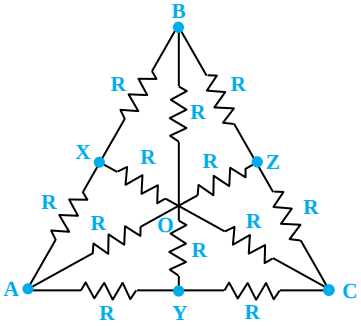
فصل اول

«مبانی و قضایای اولیه مدارهای الکتریکی و قضایای تونن و نورتن»

تست‌های طبقه‌بندی شده کنکوری فصل اول

۱ـ در مدار شکل زیر مقاومت معادل بین نقاط **O** و **A** کدام است؟ **($R = ۲۰\Omega$)** (مهندسی برق ـ سراسری ۷۰)



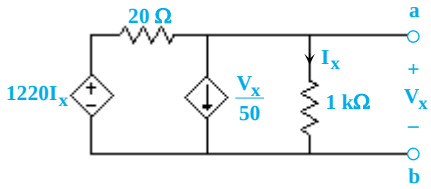
۱) ۹Ω

۲) $۱/۸\Omega$

۳) $۲/۱۵\Omega$

۴) $۷/۵\Omega$

۲ـ مشخصات مربوط به مدار معادل تونن شکل زیر از کدام گزینه زیر بدست می‌آید؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۰)



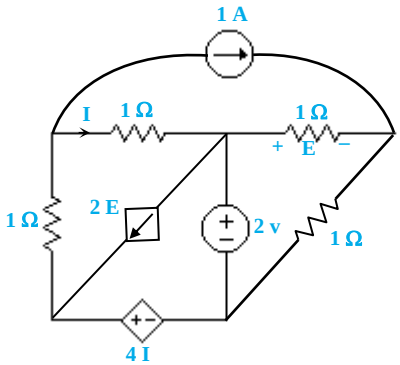
۱) $V_T = ۱۰v$ و $R_T = ۱۰۰\Omega$

۲) $V_T = ۰v$ و $R_T = ۱۸۰\Omega$

۳) $V_T = ۱۵v$ و $R_T = ۱۲۰\Omega$

۴) $V_T = ۰v$ و $R_T = ۱۰۰\Omega$

۳ـ در مدار زیر، شدت جریان **I** کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۱)



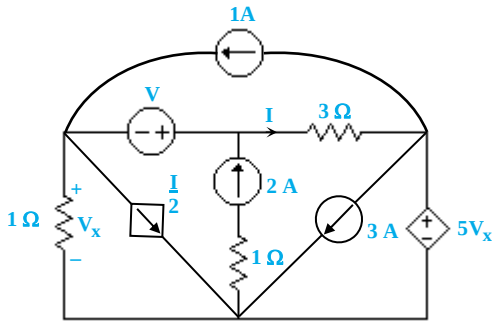
۱) ۱/۵ آمپر

۲) ۲ آمپر

۳) ۲/۵ آمپر

۴) $-\frac{۱}{۲}$ آمپر

۴ـ در مدار شکل زیر مقدار **V** برحسب ولت چقدر باشد تا $V_x = ۰$ شود؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۳)



۱) ۳

۲) ۶

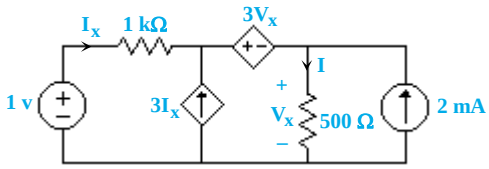
۳) ۱۲

۴) ۱۸

www.modaresanesharif.ac.ir

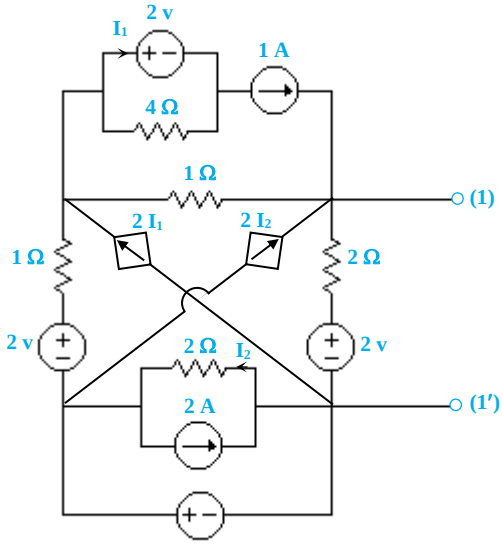
www.modaresanesharif.ac.ir

۵ـ مقدار جریان I در مدار شکل زیر کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۴)



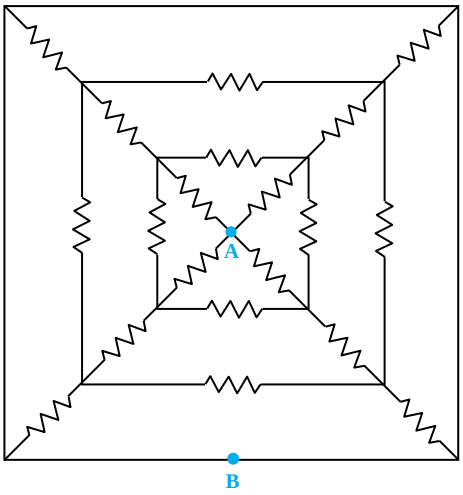
۱) $\frac{۱}{۳}$mA
۲) $\frac{۲}{۳}$mA
۳) $\frac{۱}{۲}$mA
۴) $\frac{۴}{۳}$mA

۶ـ توان ماکزیمم که از سرهای ۱ و ۱′ بر روی بار تطبیق شده می‌توان بدست آورد، کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۴)



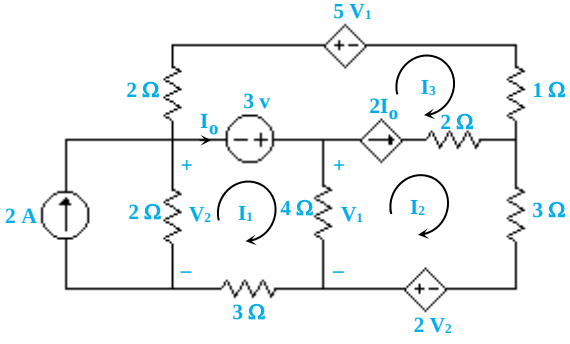
۱) ۹w
۲) ۴w
۳) ۱w
۴) $\frac{۱}{۴}$w

۷ـ در مدار شکل زیر تمام مقاومت‌ها یک اهم هستند. مقاومت دیده شده در سرهای A و B چند اهم است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۷)



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

۸ـ در مدار شکل زیر دستگاه معادلات مش برحسب جریان‌های I_1، I_2، I_3 برابر کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۷)



۱) $\begin{bmatrix} ۹ & -۴ & ۰ \\ ۲۰ & -۱۳ & ۳ \\ ۲ & -۱ & -۱ \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I_۱ \\ I_۲ \\ I_۳ \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} ۷ \\ ۵ \\ ۰ \end{bmatrix}$

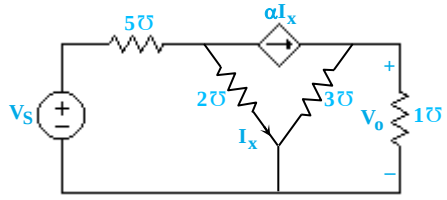
۲) $\begin{bmatrix} ۹ & -۴ & ۰ \\ ۲۰ & -۱۳ & ۳ \\ ۲ & -۱ & -۱ \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I_۱ \\ I_۲ \\ I_۳ \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} ۷ \\ -۳ \\ ۰ \end{bmatrix}$

۳) $\begin{bmatrix} ۹ & -۴ & ۰ \\ ۵ & ۲ & ۳ \\ ۲ & -۱ & -۳ \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I_۱ \\ I_۲ \\ I_۳ \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} ۳ \\ ۵ \\ ۰ \end{bmatrix}$

۴) $\begin{bmatrix} ۹ & -۴ & ۰ \\ ۵ & ۲ & -۳ \\ ۲ & -۱ & ۳ \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I_۱ \\ I_۲ \\ I_۳ \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} ۳ \\ ۵ \\ ۰ \end{bmatrix}$

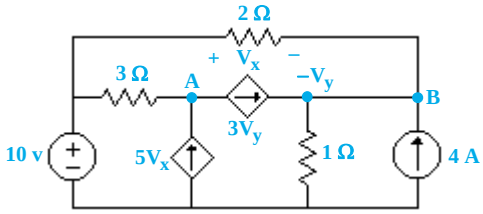
www.modaresanesharif.ac.ir

۹ـ در مدار شکل زیر مقاومت‌ها برحسب مهو داده شده‌اند. حداقل مقدار α که به ازای آن مدار برای خروجی V_o مانند یک تقویت‌کننده عمل می‌کند، کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۹)



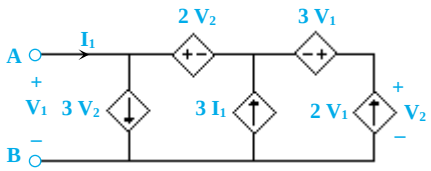
۱) ۱۰
۲) ۱۲
۳) ۱۴
۴) به علت وجود منبع وابسته این مدار همیشه مانند یک تقویت کننده عمل می‌کند.

۱۰ـ مقادیر V_x و V_y در مدار شکل زیر برحسب ولت کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش سخت‌افزار» ـ سراسری ۷۹)



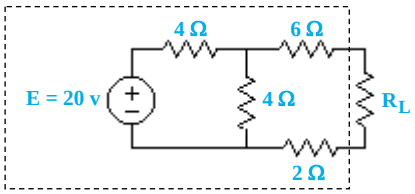
۱) $V_x = ۸$ و $V_y = ۲$
۲) $V_x = -۸$ و $V_y = ۲$
۳) $V_x = ۸$ و $V_y = -۲$
۴) $V_x = -۸$ و $V_y = -۲$

۱۱ـ مقاومت دیده شده در سرهای A و B مدار شکل زیر چند اهم است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۰)



۱) صفر
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) ۲
۴) بینهایت

۱۲ـ در مدار شکل زیر، مقدار R_L برای اینکه ماکزیمم توان از مدار حاصل گردد، برابر با کدام گزینه زیر است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۰)

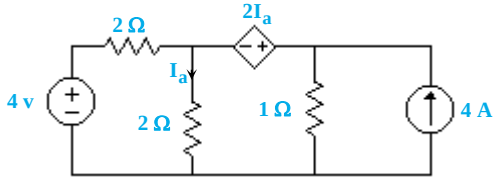


۱) $R_L = ۵\Omega$
۲) $R_L = ۱۰\Omega$
۳) $R_L = ۷/۵\Omega$
۴) $R_L = ۲/۵\Omega$

۱۳ـ در سؤال فوق ماکزیمم توان P_{max} که به بار (R_L) داده شده، برابر با کدام گزینه زیر است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۰)

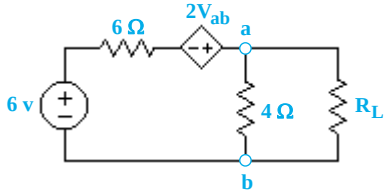
۱) $P_{max} = ۲/۵\,w$
۲) $P_{max} = ۵\,w$
۳) $P_{max} = ۱/۲۵\,w$
۴) $P_{max} = ۱/۷۵\,w$

۱۴ـ در مدار زیر، جریان I_a، کدام است؟ (بر حسب آمپر) (مهندسی کامپیوتر «گرایش سخت‌افزار» ـ سراسری ۸۰)



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

۱۵ـ در شکل زیر R_L چقدر باید باشد تا ماکزیمم توان به آن منتقل شود؟ (نزدیکترین مقدار را علامت بزنید.)
(مهندسی کامپیوتر «گرایش سخت‌افزار» ـ آزاد ۸۰)

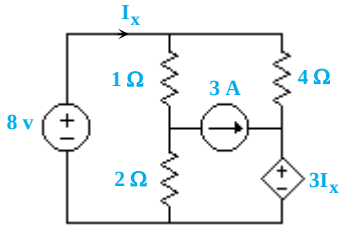


۱) $R_L = ۶\Omega$
۲) $R_L = ۱۸\Omega$
۳) $R_L = ۱۲\Omega$
۴) $R_L = ۸\Omega$

www.modaresanesharif.ac.ir

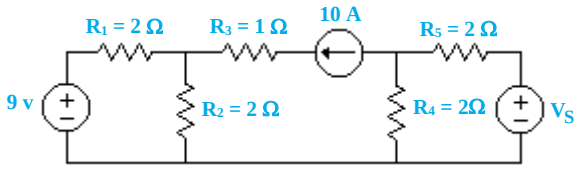
www.modaresanesharif.ac.ir

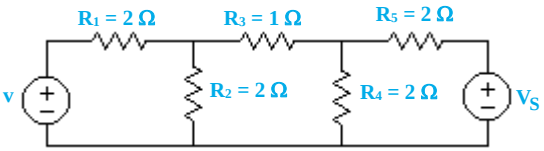
۱۶ـ در مدار شکل زیر نزدیکترین مقدار I_x برحسب آمپر کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش سخت‌افزار» ـ آزاد ۸۰)



۱) ۴/۵
۲) ۳
۳) ۳/۵
۴) ۴

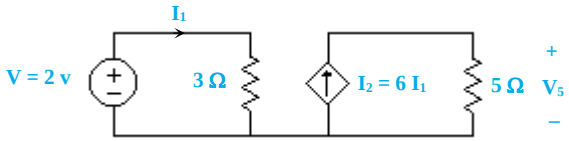
۱۷ـ در مدارهای شکل زیر در صورتی که ولتاژ و جریان مقاومت‌های مشابه در دو مدار دقیقاً یکسان باشد، مقدار V_S چند ولت است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۱)





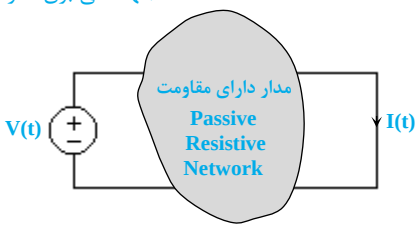
۱) ۱۸
۲) ۵۱
۳) ۶۹
۴) ۷۲

۱۸ـ در مدار زیر V_5 برابر کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۱)



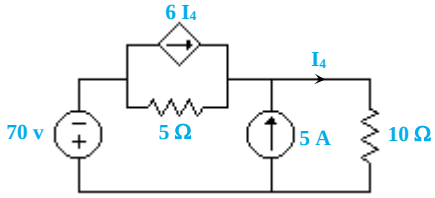
۱) $V_5 = 10v$
۲) $V_5 = 15v$
۳) $V_5 = 20v$
۴) $V_5 = -30v$

۱۹ـ در مدار دارای مقاومت زیر ، وقتی که $V(t) = 20v$ باشد $I(t) = 2A$ است. در صورتیکه $V(t) = 40 + 30e^{-t} - 20t$ باشد، $I(t)$ برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۱)



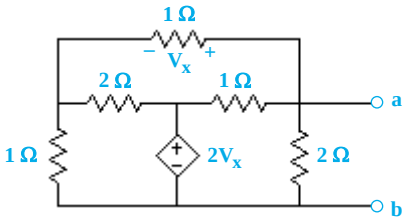
۱) $I(t) = 2 + 3e^{-t} + 2t$
۲) $I(t) = 4 - 3e^{-t} + 2t$
۳) $I(t) = 4 + 3e^{-t} - 2t$
۴) $I(t) = 3 - 3e^{-t} + t$

۲۰ـ با توجه به شکل زیر، توان منبع ۵A چند وات است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۱)



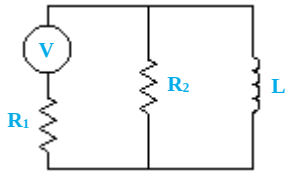
۱) ۱۲۰
۲) −۳۰
۳) −۱۲۰
۴) −۱۵۰

۲۱ـ مقاومت دیده شده در سرهای a و b مدار شکل زیر کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۲)



۱) $\frac{۴}{۷}\Omega$
۲) $\frac{۱۵}{۱۴}\Omega$
۳) $\frac{۷}{۴}\Omega$
۴) $\frac{۱۴}{۱۵}\Omega$

۲۲ـ در مدار زیر وضعیت R_1 و R_2 برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۲)

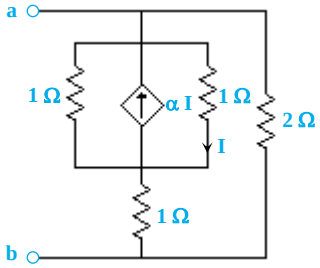


۱) R_1 و R_2 سری هستند.
۲) R_1 و R_2 موازی هستند.
۳) R_1 و R_2 نه سری و نه موازی هستند.
۴) هیچکدام

www.modaresanesharif.ac.ir

۲۳ـ کمیت α در مدار شکل زیر چه مقداری داشته باشد تا مقاومت دیده شده در سرهای **b** و **a** منفی بشود؟

(مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۸۲)



۱) $\frac{۷}{۳} < \alpha < ۳$

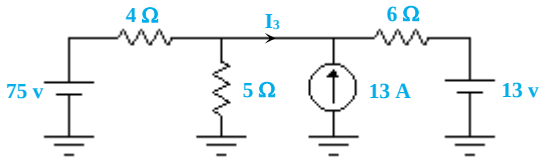
۲) $۲ < \alpha < ۳$

۳) $\frac{۷}{۳} < \alpha < ۴$

۴) $۲ < \alpha < ۴$

۲۴ـ جریان $I_۳$ در مدار زیر را حساب کنید.

(مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی و معماری» ـ آزاد ۸۲)



۱) ۵ A

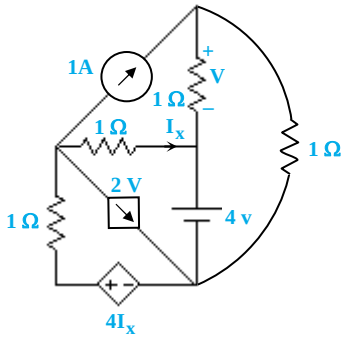
۲) ۶ A

۳) -۵ A

۴) -۶ A

۲۵ـ جریان I_x در شکل زیر چند آمپر است؟

(مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۳)



۱) ۱

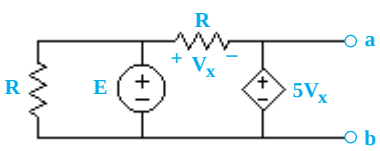
۲) ۲

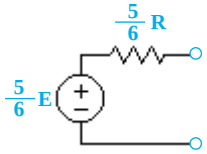
۳) ۳

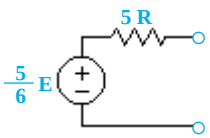
۴) -۲

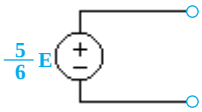
۲۶ـ مدار معادل تونن شکل زیر کدام است؟

(مهندسی برق ـ سراسری ۸۴)



۱) 

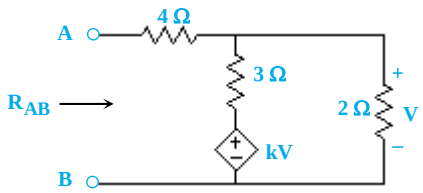
۲) 

۳) 

۴) معادل تونن ندارد.

۲۷ـ در مدار شکل نشان داده شده مقدار **k** چقدر باید باشد تا مقاومت دیده شده از دو سر **(AB)** برابر با صفر باشد؟

(مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۸۴)



۱) $\frac{۵}{۲}$

۲) $\frac{۲}{۵}$

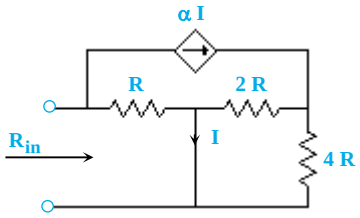
۳) $\frac{۴}{۱۳}$

۴) $\frac{۱۳}{۴}$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۲۸ـ مقدار مقاومت ورودی مدار R_{in} برای $\alpha \to \infty$ کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۴)



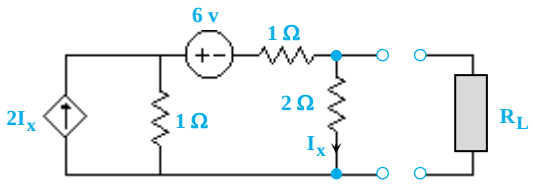
۱) $\frac{۲}{۳}R$

۲) $-\frac{۱}{۲}R$

۳) $\frac{۳}{۲}R$

۴) $-۲R$

۲۹ـ حداکثر توانی که به بار مقاومتی R_L توسط شبکه نشان داده شده قابل تحویل است، کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۴)



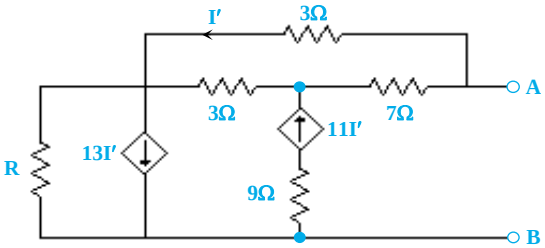
۱) ۲/۲۵ وات

۲) ۴/۵ وات

۳) ۶ وات

۴) ۹ وات

۳۰ـ مقاومت معادل بین دو سر A و B مدار داده شده در شکل زیر کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۵)



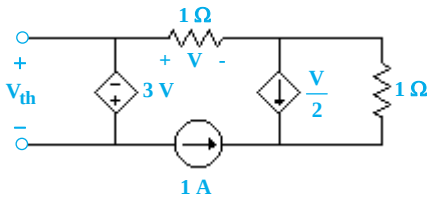
۱) $۳R + ۳/۲$

۲) $۲R - ۱/۵$

۳) $۱/۴R + ۳$

۴) $۲/۴R + ۲$

۳۱ـ ولتاژ تونن مدار زیر چند ولت است؟ (مهندسی کامپیوتر ـ آزاد ۸۵)



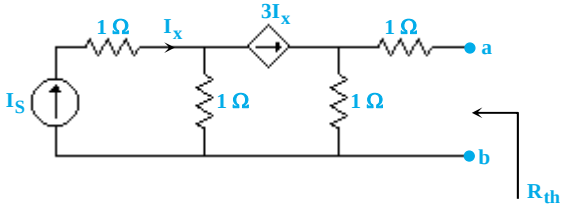
۱) ۳

۲) -۳

۳) $\frac{۱}{۳}$

۴) $-\frac{۱}{۳}$

۳۲ـ مقاومت معادل تونن مدار شکل زیر کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۶)



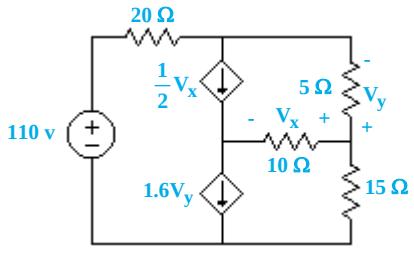
۱) ۱Ω

۲) ۱/۳۳Ω

۳) ۱/۵Ω

۴) ۲Ω

۳۳ـ در مدار شکل زیر مقادیر V_x و V_y به ترتیب کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر ـ سراسری ۸۶)



۱) $V_y = -۷/۵\,v \quad , \quad V_x = ۲۰\,v$

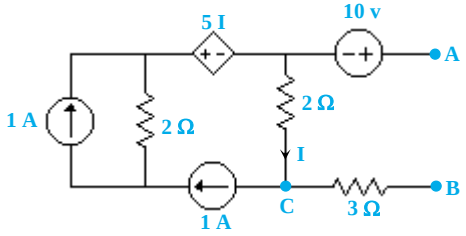
۲) $V_y = ۷/۵\,v \quad , \quad V_x = ۲۰\,v$

۳) $V_y = -۱۵\,v \quad , \quad V_x = ۷/۵\,v$

۴) $V_y = ۱۵\,v \quad , \quad V_x = ۷/۵\,v$

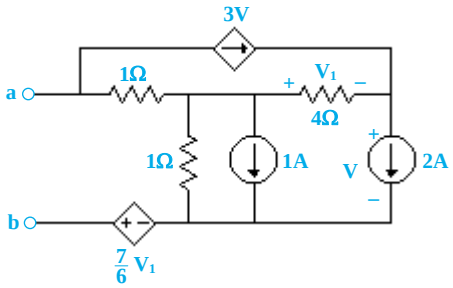
www.modaresanesharif.ac.ir

۳۴ـ ولتاژ و مقاومت تونن از دو سر B و A کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر ـ آزاد ۸۶)



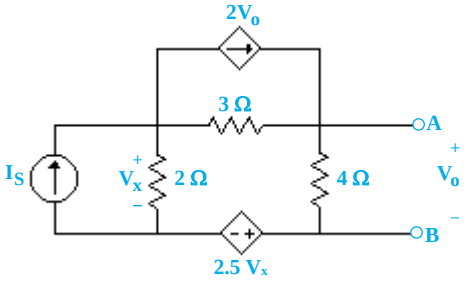
۱) ۱۵ ولت و ۲ اهم
۲) ۱۲ ولت و ۴ اهم
۳) ۱۲ ولت و ۵ اهم
۴) ۱۵ ولت و ۵ اهم

۳۵ـ مقاومت معادل از دو سر a و b چند اهم است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۷)



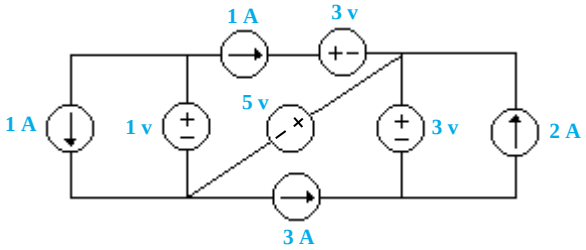
۱) $\frac{۵}{۱۱}\Omega$
۲) ۱Ω
۳) ۳Ω
۴) $\frac{۳۹}{۱۱}\Omega$

۳۶ـ مدار معادل تونن دیده شده از سرهای A و B کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر ـ سراسری ۸۷)



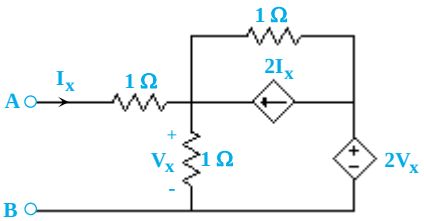
۱) منبع ولتاژ معادل $\frac{۵}{۳}I_S$
۲) منبع ولتاژ معادل $\frac{۳}{۵}I_S$ و سری با مقاومت $\frac{۴}{۵}$ اهم
۳) منبع ولتاژ معادل $\frac{۳}{۵}I_S$
۴) منبع ولتاژ معادل $\frac{۵}{۳}I_S$ و سری با مقاومت $\frac{۴}{۵}$اهم

۳۷ـ در مدار زیر شاخه منبع ولتاژ ۵ ولتی: (مهندسی کامپیوتر ـ آزاد ۸۷)



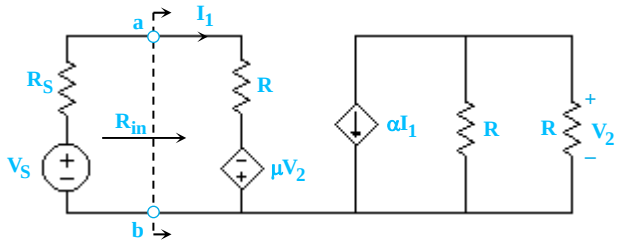
۱) ۱۶ وات توان تولید می‌کند.
۲) ۱۶ وات توان مصرف می‌کند.
۳) ۲۵ وات توان مصرف می‌کند.
۴) ۲۵ وات توان تولید می‌کند.

۳۸ـ مقاومت تونن دیده شده از سرهای B و A کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر ـ آزاد ۸۷)



۱) صفر
۲) ۱Ω
۳) ∞
۴) $\frac{۱}{۲}\Omega$

۳۹ـ در مدار شکل زیر، مقاومت معادل تونن در دو سر b و a کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۸۸)

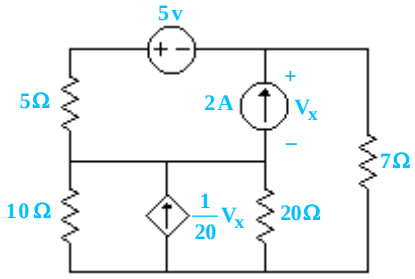


۱) R
۲) $R(۱+۲\alpha\mu)$
۳) $R(۱+\frac{\alpha\mu}{۲})$
۴) $\frac{R}{۳}$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۴۰ـ در مدار شکل زیر، مدار معادل نورتن دیده شده از دو سر مقاومت ۷Ω اهمی کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۸)



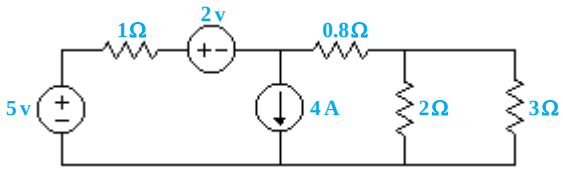
۱) $I_{sc}=\frac{۱}{۳}A \quad , \quad R_{eq}=۲\Omega$

۲) $I_{sc}=\frac{۱}{۳}A \quad , \quad R_{eq}=\frac{۴۰}{۳}\Omega$

۳) $I_{sc}=۰/۵A \quad , \quad R_{eq}=\frac{۲۰}{۳}\Omega$

۴) $I_{sc}=۰/۵A \quad , \quad R_{eq}=\frac{۴۰}{۳}\Omega$

۴۱ـ توان جذب شده در مقاومت ۲ اهم بر حسب وات کدام است؟ (مهندسی ابزاردقیق ـ سراسری ۸۸)



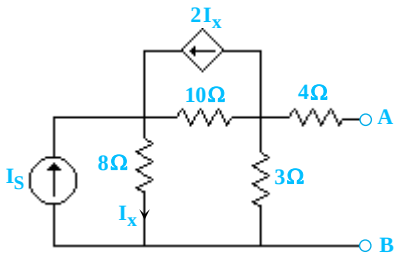
۱) ۰/۰۸

۲) ۰/۳۲

۳) ۰/۶۴

۴) ۳/۹۲

۴۲ـ مدار معادل تونن دیده شده در سرهای A و B کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش‌مصنوعی» ـ سراسری ۸۹)



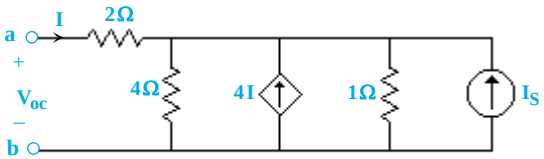
۱) $R_{th}=-۲\Omega \quad و \quad E_{oc}=-۳۶I_S$

۲) $R_{th}=-۲\Omega \quad و \quad E_{oc}=۳۶I_S$

۳) $R_{th}=۲\Omega \quad و \quad E_{oc}=-۳۶I_S$

۴) $R_{th}=۲\Omega \quad و \quad E_{oc}=۳۶I_S$

۴۳ـ پارامترهای مدار معادل تونن از دو سر a و b کدام است؟ (مهندسی ابزاردقیق ـ سراسری ۸۹)



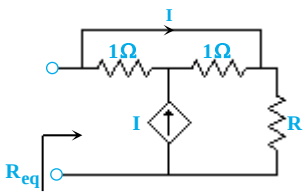
۱) $V_{oc}=\frac{۴}{۵}I_S \quad , \quad R_{eq}=۴\Omega$

۲) $V_{oc}=\frac{۴}{۵}I_S \quad , \quad R_{eq}=۶\Omega$

۳) $V_{oc}=\frac{۵}{۴}I_S \quad , \quad R_{eq}=۶\Omega$

۴) $V_{oc}=\frac{۵}{۴}I_S \quad , \quad R_{eq}=۴\Omega$

۴۴ـ در مدار شکل داده شده، R_{eq} برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۹)



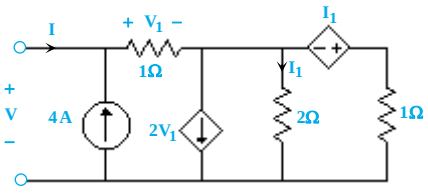
۱) $\frac{۱}{۳}R$

۲) $۲R$

۳) $۳R$

۴) $\frac{۱}{۲}R$

۴۵ـ ولتاژ و مقاومت معادل تونن مدار شکل زیر به ترتیب از راست به چپ، چند ولت و چند اهم است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۹۰)



۱) $\frac{۵}{۳} \quad , \quad -\frac{۱۰}{۳}$

۲) $\frac{۱}{۲} \quad , \quad -۲$

۳) $\frac{۱}{۲} \quad , \quad ۲$

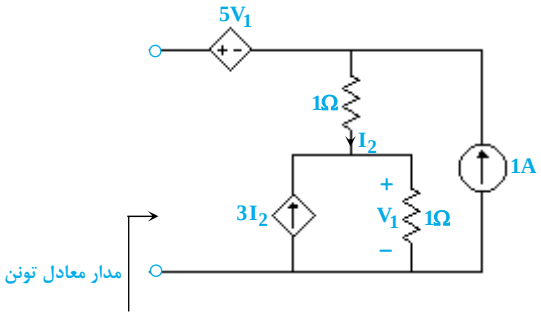
۴) $\frac{۵}{۳} \quad , \quad \frac{۱۰}{۳}$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۴۶ـ منبع ولتاژ V_{th} و مقاومت R_{th} برای مدار معادل تونن مدار زیر به ترتیب از راست به چپ، چند ولت و چند اهم است؟

(مهندسی ابزاردقیق ـ سراسری ۹۰)



۱) ۲ و ۵

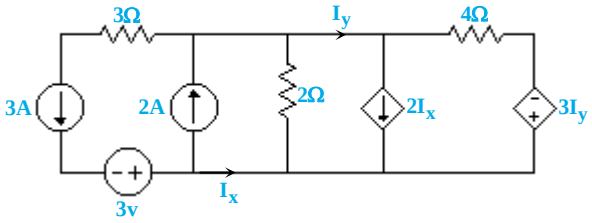
۲) ۵ و ۲

۳) ۲۰ و ۲۰

۴) ۲۵ و ۲۵

۴۷ـ در مدار شکل زیر، جریان I_y چند آمپر است؟

(مهندسی ابزاردقیق ـ سراسری ۹۰)



۱) -2

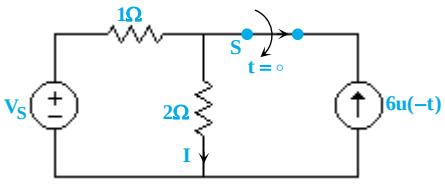
۲) $-\frac{1}{2}$

۳) $\frac{1}{2}$

۴) ۲

۴۸ـ در مدار شکل زیر هنگامی‌که کلید s بسته است، $I=1A$ است. وقتی در $t=0$ کلید s را باز می‌کنیم، مقدار I چند آمپر می‌شود؟

(مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۹۷)



۱) -2

۲) -1

۳) ۱

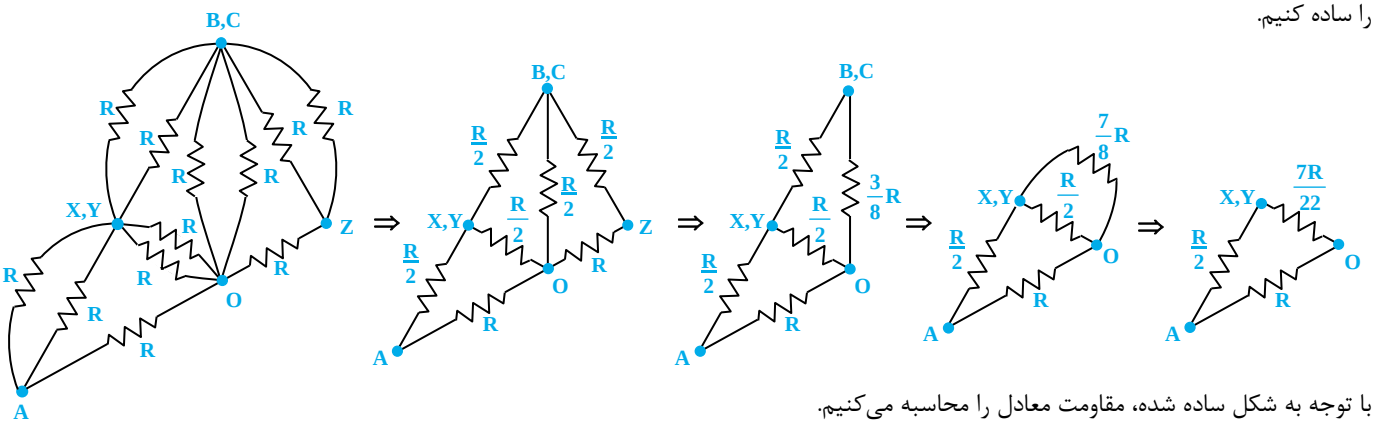
۴) ۲

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

پاسخنامه تست‌های طبقه‌بندی شده کنکوری فصل اول

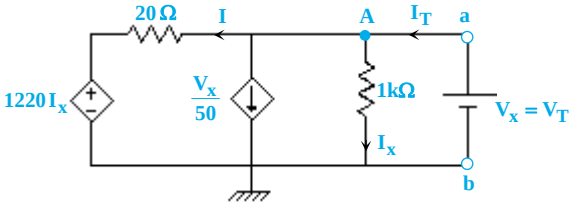
۱ـ گزینه «۱» با توجه به تقارن مدار حول محور AZ، می‌توانیم مدار را حول این محور تا کنیم و با توجه به موازی شدن المان‌های نظیر به نظیر شکل را ساده کنیم.



با توجه به شکل ساده شده، مقاومت معادل را محاسبه می‌کنیم.

$$\Rightarrow \quad R(OA)=R\,\|\,[\frac{R}{۲}+\frac{۷R}{۲۲}] \quad \Rightarrow \quad R=۲۰\Omega \quad \Rightarrow \quad R(OA)=۲۰\,\|\,[\frac{۲۰}{۲}+\frac{۷\times ۲۰}{۲۲}]=۹\Omega \quad \Rightarrow \quad \mathbf{R(OA)=۹\Omega}$$

۲ـ گزینه «۴» مدار مذکور دارای منابع مستقل ولتاژ یا جریان نمی‌باشد؛ لذا ولتاژ تونن در آن صفر است. همچنین R_{th} با اعمال V_T و اندازه‌گیری I_T محاسبه می‌شود.



$$I_x=\frac{V_T}{۱۰۰۰} \quad , \quad I=\frac{V_T-۱۲۲۰I_x}{۲۰} \quad , \quad V_x=V_T$$

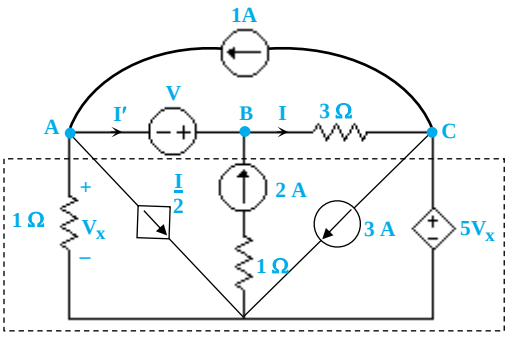
حال با نوشتن KCL در گره A داریم:

$$I_T=\frac{V_T}{۱۰۰۰}+\frac{V_T}{۵۰}+\frac{V_T-۱۲۲۰[\frac{V_T}{۱۰۰۰}]}{۲۰}=۰ \quad \Rightarrow \quad I_T=V_T(\frac{۱}{۱۰۰۰}+\frac{۱}{۵۰}+\frac{۱-۱/۲۲}{۲۰}) \quad \Rightarrow \quad \mathbf{R_{th}=\frac{V_T}{I_T}=۱۰۰\Omega}$$

۳ـ گزینه «۱» با نوشتن KVL در مسیر منبع ولتاژ ۲ ولتی و منبع ولتاژ وابسته $۴I$ و مقاومت‌های ۱ اهمی داریم:

$$I\times ۱+۲-۴I+(۱+I)\times ۱=۰ \quad \Rightarrow \quad I=۱/۵\,A$$

۴ـ گزینه «۲» **روش اول:** با نوشتن KVL در حلقه مقاومت ۱ اهمی حاوی V_x و منبع V و مقاومت ۳Ω و منبع $۵V_x$ داریم:



$$-V_x-V+۳I+۵V_x=۰ \quad \Rightarrow \quad V_x=۰ \quad \Rightarrow \quad V=۳I \qquad (۱)$$

حال با نوشتن KCL در گره A داریم:

$$I'+\frac{I}{۲}+\frac{V_x}{۱}=۱ \qquad (۲)$$

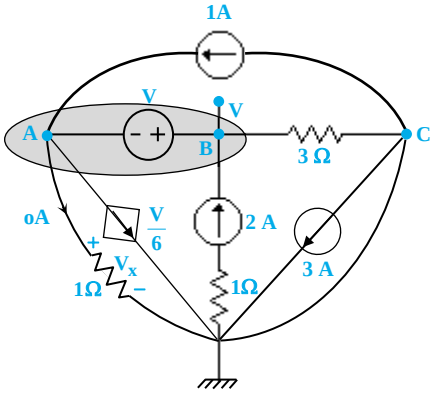
با نوشتن KCL در گره B داریم:

$$۲+I'=I \quad \Rightarrow \quad I'=I-۲ \quad (۳) \;,\; V_x=۰ \qquad (۳)$$

با ترکیب روابط (۱) و (۲) و (۳) داریم:

$$\xrightarrow{(۲),(۳),(۴)} \quad ۱=I-۲+\frac{I}{۲} \quad \Rightarrow \quad I=۲A$$

$$\mathbf{V=۳I=۳\times ۲=۶\,v}$$



روش دوم: با توجه به اینکه V_x باید برابر صفر شود، می‌توان ولتاژ V_A و V_C را که تابع V_x هستند، برابر صفر فرض کرده و نقاط مذکور را به زمین اتصال کوتاه کنیم. در این حالت ولتاژ V_B برابر V خواهد شد. حال با نوشتن KCL در ابرگره A و B داریم:

$$\frac{V}{۳}+\frac{V}{۶}+۰=۲A+۱A$$

$$\Rightarrow \quad ۳V=۱۸ \quad \Rightarrow \quad \mathbf{V=۶\,v}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

۵ـ گزینه «۲» با نوشتن KVL در حلقه شامل منبع ۱v و مقاومت ۱kΩ و منبع وابسته $۳V_x$ و مقاومت ۵۰۰Ω داریم:

$$-۱+I_x+۳V_x+V_x=۰ \Rightarrow -۱+I_x+۴V_x=۰ \quad (۱)$$

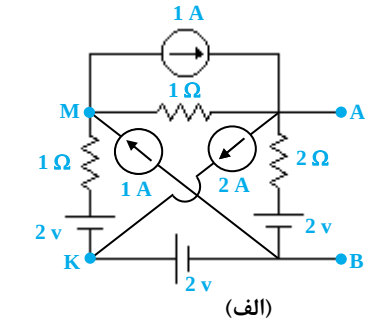
دقت شود که در این‌جا مقاومت‌ها را بر حسب کیلواهم در نظر می‌گیریم و لذا جریان‌ها بر حسب mA بدست می‌آیند. (مثل درس الکترونیک)

حال با نوشتن KCL در ابرگره شامل منبع $۳V_x$ داریم:

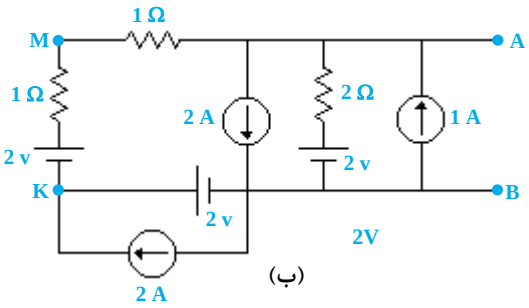
$$I_x+۳I_x=I-۲ \quad (۲) \quad , \quad I=\frac{V_x}{۰/۵} \quad (۳)$$

$$\xrightarrow{(۲),(۳)} V_x=۲I_x+۱ \xrightarrow{(۱)} -۱+I_x+۸I_x+۴=۰ \Rightarrow I_x=\frac{-۱}{۳} \Rightarrow V_x=\frac{۱}{۳}v \Rightarrow I=\frac{V_x}{۰/۵kΩ}=\frac{۲}{۳}mA$$

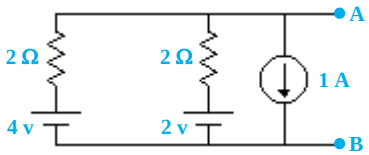
۶ـ گزینه «۳»



(الف)



(ب)



(ج)

شاخه‌های موازی با منبع ۲ ولتی در پائین مدار حذف می‌شوند. همچنین با توجه به شکل مشخص است که $I_۱=\frac{۱}{۲}A$ و $I_۲=-۱A$ است و مقاومت ۴ اهمی به همراه منبع ولتاژ ۲v که با منبع جریان ۱A سری هستند، هم حذف می‌شوند و مدار به صورت شکل (الف) ساده می‌شود. حال با توجه به قضیه پرش خرگوش منبع جریان ۱A به نقطه M وارد و منبع جریان ۱A دیگری از آن خارج می‌شود، لذا می‌توان نقطه اتصال دو منبع جریان ۱A را از نقطه M جدا کرد و به جای آنها منبع جریان ۱A بین نقاط A و B گذاشت.

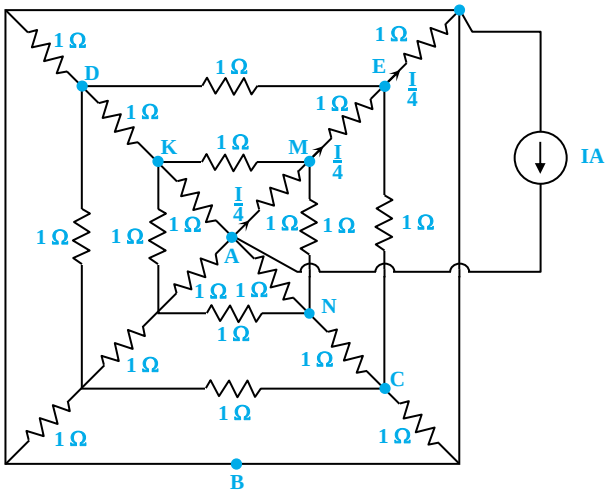
همچنین می‌توان منبع جریان ۲A را طبق عکس قضیه پرش خرگوش بین نقاط A و K به صورت نشان داده شده در شکل (ب) تقسیم نمود. در نهایت با حذف منبع جریان ۲A موازی منبع ولتاژ ۲v و با ساده‌سازی دو منبع جریان دیگر به شکل (ج) می‌رسیم. حال با نوشتن KCL در نقطه A داریم:

$$\frac{V_{AB}-۴}{۲}+\frac{V_{AB}-۲}{۲}+۱=۰$$

$$\Rightarrow V_{AB}=V_{th}=۲v \quad , \quad R_{th}=۲Ω \| ۲Ω=۱Ω$$

$$P_{(max)}=\frac{V_{th}^{۲}}{۴R_{th}}=\frac{۲^{۲}}{۴\times ۱}=۱w$$

۷ـ گزینه «۴»



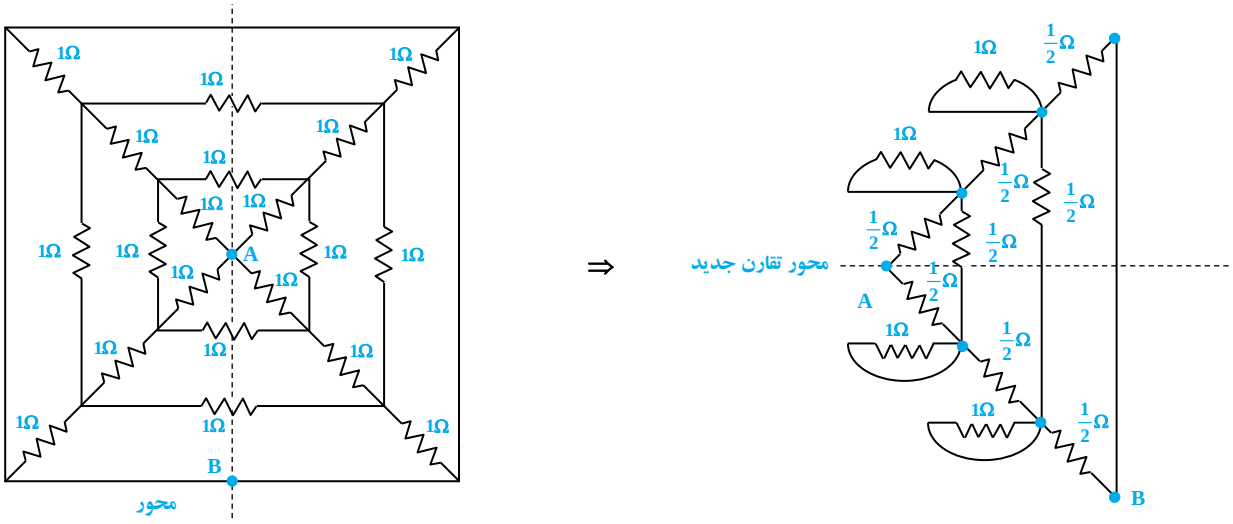
روش اول: با توجه به شکل مدار، نقاط D و C و همچنین نقاط K و N هم پتانسیل هستند. حال اگر منبع جریان I آمپری را بین نقاط A و B قرار دهیم، در نقطه A با توجه به تقارن مدار، I به ۴ قسمت تقسیم می‌شود و جریان شاخه AM برابر $\frac{I}{۴}$ است. با توجه به هم‌پتانسیل بودن نقاط K و N و M، جریان شاخه‌های KM و MN صفر است و جریان شاخه ME همان $\frac{I}{۴}$ است. حال به دلیل مشابه، جریان شاخه‌های EC و DE نیز صفر است. بنابراین جریان شاخه EB نیز $\frac{I}{۴}$ است. حال داریم:

$$V_{AB}=۱\times\frac{I}{۴}+۱\times\frac{I}{۴}+۱\times\frac{I}{۴} \Rightarrow V_{AB}=I(\frac{۳}{۴}) \Rightarrow \mathbf{R_{th}=\frac{V_{AB}}{I}=\frac{۳}{۴}Ω}$$

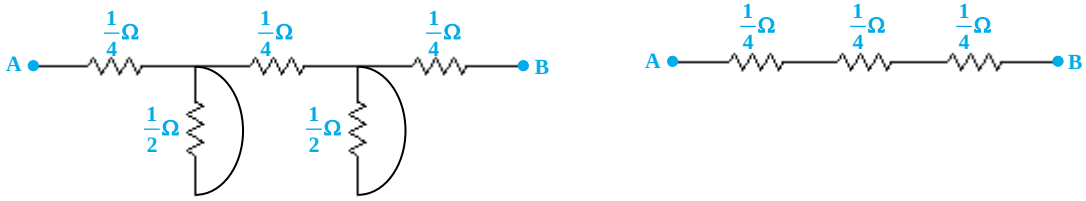
www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

روش دوم: با دقت در مدار دیده می‌شود که شکل مدار نسبت به محور AB دارای تقارن است. لذا مدار را بر روی محور تقارن تا می‌کنیم و آن را ساده می‌کنیم.



با توجه به تقارن مدار نسبت به محور نشان داده شده، مجدداً مدار را روی محور مذکور تا می‌کنیم.



$$\Rightarrow R_{eq}(A,B)=\frac{3}{4}\Omega$$

۸ــ گزینه «۱» با نوشتن KVL در مسیر المان‌های $(2\Omega,5V_1,1\Omega,3\Omega,2V_2,3\Omega,2\Omega)$ معادله (۱) به دست می‌آید. با نوشتن KVL در مسیر $(2\Omega,5V_1,1\Omega,3\Omega,2V_2,4\Omega,3V)$ و با نوشتن KVL در مسیر المان‌های $(2\Omega,3V,4\Omega,3\Omega)$ معادلات (۲) و (۳) به دست می‌آیند.

$$2I_3+5V_1+1I_3+3I_2-2V_2+3I_1+2(I_1-2)=0 \quad (1)$$

$$2I_3+5V_1+I_3+3I_2-2V_2+4(I_2-I_1)+3=0 \quad (2)$$

$$-V_2-3+V_1+3I_1=0 \quad (3)$$

$$V_1=4(I_1-I_2) \quad (4)$$

$$V_2=2(2-I_1) \quad (5)$$

با مرتب‌سازی معادلات (۱) و (۲) و (۳) و (۴) و (۵) و جایگذاری معادلات (۴) و (۵) در معادلات (۱) و (۲) و (۳) داریم:

$$\begin{cases}9I_1-4I_2=7\\20I_1-13I_2+3I_3=5\\2I_1-I_2-I_3=0\end{cases}\Rightarrow\begin{bmatrix}9&-4&0\\20&-13&3\\2&-1&-1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}I_1\\I_2\\I_3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}7\\5\\0\end{bmatrix}$$

۹ــ گزینه «۳» اگر مداری بخواهد به صورت یک تقویت‌کننده عمل کند، باید نسبت $\frac{V_o}{V_S}$ عددی بزرگتر از یک شود. ابتدا باید رابطه $\frac{V_o}{V_S}$ را به دست آوریم.

