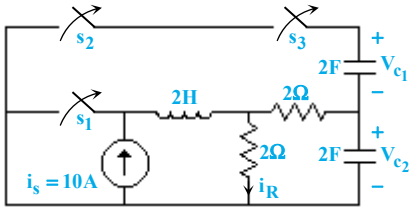
سؤالات آزمون کارشناسی ارشد ۱۴۰۲ ــ مهندسی ابزار دقیق و اتوماسیون

۱ــ در مدار شکل زیر مقادیر اولیه به‌صورت: $i_L(0)=10\ A$, $V_{c_1}(0)=V_{c_2}(0)=10\ V$ و در $t=0$ تمام کلیدها باز می‌شوند. معادله $i_R(t)$ بـرای $t\geq 0$ کدام است؟



۱) $10-2/5e^{-0/125t}$

۲) $4e^{-0/5t}+2e^{-0/4t}$

۳) $e^{-0/5t}(5\cos 2t+3\sin 2t)$

۴) $e^{-0/6t}(8+12t)$

۲ــ در کدام‌یک از مدارهای زیر استفاده از قوانین جریان و ولتاژ کیرشهف خطای بیشتری دارد؟

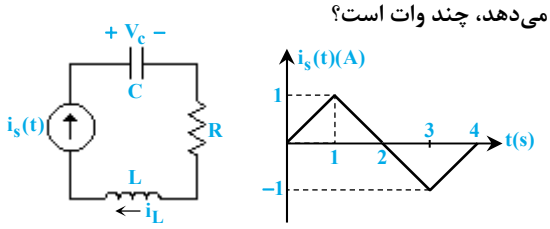
۱) مدار مخابراتی به طول ۱۰ سانتی‌متر و فرکانس ۵۰۰ کیلوهرتز

۲) خط انتقال نیرو به طول ۱۰کیلومتر و فرکانس ۵۰ هرتز

۳) مدار الکترونیکی به طول ۱ متر و فرکانس ۱۰۰ مگاهرتز

۴) برای هر سه مدار دقت یکسان است.

۳ــ میزان انرژی که منبع جریان $i_s(t)$ در فاصله زمانی بین صفر تا ۳ ثانیه به مدار زیر می‌دهد، چند وات است؟



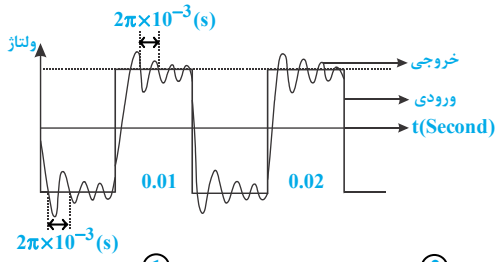
$R=100\Omega$, $L=10\ H$, $C=10\ mF$

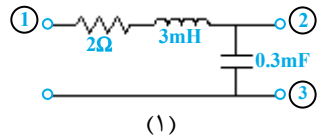
$v_c(0)=100V$

$i_L(0)=0A$

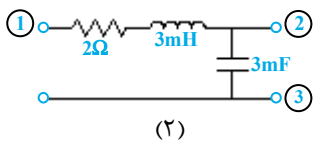
۱) ۶۲/۵ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۱۲/۵ ۴) ۱۶۷/۵

۴ــ منبع ولتاژ موج مربعی با فرکانس ۱۰۰Hz را به پایانه ۱ به یکی از مدارهای زیر اعمال می‌کنیم و شکل موج ولتاژ خروجی را از دو سر ۲ و ۳ مطابق شکل مقابل مشاهده می‌کنیم. شکل مدار موردنظر کدام است؟

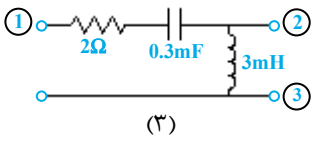




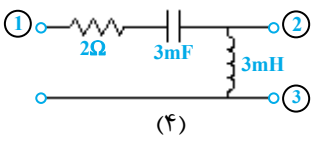
(۱)



(۲)

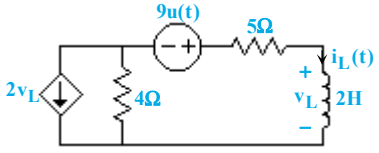


(۳)



(۴)

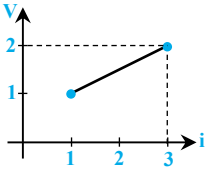
۵ــ در مدار زیر $i_L(t)$ برای $t>0$ کدام است؟ (در زمان‌های منفی، مدار در حالت صفر است.)

