰۰۰t} V$$

۴۳ـ گزینه «۲» ابتدا ولتاژ اولیه‌ی خازن را با تحلیل مدار در زمان‌های منفی به‌دست می‌آوریم:

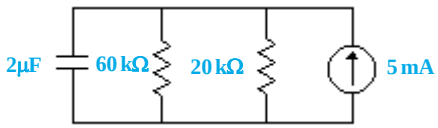
$t = ۰^-$:



$$v_C(۰^+) = v_C(۰^-) = \frac{۹}{۹+۳} \times (-۶۰) = -۴۵\ v$$

برای زمان‌های مثبت داریم:

با توجه به اینکه خازن در بی‌نهایت به حالت دائمی رسیده و مدار باز می‌شود، ولتاژ آن را در بی‌نهایت محاسبه می‌کنیم:

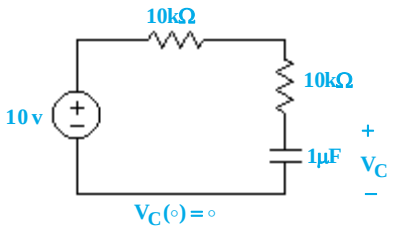


$$\begin{cases} v_C(\infty) = ۵ \times ۱۰^{-۳} \times (۲۰ \parallel ۶۰) \times ۱۰^{۳} = ۷۵\ v \\ R_{eq}(\text{از دید خازن}) = ۲۰ \parallel ۶۰ = ۱۵\ k\Omega \\ \tau = RC = ۱۵ \times ۱۰^{۳} \times \frac{۲}{۳} \times ۱۰^{-۶} = ۱۰^{-۲} \end{cases} \Rightarrow v_C(t) = ۷۵ - ۱۲۰\, e^{-۱۰۰t} v$$

۴۴ـ گزینه «۲» ابتدا مدار را برای بازه‌ی زمانی $۰ < t < ۱۳/۸\ ms$ تحلیل می‌کنیم تا با به‌دست آوردن ولتاژ خازن در $t = ۱۳/۸^-\ ms$ و شرط پیوستگی ولتاژ آن، جریان عبوری از خازن را در لحظه‌ی $t = ۱۳/۸^+\ ms$ به‌دست آوریم:

$۰ < t < ۱۳/۸\ ms$:

با توجه به اینکه خازن در بی‌نهایت مدار باز می‌شود، داریم:



$$v_C(\infty) = ۱۰\ v$$

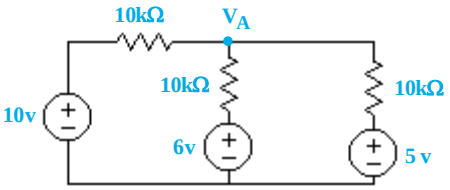
$$R_{eq}(\text{ از دید خازن }) = ۱۰ + ۱۰ = ۲۰\ k\Omega$$

$$\tau = RC = ۲۰ \times ۱۰^{۳} \times ۱۰^{-۶} = ۰/۰۲\ sec$$

$$\Rightarrow v_C(t) = ۱۰(۱ - e^{-۵۰t}) \xrightarrow{t=۱۳/۸\ ms} v_C(۱۳/۸\,ms) = ۱۰(۱ - e^{-۰/۶۹}) = ۵\ v$$

$$\Rightarrow v_C(۱۳/۸^+) = v_C(۱۳/۸^-) = ۵\ v$$

برای زمان $t=۱۳/۸^{+}\,ms$ داریم:



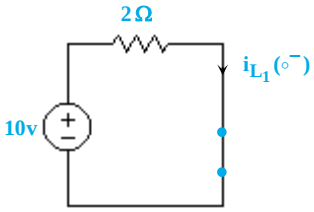
$$\frac{v_A-۱۰}{۱۰}+\frac{v_A-۶}{۱۰}+\frac{v_A-۵}{۱۰}=۰$$

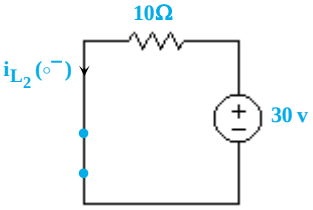
$$\Rightarrow ۳v_A=۲۱ \Rightarrow v_A=۷\,v$$

$$\Rightarrow \quad I_C(۱۳/۸^{+})=\frac{۷-۵}{۱۰\times۱۰^{۳}}=۰/۲\,mA$$

۴۵ـ گزینه «۳» ابتدا با تحلیل مدار برای زمان‌های منفی مقدار جریان سلف‌ها را در لحظه‌ی ۰^{-} به‌دست می‌آوریم:

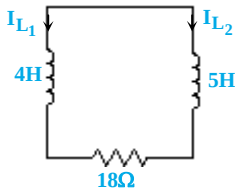
$t=۰^{-}$:





$$\Rightarrow i_{L_۱}(۰^{-})=i_{L_۱}(۰^{+})=\frac{۱۰}{۲}=۵A$$

$$i_{L_۲}(۰^{-})=i_{L_۲}(۰^{+})=\frac{۳۰}{۱۰}=۳A$$



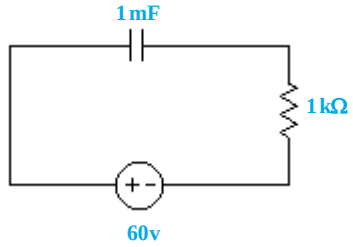
حال در زمان‌های مثبت سلف‌ها با هم سری می‌شوند، بنابراین باید جریان اولیه‌ی معادلشان را به‌دست آوریم:
(توجه شود که چون جهت جریان سلف $L_۲$ در خلاف جهت $I(t)$ می‌باشد، آن را منفی در نظر می‌گیریم).

$$I_L(۰^{+})=\frac{L_۱I_{L_۱}(۰)+L_۲I_{L_۲}(۰)}{L_۱+L_۲}=\frac{۴\times۵-۵\times۳}{۹}=\frac{۵}{۹}\,A$$

با توجه به اینکه در مدار مربوط به $t>۰$ منبع مستقل وجود ندارد، بنابراین $I(\infty)$ برابر صفر می‌باشد. با استفاده از فرم پاسخ مدار مرتبه‌ی اول داریم:

$$I(t)=I(\infty)+(I(۰)+I(\infty))\,e^{-\frac{R}{L}t} \xrightarrow[L=۹H]{R=۱۸\Omega} I(t)=\frac{۵}{۹}e^{-\frac{۱۸}{۹}t}=\frac{۵}{۹}e^{-۲t}\,A$$

۴۶ـ گزینه «۱» با توجه به در مدار نبودن منبع ولتاژ در زمان منفی، ولتاژ اولیه‌ی خازن برابر صفر می‌باشد و همچنین با توجه به مدار باز شدن خازن در بی‌نهایت ولتاژ دو سرش برابر ۶۰ ولت می‌شود. ثابت زمانی مدار نیز ۱ می‌باشد، پس:



$$V_C(t)=۶۰+(۰-۶۰)e^{-t}=۶۰(۱-e^{-t})$$

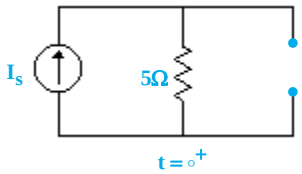
$$\xrightarrow{I_C=C\frac{dv_C}{dt}} i_C(t)=i_R(t)=۱۰^{-۳}\times۶۰e^{-t}=۰/۰۶e^{-t}$$

$$V_R(t)=۱۰^{۳}\,i_R(t)=۶۰e^{-t}$$

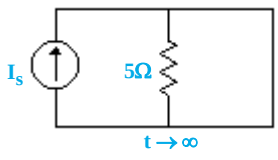
حال برای به‌دست آوردن زمان خواسته شده، ولتاژ خازن را ۳ برابر ولتاژ و مقاومت قرار می‌دهیم:

$$۳\times۶۰e^{-t}=۶۰-۶۰e^{-t} \quad \Rightarrow \quad e^{-t}=\frac{۱}{۴} \quad \rightarrow \quad t=Ln\,۴\,sec$$

۴۷ـ گزینه «۳» معادله‌ی زمانی جریان سلف و جریان مقاومت را برحسب I_S می‌نویسیم:



$$\begin{cases} i_L(۰^{+})=۰ \\ i_L(۰^{+})=I_S \end{cases} \rightarrow I_L(t)=I_S(۱-e^{-\frac{۵}{۲/۵}t})=I_S(۱-e^{-۲t})\,A$$



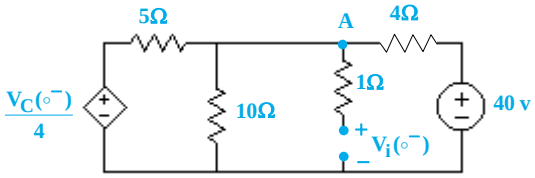
$$\begin{cases} i_R(۰^{+})=I_S \\ i_R(\infty)=۰ \end{cases} \rightarrow i_R(t)=I_S\,e^{-۲t}\,A$$

حال زمان برابر شدن مقدار جریان سلف و مقاومت را به‌دست می‌آوریم:

$$i_R(t)=i_L(t) \Rightarrow I_S\,e^{-۲t}=I_S(۱-e^{-۲t}) \rightarrow t=\frac{۱}{۲}Ln\,۲\,sec$$

۴۸ـ گزینه «۱» برای به‌دست آوردن ولتاژ اولیه‌ی صفر مدار را برای زمان‌های منفی تحلیل می‌کنیم. در لحظه‌ی $t=0^-$ خازن مدار باز می‌شود، بنابراین داریم:

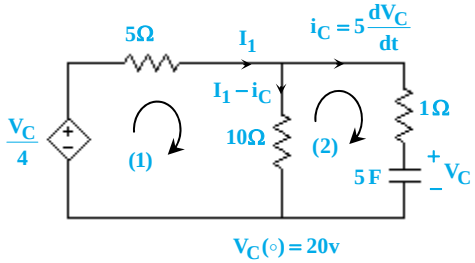
$t=0^-$:



$$KCL\ (A):\ \frac{V_C(0^-)-40}{4}+\frac{V_C(0^-)}{10}+\frac{V_C(0^-)-\frac{V_C(0^-)}{4}}{5}=0$$

$$\Rightarrow V_C(0^-)=20\ v$$

حال برای زمان‌های $t>0$ داریم:



$$KVL\ (1):\ \frac{-V_C}{4}+5I_1+10(I_1-5\frac{dV_C}{dt})=0$$

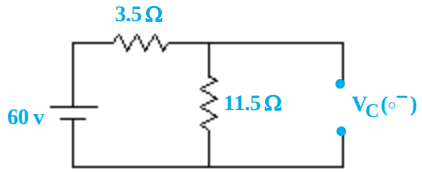
$$\Rightarrow\ 15\,I_1=50\frac{dV_C}{dt}+\frac{V_C}{4}\quad (1)$$

$$KVL\ (2):\ 5\frac{dV_C}{dt}+V_C-10(I_1-5\frac{dV_C}{dt})=0\Rightarrow\ 10\,I_1=55\frac{dv_C}{dt}+V_C\quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)}\begin{cases}\frac{dV_C}{dt}+\frac{1}{26}V_C=0\\ V_C(0)=20\,v\\ V_C(\infty)=0\,v\end{cases}\rightarrow V_C(t)=20e^{-\frac{t}{26}}$$

۴۹ـ گزینه «۴» با توجه به وضعیت a کلید ولتاژ اولیه‌ی خازن را به‌دست می‌آوریم:

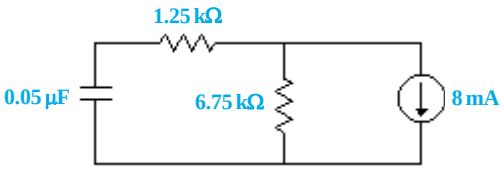
$t=0^-$:



$$V_C(0^-)=\frac{11/5}{11/5+3/5}\times 60=46\ v$$

برای وضعیت b کلید داریم:

در بی‌نهایت خازن مدار باز می‌شود، بنابراین:

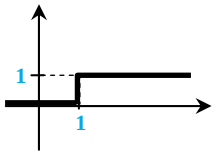


$$V_C(\infty)=-8\times10^{-3}\times6/75\times10^{3}=-54\ V$$

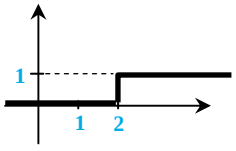
$$V_C(t)=-54+(46-(-54))\,e^{-\frac{t}{\tau}}=-54+100\,e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$V_C(t)=0\rightarrow t=-\tau\,Ln\frac{54}{100}=-\tau\,Ln\,0/54\,sec$$

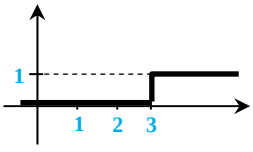
۵۱ـ گزینه «۴» شکل داده شده از مجموع شکل‌های زیر تشکیل شده است:



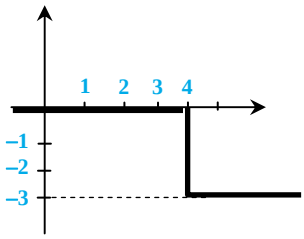
$f_1=u(t-1)$



$f_2=u(t-2)$



$f_3=u(t-3)$

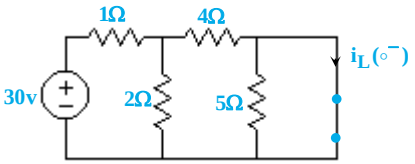


$f_4=-3u(t-4)$

$$f(t)=f_1+f_2+f_3+f_4=u(t-1)+u(t-2)+u(t-3)-3u(t-4)$$

۵۲ـ گزینه «۴» ابتدا جریان اولیه‌ی سلف را محاسبه می‌کنیم:

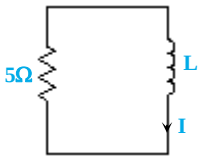
$t = 0^-$:



$$i_L(0^-) = \frac{2}{2+4} \times \frac{30}{1+(2\|4)} = \frac{30}{7}\ A$$

برای زمان‌های $t > 0$ داریم:

$t > 0$:



$$i_L(\infty) = 0 \quad \Rightarrow \quad i_L(t) = i_L(0^+)e^{-\frac{R}{L}t}$$

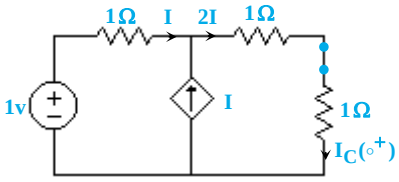
$$\Rightarrow i_L(t) = \frac{30}{7}e^{-\frac{5}{L}t} \xrightarrow{i_L(0/1)=1/14} 1/14 = 4/28\, e^{-\frac{0/5}{L}}$$

$$\Rightarrow \frac{0/5}{L} = \text{Ln}\frac{4/28}{1/14} \Rightarrow L = \frac{0/5}{\text{Ln}\,3/75} = \frac{-0/5}{\text{Ln}\,0/26}\ H$$

۵۳ـ گزینه «۲» ابتدا مدار را برای زمان‌های منفی تحلیل می‌کنیم. از آنجایی که هیچ منبعی قبل از $t = 0$ مقدار نداشته است، لذا: $V_C(0^-) = 0$

حال برای $t = 0^+$ داریم:

$t = 0^+$:

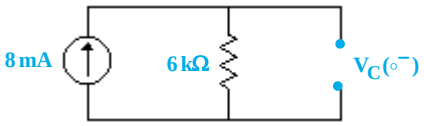


$$KVL(\text{حلقه‌ی بیرونی}): -1 + I + 2I \times (1+1) = 0$$

$$\Rightarrow I = \frac{1}{5} \rightarrow \quad I_C(0^+) = \frac{2}{5} = 0/4\ A$$

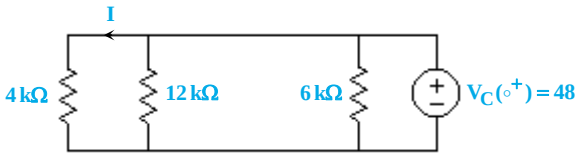
بنابراین گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح می‌باشد.

۵۵ـ گزینه «۲» با توجه به اینکه خازن در لحظه‌ی $t = 0^-$ مدار باز می‌شود، بنابراین:



$$v_C(0^-) = v_C(0^+) = 48\ v$$

برای $t = 0^+$ داریم:

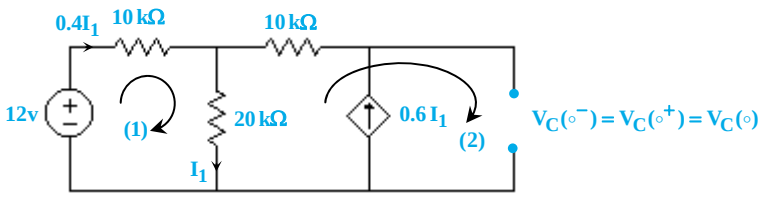


$$\Rightarrow I(0^+) = \frac{48}{4 \times 10^3} = 12\ mA$$

با توجه به عدم وجود منبع مستقل برای زمان $t > 0$، بنابراین $I(\infty) = 0$ می‌باشد.

$$R_{eq}(\text{از دید خازن}) = 4\|12\|6 = 2\ k\Omega \quad \Rightarrow \quad \tau = RC = 10^{-2}\ sec \Rightarrow \quad I(t) = I(\infty) + (I(0^+) - I(\infty))e^{-\frac{t}{RC}} \Rightarrow I(t) = 12e^{-100t}\ mA$$

۵۶ـ گزینه «۱» با توجه به اینکه خازن در لحظه‌ی 0^- مدار باز می‌شود، داریم:



با اعمال KVL در حلقه‌ی (۱) مقدار I_1 را به‌دست می‌آوریم:

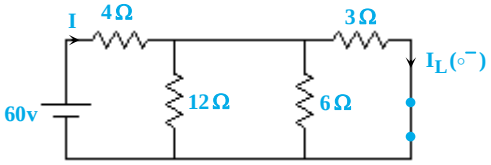
$$KVL\,(1): -12 + 4 \times 10^3 I_1 + 20 \times 10^3 I_1 = 0 \Rightarrow 24 \times 10^3 I_1 = 12 \Rightarrow I_1 = 0/5\ mA$$

حال با اعمال KVL در حلقه‌ی (۲) مقدار $V_C(0)$ را به‌دست می‌آوریم:

$$KVL\,(2): -20 \times 10^3 I_1 - 6 \times 10^3 I_1 + V_C(0) = 0 \Rightarrow V_C(0) = 26 \times 10^3 \times 0/5 \times 10^{-3} = 13v$$

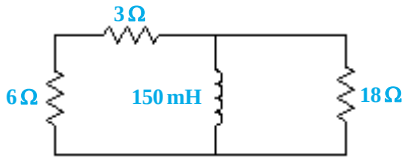
۵۸ـ گزینه «۱» ابتدا جریان اولیه‌ی سلف را در زمان $t=0^-$ به‌دست می‌آوریم:

$t=0^-$:



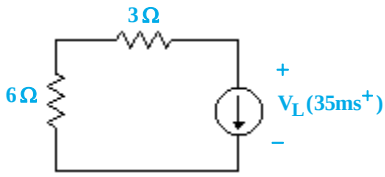
$$I=\frac{60}{4+12\|6\|3}=10/5 \Rightarrow I_L(0^-)=\frac{12\|6}{12\|6+3}\times 10/5=6A$$

حال برای $0<t<35\ ms$ داریم:



$$\begin{cases} i_L(\infty)=0 \\ R_{eq}(\text{از دید خازن})=9\|18=6\Omega \rightarrow i_L(t)=6e^{-40t} \rightarrow i_L(35\,ms)\simeq 1/48\,A \\ \tau=\frac{L}{R}=0/025S \end{cases}$$

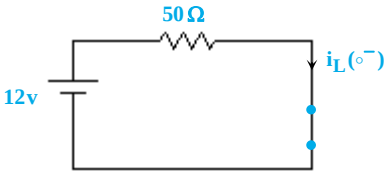
برای زمان $t=35^+\ ms$ داریم:



$$\Rightarrow v_L(35\,ms^+)=-1/48\times 9\simeq -13/3v$$

۵۹ـ گزینه «۱» با توجه به اینکه در زمان‌های منفی کلید بسته بوده و در سلف به حالت دائمی خود رسیده است (اتصال کوتاه)، از قورباغه جریانی عبور نمی‌کند.

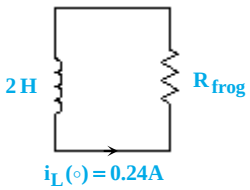
$t=0^-$:



$$i_L(0^-)=\frac{12}{50}=0/24A$$

حال بعد از باز شدن کلید مدار به صورت مقابل خواهد بود:

$t>0$:



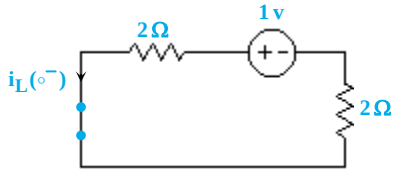
$$\xrightarrow{i_L(\infty)=0} i_L(t)=i_L(0)e^{-\frac{R}{L}t}=0/24e^{-\frac{R}{2}t}A$$

از طرفی داریم:

$$i_L(t=5s)=10\times 10^{-3}A \Rightarrow 0/24\times e^{-\frac{R_{frog}}{2}\times 5}=0/01 \Rightarrow \frac{R_{frog}}{2}\times 5=Ln\frac{0/24}{0/01} \Rightarrow R_{frog}\simeq 1/3\Omega$$

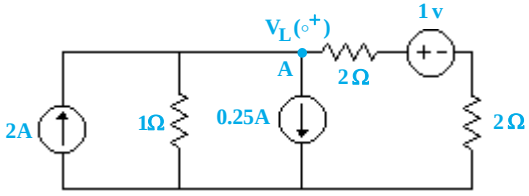
۶۰ـ گزینه «۳» ابتدا جریان سلف را در لحظه‌ی $t=0^-$ به دست می‌آوریم:

$t=0^-$:



$$\Rightarrow i_L(0^-)=\frac{1}{4}=0/25\,A$$

حال برای لحظه‌ی $t=0^+$ داریم:

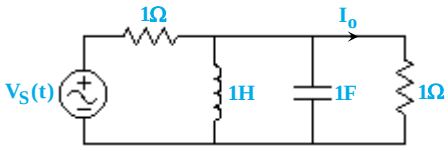


$$KCL\,(A):\ -2+\frac{V_C(0^+)}{1}+0/25+\frac{V_C(0^+)-1}{4}=0$$

$$\Rightarrow 5V_L(0^+)=8 \Rightarrow V_L(0^+)=\frac{dI_L(0^+)}{dt}=\frac{8}{5}v$$

آزمون فصل سوم

۱ـ در مدار زیر معادله دیفرانسیل ارتباط‌دهنده I_o و V_S کدام است؟



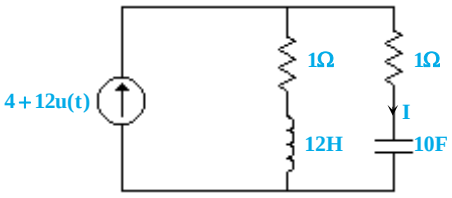
۱) $\frac{dV_S}{dt} = \frac{d^2 I_o}{dt^2} + \frac{2dI_o}{dt} + I_o$

۲) $\frac{d^2 V_S}{dt^2} = \frac{d^2 I_o}{dt^2} + \frac{dI_o}{dt} + 2I_o$

۳) $\frac{d^2 V_S}{dt^2} + \frac{3dV_S}{dt} = \frac{d^2 I_o}{dt^2} + \frac{dI_o}{dt} + I_o$

۴) $\frac{d^2 V_S}{dt^2} + \frac{2dV_S}{dt} + 3V_S = \frac{d^2 I_o}{dt^2} + \frac{2dI_o}{dt} + 3I_o$

۲ـ در مدار زیر مقدار $\frac{dI(0^+)}{dt}$ برحسب آمپر بر ثانیه کدام است؟



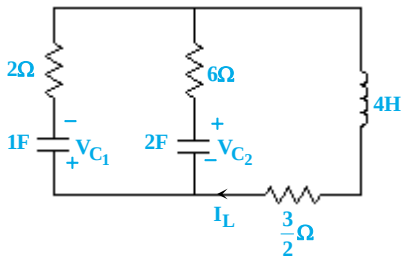
۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

۳ـ در مدار زیر اگر $I_L(0^-) = 2A$ و $V_{C_1}(0^-) = 3v$ و $V_{C_2}(0^-) = 1v$ باشد، مقدار $\frac{dI_L}{dt}(0^+)$ برحسب آمپر بر ثانیه کدام است؟



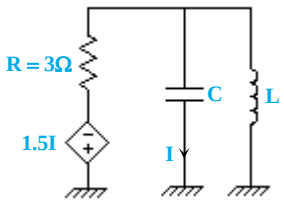
۱) -15

۲) ۱۵

۳) ۲

۴) -2

۴ـ مقدار ω_0 در مدار زیر کدام است؟



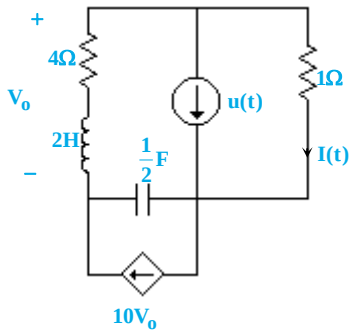
۱) $\sqrt{\frac{C}{L}}$

۲) $\sqrt{\frac{3}{2LC}}$

۳) $\sqrt{\frac{2}{3LC}}$

۴) $\sqrt{\frac{L}{C}}$

۵ـ در مدار زیر مقدار $\frac{d^2 I(0^+)}{dt^2}$ کدام گزینه است؟



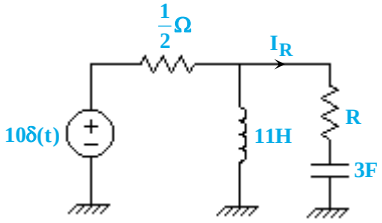
۱) $-8/75 \frac{A^2}{sec^2}$

۲) $-7/75 \frac{A^2}{sec^2}$

۳) $7/75 \frac{A^2}{sec^2}$

۴) $8/75 \frac{A^2}{sec^2}$

۶ـ در مدار زیر مقدار R برحسب اهم کدام باشد، تا جریان گذرنده از R به صورت $6\delta(t)$ باشد؟



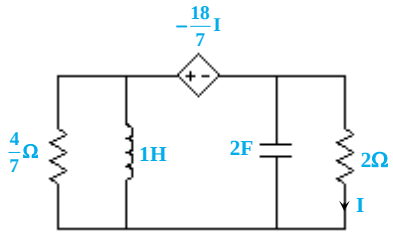
۱) $\frac{2}{5}$

۲) $\frac{6}{7}$

۳) $\frac{7}{6}$

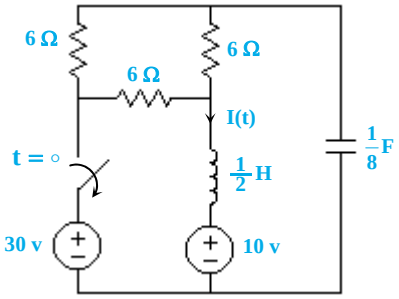
۴) $\frac{5}{2}$

۷ـ نحوه عملکرد مدار زیر کدام گزینه است؟



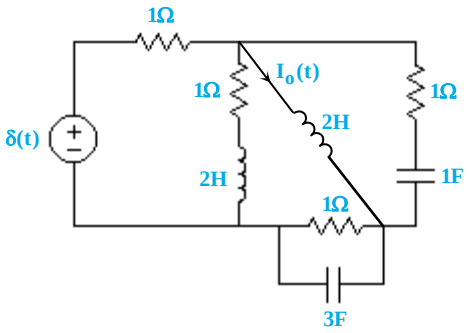
۱) میرایی نوسانی
۲) میرایی بحرانی
۳) میرایی شدید
۴) بدون اتلاف

۸ـ در مدار زیر معادله زمانی $I(t)$ برای $t > 0$ کدام است؟



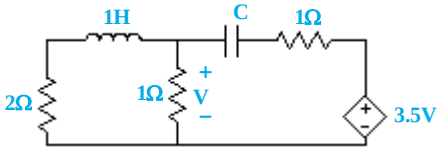
۱) $(3-10t)e^{-4t}$
۲) $(2-20t)e^{-4t}$
۳) $(5-40t)e^{-4t}$
۴) $(10-5t)e^{-4t}$

۹ـ در مدار زیر مقدار $I_0(0^+)$ برحسب آمپر کدام است؟



۱) $\frac{1}{2}$
۲) ۴
۳) ۱
۴) $\frac{1}{4}$

۱۰ـ نوسان‌سازی مدار زیر با کدام خازن برحسب فاراد امکان دارد؟

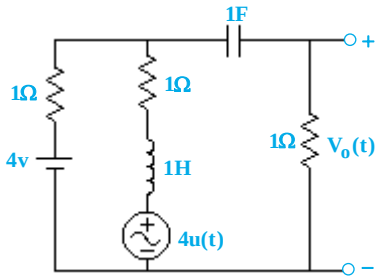


۱) $\frac{1}{2}$
۲) $\frac{1}{3}$
۳) ۲
۴) ۳

۱۲ـ معادله پوش پاسخ ضربه یک مدار RLC سری به صورت $f(t)=6/25e^{-3t}$ است. در صورتی که $L=1/66H$ و $C=2/4mF$ باشد مقدار R برحسب اهم کدام است؟ $(T_d=\frac{\pi}{2})$

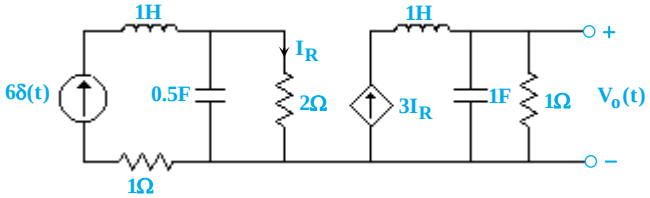
۱) ۳ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۱۰

۱۳ـ معادله تغییرات $V_0(t)$ در مدار زیر کدام است؟



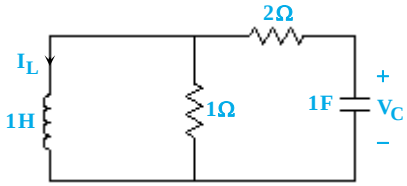
۱) $2te^{-t}$
۲) $t-e^{-t}$
۳) te^{-t}
۴) $t+e^{-t}$

۱۴ـ پاسخ مدار زیر کدام است؟



۱) $te^{-t}u(t)$
۲) $9te^{-t}u(t)$
۳) $18te^{-t}u(t)$
۴) $-9te^{-t}u(t)$

۱۶ـ در مدار زیر مقدار $\frac{dV_C(\circ^+)}{dt}$ بر حسب ولت بر ثانیه کدام گزینه است؟ $(V_C(\circ^-) = I_L(\circ^-) = ۱)$



