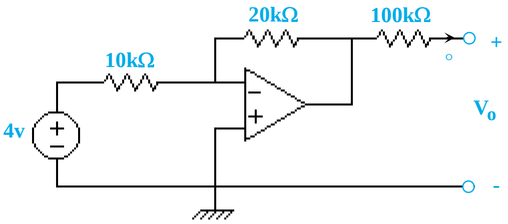
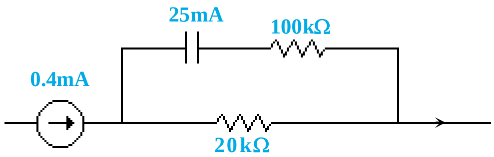
آزمون فصل دوازدهم

۱ـ گزینه «۱» برای حل این تست بهتر است با محاسبه $V_\circ(\infty)$ و ثابت زمانی مدار، با روش تستی به پاسخ صحیح دست پیدا کنیم. مقدار $V_\circ(\infty)$ به راحتی با مدار باز کردن خازن به دست می‌آید:



$$V_\circ = -\frac{۲۰}{۱۰}\times ۴ = -۸v$$

از طرفی با مدلسازی مدار ماقبل آپ امپ به صورت یک منبع جریان می‌توان به راحتی ثابت زمانی مدار را محاسبه کرد:

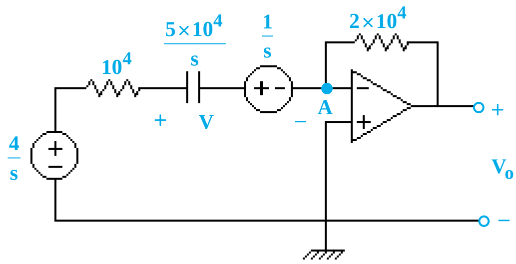


$$C_T = ۲۵mF\,,\, R_T = (۱۰۰+۲۰)k\Omega = ۱۲۰\,k\Omega$$

$$\Rightarrow \tau = RC = ۲۵\times ۱۰^{-۳}\times ۱۲۰\times ۱۰^{۳} = ۳۰۰۰sec$$

با توجه به مقادیر به دست آمده برای τ و $V_\circ(\infty)$، گزینه (۱) پاسخ تست می‌باشد.

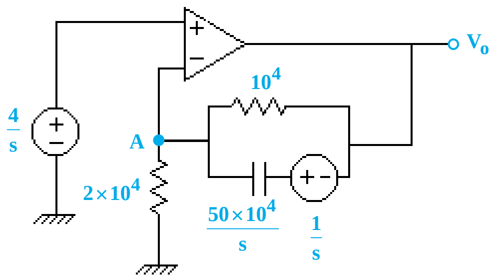
۲ـ گزینه «۴» ابتدا مدار را به حوزه‌ی لاپلاس می‌بریم:



با توجه به برقراری فیدبک منفی، V_A برابر صفر می‌باشد. حال با اعمال KCL در گره A داریم:

$$\frac{۰-\frac{۴}{s}+\frac{۱}{s}}{۱۰^{۴}+\frac{۵\times ۱۰^{۴}}{s}} + \frac{۰-V_o}{۲\times ۱۰^{۴}} = ۰ \Rightarrow \frac{-۳}{s+۵} - \frac{V_o}{۲} = ۰ \rightarrow V_o = \frac{-۶}{s+۵} \Rightarrow V_o(t) = -۶e^{-۵t}\,u(t)$$

۳ـ گزینه «۱» ابتدا مدار را به حوزه‌ی لاپلاس می‌بریم:

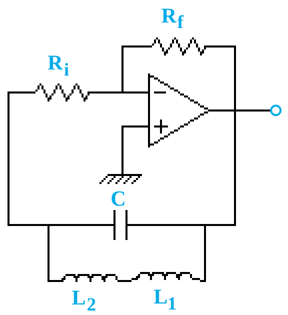


با توجه به برقراری فیدبک منفی، V_A برابر ولتاژ منبع می‌باشد. حال با اعمال KCL در گره‌ی A داریم:

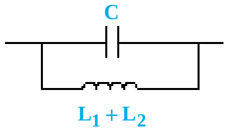
$$\frac{\frac{۴}{s}}{۲\times ۱۰^{۴}} + \frac{\frac{۴}{s}-V_o}{۱۰^{۴}} + \frac{\frac{۴}{s}-\frac{۱}{s}-V_o}{\frac{۵۰\times ۱۰^{۴}}{s}} = ۰ \Rightarrow \frac{۶}{s} - V_o + \frac{۳-sV_o}{۵۰} = ۰ \Rightarrow ۳۰۰ - ۵۰sV_o + ۳s - s^{۲}V_o = ۰$$

$$\Rightarrow V_o = \frac{۳s+۳۰۰}{s(s+۵۰)} = \frac{۶}{s} - \frac{۳}{s+۵۰} \Rightarrow V_o(t) = (۶-۳e^{-۵۰t})u(t)$$

۴ـ گزینه «۱» با توجه به اینکه ورودی مثبت آپ امپ جریانی نمی‌کشد، بنابراین دو سر L_1, L_2 که زمین شده‌اند را می‌توانیم به هم وصل کنیم یعنی:

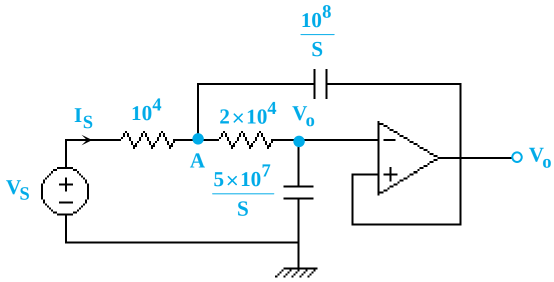


بنابراین فرکانس تشدید برابر است با:



$$\Rightarrow f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}}$$

۵ـ گزینه «۱» ابتدا مدار را به حوزه‌ی لاپلاس می‌بریم:



با توجه به فیدبک منفی، ولتاژ سر منفی آپ امپ برابر V_o می‌باشد. حال داریم:

$$V_A = V_S - 10^4 I_S$$

$$KCL(A):\ I_S = \frac{V_S - 10^4 I_S - V_o}{\frac{10^8}{s}} + \frac{V_S - 10^4 I_S - V_o}{2\times10^4} \Rightarrow \xrightarrow{s=j5000} (j+1)V_S - (j+1)V_o = 10^4(j+3)I_S \qquad (1)$$

از طرفی داریم:

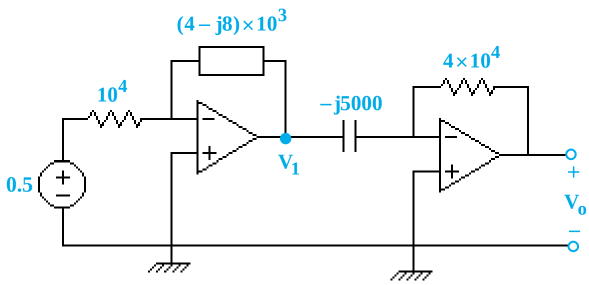
$$\frac{V_S - 10^4 I_S - V_o}{2\times10^4} = \frac{V_o}{\frac{5\times10^7}{s}} \xrightarrow{s=j5000} V_S - 10^4 I_S = (j2+1)\,V_o \qquad (2)$$

$$(1),(2) \rightarrow (j+1)V_S - \frac{j+1}{j2+1}[V_S - 10^4 I_S] = 10^4(j+3)I_S$$

$$\Rightarrow [(j+1)(j2+1)-(j+1)]V_S = [10^4(j+3)(j2+1)-(j+1)\times10^4]I_S$$

$$\Rightarrow (-2+j2)V_S = 10^4\times j6\ I_S \rightarrow Z_{in} = 21/21 \measuredangle -45^\circ\ k\Omega$$

۶ـ گزینه «۳» با توجه به اینکه فرکانس مدار برابر 10^3 می‌باشد، مدار را به حوزه‌ی دائمی سینوسی می‌بریم:

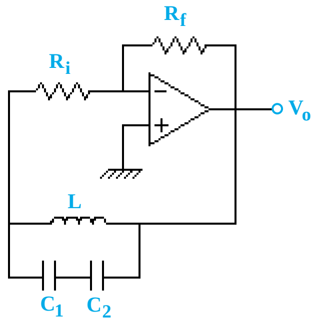


بنابراین داریم:

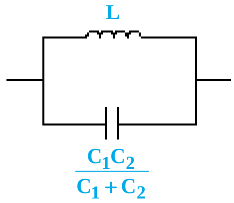
$$V_1 = -\frac{(4-j8)\times10^3}{10^4}\times0/5 = -(0/2-j0/4)\ ,\ V_o = \frac{-4\times10^4}{-j5000}V_1 = -j8\,V_1$$

$$\Rightarrow V_o = -(0/2-j0/4)\times(-j8) = 3/6\measuredangle 26/6^\circ \rightarrow V_o(t) = 3/6\cos(10^3 t + 26/6^\circ)$$

۷ـ گزینه «۱» با توجه به اینکه سر مثبت آپ امپ جریانی نمی‌کشد، بنابراین جریان‌های C_2, C_1 با هم یکی بوده و با هم سری می‌شوند.

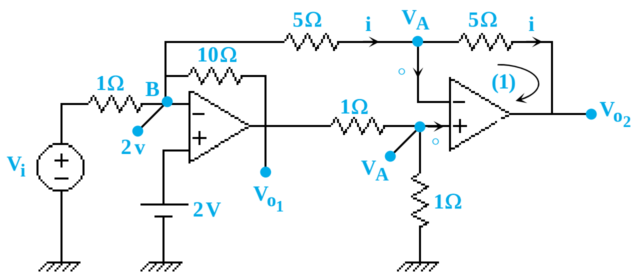


بنابراین فرکانس رزونانس مدار برابر است با:



$$\Rightarrow f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}.L}}$$

۸ـ گزینه«۱» ابتدا با تحلیل مدار ولتاژ خروجی تقویت‌کننده‌ها را بر حسب V_i به‌دست می‌آوریم. بدین منظور مطابق شکل، با استفاده از خواص تقویت‌کننده‌های عملیاتی داریم:



$$V_A = V_{o_1} \times \frac{1}{1+1} = \frac{V_{o_1}}{2}$$

$$i = \frac{2 - V_A}{5} = \frac{2 - \frac{V_{o_1}}{2}}{5}$$

$$\text{KCL B}: \frac{V_i - 2}{1} = \frac{2 - V_{o_1}}{10} + i = \frac{2 - V_{o_1}}{10} + \frac{2 - \frac{V_{o_1}}{2}}{5} = 0/6 - 0/2V_{o_1}$$

$$\Rightarrow V_{o_1} = -5V_i + 13 \qquad (1)$$

$$\text{KVL}(1): V_{o_2} = V_A - 5i = V_A - (\frac{2 - V_A}{5}) \times 5 = -2 + 2V_A = -2 + V_{o_1}$$

$$\Rightarrow V_{o_2} = -5V_i + 11 \qquad (2)$$

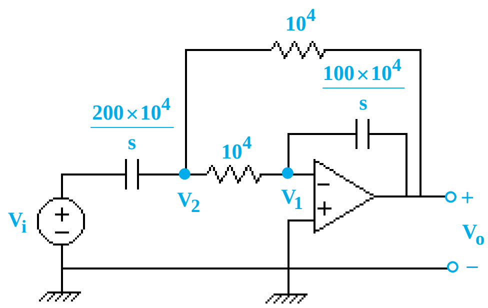
می‌دانیم که اگر ولتاژ خروجی تقویت‌کننده‌های عملیاتی به مقدار ولتاژ تغذیه مثبت یا منفی آن‌ها برسد، به اشباع می‌روند؛ لذا برای جلوگیری از به اشباع رفتن آنها، باید ولتاژ خروجی آن‌ها بین تغذیه مثبت و منفی‌شان قرار گیرد. بنابراین داریم:

$$-20 < V_{o_1} < 20 \Rightarrow -20 < -5V_i + 13 < 20 \Rightarrow -33 < -5V_i < 7 \Rightarrow -\frac{7}{5} < V_i < \frac{33}{5}$$

$$-20 < V_{o_2} < 20 \Rightarrow -20 < -5V_i + 11 < 20 \Rightarrow -31 < -5V_i < 9 \Rightarrow -\frac{9}{5} < V_i < \frac{31}{5}$$

اشتراک دو بازه فوق به صورت $[-\frac{7}{5}, \frac{31}{5}]$ یا $[-1/4, 6/2]$ خواهد بود که همان محدوده مجاز V_i می‌باشد.

۹ـ گزینه «۴» ابتدا مدار را به حوزه‌ی لاپلاس می‌بریم:



با توجه به برقراری فیدبک منفی در آپ امپ، V_1 برابر صفر می‌باشد. حال با اعمال KCL در گره‌های ۱و۲ داریم:

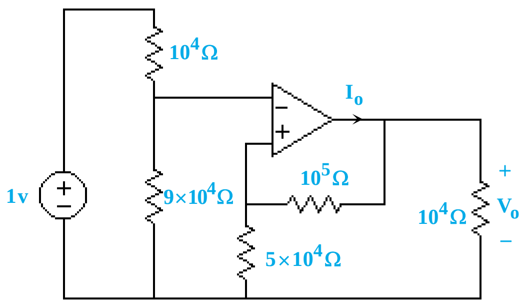
$$\text{KCL}(1): \frac{0 - V_2}{10^4} + \frac{0 - V_o}{\frac{100 \times 10^4}{s}} = 0 \Rightarrow V_2 = \frac{-s}{100} V_o \quad (1)$$

$$KCL\,(2):\frac{V_2-V_i}{\frac{200\times 10^4}{s}}+\frac{V_2-0}{10^4}+\frac{V_2-V_o}{10^4}=0\Rightarrow\left(\frac{s}{200}+2\right)V_2=\frac{sV_i}{200}+V_o\qquad(2)$$

$$(1),(2)\rightarrow-\left(\frac{s+400}{200}\right)\frac{s}{100}V_o=\frac{sV_i}{200}+V_o\Rightarrow V_o(s^2+400s+20000)=-100sV_i$$

$$\Rightarrow\frac{V_o}{V_i}=\frac{-100sV_i}{s^2+400s+20000}\Rightarrow\begin{cases}a=-100\\ b=400\\ c=20000\end{cases}$$

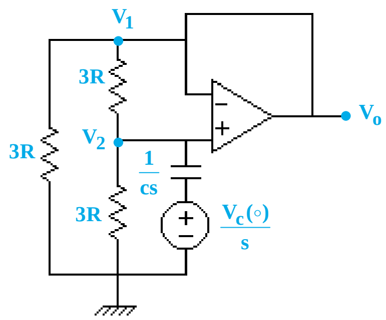
۱۰ـ گزینه «۲» با توجه به برقراری فیدبک منفی، ولتاژ سرهای مثبت و منفی آپ امپ برابر است. حال با توجه به تقسیم ولتاژ داریم:



$$V_+=V_-=\frac{9\times10^4}{(9+1)\times10^4}=0/9\ v$$

$$V_+=\frac{5\times10^4}{5\times10^4+10\times10^4}V_o\rightarrow V_o=3V_+=2/7\,v$$

۱۱ـ گزینه «۲» ابتدا مدار را به حوزه‌ی لاپلاس می‌بریم و سپس با تبدیل ستاره به مثلث داریم:



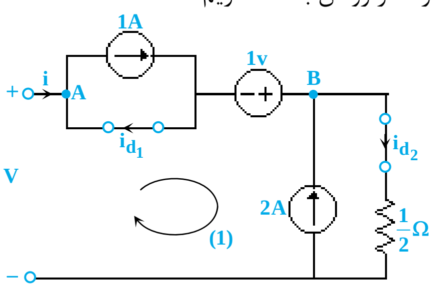
از طرفی با توجه به برقراری فیدبک منفی در آپ امپ داریم:

$$V_1=V_2=V_o$$

حال با اعمال KCL در گره ۲ داریم:

$$\frac{V_2}{3R}+Cs\left(V_2-\frac{V_C(0)}{s}\right)+\frac{V_2-V_1}{3R}=0\rightarrow\frac{V_o}{3R}+CsV_o-CV_C(0)=0\Rightarrow V_o=\frac{V_C(0)}{s+\frac{1}{3RC}}\rightarrow V_o(t)=V_C(0)e^{-\frac{t}{3RC}}=5e^{-\frac{100}{3}t}$$

۱۲ـ گزینه «۱» استراتژی مناسب برای حل این تست، در نظر گرفتن وضعیت‌های مختلف دیودها و سپس محاسبه‌ی رابطه‌ی میان V و i و همچنین محدوده‌ی مورد نیاز برای V و i جهت رخداد وضعیت موردنظر می‌باشد. با فرض این که دو دیود موجود در مدار روشن باشند، داریم:



$$KCL\ \ A:i_{d_1}=1-i\qquad(1)$$

$$KCL\ \ B:i_{d_2}=2+i\qquad(2)$$

$$KVL\ \ (1):V=0-1+\frac{1}{2}\times i_{d_2}\xrightarrow{(2)}V=-1+\frac{1}{2}\times(2+i)=\frac{1}{2}i\ \Rightarrow i=2V$$

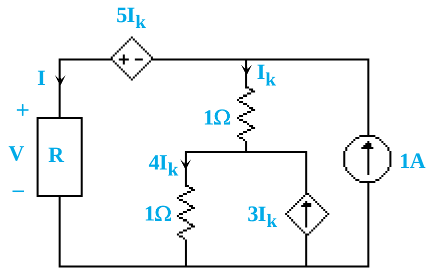
می‌بینیم که در این حالت رابطه‌ی $i=2V$ برقرار است. حال دقت کنید زمانی دیودها می‌توانند روشن باشند که جریان آنها مثبت باشد؛ لذا براساس روابط (۱) و (۲) داریم:

$$\left.\begin{aligned}i_{d_1}&=1-i\ge0\ \Rightarrow i\le1\\ i_{d_2}&=2+i\ge0\ \Rightarrow i\ge-2\end{aligned}\right\}\Rightarrow-2\le i\le1$$

و می‌توان نتیجه گرفت: $i=۲V \Rightarrow -۱\le V\le \frac{۱}{۲}$

بنابراین به ازای ولتاژهای $-۱\le V\le \frac{۱}{۲}$، رابطه‌ی $i=۲V$ برقرار خواهد بود. در سایر ولتاژها یکی از دیودها قطع بوده و جریان i برابر یکی از مقادیر ۱ یا ۲− آمپر خواهد بود.

۱۳ـ گزینه «۲» ابتدا مدار را ساده می‌کنیم:



$$I=۱-I_k$$

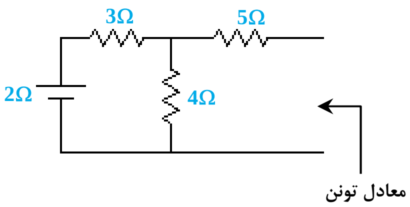
حال با اعمال KVL در حلقه‌ی چپ مدار داریم:

$$-V+۵I_k+I_k+۴I_k=۰\rightarrow V=۱۰I_k=۱۰-۱۰I$$

حال معادله‌ی بدست آمده را با منحنی مشخصه مقاومت غیرخطی قطع می‌دهیم:

$$۱۰-۱۰I=۵-I\rightarrow ۹I=۵\rightarrow I=\frac{۵}{۹}=۰/۵۵A$$

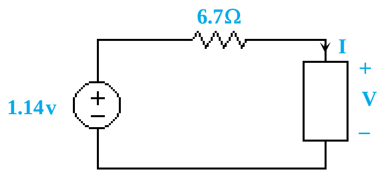
۱۴ـ گزینه «۳» ابتدا مدار معادل تونن دیده شده از دو سر مقاومت غیرخطی را محاسبه می‌کنیم:



$$V_{th}=V_{oc}=\frac{۴}{۴+۳}\times ۲=\frac{۸}{۷}v$$

$$R_{th}=۴\|۳+۵=\frac{۴۷}{۷}\Omega$$

بنابراین داریم:



$$KVL:-۱/۱۴+۶/۷I+V=۰\Rightarrow I=\frac{\sqrt{۲}V}{\sqrt{۱-V^۲}}=\frac{۱/۱۴-V}{۶/۷}$$

$$\Rightarrow ۹۰V^۲=(۱-V^۲)(V^۲-۲/۲۸V+۱/۳)$$

$$\rightarrow V^۴-۲/۲۸V^۳+۹۰/۳V^۲+۲/۲۸V-۱/۳=۰$$

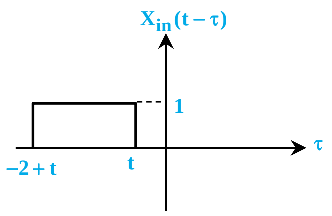
$$V=۰/۱۱V\rightarrow I=۰/۱۵۶A\rightarrow P=۱۷mw$$

