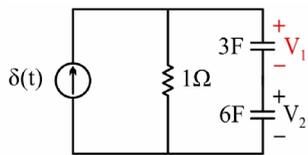


مسائل تکمیلی فصل سوم

۱- با فرض $V_1(0^-) = V_2(0^-) = 0$ ، $V_1(0^+)$ چقدر است؟



$\frac{1}{6}$ (۱)

$\frac{1}{3}$ (۲)

$\frac{1}{2}$ (۳)

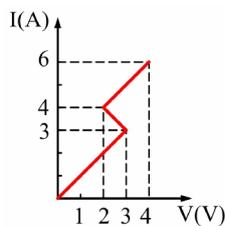
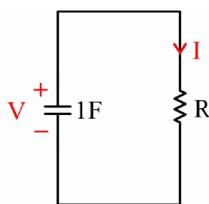
1 (۴)

۲- نمودار جریان بر حسب ولتاژ مقاومت غیرخطی R داده شده است. اگر $V_C(0^-) = 4V$ باشد، زمان لازم



(مهندسی برق ۷۰)

برای رسیدن ولتاژ خازن به 2V چقدر است؟



(۴) هیچ کدام

$t = \ln 2$ (۳)

$t = \ln \frac{3}{2}$ (۲)

$t = \ln 3$ (۱)

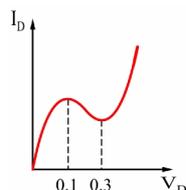
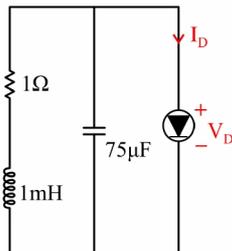
۳- مقاومت دیود تونلی باید برابر $R = -\frac{40}{3} \Omega$ باشد تا مدار به یک نوسان ساز تبدیل شود.



$$I_D = 2.5V_D^3 - 1.5V_D^2 + 0.225V_D$$

با فرض اینکه شرایط سیگنال کوچک برقرار است، ولتاژ نقطه کار مدار (V_D) در حالت نوسانی چقدر است؟

(مهندسی برق ۷۲)



0.25 (۱)

0.15 (۲)

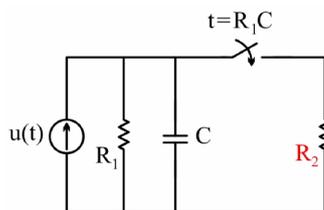
0.18 (۳)

0.2 (۴)

۴- چقدر R_2 باشد تا پس از وصل کلید در $t = R_1 C$ ولتاژ دو سر منبع جریان ثابت بماند؟ (ولتاژ اولیه خازن



صفر است.) (مهندسی برق ۷۸)



$\frac{R_1}{e-1}$ (۱)

$\frac{R_1}{e}$ (۲)

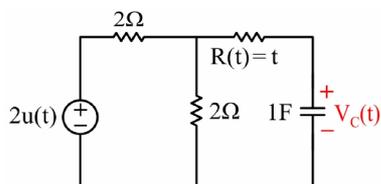
eR_1 (۳)

$(e-1)R_1$ (۴)

۵- برای مدار خطی تغییرپذیر با زمان شکل زیر اگر $V_C(0^-) = 0$ باشد، $V_C(t)$ برای $t \geq 0$ کدام است؟



(مهندسی برق ۷۹)



$\frac{t}{2(t+1)}$ (۲)

$\frac{1-e^{-t}}{2(t+1)}$ (۴)

$\frac{t}{t+1}$ (۱)

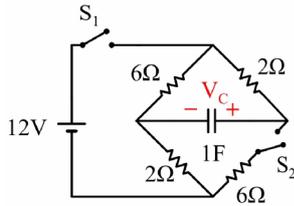
$\frac{1-e^{-t}}{1+t}$ (۳)

۶- کلید S_1 در $t=0$ بسته می‌شود و کلید S_2 وقتی ولتاژ دو سرش $9V$ می‌شود، بسته خواهد شد.



(مهندسی برق ۷۹)

ولتاژ $V_C(t)$ بعد از بسته شدن کلید S_2 کدام است؟ $(v_C(0^-) = 0)$



$$6 + 1.8e^{-\frac{t-2.2}{3}} \quad (۱)$$

$$6 - 2.25e^{-\frac{t-1.89}{3}} \quad (۲)$$

$$6 + 1.8e^{-\frac{t-2.2}{0.75}} \quad (۳)$$

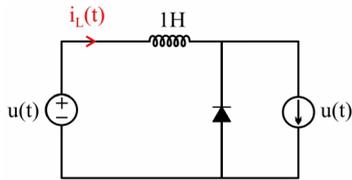
$$6 + 2.25e^{-\frac{t-1.89}{0.75}} \quad (۴)$$

۷- دیود ایده‌آل است و مدار در حالت صفر قرار دارد. $i_L(t)$ کدام است؟ $u(t)$ پله واحد و $r(t)$ شیب



(مهندسی برق ۷۷)

واحد است)



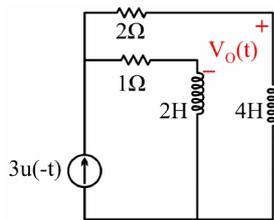
$$r(t) - r(t-1) \quad (۱)$$

$$r(t) + r(t-1) \quad (۲)$$

$$r(t-1) - r(t) \quad (۳)$$

$$u(t-1) + r(t) \quad (۴)$$

۸- $V_o(t)$ برای $t \geq 0$ کدام است؟



$$4e^{-\frac{1}{2}t} \quad (۱)$$

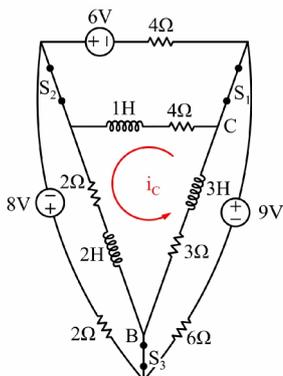
$$0 \quad (۲)$$

$$\frac{4}{3}e^{-\frac{1}{2}t} \quad (۳)$$

$$\frac{4}{3}e^{-2t} \quad (۴)$$



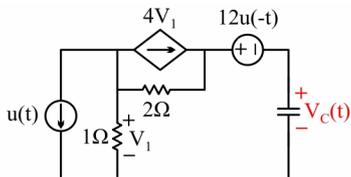
۹- کلیدهای S_1 ، S_2 و S_3 مدت زمان مدیدی بسته بوده‌اند. در لحظه $t = 0$ هر سه کلید باز می‌شوند. جریان چرخشی i_C در $t > 0$ کدام است؟ (مهندسی برق ۶۸)



- (۱) $-\frac{1}{8}e^{-1.5t}$
- (۲) $\frac{1}{4}e^{-1.5t}$
- (۳) $-e^{-1.5t}$
- (۴) $e^{-1.5t}$



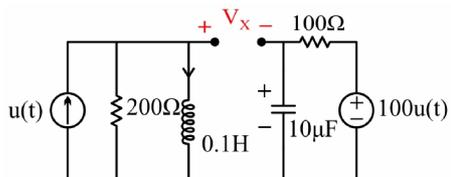
۱۰- $V_C(t)$ برای $t \geq 0$ کدام است؟



- (۱) $13 - 25e^{-4t}$
- (۲) $25e^{-4t} - 13$
- (۳) $-9 - 3e^{-4t}$
- (۴) $9 + 3e^{-4t}$



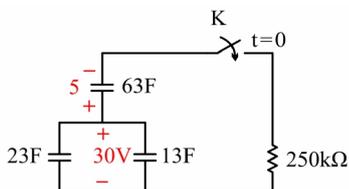
۱۱- اولین لحظه پس از $t = 0$ که در آن V_X مدار شکل زیر، برابر صفر می‌شود، کدام است؟



- (۱) $t = \frac{\text{Ln}(0.5)}{1000}$
- (۲) $t = \frac{\text{Ln}(0.4)}{800}$
- (۳) $t = -\frac{\text{Ln}(0.5)}{800}$
- (۴) $t = -\frac{\text{Ln}(0.5)}{1000}$



۱۲- در مدار شکل زیر کلید K در لحظه $t = 0$ بسته می‌شود. چند درصد از انرژی اولیه ذخیره‌شده در خازن‌ها در مقاومت تلف می‌شود؟ (مهندسی برق ۷۳)

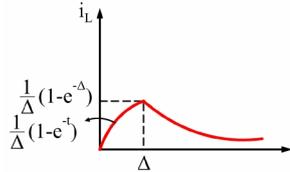
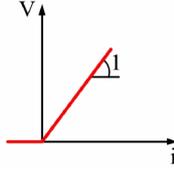
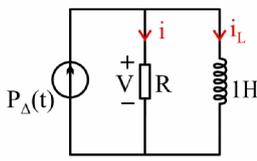