برای این‌کار با نوشتن رابطه تقسیم جریان، I_x را برحسب V_o به دست می‌آوریم:

$$\Rightarrow V_o=\alpha I_x\times\frac{1}{1+3}\Rightarrow I_x=\frac{4V_o}{\alpha} \quad (1)$$

با نوشتن KVL در حلقه سمت چپ داریم:

$$V_S=\frac{1}{5}(\alpha I_x+I_x)+\frac{1}{2}I_x\Rightarrow V_S=I_x(0/2\alpha+0/7) \quad (2)$$

با ترکیب روابط (۱) و (۲) داریم:

$$\frac{V_S}{V_o}=\frac{0/8\alpha+2/8}{\alpha}\Rightarrow\frac{V_o}{V_S}=\frac{\alpha}{0/8\alpha+2/8}>1\Rightarrow \alpha>14$$

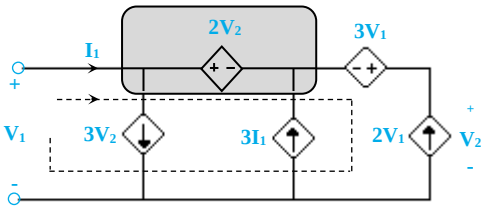
۱۰ــ گزینه «۳» با نوشتن KCL در گره B رابطه (۱) و با نوشتن KVL در مسیر منبع ولتاژ ۱۰v و مقاومت‌های ۲ و ۱ اهمی رابطه (۲) را داریم:

$$\begin{cases}\frac{V_x}{2}+4+V_y+3V_y=0 & (1)\\10=V_x-V_y & (2)\end{cases}\Rightarrow V_x=8v\ ,\ V_y=-2v$$

---

www.modaresanesharif.ac.ir

۱۱ـ گزینه «۳» برای محاسبه مقاومت معادل، رابطه V_1 را برحسب I_1 به دست می‌آوریم. با نوشتن KCL در ابرگره مشخص شده در شکل داریم:



$$I_1+3I_1+2V_1=3V_2 \Rightarrow V_2=\frac{4}{3}I_1+\frac{2}{3}V_1 \qquad (1)$$

با نوشتن KVL در مسیر مشخص شده داریم:

$$-V_1+2V_2-3V_1+V_2=0 \Rightarrow V_1=\frac{3}{4}V_2 \qquad (2)$$

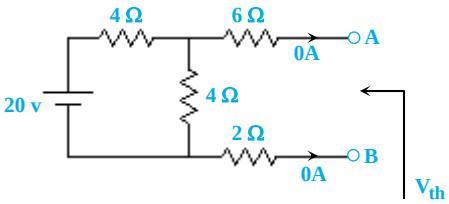
با ترکیب روابط (۱) و (۲) داریم:

$$V_1=\frac{3}{4}[\frac{4}{3}I_1+\frac{2}{3}V_1] \Rightarrow \frac{V_1}{I_1}=R_{in}=2\Omega$$

۱۲ـ گزینه «۲» با توجه به قضیه حداکثر توان انتقالی، R_L باید برابر R_{th} از دو سر خود باشد.

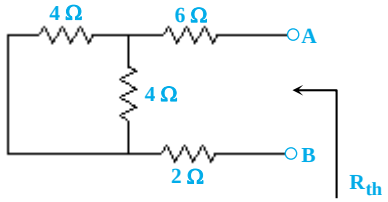
$$R_{th}=6+4\|4+2=10\Omega$$

۱۳ـ گزینه «۱» برای محاسبه حداکثر توان انتقالی به بار، باید V_{th} و R_{th} محاسبه شده و از فرمول $P(max)=\frac{V_{th}^2}{4R_{th}}$، مقدار $P(max)$ بدست آید. با نوشتن قانون تقسیم ولتاژ و عبور جریان‌های صفر از مقاومت‌های ۶Ω و ۲Ω، ولتاژ مقاومت ۴ اهمی که همان V_{th} است را محاسبه می‌کنیم:



$$V_{th}=20\times\frac{4}{4+4}=10\,v$$

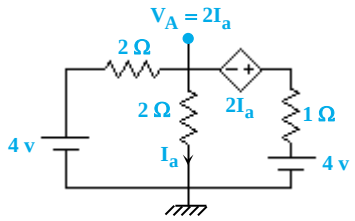
حال با اتصال کوتاه کردن منبع ولتاژ ۲۰ ولتی داریم:



$$R_{th}=6+4\|4+2=10\Omega$$

$$\Rightarrow P_{(max)}=\frac{V_{th}^2}{4R_{th}}=\frac{10^2}{4\times10} \Rightarrow P_{(max)}=2/5\,w$$

۱۴ـ گزینه «۲» با تبدیل منابع برای مقاومت ۱Ω و منبع جریان ۴A در سمت راست مدار و نوشتن KCL در گره بالای مدار داریم:

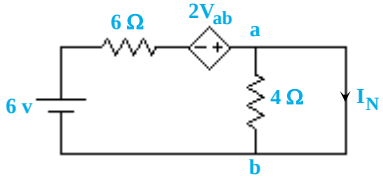


$$\frac{2I_a-4}{2}+I_a+\frac{2I_a+2I_a-4}{1}=0$$

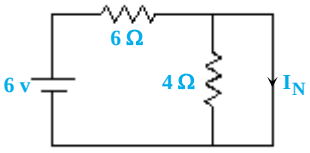
$$\Rightarrow 2I_a-4+2I_a+4I_a+4I_a-8=0 \Rightarrow I_a=1A$$

۱۵ـ گزینه «۳» برای انتقال توان حداکثر به بار، باید R_L برابر مقدار R_{th} از دو سر بار باشد. لذا باید R_{th} را محاسبه کنیم. برای محاسبه R_{th} ابتدا V_{th} و سپس I_N را محاسبه و از فرمول $R_{th}=\frac{V_{th}}{I_N}$ مقدار مقاومت تونن را محاسبه می‌کنیم.

I_N محاسبه :



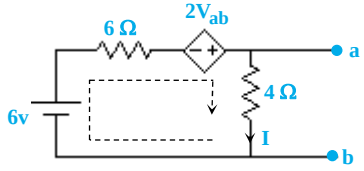
$$V_{ab}=0 \Rightarrow$$



$$\Rightarrow I_N=\frac{6}{6}=1A$$

V_{th} محاسبه :

با نوشتن رابطه KVL در حلقه مدار داریم:



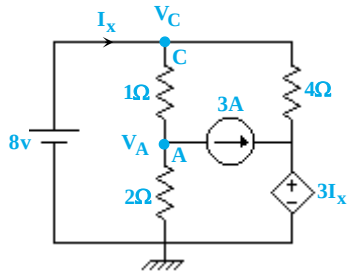
$$\begin{cases}-6+6I-2V_{ab}+4I=0\\ V_{ab}=4I \Rightarrow I=\frac{V_{ab}}{4}\end{cases}$$

$$\Rightarrow -6+10I-2V_{ab}=0 \Rightarrow -6+10(\frac{V_{ab}}{4})-2V_{ab}=0 \Rightarrow V_{ab}=V_{th}=12v \Rightarrow R_L=\frac{V_{th}}{I_N}=\frac{12}{1}=12\Omega$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۱۶ـ گزینه «۴» با نوشتن KCL در گره A داریم:



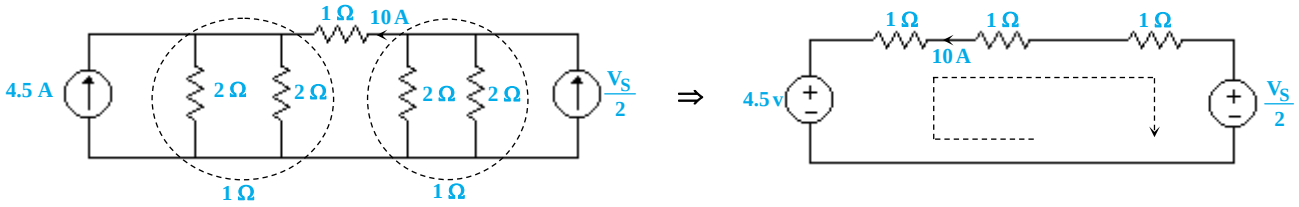
$$\frac{V_A-8}{1}+\frac{V_A}{2}+3=0 \Rightarrow V_A=\frac{10}{3}v$$

با نوشتن KCL در گره C داریم:

$$\frac{8-3I_x}{4}+\frac{8-\frac{10}{3}}{1}=I_x$$

$$I_x\left(1+\frac{3}{4}\right)=2+\frac{14}{3}=\frac{20}{3}=\frac{7}{4}I_x \Rightarrow I_x=\frac{80}{21}\simeq 4$$

۱۷ـ گزینه «۳» با توجه به اینکه جریان مقاومت ۱Ω در مدار شکل اول برابر ۱۰A است، می‌توان جریان مقاومت مذکور را در شکل پایین نیز ۱۰A فرض کرد. حال با انجام تبدیل منابع در سمت چپ و راست مدار پایین، مدار مذکور را ساده می‌کنیم.



حال با نوشتن رابطه KVL در مدار داریم:

$$-4/5-1\times10-1\times10-10\times1+\frac{V_S}{2}=0 \Rightarrow \mathbf{V_S=69v}$$

۱۸ـ گزینه «۳» ابتدا مقدار I_1 را محاسبه و سپس V_5 را محاسبه می‌کنیم:

$$I_1=\frac{2}{3}A \Rightarrow V_5=5\times6I_1=5\times6\times\frac{2}{3} \Rightarrow \mathbf{V_5=20v}$$

۱۹ـ گزینه «۳» با توجه به اینکه شبکه به صورت خطی است، لذا رابطه $\frac{I(t)}{V(t)}$ نیز خطی خواهد بود. حال با توجه به اطلاعات اولیه مسأله داریم:

$$\frac{I(t)}{V(t)}=\frac{2}{20}=\frac{1}{10}$$

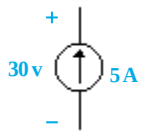
حال اگر ورودی مدار به صورت $40+30e^{-t}-20t$ باشد داریم:

$$I_o(t)=0/1V(t)=0/1[40+30e^{-t}-20t]=\mathbf{4+3e^{-t}-2t}$$

۲۰ـ گزینه «۴» برای محاسبه توان منبع جریان، لازم است که ولتاژ دو سر آن محاسبه شده و در جریان آن ضرب شود. ابتدا با نوشتن KCL در گره بالای مدار، V_A (ولتاژ دو سر منبع جریان) را محاسبه می‌کنیم. لازم به ذکر است که برای ساده شدن حل، می‌توان ولتاژ V_A را با استفاده از قانون اهم برابر $10I_4$ در نظر گرفت.

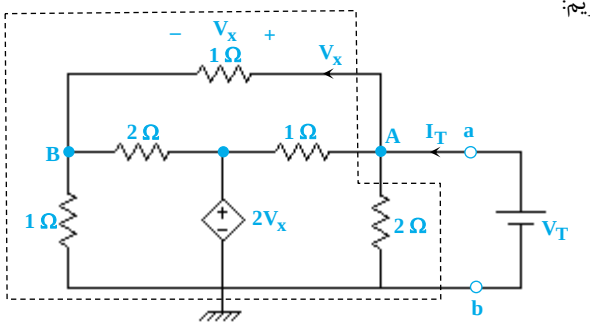
$$I_4+\frac{10I_4+70}{5}=5+6I_4 \Rightarrow I_4=3A \Rightarrow V_A=10I_4=10\times3=30v$$

برای محاسبه توان منبع جریان، باید دقت شود که جریان از پلاریته منفی وارد منبع جریان می‌شود؛ لذا توان به صورت منفی خواهد بود.



$$\Rightarrow \mathbf{P\ (منبع\ جریان)=-30\times5=-150w}$$

۲۱ـ گزینه «۴» با اعمال منبع V_T در ورودی ($V_A=V_T$) و نوشتن KCL در گره A داریم:



$$I_T=\frac{V_T}{2}+\frac{V_T-2V_x}{1}+\frac{V_x}{1} \quad (1)$$

با نوشتن KVL در مسیر مشخص شده داریم:

$$V_B=-V_x+V_T \quad (2)$$

با نوشتن KCL در گره B و جایگذاری رابطه (۲) داریم:

$$\frac{-V_x+V_T}{1}+\frac{-V_x+V_T-2V_x}{2}=\frac{V_x}{1} \quad (3)$$

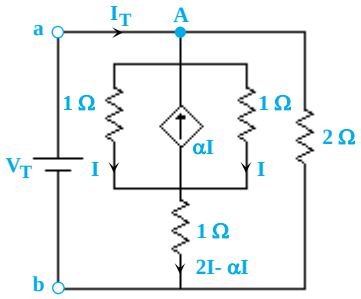
$$\xrightarrow{(1),(3)} V_T=\frac{14}{15}I_T \Rightarrow \mathbf{R_{th}=\frac{14}{15}\Omega}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۲۲ـ گزینه «۳» با توجه به اینکه ولت‌متر با مدار باز مدل می‌شود، مقاومت‌های R_1 و R_2 نه به صورت سری و نه موازی هستند.

۲۳ـ گزینه «۱» برای محاسبه مقاومت معادل از پایه‌های (b و a)، به دو نقطه مذکور، منبع ولتاژ V_T را متصل می‌کنیم و رابطه V_T را با I_T به دست می‌آوریم.



با نوشتن KVL در حلقه سمت چپ داریم:

$$V_T = I + (۲-\alpha)I \Rightarrow V_T = (۳-\alpha)I \Rightarrow I = \frac{V_T}{۳-\alpha} \quad (۱)$$

با نوشتن KCL در گره A داریم:

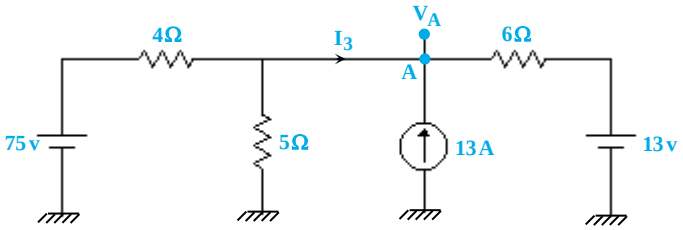
$$I_T = \frac{V_T}{۲} + (۲-\alpha)I \Rightarrow I_T = \frac{V_T}{۲} + (۲-\alpha)\times\frac{V_T}{۳-\alpha} \quad (۲)$$

با ترکیب روابط (۱) و (۲) داریم:

$$\Rightarrow I_T = V_T(\frac{۱}{۲}+\frac{۲-\alpha}{۳-\alpha}) \Rightarrow \frac{V_T}{I_T} = R_{th} = (\frac{۱}{۲}+\frac{۲-\alpha}{۳-\alpha})^{-۱} = \frac{۲(۳-\alpha)}{۷-۳\alpha}$$

$$R_{th} < ۰ \Rightarrow \frac{۲(۳-\alpha)}{۷-۳\alpha} < ۰ \Rightarrow \frac{۷}{۳} < \alpha < ۳$$

۲۴ـ گزینه «۴» با نوشتن KCL در گره A داریم:

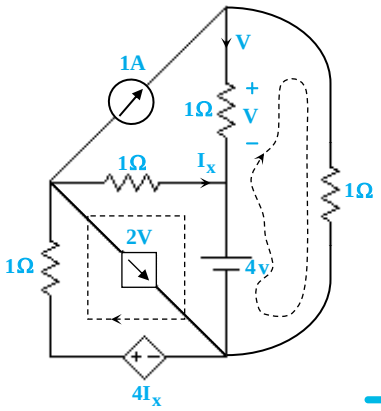


$$\frac{V_A - ۷۵}{۴} + \frac{V_A}{۵} + \frac{V_A - ۱۳}{۶} = ۱۳ \Rightarrow V_A = ۵۵v$$

حال با بازنویسی رابطه KCL در گره A، مقدار $I_۳$ را محاسبه می‌کنیم.

$$I_۳ = \frac{V_A - ۱۳}{۶} - ۱۳ = \frac{۵۵-۱۳}{۶} - ۱۳ = \mathbf{-۶A}$$

۲۵ـ گزینه «۱» با توجه به وجود فقط ۲ حلقه مناسب برای KVL، در دو حلقه نشان داده شده KVL می‌زنیم، با نوشتن KVL در حلقه سمت راست داریم:



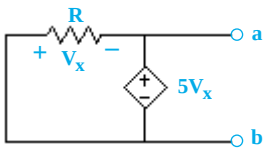
$$-V + (۱-V)\times ۱ - ۴ = ۰ \Rightarrow V = -۱/۵\,v$$

با نوشتن KVL در حلقه سمت چپ داریم:

$$I_x + ۴ - ۴I_x + ۱(۲V + I_x + ۱) = ۰$$

$$\Rightarrow I_x + ۴ - ۴I_x + (-۳ + I_x + ۱) = ۰ \Rightarrow \mathbf{I_x = ۱A}$$

۲۶ـ گزینه «۳» با نوشتن KVL در حلقه سمت راست داریم:



$$E = V_x + ۵V_x \Rightarrow V_x = \frac{E}{۶} \Rightarrow \mathbf{V_{th} = ۵V_x = \frac{۵}{۶}E}$$

برای محاسبه R_{th}، منبع E مطابق شکل روبرو اتصال کوتاه می‌شود.

$$V_x + ۵V_x = ۰ \Rightarrow V_x = ۰ \Rightarrow \mathbf{R_{th} = ۰}$$

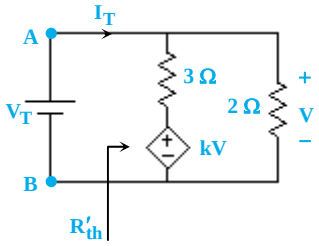
دقت کنید صفر شدن V_x به این معناست که ولتاژ V_{ab} مستقل از مقدار جریان پایه‌های a و b، برابر صفر است و این یعنی مقاومت دیده شده از دو سر a و b مساوی صفر می‌باشد.

---

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

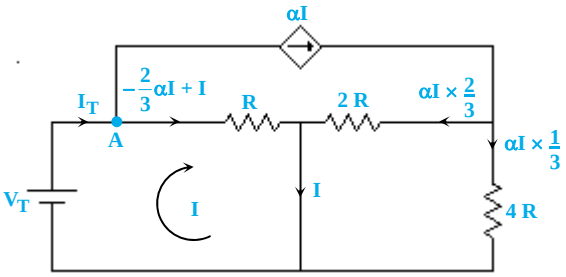
۲۷ـ گزینه «۴» ابتدا مقاومت 4Ω را حذف و R'_{th} را محاسبه می‌کنیم و سپس مقاومت ۴ اهمی را اضافه می‌کنیم، تا R_{th} به دست آید. حال برای محاسبه R'_{th}، به مدار منبع V_T را متصل می‌کنیم. با نوشتن KCL در گره بالای مدار داریم:



$$\begin{cases} I_T = \frac{V}{2} + \frac{V - kV}{3} \\ V_T = V \end{cases} \Rightarrow I_T = (\frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{k}{3})V_T \Rightarrow I_T = (\frac{3 + 2 - 2k}{6})V_T$$

$$\Rightarrow R'_{th} = \frac{V_T}{I_T} = \frac{6}{5 - 2k} \Rightarrow R_{th} = 4 + \frac{6}{5 - 2k} = \frac{20 - 8k + 6}{5 - 2k} = 0 \Rightarrow \mathbf{k = \frac{13}{4}}$$

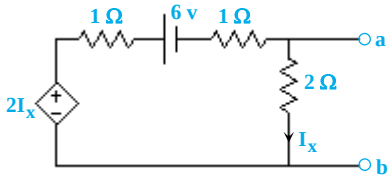
۲۸ـ گزینه «۴» برای محاسبه R_{th}، منبع ولتاژ V_T به مدار متصل شده و جریان I_T اندازه‌گیری می‌شود. حال با نوشتن KCL در گره A رابطه (۱) و نوشتن KVL در حلقه سمت چپ رابطه (۲) به دست می‌آید:



$$\begin{cases} I_T = \alpha I - \frac{2}{3}\alpha I + I & (1) \\ V_T = R(-\frac{2}{3}\alpha I + I) & (2) \end{cases} \Rightarrow \frac{V_T}{I_T} = R_{th} = \frac{1 - \frac{2}{3}\alpha}{1 + \frac{1}{3}\alpha}.R$$

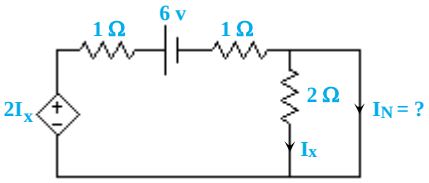
$$\lim_{\alpha \to \infty} R_{th} = \lim_{\alpha \to \infty} \frac{1 - \frac{2}{3}\alpha}{1 + \frac{1}{3}\alpha} \cdot R = -2R$$

۲۹ـ گزینه «۲» برای محاسبه حداکثر توان، با توجه به فرمول $P_{(max)} = \frac{1}{4}V_{th} \cdot I_N$ باید مقادیر V_{th} و I_N را محاسبه کنیم. حال با اعمال تبدیل منابع و نوشتن رابطه KVL داریم:



$$-2I_x + 4I_x + 6 = 0 \Rightarrow I_x = -3A \Rightarrow V_{th} = 2I_x = -6v$$

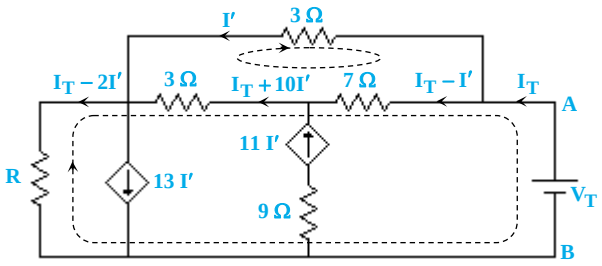
برای محاسبه I_N، a و b اتصال کوتاه می‌شوند. با صفر شدن I_x به علت اتصال کوتاه، منبع وابسته $2I_x$ نیز صفر و اتصال کوتاه می‌شود.



$$I_x = 0 \Rightarrow I_N = \frac{-6}{2} = -3A$$

$$\mathbf{P(Max) = \frac{1}{4}V_{th}.I_N = \frac{1}{4} \times (-6) \times (-3) = 4/5w}$$

۳۰ـ گزینه «۲» برای بدست آوردن مقاومت معادل، یک منبع V_T در ورودی قرار داده و جریان I_T را اندازه‌گیری می‌کنیم:



با نوشتن KVL در حلقه حاوی مقاومت‌های (۷ اهم و ۳ اهم و منبع V_T و R) داریم:

$$V_T = 7(I_T - I') + 3(I_T + 10I') + R(I_T - 2I') \Rightarrow V_T = (10 + R)I_T + I'(+23 - 2R) \qquad (1)$$

در صورتی که در حلقه شامل مقاومت‌های (۳ اهم، ۳ اهم و ۷ اهم) KVL زده شود، داریم:

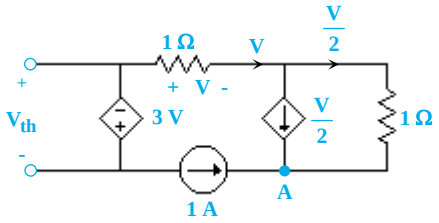
$$7(I_T - I') + 3(I_T + 10I') - 3I' = 0 \Rightarrow I' = -\frac{I_T}{2} \qquad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} V_T = (10 + R)I_T + (-\frac{I_T}{2})(+23 - 2R) \Rightarrow V_T = I_T(10 + R - \frac{23}{2} + R) = I_T(2R - 1/5) \Rightarrow \mathbf{R_T = \frac{V_T}{I_T} = 2R - 1/5}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

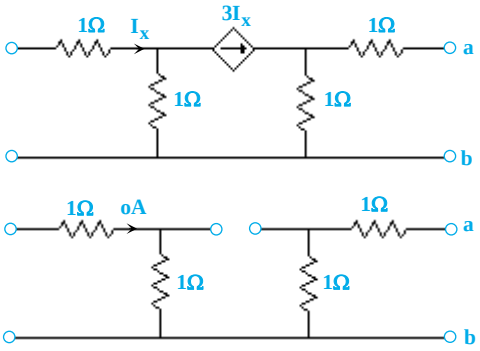
۳۱ـ گزینه «۱» با نوشتن KCL در گره A داریم:



$$\frac{V}{2}+\frac{V}{2}+1=0 \Rightarrow V=-1v$$

$$\Rightarrow V_T=-3V \Rightarrow \mathbf{V_T=(-3)\times(-1)=3v}$$

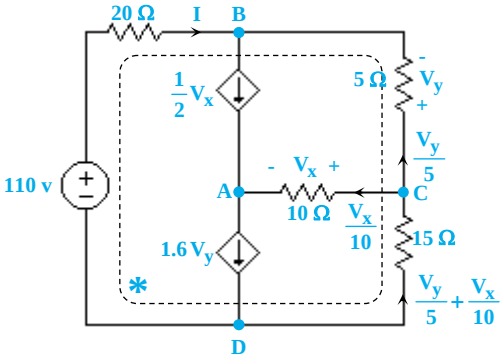
۳۲ـ گزینه «۴» برای بدست آوردن مقاومت تونن از دیدگاه ذکر شده، منبع جریان مستقل I_S را مدار باز می‌کنیم. حال با باز شدن مدار در سمت چپ آن، جریان I_x صفر شده و منبع جریان وابسته $3I_x$ نیز صفر شده و با مدار باز مدل می‌شود.



$$\mathbf{R_{th}=1\Omega+1\Omega=2\Omega}$$

۳۳ـ گزینه «۲» با نوشتن روابط KCL در گره‌های A و C و نوشتن KVL در حلقه (*) سه معادله به دست می‌آوریم و با ترکیب آنها V_x را حساب می‌کنیم.

با نوشتن KCL در گره A داریم:



$$\frac{V_x}{10}+\frac{1}{2}V_x=1/6V_y \Rightarrow V_x=\frac{16}{6}V_y \quad (1)$$

با نوشتن KCL در گره B داریم:

$$I+\frac{V_y}{5}=\frac{V_x}{2} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} I=V_y\left(\frac{8}{6}-\frac{1}{5}\right)=V_y\left(\frac{34}{30}\right)=\frac{17}{15}V_y \quad (3)$$

با نوشتن KVL در حلقه (*) داریم:

$$110=20I-V_y-15\left(\frac{V_y}{5}+\frac{V_x}{10}\right) \quad (4)$$

با ترکیب روابط (۱) و (۳) و (۴) داریم:

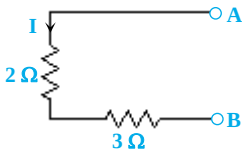
$$110=20\left(\frac{17}{15}V_y\right)-V_y-3V_y-1/5\left(\frac{16}{6}V_y\right)=V_y\left(\frac{68}{3}-4-4\right)=\frac{44}{3}V_y$$

$$\Rightarrow V_y=\frac{110\times3}{44}=\frac{10\times3}{4}=7/5v \Rightarrow \mathbf{V_x=\frac{16}{6}\times\frac{30}{4}=20v}$$

۳۴ـ گزینه «۳» ابتدا ولتاژ تونن را محاسبه می‌کنیم. با نوشتن KCL در نقطه C، جریان I برابر ۱A بدست می‌آید.

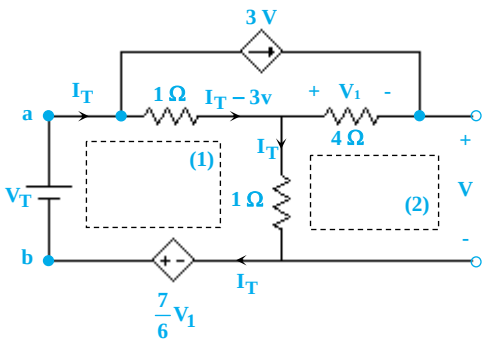
$$V_{AB}=10+2I=12v \Rightarrow \mathbf{V_{th}=12v}$$

برای محاسبه مقاومت تونن، منابع ولتاژ مستقل را اتصال کوتاه و منابع جریان مستقل را مدار باز می‌کنیم. با مدار باز شدن منبع جریان ۱A در پایین مدار، سمت چپ مدار حذف می‌شود.



$$\Rightarrow \mathbf{R_{th}=5\Omega}$$

۳۵ـ گزینه «۲» برای بدست آوردن مقاومت تونن، منابع جریان مستقل مدار باز شده و منابع ولتاژ مستقل در صورت وجود، اتصال کوتاه می‌شوند. سپس منبع V_T به پایه‌های a و b اعمال می‌شود و جریان I_T اندازه‌گیری می‌شود.



$$V_1=-3V\times4 \Rightarrow V_1=-12V \quad (1)$$

با نوشتن KVL در حلقه سمت چپ داریم:

$$-V_T+(I_T-3V)\times1+I_T\times1-\frac{7}{6}V_1=0 \Rightarrow V_T=2I_T-3V-\frac{7}{6}V_1 \quad (2)$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

با نوشتن KVL در حلقه سمت راست داریم:

$$-V-V_1+I_T=0 \Rightarrow I_T=V+V_1 \quad (3)$$

با ترکیب روابط (۱) و (۳) داریم:

$$I_T=V+(-12V) \Rightarrow I_T=-11V \Rightarrow V=\frac{-1}{11}I_T \quad (4)$$

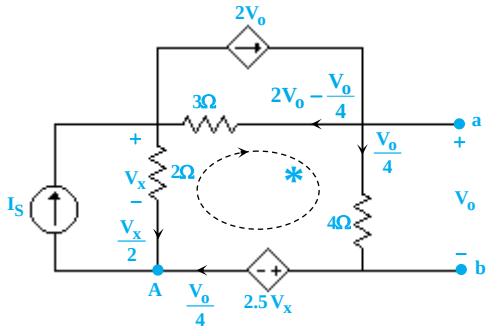
با ترکیب روابط (۱) و (۲) و (۴) داریم:

$$(1),(2),(4) \Rightarrow R_{th}=\frac{V_T}{I_T}=1\,\Omega$$

۳۶ـ گزینه «۳» ابتدا ولتاژ معادل تونن را محاسبه کرده و سپس جریان نورتن را محاسبه می‌کنیم. با تقسیم ولتاژ تونن بر جریان نورتن، مقاومت تونن محاسبه خواهد شد. با نوشتن KCL در گره A داریم:

$$\frac{V_o}{4}+\frac{V_x}{2}=I_S \Rightarrow V_o+2V_x=4I_S \quad (1)$$

با نوشتن KVL در حلقه (*) داریم:



$$V_o+2/5V_x-V_x-3(2V_o-\frac{V_o}{4})=0$$

$$\Rightarrow -4/25V_o+1/5V_x=0 \Rightarrow V_x=2/83V_o \quad (2)$$

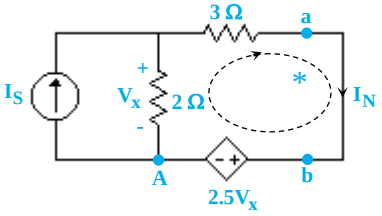
$$(1),(2) \Rightarrow V_o+2(2/83V_o)=4I_S \Rightarrow V_o=0/6I_S$$

$$\Rightarrow V_{th}=V_{ab}=V_o=0/6I_S=\frac{3}{5}I_S$$

حال مقدار I_N را با اتصال کوتاه کردن a و b محاسبه می‌کنیم. با اتصال کوتاه کردن a و b مقاومت ۴ اهم حذف و V_o صفر می‌شود. با نوشتن KVL در حلقه (*) داریم:

$$3I_N+2/5V_x-V_x=0 \Rightarrow I_N=\frac{-1/5}{3}V_x=-\frac{1}{2}V_x \quad (3)$$

با نوشتن KCL در گره A داریم:

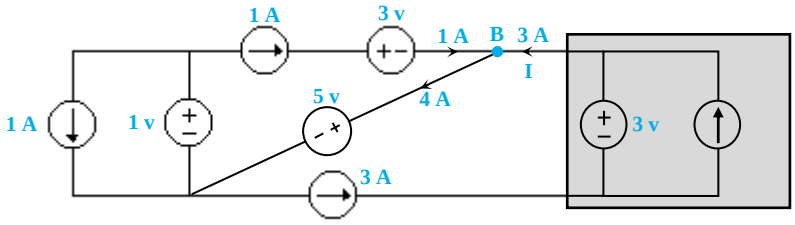


$$I_N+\frac{V_x}{2}=I_S \quad (4)$$

$$\xrightarrow{(3),(4)} I_N+\frac{-2I_N}{2}=I_S \Rightarrow 0\times I_N=I_S$$

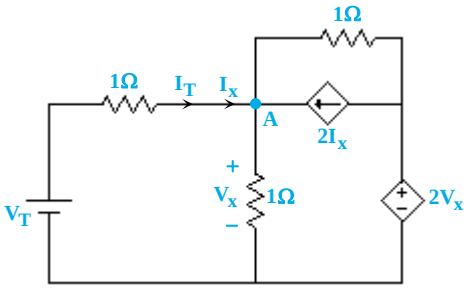
از رابطه نهایی مشخص است که I_N قابل محاسبه نیست. این حالت خاص تنها وقتی رخ می‌دهد که R_{th} برابر صفر باشد که در این صورت مقدار $I_N=\frac{V_{th}}{R_{th}}$ موجود نخواهد بود. بنابراین معادل تونن مدار یک منبع ولتاژ به اندازه‌ی $\frac{3}{5}I_S$ می‌باشد.

۳۷ـ هیچ‌کدام از گزینه‌ها صحیح نیست. برای بدست آوردن توان منبع ولتاژ ۵ ولت باید جریان آن در ولتاژ آن ضرب شود. با نوشتن KCL در ابرگره سمت راست، جریان I برابر با ۳A می‌شود، زیرا جریان ۳A از پایین وارد ابرگره شده و از بالا نیز از آن خارج می‌شود. در ادامه با نوشتن KCL درگره B، جریان منبع ولتاژ ۵ ولتی برابر ۴A می‌شود.



$$P_{5v}=5\times 4A=20w \text{ (مصرفی)}$$

۳۸ـ گزینه «۳» برای محاسبه R_{th}، منبع V_T را به مدار متصل می‌کنیم و رابطه V_T را با I_T به دست می‌آوریم. حال با نوشتن رابطه KCL در گره A داریم:



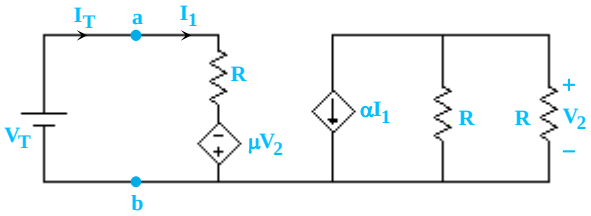
$$I_x+2I_x=\frac{V_x}{1}+\frac{V_x-2V_x}{1} \Rightarrow I_x=0$$

$$I_T=I_x=0 \Rightarrow R_{th}=\frac{V_T}{I_T}=\frac{V_T}{0} \Rightarrow R_{th}=\infty$$

---

www.modaresanesharif.ac.ir

۳۹ـ گزینه «۳» برای محاسبه مقاومت تونن دیده شده از پایانه‌های a و b، لازم است که منبع V_T به پایانه‌های a و b متصل شده و جریان I_T اندازه‌گیری شود.



با نوشتن KVL در حلقه سمت چپ مدار داریم:

$$V_T = RI_1 - \mu V_2 \quad (1) \qquad , \qquad I_T = I_1 \quad (2)$$

با جایگذاری رابطه (۲) در رابطه (۱) داریم:

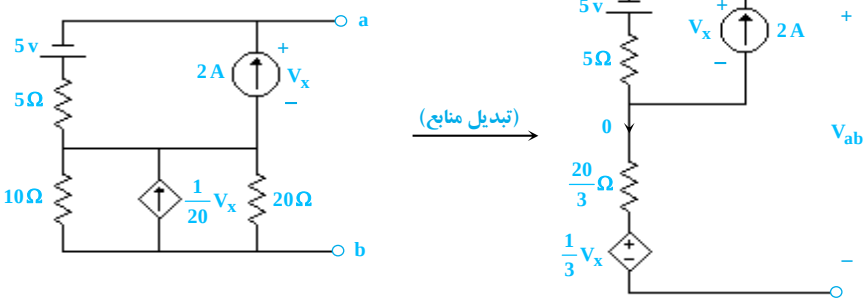
$$V_T = RI_T - \mu V_2 \quad (3) \qquad , \qquad V_2 = -\frac{\alpha I_1}{2} \times R \quad (4)$$

حال با جایگذاری V_2 از رابطه (۴) در رابطه (۳) داریم:

$$V_T = RI_T - \mu\left(\frac{-\alpha I_1}{2} \times R\right) \quad , \quad I_T = I_1 \Rightarrow V_T = RI_T - \mu\left(\frac{-\alpha I_T}{2} \times R\right) = I_T\left(R + \frac{\mu\alpha}{2}R\right)$$

$$\Rightarrow \quad R_{th} = \frac{V_T}{I_T} = R + \frac{\mu\alpha}{2}R \quad \Rightarrow \quad \mathbf{R_{th} = R\left(1 + \frac{\mu\alpha}{2}\right)}$$

۴۰ـ گزینه «۴» با توجه به اینکه مدار معادل از دو سر مقاومت ۷ اهمی خواسته شده است، با خارج کردن مقاومت ۷ اهمی از مدار، مقدار ولتاژ تونن را از دو سر آن بدست می‌آوریم:



با نوشتن KVL در حلقه بالای مدار داریم:

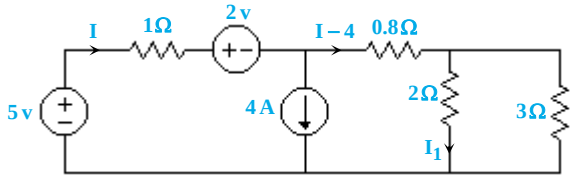
$$-V_x + (-5) + 5 \times 2 = 0 \quad \Rightarrow \quad V_x = 5v$$

حال در حلقه اصلی مدار و در مسیر V_{ab}، KVL می‌زنیم:

$$-V_{ab} + V_x + 0 \times \frac{20}{3} + \frac{1}{3}V_x = 0 \quad \text{و} \quad V_x = 5v \Rightarrow -V_{ab} + 5 + \frac{1}{3} \times 5 = 0 \Rightarrow V_{ab} = \frac{20}{3}v = V_{th}$$

با چک کردن گزینه‌ها، دیده می‌شود که فقط در گزینه (۴)، حاصلضرب $I_{sc}.R_{eq}$ برابر $V_{th} = \frac{20}{3}v$ می‌شود.

۴۱ـ گزینه «۱» با نوشتن KVL در حلقه بیرونی مدار داریم:

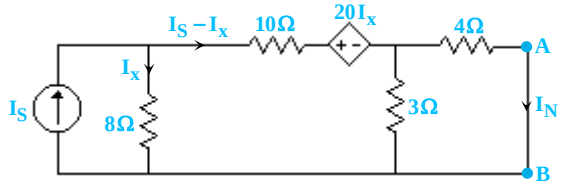


$$-5 + I + 2 + 0/8 \times (I - 4) + \left(\frac{2 \times 3}{2 + 3}\right) \times (I - 4) = 0$$

$$\Rightarrow \quad I = \frac{11}{3}A \quad \Rightarrow \quad I_1 = (I - 4) \times \frac{3}{2 + 3} = \left(\frac{11}{3} - 4\right) \times \frac{3}{5}$$

$$\Rightarrow \quad I_1 = -0/2A \quad \Rightarrow \quad P_{2\Omega} = 2I_1^2 = 2 \times (-0/2)^2 = 0/08w$$

۴۲ـ گزینه «۱» ابتدا با اعمال تبدیل منابع در بالای مدار به محاسبه جریان نورتن می‌پردازیم. با نوشتن KVL در حلقه وسط مدار داریم:



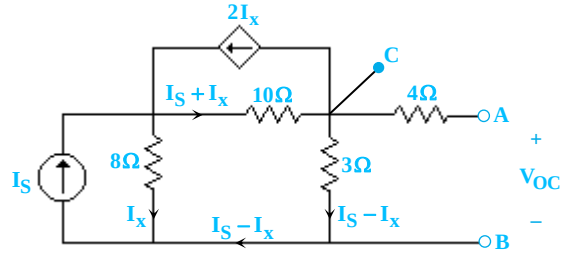
$$-8I_x + 10(I_S - I_x) + 20I_x + \left(\frac{3 \times 4}{7}\right)(I_S - I_x) = 0$$

$$\Rightarrow \quad I_x\left(-8 - 10 - \frac{12}{7} + 20\right) = \left(-10 - \frac{12}{7}\right)I_S \Rightarrow I_x\left(\frac{2}{7}\right) = I_S\left(\frac{-82}{7}\right)$$

$$\Rightarrow \quad I_x = -41I_S \quad \text{و} \quad I_N = (I_S - I_x)\frac{3}{3 + 4}$$

$$\Rightarrow \quad I_N = (I_S - (-41I_S))\frac{3}{7} = 18I_S$$

حال در ادامه به محاسبه ولتاژ تونن می‌پردازیم. $V_{oc}(A,B) = V(C,B) = V_{th}$



با نوشتن KVL در حلقه وسطی مدار داریم:

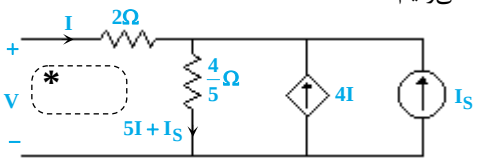
$$10(I_S + I_x) + 3(I_S - I_x) - 8I_x = 0 \quad \Rightarrow \quad I_x = 13I_S$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

$V_{th}=۳(I_S-I_x)=۳(I_S-۱۳I_S) \Rightarrow V_{th}=-۳۶I_S$ و $R_{th}=\frac{V_{th}}{I_N}=\frac{-۳۶I_S}{۱۸I_S} \Rightarrow \mathbf{R_{th}=-۲\Omega}$

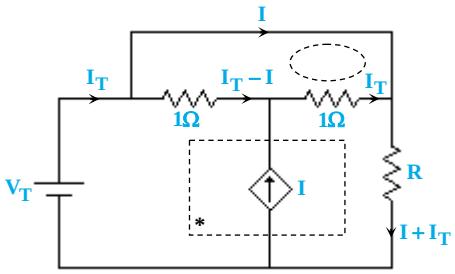
۴۳ـ گزینه «۲» در ابتدا مقاومت‌های ۱Ω و ۴Ω را موازی کرده و در مسیر نشان داده شده KVL می‌زنیم.



$$V=۲I+\frac{۴}{۵}(۵I+I_S)$$

$$\Rightarrow V=۶I+\frac{۴}{۵}I_S \Rightarrow \begin{cases}\mathbf{R_{th}=۶\Omega}\\ \mathbf{V_{th}=\frac{۴}{۵}I_S}\end{cases}$$

۴۴ـ گزینه «۳» با اعمال V_T و اندازه‌گیری I_T، رابطه V_T را با I_T بدست می‌آوریم. با نوشتن KVL در حلقه (*) داریم:



$$V_T=۱(I_T-I)+۱\times I_T+R(I+I_T) \quad (۱)$$

با نوشتن KVL در حلقه بالای مدار داریم:

$$۱(I_T-I)+۱\times I_T=۰ \quad (۲)$$

$$(۲) \Rightarrow I=۲I_T \quad (۳)$$

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

$$\Rightarrow V_T=I_T(۳R) \Rightarrow R_{eq}=\frac{V_T}{I_T}=۳R$$

۴۵ـ گزینه «۳» با توجه به تفاوت گزینه‌ها در مقدار V_{th}، محاسبه V_{th} برای حل تست کافی است. با نوشتن KCL در گره بالای مدار داریم:

$$\begin{cases}\frac{۲I_۱+I_۱}{۱}+I_۱+۲V_۱=۴\\ V_۱=۴\times۱=۴v \quad (I=۰)\end{cases} \Rightarrow ۴I_۱+۲\times۴=۴ \Rightarrow I_۱=-۱A$$

حال با نوشتن KVL در حلقه در برگیرنده مقاومت ۲ اهمی و مقاومت ۱ اهمی بالایی مدار داریم:

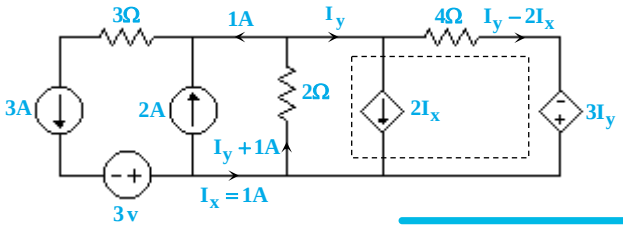
$$V=V_۱+۲I_۱ \Rightarrow V=V_{th}=۴+۲(-۱) \Rightarrow \mathbf{V_{th}=۲v}$$

لذا تنها گزینه (۳) می‌تواند پاسخ تست باشد.

۴۶ـ گزینه «۴» با توجه به تفاوت گزینه‌ها در مقدار V_{th} فقط پارامتر مذکور را محاسبه می‌کنیم.

$$I_۲=۱A \ , \ V_{th}=۵V_۱+I_۲\times۱+۴I_۲\times۱ \Rightarrow V_{th}=۵V_۱+۵I_۲ \ , \ V_۱=۴I_۲\times۱=۴\times۱\times۱=۴v \Rightarrow \mathbf{V_{th}=۵\times۴+۵\times۱=۲۵v}$$

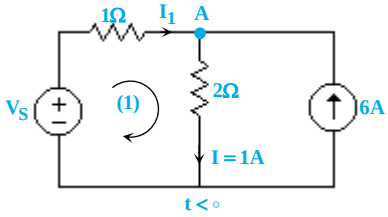
۴۷ـ گزینه «۴» با نوشتن KVL در حلقه مشخص شده در شکل داریم:



$$۲(I_y+۱)+۴(I_y-۲I_x)-۳I_y=۰ \quad , \quad I_x=۱A$$

$$\Rightarrow ۲I_y+۲+۴I_y-۸\times۱-۳I_y=۰ \Rightarrow ۳I_y=۶ \Rightarrow \mathbf{I_y=۲A}$$

۴۸ـ گزینه «۲» در $t<۰$ زمانی‌که کلید بسته است، مدار به شکل مقابل مدل می‌شود:

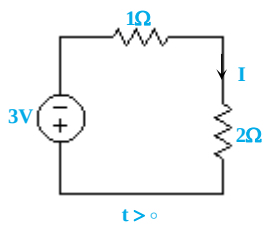


به‌راحتی می‌توان نوشت:

$$KCL\ A: I_۱=۱-۶=-۵A$$

$$KVL\ (۱): V_S=۲\times I+۱\times I_۱=۲-۵=-۳V$$

با پیدا شدن مقدار V_S حال مدار را در لحظات $t>۰$ در نظر گرفته و مقدار I را محاسبه می‌کنیم:



$$I=-\frac{۳}{۱+۲}=-۱A$$

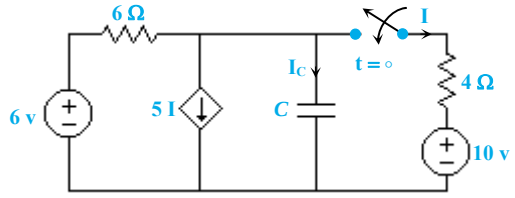
www.modaresanesharif.ac.ir

فصل دوم

«مدارهای مرتبه اول»

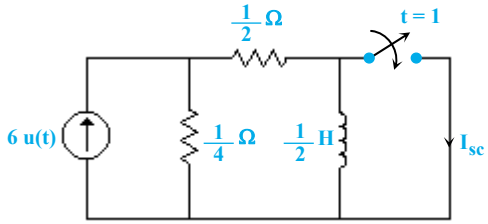
تست‌های طبقه‌بندی شده کنکوری فصل دوم

۱ـ مدار شکل زیر در $t<0$ مدت زیادی کار کرده است. پس از بسته شدن کلید، $I_C(0^+)$ برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۰)



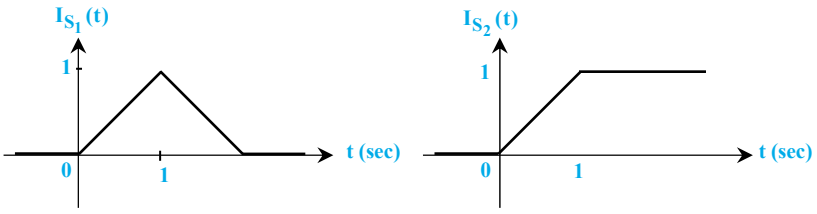
۱) $-6\,A$
۲) $6\,A$
۳) $-4\,A$
۴) $4\,A$

۲ـ در مدار شکل زیر که هیچ انرژی در سلف وجود ندارد، کلید S در لحظه $t=1$ بسته می‌شود. جریان گذرنده از شاخه اتصال کوتاه I_{sc} در $t=4sec$ چند آمپر است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۱)



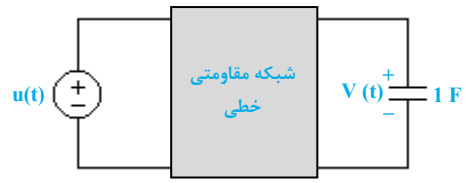
۱) ۰/۴۵
۲) ۲
۳) ۱/۹۹۵
۴) هیچکدام

۳ـ اگر پاسخ یک مدار خطی تغییرناپذیر با زمان به ورودی $I_{S_1}(t)$ مساوی $\delta(t)$ باشد، آنگاه پاسخ آن مدار به ورودی $I_{S_2}(t)$ کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۲)



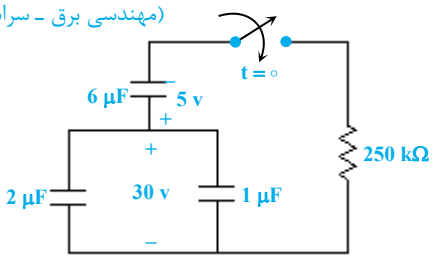
۱) $\sum_{k=0}^{\infty}\frac{1}{k+1}\delta(1-k)$ ، k عدد صحیح است.
۲) $\delta(t)-\delta(t-1)+\delta(t-2)-\delta(t-3)+\ldots$
۳) $\sum_{k=0}^{\infty}\delta(t-k)$ ، k عدد صحیح است.
۴) $u(t)-u(t-1)+u(t-2)-u(t-3)+\ldots$

۴ـ در شکل زیر ولتاژ اولیه خازن صفر بوده و $V(t)$ به صورت $V(t)=\frac{1}{4}(1-e^{-3t})u(t)$ است. اگر به جای خازن، سلف $L=2H$ قرار دهیم $V(t)$ برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۲)



۱) $\frac{1}{4}e^{-\frac{t}{6}}u(t)$
۲) $\frac{1}{4}e^{-3t}u(t)$
۳) $\frac{1}{4}(1-e^{-\frac{2}{3}t})u(t)$
۴) $\frac{1}{4}(1-e^{-\frac{t}{6}})u(t)$

۵ـ در مدار شکل زیر کلید k در لحظه $t=0$ بسته می‌شود. چند درصد از انرژی اولیه ذخیره شده در خازن‌ها در مقاومت تلف می‌شود؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۳)

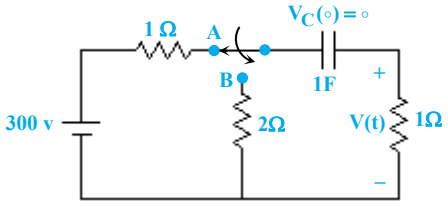


۱) ۱۰۰
۲) ۶۵/۷۸
۳) ۲/۵۹
۴) ۴۳/۷۲

www.modaresanesharif.ac.ir

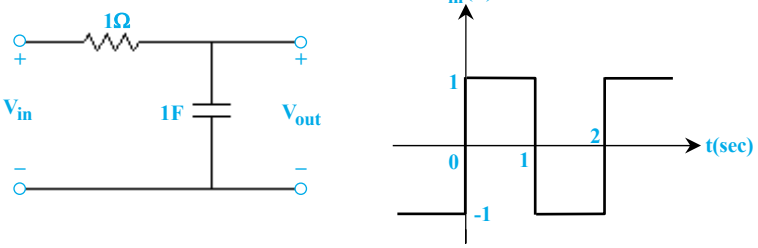
www.modaresanesharif.ac.ir

۶ـ مدار شکل زیر را در نظر بگیرید. در لحظه $t = ۰$ کلید S در وضعیت A قرار می‌گیرد. هنگامی که ولتاژ $V(t)$ به نصف مقدار اولیه‌اش رسید، کلید از وضعیت A به وضعیت B می‌رود. رابطه مربوط به ولتاژ $V(t)$ بعد از قرار گرفتن کلید در وضعیت B کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۵)



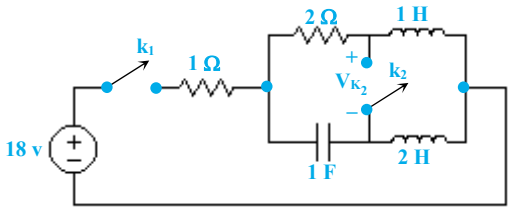
۱) $-۵۰e^{-(t-Ln۲t)/۲}$
۲) $-۵۰e^{-(t-Ln۲)/۳}$
۳) $-۵۰e^{-(t-Ln۲)/۲}$
۴) $-۵۰e^{-(t-۲Ln۲)/۳}$

۷ـ دامنه ماکزیمم ولتاژ خروجی مدار شکل زیر به ورودی داده شده در حالت ماندگار چند ولت است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۶)



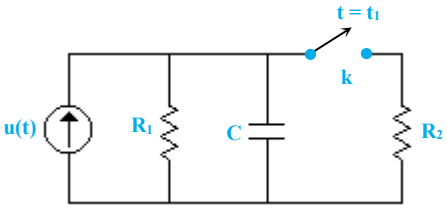
۱) $۱+e^{-۱}$
۲) $e-۱$
۳) $\frac{e-۱}{e+۱}$
۴) $\frac{۱+e^{-۱}}{۱-e^{-۱}}$

