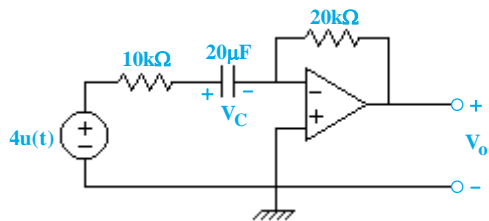


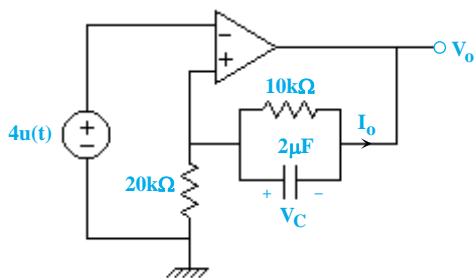
آزمون فصل دوازدهم

۲- در مدار زیر معادله  $V_o(t)$  کدام گزینه است؟ ( $V_C(0^+) = 1V$ )



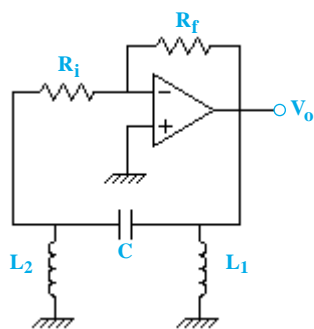
- (۱)  $-e^{-\frac{t}{\Delta}} u(t)$
- (۲)  $e^{-\frac{t}{\Delta}} u(t)$
- (۳)  $e^{-\Delta t} u(t)$
- (۴)  $-e^{-\Delta t} u(t)$

۳- معادله  $V_o$  در مدار زیر کدام گزینه است؟ ( $V_C(0^+) = 1V$ )



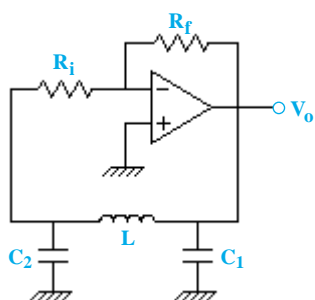
- (۱)  $(e - 3e^{-\Delta t})$
- (۲)  $3 - 3e^{-\Delta t}$
- (۳)  $3e^{-\Delta t}$
- (۴)  $e e^{-\Delta t}$

۴- در مدار زیر فرکانس رزونانس سیستم کدام گزینه است؟



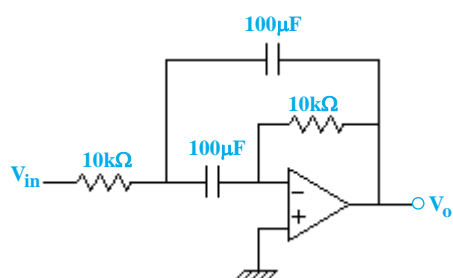
- (۱)  $f_r = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sqrt{(L_1 + L_2)C}}}$
- (۲)  $f_r = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sqrt{L_1 C}}}$
- (۳)  $f_r = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sqrt{CL_2}}}$
- (۴)  $f_r = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sqrt{CL_1 L_2}}}$

۷- فرکانس رزونانس مدار زیر کدام گزینه است؟



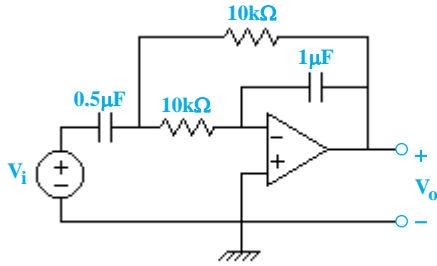
- (۱)  $f_r = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sqrt{L \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}}}$
- (۲)  $f_r = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sqrt{L \frac{C_1}{C_1 + C_2}}}}$
- (۳)  $f_r = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sqrt{LC_1 C_2}}}$
- (۴)  $f_r = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sqrt{L \frac{C_1}{C_2} R_f}}}$

۸- در مدار زیر معادله زمانی  $V_o(t)$  کدام گزینه است؟ ( $V_{in} = u(t)$ )



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

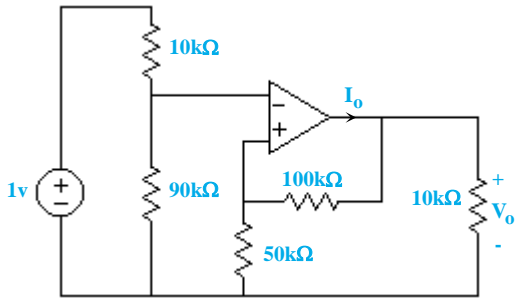
۹- در صورتی که تابع  $\frac{V_o}{V_i}$  برابر  $\frac{aS}{S^2 + bS + c}$  باشد، ضرایب c و b و a کدام است؟



$$\begin{cases} a = 50 \\ b = 200 \quad (2) \\ c = 2000 \end{cases} \quad \begin{cases} a = -50 \\ b = -200 \quad (1) \\ c = 2000 \end{cases}$$

