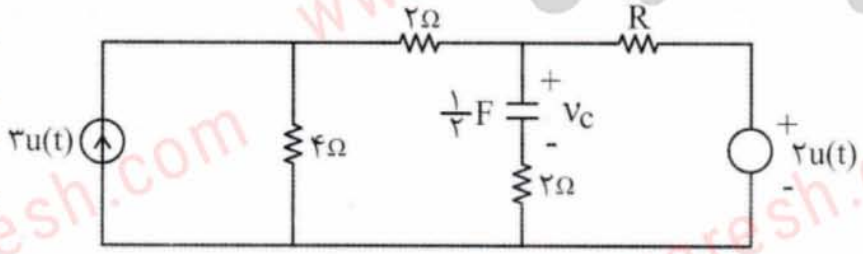
۴۶- مدار زیر با ولتاژ اولیهٔ $v_c(0^-) = 4V$ خازن شروع به‌کار می‌کند. به ازای کدام مقدار از R، انرژی خازن ثابت می‌ماند؟

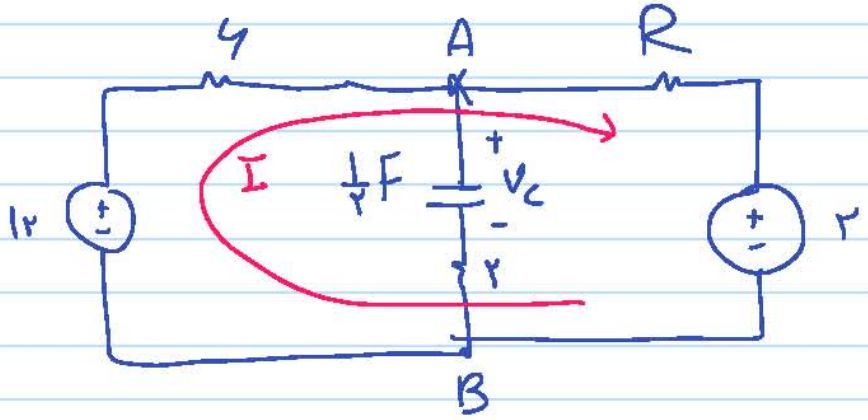


۱) $\frac{4}{3}$

۲) $\frac{3}{4}$

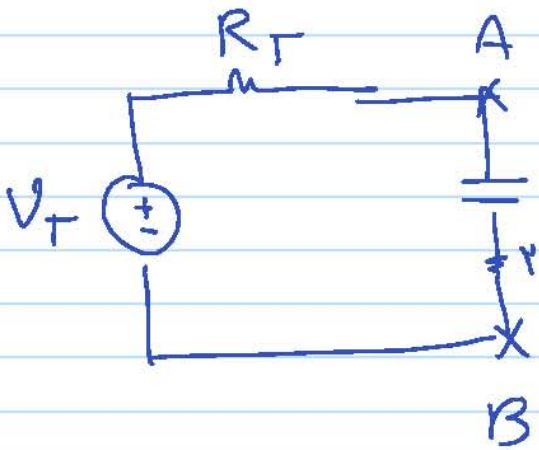
۳) $\frac{3}{2}$

۴) $\frac{2}{3}$



$R_T = 6 \| R$ $\quad I = \frac{10}{6+R}$

$V_T = 12 - \frac{60}{6+R}$



شرط ثابت ماندن انرژی: $V(\infty) = V(0^+)$

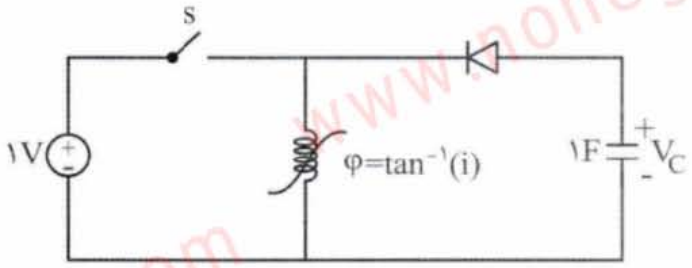
$V_T = 4$

$12 - \frac{60}{6+R} = 4 \Rightarrow \frac{60}{R+6} = 8$

$R+6 = \frac{60}{8} = \frac{15}{2}$

$R = \frac{3}{2} \Longrightarrow$ گزینه 3

۴۷- در مدار زیر کلید s در $t=0$ بسته و در $t=\frac{\pi}{4}[s]$ باز می‌شود. ولتاژ نهایی خازن چند ولت خواهد بود؟ (همهٔ عناصر ایدئال هستند.)