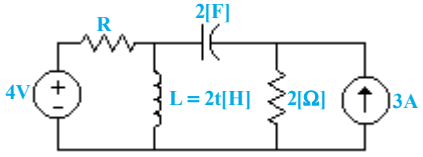


۱) $2-e^{-\frac{t}{2}}$ ۲) $1-e^{-\frac{t}{2}}$

۳) $-e^{-\frac{t}{2}}$ ۴) $1-2e^{-t}$

۶ــ در مدار زیر مشخصه مقاومت R به‌صورت زیر نشان داده شده است. کدام عبارت در مورد این مدار درست است؟





۱) این مدار خطی است اما نمی‌توان پاسخ ضربه را از مشتق پاسخ پله به‌دست آورد.

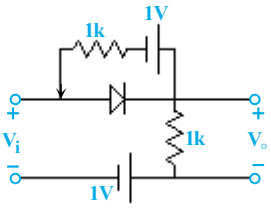
۲) این مدار خطی است و پاسخ ضربه را می‌توان از مشتق پاسخ پله به‌دست آورد.

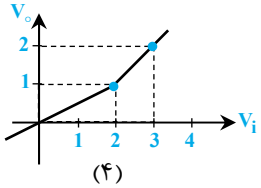
۳) این مدار غیرخطی است و پاسخ ضربه را نمی‌توان از مشتق پاسخ پله به‌دست آورد.

۴) این مدار غیرخطی است اما می‌توان پاسخ ضربه را از مشتق پاسخ پله به‌دست آورد.

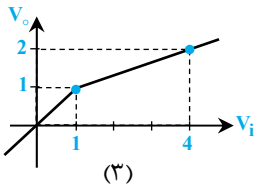
www.modaresanesharif.ac.ir

۷ـ مشخصه $v_o - v_i$ مدار دیودی زیر کدام است؟ (دیود ایده‌آل فرض شود.)

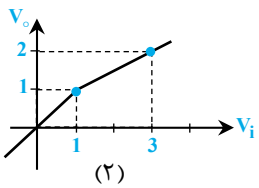




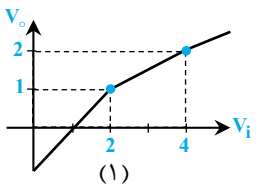
(۴)



(۳)

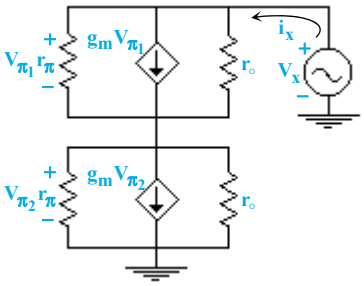


(۲)



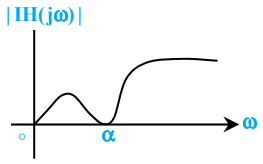
(۱)

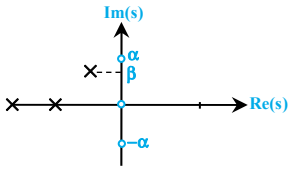
۸ـ در مدار مقابل، نسبت $\frac{v_x}{i_x}$ تقریباً کدام است؟ $r_o = 100k\Omega$ ، $g_m = 40\frac{mA}{V}$ ، $r_\pi = 2/5k\Omega$



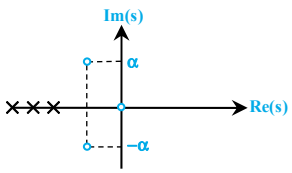
۱) $200k\Omega$
۲) 50Ω
۳) $5k\Omega$
۴) 100Ω

