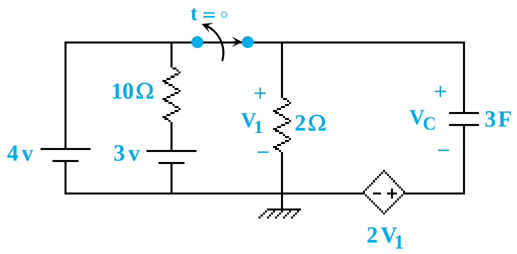
آزمون فصل دوم

۱ـ در مدار زیر مقدار $\frac{dV_C(0^+)}{dt}$ برحسب ولت بر ثانیه کدام است؟



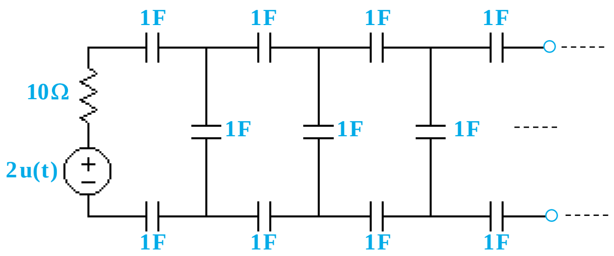
۱) $-\frac{۲}{۳}$

۲) $\frac{۲}{۳}$

۳) ۲

۴) ۳

۲ـ در مدار زیر مقدار ثابت زمانی مدار برحسب ثانیه کدام است؟



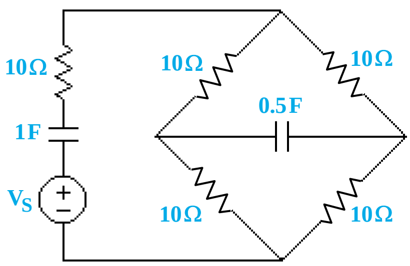
۱) ۲/۶

۲) ۳/۶

۳) ۱/۶

۴) ۰/۶

۳ـ در مدار زیر حداکثر مقدار ثابت زمانی مدار برحسب ثانیه کدام است؟



۱) ۱۵

۲) ۱۰

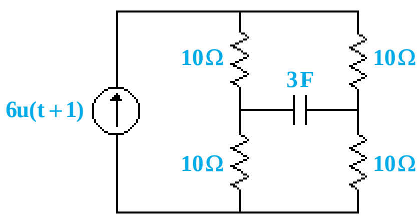
۳) ۲۰

۴) ۲۵

۴ـ در صورتی‌که مابین پاسخ ضربه $h(t)$ و پاسخ ورودی صفر $k(t)$ و پاسخ پله $M(t)$ رابطه‌ی زیر برقرار باشد، مقدار پاسخ کامل مدار به ورودی تابع پله واحد در زمان $t = ۰$ کدام است؟ $(M(t) + k(t) + h(t) = ۱ - e^{-t})$

۱) ۱ ۲) ۰ ۳) ۲ ۴) ۱-

۵ـ در مدار زیر پس از گذشت چه مدت زمان مقدار V_C نصف می‌شود؟ $(V_C(0^-) = ۶v)$



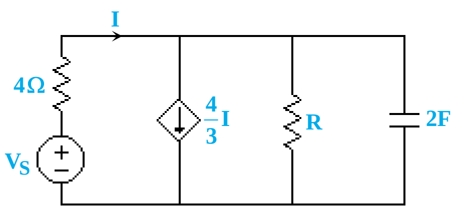
۱) $\frac{۱۰}{Ln۲}$

۲) $\frac{۳۰}{Ln۲}$

۳) $۳۰Ln۲$

۴) $۱۰Ln۲$

۶ـ در مدار زیر مقدار R برحسب اهم کدام باشد تا ثابت زمانی مدار برابر ۸sec شود؟



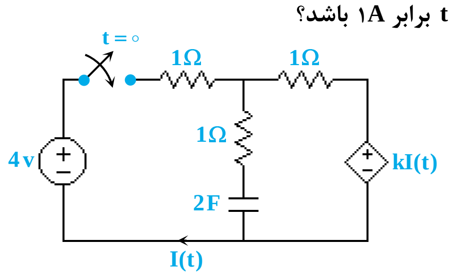
۱) ۱

۲) ۴

۳) ۲

۴) ۳

۷ـ در شکل مقابل k کدام باشد تا معادله تغییرات $I(t)$ در زمان $t = ۰$ برابر ۱/۶A و در $t = \infty$ برابر ۱A باشد؟



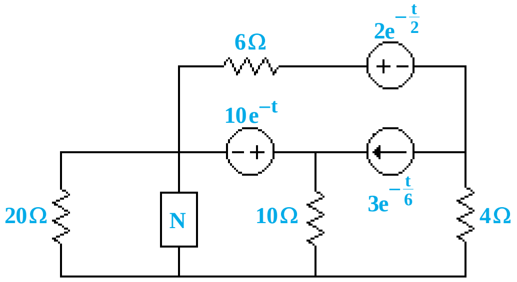
۱) ۱

۲) ۳

۳) ۲

۴) ۴

۸ـ در مدار زیر زمان صفر شدن تمام ولتاژها و جریان‌ها برابر ۳۰ sec است. حال کدام عبارت در مورد شبکه N صحیح است؟



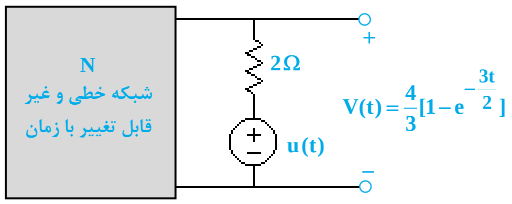
۱) یک مقاومت خطی با مقدار دلخواه

۲) یک خازن با مقدار حداکثر $\frac{۳}{۲}F$

۳) یک سلف با حداقل مقدار $\frac{۳}{۲}H$

۴) موارد ۱ و ۲

۹ـ در مدار زیر معادله $V(t)$ به صورت زیر است. اگر مقاومت ۲Ω با یک مقاومت ۴Ω جایگزین شود، معادله جدید $V(t)$ کدام است؟



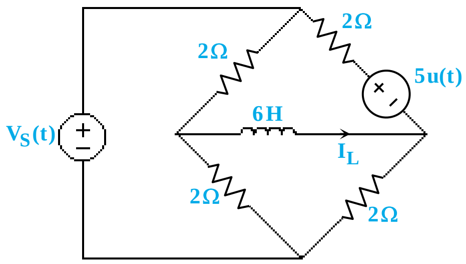
۱) $۲-۲e^{-t}$

۲) $۲e^{-t}$

۳) $۳-۲e^{-t}$

۴) $۳e^{-t}$

۱۰ـ در مدار زیر مقدار $I_L(0^+)$ برحسب آمپر کدام است؟



$V_S(t) = 5u(-t) + 5u(t)$

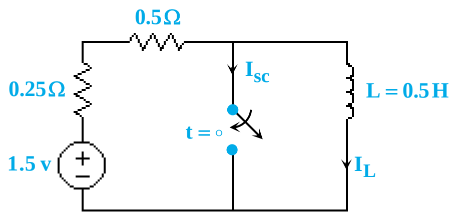
۱) ۰

۲) ۱

۳) ۲

۴) ۳

۱۱ـ در مدار زیر مقدار جریان سلف در $t = ۵۵sec$ برحسب آمپر کدام است؟



۱) ۱

۲) $\frac{۱}{۲}$

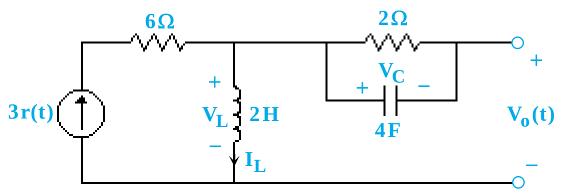
۳) ۱/۵

۴) ۲

۱۲ـ در تست بالا در زمان $t = ۶sec$ مقدار جریان اتصال کوتاه برحسب آمپر کدام است؟

۱) ۲ ۲) ۰ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳ـ در مدار زیر تابع $V_o(t)$ کدام گزینه است؟



$V_C(0^-) = 4\,v$ $I_L(0^-) = 0$

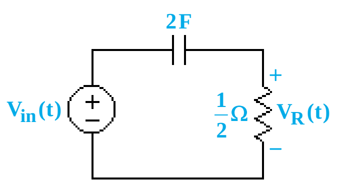
۱) $۶-۴e^{\frac{-t}{۸}}$

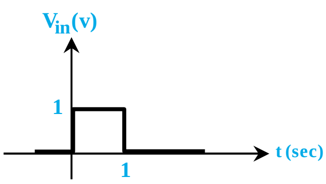
۲) $۶-۴e^{-۸t}$

۳) $۴e^{-۸t}$

۴) $۴e^{\frac{-t}{۸}}$

۱۴ـ در مدار زیر معادله ولتاژ مقاومت کدام گزینه است؟





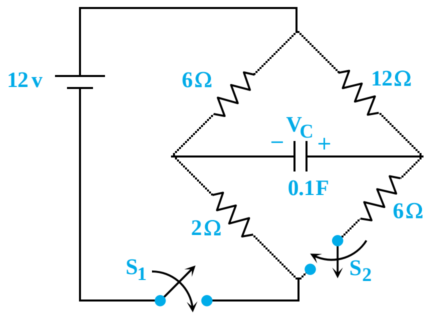
۱) $e^{-t} - e^{-(t+۱)}u(t+۱)$

۲) $e^{-t} - e^{-(t-۱)}u(t-۱)$

۳) $۵e^{-t} - ۵e^{-(t+۱)}u(t+۱)$

۴) $۵e^{-t} - ۵e^{-(t-۱)}u(t-۱)$

۱۵ـ در مدار زیر در $t=۰$ کلید $S_۱$ بسته می‌شود، حال در چه زمانی برحسب ثانیه، ولتاژ دو سر کلید $S_۲$ برابر ۹v می‌شود؟



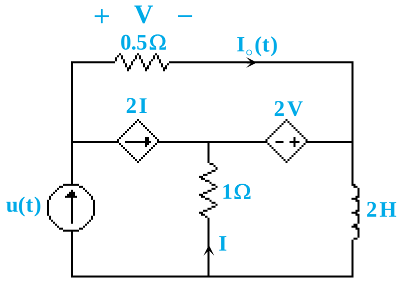
۱) ۰/۹

۲) ۲/۹

۳) ۱/۹

۴) ۱/۳۵

۱۶ـ در مدار زیر پاسخ جریان $I_۰(t)$ کدام است؟



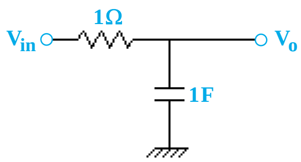
۱) $\frac{۱+۸e^{-\frac{۲}{۳}t}}{۳}$

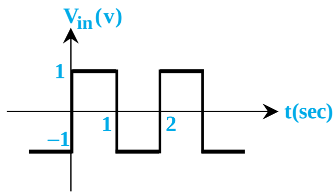
۲) $\frac{۱+۵e^{-\frac{۲}{۳}t}}{۳}$

۳) $\frac{۱+۸e^{-\frac{۳}{۲}t}}{۳}$

۴) $\frac{۱+۵e^{-\frac{۳}{۲}t}}{۳}$

۱۷ـ در مدار زیر مقدار جریان مدار برحسب آمپر، در زمان حداکثر بودن ولتاژ دو سر خازن کدام است؟





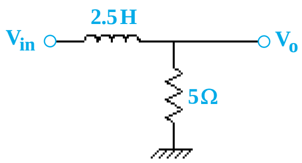
۱) ۰/۲۳

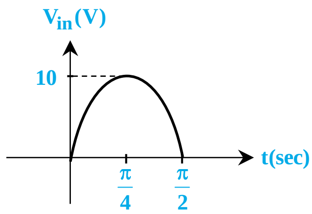
۲) ۰/۵۴

۳) ۰/۷۷

۴) ۰/۴۶

۱۸ـ در مدار زیر ولتاژ خروجی در $t=\frac{\pi}{۲}\text{sec}$ برحسب ولت کدام است؟





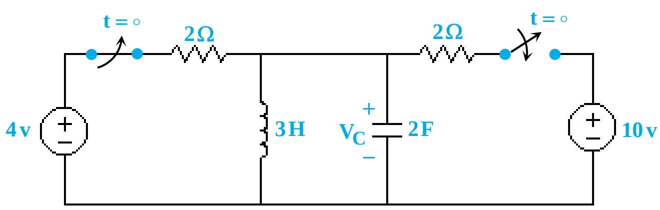
۱) ۴/۱۲

۲) ۶/۲۳

۳) ۳/۱۲

۴) ۵/۲۱

۱۹ـ در مدار زیر مقدار $\frac{dV_C(۰^+)}{dt}$ برحسب ولت بر ثانیه کدام است؟



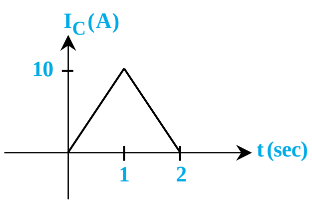
۱) $\frac{۲}{۳}$

۲) ۱

۳) $\frac{۳}{۲}$

۴) ۰

۲۰ـ جریان عبوری از یک خازن ۲۰۰μF به صورت زیر است. مقدار انرژی ذخیره شده در آن کدام است؟