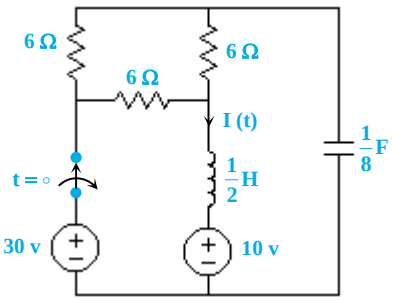
۱) ۱

۲) $\frac{۲}{۳}$

۳) $\frac{۳}{۲}$

۴) ۱-

۱۷ـ در مدار زیر معادله زمانی I(t) به صورت کدام حالت خواهد بود؟



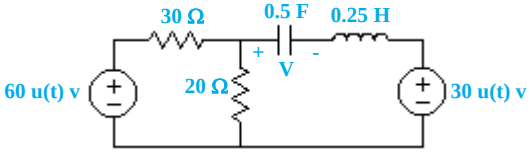
۱) حالت فوق میرا

۲) حالت زیر میرا

۳) حالت میرایی بحرانی

۴) حالت بی اتلاف

۱۸ـ در مدار زیر مقدار $V(t=\infty)$ کدام گزینه بر حسب ولت است؟



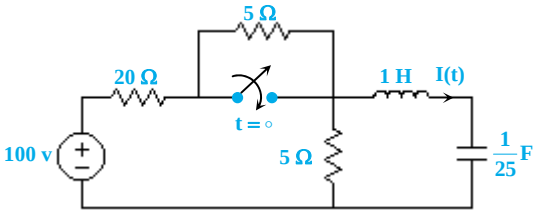
۱) ۶-

۲) ۶

۳) ۲۴

۴) ۲۴-

۱۹ـ در مدار روبرو بعد از کلیدزنی معادله I(t) کدام است؟



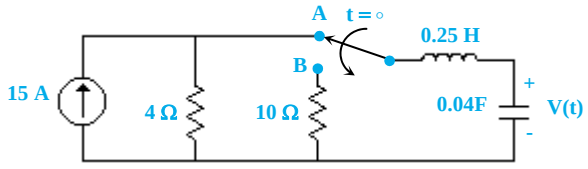
۱) $۰/۱e^{-۲t}\sin(۲/۵t)$

۲) $۰/۲e^{-۲t}\sin(۳/۵t)$

۳) $۰/۵e^{-۲t}\sin ۲t$

۴) $۰/۷\sin(۴/۵t)e^{-۲t}$

۲۲ـ در مدار زیر معادله V(t) بعد از کلیدزنی کدام است؟



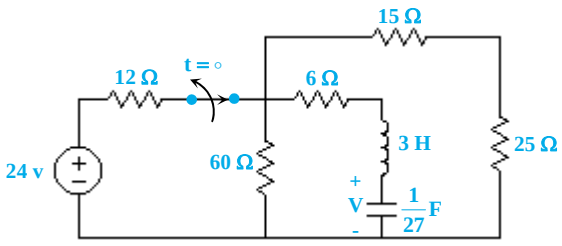
۱) $۶۰te^{-۲/۶t}$

۲) $۶۴/۴e^{-۲/۶t} - ۴/۶e^{-۳۷t}$

۳) $۳۰e^{-۲/۶t} - ۱۰e^{-۳۷t}$

۴) $۲۰/۱e^{-۲/۶t} - ۱۰e^{-۳۷t}$

۲۳ـ در مدار زیر معادله V(t) در زمان $t > ◦$ کدام است؟



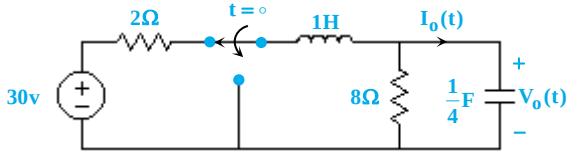
۱) $۱۸e^{-t} - ۲e^{-۹t}$

۲) $۱۲e^{-t} + ۱۰e^{-۹t}$

۳) $۱۰e^{-۹t} - ۱۰e^{-t}$

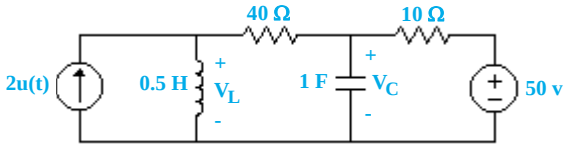
۴) $۱۷e^{-t} + ۱۱e^{-۹t}$

۲۴ـ در مدار زیر معادله $V_o(t)$ برای زمان‌های $t > ۰$ کدام است؟



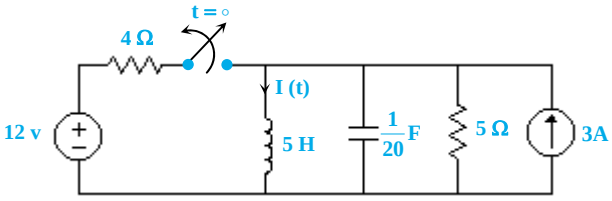
۱) $e^{-۴t}[۱۱\cos ۱/۹t + ۱۰\sin ۱/۹t]$
۲) $e^{-t}[۹\cos ۱/۹t - ۲\sin ۱/۹t]$
۳) $e^{-۴t}[۱۶\cos(۱/۹t) - ۳\sin(۱/۹t)]$
۴) $e^{-\frac{t}{۴}}[۲۴\cos ۱/۹۸t + ۳\sin ۱/۹t]$

۲۵ـ در مدار زیر مقادیر $V_L(۰^+)$ و $V_C(۰^+)$ برحسب ولت کدام است؟



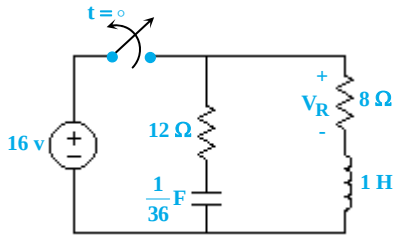
۱) ۸۰ و ۴۰
۲) ۲۰ و ۱۰
۳) ۹۰ و ۳۰
۴) ۵۰ و ۴۰

۲۶ـ معادله $I(t)$ در زمان‌های $t > ۰$ کدام است؟



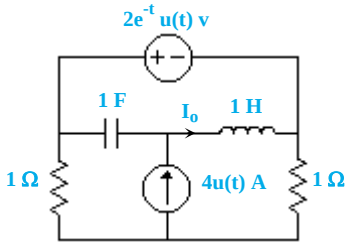
۱) $۲ + (۳ + ۳t)e^{-۲t}$
۲) $۳ + (۳ + ۶t)e^{-۲t}$
۳) $۲ + (۳ + ۶t)e^{-t}$
۴) $۱ + (۳ + t)e^{-t}$

۲۷ـ معادله V_R بعد از کلیدزنی کدام است؟



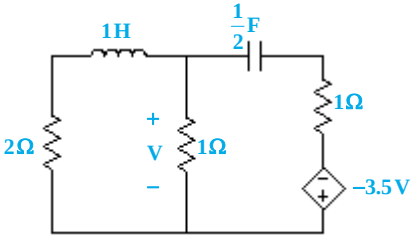
۱) $۶e^{-۲t} + ۱۰e^{-۱۸t}$
۲) $۱۰e^{-۲t} + ۶e^{-۱۸t}$
۳) $۳e^{۲t} + ۲e^{-۱۸t}$
۴) $۱۰e^{-۲t} - ۸e^{-۱۸t}$

۲۸ـ در مدار زیر معادله $I_o(t)$ برای $t > ۰$ کدام است؟



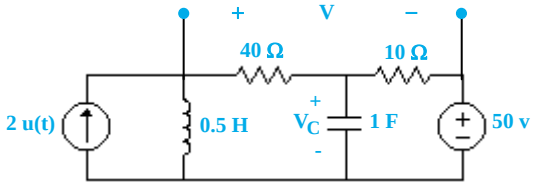
۱) $(۴ - e^{-t} - ۳\cos t + \sin t)u(t)$
۲) $(۴ + e^{-t} - ۳\cos t + \sin t)u(t)$
۳) $(۲ - e^{-t} - ۳\cos t + \sin t)u(t)$
۴) $(۲ + e^{-t} - ۳\cos t + \sin t)u(t)$

۲۹ـ کدام گزینه در مورد عملکرد مدار زیر صحیح است؟



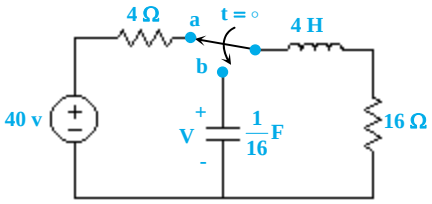
۱) حالت بی‌اتلاف
۲) حالت فوق میرا
۳) حالت زیر میرا
۴) حالت میرایی بحرانی

۳۱ـ در مدار شکل زیر مقدار $V(۰^+)$ برحسب ولت کدام است؟



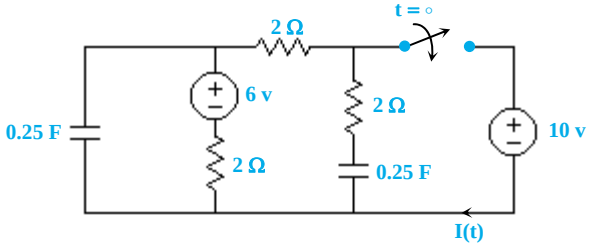
۱) ۴۰
۲) ۳۰
۳) ۲۰
۴) ۵۰

۳۲ـ در لحظات $t<0$ کلید مدار شکل زیر در حالت a بوده، در لحظه $t=0$ کلید را در حالت b قرار می‌دهیم، معادله زمانی $V(t)$ کدام است؟



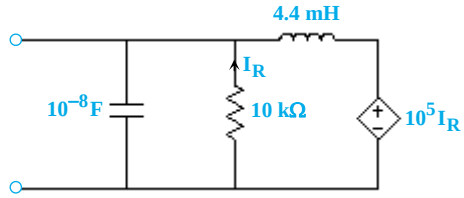
۱) $32e^{-2t}$
۲) $32te^{-2t}$
۳) te^{-2t}
۴) $40te^{-2t}$

۳۳ـ در مدار شکل زیر کلید در لحظه $t=0$ بسته می‌شود. معادله جریان $I(t)$ برحسب آمپر کدام است؟



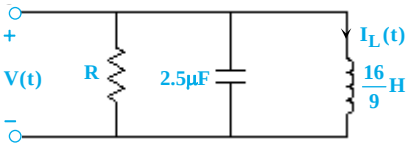
۱) $-1-2e^{-2t}+2e^{-4t}$
۲) $-1-e^{-4t}-2e^{-2t}$
۳) $-1+2e^{-2t}-4e^{-4t}$
۴) $-1-2e^{-4t}+4e^{-2t}$

۳۴ـ ضریب کیفیت مدار شکل زیر کدام است؟



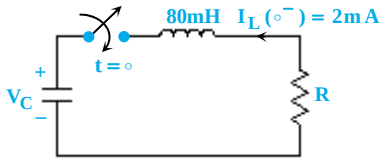
۱) ۲۰
۲) ۵۰
۳) ۱۰۰
۴) ۱۵۰

۳۵ـ پاسخ مدار شکل زیر برای $t\geq 0$، $V(t)=50e^{-5t}-90e^{-45t}$ می‌باشد. مقاومت R چند کیلو اهم است؟



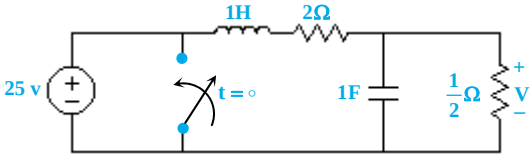
۱) ۴
۲) ۱۶
۳) ۲۴
۴) ۸

۳۷ـ اگر پاسخ مدار شکل زیر در حالت میرای بحرانی بوده و ولتاژ اولیه خازن صفر و جریان اولیه القاگر برابر ۲mA باشد، معادله ولتاژ دو سر خازن کدام است؟



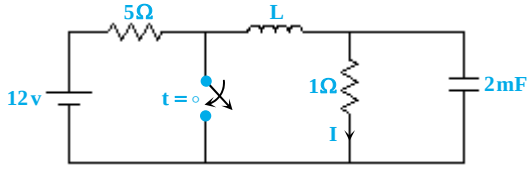
۱) $400000te^{-50000t}$
۲) $40000te^{-5000t}$
۳) $400000te^{-5000t}$
۴) $400000e^{-50000t}$

۳۸ـ در مدار شکل زیر معادله $V(t)$ برای $t>0$ کدام است؟



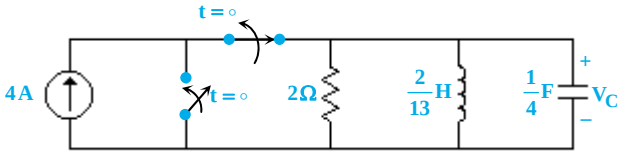
۱) $-15e^{-2t}-10e^{-t}$
۲) $e^{-2t}(10\cos 2t-5\sin t)$
۳) $e^{-2t}(-5\cos t+10\sin 2t)$
۴) $e^{-2t}(5\cos t+10\sin t)$

۴۰ـ در مدار زیر مقدار L برحسب میلی هانری کدام باشد تا مدار در حالت بحرانی قرار گیرد؟



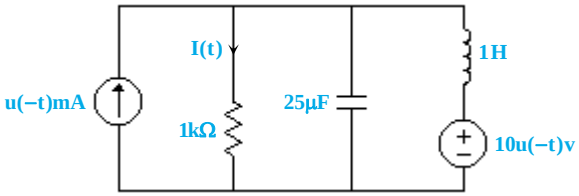
۱) ۱
۲) ۴
۳) ۳
۴) ۸

۴۲ـ در مدار زیر مقدار T_d، برای $V_C(t)$ برحسب ثانیه کدام است؟



۱) ۱/۲۵sec
۲) ۱/۵sec
۳) ۱/۶sec
۴) ۲/۶sec

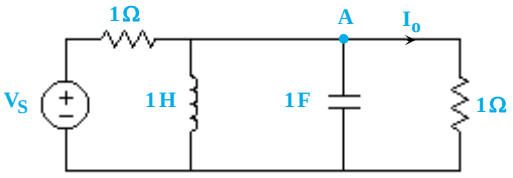
۴۳ـ در مدار زیر تابع جریان $I(t)$ بر حسب میلی‌آمپر کدام است؟



۱) $e^{-۱۰t}(۱۰\cos ۱۰۰t + ۰/۸\sin ۲۰۰t)$
۲) $e^{-۲۰t}(\cos ۱۰۰t + \sin ۱۰۰t)$
۳) $e^{-۲۰t}(۱۰\cos ۲۰۰t + ۰/۸\sin ۲۰۰t)$
۴) $e^{-۱۰t}(\cos ۱۰۰t + \sin ۱۰۰t)$

پاسخنامه آزمون فصل سوم

۱ـ گزینه «۱» با اعمال KCL در گره A داریم:

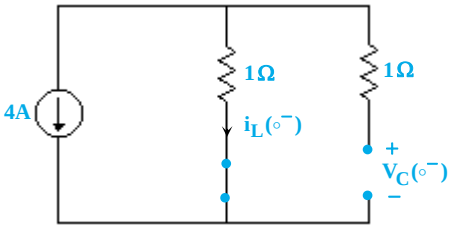


$$V_A = I_o \times ۱ = I_o$$

$$KCL(A): I_o + \frac{dV_A}{dt} + i_L + \frac{V_A - V_S}{۱} = ۰$$

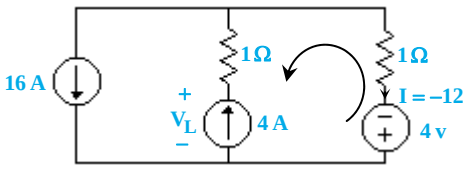
$$\Rightarrow I_o + \frac{dI_o}{dt} + i_L(۰) + \int_۰^t V_A dt + \frac{I_o - V_S}{۱} = ۰ \xrightarrow{\frac{d}{dt}} \frac{d^۲I_o}{dt^۲} + ۲\frac{dI_o}{dt} + I_o = \frac{dV_S}{dt}$$

۲ـ گزینه «۱» ابتدا شرایط اولیه‌ی سلف و خازن را به‌دست می‌آوریم: $t = ۰^-$:



$$\Rightarrow \begin{cases} i_L(۰^-) = -۴A \\ V_C(۰^-) = -۴v \end{cases}$$

برای زمان $t = ۰^+$ داریم:



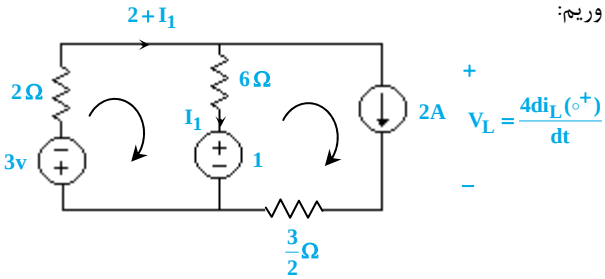
با اعمال KVL در حلقه‌ی سمت راست داریم:

$$KVL: -۱\times۴ + v_L(۰^+) + ۴ + ۱۲ = ۰ \Rightarrow V_L(۰^+) = -۱۲$$

$$\xrightarrow{v_L = K\frac{di_L}{dt}} v_L(۰^+) = ۱۲\frac{d}{dt}(-۱۶ - I) = -۱۲\frac{d}{dt}I(۰^+) = -۱۲ \rightarrow \frac{dI(۰^+)}{dt} = ۱\frac{A}{sec}$$

۳ـ گزینه «۴» با تحلیل مدار برای زمان $t = ۰^+$ داریم (ولتاژ خازن و جریان سلف در $t = ۰$ پیوسته هستند): $t = ۰^+$:

با اعمال KVL در حلقه‌ی سمت چپ ولتاژ دو سر سلف را در لحظه‌ی $t = ۰^+$ به‌دست می‌آوریم:

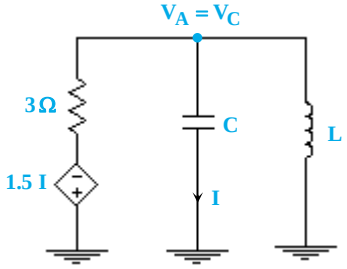


$$KVL: +۳ + ۲\times(۲ + I_۱) + ۶I_۱ + ۱ = ۰ \Rightarrow I_۱ = -۱A$$

$$KVL \text{ (سمت راست)}: -۱ - ۶I_۱ + V_L(۰^+) + ۲\times\frac{۳}{۲} = ۰$$

$$\Rightarrow V_L(۰^+) = -۸v \Rightarrow \frac{dI_L(۰^+)}{dt} = \frac{-۸}{۴} = -۲\frac{A}{sec}$$

۴ـ گزینه «۳» با اعمال KCL در گره A، معادله‌ی دیفرانسیل مربوط به مدار را می‌نویسیم:



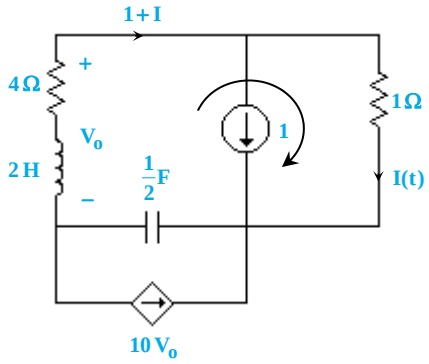
$$KCL(A): i_L + \frac{CdV_C}{dt} + \frac{V_C + ۱/۵I}{۳} = ۰$$

$$\Rightarrow i_L(۰) + \frac{۱}{L}\int_۰^t V_C dt + \frac{CdV_C}{dt} + \frac{V_C + ۱/۵c\frac{dV_C}{dt}}{۳} = ۰$$

$$\xrightarrow{\frac{d}{dt}} ۱/۵C\frac{d^۲V_C}{dt^۲} + \frac{dV_C}{۳dt} + \frac{V_C}{L} = ۰ \Rightarrow \frac{d^۲V_C}{dt^۲} + \frac{dV_C}{۴/۵Cdt} + \frac{۲}{۳LC}V_C = ۰ \Rightarrow \text{فرکانس تشدید}: \omega_n = \sqrt{\frac{۲}{۳LC}}\frac{rad}{sec}$$

۵ـ گزینه «۴» ابتدا جریان شاخه‌های مدار را مشخص می‌کنیم. سپس با اعمال KVL در حلقه‌ی مشخص شده داریم:

$$t>0 \qquad KVL: 4\times(1+I)+2\times\frac{d}{dt}(1+I)+I+V_C=0$$



حال به ازای زمان $t=0^+$ داریم (دقت کنید به علت عدم وجود منبع مستقل در زمان‌های منفی، شرایط اولیه‌ی سلف و خازن صفر است):

$$\begin{cases} V_C(0^+)=0 \\ I_L(0^+)=1+I(0^+)=0 \Rightarrow I(0^+)=-1 \end{cases}$$

$$KVL: 4\times(1+(-1))+2\frac{d}{dt}I(0^+)+(-1)+0=0 \Rightarrow \frac{dI}{dt}(0^+)=\frac{1}{2}$$

$$V_0=-4\times(1+I)-\frac{2d}{dt}(1+I) \Rightarrow V_0(0^+)=\frac{-2dI(0^+)}{dt}=-1$$

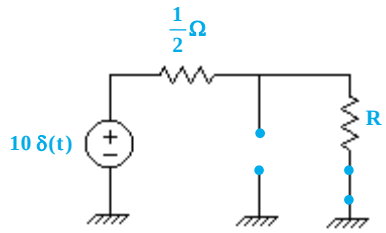
حال از معادله‌ی به‌دست آمده از KVL مشتق گرفته و $\frac{d^2I(0^+)}{dt^2}$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{4dI}{dt}+\frac{2d^2I}{dt^2}+\frac{dI}{dt}+\frac{dV_C}{dt}=0 \Rightarrow \frac{d^2I(0^+)}{dt^2}=-\frac{5}{2}\frac{dI(0^+)}{dt^2}-\frac{1}{2}\frac{dV_C(0^+)}{dt} \qquad (1)$$

از طرفی داریم:

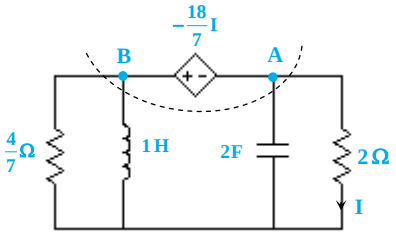
$$i_C=\frac{1}{2}\frac{dV_c}{dt}=1+I+10V_o \Rightarrow \frac{1}{2}\frac{dV_C(0^+)}{dt}=-10v \overset{(1)}{\Rightarrow} \frac{d^2I(0^+)}{dt^2}=-\frac{5}{4}+10=\frac{35}{4}=8/75\frac{A}{sec^2}$$

۶ـ گزینه «۳» برای تحلیل مدار به ازای ورودی $\delta(t)$، خازن اتصال کوتاه و سلف مدار باز در نظر گرفته می‌شود. بنابراین جریان مقاومت R برابر است با:



$$\rightarrow I_R(t)=\frac{10\delta(t)}{\frac{1}{2}+R}=6\delta(t) \rightarrow R=\frac{10}{6}-\frac{1}{2}=\frac{7}{6}\Omega$$

۷ـ گزینه «۴» ابتدا ولتاژ گره‌های A و B را به‌دست می‌آوریم. سپس با اعمال KCL در کات‌ست نشان داده شده، معادله‌های دیفرانسیل مربوط به مدار را به‌دست می‌آوریم:



$$v_A=2I$$

$$v_B=\frac{-18}{7}I+2I=\frac{-4}{7}I$$

$$KCL: \frac{v_B}{\frac{4}{7}}+i_L+\frac{2d}{dt}(v_A)+I=0 \Rightarrow \cancel{I}+i_L+\frac{4dI}{dt}+\cancel{I}=0 \Rightarrow \frac{dI}{dt}=\frac{-i_L}{4} \qquad (1)$$

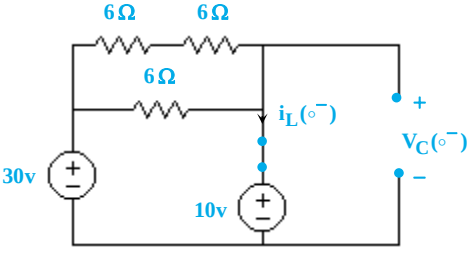
$$v_B=\frac{di_L}{dt}=\frac{-4}{7}I \qquad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \frac{d^2I}{dt^2}=\frac{I}{7} \rightarrow$$

از آنجایی که ضریب میرایی معادله صفر می‌باشد، بنابراین عملکرد مدار به صورت بدون اتلاف خواهد بود.

۸ـ گزینه «۳» با توجه به اینکه مقدار جریان در لحظه‌ی صفر برای گزینه‌ها متفاوت می‌باشد، پس فقط کافی است جریان اولیه‌ی سلف را به‌دست آوریم.

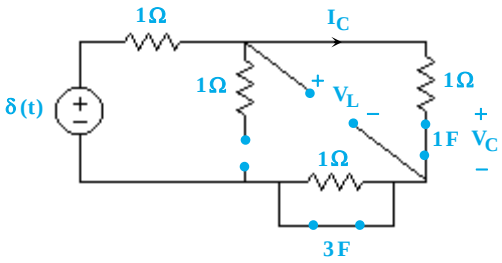
در لحظه‌ی $t=0^-$ سلف و خازن به حالت دائمی رسیده‌اند. بنابراین خازن مدار باز و سلف اتصال کوتاه می‌شود.



$t=0^-$:

$$i_L(0^-)=\frac{30-10}{6\,\|\,(6+6)}=5A \rightarrow$$ بنابراین گزینه‌ی ۳ صحیح است.

۹ـ گزینه «۴» با توجه به وجود منبع ولتاژ با تابع ضربه، برای محاسبه‌ی I_0 در لحظه‌ی صفر مثبت، کافی است سلف‌ها را در مدار باز و خازن‌ها را اتصال کوتاه کنیم. حال با به‌دست آوردن ولتاژ سلف با استفاده از رابطه‌ی زیر جریان سلف در لحظه‌ی $t=0^+$ را به‌دست می‌آوریم:



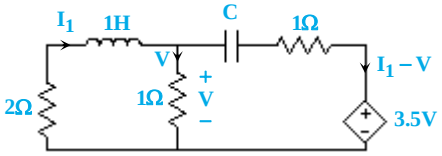
$$I_0(0^+)=I_0(0^-)+\frac{1}{L}\int_{0^-}^{0^+}V_L(t)dt=\frac{1}{2}\int_{0^-}^{0^+}V_L(t)dt$$

در زمان $t=0^+$ برای متغیرهای شبکه داریم:

$$i_C=\frac{\delta(t)}{1+1}=\frac{\delta(t)}{2}\Rightarrow V_C(t)=V_C(0^-)+\int_{0^-}^{t}\frac{\delta(t)}{2}dt=\frac{u(t)}{2}$$

$$\Rightarrow V_L(t)=1\times i_C+V_C=\frac{\delta(t)}{2}+\frac{u(t)}{2}\Rightarrow I_0(0^+)=\frac{1}{2}\int_{0^-}^{0^+}(\frac{\delta(t)}{2}+\frac{u(t)}{2})dt=\frac{1}{4}A$$

۱۰ـ گزینه «۱» با اعمال KVL در حلقه‌های مدار معادله‌ی دیفرانسیل مدار را به‌دست می‌آوریم.



KVL (حلقه‌ی چپ): $2I_1+\frac{dI_1}{dt}+V=0$ (۱)

KVL (حلقه‌ی راست): $-V+V_C+I_1-V+3/5v=0$

$$\xrightarrow{V_C=\frac{1}{C}\int_0^t(I_1-V)dt}-V+\frac{1}{C}\int_0^t(I_1-V)dt+I_1-V+3/5v=0$$

$$\xrightarrow{\frac{d}{dt}}1/5\frac{dv}{dt}+\frac{I_1-V}{C}+\frac{dI_1}{dt}=0\quad(2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)}1/5\frac{d}{dt}(-2I_1-\frac{dI_1}{dt})+\frac{1}{C}(I_1+2I_1+\frac{dI_1}{dt})+\frac{dI_1}{dt}=0$$

$$\Rightarrow 1/5\frac{d^2I_1}{dt^2}+(2-\frac{1}{C})\frac{dI_1}{dt}-\frac{3}{C}I_1=0\rightarrow$$ برای نوسانی شدن مدار ضریب $\frac{dI_1}{dt}$ باید صفر شود

$$\Rightarrow C=\frac{1}{2}F$$

۱۲ـ گزینه «۴» می‌دانیم که معادله‌ی مشخصه‌ی یک مدار RLC سری به صورت زیر است:

$$\begin{cases}x^2+\frac{R}{L}x+\frac{1}{LC}=0\\ x^2+2\alpha x+\omega_0^2=0\end{cases}\rightarrow\begin{cases}x_1,x_2=-\alpha\pm j\sqrt{\omega_0^2-\alpha^2}\\ \alpha=\frac{R}{2L},\omega_0=(\sqrt{LC})^{-1}\end{cases}$$

بنابراین پاسخ مدار به صورت زیر می‌باشد:

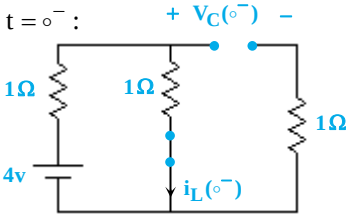
$$y(t)=ke^{-\alpha t}\cos(\sqrt{\omega_0^2-\alpha^2}t+\theta)$$

از طرفی داریم:

$$k=6/25\quad\text{و}\quad\alpha=3\Rightarrow\frac{R}{2L}=3\Rightarrow R=6L=6\times1/66=10\Omega$$

مشاهده می‌شود که داده‌های Td و C برای حل این سؤال اضافی است.