۸ـ در مدار شکل زیر در حالی که سلف‌ها و خازن بدون انرژی اولیه می‌باشند، کلیدهای $k_۱$ و $k_۲$ به طور همزمان بسته می‌شوند. پس از آنکه مدار به حالت دائمی خود رسید، کلید $k_۲$ را مجدداً باز می‌کنیم. درست پس از باز شدن کلید $k_۲$، ولتاژ دو سر آن $V_{k_۲}$ کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۷)



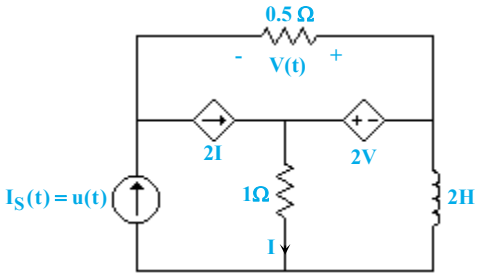
۱) ۰v
۲) ۲v
۳) ۴v
۴) ۸v

۹ـ در مدار شکل زیر، $R_۲$ چقدر باشد تا درست پس از وصل کلید k در لحظه $t_۱ = R_۱C$، ولتاژ دو سر منبع جریان ثابت بماند. (ولتاژ اولیه خازن صفر می‌باشد.) (مهندسی برق ـ سراسری ۷۸)



۱) $\frac{R_۱}{e-۱}$
۲) $\frac{R_۱}{e}$
۳) $eR_۱$
۴) $(e-۱)R_۱$

۱۰ـ در مدار شکل زیر پاسخ پله خروجی $V(t)$ کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر ـ سراسری ۷۸)



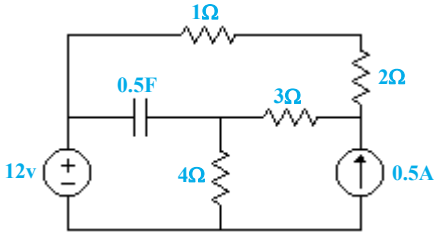
۱) $\frac{۱}{۳}(۴e^{-۱/۵t}-۱)u(t)$
۲) $\frac{۱}{۲}(۱+۲e^{-۱/۵t})u(t)$
۳) $\frac{۱}{۶}(۱-۴e^{-۱/۵t})u(t)$
۴) $\frac{۱}{۶}(۴e^{-۱/۵t}-۱)u(t)$

۱۱ـ پاسخ ضربه یک مدار خطی تغییرناپذیر با زمان به صورت $h(t) = ۲r(۲-t)u(t)$ می‌باشد. مقدار پاسخ پله این مدار در $t = ۱sec$ کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۹)

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲/۵ ۴) ۱

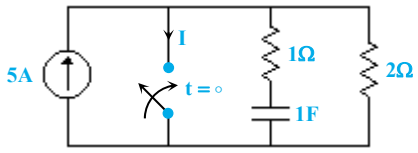
www.modaresanesharif.ac.ir

۱۲ـ ثابت زمانی τ مدار شکل زیر چند ثانیه است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۰)



۱) ۱/۲
۲) ۲
۳) ۲/۴
۴) ۵

۱۳ـ کلید S در مدار زیر بعد از مدتی طولانی در $t=0$ بسته می‌شود. جریان گذرنده از این کلید در $t=1\,(sec)$ چقدر است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۰)

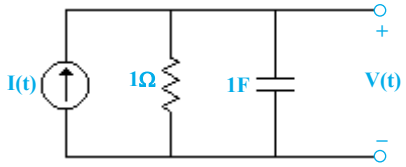


۱) $5(1-e^{-1})$
۲) $5(1+e^{-1})$
۳) $5(1-2e^{-1})$
۴) $5(1+2e^{-1})$

۱۴ـ ورودی یک مدار RL سری منبع ولتاژ $V_S(t)=V_0\sin\omega t\,u(t)$ است. اگر $R=2\Omega$، $L=1H$، $\omega=1(\frac{rad}{sec})$ و $V_0=10v$ باشد، شرایط اولیه $I_L(0)$ را چنان تعیین کنید که مدار پاسخ گذرا نداشته باشد. (مهندسی برق ـ سراسری ۸۰)

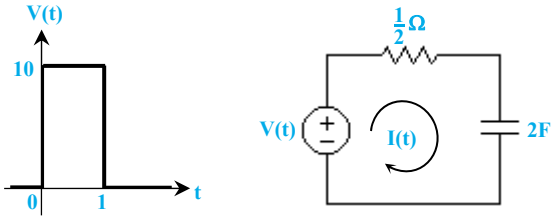
۱) -۱ A
۲) ۲ A
۳) -۲ A
۴) هیچکدام

۱۵ـ در مدار زیر در صورتی که $V(0)=2v$ و $I(t)=10e^{-t}$ باشد، ولتاژ $V(t)$ برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۰)



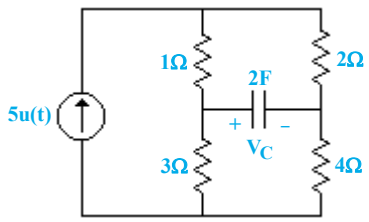
۱) $V(t)=10te^{-t}+e^{-t}$
۲) $V(t)=10te^{-t}-e^{-t}$
۳) $V(t)=10te^{-t}-2e^{-t}$
۴) $V(t)=10te^{-t}+2e^{-t}$

۱۶ـ ولتاژ پالس برابر با معادله $V(t)=10[u(t)-u(t-1)]$ به مدار زیر اعمال شده است. جریان $I(t)$ برابر با کدام گزینه زیر است در حالی که $V_C(0^-)=0$ می‌باشد. (مهندسی برق ـ آزاد ۸۰)



۱) $I(t)=20e^{-t}-10e^{-(t-2)}u(t-1)$
۲) $I(t)=10e^{-t}-10e^{-(t-1)}u(t-1)$
۳) $I(t)=20e^{-t}-20e^{-(t-1)}u(t-1)$
۴) $I(t)=20e^{-t}+20e^{-(t-1)}u(t-1)$

۱۷ـ در مدار (شکل زیر)، ولتاژ اولیه خازن صفر است. ولتاژ $V_C(t)$ برای $t\geq 0$ کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش سخت‌افزار» ـ سراسری ۸۰)

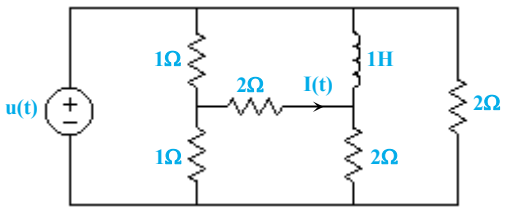


۱) $1-e^{-\frac{5}{21}t}$
۲) $(1-e^{-\frac{10}{21}t})$
۳) $5(1-e^{-\frac{5}{21}t})$
۴) $5(1-e^{-\frac{10}{21}t})$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۱۸ـ در مدار شکل زیر با شرط اولیه صفر، $I(t)$ با کدام گزینه برابر است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۸۱)



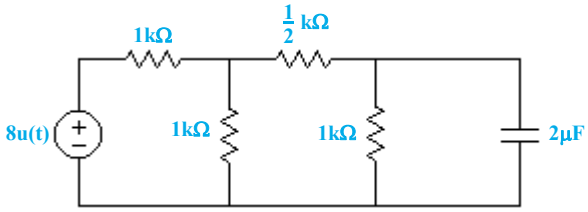
۱) $I(t)=(\frac{۱}{۵}+\frac{۱۴}{۴۵}e^{-\frac{۱۰}{۹}t})u(t)$

۲) $I(t)=(\frac{۱}{۵}-\frac{۱۴}{۴۵}e^{-\frac{۱۰}{۹}t})u(t)$

۳) $I(t)=(-\frac{۱}{۵}+\frac{۱۴}{۴۵}e^{-\frac{۱۰}{۹}t})u(t)$

۴) $I(t)=(-\frac{۱}{۵}-\frac{۱۴}{۴۵}e^{-\frac{۱۰}{۹}t})u(t)$

۱۹ـ در مدار زیر ولتاژ اولیه خازن صفر است. بعد از گذشت ۱ ms، مقدار ولتاژ خازن چه مقدار می‌باشد؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۱)



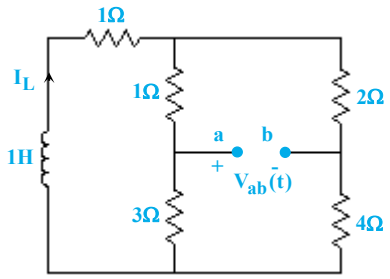
۱) $۲(۱+e^{-۱})$

۲) $۲(۱-e^{-۱})$

۳) $۳(۱+e^{-۱})$

۴) $۳(۱-e^{-۱})$

۲۰ـ در مدار شکل زیر $I_L(۰)=۱A$ می‌باشد. مقدار $V_{ab}(t)$ برای $t>۰$ چقدر است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۱)



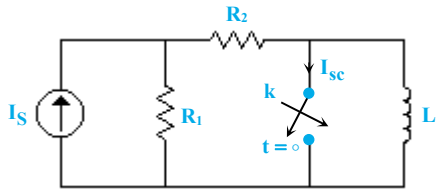
۱) $-۱/۲e^{-۳/۴t}$

۲) $۰/۲e^{-۳/۴t}$

۳) $-۰/۲e^{-۳/۴t}$

۴) $۳/۴e^{-۳/۴t}$

۲۱ـ در شکل زیر کلید k مدت زمان طولانی باز بوده و در لحظه $t=۰$ این کلید بسته می‌شود. جریان اتصال کوتاه I_{SC} در لحظه $t=۲s$ چند آمپر است؟ $(L=\frac{۱}{۲}H\ ,\ I_S=۶A\ ,\ R_۱=\frac{۱}{۴}\Omega\ ,\ R_۲=\frac{۱}{۲}\Omega)$ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ آزاد ۸۱)



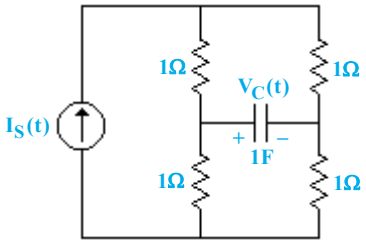
۱) ۸

۲) صفر

۳) ۴

۴) ۲

۲۲ـ معادله دیفرانسیل $V_C(t)$ در مدار شکل زیر کدام است؟ (خازن دارای ولتاژ اولیه است.) (مهندسی برق ـ سراسری ۸۲)



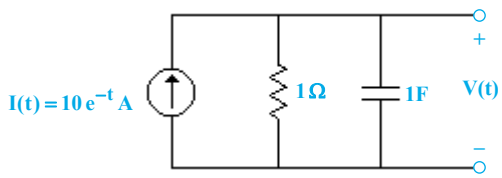
۱) $\frac{dV_C(t)}{dt}+\frac{۱}{۲}V_C(t)=۰$

۲) $\frac{dV_C(t)}{dt}+\frac{۱}{۲}V_C(t)=I_S(t)$

۳) $\frac{dV_C(t)}{dt}+V_C(t)=۰$

۴) $\frac{dV_C(t)}{dt}+V_C(t)=I_S(t)$

۲۳ـ در مدار زیر $V(t)$ برابر با کدام گزینه است؟ (در صورتی که $V(۰)=۲v$ باشد.) (مهندسی برق ـ آزاد ۸۲)



۱) $V(t)=۱۰te^{-t}+۲e^{-t}$

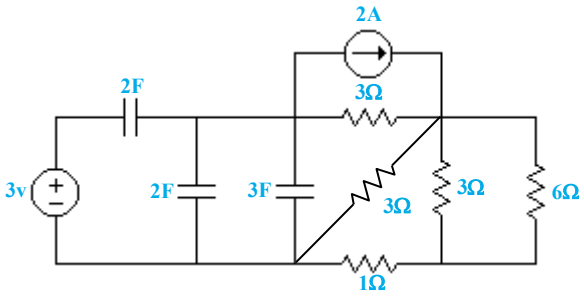
۲) $V(t)=۱۰e^{-t}+۲te^{-t}$

۳) $V(t)=-۱۰te^{-t}-۲e^{-t}$

۴) $V(t)=۱۰te^{-t}-۲e^{-t}$

www.modaresanesharif.ac.ir

۲۴ـ ثابت زمانی مدار RC در شکل زیر کدام است؟ (بر حسب ثانیه) (مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۸۲)



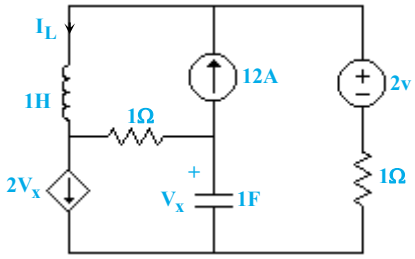
۱) ۱۴/۴

۲) ۱۵/۵

۳) ۳۱/۵

۴) ۳۳/۵

۲۵ـ با توجه به شکل، مقدار نهایی ولتاژ خازن و مقدار نهایی جریان سلف را حساب کنید؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۲)



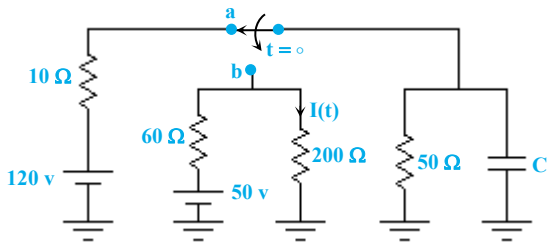
۱) $I_L = ۱۲A \quad , \quad V_C = -۱۰v$

۲) $I_L = ۱۲A \quad , \quad V_C = -۱۲v$

۳) $I_L = \frac{۱۶}{۳}A \quad , \quad V_C = -\frac{۱۰}{۳}v$

۴) $I_L = \frac{۱۶}{۳}A \quad , \quad V_C = -۱۲v$

۲۶ـ در مدار زیر مدت زمان طولانی کلید به نقطه a وصل بوده و در لحظه $t = ۰$ کلید از نقطه a قطع و به نقطه b وصل می‌گردد. جریان I(t) برای $t = \infty$ کدام گزینه است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی و معماری» ـ آزاد ۸۲)



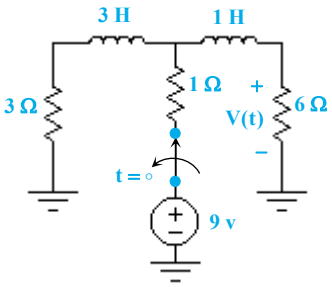
۱) ۱/۲ A

۲) ۰/۱A

۳) ۰/۱۹۲۳A

۴) ۲/۳۴ A

۲۷ـ کلید S زمان طولانی بسته بوده و در لحظه $t = ۰$ باز می‌شود. V(t) برای $t > ۰$ چیست؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۳)



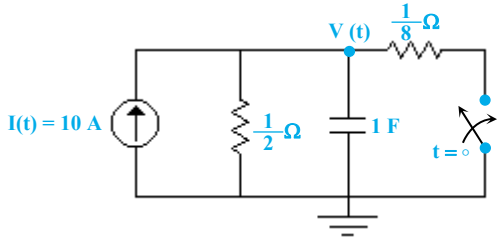
۱) $۱۲e^{-\frac{۴}{۹}t}$

۲) $۶e^{-\frac{۹}{۴}t}$

۳) $-۱۲e^{-\frac{۴}{۹}t}$

۴) $-۷/۵e^{-\frac{۹}{۴}t}$

۲۸ـ در مدار زیر کلید در زمان $t = ۰$ بسته شده ، معادله V(t) در زمان $t \geq ۰$ برابر با کدام گزینه زیر است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۳)



۱) $V(t) = ۴e^{-t} + ۱$

۲) $V(t) = ۴e^{-t} - ۱$

۳) $V(t) = e^{-t} + ۱$

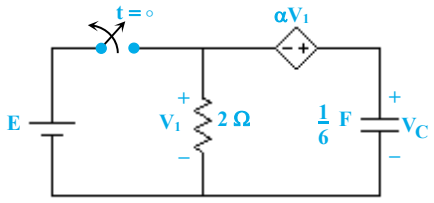
۴) $V(t) = ۲e^{-t} + ۱$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۲۹ـ در مدار نشان داده شده کلید را در $t = 0$ باز می‌کنیم. α عددی ثابت است. مقدار $\left.\frac{dv_C}{dt}\right|_{t=0^+}$ برابر با کدام گزینه است؟

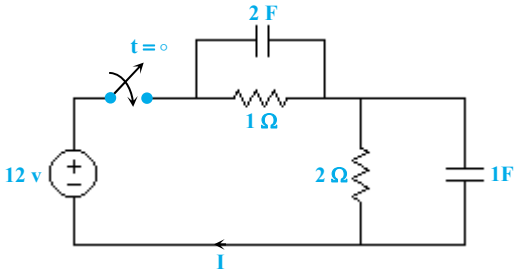
(مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۸۳)



۱) صفر
۲) $-3E$
۳) $-6E$
۴) $-3\alpha E$

۳۰ـ در مدار شکل زیر کلید قبلاً باز بوده است. آن را در لحظه $t = 0$ می‌بندیم. جریان کل مدار یعنی $I(t)$ را برای $t \geq 0$ تعیین کنید.

(مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۸۴)



۱) $12\delta(t)$
۲) $4\delta(t) + 8u(t)$
۳) $8\delta(t) + 4u(t)$
۴) $8\delta(t) + 4e^{-0/5t}u(t)$

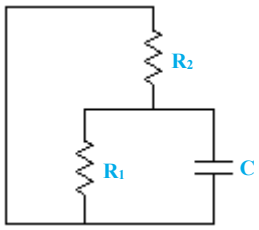
۳۱ـ در حالتی که یک ولتاژ پله‌ای $V(t) = Au(t)$ به یک مدار خطی اعمال شود، معادله جریان به صورت $I(t) = \frac{1}{2}e^{-t} - 2t + 3\sin 4t$ خواهد بود. حال معادله جریان در حالتی که ورودی به صورت $\delta(t)$ باشد، برابر کدام گزینه است؟

(مهندسی برق ـ آزاد ۸۵)

۱) $-e^{-t} - 2 + 12\cos 4t$
۲) $-\frac{1}{2}e^{-t} - 2 + 12\cos 4t$
۳) $-\frac{1}{2}e^{-t} + 2 - 12\cos 4t$
۴) $-\frac{1}{2}e^{-t} + 2 + 12\cos 4t$

۳۲ـ ضریب ثابت زمانی مدار زیر برابر کدام گزینه است؟

(مهندسی برق ـ آزاد ۸۵)



۱) $\tau = \frac{R_1 R_2 C}{R_1 + R_2}$
۲) $\tau = R_1.R_2.C$
۳) $\tau = \frac{R_1}{R_2}.C$
۴) $\tau = \frac{R_2}{R_1}.C$

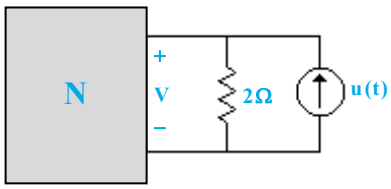
۳۳ـ در مدار شکل زیر اگر خازن ۱ فاراد را در سرهای A و B وصل کنیم، $V(t) = 2(1 - e^{-\frac{t}{2}})u(t)$ حاصل می‌شود. اگر خازن را با سلف $L = 3$ هانری جایگزین کنیم چه ولتاژی در سرهای A و B حاصل می‌شود؟

(مهندسی کامپیوتر ـ سراسری ۸۵)

۱) $2e^{-\frac{3}{2}t}u(t)$
۲) $2e^{-\frac{2}{3}t}u(t)$
۳) $(1 - 2e^{-\frac{2}{3}t})u(t)$
۴) $(1 - 2e^{-\frac{3}{2}t})u(t)$

۳۴ـ مدار N از عناصر خطی تغییرناپذیر با زمان ساخته شده است و برای ورودی پله واحد داریم $V(t) = \frac{4}{3}(1 - e^{-1/5t})u(t)$. اگر مقاومت ۲ اهمی را با خازن $\frac{1}{2}$ فارادی تعویض کنیم، ولتاژ V به کدام صورت خواهد بود؟

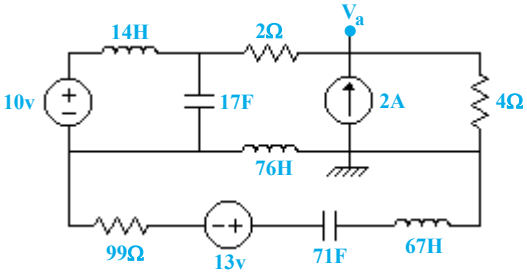
(مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۵)



۱) $2(1 - e^{-\frac{t}{4}})u(t)$
۲) $2(1 - e^{-\frac{t}{2}})u(t)$
۳) $4(1 - e^{-\frac{t}{2}})u(t)$
۴) $4(1 - e^{-\frac{t}{4}})u(t)$

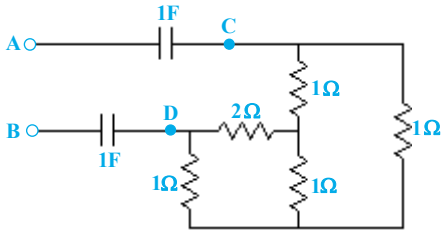
www.modaresanesharif.ac.ir

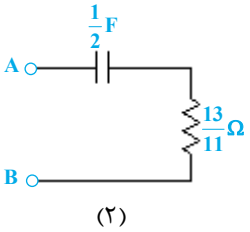
۳۵ـ مقدار ولتاژ دو سر منبع جریان در مدار زیر در حالیکه $t \to \infty$ میل نماید، برابر کدام گزینه زیر است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۶)



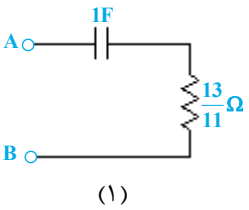
۱) $V_a = \frac{10}{3}v$
۲) $V_a = \frac{3}{10}v$
۳) $V_a = \frac{28}{3}v$
۴) $V_a = \frac{3}{28}v$

۳۶ـ مدار معادل شکل زیر که از سرهای B و A دیده می‌شود، کدام یک از مدارهای داده شده زیر است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۶)

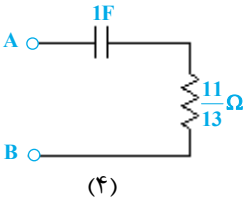




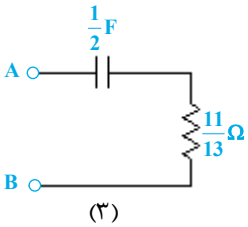
(۲)



(۱)



(۴)

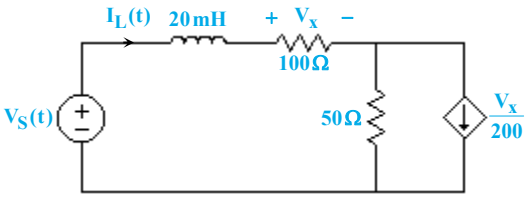


(۳)

۳۷ـ پاسخ پله یک مدار خطی تغییرناپذیر با زمان به شکل $S(t) = (2 - e^{-t})u(t)$ است. اگر ورودی مدار صفر و مقدار حالت اولیه آن ۵ باشد، مقدار خروجی در زمان $t = 1sec$ چقدر است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۶)

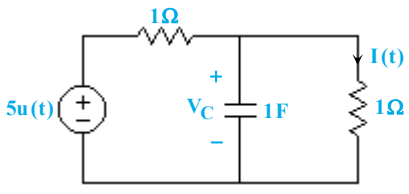
۱) $2/5e^{-1}$
۲) $5e^{-1}$
۳) $10e^{-1}$
۴) $20e^{-1}$

۳۸ـ در مدار شکل زیر $V_S(t)$ به صورت $V_S(t) = -25u(-t) + 25u(t)$ است. $I_L(t)$ برای $t > 0$ کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۶)



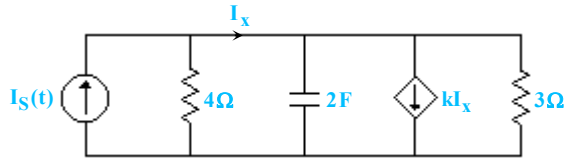
۱) $-0/2 + 0/4e^{-625 \circ t}$
۲) $-0/2 + 0/4e^{-625t}$
۳) $0/2 - 0/4e^{-625 \circ t}$
۴) $0/2 - 0/4e^{-625t}$

۳۹ـ پاسخ I(t) را در مدار زیر بدست آورید. $(V_C(0^-) = -2v)$ (مهندسی کامپیوتر ـ سراسری ۸۷)



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

۴۰ـ در مدار شکل زیر مقدار k چقدر باشد تا ثابت زمانی مدار، ۸ ثانیه شود؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۸۸)

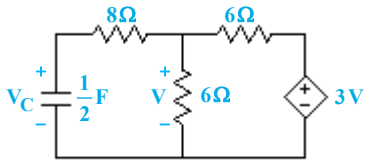


۱) $\frac{4}{3}$
۲) $\frac{185}{3}$
۳) $\frac{3}{4}$
۴) $\frac{3}{185}$

www.modaresanesharif.ac.ir

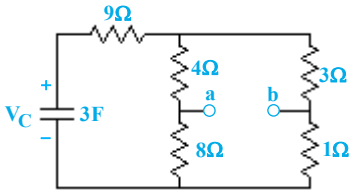
www.modaresanesharif.ac.ir

۴۱ـ در مدار شکل زیر در لحظه $t = t_0$ ولتاژ خازن ۲ ولت است. چند ثانیه بعد از $t = t_0$ ولتاژ V نصف می‌شود؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۹)



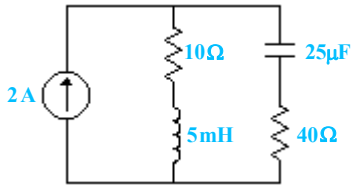
۱) $2\text{Ln}2$
۲) $\text{Ln}2$
۳) $t_0 + 2\text{Ln}2$
۴) $7\text{Ln}2$

۴۲ـ در مدار شکلِ داده شده $V_C(0^+) = 10\,v$ است. V_{ab} برای $t \geq 0$ در کدام گزینه به درستی گزارش شده است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۹)



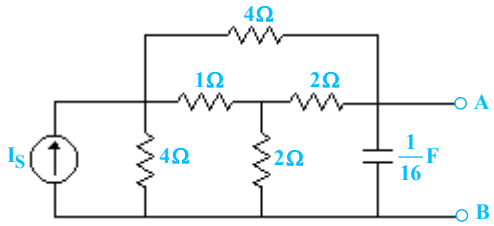
۱) $2/1e^{-\frac{t}{36}}$
۲) $1/05e^{-\frac{t}{36}}$
۳) $1/05e^{-\frac{t}{24}}$
۴) $2/1e^{-\frac{t}{24}}$

۴۳ـ در مدار شکل زیر کل انرژی ذخیره شده در مدار چند میلی‌ژول است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۹)



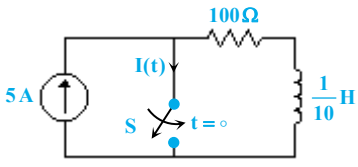
۱) ۵
۲) ۲۰
۳) ۱۵
۴) ۱۰

۴۴ـ در مدار شکل زیر اگر سرهای A و B را اتصال کوتاه کنیم، جریان I جاری شونده از A به B کدام خواهد بود؟
(مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۹)



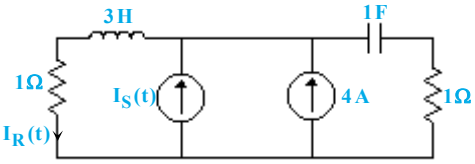
۱) $\frac{1}{3}I_S$
۲) $\frac{1}{2}I_S$
۳) $\frac{1}{4}I_S$
۴) $\frac{2}{3}I_S$

۴۵ـ در مدار شکل زیر کلید S در لحظه $t = 0$ بسته می‌شود، جریان $I(t)$ بر حسب آمپر برای $t \geq 0$ کدام است؟ (مهندسی ابزاردقیق ـ سراسری ۸۹)



۱) ۵
۲) $5e^{-1000t}$
۳) $5(1-e^{-1000t})$
۴) $5(1+e^{-1000t})$

۴۶ـ مدار زیر در $t < 0$ به حالت ماندگار رسیده است. در صورتی که $I_S(t) = 12u(t)$ باشد، مقدار $\frac{dI_R(0^+)}{dt}$ بر حسب آمپر بر ثانیه چقدر است؟
(مهندسی ابزاردقیق ـ سراسری ۸۹)

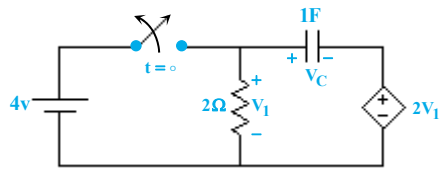


۱) صفر
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۱۲

www.modaresanesharif.ac.ir

۴۷ـ در مدار نشان داده شده در شکل زیر کلید را در زمان $t = 0$ باز می‌کنیم. مقدار $\left.\frac{dv_C}{dt}\right|_{t=0^+}$ برحسب ولت بر ثانیه چقدر است؟

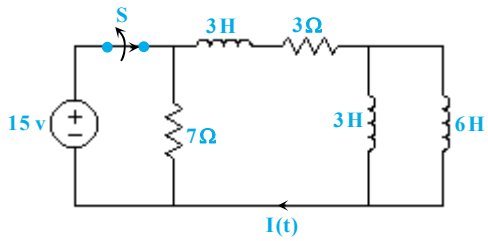
(مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۹۰)



۱) ۲
۲) ۱
۳) -۱
۴) -۲

۴۸ـ در مدار شکل زیر کلید S برای مدت طولانی بسته بوده و در $t = 0$ آن را باز می‌کنیم. جریان $I(t)$ برای $t > 0$ برحسب آمپر کدام است؟

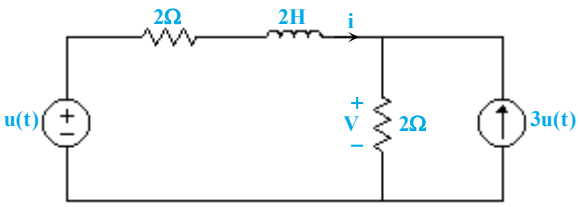
(مهندسی ابزاردقیق ـ سراسری ۹۱)



۱) $۷/۵e^{-۳t}$
۲) $۵e^{-۲t}$
۳) $۷/۵e^{-t}$
۴) $۵e^{-\frac{۱}{۲}t}$

۴۹ـ با شرط $i(\bar{0}) = ۲A$، ولتاژ $u(t)$ در $t > 0$، کدام مورد است؟

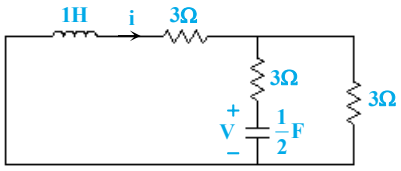
(مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۹۶)



۱) $۱۳e^{-۲t} + \frac{۷}{۲}$
۲) $۱۳e^{-۲t} + ۷$
۳) $e^{-۲t} + ۱۳$
۴) $\frac{۱۳}{۲}e^{-۲t} + \frac{۷}{۲}$

۵۰ـ با شرایط اولیه $i(0^-) = ۱A$ و $V(0^-) = ۲V$، مقدار $V(0^+)$ برابر کدام مورد است؟

(مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۹۶)



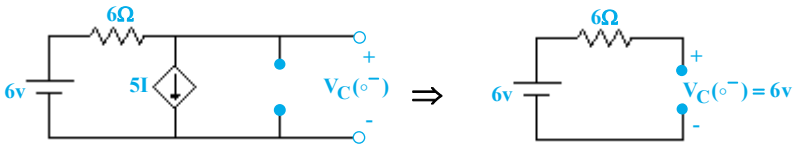
۱) ۱
۲) $\frac{۱}{۶}$
۳) ۳
۴) $\frac{۱}{۳}$

www.modaresanesharif.ac.ir

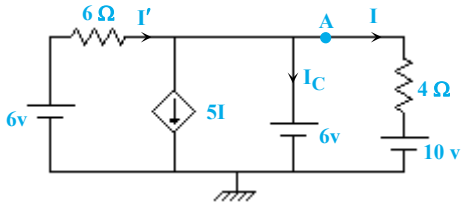
www.modaresanesharif.ac.ir

پاسخنامه تست‌های طبقه‌بندی شده کنکوری فصل دوم

۱ـ گزینه «۲» ابتدا مدار در $t<0$ تحلیل می‌شود. بنابراین باید خازن با مدار باز مدل شود. همچنین با باز بودن کلید مقدار جریان I صفر فرض شده و منبع جریان وابسته به صورت مدار باز مدل می‌شود. حال داریم:



حال در $t=0^+$ مدار معادل، با جایگذاری خازن با منبع ولتاژ مستقل، ترسیم و تحلیل می‌شود. با نوشتن KCL در گره A داریم:

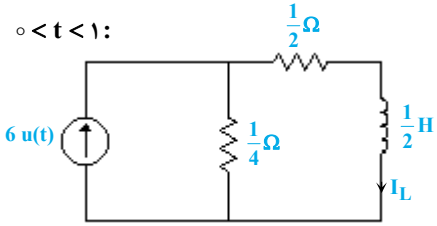


$$I' = I + 5I + I_C(0^+)$$

$$I' = \frac{6-6}{6} = 0 \quad , \quad I = \frac{6-10}{4} = -1A$$

$$\Rightarrow \quad 0 = -1 + 5\times(-1) + I_C(0^+) \quad \Rightarrow \quad \mathbf{I_C(0^+) = 6A}$$

۲ـ گزینه «۱» برای تحلیل مدار ابتدا مدار در $0<t<1$ تحلیل می‌شود. با توجه به صفر بودن $6u(t)$ در $t=0^-$، جریان سلف به صورت $I_L(0^-)=I_L(0^+)=0$ است. با توجه به قانون تقسیم جریان داریم:



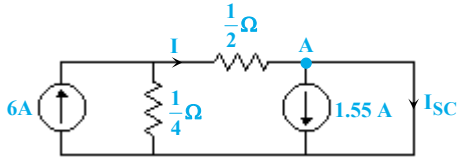
$$I_L(\infty) = \frac{6\times\frac{1}{4}}{\frac{1}{4}+\frac{1}{2}} = 2A \quad , \quad \tau = \frac{L}{R_{eq}} \quad , \quad R_{eq} = \frac{1}{2}+\frac{1}{4} = 0/75\Omega$$

$$\Rightarrow \quad \tau = \frac{\frac{1}{2}}{0/75} = \frac{1}{1/5}(sec)$$

با توجه به رابطه کلی جریان سلف در مدار مرتبه اول داریم:

$$I_L(t) = I_L(\infty) + \left[I_L(0^+) - I_L(\infty)\right]e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \Rightarrow \quad I_L(t) = 2 + [0-2]e^{-\frac{t}{\tau}} = 2 - 2e^{-1/5t} \quad \Rightarrow \quad I_L(t=1) = 1/55A$$

حال مدار معادل در $t=1^+$ رسم می‌شود و در گره A، KCL می‌زنیم.



$$I_{SC} = I - 1/55 \quad , \quad \text{(تقسیم جریان)} \quad I = \frac{6\times\frac{1}{4}}{\frac{1}{2}+\frac{1}{4}} = 2A$$

بدون نوشتن رابطه $I_L(t)$ مشخص است که ولتاژ دو سر سلف صفر بوده و بنابراین جریان سلف در $t>1^+$ ثابت باقی می‌ماند. بنابراین داریم:

$$I_L(t=4) = 1/55\,A$$

حال با نوشتن KCL در گره A در زمان $t=4$ داریم:

$$\mathbf{I_{SC} = I - I_L(t=4) = 2 - 1/55 = 0/45A}$$

۳ـ گزینه «۳» شکل موج I_{S_2} برحسب I_{S_1} به صورت روبرو است:

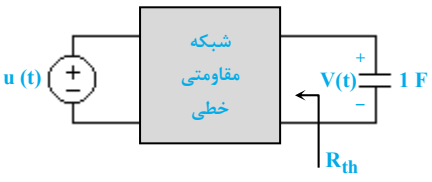
$$I_{S_2}(t) = I_{S_1}(t) + I_{S_1}(t-1) + I_{S_1}(t-2) + \cdots$$

اگر خروجی مدار در حالت $I_{S_1}(t)$ برابر $\delta(t)$ باشد، پس خروجی مدار به $I_{S_1}(t-k)$ برابر $\delta(t-k)$ است. لذا داریم:

$$\text{خروجی مدار} = \delta(t) + \delta(t-1) + \delta(t-2) + \cdots \quad \Rightarrow \quad \textbf{خروجی مدار} = \sum_{k=0}^{\infty}\delta(t-k)$$

۴ـ گزینه «۱»

روش اول: با توجه به معادله ولتاژ خازن مقدار τ مدار برابر $\frac{1}{3}$ اهم است.



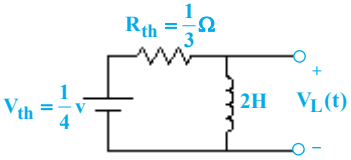
$$\tau = \frac{1}{3}(sec) \quad \Rightarrow \quad R_{th}.C = \frac{1}{3} \quad \Rightarrow \quad R_{th}.1 = \frac{1}{3} \quad \Rightarrow \quad R_{th} = \frac{1}{3}\Omega$$

www.modaresanesharif.ac.ir

مقدار ولتاژ خازن در زمان بینهایت همان ولتاژ تونن از دو سر خازن است. با جایگذاری $t=\infty$ در معادله ولتاژ خازن داریم:

$$V_C(\infty)=V_{th}=\frac{1}{4}v$$

حال با معادل‌گذاری تونن و گذاشتن سلف به جای خازن داریم:



$$I_L(0^+)=I_L(0^-)=0 \Rightarrow I_{R_{th}}=0 \Rightarrow V_L(0^+)=V_{th}$$

$$\Rightarrow V_L(0^+)=V_{th}=\frac{1}{4}v \ , \ V_L(\infty)=0 \ , \ \tau=\frac{L}{R_{th}}=\frac{2}{\frac{1}{3}}=6\sec$$

$$V_L=V_L(\infty)+\left[V_L(0^+)-V_L(\infty)\right]e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow \mathbf{V_L(t)=\frac{1}{4}e^{-\frac{t}{6}}u(t)}$$

روش دوم: با توجه به داشتن معادله ولتاژ خازن داریم:

$$\tau(\text{قدیم})=R_{eq}C \Rightarrow \frac{1}{3}=R_{eq}\,C \Rightarrow \frac{1}{3}=R_{eq}\times 1 \Rightarrow R_{eq}=\frac{1}{3}\Omega$$

با قرار گرفتن سلف در مدار، مقدار τ جدید را محاسبه می‌کنیم:

$$\tau(\text{جدید})=\frac{L}{R_{eq}}=\frac{2}{\frac{1}{3}}=6\sec$$

با چک کردن τ دیده می‌شود که یا گزینه (۱) صحیح است و یا گزینه (۴). از طرفی $V_L(\infty)=0$ می‌باشد. با چک کردن گزینه‌های (۱) و (۴) در زمان $t=\infty$ دیده می‌شود که فقط گزینه (۱) صحیح است.

۵ـ گزینه «۴» انرژی اولیه ذخیره شده در خازن‌ها به صورت زیر است:

$$W_1=\frac{1}{2}C_1V_1^2+\frac{1}{2}C_2V_2^2+\frac{1}{2}C_3V_3^2$$

$$W_1=\frac{1}{2}\times 10^{-6}\times(30)^2+\frac{1}{2}\times 2\times 10^{-6}\times(30)^2+\frac{1}{2}\times 6\times 10^{-6}\times 5^2=1/425\times 10^{-3}\ J$$

بعد از کلیدزنی مقدار C_{eq} برابر $2\mu F$ است که حاصل موازی شدن خازن‌های ۲ و ۱ میکروفاراد و سری شدن آنها با خازن $6\mu F$ است. ولتاژ خازن معادل نیز از تفاضل ۳۰ ولت و ۵ ولت بدست می‌آید.

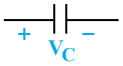
حال کل انرژی ذخیره شده در خازن معادل، در مقاومت تلف می‌شود.

$$W_2=\frac{1}{2}C_{eq}.V_{eq}^2$$

$$W_2=\frac{1}{2}\times 2\times 10^{-6}\times 25^2=0/625\times 10^{-3}\ J \Rightarrow \frac{W_2}{W_1}=\frac{0/625\times 10^{-3}}{1/425\times 10^{-3}}=0/43$$

۶ـ گزینه «۴» در حالتی که کلید در وضعیت A باشد، مدار به صورت یک مدار RC سری مرتبه اول است. حال معادله ولتاژ $V_C(t)$ را بدست می‌آوریم. در صورتی که $V(t)$ به نصف مقدار اولیه‌اش برسد، $V_C(t)$ برابر با ۱۵۰ ولت می‌شود زیرا $V(t=0)$ برابر نصف ۳۰۰ ولت یعنی ۱۵۰ ولت است. حال داریم:

$$V_C(0^+)=V_C(0^-)=0 \ , \ V_C(\infty)=300v \ , \ \tau=R_{eq}\cdot C=(1+1)\times 1=2\sec$$



$$V_C(t)=V_C(\infty)+[V_C(0^+)-V_C(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}=300-300e^{-\frac{t}{2}} \Rightarrow V_C(t)=150v \Rightarrow 150=300-300e^{-\frac{t}{2}} \Rightarrow t=2\text{Ln}2$$

در حالتی که کلید در وضعیت B قرار گیرد، معادله $V(t)$ را بدست می‌آوریم:

$$V_C(t=2\text{Ln}2^-)=150v$$

$$V(t=2\text{Ln}2^+)=-V_C(t=2\text{Ln}2^+)\times\frac{1\Omega}{1\Omega+2\Omega}=-150\times\frac{1}{3}=-50v$$

$$V(t=\infty)=0 \Rightarrow V(t)=V(\infty)+[V(2\text{Ln}2^+)-V(\infty)]e^{\frac{-(t-2\text{Ln}2)}{\tau}}$$

خازن کاملاً تخلیه شده و ولتاژها صفر می‌شوند.

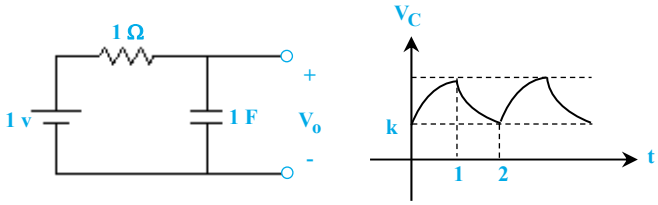
$$\tau=R_{eq}.C=3\times 1=3\sec \Rightarrow \mathbf{V(t)=-50e^{\frac{-(t-2\text{Ln}2)}{3}}}$$

۷ـ گزینه «۳»

روش اول: با فرض کارکرد مدار در حالت پایدار در دو وضعیت حداقل و حداکثر ورودی، مدار به صورت زیر تحلیل می‌شود. چون فعلاً نمی‌دانیم که در انتهای مرحله‌ی قبل (که ما آن را با انتقال مبدأ زمانی $t=0^-$ فرض می‌کنیم) چه مقدار ولتاژ در خازن شارژ شده است، آن را k ولت در نظر می‌گیریم.

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

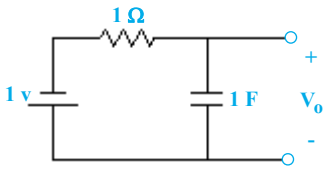


$$V_C(0^{\pm}) = k\,v \quad , \quad V_C(\infty) = 1\,v \quad , \quad \tau = R_{eq}C = 1\times 1 = 1\,sec$$

$$V_C(t) = V_C(\infty) + [V_C(0^+) - V_C(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\Rightarrow \quad V_C(t) = 1 + [k-1]e^{-t} \quad , \quad 0 < t < 1 \Rightarrow \quad V_C(t=1) = 1 + (k-1)e^{-1}$$

در صورتی که در زمان $t = 1$ پلاریته ولتاژ ورودی مدار عوض شود، داریم:



$$V_C(t=1) = 1 + (k-1)e^{-1} \quad , \quad V_C(\infty) = -1 \quad , \quad \tau = 1\,sec$$

$$V_C(t) = V_C(\infty) + [V_C(1^+) - V_C(\infty)]e^{-(t-1)}$$

$$V_C(t) = -1 + \left[1 + (k-1)e^{-1} + 1\right]e^{-(t-1)} \quad , \quad 1 < t < 2$$

$$V_C(t=2) = -1 + [1 + (k-1)e^{-1} + 1]e^{-1}$$

با توجه به این که مدار را در حالت ماندگار فرض کردیم $V_C(t=2) = V_C(t=0)$ است. حال داریم:

$$-1 + [2 + (k-1)e^{-1}]e^{-1} = k \quad \Rightarrow \quad k = -0/46$$

با داشتن k معادله $V_C(t)$ در زمان $0 < t < 1$ قابل نوشتن است.

$$V_C(0 < t < 1) = 1 + (k-1)e^{-t} = 1 - 1/46e^{-t}$$

حداکثر V_C در $t = 1$ خواهد بود.

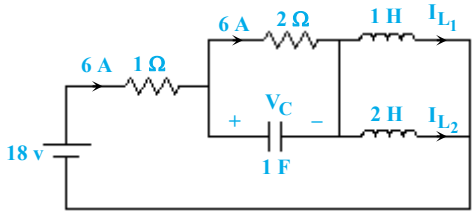
$$V_C(t=1) = 1 - 1/46e^{-1} = 0/46 = \frac{e-1}{e+1}$$

روش دوم: با توجه به اینکه ولتاژ خروجی نمی‌تواند از عدد یک زیادتر شود، با تست گزینه‌ها داریم:

(۱) گزینه : $(1 + e^{-1}) > 1$ (۲) گزینه : $(e-1) > 1$ (۳) گزینه : $(\frac{e-1}{e+1}) < 1$ (۴) گزینه : $(\frac{1+e^{-1}}{1-e^{-1}}) > 1$

با توجه به موارد بالا دیده می‌شود که فقط گزینه (۳) صحیح است.

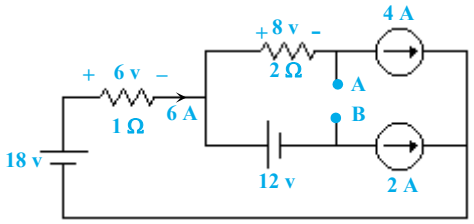
۸ـ گزینه «۳» در حالتی که کلیدهای k_1 و k_2 بسته باشند، مدار به صورت زیر است. حال با اعمال قاعده تقسیم جریان برای سلف‌های ۱H و ۲H در حالت اتصال کوتاه، با در نظر گرفتن $t = 0$ به عنوان زمان باز شدن کلید k_2 و با توجه به مدار باز بودن خازن در $t = 0^-$ داریم:



$$V_C(0^{\pm}) = 12\,v \quad , \quad I_{L_1}(0^{\pm}) = \frac{6\times 2}{2+1} = 4A$$

$$I_{L_2}(0^{\pm}) = \frac{6\times 1}{1+2} = 2A$$

اگر کلید k_2 باز شود به صورت لحظه‌ای مدار به صورت روبرو است:



$$\mathbf{V_{AB}} \begin{matrix} V_A = -8 - 6 + 18 = 4\,v \\ V_B = -12 - 6 + 18 = 0 \end{matrix} \Rightarrow \textbf{(دو سر کلید)} = 4\,\mathbf{v}$$

۹ـ گزینه «۴» بعد از اعمال کلیدزنی، در $t = \infty$ ولتاژ دو سر خازن برابر $u(t) \times \frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$ می‌باشد. برای اینکه در $t_1 = R_1C$ که کلید k بسته می‌شود، ولتاژ دو سر خازن ثابت بماند، باید ولتاژ خازن برابر با همان ولتاژ خازن در $t = \infty$ باشد؛ یعنی بعد از کلیدزنی، ولتاژ اولیه با ولتاژ نهایی برابر باشد زیرا:

$$f(t) = f(\infty) + (f(t_0^+) - f(\infty))e^{-\frac{(t-t_0)}{\tau}}\Big|_{f(t_0)=f(\infty)} = f(\infty) = \text{ثابت}$$

حال ابتدا مدار را در $0 < t < t_1$ تحلیل می‌کنیم؛ به‌راحتی می‌توان نوشت:

$$V_C(\infty) = R_1 \times u(t) = R_1 \quad , \quad V_C(0^+) = 0$$

www.modaresanesharif.ac.ir

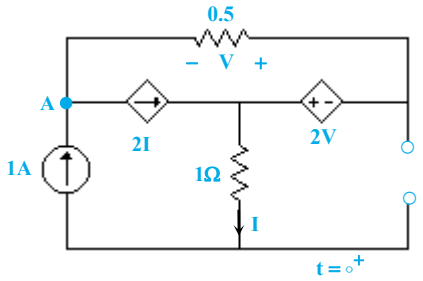
www.modaresanesharif.ac.ir

$$\Rightarrow\ V_C(t)=V_C(\infty)+[V_C(\circ^+)-V_C(\infty)]e^{-\frac{t}{R_1C}}=R_1(1-e^{-\frac{t}{R_1C}})\ \Rightarrow\ V_C(t_1=R_1C)=R_1(1-e^{-1})$$

در صورت برابری ولتاژ خازن در $t=\infty$ و $t_1=R_1C$ داریم:

$$R_1(1-e^{-1})=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}\ \Rightarrow\ \mathbf{R_2=(e-1)R_1}$$

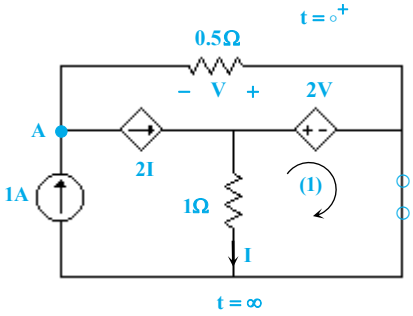
۱۰ـ «هیچ‌کدام از گزینه‌ها صحیح نیست» با توجه به اینکه مدار مرتبه اول است، برای محاسبه‌ی پاسخ پله‌ی $V(t)$ نیاز به مقادیر $V(\circ^+)$، $V(\infty)$ و τ داریم. در $t=\circ^+$ مدار در حالت صفر فرض شده و به شکل مقابل مدل می‌شود. مشخصاً مقدار I برابر ۱ آمپر است. اگر در گره‌ی A، KCL بزنیم داریم:



$$KCL\ \ A: 1+\frac{V}{\circ/5}=2I$$

$$\Rightarrow 1+2V=2\ \Rightarrow V(\circ^+)=\frac{1}{2}v$$

در $t=\infty$ سلف به شکل اتصال کوتاه مدل می‌شود. مطابق شکل این بار می‌توان نوشت:



$$KVL\ \ (1): 2V-1\times I=\circ\ \Rightarrow I=2V$$

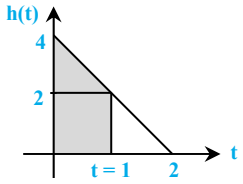
$$KCL\ \ A: 1+\frac{V}{\circ/5}=2I\ \Rightarrow 1+2V=4V$$

$$\Rightarrow 2V=1\ \Rightarrow V(\infty)=\frac{1}{2}v$$

بدون محاسبه‌ی τ یا ثابت زمانی مدار، با توجه به یکسان بودن مقادیر $V(\circ^+)$ و $V(\infty)$ می‌توان نوشت:

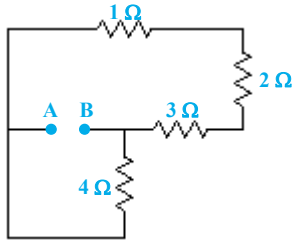
$$V(t)=V(\circ^+)=V(\infty)=\frac{1}{2}v$$

۱۱ـ گزینه «۲» در صورت ترسیم پاسخ ضربه به صورت شکل زیر و با توجه به این نکته که پاسخ پله انتگرال پاسخ ضربه است، می‌توان گفت که مقدار پاسخ پله در $t=1$ برابر با مساحت قسمت هاشورخورده است.



$$\text{پاسخ پله}=(2+4)\times\frac{1}{2}=3$$

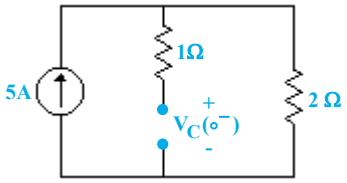
۱۲ـ گزینه «۱» برای بدست آوردن τ در مدار، مقاومت معادل از دو سر خازن را بدست می‌آوریم:



$$R_{th}=(1+2+3)\,||\,4=2/4\Omega$$

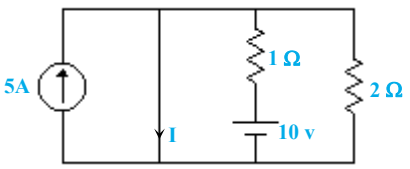
$$\tau=R_{th}.C=2/4\times\frac{1}{2}=1/2sec$$

۱۳ـ گزینه «۴» ابتدا مدار در $t=\circ^-$ تحلیل می‌شود. بنابراین خازن با مدار باز جایگزین می‌شود.



$$V_C(\circ^\pm)=5\times2=10v$$

حال مدار در $t=\circ^+$ تحلیل می‌شود.