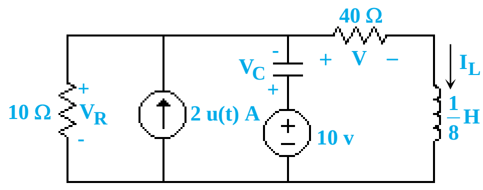
۱) ۲۵۰kJ

۲) ۱۲۵kJ

۳) ۲۵۰J

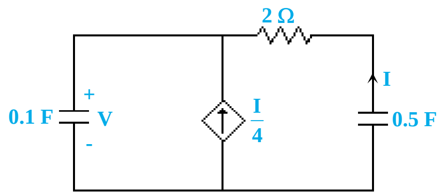
۴) ۲۲۵kJ

۲۱ــ در مدار شکل زیر مقدار $V_C(0^+)+V_R(0^+)$ چند ولت است؟



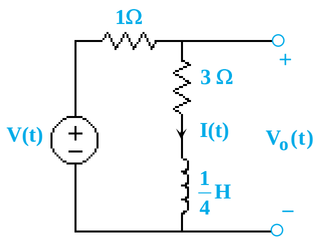
۱) ۲۰
۲) صفر
۳) ۱۰
۴) ۵۰

۲۲ــ معادله زمانی $V(t)$ با فرض $I(0^+)=۲A$ و $V(0^+)=۴v$ کدام است؟



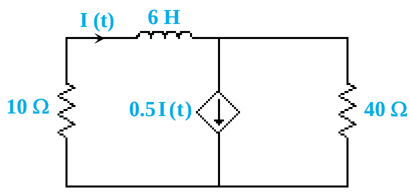
۱) $۳/۹+۲/۲e^{-(۷/۲۵)t}$
۲) $۳/۴-۲/۴e^{-(۷/۲۵)t}$
۳) $۲/۲۵-۳/۲e^{-(۷/۲۵)t}$
۴) $۷/۴۵-۳/۴۵e^{-(۷/۲۵)t}$

۲۳ــ معادله $V_o(t)$ با فرض $I_L(0^+)=۲$ کدام است؟ $(V(t)=0)$



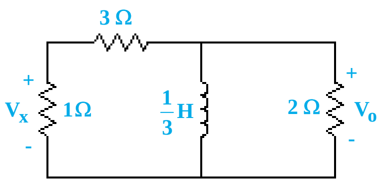
۱) $-۲e^{-۱۶t}$
۲) $۳e^{-۱۶t}$
۳) $۲e^{۳t}$
۴) $-۲e^{۳t}$

۲۴ــ معادله $I(t)$ با فرض $I_L(0^+)=۲A$ در جهت جریان $I(t)$ کدام گزینه است؟



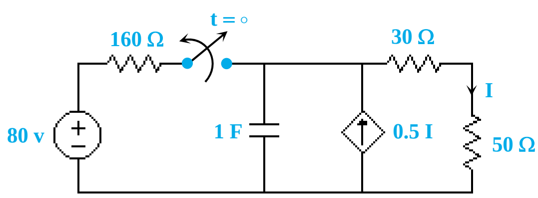
۱) $۳e^{-۵t}$
۲) $۲e^{-۵t}$
۳) $۲e^{-t}$
۴) $۵e^{-t}$

۲۵ــ معادله $V_x(t)$ با فرض $t>0$ ، $V_o(0^+)=۲v$ کدام گزینه است؟



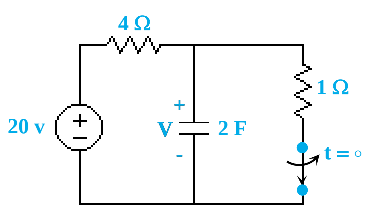
۱) $e^{-\frac{۱}{۴}t}$
۲) $۱/۱e^{-۴t}$
۳) $۰/۵e^{-۴t}$
۴) $۰/۵e^{-\frac{۱}{۴}t}$

۲۶ــ معادله $I(t)$ در $t>0$ کدام گزینه است؟



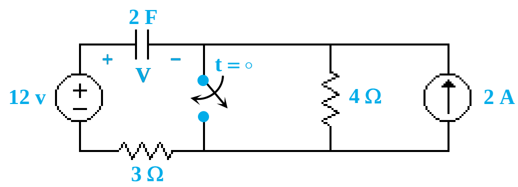
۱) $۰/۵e^{-\frac{t}{۱۶۰}}$
۲) $۰/۵e^{-۱۶۰t}$
۳) $۰/۸e^{-۱۶۰t}$
۴) $۰/۸e^{-\frac{t}{۱۶۰}}$

۲۷ــ در مدار زیر معادله $V(t)$ در $t>0$ کدام گزینه است؟



۱) $۲۰-۲۰e^{-۸t}$
۲) $۲۰-۱۶e^{-۸t}$
۳) $۱۰-۲۰e^{-\frac{t}{۸}}$
۴) $۲۰-۱۶e^{-\frac{t}{۸}}$

۲۸ـ در مدار زیر معادله $V(t)$ در $t>۰$ کدام گزینه است؟



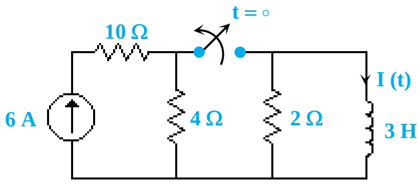
۱) $۱۲-۸e^{-\frac{t}{۶}}$

۲) $۱۲-۸e^{-۶t}$

۳) $۴-۳e^{-۶t}$

۴) $۴-۳e^{-\frac{t}{۶}}$

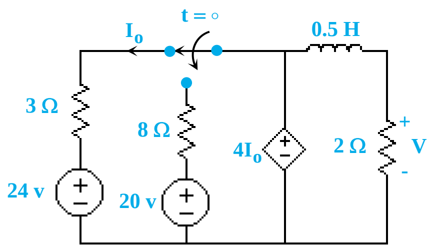
۲۹ـ در مدار زیر معادله $I(t)$ در $t>۰$ کدام گزینه است؟



۱) $۱۰e^{-\frac{۲t}{۳}}$ ۲) $۶e^{-\frac{۲t}{۳}}$

۳) $۶e^{-\frac{۳t}{۲}}$ ۴) $۱۰e^{-\frac{۳}{۲}t}$

۳۰ـ برای زمان‌های $t>۰$ معادله $V(t)$ کدام گزینه است؟



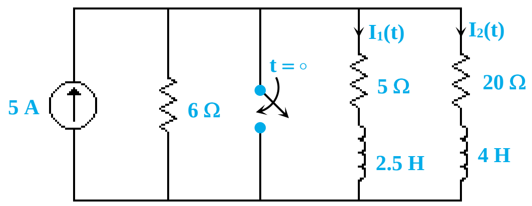
۱) $۹۶e^{-۴t}$

۲) $۴+۹۲e^{-۴t}$

۳) $۴+۹۲e^{-۲۰t}$

۴) $۹۶e^{-۲۰t}$

۳۱ـ معادله $I_۲(t)$ در $t>۰$ برای مدار زیر کدام گزینه است؟



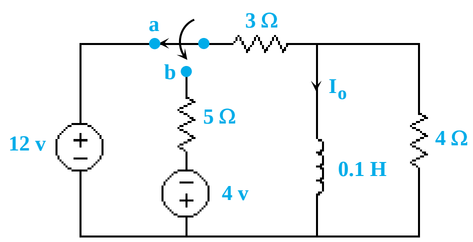
۱) $۰/۶e^{-۵t}$

۲) $۰/۳e^{-۰/۲t}$

۳) $۰/۶e^{-۰/۲t}$

۴) $۰/۳^{-۵t}$

۳۲ـ معادله $I_o(t)$ بعد از کلیدزنی کدام گزینه است؟



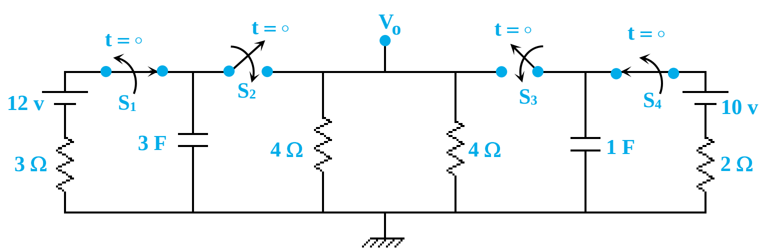
۱) $۲/۵e^{-\frac{۸۰t}{۳}}$

۲) $۴/۵e^{-\frac{۸۰t}{۳}}$

۳) $-۰/۵+۴/۵e^{-\frac{۸۰t}{۳}}$

۴) $۰/۵+۴/۵e^{-\frac{۸۰t}{۳}}$

۳۳ـ در مدار زیر معادله تغییرات V_o برحسب زمان کدام گزینه است؟



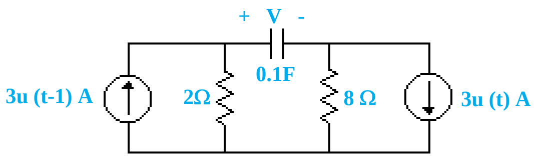
۱) $۱۱/۵e^{-\frac{t}{۴}}$

۲) $۶/۵e^{-\frac{t}{۴}}$

۳) $۱۱/۵e^{-\frac{t}{۸}}$

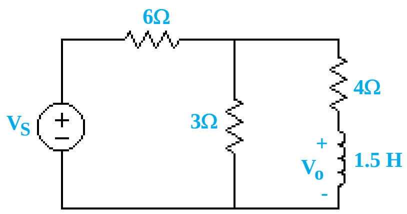
۴) $۶/۵e^{-\frac{t}{۸}}$

۳۴ـ در مدار شکل زیر معادله ولتاژ دو سر خازن برای $۰ < t < ۱$ کدام است؟



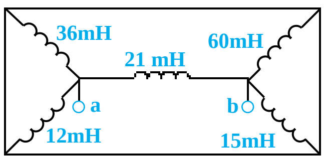
۱) $V(t) = ۲۴$
۲) $V(t) = ۲۴(۱ - e^{-t})$
۳) $V(t) = ۳۰ - ۲۴e^{-(t-۱)}$
۴) $V(t) = ۳۰$

۳۵ـ در مدار شکل زیر اگر $V_S = ۱۸u(t)$ باشد، معادله زمانی $V_o(t)$ کدام است؟



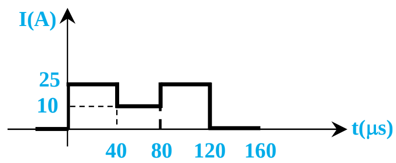
۱) $e^{-۴t}u(t)$
۲) $۱۸e^{-۴t}u(t)$
۳) $۶e^{-۴t}u(t)$
۴) $۶e^{-۴t} + ۱۸u(t)$

۳۶ـ مقدار القاگر معادل مدار شکل زیر از دیدگاه دو نقطه a و b کدام است؟



۱) $۱۰/۵\mu H$
۲) $۱۰/۵mH$
۳) $۳۶mH$
۴) $۳۶\mu H$

۳۷ـ ولتاژ اولیه یک خازن $۱۰\mu F$ برابر ۴۰ v است. شکل موج خازن در شکل زیر داده شده است. در $t = ۱۶۰\mu s$ چه مقدار انرژی برحسب میلی‌ژول در خازن ذخیره شده است؟

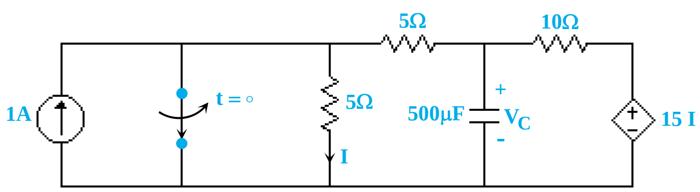


۱) ۲۳۰
۲) ۳۱۲
۳) ۳۹۲
۴) ۴۲۰

۳۸ـ جریان در یک سلف ۱۰ mH با رابطه $I_L(t) = \begin{cases} ۰ & ; t < ۰ \\ ۵te^{-t} & ; t > ۰ \end{cases}$ بیان می‌شود. در چه زمانی حداکثر توان جذب سلف می‌شود؟

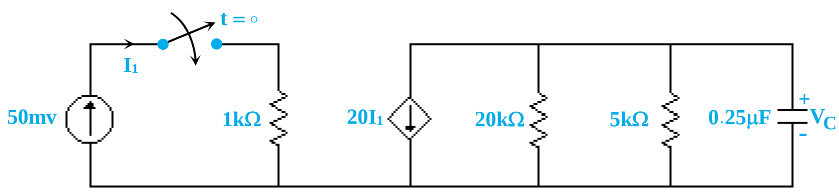
۱) ۰/۳ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۸ ۴) ۱

۳۹ـ کلید مدار شکل زیر مدت‌ها بسته بوده است. اگر در $t = ۰$ باز شود، معادله ولتاژ خازن برای $t \geq ۰$ کدام است؟



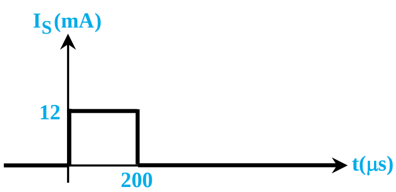
۱) $۲۵(۱ - e^{-۱۰۰t})$
۲) $۲۵(۱ - e^{-۱۰t})$
۳) $۱۵(۱ - e^{-۱۰۰t})$
۴) $۱۵(۱ - e^{-۱۰t})$

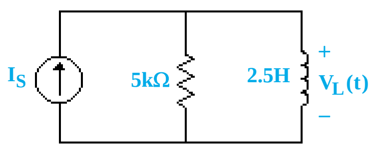
۴۰ـ کلید مدار شکل زیر مدت‌ها باز بوده است. اگر در $t = ۰$ بسته شود، معادله ولتاژ خازن برای $t \geq ۰$ کدام خواهد بود؟



۱) $-۴ + ۴e^{-۱۰۰t}$
۲) $۴ - ۴e^{-۱۰۰۰t}$
۳) $۴ - ۴e^{-۱۰۰t}$
۴) $-۴ + ۴e^{-۱۰۰۰t}$

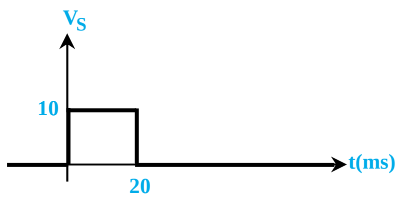
۴۱ـ پالس زیر به مدار اعمال می‌شود، معادله ولتاژ دو سر سلف برای $۰ < t < ۲۰۰\mu s$ برحسب ولت کدام است؟

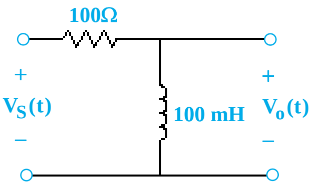




۱) $۶۰(۱ - e^{۲۰۰t})$
۲) $۶۰(۱ - e^{۲۰۰۰t})$
۳) $۶۰e^{-۲۰۰t}$
۴) $۶۰e^{-۲۰۰۰t}$

۴۲ـ اگر پالس زیر به مدار شکل داده شده اعمال شود، معادله ولتاژ خروجی برای $t > ۲۰ ms$، کدام است؟