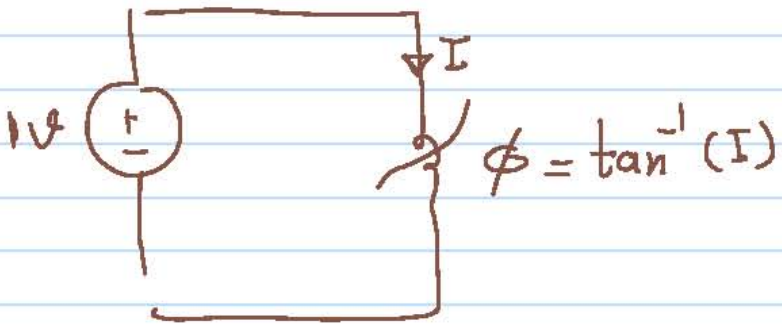
۱) $-\frac{1}{2}\text{Ln}(2)$

۲) $-\sqrt{\frac{1}{2}\text{Ln}(2)}$

۳) $-\text{Ln}(2)$

۴) $-\sqrt{\text{Ln}(2)}$

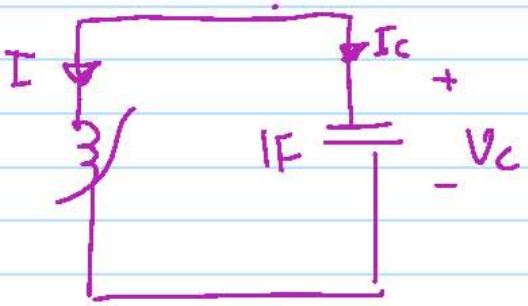
$t=0^+$



$$\frac{d\phi}{dt}=1 \Rightarrow \frac{I'}{1+I^2}=1 \Rightarrow \frac{dI}{1+I^2}=dt \xrightarrow{\int}$$

$$\int_0^I \frac{dI}{1+I^2}=\int_0^{\frac{\pi}{4}} dt \Rightarrow \tan^{-1}(I)=\frac{\pi}{4} \Rightarrow I=1$$

$t=\frac{\pi}{4}^+$



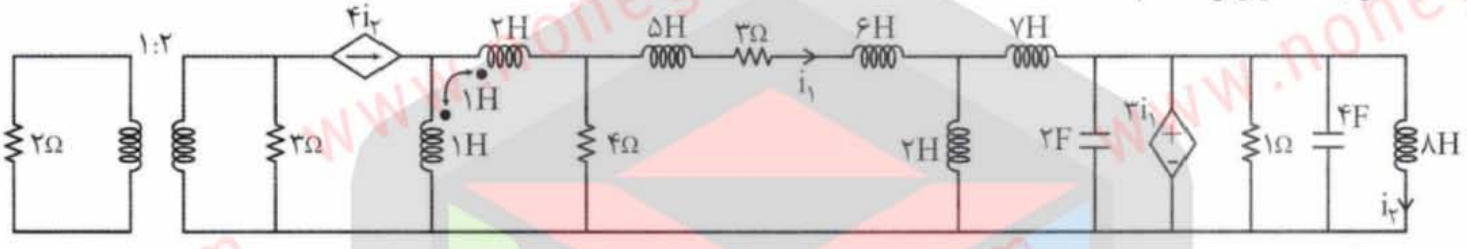
$$\frac{I'}{1+I^2}=V_C \qquad I_C=-I$$

$$I_C=V_C'$$

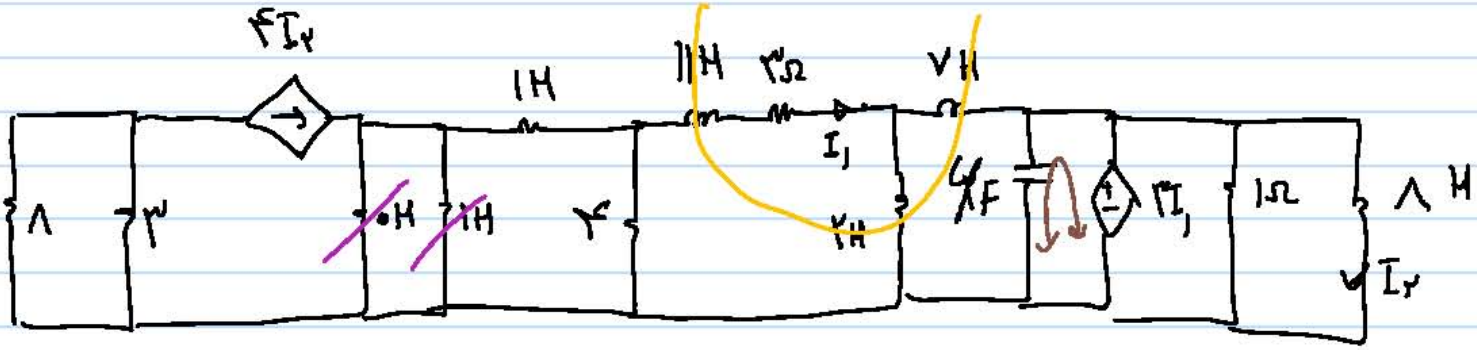
$$\frac{-I_C'}{1+I_C^2}=V_C$$

$$\frac{-V_C''}{1+V_C'^2}=V_C$$

۴۸- مرتبهٔ مدار زیر، کدام است؟



۱) ۶
۲) ۴
۳) ۳
۴) ۵



۴ عنصر ذخیره کننده انرژی «مستقل» داریم

که کاشت سلفی داریم

ولتاژ خازن و یکی از سلف‌ها وابسته به هم است

⇐ مرتبهٔ مدار ۴ است ← گزینهٔ ۲

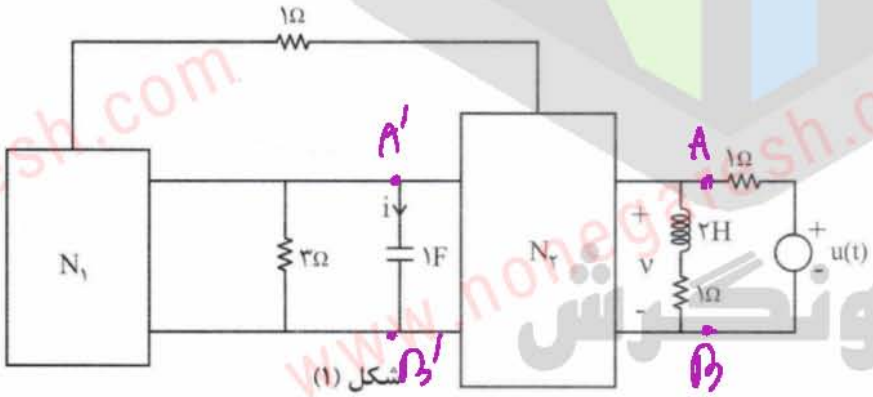
۴۹- در مدار زیر N_1 و N_2 از المان‌های خطی و نامتغیر با زمان و یا ترانسفورمرهای ایدئال تشکیل شده و جریان حالت صفر $i(t)$ در شکل (۱) برابر $i = u(t).(2e^{-t} - e^{-2t})$ است. در مدار شکل (۲) ولتاژ حالت صفر V برابر کدام است؟