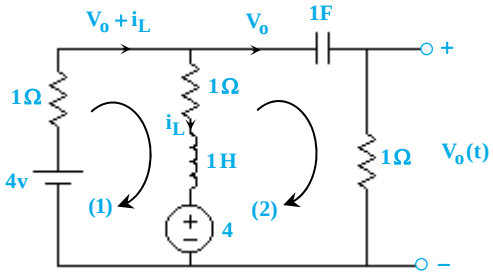
۱۳ـ گزینه «۱» ابتدا شرایط اولیه‌ی مدار را به‌دست می‌آوریم:



$$i_L(0^-)=\frac{4}{1+1}=2A$$

$$V_C(0^-)=1\times i_L(0^-)=2v$$

برای زمان $t > ۰$ داریم:



$$KVL(۱): -۴ + V_o + i_L + i_L + \frac{di_L}{dt} + ۴ = ۰$$

$$V_o + ۲i_L + \frac{di_L}{dt} = ۰ \rightarrow V_o + (D+۲)i_L = ۰ \qquad (۱)$$

$$KVL(۲): -۴ - \frac{di_L}{dt} - i_L + V_C + V_o = ۰ \xrightarrow{\frac{d}{dt}} \frac{-d^۲i_L}{dt^۲} - \frac{di_L}{dt} + \underbrace{\frac{dv_c}{dt}}_{v_o} + \frac{dv_o}{dt} = ۰$$

$$\Rightarrow V_o(D+۱) = i_L(D^۲ + D) \qquad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} V_o(D+۱) = \frac{-V_o}{D+۲}(D^۲ + D) \Rightarrow V_o((D+۱)(D+۲) + D(D+۱)) = ۰$$

$$\Rightarrow ۲V_o(D+۱)^۲ = ۰ \rightarrow V_o(t) = (C_۱ + C_۲t)e^{-t}$$

حال برای به‌دست آوردن $C_۱$ و $C_۲$ باید شرایط اولیه‌ی معادله‌ی دیفرانسیل را محاسبه کنیم:

$$V_o(۰^+) = ? \rightarrow KVL\ (\text{حلقه‌ی بیرونی}): -۴ + V_o(۰^+) + i_L(۰^+) + V_C(۰^+) + V_o(۰^+) = ۰$$

$$\Rightarrow ۲V_o(۰^+) = ۴ - ۲ - ۲ = ۰ \Rightarrow V_o(۰^+) = ۰ \Rightarrow C_۱ = ۰$$

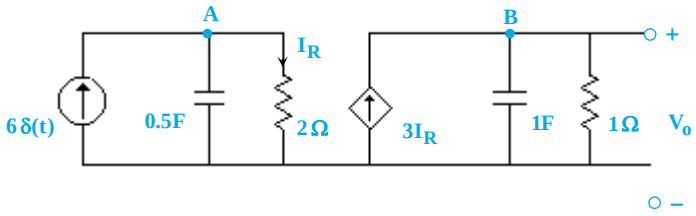
$$\frac{dV_o(۰^+)}{dt} = ?$$

$$(۱) \xrightarrow{t=۰^+} \frac{di_L}{dt}(۰^+) = -۴$$

$$(۱) \xrightarrow{\frac{d}{dt}} \frac{dV_o}{dt} + \frac{۲di_L}{dt} + \frac{d^۲i_L}{dt^۲} = ۰ \xrightarrow{(۲)} \frac{dV_o}{dt} + V_o = \frac{-dV_o}{dt} - \frac{۲di_L}{dt} + \frac{di_L}{dt} \Rightarrow \frac{dV_o}{dt} = -\frac{V_o}{۲} - \frac{di_L}{۲dt} \Rightarrow \frac{dV_o}{dt}(۰^+) = ۲$$

$$\frac{dV_o}{dt} = (C_۲ - C_۲t)e^{-t} \Rightarrow \boxed{C_۲ = ۲} \Rightarrow V_o(t) = ۲te^{-t}$$

۱۴ـ گزینه «۳» با توجه به اینکه هر المان سری با منبع جریان بی‌اثر است، مدار به صورت زیر در می‌آید:

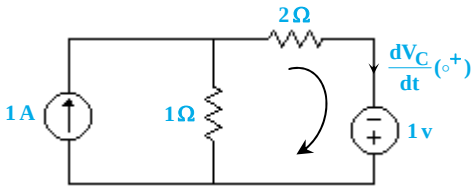


مدار سمت چپ : $V_C = ۲I_R \Rightarrow KCL(A): I_R + \frac{۱}{۲}\frac{d}{dt}(۲I_R) = ۶\delta(t) \Rightarrow \frac{d}{dt}I_R + I_R = ۶\delta(t) \qquad (۱) \qquad , \qquad I_R(۰^-) = ۰$

$$(۱) \xrightarrow{\int_{۰^-}^{۰^+}} I_R(۰^+) = ۶ \rightarrow \text{با حذف } \delta \text{ معادله را با شرط اولیه‌ی جدید محاسبه می‌کنیم} \Rightarrow I_R(t) = ۶e^{-t}$$

مدار سمت راست : $V_C = V_o \Rightarrow KCL(B): V_o + \frac{dV_o}{dt} = ۳I_R \Rightarrow \begin{cases} \frac{dV_o}{dt} + V_o = ۱۸e^{-t} \\ V_o(۰) = ۰ \end{cases} \Rightarrow V_o(t) = ۱۸te^{-t}u(t)$

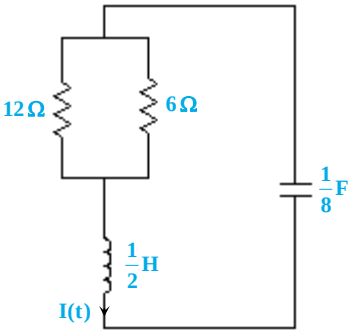
۱۶ـ گزینه «۲» برای زمان $t=0^+$ داریم:



$$KVL: 1\times(-1+\frac{dV_C(0^+)}{dt})+\frac{2dV_C(0^+)}{dt}-1=0$$

$$\Rightarrow \frac{3dV_C(0^+)}{dt}=2 \rightarrow \frac{dV_C(0^+)}{dt}=\frac{2}{3}$$

۱۷ـ گزینه «۳» بدون در نظر گرفتن اثر منابع و شرایط اولیه معادله‌ی دیفرانسیل مربوط به $I(t)$ را به‌دست می‌آوریم: $t>0$

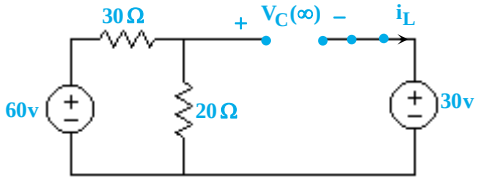


$$KVL: \frac{6\times12}{6+12}I+\frac{1}{2}\frac{dI}{dt}+8\int_0^t Idt=0 \xrightarrow{\frac{d}{dt}} \frac{4dI}{dt}+\frac{1}{2}\frac{d^2I}{dt^2}+8I=0$$

$$\Rightarrow \frac{d^2I}{dt^2}+\frac{8dI}{dt}+16I=0$$

معادله‌ی زمانی $I(t)$ به حالت میرایی بحرانی می‌باشد. $\rightarrow (s+4)^2=0 \rightarrow s^2+8s+16=0$: معادله‌ی مشخصه

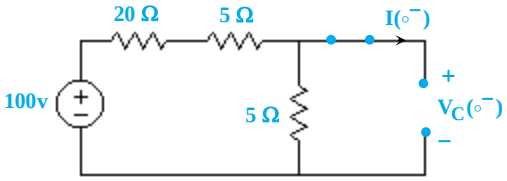
۱۸ـ گزینه «۱» در زمان بی‌نهایت سلف و خازن به حالت دائمی رسیده و به ترتیب اتصال کوتاه و مدار باز می‌شوند.



$$V_{20\Omega}=\frac{20}{20+30}\times60=24$$

$$V_C(\infty)=V_{20\Omega}-30=-6 \Rightarrow V(\infty)=V_C(\infty)=-6v$$

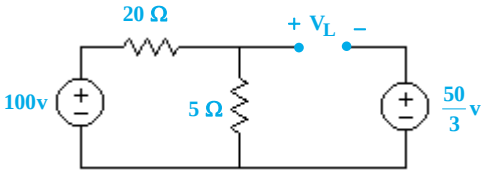
۱۹ـ گزینه «۴» ابتدا مدار را در لحظه‌ی $t=0^-$ تحلیل کرده و شرایط اولیه‌ی آن را به‌دست می‌آوریم: $t=0^-$:



$$I(0^-)=0$$

$$v_c(0^-)=\frac{5}{30}\times100=\frac{50}{3}v$$

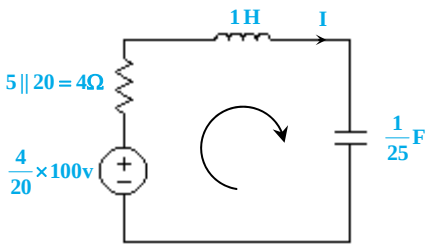
در لحظه‌ی $t=0^+$ داریم: $t=0^+$:



$$v_L(0^+)=\frac{dI(0^+)}{dt}=\frac{5}{25}\times100-\frac{50}{3}=\frac{10}{3}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I(0^+)=I(0^-)=0 \\ \dfrac{dI(0^+)}{dt}=\dfrac{10}{3} \end{cases}$$

برای ساده‌سازی و تحلیل مدار در زمان‌های مثبت از تبدیل تونن به نورتن و برعکس استفاده کنیم:



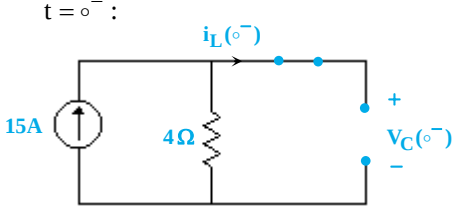
$$KVL: -20+4I+\frac{dI}{dt}+25\int_0^t I(t)dt+\frac{50}{3}=0$$

$$\xrightarrow{\frac{d}{dt}} \frac{d^2I}{dt^2}+\frac{4dI}{dt}+25I=0 \ , \ I(0^+)=0 \ , \ \frac{dI}{dt}(0^+)=\frac{10}{3}$$

$$\Rightarrow I(t)=0/68e^{-2t}\sin4/6t \simeq 0/7e^{-2t}\sin4/6tA$$

۲۲ـ گزینه «۲» ابتدا شرایط اولیه‌ی مدار را با تحلیل مدار در لحظه‌ی $t=0^-$ به‌دست می‌آوریم:

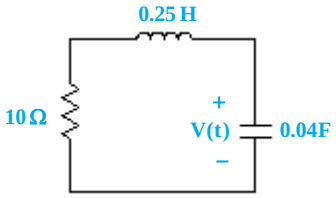
$t=0^-$:



$$\Rightarrow i_L(0^-)=0$$

$$V_C(0^-)=4\times15=60\,v$$

برای زمان‌های $t>0$ داریم:



$$\text{سری RLC} \Rightarrow \frac{d^2V(t)}{dt^2}+\frac{R}{L}\frac{dV}{dt}(t)+\frac{1}{LC}V(t)=0 \Rightarrow \frac{d^2V}{dt^2}+40\frac{dV}{dt}+100V=0$$

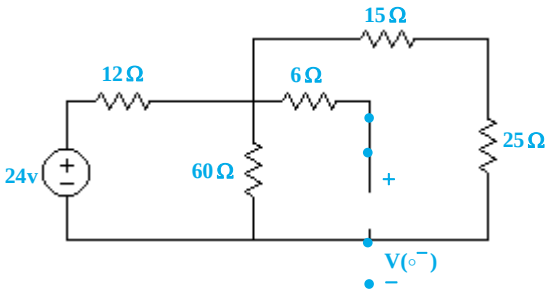
$$\Rightarrow V(t)=C_1e^{-2/68t}+C_2e^{-37/3t} \xrightarrow{V_C(0^+)=60} C_1+C_2=60 \quad (1) \Rightarrow \text{گزینه‌ی ۲ صحیح است}$$

$$\frac{dV(0^+)}{dt}=\frac{i_L(0^+)}{C}=0 \rightarrow 2/68C_1+37/3C_2=0 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} C_1=64/4, C_2=-4/6 \rightarrow v(t)=64/4e^{-2/6t}-4/6e^{-37t}v$$

۲۳ـ گزینه «۱» با توجه به گزینه‌ها مشاهده می‌شود که با به‌دست آوردن $V(0)$ به‌راحتی می‌توان به گزینه‌ی مطلوب دست یافت.

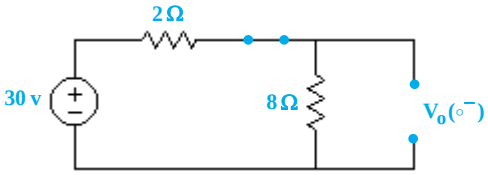
$t=0^-$:



$$V_C(0^-)=\frac{60\,\|\,(15+25)}{12+60\,\|\,(15+25)}\times24 \Rightarrow V_C(0^-)=\frac{24}{24+12}\times24=16v \rightarrow \text{گزینه‌ی (۱) صحیح است}$$

۲۴ـ گزینه «۴» با توجه به گزینه‌ها مشاهده می‌شود که با به‌دست آوردن $V_0(0)$ به‌راحتی می‌توان به گزینه‌ی مطلوب دست یافت.

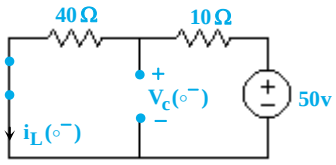
$t=0^-$:



$$V_0(0^-)=\frac{8}{8+2}\times30=24v \rightarrow \text{گزینه‌ی (۴) صحیح است}$$

۲۵ـ گزینه «۱» ابتدا شرایط اولیه‌ی مدار را با تحلیل مدار در لحظه‌ی $t=0^-$ به‌دست می‌آوریم:

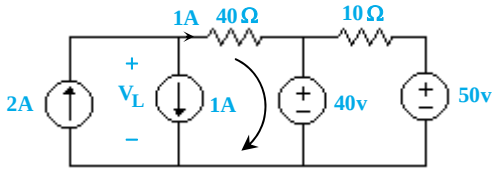
$t=0^-$:



$$\Rightarrow V_C(0^-)=\frac{40}{40+10}\times50=40\,v$$

$$i_L(0^-)=\frac{V_C(0^-)}{40}=1A$$

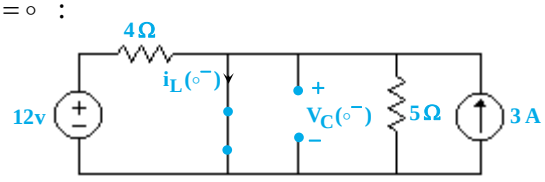
در لحظه‌ی $t=0^+$ داریم:



$$\Rightarrow V_L(0^+)=40\times1+10=80\,v$$

۲۶ـ گزینه «۲» ابتدا شرایط اولیه‌ی مدار را به‌دست می‌آوریم:

$t=0^-$:

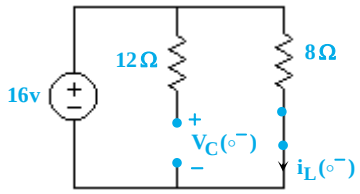


$$\Rightarrow V_C(0^-)=0$$

$$I(0^-)=i_L(0^-)=3+\frac{12}{4}=6A$$ گزینه (۲) صحیح است. $\rightarrow$

۲۷ـ گزینه «۱» با تحلیل مدار در لحظه‌ی $t=0^-$ شرایط اولیه‌ی مدار را به‌دست می‌آوریم:

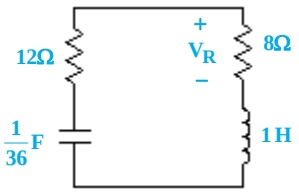
$t=0^-$:



$$i_L(0^-)=\frac{16}{8}=2A$$

$$V_C(0^-)=16v$$

برای زمان‌های $t>0$ داریم:

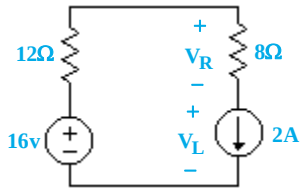


$$\text{سری RLC}: \frac{d^2V_R}{dt^2}+\frac{(8+12)}{1}\frac{dV_R}{dt}+36V_R=0$$

$$\Rightarrow \frac{d^2V_R}{dt^2}+20\frac{dV_R}{dt}+36V_R=0 \Rightarrow V_R(t)=C_1e^{-2t}+C_2e^{-18t}$$

برای به‌دست آوردن C_1 و C_2 باید شرایط اولیه‌ی معادله‌ی دیفرانسیل را به‌دست آوریم:

$t=0^+$:



$$\Rightarrow V_R(0^+)=2\times8=16 \rightarrow C_1+C_2=16 \quad (1)$$

$$V_R=8i_L \Rightarrow \frac{dV_R}{dt}(0^+)=8\frac{di_L(0^+)}{dt}=8V_L(0^+)=8\times(16-12\times2-16)=-192$$

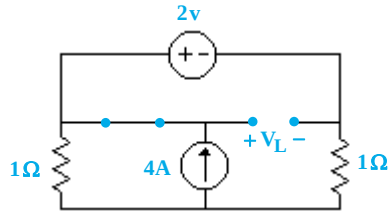
$$\Rightarrow -2C_1-18C_2=-192 \Rightarrow C_1+9C_2=96 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} C_1=6\ ,\ C_2=10 \rightarrow V_R(t)=6e^{-2t}+10e^{-18t}V$$

۲۸ـ گزینه «۱» با توجه به عدم وجود منبع مستقل در $t<0$ شرایط اولیه‌ی مدار صفر می‌باشد. $(i_L(0^-)=V_C(0^-)=0)$

برای $t=0^+$ داریم:

$t=0^+$:



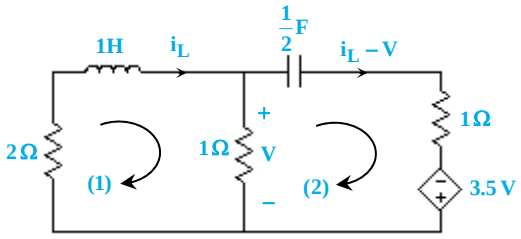
$$V_L(0^+)=\frac{dI_0(0^+)}{dt}=2$$

$$\begin{cases} I_0(0^+)=0 \Rightarrow I_0(0^+)=0 \quad (1) \\ \frac{dI_0(0^+)}{dt}=2 \xrightarrow{(1)} \end{cases}$$

با این شرط گزینه‌های ۱ و ۴ می‌توانند درست باشند

با این شرط تنها گزینه (۱) صحیح است.

۲۹ـ گزینه «۲» با اعمال KVL در حلقه‌های موجود در مدار داریم:



$$KVL(1): 2i_L+\frac{di_L}{dt}+v=0 \quad (1)$$

$$KVL(2): -v+2\int_0^t(i_L-v)dt+i_L-v-3/5v=0$$

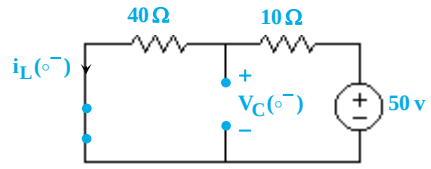
$$\xrightarrow{\frac{d}{dt}} -5/5\frac{dv}{dt}+\frac{di_L}{dt}+2i_L-2v=0 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} 11\frac{di_L}{dt}+5/5\frac{d^2i_L}{dt^2}+\frac{di_L}{dt}+2i_L+4i_L+\frac{2di_L}{dt}=0 \Rightarrow \frac{d^2i_L}{dt^2}+2/54\frac{di_L}{dt}+1/09i_L=0$$

معادله‌ی مشخصه: $s^2+2/54s+1/09=0 \Rightarrow \Delta>0 \rightarrow$ عملکرد مدار به صورت فوق میرا می‌باشد.

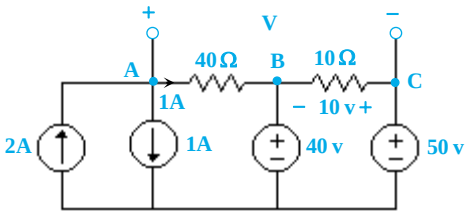
۳۱ـ گزینه «۲» ابتدا مدار را برای زمان $t=0^-$ تحلیل کرده و شرایط اولیه‌ی سلف و خازن را به‌دست می‌آوریم:

$t=0^-$:



$$i_L(0^-)=\frac{50}{10+40}=1A$$

$$v_c(0^-)=40\,i_L(0^-)=40\,v$$

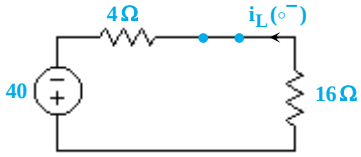


در لحظه‌ی $t=0^+$ داریم:

$$V(0^+)=V_{AB}+V_{BC}=40\times1+(40-50)=40-10=30\,v$$

۳۲ـ گزینه «۲» ابتدا شرایط اولیه‌ی مدار را در حالتی که کلید در وضعیت a قرار دارد، به‌دست می‌آوریم:

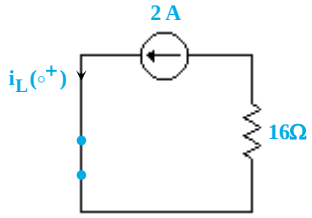
$t=0^-$:



$$i_L(0^-)=\frac{40}{4+16}=2A$$

$$V_C(0^-)=0$$

در لحظه‌ی $t=0^+$ داریم:

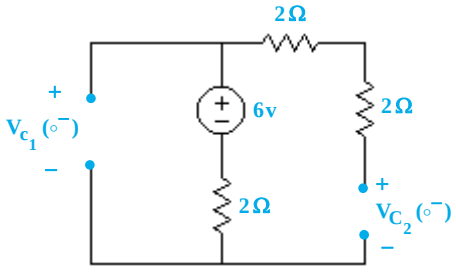


$$i_c(0^+)=\frac{1}{16}\frac{dv_c(0^+)}{dt}=i_L(0^-)=2\Rightarrow\frac{dv_c(0^+)}{dt}=32$$

با بررسی گزینه‌ها مشاهده می‌شود که گزینه‌ی (۲) پاسخ صحیح می‌باشد.

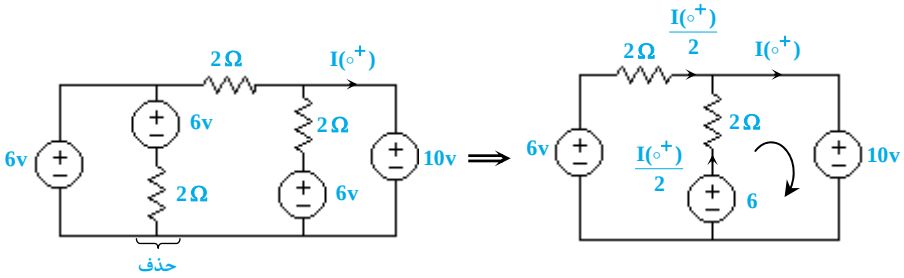
۳۳ـ گزینه «۲» ابتدا شرایط اولیه‌ی خازن‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$t=0^-$:



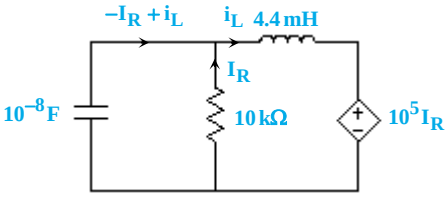
$$\Rightarrow V_{C_1}(0^-)=V_{C_2}(0^-)=6v$$

در لحظه‌ی $t=0^+$ داریم:



$$KVL:-6+I(0^+)+10=0\Rightarrow I(0^+)=-4A\rightarrow$$ گزینه‌ی (۲) صحیح است.

۳۴ـ گزینه «۲» ابتدا معادله‌ی دیفرانسیل مربوط به مدار را به‌دست می‌آوریم:



$$\text{KVL (حلقه‌ی چپ)}: 10^8\int_0^t (i_L - I_R)dt - 10^4 I_R = 0 \qquad (1)$$

$$\text{KVL (حلقه‌ی راست)}: 10^4 I_R + 4/4\times10^{-3}\frac{di_L}{dt} + 10^5 I_R = 0 \qquad (2)$$

$$(1)\xrightarrow{\frac{d}{dt}} 10^8(i_L - I_R) - 10^4\frac{dI_R}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{dI_R}{dt} + 10^4 I_R - 10^4 i_L = 0 \qquad (3)$$

$$\xrightarrow{(2),(3)} \frac{d^2 I_R}{dt^2} + 10^4\frac{dI_R}{dt} + 10^4\left(\frac{1/1\times10^5 I_R}{4/4\times10^{-3}}\right) = 0$$

$$\begin{cases} Q = \dfrac{\omega_0}{2\alpha} \\ 2\alpha = 10^4 \\ \omega_0 = \sqrt{\dfrac{1/1\times10^9}{4/4\times10^{-3}}} = 5\times10^5 \end{cases} \rightarrow Q = \frac{5\times10^5}{10^4} = 50$$

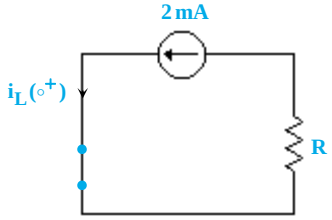
۳۵ـ گزینه «۴» با توجه به معادله‌ی داده شده داریم:

$$\text{معادله‌ی مشخصه مدار} = (s+5)(s+45) = s^2 + 50s + 225$$

از طرفی 2α یعنی ضریب s در معادله‌ی بالا (در مدار RLC موازی) به صورت $\frac{1}{RC}$ می‌باشد، بنابراین:

$$\frac{1}{RC} = 50 \rightarrow R = \frac{1}{50C} = 8000\Omega \rightarrow R = 8k\Omega$$

۳۷ـ گزینه «۱» با توجه به اینکه در لحظه‌ی $t = 0$ ولتاژ خازن صفر می‌باشد، بنابراین گزینه‌ی (۴) نادرست است. از طرفی در لحظه‌ی $t = 0^+$ داریم:



$$\frac{dV_C(0^+)}{dt} = \frac{2\times10^{-3}}{C} = \frac{2\times10^{-3}}{5\times10^{-9}} = 4\times10^5$$

برای زمان‌های مثبت مدار به صورت RLC سری می‌باشد. بنابراین معادله‌ی دیفرانسیل ولتاژ خازن به صورت زیر می‌باشد:

$$\frac{d^2V_C}{dt^2} + \frac{R}{8\times10^{-2}}\frac{dV_C}{dt} + \frac{1}{5\times10^{-9}\times8\times10^{-2}} = 0$$

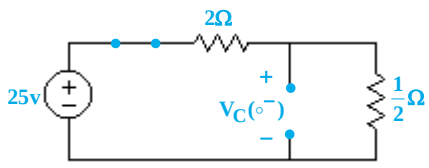
$$\text{معادله‌ی مشخصه میرای بحرانی}: (s+\alpha)^2 = s^2 + 2\alpha s + \alpha^2 = s^2 + \frac{R}{8\times10^{-2}}s + 25\times10^8 \Rightarrow \alpha = 50000$$

$$V_C(t) = e^{-50000t}(C_1 + C_2 t) \xrightarrow[\frac{dV_C(0^+)}{dt}=4\times10^5]{V_C(0^+)=0} C_1 = 0, C_2 = 4\times10^5 \Rightarrow V_C(t) = 400000\,te^{-50000t}\text{v}$$

۳۸ـ گزینه «۴» برای حل این سؤال کافی است $V(0^+)$ را به‌دست آوریم:

$$V(0^+) = V_C(0^+) = V_C(0^-)$$

در لحظه‌ی $t = 0^-$ داریم:



$$V_C(0^-) = \frac{\frac{1}{2}}{2+\frac{1}{2}}\times25 = 5\text{v} \Rightarrow V(0^+) = 5\text{v} \Rightarrow$$ گزینه‌ی (۴) صحیح می‌باشد.

۴۰ـ گزینه «۴» بعد از بسته شدن کلید، مدار به صورت RLC موازی درمی‌آید. بنابراین داریم:

$$\frac{d^2I}{dt^2}+\frac{1}{RC}\frac{dI}{dt}+\frac{1}{LC}I=0 \Rightarrow \frac{d^2I}{dt^2}+500\frac{dI}{dt}+\frac{500}{L}I=0$$

در صورتی‌که مدار در حالت بحرانی قرار داشته باشد، داریم:

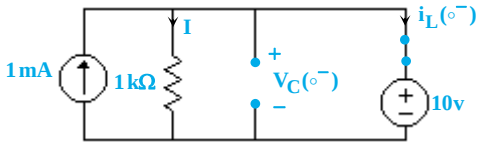
$$\alpha=\omega_0 \Rightarrow \frac{500}{2}=\sqrt{\frac{500}{L}} \Rightarrow L=8mH$$

۴۲ـ گزینه «۱» به ازای $t>0$ مدار به صورت یک RLC موازی می‌باشد. بنابراین:

$$\frac{d^2V_C}{dt^2}+\frac{1}{RC}\frac{dV_C}{dt}+\frac{1}{LC}V_C=0 \Rightarrow \frac{d^2V_C}{dt^2}+2\frac{dV_C}{dt}+26V_C=0 \rightarrow \begin{cases}2\alpha=2 \rightarrow \alpha=1\\ \omega_0^2=26 \rightarrow \omega_0=\sqrt{26}\end{cases}$$

$$Td=\frac{2\pi}{\omega_d}=\frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2-\alpha^2}}=\frac{2\pi}{5}=1/25sec$$

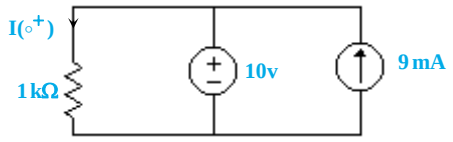
۴۳ـ گزینه «۳» ابتدا شرایط اولیه‌ی مدار را به‌دست می‌آوریم:



$$\Rightarrow v_C(0^-)=10v$$

$$I_{1k\Omega}=\frac{10v}{1k\Omega}=10mA \Rightarrow i_L(0^-)=-9mA$$

در لحظه‌ی $t=0^+$ داریم:

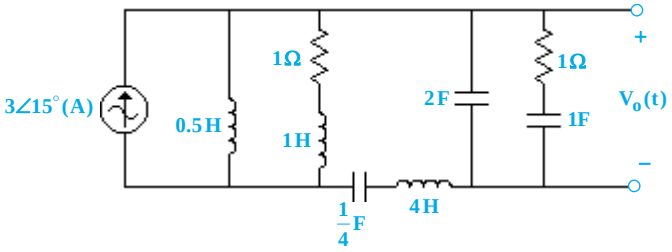


$$I(0^+)=\frac{10v}{1k\Omega}=10mA$$

با بررسی گزینه‌ها و با توجه به اینکه مدار مرتبه‌ی دوم بوده و فرکانس سینوس و کسینوس باید یکی باشند، مشاهده می‌شود که گزینه‌ی (۳) پاسخ صحیح می‌باشد.