ناشی از ولتاژ اولیه خازن

$$I(\circ^+)=5+(\overbrace{\frac{10-\circ}{1}})=15A$$

همچنین می‌دانیم که در $t=\infty$ جریان I برابر $5A$ خواهد شد.

$$\tau=R_{eq}.C=1\times1=1sec\qquad \text{و} \qquad I(\infty)=5A\ \text{(خازن تخلیه شده است)}$$

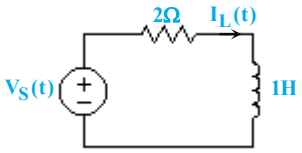
$$\Rightarrow\ I(t)=I(\infty)+[I(\circ^+)-I(\infty)]e^{\frac{-t}{\tau}}=5+[15-5]e^{-t}$$

$$\Rightarrow\ I(t)=5+10e^{-t}\qquad \text{و} \qquad \mathbf{I(t=1)=5+10e^{-1}=5(1+2e^{-1})}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۱۴ـ گزینه «۳» در صورتی که در مدار RL مذکور یک KVL بنویسیم، خواهیم داشت:



$$V_S(t)=2I_L(t)+\frac{dI_L(t)}{dt} \Rightarrow \frac{dI_L(t)}{dt}+2I_L(t)=10\sin t$$

معادله دیفرانسیل فوق دارای دو جواب، یکی به صورت خصوصی و دیگری به صورت عمومی است.

$$I_L(t)[\text{پاسخ خصوصی}]=A\sin t+B\cos t \quad , \quad I_L(t)[\text{پاسخ عمومی}]=ke^{-2t}$$

برای عدم وجود پاسخ حالت گذرا باید k برابر صفر باشد. حال پاسخ اختصاصی را در معادله دیفرانسیل قرار می‌دهیم:

$$I_L(t)=A\sin t+B\cos t \Rightarrow A\cos t-B\sin t+2A\sin t+2B\cos t=10\sin t \Rightarrow (2A-B)\sin t+(A+2B)\cos t=10\sin t$$

$$\Rightarrow \begin{cases}2A-B=10\\A+2B=0\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}A=4\\B=-2\end{cases}$$

پس پاسخ کامل I_L به شکل روبرو است:

$$I_L(t)=4\sin t-2\cos t \Rightarrow I_L(0^+)=4\times 0-2\times 1=-2A$$

۱۵ـ گزینه «۴» با توجه به اینکه $V(0)=2v$ است و در گزینه‌ها معادله $V(t)$ موجود است، باید معادله $V(t)$ در زمان $t=0$ برابر ۲v باشد و این مورد فقط در گزینه ۴ صادق است!

۱۶ـ گزینه «۳» برای حل مدار ابتدا معادله $I(t)$ را در زمان $0<t<1$ بدست می‌آوریم:

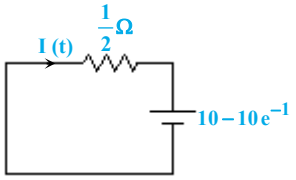
$$I(t=0^+)=\frac{10}{\frac{1}{2}}=20A \quad \text{و} \quad I(t=\infty)=0 \quad \text{و} \quad \tau=RC \Rightarrow \tau=2\times\frac{1}{2}=1sec$$

$$\Rightarrow I(t)=\left[I(\infty)+\left[I(0^+)-I(\infty)\right]e^{\frac{-t}{\tau}}\right]u(t)=20e^{-t}u(t)$$

دقت شود که $I(t)$ لزوماً پیوسته نیست (یعنی لزوماً تساوی $I(1^+)=I(1^-)$ برقرار نیست). در نتیجه باید $I(t)$ را به $V_C(t)$ تبدیل کنیم چون V_C در این حالت پیوسته است. با توجه به معادله جریان بدست آمده، معادله ولتاژ دو سر خازن به صورت زیر است:

$$V_C(t)=\frac{1}{C}\int_{0^+}^{t} I_C(t)dt+V_C(0^+) \Rightarrow V_C(t=1)=10-10e^{-1}$$

حال مدار را در $t=1^+$ تحلیل می‌کنیم.



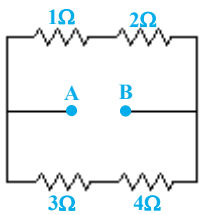
$$I(t=1^+)=-\frac{(10-10e^{-1})}{\frac{1}{2}}=-20+20e^{-1}$$

حال معادله جدید جریان مدار را بدست می‌آوریم:

$$I(t)=I(\infty)+\left[I(t=1^+)-I(\infty)\right]e^{-\frac{t-1}{1}} \quad \text{و} \quad \tau=\frac{1}{2}\times 2=1sec \quad \text{و} \quad I(\infty)=0$$

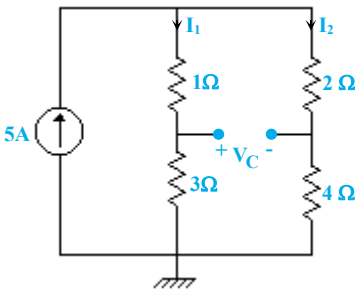
$$I(t=1^+)=-20+20e^{-1} \Rightarrow I(t)=(-20+20e^{-1})e^{-\frac{t-1}{1}}=20e^{-t}-20e^{-(t-1)}\cdot u(t-1)$$

۱۷ـ گزینه «۱» با توجه به اینکه مدار مرتبه اول است، ابتدا R_{eq} از دو سر خازن برای محاسبه τ بدست می‌آید.



$$R_{th}=R_{eq}=3\parallel 7=\frac{21}{10}\Omega \quad \text{و} \quad \tau=R_{eq}.C=\frac{21}{10}\times 2=\frac{21}{5}sec$$

حال مقدار ولتاژ خازن در $t=\infty$ بدست می‌آید.



$$I_1=\frac{5\times 6}{6+4}=3A \quad \text{و} \quad I_2=\frac{5\times 4}{6+4}=2A$$

$$V_C(\infty)=3I_1-4I_2=3\times 3-4\times 2=1v$$

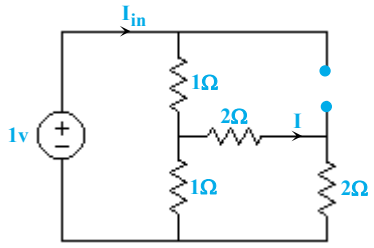
حال معادله ولتاژ خازن را می‌نویسیم.

$$V_C(t)=V_C(\infty)+\left[V_C(0^+)-V_C(\infty)\right]e^{-\frac{t}{\tau}}=1+[0-1]e^{-\frac{5t}{21}} \Rightarrow V_C(t)=1-e^{-\frac{5}{21}t}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

۱۸ـ گزینه «۳» مدار مذکور یک مدار مرتبه اول است. با توجه به صفر بودن شرایط اولیه، مدار را در زمان $t=0^+$ تحلیل می‌کنیم.

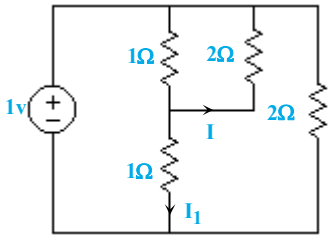
با توجه به این که $I_L(0^+)=0$ است، به جای سلف در $t=0^+$، مدار باز می‌گذاریم.



$$I_{in}=\frac{1}{1+\frac{4\times1}{4+1}}=0/555A \qquad \text{و} \qquad I=I_{in}\times\frac{1}{1+4}=0/111A$$

$$\Rightarrow \quad I(t=0^+)=0/111A$$

لازم به ذکر است در ابتدای تحلیل مدار، مقاومت ۲Ω موازی در سمت راست مدار را به علت موازی بودن با منبع ولتاژ مستقل حذف می‌کنیم. حال مدار را در $t=\infty$ تحلیل می‌کنیم.

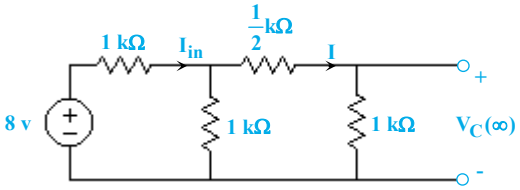


$$I_1=\frac{1}{\frac{1\times2}{1+2}+1}=0/6A$$

$$I=-I_1\times\frac{1}{1+2}=-0/2A \quad \Rightarrow \quad I(\infty)=-0/2A$$

با تست گزینه‌ها در زمان $t=0^+$ و $t=\infty$، فقط گزینه (۳) صحیح است.

۱۹ـ گزینه «۲» مدار از نوع مرتبه اول است. حال با توجه به صفر بودن شرایط اولیه، ابتدا ولتاژ خازن را در $t=\infty$ محاسبه می‌کنیم.



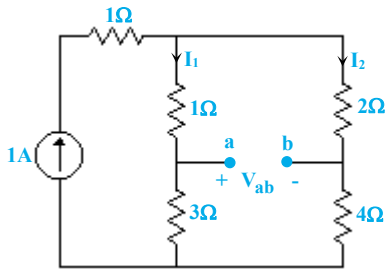
$$I_{in}=\frac{8}{1+\frac{1\times1/5}{1+1/5}}=5\,mA \qquad \text{و} \qquad I=I_{in}\times\frac{1}{1+1/5}=2mA$$

$$\Rightarrow \quad V_C(\infty)=I\times1k=2V \qquad \text{و} \qquad \tau=R_{th}.C$$

$$R_{th}=1\|\left[\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\right]=\frac{1}{2}k\Omega \qquad \text{و} \qquad \tau=500\times2\times10^{-6}=1m\,sec$$

$$V_C(t)=V_C(\infty)+\left[V_C(0^+)-V_C(\infty)\right]e^{-\frac{t}{\tau}}=2-2e^{-1000t} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{V_C(t=1ms)=2-2e^{-1}=2(1-e^{-1})v}$$

۲۰ـ گزینه «۲» با توجه به تفاوت مقدار گزینه‌ها در $t=0^+$، مدار را در $t=0^+$ تحلیل می‌کنیم.



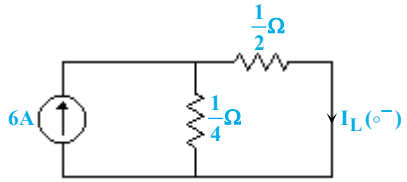
$$I_1=1\times\frac{6}{6+4}=0/6A$$

$$I_2=1\times\frac{4}{4+6}=0/4A$$

$$V_{ab}(0^+)=3I_1-4I_2=3\times0/6-4\times0/4=0/2v$$

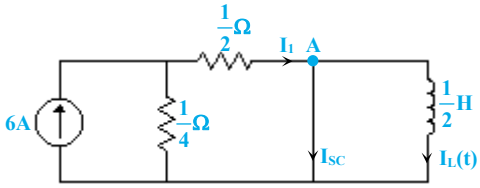
با تست گزینه‌ها در زمان $t=0^+$ فقط گزینه (۲) صحیح است.

۲۱ـ گزینه «۲» ابتدا مدار در $t=0^-$ تحلیل می‌شود. در این حالت کلید، باز و سلف، اتصال کوتاه است.



$$I_L(0^{\pm})=\frac{6\times\frac{1}{4}}{\frac{1}{4}+\frac{1}{2}}=2A$$

حال معادله جریان سلف را در $t>0$ تحلیل و بررسی می‌کنیم.



$$R_{th}\ (\text{از دو سر سلف})=0 \quad \Rightarrow \quad \tau=\infty$$

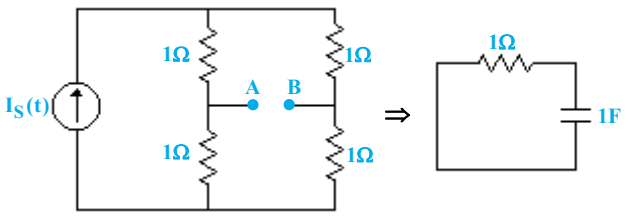
با توجه به بینهایت بودن مقدار τ، جریان سلف تا بینهایت ثابت می‌ماند.

$$\Rightarrow \quad I_L(t=4)=2A \qquad \text{و} \qquad KCL(A):\ I_1=I_{SC}+I_L(t=4) \quad \Rightarrow \quad I_{SC}=I_1-I_L(t=4sec)=2-2=0A$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۲۲ـ گزینه «۳» ابتدا از دو سر خازن مدار معادل تونن را محاسبه می‌کنیم.



$$R_{th} = (۱+۱) \parallel (۱+۱) = ۱\Omega$$

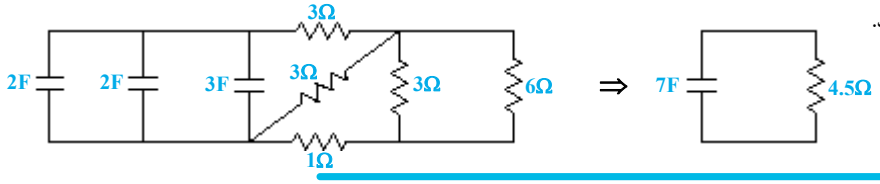
با توجه به برقراری پل وتستون، $V_B = V_A$ است. بنابراین $V_{th} = ۰$ است.

با توجه به مدار معادل تونن، مدار به صورت یک RC سری است، حال داریم:

$$\frac{dV_C(t)}{dt} + V_C(t) = ۰$$

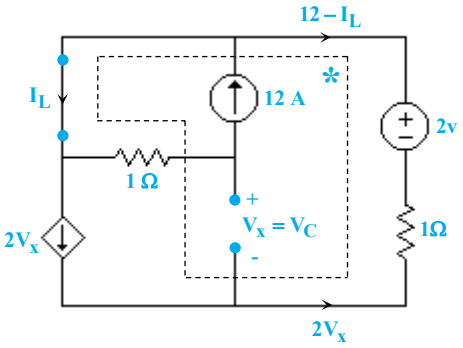
۲۳ـ گزینه «۱» با تست گزینه‌ها در $t = ۰^+$ و با توجه به اینکه ولتاژ V مربوط به ولتاژ خازن بوده و به صورت $V(۰^\pm) = ۲v$ است، فقط گزینه (۱) صحیح است.

۲۴ـ گزینه «۳» برای بدست آوردن ثابت زمانی لازم است که ابتدا منابع مستقل مدار را غیرفعال کرده و خازن‌های مدار را در صورت امکان ساده‌سازی کنیم. سپس R_{th} از دو سر خازن معادل دیده می‌شود.



$$\tau = R_{th}.C_{eq} = ۴/۵ \times ۷ = ۳۱/۵ \text{ sec}$$

۲۵ـ گزینه «۳» مقادیر نهایی جریان سلف و ولتاژ خازن باید در زمان $t = \infty$ محاسبه شود. بنابراین سلف را اتصال کوتاه و خازن را مدار باز می‌کنیم. حال با دقت در جریان شاخه سمت راست مدار داریم:



$$۱۲ - I_L = -۲V_x \qquad (۱)$$

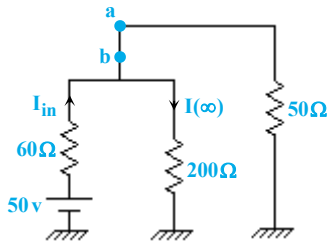
با نوشتن KVL در حلقه (*) داریم:

$$۲ + ۱۲ - I_L - V_x - ۱۲ = ۰ \Rightarrow V_x = ۲ - I_L \qquad (۲)$$

با حل دستگاه شامل معادلات (۱) و (۲) داریم:

$$\begin{cases} ۱۲ - I_L = -۲V_x \\ V_x = ۲ - I_L \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_x = V_C(\infty) = -\frac{۱۰}{۳}(v) \\ I_L(\infty) = \frac{۱۶}{۳}(A) \end{cases}$$

۲۶ـ گزینه «۲» در $t = \infty$ مدار به صورت حالت ماندگار و DC تحلیل می‌شود. بنابراین خازن با مدار باز مدل می‌شود.

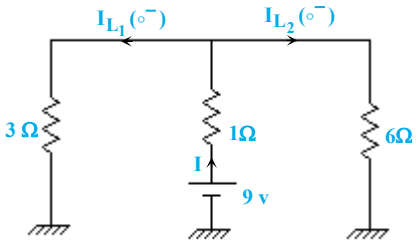


حال داریم:

$$I_{in} = \frac{۵۰}{(۶۰ + ۵۰ \parallel ۲۰۰)} = \frac{۱}{۲}A$$

$$I(t = \infty) = I_{in} \times \frac{۵۰}{۲۰۰ + ۵۰} = \frac{۱}{۱۰}A$$

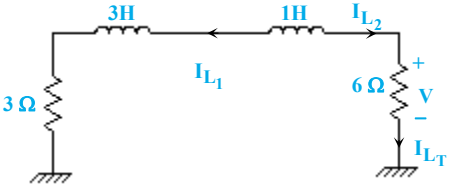
۲۷ـ گزینه «۴» ابتدا مدار در $t = ۰^-$ تحلیل می‌شود.



$$I = \frac{۹}{۱ + ۶ \parallel ۳} = ۳A$$

$$I_{L_1}(۰^-) = ۳ \times \frac{۶}{۳+۶} = ۲A \quad \text{و} \quad I_{L_2}(۰^-) = ۳ \times \frac{۳}{۳+۶} = ۱A$$

حال دقت کنید که در $t = ۰$ با باز شدن کلید، سلف‌های مدار با یکدیگر سری شده و به ناچار جهش جریان خواهند داشت. جریان سلف در $t = ۰^+$ از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:



$$I_{L_T}(۰^+) = \frac{-L_۱ I_{L_۱}(۰^-) + L_۲ I_{L_۲}(۰^-)}{L_۱ + L_۲} = \frac{-۳ \times ۲ + ۱ \times ۱}{۱+۳} = \frac{-۵}{۴}A$$

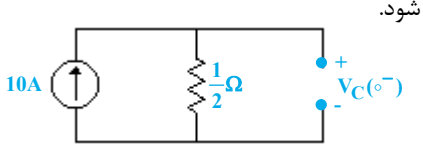
$$\Rightarrow \quad V(۰^+) = ۶ \times I_{L_T}(۰^+) = ۶ \times \frac{-۵}{۴} = -۷/۵v$$

با توجه به گزینه‌ها، فقط گزینه (۴) در زمان $t = ۰$ برابر با ۷/۵- ولت خواهد بود.

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

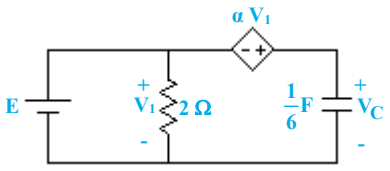
۲۸ـ گزینه «۱» با توجه به مرتبه اول بودن مدار و تفاوت گزینه‌ها در $t=0^+$ لذا مقدار $V(t)$ فقط در زمان $t=0^+$ محاسبه می‌شود. با توجه به اینکه $V(t)$ همان ولتاژ خازن است، لذا مقدار $V_C(t=0^+)=V_C(t=0^-)$ است. بنابراین مدار باید در $t=0^-$ تحلیل شود.



$$V_C(0^{\pm})=10\times\frac{1}{2}=5v$$

با تست گزینه‌ها در زمان $t=0^+$ فقط گزینه (۱) صحیح است.

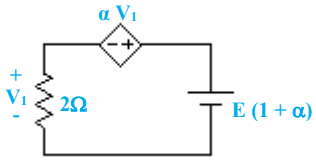
۲۹ـ گزینه «۲» ابتدا مدار در $t=0^-$ تحلیل می‌شود. با نوشتن KVL در حلقه سمت راست داریم:



$$V_C=\alpha V_1+V_1 \quad \text{و} \quad V_1=E$$

$$\Rightarrow \quad V_C(0^{\pm})=(1+\alpha)E$$

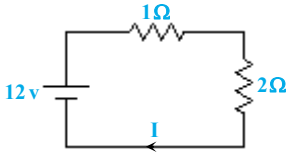
حال مدار را در $t=0^+$ تحلیل می‌کنیم. با نوشتن KVL در حلقه مدار داریم:



$$E(1+\alpha)=\alpha V_1+V_1=(1+\alpha)V_1 \quad \Rightarrow \quad E=V_1 \quad \Rightarrow \quad I_C(0^+)=-\frac{V_1}{2}=-\frac{E}{2}$$

$$\frac{dV_C(0^+)}{dt}=\frac{I_C(0^+)}{C}=\frac{-\frac{E}{2}}{\frac{1}{6}}=-3E$$

۳۰ـ گزینه «۳» در زمان بینهایت خازن‌ها مدار باز هستند، لذا مدار را در $t=\infty$ ترسیم می‌کنیم.



$$I=\frac{12}{1+2}=4A \quad \Rightarrow \quad I(t=\infty)=4A$$

حال با چک کردن گزینه‌ها در $t=\infty$ دیده می‌شود که فقط گزینه (۳) صحیح است.

۳۱ـ گزینه «۲» در صورت خطی بودن و تغییرناپذیر با زمان بودن یک مدار، برای بدست آوردن پاسخ ضربه می‌توان از پاسخ پله مشتق گرفت.

$$\text{پاسخ ضربه}=\frac{dI(t)}{dt}=-\frac{1}{2}e^{-t}-2+12\cos 4t$$

۳۲ـ گزینه «۱» برای بدست آوردن ثابت زمانی از دو سر خازن مقاومت تونن دیده می‌شود.

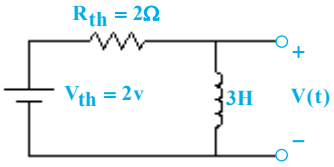
$$\tau=R_{th}.C=(R_1\parallel R_2).C=\frac{C.R_1.R_2}{R_1+R_2}$$

۳۳ـ گزینه «۲» برای بدست آوردن معادله ولتاژ سلف باید مدار معادل تونن شبکه را از دو سر خازن و قبل از زمان وجود سلف بدست آوریم. با استفاده از ثابت زمانی مدار می‌توان مقاومت معادل از دو سر خازن یا همان R_{th} را بدست آورد.

$$\tau=2(\text{sec}),\ \tau=R_{th}.C \quad \Rightarrow \quad 2=R_{th}.1 \quad \Rightarrow \quad R_{th}=2\Omega$$

برای محاسبه V_{th} یا همان V_{OC} باید ولتاژ دو سر خازن در $t=\infty$ محاسبه شود، زیرا خازن در $t=\infty$ با مدار باز مدل می‌شود. $V_C(\infty)=V_{th}=2v$

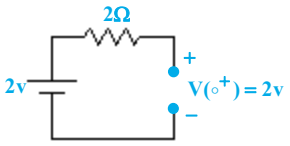
با جایگذاری مدار معادل تونن شبکه و قرار دادن سلف به جای خازن داریم:



برای بدست آوردن معادله $V(t)$ در مدار بالا ابتدا مقدار τ و سپس $V(\infty)$ و $V(0^+)$ را بدست می‌آوریم:

$$\tau=\frac{L}{R_{eq}}=\frac{3}{2}=1/5(\text{sec})$$

حال برای محاسبه $V(0^+)$ با ذکر این نکته که $I_L(0^{\pm})=0$ است، مدار را در $t=0^+$ ترسیم می‌کنیم. همچنین می‌دانیم که سلف در $t=\infty$ اتصال کوتاه بوده و لذا $V(\infty)$ برابر صفر خواهد بود.



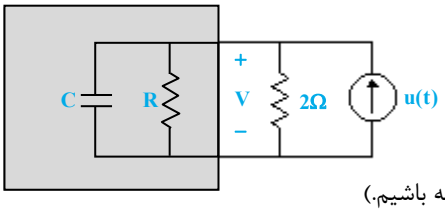
$$V(t)=[V(\infty)+[V(0^+)-V(\infty)]e^{-t/\tau}]u(t) \quad \Rightarrow \quad V(t)=2e^{-\frac{2}{3}t}u(t)$$

توجه: لازم به ذکر است که بعد از مرحله محاسبه τ، گزینه‌های (۱) و (۴) حذف شده و فقط گزینه‌های (۲) و (۳) امکان صحیح بودن را داشتند. با توجه به این‌که $V(\infty)=V_L(\infty)=0$ است، لذا فقط گزینه (۲) می‌توانست صحیح باشد.

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۳۴ـ گزینه «۴» با توجه به فرم معادله $V(t)$ می‌توان حدس زد که شبکه N به صورت یک مدار RC موازی قابل مدل کردن می‌باشد.



(چون $V(t)$ دارای جمله نمایی است، حتماً در داخل شبکه‌ی N باید عنصر ذخیره‌کننده‌ی انرژی داشته باشیم.)

با توجه به مقدار ثابت زمانی در معادله $V(t)$ داریم:

$$\tau=\frac{۱}{۱/۵}=\frac{۲}{۳}(\sec)\ \Rightarrow\ \tau=R_{eq}.C\quad,\quad R_{eq}=۲\,\|\,R\ \Rightarrow\ \frac{۲}{۳}=(۲\,\|\,R).C\quad(۱)$$

با استفاده از معادله $V(t)$ در $t=\infty$ داریم:

$$V(\infty)=V_C(\infty)=\frac{۴}{۳}v$$

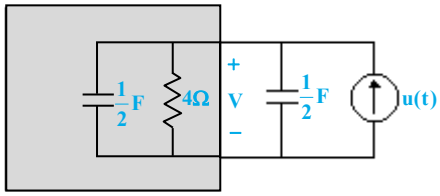
با دقت در شکل بالا دیده می‌شود که با توجه به مدار باز بودن خازن در $t=\infty$ مقدار $V_C(\infty)$ به صورت زیر است:

$$V_C(\infty)=V(\infty)\ \Rightarrow\ [۲\,\|\,R]\times۱=\frac{۴}{۳}\ \Rightarrow\ \frac{۲.R}{۲+R}=\frac{۴}{۳}\ \Rightarrow\ R=۴\Omega\quad(۲)$$

$$(۱)\ ,\ (۲)\ \Rightarrow\ \frac{۲}{۳}=(۲\,\|\,۴).C\ \Rightarrow\ C=\frac{۱}{۲}F$$

با معادل‌گذاری شبکه N به صورت مدار RC موازی داریم:

حال با توجه به مدار جدید معادله ولتاژ V را بدست می‌آوریم:



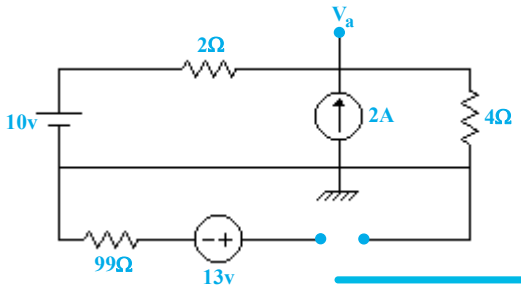
$$V=V_C\quad,\quad V_C(۰^+)=۰\quad,\quad V_C(\infty)=۱\times۴=۴v$$

$$\tau_{new}=C_{eq}.R_{eq}=(\frac{۱}{۲}+\frac{۱}{۲})\times۴=۴\sec$$

$$\Rightarrow\ V_C(t)=V(t)=V_C(\infty)+[V_C(۰^+)-V_C(\infty)]e^{-t/\tau}\ \Rightarrow\ V(t)=۴+[۰-۴]e^{-t/۴}=\mathbf{۴(۱-e^{-t/۴})u(t)}$$

۳۵ـ گزینه «۳» برای بدست آوردن ولتاژ دو سر منبع جریان در حالت دائمی، خازن‌ها مدار باز و سلف‌ها اتصال کوتاه می‌شوند.

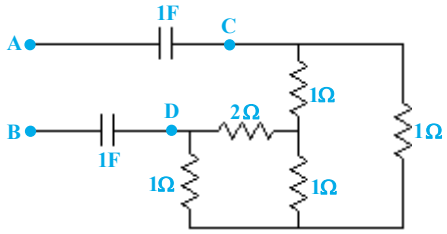
حال با نوشتن KCL در گره بالای منبع جریان داریم:

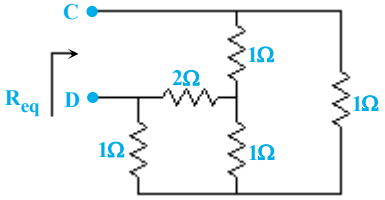


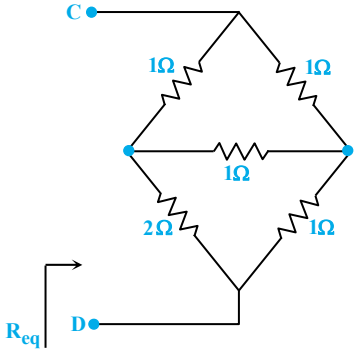
$$\frac{V_a-۱۰}{۲}+\frac{V_a}{۴}=۲$$

$$\Rightarrow ۳V_a=۸+۲۰=۲۸\ \Rightarrow\ V_a=\frac{۲۸}{۳}v$$

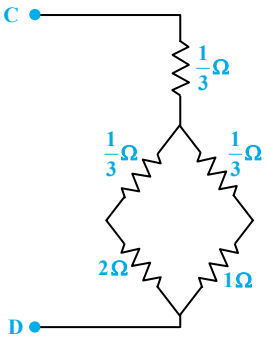
۳۶ـ گزینه «۲» برای محاسبه مدار معادل ابتدا از پایه‌های C و D مقاومت معادل را محاسبه می‌کنیم.







تبدیل مثلث به ستاره

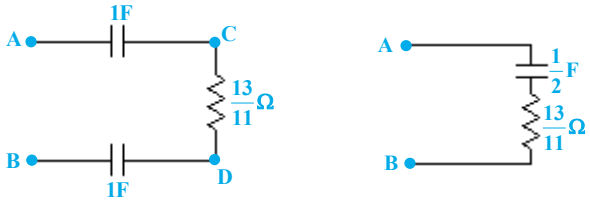


$$R_{eq}=\frac{۱}{۳}+[(\frac{۱}{۳}+۲)\,\|\,(\frac{۱}{۳}+۱)]=۱/۱۸\Omega=\frac{۱۳}{۱۱}\Omega$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

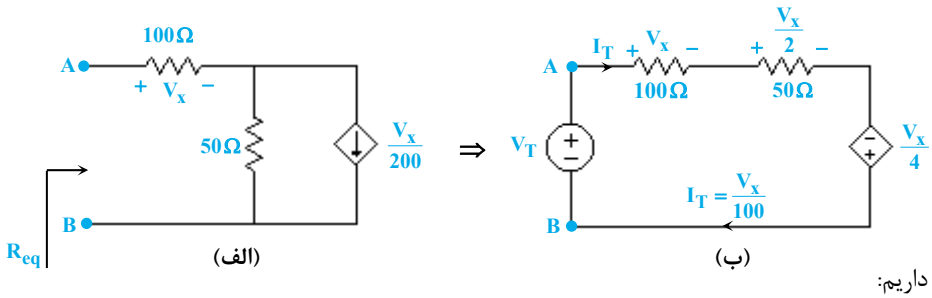
با جایگذاری مقاومت معادل داریم:



۳۷ـ گزینه «۲» با توجه به پاسخ پله می‌توان تشخیص داد که مقدار $\tau = 1\text{sec}$ است. همچنین با توجه به نوع پاسخ مشخص می‌شود که مدار مرتبه اول است. بنابراین پاسخ ورودی صفر این مدار به صورت $f(\circ^+)e^{-t/\tau}$ خواهد بود. حال داریم:

$$f(t) = f(\circ^+)e^{-t/\tau} = 5e^{-t} \Rightarrow \mathbf{f(t=1) = 5e^{-1}}$$

۳۸ـ گزینه «۳» ابتدا به محاسبه مقدار τ در مدار می‌پردازیم، لذا باید مقدار R_{eq} از دو سر سلف را محاسبه کنیم. حال داریم:



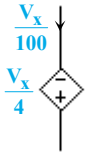
با نوشتن KVL در حلقه مدار داریم:

$$V_T = V_x + \frac{V_x}{2} - \frac{V_x}{4} \Rightarrow V_T = 1/25V_x \quad , \quad I_T = \frac{V_x}{100} \Rightarrow V_x = 100I_T \Rightarrow V_T = 1/25\times 100 I_T$$

$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{V_T}{I_T} = 125\Omega \Rightarrow \tau = \frac{L}{R_{eq}} = \frac{20\times 10^{-3}}{125} = 1/6\times 10^{-4}\ (\text{sec})$$

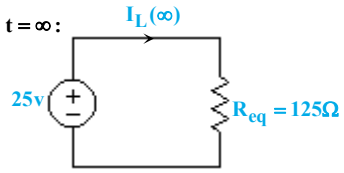
$$e^{-\frac{t}{\tau}} = e^{-\frac{t}{1/6\times 10^{-4}}} = e^{-6250t} \Rightarrow$$ (گزینه‌های (۲) و (۴) غلط هستند.)

روش دیگر برای محاسبه‌ی مقاومت تونن: می‌توانستیم مقدار مقاومت منبع ولتاژ وابسته را در شکل (ب) محاسبه کنیم.



$$\Rightarrow R = \frac{\frac{-V_x}{4}}{\frac{V_x}{100}} = -25\Omega \Rightarrow R_{th} = 100 + 50 - 25 = 125\Omega$$

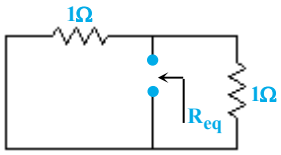
با توجه به تفاوت مقدار گزینه‌های (۳) و (۱) در $t = \infty$، به محاسبه $I_L(t)$ در این زمان می‌پردازیم؛ در این حالت سلف با اتصال کوتاه مدل شده و معادل مقاومتی R_{eq} را به جای شبکه مذکور قرار می‌دهیم:



$$I(\infty) = \frac{25}{125} = 0/2\text{A}$$

با چک کردن گزینه‌های (۱) و (۳) در $t = \infty$ دیده می‌شود که فقط گزینه (۳) صحیح است.

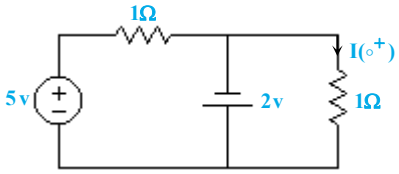
۳۹ـ گزینه «۲» ابتدا مقدار τ را محاسبه می‌کنیم. لذا باید R_{eq} از دو سر خازن را محاسبه کنیم. با اتصال کوتاه کردن منبع ولتاژ داریم:



$$R_{eq} = 1 \| 1 = \frac{1}{2}\Omega$$

$$\tau = R_{eq}.C = \frac{1}{2}\times 1\text{F} = \frac{1}{2}\text{sec} \Rightarrow e^{-\frac{t}{\tau}} = e^{-\frac{t}{0/5}} = e^{-2t} \Rightarrow$$ (گزینه‌های (۱) و (۳) غلط است.)

حال مدار را در $t = \circ^+$ تحلیل می‌کنیم.



$$I(\circ^+) = \frac{-2}{1} = -2\text{A}$$

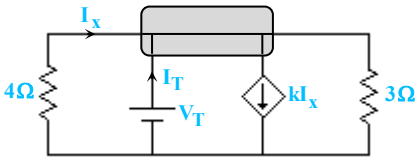
حال با چک کردن گزینه‌ها در $t = \circ^+$ دیده می‌شود که فقط گزینه (۲) دارای $I(\circ^+) = -2\text{A}$ است و همان گزینه پاسخ صحیح است.

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۴۰ـ گزینه «۱» با توجه به اینکه ثابت زمانی مدار از فرمول $\tau = R_{th}.C$ محاسبه می‌شود، داریم:

$$\tau = ۸ = R_{th}.۲ \Rightarrow R_{th} = ۴\Omega$$



حال مقاومت معادل تونن از دو سر خازن (که همان R_{th} باشد) را محاسبه می‌کنیم.
با اعمال KCL در گره بالای مدار داریم:

$$I_T = kI_x + \frac{V_T}{۳} - I_x \quad , \quad I_x = -\frac{V_T}{۴} \Rightarrow I_T = k(-\frac{V_T}{۴}) + \frac{V_T}{۳} - (-\frac{V_T}{۴}) = V_T(-\frac{k}{۴} + \frac{۱}{۳} + \frac{۱}{۴}) = V_T(\frac{۷-۳k}{۱۲})$$

$$\Rightarrow R_{th} = \frac{V_T}{I_T} = (\frac{۱۲}{۷-۳k}) \Rightarrow R_{th} = ۴ = \frac{۱۲}{۷-۳k} \Rightarrow k = \frac{۴}{۳}$$

۴۱ـ گزینه «۲» **روش اول:** با توجه به اینکه مدار مرتبه اول است، معادله ولتاژ V_C به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$V_C(t) = V_C(\infty) + [V_C(۰^+) - V_C(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}$$

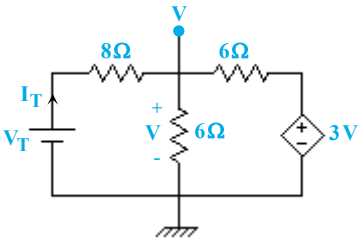
با توجه به روند دشارژ خازن در مدار، در زمان $t = \infty$ مقدار $V_C(\infty) = ۰$ خواهد بود. لذا معادله ولتاژ خازن به صورت روبرو است: $V_C(t) = V_C(۰^+)e^{-\frac{t}{\tau}}$

حال مقدار τ را محاسبه می‌کنیم. بدین منظور باید از دو سر خازن، مقاومت معادل تونن را بدست آوریم. با نوشتن KCL در گره بالای مدار داریم:

$$\frac{V}{۶} + \frac{V - ۳V}{۶} = I_T \Rightarrow V + V - ۳V = ۶I_T$$

$$\Rightarrow V = -۶I_T \quad (۱) \quad \text{و} \quad I_T = \frac{V_T - V}{۸} \quad (۲)$$

از ترکیب روابط (۱) و (۲) داریم:



$$I_T = \frac{V_T - (-۶I_T)}{۸}$$

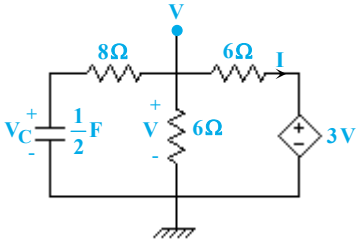
$$\Rightarrow V_T = ۲I_T \Rightarrow R_{th} = \frac{V_T}{I_T} = ۲\Omega \Rightarrow \tau = R_{th}.C \Rightarrow \tau = ۲ \times \frac{۱}{۲} = ۱\text{sec}$$

$$\Rightarrow V_C(t) = V_C(۰^+)e^{-t}$$

$$\text{if} \quad (t = t_۰) \Rightarrow V_C(t_۰) = ۲ = V_C(۰^+)e^{-t_۰} \Rightarrow V_C(۰^+) = \frac{۲}{e^{-t_۰}} = ۲e^{t_۰} \Rightarrow V_C(t) = ۲e^{t_۰}.e^{-t}$$

روش دیگر برای محاسبه‌ی R_{th}: محاسبه‌ی مقاومت منبع وابسته‌ی ۳V:

$$I = \frac{V - ۳V}{۶} = \frac{-۲V}{۶} = -\frac{۱}{۳}V \Rightarrow R = \frac{۳V}{-\frac{۱}{۳}V} = -۹\Omega \Rightarrow R_{th} = ۸ + (۶ \| \overbrace{(-۹+۶)}^{-۳}) = ۸ + \overbrace{((-۳)\|۶)}^{-۶} = ۲\Omega$$



برای ادامه حل سؤال معادله ولتاژ V را بدست می‌آوریم. با نوشتن KCL در گره بالای مدار داریم:

$$\frac{V - V_C}{۸} + \frac{V}{۶} + \frac{V - ۳V}{۶} = ۰$$

$$\Rightarrow ۶V - ۶V_C + ۸V + ۸V - ۲۴V = ۰ \Rightarrow -۶V_C = ۲V \Rightarrow V = -۳V_C$$

$$\Rightarrow V(t) = -۳ \times ۲e^{t_۰}.e^{-t} \Rightarrow V(t) = -۶e^{t_۰}.e^{-t}$$

با توجه به معادله بدست آمده برای $V(t)$ در زمان $t = t_۰$ مقدار $V(t)$ به صورت روبرو بوده است: $V(t = t_۰) = -۶e^{t_۰}.e^{-t_۰} = -۶v$

حال اگر بخواهیم زمان نصف شدن $V(t)$ را بعد از $t = t_۰$ محاسبه کنیم، باید مقدار ولتاژ $V(t)$ را برابر ۳- ولت قرار دهیم.

$$V(t = t_۱) = -۳v \Rightarrow -۳ = -۶e^{t_۰}.e^{-t} \Rightarrow \frac{۱}{۲} = e^{(t_۰ - t)} \Rightarrow e^{(t - t_۰)} = ۲ \Rightarrow t - t_۰ = \text{Ln}۲ \Rightarrow \mathbf{t = t_۰ + \text{Ln}۲}$$

بنابراین در زمان $t_۱ = t_۰ + \text{Ln}۲$ ولتاژ $V(t)$ نصف خواهد شد. با توجه به اینکه مجهول تست، مدت زمان سپری شده پس از $t = t_۰$ برای نصف شدن V است، لذا پاسخ سؤال همان Ln۲ خواهد بود.

روش دوم: می‌دانیم که مدار مرتبه اول است، بنابراین با توجه به عدم وجود منابع ورودی، پاسخ فقط در اثر شرایط اولیه به وجود آمده است. بنابراین داریم:

$$V(t) = V_C(۰^+)e^{-\frac{t}{\tau}}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

$V(t) = V_\circ e^{-\frac{t}{\tau}}$

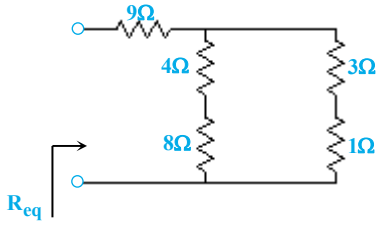
با توجه به مرتبه اول بودن مدار، فرم ولتاژ مقاومت ۶ اهمی نیز به طور مشابه به صورت روبرو است:
در صورتی که t_x زمانی باشد که در آن ولتاژ مقاومت نصف می‌شود، داریم:

$$V(t_x) = \frac{V(t_\circ)}{۲} \Rightarrow V_\circ e^{-\frac{t_x}{\tau}} = \frac{V_\circ e^{-\frac{t_\circ}{\tau}}}{۲} \Rightarrow Ln(V_\circ e^{-\frac{t_x}{\tau}}) = Ln(\frac{V_\circ e^{-\frac{t_\circ}{\tau}}}{۲})$$

$$\Rightarrow -\frac{t_x}{\tau} = -\frac{t_\circ}{\tau} - Ln۲ \quad , \quad t_x = t_\circ + \tau Ln۲ \Rightarrow \tau = ۱sec \Rightarrow \mathbf{t_x = t_\circ + Ln۲}$$

بنابراین بعد از گذشت $Ln۲$ ثانیه ولتاژ مقاومت نصف می‌شود.

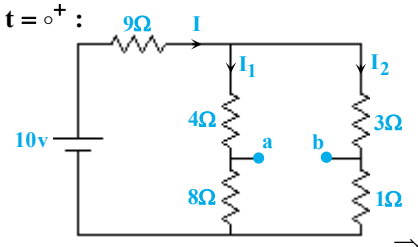
۴۲ـ گزینه «۲» با توجه به تفاوت گزینه‌ها در مقدار ثابت زمانی ابتدا مقدار آن را محاسبه می‌کنیم.



لذا از دو سر خازن مقاومت معادل دیده می‌شود.

$$R_{eq} = ۹ + ۱۲ \| ۴ = ۱۲\Omega \quad \Rightarrow \quad \tau = R_{eq}.C = ۱۲ \times ۳ = ۳۶ sec$$

در ادامه حل، مدار را در $t = \circ^+$ تحلیل می‌کنیم و با نوشتن قانون تقسیم جریان، جریان‌های $I_۱$ و $I_۲$ را محاسبه می‌کنیم.

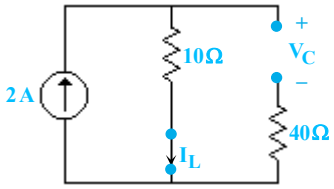


$$I = \frac{۱\circ}{۹ + ۱۲ \| ۴} = \frac{۱\circ}{۱۲} A \qquad \text{و} \qquad I_۱ = I \times \frac{۴}{۴+۱۲} = \frac{۱\circ}{۱۲} \times \frac{۴}{۱۶} = \circ/۲\circ۸A$$

$$I_۲ = I \times \frac{۱۲}{۴+۱۲} = \frac{۱\circ}{۱۲} \times \frac{۱۲}{۱۶} = \circ/۶۲۵A$$

$$\Rightarrow V_{ab}(\circ^+) = ۸I_۱ - ۱ \times I_۲ = ۸ \times \circ/۲\circ۸ - \circ/۶۲۵ = ۱/\circ۴v \Rightarrow \mathbf{V_C(t) = V_C(\circ^+)e^{-\frac{t}{\tau}} = ۱/\circ۴e^{-\frac{t}{۳۶}}}$$

۴۳ـ گزینه «۳» برای محاسبه انرژی ذخیره شده در مدار، باید مدار را در حالت پایدار تحلیل کنیم. در این حالت خازن را با مدار باز و سلف را با اتصال کوتاه مدل می‌کنیم.

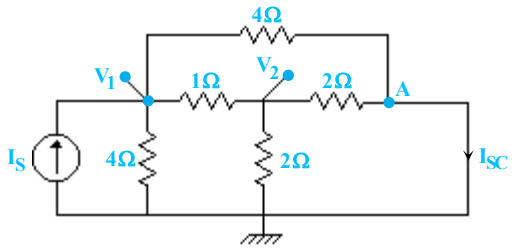


$$I_L = ۲A \quad , \quad V_C = ۲ \times ۱\circ = ۲\circ v$$

$$W_T = W_L + W_C = \frac{۱}{۲}LI^۲ + \frac{۱}{۲}CV^۲$$

$$\Rightarrow W_T = \frac{۱}{۲} \times ۵ \times ۱\circ^{-۳} \times ۲^۲ + \frac{۱}{۲} \times ۲۵ \times ۱\circ^{-۶} \times ۲\circ^۲ = \mathbf{۱۵mJ}$$

۴۴ـ گزینه «۲» با توجه به مدار باز بودن خازن در تحلیل DC، در گره سمت چپ KCL می‌زنیم.



$$\frac{V_۱}{۴} + \frac{V_۱ - V_۲}{۱} + \frac{V_۱ - \circ}{۴} = I_S$$

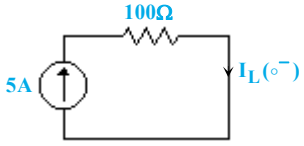
با نوشتن KCL در گره وسطی داریم:

$$\frac{V_۲}{۲} + \frac{V_۲}{۲} + \frac{V_۲ - V_۱}{۱} = \circ \Rightarrow \begin{cases} ۱/۵V_۱ - V_۲ = I_S \\ ۲V_۲ - V_۱ = \circ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_۱ = I_S \\ V_۲ = \frac{I_S}{۲} \end{cases}$$

حال با نوشتن KCL در گره A، جریان اتصال کوتاه را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{\circ - V_۲}{۲} + \frac{\circ - V_۱}{۴} + I_{SC} = \circ \Rightarrow I_{SC} + \frac{-\frac{I_S}{۲}}{۲} + \frac{-I_S}{۴} = \circ \Rightarrow \mathbf{I_{SC} = \frac{۱}{۲}I_S}$$

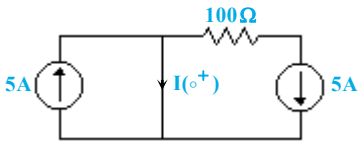
۴۵ـ گزینه «۳» ابتدا مدار را در $t = \circ^-$ تحلیل می‌کنیم. در این زمان کلید باز بوده و سلف اتصال کوتاه است.



$$I_L(\circ^-) = ۵A = I_L(\circ^+)$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir



با توجه به تساوی جریان سلف در $t=0^-$ و $t=0^+$، مدار را در $t=0^+$ ترسیم می‌کنیم.
لازم به ذکر است که در این حالت کلید بسته شده است.

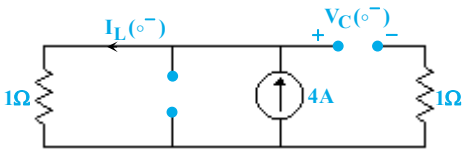
$$I(0^+)=5-5=0$$

با تست گزینه‌ها در $t=0^+$ دیده می‌شود که فقط گزینه (۳) در شرط $I(0^+)=0$ صدق می‌کند؛ لذا پاسخ گزینه (۳) است. برای کامل‌تر شدن حل سؤال معادله جریان $I(t)$ را نیز به صورت کامل محاسبه می‌کنیم.

$$I(t=\infty)=5A$$

$$\tau=\frac{L}{R}=\frac{\frac{1}{10}}{100}=\frac{1}{1000}(s) \Rightarrow I(t)=I(\infty)+[I(0^+)-I(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow \mathbf{I(t)=5+[0-5]e^{-1000t}=5(1-e^{-1000t})}$$

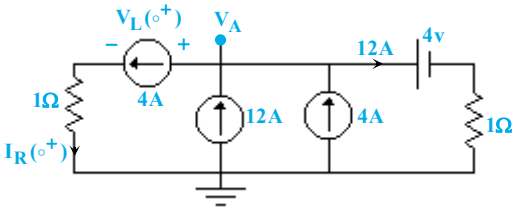
۴۶ـ گزینه «۲» ابتدا مدار را در $t=0^-$ تحلیل می‌کنیم. در این زمان $I_S(t)$ برابر صفر بوده و سلف با اتصال کوتاه مدل شده است.



$$I_L(0^-)=4A \quad \text{و} \quad V_C(0^-)=4\times1=4v$$

حال مدار را در $t=0^+$ ترسیم می‌کنیم.

$$V_A=4+12\times1=16v$$

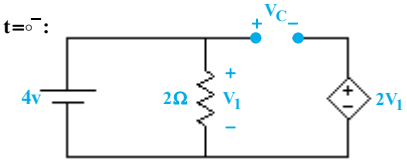


با نوشتن KVL در حلقه سمت چپ داریم:

$$V_L(0^+)+4\times1-V_A=0 \Rightarrow V_L(0^+)+4-16=0 \Rightarrow V_L(0^+)=12v$$

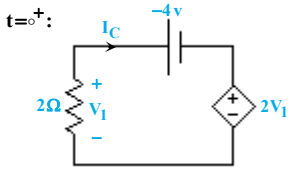
$$V_L(0^+)=L\frac{dI_L(0^+)}{dt}=L\frac{dI_R(0^+)}{dt} \Rightarrow 12=3\times\frac{dI_R(0^+)}{dt} \Rightarrow \mathbf{\frac{dI_R(0^+)}{dt}=4\frac{A}{sec}}$$

۴۷ـ گزینه «۴» ابتدا مدار را در $t=0^-$ تحلیل می‌کنیم و ولتاژ اولیه خازن را بدست می‌آوریم.



$$V_1=4v \Rightarrow V_C(0^-)=V_1-2V_1=-V_1 \Rightarrow V_C(0^-)=-4v=V_C(0^+)$$

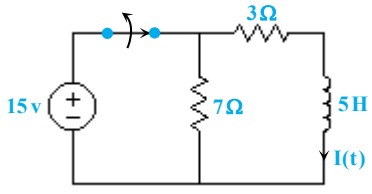
حال مدار را در $t=0^+$ تحلیل می‌کنیم و $I_C(0^+)$ را محاسبه می‌کنیم.



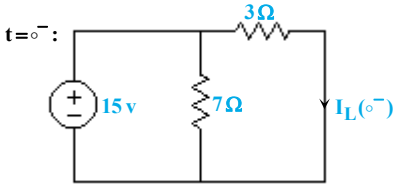
$$-(-4)+V_1-2V_1=0 \Rightarrow V_1=4v \Rightarrow I_C(0^+)=\frac{-V_1(0^+)}{2}=-\frac{4}{2}=-2A$$

$$I_C(0^+)=C\frac{dV_C(0^+)}{dt} \Rightarrow \frac{dV_C(0^+)}{dt}=\frac{-2}{1}=\mathbf{-2(\frac{v}{sec})}$$

۴۸ـ گزینه «۲» با توجه به این که مدار مرتبه اول می‌باشد، پس از ساده‌سازی آن، مقادیر $I_L(0^-)$ و τ را محاسبه می‌کنیم.

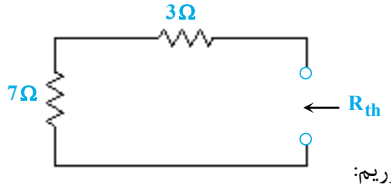


(مدار ساده شده)



$$I_L(0^-)=\frac{15}{3}=5A=I_L(0^+)$$

برای محاسبه τ، مقدار R_{th} بعد از کلیدزنی از دو سر سلف $5H$ محاسبه می‌شود.



$$R_{th}=10\Omega \Rightarrow \tau=\frac{L}{R_{th}}=\frac{5}{10}=\frac{1}{2}(sec)$$

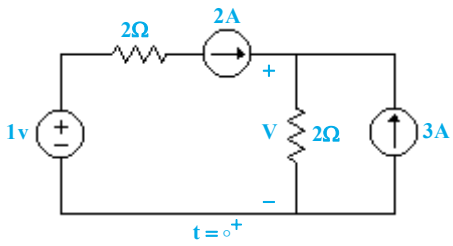
در زمان $t=\infty$ مدار دارای منبع نمی‌باشد و لذا $I_L(\infty)$ برابر صفر است. حال معادله $I_L(t)$ را به دست می‌آوریم:

$$I_L(t)=I_L(\infty)+[I_L(0^+)-I_L(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow I_L(t)=0+[5-0]e^{-\frac{t}{0.5}}=\mathbf{5e^{-2t}}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۴۹ـ گزینه «۴» ابتدا دقت کنید که در صورت سؤال به اشتباه به جای $u(t)$ ، $V(t)$ نوشته شده است و مسلماً متغیر $V(t)$ مدنظر طراح سؤال بوده است. برای پاسخگویی به این تست بهتر است $V(\circ^+)$ را محاسبه کرده و با توجه به این که مقدار $V(\circ^+)$ در همه گزینه‌ها متفاوت است، گزینه صحیح را پیدا کنیم. بدین منظور مدار را در $t=\circ^+$ به شکل مقابل مدل می‌کنیم:



حال داریم:

$$V(\circ^+)=۲\times(۲+۳)=۱\circ\,v$$

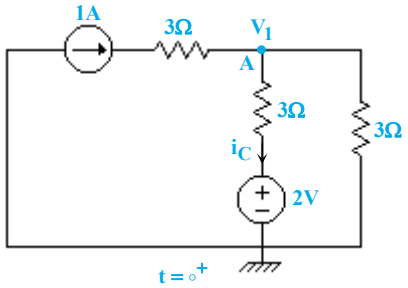
مقدار $V(\circ^+)$ در گزینه‌ها برابر است با: گزینه (۱): ۱۶/۵ولت گزینه (۲): ۲۰ ولت گزینه (۳): ۱۴ ولت گزینه (۴): ۱۰ولت

لذا گزینه (۴) پاسخ تست می‌باشد.