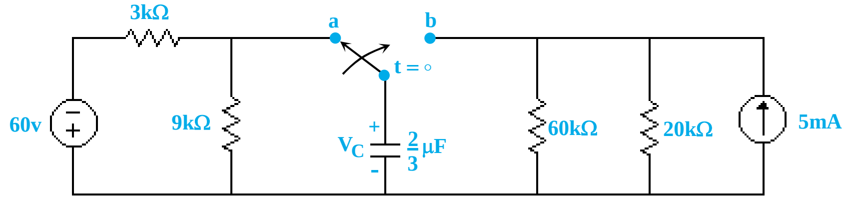
۱) $V_o(t) = -۰/۱(۱-e^{-۱۰۰۰t})$

۲) $V_o(t) = -۱۰(۱-e^{(t-۰/۰۲)})$

۳) $V_o(t) = -۱۰e^{-۱۰۰۰(t-۰/۰۲)}$

۴) $V_o(t) = ۰/۱(۱-e^{-۱۰۰۰t})$

۴۳ـ کلید مدار شکل زیر مدت‌ها در وضعیت a بوده است و در $t = ۰$ ناگهان به وضعیت b می‌رود، معادله $V_C(t)$، $t \geq ۰$ کدام است؟



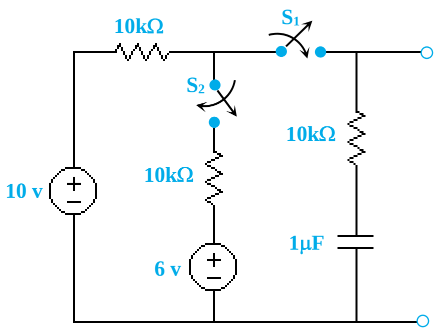
۱) $۷۵-۱۲۰e^{-۱۰t}$

۲) $۷۵-۱۲۰e^{-۱۰۰t}$

۳) $۷۵+۱۲۰e^{-۱۰t}$

۴) $۷۵+۱۲۰e^{-۱۰۰t}$

۴۴ـ با توجه به شکل مقابل، کلید $S_۱$ در $t_۱ = ۰$ و کلید $S_۲$ در $t_۲ = ۱۳/۸ms$ بسته می‌شود، جریان عبوری از خازن در $۱۳/۸^+ms$ برحسب میلی‌آمپر چقدر است؟ $(Ln۲ = ۰/۶۹)$



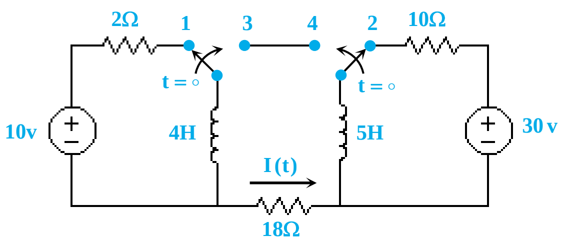
۱) ۰/۲۵

۲) ۰/۲

۳) ۰/۷۵

۴) ۰/۵

۴۵ـ با توجه به شکل زیر، دو کلید $S_۱$ و $S_۲$ مدت‌ها در وضعیت ۱ و ۲ قرار داشتند و در لحظه‌ی $t = ۰$ هر دو تغییر وضعیت داده و در حالت‌های ۳ و ۴ قرار می‌گیرند. رابطه‌ی جریان $I(t)$ برای $t \geq ۰$ برحسب آمپر کدام است؟



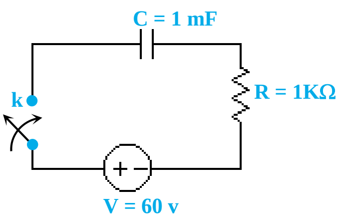
۱) $I(t) = \frac{۵}{۹}e^{-\frac{۱}{۲}t}$

۲) $I(t) = \frac{۹}{۵}e^{-۲t}$

۳) $I(t) = \frac{۵}{۹}e^{-۲t}$

۴) $I(t) = \frac{۹}{۵}e^{-\frac{۱}{۲}t}$

۴۶ـ در مدار شکل مقابل چند ثانیه پس از اتصال کلید k ولتاژ دو سر خازن ۳ برابر ولتاژ دو سر مقاومت ۱ اهمی می‌شود؟



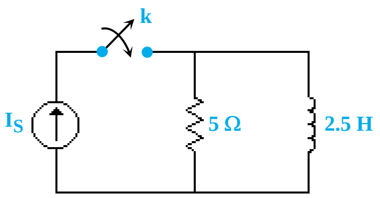
۱) Ln۴

۲) Ln۲

۳) Ln۳

۴) ۲Ln۳

۴۷ـ در مدار شکل مقابل چند ثانیه پس از اتصال کلید k، جریان سلف و مقاومت اهمی با هم برابر می‌شوند؟



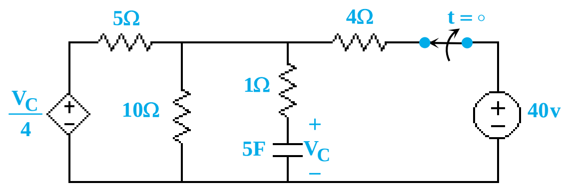
۱) Ln۲

۲) ۲Ln۲

۳) $\frac{۱}{۲}$Ln۲

۴) ۲/۵

۴۸ـ در شکل زیر، کلید برای مدت زمان زیادی بسته بوده و در $t=۰$ باز می‌شود. رابطه‌ی $V_C(t)$ برای $t \geq ۰$ کدام است؟



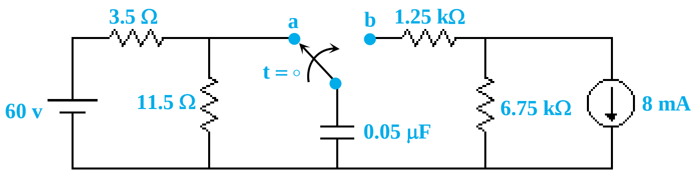
۱) $V_C(t)=۲۰e^{-\frac{t}{۲۶}}$

۲) $V_C(t)=۲۰e^{-\frac{t}{۱۳}}$

۳) $V_C(t)=۱۰e^{-\frac{t}{۲۶}}$

۴) $V_C(t)=۱۰e^{-\frac{t}{۱۳}}$

۴۹ـ در مدار شکل زیر در لحظه $t=۰$ کلید را از وضعیت a به وضعیت b می‌بریم، بعد از چند ثانیه ولتاژ خازن صفر می‌شود؟ (τ ثابت زمانی مدار است).



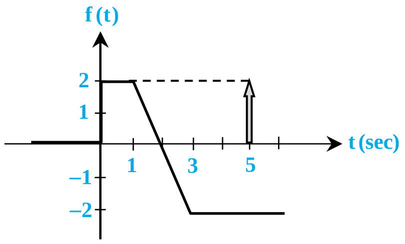
۱) $-\tau Ln۲$

۲) $+\tau Ln۲$

۳) $+\tau Ln۰/۵۴$

۴) $-\tau Ln۰/۵۴$

۵۰ـ نمودار شکل زیر با کدام‌یک از معادلات زیر بیان می‌شود؟



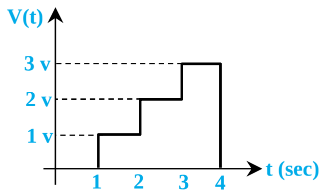
۱) $f(t)=۲r(t)+۴r(t-۱)+۲r(t-۲)+۲\delta(t-۵)$

۲) $f(t)=u(t)+۴r(t-۱)-۲r(t+۲)+۲\delta(t-۵)$

۳) $f(t)=۲u(t)+۴r(t-۱)-۲r(t-۲)+۲\delta(t+۳)$

۴) $f(t)=۲u(t)-۲r(t-۱)+۲r(t-۳)+۲\delta(t-۵)$

۵۱ـ معادله شکل موج نشان داده شده در شکل زیر کدام است؟



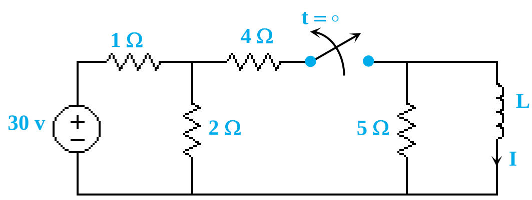
۱) $u(t-۱)+u(t-۲)+u(t-۳)$

۲) $u(t-۱)+۲u(t-۲)$

۳) $u(t)+u(t-۱)+u(t-۲)+u(t-۴)$

۴) $u(t-۱)+u(t-۲)+u(t-۳)-۳u(t-۴)$

۵۲ـ مقدار L چند هانری باشد تا در لحظه $t=۰/۱s$، جریان I برابر ۱/۱۴A باشد؟



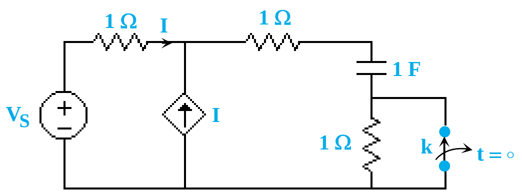
۱) $-\frac{۰/۵}{Ln۲۶}$

۲) $-۰/۵Ln۲۶$

۳) $-\frac{۵}{Ln۰/۲۶}$

۴) $-\frac{۰/۵}{Ln۰/۲۶}$

۵۳ـ در شبکه زیر کلید k به مدت طولانی بسته بوده و در $t=۰$ باز می‌شود، اگر $V_S=u(t)$ باشد، پاسخ $I_C(t)$ کدام است؟



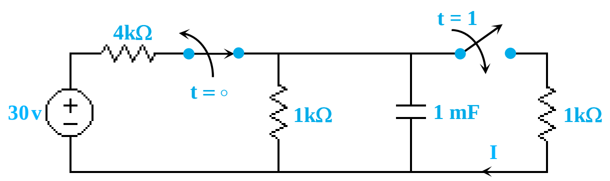
۱) $\frac{۱}{۵}e^{-\frac{۲}{۵}t}u(t)$

۲) $\frac{۲}{۵}e^{-\frac{۲}{۵}t}u(t)$

۳) $\frac{۱}{۵}e^{\frac{۲}{۵}t}u(t)$

۴) $-\frac{۱}{۵}e^{-\frac{۲}{۵}t}u(t)$

۵۴ـ در مدار شکل زیر جریان I در لحظه $t=۲s$، تقریباً چند میکروآمپر است؟



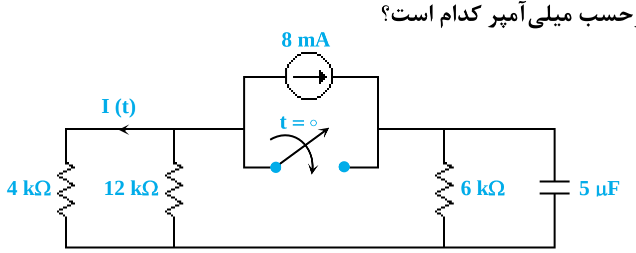
۱) ۴۰

۲) ۱۶۰

۳) ۳۰۰

۴) ۴۸۰

۵۵ـ در مدار شکل مقابل اگر کلید در $t=۰$ بسته شود، $I(t)$ برای $t>۰$ برحسب میلی‌آمپر کدام است؟



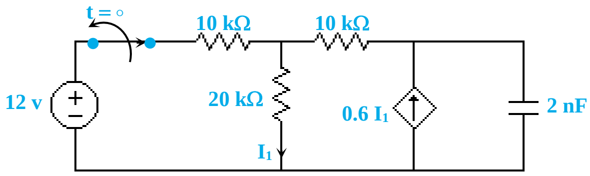
۱) $-۶e^{-۰/۱t}$

۲) $۱۲e^{-۱۰۰t}$

۳) $-۱۲e^{-۱۰۰t}$

۴) $۱۲e^{-۰/۰۱t}$

۵۶ـ در مدار شکل زیر ولتاژ خازن در لحظه $t=۰$ چند ولت است؟



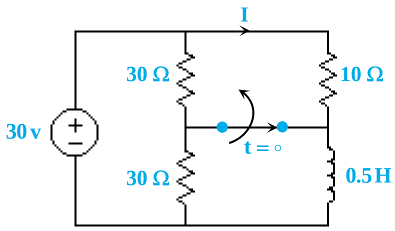
۱) ۱۳

۲) ۱۱

۳) ۸

۴) ۹

۵۷ـ در مدار شکل زیر، کلید مدت زمان زیادی بسته بوده و در $t=۰$ باز می‌شود، جریان I در لحظه $t=۵۰ms$ حدوداً چند آمپر است؟



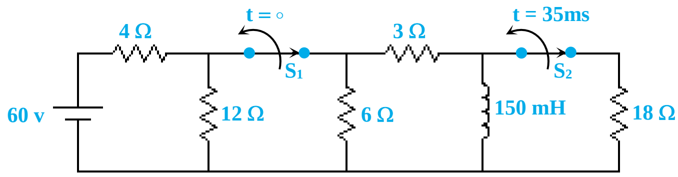
۱) ۳

۲) ۳/۶۹

۳) ۴/۱۵

۴) ۲/۵

۵۸ـ در مدار شکل زیر در $t=۰$ کلید S_1 و در $t=۳۵ms$ کلید S_2 باز می‌شود. ولتاژ دو سر سلف در لحظه $t=۳۵^{+}ms$ تقریباً چند ولت است؟



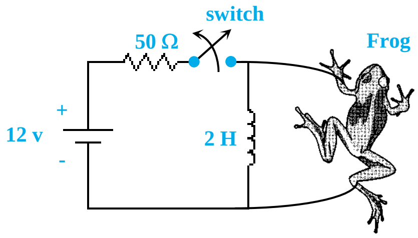
۱) -۱۳/۳

۲) ۱۳/۳

۳) ۸/۹

۴) -۸/۹

۵۹ـ یک دانشجوی زیست‌شناسی با استفاده از مدار شکل زیر می‌خواهد مقاومت بدن قورباغه را به‌دست آورد! وقتی کلید بسته بود قورباغه تحرک خیلی کمی داشت، اما ۵ ثانیه پس از باز شدن کلید، قورباغه لرزش‌ها و تکان‌های شدیدی از خود نشان داد. اگر جریان عبوری از بدن قورباغه ۱۰mA ثبت شود، مقاومت بدن قورباغه تقریباً چند اهم می‌باشد؟



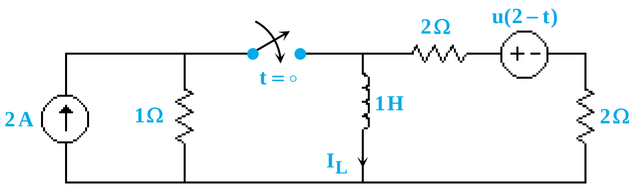
۱) ۱/۳

۲) ۲/۵

۳) ۳/۷

۴) ۴

۶۰ـ در مدار زیر مقدار $\frac{dI_L(۰^+)}{dt}$ برحسب آمپر بر ثانیه کدام است؟



۱) $\frac{۵}{۸}$

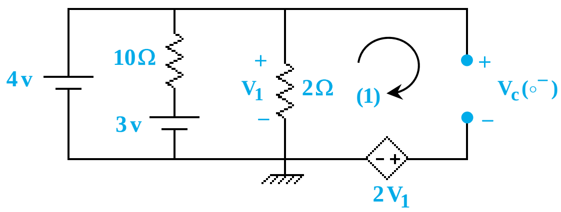
۲) $\frac{۲}{۵}$

۳) $\frac{۸}{۵}$

۴) $\frac{۵}{۲}$

آزمون فصل دوم

۱ـ گزینه «۱» ابتدا مدار را برای زمان‌های $t<0$ تحلیل می‌کنیم تا مقدار ولتاژ خازن را در لحظه‌ی $t=0^-$ به دست بیاوریم (دقت کنید خازن در لحظه‌ی $t=0^-$ مدار باز است).