۱) $(2e^{-t} - e^{-2t})u(t)$

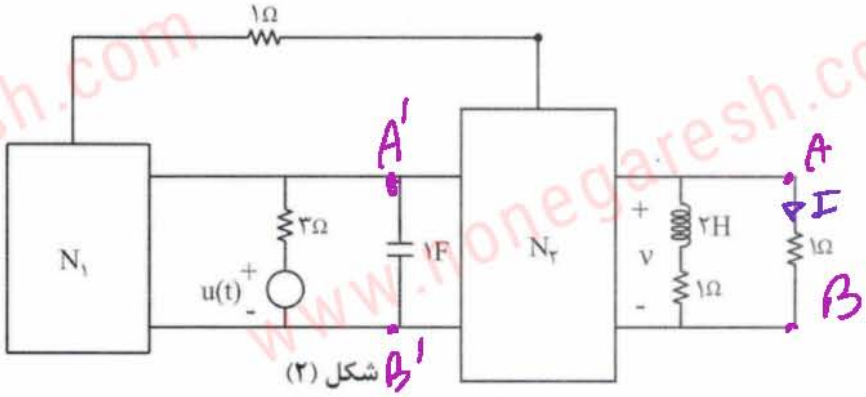
۲) $[\frac{1}{2} - \frac{2}{3}e^{-t} + \frac{1}{6}e^{-2t}]u(t)$

۳) $(\frac{1}{2} - \frac{2}{3}e^{-t} + \frac{1}{6}e^{-3t})u(t)$

۴) $(-\frac{2}{3}e^{-t} + \frac{1}{6}e^{-2t})u(t)$



شکل (۱)



شکل (۲)

AB	A'B'
U(t)	$\rightarrow I = (2e^{-t} - e^{-2t})u(t) \Rightarrow V_{A'B'} = -2e^{-t} + \frac{e^{-4}}{2} + \frac{3}{2}$
$V = \frac{V_{A'B'}}{3}$	$\leftarrow \frac{U}{3}$

حالت صفر

$\Rightarrow$ ۱) $V = -\frac{2}{3}e^{-t} + \frac{e^{-2t}}{6} + \frac{1}{2}$

گزینه ۲

۵۰- در شبکهٔ خطی زیر، به ازای $v_{in}(t) = (e^{-t} + e^{-2t})u(t)$ و یک دسته شرایط اولیهٔ معین، داریم $v_o(t) = [2e^{-t} + 2e^{-2t} + 2e^{-3t} + e^{-4t})u(t)$. اگر شرایط اولیه دو برابر شوند و منبع $v_{in}(t)$ ثابت باشد، آنگاه $v_o(t) = [3e^{-t} + 2e^{-2t} + 2e^{-3t} + 2e^{-4t})u(t)$. کدام گزینه ممکن است فرکانس طبیعی مدار نباشد؟

۱) $s = -1$

۲) $s = -4$

۳) $s = -3$

۴) $s = -2$

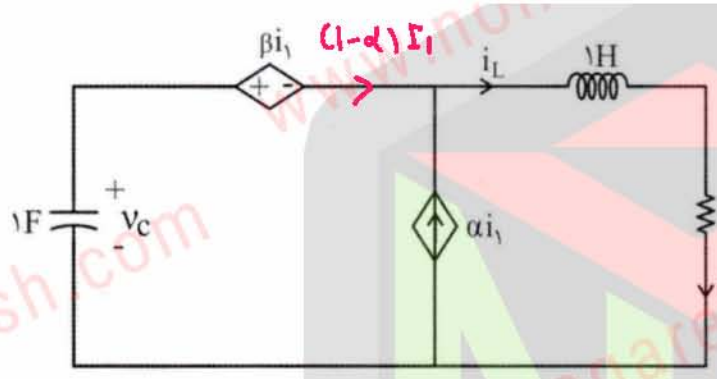
$$v_{o1} = 2v_{in} + 2e^{-2t} v_{in} - e^{-4t}$$

$$v_{o2} = 2v_{in} + 2e^{-t} v_{in} + e^{-t}$$

$\Rightarrow$ $s = -3$

← چون در رابطهٔ ورودی و خروجی در هیچ کدام از حالات دیده نشده

۵۱- در مدار زیر، کدام گزینه صحیح نیست؟



$v_C(0^-)=2\ ,\ i_L(0^-)=0$

۱) با انتخاب $\alpha=10$ و $\beta=-1$ پاسخ نوسانی است.

۲) با انتخاب $\alpha-1$ $\beta=-1-2\sqrt{\alpha-1}$ پاسخ میرائی شدید است.

۳) با انتخاب $\alpha-1$ $\beta=-1+2\sqrt{\alpha-1}$ پاسخ میرائی بحرانی است.