- (۱) 100 %
- (۲) 65.78 %
- (۳) 75.62 %
- (۴) 43.86 %

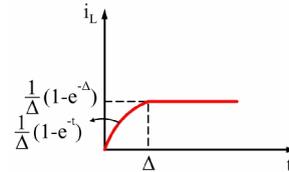
۱۳- اگر R یک مقاومت غیرخطی با مشخصه $v-i$ نشان داده شده باشد، پاسخ پالس مدار برای i_L چیست؟



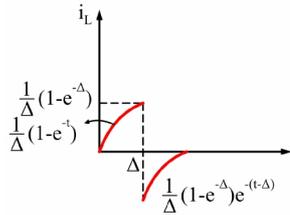
(انرژی اولیه سلف صفر است و $P_{\Delta}(t)$ تابع پالس واحد با پهنای Δ و بلندی $\frac{1}{\Delta}$ است.) (مهندسی برق ۷۳)



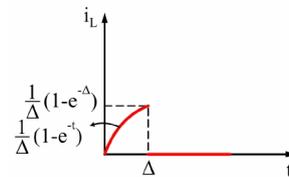
(۲)



(۱)



(۴)

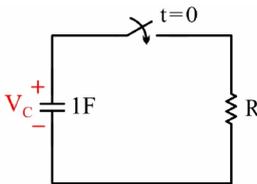


(۳)

۱۴- یک مقاومت غیرخطی با مشخصه $V^3 = 3i$ با خازن خطی $C = 1F$ موازی بسته شده است. اگر ولتاژ



اولیه خازن هنگام موازی شدن $V_C(0) = 3V$ باشد، ولتاژ خازن بعد از یک ثانیه چقدر است؟ (مهندسی برق ۶۷)



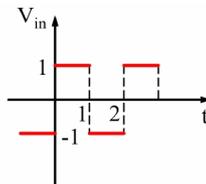
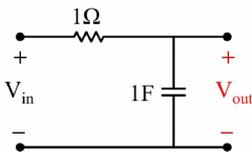
(۲) $\frac{3}{\sqrt{7}}$
(۴) $-\frac{\sqrt{7}}{3}$

(۱) $-\frac{3}{\sqrt{7}}$
(۳) $\frac{\sqrt{7}}{3}$

۱۵- دامنه ماکزیمم ولتاژ خروجی مدار شکل زیر به ورودی داده شده در حالت ماندگار چند ولت است؟



(مهندسی برق ۷۶)

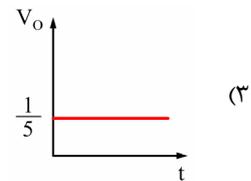
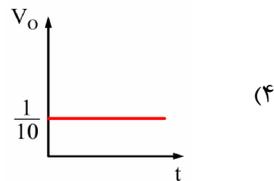
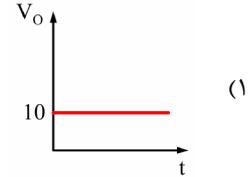
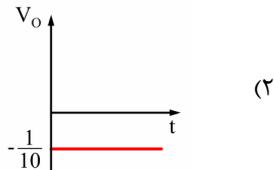
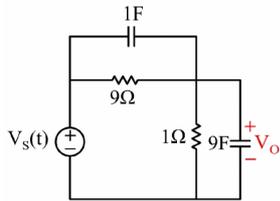


(۲) $e-1$
(۴) $\frac{1+e^{-1}}{1-e^{-1}}$

(۱) $1+e^{-1}$
(۳) $\frac{e-1}{e+1}$

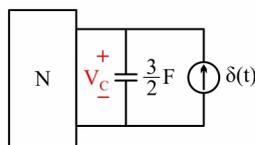
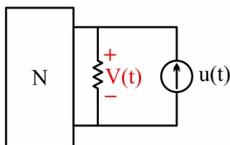


۱۶- نمودار $V_o(t)$ که پاسخ پله ولتاژ خروجی است کدام است؟



۱۷- در مدار شکل زیر N شامل عناصر خطی و تغییرناپذیر با زمان غیرفعال است. اگر ورودی منبع جریان پله اعمال شود، پاسخ ولتاژ $V(t) = \frac{1}{2}(1 - e^{-4t})u(t)$ حاصل می‌شود. حال اگر مقاومت یک اهمی را با خازن $\frac{3}{2}F$ تعویض کرده و ورودی ضربه اعمال کنیم، ولتاژ دو سر خازن برابر کدام خواهد بود؟

(مهندسی برق ۷۶)



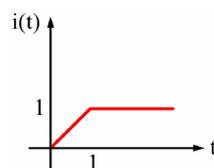
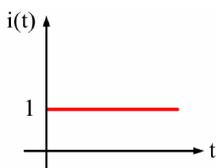
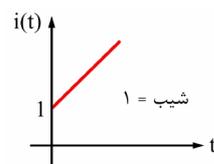
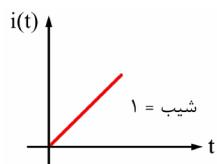
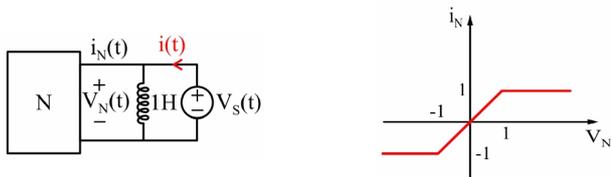
$e^{-t} u(t)$ (۱)

$\frac{1}{2} e^{-t} u(t)$ (۲)

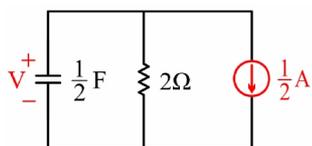
$e^{-\frac{t}{2}} u(t)$ (۳)

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

۱۸- منحنی مشخصه شبکه یک قطبی N به صورت زیر است. چنانچه ولتاژ ورودی $V_s(t)$ پله واحد باشد، مقدار $i(t)$ به کدام صورت خواهد بود؟ (مهندسی برق ۸۳)

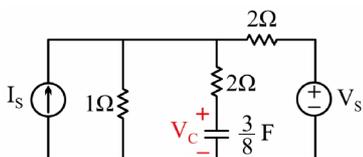


۱۹- انرژی منبع جریان مدار شکل زیر در مدتی که ولتاژ خازن از مقدار اولیه 4 ولت به مقدار یک ولت می‌رسد کدام است؟ ($\ln 2.5 \approx 0.92$) (مهندسی برق ۸۳)



- (۱) 2.71 ژول می‌دهد.
- (۲) 1.04 ژول می‌دهد.
- (۳) 3.75 ژول می‌گیرد.
- (۴) 1.04 ژول می‌گیرد.

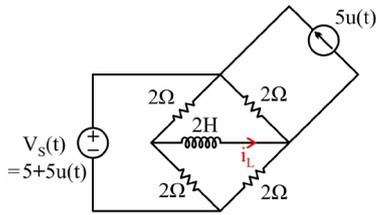
۲۰- در مدار شکل زیر اگر ولتاژ اولیه خازن چهار ولت ($V_c(0^-) = 4$) باشد به‌ازای چه رابطه‌ای بین منابع ثابت V_s و i_s خازن در $t > 0^-$ هرگز شارژ و دشارژ نمی‌شود؟ (مهندسی برق ۸۴)



- (۱) $V_s = -2i_s$
- (۲) $V_s + 2i_s > 4$
- (۳) $V_s + 2i_s > 12$
- (۴) $V_s + 2i_s = 12$



۲۱- در مدار مقابل $i_L(t)$ برای زمان‌های $t \geq 0$ از کدام گزینه به دست می‌آید؟



(۱) $i_L(t) = 7.5e^{-t}u(t)$

(۲) $i_L(t) = 2.5(1 - e^{-t})u(t)$

(۳) $i_L(t) = (7.5 - 5e^{-t})u(t)$

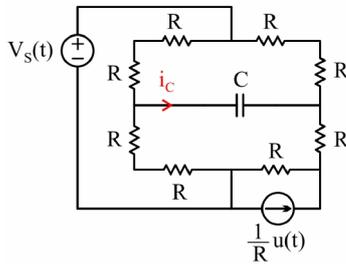
(۴) $i_L(t) = (7.5 - 2.5e^{-t})u(t)$



۲۲- مدار شکل زیر در $t = 0$ در حالت صفر فرض می‌شود، جریان $i_c(t)$ گذرنده از خازن در این مدار

(مهندسی برق ۸۵)

عبارتست از:



(۱) $-\frac{1}{4R}e^{-\frac{t}{RC}}u(t)$

(۲) $-\frac{1}{2R}e^{-\frac{t}{2RC}}u(t)$

(۳) $-\frac{1}{4R}e^{-\frac{t}{2RC}}u(t)$

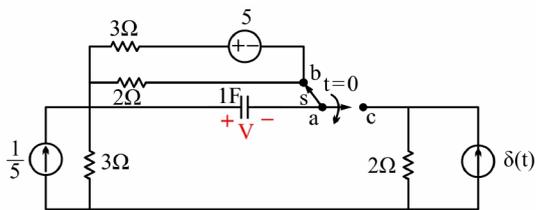
(۴) بدون داشتن ورودی $V_s(t)$ این جریان قابل محاسبه نیست.