۹ـ دیاگرام اندازه تابع تبدیل شبکه فیزیکی در $0 \le \omega \le \infty$ رسم شده است. دیاگرام قطب و صفر شبکه مذکور با حداقل تعداد قطب و صفر به کدام نمودار نزدیکتر است؟

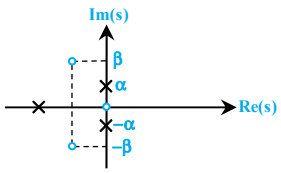




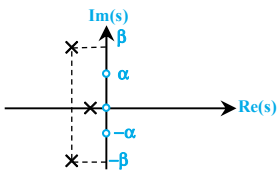
(۴)



(۳)

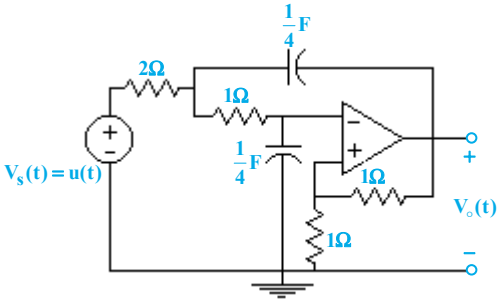


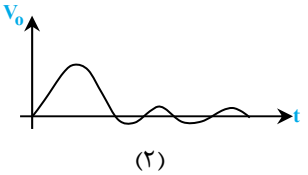
(۲)



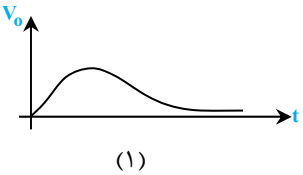
(۱)

۱۰ـ در مدار زیر منحنی تغییرات خروجی $V_o(t)$ به کدام صورت است؟ (تقویت‌کننده عملیاتی را ایده‌آل فرض کنید.)

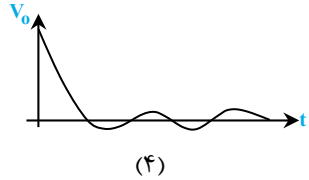




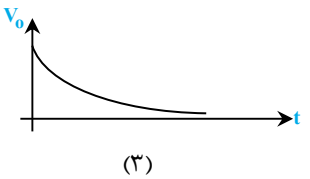
(۲)



(۱)

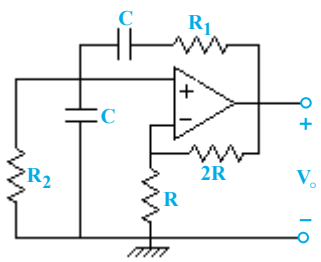


(۴)



(۳)

۱۱ـ مدار مقابل تحت چه شرایطی نوسان می‌کند و فرکانس نوسان آن کدام است؟

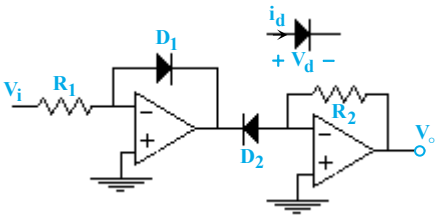


۱) $\omega = \frac{1}{2R_1C}$ ، $R_1 = R_2$
۲) $\omega = \frac{1}{R_1C}$ ، $R_1 = 2R_2$
۳) $\omega = \frac{1}{R_1C}$ ، $R_1 = R_2$
۴) $\omega = \frac{1}{2R_1C}$ ، $R_1 = 2R_2$

www.modaresanesharif.ac.ir

۱۲ـ مشخصه غیرخطی یک دیود به‌صورت مقابل داده شده است: $i_d = I_s e^{\alpha v_d}$

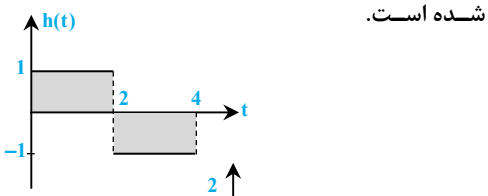
در مدار مقابل با فرض ایده‌آل بودن آپ امپ، نسبت $\frac{V_o}{V_i}$ کدام است؟