۴) با انتخاب $\alpha=\frac{5}{4}$ و $\beta=-1$ پاسخ نوسانی است.

$$-V_C+\beta i_1+\frac{dI_1}{dt}+I_1=0$$

$$-(1-\alpha)\int I_1\,dt+\beta i_1+I_1'+I_1=0$$

$$I_1''+(1+\beta)I_1'+(\alpha-1)I_1=0$$

$$I_1''+10I_1=0 \longrightarrow \text{نوسانی}$$

گزینه یک) ✓

$$I_1''-2\sqrt{\alpha-1}\,I_1'+(\alpha-1)I_1=0$$

↳ $\Delta=0 \rightarrow$ تکرار میرا درجه ۲

گزینه دو) ✗

$$I_1''+2\sqrt{\alpha-1}\,I_1'+(\alpha-1)I_1=0$$

↳ $\Delta=0 \rightarrow$ بحرانی

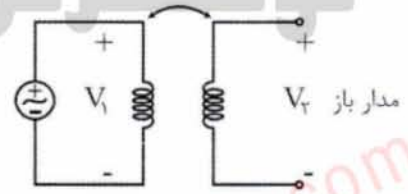
گزینه سه) ✓

$$I_1''+\frac{1}{4}I_1=0 \longrightarrow \text{نوسانی}$$

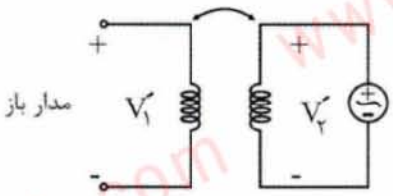
گزینه چهار) ✓

۵۲- یک جفت سلف تزویجی در اختیار داریم، برای اندازه‌گیری ضریب تزویج **k** دو آزمایش زیر را انجام داده‌ایم. رابطهٔ **k** با ولتاژهای اندازه‌گیری شده، کدام است؟ (مقادیر اندوکتانس سلف‌ها مجهول است)

(مدارها در حالت دائمی سینوسی با فرکانس یکسان ω هستند)



آزمایش ۱



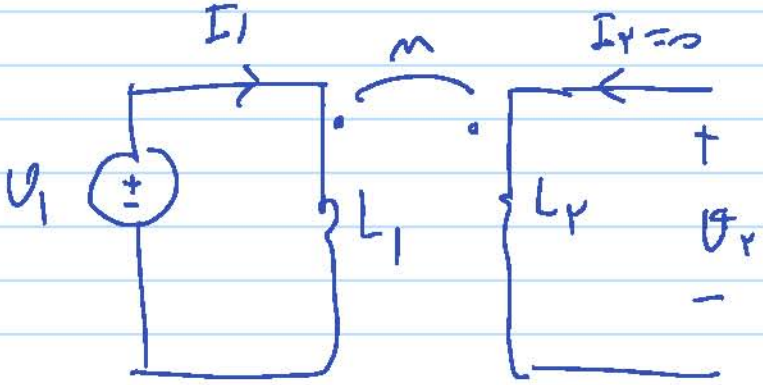
آزمایش ۲

۱) $k = |\frac{V_2}{V_1}| \times |\frac{V'_2}{V'_1}|$

۲) $k = |\frac{V_2}{V_1}| \times |\frac{V'_1}{V'_2}|$

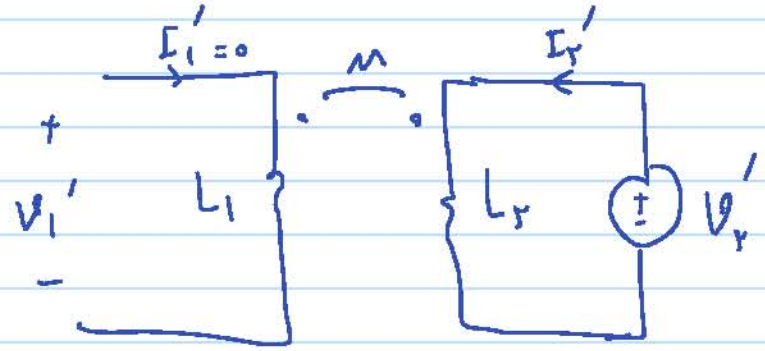
۳) $k = \sqrt{|\frac{V_2}{V_1}| \times |\frac{V'_1}{V'_2}|}$

۴) $k = (|\frac{V_2}{V_1}| \times |\frac{V'_1}{V'_2}|)^2$



$v_1 = j\omega L_1 I_1$

$v_2 = j\omega M I_1$



$v'_2 = j\omega L_2 I'_2$

$v'_1 = j\omega M I'_2$

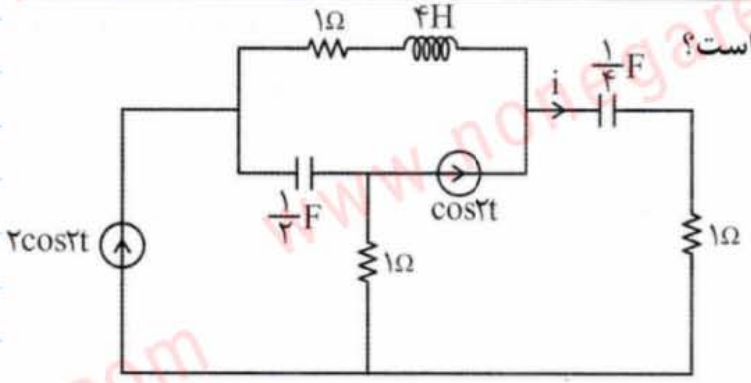
$$\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{M}{L_1}$$

$$\Rightarrow \frac{v'_1}{v'_2} = \frac{M}{L_2}$$

$\xrightarrow{\times}$ $\left|\frac{v_2}{v_1}\right| \times \left|\frac{v'_1}{v'_2}\right| = \frac{M^2}{L_1 L_2}$