با توجه به مدار ملاحظه می‌شود: $v_1 = 4v$

با اعمال KVL در حلقه‌ی ۱ داریم:

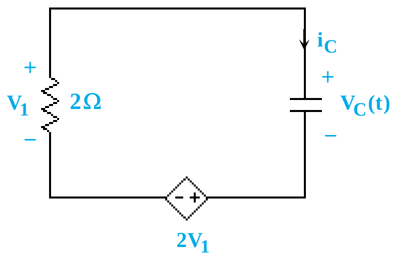
$$KVL(1): \quad -v_1 + v_C(0^-) + 2v_1 = 0 \quad \Rightarrow v_C(0^-) = -4v$$

حال مدار را برای زمان‌های بزرگ‌تر از صفر تحلیل می‌کنیم. با باز شدن کلید در لحظه‌ی $t=0$، سمت چپ مدار از سمت راست آن جدا می‌شود.

با اعمال KVL در حلقه‌ی مدار داریم:

$$v_C(t) = -v_1 \qquad (1)$$

از طرفی داریم:

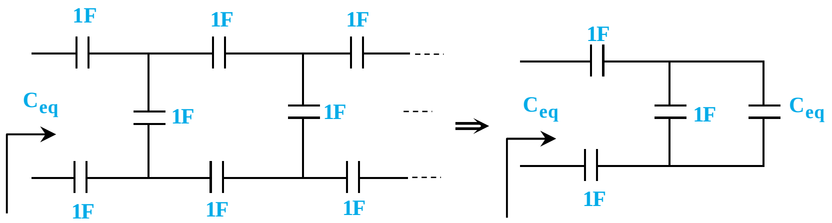


$$i_C(t) = -\frac{v_1}{2} \Rightarrow \frac{3dv_C(t)}{dt} = -\frac{v_1}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{dv_C(t)}{dt} = -\frac{1}{6}v_1 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \frac{dv_C(t)}{dt} = \frac{v_C(t)}{6} \quad \Rightarrow \quad \frac{dv_C(0^+)}{dt} = \frac{v_C(0^+)}{6} = \frac{v_C(0^-)}{6} = -\frac{4}{6} = -\frac{2}{3}$$

۲ـ گزینه «۲» برای به‌دست آوردن ثابت زمانی مدار ابتدا خازن معادل دیده شده از دو سر منبع ولتاژ و مقاومت را به‌دست می‌آوریم:



$$\Rightarrow \quad C_{eq} = \frac{(C_{eq}+1)\times\frac{1}{2}}{C_{eq}+1+\frac{1}{2}} = \frac{C_{eq}+1}{2C_{eq}+3}$$

$$\rightarrow 2C_{eq}^2 + 2C_{eq} - 1 = 0 \quad \Rightarrow \quad C_{eq} = 0/366F$$

بنابراین ثابت زمانی به راحتی قابل محاسبه می‌باشد:

$$\tau = RC_{eq} = 3/66 \simeq 3/6 \sec$$

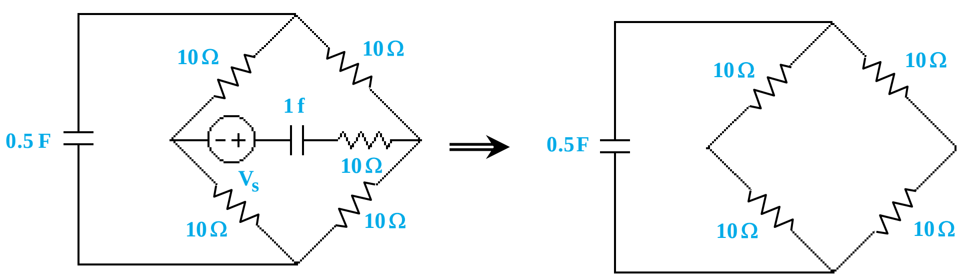
۳ـ گزینه «۳» با توجه به مدار مشاهده می‌شود که مدار دارای پل وتسون می‌باشد. بنابراین از دید منبع ولتاژ از خازن ۰/۵ فارادی جریانی عبور نکرده و همانند مدار باز عمل می‌کند. حال برای به‌دست آوردن ثابت زمانی خازن ۱ فارادی کافی است مقاومت معادل دیده شده از دو سر آن را به‌دست آوریم:

$$R_{eq} = 10 + 20 \| 20 = 20\ \Omega$$

بنابراین داریم:

$$\tau = R_{eq}C = 20\times 1 = 20 \sec$$

البته از دید خازن ۰/۵ فارادی هم پل وتسون برقرار است که با شرط داشتن شرایط اولیه ثابت زمانی زیر ظاهر می‌شود:



$$\Rightarrow \tau = R_{eq}C = (10+10)\|(10+10)\times 0/5 = 5\sec$$

بنابراین بزرگ‌ترین ثابت زمانی مدار ۲۰ ثانیه می‌باشد.

۴ـ گزینه «۴» از مجموع پاسخ پله و پاسخ ضربه و پاسخ ورودی صفر مشاهده می‌شود که مدار از مرتبه‌ی اول می‌باشد. بنابراین داریم:

پاسخ پله $M(t)=y(\infty)(1-e^{-t})$

پاسخ ضربه: $h(t)=\dfrac{dM(t)}{dt}=y(\infty)\,e^{-t} \quad \Rightarrow M(t)+k(t)+h(t)=y(\infty)+y(0)\,e^{-t}$

پاسخ ورودی صفر: $k(t)=y(0)\,e^{-t}$

بنابراین:

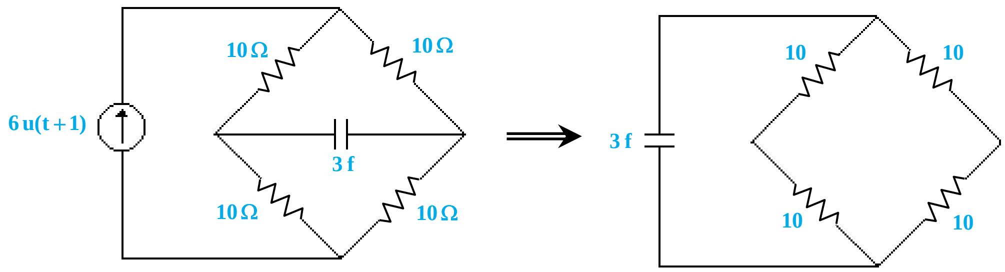
$$1-e^{-t}=y(\infty)+y(0)e^{-t} \;\Rightarrow y(\infty)=1 \quad , \quad y(0)=-1$$

حال معادله‌ی زمان پاسخ کامل را به‌دست می‌آوریم:

$$y(t)=y(\infty)+(y(0)-y(\infty))e^{-t}=1-2e^{-t} \xrightarrow{t=0} y(0)=-1$$

البته بدون نوشتن معادله‌ی زمانی پاسخ کامل هم می‌توانستیم پاسخ پله را در لحظه‌ی صفر به دست آوریم، چون قبل از آن $y(0)$ را به دست آورده بودیم.

۵ـ گزینه «۳» با توجه به برقراری پل وتسون، جریان منبع جریان وارد خازن نمی‌شود. بنابراین فرم معادله‌ی ولتاژ خازن به صورت $v_C(t)=v_C(0)\,e^{-\frac{t}{RC}}$ می‌باشد. پس کافی است مقاومت معادله‌ی دیده شده از دو سر خازن را به‌دست آوریم:



$$\Rightarrow R_{eq}=(10+10)\,||\,(10+10)=10\Omega \;\Rightarrow\; v_C(t)=v_C(0)\,e^{-\frac{t}{30}}$$

حال زمانی را که ولتاژ خازن به نصف مقدار اولیه‌ی خود می‌رسد، بدست می‌آوریم.

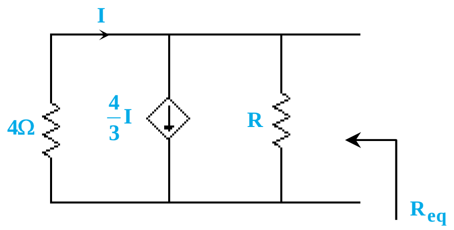
$$\Rightarrow e^{-\frac{t}{30}}=\frac{1}{2} \xrightarrow{Ln} \frac{t}{30}=Ln2 \;\Rightarrow t=30\,Ln2\,sec$$

۶ـ گزینه «۴»

کافی است مقاومت معادل دیده شده از دو سر خازن $2F$ را به‌دست آوریم.

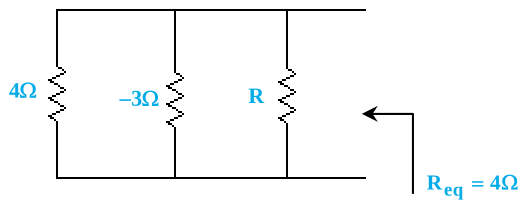
برای این کار تمامی منابع را خنثی می‌کنیم:

از طرفی با توجه به مقدار ثابت زمانی (یعنی $\tau=RC=8\,Sec$)، مقدار R_{eq} باید ۴ باشد.



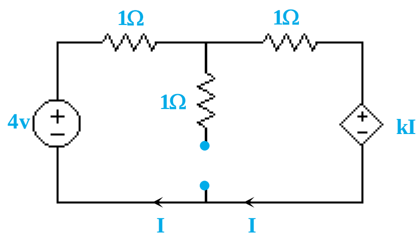
$$R_{\text{منبع جریان وابسته}}=\frac{-4I}{\frac{4}{3}I}=-3\Omega$$

⇒

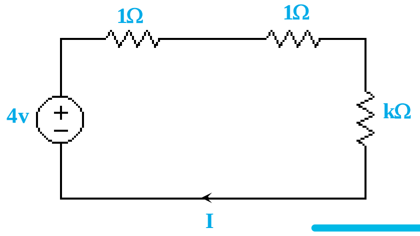


$$\Rightarrow \underbrace{4\,||\,(-3)}_{-12}\,||\;R=4 \;\Rightarrow\; \frac{-12R}{R-12}=4 \;\Rightarrow\; R=3\Omega$$

۷ـ گزینه «۳» با توجه به اینکه در زمان بی‌نهایت خازن مدار باز می‌شود، آسان‌تر است که مدار را در زمان بی‌نهایت تحلیل کنیم.

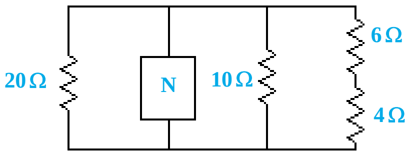


$$\Rightarrow R_{\text{معادل منبع ولتاژ}}=\frac{kI}{I}=k\,\Omega$$

$\Rightarrow$ 

$$\Rightarrow I=\frac{۴}{۲+k}=۱ \quad \Rightarrow k=۲$$

۸ـ گزینه «۴» در صورتی که شبکه‌ی N مقاومتی باشد، ثابت زمانی‌های مدار همان ثابت زمانی‌های ورودی می‌باشد. از طرفی بزرگ‌ترین ثابت زمانی منابع ۶ ثانیه می‌باشد و همچنین می‌دانیم زمان میرایی کامل ۵ برابر بزرگ‌ترین ثابت زمانی است. پس اگر شبکه مقاومتی باشد، حداکثر در ۳۰ ثانیه تمام ولتاژها و جریان‌ها صفر می‌شوند. پس گزینه‌ی ۱ می‌تواند صحیح باشد.



حال اگر شبکه‌ی N یک سلف یا یک خازن باشد، برای به‌دست آوردن ثابت زمانی کافی است مقاومت معادل دیده شده از دو سر شبکه را به‌دست آوریم. با حذف تمامی منابع داریم:

$$\Rightarrow R_{eq}=۲۰\,||\,۱۰\,||\,(۶+۴)=۴\Omega$$

با توجه به اینکه زمان میرایی ۳۰ ثانیه است، باید ماکزیمم ثابت زمانی ۶ ثانیه باشد.

اگر شبکه‌ی N سلف باشد، آنگاه داریم:

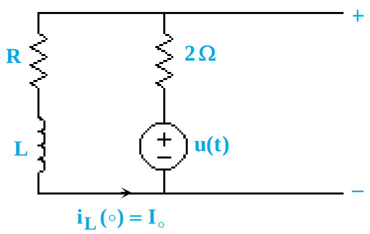
$$\tau=\frac{L}{R}=\frac{L}{۴}=۶ \Rightarrow L=۲۴H$$

اگر شبکه‌ی N خازن باشد، آنگاه داریم:

$$\tau=RC=۴C=۶ \Rightarrow C=\frac{۳}{۲}F$$

بنابراین گزینه‌ی ۲ هم علاوه بر گزینه‌ی ۱ می‌تواند صحیح باشد.