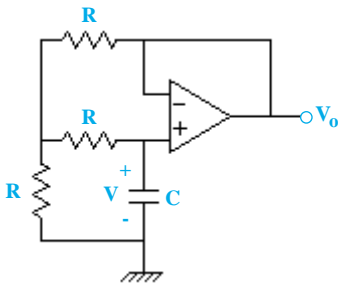
$$\begin{cases} a = -100 \\ b = 400 \quad (4) \\ c = 20000 \end{cases} \quad \begin{cases} a = 100 \\ b = -400 \quad (3) \\ c = 20000 \end{cases}$$

۱۰- در مدار زیر مقدار  $V_o$  بر حسب ولت کدام است؟



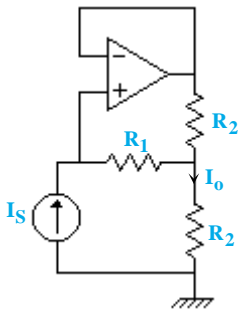
- (۱) ۱/۲
- (۲) ۲/۷
- (۳) ۳/۴
- (۴) ۶/۱

۱۱- در مدار زیر  $V_C(0^+) = 5V$  و  $C = 1\mu F$  و  $R = 10k\Omega$  می‌باشد. حال معادله  $V_o(t)$  کدام گزینه است؟



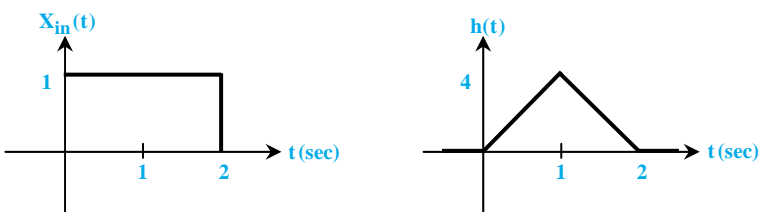
- (۱)  $\frac{3}{100}t - 5e^{-\frac{3}{100}t}$
- (۲)  $\frac{100}{3}t - 5e^{-\frac{100}{3}t}$
- (۳)  $\frac{100}{3}t - 5e^{-\frac{100}{3}t}$
- (۴)  $\frac{3}{100}t - 5e^{-\frac{3}{100}t}$

۱۲- در مدار زیر مقدار  $\frac{I_o}{I_S}$  کدام است؟ ( $R_1 = 8k\Omega$ ) و ( $R_2 = 1k\Omega$ )



- (۱) ۷
- (۲) ۹
- (۳) ۱۰
- (۴) ۱۲

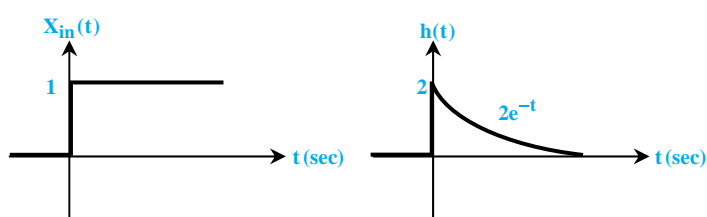
۱۵- در یک مدار خطی فرم پاسخ ضربه سیستم به صورت مقابل است. در صورتی که ورودی  $X_{in}(t)$  به مدار اعمال شود، پاسخ حالت صفر مدار کدام است؟



$$y(t) = \begin{cases} t^2 & 0 < t < 1 \\ t^2 - t + 4 & 1 < t < 3 \quad (2) \\ 16 - t^2 + t & 3 < t < 4 \end{cases} \quad y(t) = \begin{cases} 2t^2 & 0 < t < 1 \\ t^2 - t + 1 & 1 < t < 3 \quad (1) \\ 16 - t^2 + t & 3 < t < 4 \end{cases}$$

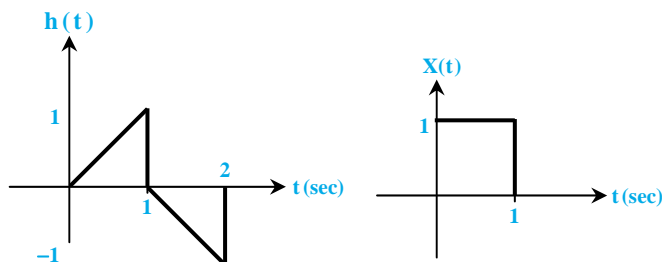
$$y(t) = \begin{cases} 2t^2 & 0 < t < 1 \\ 8t - 2t^2 - 4 & 1 < t < 3 \quad (4) \\ 32 - 16t + 2t^2 & 3 < t < 4 \end{cases} \quad y(t) = \begin{cases} t^2 & 0 < t < 1 \\ 8t - t^2 & 1 < t < 3 \quad (3) \\ 32 + t^2 + t & 3 < t < 4 \end{cases}$$