$\rightarrow k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} = \sqrt{\left|\frac{v_2}{v_1}\right| \times \left|\frac{v'_1}{v'_2}\right|} \Rightarrow$ گزینه ۳

۵۳- در مدار زیر، جریان i در حالت دائمی سینوسی، کدام است؟

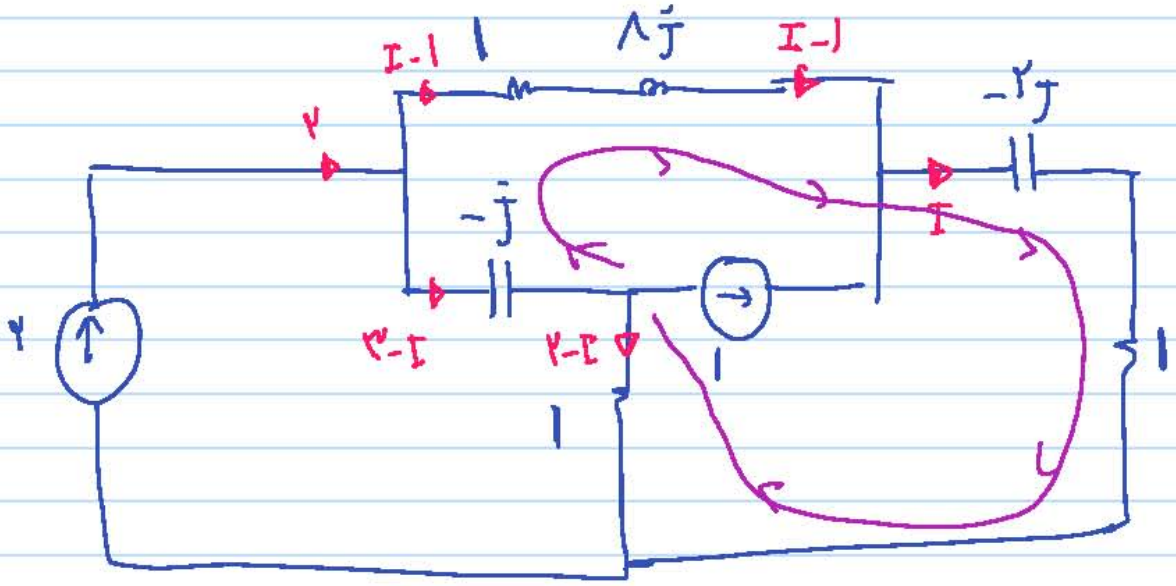


۱) $\cos ۲t$

۲) $۵\sin(۲t + ۵۳^\circ)$

۳) $۵\sin ۲t$

۴) $۵\cos ۲t$



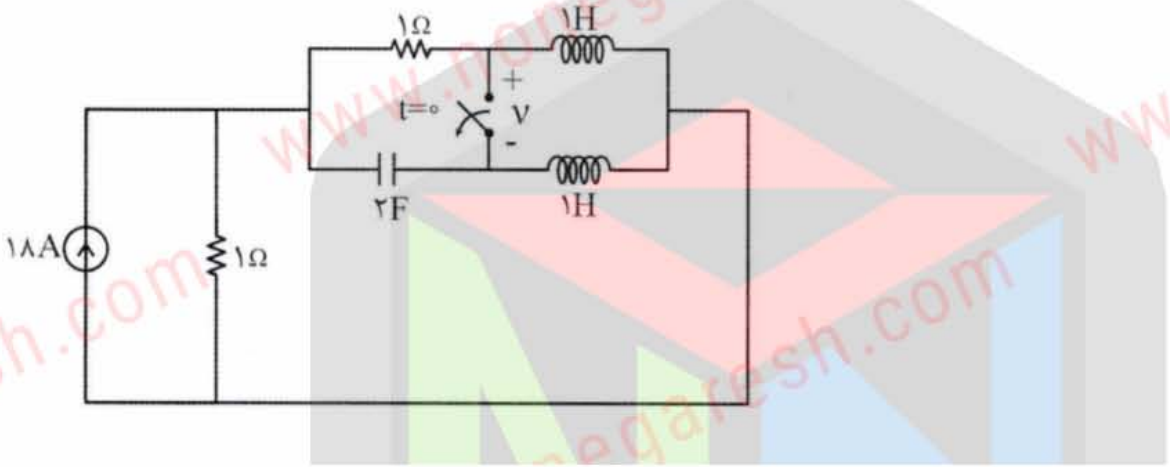
$$\text{KVL}: \quad I - ۱ + ۸jI - ۸j - ۲jI + I + I - ۲ - jI + ۳j = ۰$$