۲۳- در مدار شکل زیر کلید S برای مدت طولانی در وضعیت ab قرار داشت در لحظه $t = 0$ کلید را به

(مهندسی برق ۸۵)

وضعیت ac می‌چرخانیم. ولتاژ $V(t)$ برای $t > 0$ برابر است با:



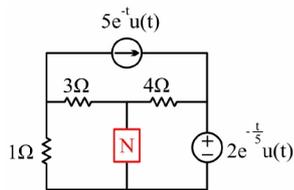
(۱) $e^{-\frac{t}{5}} + \frac{3}{5}$

(۲) $\frac{12}{5}e^{-\frac{t}{5}} + \frac{3}{5}$

(۳) $2e^{-\frac{t}{5}} + \frac{3}{5}$

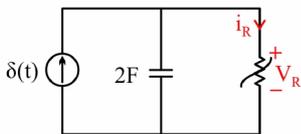
(۴) $\frac{7}{5}e^{-\frac{t}{5}} + \frac{3}{5}$

۲۴- در مدار شکل مقابل همه ولتاژها و جریان‌ها بعد از مدت زمان طولانی 20 ثانیه تقریباً صفر می‌شوند. اگر مدت زمان طولانی چهار برابر بزرگترین ثابت زمان ولتاژها و جریان‌ها باشد آن‌گاه: (مهندسی برق ۸۶)



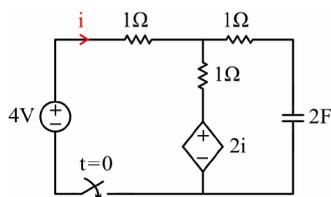
- (۱) N یک خازن با مقدار حداکثر $\frac{5}{2}F$ است.
 (۲) N یک مقاومت خطی با مقدار دلخواه $R \Omega$ است. ($R \neq -2$)
 (۳) N یک سلف با مقدار می‌نیمم $10H$ است.
 (۴) موارد ۱ و ۲

۲۵- در مدار شکل مقابل مقاومت غیرخطی با معادله $i_R = V_R^2 + 2V_R$ توصیف می‌شود. پاسخ ضربه V_R این مدار کدام است؟ (مهندسی برق ۸۶)



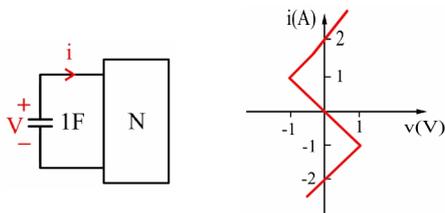
- (۱) $\frac{2}{e^{t+\ln 5} + 1}$
 (۲) $\frac{2}{e^{t+\ln 5} - 1}$
 (۳) $\frac{2}{e^{t-\ln 5} - 1}$
 (۴) $\frac{2}{e^{t-\ln 5} + 1}$

۲۶- در مدار شکل مقابل کلید در $t = 0$ بسته می‌شود، $i(t)$ کدام است؟ (مهندسی برق ۸۷)



- (۱) $i(t) = 1 + 0.6e^{-0.4t}$
 (۲) $i(t) = 0.6 + 1e^{-2.5t}$
 (۳) $i(t) = 1 + 0.6e^{-2.5t}$
 (۴) $i(t) = 0.6 + e^{-0.4t}$

۲۷- در مدار شکل مقابل V یک قطبی مقاومتی غیرخطی است که مشخصه $v-i$ آن داده شده است. اگر ولتاژ اولیه خازن برابر (-1) ولت باشد، چه مدت طول می‌کشد تا ولتاژ خازن صفر شود؟ (مهندسی برق ۸۷)



- (۱) $\ln \frac{4}{3} \text{sec}$
 (۲) $\ln \frac{3}{2} \text{sec}$
 (۳) $\ln 2 \text{sec}$
 (۴) $\ln 3 \text{sec}$

حل تشریحی

۱. گزینه ۲ درست است.



این مدار شامل ورودی ضربه، مدار ساده و جمع‌و‌جوری است و شما به راحتی می‌توانید آن را حل کنید ولی در همین

اولین سؤال بگذارید تکلیف تمامی مدارها با ورودی ضربه را از هر مرتبه‌ای که می‌خواهند باشند، روشن کنیم. این مسایل را یا باید در حوزه لاپلاس حل کنید که هنوز با آن آشنا نشده‌ایم یا در حوزه زمان و اکثر سؤالات به راحتی در همین حوزه با شگردی که الان به شما یاد می‌دهم حل می‌شود.

ورودی ضربه کاری که انجام می‌دهد، ایجاد پرش در ولتاژ خازن و جریان سلف است و بعد از آن از کار می‌افتد و صفر می‌شود، پس مهم‌ترین مسئله یافتن مقدار پرش و از روی آن مقدار اولیه‌های خازن‌ها و سلف‌ها است؛ پس قدم‌های زیر را خوب به خاطر بسپارید:

۱. صفر کردن ورودی‌های غیرضربه در لحظه اعمال ورودی ضربه $\delta(t - t_0)$ ، چون مطمئناً آن‌ها پرش ایجاد نمی‌کنند.
۲. اتصال کوتاه کردن تمامی خازن‌ها و مدار باز کردن تمامی سلف‌ها، چون مقادیر اولیه سلف‌ها و خازن‌ها روی مقدار پرش و کارکرد ورودی ضربه بی‌تأثیر هستند.
۳. یافتن جریان خازن‌های اتصال کوتاه‌شده و ولتاژ سلف‌های مدار باز شده که حتماً تابعی از ورودی ضربه است؛ چون ورودی دیگری در مدار وجود ندارد.
۴. و قدم آخر یافتن مقادیر اولیه از روی فرمول‌های کلی ولتاژ خازن و جریان سلف.

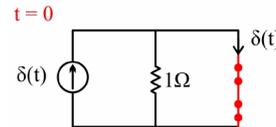
$$V_C(t_0^+) = V_C(t_0^-) + \frac{1}{C} \int_{t_0^-}^{t_0^+} i_C(t) dt$$

$$i_L(t_0^+) = i_C(t_0^-) + \frac{1}{L} \int_{t_0^-}^{t_0^+} V_L(t) dt$$



پس در این سؤال بعد از اتصال کوتاه کردن خازن‌ها کل جریان $\delta(t)$ از این اتصال کوتاه می‌گذرد و داریم:

$$V_1(0^+) = V_1(0^-) + \frac{1}{C} \int_{0^-}^{0^+} i_C(t) dt = 0 + \frac{1}{3} \int_{0^-}^{0^+} \delta(t) dt = \frac{1}{3} V$$



بنابراین گزینه ۲ درست است.



برای تمرین بیایید از یک راه دیگر هم مسئله را حل کنیم؛ مدار LTI است و با به دست آوردن پاسخ پله و مشتق

گرفتن می‌توان پاسخ ضربه را به دست آورد. ولتاژ دو سر خازن‌ها را $V_C(t)$ در نظر بگیریم، به دست آوردن پاسخ پله $V_C(t)$ و از روی آن پاسخ ضربه را به شما واگذار می‌کنم، کار ساده‌ای است.



بله، باید از رابطه طلاییه استفاده کرد:

$$V_C(t) = V_\infty \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

در زمان بی‌نهایت که خازن‌ها مدار باز می‌شود و کل جریان $u(t)$ از مقاومت 1Ω می‌گذرد، $V_\infty = 1V$ است و برای ثابت زمانی هم داریم:

$$\tau = RC = 1 \times \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2 \Rightarrow V_C(t) = \left(1 - e^{-\frac{t}{2}} \right) \Rightarrow h(t) = V'_C(t) = \frac{1}{2} e^{-\frac{t}{2}}$$



و برای $V_1(t)$ باید از تقسیم ولتاژ استفاده کرد:

$$V_1(t) = \frac{6}{6+3} h(t) = \frac{1}{3} e^{-\frac{t}{2}} \Rightarrow V_1(0) = \frac{1}{3}$$

۲. گزینه ۲ درست است.



نه، چون مقاومت غیرخطی داریم و شرط استفاده

از رابطه طلاییه خطی بودن مدار است.



به نظر شما اینجا می‌توان از رابطه طلاییه

استفاده کرد؟



بله، برای یادآوری سریع مرور می‌کنم که رابطه طلاییه برای مدار مرتبه اول خطی تغییرناپذیر با زمان با ورودی DC

برای جریان یا ولتاژ هر قسمتی در مدار قابل نوشتن است و رابطه صفره و بی‌نهایتی برای مدار مرتبه n با ورودی DC برقرار است و شرط خطی بودن و تغییرناپذیر با زمان بودن را لازم ندارد.