۹ـ گزینه «۳» با توجه به اینکه معادله‌ی $v(t)$ از نوع پاسخ مدار مرتبه‌ی اول است، پس شبکه‌ی N می‌تواند یک مدار RL سری باشد.



$$v(t)=\frac{۴}{۳}(۱-e^{-\frac{۳}{۲}t})$$

$$v(\infty)=\frac{۴}{۳}\xrightarrow[\text{اتصال کوتاه است}]{\text{سلف در بی‌نهایت}}\frac{R}{R+۲}\times ۱=\frac{۴}{۳}\Rightarrow R=-۸\,\Omega$$

$$\tau=\frac{L}{R+۲}=\frac{۲}{۳} \quad\Rightarrow\quad L=-۴H$$

$$V(۰^+)=۰\to -۱+۲i_L(۰^+)=۰\to i_L(۰^+)=۰/۵A$$

حال اگر مقاومت ۲ اهمی با مقاومت ۴ اهمی جایگزین شود، خواهیم داشت:

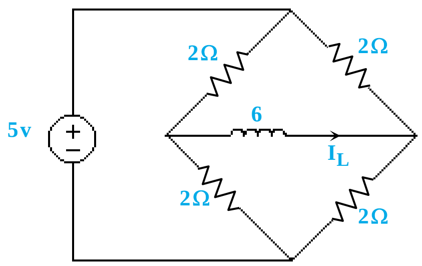
$$R_{eq}\,(\text{از دید سلف})=-۸+۴=-۴\Omega\Rightarrow \tau=\frac{L}{R}=\frac{-۴}{-۴}=۱sec$$

$$v(۰)=-۱+۴\times i_L(۰)=۱$$

$$v(\infty)=\frac{-۸}{-۸+۴}\times ۱=۲ \quad\to\quad v(t)=۲(۱-e^{-t})+۱=۳-۲e^{-t}v$$

۱۰ـ گزینه «۱» با توجه به پیوستگی جریان سلف، جریان آن را در زمان ۰^- به دست می‌آوریم:

$t<۰$:

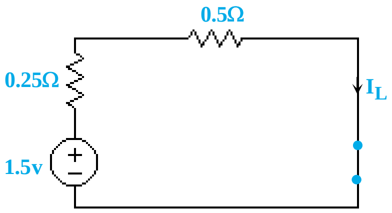


با توجه به وجود پل وتسون، از سلف مورد نظر جریانی عبور نمی‌کند. بنابراین:

$$i_L(۰^-)=i_L(۰^+)=۰$$

۱۱ــ گزینه «۴» ابتدا شرایط اولیه‌ی سلف را به‌دست می‌آوریم (در زمان‌های منفی):

$t<۰$

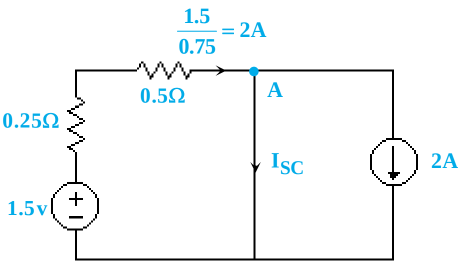


$$I_L(۰^-)=\frac{۱/۵}{۰/۷۵}=۲A$$

حال با توجه به اتصال کوتاه شدن سلف در زمان‌های مثبت، این جریان اولیه همواره در سلف باقی می‌ماند و تغییر نمی‌کند، زیرا:

$$v_L=۰=L\frac{d_{i_L}}{dt}\Rightarrow i_L:\text{ثابت}$$

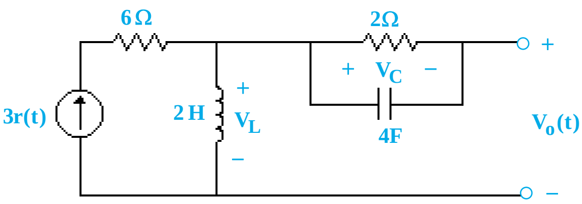
۱۲ــ گزینه «۲» با توجه به اینکه در حلقه‌ی سمت چپ جریان $۲=\frac{۱/۵}{۰/۷۵}$ آمپر جاری است، با اعمال KCL در نقطه‌ی A داریم:



$$I_{SC}=۲-۲=۰A$$

۱۳ــ گزینه «۱» با توجه به شکل مشاهده می‌شود که مدار از دو قسمت مرتبه‌ی اول جداگانه تشکیل شده است.

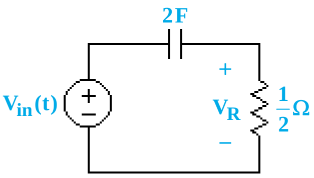
با توجه به پاسخ مدار مرتبه‌ی اول داریم:



$$\begin{cases}v_C(t)=v_C(\infty)+(v_C(۰)-v_C(\infty))e^{-\frac{t}{RC}}\Rightarrow v_C(t)=۴e^{-\frac{t}{۸}}\\ v_C(\infty)=۰\end{cases}$$

$$v_L=L\frac{d_{i_L}}{dt}=۲\times\frac{d}{dt}(۳t)=۶\Rightarrow v_o(t)=v_L(t)-v_C(t)=۶-۴e^{-\frac{t}{۸}}v$$

۱۴ــ گزینه «۲» ابتدا پاسخ مدار را به ازای ورودی $u(t)$ به‌دست می‌آوریم $(v_C(۰)=۰)$:



$$\Rightarrow\begin{cases}v_R(t)=v_R(\infty)+(V_R(۰^+)-v_R(\infty))\,e^{-\frac{t}{RC}}\\ v_R(۰^+)=v_{in}(۰^+)=۱\\ v_R(\infty)=۰\end{cases}$$

$$\Rightarrow v_R(t)=e^{-t}$$

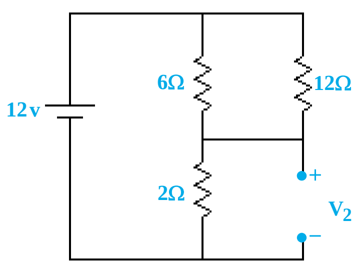
حال پاسخ مدار را به ازای ورودی $u(t-۱)$ به‌دست می‌آوریم:

$$V_R(t)=e^{-(t-۱)}u(t-۱)$$

بنابراین پاسخ مدار به ازای ورودی $V_{in}(t)=u(t)-u(t-۱)$ به صورت مقابل است:

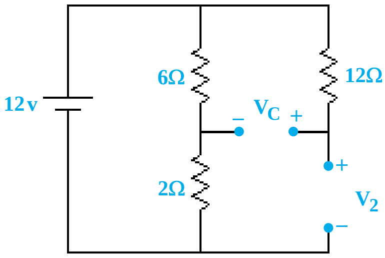
$$v_R(t)=e^{-t}-e^{-(t-۱)}u(t-۱)$$

۱۵ــ گزینه «۴» از آنجایی که در صورت سؤال فرض شده است که کلید $S_۲$ همیشه باز است، لذا مقاومت ۶ اهمی سری با آن از مدار حذف می‌شود. حال با بستن کلید $S_۱$ در $t=۰$، چون ولتاژ اولیه‌ی خازن صفر است، خازن اتصال کوتاه شده و مدار مطابق شکل زیر ساده می‌گردد.



$$\Rightarrow V_۲=\frac{۲}{۲+۶||۱۲}\times۱۲=\frac{۲}{۲+۴}\times۱۲=۴V$$

در بی‌نهایت خازن باز شده و مدار مطابق شکل زیر می‌گردد. مشاهده می‌شود که با باز شدن خازن، هیچ جریانی از مقاومت ۱۲ اهمی عبور نمی‌کند و لذا $V_۲ = ۱۲v$ خواهد بود. ضمن اینکه مقاومت دیده شده از ۲ سر خازن نیز برابر خواهد بود با:



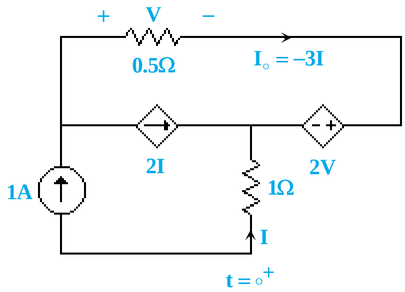
$$R_{eq} = ۲ \| ۶ + ۱۲ = ۱۳/۵\Omega \rightarrow \tau = RC = ۱/۳۵sec$$

بنابراین داریم:

$$V_۲(t) = V_۲(\infty) + [V_۲(۰) - V_۲(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}} = ۱۲ - ۸e^{-\frac{t}{۱/۳۵}}$$

$$\Rightarrow V_۲(t) = ۹v \rightarrow t = ۱/۳۵\ln(\frac{۸}{۳}) \simeq ۱/۳۵S$$

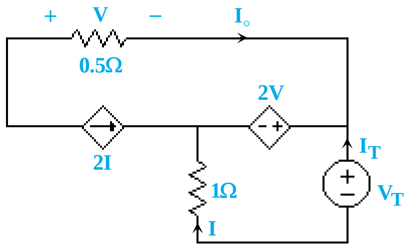
۱۶ـ گزینه «۳» با محاسبه $I_۰(۰^+)$ و ثابت زمانی مدار می‌توانیم تست را به جواب برسانیم. ابتدا مطابق با شکل زیر $I_۰(۰^+)$ را محاسبه می‌کنیم:



$$I = -۱A$$

$$I_۰ = -۳ \times I = ۳A$$

حال با استفاده از مدار روبرو، مقاومت دیده شده از دو سر سلف را محاسبه می‌کنیم:



$$I_T = -I$$

$$V = ۰/۵ \times (-۲I) = -I$$

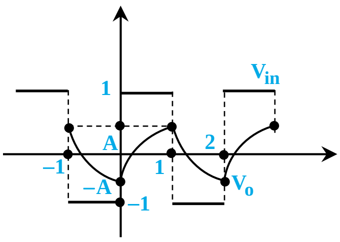
$$V_T = ۲V - I = -۳I = ۳I_T$$

$$\Rightarrow R_T = ۳\Omega$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{L}{R} = \frac{۲}{۳}sec$$

با چک کردن مقادیر $I_۰(۰) = ۳$ و $\tau = \frac{۲}{۳}$ در گزینه‌ها، تنها گزینه‌ی (۳) می‌تواند پاسخ صحیح باشد.

۱۷ـ گزینه «۳» از آنجایی که مدار از زمان‌های طولانی به منبع V_{in} وصل بوده است، می‌توان گفت که مقدار متوسط ورودی و خروجی باید برابر باشند. چون مقدار متوسط ورودی برابر صفر است، لذا مقدار متوسط V_o نیز باید صفر باشد. برای همین، مطابق شکل روبه‌رو، ولتاژ خروجی حالت متقارنی نسبت به محور زمان به خود می‌گیرد:



حال اگر معادله‌ی ولتاژ خازن (یا همان V_o) را از لحظه‌ی صفر $(t = ۰)$ بنویسیم، خواهیم داشت:

$$V_o(t) = V_C(\infty) + (V_C(۰) - V_C(\infty))e^{-\frac{t}{\tau}} \qquad (۱)$$

فرض کرده‌ایم که در لحظه‌ی صفر ولتاژ خازن $-A$ ولت است. پس $V_C(۰) = -A$. از طرفی اگر مدار به صورت طولانی به ورودی $V_{in} = ۱$ وصل می‌ماند، مطمئناً $V_o = ۱$ می‌شد. پس $V_C(\infty) = ۱$. ثابت زمانی مدار نیز برابر $\tau = RC = ۱s$ می‌باشد. با جایگذاری این مقادیر در معادله‌ی (۱) داریم:

$$\xrightarrow{(۱)} V_o(t) = ۱ + (-A - ۱)e^{-t} = ۱ - (A + ۱)e^{-t}$$

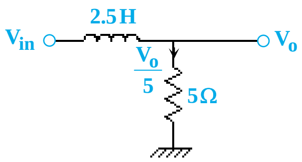
می‌دانیم که در زمان $t = ۱$ ورودی به $V_{in} = -۱$ تغییر می‌یابد. پس لازم است ولتاژ شارژ شده‌ی خازن را در این لحظه $(t = ۱)$ در معادله‌ی (۲) قرار دهیم:

$$\xrightarrow[V_o(۱)=A]{(۲)} A = ۱ - (A + ۱)e^{-۱} = ۱ - ۰/۶۳(A + ۱) \Rightarrow ۱/۶۳A = ۰/۳۷ \Rightarrow A = ۰/۲۲۷ \Rightarrow V_o(t) = ۱ - ۱/۲۲۷e^{-t}$$

مطابق شکل ولتاژ خازن در $t = ۱$ حداکثر است. جریان در این لحظه برابر خواهد بود با:

$$I_C(t) = C\frac{dV_C(t)}{dt} = ۱/۲۲۷e^{-t} \xrightarrow{t=۱} I_C(۱) \simeq ۰/۷۷A$$

۱۸ــ گزینه «۴» با اعمال KVL در حلقه‌ی موجود، داریم:



$$KVL: -V_{in} + ۲/۵\frac{d}{dt}(\frac{V_o}{۵}) + V_o = ۰$$

$$\Rightarrow \frac{dV_o}{dt} + ۲V_o = ۲V_{in}$$

از روی شکل ورودی، معادله‌ی آن به‌دست می‌آید:

$$V_{in} = ۱۰\sin ۲t \qquad ۰ \le t \le \frac{\pi}{۲} \Rightarrow \frac{dV_o}{dt} + ۲V_o = ۲۰\sin ۲t$$