$$۳I + ۵jI = ۳ + ۵j \Rightarrow I = ۱ \Rightarrow I = \cos ۲t$$

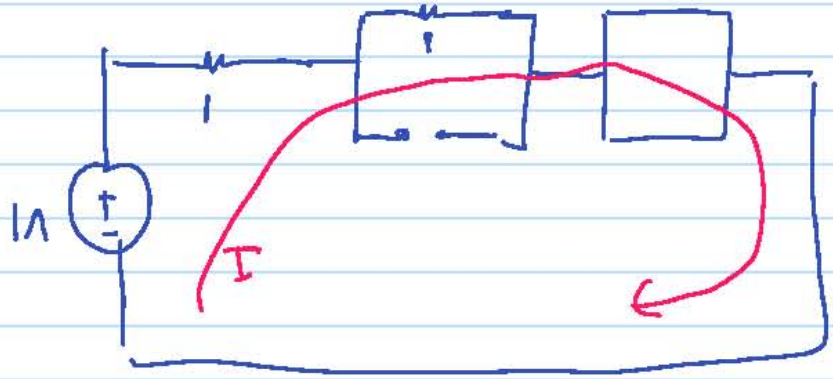
گزینه یک

۵۴- در مدار زیر، کلید پس‌از مدت‌ها بسته بودن در $t = 0$ باز می‌شود. ولتاژ روی کلید در لحظهٔ $t = 0^+$، چند ولت است؟

۱) ۹
۲) ۱
۳) ۴/۵
۴) ۷/۵

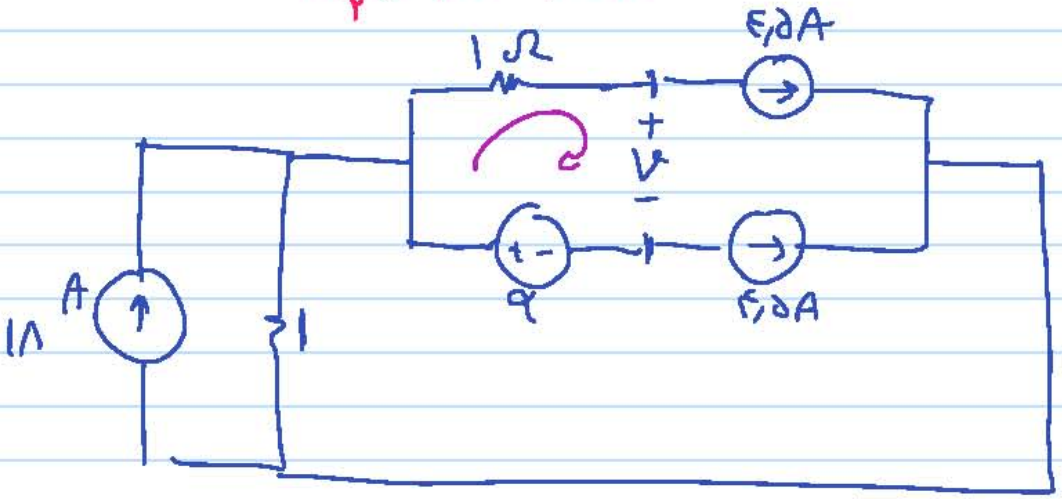


$-\infty < t < 0^-$



$I = 9A \Rightarrow \begin{cases} V_C(0^-) = 9V \\ I_{L_1}(0^-) = 4.5A \\ I_{L_2}(0^-) = 4.5A \end{cases}$

$t = 0^+$



KVL: $4.5 + V - 9 = 0 \rightarrow \boxed{V = 4.5V}$ گزینه ۳

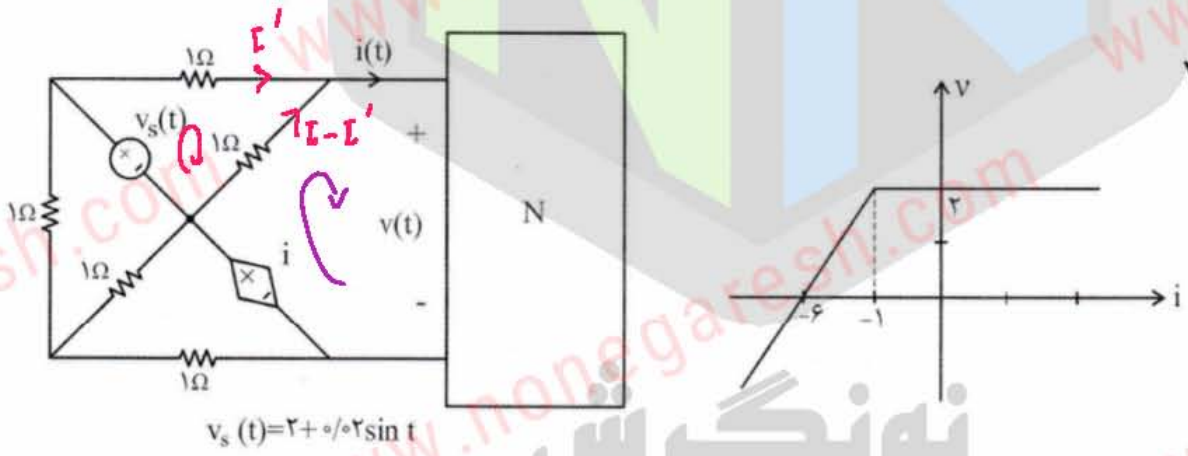
۵۵- با توجه به مشخصهٔ $v-i$ داده شده برای یک قطبی مقاومتی N، مقدار $i(t)$ در مدار زیر کدام است؟