پس باید از KCL یا KVL استفاده کنیم و به معادله دیفرانسیل مرتبه 1 برسیم و آن را حل کنیم. با استفاده از KCL داریم:

$$I_C + I_R = 0$$



برای I_R باید کدامیک از خطها را در نظر بگیریم؟



ولتاژ خازن که همان ولتاژ مقاومت است از 4V به 2V می‌رسد، پس روی نیم‌خط بالایی به معادله $I = V + 2$ حرکت می‌کند. پس:

$$1 \frac{dV_C}{dt} + V_C + 2 = 0$$



و حل این معادله دیفرانسیل جدایی‌پذیر هم که سخت نیست:

$$-\frac{dV_C}{(V_C + 2)} = dt$$



حال با حدودی که می‌دانیم از رابطه بالا انتگرال می‌گیریم:

$$\int_4^2 -\frac{dV_C}{(V_C + 2)} = \int_0^t dt \Rightarrow -\ln(V_C + 2) \Big|_4^2 = t \Big|_0^t \Rightarrow t = \ln \frac{3}{2}$$

۳. گزینه ۴ درست است.



من اشتباه می‌کنم یا سؤال گمراه‌کننده است؟! اصلاً به مدار مسئله نیازی نداریم، مقاومت دیود در حالت نوسانی را داریم و مشخصه $I-V$ دیود را هم داریم و می‌دانیم:

$$R = \frac{\partial V_D}{\partial I_D} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{\partial I_D}{\partial V_D}$$

پس اگر از I_D بر حسب V_D مشتق بگیریم و برابر $\frac{1}{R}$ در حالت نوسانی قرار دهیم، V_D در حالت نوسانی به دست می‌آید:

$$\frac{\partial I_D}{\partial V_D} = 7.5V_D^2 - 3V_D + 0.225 = -\frac{3}{40} \Rightarrow V_D = 0.2$$

پس گزینه ۴ درست است.

کاملاً درست است، استفاده از همه داده‌های مسئله اجباری نیست.



۴. گزینه ۴ درست است.

معنای سؤال این است که بعد از لحظه R_1C ، ولتاژ منبع جریان که همان ولتاژ خازن هم هست، حالت گذرا نداشته



باشد. پس باید چه شرطی را برقرار کنیم؟

چون شرایط استفاده از رابطه طلاییه برقرار است، برای از بین بردن بخش گذرا مقدار اولیه و نهایی را باید برابر قرار



کنیم؛ پس:

$$V_C(t = R_1C) = V_\infty$$

قبل از بسته شدن کلید که $V_C(t)$ به راحتی قابل محاسبه است:



$$V_C(t) = (V_0 - V_\infty)e^{-\frac{t}{\tau}} + V_\infty$$

راستی V_0 را صورت سؤال نداده است.

ورودی چون پله است، پاسخ آن را در حالت صفر در نظر می‌گیریم؛ چون قبل از لحظه صفر منبعی وجود نداشته



است که خازن را شارژ کند.

$$V_C(t) = V_\infty \left(1 - e^{-\frac{t}{R_{eq}C}} \right) = R_1 \left(1 - e^{-\frac{t}{R_1C}} \right)$$

و حالا ولتاژ خازن که قبل و بعد از بسته شدن کلید پیوسته است، قابل محاسبه می‌شود:

$$V_C(t = R_1C) = R_1(1 - e^{-1})$$

برابر R_1 می‌شود؟ مگه در زمان بی‌هایت کلید بسته نشده است؟



اشتباه بزرگ و شایعی می‌کنید؛ ما معادله $V_C(t)$ را برای $t < R_1 C$ نوشته‌ایم و V_∞ را هم باید برای مدار با شکلی



که در زمان $t < R_1 C$ دارد به دست آوریم. به بلاهایی که در آینده قرار است به سر این مدار بیاید کاری نداریم.

بله متوجه شدم. حالا بعد از بسته شدن کلید به دست آوردن V_∞ ساده است:



$$V_\infty = 1 \times \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

و این دو مقدار را باید با هم برابر قرار داد و R_2 را به دست آورد:

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

۵. گزینه ۱ درست است.

به یاد داشته باشید در تست‌های مربوط به مدارهای مرتبه اول و دوم و بالاتر از تکنیک رد گزینه به کمک رابطه صفره



و بی‌نیایته به خوبی می‌توان استفاده کرد. بیایید برای این سؤال امتحان کنیم.

که در همه گزینه‌ها صدق می‌کند، پس $V_C(\infty)$ را بیابیم. با باز شدن خازن و صفر شدن جریان آن



شاخه، ولتاژ دو سر مقاومت تغییرپذیر با زمان هم صفر می‌شود؛ پس ولتاژ خازن همان ولتاژ دو سر مقاومت 2Ω است که با تقسیم ولتاژ برابر 1 ولت می‌شود.

فقط گزینه ۱ این شرط را برآورده می‌کند، بنابراین گزینه ۱ درست است.

۶. گزینه ۲ درست است.

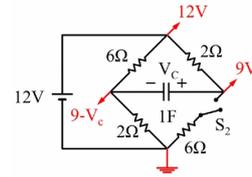
گزینه‌ها در پارامترهای مختلفی متفاوت‌اند، حالا باید یک مقدار دقت کنیم، ببینیم پیدا کردن کدامشان آسان‌تر است.



مثلاً می‌توانیم دنبال مقدار اولیه ولتاژ خازن در لحظه بسته شدن کلید S_2 باشیم. مقدار نهایی هم که در همه گزینه‌ها یکسان است و پیدا کردنش بی‌فایده است.

حالا برویم به لحظه‌ای قبل از بسته شدن کلید S_2 که ولتاژش به 9 ولت رسیده و به دنبال ولتاژ خازن بگردیم که به دلیل پیوستگی با ولتاژ اولیه خازن بعد از بسته شدن کلید برابر است. بعد از KVL بازی یک KCL در گره مرکب بنویسیم:

$$\text{KCL: } \frac{9-12}{2} + \frac{9-V_C}{2} + \frac{9-V_C-12}{6} = 0 \Rightarrow V_C = 3.75$$



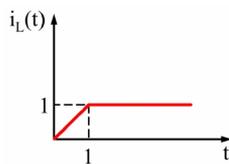
۷. گزینه ۱ درست است.



در لحظه صفر که i_L برابر صفر است و جریان $u(t)$ از دیود می‌گذرد، دیود روشن می‌شود و اتصال کوتاه است. پس:

$$V_L(t) = u(t) \Rightarrow i_L(t) = i_L(0) + \frac{1}{L} \int_0^t V_L(t) dt = 0 + \frac{1}{1} \int_0^t u(t) dt = r(t)$$

پس جریان سلف به تدریج از 0 شروع به افزایش می‌کند، وقتی به 1 A رسید، جریان عبوری از دیود صفر می‌شود و دیود خاموش می‌شود.



در نتیجه بعد از زمان $t = 1s$ که دیود خاموش می‌شود، $i_L(t) = 1$ است.

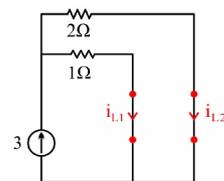


و با توجه به نمودار و در نظر گرفتن شیبها تنها گزینه ۱ درست است.

۸. گزینه ۲ درست است.

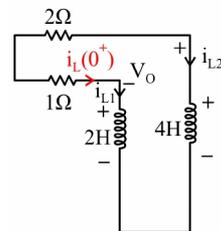


در زمان 0^- که مدار به حالت پایدار رسیده است و سلفها اتصال کوتاه‌اند، پس مدار به شکل زیر درمی‌آید:



$$i_{L_1}(0^-) = 2, \quad i_{L_2}(0^-) = 1$$

و در زمان 0^+ مدار به صورت زیر می‌شود:



$$V_0(t) = V_0 e^{-t/\tau}$$

حالا باید پاسخ ورودی صفر به $V_0(t)$ را به دست آورید که به صورت زیر است:

$$V_0(t) = V_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

پس باید جریان در لحظه صفر مدار را داشته باشید.



به دست آوردن جریان معادل در حالت سری شدن سلف‌های از قبل شارژ شده را بلدیم، از قانون بقای شار استفاده می‌کردیم:



$$i_L(0^+) = \frac{L_1 i_{L_1}(0^-) + L_2 i_{L_2}(0^-)}{L_1 + L_2} = \frac{2 \times 2 + 4 \times 1}{2 + 4} = \frac{4}{3}$$

نه قرار بود در صورت رابطه جمع را جبری در نظر بگیریم و چون جریان سلف‌ها خلاف جهت یکدیگر هستند، در



نتیجه $\varphi = Li$ آن‌ها هم پلاریته متفاوت خواهند داشت. به قول استاد $K\varphi L$ زدن هم درست مانند KVL زدن است:

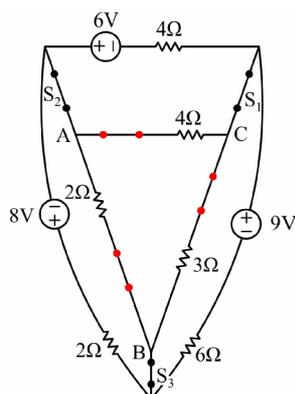
$$i_L(0^+) = \frac{4-4}{6} = 0 \Rightarrow V_0(0^+) = 0$$

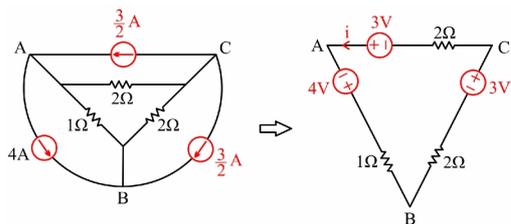
۹. گزینه ۱ درست است.