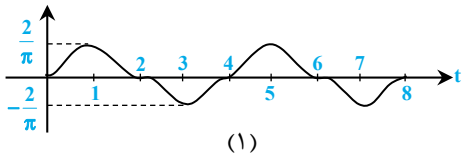


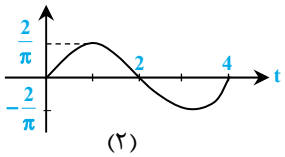
۱) $\ln\frac{R_2}{R_1}$
۲) $\frac{R_2}{R_1}$
۳) $R_2 \ln\frac{1}{R_1}$
۴) $R_2 R_1$

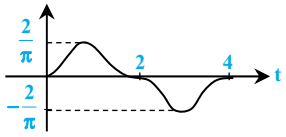
۱۳ـ پاسخ به ورودی ضربه واحد یک مدار خطی تغییرناپذیر با زمان $h(t)$ مطابق شکل داده شده است.

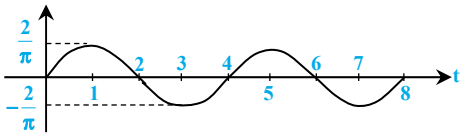
پاسخ حالت صفر این مدار به ورودی $(\sin \pi t)u(t)$، کدام است؟



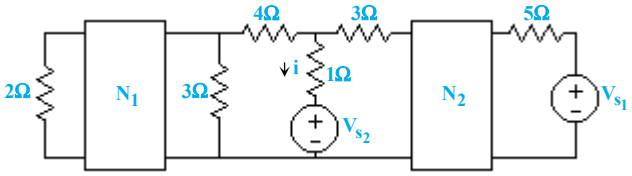
۱)


۲)


۳)


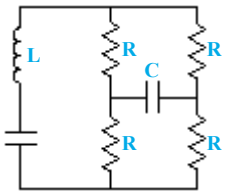
۴)


۱۴ـ در مدار زیر N_1 و N_2 مدارهای مقاومتی خطی و بدون منابع نابسته هستند. برای $v_{s_1} = 1$ و $v_{s_2} = 1 + 2\cos t$ به‌دست آمده است: $i = 7 + 4\cos t$، برای $V_{s_1} = 0$ و $V_{s_2} = \sin t$ توان متوسط مقاومت ۵ اهمی چند وات است؟



۱) $\frac{25}{2}$
۲) ۲۵
۳) $\frac{125}{2}$
۴) ۱۲۵

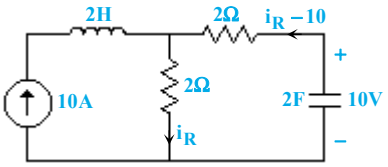
۱۵ـ در مدار زیر مقدار R را برحسب L و C چنان بیابید که مدار دارای ۳ فرکانس طبیعی یکسان باشد. مقدار این فرکانس طبیعی کدام است؟



۱) $R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}\ ,\ S = \frac{-1}{\sqrt{LC}}$
۲) $R = 2\sqrt{\frac{2L}{C}}\ ,\ S = \frac{-1}{\sqrt{2LC}}$
۳) $R = 2\sqrt{\frac{2L}{C}}\ ,\ S = \frac{-2}{\sqrt{LC}}$
۴) هرگز امکان‌پذیر نیست.

www.modaresanesharif.ac.ir

پاسخنامه آزمون کارشناسی ارشد ۱۴۰۲ ــ مهندسی ابزار دقیق و اتوماسیون



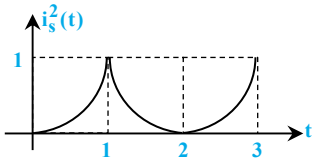
۱ــ گزینه «۱» ابتدا مقدار جریان i_R را در لحظه $t = 0$ محاسبه می‌کنیم.

$$2i_R - 10 + 2(i_R - 10) = 0 \Rightarrow 4i_R - 30 = 0 \Rightarrow i_R = 7/5$$

پس جریان $i_R = 7/5$ است. با بررسی گزینه‌ها، گزینه (۱) پاسخ صحیح است.