آزمون فصل چهارم

۱ـ در مدار زیر ولتاژ خروجی در حالت دائمی سینوسی برحسب ولت کدام است؟ $[\omega = ۱(\frac{rad}{sec})]$



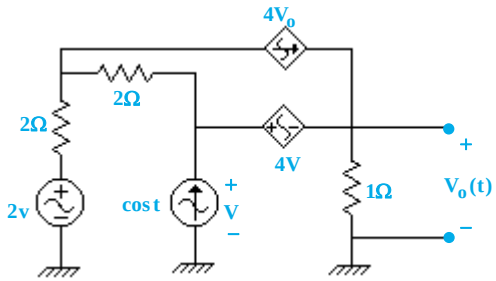
۱) $۳\angle ۱۵^\circ$

۲) $۲\angle ۱۵^\circ$

۳) $۳\angle ۴۵^\circ$

۴) $۲\angle ۴۵^\circ$

۲ـ در مدار زیر معادله ولتاژ $V_o(t)$ برحسب ولت کدام است؟



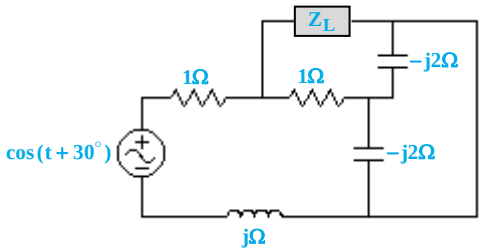
۱) $\frac{۱۲}{۱۳}\cos t + \frac{۶}{۱۳}$

۲) $\frac{۶}{۱۳}$

۳) $\frac{۱۲}{۱۳}\cos t$

۴) $-\frac{۱۲}{۱۳}\cos t + (-\frac{۶}{۱۳})$

۳ـ در مدار زیر مقدار Z_L برحسب اهم کدام باشد تا توان مصرفی آن حداکثر شود؟



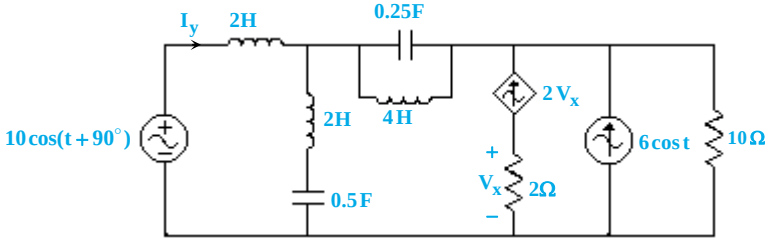
۱) ۱

۲) $(۱ - j)$

۳) $(۱ + j)$

۴) -۱

۴ـ در مدار زیر مقدار I_y برحسب آمپر کدام است؟



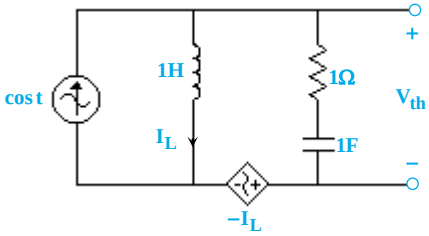
۱) $۵\angle ۳۰^\circ + ۲\angle -۱۵^\circ$

۲) $۵\angle ۰$

۳) $۵\angle ۳۰^\circ - ۲\angle -۱۵^\circ$

۴) $۵\angle ۳۰^\circ$

۵ـ در مدار زیر معادله V_{th} کدام گزینه است؟



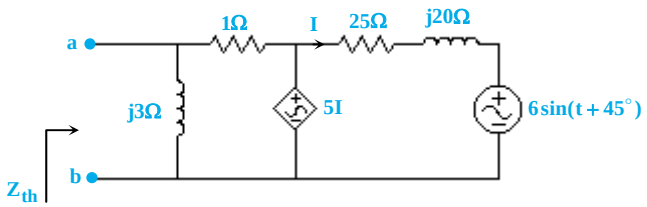
۱) $\cos(t + ۳۰^\circ)$

۲) $\cos(t - ۳۰^\circ)$

۳) $\cos t$

۴) $\frac{۱}{۲}\cos t$

۶ـ در مدار زیر مقدار Z_{th} برحسب اهم کدام است؟



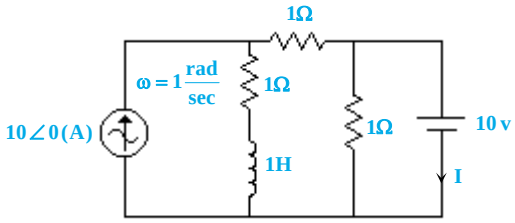
۱) $۰/۹ - j۰/۳$

۲) $j۰/۳$

۳) $۰/۹ + j۰/۳$

۴) $-j۰/۳$

۷ـ در مدار زیر مقدار جریان I برحسب آمپر کدام است؟



۱) $-۱۵+۶/۳۲\cos(t+۱۸/۴^\circ)$
۲) $۵+۶/۳۲\cos(t+۲۳^\circ)$
۳) $-۵+۶/۳۲\cos(t+۱۸/۴^\circ)$
۴) $-۵+۶/۳۲\cos(t+۲۳^\circ)$

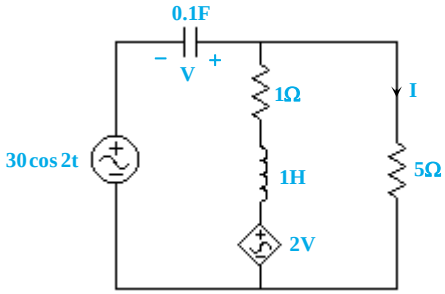
۸ـ در مدار زیر تابع مقدار $V_o(t)$ و $V_{in}(t)$ برای شبکه N مشخص است. حال با فرض وجود فقط یک خازن ۱F در شبکه و تعویض آن با سلف ۱H مقدار $V_o'(t)$ در حالت جدید کدام است؟

$V_{in}(t)=6\cos(t+90^\circ)$ $V_o(t)=3\cos(t)$

$V_{in}'(t)=10\cos(t+90^\circ)$ $V_o'(t)=?$

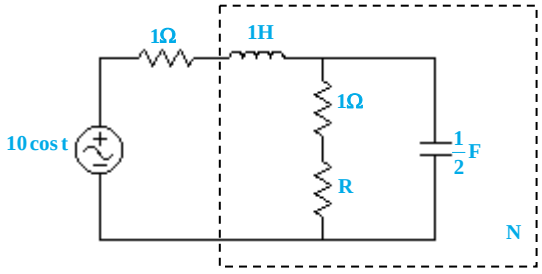
۱) $۵\cos(t+۱۸۰^\circ)$ ۲) $۱۵\cos(t+۱۸۰^\circ)$ ۳) $۵\cos(t+۹۰^\circ)$ ۴) $۱۵\cos(t-۹۰^\circ)$

۹ـ در مدار زیر مقدار جریان I برحسب آمپر کدام است؟



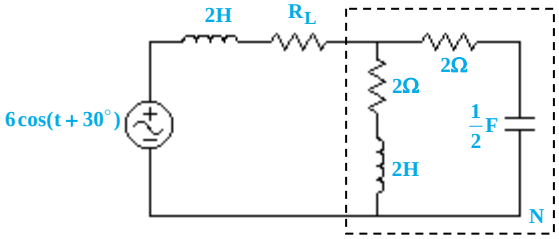
۱) $۱۰-j۴$
۲) $۱۰+j۴$
۳) $۵۰+j۲۰$
۴) $۵۰-j۲۰$

۱۱ـ در مدار زیر حداکثر توان شبکه N برحسب وات کدام است؟



۱) ۱۰۰
۲) ۵۰
۳) ۱۲/۵
۴) ۲۵

۱۲ـ در مدار زیر مقدار R_L برحسب اهم برای جذب توان حداکثر کدام است؟

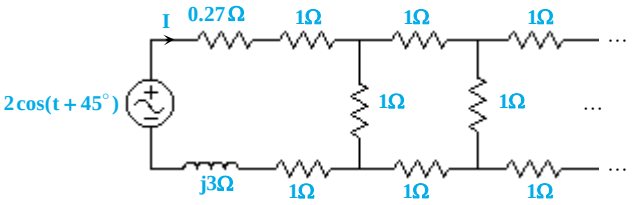


۱) $۲\sqrt{۳}$
۲) $۲\sqrt{۲}$
۳) $\sqrt{۳}$
۴) $\sqrt{۲}$

۱۳ـ در یک مدار خازن متغیر با زمانی به معادله $C(t)=۶(۱+\sin ۲t)$ وجود دارد. اگر ولتاژ DC ۱۰v به خازن متصل شود، معادله جریان آن کدام است؟

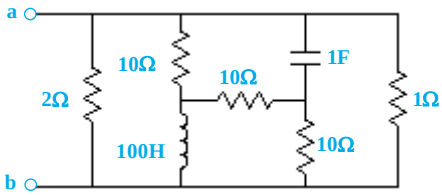
۱) $۱۲۰\cos ۲t$ ۲) $۶۰\cos ۲t$ ۳) $۱۲۰\sin ۲t$ ۴) $۶۰\sin ۲t$

۱۴ـ در مدار زیر مقدار جریان I برحسب آمپر در حالت دائمی کدام است؟



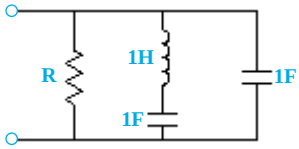
۱) $\frac{۱}{۳}$
۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۳}$
۳) $۳\sqrt{۲}$
۴) $\sqrt{۲}$

۱۶ـ در مدار زیر اگر فرکانس مدار ۴ برابر شود، امپدانس مدار چه تغییری دارد؟



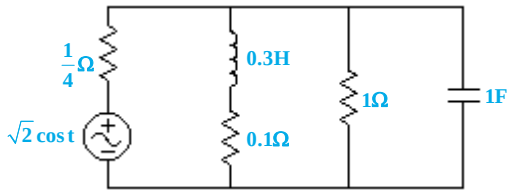
۱) ۴ برابر
۲) بدون تغییر
۳) $\frac{۱}{۴}$ برابر
۴) ۲/۵ برابر

۱۷ـ در مدار زیر ω_r برحسب $(\frac{rad}{sec})$ کدام است؟



۱) $۲\sqrt{۳}$
۲) $\sqrt{۳}$
۳) $\sqrt{۲}$
۴) $۲\sqrt{۲}$

۱۸ـ توان مصرفی مدار برحسب وات کدام است؟

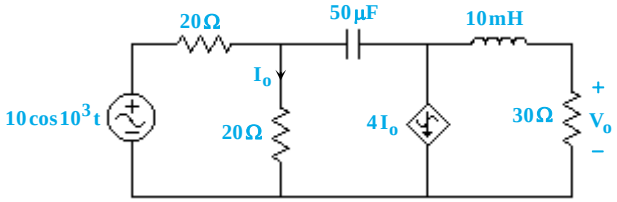


۱) ۲/۶
۲) ۱/۳
۳) ۱/۶
۴) ۲/۲

۲۰ـ در صورتی که جریان $I = ۶\sqrt{۲}\sin t + ۱۰\sqrt{۲}\cos ۲t$ از یک مقاومت $۱۰\,\Omega$ عبور کند، توان مصرفی آن برحسب کیلووات کدام است؟

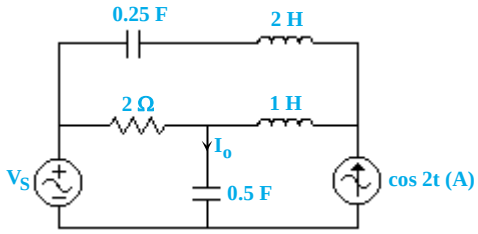
۱) ۱/۴۲ ۲) ۱/۳۶ ۳) ۰/۸۲ ۴) ۱/۳۲

۲۱ـ اندازه V_o در مدار زیر برحسب ولت در حالت دائمی کدام است؟



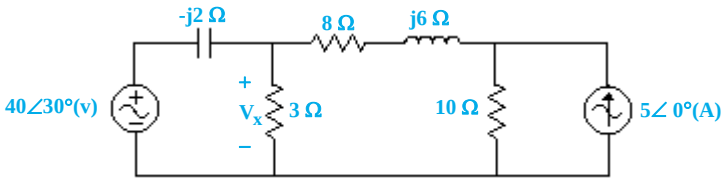
۱) ۲/۹
۲) ۶/۱۵
۳) ۷/۹
۴) ۸/۱۲

۲۲ـ مقدار اندازه I_o در مدار زیر برحسب آمپر کدام است؟ $V_S = ۸\sin(۲t + ۳۰^\circ)$



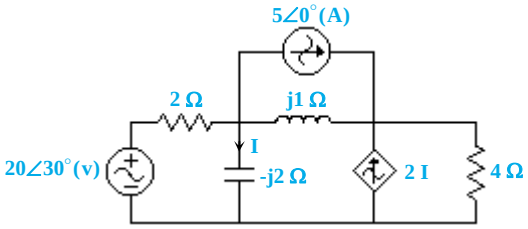
۱) ۳
۲) ۲
۳) ۵
۴) ۹

۲۳ـ مقدار V_x در مدار روبرو برحسب ولت کدام است؟



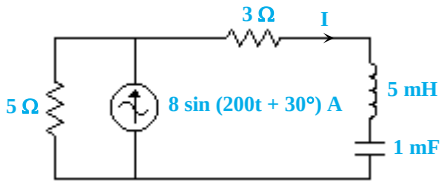
۱) $۲۱\angle ۳۰^\circ$
۲) $۳۱/۲\angle ۵۳^\circ$
۳) $۲۹/۳\angle ۶۳^\circ$
۴) $۳۱\angle ۳۰^\circ$

۲۴ـ مقدار اندازه جریان I در مدار زیر چند آمپر است؟



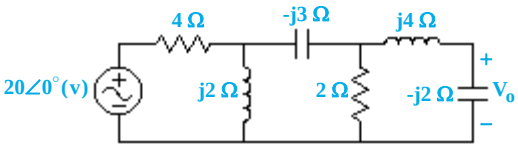
۱) ۷/۹
۲) ۸/۳
۳) ۶/۵
۴) ۱۱/۴

۲۵ـ در مدار زیر مقدار جریان I برحسب آمپر کدام است؟



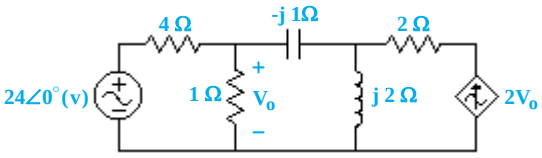
۱) $۲/۶۱\angle ۲۹^\circ$
۲) $۳/۲۱\angle ۳۱^\circ$
۳) $۴/۴۷\angle ۵۶^\circ$
۴) $۴/۹۱\angle ۸۱^\circ$

۲۶ـ مقدار V_o در مدار زیر برحسب ولت کدام است؟



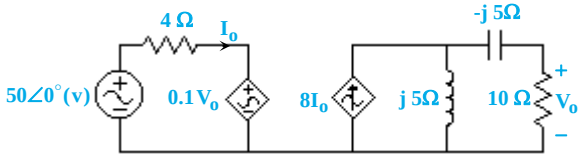
۱) $۲ - j۳/۱$
۲) $۳/۱۵ + j۴/۱$
۳) $۲/۱ - j۲/۹$
۴) $۳/۵ - j۵/۸$

۲۸ـ توان مختلط منبع ولتاژ برحسب ولت آمپر کدام است؟



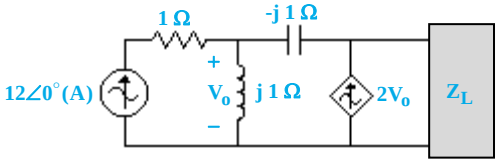
۱) $۱۵۵/۶ + j۴/۲$
۲) $۱۳۲ + j۱/۲۰$
۳) $۹۰/۱ + j۳۱$
۴) $۲۰۶/۲ - j۱۱$

۲۹ـ توان متوسط مقاومت ۱۰Ω برحسب وات کدام است؟



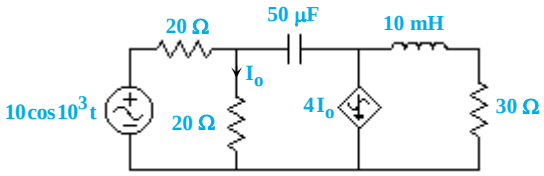
۱) ۲۲۰
۲) ۱۵۰
۳) ۲۵۰
۴) ۱۱۰

۳۰ـ مقدار Z_L در حالت حداکثر توان برحسب اهم کدام است؟



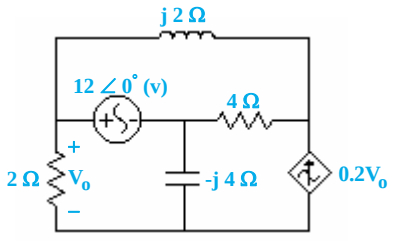
۱) $۰/۵\angle -۴۵^\circ$
۲) $۰/۵\sqrt{۲}\angle ۴۵^\circ$
۳) $۰/۵\angle +۴۵^\circ$
۴) $۰/۵\sqrt{۲}\angle -۴۵^\circ$

۳۱ـ اندازه توان مصرفی مقاومت ۳۰ اهمی در مدار شکل زیر تقریباً چند وات است؟



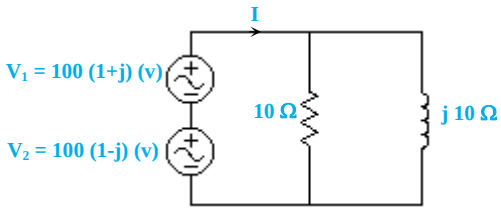
۱) ۳/۱۵
۲) ۶/۱۵
۳) ۱۲/۳
۴) ۲۳

۳۲ـ اندازه V_o در مدار شکل زیر چند ولت است؟



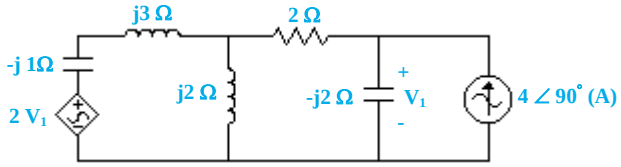
۱) ۱۶/۶۴
۲) ۱۶۶/۴
۳) ۱۱
۴) ۷۲

۳۳ـ اختلاف فاز جریان I با ولتاژ V_1 در مدار شکل زیر کدام است؟



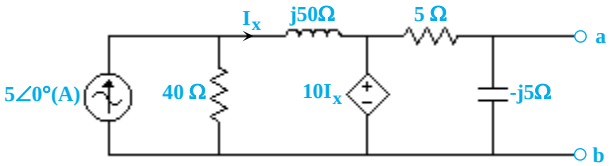
۱) 0°
۲) 45°
۳) -90°
۴) 90°

۳۴ـ در مدار شکل زیر ولتاژ V_1 برحسب ولت کدام است؟



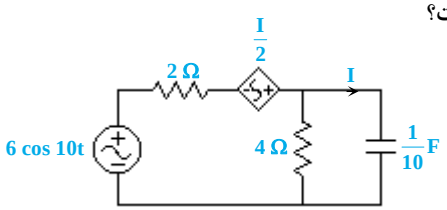
۱) $4\angle 0^\circ$
۲) $4\angle 90^\circ$
۳) $8\angle 90^\circ$
۴) $8\angle 0^\circ$

۳۵ـ جریان نورتن مدار مقابل از دید دو نقطه a و b چند آمپر است؟



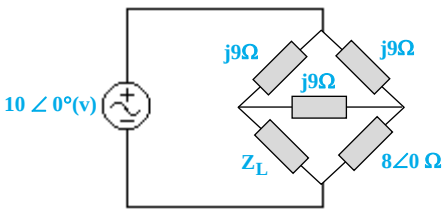
۱) $-j4-4$
۲) $+j4-4$
۳) $-0/2+j0/2$
۴) $2-j2$

۳۶ـ توان مختلطی که منبع مستقل برحسب ولت آمپر به مدار شکل زیر می‌دهد، کدام است؟



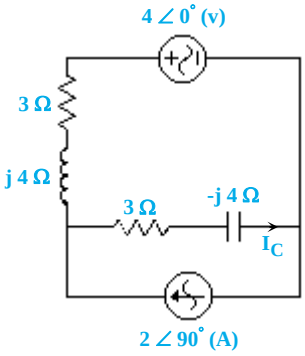
۱) $5-j1/5$
۲) $5+j4/5$
۳) $7/5+j4/5$
۴) $7/5-j4/5$

۳۷ـ در مدار شکل زیر برای آنکه ماکزیمم توان به Z_L برسد، مقدار آن چند اهم باید باشد؟



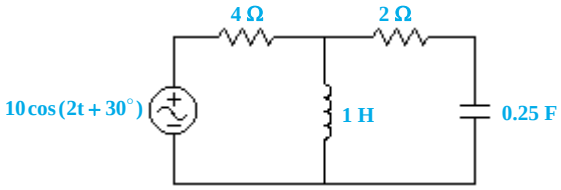
۱) $0/72+j5/46$
۲) $0/72-j5/46$
۳) $0/68-j5/46$
۴) $0/68+j5/46$

۳۸ـ فازور جریان خازن در مدار شکل زیر برحسب آمپر کدام است؟



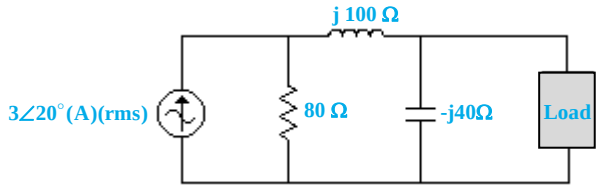
۱) $1/2\angle 123/7^\circ$
۲) $1/2\angle -123/7^\circ$
۳) $1/4\angle 123/7^\circ$
۴) $1/7\angle -123/7^\circ$

۳۹ـ در مدار شکل زیر مجموع توان متوسط جذب شده توسط تمام عناصر چند وات است؟



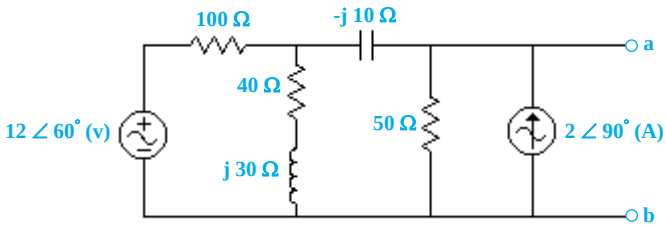
۱) ۷/۵
۲) ۵
۳) ۱۵
۴) ۱۰

۴۰ـ ماکزیمم توان متوسط جذب شده توسط بار در مدار شکل زیر چند وات است؟



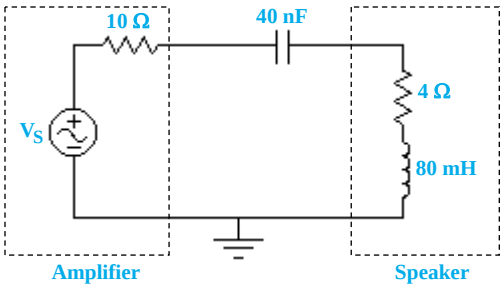
۱) ۲۵
۲) ۲۲/۵
۳) ۱۸۰
۴) ۴۵

۴۱ـ فرض کنید بخواهیم یک بار مقاومتی خالص به پایانه‌های **a** و **b** متصل کنیم. مقدار آن چند اهم باشد تا ماکزیمم توان متوسط را از شبکه جذب کند؟



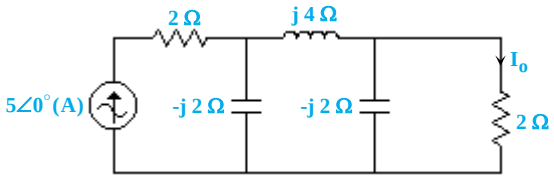
۱) ۱۱/۶
۲) ۱۹/۶
۳) ۶/۵
۴) ۵/۲

۴۲ـ در مدار شکل زیر در چه فرکانسی برحسب (Hz)، بلندگو ماکزیمم توان را جذب خواهد کرد؟



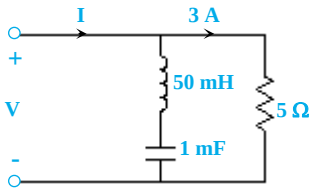
۱) ۲۷۱۱
۲) ۲۸۱۴
۳) ۲۷۱/۱
۴) ۲۸۱/۴

۴۴ـ در مدار شکل زیر مقدار جریان I_o برحسب آمپر کدام است؟



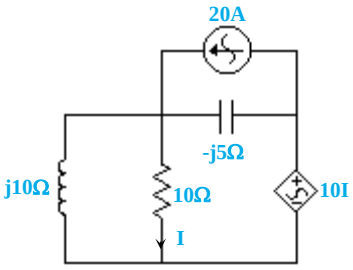
۱) ۵-
۲) ۵
۳) ۱۰
۴) ۱۰-

۴۵ـ در مدار شکل مقابل اندازه جریان I چند آمپر است؟ $(\omega = ۱۰۰(\frac{rad}{sec}))$



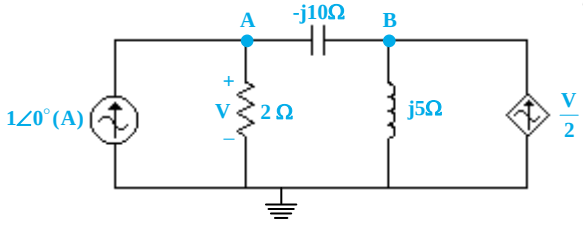
۱) ۶
۲) صفر
۳) $۳\sqrt{۲}$
۴) ۳

۴۶ـ در شکل مقابل توان مصرفی چند کیلووات است؟



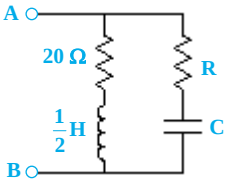
۱) ۵
۲) ۴
۳) ۳
۴) ۲

۴۷ـ در مدار الکتریکی شکل مقابل، اندازه V_B برای $\omega = ۴۰۰(\frac{rad}{sec})$ کدام است؟



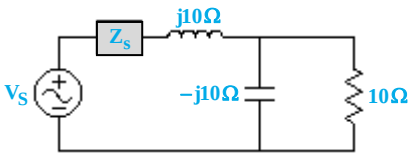
۱) $۱۰\sqrt{۲}$
۲) ۱۰
۳) ۵
۴) $۵\sqrt{۲}$

۴۸ـ در مدار شکل مقابل R و C کدام باشد تا امپدانس دیده شده در سرهای A و B مستقل از فرکانس باشد؟



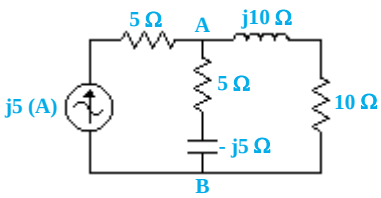
۱) $C = \frac{۱}{۸۰}F \quad , \quad R = ۲\Omega$
۲) $C = \frac{۱}{۸۰۰}F \quad , \quad R = ۲\Omega$
۳) $C = \frac{۱}{۸۰}F \quad , \quad R = ۲۰\Omega$
۴) $C = \frac{۱}{۸۰۰}F \quad , \quad R = ۲۰\Omega$

۴۹ـ در شکل زیر، توان مصرفی مدار در حالت تطبیق امپدانس چند وات است؟ $(V_S = ۱۰\sqrt{۲}\sin ۲t)$



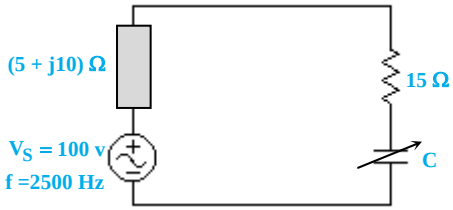
۱) ۰
۲) ۱
۳) ۵
۴) ۱۰

۵۰ـ در مدار الکتریکی شکل مقابل اندازه ولتاژ V_{AB} چند ولت است؟



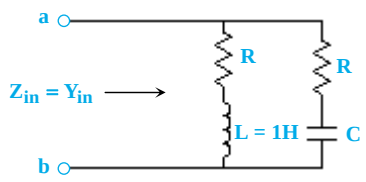
۱) ۳۰
۲) ۲۰
۳) $۲۰\sqrt{۱۰}$
۴) $۱۰\sqrt{۱۰}$

۵۱ـ با توجه به مدار روبرو مقدار C برحسب میکروفاراد کدام باشد تا توان در مقاومت ۱۵ اهمی ماکزیمم گردد؟ $(\pi = ۳)$



۱) صفر
۲) ۱۰
۳) ۶/۶۷
۴) ۱۲/۳

۵۲ـ در مدار شکل زیر R و C چقدر باشند تا در همه فرکانس‌ها امپدانس و ادمیتانس مدار مساوی باشند؟



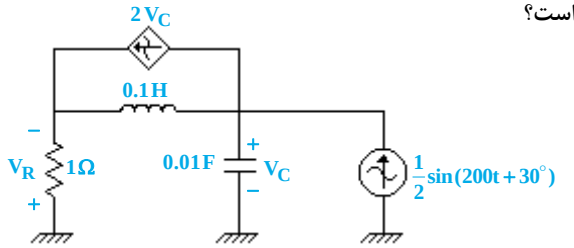
۱) $R = C = ۱$

۲) $R = \frac{C}{۲} = ۱$

۳) $R = C = ۲$

۴) $\frac{R}{۲} = C = ۲$

۵۴ـ در مدار زیر اندازه ولتاژ دو سر مقاومت چند برابر اندازه ولتاژ دو سر خازن است؟



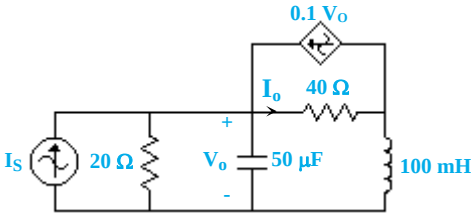
۱) $\frac{۱}{۳}$

۲) ۱

۳) $\frac{۱}{۲}$

۴) ۲

۵۵ـ در مدار زیر مقدار I_o برحسب آمپر کدام است؟ $I_S = ۶\cos(۲۰۰t)$



۱) $۷/۲\angle -۶۷$

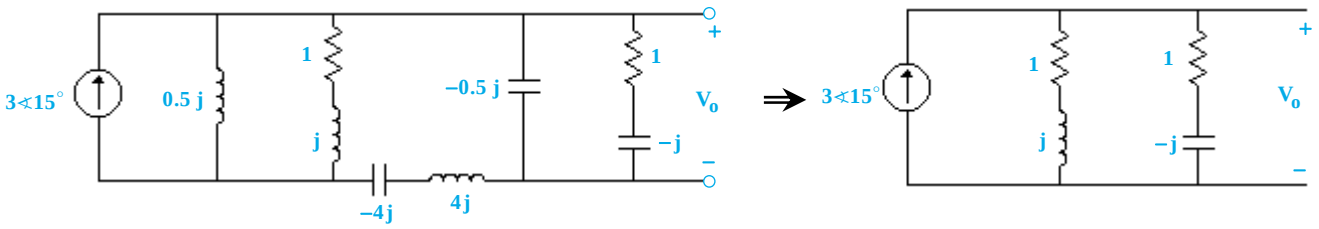
۲) $۶/۲\angle -۷۶$

۳) $۷/۹\angle ۳۳$

۴) $۹/۷\angle -۳۳$

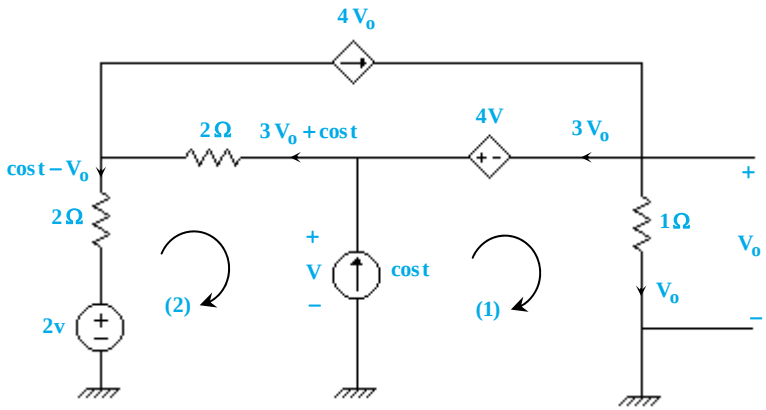
پاسخنامه آزمون فصل چهارم

۱ـ گزینه «۱» ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی برده و با ساده‌سازی مدار فازور ولتاژ V_o را محاسبه می‌کنیم:



$$\Rightarrow \quad V_o = (1+j)\,||\,(1-j)\times 3\angle 15^\circ = \frac{(1+j)\times(1-j)}{1+j+1-j}\times 3\angle 15^\circ = 3\angle 15^\circ$$

۲ـ گزینه «۴» با اعمال KVL در حلقه‌های مشخص شده داریم:

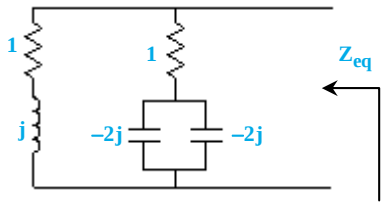


$$\text{KVL }(1): -V + 4V + V_o = 0 \;\Rightarrow\; 3V + V_o = 0 \qquad (1)$$

$$\text{KVL }(2): -2 + 2\times(V_o - \cos t) - 2\times(3V_o + \cos t) + V = 0 \;\Rightarrow\; -2 - 4V_o - 4\cos t + V = 0 \qquad (2)$$

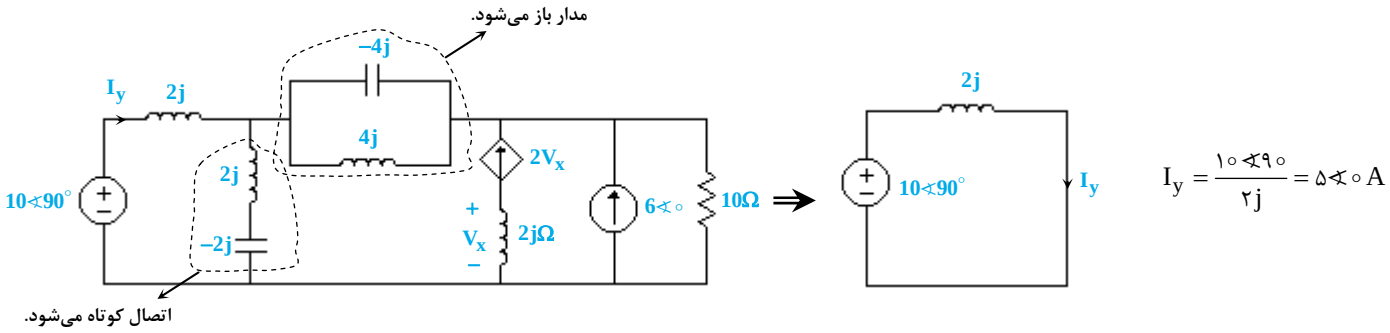
$$\xrightarrow{(1),(2)} \frac{13}{3}V_o = -2 - 4\cos t \;\Rightarrow\; V_o = \frac{-12}{13}\cos t - \frac{6}{13}$$

۳ـ گزینه «۱» برای حل این سؤال کافی است امپدانس معادل دیده شده از دو سر Z_L را به‌دست آوریم. برای این‌کار منابع را بی‌اثر می‌کنیم.