چون در لحظه $t=0$ زمان زیادی از کار کردن مدار گذشته است، سلف‌ها اتصال کوتاه شده‌اند.



جریان اولیه سلف‌ها با چندتا KCL، KVL به دست می‌آید.





می‌شود یک کار کمی کلاسیک‌تر هم انجام داد



و از تبدیلات متناوب تونن - نورتن استفاده کنیم.

$$\Rightarrow i = \frac{10}{5} = 2A \Rightarrow \begin{cases} V_{AB} = -4 + 2 \times 1 = -2 \Rightarrow i_{L_1} = \frac{-2}{2} = -1A \\ V_{BC} = -3 + 2 \times 2 = 1 \Rightarrow i_{L_2} = \frac{1}{3}A \\ V_{CA} = -3 + 2 \times 2 = 1 \Rightarrow i_{L_3} = \frac{1}{4}A \end{cases}$$

بعد از باز شدن کلید، جریان ورودی صفر را باید به دست آوریم. برای یافتن I_0 باید به سری شدن سلف‌های از قبل



شارژ شده دقت کنیم:

$$i_L(0^+) = \frac{-1 \times 2 + \frac{1}{3} \times 3 + \frac{1}{4} \times 1}{2 + 3 + 1} = -\frac{1}{8}$$

۱۰. گزینه ۳ درست است.

باید $V_C(0)$ و $V_C(\infty)$ را به دست آوریم و از رابطه طلاییه استفاده کنیم. در $t = 0^-$ مدار...

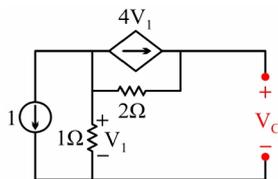


قبل از شروع به حل اگر به گزینه‌ها دقت کنیم، می‌بینیم که مقدار نهایی همه آن‌ها متفاوت است؛ پس یافتن آن



برای حل کافیست.

و در زمان بی‌نهایت مدار به صورت زیر خواهد بود:





چون جریان خازن صفر است، $4V_1$ وارد مقاومت 2Ω و $1A$ وارد مقاومت 1Ω می‌شود. پس داریم:

$$V_1 = -1$$

$$\text{KVL} : V_C(\infty) = 2 \times 4V_1 + V_1 = 9V_1 = 9 \times -1 = -9V$$

و تنها گزینه ۳ شرط بالا را ارضا می‌کند.

۱۱. گزینه ۴ درست است.



$V_X = 0$ در زمان برابر شدن ولتاژ خازن و ولتاژ سلف روی می‌دهد و به دست آوردن این ولتاژها هم با توجه به

مرتبه اول بودن مدارها کار سختی نیست:

$$V_L(t) = (V_{L_0} - V_{L\infty})e^{-\frac{R}{L}t} + V_{L\infty} = (200 - 0)e^{-2000t} + 0$$

$$V_C(t) = (V_{C0} - V_{C\infty})e^{-\frac{1}{RC}t} + V_{C\infty} = (0 - 100)e^{-1000t} + 100$$

$$V_L(t) = V_C(t) \Rightarrow 200e^{-2000t} = -100e^{-1000t} + 100$$



اگر e^{-1000t} را برابر x در نظر بگیریم، یک معادله درجه ۲ خواهیم داشت:

$$2x^2 + x - 1 = 0 \Rightarrow x = \frac{-1 \pm \sqrt{1+4(2)}}{4} \Rightarrow e^{-1000t} = \frac{1}{2} \Rightarrow t = -\frac{\text{Ln}0.5}{1000}$$

۱۲. گزینه ۴ درست است.



انرژی اولیه خازن‌ها به راحتی به دست می‌آید:

$$W(0^-) = \sum \frac{1}{2} C_i V_i^2 = \frac{1}{2}(6 \times 25 + 2 \times 900 + 1 \times 900) = 1425 \mu\text{J}$$

بعد از بسته شدن کلید هم، یک مدار RC مرتبه اول داریم و به راحتی می‌توانیم i_R و از آنجا انرژی تلف‌شده در مقاومت را به دست آوریم:

$$C' = 2\mu\text{F} \parallel 1\mu\text{F} = 2 + 1 = 3\mu\text{F}$$

$$\text{کل } C = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2 \mu\text{F}$$

$$V_{(0)} = 30 - 5 = 25V$$

پس برای $i_R(t)$ داریم:



$$i_R(t) = i_R(0) e^{-\frac{t}{RC}} = \frac{25}{250k} e^{-\frac{t}{2\mu \times 250k}} = 10^{-4} e^{-2t}$$

رابطه انرژی را هم که بلدیم:

$$W = \int_0^{\infty} P dt = \int_0^{\infty} R i_R^2 dt = \int_0^{\infty} 250k \times 10^{-8} e^{-4t} dt = 625 \mu J \Rightarrow \frac{W}{W(0^-)} = \frac{625}{1425} = \%43.86$$

۱۳. گزینه ۱ درست است.



لزومی به بررسی i_L تا قبل از زمان Δ نیست. گزینه‌های ۳ و ۴ هم مطمئناً نادرست هستند، چون ضربه و سلف‌های

از قبل شارژ شده سری نداریم و i_L باید پیوسته باشد.



بعد از زمان Δ منبع جریان صفر می‌شود و جریان سلف که مقداری مثبت است، از مقاومت می‌گذرد و در

نمودار $V-I$ مقاومت می‌بینیم که برای جریان‌های منفی ولتاژ مقاومت صفر می‌شود که با ولتاژ سلف هم برابر است و با صفر شدن V_L جریان i_L ثابت باقی خواهد ماند.

$$V_L = L \frac{di_L}{dt} \xrightarrow{V_L=0} i_L = \text{مقدار ثابت}$$

۱۴. گزینه ۲ درست است.



باز مقاومت غیرخطی داریم و باید به معادله دیفرانسیل برسیم و آن را حل کنیم:

$$i_C + i_R = 0 \rightarrow 1 \frac{dV_C}{dt} + \frac{V_C^3}{3} = 0 \rightarrow \frac{dV_C}{dt} = -\frac{V_C^3}{3} \rightarrow \int_3^{V_C} \frac{dV_C}{V_C^3} = -\frac{1}{3} \int_0^1 dt$$

$$\rightarrow \frac{V_C^{-2}}{-2} \Big|_3^{V_C} = -\frac{1}{3} t \Big|_0^1 \rightarrow V_C^2 = \frac{9}{7} \rightarrow V_C = \pm \frac{3}{\sqrt{7}}$$

حالا کدام را باید انتخاب کنیم؟



من فکر می‌کنم چون مقاومت غیرفعال داریم، پاسخ ورودی صفرمان از یک مقدار اولیه‌ای ($V_C(0) = 3V$) شروع

به کار می‌کند و کاهش می‌یابد تا به صفر برسد، پس $\frac{3}{\sqrt{7}}$ قابل قبول است.



کاملاً درسته، پس گزینه ۲ درست است.

۱۵. گزینه ۳ درست است.



در حالت ماندگار هم فکر می‌کنم باز شارژ و دشارژ خازن را داریم،



ولی نمی‌دانیم از چه مقدار تا چه مقداری؛ پس منحنی به صورت مقابل است:



و می‌توانید معادله تغییرات $V_0(t)$ در هر کدام از بازه‌های شارژ و دشارژ خازن را بنویسید.



صبر کنید ببینم، در زمان شارژ شدن:

$$V_{o1}(t) = (V_1 - 1)e^{-t} + 1$$

و در زمان دشارژ شدن:

$$V_{o2}(t) = (V_2 + 1)e^{-(t-1)} - 1$$



پس V_2 و V_1 را می‌توانیم به دست آوریم:

$$V_2 = V_{o1}(t=1) = (V_1 - 1)e^{-1} + 1$$

$$V_1 = V_{o2}(t=2) = (V_2 + 1)e^{-1} - 1$$



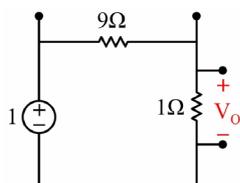
از حل دو معادله دو مجهول به مقدار V_2 که دامنهٔ ماکزیمم ولتاژ خروجی است می‌توانیم برسیم، ولی قبل از حل

یک نگاهی به گزینه‌ها بیندازید. همهٔ گزینه‌ها جز گزینهٔ ۳ مقداری بیشتر از 1 دارند، درحالی‌که با ورودی که بیشترین مقدارش 1 است، خروجی نمی‌تواند بیشتر از 1 باشد.