۵۰ـ هیچ‌کدام از گزینه‌ها صحیح نیست. با توجه به این که مدار عاری از منابع مستقل و حلقه خازنی است، مقدار ولتاژ دو سر خازن یا V نمی‌تواند به صورت آنی تغییر کند؛ لذا داریم:

$$V(\circ^+)=V(\circ^-)=۲v$$

بنابراین هیچ یک از گزینه‌ها صحیح نیست. با این وجود با توجه به گزینه‌ها به نظر می‌رسد که مقدار مشتق ولتاژ V در لحظه $t=\circ^+$ (یا $\frac{dV}{dt}(\circ^+)$) مدنظر طراح سؤال بوده است. با این فرض، می‌توان مدار را در لحظه صفر مثبت به شکل زیر مدل کرده و جریان خازن و سپس مشتق ولتاژ V را محاسبه نمود:



$$KCL\,A:۱=\frac{V_۱-۲}{۳}+\frac{V_۱}{۳}=\frac{۲V_۱}{۳}-\frac{۲}{۳}\Rightarrow V_۱=\frac{۵}{۲}v$$

$$i_C=\frac{V_۱-۲}{۳}=\frac{۱}{۶}A\ ,\ \frac{dV}{dt}(\circ^+)=\frac{i_C}{\frac{۱}{۲}}=۲i_C=۲\times\frac{۱}{۶}=\frac{۱}{۳}\frac{v}{sec}$$

در این حالت گزینه (۴) پاسخ تست خواهد بود.

---

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

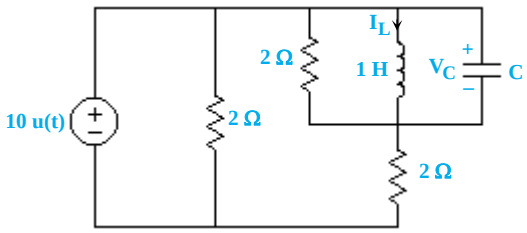
فصل سوم

«مدارهای مرتبه دوم»

تست‌های طبقه‌بندی شده کنکوری فصل سوم

۱ـ در مدار شکل زیر $I_L(\circ^+)=\circ$ ، $V_C(\circ^+)=\circ$ ، $\frac{dI_L}{dt}(\circ^+)=\circ$ و $\frac{dV_C(\circ^+)}{dt}=۱\circ(\frac{v}{sec})$ است. حال مقدار C (ظرفیت خازن) کدام است؟

(مهندسی برق ـ سراسری ۷۳)



۱) $\frac{۱}{۴}F$

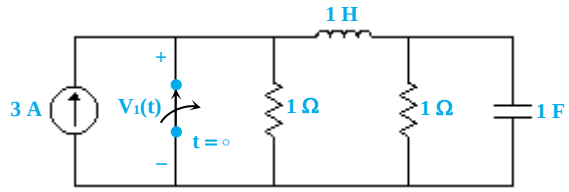
۲) $\frac{۱}{۲}F$

۳) $۱F$

۴) $۲F$

۲ـ در مدار شکل زیر، قبل از اینکه کلید در $t=\circ$ باز شود ، در حالت دائمی است. $V_۱(\circ^+)$ بر حسب ولت و $\frac{dV_۱(\circ^+)}{dt}$ بر حسب ولت بر ثانیه برابر کدام گزینه‌اند؟

(مهندسی برق ـ سراسری ۷۹)



۱) $V_۱(\circ^+)=\circ$ و $V_۱'(\circ^+)=۳$

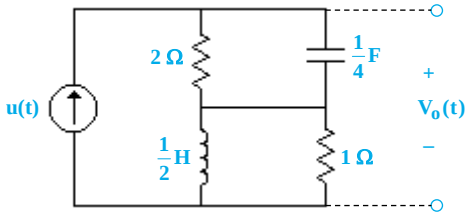
۲) $V_۱(\circ^+)=\circ$ و $V_۱'(\circ^+)=-۳$

۳) $V_۱(\circ^+)=۳$ و $V_۱'(\circ^+)=۳$

۴) $V_۱(\circ^+)=۳$ و $V_۱'(\circ^+)=-۳$

۳ـ پاسخ پله مدار شکل زیر برای خروجی $V_o(t)$ کدام گزینه است؟

(مهندسی کامپیوتر«گرایش سخت‌افزار» ـ سراسری ۷۹)



۱) $(۲-e^{-۲t})u(t)$

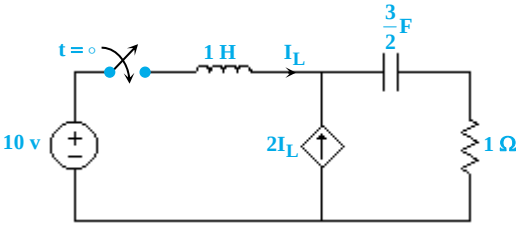
۲) $(\frac{۳}{۲}-\frac{۱}{۲}e^{-۲t})u(t)$

۳) $(۲-\frac{۱}{۲}e^{-۲t}-\frac{۱}{۲}e^{-t/۲})u(t)$

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

۴ـ در مدار شکل زیر کلید در $t=\circ$ بسته می‌شود. جریان I_L کدام گزینه است؟ $(I_L(\circ^-)=\circ\ ,\ V_C(\circ^-)=\circ)$

(مهندسی کامپیوتر«گرایش سخت‌افزار» ـ سراسری ۷۹)



۱) $(e^{-t}-e^{-۲t})u(t)$

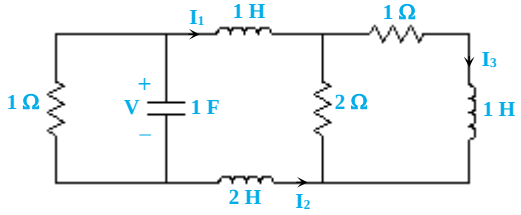
۲) $(-e^{-t}+e^{-۲t})u(t)$

۳) $(۱\circ e^{-t}-۱\circ e^{-۲t})u(t)$

۴) $(-۱\circ e^{-t}+۱\circ e^{-۲t})u(t)$

۵ـ در مدار شکل زیر، مقدار $\frac{dI_۱}{dt}(\circ)$ برحسب جریان اولیه سلف‌ها و ولتاژ اولیه خازن کدام است؟

(مهندسی برق ـ سراسری ۸۰)



۱) $V(\circ)-۲I_۱(\circ)+۲I_۳(\circ)$

۲) $-\frac{۱}{۲}V(\circ)+I_۱(\circ)-I_۲(\circ)$

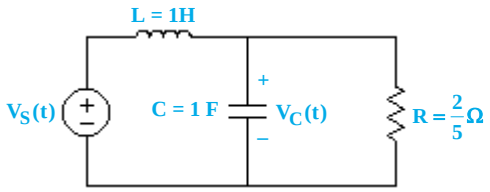
۳) $\frac{۱}{۳}V(\circ)-\frac{۲}{۳}I_۱(\circ)+\frac{۲}{۳}I_۳(\circ)$

۴) $\frac{۱}{۲}V(\circ)-I_۱(\circ)+I_۲(\circ)-I_۳(\circ)$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

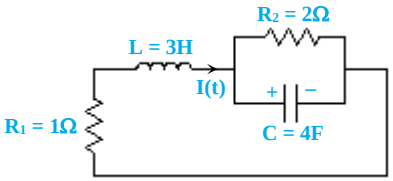
۶ـ در مدار زیر پاسخ کامل $V_C(t)$ برای ورودی پله کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۸۱)



$(V_C(\circ^-) = 1v \text{ و } I_L(\circ^-) = 2A)$

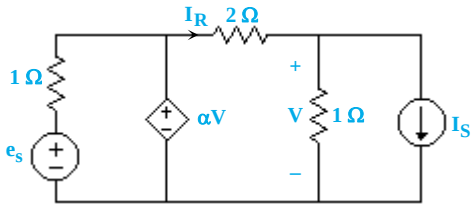
۱) $1+\frac{1}{3}(e^{-2t} - e^{-\frac{t}{2}})$
۲) $1+3(e^{-2t} - e^{-\frac{t}{2}})$
۳) $1+\frac{1}{3}(e^{-\frac{t}{2}} - e^{-2t})$
۴) $1+3(e^{-\frac{t}{2}} - e^{-2t})$

۷ـ در مدار شکل زیر $I(\circ) = 5A$ و $V_C(\circ) = -6v$ می‌باشد. مقدار $\frac{dI(\circ^+)}{dt}$ برابر با کدام گزینه زیر است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۱)



۱) $\frac{dI(\circ^+)}{dt} = \frac{1}{3}(\frac{A}{sec})$
۲) $\frac{dI(\circ^+)}{dt} = \frac{1}{2}(\frac{A}{sec})$
۳) $\frac{dI(\circ^+)}{dt} = \frac{1}{4}(\frac{A}{sec})$
۴) $\frac{dI(\circ^+)}{dt} = \frac{1}{5}(\frac{A}{sec})$

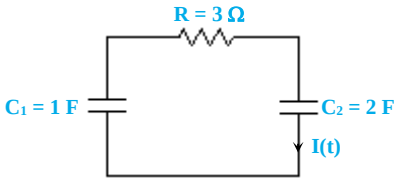
۸ـ در مدار شکل زیر α را چنان تعیین کنید که شدت جریان مقاومت ۲ اهمی $I_R = \frac{1}{2}e^{-t}u(t)$ باشد؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۲)



$\begin{cases} e_S = e^{-2t}.u(t) \\ I_S = e^{-t}.u(t) \end{cases}$

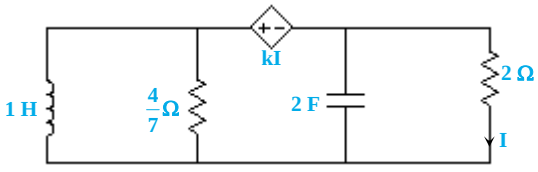
۱) ۳-
۲) ۱-
۳) ۱
۴) ۳

۹ـ در مدار زیر، معادله جریان $I(t)$ در صورتی که $V_{C_1}(\circ) = 1v$ و $V_{C_2}(\circ) = 2v$ باشند، برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۲)



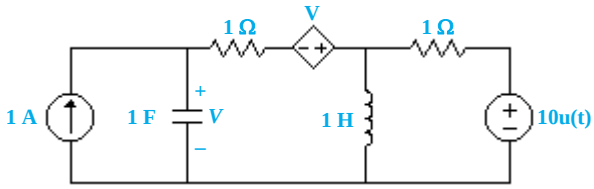
۱) $I(t) = -\frac{1}{3}e^{-0/5t}$
۲) $I(t) = -e^{-0/5t}$
۳) $I(t) = \frac{1}{3}e^{-0/5t}$
۴) $I(t) = e^{-0/5t}$

۱۰ـ مقدار k در مدار شکل زیر چقدر باشد تا مدار میرای بحرانی باشد؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۸۲)



۱) $k = 1$
۲) $k = 2$
۳) $k = 3$
۴) $k = 4$

۱۱ـ در مدار شکل زیر مقدار $\frac{dV}{dt}(\circ^+)$ برحسب ولت بر ثانیه کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۳)

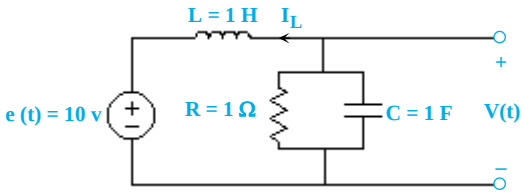


۱) ۷-
۲) ۵-
۳) ۷
۴) ۵

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۱۲ـ در مدار زیر $V(t)$ برابر با کدام گزینه است در صورتی‌که $V(\circ)=۴v$ و $I_L(\circ)=۶A$ باشد؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۴)



۱) $V(t)=e^{-\circ/\Delta t}(۶\cos\circ/۸۶۶t-۱۵\sin\circ/۸۶۶t)-۱\circ$

۲) $V(t)=e^{-\circ/\Delta t}(۶\cos\circ/۸۶۶t+۱۵\sin\circ/۸۶۶t)+۱\circ$

۳) $V(t)=e^{-\circ/\Delta t}(۶\cos\circ/۸۶۶t-۱۵\sin\circ/۸۶۶t)+۱\circ$

۴) $V(t)=e^{-\circ/\Delta t}(-۶\cos\circ/۸۶۶t-۱۵\sin\circ/۸۶۶t)+۱\circ$

۱۳ـ معادلات دیفرانسیل یک مدار الکتریکی به شرح زیر است: (مهندسی برق ـ آزاد ۸۴)

$$-V+\frac{dI}{dt}+۲I=\circ \qquad \text{و} \qquad \frac{۱}{۲}\frac{dV}{dt}+I=f(t)$$

در صورتی که شرایط اولیه $V(\circ)=-۲v$ و $I(\circ)=۱A$ باشد، معادله دیفرانسیل بین ولتاژ V و ورودی $f(t)$ برابر با کدام گزینه است؟

۱) $\frac{d^۲V}{dt^۲}+\frac{dV}{dt}+۲V=۲\frac{df}{dt}-f(t)$

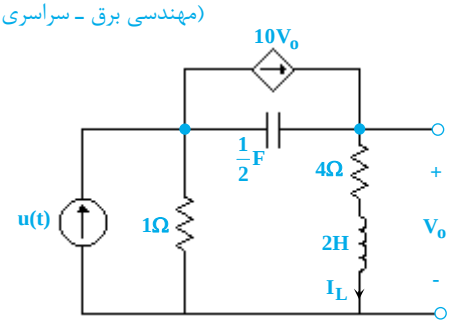
۲) $\frac{d^۲V}{dt^۲}+\frac{dV}{dt}+V=۲\frac{df}{dt}$

۳) $\frac{d^۲V}{dt^۲}+\frac{dV}{dt}+۲V=۲\frac{df}{dt}+f(t)$

۴) $\frac{d^۲V}{dt^۲}+۲\frac{dV}{dt}+۲V=۲\frac{df}{dt}+۴f(t)$

۱۴ـ در مدار شکل زیر $V_o(\circ^+)$ و $\frac{d^۲I_L}{dt^۲}(\circ^+)$ تقریباً چقدر است؟ (جریان اولیه سلف و ولتاژ اولیه خازن را صفر فرض کنید.)

(مهندسی برق ـ سراسری ۸۵)



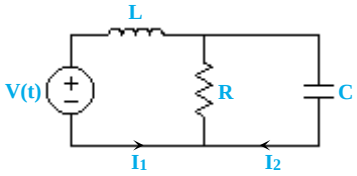
۱) $۸(\frac{A}{sec})^۲$, ۱v

۲) $۹(\frac{A}{sec})^۲$, ۱v

۳) $-۸(\frac{A}{sec})^۲$, ۱v

۴) $-۹(\frac{A}{sec})^۲$, ۱v

۱۵ـ معادلات حلقوی مدار زیر برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۵)



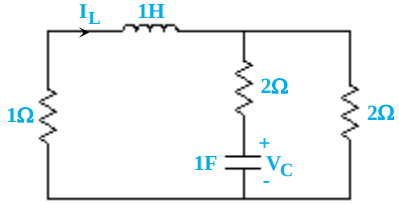
۱) $\begin{cases}-V(t)+L\frac{dI_۱}{dt}-R(-I_۱-I_۲)=\circ\\ R(-I_۱-I_۲)+\frac{۱}{C}\int_\circ^t -I_۲dt+V_C(\circ)=\circ\end{cases}$

۲) $\begin{cases}V(t)+L\frac{dI_۱}{dt}+R(-I_۱-I_۲)=\circ\\ R(-I_۱-I_۲)+\frac{۱}{C}\int_\circ^t -I_۲dt+V_C(\circ)=\circ\end{cases}$

۳) $\begin{cases}V(t)+L\frac{dI_۱}{dt}+R(I_۱+I_۲)=\circ\\ R(I_۱+I_۲)+\frac{۱}{C}\int_\circ^t I_۲dt+V_C(\circ)=\circ\end{cases}$

۴) $\begin{cases}V(t)+L\frac{dI_۱}{dt}+R(I_۱+I_۲)=\circ\\ R(I_۱+I_۲)-\frac{۱}{C}\int_\circ^t I_۲dt+V_C(\circ)=\circ\end{cases}$

۱۶ـ اگر در مدار زیر $I_L(\circ^-)=\frac{۴}{۱۵}A$ و $\frac{d^۲I_L(\circ^+)}{dt^۲}=۲\frac{A^۲}{sec^۲}$ باشد، $V_C(\circ^-)$ برابر چند ولت است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۶)



۱) −۴

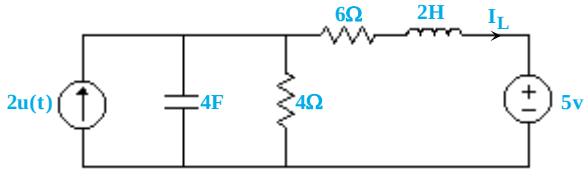
۲) $\frac{۸}{۹}$

۳) ۴

۴) ۸

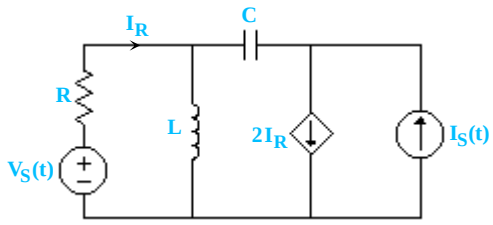
www.modaresanesharif.ac.ir

۱۷ـ در مدار شکل زیر مقادیر $\frac{dI_L(0^+)}{dt}$ و $\frac{dI_L^2(0^+)}{dt^2}$ به ترتیب کدام هستند؟ (مهندسی کامپیوتر ـ سراسری ۸۶)



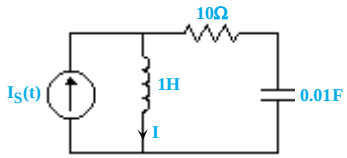
۱) ۰ و ۰
۲) ۰ و $\frac{1}{4}(\frac{A^2}{sec^2})$
۳) $\frac{1}{2}(\frac{A}{sec})$ و $\frac{1}{2}(\frac{A^2}{sec^2})$
۴) $\frac{1}{2}(\frac{A}{sec})$ و $\frac{1}{4}(\frac{A^2}{sec^2})$

۱۸ـ معادله دیفرانسیل مدار شکل زیر برای خروجی I_R کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۸)



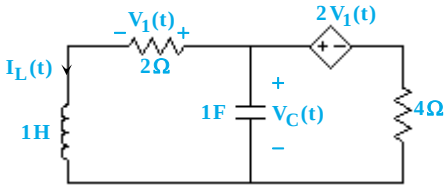
۱) $L\frac{dI_R}{dt} - RI_R = L\frac{dI_S(t)}{dt} - V_S(t)$
۲) $L\frac{dI_R}{dt} + RI_R = L\frac{dI_S(t)}{dt} + V_S(t)$
۳) $LC\frac{d^2I_R}{dt^2} + \frac{L}{R}\frac{dI_R}{dt} + I_R = L\frac{dI_S(t)}{dt} + V_S(t)$
۴) $LC\frac{d^2I_R}{dt^2} - \frac{L}{R}\frac{dI_R}{dt} + I_R = L\frac{dI_S(t)}{dt} - V_S$

۱۹ـ در مدار شکل داده شده با فرض $I_S(t) = 10 + 10e^{-t}\cos(t)u(t)$، میزان $\frac{dI(0^+)}{dt}$ برحسب آمپر بر ثانیه کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۹)



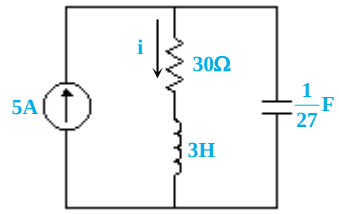
۱) ۱۰۰
۲) ۱۰
۳) −۱۰۰
۴) −۱۰

۲۰ـ در مدار زیر، اگر $V_C(0^-) = 1v$ ، $I_L(0^-) = -1A$ باشد، مقادیر $V_C'(0^+)$ و $I_L'(0^+)$ به ترتیب کدام است؟ (مهندسی ابزاردقیق ـ سراسری ۹۲)



۱) ۱- و ۲-
۲) ۱- و $-\frac{1}{4}$
۳) $-\frac{1}{4}$ و ۱-
۴) ۰ و ۰

۲۱ـ در مدار شکل زیر جریان i در $t > 0$ به شرط آن‌که مدار در $t = 0^-$ به حالت پایدار رسیده باشد، کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۹۵)



۱) $i = 5 + \frac{8}{50}(e^{-t} - e^{-9t})$
۲) $i = 5 + \frac{8}{50}(e^{-9t} - e^{-t})$
۳) $i = 5 + \frac{50}{8}(e^{-9t} - e^{-t})$
۴) $i = 5 - \frac{50}{8}(e^{-9t} - e^{-t})$

۲۲ـ کدام‌یک از گزاره‌های زیر نادرست است؟ (مهندسی برق ـ دکتری ۹۵)

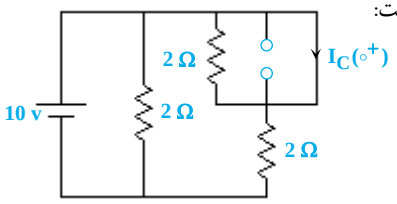
۱) یک مدار متشکل از عناصر مدل (مداری)، می‌تواند بی‌نهایت جواب داشته باشد.
۲) یک مدار متشکل از عناصر واقعی (فیزیکی)، می‌تواند بی‌نهایت جواب داشته باشد.
۳) جواب‌های یک مدار واقعی، الزاماً با جواب‌های مدار معادل ایده‌آل آن یکی نیست.
۴) یک مدار متشکل از عناصر مدل (مداری)، می‌تواند جواب نداشته باشد.

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

پاسخنامه تست‌های طبقه‌بندی شده کنکوری فصل سوم

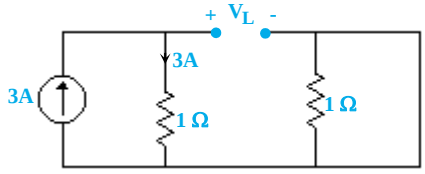
۱ـ گزینه «۲» با توجه به این که $V_C(0^+)=0\,v$ و $I_L(0^+)=0\,A$، در $t=0^+$ مدار معادل به صورت مقابل است:



$$I_C(0^+)=\frac{10}{2}=5A\ ,\qquad I_C(0^+)=C\frac{dV_C(0^+)}{dt}$$

$$\Rightarrow\ 5=C\times 10\ \Rightarrow\ \mathbf{C=\frac{1}{2}F}$$

۲ـ گزینه «۴» با توجه به وضعیت کلید در $t<0$، مقادیر ولتاژ اولیه خازن و جریان اولیه سلف مساوی صفر می‌باشند.

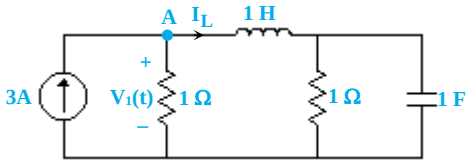


$$V_C(0^\pm)=0\qquad \text{و}\qquad I_L(0^\pm)=0$$

حال مدار را در $t=0^+$ ترسیم می‌کنیم.

$$V_L(0^+)=3V=V_1(0^+)$$

$$V_L(0^+)=L\frac{dI_L(0^+)}{dt}\ \Rightarrow\ \frac{dI_L(0^+)}{dt}=3\frac{A}{sec}$$



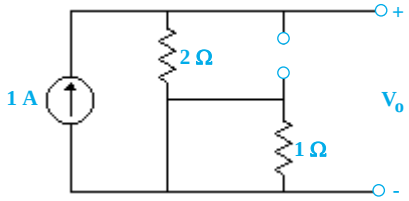
حال مدار در $t>0$ تحلیل می‌شود. با نوشتن KCL در گره A داریم: $3=V_1(t)+I_L(t)$

با مشتق‌گیری از رابطه بالا داریم:

$$\frac{dV_1(t)}{dt}+\frac{dI_L(t)}{dt}=0\ \Rightarrow\ \frac{dV_1(0^+)}{dt}+3=0\ \Rightarrow\ \mathbf{\frac{dV_1(0^+)}{dt}=-3\frac{v}{sec}}$$

۳ـ گزینه «۱» برای حل سریعتر مدار، آن را در $t=\infty$ بررسی می‌کنیم.

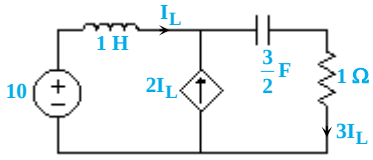
در این حالت خازن‌ها مدار باز و سلف‌ها اتصال کوتاهند.



$$V_o(t)=1\times 2=2v$$

با بررسی گزینه‌ها دیده می‌شود که فقط گزینه‌های ۱ و۳ در $t=\infty$ عدد ۲ را نشان می‌دهند. حال با دقت در مدار دیده می‌شود که مدار از دو قسمت یکی RC موازی و دیگری RL موازی تشکیل شده است. لذا ثوابت زمانی مدار به صورت $\tau_1=RC=2\times\frac{1}{4}=0/5\,sec$ و $\tau_2=\frac{L}{R}=\frac{0/5}{1}=0/5\,sec$ می‌باشد. لذا گزینه (۱) صحیح است.

۴ـ گزینه «۳» با نوشتن KVL در زمان $t>0$ در حلقه بیرونی مدار داریم:



$$1\times\frac{dI_L}{dt}+\frac{2}{3}\int 3I_L dt+3I_L=10$$

با مشتق‌گیری از رابطه بالا داریم:

$$\frac{d^2I_L}{dt^2}+2I_L+3\frac{dI_L}{dt}=0\ \Rightarrow\ \frac{d^2I_L}{dt^2}+\frac{3dI_L}{dt}+2I_L=0$$

برای حل معادله دیفرانسیل، معادله مشخصه را بدست می‌آوریم.

$$S^2+3S+2=0\ \Rightarrow\ \begin{cases}S_1=-1\\ S_2=-2\end{cases}$$

$$\Rightarrow\ I_L(t)=Ae^{-t}+Be^{-2t}\qquad \text{و}\qquad I_L(0^\pm)=0\ \Rightarrow\ I_L(0^+)=0=A+B\qquad (1)$$

برای بدست آوردن A و B باید از معادله $I_L(t)$ مشتق گرفته شود.

$$\frac{dI_L(t)}{dt}=-Ae^{-t}-2Be^{-2t}\qquad \text{و}\qquad \frac{dI_L(t)}{dt}=\frac{V_L(t)}{L}$$

$$V_C(0^+)=0\ ,\ I_L(0^+)=0\ \Rightarrow\ V_L(0^+)=10v-(1\times 3I_L(0^+)+V_C(0^+))=10-(1\times 3\times 0+0)=10v\ \Rightarrow\ V_L(0^+)=10v$$

$$\frac{dI_L(0^+)}{dt}=\frac{V_L(0^+)}{L}\ \Rightarrow\ \frac{dI_L(0^+)}{dt}=\frac{10}{1}=10(\frac{A}{sec})\ \Rightarrow\ 10=-A-2B\qquad (2)$$

با حل دستگاه حاصل از روابط (۱) و (۲) داریم:

$$\begin{cases}A+B=0\\ -A-2B=10\end{cases}\Rightarrow\ \begin{cases}A=10\\ B=-10\end{cases}\Rightarrow\ \mathbf{I_L(t)=(10e^{-t}-10e^{-2t})u(t)}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۵ـ گزینه «۳» با دقت در مدار دیده می‌شود که $I_۱ = -I_۲$ است. حال با نوشتن یک KVL در حلقه وسطی مدار داریم:

$$\frac{dI_۱}{dt} + ۲(I_۱ - I_۳) - \frac{۲dI_۲}{dt} - v = ۰$$

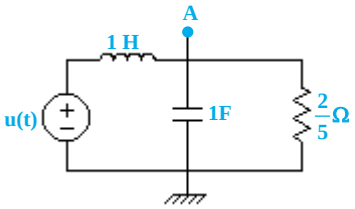
برای این که بدانیم چرا $I_۱ = -I_۲$، جریان مقاومت ۲Ω را به دو طریق به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} \text{در بالا} \quad KCL \Rightarrow I_{۲\Omega} = I_۱ - I_۳ \\ \text{در پایین} \quad KCL \Rightarrow I_{۲\Omega} = -I_۲ - I_۳ \end{cases} \xrightarrow{\text{با مقایسه هر دو}} I_۱ = -I_۲$$

حال به‌جای $I_۲$، عبارت $-I_۱$ را در رابطه بالا قرار می‌دهیم و زمان را برابر $t = ۰$ می‌گذاریم:

$$\frac{dI_۱(۰)}{dt} + ۲I_۱(۰) - ۲I_۳(۰) + \frac{۲dI_۱(۰)}{dt} - V(۰) = ۰ \Rightarrow \boxed{\frac{dI_۱(۰)}{dt} = \frac{۱}{۳}V(۰) - \frac{۲}{۳}I_۱(۰) + \frac{۲}{۳}I_۳(۰)}$$

۶ـ گزینه «۱» **روش اول:** ابتدا در گره A معادله KCL را می‌نویسیم.



$$\frac{dV_C}{dt} + \frac{V_C}{\frac{۲}{۵}} + \frac{۱}{۱}\int (V_C - V_S)\,dt + I_L(۰) = ۰ \xrightarrow{\frac{d}{dt}} \frac{d^۲V_C}{dt^۲} + \frac{۵}{۲}\frac{dV_C}{dt} + V_C = V_S$$

ابتدا باید جواب عمومی معادله دیفرانسیل بدست آید.

$$S^۲ + ۲/۵S + ۱ = ۰ \Rightarrow S_۱ = -\frac{۱}{۲} \quad \text{و} \quad S_۲ = -۲$$

با توجه به اینکه در $t = \infty$، خازن مدار باز و سلف اتصال کوتاه می‌شود، مقدار ولتاژ خازن در $t = \infty$ برابر یک ولت خواهد بود. لذا فرم پاسخ کامل به صورت زیر می‌باشد:

$$V_C(t) = Ae^{-\frac{۱}{۲}t} + Be^{-۲t} + V_C(\infty) = Ae^{-\frac{۱}{۲}t} + Be^{-۲t} + ۱$$

روش دوم:

$$V_C(t) = V_{Ch}(t) + V_{Cp}(t) \;,\; V_{Cp}(t) = k \xrightarrow{\text{جایگذاری در معادله دیفرانسیل}} ۰ + ۰ + k = ۱ \Rightarrow k = ۱ \Rightarrow V_C(t) = V_h(t) + ۱$$

با قرار دادن شرایط اولیه داریم:

$$V_C(۰^+) = ۱ = A + B + ۱ \Rightarrow A + B = ۰ \quad (۱)$$

$$I_C(۰^+) = I_L(۰^+) - \frac{V_C(۰^+)}{\frac{۲}{۵}} \Rightarrow I_C(۰^+) = +۲ - \frac{۱}{\frac{۲}{۵}} = -۰/۵\ A \Rightarrow I_C(۰^+) = \frac{dV_C(۰^+)}{dt} = -\frac{۱}{۲}\ A$$

با مشتق‌گیری از رابطه $V_C(t)$ داریم:

$$\frac{dV_C(t)}{dt} = -\frac{۱}{۲}Ae^{-\frac{۱}{۲}t} - ۲Be^{-۲t} \Rightarrow \frac{dV_C(۰^+)}{dt} = -\frac{۱}{۲}A - ۲B$$

$$\Rightarrow I_C(۰^+) = \frac{dV_C(۰^+)}{dt} = -\frac{۱}{۲} = -\frac{۱}{۲}A - ۲B \quad (۲)$$

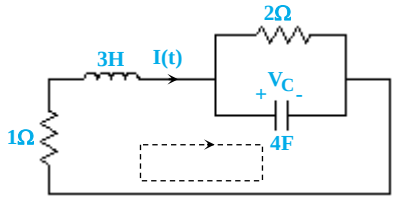
از حل دستگاه معادلات (۱) و (۲) داریم:

$$\begin{cases} A + B = ۰ \\ -\frac{۱}{۲}A - ۲B = -\frac{۱}{۲} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = -\frac{۱}{۳} \\ B = \frac{۱}{۳} \end{cases}$$

با جایگذاری ضرایب B و A داریم:

$$\boxed{V_C(t) = -\frac{۱}{۳}e^{-\frac{۱}{۲}t} + \frac{۱}{۳}e^{-۲t} + ۱ = ۱ + \frac{۱}{۳}(e^{-۲t} - e^{-\frac{t}{۲}})}$$

۷ـ گزینه «۱» با نوشتن KVL در حلقه شامل خازن و سلف و مقاومت ۱Ω داریم:



$$V_L(t) + V_C(t) + I(t) \times ۱ = ۰ \Rightarrow ۳\frac{dI(t)}{dt} + V_C(t) + I(t) = ۰$$

با جایگذاری زمان $t = ۰^+$ در معادله بالا داریم:

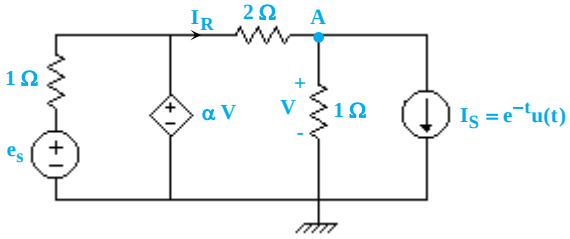
$$\Rightarrow ۳\frac{dI(۰^+)}{dt} + V_C(۰^+) + I_L(۰^+) = ۰ \Rightarrow ۳\frac{dI(۰^+)}{dt} + (-۶) + ۵ = ۰ \Rightarrow \boxed{\frac{dI(۰^+)}{dt} = \frac{۱}{۳}(\frac{A}{sec})}$$

---

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۸ـ گزینه «۲» با نوشتن KCL در گره A داریم:



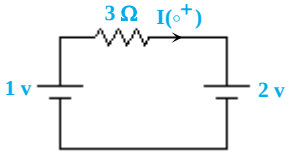
$$\frac{V}{1}+e^{-t}u(t)=I_R=\frac{1}{2}e^{-t}u(t) \Rightarrow V=-\frac{1}{2}e^{-t}u(t)$$

حال در حلقه وسطی KVL می‌نویسیم.

$$\alpha V=2I_R+V \Rightarrow \alpha(-\frac{1}{2}e^{-t}u(t))=2\times\frac{1}{2}e^{-t}u(t)+(-\frac{1}{2})e^{-t}u(t)$$

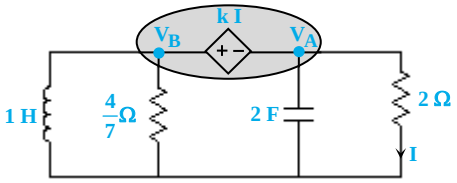
$$e^{-t}u(t)[-\frac{1}{2}\alpha]=e^{-t}u(t)[2\times\frac{1}{2}+(-\frac{1}{2})] \Rightarrow \alpha=-1$$

۹ـ گزینه «۱» با دقت در گزینه‌ها دیده می‌شود که مقادیر گزینه‌ها در $t=0^+$ متفاوت است، لـذا فقـط $I(0^+)$ محاسبه می‌شود. با ترسیم مدار در $t=0^+$ داریم:



$$I(0^+)=\frac{1-2}{3}=-\frac{1}{3}A$$

۱۰ـ گزینه «۲» ابتدا باید معادله‌ی مشخصه مدار را بدست بیاوریم. برای این کار با اعمال KCL به ابرگره‌ی زیر داریم:



$$V_A=2I \quad \text{و} \quad V_B=2I+kI$$

$$\frac{V_A}{2}+2\frac{dV_A}{dt}+\frac{V_B}{\frac{4}{7}}+\frac{1}{1}\int V_B\,dt=0$$

حال معادله دیفرانسیل توصیف کننده I را بدست می‌آوریم.

با جایگذاری V_A و V_B داریم:

$$I+2(\frac{d2I}{dt})+\frac{7}{4}[2I+kI]+\int(2I+kI)\,dt=0$$

با مشتق‌گیری از رابطه فوق داریم:

$$\frac{dI}{dt}+4\frac{d^2I}{dt^2}+\frac{7}{4}d\frac{I(2+k)}{dt}+(2I+kI)=0$$

با مرتب‌سازی معادله می‌توان معادله مشخصه مدار را بدست آورد. دقت کنید که با توجه به یکسان بودن مرتبه معادله دیفرانسیل و مرتبه مدار، نتیجه نهایی همان معادله مشخصه مدار است.

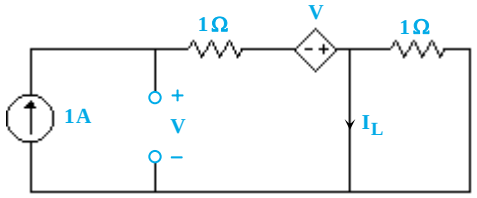
$$\frac{d^2I}{dt^2}+\frac{1}{4}\left[\frac{7}{4}k+4/5\right]\times\frac{dI}{dt}+\frac{k+2}{4}I=0$$

$$S^2+\frac{1}{4}S\left[\frac{7}{4}k+4/5\right]+\frac{k+2}{4}=0 \Rightarrow \alpha=\frac{1}{8}\left[\frac{7}{4}k+4/5\right] \quad , \quad \omega_0=\sqrt{\frac{k+2}{4}}$$

در صورت برقراری حالت بحرانی داریم:

$$\alpha=\omega_0 \Rightarrow \sqrt{\frac{k+2}{4}}=\frac{1}{8}\left[\frac{7}{4}k+4/5\right] \Rightarrow \mathbf{k=2}$$

۱۱ـ گزینه «۴» ابتدا مدار را در $t=0^-$ تحلیل می‌کنیم. مطابق شکل روبرو داریم:



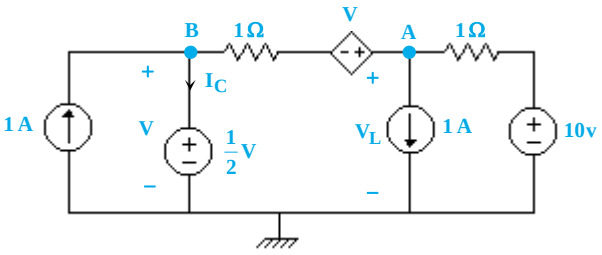
$$I_L=1A$$

$$KVL: -V+1\times1-V=0 \Rightarrow V=\frac{1}{2}$$

پس شرایط اولیه مدار به شکل مقابل است:

$$I_L(0^-)=1A \quad , \quad V_C(0^-)=\frac{1}{2}V$$

حال با تحلیل مدار در $t=0^+$، مقدار $\frac{dV}{dt}(0^+)$ را محاسبه می‌کنیم:



$$V=\frac{1}{2}v \quad , \quad KVL(A): \frac{V_L-10}{1}+1+\frac{V_L-2V}{1}=0$$

$$\Rightarrow 2V_L-10+1-1=0 \Rightarrow V_L=5v$$

$$KCL(B): I_C=1+\frac{V_L-2V}{1}=1+5-2\times\frac{1}{2}=5A \Rightarrow \frac{dV}{dt}(0^+)=I_C(0^+)=5A$$

---

www.modaresanesharif.ac.ir

۱۲ـ گزینه «۴» با توجه به اطلاعات مسأله دیده می‌شود که $V_C(0^{\pm}) = 4v$ است. با چک کردن گزینه‌ها در زمان $t = 0$، دیده می‌شود که فقط گزینه (۴) در این زمان برابر با عدد ۴ است.

۱۳ـ گزینه «۴» با مشتق‌گیری از معادله دیفرانسیل اول داریم:

$$\frac{1}{2}\frac{dV}{dt} + I = f(t) \Rightarrow \frac{1}{2}\frac{d^2V}{dt^2} + \frac{dI}{dt} = \frac{df(t)}{dt} \quad (1)$$

$$-V + \frac{dI}{dt} + 2I = 0 \Rightarrow \frac{dI}{dt} = V - 2I \quad (2) \qquad \text{و} \qquad \frac{1}{2}\frac{dV}{dt} + I = f(t) \Rightarrow I = f(t) - \frac{1}{2}\frac{dV}{dt} \quad (3)$$

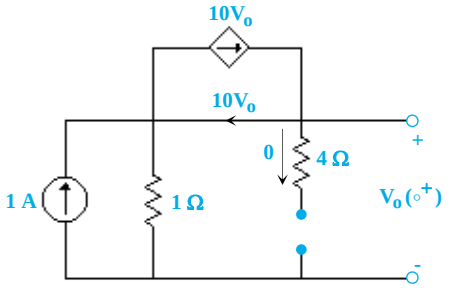
با جایگذاری رابطه (۳) در (۲) داریم:

$$\frac{dI}{dt} = V - 2(f(t) - \frac{1}{2}\frac{dV}{dt}) \quad (4)$$

با جایگذاری رابطه (۴) در (۱) داریم:

$$\frac{1}{2}\frac{d^2V}{dt^2} + V - 2(f(t) - \frac{1}{2}\frac{dV}{dt}) = \frac{df(t)}{dt} \Rightarrow \boxed{\frac{d^2V}{dt^2} + 2\frac{dV}{dt} + 2V = 2\frac{df}{dt} + 4f(t)}$$

۱۴ـ گزینه «۲» ابتدا مدار در $t = 0^+$ تحلیل می‌شود.



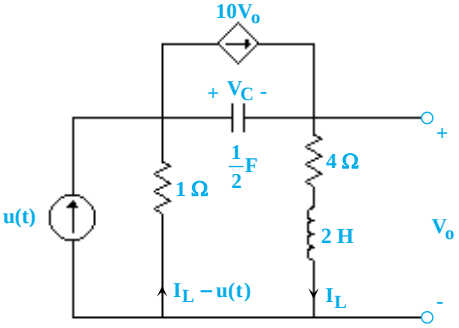
$$V_0(0^+) = 1 \times (1 - 10V_0 + 10V_0) = 1 \times 1 = 1v$$

حال مدار را دوباره تحلیل می‌کنیم.

$$V_0(t) = 2\frac{dI_L}{dt} + 4I_L$$

$$V_0(0^+) = 1 = 2\frac{dI_L(0^+)}{dt} + 0 \Rightarrow \frac{dI_L(0^+)}{dt} = \frac{1}{2}(\frac{A}{sec})$$

با نوشتن KVL در حلقه وسطی داریم:



$$4I_L + 2\frac{dI_L}{dt} + 1 \times (I_L - u(t)) + 2\int_0^t (I_L - 10V_0)dt = 0$$

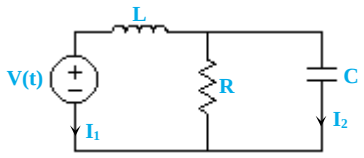
با مشتق‌گیری از معادله بالا داریم:

$$2\frac{d^2I_L}{dt^2} + \frac{dI_L}{dt} - \delta(t) + 2I_L - 20V_0 + \frac{4dI_L}{dt} = 0$$

$$2\frac{d^2I_L(0^+)}{dt^2} + \frac{dI_L(0^+)}{dt} - \delta(0^+) + 2I_L(0^+) - 20V_0(0^+) + 4\frac{dI_L(0^+)}{dt} = 0$$

$$2\frac{d^2I_L(0^+)}{dt^2} + \frac{1}{2} - 0 + 2 \times 0 - 20 \times 1 + 4 \times \frac{1}{2} = 0 \Rightarrow \boxed{\frac{d^2I_L(0^+)}{dt^2} = 8/75(\frac{A^2}{sec^2})}$$

۱۵ـ گزینه «۳»



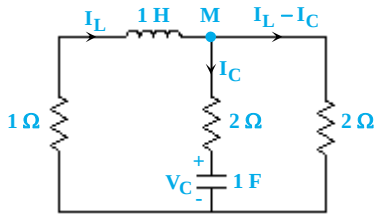
با نوشتن KVL در حلقه سمت چپ داریم:

$$V(t) + L\frac{dI_1}{dt} + R(I_1 + I_2) = 0$$

با نوشتن KVL در حلقه سمت راست داریم:

$$R(I_1 + I_2) + \frac{1}{C}\int_0^t I_2 dt + V_C(0^-) = 0$$

۱۶ـ گزینه «۲» ابتدا در حلقه سمت راست KVL می‌زنیم.



$$2I_C - 2(I_L - I_C) + V_C = 0 \Rightarrow I_C = \frac{1}{4}[2I_L - V_C] \quad (1)$$

با نوشتن KVL در حلقه بیرونی داریم:

$$I_L + \frac{dI_L}{dt} + 2(I_L - I_C) = 0 \quad (2)$$

با جایگذاری رابطه (۱) در رابطه (۲) داریم:

$$\frac{dI_L}{dt} + 2I_L + \frac{1}{2}V_C = 0 \quad (3) \Rightarrow \frac{dI_L(0^+)}{dt} = -2I_L(0^+) - \frac{1}{2}V_C(0^+) \quad (*)$$

اگر از رابطه (۳) مشتق گرفته شود، داریم:

$$\frac{d^2I_L}{dt^2} + 2\frac{dI_L}{dt} + \frac{1}{2}\frac{dV_C}{dt} = 0 \quad (4) \quad , \quad I_C = C\frac{dV_C}{dt} = \frac{dV_C}{dt} \quad (5)$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

با جایگذاری رابطه (۱) در رابطه (۵) داریم: $\frac{dV_C}{dt}=\frac{1}{4}[2I_L-V_C]$ (۶) , $\xrightarrow{(5),(3)}$ $\frac{d^2I_L}{dt^2}+2\frac{dI_L}{dt}+\frac{1}{8}[2I_L-V_C]=0$

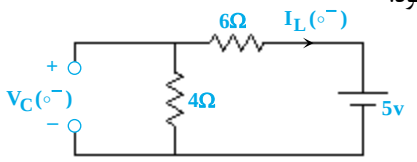
$$\Rightarrow \frac{d^2I_L(0^+)}{dt^2}+2\frac{dI_L(0^+)}{dt}+\frac{1}{8}\left[2I_L(0^+)-V_C(0^+)\right]=0$$

با جایگذاری رابطه (*) در معادله بالا داریم:

$$\frac{d^2I_L(0^+)}{dt^2}+2\left[-2I_L(0^+)-\frac{1}{2}V_C(0^+)\right]+\frac{1}{8}\left[2I_L(0^+)-V_C(0^+)\right]=0$$

$$2+2\left[-2\times\frac{4}{15}-\frac{1}{2}V_C(0^+)\right]+\frac{1}{8}\left[2\times\frac{4}{15}-V_C(0^+)\right]=0 \Rightarrow \mathbf{V_C(0^+)=V_C(0^-)=\frac{8}{9}v}$$

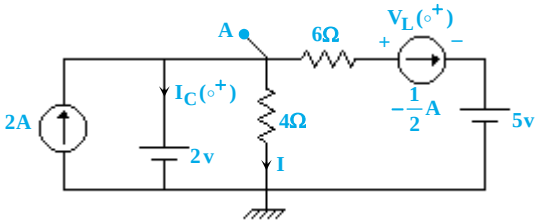
۱۷ـ گزینه «۲» ابتدا مدار در $t=0^-$ تحلیل می‌شود. در این حالت سلف اتصال کوتاه و خازن مدار باز می‌شود.



$$I_L(0^-)=\frac{-5}{10}=-\frac{1}{2}A$$

$$V_C(0^-)=5\times\frac{4}{6+4}=2v$$

حال مدار را در $t=0^+$ تحلیل می‌کنیم.



$$I=\frac{2}{4}=\frac{1}{2}A$$

با نوشتن KCL در گره A داریم:

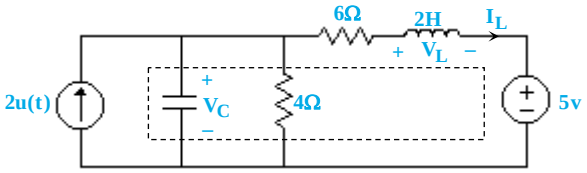
$$I_C(0^+)+I-\frac{1}{2}=2 \Rightarrow I_C(0^+)+\frac{1}{2}-\frac{1}{2}=2 \Rightarrow I_C(0^+)=2A$$

حال با نوشتن KVL در حلقه سمت راست داریم:

$$6\times(-\frac{1}{2})+V_L(0^+)+5-2=0 \Rightarrow V_L(0^+)=0$$

$$V_L(t)=L\frac{dI_L(t)}{dt} \Rightarrow \frac{dI_L(0^+)}{dt}=\frac{V_L(0^+)}{L}=\frac{0}{L}=0$$

برای محاسبه $\frac{d^2I_L(t)}{dt^2}$ در مسیر نشان داده شده در شکل زیر KVL می‌نویسیم.



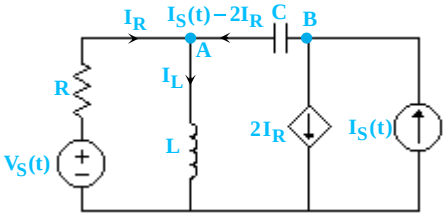
$$-V_C+6I_L+V_L+5=0 \Rightarrow -V_C+6I_L+2\frac{dI_L}{dt}+5=0$$

حال از طرفین معادله بالا مشتق می‌گیریم: $-\frac{dV_C}{dt}+6\frac{dI_L}{dt}+2\frac{d^2I_L}{dt^2}+0=0$

با جایگذاری $\frac{dV_C}{dt}=\frac{I_C}{C}$ در معادله بالا داریم:

$$-\frac{I_C}{C}+6\frac{dI_L}{dt}+2\frac{d^2I_L}{dt^2}=0 \Rightarrow \frac{-I_C(0^+)}{4}+\frac{6dI_L(0^+)}{dt}+2\frac{d^2I_L(0^+)}{dt^2}=0 \Rightarrow -\frac{2}{4}+0+2\frac{d^2I_L(0^+)}{dt^2}=0 \Rightarrow \mathbf{\frac{d^2I_L(0^+)}{dt^2}=\frac{1}{4}(\frac{A^2}{sec^2})}$$

۱۸ـ گزینه «۱» با نوشتن KCL در گره B، جریان خازن و با نوشتن KCL در گره A، جریان سلف را بدست آورده و در حلقه شامل منبع $V_S(t)$ و مقاومت و سلف KVL می‌زنیم. حال با نوشتن KCL در گره A داریم:



$$I_L=I_R+I_S(t)-2I_R \Rightarrow I_L=-I_R+I_S(t) \quad (1)$$

با نوشتن KVL در حلقه سمت چپ داریم:

$$-V_S(t)+RI_R+\frac{LdI_L}{dt}=0 \quad (2)$$

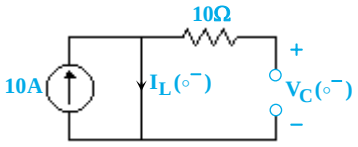
$$\xrightarrow{(1),(2)} -V_S(t)+RI_R+L\frac{d[-I_R+I_S(t)]}{dt}=0$$

$$\Rightarrow -V_S(t)+RI_R+L\frac{dI_S(t)}{dt}-L\frac{dI_R}{dt}=0 \Rightarrow \mathbf{L\frac{dI_R}{dt}-RI_R=L\frac{dI_S(t)}{dt}-V_S(t)}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

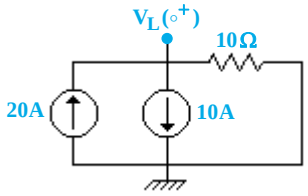
۱۹ـ گزینه «۱» ابتدا مدار را در $t=0^-$ تحلیل می‌کنیم:



$$I_L(0^\pm)=10A$$

$$V_C(0^\pm)=0v$$

با ترسیم مدار در $t=0^+$ مقدار $V_L(0^+)$ را محاسبه می‌کنیم.