۱۶- در یک مدار تغییرناپذیر با زمان، در صورتی که فرم پاسخ ضربه به صورت زیر باشد، پاسخ حالت صفر مدار به ازای ورودی تابع پله، کدام است؟



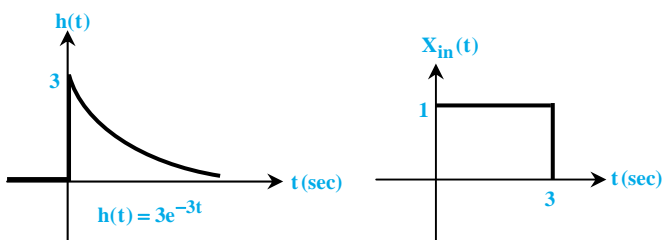
- (۱)  $3(1 - e^{-t})$
- (۲)  $2(1 - e^{-t})$
- (۳)  $\frac{1}{2}(1 - e^{-t})$
- (۴)  $(1 - e^{-t})$

۱۷- پاسخ ضربه  $h(t)$  سیستمی به صورت مقابل است. پاسخ سیستم به ورودی  $X(t)$  در فاصله  $1 < t < 2$  کدام است؟



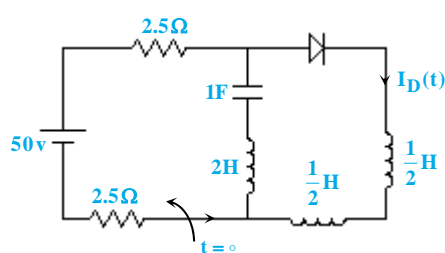
- (۱)  $y(t) = -t^2 - 2t + \frac{1}{2}$
- (۲)  $y(t) = -t^2 + 2t - \frac{1}{2}$
- (۳)  $y(t) = -t^2 - 2t - \frac{1}{2}$
- (۴)  $y(t) = t^2 + 2t - \frac{1}{2}$

۱۸- در یک مدار خطی و تغییرناپذیر با زمان فرم پاسخ ضربه به صورت زیر است. پاسخ حالت صفر مدار به ورودی  $X_{in}(t)$  در  $t = 1 \text{ sec}$  کدام است؟



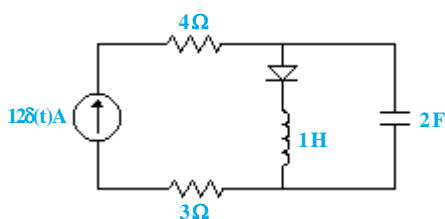
- (۱) ۶
- (۲) ۳
- (۳)  $1 - e^{-3}$
- (۴)  $1 + e^{-3}$

۱۹- در مدار زیر معادله جریانی عبوری از دیود کدام است؟



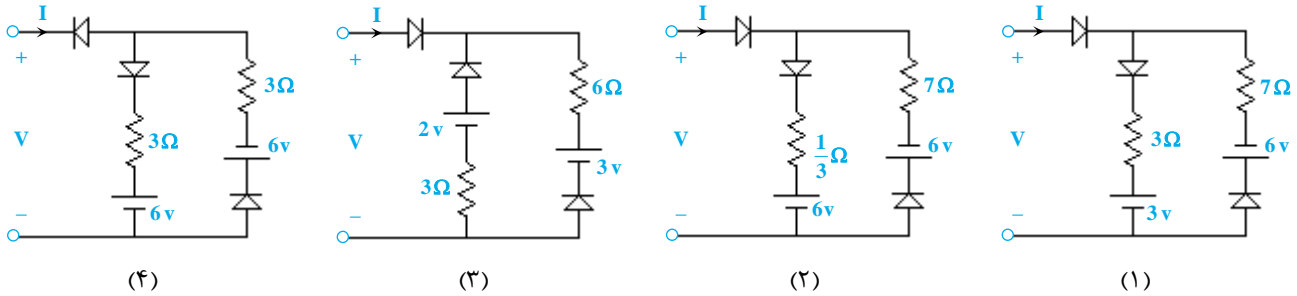
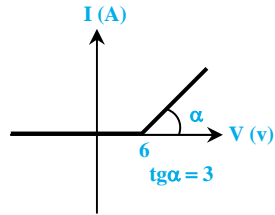
- (۱)  $I_D(t) = \frac{10}{3} \cos \frac{\sqrt{3}}{3} t \quad (0 < t < \frac{\sqrt{3}}{2} \pi)$
- (۲)  $I_D(t) = 10 \cos 3t \quad (0 < t < \pi)$
- (۳)  $I_D(t) = \frac{20}{3} \cos \sqrt{3} t \quad (0 < t < \frac{\pi}{3})$
- (۴)  $I_D(t) = 10 \cos \frac{\sqrt{3}}{3} t \quad (0 < t < \frac{\pi}{3})$