۱۶. گزینه ۴ درست است.



رابطهٔ صفره و بی‌نهایتی که برای مدارهای مرتبهٔ n با ورودی DC برقرار است و در زمان بی‌نهایت مدار به صورت زیر است:



$$V_o(\infty) = \frac{1}{1+9} \times 1 = 0.1$$

پس گزینهٔ ۴ درست است.



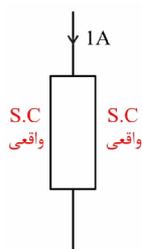
من یه سؤال دارم! پاسخ پله یعنی پاسخ به ورودی پله در حالت صفر، پس $V_o(0)$ باید برابر صفر باشد؛ ورودی ضربه

یا خازن‌های موازی هم نداریم، چطور $V_o(0) = \frac{1}{10}$ شده است؟



سؤال خیلی خوبیه، بگذارید یه درس کوچک و بسیار مهم در خلال این مسئله بدهم. مداری

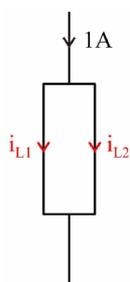
به صورت مقابل را در نظر بگیرید. در هر شاخه چقدر جریان وارد می‌شود؟



$\frac{1}{2}$ A، چون شاخه‌ها کاملاً مشابه هستند و دلیلی ندارد که جریان متفاوت داشته باشند.



کاملاً درسته. حالا مداری شامل دو سلف موازی در نظر بگیرید که در زمان بی‌نهایت اتصال



کوتاه شده‌اند. جریان هر یک از سلف‌ها چقدر می‌شود؟





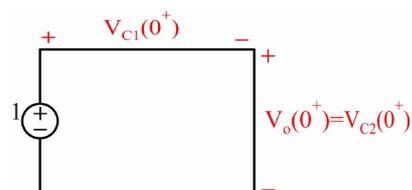
چقدر جالب! اگر از تقسیم جریان بین سلفها استفاده کنیم:

$$i_{L_1} = \frac{L_2}{L_1 + L_2} \times 1, \quad i_{L_2} = \frac{L_1}{L_1 + L_2} \times 1$$



دقیقاً، در این مسئله هم، همین اتفاق افتاده است:

$$V_o(0^+) = V_{C_2}(0^+) = \frac{C_1}{C_1 + C_2} \times 1 = \frac{1}{10}$$



راستی به نظر شما مدار مرتبه چندم است؟



به نظر مرتبه دوم می‌آید، دو خازن که سری یا موازی نیستند.



درسمون که جلوتر بره این مطلب را راحت تشخیص می‌دهید. مدار مرتبه 1 است. ببینید، اگر V_{C_2} را شما داشته

باشید، برای به دست آوردن V_{C_1} چه کار می‌کنید؟



چه جالب! منظورتان را گرفتیم. یک KVL ساده لازم دارد:

$$V_{C_1} = 1 - V_{C_2}$$



پس می‌بینید که فقط ولتاژ یکی از خازن‌ها را باید به دست آورید و ولتاژ دیگری به دلیل ایجاد حلقه خازنی به آن

وابسته است. حالا که مدار مرتبه 1 است و مقدار اولیه و نهایی با یکدیگر برابر شده‌اند، حالت گذرا از بین رفته است و در کل حوزه زمان تابع ثابت داریم.

۱۷. گزینه ۴ درست است.

مدار سمت چپ باید فقط شامل مقاومت و خازن باشد؛ چون اگر سلف داشت، مدار سمت راست مرتبه دو می‌شد، ولی



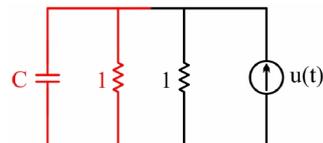
گزینه‌ها به صورت پاسخ مدار مرتبه اول است.

موافقم. $V(t)$ در مدار چپی در زمان بی‌نهایت که خازن مدار باز می‌شود $\frac{1}{2}$ شده است، پس دو مقاومت 1Ω



وجود داشته است که با هم موازی شده‌اند.

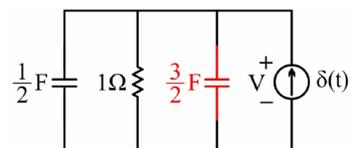
$$\tau = RC = \frac{1}{2} \times C = \frac{1}{4} \Rightarrow C = \frac{1}{2} \text{ F}$$



پس مدار راستی به صورت زیر است:



$$\tau = RC = 1 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{2} \right) = 2$$



پس یکی از گزینه‌های ۳ یا ۴ درست هستند و کفایت مقدار اولیه ولتاژ خازن به ورودی ضربه را بیابیم. خازن معادل



2F است. پس:

$$V_C(0^+) = \frac{1}{C} = \frac{1}{2}$$

۱۸. گزینه ۱ درست است.

i_N را کدام طرف بگیریم!؟



هر وقت جهت را به ما ندادند، علامت استاندارد را باید در نظر بگیریم، پس؟





دقیقاً

به سمت چپ.



حالا یک KCL بزنیم:



$$i(t) = i_L(t) + i_N(t) = \left(i_{L0} + \frac{1}{L} \int V_L dt \right) + i_N(t)$$

i_{L0} که باید صفر باشد چون قبل از لحظه صفر مدار منبع نداشته که سلف را شارژ کند و به جای V_L هم $u(t)$



می گذاریم.

و چون V_N هم با V_s موازی است، پس مقدارش برابر 1 می شود و از روی مشخصه، i_N هم 1 خواهد بود، پس:



$$i(t) = 0 + \int_0^t u(t) dt + 1 = r(t) + 1$$

یعنی گزینه ۱.



۱۹. گزینه ۴ درست است.

انرژی انتگرال توان است، پس برای منبع جریان داریم:



$$w = \int_0^t \frac{1}{2} V_c(t) dt$$

و $V_c(t)$ را هم از رابطه پلائی به دست می آوریم:

$$V_c(t) = (4 - 1)e^{-t} + 1$$

مقدار نهایی ولتاژ خازن -1 می شود نه !!



حالا معادله ولتاژ خازن را برابر یک ولت قرار می دهیم تا بازه زمانی انتگرال گیری را به دست آوریم.



$$V_c(t) = (4 - (-1))e^{-t} - 1 = 1 \Rightarrow e^{-t} = \frac{2}{5} \Rightarrow t = \ln \frac{5}{2} = 0.92$$

$$w = \int_0^{0.92} \left(\frac{5}{2}e^{-t} - \frac{1}{2} \right) dt = \left(-\frac{5}{2}e^{-t} - \frac{1}{2}t \right) \Big|_0^{0.92} = -\frac{5}{2}e^{-0.92} + \frac{5}{2} - \frac{1}{2} \cdot 0.92 = 1.04$$

که چون مثبت است پس انرژی گرفته است و گزینه ۴ درست است.

۲۰. گزینه ۴ درست است.

اگر بخواهیم خازن شارژ و دشارژ نشود با توجه به رابطه پلائیبه باید مقدار اولیه و نهایی ولتاژ خازن برابر شوند.



$$V_c(t) = (V_{C0} - V_{C\infty})e^{-\frac{t}{\tau}} + V_{C\infty}$$

مدار را در حالت پایدار رسم کنیم و ولتاژ خازن را برابر 4 قرار دهیم:



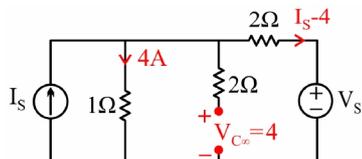
$$V_{C\infty} = 4$$

$$t \rightarrow \infty$$

خازن مدار باز است و مقاومت 2 اهم سری با آن هم جریان و ولتاژش صفر است، پس کل ولتاژ 4 ولت دو سر



مقاومت 1 اهم می افتد و جریانش 4 آمپر می شود و با یک KCL بازی ساده و KVL رابطه بین V_s و I_s مشخص می شود.



$$2(I_s - 4) + V_s - 4 = 0 \Rightarrow 2I_s + V_s = 12$$

۲۱. گزینه ۲ درست است.

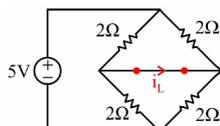


اگر در گزینه‌ها t را برابر صفر قرار دهیم می‌بینیم که مقدار اولیه همه گزینه‌ها از هم متمایز است، پس کافی است

$i_L(0^-)$ را به دست آوریم.



پس مدار را در $t = 0^-$ رسم می‌کنیم:



به خاطر وجود پل وتستون $i_L(0^-) = 0$

۲۲. گزینه ۳ درست است.