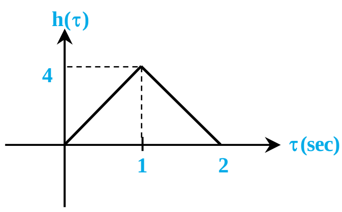
۱۵ـ گزینه «۴» پاسخ حالت صفر برابر است با:

$$y(t)=x_{in}(t)*h(t)=\int_{-\infty}^{+\infty}x_{in}(t-\tau)h(\tau)d\tau$$

$$t<۰\rightarrow y(t)=۰$$

$$۰<t<۱\rightarrow y(t)=\int_{۰}^{t}۴\tau d\tau=۲t^۲$$





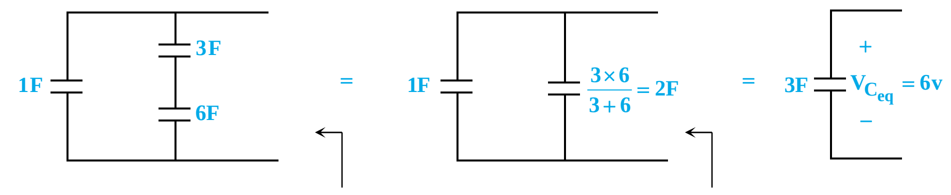
بنابراین گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح می‌باشد.

۱۶ـ گزینه «۳» در این سؤال باید سمت چپ مدار را که شامل خازن‌ها است، ساده کرده و به یک خازن معادل برسیم. سپس به علت غیرخطی بودن ساختار مقاومتی جعبه N با استفاده از معادله دیفرانسیل، معادله ولتاژ V را به دست آورده و بعد از گذشت زمان $t = ۳Ln\frac{۳}{۲}$ ثانیه، مقدار V را به‌دست مـی‌آوریـم.

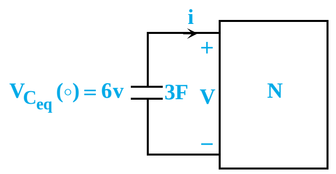
حال سراغ ساده‌سازی و به دست آوردن خازن معادل سمت چپ می‌رویم.

ولتاژ دو سر خازن $C_۳$ برابر با جمع ولتاژ خازن‌های $C_۱$ و $C_۲$ است.

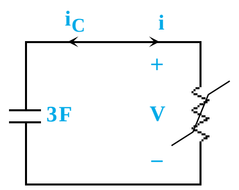
بنابراین ولتاژ دو سر خازن $C_۳$ برابر است با: $۲+۴ = ۶v$. با ساده‌سازی خازن‌های سری و موازی داریم:



بنابراین مدار به‌صورت زیر ساده می‌شود:



از آن‌جا که ساختار N مقاومت غیرخطی است، مدار را به‌صورت زیر نشان می‌دهیم:



می‌دانیم که در مدار روبه‌رو:

$$i + i_C = \circ \qquad (۱)$$

از آن‌جا که ولتاژ اولیه $V_{C_{eq}}(\circ) = ۶v$ می‌باشد و پرش ولتاژ نداریم، با بررسی مشخصه مقاومت غیرخطی می‌بینیم که در تکه خـط بـالایی قـرار داریـم کـه معادله آن به‌صورت $i = V + ۳$ می‌باشد. همچنین می‌دانیم که $i_C = C\frac{dV}{dt} = ۳\frac{dV}{dt}$.

حال طبق رابطه (۱) داریم:

$$\begin{cases} ۳\frac{dV}{dt} + V + ۳ = \circ \\ V(\circ) = ۶v \end{cases} \Rightarrow V(t) = ۹e^{-\frac{t}{۳}} - ۳ \qquad (۲)$$

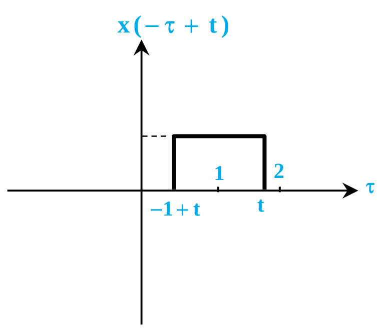
با جایگذاری $t = ۳Ln\frac{۳}{۲}$ در رابطه (۲) داریم:

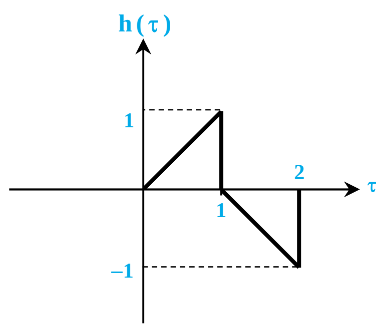
$$V(t = ۳Ln\frac{۳}{۲}) = ۹e^{-Ln\frac{۳}{۲}} - ۳ = ۹(\frac{۲}{۳}) - ۳ = ۳\,v$$