۲۰- در مدار زیر مدت زمان غیرصفر بودن جریانی سلف بر حسب ثانیه کدام است؟

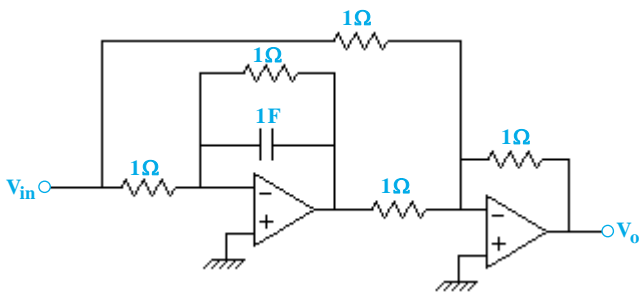


- (۱)  $t = \pi$
- (۲)  $t = 2\sqrt{2}\pi$
- (۳)  $t = \sqrt{2}$
- (۴)  $t = \sqrt{2}\pi$

۲۲- کدامیک از مدارات زیر منحنی مشخصه (I-V) زیر را می‌سازد؟

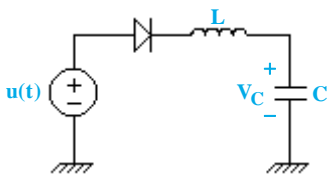


۲۳- معادله دیفرانسیل ارتباطی  $V_o$  با  $V_{in}$  کدام است؟



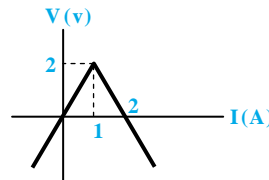
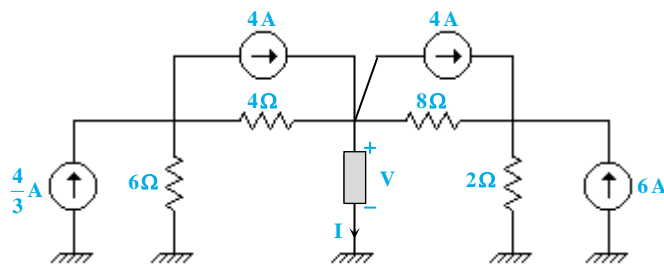
$$\begin{aligned} \frac{dV_o}{dt} + V_o &= -\frac{dV_{in}}{dt} \quad (1) \\ \frac{2dV_o}{dt} + V_o &= -\frac{dV_{in}}{dt} \quad (2) \\ \frac{2dV_o}{dt} - V_o &= \frac{dV_{in}}{dt} \quad (3) \\ -\frac{2dV_o}{dt} - V_o &= -\frac{2dV_{in}}{dt} \quad (4) \end{aligned}$$

۲۴- در مدار زیر خازن تا چه مقدار ولتاژ بر حسب ولت شارژ می‌شود؟



- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۱/۲ (۳)
- ۳ (۴)

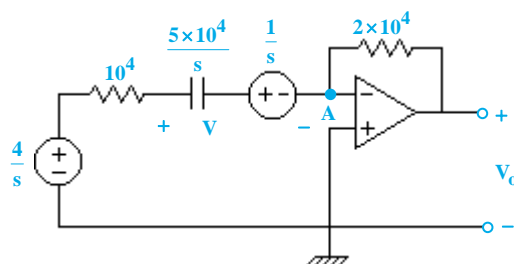
۲۵- در مدار زیر جریان المان غیرخطی بر حسب آمپر کدام است؟



- ۲/۵ (۱)
- ۷/۲ (۲)
- ۵/۲ (۳)
- ۲/۷ (۴)

پاسخنامه آزمون فصل دوازدهم

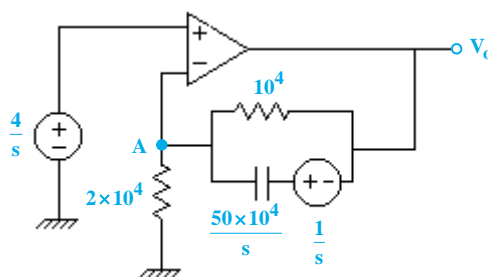
۲- گزینه «۴» ابتدا مدار را به حوزه لاپلاس می‌بریم:



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

$$\frac{0 - \frac{4}{s} + \frac{1}{s}}{10^4 + \frac{5 \times 10^4}{s}} + \frac{0 - V_o}{2 \times 10^4} = 0 \Rightarrow \frac{-3}{s+5} - \frac{V_o}{2} = 0 \Rightarrow V_o = \frac{-6}{s+5} \Rightarrow V_o(t) = -6e^{-5t} u(t)$$

۳- گزینه «۱» ابتدا مدار را به حوزه لاپلاس می‌بریم:



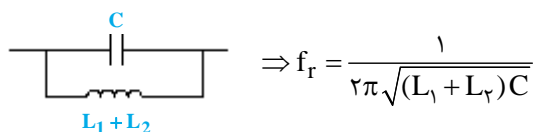
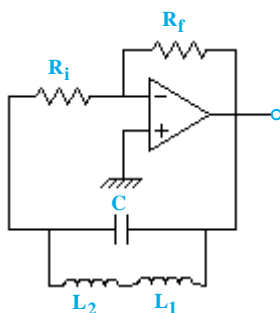
با توجه به برقراری فیدبک منفی،  $V_A$  برابر ولتاژ منبع می‌باشد. حال با اعمال KCL در گره A داریم:

$$\frac{\frac{4}{s}}{2 \times 10^4} + \frac{\frac{4}{s} - V_o}{10^4} + \frac{\frac{4}{s} - \frac{1}{s} - V_o}{\frac{50 \times 10^4}{s}} = 0 \Rightarrow \frac{6}{s} - V_o + \frac{3-sV_o}{50} = 0 \Rightarrow 300 - 50sV_o + 3s - s^2V_o = 0$$

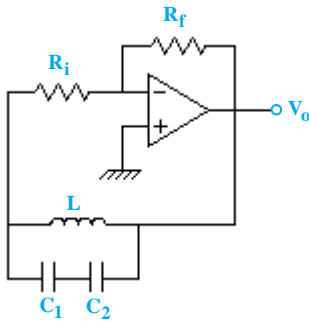
$$\Rightarrow V_o = \frac{3s + 300}{s(s+50)} = \frac{6}{s} - \frac{3}{s+50} \Rightarrow V_o(t) = (6 - 3e^{-50t})u(t)$$

۴- 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:

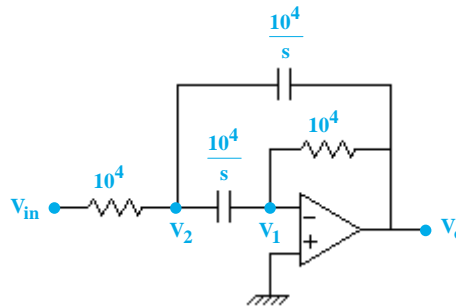


۷- گزینه «۱» با توجه به اینکه سر مثبت آپ امپ جریانی نمی‌کشد، بنابراین جریان‌های  $C_1, C_2$  با هم یکی بوده و با هم سری می‌شوند.

بنابراین فرکانس رزونانس مدار برابر است با:

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

۸- گزینه «۲» ابتدا مدار را به حوزه‌ی لاپلاس می‌بریم:



با توجه به برقراری فیدبک منفی، ولتاژ  $V_1$  برابر صفر است. بنابراین با اعمال KCL در گره‌های  $V_1$  و  $V_2$  داریم:

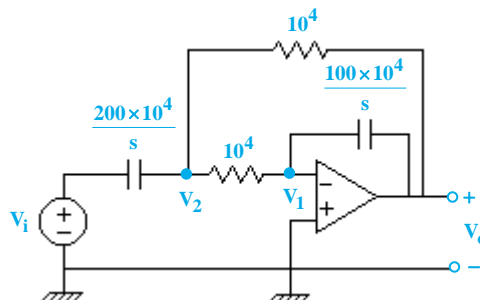
$$\text{KCL}(V_2): \frac{V_2 - V_i}{10^4} + \frac{V_2 - 0}{\frac{10^4}{s}} + \frac{V_2 - V_o}{\frac{10^4}{s}} = 0 \Rightarrow (\tau s + 1) V_2 = V_i + s V_o \quad (1)$$

$$\text{KCL}(V_1): \frac{0 - V_2}{\frac{10^4}{s}} + \frac{0 - V_o}{10^4} = 0 \Rightarrow s V_2 + V_o = 0 \Rightarrow V_2 = \frac{-V_o}{s} \quad (2)$$

$$(1), (2) \rightarrow \frac{-(\tau s + 1)}{s} V_o = V_i + s V_o \xrightarrow{V_i = 1} V_o (s^2 + \tau s + 1) = -1 \Rightarrow V_o = \frac{-1}{(s+1)^2}$$