برای ثابت زمانی باید مقاومت معادل از دو سر خازن را بیابیم و منبع جریان را هم مدار باز کنیم.



اگر از جمع آثار برویم و منبع جریان را مدار باز

کنیم، به دلیل پل وستون i_c برابر صفر می‌شود، پس گزینه ۴ اشتباه است و فقط می‌توانیم اثر منبع جریان را محاسبه کنیم و V_s اتصال کوتاه باشد.



پس داریم:

$$\tau = R_{eq}C = (2R \parallel 2R + 2R \parallel 2R)C = 2RC$$

حال مقدار اولیه یعنی $i_c(0^+)$ را لازم داریم و چون مدار در حالت صفر است، خازن هم اتصال کوتاه است.

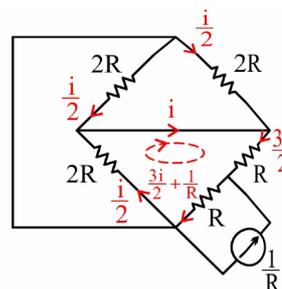


با توجه به موازی بودن مقاومت‌های $2R$ سمت چپ تقسیم جریان می‌کنیم و چون دو مقاومت بالایی هم موازی‌اند،

پس باید هم‌جریان باشند، بعد KCL بازی را ادامه می‌دهیم و KVL می‌زنیم.

$$R \frac{3}{2}i + R \left(\frac{3}{2}i + \frac{1}{R} \right) + 2R \frac{i}{2} = 0$$

$$i = -\frac{1}{4R}$$



۲۳. گزینه ۱ درست است.



اولین قدم به دست آوردن $V_c(0^-)$ است که چون خازن مدار باز شده با تقسیم ولتاژ داریم:

$$V_c(0^-) = \frac{2}{2+3} \times 5 = 2V$$

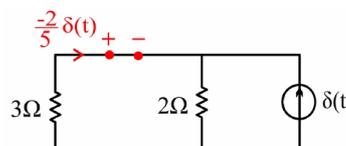
که فقط در گزینه ۴ صدق می کند.



ورودی $\delta(t)$ شرایط پیوستگی ولتاژ خازن را به هم می زد، یادت رفت؟! ورودی های غیرضربه رو صفر می کردیم و

خازن را اتصال کوتاه تا جریانش را در لحظه 0 پیدا کنیم و بعد داخل فرمول کلی ولتاژ خازن بگذاریم:

$$V_c^-(0^+) = V_c(0^-) + \frac{1}{C} \int_{0^-}^{0^+} i_c(t) dt = 2 + 1 \int_{0^-}^{0^+} \frac{-2}{5} \delta(t) dt = \frac{8}{5}$$



پس گزینه ۱ درست است.

۲۴. گزینه ۴ درست است.



اگر مدت زمان طولانی 20 ثانیه چهار برابر بزرگترین ثابت زمانی است. پس:

$$\tau_{\max} = 5 \text{ sec}$$

که می تواند ثابت زمانی مدار مرتبه اول سلفی یا خازنی باشد:

$$\tau_{\max} = 5 = \frac{L}{r} = \frac{L}{2} \Rightarrow L_{\max} = 10H$$

$$\tau_{\max} = 5 = rc = 2c \Rightarrow c_{\max} = \frac{5}{2} F$$

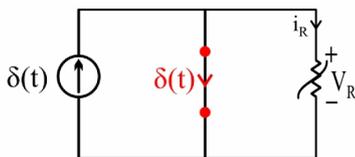
پس گزینه ۱ صحیح و گزینه ۳ غلط است.



گزینه ۲ هم درست است چون اگر هیچ سلف و خازنی هم در کار نباشد، منبع جریان با ثابت زمانی 1 ثانیه پس از 4

ثانیه صفر می شود و منبع ولتاژ هم با ثابت زمانی 5 ثانیه بعد از 20 ثانیه صفر خواهد شد و زمانی که منابع مدار صفر شوند، همه جریان ها و ولتاژهای مدار صفر خواهند بود

۲۵. گزینه ۲ درست است.



مثل همهٔ سؤالات با ورودی ضربه خازن را باید اتصال کوتاه کنیم و جریانش را به دست بیاوریم و بعد در فرمول کلی V_c بگذاریم که در این مدار با V_R هم برابر است و مقدار اولیه V_R به دست می آید.

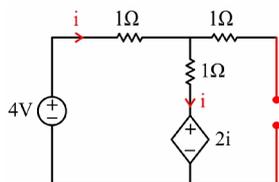


در مقاومت غیرخطی هم چون $V_R = 0$ شده، i_R هم صفر خواهد بود و جریانی عبور نمی کند. پس:

$$V_c(0^+) = V_c(0^-) + \frac{1}{C} \int_{0^-}^{0^+} i_c dt = 0 + \frac{1}{2} \int_{0^-}^{0^+} \delta(t) dt = \frac{1}{2}$$

حال با جایگذاری $t=0$ در گزینه‌ها به گزینه ۲ می‌رسیم که $V_R(0^+)$ را برابر $\frac{1}{2}$ نشان می‌دهد.

۲۶. گزینه ۱ درست است.



به دست آوردن مقدار اولیه که با توجه به گزینه‌ها به درد نمی‌خورد،

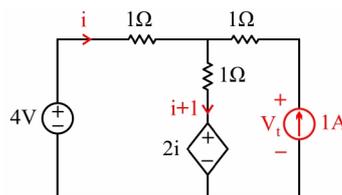
پس به دنبال ثابت زمانی و مقدار نهایی در رابطه طلاییه باشیم. برای مقدار نهایی که خازن مدار باز شده است، داریم:



$$4 = i + i + 2i = 4i \Rightarrow i_{\infty} = 1A$$

برای ثابت زمانی هم مقاومت معادل از دو سر خازن را می‌خواهیم که باید I_t بگذاریم:

$$4 = i + (1+i) + 2i \Rightarrow i = \frac{3}{4}$$



سر تو نکوبی تو دیوارا... یادت رفت قبل از I_t گذاشتن منبع مستقل را صفر کنی، پس:



$$i = -\frac{1}{4} \Rightarrow R = V_t = 1 - i = \frac{5}{4} \Rightarrow \tau = RC = \frac{5}{2}$$

۲۷. گزینه ۲ درست است.



مدار مرتبه اول غیرخطی داریم، پس باید معادله دیفرانسیل بنویسیم و حل کنیم:

$$i_C + i = 0$$

در نمودار سه تا خط وجود دارد که ولتاژ خازن از -1 به 0 می‌رسد، کدام معادله را باید بنویسیم؟

$$\frac{dv_c}{dt} + ? = 0$$



یه فکر باحال، ولتاژ خازن از -1 به 0 در حال زیاد شدن است، پس مشتقش مثبت است و جمعش با i باید صفر

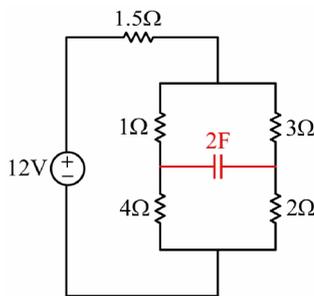
بشود، پس i منفی است و فقط یکی از آن سه خط مذکور i منفی دارد.

$$\frac{dv_c}{dt} + v_c - 2 = 0 \Rightarrow \int_{-1}^0 \frac{dv_c}{2 - v_c} = \int_0^t dt \Rightarrow t = -\ln(2 - v_c) \Big|_{-1}^0 = \ln \frac{3}{2}$$

بنابراین گزینه ۲ درست است.