$\Rightarrow V_{oh} = ke^{-۲t} \rightarrow$ جواب قسمت همگن

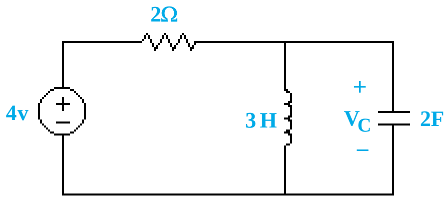
برای به‌دست آوردن جواب خصوصی فرض می‌کنیم $V_{op} = A\sin ۲t + B\cos ۲t$ باشد، بنابراین:

$$۲A\cos ۲t - ۲B\sin ۲t + ۲A\sin ۲t + ۲B\cos ۲t = ۲۰\sin ۲t \Rightarrow \begin{cases} A - B = ۱۰ \\ A + B = ۰ \end{cases} \Rightarrow A = ۵, B = -۵ \Rightarrow V_o = ۵\sin ۲t - ۵\cos ۲t + ke^{-۲t}$$

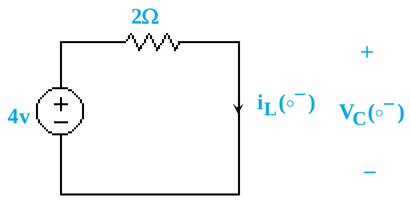
از آنجا که در لحظه‌ی صفر $(t = ۰)$ سلف مدار باز است، در نتیجه ولتاژ خروجی برابر صفر می‌باشد.

$$V_o(۰) = ۰ \rightarrow k = ۵ \Rightarrow V_o(t) = ۵\sin ۲t - ۵\cos ۲t + ۵e^{-۲t} \Rightarrow V_o(\frac{\pi}{۲}) = ۵ + ۵e^{-\pi} = ۵/۲۱V$$

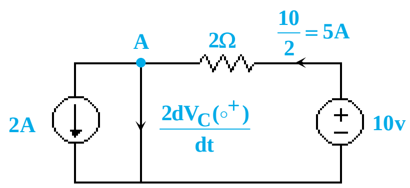
۱۹ــ گزینه «۳» ابتدا مدار را در زمان‌های قبل از صفر تحلیل کرده و شرایط اولیه‌ی مدار را به‌دست می‌آوریم:



$\Rightarrow t = ۰^-$



$$\begin{cases} i_L(۰) = ۲A \\ v_C(۰) = ۰V \end{cases}$$



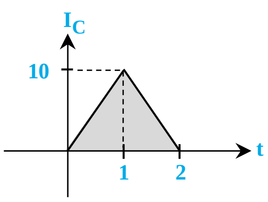
با توجه به شرط پیوستگی ولتاژ خازن و جریان سلف در تمام لحظات، برای $t = ۰^+$ داریم:

$$v_C(۰^+) = ۰v \ , \ i_L(۰^+) = ۲A$$

حال با اعمال KCL در گره A داریم:

$$KCL(A): \frac{۲d\,v_C(۰^+)}{dt} = ۵ - ۲ = ۳ \quad \Rightarrow \quad \frac{dv_C(۰^+)}{dt} = \frac{۳}{۲}$$

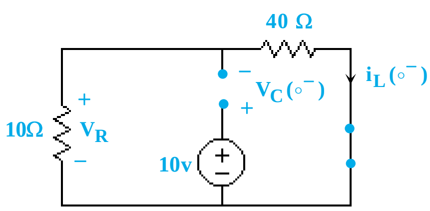
۲۰ــ گزینه «۱» با توجه به اینکه انرژی ذخیره شده در خازن برابر $E = \frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C}$ می‌باشد، کافی است بار ذخیره شده در آن را به‌دست بیاوریم. برای بار ذخیره شده داریم:



$$i_C = \frac{dQ}{dt} \quad \Rightarrow Q = \int i_C\, dt$$

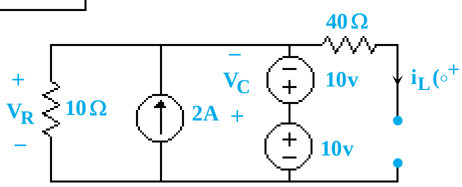
$$\Rightarrow \quad Q = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۱۰ = ۱۰ \Rightarrow \quad E = \frac{۱}{۲} \times \frac{(۱۰)^۲}{۲۰۰ \times ۱۰^{-۶}} = ۲۵۰\,kj$$

۲۱ــ گزینه «۳» ابتدا مدار را برای زمان‌های منفی تحلیل می‌کنیم تا شرایط اولیه‌ی مدار حاصل شود.

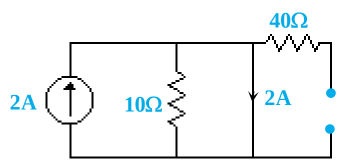


$$\Rightarrow \quad v_C(۰^-) = ۱۰\,v \quad و \quad i_L(۰^-) = ۰\,A$$

حال برای زمان $t = ۰^+$ داریم:

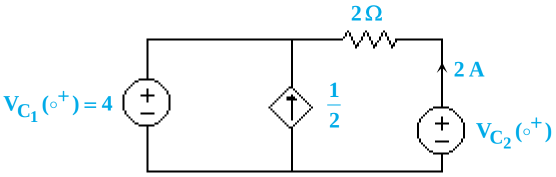


$\Longrightarrow$



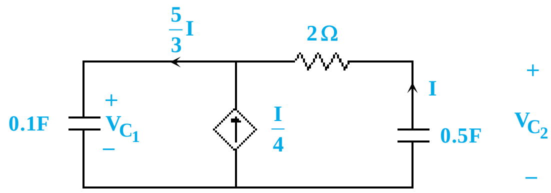
$$\Rightarrow \quad v_R(۰^+) = ۰ \ , \quad v_C(۰^+) = ۱۰ \qquad \Rightarrow v_R(۰^+) + v_C(۰^+) = ۱۰\,v$$

۲۲ـ گزینه «۴» روش تشریحی: ابتدا شرایط اولیه مدار را به‌دست می‌آوریم:



$$\Rightarrow v_{C_۲}(۰^+) = ۲\times۲+۴ = ۸\ v$$

حال با اعمال KVL در حلقه‌ی بیرونی مدار مقدار $I(t)$ را به‌دست می‌آوریم:



$$v_{C_۱}(t) = v_{C_۱}(۰^+) + \frac{۱}{۰/۱}\int_۰^t \frac{۵}{۴} I\,dt$$

$$v_{C_۲}(t) = v_{C_۲}(۰^+) + \frac{۱}{۰/۵}\int_۰^t (-I)\,dt$$

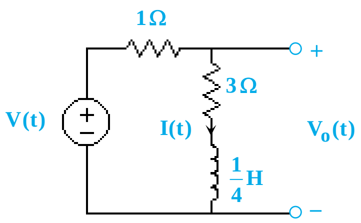
$$\text{KVL}: -v_{C_۱}(t) - ۲I + v_{C_۲}(t) = ۰ \Rightarrow -۴-۱۰\int_۰^t \frac{۵}{۴}I\,dt - ۲I + ۸ - ۲\int_۰^t I\,dt = ۰$$

$$\xrightarrow{\frac{d}{dt}} \begin{cases}\frac{d}{dt}I + \frac{۲۹}{۴}I = ۰ \\ I(۰^+) = ۲\end{cases} \Rightarrow I(t) = ۲e^{-۷/۲۵\,t} \Rightarrow v(t) = v_{C_۱}(t) = ۴ + \frac{۵۰}{۴}\int_۰^t ۲e^{-۷/۲۵\,t}\,dt$$

$$v(t) = ۴ + \frac{۲۵}{۷/۲۵}(۱-e^{-۷/۲۵t}) = ۷/۴۵ - ۳/۴۵\,e^{-۷/۲۵\,t}$$

روش تستی: با بررسی شرط اولیه‌ی $v(۰^+) = ۴$ به راحتی می‌توان به گزینه‌ی ۴ رسید.

۲۳ـ گزینه «۱» با توجه به فرم پاسخ مدار رتبه‌ی اول داریم:



$$V_o(t) = V_o(\infty) + (V_o(۰^+) - V_o(\infty))e^{-\frac{R}{L}t}$$

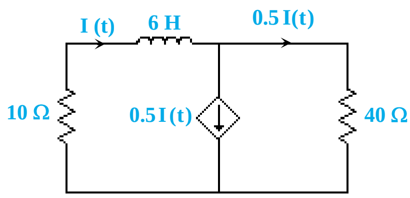
$$\begin{cases}V(t) = ۰ \\ I_L(۰^+) = ۲\end{cases} \Rightarrow V_o(۰^+) = V(۰^+) - ۱\times I_L(۰^+) = -۲ \rightarrow V_o(۰^+) = -۲ \quad (۱)$$

$$V(t) = ۰ \rightarrow V_o(\infty) = ۰ \quad (۲)$$

$$\tau^{-۱} = \frac{R}{L} = \frac{۳+۱}{\frac{۱}{۴}} = ۱۶ \quad (۳)$$

$$(۱),(۲),(۳) \rightarrow V_o(t) = -۲e^{-۱۶t}v$$

۲۴ـ گزینه «۲» با توجه به اینکه $I_L(t) = I(t)$ بنابراین $I(۰^+) = ۲$ می‌باشد، در نتیجه گزینه‌ی ۱ و ۴ نادرست می‌باشد. حال برای رسیدن به پاسخ صحیح کافی است ثابت زمانی مدار را به‌دست آوریم:

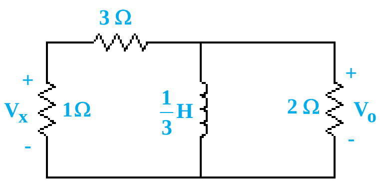


$$\tau^{-۱} = \frac{R_{eq}}{L}$$

$$R_{\text{معادل منبع جریان وابسته}} = \frac{۴۰\times۰/۵\,I(t)}{۰/۵\,I(t)} = ۴۰\,\Omega \Rightarrow R_{eq} = ۴۰ \| ۴۰ + ۱۰ = ۳۰\,\Omega$$

$$\Rightarrow \tau^{-۱} = \frac{۳۰}{۶} = ۵ \Rightarrow I(t) = ۲e^{-۵t}A$$

۲۵ـ گزینه «۳» با توجه به فرم پاسخ مدار مرتبه‌ی اول و اینکه در بی‌نهایت به دلیل عدم وجود منبع مستقل همه‌ی متغیرهای مدار صفر می‌شوند، داریم:

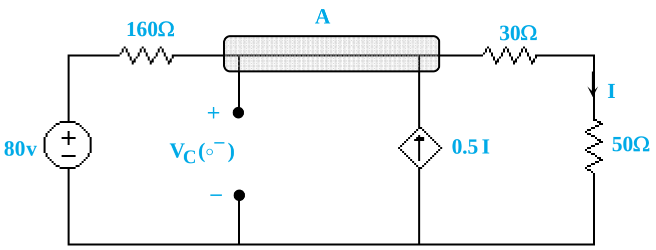


$$v_x(t) = v_x(\infty) + (v_x(۰^+) - v_x(\infty))\,e^{-\frac{R}{L}t}$$

$$\begin{cases} v_x(\infty) = ۰ \\ v_x(۰^+) = \frac{۱}{۱+۳}\times v_o(۰^+) = ۰/۵\,v \\ \tau^{-۱} = \frac{R_{eq}}{L} = \frac{(۱+۳)\|۲}{\frac{۱}{۳}} = ۴\sec^{-۱} \end{cases} \Rightarrow v_x(t) = ۰/۵\,e^{-۴t}v$$

۲۶ـ گزینه «۱» ابتدا شرط اولیه‌ی خازن را با تحلیل مدار در زمان‌های منفی به‌دست می‌آوریم. سپس $I(۰^+)$ را محاسبه نموده و با توجه به صفر بودن I در بی‌نهایت به دلیل عدم وجود منبع مستقل در زمان مثبت و محاسبه‌ی ثابت زمانی، معادله‌ی $I(t)$ را به‌دست می‌آوریم:

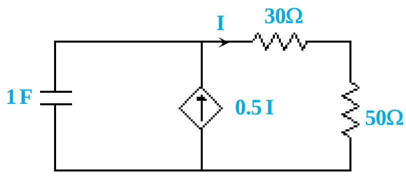
$t<۰:$



$$KCL(A): \frac{V_C(۰^-)-۸۰}{۱۶۰}-۰/۵I+I=۰ \qquad (۱)$$

$$I=\frac{V_C(۰^-)}{۸۰} \qquad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} V_C(۰^-)=۴۰\,V$$

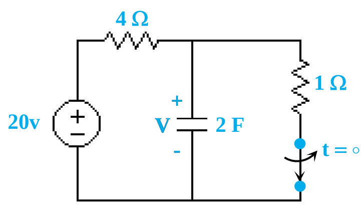


$$\Rightarrow \quad I(۰^+)=\frac{v_C(۰^+)}{۳۰+۵۰}=۰/۵A$$

$$\underbrace{R=\frac{۸۰I}{-۰/۵I}=-۱۶۰}_{\text{منبع جریان وابسته}} \rightarrow R_{eq}=(\text{از دید خازن}):(-۱۶۰)\|۸۰=۱۶۰\Omega$$

$$\Rightarrow I(t)=۰/۵e^{-\frac{t}{۱۶۰}}A$$

۲۷ـ گزینه «۴» با توجه به فرم پاسخ مدار مرتبه‌ی اول داریم:



$$V(t)=V(\infty)+(V(۰^+)-V(\infty))e^{-\frac{t}{RC}}$$

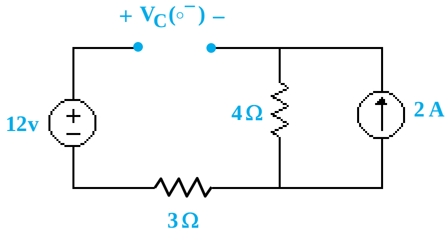
$$V(۰^+)=V(۰^-)=\frac{۱}{۱+۴}\times۲۰=۴v \quad (۱) \quad , \quad V(\infty)=۲۰v \quad (۲)$$

$$R_{eq}(\text{از دید خازن})=۴\Omega \quad \rightarrow \tau=RC=۸ \quad (۳)$$

$$(۱),(۲),(۳) \Rightarrow \quad V(t)=۲۰-۱۶e^{-\frac{t}{۸}}v$$

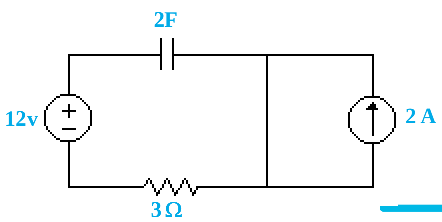
۲۸ـ گزینه «۱» ابتدا با تحلیل مدار در زمان‌های منفی، ولتاژ خازن را در زمان ۰^- به‌دست می‌آوریم (در این زمان خازن به حالت دائمی رسیده و مدار باز است):