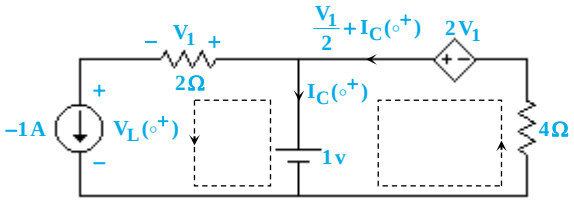
$$V_L(0^+)=10\times10=100v$$

$$V_L(t)=L\frac{dI_L(t)}{dt}\Rightarrow\frac{dI_L(0^+)}{dt}=\frac{V_L(0^+)}{L}\Rightarrow\frac{dI_L(0^+)}{dt}=\frac{100}{1}=100(\frac{A}{sec})$$

۲۰ـ هیچ‌کدام از گزینه‌ها صحیح نیست. برای محاسبه $\frac{dI_L(0^+)}{dt}$ و $\frac{dV_C(0^+)}{dt}$ با توجه به فرمول‌های زیر، ابتدا باید مدار را در $t=0^+$ تحلیل کنیم.

$$\frac{dI_L(0^+)}{dt}=\frac{V_L(0^+)}{L}\quad\text{و}\quad\frac{dV_C(0^+)}{dt}=\frac{I_C(0^+)}{C}$$

با ترسیم مدار در $t=0^+$ داریم:



$$V_1=2\times(-1)=-2v$$

با نوشتن KVL در حلقه سمت چپ داریم:

$$-1+V_1+V_L(0^+)=0\Rightarrow-1-2+V_L(0^+)=0\Rightarrow V_L(0^+)=3v\Rightarrow\frac{dI_L(0^+)}{dt}=\frac{V_L(0^+)}{L}=\frac{3}{1}=3(\frac{A}{sec})$$

با نوشتن KVL در حلقه سمت راست داریم:

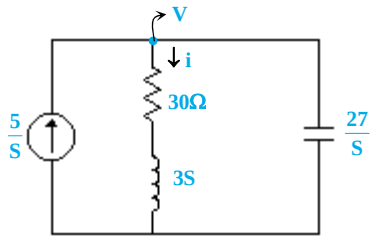
$$4(\frac{V_1}{2}+I_C(0^+))-2V_1+1=0\Rightarrow4(-\frac{2}{2}+I_C(0^+))-2\times(-2)+1=0\Rightarrow I_C(0^+)=-\frac{1}{4}A$$

$$\Rightarrow\frac{dV_C(0^+)}{dt}=\frac{I_C(0^+)}{C}=\frac{-\frac{1}{4}}{1}=-\frac{1}{4}(\frac{v}{sec})$$

۲۱ـ هیچ‌کدام از گزینه‌ها صحیح نیست. اگر به صورت سؤال دقت کنیم و لفظ پایداری در $t=0^-$ را در نظر بگیریم یعنی، از $t=-\infty$ تا $t=0^-$ طول کشیده است و مدار در حالت پایدار قرار گرفته است. در این حالت سلف اتصال کوتاه و خازن مدار باز است و داریم: $i=5A$

برای تمام $t\geq0$ هم به همین گونه خواهد بود. با این تعبیر هیچ‌کدام از گزینه‌ها صحیح نیست.

حال اگر به گزینه‌ها نگاه کنیم، به نظر می‌رسد منظور طراح معادله مدار در $t>0$ بوده است (با حذف شرط این که مدار در $t=0^-$ به حالت پایدار رسیده است و همچنین با در نظر گرفتن شرایط اولیه $(i_L(0^-)=0$ و $V_C(0^-)=0)$



$$V=(30+3S)i$$

$$VCL:\frac{-5}{S}+i+\frac{(30+3S)i}{27}=0$$

$$\Rightarrow i=\frac{45}{S(S^2+10S+9)}=\frac{5}{S}+(\frac{-45}{8})(\frac{1}{S+1})\frac{5}{8}(\frac{1}{S+9})\Rightarrow i(t)=5-\frac{45}{8}e^{-t}+\frac{5}{8}e^{-9t}$$

در این حالت و با این فرض هم طراح گزینه‌های اشتباه قرار داده است و سؤال ایراد دارد.

۲۲ـ گزینه «۲» می‌دانیم که در یک مدار مدل با عناصر ایده‌آل، با داشتن ماتریس امپدانس و یا ادمیتانس ویژه (با درمینان صفر)، مدار می‌تواند فاقد پاسخ و یا دارای بی‌نهایت پاسخ باشد؛ بنابراین گزینه‌های (۱) و (۴) صحیح هستند. از طرف دیگر باید دقت داشت که مدل دقیق عناصر واقعی مداری، به دلیل محدودیت‌های ساخت و شرایط محیطی، متفاوت از مدل ایده‌آل آنهاست؛ این موجب می‌شود که پاسخ یک مدار واقعی لزوماً با پاسخ مدار مدل با عناصر ایده‌آل یکی نباشد؛ به خصوص در مدارهای مدلی که بدون جواب و یا دارای تعداد نامحدودی جواب هستند، با کوچکترین تفاوت میان عنصر واقعی و عنصر مدل، ماتریس‌های امپدانس و ادمیتانس به راحتی از ویژه بودن خارج و پاسخ مدار یکتا خواهد شد؛ بنابراین یک مدار واقعی در عمل هیچ‌گاه نمی‌تواند دارای بی‌نهایت پاسخ باشد. با توجه به این توضیحات، گزینه (۳) نیز صحیح و گزینه (۲) غلط است؛ لذا پاسخ تست گزینه (۲) می‌باشد.

www.modaresanesharif.ac.ir

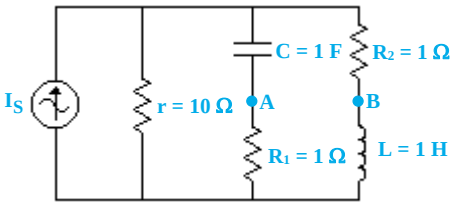
www.modaresanesharif.ac.ir

فصل چهارم

«تحلیل حالت دائمی سینوسی»

تست‌های طبقه‌بندی شده کنکوری فصل چهارم

۱ـ کدامیک از عبارات زیر در مورد مدار شکل زیر که در حالت سینوسی دائمی است، صحیح می‌باشد؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۰)



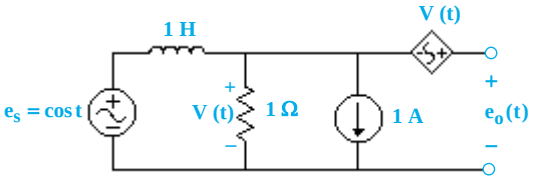
۱) افزایش فرکانس باعث افزایش $|V_{AB}|$ می‌شود.

۲) افزایش فرکانس باعث افزایش $\angle V_{AB}$ می‌شود.

۳) افزایش فرکانس تغییری در $|V_{AB}|$ به وجود نمی‌آورد.

۴) هیچکدام

۲ـ مدار زیر در حالت دائمی است. معادله $e_0(t)$ کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۱)



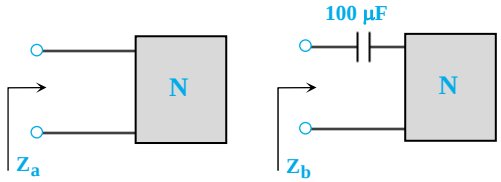
۱) $1-\sqrt{2}\cos t$

۲) $1+\sqrt{2}\cos(t+45^\circ)$

۳) $2\cos(t+45^\circ)$

۴) $\sqrt{2}\cos(t-45^\circ)$

۳ـ با فرض $|Z_a|=100\Omega$ و $|Z_b|=50\Omega$ و $\omega=100\frac{rad}{sec}$ ، $\angle Z_a$ کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۲)



۱) 36°

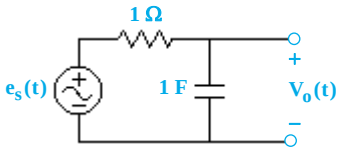
۲) 47°

۳) 61°

۴) 85°

۴ـ در مدار شکل زیر برای ورودی $e_s(t)=4(\cos\frac{t}{2}-\frac{1}{3}\cos\frac{3}{2}t+\frac{1}{5}\cos\frac{5}{2}t)$، مقدار مؤثر ولتاژ خروجی $V_0(t)$ برحسب ولت چیست؟

(مهندسی برق ـ سراسری ۷۳)



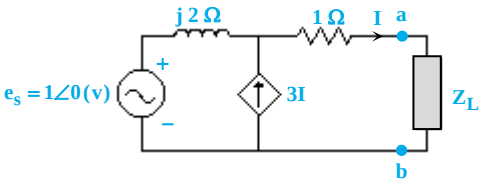
۱) ۱/۸۳

۲) ۲/۱۲

۳) ۲/۵۹

۴) ۳/۷۲

۵ـ در مدار زیر Z_L چقدر انتخاب شود تا بیشترین توان جذب آن گردد؟ (مقادیر در فرکانس منبع داده شده‌اند). (مهندسی برق ـ سراسری ۷۳)



۱) $Z_L=(1+j2)\Omega$

۲) $Z_L=(1-j2)\Omega$

۳) $Z_L=(1-j4)\Omega$

۴) $Z_L=(1+j4)\Omega$

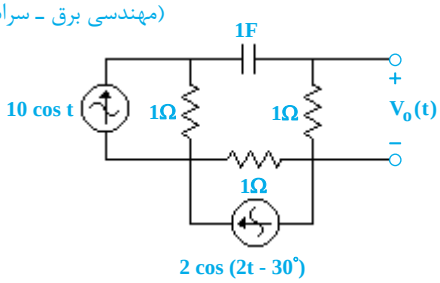
۶ـ مقدار مؤثر سیگنال $f(t)=2\cos(2t+30^\circ)+3\cos(t+45^\circ)+4\cos(2t+60^\circ)$ کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۸)

۱) ۴/۶۲۸ ۲) ۳/۸۰۸ ۳) ۵/۳۸۵ ۴) ۶/۵۴۴

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۷ـ در مدار شکل زیر $V_0(t)$ در حالت دائمی کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۹)



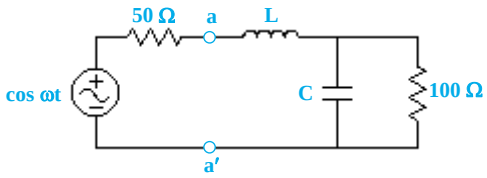
۱) $۳/۱۶\cos(t+۱۸/۴۳^\circ)+۰/۳۳\cos(۲t-۲۰/۵۴^\circ)$

۲) $۳/۱۶\cos(t+۱۶۱/۵۷^\circ)+۰/۶۶\cos(۲t+۲۰/۵۴^\circ)$

۳) $۳/۱۶\cos(t+۱۶۱/۷۵^\circ)+۰/۳۳\cos(۲t+۲۰/۵۴^\circ)$

۴) $۳/۱۶\cos(t+۱۸/۴۳^\circ)+۰/۶۶\cos(۲t-۲۰/۵۴^\circ)$

۸ـ اگر بخواهیم حداکثر توان متوسط در سرهای a و a′ به سمت چپ مدار شکل زیر انتقال یابد، کدام یک از روابط زیر باید برقرار باشد؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۹)



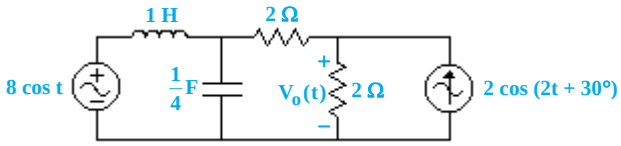
۱) $\omega L=۵۰\ ،\ \omega C=۰/۰۱$

۲) $\omega L=۲۰۰\ ،\ \omega C=۰/۰۱$

۳) $\omega L=۲\ ،\ \omega C=۱۰۰$

۴) $\omega L=۰/۵\ ،\ \omega C=۱۰۰$

۹ـ در مدار شکل مقابل ولتاژ $V_0(t)$ کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر«گرایش سخت‌افزار» ـ سراسری ۷۹)



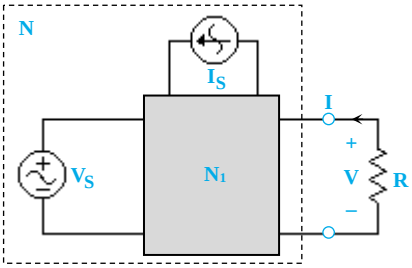
۱) $۴\cos ۲t+۵\cos t$

۲) $۴\cos(۲t+۳۰^\circ)+۵\cos t$

۳) $۴\cos ۲t+۵\cos(t-۱۸/۴۳^\circ)$

۴) $۴\cos(۲t+۳۰^\circ)+۵\cos(t-۱۸/۴۳^\circ)$

۱۰ـ در مدار شکل زیر، N_1 شامل مقاومت‌های خطی مثبت دو سر بوده و رابطه ولتاژ جریان برای N_1 با $I_S=۲A$ و $V_S=۲\cos t$ به صورت $۲V-۳I-۱+۳\cos t=۰$ است. اگر $I_S=۲\cos t$ و $V_S=۲$ شود، ماکزیمم توان R چند وات می‌شود؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۰)



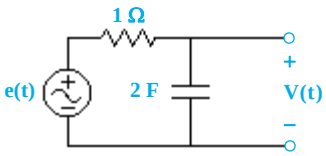
۱) $\frac{۱۱}{۱۲}$

۲) $\frac{۵}{۲۴}$

۳) $\frac{۱۹}{۴۸}$

۴) $\frac{۱۹}{۲۲۸}$

۱۱ـ در مدار شکل زیر فرض بر این است که درحالت پایداری $V(t)=V_{SS}(t)=۲\cos(۰/۵t-۳۰^\circ)$ عمل می‌نماید. ولتاژ e(t) برابر با کدام گزینه زیر است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۰)



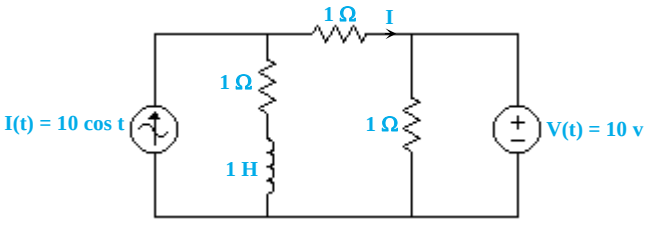
۱) $e(t)=۲/۸۲\cos(۰/۵t-۱۵^\circ)$

۲) $e(t)=۲/۸۲\cos(۰/۵t+۱۵^\circ)$

۳) $e(t)=۲/۸۲\cos(۰/۵t+۳۰^\circ)$

۴) $e(t)=۲/۸۲\cos(۰/۵t-۳۰^\circ)$

۱۲ـ جریان I(t) در حالت پایدار مدار شکل مقابل، برابر با کدام گزینه زیر است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۰)



۱) $I(t)=۶/۳۴\cos(t-۱۸/۴^\circ)+۵$

۲) $I(t)=۶/۳۴\cos(t-۱۸/۴^\circ)-۵$

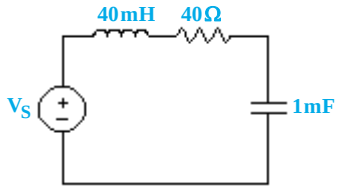
۳) $I(t)=۶/۳۴\cos(t+۱۸/۴^\circ)-۵$

۴) $I(t)=۶/۳۴\cos(t+۱۸/۴^\circ)+۵$

www.modaresanesharif.ac.ir

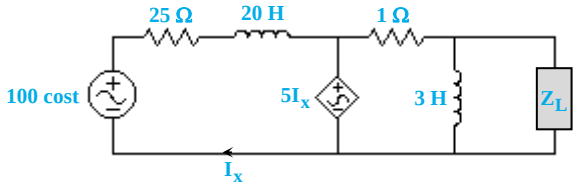
www.modaresanesharif.ac.ir

۱۳ـ در شکل مقابل پهنای باند مدار برحسب کیلو رادیان بر ثانیه برابر با کدام گزینه زیر است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۰)



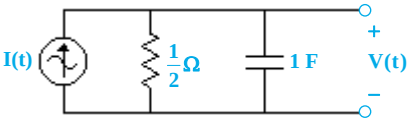
۱) ۱
۲) ۱/۲
۳) ۰/۸
۴) ۱/۱

۱۴ـ در مدار شکل مقابل امپدانس Z_L را برحسب اهم چگونه انتخاب کنیم تا توان متوسط انتقالی به آن حداکثر گردد؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش سخت‌افزار» ـ سراسری ۸۰)



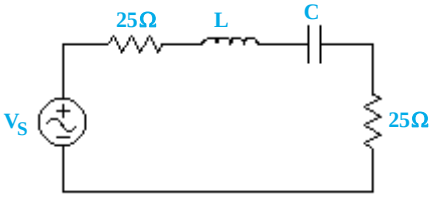
۱) $1-j3$
۲) $0/9-j0/3$
۳) $0/9+j0/3$
۴) $0/27-j2/86$

۱۵ـ در مدار زیر $V(0)=0$ و $I(t)=10\cos 2t$، هستند. حال $V(t)$ برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۱)



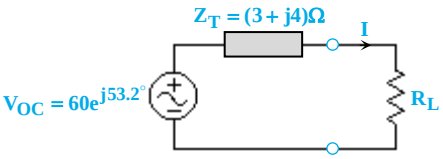
۱) $V(t)=\frac{5}{2}e^{-t}+\frac{5}{2}\cos(2t-45^\circ)$
۲) $V(t)=\frac{5}{2}e^{-t}+5\cos(2t-45^\circ)$
۳) $V(t)=-\frac{5}{2}e^{-t}-5\cos(2t-45^\circ)$
۴) $V(t)=-\frac{5}{2}e^{-2t}+\frac{5}{\sqrt{2}}\cos(2t-45^\circ)$

۱۶ـ در مدار زیر مقادیر L و C در حالتی که فرکانس تشدید برابر با ۵۰ KHz و پهنای باند برابر با ۵۰۰Hz باشد، برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۱)



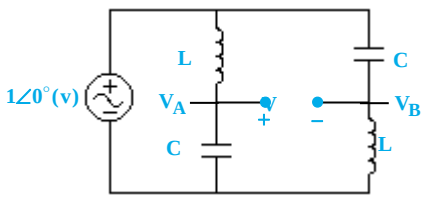
۱) $\begin{cases}L=18/4\,mH\\C=0/0064\,\mu F\end{cases}$
۲) $\begin{cases}L=13/1\,mH\\C=0/064\,\mu F\end{cases}$
۳) $\begin{cases}L=15/9\,mH\\C=0/064\,\mu F\end{cases}$
۴) $\begin{cases}L=15/9\,mH\\C=0/00064\,\mu F\end{cases}$

۱۷ـ در مدار زیر برای انتقال ماکزیمم توان به بار، R_L برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۱)



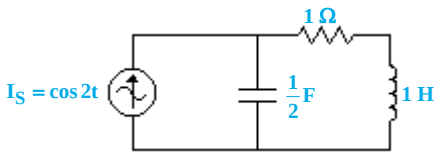
۱) $R_L=5\Omega$
۲) $R_L=7\Omega$
۳) $R_L=7/5\Omega$
۴) $R_L=4\Omega$

۱۸ـ در مدار شکل مقابل، اندازه و فاز ولتاژ V برحسب ولت برابر کدام گزینه است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۱)



۱) $\frac{1+LC\omega^2}{1-LC\omega^2}\angle 0^\circ$
۲) $\frac{1+LC\omega^2}{1-LC\omega^2}\angle 90^\circ$
۳) $\frac{1-LC\omega^2}{1+LC\omega^2}\angle 0^\circ$
۴) $\frac{1-LC\omega^2}{1+LC\omega^2}\angle 90^\circ$

۱۹ـ مدار زیر در حالت ماندگار سینوسی است. فازور ولتاژ دو سر سلف کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۱)

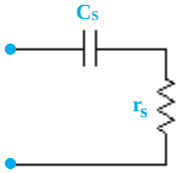


۱) $\sqrt{2}\angle -135^\circ$
۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}\angle -135^\circ$
۳) $-\frac{\sqrt{2}}{2}\angle -45^\circ$
۴) $\sqrt{2}\angle -45^\circ$

www.modaresanesharif.ac.ir

۲۰ـ در صورتی که برای یک شبکه ضریب کیفیت (Q) مطابق رابطه مقابل تعریف شود،

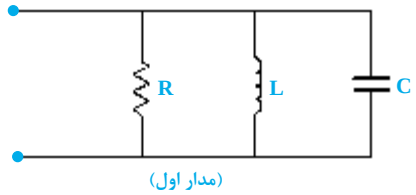
$$Q=\omega\times\frac{\text{ماکزیمم انرژی ذخیره شده}}{\text{توان متوسط تلف شده}}$$

برای مدار 

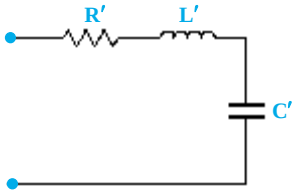
، این ضریب چقدر است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۱)

۱) $Q=r_sC_s\omega$
۲) $Q=\frac{C_s\omega}{r_s}$
۳) $Q=\frac{r_s}{C_s\omega}$
۴) $Q=\frac{1}{r_sC_s\omega}$

۲۱ـ دو مدار خطی تغییرناپذیر با زمان را مطابق شکل زیر در نظر بگیرید. در مدار اول (RLC موازی) $L=2H$ و $C=\frac{1}{2}F$ و باند گذر سه دسیبل آن مساوی یک می‌باشد و در مدار دوم ($R'L'C'$ سری) $R'=R$ و $L'=1H$ است. مقدار C' چقدر باشد تا هر دو مدار دارای ضریب کیفیت یکسان باشند؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۸۱)



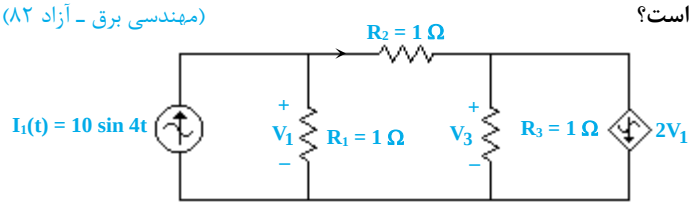
(مدار اول)



(مدار دوم)

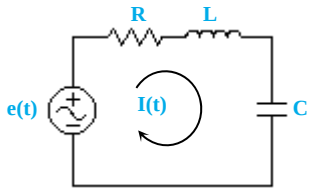
۱) $C'=2F$
۲) $C'=\frac{1}{2}F$
۳) $C'=4F$
۴) $C'=\frac{1}{4}F$

۲۲ـ در مدار مقابل ولتاژ V_3 در دو سر مقاومت R_3 برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۲)



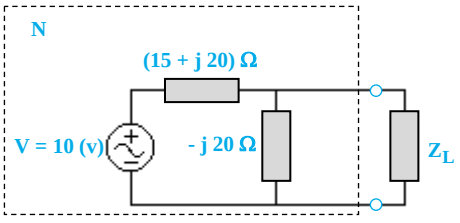
۱) $-\sin 4t$
۲) $\sin 4t$
۳) $-2\sin 4t$
۴) $2\sin 4t$

۲۳ـ در مدار شکل زیر $e(t)=10\sqrt{2}\cos\omega t$ و $\omega=200 rad/sec$ و ولتاژ RMS دو سر انداکتور (سلف) برابر با ۱۰۰v و جریان RMS مدار برابر با ۴ آمپر است. مقادیر R و L و C برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۲)



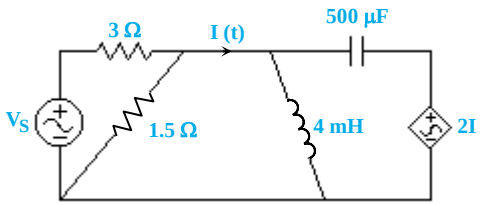
۱) $\begin{cases}R=2\Omega\\L=0/1H\\C=200\mu F\end{cases}$
۲) $\begin{cases}R=1/5\Omega\\L=0/1H\\C=150\mu F\end{cases}$
۳) $\begin{cases}R=2/5\Omega\\L=0/1H\\C=150\mu F\end{cases}$
۴) $\begin{cases}R=2/5\Omega\\L=0/125H\\C=200\mu F\end{cases}$

۲۴ـ در مدار زیر امپدانس Z_L متغیر بوده و این در حالی است که ماکزیمم توان حقیقی از شبکه N را جذب می‌نماید. مقدار Z_L برحسب اهم و همچنین مقدار توان حقیقی برحسب وات برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۲)



۱) $\begin{cases}Z_L(j\omega)=26/7+j20\\P_{max}=1/63\end{cases}$
۲) $\begin{cases}Z_L(j\omega)=22/3+j18\\P_{max}=1/43\end{cases}$
۳) $\begin{cases}Z_L(j\omega)=26/7-j20\\P_{max}=1/43\end{cases}$
۴) $\begin{cases}Z_L(j\omega)=26/7+j18/3\\P_{max}=1/2\end{cases}$

۲۵ـ جریان I(t) در حالت دائمی سینوسی کدام است؟ $(V_S(t)=30\cos 1000t)$ (مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۸۲)



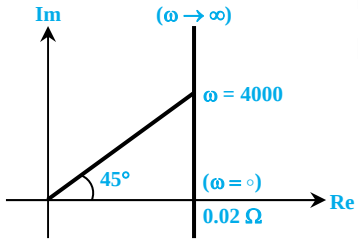
۱) $4/5\sin(1000t+30^\circ)$
۲) $1/5\cos(1000t+39^\circ)$
۳) $4/5\sin(1000t+39^\circ)$
۴) $1/5\sin(1000t+45^\circ)$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۲۶ـ امپدانس Z از ترکیب دو المان به وجود آمده است و مکان هندسی آن در صفحه z به شکل زیر می‌باشد، امپدانس Z کدام است؟

(مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۲)



$|Z(S)|_{\omega=0} = 0/02\Omega \quad , \quad \angle Z(S)|_{\omega=0} = 0 \quad , \quad S = \delta + j\beta$

$|Z(S)|_{\omega=4000} = 0/02\times\sqrt{2} \quad , \quad \angle Z(S)|_{\omega=4000} = 45^\circ$

۱) موازی $R = 0/02\Omega$ و $C = 5\mu F$

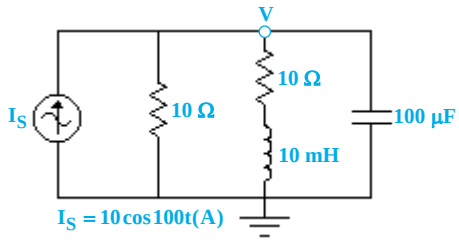
۲) سری $R = 0/02\Omega$ و $L = 5\mu H$

۳) سری $R = 0/02\Omega$ و $C = 5\mu F$

۴) موازی $R = 0/02\Omega$ و $L = 5\mu H$

۲۷ـ ولتاژ V برای حالت دائمی سینوسی کدام گزینه است؟

(مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی و معماری» ـ آزاد ۸۲)



۱) $V = 36/3\cos(1000t + 18/4^\circ)$

۲) $V = 36/3\cos(1000t - 18/4^\circ)$

۳) $V = 63/3\cos(1000t + 18/4^\circ)$

۴) $V = 63/3\cos(1000t - 18/4^\circ)$

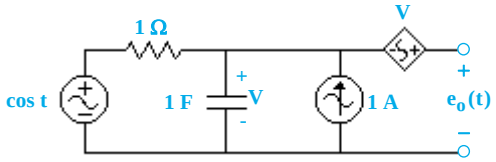
۲۸ـ توان متوسطی که جریان $I = (2\cos 10t - 3\cos 20t)A$ به یک مقاومت 4Ω می‌دهد را بدست آورید.

(مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی و معماری» ـ آزاد ۸۲)

۱) ۲۶ w ۲) ۱۳ w ۳) ۶/۵ w ۴) ۱۸ w

۲۹ـ مدار شکل مقابل در حالت دائمی قرار دارد. ولتاژ $e_0(t)$ کدام است؟

(مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۳)



۱) $2\sqrt{2}\cos(t + 45^\circ)$

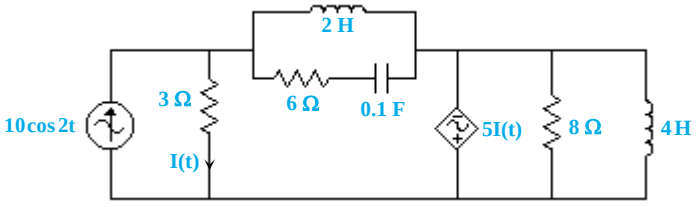
۲) $2\cos(t - 45^\circ)$

۳) $2\sqrt{2}\cos(t - 45^\circ)$

۴) $2\cos(t + 45^\circ)$

۳۰ـ مدار شکل مقابل در حالت دائمی سینوسی است. فازور جریان I(t) کدام است؟

(مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۸۴)

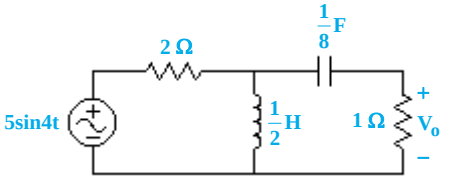


۱) $\frac{50+j60}{4+j17}$ ۲) $\frac{50+j60}{17+j4}$

۳) $\frac{17+j4}{50+j60}$ ۴) $\frac{4+j17}{50+j60}$

۳۱ـ ولتاژ خروجی مدار شکل مقابل در حالت دائمی سینوسی کدام است؟

(مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۴)



۱) $\frac{\sqrt{10}}{2}\sin(4t + \tan^{-1}\frac{1}{3})$ ۲) $\frac{\sqrt{10}}{2}\cos(4t - \tan^{-1}\frac{1}{3})$

۳) $\frac{\sqrt{10}}{2}\sin(4t + \tan^{-1}3)$ ۴) $\frac{\sqrt{10}}{2}\cos(4t - \tan^{-1}3)$

۳۲ـ جریانی برابر با $i(t) = 2\sin 3t$ در انداکتوری برابر با 4H در جریان است. معادلات ولتاژ و توان برابر با کدام گزینه زیر است؟

(مهندسی برق ـ آزاد ۸۴)

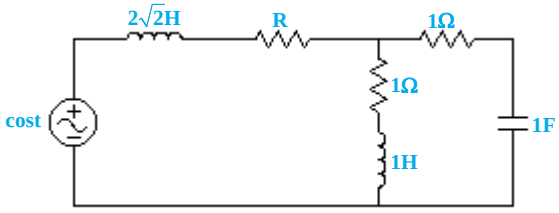
۱) $\begin{cases} V(t) = 4\cos 3t \\ P(t) = 4\sin 6t \end{cases}$ ۲) $\begin{cases} V(t) = 24\cos 3t \\ P(t) = 24\sin 6t \end{cases}$

۳) $\begin{cases} V(t) = 24\sin 3t \\ P(t) = 24\cos 6t \end{cases}$ ۴) $\begin{cases} V(t) = 24\cos 3t \\ P(t) = 4\sin 6t \end{cases}$

www.modaresanesharif.ac.ir

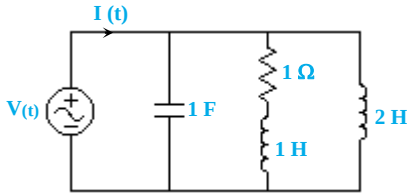
www.modaresanesharif.ac.ir

۳۳ـ در مدار شکل مقابل به ازاء چه مقدار R برحسب اهم، توان متوسط دریافتی آن حداکثر می‌شود؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۵)



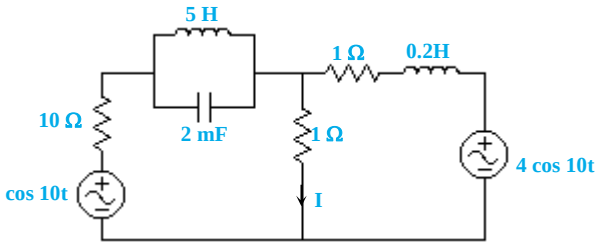
۱) ۱
۲) ۳
۳) ۹
۴) $۱+۲\sqrt{۲}$

۳۴ـ در مدار زیر $V(t)=A\cos t$ می‌باشد. مقدار I(t) برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۶)



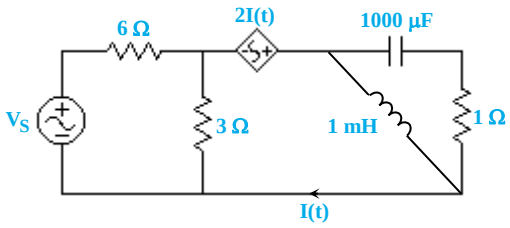
۱) $I(t)=A\cos t$
۲) $I(t)=-A\cos t$
۳) $I(t)=\frac{۱}{۲}A\cos t$
۴) $I(t)=\frac{۱}{۴}A\cos t$

۳۵ـ اگر مدار الکتریکی شکل زیر در حالت دائمی سینوسی باشد، شکل موج جریان I به چه صورتی خواهد بود؟ (مهندسی کامپیوتر ـ آزاد ۸۶)



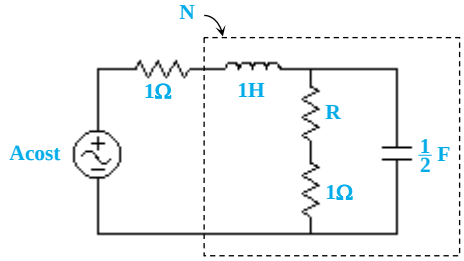
۱) $\sqrt{۲}\cos(۱۰t+۴۵^\circ)$
۲) $\sqrt{۲}\cos(۱۰t+۱۳۵^\circ)$
۳) $\sqrt{۲}\cos(۱۰t-۴۵^\circ)$
۴) $\sqrt{۲}\cos(۱۰t-۱۳۵^\circ)$

۳۶ـ در مدار زیر مقدار جریان I(t) در حالت ماندگار کدام است؟ $(V_S(t)=۳۰\sin ۱۰۰۰t)$ (مهندسی کامپیوتر ـ آزاد ۸۶)



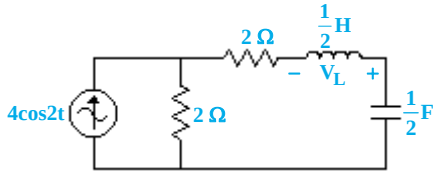
۱) $۵\sqrt{۲}\sin(۱۰۰۰t+۴۵^\circ)$
۲) $۵\sqrt{۲}\sin(۱۰۰۰t-۴۵^\circ)$
۳) $۱۰\sqrt{۲}\sin(۱۰۰۰t-۴۵^\circ)$
۴) $۱۰\sqrt{۲}\sin(۱۰۰۰t+۴۵^\circ)$

۳۷ـ در مدار زیر در حالت دائمی سینوسی ماکزیمم توان N برابر $\frac{۱}{۸}$ وات است. حال کدام گزینه صحیح است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۷)



۱) $R=۱\Omega$ و $|A|=\frac{۱}{۲}$ ولت
۲) $R=۱\Omega$ و $|A|=۱$ ولت
۳) $R=۳\Omega$ و $|A|=۱$ ولت
۴) $R=۳\Omega$ و $|A|=\frac{۱}{۲}$ ولت

۳۸ـ معادله ولتاژ دو سر سلف در حالت دائمی سینوسی در مدار روبرو برابر است با: (مهندسی کامپیوتر ـ سراسری ۸۷)

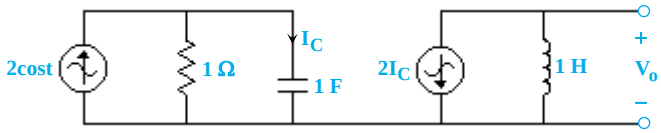


۱) $V_L(t)=۲\sin ۲t$
۲) $V_L(t)=۴\sin ۲t$
۳) $V_L(t)=-۲\sin ۲t$
۴) $V_L(t)=-۴\sin ۲t$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۳۹ـ مطلوبست محاسبه $V_o(t)$ در مدار شکل روبرو: (مهندسی کامپیوتر ـ سراسری ۸۷)



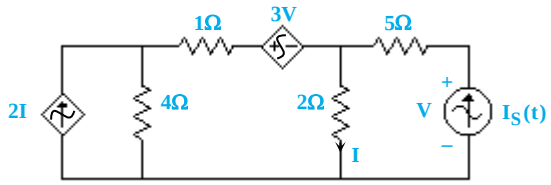
۱) $V_o(t) = ۲\sqrt{۲}\cos(t - \frac{\pi}{۴})$

۲) $V_o(t) = ۲\sqrt{۲}\sin(t - \frac{\pi}{۴})$

۳) $V_o(t) = ۲\sqrt{۲}\sin(t + \frac{۳\pi}{۴})$

۴) $V_o(t) = ۲\sqrt{۲}\cos(t + \frac{۳\pi}{۴})$

۴۰ـ اگر $I_S(t) = ۱ + \frac{۲}{۳}\cos t$ باشد، توان متوسط منبع ولتاژ وابسته چند وات است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۸)



۱) ۱۱

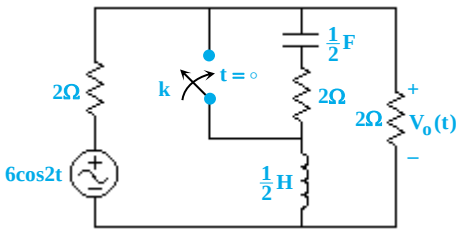
۲) -۱۱

۳) ۱۳

۴) -۱۳

۴۱ـ در مدار شکل زیر که در حالت دائمی قرار دارد، کلید k در لحظه $t = ۰$ بسته می‌شود. بخش گذرای پاسخ $V_o(t)$ برای $t \geq ۰$ کدام است؟

(مهندسی برق ـ سراسری ۸۸)



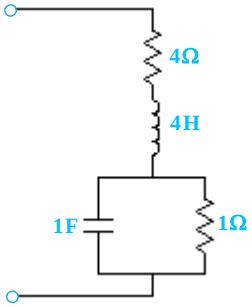
۱) $-e^{-۲t}$

۲) $-\frac{۳}{۲}e^{-۲t}$

۳) $\frac{۱}{۲}e^{-۲t}$

۴) $\frac{۵}{۲}e^{-۲t}$

۴۲ـ فرکانس تشدید مدار شکل مقابل کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۸۸)



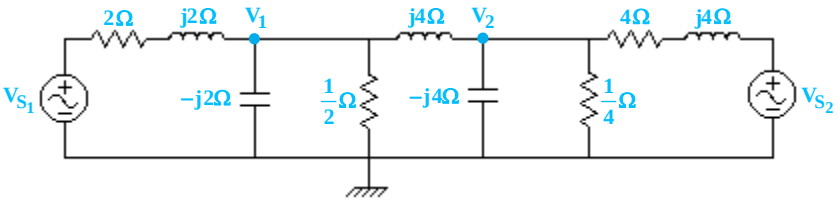
۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) ۱

۴) فرکانس تشدید ندارد.

۴۳ـ در مدار شکل مقابل می‌دانیم $V_۱ = (۱۰ + j۲)\,v$ و $V_۲ = (۱۲ + j۱۲)\,v$. فازور منبع ولتاژ $V_{S_۱}$ برحسب ولت کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۸)



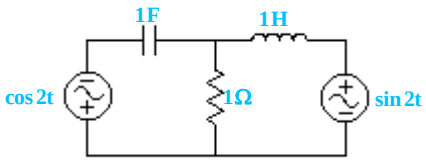
۱) ۶۷ + j۵۹

۲) ۲۹ + j۵۹

۳) ۶۷ + j۵۷

۴) ۲۹ + j۵۷

۴۴ـ در مدار شکل مقابل توان متوسط مصرفی مقاومت یک اهمی بر حسب وات تقریباً چقدر است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۸)



۱) ۰/۸

۲) ۱/۱

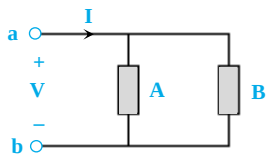
۳) ۲/۶

۴) ۴/۸

www.modaresanesharif.ac.ir

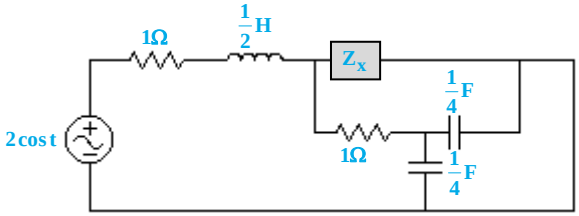
www.modaresanesharif.ac.ir

۴۵ـ مدار مقابل در حالت دائمی سینوسی قرار دارد. مقدار مؤثر ولتاژ V برابر ۱۰۰ ولت می‌باشد. بار A توان مختلط $100\angle 30^\circ$ KVA و بار B توان $100\angle -30^\circ$ KVA دریافت می‌کنند. مقدار مؤثر جریان I برحسب آمپر کدام گزینه است؟ (مهندسی ابزاردقیق ـ سراسری ۸۸)



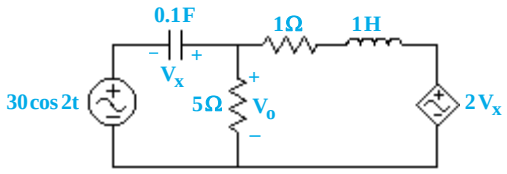
۱) ۰
۲) $200\sqrt{3}$
۳) $500\sqrt{3}$
۴) $1000\sqrt{3}$

۴۶ـ در مدار شکل داده شده، Z_x را به گونه‌ای تعیین کنید که توان متوسط در آن حداکثر باشد. (مهندسی برق ـ آزاد ۸۹)



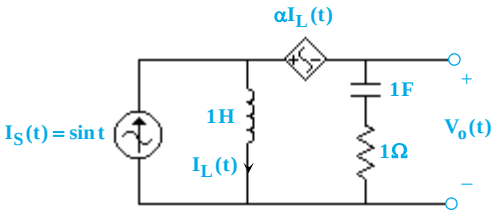
۱) $j2\Omega$
۲) 1Ω
۳) $(1+j\frac{1}{2})\Omega$
۴) $(1-j\frac{1}{2})\Omega$

۴۷ـ فازور ولتاژ V_0 برحسب ولت در مدار شکل مقابل کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری کامپیوتر» ـ سراسری ۸۹)



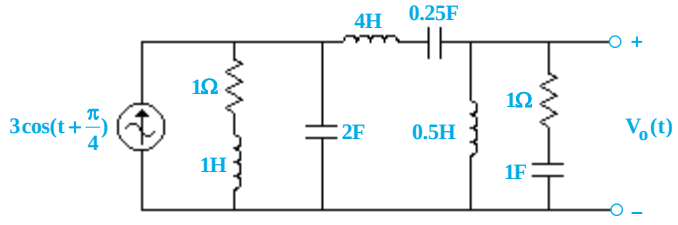
۱) $50+j20$
۲) $54-j48$
۳) $20+j50$
۴) $54+j48$

۴۸ـ مدار مقابل در حالت ماندگار سینوسی است. α چقدر باشد تا $V_0 = \sin t$ باشد؟ (مهندسی ابزاردقیق ـ سراسری ۸۹)



۱) $\alpha = \frac{1}{2}$
۲) $\alpha = -\frac{1}{2}$
۳) $\alpha = -1$
۴) $\alpha = 1$

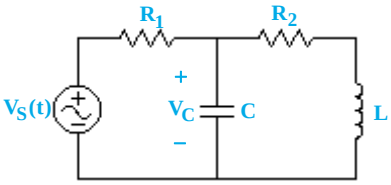
۴۹ـ در مدار شکل زیر ولتاژ حالت دائمی سینوسی $V_0(t)$ کدام گزینه است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۹۰)



۱) $V_0(t) = 3\sin(t)$
۲) $V_0(t) = 3\sqrt{2}\cos(t)$
۳) $V_0(t) = 3\sqrt{2}\sin(t-\frac{\pi}{4})$
۴) $V_0(t) = 3\cos(t+\frac{\pi}{4})$

۵۰ـ در مدار زیر ولتاژ دائمی دو سر خازن $V_C(t)$ چند ولت است؟ (مهندسی ابزاردقیق ـ سراسری ۹۰)

$(R_1 = R_2 = 100\Omega\ ،\ L = 1H\ ،\ C = 10^{-4}F\ ،\ V_S(t) = 100\cos 100t(v)\ ،\ \tan^{-1}\frac{1}{2} = 26/6^\circ\ ،\ \sqrt{5} = 2/236)$.

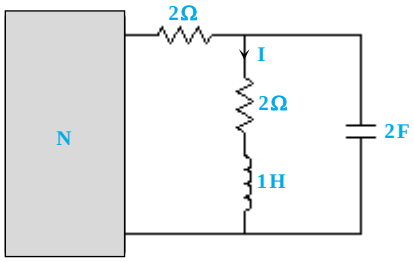


۱) $63/2\cos(100t - 18/4^\circ)$
۲) $63/2\cos(100t + 71/6^\circ)$
۳) $70/7\cos(100t - 71/6^\circ)$
۴) $70/7\cos(100t + 18/4^\circ)$

www.modaresanesharif.ac.ir

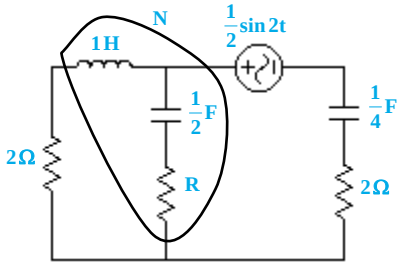
www.modaresanesharif.ac.ir

۵۱ـ اگر در مدار زیر $I = \sin t$ باشد، توان متوسط N چند وات است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۹۳)



۱) -۹/۵
۲) -۸/۷۵
۳) -۹
۴) ۹

۵۲ـ به ازای چه مقداری از R توان متوسط N در حالت دائمی سینوسی، ماکزیمم است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۹۳)



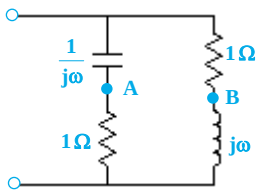
۱) $2\sqrt{2}$
۲) ۲
۳) $\sqrt{2}$
۴) ۱

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

پاسخنامه تست‌های طبقه‌بندی شده کنکوری فصل چهارم

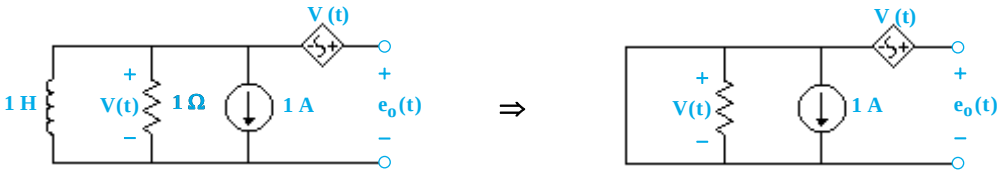
۱ـ گزینه «۳» با توجه به شکل مقابل دیده می‌شود که به ازای هر مقدار ω، شرط تعادل پل وتستون برقرار است:



$$\frac{1}{j\omega}\times j\omega = 1\times 1 \Rightarrow 1=1$$

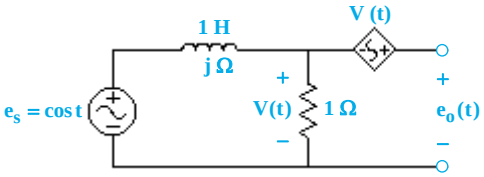
با برقراری پل وتستون، ولتاژ V_{AB} برابر صفر بوده و مستقل از فرکانس است؛ بنابراین گزینه (۳) پاسخ این تست می‌باشد.

۲ـ گزینه «۴» برای به دست آوردن $e_o(t)$ از قانون جمع آثار استفاده می‌شود. حال یک بار اثر منبع جریان ۱A و بار دیگر اثر منبع ولتاژ سینوسی را بررسی می‌کنیم. ابتدا اثر منبع جریان ۱A بررسی می‌شود، لذا منبع ولتاژ سینوسی اتصال کوتاه می‌شود.



$$e_o(t) = 2V(t) = 0$$

لازم به ذکر است که در مدار بالا با توجه به حالت DC منبع جریان ۱A، سلف اتصال کوتاه شده و $V(t)$ و $e_o(t)$ صفر می‌شوند. حال به بررسی اثر منبع ولتاژ سینوسی همراه با مدار باز کردن منبع جریان ۱A می‌پردازیم. حال با تقسیم ولتاژ داریم:



$$V(t) = 1\angle 0 \times \frac{1}{1+j} = \frac{\sqrt{2}}{2}\angle -45^\circ$$

$$\Rightarrow e_o(t) = 2V(t) = \sqrt{2}\angle -45^\circ = \sqrt{2}\cos(t-45^\circ)$$

با توجه به صفر بودن $e_o(t)$ در اثر منبع جریان ۱A، خروجی مدار فقط در اثر منبع e_s خواهد بود.

۳ـ گزینه «۳» برای حل مدار، ابتدا Z_a را به صورت $N+Mj$ فرض می‌کنیم. در حالت دوم، Z_a با امپدانس خازن مذکور به صورت سری خواهد شد، لذا Z_b را به صورت $Z_b = Z_a + \frac{1}{jC\omega}$ تعریف می‌کنیم.

$$Z_a = N+jM \Rightarrow |Z_a| = \sqrt{N^2+M^2} = 100\Omega \quad (1)$$

$$Z_b = N+jM+\frac{1}{jC\omega} = N+jM-j100 \Rightarrow |Z_b| = \sqrt{N^2+(M-100)^2} = 50\Omega \quad (2)$$

با توجه به معادلات (۱) و (۲) داریم:

$$\begin{cases} N^2+M^2 = 10000 \\ N^2+(M-100)^2 = 2500 \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} M = 87/5 \\ N = 48/41 \end{matrix} \Rightarrow Z_a = N+jM = (48/4+j87/5)\Omega \Rightarrow \mathbf{Z_a = 100\angle 61^\circ\ (\Omega)}$$

۴ـ گزینه «۳» **روش اول:** ابتدا $V_o(t)$ را به صورت پارامتری و برای یک ورودی مجهول با فرکانس ω به دست می‌آوریم و سپس در هر حالت مقادیر e_s و ω را جایگزین می‌کنیم. حال با اعمال قانون تقسیم ولتاژ داریم:

$$V_o(t) = e_s \times \frac{\frac{1}{j\omega}}{\frac{1}{j\omega}+1} = \frac{-j.e_s}{-j+\omega} \Rightarrow |V_o| = \frac{|e_s|}{\sqrt{1+\omega^2}}$$

حال به جای $e_s(t)$ منابع ولتاژ ورودی را با ω مربوطه به ترتیب قرار می‌دهیم.

$$e_s(t) = 4\cos\frac{t}{2} \Rightarrow |V_{o_1}| = \frac{4}{\sqrt{1+(\frac{1}{2})^2}} = 3/57v \quad \text{و} \quad e_s(t) = -\frac{4}{3}\cos\frac{3}{2}t \Rightarrow |V_{o_2}| = \frac{\frac{4}{3}}{\sqrt{1+(\frac{3}{2})^2}} = 0/73v$$

$$e_s(t) = \frac{4}{5}\cos\frac{5}{2}t \Rightarrow |V_{o_3}| = \frac{\frac{4}{5}}{\sqrt{1+(\frac{5}{2})^2}} = 0/29v \quad \text{و} \quad V_o(rms) = \sqrt{V_{o_1}(rms)^2 + V_{o_2}(rms)^2 + V_{o_3}(rms)^2}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

با تقسیم V_o بر $\sqrt{۲}$، مقادیر rms آنها را در فرمول قرار می‌دهیم:

$$\Rightarrow V_o(rms)=\sqrt{(\frac{|V_{o_۱}|}{\sqrt{۲}})^۲+(\frac{|V_{o_۲}|}{\sqrt{۲}})^۲+(\frac{|V_{o_۳}|}{\sqrt{۲}})^۲}$$

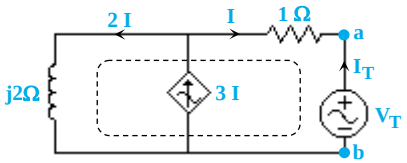
$$\Rightarrow V_o(rms)=\sqrt{(\frac{۳/۵۷}{\sqrt{۲}})^۲+(\frac{۰/۷۳}{\sqrt{۲}})^۲+(\frac{۰/۲۹}{\sqrt{۲}})^۲} \Rightarrow \mathbf{V_o(rms)=۲/۵۸۳\ v}$$

روش دوم: دیدیم که $|V_o|=\frac{e_s}{\sqrt{۱+\omega^۲}}$؛ فرکانس‌های ورودی هم $\frac{۵}{۲}$، $\frac{۳}{۲}$ و $\frac{۱}{۲}$ هستند. با توجه به رابطه‌ی $|V_o|$، با افزایش فرکانس $|V_o|$ کاهش زیادی می‌یابد. با توجه به فاصله‌ی معقول بین اعداد گزینه‌ها (و نیز این که دامنه‌ی ورودی به ازای افزایش فرکانس، کم می‌شود) می‌توان نتیجه گرفت که کوچکترین فرکانس، بیشترین تأثیر را در دامنه‌ی خروجی دارد و گزینه‌ی جواب به آن نزدیک است. $\omega=\frac{۱}{۲} \Rightarrow |V_o|=۳/۵۷ \Rightarrow V_{o_{rms}}=۲/۵۳$

۵ـ گزینه «۴» برای بدست آوردن Z_L در حالت جذب حداکثر توان، باید Z_{th}^* از دو سر بار محاسبه شود. بنابراین منبع مستقل ولتاژ اتصال کوتاه می‌شود.

$$I_T=-I \quad (۱)$$

با نوشتن KVL در حلقه مدار داریم:



$$V_T=-I\times۱+۲I\times j۲=I(-۱+j۴) \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} V_T=-I_T(-۱+j۴)=I_T(۱-j۴)$$

$$\Rightarrow Z_{th}=\frac{V_T}{I_T}=(۱-j۴)\Omega \Rightarrow \mathbf{Z_L=Z_{th}^*=(1+j4)\ \Omega}$$

راه‌حل ساده‌تر برای محاسبه‌ی Z_{th}:

معادل منبع وابسته

$$\Rightarrow Z=\frac{-j۴I}{۳I}=-j\frac{۴}{۳} \Rightarrow Z_{th}=۱+j۲\,||\,-j\frac{۴}{۳}=۱+\frac{j۲}{-\frac{۱}{۲}}=۱-j۴ \Rightarrow Z_L=Z_{th}^*=۱+j۴$$

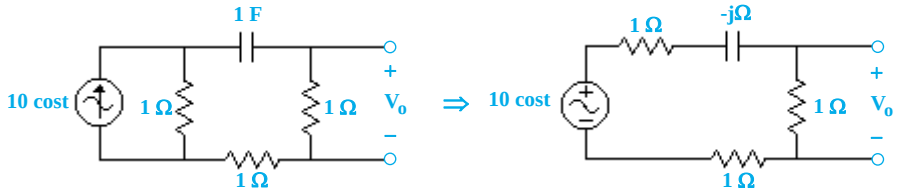
۶ـ گزینه «۲» با توجه به برابری فرکانس در دو موج از موج‌های موجود در $f(t)$، با استفاده از قانون زیر آنها را ترکیب می‌کنیم:

$$A\cos(\omega t+\phi_۱)+B\cos(\omega t+\phi_۲)=\sqrt{A^۲+B^۲}\cos(\omega t+\phi) \Rightarrow ۲\cos(۲t+۳۰^\circ)+۴\cos(۲t+۶۰^\circ)=۴/۴۷\cos(۲t+\phi)$$

با بازنویسی $f(t)$ داریم:

$$\Rightarrow f(t)=۳\cos(t+۴۵^\circ)+۴/۴۷\cos(۲t+\phi) \Rightarrow rms[f(t)]=\sqrt{rms(f_۱(t))^۲+rms(f_۲(t))^۲} \Rightarrow rms[f(t)]=\sqrt{(\frac{۳}{\sqrt{۲}})^۲+(\frac{۴/۴۷}{\sqrt{۲}})^۲}=\mathbf{۳/۸}$$

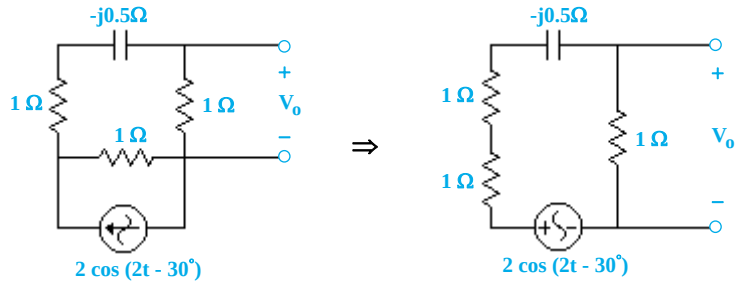
۷ـ گزینه «۴» با توجه به عدم برابری فرکانس در منابع، ناچار به استفاده از قانون جمع آثار هستیم. لذا ابتدا اثر منبع جریان با فرکانس $\omega=۱$ را بررسی و سپس منبع جریان دیگر را در مدار وارد می‌کنیم. حال داریم:



با استفاده از قانون تقسیم ولتاژ داریم:

$$V_o=\frac{۱۰\times۱}{۳-j}=۳/۱۶\angle۱۸/۴^\circ\ (v)$$

حال اثر منبع جریان دیگر بررسی می‌شود. با استفاده از تبدیل منابع داریم:



$$\Rightarrow V_o=\frac{۲\angle-۳۰^\circ}{۳-j\frac{۱}{۲}}=۰/۶۶\angle-۲۰/۵^\circ\ (v)$$

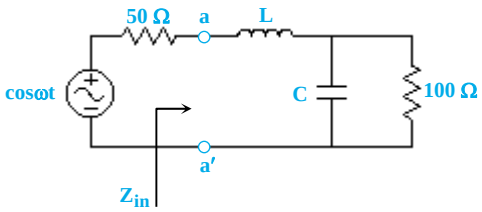
www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

حال مقدار V_o در اثر دو منبع جریان به صورت روبرو است: $V_o = ۳/۱۶\cos(t+۱۸/۴^\circ) + ۰/۶۶\cos(۲t-۲۰/۵^\circ)$

لازم به ذکر است که با توجه به متفاوت بودن قسمت دوم هر چهار گزینه فقط کافی بود که اثر منبع $۲\cos(۲t-۳۰^\circ)$ بررسی شود و نیازی به بررسی اثر $۱۰\cos t$ نبود.