۱) ۲

۲) $2-0/02\sin t$

۳) $1-0/01\sin t$

۴) -2



KVL: $-V_S + I' + I' - I = 0 \Rightarrow I' = \frac{V_S + I}{2}$

KVL: $-I + I - I' + V = 0 \Rightarrow V = I'$

$\Rightarrow V = \frac{V_S}{2} + \frac{I}{2}$

$V = 1 + 0.1\sin(t) + \frac{I}{2}$

if $V = 2 \Rightarrow$ $\boxed{I = 2 - 0.2\sin(t)}$ ✓

most $I > -1$

↓

گزینه ۲

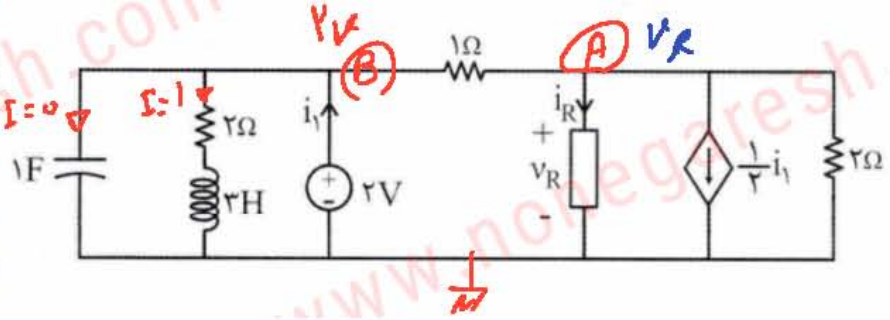
۵۶- در مدار زیر، جریان مقاومت غیرخطی $V_R = -\frac{1}{2} i_R^3$ ، چند آمپر است؟

۱) ۲

۲) $\frac{1}{4}$

۳) $\frac{1}{2}$

۴) ۱



KCL A: $I_R + \frac{1}{2} I_1 + \frac{V_R}{2} + \frac{V_R - 2}{1} = 0$

KCL B: $-I_1 + \frac{2 - V_R}{1} + 1 + 0 = 0$

(B) $\Rightarrow$ $I_1 = 3 - V_R$

(A) $\Rightarrow$ $I_R + \frac{3 V_R}{2} + \frac{(3 - V_R)}{2} = 2$

$I_R + V_R = \frac{1}{2} \Rightarrow 2 I_R + 2 V_R = 1$

$\Downarrow$

$4 I_R - I_R^3 = 1$

$\Downarrow$

$I_R = 1$

گزینه چهار

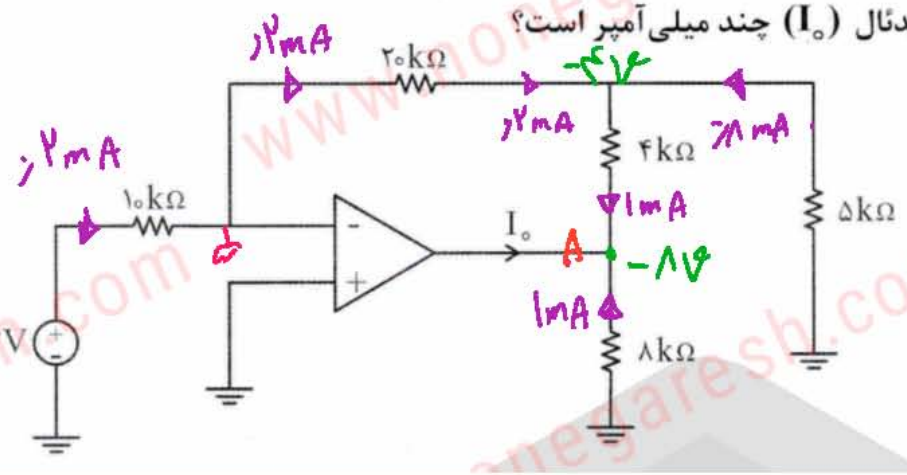
۵۷- در مدار زیر، جریان خروجی آپ امپ ایدئال (I_o) چند میلی‌آمپر است؟

۱) ۵

۲) −۵

۳) −۲

۴) ۲



KCL A : $I_o + 1 + 1 = 0 \Rightarrow \boxed{I_o = -2}$

گزینه ۳

۵۸- اگر پاسخ حالت صفر یک مدار خطی تغییرناپذیر با زمان به ورودی $te^{-t}u(t)$، به‌صورت $(e^{-t}-e^{-2t})u(t)$ باشد، پاسخ ضربهٔ این مدار کدام است؟

۱) $h(t)=-e^{-2t}u(t)+\delta(t)$

۲) $h(t)=-e^{-2t}u(t)$

۳) $h(t)=-e^{-2t}u(t)+\delta'(t)$

۴) $h(t)=3e^{-2t}u(t)-\delta(t)$

$te^{-t}u(t) \longrightarrow (e^{-t}-e^{-2t})u(t)$

$\downarrow \mathcal{L}$

$\frac{1}{(s+1)^2} \longrightarrow \frac{1}{s+1}-\frac{1}{s+2}$

$1 \longrightarrow s+1-\frac{(s+1)^2}{s+2}$

$\downarrow \mathcal{L}^{-1}$

$\delta(t) \longrightarrow \delta'(t)+\delta(t)-e^{-2t}\mathcal{L}\left(\frac{s^2-2s+1}{s}\right)$

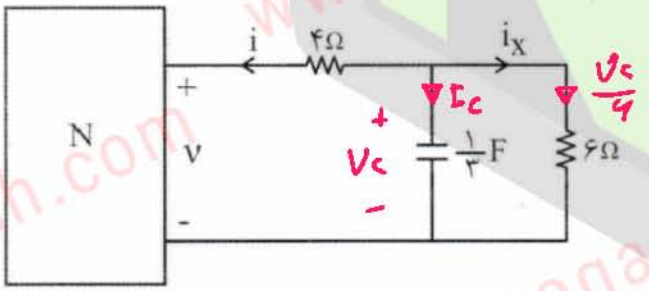
$\delta(t) \longrightarrow \delta'(t)+\delta(t)-e^{-2t}\left(\delta'(t)-2\delta(t)+1\right)$