۲ــ گزینه «۳» فاصله در خطای قوانین گفته شده تأثیر دارد، اما تأثیر آن کمتر از فرکانس است، بنابراین فرکانس با خطا رابطه مستقیم داشته و در نتیجه گزینه (۳) که فرکانس خیلی بیشتری نسبت به گزینه‌های دیگر دارد، قطعاً گزینه صحیح است.

۳ــ گزینه «۴» برای به‌دست آوردن انرژی خروجی از منبع، کافی است انرژی منتقل‌شده به خازن، مقاومت و سلف را به‌دست آوریم:



$$E_R = \int_0^t P_R\,dt = \int_0^3 Ri_s^2\,dt$$

نمودار $i_s^2(t)$ را بررسی می‌کنیم:

$$\int_0^3 Ri_s^2\,dt = 3R\int_0^1 t^2\,dt \Rightarrow E_R = 300\left(\frac{t^3}{3}\right)\Big|_0^1 = 100\,w$$

با توجه به این‌که انرژی ذخیره‌شده در خازن از رابطه $E_C = \frac{CV^2}{2}$ تبعیت می‌کند، کافی است ولتاژ خازن در $t = 3$ را به‌دست آوریم.

$$V_C(3) = V_C(0) + \frac{1}{C}\int_0^3 i_s\,dt = 100 + 100\left(\frac{1}{2}\right) = 150\,V$$

$$\Rightarrow \Delta E_C = E_C(3) - E_C(0) = \frac{C}{2}\left(V_C^2(3) - V_C^2(0)\right) = 62/5\,w$$

انرژی ذخیره‌شده در سلف طبق رابطه $E_L = \frac{1}{2}Li^2$ به‌دست می‌آید. لذا کافی است اختلاف این انرژی را در لحظه $t = 3$ نسبت به $t = 0$ به‌دست آوریم:

$$\Delta E_L = \frac{1}{2}L(i_{(3)}^2 - i_{(0)}^2) = 5((-1)^2 - 0) = 5 \Rightarrow E_{total} = 100 + 62/5 + 5 = 167/5\,w$$

۴ــ گزینه «۱» با توجه به اینکه مقدار خروجی در لحظه $t = 0$ برابر صفر است و جهش ندارد، لذا جنس خروجی از نوع ولتاژ خازن است، نه ولتاژ سلف. بنابراین گزینه‌های (۳) و (۴) درست نمی‌باشند. اکنون فرکانس نوسان خروجی را بررسی می‌کنیم. در نمودار خروجی ۲ فرکانس مشاهده می‌شود. اولی فرکانس ۱۰۰Hz که مربوط به فرکانس ورودی است و دومی نوسانی با دوره تناوب تقریبی $T = 2\pi\times10^{-3}$ (s) که مربوط به فرکانس طبیعی مدار است.

می‌دانیم که فرکانس طبیعی مدار سلف و خازن و مقاومت سری برابر $\frac{1}{\sqrt{LC}}$ است. لذا داریم:

$$\frac{1}{\sqrt{LC}} \simeq \omega = 2\pi\left(\frac{1}{T}\right) = 10^3 \Rightarrow LC \simeq 10^{-6}$$

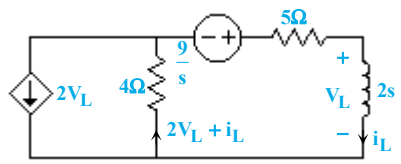
گزینه‌های (۱) و (۲) را بررسی می‌کنیم:

(۲) گزینه : $LC = 3\times10^{-3}\times3\times10^{-3} = 9\times10^{-6}$ ✗

(۱) گزینه : $LC = 3\times10^{-3}\times3\times10^{-4} = 9\times10^{-7} \simeq 10^{-6}$ ✓

بنابراین گزینه (۱) پاسخ مسئله است.