۱۷ـ گزینه «۲» پاسخ حالت صفر سیستم برابر است با:

$$y(t) = x(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t-\tau)h(\tau)d\tau$$

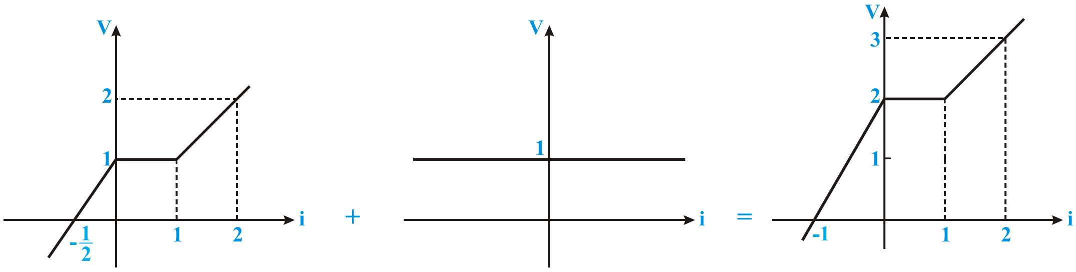
برای $۱ < t < ۲$ داریم:



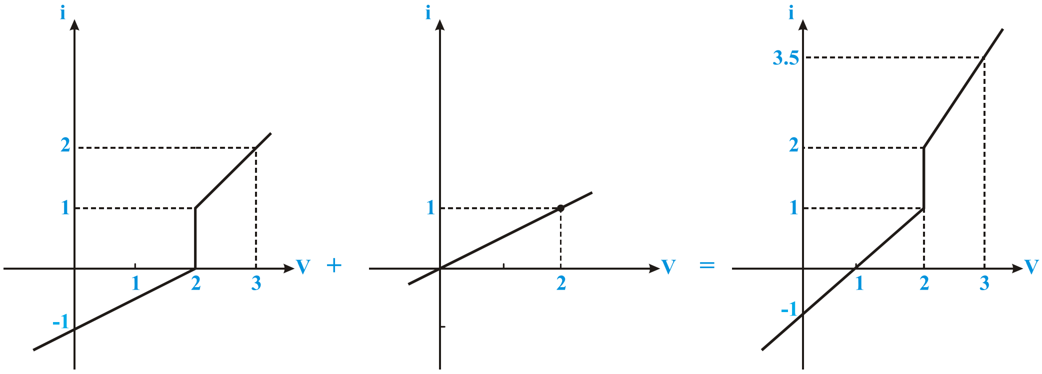


$$y(t) = \int_{-۱+t}^{۱} \tau d\tau + \int_{۱}^{t} (-\tau+۱)d\tau = \frac{\tau^۲}{۲}\Big]_{-۱+t}^{۱} + (-\frac{\tau^۲}{۲} + \tau)\Big]_{۱}^{t} = \frac{۱-(t-۱)^۲}{۲} + \frac{(-t^۲+۲t)-(-۱+۲)}{۲} \Rightarrow y(t) = -t^۲ + ۲t - \frac{۱}{۲}$$

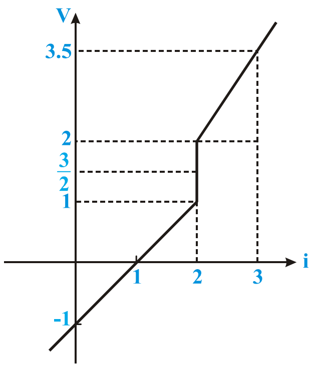
۱۸ــ گزینه «۱» برای حل این تست ابتدا باید این نکته را در نظر گرفت که با توجه به تساوی ولتاژهای یک مدار با جریان‌های مدار دوگان و همچنین جریان‌های آن مدار با ولتاژهای مدار دوگان، منحنی مشخصه $v-i$ یک مدار، مشخصه $i-v$ مدار دوگان آن می‌باشد و بالعکس. لذا می‌توانیم بدون ترسیم مدار دوگانِ شبکه N یا همان N'، مشخصه‌ی $v-i$ آن را تعیین کنیم. برای این کار باید مشخصه $i-v$ مدار N را به‌دست آوریم. با توجه به سری شدن مقاومت غیرخطی R با منبع ولتاژ یک ولتی، مشخصه $v-i$ این دو المان در شاخه‌ی مربوطه با هم جمع می‌شود:



حال برای یافتن مشخصه $i-v$ شبکه N، می‌توان مشخصه $i-v$ شاخه‌ی مذکور و مقاومت ۲ اهمی را با هم جمع کرد:



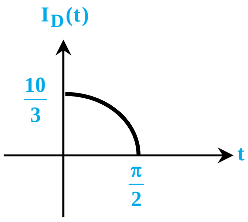
با توجه به توضیحات ابتدایی مشخصه $i-v$ شبکه N، همان مشخصه $v-i$ شبکه N' است:



مطابق با این مشخصه به ازای $V=\frac{۳}{۲}v$ داریم: $i=۲A$

حال طبق قضیه جانشینی می‌توان شبکه N را با مقاومت R جایگزین نمود که مقدار آن برابر است با: $R=\frac{\frac{۳}{۲}}{۲}=\frac{۳}{۴}\Omega$

۱۹ـ گزینه «۱» می‌دانیم دیود تا زمانی که جریانش مثبت است، روشن بوده و به محض اینکه جریان صفر شده و می‌خواهد منفی شود، دیود خاموش می‌شود و اجازه‌ی عبور جریان منفی نمی‌دهد. حال با بررسی گزینه‌ها داریم:



گزینه‌ی ۱:

$$۰<t<\frac{\sqrt{۳}}{۲}\pi \to ۰<\frac{\sqrt{۳}}{۳}t<\frac{\pi}{۲}$$

پس گزینه‌ی ۱ امکان‌پذیر است.