۸ـ گزینه «۱» برای انتقال توان حداکثر باید امپدانس دیده شده از نقاط (a, a') در سمت چپ و راست مدار برابر شود، لذا باید امپدانس دیده شده از سمت راست به صورت اهمی و برابر مقاومت ۵۰Ω باشد.



$$Z_{in} = jL\omega + (۱۰۰ \| \frac{۱}{jC\omega}) = jL\omega + \frac{\frac{۱۰۰}{jC\omega}}{۱۰۰ + \frac{۱}{jC\omega}} = jL\omega + \frac{۱}{۰/۰۱ + jC\omega}$$

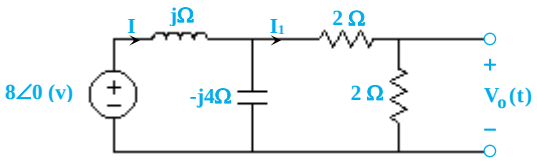
$$Z_{in} = jL\omega + \frac{۰/۰۱ - j\omega C}{(۰/۰۱)^۲ + \omega^۲C^۲}$$

$$\Rightarrow \quad Z_{in} = \frac{۰/۰۱}{(۰/۰۱)^۲ + C^۲\omega^۲} + j(L\omega - \frac{\omega C}{(۰/۰۱)^۲ + \omega^۲C^۲})$$

با توجه به اینکه Z_{in} باید به صورت اهمی باشد، لذا قسمت موهومی آن را مساوی صفر قرار می‌دهیم:

$$\begin{cases} \frac{۰/۰۱}{(۰/۰۱)^۲ + C^۲\omega^۲} = ۵۰ \quad \Rightarrow \quad \mathbf{C\omega = ۰/۰۱} \\ L\omega - \frac{C\omega}{(۰/۰۱)^۲ + \omega^۲C^۲} = ۰ \quad \Rightarrow \quad \mathbf{L\omega = ۵۰} \end{cases}$$

۹ـ گزینه «۴» با توجه به عدم برابری فرکانس‌های منابع مدار، از قانون جمع آثار استفاده می‌شود. ابتدا اثر منبع ولتاژ در $V_o(t)$ با باز کردن منبع جریان بررسی می‌شود.



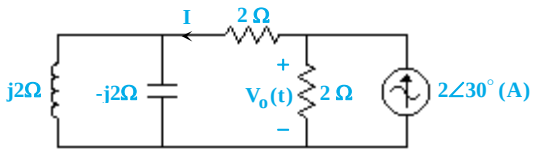
$$I = \frac{۸\angle ۰}{j+۴ \| (-j۴)} = \frac{۸\angle ۰}{j+۲-j۲} = \frac{۸}{۲-j} = (۳/۲ + j۱/۶)\,A$$

$$V_o = ۲I_۱ = ۲ \times I \times \frac{-j۴}{۴-j۴} = ۲(۳/۲ + j۱/۶) \times \frac{-j۴}{۴-j۴}$$

$$\Rightarrow \quad V_o = ۵\angle -۱۸/۴^\circ (v) \quad \Rightarrow \quad V_o(t) = ۵\cos(t - ۱۸/۴۳^\circ)$$

حال اثر منبع جریان با اتصال کوتاه شدن منبع ولتاژ بررسی می‌شود.

با توجه به اتصال موازی $j۲$ و $-j۲$، سمت چپ مدار به صورت مدار باز خواهد بود.



$$I = ۰ \quad \Rightarrow \quad V_o = ۲ \times ۲\angle ۳۰ (v) \quad \Rightarrow \quad V_o(t) = ۴\cos(۲t + ۳۰^\circ)$$

با توجه به نتایج به دست آمده در مراحل فوق داریم:

$$V_o(t) = ۵\cos(t - ۱۸/۴۳^\circ) + ۴\cos(۲t + ۳۰^\circ)$$

۱۰ـ گزینه «۳» برای بدست آوردن توان جذبی حداکثر توسط R، از فرمول $P(max) = (I_{rms})^۲ \times R$ استفاده می‌شود، زمانی که مقدار R برابر با R_{th} مدار باشد.

$$۲V - ۳I - ۱ + ۳\cos t = ۰ \quad \Rightarrow \quad V = \frac{۳}{۲}I + \frac{۱}{۲} - \frac{۳}{۲}\cos t$$

با توجه به رابطه $V = R_{th}.I + V_{th}$ داریم:

$$R_{th} = \frac{۳}{۲}\Omega \ , \quad V_{th} = \frac{۱}{۲} - \frac{۳}{۲}\cos t$$

حال مقادیر V_S و I_S را در V_{th} وارد کرده و V_{th} را برحسب آن‌ها مرتب می‌کنیم.

$$\begin{cases} I_S = ۲A \\ V_S = ۲\cos t \end{cases} \quad \Rightarrow \quad V_{th} = \frac{۱}{۴}I_S - \frac{۳}{۴}V_S$$

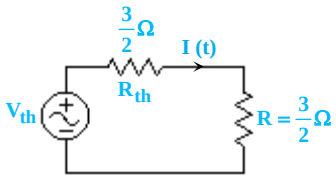
با جایگذاری I_S و V_S جدید به صورت زیر داریم:

$$\begin{cases} I_S = ۲\cos t \\ V_S = ۲v \end{cases} \quad \Rightarrow \quad V_{th} = \frac{۱}{۲}\cos t - \frac{۳}{۲}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

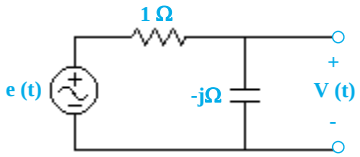
بنابراین مدار به صورت زیر خواهد شد.



$$P_{max}=(I_{rms})^{2}.R \quad \text{و} \quad I(t)=\frac{V_{th}}{R+R_{th}}=\frac{\frac{1}{2}\cos t-\frac{3}{2}}{\frac{3}{2}+\frac{3}{2}}$$

$$\Rightarrow \quad I(t)=\frac{1}{6}\cos t-\frac{1}{2} \quad , \quad I_{rms}=\sqrt{(\frac{1}{6\sqrt{2}})^{2}+(\frac{1}{2})^{2}}=0/51A \quad \Rightarrow \quad P_{max}=(I_{rms})^{2}.R=(0/51)^{2}\times\frac{3}{2}=0/39=\frac{19}{48}w$$

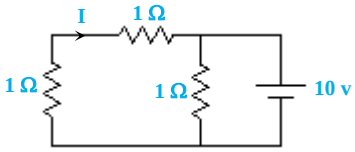
۱۱ـ گزینه «۲» با استفاده از قانون تقسیم ولتاژ داریم:



$$e=V\times(1+\frac{1}{-j})=2\angle-30^{\circ}\times[1+j]=2\angle-30^{\circ}\times\sqrt{2}\angle45^{\circ}\ (v)$$

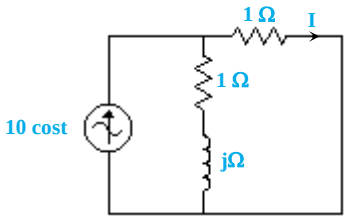
$$\Rightarrow \quad e(t)=2\sqrt{2}\angle15^{\circ}\ (v)=\mathbf{2/82\cos(0/5t+15^{\circ})}$$

۱۲ـ گزینه «۳» با اعمال قضیه جمع آثار ابتدا فقط اثر منبع ولتاژ ۱۰ ولت DC را بررسی می‌کنیم. در این حالت سلف اتصال کوتاه است.



$$I=\frac{-10}{2}=-5A$$

سپس I را در اثر منبع جریان متناوب حساب می‌کنیم. در این حالت منبع ولتاژ DC اتصال کوتاه است.



$$I=10\times\frac{1+j}{2+j}=6/32\angle18/4^{\circ}\ (A)$$

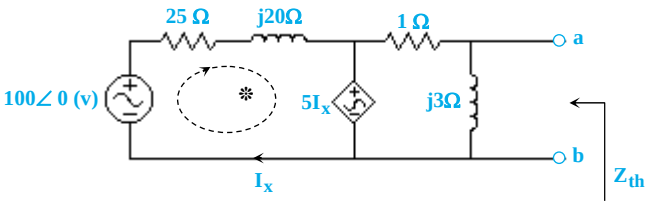
با جمع آثار بدست آمده در مراحل بالا داریم:

$$\mathbf{I(t)=-5+6/32\cos(t+18/4^{\circ})}$$

۱۳ـ گزینه «۱» در مدار RLC سری پهنای باند از فرمول مقابل محاسبه می‌شود.

$$BW=\frac{R}{L}(\frac{rad}{sec}) \quad \Rightarrow \quad BW=\frac{40\Omega}{40mH}=1000=1(\frac{k\,rad}{sec})$$

۱۴ـ گزینه «۲» برای انتقال توان حداکثر باید Z_L برابر Z_{th}^{*} شود. حال برای بدست آوردن Z_{th} از تقسیم V_{th} بر I_N استفاده می‌شود.



$$Z_{th}=\frac{V_{th}}{I_N}$$

ابتدا به محاسبه V_{th} می‌پردازیم. با نوشتن KVL در حلقه (*) داریم:

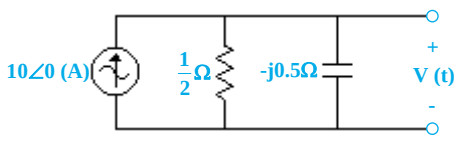
$$KVL(*):\ -100+25I_x+j20I_x+5I_x=0 \quad \Rightarrow \quad I_x=\frac{100}{25+5+j20}=(2/3-j1/53)\,A$$

با استفاده از تقسیم ولتاژ داریم:

$$V_{ab}=V_{th}=5I_x.\frac{j3}{1+j3}=(12/7-j3/46)v$$

$$I_N\ (\text{جریان نورتن})=\frac{5I_x}{1}=(11/53-7/7j)\,A \quad \Rightarrow \quad Z_{th}=\frac{V_{th}}{I_N}=\frac{12/7-j3/46}{11/53-j7/7}=(0/9+j0/3)\Omega \quad \Rightarrow \quad \mathbf{Z_{th}^{*}=(0/9-j0/3)\Omega}$$

۱۵ـ گزینه «۴» **روش اول:** با توجه به تفاوت گزینه‌ها در قسمت ماندگار $V(t)$، فقط لازم است که مقدار حالت ماندگار $V(t)$ محاسبه شود.



$$V(t)=10\times(\frac{1}{2}\,||\,(-j0/5))=10\times[\frac{1}{4}-j\frac{1}{4}]=(2/5-j2/5)\,v$$

$$\Rightarrow \quad V(t)=2/5\sqrt{2}\angle-45^{\circ}=2/5\sqrt{2}\cos(2t-45^{\circ})$$

روش دوم: با توجه به اینکه $V(0)=0$ است، لذا گزینه‌ای صحیح است که در $t=0$ دارای $V=0$ باشد. با چک کردن گزینه‌ها دیده می‌شود که گزینه‌های (۱) و (۲) و (۳) در $t=0$ عدد غیرصفر بوده و فقط گزینه (۴) در $t=0$ مقدار صفر دارد، لذا گزینه (۴) صحیح است.

---

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۱۶ـ گزینه «۴» ابتدا رابطه فرکانس رزونانس را می‌نویسیم و در ادامه با محاسبه L از روی پهنای باند و جایگذاری آن در رابطه فرکانس رزونانس مقدار C را محاسبه می‌کنیم:

$$f_r = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow ۵۰۰۰۰ = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{LC}}$$

$$BW = ۵۰۰ = \frac{R}{۲\pi L} \Rightarrow ۵۰۰ = \frac{۵۰}{۲\pi L} \Rightarrow L = ۰/۰۱۵۹H$$

$$L = ۱۵/۹\ mH \quad و \quad ۵۰۰۰۰ = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{۰/۰۱۵ \times C}} \Rightarrow \mathbf{C = ۰/۰۰۰۶۴\mu F}$$

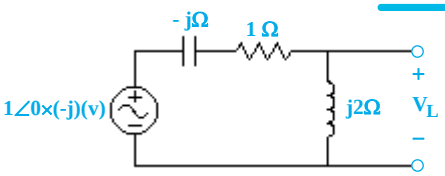
۱۷ـ گزینه «۱» با توجه به اینکه بار از نوع مقاومتی است، برای انتقال توان حداکثر به آن باید $R_L = |Z_{th}|$ شود؛ بنابراین: $R_L = |۳+j۴| = ۵\Omega$

۱۸ـ گزینه «۱» با اعمال تقسیم ولتاژ داریم:

$$V = V_A - V_B \Rightarrow V = \frac{\frac{۱}{C\omega j}}{\frac{۱}{C\omega j}+L\omega j} - \frac{L\omega j}{\frac{۱}{C\omega j}+L\omega j} = \frac{\frac{۱}{C\omega j} - L\omega j}{L\omega j + \frac{۱}{C\omega j}} \Rightarrow \mathbf{V = \frac{۱+LC\omega^۲}{۱-LC\omega^۲}}$$

عددی حقیقی است و فازش صفر است $\Rightarrow$

۱۹ـ گزینه «۴» با اعمال تبدیل منابع و تقسیم ولتاژ داریم:



$$V_L = \frac{-j \times j۲}{۱+j۲-j} = \frac{۲}{۱+j} = \frac{۲}{\sqrt{۲}\angle ۴۵^\circ} = \sqrt{۲}\angle -۴۵^\circ\ (v)$$

۲۰ـ گزینه «۴» در مدار RC سری ضریب کیفیت به صورت روبرو است: $Q = \frac{X_C}{R} = \frac{۱}{C_s\omega r_s}$

بدون توجه به رابطه فوق نیز می‌توان ضریب کیفیت را براساس رابطه ذکر شده در متن سؤال محاسبه کرد:

ماکزیمم انرژی ذخیره شده $= \frac{۱}{۲}C_s V_{C,max}^۲$ ($V_{C,max}$: ولتاژ پیک خازن)

$$V_{C,max} = \left|\frac{\frac{۱}{j\omega C_s}}{\frac{۱}{j\omega C_s}+r_s} \times V_{in}\right| = \frac{۱}{\omega C_s} \times \frac{|V_{in}|}{\left|\frac{۱}{j\omega C_s}+r_s\right|}$$

توان متوسط تلف شده $= \frac{۱}{۲}r_s i_m^۲$ (i_m : جریان پیک مدار) و $i_m = \left|\frac{V_{in}}{\frac{۱}{j\omega C_s}+r_s}\right| = \frac{|V_{in}|}{\left|\frac{۱}{j\omega C_s}+r_s\right|}$

$$Q = \omega \times \frac{\text{ماکزیمم انرژی ذخیره شده}}{\text{توان متوسط تلف شده}} = \omega \times \frac{\frac{۱}{۲}C_s \times \left(\frac{۱}{\omega C_s} \times \frac{|V_{in}|}{\left|\frac{۱}{j\omega c_s}+r_s\right|}\right)^۲}{\frac{۱}{۲}r_s \times \left(\frac{|V_{in}|}{\frac{۱}{j\omega C_s}+r_s}\right)^۲} = \omega \times \frac{c_s \times \frac{۱}{\omega^۲ C_s^۲}}{r_s} = \frac{۱}{r_s C_s \omega}$$

۲۱ـ گزینه «۴» ابتدا از رابطه پهنای باند مقدار R را محاسبه و سپس روابط Q در RLC سری و موازی را مساوی قرار می‌دهیم:

$$BW\ (\text{موازی RLC}) = \frac{۱}{RC} = ۱ \Rightarrow \frac{۱}{R \times \frac{۱}{۲}} = ۱ \Rightarrow R = ۲\Omega \Rightarrow R = R' = ۲\Omega \quad و \quad Q\ (\text{سری RLC}) = \frac{۱}{R'}\sqrt{\frac{L'}{C'}}$$

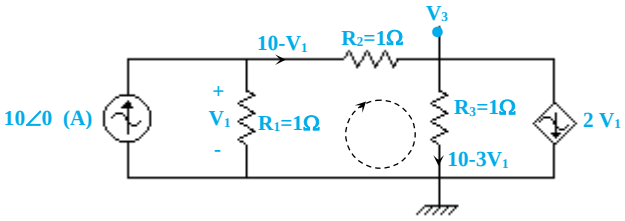
$$Q\ (\text{موازی RLC}) = R\sqrt{\frac{C}{L}} \quad و \quad Q\ (\text{سری RLC}) = Q\ (\text{موازی RLC})$$

$$\Rightarrow R\sqrt{\frac{C}{L}} = \frac{۱}{R'}\sqrt{\frac{L'}{C'}} \Rightarrow ۲\sqrt{\frac{\frac{۱}{۲}}{۲}} = \frac{۱}{۲}\sqrt{\frac{۱}{C'}} \Rightarrow \mathbf{C' = \frac{۱}{۴}F}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۲۲ـ گزینه «۳» با نوشتن KVL در مسیر مشخص شده داریم: (با فرض سینوس به عنوان مرجع)



$$-V_1+10-V_1+10-3V_1=0 \Rightarrow V_1=4v$$

$$V_3=1\times(10-3V_1)=10-3\times4=-2v \Rightarrow \mathbf{V_3=-2\sin 4t}$$

۲۳ـ گزینه «۴»

$$X_L=\frac{V_L\,(rms)}{I_{rms}}=\frac{100}{4}=25\Omega \Rightarrow L.\omega=25 \Rightarrow L\times200=25 \Rightarrow \mathbf{L=0/125H}$$

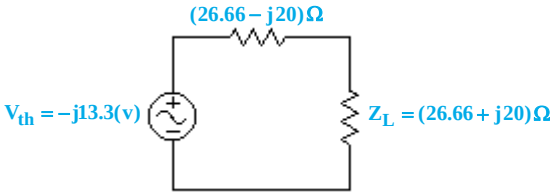
با نگاه به گزینه‌ها فقط گزینه (۴) شامل $L=0/125H$ است.

۲۴ـ گزینه «۱» برای انتقال توان حداکثر باید رابطه زیر برقرار باشد.

$Z_L=Z_{th}^{*}$ (از دو سر آن)

$$Z_{th}=-j20\,\|\,(15+j20)=(26/66-j20)\Omega \Rightarrow Z_L=(26/66+j20)\Omega$$

$$V_{th}=V_{oc}=10\times\frac{-j20}{15+j20-j20}=-j13/33\,(v)$$

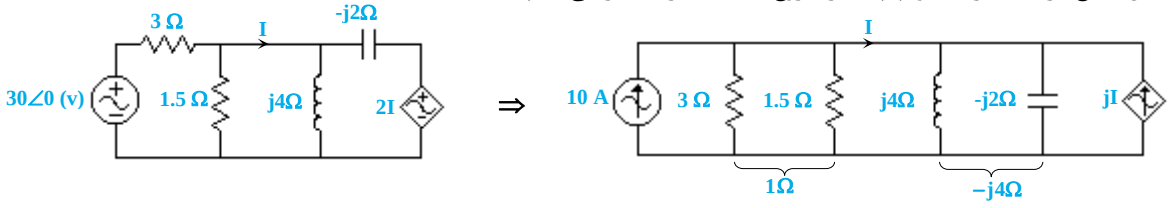


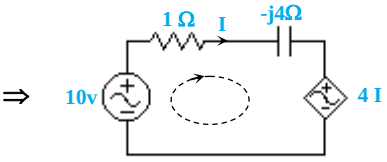
$$P(max)=\frac{|V_{th}^2|}{4\,Re(Z_{th})}=\frac{13/3^2}{4\times26/6} \Rightarrow \mathbf{P(max)=1/63w}$$

(با فرض این که منبع ولتاژ داده شده، مقدارش بر حسب مقدار مؤثر باشد نه مقدار ماکزیمم)

لازم به ذکر است که با توجه به تفاوت گزینه‌ها در مقدار Z_L، محاسبه Z_L برای مشخص شدن جواب کافی بود.

۲۵ـ گزینه «۲» با تبدیل منابع در سمت راست و چپ مدار شروع به ساده‌سازی مدار می‌کنیم.





با نوشتن KVL در حلقه مدار داریم:

$$-10+I(1-j4)+4I=0 \Rightarrow I=\frac{10}{5-j4}=1/5\angle38/6^{\circ}(A)$$

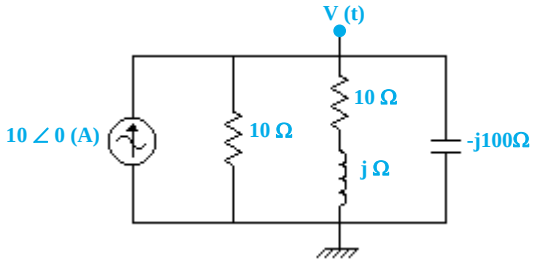
$$\Rightarrow \mathbf{I(t)\cong1/5\cos(1000t+39^{\circ})}$$

۲۶ـ گزینه «۲» با توجه به اینکه زاویه امپدانس مثبت است، مدار از نوع RL می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه در $\omega=0$ مقدار $Z=0/02\Omega$ است، لذا مقدار $R=0/02\Omega$ می‌باشد.

$$Z|_{\omega=4000}=0/02\sqrt{2}\angle45^{\circ}=(0/02+j0/02)\Omega \Rightarrow X_L=L.\omega=0/02\Omega \Rightarrow L.4000=0/02 \Rightarrow \mathbf{L=5\mu H}$$

با توجه به اینکه Z به صورت $Z=a+jb$ است و همچنین به علت غیرصفر بودن امپدانس در $\omega=0$، مدار فقط RL سری می‌تواند باشد زیرا در RL موازی در $\omega=0$، مقدار امپدانس صفر است. (به علت اتصال کوتاه شدن سلف در $\omega=0$)

۲۷ـ هیچکدام از گزینه‌ها صحیح نیست.



$$V(t)=10\angle0\times[10\,\|\,(-j100)\|\,(10+j)] \Rightarrow \mathbf{V(t)=50\angle-0/04^{\circ}\,(v)}$$

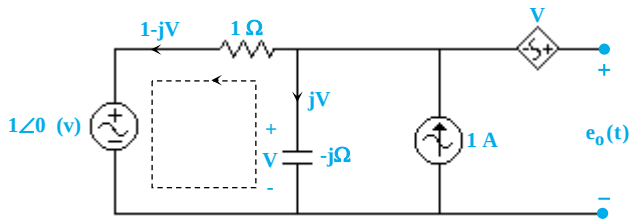
www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۲۸ـ گزینه «۱»

$$P = I_{rms}^{۲} \times ۴ = ۴ \times [\sqrt{(\frac{۲}{\sqrt{۲}})^{۲} + (\frac{۳}{\sqrt{۲}})^{۲}}\,]^{۲} \Rightarrow \mathbf{P = ۲۶w}$$

۲۹ـ گزینه «۳» برای به دست آوردن $e_o(t)$ در حلقه سمت چپ KVL می‌زنیم.

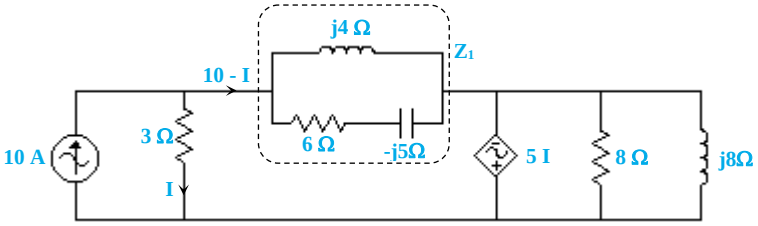


$$-V + ۱ - jV + ۱ = ۰ \Rightarrow V = \frac{۲}{۱ + j} = \sqrt{۲}\angle -۴۵^{\circ}\,(v)$$

$$e_o(t) = ۲V = ۲\sqrt{۲}\angle -۴۵^{\circ} = \mathbf{۲\sqrt{۲}\cos(t - ۴۵^{\circ})}$$

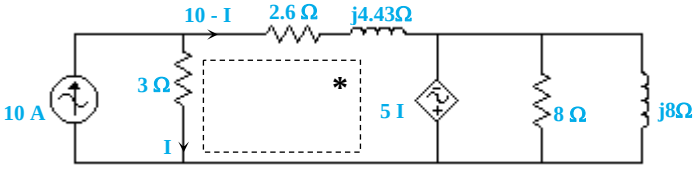
۳۰ـ هیچکدام از گزینه‌ها صحیح نیست.

ابتدا امپدانس قسمت $z_۱$ را محاسبه می‌کنیم.



$$Z_۱ = (j۴) \,\|\, (۶ - j۵) = ۲/۶ + j۴/۴۳\,(\Omega)$$

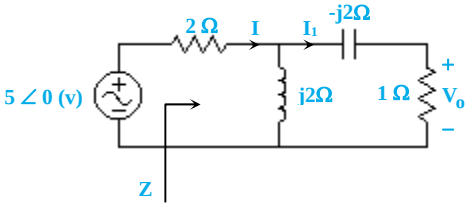
با جایگذاری $Z_۱$ در مدار، در حلقه (*) KVL می‌زنیم:



$$-۳I + (۱۰ - I)(۲/۶ + j۴/۴۳) - ۵I = ۰$$

$$\Rightarrow \mathbf{I = \frac{۲۶ + j۴۴/۳}{۱۰/۶ + j۴/۴۳}(A)}$$

۳۱ـ گزینه «۳» ابتدا امپدانس Z و سپس مقدار I را محاسبه می‌کنیم و در ادامه با استفاده از قانون تقسیم جریان مقدار جریان $I_۱$ را بدست می‌آوریم:



$$Z = ۲ + (j۲) \,\|\, (۱ - j۲) = (۶ + j۲)\Omega \Rightarrow I = \frac{۵}{۶ + j۲}(A)$$

با تقسیم جریان داریم:

$$I_۱ = I \times \frac{j۲}{j۲ - j۲ + ۱} = I \times j۲ \Rightarrow I_۱ = \frac{۵}{۶ + j۲} \times j۲ = \frac{j۱۰}{۶ + j۲}(A)$$

$$V_o = I_۱ \times ۱ = \frac{j۱۰}{۶ + j۲} = ۰/۵ + j۱/۵ = ۱/۵۸\angle ۷۱/۵^{\circ}\,(v) \Rightarrow \mathbf{V_o = \frac{\sqrt{۱۰}}{۲}\sin(۴t + \tan^{-۱}۳)}$$

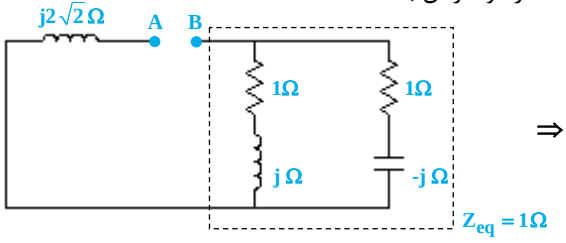
۳۲ـ گزینه «۲» ابتدا معادله V_L باید محاسبه شود:

$$V_L = L\frac{dI_L}{dt} = ۴ \times ۲ \times ۳\cos ۳t \Rightarrow V_L = ۲۴\cos ۳t$$

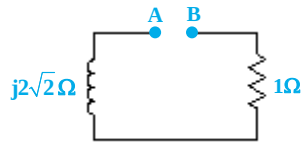
$$\text{توان لحظه‌ای} = P(t) = V(t).I(t) = \frac{۱}{۲}V_m I_m \cos(\theta_V - \theta_I) + \frac{۱}{۲}V_m I_m \cos(۲\omega t + \theta_V + \theta_I)$$

$$\Rightarrow P(t) = \frac{۱}{۲} \times ۲۴ \times ۲ \times \cos ۹۰^{\circ} + \frac{۱}{۲} \times ۲۴ \times ۲ \times \cos(۲ \times ۳t - ۹۰^{\circ}) \Rightarrow \mathbf{P(t) = ۲۴\sin ۶t}$$

۳۳ـ گزینه «۲» برای انتقال توان حداکثر، باید مقدار R برابر با اندازه امپدانس تونن دیده شده از دو سر آن باشد.



$\Rightarrow$



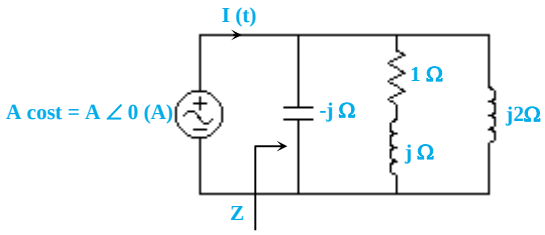
$$Z_{th} = (۱ + j۲\sqrt{۲})\Omega$$

$$R = |Z_{th}| = \sqrt{۱^{۲} + (۲\sqrt{۲})^{۲}} = ۳\Omega$$

www.modaresanesharif.ac.ir

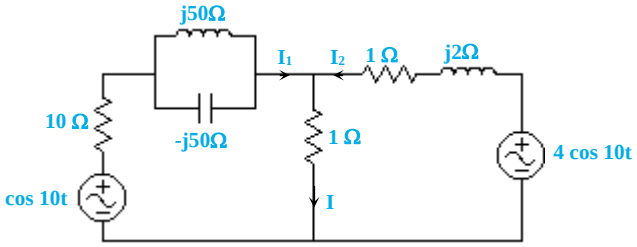
www.modaresanesharif.ac.ir

۳۴ـ گزینه «۳» با توجه به فرکانس منبع ولتاژ داریم:



$$Z = (-j) \,||\, (1+j) \,||\, (j2) = 2\Omega \quad \Rightarrow \quad I(t) = \frac{A\cos t}{2} = \frac{A}{2}\cos t$$

۳۵ـ گزینه «۳» با توجه به مدار باز بودن LC موازی در سمت چپ مدار داریم:

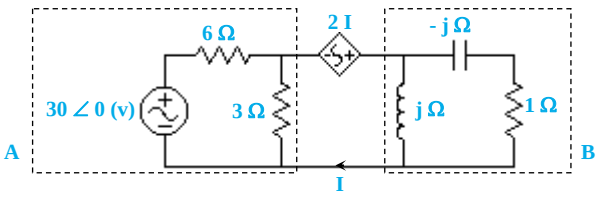


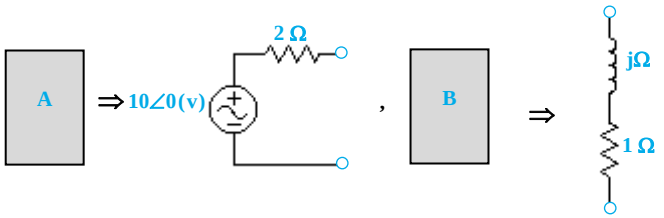
$$I = I_1 + I_2$$

$$I_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad I_2 = I = \frac{4}{1+1+j2} = \frac{4}{2+j2}(A)$$

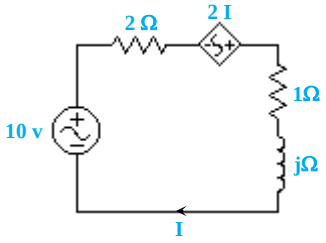
$$\Rightarrow \quad I = \frac{4}{2\sqrt{2}\angle 45^\circ} = \sqrt{2}\angle -45^\circ = \sqrt{2}\cos(10t - 45^\circ)$$

۳۶ـ گزینه «۲» با قرار دادن مقادیر X_C و X_L و ساده‌سازی و قرار دادن معادل تونن قسمت‌های A و B در مدار داریم:





حال در حلقه مدار KVL می‌زنیم.



$$-10 + 2I - 2I + (1+j)I = 0$$

$$\Rightarrow \quad I = \frac{10}{1+j} = 5\sqrt{2}\angle -45^\circ(A) = 5\sqrt{2}\sin(1000t - 45^\circ)$$

۳۷ـ گزینه «۲» برای انتقال توان حداکثر به شبکه N باید امپدانس معادل شبکه N را بدست آورده و مقدار موهومی آن را مساوی صفر و مقدار حقیقی آن را مساوی مقاومت منبع که عدد یک است، قرار می‌دهیم.

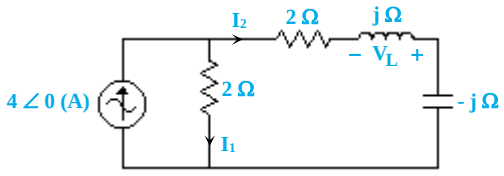
$$Z_n = j + (R+1) \,||\, (-2j) = j + \frac{(R+1)(-2j)}{1+R-2j} \quad \Rightarrow \quad Z_n = \frac{4(R+1)}{(R+1)^2+4} + j\left[1 - \frac{2(R+1)^2}{(R+1)^2+4}\right]$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{4(R+1)}{(R+1)^2+4} = 1 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{R = 1\Omega} \\ 1 - \dfrac{2(R+1)^2}{(R+1)^2+4} = 0 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{R = 1\Omega} \end{cases}$$

حال مقدار توان N را به دست می‌آوریم:

$$P_N = \frac{[V_{th}(rms)]^2}{4R_{th}} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{8} = \frac{(\frac{A}{\sqrt{2}})^2}{4\times 1} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{A = 1}$$

۳۸ـ گزینه «۱» با توجه به حذف امپدانس سلف و خازن توسط یکدیگر منبع جریان 4A به دو قسمت مساوی تقسیم می‌شود.



$$I_1 = I_2 = 2A \quad \Rightarrow \quad V_L = -jI_2 = -j2(v)$$

$$\Rightarrow \quad V_L = -2\cos(2t + 90^\circ) = +2\sin 2t$$

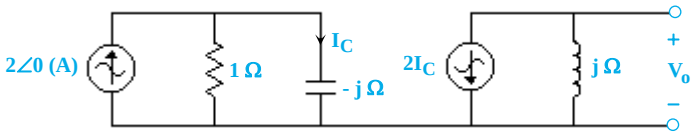
به عبارتی دیگر:

$$V_L = -j2 = 2\angle -90^\circ \quad \Rightarrow \quad V_L(t) = 2\cos(2t - 90) = 2\sin 2t$$

---

www.modaresanesharif.ac.ir

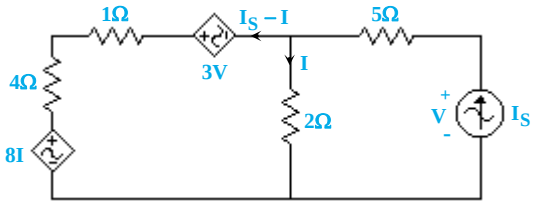
۳۹ـ گزینه «۱» با اعمال تقسیم جریان I_C داریم:



$$I_C = \frac{2\times 1}{1-j}(A) \quad , \quad V_o = -2I_C.j = \frac{-j2\times 2}{1-j} = \frac{4\angle -90^\circ}{\sqrt{2}\angle -45^\circ}$$

$$\Rightarrow \quad V_o = 2\sqrt{2}\angle -45^\circ = 2\sqrt{2}\cos(t-\frac{\pi}{4})$$

۴۰ـ گزینه «۲» برای بدست آوردن توان متوسط منبع ولتاژ وابسته، باید ولتاژ منبع وابسته را در جریان آن ضرب کنیم و از عبارت حاصله، مقدار متوسط بگیریم. برای ساده‌تر شدن مسأله، در سمت چپ مدار تبدیل منبع انجام می‌دهیم.



با نوشتن KVL در حلقه سمت راست داریم:

$$V = 5I_S + 2I$$

با نوشتن KVL در حلقه سمت چپ داریم:

$$-2I - 3V + 5(I_S - I) + 8I = 0 \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} V = 5I_S + 2I \\ I = 3V - 5I_S \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} V = I_S \\ I = -2I_S \end{cases}$$

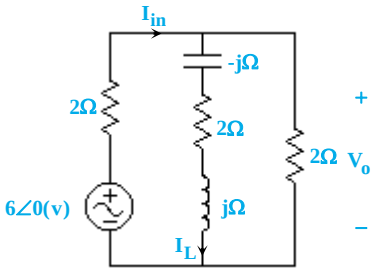
$$\text{توان لحظه‌ای منبع ولتاژ وابسته} = -3V \times (I_S - I) = -3I_S \times (I_S - (-2I_S)) = -9I_S^2$$

$$\text{توان متوسط منبع ولتاژ وابسته} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} -9I_S^2\, dt = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} -9(1+\frac{2}{3}\cos t)^2\, dt = -11\,w$$

راه‌حل ساده‌تر برای محاسبه‌ی انتگرال:

$$f_{rms}^2 = \frac{1}{T}\int_T f^2 dt \quad \Rightarrow \quad -9\frac{1}{T}\int_T I_S^2(t)dt = -9(I_S, rms)^2 = -9\times(\sqrt{1+(\frac{\frac{2}{3}}{\sqrt{2}})^2})^2 = -11\,w$$

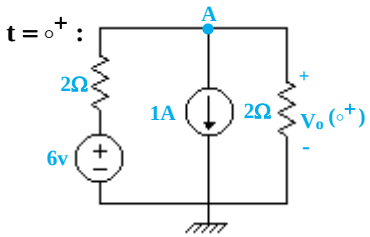
۴۱ـ گزینه «۳» ابتدا مدار را در زمان $t < 0$ به صورت حالت دائمی سینوسی تحلیل می‌کنیم و مقدار $I_L(0^-)$ را محاسبه می‌کنیم:



$$I_{in} = \frac{6\angle 0}{2+((-j+2+j)\,\|\,2)} = \frac{6}{3} = 2A \quad \Rightarrow \quad I_{in} = 2\angle 0 \quad \Rightarrow \quad I_L = \frac{1}{2}I_{in} = 1\angle 0(A)$$

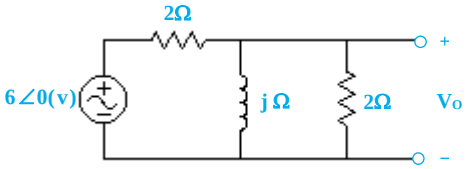
$$\Rightarrow I_L = \cos 2t \quad \Rightarrow I_L(0^-) = 1A$$

با توجه به اینکه مقدار جریان اولیه سلف بدست آمده است، مدار را در $t = 0^+$ تحلیل می‌کنیم. در این زمان، $6\cos 2t$ برابر ۶ ولت است. با نوشتن KCL در گره بالای مدار داریم:



$$\frac{V_o(0^+)}{2} + \frac{V_o(0^+)-6}{2} + 1 = 0 \quad \Rightarrow \quad V_o(0^+) = 2\,v$$

حال مدار را در حالت ماندگار تحلیل می‌کنیم. با استفاده از قانون تقسیم ولتاژ داریم:



$$V_o = 6\angle 0 \times \frac{2\,\|\,j}{2\,\|\,j+2} \Rightarrow V_o = \frac{6\times\frac{j2}{2+j}}{\frac{j2}{2+j}+2} = (1/5+1/5j)\,v$$

$$\Rightarrow V_o = 2/12\angle 45^\circ = 2/12\cos(2t+45^\circ)$$

حال پاسخ کامل مدار به صورت زیر است:

$$V_o = 2/12\cos(2t+45^\circ) + Ae^{-at}$$

$$V_o(0^+) = 2 = 2/12\cos 45 + A \Rightarrow 2 = 1/5 + A \Rightarrow A = \frac{1}{2} \Rightarrow \text{پاسخ حالت گذرا} = Ae^{-at} = \frac{1}{2}e^{-at}$$

با توجه به گزینه‌ها فقط گزینه (۳) صحیح است.

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۴۲ـ گزینه «۴» برای محاسبه فرکانس رزونانس مدار، لازم است که امپدانس معادل مدار را محاسبه کرده و قسمت موهومی آن را مساوی صفر قرار دهیم.

$$Z = ۴ + jX_L + [۱ \| -(jX_C)] \Rightarrow Z = ۴ + j۴\omega + [۱ \| \frac{-j}{\omega}] \Rightarrow Z = ۴ + j۴\omega + \frac{\frac{-j}{\omega}}{۱ - \frac{j}{\omega}} = ۴ + j۴\omega - \frac{j}{\omega - j}$$

$$\Rightarrow Z = ۴ + j۴\omega - [\frac{۱}{\omega^۲ + ۱} + j\frac{\omega}{\omega^۲ + ۱}] \Rightarrow Z = ۴ + j۴\omega - \frac{۱}{\omega^۲ + ۱} - j\frac{\omega}{۱ + \omega^۲}$$

$$Im(Z) = ۴\omega - \frac{\omega}{۱ + \omega^۲} \qquad Im(Z) = ۰ \Rightarrow ۴\omega - \frac{\omega}{۱ + \omega^۲} = ۰ \Rightarrow \frac{۱}{۱ + \omega^۲} = ۴ \Rightarrow \omega^۲ = \frac{۱}{۴} - ۱ \Rightarrow \omega = \sqrt{-\frac{۳}{۴}} \Rightarrow \omega = j\sqrt{\frac{۳}{۴}}$$

با توجه به اینکه فرکانس زاویه‌ای تشدید مدار به صورت موهومی بدست آمده است، می‌توان بدین نتیجه رسید که مدار دارای فرکانس زاویه‌ای تشدید نمی‌باشد.
(چون در حالت دائمی سینوسی با فرکانس‌های روی محور موهومی $j\omega$ سر و کار داریم و با فرم نمایش به صورت $j\omega$ ، واضح است که ω باید حقیقی باشد.)

۴۳ـ هیچکدام از گزینه‌ها صحیح نیست. با نوشتن KCL در گره شامل $V_۱$ داریم:

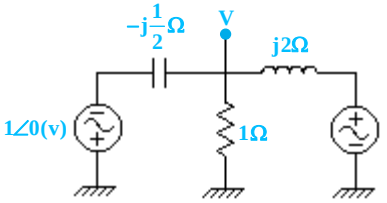
$$\frac{V_۱ - V_{S_۱}}{۲ + j۲} + \frac{V_۱}{-j۲} + \frac{V_۱}{\frac{۱}{۲}} + \frac{V_۱ - V_۲}{j۴} = ۰$$

با جایگذاری $V_۱$ و $V_۲$ از اطلاعات مسأله داریم:

$$\frac{۱۰ + j۲ - V_{S_۱}}{۲ + j۲} + \frac{۱۰ + j۲}{-j۲} + \frac{۱۰ + j۲}{\frac{۱}{۲}} + \frac{(۱۰ + j۲) - (۱۲ + j۱۲)}{j۴} = ۰ \Rightarrow \frac{۱۰ + j۲ - V_{S_۱}}{۲ + j۲} + (-۱ + j۵) + (۲۰ + j۴) + (-۲/۵ + j۰/۵) = ۰$$

$$\Rightarrow \frac{۱۰ + j۲ - V_{S_۱}}{۲ + j۲} = -۱۶/۵ - j۹/۵ \Rightarrow ۱۰ + j۲ - V_{S_۱} = -۱۴ - j۵۲ \Rightarrow \mathbf{V_{S_۱} = (۲۴ + j۵۴)v}$$

۴۴ـ هیچکدام از گزینه‌ها صحیح نیست.



برای محاسبه توان متوسط مصرفی مقاومت، ابتدا باید ولتاژ دو سر آن را بدست آوریم. حال با نوشتن KCL در گره بالای مدار داریم:

$$\frac{V - (-۱)}{-j\frac{۱}{۲}} + \frac{V}{۱} + \frac{V - ۱\angle -۹۰}{j۲} = ۰ \Rightarrow ۲jV + ۲j + V - j\frac{۱}{۲}V + \frac{۱}{۲} = ۰ \Rightarrow V = \frac{-\frac{۱}{۲} - j۲}{j۲ + ۱ - j\frac{۱}{۲}}$$

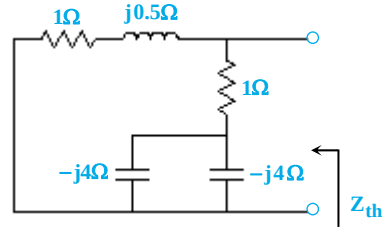
$$\Rightarrow V = ۱/۱۴\angle -۱۶۰/۳۴^\circ (v) \Rightarrow V(t) = ۱/۱۴\cos(۲t - ۱۶۰/۳۴^\circ) \quad , \quad \mathbf{P_{۱\Omega}} = \frac{(\frac{۱/۱۴}{\sqrt{۲}})^۲}{۱} = ۰/۶۴۹w$$

۴۵ـ گزینه «۴» ابتدا توان مختلط کل مدار را با جمع توان‌های مختلط بارها بدست می‌آوریم:

$$S_T = S_۱ + S_۲ = ۱۰۰\angle ۳۰^\circ (KVA) + ۱۰۰\angle -۳۰^\circ (KVA) \Rightarrow S_T = ۸۶/۶ + j۵۰ + ۸۶/۶ - j۵۰ = ۱۷۳/۲(KVA) = ۲۰۰\frac{\sqrt{۳}}{۲}KVA$$

$$|S_T| = V_{rms} I_{rms} \Rightarrow I_{rms} = \frac{|S_T|}{V_{rms}} = \frac{۲۰۰ \times \frac{\sqrt{۳}}{۲} \times ۱۰^۳}{۱۰۰} = ۱۰۰۰\sqrt{۳}A$$

۴۶ـ گزینه «۲» برای انتقال توان حداکثر به Z_x ، باید مقدار امپدانس تونن از دو سر Z_x برابر با مزدوج مختلط خود Z_x باشد.



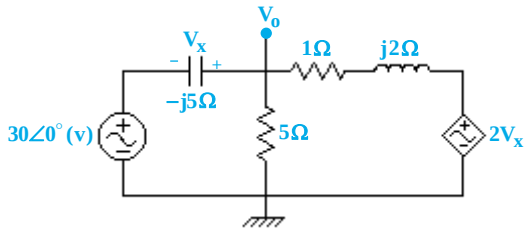
$$Z_{th} = [۱ + (-j۴) \| (-j۴)] \| [۱ + j۰/۵]$$

$$= (۱ - j۲) \| (۱ + j۰/۵) = \frac{(۱ - j۲)(۱ + ۰/۵j)}{۲ - j۱/۵} = \frac{۲ - j۱/۵}{۲ - j۱/۵} = ۱\Omega \Rightarrow Z_x = Z_{th}^* = ۱\Omega$$

---

www.modaresanesharif.ac.ir

۴۷ـ گزینه «۱» با نوشتن KCL در گره بالای مدار داریم:



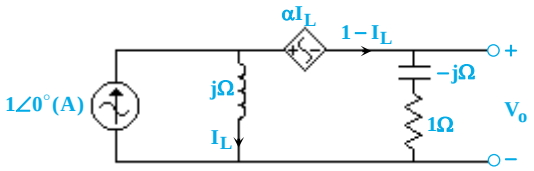
$$\frac{V_o}{5}+\frac{V_o-30}{-j5}+\frac{V_o-2V_x}{1+j2}=0 \quad , \quad V_x=V_o-30$$

$$\Rightarrow \frac{(-j)(1+j2)V_o+(V_o-30)(1+j2)+(-j5)(-V_o+60)}{(-j5)(1+j2)}=0$$

$$\Rightarrow V_o(-j+2+1+j2+j5)=30+j60+j300$$

$$\Rightarrow V_o=\frac{30+j360}{3+j6}=(50+j20)\,v$$

۴۸ـ گزینه «۳» با نوشتن KVL در حلقه سمت راست داریم:



$$-jI_L+\alpha I_L+(1-j)(1-I_L)=0 \Rightarrow I_L=\frac{j-1}{\alpha-1} \ , \ V_o=(1-I_L)(1-j)$$

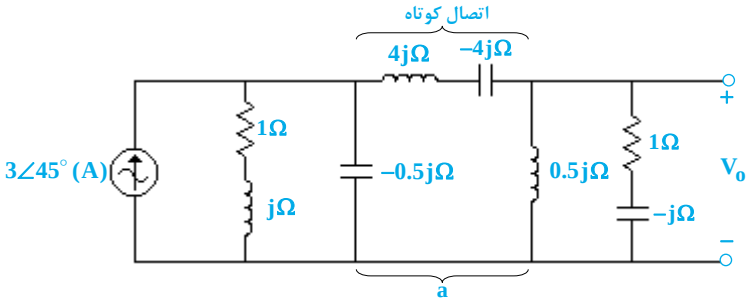
$$\Rightarrow V_o=(1-\frac{j-1}{\alpha-1})(1-j)$$

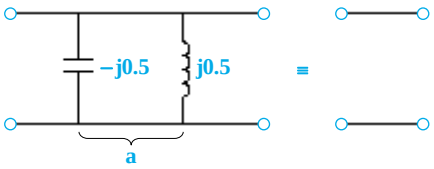
با توجه به اطلاعات مسأله $V_o=1\angle 0$ است؛ حال داریم:

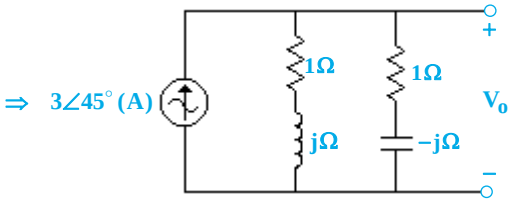
$$V_o=1\angle 0=(1-\frac{j-1}{\alpha-1})(1-j) \Rightarrow (\frac{\alpha-1-j+1}{\alpha-1})(1-j)=1 \Rightarrow (\alpha-j)(1-j)=\alpha-1$$

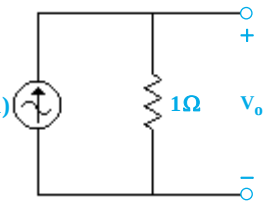
$$\Rightarrow \alpha-j\alpha-j-1=\alpha-1 \Rightarrow \alpha=-1$$

۴۹ـ گزینه «۴» با ترسیم مدار در فضای تحلیل حالت دائمی سینوسی و ساده‌سازی مدار داریم:



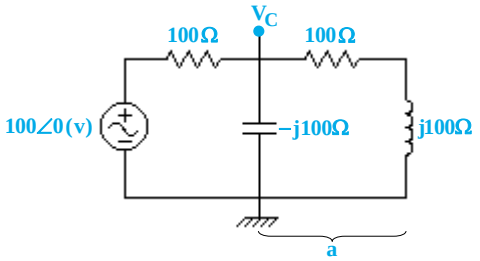




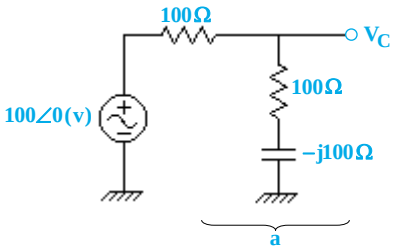


$$V_o=3\angle 45^\circ=3\cos(t+\frac{\pi}{4})$$

۵۰ـ گزینه «۱» با جایگذاری مقادیر X_C و X_L مدار به صورت زیر ساده می‌شود:



$\Rightarrow$



$$a: (-j100)\,||\,(100+j100)=\frac{10^4-j10^4}{100}=100-j100$$

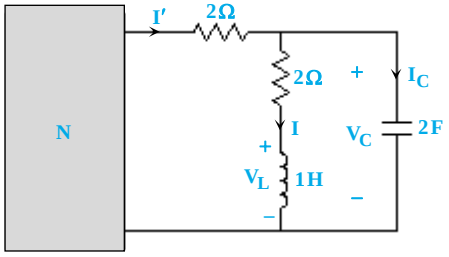
$$V_C=100\angle 0\times\frac{100-j100}{200-j100}=\frac{100(100-j100)}{200-j100}=(60-j20)\,v$$

$$\Rightarrow V_C=63/2\angle -18/43^\circ\,(v) \Rightarrow v_C(t)=63/2\cos(100t-18/43^\circ)$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۵۱ـ هیچکدام از گزینه‌ها صحیح نیست. توان متوسط N، منفی توان مصرفی شبکه سمت راست آن است. بنابراین باید مقادیر I و I' را محاسبه کنیم.



$$V_C = ۲I + V_L = ۲\sin t + \frac{LdI}{dt} = ۲\sin t + \cos t$$

$$I_C = C\frac{dV_C}{dt} = ۲[۲\cos t - \sin t] = ۴\cos t - ۲\sin t$$

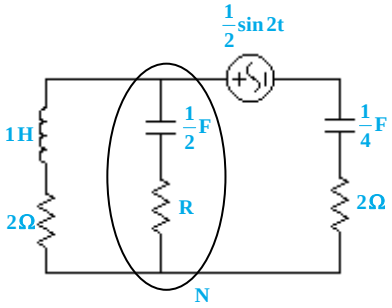
$$I' = I + I_C = \sin t + ۴\cos t - ۲\sin t = ۴\cos t - \sin t$$

$$I_{rms} = \frac{۱}{\sqrt{۲}} \Rightarrow P_{۲\Omega} = I_{rms}^{۲} \times ۲ = (\frac{۱}{\sqrt{۲}})^{۲} \times ۲ = ۱w$$

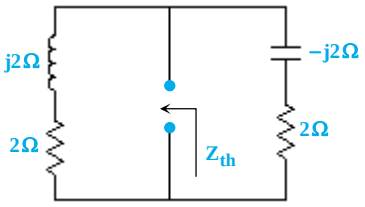
$$I' = ۴\cos t - \sin t = \sqrt{۱۷}\sin(t+\theta) \Rightarrow I'_{rms} = \frac{\sqrt{۱۷}}{\sqrt{۲}} \Rightarrow P(\text{مقاومت ۲ اهمی بالا}) = (I_{rms}')^{۲} \times ۲ = (\frac{\sqrt{۱۷}}{\sqrt{۲}})^{۲} \times ۲ = ۱۷w$$

$$\Rightarrow P_T = ۱۷w + ۱w = ۱۸w \Rightarrow P_N = -۱۸w$$

۵۲ـ هیچکدام از گزینه‌ها صحیح نیست. با توجه به اینکه سلف ۱H توانی جذب نمی‌کند، می‌توان شبکه N را به صورت زیر فرض کرد و سلف ۱H را از آن خارج کرد.