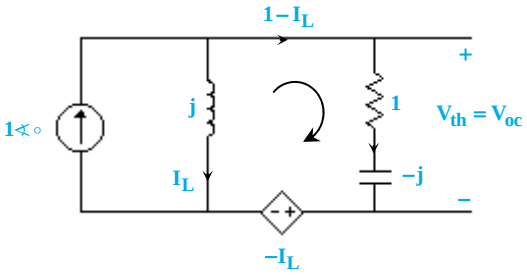
$$Z_{eq} = (1 - \frac{2j}{2})\,||\,(1+j) = 1\Omega \;\Rightarrow\; Z_L = Z_{eq}^* = 1\Omega$$

۴ـ گزینه «۲» ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی برده و با ساده‌سازی مدار مقدار فاز در I_y را به‌دست می‌آوریم.



$$I_y = \frac{10\angle 90^\circ}{2j} = 5\angle 0^\circ\,A$$

۵ـ گزینه «۳» ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی برده و سپس با اعمال KVL مقدار V_{th} را به‌دست می‌آوریم:



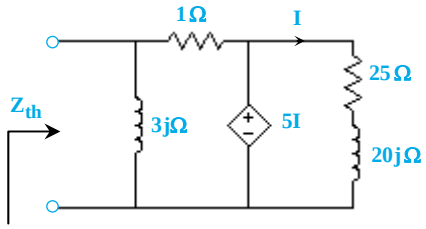
$$KVL: -jI_L + V_{th} - I_L = 0 \Rightarrow V_{th} = I_L(1+j) \quad (1)$$

از طرفی داریم:

$$V_{th} = (1-I_L)\times(1-j) = 1 - j + I_L(j-1) \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} V_{th} = \frac{V_{th}-1+j}{-1+j}\times(1+j) \Rightarrow (-1+j)V_{th} = V_{th}(1+j) - 2 \Rightarrow -2V_{th} = -2 \Rightarrow V_{th} = 1 \Rightarrow V_{th}(t) = \cos t$$

۶ـ گزینه «۳» برای به‌دست آوردن Z_{th} ابتدا منبع را بی‌اثر کرده و سپس با اعمال KVL در حلقه‌ی سمت راست و ساده‌سازی، Z_{th} را محاسبه می‌کنیم:

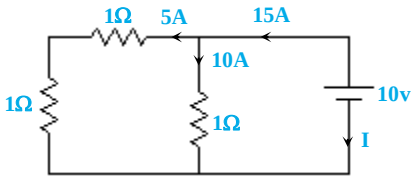


$$\Rightarrow 5I = (25 + j20)\times I \Rightarrow I = 0$$

$$\Rightarrow Z_{th} = j3 \parallel 1 = \frac{j3}{1+j3} = j0/3(1-j3) = 0/9 + j0/3\Omega$$

۷ـ گزینه «۱» با توجه به وجود دو منبع با فرکانس متفاوت، از قضیه‌ی جمع آثار استفاده می‌کنیم.

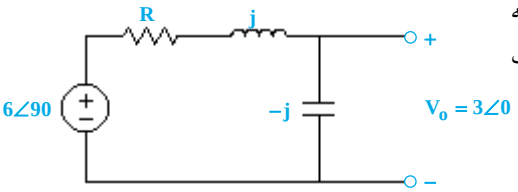
منبع DC: در حالت دائمی سلف اتصال کوتاه می‌شود. بنابراین داریم:



$$\Rightarrow I = -15A$$

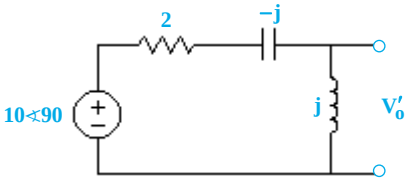
بنابراین مشاهده می‌شود تنها گزینه‌ی ۱ دارای مقدار DC مورد نظر می‌باشد. بنابراین نیاز به محاسبه‌ی مؤلفه‌ی AC جریان I نمی‌باشد.

۸ـ گزینه «۱» با توجه به اینکه فاز ولتاژ خروجی ۹۰° درجه کاهش یافته است، می‌توان نتیجه گرفت که ولتاژ خروجی، ولتاژ دو سر خازن بوده است و همچنین مدار RLC سری بوده است که خازن و سلف همدیگر را خنثی کرده‌اند:



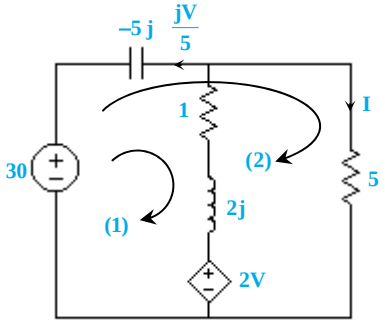
$$V_o = 3\angle 0 = \frac{-j}{R+(j-j)}\times 6\angle 90 \Rightarrow R = 2\Omega$$

حال با تعویض سلف و خازن با هم داریم:



$$\Rightarrow V'_o = \frac{j}{2}\times 10\angle 90 = 5\angle 180 \Rightarrow V'_o(t) = 5\cos(t+180)v$$

۹ـ گزینه «۱» ابتدا مدار را به حوزه‌ی دائمی سینوسی می‌بریم. سپس با اعمال KVL در حلقه‌های (۱) و (۲)، جریان I را محاسبه می‌کنیم:



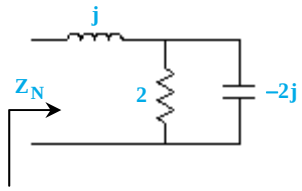
$$KVL(1): -30 - V - (1+j2)(I + \frac{jV}{5}) + 2V = 0 \quad (1)$$

$$KVL(2): -30 - V + 5I = 0 \Rightarrow V = 5I - 30 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} -30 - (1+j2)(I + jI - j6) + 5I - 30 = 0 \Rightarrow I(6 - j3) = 72 - j6$$

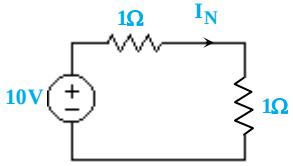
$$I = \frac{24 - j2}{2 - j} = 10 - j4A$$

۱۱ـ گزینه «۳» ابتدا امپدانس معادل شبکه‌ی N را محاسبه می‌کنیم:



$$Z_N = ۲ \| (j-۲) + j = \frac{-j۴}{۲-j۲} + j = ۱\Omega$$

حال مقدار جریان عبوری از امپدانس Z_n را به‌دست می‌آوریم:

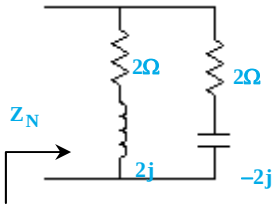


$$\Rightarrow I_N = \frac{۱۰}{۲} = ۵A$$

بنابراین داریم:

$$P = RI_{rms}^۲ = ۱ \times (\frac{۵}{\sqrt{۲}})^۲ = ۱۲/۵ w$$

۱۲ـ گزینه «۲» ابتدا امپدانس معادل دیده شده از دو سر شبکه را محاسبه می‌کنیم:



$$Z_N = (۲+۲j) \| (۲-۲j) = ۲\Omega$$

حال داریم:

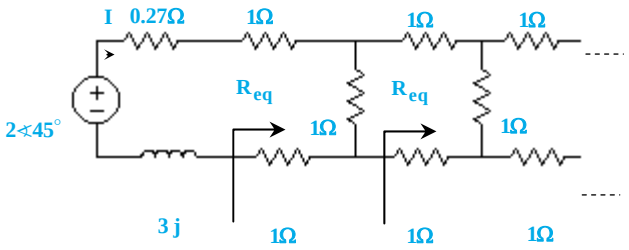
بنابراین برای جذب حداکثر توان توسط R_L باید مقدارش با اندازه‌ی امپدانس دیده شده از دو سرش برابر باشد. یعنی:

$$R_L = \sqrt{۲^۲ + ۲^۲} = ۲\sqrt{۲}\Omega$$

۱۳ـ گزینه «۱» با توجه به رابطه‌ی زیر برای جریان و بار خازن داریم:

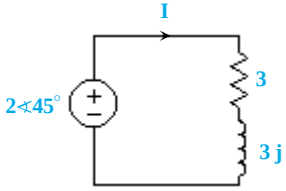
$$\begin{cases} I(t) = \frac{dQ}{dt} \\ Q = CV \end{cases} \Rightarrow I(t) = \frac{d}{dt}(C(t)V_{dc}) = V_{dc}\frac{dC(t)}{dt} = ۱۰ \times ۱۲ \cos ۲t = ۱۲۰ \cos ۲t$$

۱۴ـ گزینه «۲» با توجه به شکل زیر ابتدا مقاومت معادل مشخص شده را محاسبه می‌کنیم:



$$\Rightarrow R_{eq} = ۲ + ۱ \| R_{eq} = ۲ + \frac{R_{eq}}{۱ + R_{eq}} \Rightarrow R_{eq}^۲ - ۲R_{eq} - ۲ = ۰ \Rightarrow R_{eq} = ۲/۷۳\Omega$$

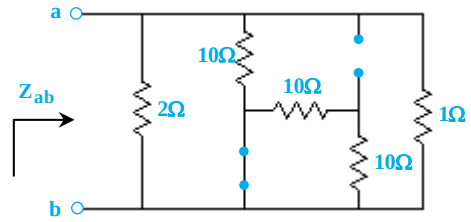
بنابراین مدار به صورت زیر درخواهد آمد:



$$\Rightarrow I = \frac{۲\angle ۴۵^\circ}{۳+۳j} = \frac{۲\angle ۴۵^\circ}{۳\sqrt{۲}\angle ۴۵^\circ} = \frac{\sqrt{۲}}{۳} A$$

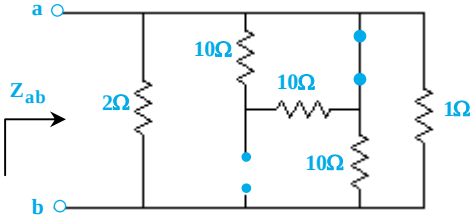
۱۶ـ گزینه «۲» برای بررسی اینکه آیا امپدانس دیده شده از دو سر a و b تابعی از فرکانس می‌باشد، کافی است دو فرکانس $s=0$ و $s=\infty$ را امتحان کنیم.

$s=0$:



$$Z_{ab}=2\,||\,10\,||\,1\Omega$$

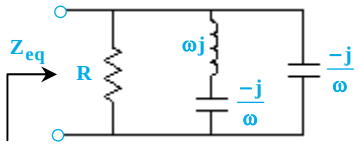
$s=\infty$:



$$Z_{ab}=2\,||\,10\,||\,1\Omega$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار امپدانس در دو حالت با هم برابر می‌باشد. بنابراین امپدانس معادل تابعی از فرکانس نمی‌باشد.

۱۷ـ گزینه «۳» ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی برده و امپدانس معادل دیده شده را به‌دست می‌آوریم:



$$Z_{eq}=R\,||\,(\omega j-\frac{j}{\omega})\,||\,(-\frac{j}{\omega})$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود در صورتی‌که موازی شده‌ی دو شاخه‌ی سمت راست مدار باز شود، یعنی رزونانس رخ داده و امپدانس معادل دیده شده برابر R خواهد شد.

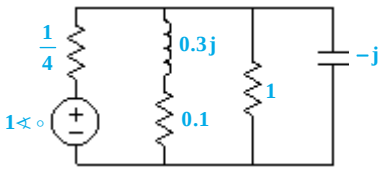
$$(\omega j-\frac{j}{\omega})\,||\,(-\frac{j}{\omega})=\frac{1-\frac{1}{\omega^2}}{j(\omega-\frac{2}{\omega})}$$

برای اینکه عبارت فوق به سمت بی‌نهایت میل کند، کافی است:

$$\omega-\frac{2}{\omega}=0 \quad\Rightarrow\quad \omega=\sqrt{2}$$

۱۸ـ گزینه «۳» مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم. دقت شود با توجه به اینکه می‌خواهیم توان مصرفی را به‌دست آوریم، بهتر است مقدار فازور منبع برحسب مقدار rms آن نوشته شود تا جریان مقاومت‌ها به‌صورت rms به‌دست آید.

ابتدا امپدانس معادل دیده شده از دو سر منبع را محاسبه می‌کنیم:



$$Z_{eq}=\frac{1}{4}+(0/1+0/3j)\,||\,(-j)\,||\,1=0/5+0/25j$$

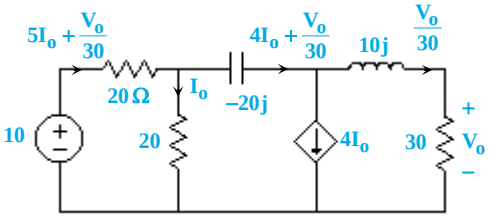
$$I_{rms}=\frac{1\angle 0^\circ}{0/5+0/25j}\quad\Rightarrow\quad |I_{rms}|=1/788A$$

$$\Rightarrow\quad P=RI_{rms}^2=0/5\times(1/788)^2=1/6w$$

۲۰ـ گزینه «۲» برای محاسبه‌ی توان مصرفی مقاومت کافی است جریان مؤثر آن را محاسبه کنیم:

$$I_{rms}=\sqrt{6^2+10^2}\,A\quad\Rightarrow\quad P=RI_{rms}^2=10\times(6^2+10^2)=1360w=1/36kw$$

۲۱ـ گزینه «۲» ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم:



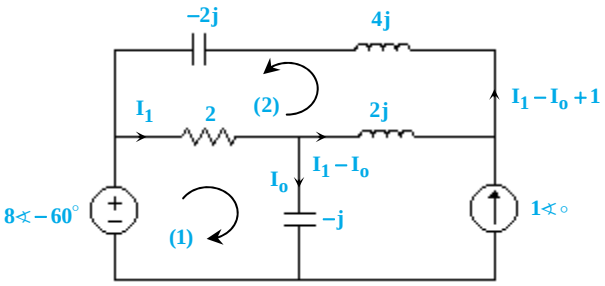
$$\text{KVL (حلقه‌ی بیرونی)}: -۱۰+۲۰\times(۵I_o+\frac{V_o}{۳۰})-۲۰\,j(۴I_o+\frac{V_o}{۳۰})+(۳۰+۱۰\,j)\frac{V_o}{۳۰}=۰ \Rightarrow (\frac{۵}{۳}-\frac{j}{۳})V_o+(۱۰۰-۸۰\,j)I_o=۱۰ \quad (۱)$$

$$\text{KVL (حلقه‌ی سمت چپ)}: -۱۰+۲۰\times(۵I_o+\frac{V_o}{۳۰})+۲۰I_o=۰ \Rightarrow ۱۲۰I_o+\frac{۲}{۳}V_o=۱۰ \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} (\frac{۵}{۳}-\frac{j}{۳})V_o+(۱۰۰-۸۰\,j)\frac{(۱۰-\frac{۲}{۳}V_o)}{۱۲۰}=۱۰$$

$$V_o=\frac{۱/۶۶+۶/۶۶\,j}{۱/۱۱+۰/۱۱\,j} \Rightarrow |V_o|=۶/۱۵v$$

۲۲ـ گزینه «۳» با توجه به اینکه $V_S=۸\sin(۲t+۳۰)=۸\cos(۲t-۶۰)$ می‌باشد مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم. با اعمال KVL در حلقه‌های مشخص شده داریم:



$$\text{KVL}(۱): -۸\angle -۶۰^\circ +۲I_۱-jI_o=۰ \quad (۱)$$

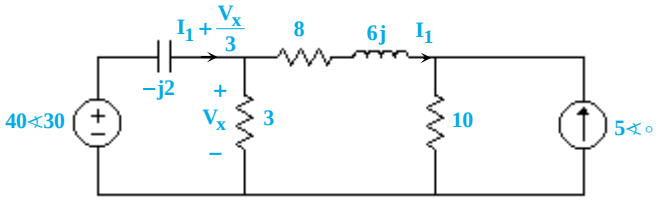
$$\text{KVL}(۲): ۲I_۱+j۲(I_۱-I_o)+j۲(I_۱-I_o+۱)=۰$$

$$\Rightarrow -j۴I_o+(۲+j۴)I_۱=-j۲ \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} -j۴I_۰+(۱+j۲)(۸\angle ۶۰^\circ+jI_o)=-j۲$$

$$\Rightarrow I_o(۲+j۳)=۱۸/۱۱\angle ۹/۷۶^\circ \Rightarrow |I_o|\simeq ۵A$$

۲۳ـ گزینه «۳» با اعمال KVL در حلقه‌های سمت چپ و میانی داریم:

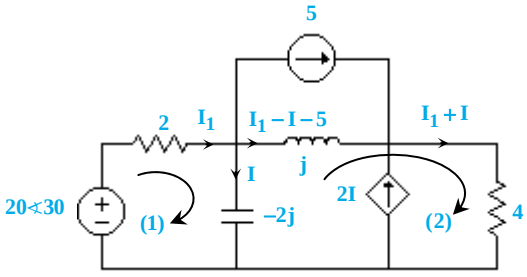


$$\text{KVL (حلقه‌ی چپ)}: -۴۰\angle ۳۰-۲j(I_۱+\frac{V_x}{۳})+V_x=۰ \Rightarrow (۱-\frac{۲}{۳}j)V_x-۲jI_۱=۴۰\angle ۳۰ \quad (۱)$$

$$\text{KVL (حلقه‌ی میانی)}: -V_x+(۸+۶j)I_۱+۱۰\times(I_۱+۵)=۰ \Rightarrow V_x=(۱۸+۶j)I_۱+۵۰ \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} V_x=(۱۸+۶j)\frac{((۱-\frac{۲}{۳}j)V_n-۴۰\angle ۳۰)}{۲j}+۵۰ \Rightarrow V_n=\frac{-۲۳۳/۹+۲۵۱/۷j}{۴+۱۱j}=۲۹/۳\angle ۶۳^\circ v$$

۲۴ـ گزینه «۳» با اعمال KVL در حلقه‌های مشخص شده داریم:

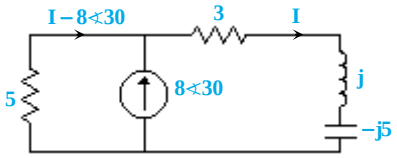


$$\text{KVL}(۱): -۲۰\angle ۳۰+۲I_۱-۲jI=۰ \Rightarrow I_۱=jI+۱۰\angle ۳۰ \quad (۱)$$

$$\text{KVL}(۲): j۲I+j\times(I_۱-I-۵)+۴\times(I+I_۱)=۰ \Rightarrow (۴+j)I+(۴+j)I_۱=j۵ \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} (۴+j)I+(۴+j)(jI+۱۰\angle ۳۰)=۵j \Rightarrow I=\frac{-۲۹/۶-j۲۳/۶}{۳+j۵} \Rightarrow |I|=۶/۵A$$

۲۵ـ گزینه «۳» **روش اول:** ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم و سپس با اعمال KVL در حلقه‌ی بیرونی مقدار جریان I را به دست می‌آوریم:

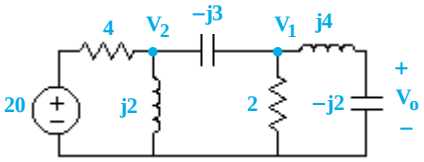


$$KVL: 5(I-8\angle 30)+(3-j4)I=0 \Rightarrow I=\frac{40\angle 30}{8-j4}=4/47\angle 56^\circ A$$

روش دوم: با تقسیم جریان بین دو شاخه‌ی موازی، جریان I را محاسبه می‌کنیم:

$$I=8\angle 30\times\frac{5}{5+3-j4}=\frac{40\angle 30}{8-j4}=4/47\angle 56^\circ A$$

۲۶ـ گزینه «۴» با توجه به مدار داریم:



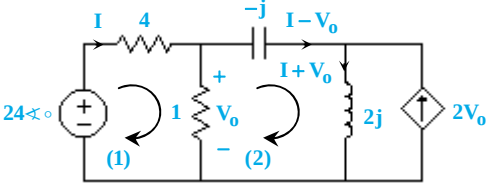
$$V_o=\frac{-j2}{j4-j2}V_1 \Rightarrow V_1=-V_o$$

$$V_1=\frac{2\parallel(j4-j2)}{2\parallel(j4-j2)-j3}V_2 \Rightarrow V_1=\frac{1+j}{1-2j}V_2 \xrightarrow{V_1=-V_o} V_2=(0/5+1/5j)V_o \quad (1)$$

$$V_2=\frac{(1-j2)\parallel j2}{(1-j2)\parallel j2+4}20 \Rightarrow V_2=10/59+j2/35 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} V_o=3/53-j5/88v$$

۲۸ـ گزینه «۱» برای محاسبه‌ی توان مختلط منبع ولتاژ کافی است جریان ورودی را به‌دست آوریم:



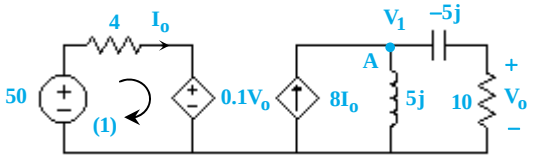
$$KVL(1): -24+4I+V_o=0 \Rightarrow V_o=24-4I \quad (1)$$

$$KVL(2): -V_o-j(I-V_o)+2j(I+V_o)=0 \Rightarrow V_o(1-3j)=jI \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} (24-4I)(1-3j)=jI \Rightarrow I=\frac{24\times(1-3j)}{4-j11}=6/48-0/175j$$

$$S_{\text{منبع}}=VI^*=24\times(6/48+0/175j)=155/6+j4/2VA$$

۲۹ـ گزینه «۳» با توجه به مدار داریم:



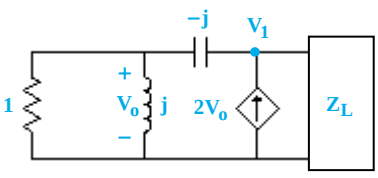
$$KVL(1): -50+4I_o+0/1V_o=0 \Rightarrow I_o=\frac{50-0/1V_o}{4} \Rightarrow 4I_o=50-0/1V_o \quad (1)$$

از طرفی، با تقسیم جریان در سمت راست مدار داریم:

$$\frac{V_o}{10}=8I_o\times\frac{5j}{5j-5j+10}=4jI_o \Rightarrow 4I_o=-0/1jV_o \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1)} 0/1V_o-0/1jV_o=50 \Rightarrow V_o-jV_o=500 \Rightarrow |V_o|=\frac{500}{\sqrt{1+1}}=\frac{500}{\sqrt{2}} \Rightarrow V_o\ \text{مؤثر}=\frac{|V_o|}{\sqrt{2}}=250v$$

۳۰ـ گزینه «۴» ابتدا منبع جریان مستقل را بی‌اثر کرده و با استفاده از تقسیم ولتاژ، ولتاژ دو سر منبع جریان وابسته را به‌دست می‌آوریم:



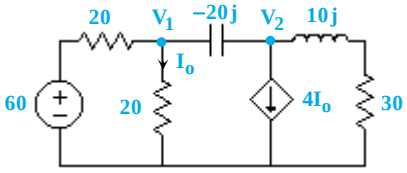
$$V_o=\frac{1\parallel j}{1\parallel j-j}\times V_1 \Rightarrow V_1=-jV_o$$

$$Z_{\text{معادل منبع وابسته}}=\frac{-jV_o}{-2V_o}=\frac{j}{2}$$

طبق قضیه‌ی انتقال توان ماکزیمم، وقتی که Z_L برابر مزدوج امپدانس دیده شده از دو سرش باشد، بیشترین توان به آن منتقل می‌شود. پس:

$$Z_L=Z_{eq}^*=[(0/5j)\parallel(-j+1\parallel j)]^*=[0/5+0/5j]^*=(0/5\sqrt{2}\angle 45^\circ)^*=0/5\sqrt{2}\angle -45^\circ\Omega$$

۳۱ـ گزینه «۴» ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم:



$$V_1 = 20I_o$$

با اعمال KCL در گره‌های ۱ و ۲ داریم:

$$KCL(1): \frac{20I_o - 60}{20} + I_o + \frac{20I_o - V_2}{-20j} = 0 \Rightarrow 20I_o - 60 + 20I_o + 20jI_o - jV_2 = 0 \Rightarrow (40+20j)I_o - jV_2 = 60 \quad (1)$$

$$KCL(2): 4I_o + \frac{V_2}{30+10j} + \frac{V_2 - 20I_o}{-20j} = 0 \Rightarrow 4000I_o + V_2(30-10j) + 50j(V_2 - 20I_o) = 0$$

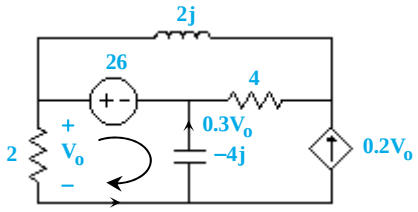
$$\Rightarrow I_o(4000-1000j) + V_2(30+40j) = 0 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \frac{(4000-1000j)(60+jV_2)}{40+20j} + V_2(30+40j) = 0$$

$$\Rightarrow V_2(30+40j)(40+20j) + V_2(1000+4000j) = -60\times(4000-1000j) \Rightarrow V_2 = 0/8911 + 38/91j$$

$$|I_{30\Omega}| = \frac{|0/8911 + 38/91j|}{|30+10j|} = 1/23\,A \Rightarrow P_{30\Omega} = \frac{1}{2}RI^2 = \frac{1}{2}\times 30\times(1/23)^2 \simeq 23w$$

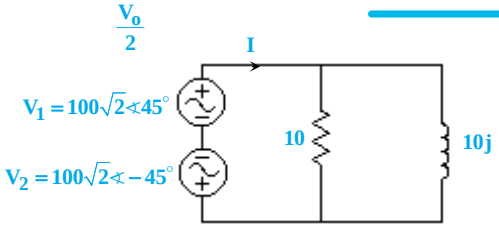
۳۲ـ گزینه «۱» با اعمال KVL در حلقه مشخص شده از مدار داریم:



$$KVL: -V_o + 26 + 4j\times 0/3V_o = 0$$

$$V_o = \frac{26}{1-1/2j} \Rightarrow |V_o| = 16/64\,V$$

۳۳ـ گزینه «۱» برای حل این سؤال کافی است فاز جریان را به‌دست آوریم:

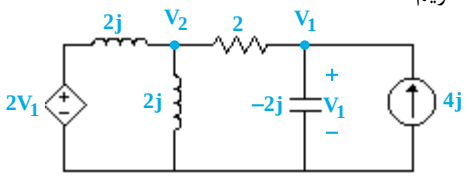


$$I = \frac{100\sqrt{2}(1\angle 45^\circ - 1\angle -45^\circ)}{10} + \frac{100\sqrt{2}(1\angle 45^\circ - 1\angle -45^\circ)}{10j}$$

$$I = 28/28\angle 45^\circ\,A$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود، بین I و V_1 اختلاف فازی وجود ندارد.

۳۴ـ گزینه «۴» با اعمال KCL در گره‌های ۱ و ۲ داریم:

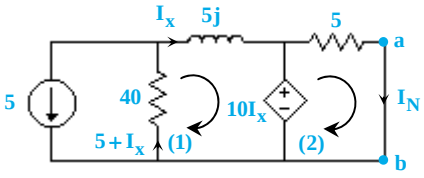


$$KCL(1): \frac{V_1 - V_2}{2} + \frac{V_1}{-2j} - 4j = 0 \Rightarrow V_1(1+j) - V_2 = 8j \quad (1)$$

$$KCL(2): \frac{V_2 - 2V_1}{2j} + \frac{V_2}{2j} + \frac{V_2 - V_1}{2} = 0 \Rightarrow V_1(-2-j) + V_2(2+j) = 0 \Rightarrow V_1 = V_2 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} V_1(1+j) - V_1 = 8j \Rightarrow jV_1 = 8j \Rightarrow V_1 = 8v$$

۳۵ـ گزینه «۲» برای محاسبه‌ی جریان نورتن از دید a و b کافی است دو سر a و b را اتصال کوتاه کرده و جریان عبوری از آن را به‌دست آوریم:

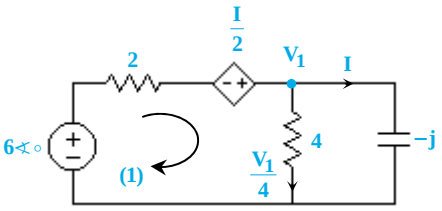


با اعمال KVL در حلقه‌های (۱) و (۲) داریم:

$$KVL(۱): ۴۰\times(I_x+۵)+۵۰jI_x+۱۰I_x=۰ \Rightarrow I_x(۵۰+۵۰j)=-۲۰۰ \Rightarrow I_x=\frac{-۴}{۱+j}A$$

$$KVL(۲): ۱۰I_x=۵I_N \Rightarrow I_N=۲I_x=\frac{-۸}{۱+j}=-۴+۴jA$$

۳۶ـ گزینه «۴» برای محاسبه‌ی توان مختلط منبع مستقل کافی است جریان آن را به‌دست آوریم:



$$V_۱=-jI$$

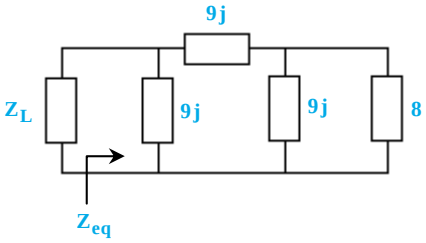
$$KVL(۱): -۶+۲\times(I+\frac{V_۱}{۴})-\frac{I}{۲}+V_۱=۰ \Rightarrow -۶+۲I-۰/۵jI-۰/۵I-jI=۰$$

$$\Rightarrow I(۱/۵-۱/۵j)=۶ \Rightarrow I=۲+۲jA$$

$$I_S=I+\frac{V_۱}{۴}=(۱-۰/۲۵j)I=۲/۵+۱/۵jA$$

$$S=\frac{۱}{۲}VI^*=\frac{۱}{۲}\times۶\times(۲/۵-۱/۵j)=۷/۵-۴/۵jVA$$

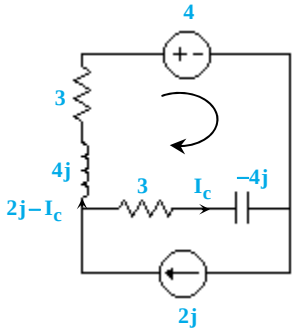
۳۷ـ گزینه «۲» برای اینکه ماکزیمم توان به Z_L برسد، باید Z_L برابر با مزدوج امپدانس دیده شده از دو سرش باشد. بنابراین با بی‌اثر کردن منبع ولتاژ، امپدانس معادل را به‌دست می‌آوریم:



$$Z_{eq}=۹j\,||\,(۹j+(۹j\,||\,۸))=۰/۷۲+۵/۴۶j$$

$$Z_L=Z_{eq}^*=۰/۷۲-۵/۴۶j\Omega$$

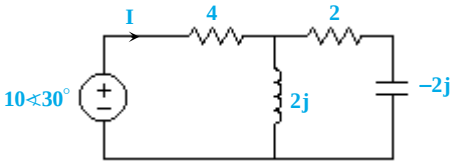
۳۸ـ گزینه «۱» پس از مشخص کردن جریان شاخه‌های مدار با اعمال KVL در حلقه‌های بالایی، جریان خازن را محاسبه می‌کنیم:



$$KVL: (۳+۴j)(۲j-I_c)+۴-(۳-۴j)I_c=۰$$

$$\Rightarrow I_c=\frac{-۴+۶j}{۶}=۱/۲\angle۱۲۳/۷^\circ A$$

۳۹ـ گزینه «۱» مجموع توان متوسط جذب شده توسط تمام عناصر برابر توان متوسط تولیدی منبع می‌باشد. بنابراین با به‌دست آوردن جریان تولیدی منبع، توان تولیدی را به‌دست می‌آوریم:

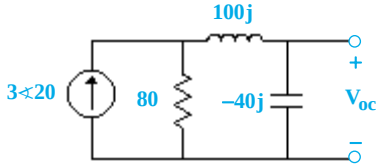


$$I=\frac{۱۰\angle۳۰}{۴+۲j\,||\,(۲-۲j)}=\frac{۱۰\angle۳۰}{۶+۲j}=۱/۵۵+۰/۳۱۷jA$$

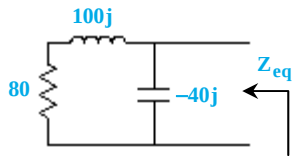
$$S=\frac{۱}{۲}VI^*=\frac{۱}{۲}\times۱۰\angle۳۰\times(۱/۵۵-۰/۳۱۷j)=۷/۵+۲/۵jVA$$

$$P=۷/۵w$$

۴۰ـ گزینه «۳» برای محاسبه‌ی ماکزیمم توان جذب شده توسط بار مدار معادل تونن دیده شده از دو سر بار را به‌دست می‌آوریم:



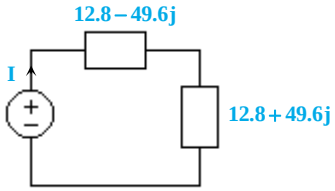
$$V_{th}=V_{oc}=-۴۰j\times\frac{۸۰}{۸۰+۶۰j}\times۳\angle۲۰=۹۶\angle-۱۰۶/۹^\circ$$



$$Z_{th}=Z_{eq}=(۸۰+۱۰۰j)\,||\,(-۴۰j)=۱۲/۸-۴۹/۶j\Omega$$

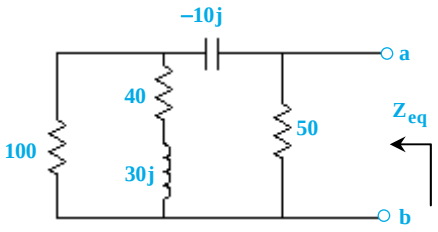
$$Z_L=Z_{th}^*=۱۲/۸+۴۹/۶j\Omega$$

بنابراین داریم:



$$P_{max}=\frac{1}{4}\frac{V_{th(rms)}^{2}}{Re[Z_{th}]}=\frac{1}{4}\times\frac{96^{2}}{12/8}=180\,w$$

۴۱ـ گزینه «۲» زمانی ماکزیمم توان متوسط توسط مقاومت خالص جذب می‌شود که مقدار آن برابر اندازه‌ی امپدانس دیده شده از دو سرش باشد. بنابراین داریم:



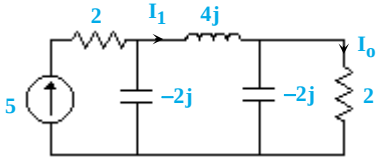
$$Z_{eq}=[100\,||\,(40+30j)+(-10j)]\,||\,50=19/5+1/73j$$

$$R=|Z_{eq}|=19/58\simeq 19/6\Omega$$

۴۲ـ گزینه «۲» همان‌طور که مشاهده می‌شود زمانی توان جذب شده توسط بلندگو ماکزیمم می‌شود که اندازه‌ی جریان عبوری از آن ماکزیمم شود. از طرفی زمانی ماکزیمم جریان از بلندگو عبور می‌کند که امپدانس سلف و خازن با یکدیگر خنثی شود. بنابراین داریم:

$$\frac{-j}{40\times10^{-9}\,\omega}+8\times10^{-3}\,\omega j=0\;\Rightarrow\;8\times40\times10^{-12}\,\omega^{2}=1\;\Rightarrow\;\omega=17677/6\,\frac{rad}{s}\;\Rightarrow\;f=\frac{\omega}{2\pi}=2813/5\simeq 2814Hz$$

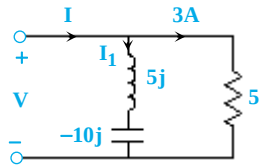
۴۴ـ گزینه «۱» با استفاده از قاعده‌ی تقسیم جریان مرحله به مرحله به جریان I_o می‌رسیم:



$$I_1=\frac{-2j}{(2\,||\,(-2j))+4j-2j}\times5=-5-5jA$$

$$I_o=\frac{-2j}{2-2j}\times(-5-5j)=-5A$$

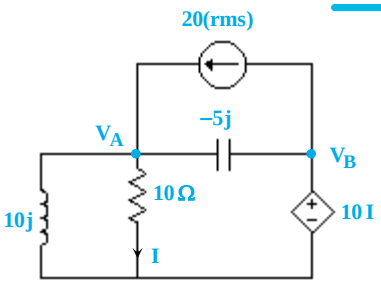
۴۵ـ گزینه «۳» ابتدا با استفاده از جریان ۳A ولتاژ V را به‌دست می‌آوریم و سپس با محاسبه‌ی I_1 جریان I را محاسبه می‌کنیم:



$$V=5\times3=15V\;\Rightarrow\;I_1=\frac{15}{-5j}=3jA$$

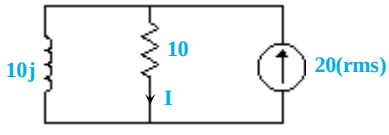
$$I=3+3j\;\Rightarrow\;|I|=3\sqrt{2}A$$

۴۶ـ گزینه «۴» با توجه به مدار داریم:



$$V_A=V_B=10I$$

بنابراین جریانی از خازن عبور نخواهد کرد. در نتیجه منبع جریان ۲۰ آمپری سری با منبع ولتاژ وابسته می‌شود که باعث بی‌اثر شدن منبع ولتاژ وابسته می‌شود. بنابراین:

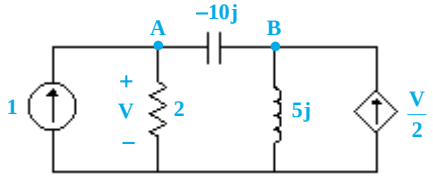


$$I=\frac{10j}{10+10j}\times20=10+10jA$$

$$I_{rms}=10\sqrt{2}A$$

$$P_R=RI_{rms}^{2}=10\times(10\sqrt{2})^{2}=2000\,w=2kw$$

۴۷ـ گزینه «۳» با اعمال KCL در گره‌های A و B داریم:

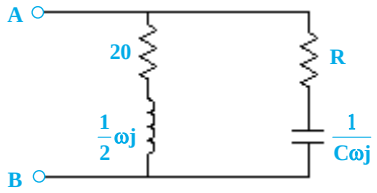


$$KCLA: \frac{V}{2}+\frac{V-V_B}{-10j}=1 \Rightarrow V(5+j)-V_B j=10 \quad (1)$$

$$KCLB: \frac{-V}{2}+\frac{V_B}{5j}+\frac{V_B-V}{-10j}=0 \Rightarrow -jV_B-(5+j)V=0 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} -jV_B-jV_B=10 \Rightarrow V_B=5jv$$

۴۸ـ گزینه «۴» مدار را به حالت دائمی سینوسی برده و امپدانس معادل دیده شده از دو سر A و B را به‌دست می‌آوریم. برای این‌که این امپدانس مستقل از فرکانس شود، مقدار این امپدانس را برابر عدد حقیقی a فرض می‌کنیم.

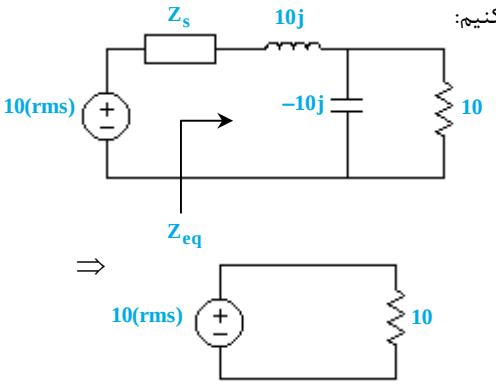


$$\Rightarrow Z_{eq}=(20+\frac{1}{2}\omega j)\,||\,(R-\frac{j}{C\omega}) \Rightarrow Z_{eq}=\frac{20R+\frac{1}{2C}+j(\frac{R\omega}{2}-\frac{20}{C\omega})}{20+R+j(\frac{\omega}{2}-\frac{1}{C\omega})}$$

$$\Rightarrow Z_{eq}=\frac{20R+\frac{1}{2C}+j(R\frac{\omega}{2}-\frac{20}{C\omega})}{20+R+j(\frac{\omega}{2}-\frac{1}{C\omega})}=a$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 2R+\frac{1}{2C}=a(20+R) \\ (R.\frac{\omega}{2}-\frac{20}{C\omega})=a(\frac{\omega}{2}-\frac{1}{C\omega}) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a=20\Omega \\ R=20\Omega \\ C=\frac{1}{800}F \end{cases}$$

۴۹ـ گزینه «۴» با توجه به شکل، ابتدا امپدانس دیده شده از دو سر منبع و امپدانس Z_s را محاسبه می‌کنیم:

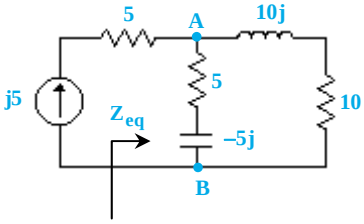


$$Z_{eq}=[10\,||\,(-10j)]+10j=5+5j\Omega$$

$$Z_S=Z_{eq}^*=5-5j\Omega$$

$$\Rightarrow P=\frac{V_{rms}^2}{R}=\frac{10^2}{10}=10w$$

۵۰ـ گزینه «۴» ابتدا امپدانس معادل دیده شده از دو سر منبع جریان و مقاومت ۵ اهمی را محاسبه می‌کنیم:



$$Z_{eq}=(5-5j)\,||\,(10+10j)=6-2j\Omega$$

بنابراین داریم:

$$V_{AB}=(6-2j)\times 5j \Rightarrow |V_{AB}|=\sqrt{6^2+2^2}\times 5=10\sqrt{10}v$$

۵۱ـ گزینه «۳» زمانی توان جذب شده توسط مقاومت ۱۵ اهمی ماکزیمم می‌شود که جریان عبوری از آن ماکزیمم شود و این امر زمانی رخ می‌دهد که امپدانس سلف و خازن با یکدیگر خنثی شود. یعنی:

$$\frac{1}{C\omega j}+10j=0 \Rightarrow \frac{1}{C\omega}=10 \Rightarrow C=\frac{0/1}{\omega}=\frac{0/1}{2\pi f}=\frac{0/1}{6\times 2500}=6/67\times 10^{-6}\,F=6/67\mu F$$

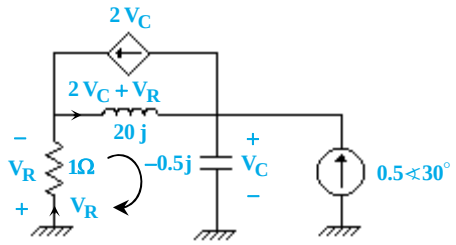
۵۲ـ گزینه «۱» با مساوی قرار دادن امپدانس و ادمیتانس دیده شده از دو سر A و B داریم:

$$Y_{in}=\frac{1}{Z_{in}}=Z_{in}\ \Rightarrow\ |Z_{in}|=1\ \Rightarrow\ \frac{|(R+\omega j)(R-\frac{j}{C\omega})|}{|2R+j(\omega-\frac{1}{C\omega})|}=1\Rightarrow\ \frac{|R^2+\frac{1}{C}+jR(\omega-\frac{1}{C\omega})|}{|2R+j(\omega-\frac{1}{C\omega})|}=1$$

بنابراین مشاهده می‌شود برای برابری اندازه‌ی صورت و مخرج تحت هر فرکانس باید:

$$\begin{cases}R=1\\ R^2+\frac{1}{C}=2R\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}R=1\Omega\\ C=1\,F\end{cases}$$

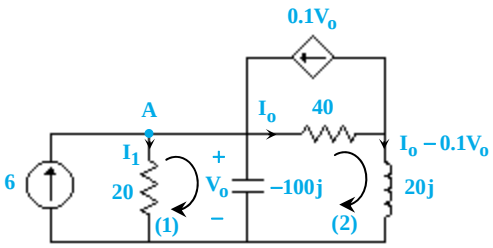
۵۴ـ گزینه «۴» ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم:



با اعمال KVL در حلقه‌ی مشخص شده داریم:

$$+V_R+20j(2V_c+V_R)+V_c=0\ \Rightarrow\ (1+20j)V_R=-(1+40j)V_c\ \Rightarrow\ \frac{|V_R|}{|Vc|}=\frac{|-(1+40j)|}{|1+20j|}=1/998\simeq 2$$

۵۵ـ گزینه «۱» ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم. سپس با مشخص کردن جریان شاخه‌ها و اعمال KVL در حلقه‌های مورد نظر جریان I_o را محاسبه می‌کنیم:



KCL در A:
$$I_1=6+V_o(0/1-0/1j)-I_o$$

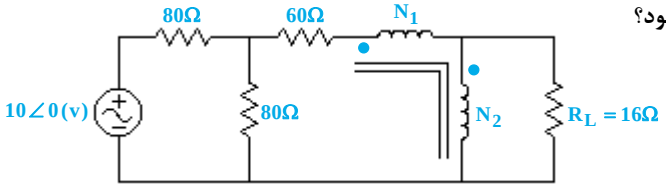
$$KVL(1):20I_1=V_o\ \Rightarrow\ 120+V_o(2-0/2j)-20I_o=V_o\qquad(1)$$

$$KVL(2):-V_o+40I_o+20j(I_o-0/1V_o)=0\ \Rightarrow\ 20I_o(2+j)=V_o(1+2j)\qquad(2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)}\ 120+\frac{20I_o(2+j)}{1+2j}(1-0/2j)-20I_o=0\ \Rightarrow\ I_o(0/32+0/76j)=6\ \Rightarrow\ I_o=7/2\angle-67^\circ A$$

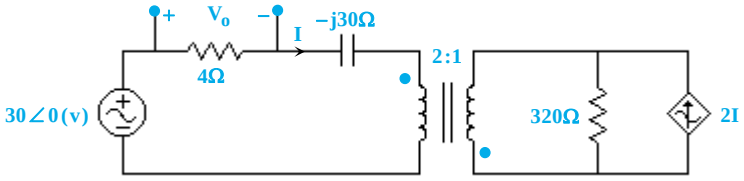
آزمون فصل پنجم

۱ـ در مدار زیر نسبت $\frac{N_2}{N_1}$ کدام باشد تا حداکثر توان به R_L منتقل شود؟



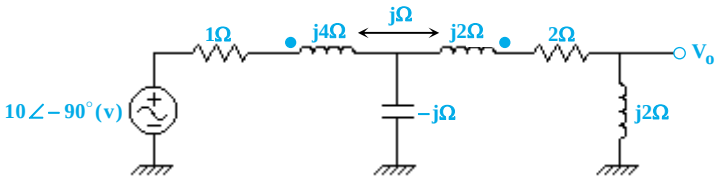
۱) ۰/۶۶
۲) ۱/۵
۳) ۳
۴) ۰/۳۳

۲ـ در مدار زیر مقدار V_0 بر حسب ولت کدام است؟



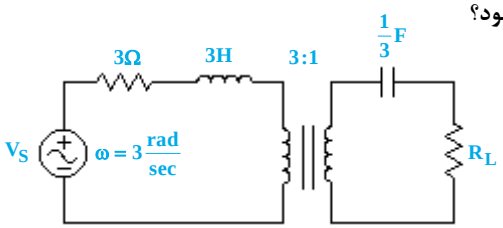
۱) $0/6\angle 36^\circ$
۲) $2/4\angle 36^\circ$
۳) $0/6\angle 53^\circ$
۴) $2/4\angle 53^\circ$

۳ـ در مدار زیر مقدار V_0 بر حسب ولت کدام است؟



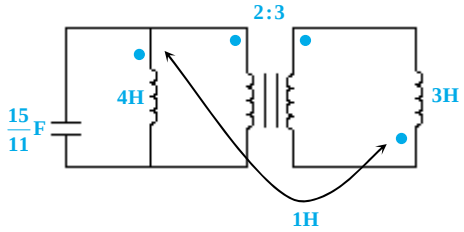
۱) $4-4j$
۲) $1+3j$
۳) $-3-j$
۴) ۰

۴ـ در مدار شکل زیر مقدار R_L بر حسب اهم کدام باشد تا توان جذبی آن حداکثر شود؟



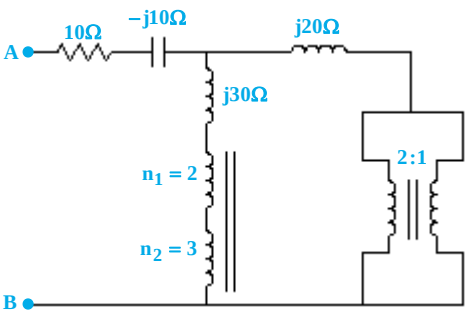
۱) $\frac{1}{2}\Omega$
۲) $1/5\Omega$
۳) 2Ω
۴) $\frac{1}{3}\Omega$

۵ـ در مدار زیر فرکانس زاویه‌ای رزونانس مدار بر حسب رادیان بر ثانیه کدام است؟



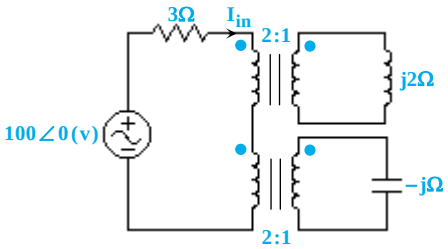
۱) ۱
۲) ۲
۳) $\frac{1}{2}$
۴) ۳

۶ـ در مدار زیر مقدار ضریب توان مدار کدام است؟



۱) ۰/۶
۲) ۰/۸۶
۳) ۰/۷۰۷
۴) ۰/۹۵

۸ـ در مدار زیر مقدار I_{in} بر حسب آمپر کدام است؟



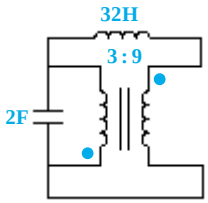
۱) ۱۶

۲) $12j$

۳) $16-12j$

۴) $12-16j$

۹ـ فرکانس رزونانس مدار زیر بر حسب هرتز کدام است؟



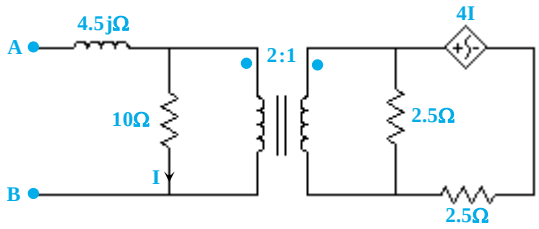
۱) $\frac{1}{4\pi}$

۲) $\frac{1}{2\pi}$

۳) 2π

۴) 4π

۱۰ـ در مدار زیر مقدار ضریب توان مدار کدام است؟



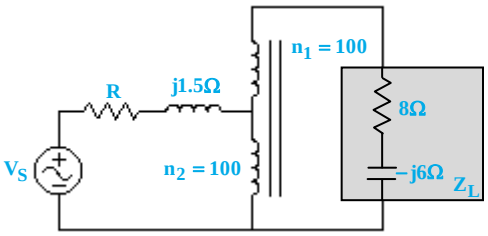
۱) ۰/۲۲

۲) ۰/۳۶

۳) ۰/۸۶

۴) ۰/۷۰۷

۱۱ـ در مدار زیر مقدار R کدام باشد تا توان Z_L حداکثر شود؟



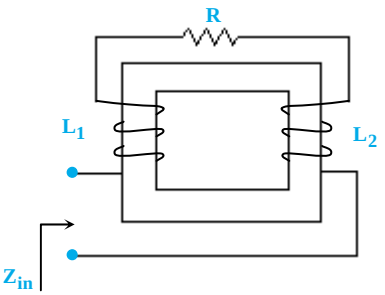
۱) ۲

۲) ۳

۳) ۴

۴) ۵

۱۲ـ مقدار Z_{in} در مدار زیر بر حسب اهم کدام است؟



$R = 20\Omega$
$L_1 = 2H$
$L_2 = 0.2H$
$\omega = 400 \frac{rad}{sec}$

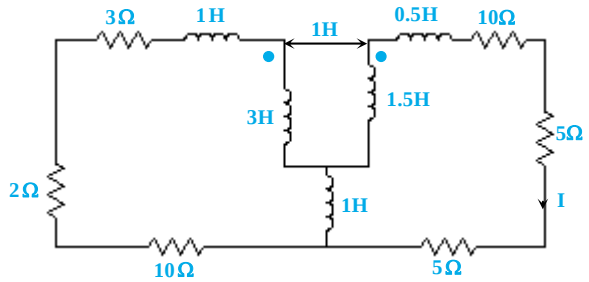
۱) $220+j70$

۲) $200+j70$

۳) $20+j700$

۴) $22+j700$

۱۳ـ در مدار زیر معادله دیفرانسیل مربوط به I کدام است؟



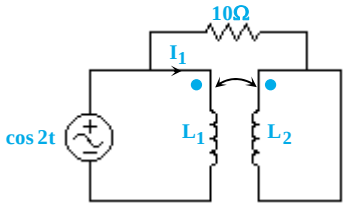
۱) $\frac{d^2I}{dt^2}+14\frac{dI}{dt}+30I=0$

۲) $\frac{d^2I}{dt^2}+150\frac{dI}{dt}+30I=0$

۳) $\frac{10d^2I}{dt^2}+6\frac{dI}{dt}+30I=0$

۴) $\frac{11d^2I}{dt^2}+145\frac{dI}{dt}+300I=0$

۱۴ـ در مدار زیر جریان I_1 بر حسب آمپر کدام گزینه است؟



$$L=\begin{bmatrix}۲ & -۱\\ -۱ & ۳\end{bmatrix}$$

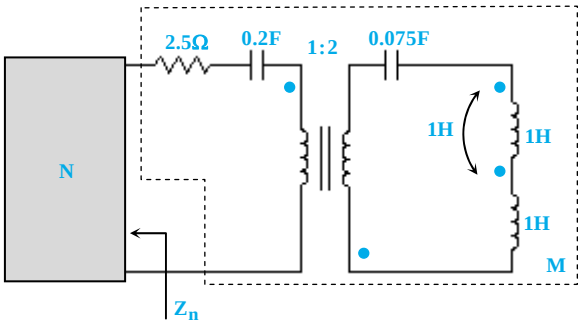
۱) $-j۰/۲۱$

۲) $-j۰/۳۷$

۳) $j۰/۳۷$

۴) $j۰/۲۱$

۱۵ـ در مدار مقابل Z_n بر حسب اهم کدام باشد تا توان شبکه M حداکثر شود؟



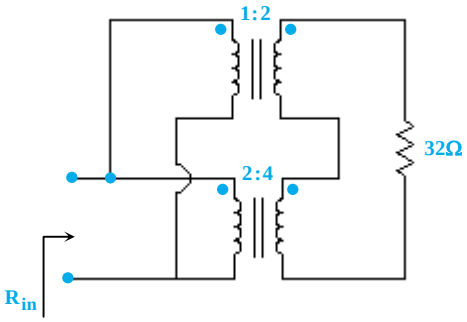
۱) $۲/۵-j۲$

۲) $۱/۵-j$

۳) $۲/۵+j$

۴) $۱/۵+j۲$

۱۶ـ در مدار زیر R_{in} بر حسب اهم کدام است؟



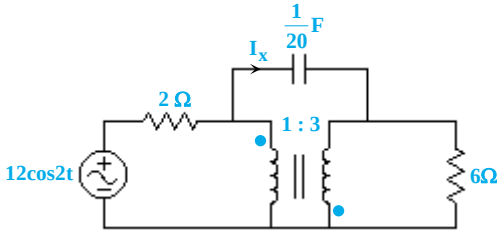
۱) ۱

۲) ۲

۳) ۱۶

۴) ۶۴

۱۷ـ در مدار زیر معادله I_x کدام گزینه است؟



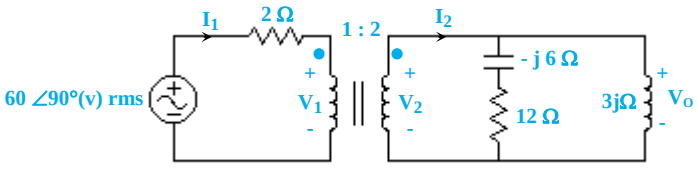
۱) $۰/۹۳\cos(۲t+۵۱/۳^\circ)$

۲) $۰/۸۳\cos(۲t+۳۱/۱^\circ)$

۳) $۰/۵۲\cos(۲t+۱۰/۱^\circ)$

۴) $۰/۸۷\cos(۲t+۲۱/۲^\circ)$

۱۹ـ در مدار زیر مقدار V_o بر حسب ولت کدام است؟



۱) ۶۳/۱۴

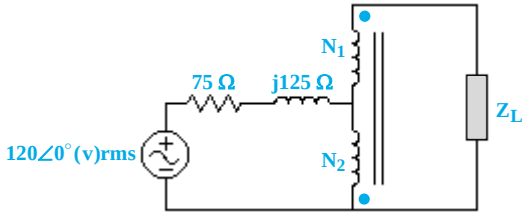
۲) ۱۲/۱۵

۳) ۴۲/۱۲

۴) ۳۸/۱۰

۲۰ـ در مدار زیر مقدار Z_L برای توان max بر حسب kΩ و مقدار توان ماکزیمم در Z_L بر حسب وات کدام است؟

$(N_1=۶۰۰)$ و $(N_2=۲۰۰)$



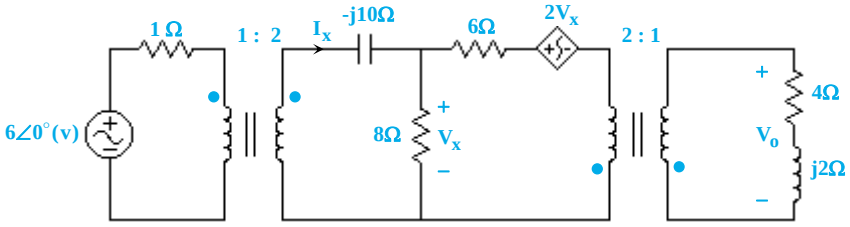
۱) $(۱/۲-j۲)$ و $۵/۳$

۲) $(۱/۲+j۲)$ و $۵/۳$

۳) $(۰/۲-j۱/۲)$ و $۲/۳$

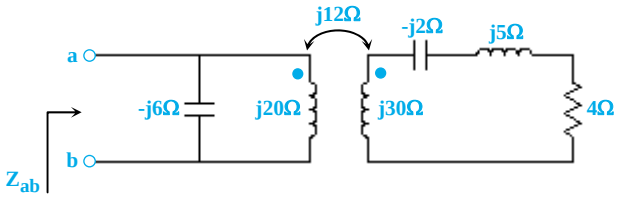
۴) $(۰/۲+j۱/۲)$ و $۲/۳$

۲۱ـ مقدار I_x در مدار زیر بر حسب آمپر کدام است؟



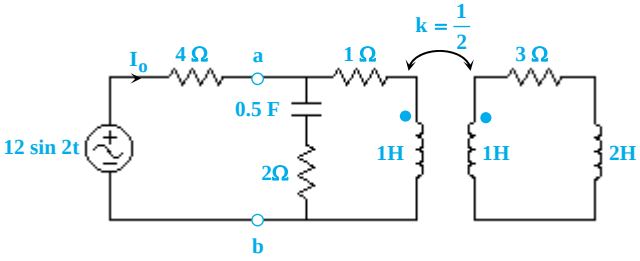
۱) ۴
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۱

۲۳ـ در مدار زیر مقدار Z_{ab} چند اهم است؟



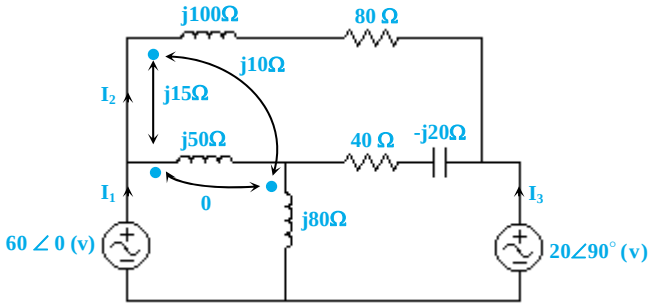
۱) $0/2 - j9/7$
۲) $0/3 - j5/2$
۳) $0/1 - j3/1$
۴) $0/7 - j2/1$

۲۴ـ در مدار زیر مقدار I_o بر حسب آمپر کدام است؟



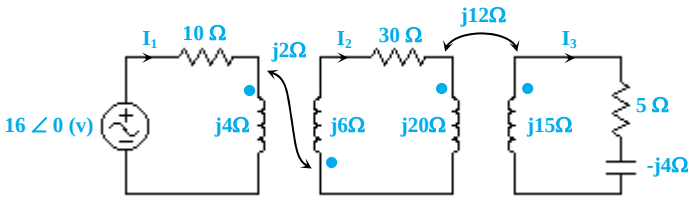
۱) ۱/۲
۲) ۲/۲
۳) ۳/۲
۴) ۴/۲

۲۵ـ در مدار زیر مقدار اندازه $(I_1 + I_2)$ بر حسب آمپر کدام است؟



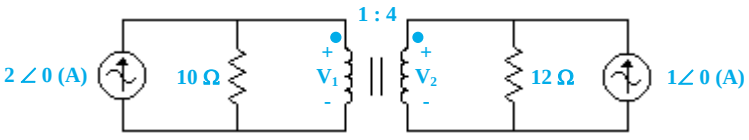
۱) ۰/۴
۲) ۱/۳
۳) ۱/۷
۴) ۲

۲۶ـ مقدار جریان I_3 در مدار زیر چند میلی‌آمپر است؟



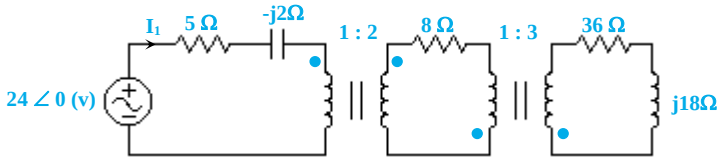
۱) ۷۷
۲) ۲۲
۳) ۶۲
۴) ۱۹

۲۷ـ مقدار ولتاژ V_2 در مدار روبرو بر حسب ولت کدام است؟

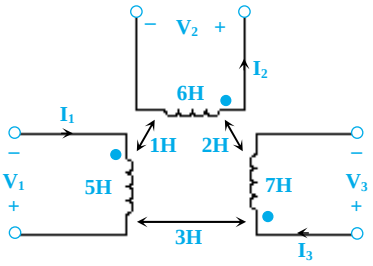


۱) ۱/۶
۲) ۱۵/۲
۳) ۵/۷
۴) ۱۶/۷

۲۸ـ در مدار روبرو مقدار اندازه جریان I_1 بر حسب آمپر کدام است؟



۱) ۲/۹۵
۲) ۳/۴۱
۳) ۵/۱۱
۴) ۸/۱۱



۲۹ـ در مدار شکل زیر معادله $V_۳$ کدام است؟

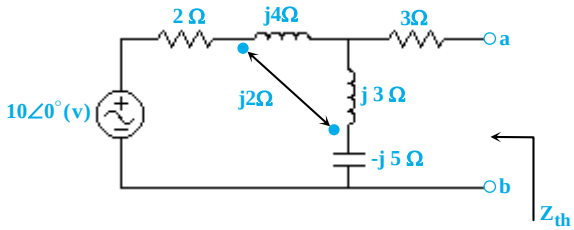
۱) $V_۳ = ۷\frac{dI_۳}{dt} - \frac{۳dI_۱}{dt} + \frac{۲dI_۲}{dt}$