$$V_o(t) = -te^{-t} u(t)$$

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



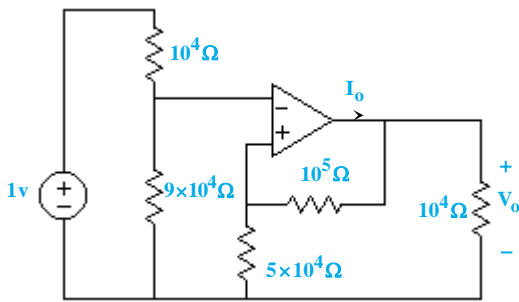
با توجه به برقراری فیدبک منفی در آپ امپ،  $V_1$  برابر صفر می‌باشد. حال با اعمال KCL در گره‌های ۱ و ۲ داریم:

$$\text{KCL}(1): \frac{0 - V_r}{10^4} + \frac{0 - V_0}{100 \times 10^4} = 0 \Rightarrow V_r = \frac{-s}{100} V_0 \quad (1)$$

$$\text{KCL}(2): \frac{V_r - V_i}{200 \times 10^4} + \frac{V_r - 0}{10^4} + \frac{V_r - V_0}{10^4} = 0 \Rightarrow \left(\frac{s}{200} + 2\right) V_r = \frac{sV_i}{200} + V_0 \quad (2)$$

$$(1), (2) \rightarrow -\left(\frac{s+400}{200}\right) \frac{s}{100} V_0 = \frac{sV_i}{200} + V_0 \Rightarrow V_0(s^2 + 400s + 20000) = -100sV_i$$

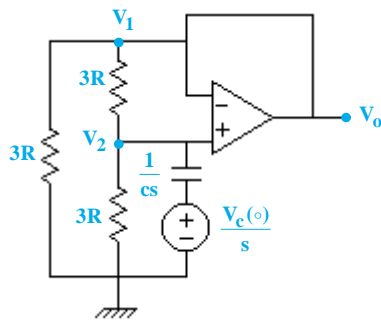
$$\Rightarrow \frac{V_0}{V_i} = \frac{-100sV_i}{s^2 + 400s + 20000} \Rightarrow \begin{cases} a = -100 \\ b = 400 \\ c = 20000 \end{cases}$$



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

$$V_+ = V_- = \frac{9 \times 10^4}{(9+1) \times 10^4} = 0.9 \text{ V}$$

$$V_+ = \frac{5 \times 10^4}{5 \times 10^4 + 10 \times 10^4} V_0 \rightarrow V_0 = 3V_+ = 2.7 \text{ V}$$



۱۱- 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:

$$V_1 = V_r = V_0$$

حال با اعمال KCL در گره ۲ داریم:

$$\frac{V_r}{3R} + Cs(V_r - \frac{V_C(s)}{s}) + \frac{V_r - V_1}{3R} = 0 \rightarrow \frac{V_0}{3R} + CsV_0 - CV_C(s) = 0 \Rightarrow V_0 = \frac{V_C(s)}{s + \frac{1}{3RC}} \rightarrow V_0(t) = V_C(s) e^{-\frac{t}{3RC}} = \Delta e^{-\frac{100}{3}t}$$

۱۲- گزینه «۲» با توجه به برقراری فیدبک منفی داریم:

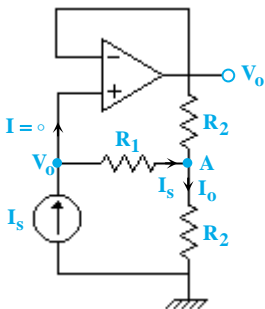
$$V_+ = V_- = V_0$$

حال با اعمال KCL در گره A نسبت  $\frac{I_0}{I_S}$  را محاسبه می‌کنیم:

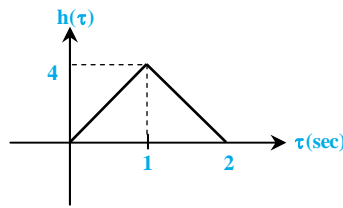
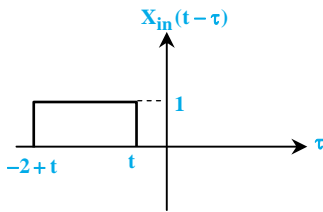
$$\begin{cases} V_A = R_r I_0 \\ V_A = V_0 - R_1 I_S \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{KCL}(A): \frac{V_A - V_0}{R_r} + I_0 = I_S \quad (2)$$

$$(1), (2) \rightarrow -\frac{R_1}{R_r} I_S + I_0 = I_S \rightarrow \frac{I_0}{I_S} = 1 + \frac{R_1}{R_r} = 1 + 8 = 9$$