خودآزمایی فصل سوم

۱. ثابت زمانی مدار شکل مقابل کدام است؟



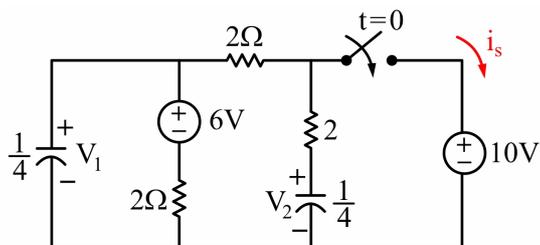
(۱) $\tau = \frac{43}{6}t$

(۲) $\tau = 8t$

(۳) $\tau = 4.3t$

(۴) هیچ کدام

۲. در مدار شکل زیر، کلید در لحظه $t = 0$ بسته می‌شود، i_s کدام است؟



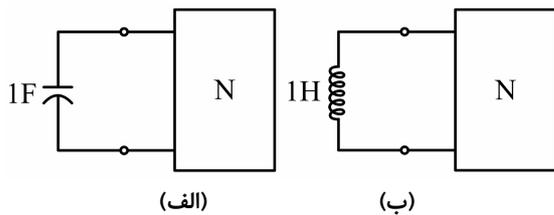
(۱) $10 - 4e^{-2t}$

(۲) $-1 - 2e^{-2t} - e^{-4t}$

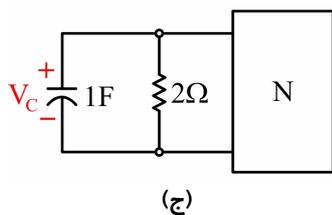
(۳) $18 - 2e^{-4t}$

(۴) $1 - 2e^{-2t} + \frac{1}{2}e^{-4t}$

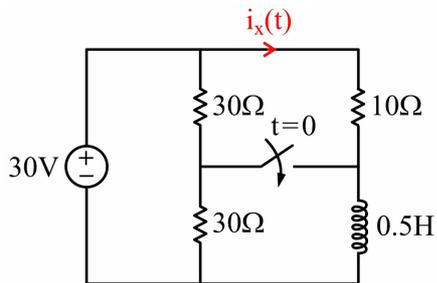
۳. شبکه N در شکل، تنها از مقاومت و منبع پله‌ای تشکیل شده است. در مدار الف به ازای انرژی ذخیره شده در خازن 2J و در مدار ب به ازای انرژی ذخیره شده در القاگر $\frac{1}{2}J$ است. $V_c(t)$ مدار ج کدام است؟



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

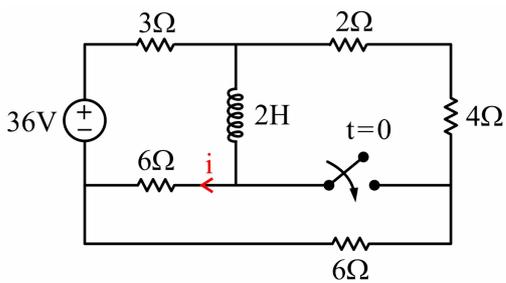


۴. در مدار شکل زیر کلید برای مدت زیادی باز بوده و در $t = 0$ بسته می‌شود معادله $i_x(t)$ در $t > 0$ کدام است؟



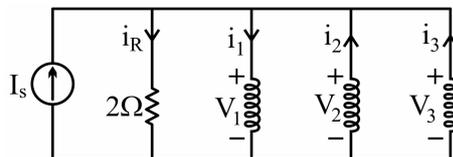
- (۱) $6 - 0.3e^{-12t}$
- (۲) $3 - 0.6e^{-12t}$
- (۳) $3 + 0.6e^{-12t}$
- (۴) $3 - 0.6e^{12t}$

۵. در مدار شکل زیر جریان i کدام است؟ (کلید پس از مدت‌ها باز بودن در $t = 0$ بسته می‌شود)



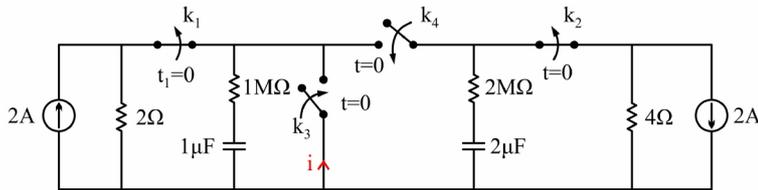
- (۱) $i(t) = 3 + \left(\frac{33}{14} - 3\right)e^{-1.5t} \quad t > 0$
- (۲) $i(t) = 6 + \left(\frac{33}{14} - 6\right)e^{-1.5t} \quad t > 0$
- (۳) $i(t) = 3 + \left(\frac{33}{14} - 3\right)e^{-3t} \quad t > 0$
- (۴) $i(t) = 3 + \left(\frac{6}{7} - 3\right)e^{-1.5t} \quad t > 0$

۶. ثابت زمانی مدار داده شده با فرض این که $\Gamma = \begin{bmatrix} 8 & -1 & 3 \\ -1 & 3 & 0 \\ 3 & 0 & 2 \end{bmatrix}$ باشد، چقدر است؟



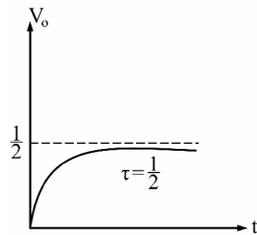
- (۱) $\frac{2}{3}$
- (۲) 6
- (۳) $\frac{3}{2}$
- (۴) $\frac{1}{6}$

۷. در شکل مقابل در $t=0$ همزمان کلیدهای k_1 و k_2 باز می‌شوند کلیدهای k_3 و k_4 بسته می‌شوند پس از چه مدتی جریان i صفر خواهد شد؟

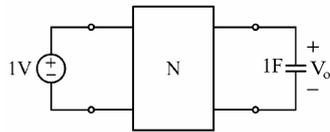


- (۱) $\ln 2 \text{ sec}$
- (۲) $\frac{2}{3} \ln 4 \text{ sec}$
- (۳) $\frac{3}{4} \ln 2 \text{ sec}$
- (۴) $\frac{4}{3} \ln 2 \text{ sec}$

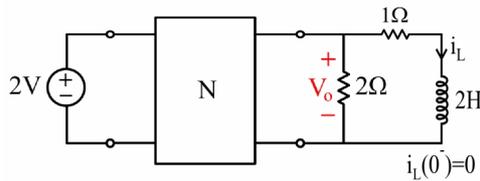
۸. N شبکه‌ای خطی و مقاومتی است. پاسخ $V_o(t)$ شکل (الف) داده شده است، اگر همان شبکه را در مدار شکل (ب) قرار دهیم، $V_o(t)$ کدام است؟



- (۱) $\frac{1}{2} \left(1 - e^{-\frac{3}{2}t} \right)$
- (۲) $\frac{4}{7} \left(1 + \frac{2}{5} e^{-\frac{7}{10}t} \right)$
- (۳) $\frac{3}{2} \left(1 - \frac{2}{5} e^{-\frac{3}{2}t} \right)$
- (۴) $\frac{4}{7} \left(1 + \frac{2}{3} e^{-\frac{7}{10}t} \right)$

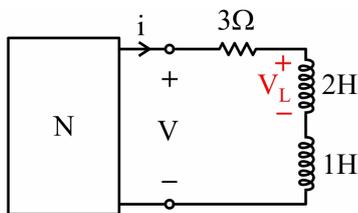


(الف)



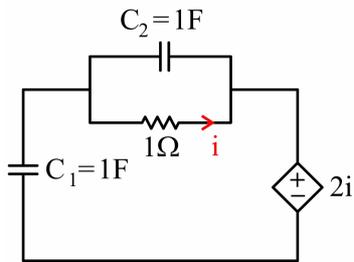
(ب)

۹. شبکه N با رابطه $4i + V = 10$ تعریف می‌گردد. در صورتی که جریان اولیه سلف‌ها صفر باشد. ولتاژ V_L برای $t > 0$ کدام گزینه است؟



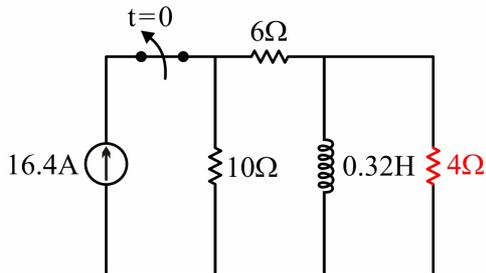
- (۱) $\frac{10}{7} \left(1 - e^{-\frac{3}{7}t} \right) u(t)$
- (۲) $\frac{20}{3} e^{-\frac{3}{7}t} u(t)$
- (۳) $\frac{10}{7} \left(1 - e^{-\frac{7}{3}t} \right) u(t)$
- (۴) $\frac{20}{3} e^{-\frac{7}{3}t} u(t)$

۱۰. در مدار شکل مقابل ولتاژ اولیه خازن C_1 ، ۳ ولت است، جریان i برای زمان‌های $t \geq 0$ کدام یک از شکل موج‌های زیر است؟



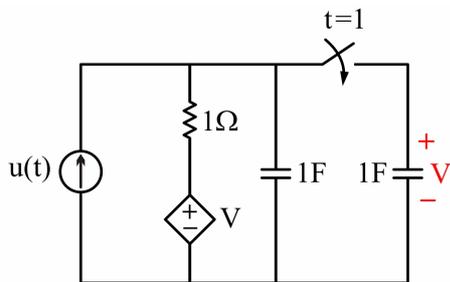
- (۱) $e^{-\frac{t}{4}}$
- (۲) $3e^{-\frac{t}{4}}$
- (۳) e^{-4t}
- (۴) $3e^{-4t}$

۱۱. در مدار شکل زیر کلید در $t=0$ باز می‌شود. چه مقدار از انرژی مدار در $t=0$ در مقاومت 4Ω تلف می‌شود؟



- (۱) 40%
- (۲) 60%
- (۳) 80%
- (۴) 90%

۱۲. در مدار زیر کلید در $t=1$ بسته می‌شود و مقدار اولیه ولتاژ خازن‌ها صفر است، ولتاژ V کدام است؟



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