۵ــ گزینه «۲» ابتدا V_L را محاسبه می‌کنیم:



$$V_L = 2si_L$$

حال داریم:

$$-\frac{9}{s} + 5i_L + 2si_L + 4(2V_L + i_L) = 0$$

$$\frac{9}{s} = 5i_L + 2si_L + 4i_L + 16si_L \Rightarrow \frac{9}{s} = (9 + 18s)i_L \Rightarrow i_L = \frac{1}{s(2s+1)} = \frac{1}{2s\left(s+\frac{1}{2}\right)} = \frac{1}{s} - \frac{1}{s+\frac{1}{2}}$$

حال عکس تبدیل لاپلاس را حساب می‌کنیم:

$$i_c(t) = 1 - e^{-\frac{1}{2}t}$$

۶ــ گزینه «۳» سلف در مدار فوق مقدار $2t$ دارد و به همین دلیل مدار فوق غیرخطی است و در مدار غیرخطی هم پاسخ ضربه را نمی‌توان از مشتق پاسخ پله به‌دست آورد و آن روش امکان‌پذیر نیست به همین دلیل به سرعت می‌توان به گزینه (۳) رسید و سؤال ساده‌ای است.

---

www.modaresanesharif.ac.ir

۷ـ گزینه «۴» فرض می‌کنیم دیود خاموش باشد. پس داریم:

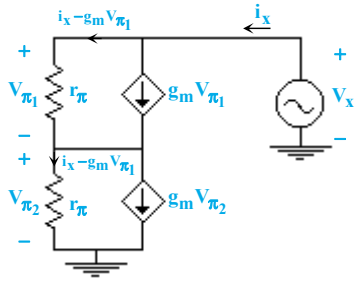
$$\left.\begin{array}{l} -V_i + i - ۱ + i + ۱ = ۰ \Rightarrow V_i = ۲i \\ -V_۰ + i = ۰ \Rightarrow V_۰ = i \end{array}\right\} \Rightarrow V_۰ = \frac{V_i}{۲}$$

$$-V_i + V_۰ + ۱ = ۰ \Rightarrow V_i = V_۰ + ۱$$

حال فرض می‌کنیم دیود روشن باشد، داریم:

دیود زمانی روشن است که $V_i > ۲$ باشد، پس گزینه (۴) صحیح است.

۸ـ گزینه «۲» طبق مدار دو مقاومت $r_۰$ و r_π موازی هستند. با توجه به این‌که $r_۰$ خیلی بزرگتر از r_π است، در نتیجه مقاومت $r_۰$ موازی r_π برابر r_π است. پس مدار به‌صورت مقابل ساده می‌شود.



با توجه به نمودار داریم:

$$-V_X + V_{\pi_۱} + V_{\pi_۲} = ۰ \Rightarrow V_X = V_{\pi_۱} + V_{\pi_۲} \qquad (۱)$$

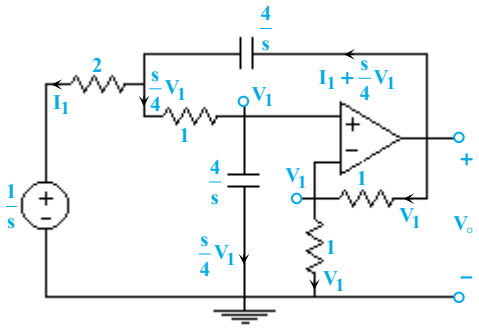
$$\left.\begin{array}{l} V_{\pi_۱} = r_\pi (i_X - g_m V_{\pi_۱}) \Rightarrow V_{\pi_۱} = \dfrac{r_\pi}{۱ + g_m r_\pi} i_X \\ V_{\pi_۲} = r_\pi (i_X - g_m V_{\pi_۲}) \Rightarrow V_{\pi_۲} = \dfrac{r_\pi}{۱ + g_m r_\pi} i_X \end{array}\right\} \qquad (۲)$$

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

$$V_X = \frac{۲r_\pi}{۱ + g_m r_\pi} i_X = \frac{۵k\Omega}{۱ + ۱۰۰} i_X \Rightarrow \frac{V_X}{i_X} = \frac{۵۰۰۰}{۱۰۱} \simeq ۵۰\Omega$$

۹ـ گزینه «۱» با توجه به نمودار دو صفر در نقاط ۰ و α داریم. $\alpha_۰$ مرتبه دوم است. همچنین، با توجه به این‌که اندازه در ∞ عدد ثابتی است تعداد قطب و صفر یکسان است. در نتیجه گزینه (۱) صحیح است.