۲) $V_۳ = ۷\frac{dI_۳}{dt} + \frac{۳dI_۱}{dt} + \frac{۲dI_۲}{dt}$

۳) $V_۳ = -۷\frac{dI_۳}{dt} + \frac{۳dI_۱}{dt} - \frac{۲dI_۲}{dt}$

۴) $V_۳ = ۷\frac{dI_۳}{dt} - \frac{۳dI_۱}{dt} - \frac{۲dI_۲}{dt}$

۳۰ـ Z_{th} برای مدار شکل زیر برحسب اهم کدام است؟



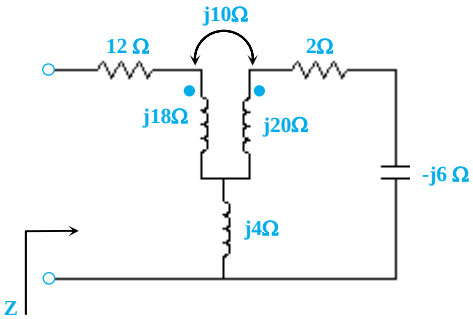
۱) $۲ + j۷$

۲) $۳/۵ + j۲$

۳) $۲ + j۳/۵$

۴) $۷ + j۲$

۳۱ـ امپدانس معادل Z در شکل زیر چند اهم است؟



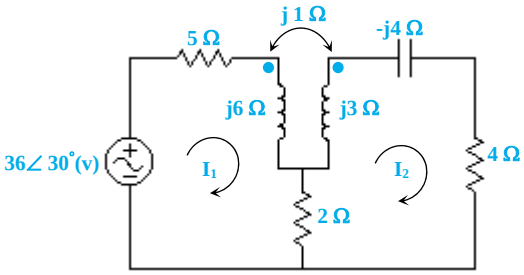
۱) ۱۳/۲

۲) $۱ + j$ ۱۳/۲

۳) $۱۱/۲ + j$ ۱۳/۲

۴) $۱۳/۲ + j$ ۱۱/۲

۳۲ـ در مدار شکل زیر چند وات توان، توسط مقاومت ۴ اهمی جذب می‌شود؟



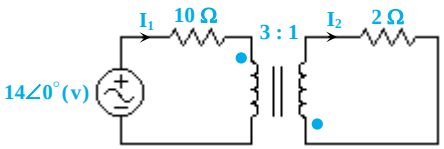
۱) ۱/۷

۲) ۳/۶۷

۳) ۴/۲۵

۴) ۶

۳۳ـ در مدار شکل زیر مقدار $I_۱ + I_۲$ چند آمپر است؟



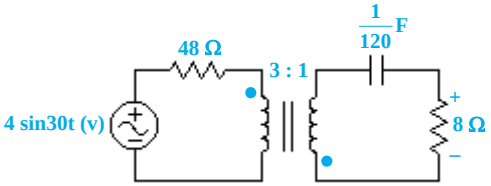
۱) ۲

۲) ۰/۵

۳) ۱/۵

۴) ۱

۳۴ـ توان متوسط جذب شده توسط مقاومت ۸ اهمی تقریباً چند میلی‌وات است؟



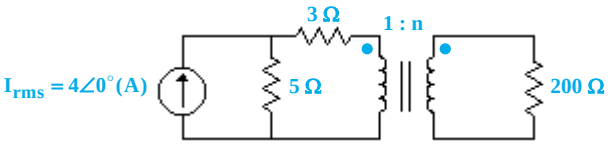
۱) ۳۶/۷

۲) ۳/۶۷

۳) ۳۰/۷

۴) ۰/۳۶۷

۳۵ـ مقدار n برای اینکه ماکزیمم توان توسط مقاومت ۲۰۰ اهمی جذب شود، کدام است؟



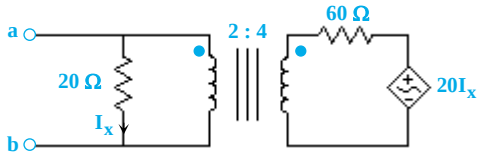
۱) ۲

۲) ۵

۳) ۱۰

۴) ۰/۲

۳۶ـ مدار معادل تونن از دید دو نقطه a و b کدام است؟



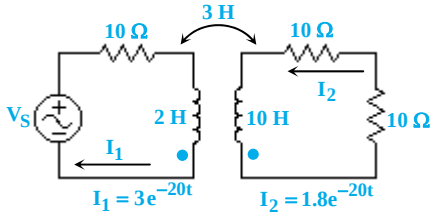
۱) $V_{th}=\frac{۱}{۴}v \quad , \quad R_{th}=\frac{۱}{۴}\Omega$

۲) $V_{th}=۴v \quad , \quad R_{th}=۴\Omega$

۳) $V_{th}=۰ \quad , \quad R_{th}=\frac{۱}{۴}\Omega$

۴) $V_{th}=۰ \quad , \quad R_{th}=۴\Omega$

۳۷ـ در شکل مقابل معادله ولتاژ دو سر سلف ۱۰ هانری کدام است؟



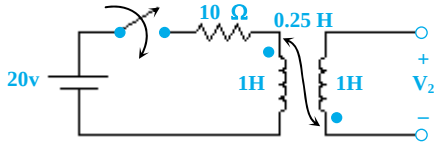
۱) $-۵۴۰e^{-۲۰t}$

۲) $-۳۶e^{-۲۰t}$

۳) $-۱۸۰e^{-۲۰t}$

۴) $-۹۰e^{-۲۰t}$

۳۸ـ در مدار شکل زیر کلید در لحظه $t=۰$ بسته می‌شود. معادله ولتاژ $V_۲$ کدام است؟



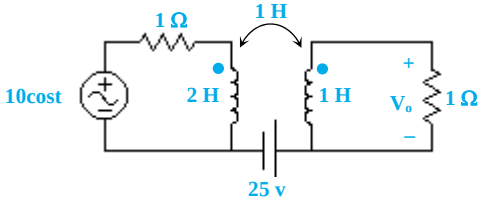
۱) $۵e^{-۱۰t}$

۲) $-۵e^{-۱۰t}$

۳) $۲e^{-۱۰t}$

۴) $-۲e^{-۱۰t}$

۳۹ـ در مدار شکل زیر معادله زمانی V_o کدام است؟



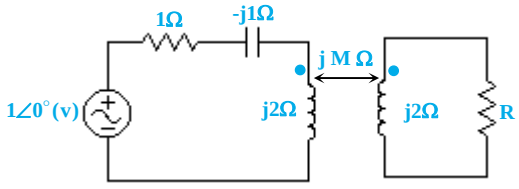
۱) $۲/۵\cos t$

۲) $۱۰\cos t$

۳) $\frac{۱۰}{۳}\cos t$

۴) $۰/۲۵\cos t$

۴۱ـ در مدار شکل زیر برای اینکه ماکزیمم توان به R منتقل شود، مقادیر R و M چقدر باید باشد؟



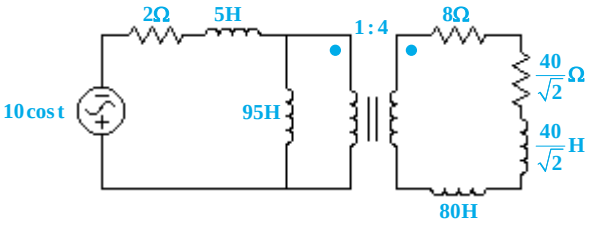
۱) $M=R=۱$

۲) $M=R=۲$

۳) $M=\frac{R}{۲}=۱$

۴) $M=\frac{R}{۲}=۲$

۴۲ـ در مدار زیر فرکانس تشدید مدار بر حسب هرتز کدام است؟



۱) فرکانس تشدید ندارد.

۲) ۱۰

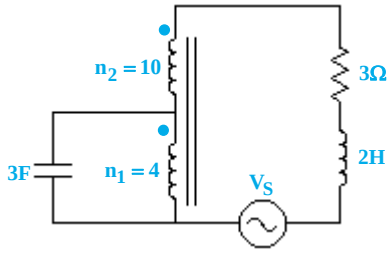
۳) ۳۰

۴) ۲۰

۴۳ـ در مدار تست قبل نسبت توان راکتیو به توان اکتیو کدام است؟

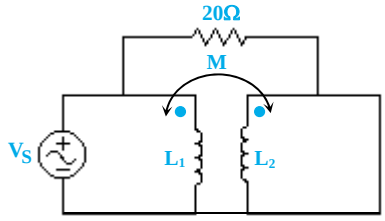
۱) ۴ ۲) ۱ ۳) ۳ ۴) ۲

۴۴ـ فرکانس رزونانس مدار زیر بر حسب هرتز کدام است؟



۱) ۰/۳۳
۲) ۰/۱۱
۳) ۰/۲۲
۴) ۰/۴۴

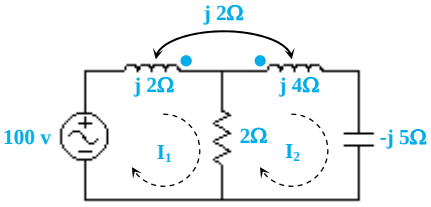
۴۵ـ در مدار زیر با فرض وجود ماتریس ضرایب القاء به صورت زیر، جریان منبع ولتاژ بر حسب آمپر کدام است؟



$V_S = 10\sin 2t(v)$, $L = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 3 \end{bmatrix}$

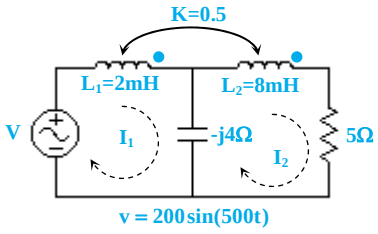
۱) $\frac{1}{2} - j3$
۲) $\frac{1}{2} + j3$
۳) $1 - j\frac{3}{2}$
۴) $1 + j\frac{3}{2}$

۴۶ـ دستگاه تعیین جریان‌های مدار شکل زیر کدام است؟



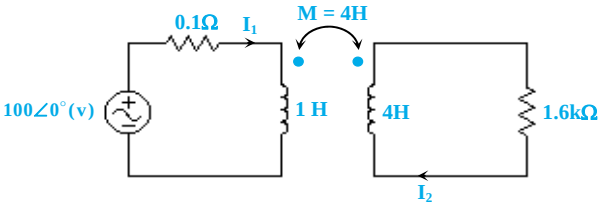
۱) $\begin{bmatrix} j2+2 & -j2+2 \\ -j2+2 & 2-j \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100 \\ 0 \end{bmatrix}$
۲) $\begin{bmatrix} j2+2 & j2-2 \\ j2-2 & 2-j9 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100 \\ 0 \end{bmatrix}$
۳) $\begin{bmatrix} j2+2 & -j2-2 \\ -j2-2 & 2-j \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100 \\ 0 \end{bmatrix}$
۴) $\begin{bmatrix} j2+2 & j2+2 \\ j2+2 & 2-j9 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100 \\ 0 \end{bmatrix}$

۴۷ـ رابطه بین جریان‌های I_1 و I_2 در شکل زیر کدام است؟



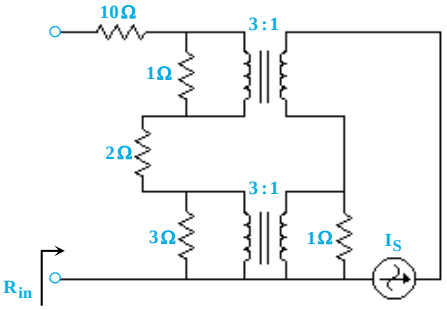
۱) $jI_2 + I_1 = 0$
۲) $j8I_2 + 5I_2 + j2I_1 = 0$
۳) $j8I_2 + 5I_2 + j5I_1 = 0$
۴) $jI_1 + I_2 = 0$

۴۸ـ در مدار شکل مقابل، جریان I_2 تقریباً چند آمپر است؟ ($\omega = 100(\frac{Rad}{sec})$)



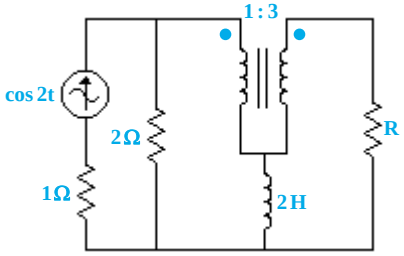
۱) صفر
۲) $0/2\angle 37^\circ$
۳) $1\angle 90^\circ$
۴) $0/2\angle 217^\circ$

۴۹ـ در مدار زیر امپدانس ورودی بر حسب اهم کدام گزینه است؟



۱) ۱۰/۲۵
۲) ۱۵/۲۵
۳) ۱۲/۲۵
۴) ۲۰/۲۵

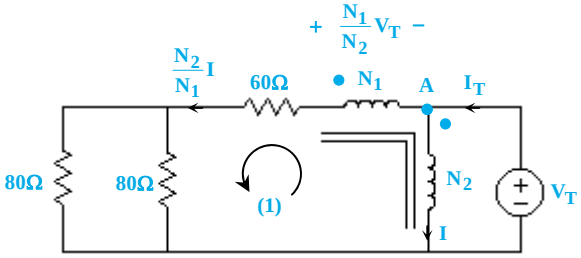
۵۰ـ در مدار زیر مقدار R بر حسب اهم کدام باشد تا توان R حداکثر شود؟



۱) ۱۲
۲) ۲۴
۳) ۳۰
۴) ۱۶

پاسخنامه آزمون فصل پنجم

۱ـ گزینه «۱» زمانی حداکثر توان به مقاومت R_L انتقال پیدا می‌کند که مقاومت بار برابر مقاومت تونن دیده شده از دو سرش باشد. بنابراین با اعمال منبع ولتاژ V_T با جریان تزریقی I_T در دو سر بار مقاومت تونن را به‌دست می‌آوریم:



با اعمال KVL در حلقه‌ی (۱) و KCL در گره A داریم:

$$KCL\ A: I_T = I + \frac{N_2}{N_1} I = (\frac{N_1+N_2}{N_1})I \qquad (1)$$

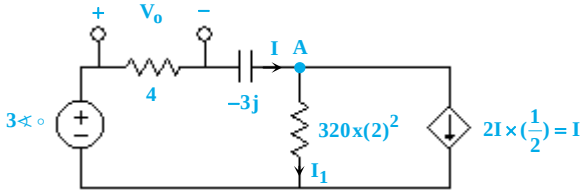
$$KVL\ (1): -V_T - \frac{N_1}{N_2}V_T + (60+80 \,||\, 80)\frac{N_2}{N_1} I \Rightarrow -V_T(\frac{N_1+N_2}{N_2}) + 100\frac{N_2}{N_1} I = 0 \qquad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} V_T(\frac{N_1+N_2}{N_2}) = 100\frac{N_2}{N_1} \times \frac{N_1}{N_1+N_2} I_T \Rightarrow V_T = 100(\frac{N_2}{N_1+N_2})^2 I_T$$

بنابراین:

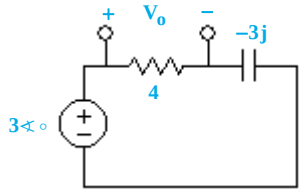
$$R_{th} = 100(\frac{N_2}{N_1+N_2})^2 = 16 \Rightarrow \frac{N_2}{N_1+N_2} = 0/4 \Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = 0/66$$

۲ـ گزینه «۲» ابتدا المان‌های موجود در سمت راست ترانس را به سمت چپ انتقال داده و سپس مقدار V_0 را تعیین می‌کنیم:



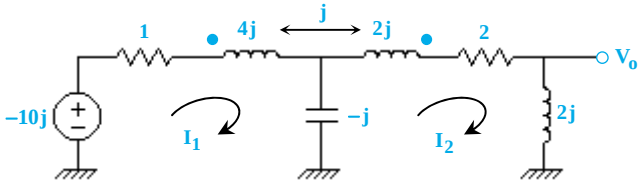
$$KCL\ \ A: I = I + I_1 \Rightarrow I_1 = 0$$

بنابراین مدار به صورت زیر به دست می‌آید:



$$\Rightarrow V_o = \frac{4}{4-3j} \times 3\angle 0 = 2/4\angle 36^\circ \text{ v}$$

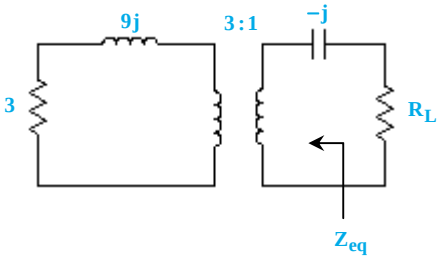
۳ـ گزینه «۴» ابتدا با اعمال KVL در حلقه‌های ۱ و ۲ جریان حلقه‌ها را به دست آورده و سپس ولتاژ خروجی را با استفاده از جریان I_2 محاسبه می‌کنیم:



$$KVL\ (1): -10j + (1+4j)I_1 - jI_2 - j(I_1 - I_2) = 0 \Rightarrow (1+3j)I_1 = 10j \Rightarrow I_1 = 3+j$$

$$KVL\ (2): -j(I_2 - I_1) + 2jI_2 - jI_1 + (2+2j)I_2 = 0 \Rightarrow (2+3j)I_2 = 0 \Rightarrow I_2 = 0 \Rightarrow V_o = 0$$

۴ـ گزینه «۴» ابتدا مدار را به حوزه‌ی دائمی سینوسی می‌بریم. سپس با به دست آوردن امپدانس تونن دیده شده از دو سر مقاومت R_L، مقدار آن را برای جذب توان ماکزیمم به دست می‌آوریم:

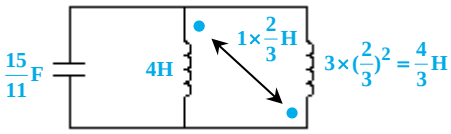


$$\Rightarrow Z_{eq} = -j + (3+9j) \times (\frac{1}{3})^2 = \frac{1}{3}$$

برای جذب توان ماکزیمم:

$$R_L = |Z_{eq}| = \frac{1}{3}\Omega$$

۵ـ گزینه «۱» ابتدا المان سمت ثانویه ترانس را به اولیه انتقال می‌دهیم:



اندوکتانس معادل دو سلف موازی با تزویج متقابل که دارای سر نقطه‌دار یکسان نیستند، به صورت روبه‌رو می‌باشد:

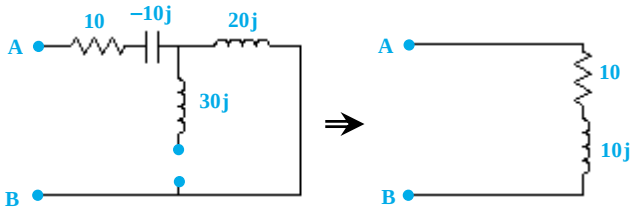
$$L_{eq}=\frac{L_1L_2-M^2}{L_1+L_2+2M}$$

$$L_{eq}=\frac{4\times\frac{4}{3}-(\frac{2}{3})^2}{4+\frac{4}{3}+\frac{4}{3}}=\frac{11}{15}H$$

بنابراین داریم:

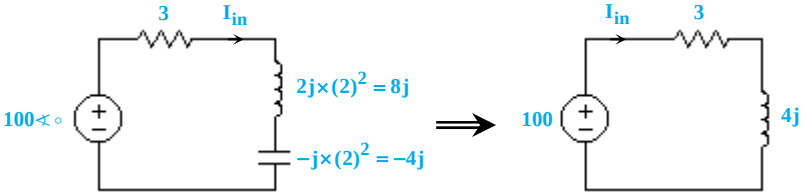
$$\omega_r=\frac{1}{\sqrt{LC}}=1\frac{rad}{sec}$$

۶ـ گزینه «۳» ابتدا مدار را ساده می‌کنیم:



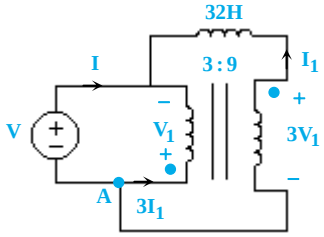
$$\Rightarrow PF=\cos\varphi=\frac{R}{\sqrt{R^2+(L\omega)^2}}=\frac{10}{10\sqrt{2}}=\frac{\sqrt{2}}{2}\Rightarrow PF=0/707$$

۸ـ گزینه «۴» ابتدا امپدانس‌های موجود در ثانویه‌ی دو ترانس را به سمت اولیه انتقال می‌دهیم:



$$\Rightarrow I_{in}=\frac{100}{3+4j}=12-16jA$$

۹ـ گزینه «۱» ابتدا اندوکتانس‌های معادل دیده شده از دو سر خازن را به دست می‌آوریم:



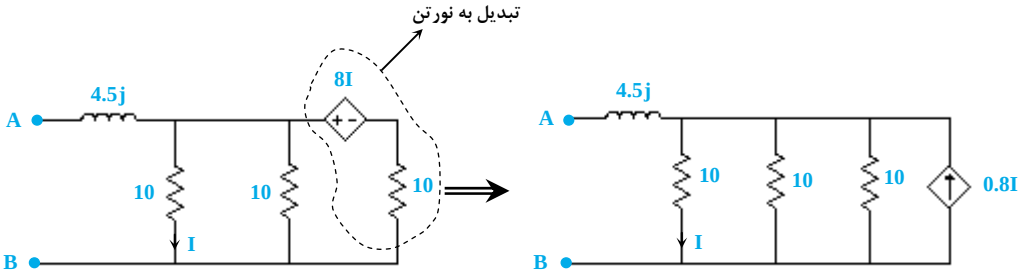
$$KCL\,A: I+3I_1+I_1=0\Rightarrow I_1=-\frac{I}{4}$$

$$KVL\ (\text{حلقه‌ی خارجی}): -V-32\frac{dI_1}{dt}+3V_1=0\xrightarrow[I_1=-\frac{I}{4}]{V_1=-V}-4V-32\frac{d}{dt}(-\frac{I}{4})=0\Rightarrow 4V=\frac{8dt}{dt}\Rightarrow V=\frac{2dt}{dt}\Rightarrow L_{eq}=2H$$

بنابراین فرکانس رزونانس به صورت روبه‌رو می‌باشد:

$$f_r=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}=\frac{1}{4\pi}Hz$$

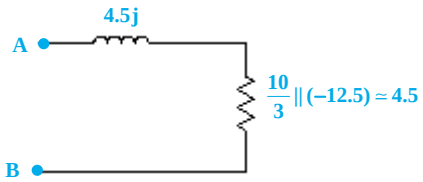
۱۰ـ گزینه «۴» ابتدا تمام المان‌ها را به سمت اولیه‌ی ترانس انتقال می‌دهیم:



حال مقاومت معادل منبع جریان وابسته را به دست می‌آوریم:

$$R_{\text{منبع وابسته}}=\frac{10I}{-0/8I}=-12/5\Omega$$

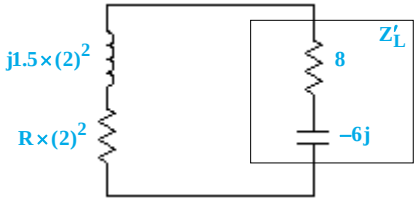
بنابراین داریم:



$$\Rightarrow \quad PF=\frac{R}{\sqrt{R^2+(L\omega)^2}}=\frac{4/5}{4/5\sqrt{2}}=\frac{\sqrt{2}}{2}=0/707$$

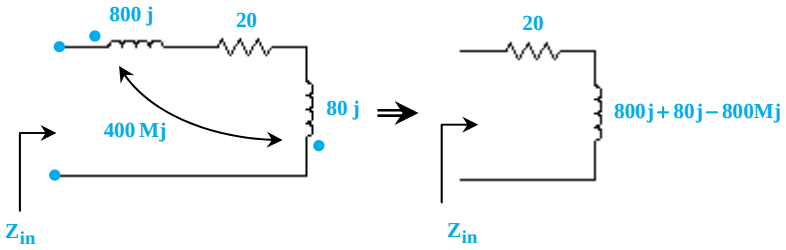
۱۱ـ گزینه «۱» ابتدا منبع ولتاژ را بی‌اثر کرده و سپس با نسبت تبدیل $(\frac{100+100}{100})^2$ امپدانس‌های سمت اولیه‌ی اتوترانسفورمر را به سمت ثانویه‌ی آن انتقال می‌دهیم.

برای انتقال توان ماکزیمم به بار Z_L داریم:



$$Z'_L=Z^*_{th} \quad \Rightarrow \quad 8-6j=(4R+6j)^* \quad \Rightarrow \quad R=2\Omega$$

۱۲ـ گزینه «۳» از آنجا که هر دو سلف L_1 و L_2 روی یک هسته پیچیده شده‌اند، بنابراین حتماً دارای تزویج متقابل می‌باشند. از طرفی شار تولیدی دو سیم‌پیچی در خلاف جهت هم می‌باشد. بنابراین مدار معادل شکل داده شده به صورت روبه‌رو می‌باشد.



بنابراین:

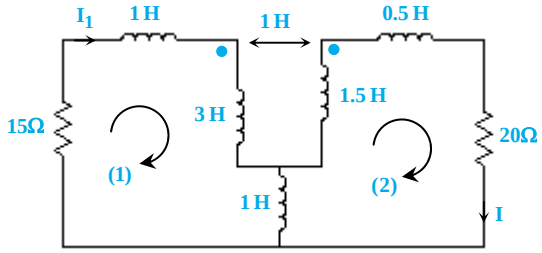
$$Z_{in}=20+(880-800M)j \quad \Rightarrow$$

پس گزینه‌ی (۳) پاسخ صحیح است.

حال با توجه به اینکه قسمت موهومی در گزینه‌ی ۳ برابر ۷۰۰ می‌باشد، می‌توانیم مقدار M را نیز محاسبه کنیم:

$$880-800M=700 \quad \Rightarrow \quad M=0/225H$$

۱۳ـ گزینه «۴» با اعمال KVL در دو حلقه‌ی مدار داریم:



$$KVL(1): 15I_1+\frac{dI_1}{dt}+\frac{3dI_1}{dt}-\frac{dI}{dt}+\frac{d}{dt}(I_1-I)=0 \quad \Rightarrow \quad 15I_1+5\frac{dI_1}{dt}=\frac{2dI}{dt}$$

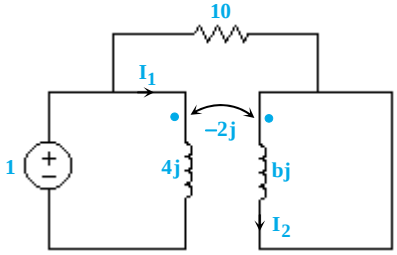
$$\Rightarrow \quad I_1=\frac{2DI}{5D+15} \qquad (1)$$

$$KVL(2): 0/5\frac{dI}{dt}+20I+\frac{d}{dt}(I-I_1)+1/5\frac{dI}{dt}-\frac{dI_1}{dt}=0 \quad \Rightarrow \quad 20I+3\frac{dI}{dt}=\frac{2dI_1}{dt} \quad \Rightarrow \quad (20+3D)I=2DI_1 \qquad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \quad I=\frac{2D}{20+3D}\times\frac{2DI}{5D+15}$$

$$(15D^2+145D+300)I=4D^2I \quad \Rightarrow \quad 11\frac{d^2I}{dt^2}+145\frac{dI}{dt}+300I=0$$

۱۴ـ گزینه «۲» ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم (شکل روبه‌رو). با دقت در حلقه‌ی سمت راست مشاهده می‌شود که هیچ جریانی از مقاومت ۱۰ اهمی عبور نمی‌کند. پس در حلقه‌ی سمت چپ جریان I_1 از منبع نیز عبور می‌کند:

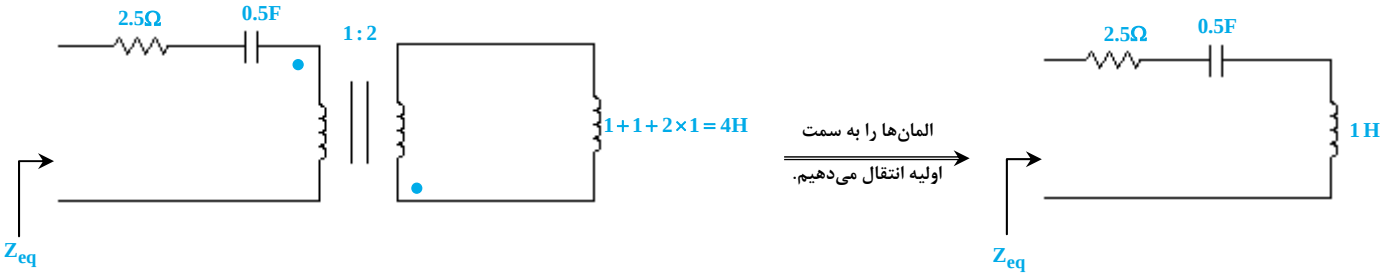


KVL در (حلقه‌ی چپ):
$$-1+4jI_1-2jI_2=0 \qquad (1)$$

KVL در (حلقه‌ی راست):
$$6jI_2-2jI_1=0 \qquad (2)$$

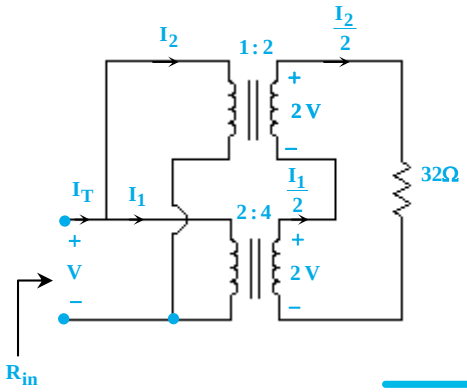
$$\xrightarrow{(1),(2)} \quad -1+4jI_1-2j(\frac{I_1}{3})=0 \quad \Rightarrow \quad \frac{10}{3}jI_1=1 \quad \Rightarrow \quad I_1=-0/3jA$$

۱۵ـ گزینه «۳» برای حداکثر شدن توان جذب شده توسط شبکه‌ی N، Z_N باید برابر مزدوج امپدانس دیده شده از دو سرش باشد. بنابراین:



$$Z_{eq}=۲/۵-\frac{۲}{\omega}j+\omega j \xrightarrow{\omega=۱} Z_{eq}=۲/۵-j\Omega \Rightarrow Z_N=Z_{eq}^*=۲/۵+j\Omega$$

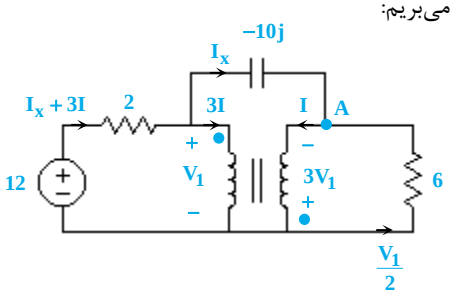
۱۶ـ گزینه «۲» با توجه به شکل مدار مشاهده می‌شود که اولیه‌ی ترانس‌ها با هم موازی و ثانویه ترانس با هم سری شده‌اند. بنابراین داریم:



$$\frac{I_۱}{۲}=\frac{I_۲}{۲} \Rightarrow I_۱=I_۲ \Rightarrow I_T=۲I_۱$$

$$\text{KVL (حلقه‌ی خروجی)}: ۴V=\frac{I_۱}{۲}\times ۳۲=۱۶I_۱ \Rightarrow V=۴I_۱=۲I_T \Rightarrow R_{in}=۲\Omega$$

۱۷ـ گزینه «۱» ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم:



با اعمال KCL در گره A و همچنین اعمال KVL در حلقه‌ی ورودی و حلقه‌ی بیرونی داریم:

$$\text{KCL(A)}: I_x+\frac{V_۱}{۲}=I \quad (۱)$$

$$\text{KVL (حلقه‌ی ورودی)}: V_۱=۱۲-۲\times(I_x+۳I) \Rightarrow ۲I_x+۶I+V_۱=۱۲ \quad (۲)$$

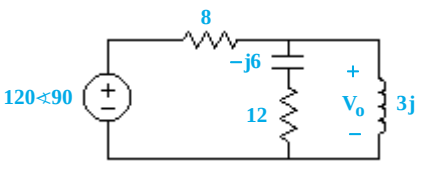
$$\text{KVL (حلقه‌ی بیرونی)}: -۱۲+۲\times(I_x+۳I)-۱۰jI_x-۳V_۱=۰ \Rightarrow I_x(۲-۱۰j)+۶I-۳V_۱=۱۲ \quad (۳)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \begin{cases} I=۱/۵ \\ V_۱=۳-۲I_x \end{cases} \Rightarrow I_x(۲-۱۰j)+۹-۹+۶I_x=۱۲$$

$$I_x=\frac{۱۲}{۸-۱۰j} \Rightarrow I_x=۰/۹۳\angle ۵۱/۳^\circ A \Rightarrow I_x(t)=۰/۹۳\cos(۲t+۵۱/۳^\circ)A$$

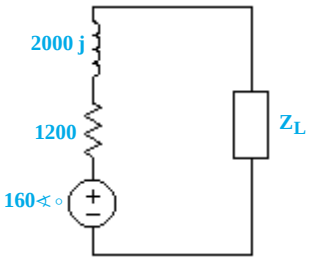
۱۹ـ گزینه «۳» ابتدا المان‌های موجود در سمت اولیه‌ی ترانسفورمر را به سمت ثانویه انتقال می‌دهیم،

حال با اعمال تقسیم ولتاژ، مقدار مؤثر V_o را محاسبه می‌کنیم:



$$V_o=\frac{۳j\,||\,(۱۲-۶j)}{۳j\,||\,(۱۲-۶j)+۸}\times ۱۲۰\angle ۹۰^\circ \Rightarrow |V_o(rms)|=۴۲/۱۲v$$

۲۰ـ گزینه «۱» ابتدا تمام المان‌ها را به سمت ثانویه‌ی اتوترانسفورمر انتقال می‌دهیم:

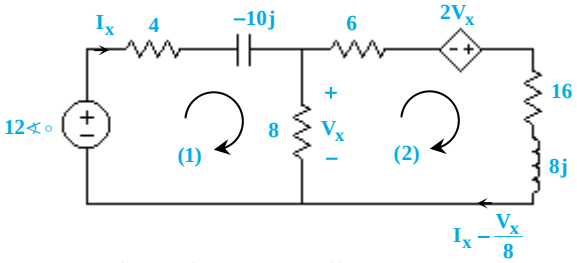


$$(a=\frac{N_1+N_2}{N_2}=\frac{800}{200}=4)$$

برای انتقال توان ماکزیمم داریم: $Z_L=Z_{th}^{*}=1200-2000\,j=(1/2-2j)\,k\Omega$

بنابراین توان ماکزیمم برابر است با: $P_{L\,max}=\frac{V_{rms}^2}{4\,Re[Z_L]}=\frac{(160)^2}{4\times1200}=5/3\,w$

۲۱ـ گزینه «۴» با انتقال المان‌های مدار به بخش میانی داریم:



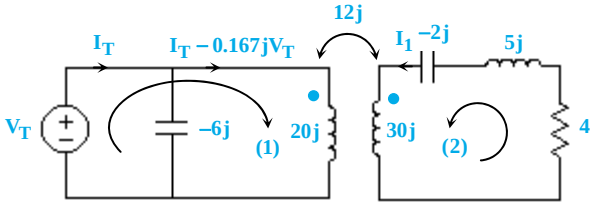
با اعمال KVL در حلقه‌های مدار داریم:

$$KVL\,(1):-12+(4-10\,j)I_x+V_x=0\ \Rightarrow\ V_x+(4-10\,j)I_x=12\qquad(1)$$

$$KVL\,(2):-V_x+(22+8j)(I_x-\frac{V_x}{8})-2V_x=0\ \Rightarrow\ (5/75+j)V_x=(22+8j)I_x\qquad(2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)}\ \frac{(22+8j)}{(5/75+j)}I_x+(4-10\,j)I_x=12\ \Rightarrow\ |I_x|=0/98\simeq1A$$

۲۳ـ گزینه «۱» با اعمال منبع ولتاژ V_T با جریان تزریقی I_T مقدار Z_{ab} را محاسبه می‌کنیم:



با اعمال KVL در حلقه‌های (۱) و (۲) داریم:

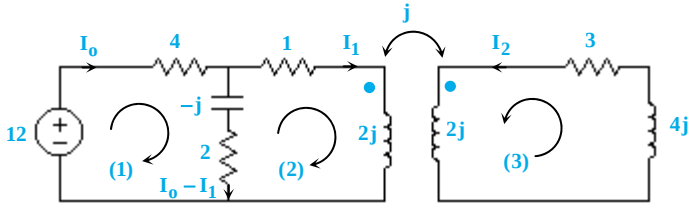
$$KVL\,(1):-V_T+20\,j(I_T-0/167jV_T)+12jI_1=0\ \Rightarrow\ 2/34V_T+20\,jI_T+12jI_1=0\qquad(1)$$

$$KVL\,(2):(4+3j)I_1+30\,jI_1+12j(I_T-0/167jV_T)=0\ \Rightarrow\ (4+33j)I_1=12j(0/167V_T-I_T)$$

$$\Rightarrow\ I_1=(0/36+0/04j)(0/167jV_T-I_T)\qquad(2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)}\ 2/34V_T+20\,jI_T+12j(0/36+0/04j)(0/167jV_T-I_T)=0\ \Rightarrow\ V_T=\frac{-0/48-15/68j}{1/62-0/08j}I_T\ \Rightarrow\ Z_{ab}\simeq0/2-9/7j\Omega$$

۲۴ـ گزینه «۲» ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم:



حال با اعمال KVL در حلقه‌های مشخص شده مقدار جریان I_0 را محاسبه می‌کنیم:

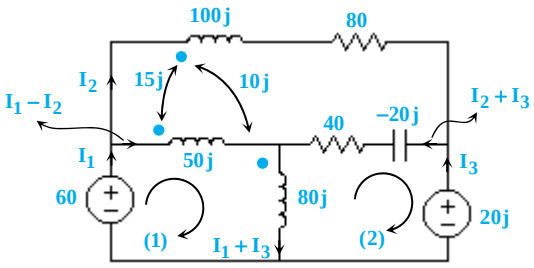
$$KVL\,(1):-12+4I_0+(2-j)(I_0-I_1)=0\ \Rightarrow\ (6-j)I_0-(2-j)I_1=12\qquad(1)$$

$$KVL\,(2):(2-j)(I_1-I_0)+(1+2j)I_1+jI_2=0\ \Rightarrow\ (3+j)I_1-(2-j)I_0+jI_2=0\qquad(2)$$

$$KVL\,(3):(3+6j)I_2+jI_1=0\qquad(3)$$

$$\xrightarrow{(2),(3)}\ I_1=(0/52-0/47j)I_0\ \xrightarrow{(1)}\ I_0=2/194-0/186j\ \Rightarrow\ |I_0|=2/2A$$

۲۵ـ گزینه «۳» ابتدا جریان شاخه‌های مدار را بر حسب جریان‌های مشخص شده تعیین می‌کنیم و سپس با اعمال KVL در سه حلقه موجود، مقدار I_1+I_2 را به دست می‌آوریم:



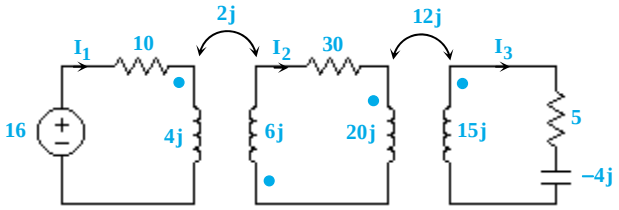
$$KVL\,(1): -60+50j(I_1-I_2)+15jI_2+80j(I_1+I_3)+10jI_2=0 \Rightarrow 130jI_1-25jI_2+80jI_3=60 \quad (1)$$

$$KVL\,(2): -(40-20j)(I_2+I_3)+20j-80j(I_1+I_3)-10jI_2=0 \Rightarrow 80jI_1+(40-10j)I_2+(40+60j)I_3=20j \quad (2)$$

$$KVL\,(\text{حلقه‌بیرونی}): -60+100jI_2+15j(I_1-I_2)+10j(I_1+I_3)+80I_2+20j=0 \Rightarrow 25jI_1+(80+85j)I_2+10jI_3=60-20j \quad (3)$$

$$\xrightarrow{(1),(2),(3)} \begin{cases} I_1=0/489-1/2107j \\ I_2=0/0856-0/3978j \\ I_3=-0/768+1/093j \end{cases} \Rightarrow |I_1+I_2|=1/7A$$

۲۶ـ گزینه «۱» با اعمال KVL در حلقه‌های مدار داریم:



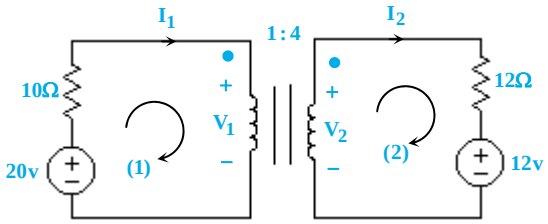
$$KVL\,(1): -16+10I_1+4jI_1+2jI_2=0 \Rightarrow (10+4j)I_1+2jI_2=16 \quad (1)$$

$$KVL\,(2): 6jI_2+2jI_1+30I_2+20jI_2-12jI_3=0 \Rightarrow 2jI_1+(30+26j)I_2-12jI_3=0 \quad (2)$$

$$KVL\,(3): (5-4j)I_3+15jI_3-12jI_2=0 \Rightarrow (5+11j)I_3-12jI_2=0 \quad (3)$$

$$\xrightarrow{(1),(2),(3)} \begin{cases} I_1=1/38-0/54j \\ I_2=-0/05-0/05j \\ I_3=-0/0268-0/0721j \end{cases} \Rightarrow |I_3|=77mA$$

۲۷ـ گزینه «۴» ابتدا با تبدیل نورتن به تونن، مدار به صورت زیر ساده می‌شود:



با توجه به نسبت تبدیل ترانس داریم:

$$\begin{cases} I_1=4I_2 \\ V_2=4V_1 \end{cases}$$

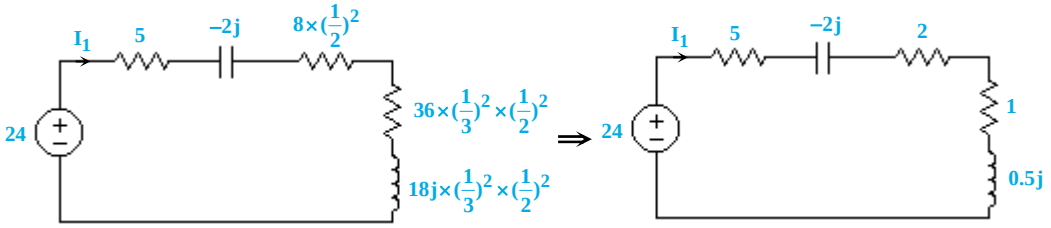
حال با اعمال KVL داریم:

$$KVL\,(1): -20+10I_1+V_1=0 \Rightarrow 10I_1+V_1=20$$

$$KVL\,(2): -V_2+12I_2+12=0 \Rightarrow V_2-12I_2=12$$

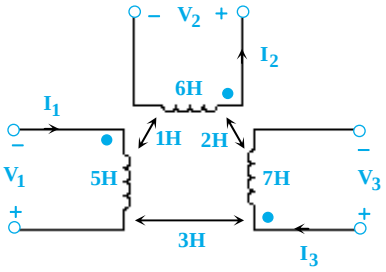
$$\Rightarrow \begin{cases} 40I_2+\dfrac{V_2}{4}=20 \\ -12I_2+V_2=12 \end{cases} \Rightarrow V_2=16/7v$$

۲۸ـ گزینه «۱» ابتدا تمام امپدانس‌ها را به یک سمت ترانسفورمر انتقال می‌دهیم.



$$\Rightarrow \quad I_1 = \frac{24}{8-1/5j} \quad \Rightarrow \quad |I_1| = 2/95A$$

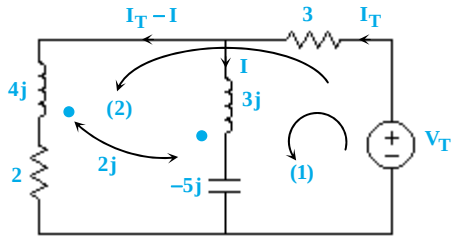
۲۹ـ گزینه «۲» با اعمال KVL در حلقه‌ی متناظر با V_3 داریم:



$$V_3 = 7\frac{dI_3}{dt} + 3\frac{dI_1}{dt} - 2\frac{dI_2}{dt}$$

بنابراین گزینه‌ی (۲) صحیح است.

۳۰ـ گزینه «۴» برای محاسبه‌ی Z_{th} ابتدا منبع ولتاژ را بی‌اثر کرده و سپس با اعمال منبع ولتاژ V_T با جریان تزریقی I_T در دو سر a و b، امپدانس تونن Z_{th} را به دست می‌آوریم:

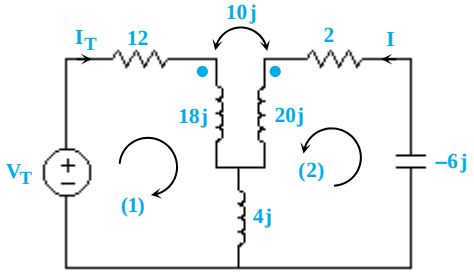


$$KVL\,(1): -V_T + 3I_T + 3jI + 2j(I_T - I) - 5jI = 0 \quad \Rightarrow \quad -V_T + (3+2j)I_T - 4jI = 0 \qquad (1)$$

$$KVL\,(2): -V_T + 3I_T + 4j(I_T - I) + 2jI + 2(I_T - I) = 0 \quad \Rightarrow \quad -V_T + (5+4j)I_T - (2+2j)I = 0 \qquad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \quad -V_T + (5+4j)I_T - (2+2j)\left(\frac{-V_T + (3+2j)I_T}{4j}\right) = 0 \quad \Rightarrow \quad V_T = \left(\frac{2/5+4/5j}{0/5+0/5j}\right)I_T = (7+2j)I_T \quad \Rightarrow \quad Z_{th} = 7+2j\Omega$$

۳۱ـ گزینه «۴» با اعمال منبع ولتاژ V_T با جریان تزریقی I_T در دو سر مربوطه و اعمال KVL در دو حلقه‌ی موجود، امپدانس معادل را محاسبه می‌کنیم:

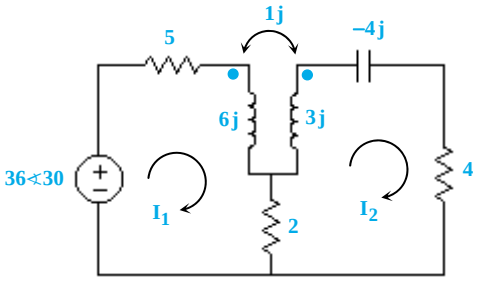


$$KVL\,(1): -V_T + 12I_T + 18jI_T + 10jI + 4j(I_T + I) = 0 \quad \Rightarrow \quad -V_T + I_T(12+22j) + 14jI = 0 \qquad (1)$$

$$KVL\,(2): (2-6j)I + 20jI + 10jI_T + 4j(I + I_T) = 0 \quad \Rightarrow \quad (2+18j)I + 14jI_T = 0 \qquad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \quad V_T = (13/2 + 11/2j)I_T$$

۳۲ـ گزینه «۳» با اعمال KVL در حلقه‌های مدار، جریان عبوری از مقاومت ۴ اهمی را به دست آورده و در نتیجه توان مصرفی آن را محاسبه می‌کنیم:

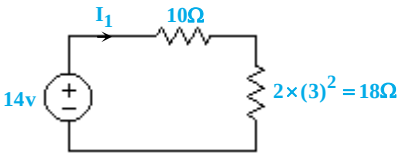


$$KVL\,(۱): -۳۶\angle ۳۰ + ۵I_۱ + ۶jI_۱ - jI_۲ + ۲(I_۱ - I_۲) = ۰ \;\Rightarrow\; (۷+۶j)I_۱ - (۲+j)I_۲ = ۳۶\angle ۳۰ \qquad (۱)$$

$$KVL\,(۲): (۴-۴j)I_۲ + ۲(I_۲ - I_۱) + ۳jI_۲ - jI_۱ = ۰ \;\Rightarrow\; (۶-j)I_۲ - (۲+j)I_۱ = ۰ \qquad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \frac{(۷+۶j)(۶-j)}{۲+j}I_۲ - (۲+j)I_۲ = ۳۶\angle ۳۰ \;\Rightarrow\; |I_۲| = ۱/۵A \;\Rightarrow\; P_{۴\Omega} = \frac{۱}{۲}RI^۲ = \frac{۱}{۲}\times ۴\times ۱/۵^۲ = ۴/۵w$$

۳۳ـ گزینه «۴» ابتدا تمامی عناصر را از سمت ثانویه‌ی ترانسفورمر به سمت اولیه‌ی آن انتقال می‌دهیم.

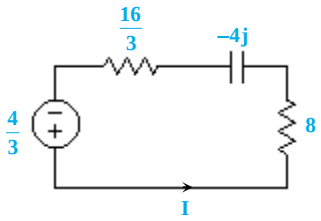


$$\Rightarrow\; I_۱ = \frac{۱۴}{۲۸} = ۰/۵A$$

از طرفی با استفاده از نسبت تبدیل ترانسفورمر داریم:

$$\frac{I_۲}{I_۱} = -\frac{۳}{۱} \;\Rightarrow\; I_۲ = -۱/۵A \;\Rightarrow\; |I_۱ + I_۲| = |-۱/۵ + ۰/۵| = ۱A$$

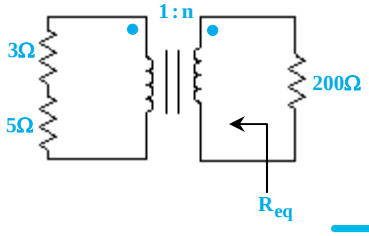
۳۴ـ گزینه «۱» ابتدا المان‌های سمت چپ ترانسفورمر را به سمت راست انتقال داده و سپس مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم:



$$I = \frac{\frac{۴}{۳}}{۸ + \frac{۱۶}{۳} - ۴j} = ۰/۰۹۶\angle ۱۶/۷^\circ A$$

$$P_{۸\Omega} = \frac{۱}{۲}\times ۸\times (۰/۰۹۶)^۲ = ۰/۰۳۶۷w = ۳۶/۷mw$$

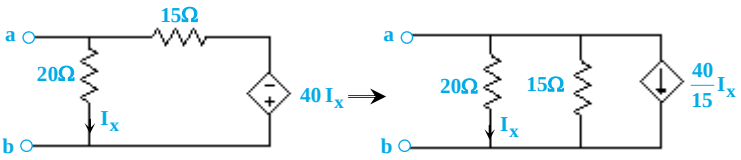
۳۵ـ گزینه «۲» برای جذب حداکثر توان توسط مقاومت ۲۰۰ اهمی باید مقاومت تونن دیده شده از دو سرش برابر ۲۰۰ باشد. بنابراین داریم:



$$\Rightarrow\; R_{eq} = (n)^۲ \times (۳+۵) = ۸n^۲$$

$$R_{eq} = ۲۰۰ \;\Rightarrow\; n = ۵$$

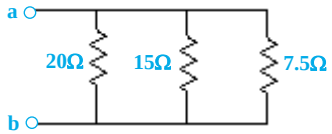
۳۶ـ گزینه «۴» ابتدا تمامی عناصر مدار را به سمت اولیه‌ی ترانسفورمر انتقال می‌دهیم:



حال مقاومت معادل منبع جریان وابسته را به دست می‌آوریم:

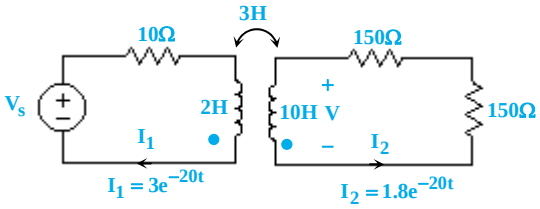
$$R_{\text{منبع جریان}} = \frac{۲۰I_x}{\frac{۴۰}{۱۵}I_x} = ۷/۵\Omega$$

بنابراین داریم:



$$\Rightarrow\; \begin{cases} V_{th} = ۰ \\ R_{th} = ۲۰ \,||\, ۱۵ \,||\, ۷/۵ = ۴\Omega \end{cases}$$

۳۷ـ گزینه «۱» با توجه به مشخص بودن جریان I_2، با نوشتن KVL در حلقه‌ی سمت راست، به راحتی می‌توان ولتاژ دو سر سلف ۱۰ هانری را تعیین نمود:

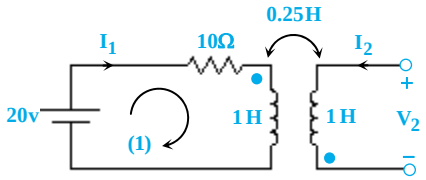


$$V = -(150+150)I_2 = -540e^{-20t}v$$

البته از طریق معادلات دیفرانسیلی ولتاژ سلف هم می‌توانستیم به این مقدار دست یابیم. یعنی:

$$V = 10\frac{dI_2}{dt} + 3\frac{dI_1}{dt} \Rightarrow V = -360e^{-20t} - 180e^{-20t} = -540e^{-20t}v$$

۳۸ـ گزینه «۱» با توجه به مدار باز بودن سمت راست مدار، $I_2 = 0$ می‌باشد. حال با اعمال KVL در حلقه‌ی سمت چپ داریم:

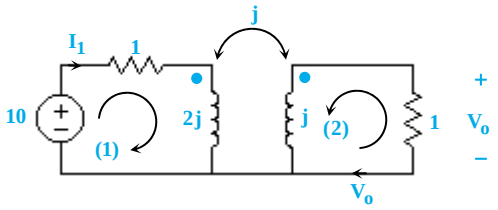


$$KVL(1): -20+10I_1 + \frac{dI_1}{dt} = 0 \xrightarrow{I_1(0)=0} I_1(t) = 2e^{-10t}A$$

از طرفی داریم:

$$V_2 = \frac{1}{0}\cancel{\frac{d(I_2)}{dt}} - \frac{1}{4}\frac{d(I_1)}{dt} = \frac{-1}{4}\frac{d}{dt}(I_1) = 5e^{-10t}v$$

۳۹ـ گزینه «۳» با اعمال KVL در حلقه‌های مدار داریم: (دقت شود منبع ۲۵ dc ولتی تأثیری روی معادلات KVL ندارد. بنابراین آن را اتصال کوتاه کرده و مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم).

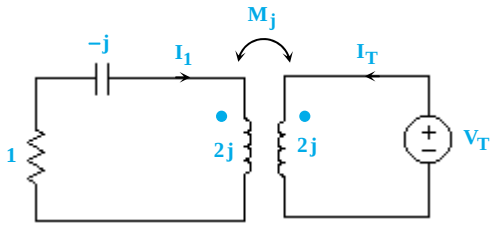


$$KVL(1): -10 + I_1 + 2jI_1 - jV_o = 0 \Rightarrow (1+2j)I_1 - jV_o = 10 \quad (1)$$

$$KVL(2): V_o + jV_o - jI_1 = 0 \Rightarrow (1+j)V_o = jI_1 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} [-j(1+2j)(1+j) - j]V_o = 10 \Rightarrow V_o = \frac{10}{3} \Rightarrow V_o(t) = \frac{10}{3}\cos t$$

۴۱ـ گزینه «۲» ابتدا منبع ولتاژ مستقل را بی‌اثر کرده و سپس امپدانس تونن دیده شده از دو سر مقاومت R را محاسبه می‌کنیم:



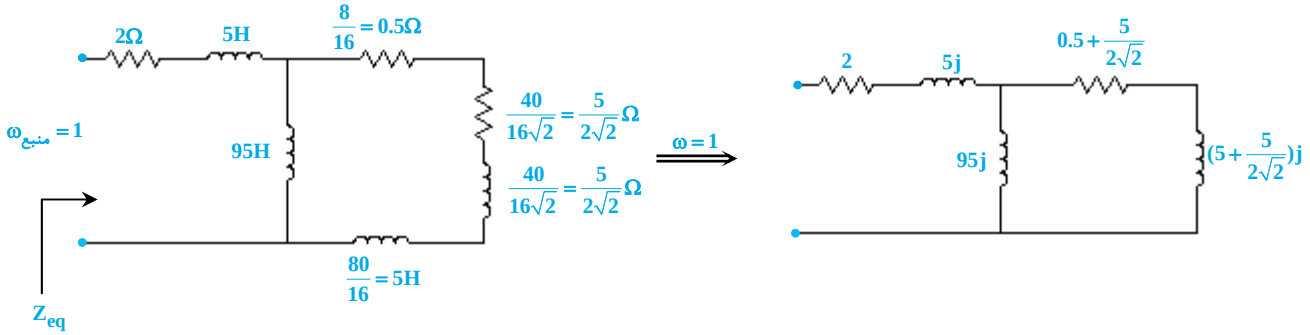
$$KVL\ (\text{حلقه‌ی چپ}): (1 - j + 2j)I_1 + MjI_T = 0 \quad (1)$$

$$KVL\ (\text{حلقه‌ی راست}): V_T = 2jI_T + MjI_1 \xrightarrow{(1)} V_T = (2j + \frac{M^2}{1+j})I_T \Rightarrow Z_{eq} = \frac{M^2 - 2 + 2j}{1+j}$$

برای انتقال توان ماکزیمم اندازه‌ی امپدانس معادل باید با مقدار R برابر باشند. با بررسی گزینه‌ها مشاهده می‌شود تنها گزینه‌ی ۲ می‌تواند گزینه‌ی صحیح باشد.

۴۲ـ گزینه «۱» با توجه به اینکه مدار تنها از المان‌های R و L تشکیل شده است و خبری از وجود خازن نیست، پس مدار فرکانس تشدیدی ندارد.

۴۳ـ گزینه «۳» برای به‌دست آوردن نسبت توان راکتیو به توان اکتیو مصرف‌شده‌ی مدار، کافی است امپدانس دیده شده از دو سر منبع را به‌دست آورده و نسبت X به R آن را حساب کنیم. برای این کار ابتدا همه‌ی المان‌های سمت راست را به سمت چپ منتقل می‌کنیم:

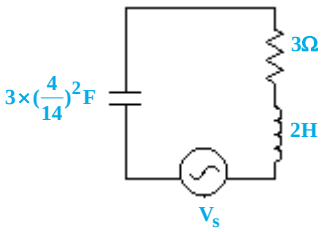


$$Z_{eq} = ۲ + ۵j + (۹۵j) \,||\, [۰/۵ + \frac{۵}{۲\sqrt{۲}} + j(۵ + \frac{۵}{۲\sqrt{۲}})] = ۳/۹۸ + ۱۱/۳۶j$$

پس داریم:

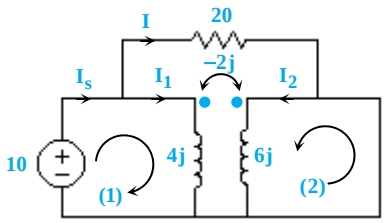
$$\frac{Q_{\text{مصرفی}}}{P_{\text{مصرفی}}} = \frac{X}{R} = \frac{۱۱/۳۶}{۳/۹۸} = ۲/۸۵ \simeq ۳$$

۴۴ـ گزینه «۳» ابتدا همه‌ی المان‌های مدار را به یک سمت اتوترانسفورمر انتقال می‌دهیم: $(a = \frac{n_۱}{n + n_۲} = \frac{۴}{۱۴})$



$$\Rightarrow \quad f_r = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{LC}} = \frac{۱}{۲\pi \times \frac{۲}{۷}\sqrt{۶}} = ۰/۲۲\text{Hz}$$

۴۵ـ گزینه «۱» با اعمال KVL در حلقه‌های مدار داریم:



$$I = \frac{۱۰}{۲۰} = ۰/۵\text{A}$$

$$\text{KVL}(۱): ۱۰ = ۴jI_۱ - ۲jI_۲ \qquad (۱)$$

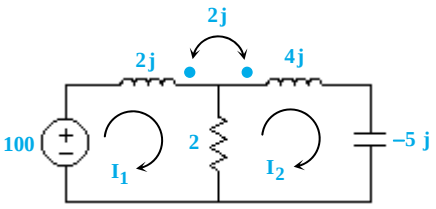
$$\text{KVL}(۲): ۶jI_۲ - ۲jI_۱ = ۰ \quad \Rightarrow \quad I_۱ = ۳I_۲ \qquad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \quad ۱۰ = ۴jI_۱ - ۲j\frac{I_۱}{۳} \quad \Rightarrow \quad I_۱ = -۳j\text{A}$$

بنابراین جریان منبع برابر است با:

$$I_s = I + I_۱ = \frac{۱}{۲} - ۳j\text{A}$$

۴۶ـ گزینه «۳» با اعمال KVL در حلقه‌های مدار داریم:

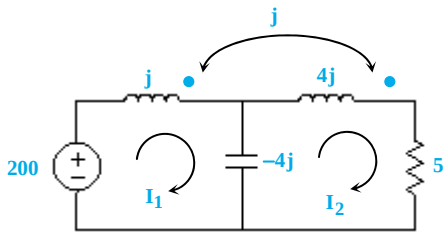


$$\text{KVl}(۱): -۱۰۰ + ۲jI_۱ - ۲jI_۲ + ۲(I_۱ - I_۲) = ۰ \quad \Rightarrow \quad I_۱(۲ + ۲j) - (۲ - ۲j)I_۲ = ۱۰۰ \qquad (۱)$$

$$\text{KVL}(۲): ۲(I_۲ - I_۱) + ۴jI_۲ - ۲jI_۱ - ۵jI_۲ = ۰ \quad \Rightarrow \quad -(۲ + ۲j)I_۱ + (۲ - j)I_۲ = ۰ \qquad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \begin{bmatrix} ۲+۲j & -۲-۲j \\ -۲-۲j & ۲-j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_۱ \\ I_۲ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ۱۰۰ \\ ۰ \end{bmatrix}$$

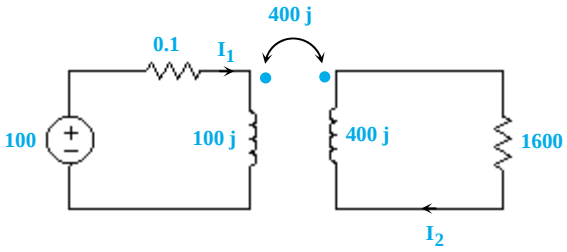
۴۷ـ گزینه «۴» ابتدا مدار را به حالت دائمی سینوسی می‌بریم: (قبل از آن M را حساب می‌کنیم: $M = k\sqrt{L_۱L_۲} = ۲\times۱۰^{-۳}$)



حال با اعمال KVL در حلقه‌ی سمت راست مدار داریم:

$$\text{KVL}(۲): ۴jI_۲ + jI_۱ + ۵I_۲ - ۴j(I_۲ - I_۱) = ۰ \quad \Rightarrow \quad ۵I_۲ + ۵jI_۱ = ۰ \quad \Rightarrow \quad I_۲ + jI_۱ = ۰$$

۴۸ـ گزینه «۲» با اعمال KVL در حلقه‌های چپ و راست مدار داریم:

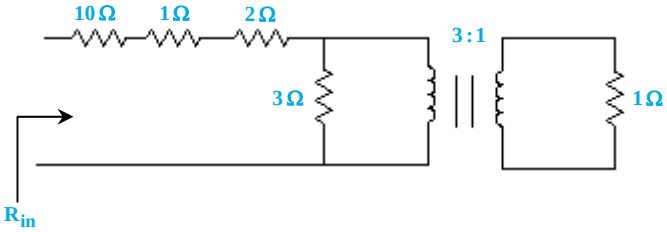


$$\text{KVL (حلقه‌ی راست)}: ۱۶۰۰I_۲ + ۴۰۰jI_۲ - ۴۰۰jI_۱ = ۰ \Rightarrow I_۱ = (۱-۴j)I_۲ \quad (۱)$$

$$\text{KVL (حلقه‌ی چپ)}: ۱۰۰ = (۰/۱+۱۰۰j)I_۱ - ۴۰۰jI_۲ \quad (۲)$$

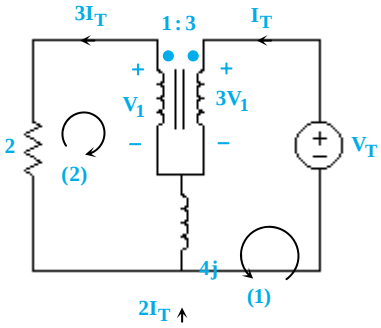
$$\xrightarrow{(۱),(۲)} ((۰/۱+۱۰۰j)(۱-۴j) - ۴۰۰j)I_۲ = ۱۰۰ \Rightarrow I_۲ \simeq ۰/۲\angle ۳۷^\circ \text{A}$$

۴۹ـ گزینه «۲» برای به‌دست‌آوردن امپدانس ورودی مدار، کافی است منبع جریان I_S را بی‌اثر کنیم. در نتیجه ترانسفورمر سری شده با آن مدار باز شده و از مدار حذف می‌شود. بنابراین داریم:



$$R_{in} = ۱۰+۱+۲+۳ \,||\, (۱\times ۳^۲) = ۱۵/۲۵\Omega$$

۵۰ـ گزینه «۲» برای محاسبه‌ی R متناظر با حداکثر شدن توان مقاومت R کافی است مقاومت معادل تونن دیده شده از سرش را به دست آوریم. برای این‌کار منبع جریان مستقل را بی‌اثر کرده و با اعمال KVL در دو حلقه‌ی سمت چپ و راست مدار، امپدانس تونن دیده شده را محاسبه می‌کنیم:



$$\text{KVL}(۱): V_T = ۳V_۱ - ۸jI_T \quad (۱)$$

$$\text{KVL}(۲): -۶I_T + V_۱ - ۸jI_T = ۰ \Rightarrow V_۱ = (۶+۸j)I_T \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} V_T = (۱۸+۲۴j-۸j)I_T = (۱۸+۱۶j)I_T$$

بنابراین برای جذب توان حداکثر توسط مقاومت R داریم:

$$R = |Z_{th}| = \sqrt{۱۸^۲ + ۱۶^۲} \simeq ۲۴\Omega$$