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



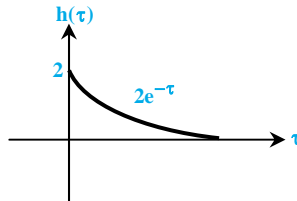
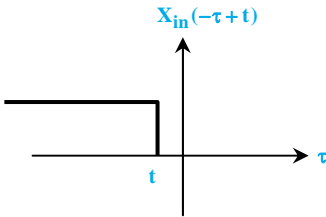
$$y(t) = x_{in}(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x_{in}(t-\tau)h(\tau)d\tau$$

$$t < 0 \rightarrow y(t) = 0$$

$$0 < t < 1 \rightarrow y(t) = \int_0^t 4\tau d\tau = 2t^2$$

بنابراین گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح می‌باشد.

۱۶- گزینه «۲» پاسخ حالت صفر برابر است با:



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

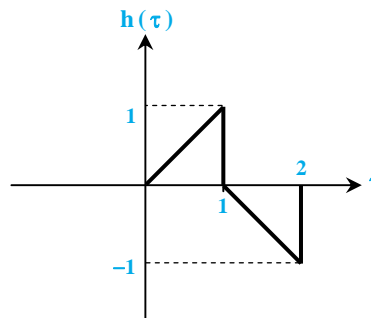
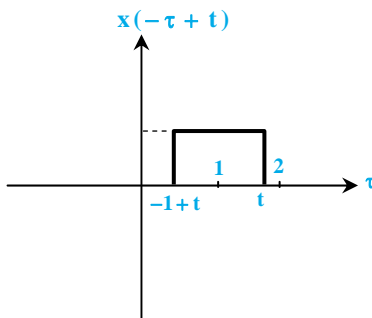
$$t < 0 \Rightarrow y(t) = 0$$

$$t > 0 \rightarrow y(t) = \int_0^t 2e^{-\tau} d\tau = -2e^{-\tau} \Big|_0^t = 2(1 - e^{-t})$$

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

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

برای  $1 < t < 2$  داریم:



$$y(t) = \int_{-1+t}^1 \tau d\tau + \int_1^t (-\tau+1) d\tau = \left[ \frac{\tau^2}{2} \right]_{-1+t}^1 + \left[ -\frac{\tau^2}{2} + \tau \right]_1^t = \frac{1-(t-1)^2}{2} + \frac{(-t^2+2t)-(-1+2)}{2} \Rightarrow y(t) = -t^2 + 2t - \frac{1}{2}$$

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

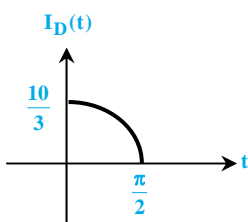
۱۸- گزینه «۳» پاسخ حالت صفر مدار به طور کلی برابر است با:

$$y(1) = \int_{-\infty}^{+\infty} x_{in}(-z+1)h(z) dz = \int_0^1 3e^{-3z} dz = -e^{-3z} \Big|_0^1 = 1 - e^{-3}$$

در زمان  $t = 1 \text{ sec}$  داریم:

۱۹- 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:



$$0 < t < \frac{\sqrt{3}}{2} \pi \rightarrow 0 < \frac{\sqrt{3}}{3} t < \frac{\pi}{2}$$

پس گزینه‌ی ۱ امکان‌پذیر است.

گزینه‌ی ۲:

$$0 < t < \pi \rightarrow 0 < 3t < 3\pi \rightarrow \text{در بازه‌هایی منفی بوده و قابل قبول نمی‌باشد.}$$

گزینه‌ی ۳:

$$0 < t < \frac{\pi}{3} \rightarrow 0 < \sqrt{3}t < \frac{\sqrt{3}\pi}{3} \rightarrow \frac{\pi}{2} < \sqrt{3}t < \frac{\sqrt{3}\pi}{3} \rightarrow \text{در بازه‌ی } \cos \sqrt{3}t \text{ منفی بوده و قابل قبول نیست.}$$

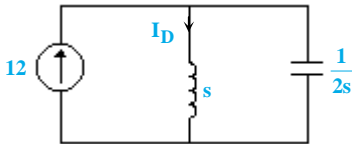


گزینه‌ی ۴:

$$0 < t < \frac{\pi}{3} \rightarrow 0 < \frac{\sqrt{3}}{3} t < \frac{\sqrt{3}}{9} \pi \rightarrow$$

در این بازه، همواره مثبت است، ولی با توجه به اینکه در انتهای بازه مقدار  $I_D$  صفر نمی‌باشد، قابل قبول نیست.