$\delta(t) \longrightarrow \delta'(t)+\delta(t)-\frac{d}{dt}\left(e^{-2t}\delta(t)\right)-e^{-2t}$

$\delta(t) \longrightarrow \delta(t)-e^{-2t}u(t)$

گزینه ۲

۵۹- مشخصهٔ ولتاژ ـ جریان شبکهٔ N زیر به‌صورت $V(t) = 2i + \begin{cases} 2 & t \geq 0 \\ 4 & t < 0 \end{cases}$ است. جریان $i_x(t)$ در مدار کدام است؟



۱) $\frac{1}{6} + \frac{1}{6}e^{-t}$

۲) $\frac{1}{6} + \frac{1}{6}e^{-\frac{t}{4}}$

۳) $-\frac{1}{6} + \frac{1}{6}e^{-t}$

۴) $-\frac{1}{6} + \frac{1}{6}e^{-\frac{t}{4}}$

$v_c = 4I + v$ $\quad -I_c = I + \frac{v_c}{4} = \frac{1}{3}v_c'$

$v_c = 4I + (2I + 2)$

$v_c = 6I + 2$

$\Rightarrow -\frac{1}{3}v_c' = \frac{v_c - 2}{4} + \frac{v_c}{4}$

$-v_c' = v_c - 1$

$\frac{dv_c}{v_c - 1} = -dt \xrightarrow{\int} \ln(v_c - 1) = -t$

$v_c(t) = e^{-t} + 1$

$I_N = \frac{v_c}{4} = \frac{1}{4} + \frac{e^{-t}}{4}$

گزینه ۴

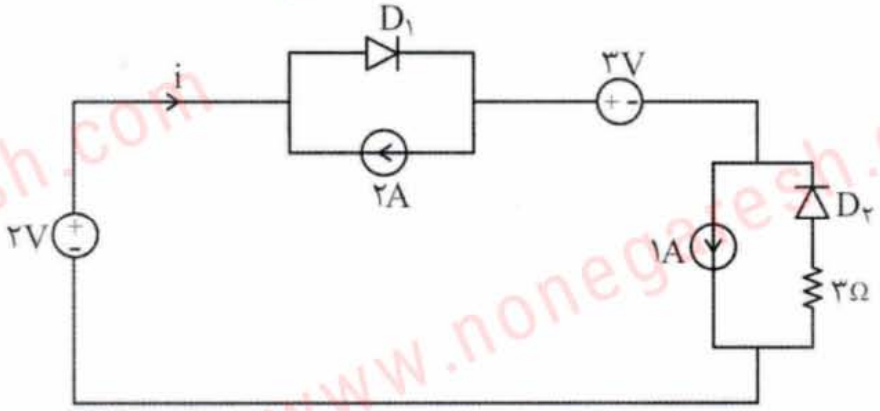
۶۰- در مدار زیر، جریان i چند آمپر است؟ (دیودها را ایدئال فرض کنید)

۱) ۱

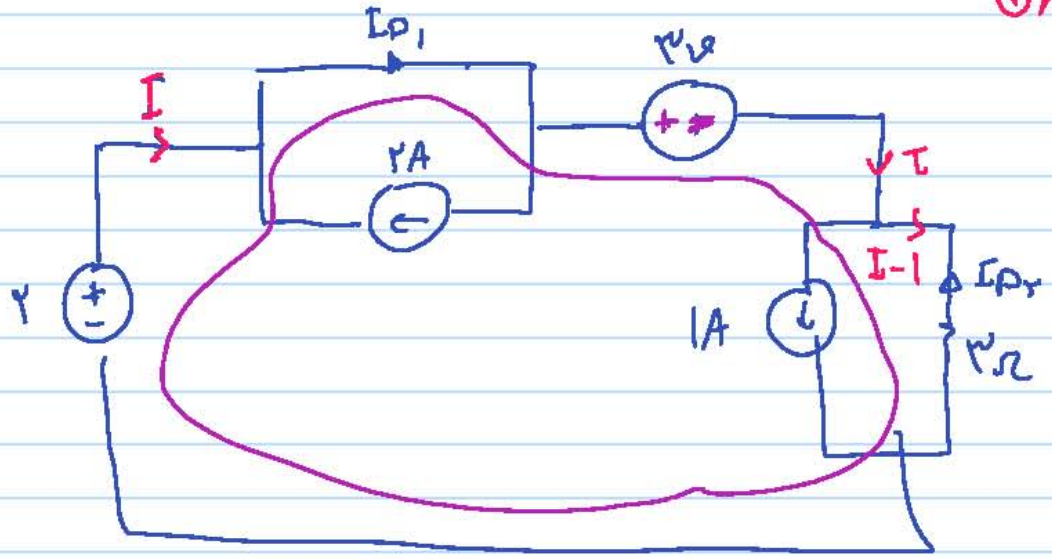
۲) -۲

۳) -۱

۴) $\frac{۲}{۳}$



فرض دو دیود ON



KVL: $-۲+۳+۳(I-۱)=۰$ $\Rightarrow$ $I=\frac{۲}{۳}A$

گزینه ۲

$I_{D۱}=۲+I=\frac{۸}{۳}$ فرض درست

$I_{D۲}=۱-I=\frac{۱}{۳}$ " "