۱۰ـ گزینه «۲» مدار را به حوزه لاپلاس می‌بریم:



$$KVL: -V_۰ + V_۱ + V_۱ = ۰ \Rightarrow V_۱ = \frac{۱}{۲} V_۰ \qquad (۱)$$

$$KVL: -V_۱ - \frac{s}{۴} V_۱ + ۲I_۱ + \frac{۱}{s} = ۰ \Rightarrow I_۱ = \frac{۱}{۲} V_۱ + \frac{s}{۸} V_۱ - \frac{۱}{۲s} \qquad (۲)$$

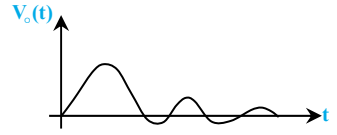
$$KVL: -V_۱ - \frac{s}{۴} V_۱ - V_۱ - \frac{۴}{s} I_۱ + V_۰ = ۰ \Rightarrow -۲V_۱ - \frac{s}{۴} V_۱ + V_۰ - \frac{۴}{s} I_۱ = ۰$$

$$\Rightarrow -V_۰ - \frac{s}{۸} V_۰ + V_۰ - \frac{۴}{s} I_۱ = ۰ \Rightarrow I_۱ = -\frac{s^۲}{۳۲} V_۰ \qquad (*)$$

$$(۱), (۲), (*) \Rightarrow -\frac{s^۲}{۳۲} V_۰ = \frac{۱}{۴} V_۰ + \frac{s}{۱۶} V_۰ - \frac{۱}{۲s} \Rightarrow \left(\frac{s^۲ + ۲s + ۸}{۳۲}\right) V_۰ = \frac{۱}{۲s} \Rightarrow V_۰ = \frac{۱۶}{s(s^۲ + ۲s + ۸)}$$

معادله مشخصه سیستم برابر است با:

$$\Delta(s) = s^۲ + ۲s + ۸$$



ریشه‌های این معادله مشخصه به‌صورت مزدوج مختلف است و چون پاسخ پله سیستم مدنظر بوده است پس پاسخ سیستم به‌صورت میرایی ضعیف بوده به‌صورت تقریبی به شکل مقابل می‌شود، پس گزینه (۲) صحیح است.

۱۱ـ گزینه «۳» قانون ولتاژ را برای گره منفی آپامپ می‌نویسیم، پس داریم:

$$\frac{V_-}{R} + \frac{V_- - V_۰}{۲R} = ۰ \Rightarrow V_۰ = ۳V_- \qquad (۲)$$

در ادامه قانون ولتاژ را برای گره مثبت می‌نویسیم، داریم:

$$\frac{V_+}{\frac{۱}{۴s}} + \frac{V_+}{R_۲} + \frac{V_+ - V_o}{R_۱ + \frac{۱}{CS}} = ۰ \Rightarrow \left(CS + \frac{۱}{R_۲} + \frac{CS}{۱ + R_۱CS}\right) V_+ = \frac{CS}{۱ + R_۱CS} V_۰ \qquad (۱)$$

در آپامپ ولتاژ دو سر منفی و مثبت یکسان است، پس $V_+ = V_-$ است، با جایگذاری رابطه (۲) در رابطه (۱) داریم:

$$(R_۲CS(۱ + R_۱CS) + ۱ + R_۱CS + R_۲CS)V_+ = R_۲CSV_۰ (۳V_+)$$

$$[R_۲CS(۱ + R_۱CS) + ۱ + R_۱CS + R_۲CS - ۳R_۲CS]V_+ = ۰$$

با ساده‌سازی رابطه بالا داریم:

$$[R_۲R_۱C^۲S^۲ - (R_۲ - R_۱)CS + ۱]V_- = ۰$$

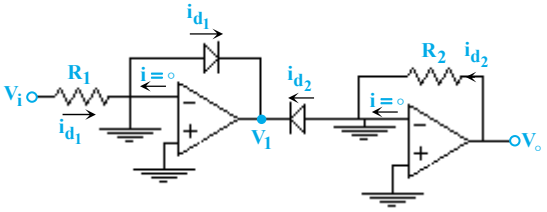
برای نوسان باید قسمت $s = j\omega$ حذف شود، در نتیجه $R_۲ = R_۱$ است. فرکانس نوسان هم برابر است با:

$$\omega = \frac{۱}{R_۱C}$$

---

www.modaresanesharif.ac.ir

۱۲ـ گزینه «۲» ابتدا i_{d_1} و i_{d_2} را محاسبه می‌کنیم. طبق مدار مقابل داریم:



$$\left.\begin{aligned} -V_0 + R_2 i_{d_2} = 0 \Rightarrow i_{d_2} = \frac{V_0}{R_2} \\ -V_i + R_1 i_{d_1} = 0 \Rightarrow i_{d_1} = \frac{V_i}{R_1} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

مقادیر i_{d_1} و i_{d_2} با استفاده از رابطه خطی به‌صورت مقابل نوشته می‌شود:

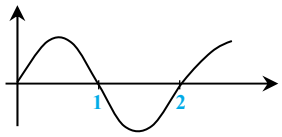
$$\left.\begin{aligned} i_{d_1} = I_{se} \times V_1 \\ i_{d_2} = I_{se} \times V_1 \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

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

$$\left.\begin{aligned} V_o = R_2 I_{se} \times V_2 \\ V_i = R_1 I_{se} \times V_1 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_2 I_{se} \times V_1}{R_1 I_{se} \times V_1} \Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_2}{R_1}$$

۱۳ـ گزینه «۳»

$$x(t) = (\sin \pi t)u(t) \Rightarrow \omega = \pi \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2 \rightarrow$$

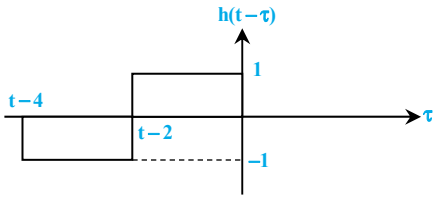


$h(t) =$ براساس شکل

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

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

$$t = 1 \rightarrow y(1) = \int_0^1 \sin \pi t dt = -\cos \pi t \Big|_0^1 = -\cos x + \cos(0) = 2$$



$$t = 2 \rightarrow y(2) = \int_0^2 \sin \pi t dt = 0 \qquad t = 3 \rightarrow y(3) = -2 \qquad t = 4 \rightarrow y(4) = 0$$

$t \geq 4 \rightarrow y(t) = 0 \rightarrow$ به دلیل تقارن $h(t)$ خروجی همواره صفر است

از طرفی چون پاسخ ضربه تقارن دارد و در نزدیکی زمان‌های $t = 2$ و $t = 4$ هم مقدار خروجی صفر می‌شود پس گزینه (۳) صحیح است.

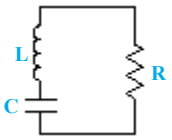
۱۴ـ گزینه «۳» با توجه به قضیه جمع آثار داریم:

$$i = AV_{s_1} + BV_{s_2} \Rightarrow 7 + 4\cos t = A + B(1 + 2\cos t) \Rightarrow \begin{cases} A = 5 \\ B = 2 \end{cases}$$

بنابراین اگر در نقطه V_{s_1} منبع ولتاژی به ولتاژ ۱ ولت قرار دهیم، در نقطه V_{s_2} جریانی به اندازه ۵A ایجاد خواهد شد. بنابراین به‌صورت متقابل اگر در نقطه V_{s_2} منبع ولتاژی به اندازه ۱ ولت قرار دهیم، در نقطه V_{s_1} جریان ۵A خواهیم داشت. لذا در حالت دوم داریم:

$$i_{R=5} = CV_{s_1} + DV_{s_2} \xrightarrow[D=5]{V_{s_1}=0} i_{R=5} = 5\sin t \Rightarrow P_{R=5} = \frac{1}{2}R(5)^2 = \frac{125}{2}$$

۱۵ـ گزینه «۴» چون یک پل تشکیل شده است جریانی از خازن آن عبور نخواهد کرد و مدار به‌صورت مقابل می‌شود:



این مدار مرتبه ۲ است و اصلاً ۳ فرکانس طبیعی ندارد به همین دلیل گزینه (۴) صحیح است.

www.modaresanesharif.ac.ir