$t=۰^-:$



$$\Rightarrow V_C(۰^-)=V_C(۰^+)=۱۲-۲\times۴=۴v$$

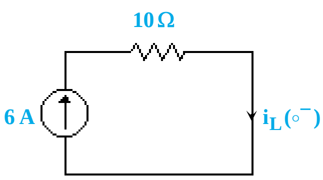
برای زمان‌های مثبت داریم:



$$\Rightarrow \begin{cases} R_{eq}(\text{از دید خازن})=۳\Omega \\ \tau=RC=۶\sec^{-۱} \\ V_C(\infty)=۱۲v \end{cases} \Rightarrow V_C(t)=۱۲+(۴-۱۲)e^{-\frac{t}{۶}}V=۱۲-۸e^{-\frac{t}{۶}}V$$

۲۹ـ گزینه «۲» با تحلیل مدار در زمان‌های منفی مشاهده می‌شود:

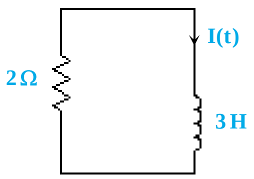
$t=۰^-:$



$$\Rightarrow \quad i_L(۰^-)=i_L(۰^+)=۶A$$

برای زمان‌های مثبت داریم:

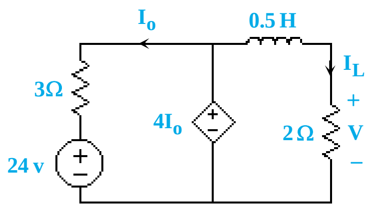
$t > ۰:$



$$\begin{cases} I(t) = I(\infty) + I((۰^+) - I(\infty))\, e^{-\frac{R}{L}t} \\ I_L(\infty) = ۰ \quad \text{به دلیل عدم وجود منبع مستقل} \\ \tau^{-۱} = \dfrac{R}{L} = \dfrac{۲}{۳} \end{cases} \Rightarrow I(t) = ۶e^{-\frac{۲}{۳}t} A$$

۳۰ـ گزینه «۱» ابتدا مدار را برای زمان‌های منفی تحلیل می‌کنیم و شرایط اولیه مدار را به دست می‌آوریم:

$t < ۰:$



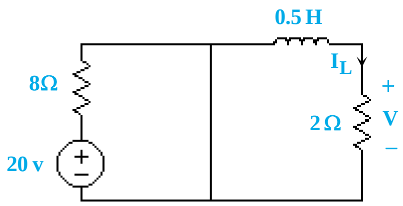
در لحظهٔ $t = ۰^-$ سلف به حالت دائمی رسیده و اتصال کوتاه می‌شود. بنابراین:

$$I_0 = \frac{۴I_۰ - ۲۴}{۳} \Rightarrow I_0 = ۲۴ \Rightarrow I_L(۰^-) = \frac{۴I_۰}{۲} = ۴۸ A$$

$$V(۰^+) = ۲\, i_L(۰^+) = ۹۶ v$$

حال برای زمان‌های مثبت، با تغییر جای کلید، $I_0 = ۰$ شده و منبع ولتاژ وابسته اتصال کوتاه خواهد شد. پس:

$t > ۰:$



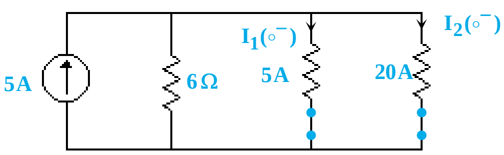
$$V(\infty) = ۰ v$$

$$R_{eq}(\text{از دید سلف}) = ۲\Omega \Rightarrow \tau^{-۱} = \frac{R}{L} = ۴$$

$$V(t) = V(\infty) + (V(۰) - V(\infty))e^{-\frac{R}{L}t} = ۹۶e^{-۴t} v$$

۳۱ـ گزینه «۱» ابتدا شرایط اولیه‌ی مدار را با تحلیل مدار در زمان‌های منفی به‌دست می‌آوریم:

$t = ۰^-:$

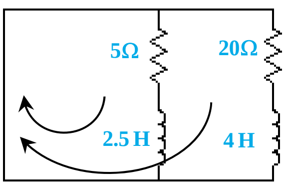


$$I_۲(۰^-) = \frac{۵\|۶}{۵\|۶ + ۲۰} \times ۵ = ۰/۶ A$$

$$I_۱(۰^-) = \frac{۲۰ \times ۰/۶}{۵} = ۲/۴ A$$

برای زمان‌های مثبت داریم:

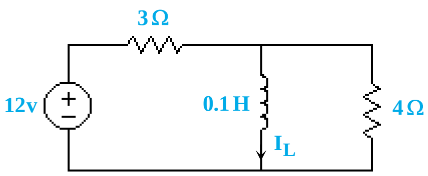
$$\begin{cases} \text{به دلیل عدم وجود منبع مستقل در زمان مثبت} \quad I_۲(\infty) = ۰ \;,\; ۲۰\Omega: \text{مقاومت معادل از دید سلف ۴ هانری} \\ \text{به دلیل عدم وجود منبع مستقل در زمان مثبت} \quad I_۱(\infty) = ۰ \;,\; ۵\Omega: \text{مقاومت معادل از دید سلف ۲/۵ هانری} \end{cases}$$



$$\begin{cases} I_۲(t) = I_۲(\infty) + (I_۲(۰) - I_۲(\infty))\, e^{-\frac{R_{eq_۲}}{L_۲}t} = ۰/۶\, e^{-۵t} A \\ I_۱(t) = I_۱(\infty) + (I_۱(۰) - I_۱(\infty))\, e^{-\frac{R_{eq_۱}}{L_۱}t} = ۲/۴\, e^{-۲t} A \end{cases}$$

۳۲ـ گزینه «۳» ابتدا مدار را برای زمان‌های منفی تحلیل می‌کنیم:

$t < ۰:$



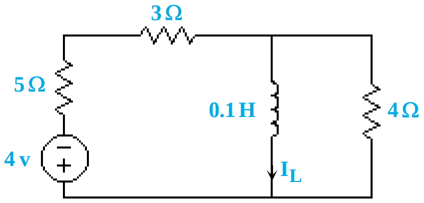
در لحظهٔ $t = ۰^-$ سلف به حالت دائمی خود رسیده و اتصال کوتاه می‌شود. بنابراین:

$$I_L(۰^-) = \frac{۱۲}{۳} = ۴A \Rightarrow I_L(۰^-) = I_L(۰^+) = ۴A$$

حال با توجه به مدار در زمان‌های مثبت و فرم پاسخ مدار مرتبه‌ی اول معادله‌ی زمانی I_0 را محاسبه می‌کنیم:

$$I_0(t) = I_0(\infty) + (I_0(۰^+) - I_0(\infty))\, e^{\frac{-R}{L}t}$$

در زمان بی‌نهایت سلف به حالت دائمی رسیده و اتصال کوتاه می‌شود. بنابراین:



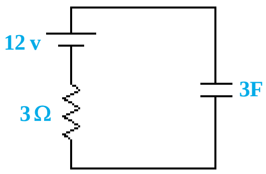
$$I_o(\infty)=\frac{-4}{5+3}=-\frac{1}{2}A$$

$$R_{eq}(\text{از دید سلف با بی‌اثر کردن منبع ولتاژ})=(5+3)||4=\frac{8}{3}\Omega \Rightarrow I_o(t)=-\frac{1}{2}+(4-(-\frac{1}{2}))e^{-\frac{80}{3}t}$$

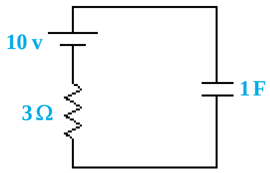
$$I_o(t)=-0.5+4.5e^{-\frac{80}{3}t}A$$

۳۳ـ گزینه «۳» با تحلیل مدار در زمان‌های منفی، ابتدا شرایط اولیه‌ی دو خازن را به‌دست می‌آوریم (دقت کنید خازن در لحظه‌ی $t=0^-$ به حالت دائمی رسیده و مدار باز می‌شود):

$t<0$:

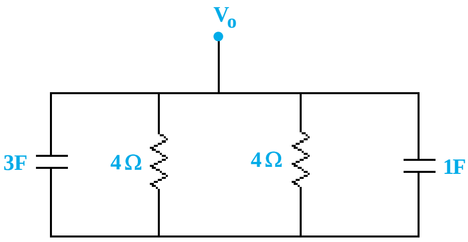


$\Rightarrow v_{C_1}(0^-)=12v$



$\Rightarrow v_{C_2}(0^-)=10v$

حال مدار در زمان $t>0$ به صورت زیر است.



با توجه به مدار مشاهده می‌شود که خازن‌های 1F و 3F با هم موازی هستند. از آنجا که شرایط اولیه‌ی آن‌ها متفاوت می‌باشد، پس از موازی شدن به یک ولتاژ یکسان می‌رسند که از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

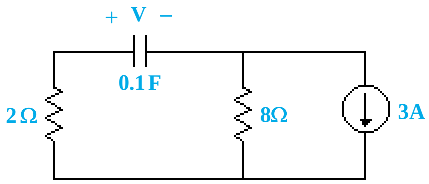
$$v_C(0^+)=\frac{C_1v_{C_1}(0^-)+C_2v_{C_2}(0^-)}{C_1+C_2}=\frac{3\times12+1\times10}{4}=\frac{23}{2}v$$

از طرفی با توجه به عدم وجود منبع مستقل در زمان‌های مثبت، ولتاژهای نهایی مدار در $t\to\infty$ برابر صفر می‌باشد. بنابراین:

$$V_o(t)=V_o(\infty)+(V_o(0^+)-V_o(\infty))e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\begin{cases}R(\text{از دید خازن معادل})=4||4=2\Omega\\ C(\text{معادل خازن‌های موازی})=1+3=4F\end{cases}\Rightarrow V_o(t)=\frac{23}{2}e^{-\frac{t}{8}}=11.5e^{-\frac{t}{8}}V$$

۳۴ـ گزینه «۲» با توجه به عدم وجود از منابع در زمان‌های منفی، پس شرط اولیه‌ی خازن برابر صفر می‌باشد. حال برای زمان‌های $0<t<1$ مدار به شکل زیر می‌باشد.



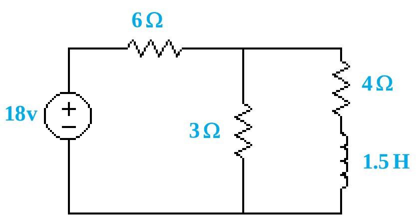
در زمان بی‌نهایت خازن مدار باز می‌شود، بنابراین:

$$V_C(\infty)=3\times8=24V \quad , \quad R_{eq}(\text{از دید خازن})=2+8=10\Omega$$

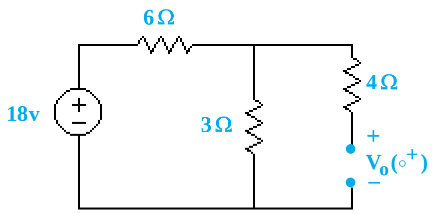
$$\Rightarrow V_C(t)=V(t)=V_C(\infty)+(V_C(0)-V_C(\infty))e^{-\frac{t}{RC}}=24(1-e^{-t}) \text{ و } (0<t<1)$$

۳۵ـ گزینه «۳» با توجه به عدم وجود منبع مستقل در زمان منفی، شرط اولیه‌ی سلف برابر صفر می‌باشد. حال برای زمان‌های مثبت داریم:

$$i_L(0^-)=i_L(0^+)=0$$



$\xrightarrow{t=0^+}$

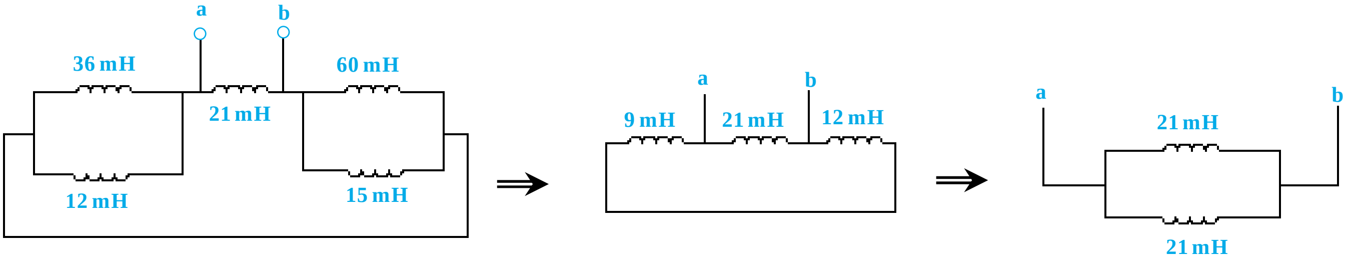


$$\Rightarrow V_o(0^+)=\frac{3}{3+6}\times18=6v$$

$t\to\infty \Rightarrow$ سلف به حالت دائمی رسیده و اتصال کوتاه می‌شود. $\to V_o(\infty)=0 \qquad \Rightarrow V_o(t)=6e^{-\frac{R}{L}t}u(t)$

$$R_{eq}(\text{از دید سلف با حذف منبع ولتاژ})=(3||6)+4=6\Omega \Rightarrow V_o(t)=6e^{-4t}u(t)V$$

۳۶ـ گزینه «۲» با ساده‌سازی مدار مرحله به مرحله اندوکتانس معادل دیده شده از دو سر a و b را به‌دست می‌آوریم:



$\Rightarrow L_{ab}=\frac{۲۱}{۲}=۱۰/۵\ mH$

۳۷ـ گزینه «۳» ابتدا ولتاژ خازن را در لحظه $t=۱۶۰\mu s$ به دست می‌آوریم. بدین منظور مساحت زیر نمودار جریان خازن را محاسبه می‌کنیم:

$$S_I=(۴۰\times۲۵+۴۰\times۱۰+۴۰\times۲۵+۴۰\times۰)\times۱۰^{-۶}=۲/۴\times۱۰^{-۳}$$