گزینه‌ی ۲:

$۰<t<\pi \to ۰<۳t<۳\pi \to$ $\cos ۳t$ در بازه‌هایی منفی بوده و قابل قبول نمی‌باشد.

گزینه‌ی ۳:

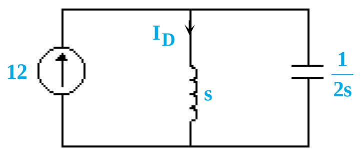
$۰<t<\frac{\pi}{۳} \to ۰<\sqrt{۳}t<\frac{\sqrt{۳}\pi}{۳} \to$ $\cos\sqrt{۳}t$ در بازه‌ی $\frac{\pi}{۲}<\sqrt{۳}t<\frac{\sqrt{۳}\pi}{۳}$ منفی بوده و قابل قبول نیست.

گزینه‌ی ۴:

$$۰<t<\frac{\pi}{۳} \to ۰<\frac{\sqrt{۳}}{۳}t<\frac{\sqrt{۳}\pi}{۹} \to$$

$\cos\frac{\sqrt{۳}}{۳}t$ در این بازه، همواره مثبت است، ولی با توجه به اینکه در انتهای بازه مقدار I_D صفر نمی‌باشد، قابل قبول نیست.

۲۰ـ گزینه «۴» ابتدا فرض می‌کنیم دیود روشن باشد و مدار را به حوزه‌ی لاپلاس می‌بریم. حال با محاسبه‌ی جریان دیود و به دست آوردن لحظه‌ی صفر شدن جریان آن، مدت زمان هدایت دیود و یا همان مدت زمان غیر صفر بودن جریان سلف را بدست می‌آوریم:

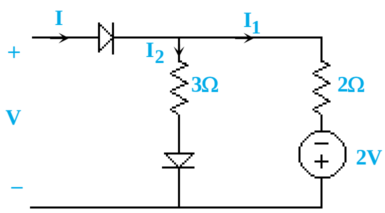


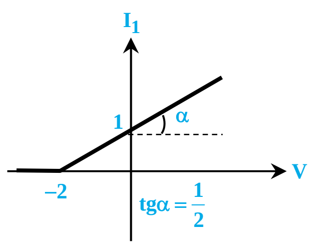
$$\Rightarrow I_D=\frac{\frac{۱}{۲s}}{s+\frac{۱}{۲s}}\times ۱۲=\frac{۱۲}{۲s^۲+۱}=\frac{۶}{s^۲+\frac{۱}{۲}}$$

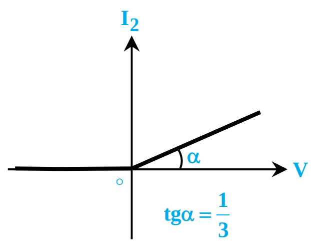
$$\Rightarrow I_D(t)=۶\sqrt{۲}\sin\frac{t}{\sqrt{۲}}$$

$$I_D(t)>۰ \to ۰<\frac{t}{\sqrt{۲}}<\pi \to ۰<t<\sqrt{۲}\pi \to t_{on}=\sqrt{۲}\pi(\text{sec})$$

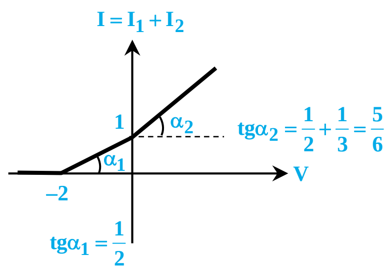
۲۱ـ گزینه «۱» ابتدا مدار را با استفاده از تبدیل نورتن به تونن، به دو شاخه‌ی موازی تبدیل کرده و سپس هر شاخه‌ی آن را جداگانه تحلیل می‌کنیم.





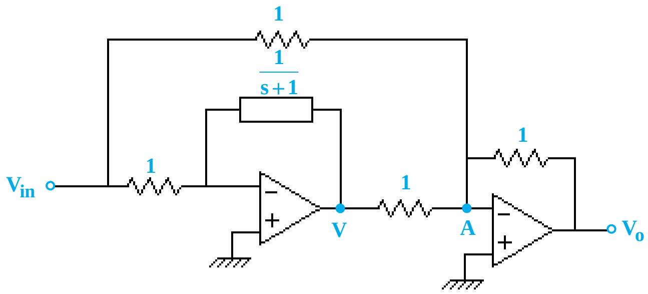


حال جریان I را از مجموع این دو جریان به دست می‌آوریم:



۲۲ـ گزینه «۲» با توجه به اینکه به ازای ولتاژهای منفی جریان صفر می‌باشد، بنابراین دیود ورودی باید بـه صـورت مسـتقیم قـرار داشـته باشـد. بنـابراین گزینه‌ی ۴ نادرست است. از طرفی در گزینه‌ی ۳ دیود هر دو شاخه‌ی موازی به صورت معکوس بسته شده است، بنابراین مسیری برای عبـور جریـان ورودی در این حالت وجود ندارد و جریان ورودی همواره برابر صفر خواهد بود. پس گزینه‌ی ۳ هم نادرست خواهد بود. در گزینه‌های ۱و۲ فقط دیود شاخه‌ی موازی سمت چپ، هم‌جهت با ورودی می‌باشد، بنابراین جریان ورودی تنها از این مسیر عبور خواهد کرد. از آنجا که شروع برقراری جریان ورودی در ولتـاژ ۶ ولـت می‌باشد، پس در سمت منفی دیود شاخه‌ی موازی چپ، باید منبع ولتاژ ۶ ولتی قرار گیرد و همچنین با توجه به اینکه شـیب منفـی $I-V$ بـرای $V>6$ برابر ۳ می‌باشد، بنابراین مقاومت سری با آن نیز باید $\frac{1}{3}$ اهم باشد. پس گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح می‌باشد.

۲۳ـ گزینه «۱» ابتدا مدار را به حوزه‌ی لاپلاس می‌بریم:



با توجه به اینکه در هر دو آپ امپ فیدبک منفی برقرار است، بنابراین داریم:

$$V_+ = V_- = 0$$

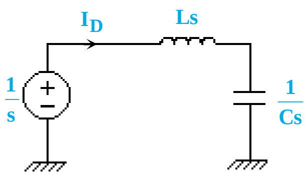
$$V = -\frac{\frac{1}{s+1}}{1} V_{in} = -\frac{1}{s+1} V_{in}$$

$$KCL(A): \frac{0-V}{1} + \frac{0-V_{in}}{1} + \frac{0-V_o}{1} = 0 \Rightarrow V_o = -V - V_{in} = [\frac{1}{s+1} - 1] V_{in} = \frac{-s}{s+1} V_{in}$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{dV_o}{dt} + V_o = -\frac{dV_{in}}{dt}$$

۲۴ـ گزینه «۲» با توجه به مثبت بودن منبع ولتاژ در زمان‌های مثبت و اینکه خازن بدون شرط اولیه می‌باشد، ابتدا دیود روشن می‌شود. حال بـرای بدسـت آوردن ولتاژ شارژ خازن، زمان خاموش شدن دیود را محاسبه کرده و ولتاژ خازن را در آن زمان به دست می‌آوریم:



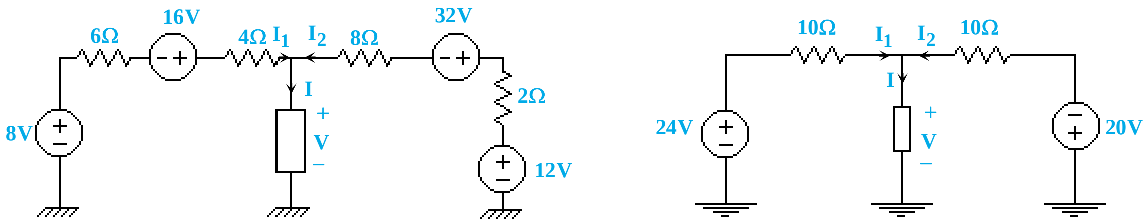
$$\Rightarrow I_D = \frac{\frac{1}{s}}{Ls + \frac{1}{Cs}} = \frac{\frac{1}{L}}{s^2 + \frac{1}{LC}}$$

$$\Rightarrow I_D(t) = \sqrt{\frac{C}{L}} \sin\frac{t}{\sqrt{LC}} \rightarrow V_C(t) = \frac{1}{C}\int_0^t I_D(t)\,dt = 1 - \cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$$

حال با توجه به اینکه جریان دیود در لحظه‌ی $t = \pi\sqrt{Lc}$ برابر صفر می‌شود، بنابراین در این لحظه دیود خاموش شده و ولتاژ خازن ثابت بـاقی مـی‌مانـد. پس حداکثر ولتاژ خازن برابر است با:

$$V_c(t = \pi\sqrt{LC}) = 1 - \cos\pi = 2v$$

۲۵ـ گزینه «۴» ابتدا با تبدیل معادل نورتن به تونن داریم:



حال با اعمال KVL در حلقه‌های چپ و راست مدار داریم:

$$\begin{cases} ۲۴-۱۰I_۱ = V \\ -۲۰-۱۰I_۲ = V \end{cases} \rightarrow ۴-۱۰(I_۱+I_۲) = ۲V \rightarrow ۲V = -۱۰\,I + ۴ \Rightarrow V = -۵I + ۲$$

با قطع دادن این معادله با مشخصه‌ی المان غیرخطی داریم:

$$I < ۱ \rightarrow \begin{cases} V = ۲I \\ V = -۵I + ۲ \end{cases} \rightarrow ۷I = ۲ \Rightarrow I = \frac{۲}{۷}\,A$$ ق ق

$$I > ۱ \rightarrow \begin{cases} V = -۲I + ۴ \\ V = -۵I + ۲ \end{cases} \rightarrow ۳I = -۲ \rightarrow I = -\frac{۲}{۳}\,A$$ غ ق غ