۲۰- 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:



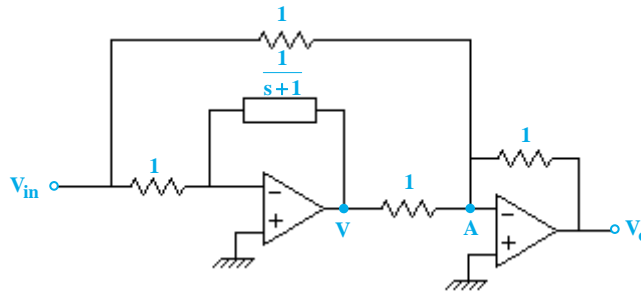
$$\Rightarrow I_D = \frac{1}{2s} \times 12 = \frac{12}{2s^2 + 1} = \frac{6}{s^2 + \frac{1}{2}}$$

$$\Rightarrow I_D(t) = 6\sqrt{2} \sin \frac{t}{\sqrt{2}}$$

$$I_D(t) > 0 \rightarrow 0 < \frac{t}{\sqrt{2}} < \pi \rightarrow 0 < t < \sqrt{2}\pi \rightarrow t_{on} = \sqrt{2}\pi(\text{sec})$$

۲۲- گزینه «۲» با توجه به اینکه به ازای ولتاژهای منفی جریان صفر می‌باشد، بنابراین دیود ورودی باید به صورت مستقیم قرار داشته باشد. بنابراین گزینه‌ی ۴ نادرست است. از طرفی در گزینه‌ی ۳ دیود هر دو شاخه‌ی موازی به صورت معکوس بسته شده است، بنابراین مسیری برای عبور جریان ورودی در این حالت وجود ندارد و جریان ورودی همواره برابر صفر خواهد بود. پس گزینه‌ی ۳ هم نادرست خواهد بود. در گزینه‌های ۱ و ۲ 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 ولتاژ ۶ ولت می‌باشد، پس در سمت منفی دیود شاخه‌ی موازی چپ، باید منبع ولتاژ ۶ ولتی قرار گیرد و همچنین با توجه به اینکه شیب منفی  $I - V$  برای  $V > 6$  برابر ۳ می‌باشد، بنابراین مقاومت سری با آن نیز باید  $\frac{1}{3}$  اهم باشد. پس گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح می‌باشد.

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



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

$$V_+ = V_- = 0$$

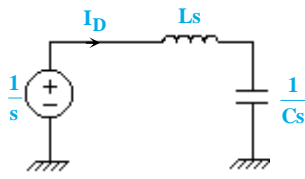
$$V = -\frac{1}{s+1} V_{in} = -\frac{1}{s+1} V_{in}$$

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

بنابراین خواهیم داشت:

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

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



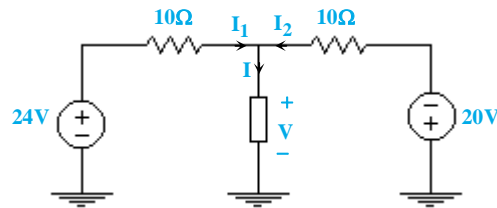
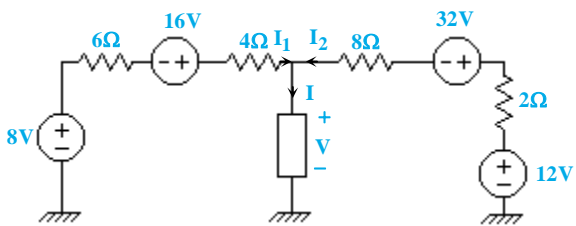
$$\Rightarrow I_D = \frac{\frac{1}{s}}{Ls + \frac{1}{Cs}} = \frac{\frac{1}{L}}{s^2 + \frac{1}{LC}}$$

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

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 باقی می‌ماند. پس حداکثر ولتاژ خازن برابر است با:

$$V_C(t = \pi\sqrt{LC}) = 1 - \cos \pi = 2V$$

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



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

$$\begin{cases} 24 - 10I_1 = V \\ -20 - 10I_2 = V \end{cases} \rightarrow 4 - 10(I_1 + I_2) = 2V \rightarrow 2V = -10I + 4 \Rightarrow V = -5I + 2$$

با قطع دادن این معادله با مشخصه‌ی المان غیرخطی داریم:

$$I < 1 \rightarrow \begin{cases} V = 2I \\ V = -5I + 2 \end{cases} \rightarrow 7I = 2 \Rightarrow I = \frac{2}{7} \text{ A} \quad \text{ق ق}$$

$$I > 1 \rightarrow \begin{cases} V = -2I + 4 \\ V = -5I + 2 \end{cases} \rightarrow 3I = -2 \Rightarrow I = -\frac{2}{3} \text{ A} \quad \text{غ ق ق}$$