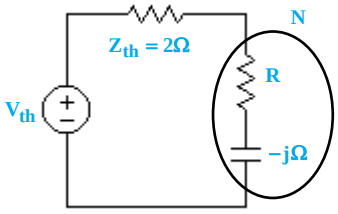


حال ابتدا از دو سر N، مقدار Z_{th} را به دست می‌آوریم.



$$Z_{th} = (۲ + j۲) \,||\, (۲ - j۲) = ۲\Omega$$

حال مدار معادل تونن را ترسیم می‌کنیم. برای حداکثر شدن توان متوسط N، باید توان R حداکثر شود. بنابراین باید اندازه R با اندازه Z_{th}' از دو سر خودش برابر شود.



$$Z_{th'} = ۲ - j \Rightarrow |Z_{th'}| = \sqrt{۵} \Rightarrow R = \sqrt{۵}\Omega$$

www.modaresanesharif.ac.ir

فصل پنجم

«القاکنایی متقابل»

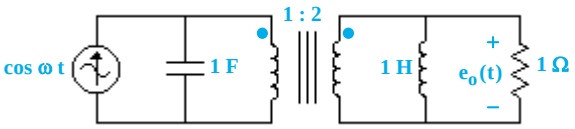
تست‌های طبقه‌بندی شده کنکوری فصل پنجم

۱ـ ماتریس اندوکتانس سه سیم‌پیچ تزویج شده به صورت $L=\begin{bmatrix}۲ & ۱ & -۱\\ ۱ & ۴ & -۱\\ -۱ & -۱ & ۳\end{bmatrix}$ و جریان‌های گذرنده از آنها برابر $I_۱=۳$ ، $I_۲=۱$ و $I_۳=۲$ می‌باشد.

انرژی ذخیره شده در سیم‌پیچ‌ها چقدر است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۱)

۱) ۱۷J ۲) ۱۲J ۳) ۲۸J ۴) ۲۴J

۲ـ در مدار مقابل به ازای چه فرکانسی، ولتاژ حالت دائمی $e_o(t)$ ماکزیمم می‌باشد؟ و در این فرکانس $e_o(t)$ کدام است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۱)



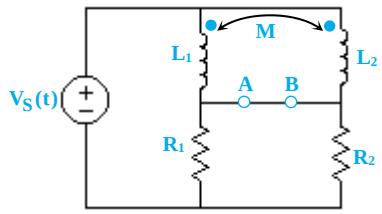
۱) $e_o(t)=\frac{۱}{۲}\cos ۲t\ ,\ \omega=۲\frac{Rad}{sec}$

۲) $e_o(t)=\frac{۱}{۲}\cos ۴t\ ,\ \omega=۴\frac{Rad}{sec}$

۳) $e_o(t)=\frac{۱}{۴}\cos ۲t\ ,\ \omega=۲\frac{Rad}{sec}$

۴) $e_o(t)=\frac{۱}{۴}\cos ۴t\ ,\ \omega=۴\frac{Rad}{sec}$

۳ـ در مدار شکل مقابل ضریب تزویج M چگونه باید باشد تا وقتی شاخه AB را اتصال کوتاه می‌کنیم، جریانی از آن نگذرد؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۲)



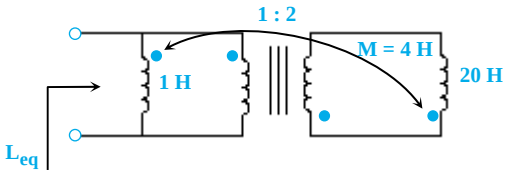
۱) $M=\frac{R_۱L_۲-R_۲L_۱}{R_۱+R_۲}$

۲) $M=\frac{R_۱L_۲-R_۲L_۱}{R_۱-R_۲}$

۳) $M=\frac{R_۲L_۱-R_۱L_۲}{R_۱+R_۲}$

۴) $M=\frac{R_۲L_۱-R_۱L_۲}{R_۱-R_۲}$

۴ـ اندوکتانس معادل مدار مقابل بر حسب هانری کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۳)



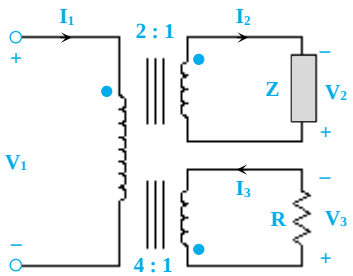
۱) ۱-

۲) ۰/۵

۳) ۱

۴) ۲/۵

۵ـ در مدار شکل زیر جریان $I_۲=۲۰\sqrt{۲}\angle -۴۵^\circ(A)$ و جریان $I_۳=۲۴\angle ۰(A)$ می‌باشد. زاویه اختلاف فاز بین ولتاژ $V_۱$ و جریان $I_۱$ برابر کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۵)



۱) ۲۲/۵°

۲) ۳۲°

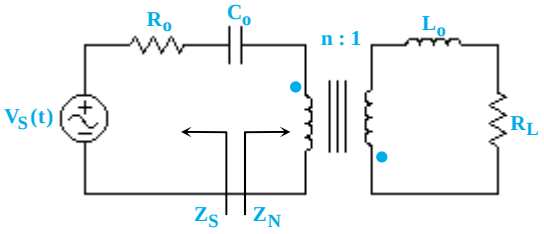
۳) ۳۳/۶°

۴) ۴۵°

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۶ـ در مدار زیر فقط R_L مجهول است. توان متوسط R_L موقعی حداکثر است که : (مهندسی برق ـ سراسری ۷۹)



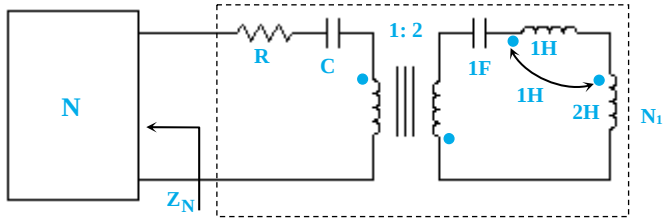
۱) $R_L = \frac{1}{n^2} R_o$

۲) R_L از شرط $Z_S = Z_N^*$ حساب شود.

۳) R_L برابر اندازه امپدانسی باشد که از دو سر آن دیده می‌شود.

۴) ۱ و ۲ هر دو صحیح می‌باشد.

۷ـ اگر بدانیم N یک مدار در حالت دائمی سینوسی در فرکانس $\omega = 1$ بوده و امپدانس ورودی آن $Z_N = (\frac{3}{2} + j2)\Omega$ باشد ، مقادیر R و C چقدر باشند تا هم ضریب توان N_1 یک شود و هم توان حداکثر از N به N_1 منتقل شود؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۷۹)



۱) $C = \frac{1}{4}$ و $R = \frac{3}{2}\Omega$

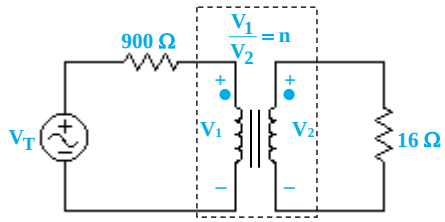
۲) $C = \frac{4}{3}F$ و $R = \frac{5}{2}\Omega$

۳) $C = 1F$ و $R = \frac{5}{2}\Omega$

۴) به ازای هیچ مقدار C، ضریب توان N_1 یک نمی‌شود.

۸ـ در مدار شکل زیر معادل تونن (Thevenin) یک تقویت‌کننده که توسط یک ترانسفورماتور ایده‌آل به یک بار (بلندگو) متصل است، نشان داده شده است. نسبت ترانسفورماتور n در حالی‌که ماکزیمم توان به بار (بلندگو) منتقل شود، برابر کدام گزینه زیر است؟

(مهندسی برق ـ آزاد ۸۰)



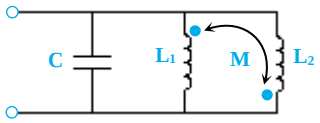
۱) $n = 56/25$

۲) $n = 7/5$

۳) $n = 9$

۴) $n = 10$

۹ـ فرکانس تشدید ω مدار شکل زیر، چند رادیان بر ثانیه است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۱)



$L_1 = \frac{3}{5}H$ $\quad |M| = \frac{1}{5}H$

$L_2 = \frac{2}{5}H$ $\quad C = \frac{1}{7}F$

۱) $\omega = 7$

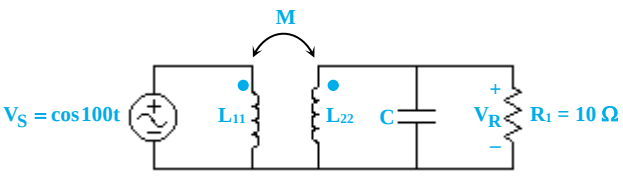
۲) $\omega = \sqrt{21}$

۳) $\omega = 1/6$

۴) $\omega = \frac{5}{\sqrt{21}}$

۱۰ـ مدار زیر در حالت دائمی سینوسی است. با فرض اینکه ماتریس اندوکتانس معکوس برای دو سلف تزویج شده به صورت $\Gamma = [L]^{-1} = \begin{bmatrix} 5 & -2 \\ -2 & 2 \end{bmatrix}$ معلوم باشد ، مقدار C چند میکروفاراد باشد تا ولتاژ دو سر R_1 ماکزیمم شود؟ (اندوکتانس‌ها برحسب هانری هستند.)

(مهندسی برق ـ سراسری ۸۱)



۱) ۱۰

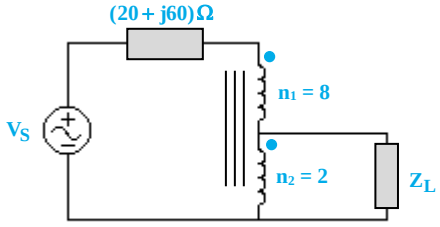
۲) ۵۰

۳) ۱۰۰

۴) ۲۰۰

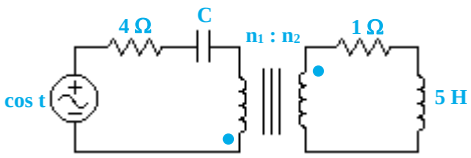
www.modaresanesharif.ac.ir

۱۱ـ در شکل مقابل امپدانس Z_L برای انتقال حداکثر توان، چند اهم است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۱)



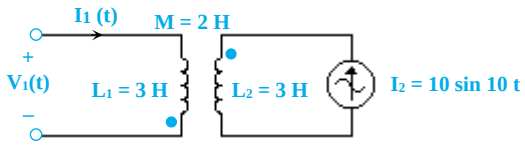
۱) $۱/۲۵ - j۳/۷۵$
۲) $۰/۸ - j۲/۴$
۳) $۱/۲۵ + j۳/۷۵$
۴) $۰/۸ + j۲/۴$

۱۲ـ در مدار مقابل نسبت $a = \frac{n_۱}{n_۲}$ و همچنین C را چنان تعیین کنید تا توان حداکثر به طرف دوم منتقل شود. (مهندسی برق ـ سراسری ۸۱)



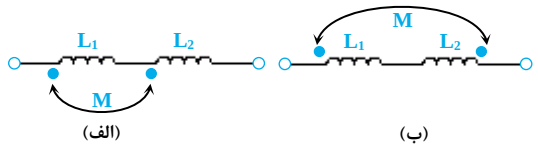
۱) $a = ۲ \ , \ C = \frac{۱}{۲۰} F$
۲) $a = \frac{۱}{۲} \ , \ C = \frac{۱}{۵} F$
۳) $a = ۲ \ , \ C = ۵ F$
۴) $a = \frac{۱}{۲} \ , \ C = ۲۰ F$

۱۳ـ معادله $V_۱(t)$ در مدار زیر برابر کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۱)



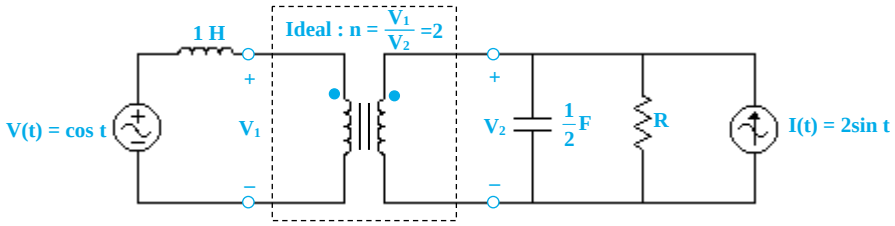
۱) $V_۱(t) = ۱۰۰ \cos ۱۰ t$
۲) $V_۱(t) = -۲۰۰ \cos ۱۰ t$
۳) $V_۱(t) = -۱۰۰ \cos ۱۰ t$
۴) $V_۱(t) = -۳۰ \cos ۱۰ t$

۱۴ـ اندوکتانس بین دو سر مدار (الف) زیر در زمان اندازه‌گیری برابر با ۶mH است. با تعویض اتصال دو سر سلف‌ها، اندوکتانس مدار دوم (ب) برابر با ۲mH است. مقدار اندوکتانس M برابر با کدام گزینه زیر است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۱)



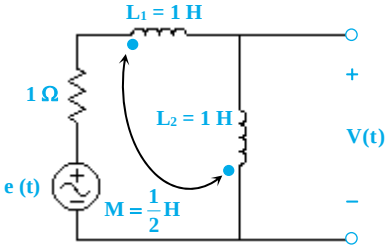
۱) $M = ۶ mH$
۲) $M = ۴ mH$
۳) $M = ۲ mH$
۴) $M = ۱ mH$

۱۵ـ در مدار زیر برای انتقال ماکزیمم توان، مقدار R و همچنین ماکزیمم توان برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۱)



۱) $\begin{cases} R = \frac{۲}{۷} \Omega \\ P_{max} = \frac{۸}{۷} w \end{cases}$
۲) $\begin{cases} R = \frac{۲}{۷} \Omega \\ P_{max} = ۱ w \end{cases}$
۳) $\begin{cases} R = \frac{۴}{۷} \Omega \\ P_{max} = \frac{۱۶}{۷} w \end{cases}$
۴) $\begin{cases} R = \frac{۴}{۷} \Omega \\ P_{max} = \frac{۶}{۷} w \end{cases}$

۱۶ـ در مدار مقابل در صورتی که $V(t) = ۲\sin ۲t$ باشد، $e(t)$ برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۲)

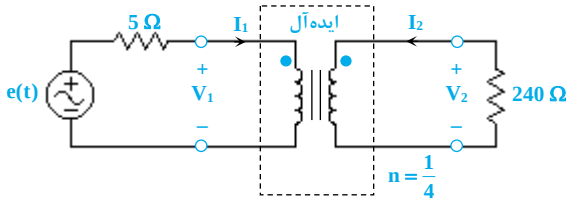


۱) $e(t) = ۲\sqrt{۵} \sin(۲t - ۲۶/۶^\circ)$
۲) $e(t) = ۲ \sin(۲t - ۲۶/۶^\circ)$
۳) $e(t) = ۲ \sin(۲t + ۲۶^\circ)$
۴) $e(t) = \sqrt{۵} \sin(۲t - ۲۶^\circ)$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۱۷ـ دامنه RMS جریان‌های اولیه و ثانویه در مدار ترانسفورمر زیر، در صورتی که $V_۲ = ۴V_۱$ و $e(t) = ۲۴۰\sqrt{۲}\cos\omega t$ باشد، برابر با کدام گزینه زیر است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۲)



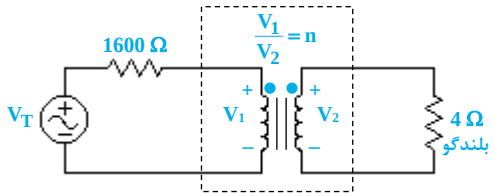
۱) $\begin{cases} I_۱ = ۱۰A \\ I_۲ = -۳A \end{cases}$

۲) $\begin{cases} I_۱ = ۱۲A \\ I_۲ = -۳A \end{cases}$

۳) $\begin{cases} I_۱ = ۱۰A \\ I_۲ = -۱/۵A \end{cases}$

۴) $\begin{cases} I_۱ = -۱۰A \\ I_۲ = -۲A \end{cases}$

۱۸ـ در شکل زیر، مدار معادل تونن (Thevenin) یک تقویت‌کننده که به یک بلندگو وصل شده است، نشان داده شده است. نسبت n که ماکزیمم توان را به به بلندگو منتقل می‌نماید، برابر کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۲)



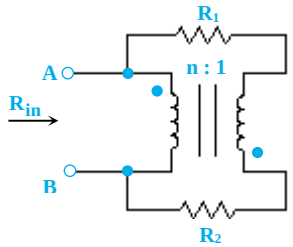
۱) $n = ۱۶$

۲) $n = ۹$

۳) $n = ۲۵$

۴) $n = ۲۰$

۱۹ـ مقاومت دیده شده در سرهای A و B مدار شکل مقابل کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر «گرایش معماری» ـ سراسری ۸۴)



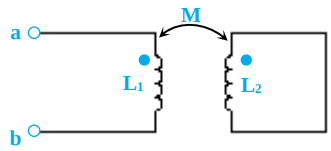
۱) $\frac{(n+۱)^۲}{n^۲}(R_۱ + R_۲)$

۲) $\frac{n^۲}{(n+۱)^۲}(R_۱ + R_۲)$

۳) $\frac{(n-۱)^۲}{n^۲}(R_۱ + R_۲)$

۴) $\frac{n^۲}{(n-۱)^۲}(R_۱ + R_۲)$

۲۰ـ در شکل زیر دو سر سلف دوم را اتصال کوتاه کرده‌ایم. اگر ضریب تزویج دو سلف را با k نشان دهیم، در این صورت سلف معادل در دو سر a و b (L_{eq}) برابر است با: (مهندسی کامپیوتر «گرایش هوش مصنوعی» ـ سراسری ۸۴)



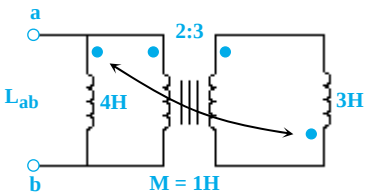
۱) $L_۱$

۲) $L_۱\sqrt{۱-k^۲}$

۳) $L_۱(۱-k^۲)$

۴) $L_۱(۱+\frac{M}{L_۲^۲})$

۲۱ـ در مدار شکل مقابل سلف معادل دیده شده از دو سر a و b (L_{ab}) چند هانری است؟ (مهندسی برق ـ سراسری ۸۵)



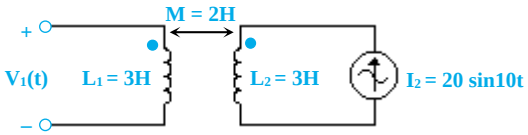
۱) $\frac{۱۱}{۱۵}$

۲) $\frac{۹}{۲۴}$

۳) $\frac{۳}{۲}$

۴) $\frac{۱}{۵}$

۲۲ـ معادله $V_۱(t)$ در مدار زیر برابر با کدام گزینه است؟ (مهندسی برق ـ آزاد ۸۵)



۱) $۴۰۰\cos۱۰t$

۲) $۲۰۰\cos۱۰t$

۳) $۱۰۰\cos۱۰t$

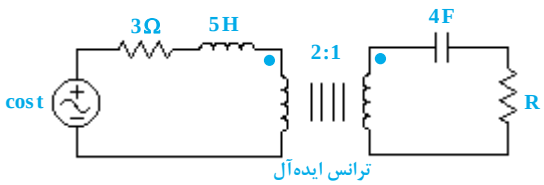
۴) $۵\cos۱۰t$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۲۳ـ در شکل مقابل مقدار R برحسب اهم چقدر باشد که در حالت دائمی سینوسی، توان متوسط داده شده به آن ماکزیمم شود؟

(مهندسی ابزاردقیق ـ سراسری ۸۸)



۱) $R = ۳$

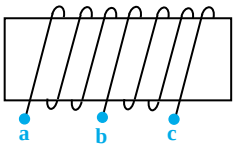
۲) $R = ۰/۷۵$

۳) $R = ۱۲$

۴) $R = ۱/۲۵$

۲۴ـ در سلف‌های تزویج‌شده شکل داده شده، اندوکتانس خودالقایی ac برابر $L_۱$، اندوکتانس خودالقایی bc برابر $L_۲$، اندوکتانس خودالقایی ab برابر $L'_۱$، اندوکتانس مقابل بین ac و bc برابر M و اندوکتانس متقابل بین ab و bc برابر M' است. کدامیک از روابط زیر درست است؟

(مهندسی برق ـ آزاد ۸۹)



۱) $L_۱ = L'_۱ + ۲M + L_۲$

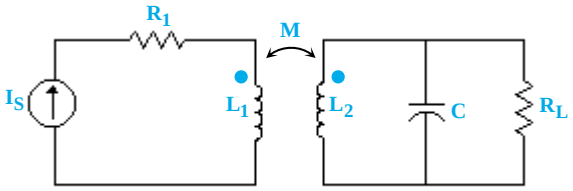
۲) $L_۱ = L'_۱ + ۲M' + L_۲$

۳) $L_۱ = L'_۱ + M + L_۲$

۴) $L_۱ = L'_۱ + ۳M + L_۲$

۲۵ـ در مدار زیر، توان متوسط R_L چند میلی‌وات است؟

(مهندسی ابزاردقیق ـ سراسری ۹۴)



$I_S(t) = \cos ۲t\,(A)$

$L_۱ = L_۲ = ۱H$ $\quad M = ۰/۵H$

$R_۱ = ۱۰\Omega$, $C = ۱F$ $\quad R_L = ۲\Omega$

۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

www.modaresanesharif.ac.ir

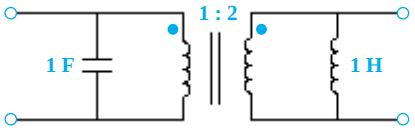
www.modaresanesharif.ac.ir

پاسخنامه تست‌های طبقه‌بندی شده کنکوری فصل پنجم

۱ـ گزینه «۲» با توجه به فرمول انرژی ذخیره شده در سه سیم‌پیچ داریم:

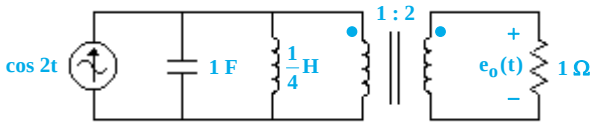
$$W=\frac{1}{2}\begin{bmatrix}I_1 & I_2 & I_3\end{bmatrix}\begin{bmatrix}L_{11} & L_{12} & L_{13}\\ L_{21} & L_{22} & L_{23}\\ L_{31} & L_{32} & L_{33}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}I_1\\ I_2\\ I_3\end{bmatrix}\Rightarrow W=\frac{1}{2}\begin{bmatrix}3 & 1 & 2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}2 & 1 & -1\\ 1 & 4 & -1\\ -1 & -1 & 3\end{bmatrix}\begin{bmatrix}3\\ 1\\ 2\end{bmatrix}\Rightarrow \mathbf{W=12J}$$

۲ـ گزینه «۱» برای حداکثر شدن $e_0(t)$، باید سلف $1H$ و خازن $1F$ در حالت رزونانس قرار گیرند تا همه‌ی جریان منبع از مقاومت 1Ω عبور کند. برای اعمال این شرط، سلف از ثانویه ترانس به اولیه ترانس منتقل می‌شود.

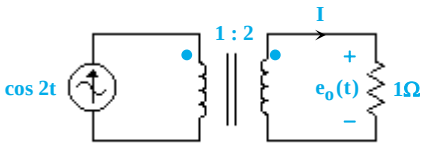


$$\Rightarrow \quad 1\times\left(\frac{1}{2}\right)^2=\frac{1}{4}H \qquad \Rightarrow \quad \omega_r=\frac{1}{\sqrt{L.C}}=\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4}.1}}=2\frac{rad}{sec}$$

با جایگذاری $\omega=2$ در مدار داریم:

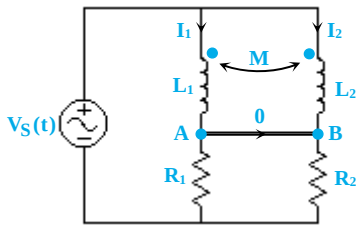


با توجه به رزونانس LC موازی و حذف آنها داریم:



$$I=\frac{1}{2}\cos 2t \quad \Rightarrow \quad \mathbf{e_0(t)=1\times I=\frac{1}{2}\cos 2t}$$

۳ـ گزینه «۲» در صورتی که بین نقاط A و B اتصال کوتاه باشد و جریان اتصال کوتاه صفر باشد، جریان I_1 از R_1 و جریان I_2 از R_2 عبور خواهد کرد. در این صورت با نوشتن KVL در حلقه بالا داریم:



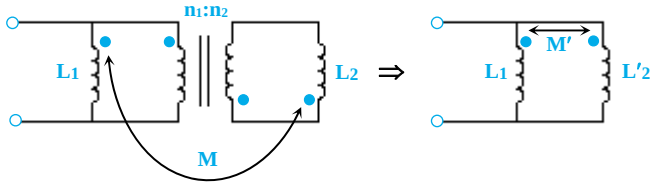
$$L_1\frac{dI_1}{dt}+M\frac{dI_2}{dt}=L_2\frac{dI_2}{dt}+M\frac{dI_1}{dt}\xrightarrow{\int(\circ)} I_1(L_1-M)=I_2(L_2-M)\ (1)$$

با نوشتن KVL در حلقه پایین مدار داریم:

$$R_1I_1-R_2I_2=0 \quad \Rightarrow \quad R_1I_1=R_2I_2 \qquad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \quad M=\frac{R_1L_2-R_2L_1}{R_1-R_2}$$

۴ـ گزینه «۲» با توجه به نکته زیر، سلف $5H$ را از سمت ثانویه به سمت اولیه منتقل می‌کنیم.

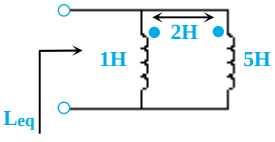


$$L_2'=\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2L_2$$

$$M'=\left(\frac{n_1}{n_2}\right)M$$

$$\Rightarrow \quad L_1=1H \ , \ L_2=20H \ , \ n_1=1 \ , \ n_2=2 \ , \ M=4H$$

$$\Rightarrow \quad L_2'=\left(\frac{1}{2}\right)^2\cdot 20H=5H \ , \ M'=\left(\frac{1}{2}\right)\cdot 4H=2H$$



$$L_{eq}=\frac{L_1L_2'-M^2}{L_1+L_2'-2M'}=\frac{1\times 5-2^2}{1+5-2\times 2}\quad \Rightarrow \quad \mathbf{L_{eq}=\frac{1}{2}H}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۵ـ گزینه «۲» با توجه به صورت سؤال داریم: $\frac{n_1}{n_2}=\frac{2}{1}$, $\frac{n_1}{n_3}=\frac{4}{1}$

لذا می‌توان فرض کرد که $n_1=8$ و $n_2=4$ و $n_3=2$ می‌باشد. حال روابط آمپر دوری ترانس را می‌نویسیم.

$$n_1I_1=n_2I_2+n_3I_3 \Rightarrow 8\times I_1=4\times 20\sqrt{2}\angle -45^\circ+2\times 24 \Rightarrow I_1=18/86\angle -32^\circ$$

از آنجا که فاز جریان I_3 صفر بوده و با توجه به این که جریان از مقاومت R عبور می‌کند، در نتیجه فاز V_3 هم صفر می‌باشد که با اعمال نسبت تبدیل $V_1=\frac{n_1}{n_3}V_3$ فاز ولتاژ V_1 هم صفر بدست می‌آید، لذا اختلاف فاز V_1 و I_1 برابر ۳۲ درجه است.

۶ـ گزینه «۳» برای حداکثر شدن توان جذبی R_L در یک شبکه مختلط، مقدار R_L باید برابر اندازه امپدانسی باشد که از دو سر آن دیده می‌شود.

۷ـ گزینه «۳» برای انتقال توان حداکثر به بار، اندازه امپدانس Z_n باید برابر با R شود و این امر بدین علت است که در صورت سؤال خواسته شده است که ضریب توان شبکه N_1 یک شود؛ لذا شبکه N_1 باید فقط شامل مقاومت R باشد. حال داریم:

$$R=\sqrt{(\frac{3}{2})^2+2^2}=\frac{5}{2}\Omega$$

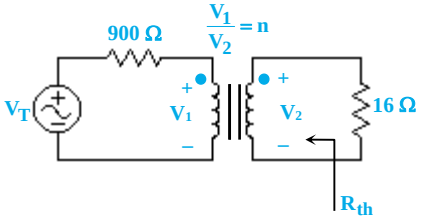
برای یک شدن ضریب توان شبکه N_1 لازم است که قسمت موهومی امپدانس شبکه N_1 صفر باشد.

$$Z_{n_1}=R+(\frac{-j}{C\times 1})+(\frac{1}{2})^2[\frac{-j}{1\times 1}+j\times[1+2+2]] \Rightarrow Z_{n_1}=\frac{5}{2}+(\frac{-j}{C})+(\frac{1}{2})^2[-j+5j]=\frac{5}{2}+j(1-\frac{1}{C})$$

$$Im(Z_{n_1})=0 \Rightarrow (1-\frac{1}{C})=0 \Rightarrow \mathbf{C=1F}$$

۸ـ گزینه «۲» با توجه به قضیه ماکزیمم توان انتقالی، مقدار R_{th} باید برابر با مقاومت بار باشد.

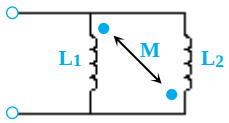
حال با توجه به قضیه انعکاس امپدانس داریم:



$$R_{th}=16\Omega$$

$$\Rightarrow 16=(\frac{1}{n})^2\times 900 \Rightarrow \mathbf{n=7/5}$$

۹ـ گزینه «۱» ابتدا معادل موازی دو سلف را بدست آورده و سپس فرکانس زاویه‌ای رزونانس را محاسبه می‌کنیم.

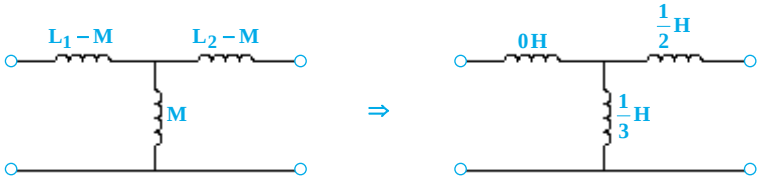


$$\begin{cases} L_1=\frac{3}{5}H \\ L_2=\frac{2}{5}H \\ M=\frac{1}{5}H \end{cases} \Rightarrow L_{eq}=\frac{L_1L_2-M^2}{L_1+L_2+2M} \Rightarrow L_{eq}=\frac{\frac{3}{5}\cdot\frac{2}{5}-(\frac{1}{5})^2}{\frac{3}{5}+\frac{2}{5}+2\times\frac{1}{5}}=\frac{1}{7}H$$

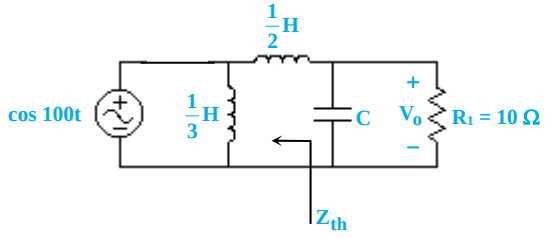
$$\Rightarrow \omega_r=\frac{1}{\sqrt{L_{eq}C}}=\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{7}\times\frac{1}{7}}} \Rightarrow \mathbf{\omega_r=7\ (\frac{rad}{sec})}$$

۱۰ـ گزینه «۴» ابتدا ماتریس L را از روی ماتریس داده شده به دست می‌آوریم و سپس مدار معادل T دو سلف را جایگزین می‌کنیم.

$$L=\begin{bmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & \frac{5}{6} \end{bmatrix}$$



برای انتقال حداکثر توان به دو سر بار که در اینجا معادل با حداکثر بودن ولتاژ دو سر بار نیز هست، باید مدار در حالت رزونانس قرار گیرد. بنابراین باید اندازه Z_{th} با اندازه Z_C برابر شود.



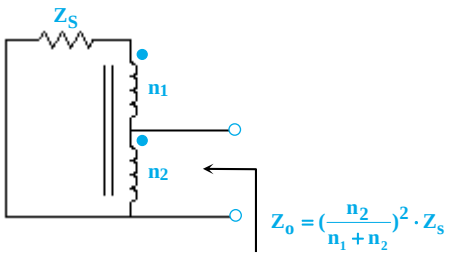
$$Z_{th}=(0H\|\frac{1}{3}H+\frac{1}{2}H)\omega j=\frac{1}{2}\times j100=j50(\Omega)$$

$$|X_C|=\frac{1}{C\omega} \Rightarrow 50=\frac{1}{C\times 100} \Rightarrow \mathbf{C=200\mu F}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۱۱ـ گزینه «۲» با توجه به نکته قانون انعکاس امپدانس در اتوترانسفورمرها داریم:



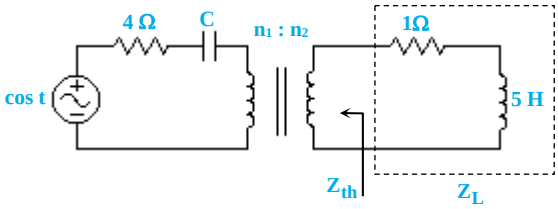
$$\Rightarrow \quad Z_o = (\frac{۲}{۲+۸})^۲ (۲۰+j۶۰) = (۰/۸ + j۲/۴)\Omega$$

حال امپدانس Z_L باید برابر با مزدوج مختلط امپدانس Z_o باشد تا توان حداکثر به بار منتقل شود. لذا داریم:

$$Z_L = (۰/۸ - j۲/۴)\Omega$$

۱۲ـ گزینه «۱» برای انتقال توان حداکثر لازم است که Z_L برابر با Z_{th}^* شود. حال با توجه به قانون انعکاس امپدانس داریم:

$$Z_L = Z_{th}^* \quad \Rightarrow \quad P_L \rightarrow Max \quad , \quad \frac{n_۱}{n_۲} = a \quad , \quad \omega = ۱\frac{rad}{sec}$$



$$\Rightarrow \quad Z_{th} = (\frac{۱}{a})^۲ (۴ + \frac{۱}{jC}) \quad \Rightarrow \quad ۱ - j۵ = (\frac{۱}{a})^۲ [۴ - \frac{j}{C}]$$

$$\Rightarrow \begin{cases} ۱ = (\frac{۱}{a})^۲ \times ۴ \\ ۵ = (\frac{۱}{a})^۲ \times \frac{۱}{C} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = ۲ \\ C = \frac{۱}{۲۰} F \end{cases}$$

۱۳ـ گزینه «۲»

$$V(t) = -M\frac{dI_۲}{dt} = -۲\times۱۰۰\cos۱۰t \quad \Rightarrow \quad V(t) = -۲۰۰\cos۱۰t\,(v) \qquad (I_۱(t) = ۰)$$

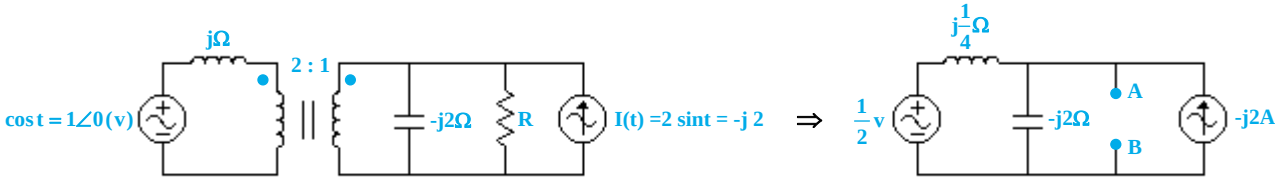
۱۴ـ گزینه «۴» با توجه به روابط دو سلف سری با القای متقابل داریم:

$$(\text{مدار الف}) : L_۱ + L_۲ + ۲M = ۶mH \qquad (۱) \quad \text{و} \quad (\text{مدار ب}) : L_۱ + L_۲ - ۲M = ۲mH \qquad (۲)$$

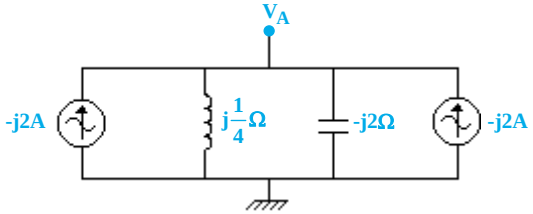
$$۲(L_۱ + L_۲) = ۸mH \quad \Rightarrow \quad L_۱ + L_۲ = ۴mH \qquad (۳) \xrightarrow{(۲),(۳)} ۴ - ۲M = ۲ \quad \Rightarrow \quad \mathbf{M = ۱mH}$$

۱۵ـ گزینه «۱» ابتدا قسمت چپ مدار، با استفاده از قوانین انعکاس در ترانس، به سمت راست انتقال می‌یابد. حال برای جذب توان حداکثر توسط R، باید مقاومت R برابر با اندازه امپدانس تونن از دو سر خودش باشد؛ لذا داریم:

$$Z_{th} = (-j۲) \,||\, (j\frac{۱}{۴}) = j\frac{۲}{۷}\Omega \quad , \quad R = |Z_{th}| = \frac{۲}{۷}\Omega$$

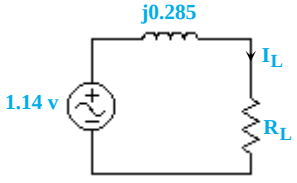


حال مقدار V_{th} را محاسبه می‌کنیم. با تبدیل منابع در سمت چپ مدار داریم:



$$V_{th} = V_A = (-j۴)[(j\frac{۱}{۴}) \,||\, (-j۲)] = ۱/۱۴v$$

با جایگذاری معادل تونن داریم:



$$I_L = \frac{۱/۱۴}{۰/۲۸۵ + j۰/۲۸۵} = (۲ - j۲)A \quad \Rightarrow \quad I_L(rms) = \frac{۲\sqrt{۲}}{\sqrt{۲}} = ۲A$$

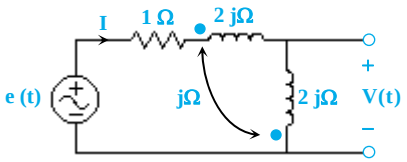
$$P_{R_L} = I_{rms}^۲ . R_L = ۲^۲ \times \frac{۲}{۷} = \frac{۸}{۷} w$$

---

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

۱۶ـ گزینه «۱» ابتدا با توجه به معادله $V(t)$، مقدار جریان I را محاسبه کرده و سپس در حلقه مدار KVL می‌زنیم.



$$V(t) = ۲\sin ۲t = ۲\angle -۹۰^\circ = -j۲(v)$$

$$V(t) = j۲I - jI = -j۲ \Rightarrow jI = -j۲ \Rightarrow I = -۲A$$

با نوشتن KVL در حلقه مدار داریم:

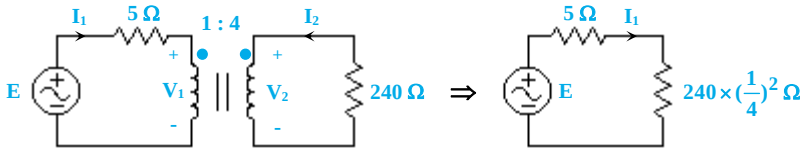
$$e(t) = I\times ۱ + j۲I + j۲I - jI - jI \Rightarrow e(t) = I(۱ + j۲ + j۲ - j۲) = I(۱ + j۲) = (-۲)(۱ + j۲) \Rightarrow e(t) = -۲ - j۴ = ۲\sqrt{۵}\angle -۱۱۶^\circ (v)$$

با توجه به اینکه $\cos ۲t$ مرجع فرض شده و $V(t)$ را نیز بر مبنای آن نوشتیم، داریم:

$$e(t) = ۲\sqrt{۵}\cos(۲t - ۱۱۶^\circ) = ۲\sqrt{۵}\sin(۲t - ۲۶^\circ)$$

۱۷ـ گزینه «۲»

روش اول: با انتقال مقاومت ۲۴۰Ω به اولیه ترانس داریم:



$$I_۱(rms) = \frac{E(rms)}{۵ + ۲۴۰\times(\frac{۱}{۴})^۲} = \frac{۲۴۰}{۵ + ۲۴۰\times\frac{۱}{۱۶}} = \mathbf{۱۲A} \qquad \text{و} \qquad \frac{n_۱}{n_۲} = \frac{-I_۲}{I_۱}\ ,\ \frac{n_۱}{n_۲} = \frac{۱}{۴}$$

$$\Rightarrow I_۲ = \frac{-۱}{۴}I_۱ = \frac{-۱}{۴}\times ۱۲ \Rightarrow \mathbf{I_۲ = -۳A}$$

روش دوم: با توجه به نسبت تبدیل ترانس، دیده می‌شود که $I_۲ = -\frac{۱}{۴}I_۱$ است و با دقت در گزینه‌ها و چک کردن شرط فوق، فقط گزینه (۲) در شرط مذکور صادق بوده و جواب صحیح می‌باشد.

۱۸ـ گزینه «۴» جهت انتقال حداکثر توان به بار، باید امپدانس تونن از دو سر بار، برابر با مقاومت بار گردد. لذا داریم:

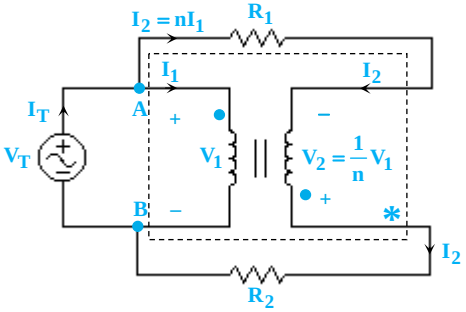
$$R_L = ۴\Omega = (\frac{N_۲}{N_۱})^۲ .۱۶۰۰ \Rightarrow \frac{N_۲}{N_۱} = \frac{۱}{۲۰} \Rightarrow \mathbf{n = \frac{V_۱}{V_۲} = \frac{N_۱}{N_۲} = ۲۰}$$

۱۹ـ گزینه «۲»

روش اول: بر طبق نکات ذکر شده در متن فصل داریم:

$$R_{in} = \frac{n^۲}{(n+۱)^۲}(R_۱ + R_۲)$$

روش دوم: برای محاسبه مقاومت دیده شده از پایه‌های B و A، یک منبع V_T به مدار اعمال کرده و جریان I_T را اندازه‌گیری می‌کنیم. حال ابتدا روابط ولتاژها و جریان‌ها را در ترانسفورمر می‌نویسیم.



$$\frac{I_۱}{I_۲} = \frac{۱}{n} \Rightarrow I_۲ = nI_۱$$

$$\frac{V_۱}{V_۲} = \frac{n}{۱} \Rightarrow V_۲ = \frac{۱}{n}V_۱ \text{ و } \quad V_T = V_۱$$

با نوشتن KCL در گره A داریم:

$$I_T = I_۱ + nI_۱ \Rightarrow I_۱ = \frac{I_T}{n+۱} \qquad (۱)$$

با نوشتن KVL در حلقه (*) داریم:

$$V_T = nI_۱\times R_۱ - \frac{۱}{n}V_۱ + R_۲\times I_۲ \ ,\ I_۲ = nI_۱ \Rightarrow V_T = nI_۱(R_۱ + R_۲) - \frac{۱}{n}V_T \qquad (۲)$$

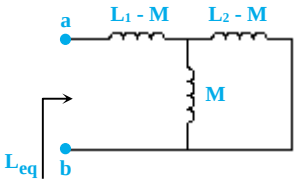
با ترکیب روابط (۱) و (۲) داریم:

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} V_T(\frac{n+۱}{n}) = \frac{nI_T}{n+۱}(R_۱ + R_۲) \Rightarrow \mathbf{\frac{V_T}{I_T} = R_{in} = \frac{n^۲}{(۱+n)^۲}(R_۱ + R_۲)}$$

www.modaresanesharif.ac.ir

www.modaresanesharif.ac.ir

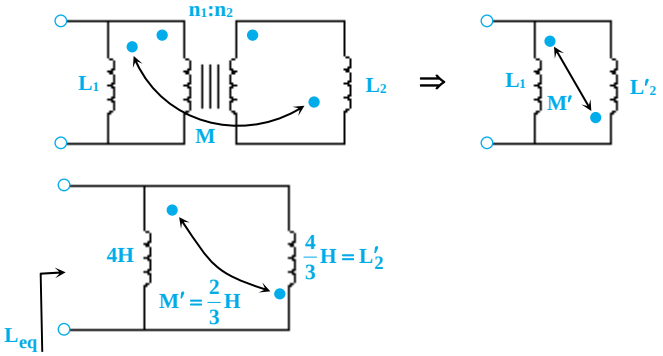
۲۰ـ گزینه «۳» در صورت معادل‌گذاری دو سلف با مدار معادل T، داریم:



$$L_{eq} = L_۱ - M + M \,||\, (L_۲ - M) \Rightarrow L_{eq} = L_۱ - M + \frac{ML_۲ - M^۲}{M + L_۲ - M} = L_۱ - M + M - \frac{M^۲}{L_۲}$$

$$\Rightarrow L_{eq} = L_۱ - \frac{M^۲}{L_۲},\ M = K\sqrt{L_۱L_۲} \Rightarrow \boxed{L_{eq} = L_۱ - \frac{K^۲L_۱L_۲}{L_۲} = L_۱(۱ - K^۲)}$$

۲۱ـ گزینه «۱» با توجه به قوانین انعکاس امپدانس و اندوکتانس داریم:



$$L'_۲ = (\frac{n_۱}{n_۲})^۲ . L_۲ \quad , \quad M' = (\frac{n_۱}{n_۲})M$$

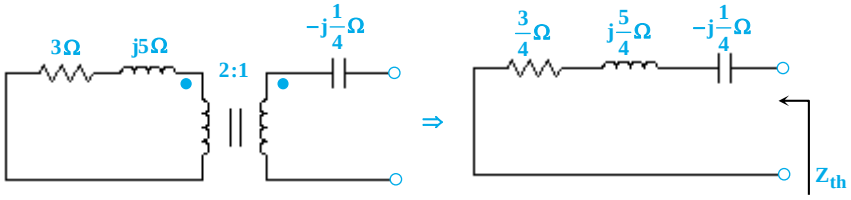
$$L'_۲ = (\frac{۲}{۳})^۲ \times ۳ = \frac{۴}{۳}H \quad , \quad M' = (\frac{۲}{۳}) \times ۱ = \frac{۲}{۳}H$$

$$L_{eq} = \frac{L_۱L'_۲ - M'^۲}{L_۱ + L'_۲ + ۲M'} \Rightarrow \boxed{L_{eq} = \frac{۴ \times \frac{۴}{۳} - (\frac{۲}{۳})^۲}{۴ + \frac{۴}{۳} + ۲ \times \frac{۲}{۳}} = \frac{۱۱}{۱۵}H}$$

۲۲ـ گزینه «۱»

$$V_۱(t) = \frac{MdI_۲}{dt} = ۲ \times ۲۰۰ \cos ۱۰t = ۴۰۰ \cos ۱۰t\,(v)$$

۲۳ـ گزینه «۴» برای انتقال توان حداکثر به بار مقاومتی R، باید مقاومت R برابر اندازه امپدانس تونن دیده شده از دو سر خود باشد. حال با استفاده از قانون انعکاس امپدانس، با انتقال امپدانس‌های سمت چپ ترانس به سمت راست آن داریم:



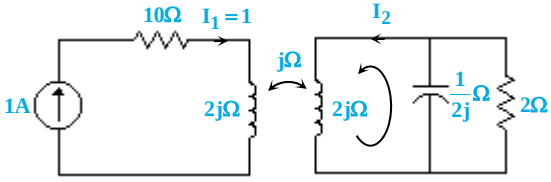
$$Z_{th} = \frac{۳}{۴}\Omega + j\frac{۵}{۴}\Omega - j\frac{۱}{۴}\Omega = (\frac{۳}{۴} + j)\Omega$$

$$\Rightarrow \boxed{R = |Z_{th}| = ۱/۲۵\Omega}$$

۲۴ـ گزینه «۲» در صورتی که دو سلف ab و bc را با یک جریان به نام I تغذیه کرده و آنها را با هم سری کنیم، داریم:

$$L_۱\frac{dI}{dt} = L'_۱\frac{dI}{dt} + L_۲\frac{dI}{dt} + M'\frac{dI}{dt} + M'\frac{dI}{dt} \Rightarrow \boxed{L_۱ = L'_۱ + L_۲ + ۲M'}$$

۲۵ـ گزینه «۱» برای حل این تست مدار را در حالت دایمی سینوسی در نظر گرفته، با نوشتن معادلات فازوری جریان مقاومت R_L را محاسبه می‌کنیم:



با نوشتن رابطه KVL در حلقه سمت راست داریم:

$$j۲ \times I_۲ + j \times I_۱ + \left(۲ \,||\, \frac{۱}{۲j}\right) I_۲ = ۰ \xrightarrow{I_۱ = I_S = ۱} j۲I_۲ + j + \frac{۲}{۱ + j۴} I_۲ = \frac{-۶ + j۲}{۱ + j۴} I_۲ + j = ۰ \Rightarrow I_۲ = -j \times \frac{۱ + j۴}{-۶ + j۲} \Rightarrow |I_۲| = \sqrt{\frac{۱۷}{۴۰}}A$$

حال با استفاده از تکنیک تقسیم جریان داریم:

$$I_{R_L} = \frac{\frac{۱}{۲j}}{\frac{۱}{۲j} + ۲} \times I_۲ \Rightarrow |I_{R_L}| = \left|\frac{۱}{۱ + ۴j} \times I_۲\right| = \left|\frac{۱}{۱ + ۴j}\right| \times |I_۲| = \frac{۱}{\sqrt{۱۷}} \times \sqrt{\frac{۱۷}{۴۰}} = \frac{۱}{\sqrt{۴۰}}A$$

در نهایت توان مقاومت R_L به شکل زیر بدست می‌آید:

$$P_{R_L} = \frac{R_L |I_{R_L}|^۲}{۲} = \frac{۲ \times \frac{۱}{۴۰}}{۲} = \frac{۱}{۴۰} = ۰/۰۲۵W = ۲۵mW$$

و لذا گزینه (۱) پاسخ صحیح می‌باشد.

www.modaresanesharif.ac.ir