حال داریم:

$$V_C(t=۱۶۰\mu s)=V_C(t=۰)+\frac{۱}{C}\times S_I=۴۰+\frac{۱}{۱۰^{-۵}}\times۲/۴\times۱۰^{-۳}=۲۸۰\ v$$

اکنون انرژی ذخیره شده در خازن از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$W_C=\frac{۱}{۲}CV^{۲}=\frac{۱}{۲}\times۱۰^{-۵}\times۲۸۰^{۲}=۰/۳۹۲J=۳۹۲mJ$$

۳۸ـ گزینه «۱» انرژی ذخیره شده در سلف از روی $P(t)$ به‌دست می‌آید. برای این منظور بایستی $V(t)$ را محاسبه کنیم:

$$V(t)=L\frac{di}{dt}=۱۰^{-۲}(۵e^{-t}-۵te^{-t})=۵\times۱۰^{-۲}e^{-t}(۱-t)$$

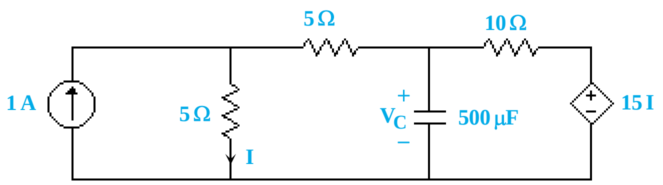
$$P(t)=V(t).I(t)=۵\times۱۰^{-۲}e^{-t}(۱-t)(۵te^{-t})=۰/۲۵(t-t^{۲})e^{-۲t}$$

زمانی توان جذبی سلف حداکثر می‌شود که $P(t)$ بیشینه شود. لذا:

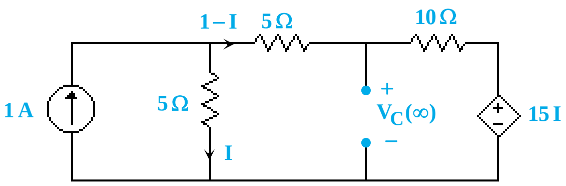
$$\frac{dP(t)}{dt}=۰\Rightarrow\frac{dP(t)}{dt}=۰/۲۵(۱-۲t)e^{-۲t}-۰/۵(t-t^{۲})e^{-۲t}=۰/۲۵e^{-۲t}(۱-۴t+۲t^{۲})$$

اگر معادله‌ی $۲t^{۲}-۴t+۱=۰$ را حل کنیم، در زمان $t_۱\simeq۰/۳s$ و $t_۲=۱/۷s$ به‌دست می‌آید که $t_۱$ در گزینه‌هاست.

۳۹ـ گزینه «۱» با توجه به بسته بودن کلید در زمان‌های منفی، تمامی جریان منبع جریان وارد کلید می‌شود. بنابراین ولتاژ اولیه‌ی خازن برابر صفر می‌باشد. حال مدار را برای زمان‌های $t>۰$ تحلیل می‌کنیم:



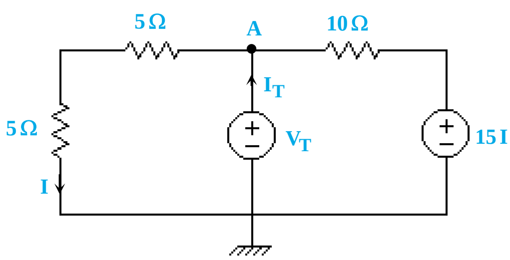
با توجه به فرم پاسخ مدار مرتبه‌ی اول، برای نوشتن معادله‌ی زمانی ولتاژ خازن علاوه بر مقدار اولیه ولتاژ به مقدار نهایی ولتاژ و ثابت زمانی نیاز داریم. از طرفی در زمان بی‌نهایت خازن مدار باز می‌شود. بنابراین داریم:



$$KVL: -۵I+۱۵(۱-I)+۱۵I=۰\ \Rightarrow I=۳A$$

$$\Rightarrow V_C(\infty)=۱۵I+۱۰\times(۱-I)=۴۵-۲۰=۲۵\ v$$

برای به‌دست آوردن مقاومت دیده شده از دو سر خازن، منبع تستی به جای آن قرار می‌دهیم:



$$KVL(A): \frac{V_T}{۱۰}-I_T+\frac{V_T-۱۵I}{۱۰}=۰ \qquad (۱)$$

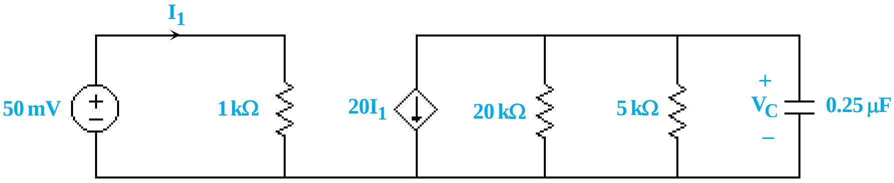
از طرفی داریم: $I=\frac{V_T}{۱۰}$، پس:

$$\xrightarrow{(۱)}\frac{V_T}{۱۰}-I_T+\frac{V_T-۱/۵V_T}{۱۰}=۰\Rightarrow V_T=۲۰I_T\Rightarrow R_{th}=۲۰\Omega$$

$$\Rightarrow \tau=RC=۵۰۰\times۱۰^{-۶}\times۲۰=۰/۰۱\ Sec \qquad \Rightarrow V_C(t)=۲۵(۱-e^{-۱۰۰t})V$$

۴۰ـ گزینه «۴» با توجه به عدم وجود منبع مستقل در زمان‌های منفی، ولتاژ اولیه‌ی خازن برابر صفر می‌باشد $(V_C(۰) = ۰)$. برای $t > ۰$ داریم:

$$I_۱ = \frac{۵۰\, mv}{۱\, k\Omega} = ۵۰\, \mu A$$



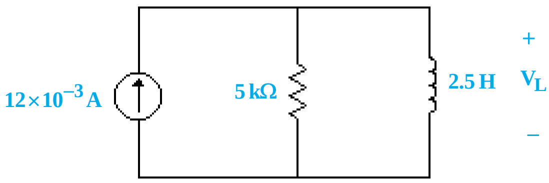
از طرفی در زمان بی‌نهایت خازن به حالت دائمی رسیده و مدار باز می‌شود، بنابراین ولتاژ آن در بی‌نهایت به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$v_C(\infty) = -۲۰ I_۱ \times \underbrace{(۲۰ \| ۵)}_{۴} \times ۱۰^۳ = -۴v$$

حال برای به‌دست آورن ثابت زمانی، مقدار R را به‌دست می‌آوریم. برای این کار منبع ولتاژ را خنثی می‌کنیم کـه در نتیجـه آن منبـع جریـان وابسـته نیـز حـذف می‌شود.

$$\begin{cases} R_{eq}(\text{از دید خازن}) = ۲۰ \| ۵ = ۴\ k\Omega \\ \tau = RC = ۴\times۱۰^۳ \times ۰/۲۵\times۱۰^{-۶} = ۱۰^{-۳} \end{cases} \Rightarrow v_C(t) = -۴(۱ - e^{-۱۰۰۰t})v$$

۴۱ـ گزینه «۴» برای بازه‌ی زمانی $۰ < t < ۲۰۰\mu s$ مدار به صورت روبه‌رو است:

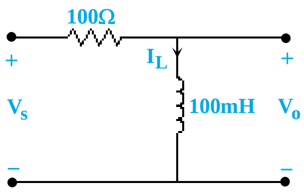


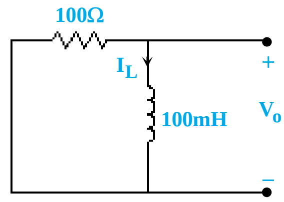
در لحظه‌ی $t = ۰^-$ به دلیل عدم وجود منبع مستقل جریان اولیه‌ی سلف برابر صـفر می‌باشد. بنابراین در لحظه‌ی $t = ۰^+$ مدار باز است، در نتیجه ولتاژ سلف در لحظه‌ی $t = ۰^+$ به صورت روبه‌رو است: $v_L(۰^+) = ۱۲\times۱۰^{-۳} \times ۵ \times ۱۰^۳ = ۶۰\, v$

در بی‌نهایت سلف به حالت دائمی خود رسیده و اتصال کوتاه می‌شود. بنابراین ولتاژ دو سرش در بی‌نهایت برابر صفر می‌باشد.

$$V_L(t) = V_L(\infty) + (V_L(۰^+) - V_L(\infty))\, e^{-\frac{R}{L}t} \Rightarrow V_L(t) = ۶۰ e^{-\frac{R}{L}t} \xrightarrow[L=۲/۵]{R=۵\times۱۰^۳} V_L(t) = ۶۰\, e^{-۲۰۰۰t}\, V$$

۴۲ـ گزینه «۳» در زمان‌های منفی مقدار ورودی V_s صفر بوده است، لذا $I_L(۰^-) = I_L(۰^+) = ۰$. از طرفی مشاهده می‌شود که ثابت زمانی مـدار $\tau = \frac{L}{R} = ۱ms$ اسـت، یعنـی پـالس ورودی تـا حـدود لحظه‌ی $۵ms$ به حالت پایدار می‌رسد. لذا در لحظه‌ی $۲۰ ms$ می‌توانیم به آسـانی فـرض کـنیم کـه سلف اتصال کوتاه بوده و جریان $I_L(۲۰^-) = ۰/۱$ آمپر از آن عبور می‌کند. حال در لحظـه‌ی $۲۰^+\, ms$ منبع صفر می‌شود (اتصال کوتاه). لذا شکل زیر را خواهیم داشت:





$$I_L(۲۰^+\, ms) = ۰/۱A \Rightarrow V_o(۲۰^+\, ms) = -RI = -۱۰۰\times۰/۱ = -۱۰\, V$$

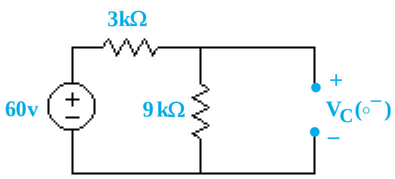
از طرفی به دلیل فقدان منبع، I_L و V_o در بی‌نهایت صفر خواهند بود.

$$V_o(t) = V(\infty) + [V(۲۰ms) - V(\infty)]e^{-\frac{t-۲۰\times۱۰^{-۳}}{\tau}} \qquad t > ۲۰ ms$$

$$= ۰ + [-۱۰ - ۰]e^{-۱۰^۳(t-۲۰\times۱۰^{-۳})} = -۱۰\, e^{-۱۰۰۰t+۲۰} V$$

۴۳ـ گزینه «۲» ابتدا ولتاژ اولیه‌ی خازن را با تحلیل مدار در زمان‌های منفی به‌دست می‌آوریم:

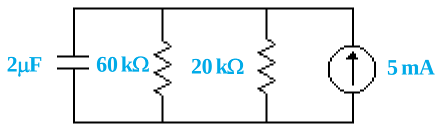
$t = ۰^-$:



$$v_C(۰^+) = v_C(۰^-) = \frac{۹}{۹+۳} \times (-۶۰) = -۴۵\ v$$

برای زمان‌های مثبت داریم:

با توجه به اینکه خازن در بی‌نهایت به حالت دائمی رسیده و مدار باز می‌شود، ولتاژ آن را در بی‌نهایت محاسبه می‌کنیم:

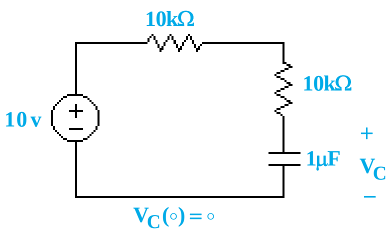


$$\begin{cases} v_C(\infty) = 5\times10^{-3}\times(20\,||\,60)\times10^{3} = 75\ \text{v} \\ R_{eq}(\text{از دید خازن}) = 20\,||\,60 = 15\ \text{k}\Omega \quad\Rightarrow\quad v_C(t) = 75-120\,e^{-100t}\ \text{v} \\ \tau = RC = 15\times10^{3}\times\frac{2}{3}\times10^{-6} = 10^{-2} \end{cases}$$

۴۴ـ گزینه «۲» ابتدا مدار را برای بازه‌ی زمانی $0<t<13.8\ \text{ms}$ تحلیل می‌کنیم تا با به‌دست آوردن ولتاژ خازن در $t=13.8^{-}\ \text{ms}$ و شرط پیوستگی ولتاژ آن، جریان عبوری از خازن را در لحظه‌ی $t=13.8^{+}\ \text{ms}$ به‌دست آوریم:

$0<t<13.8\ \text{ms}$:

با توجه به اینکه خازن در بی‌نهایت مدار باز می‌شود، داریم:



$$v_C(\infty) = 10\ \text{v}$$

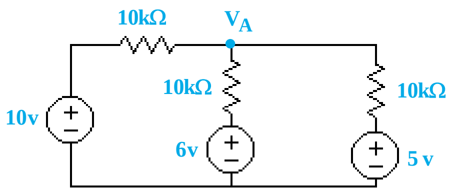
$$R_{eq}(\text{از دید خازن}) = 10+10 = 20\ \text{k}\Omega$$

$$\tau = RC = 20\times10^{3}\times10^{-6} = 0.02\ \text{sec}$$

$$\Rightarrow\ v_C(t) = 10(1-e^{-50t}) \xrightarrow{t=13.8\ \text{ms}} v_C(13.8\,\text{ms}) = 10(1-e^{-0.69}) = 5\ \text{v}$$

$$\Rightarrow\ v_C(13.8^{+}) = v_C(13.8^{-}) = 5\ \text{v}$$

برای زمان $t=13.8^{+}\ \text{ms}$ داریم:



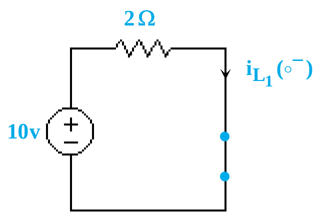
$$\frac{v_A-10}{10}+\frac{v_A-6}{10}+\frac{v_A-5}{10} = 0$$

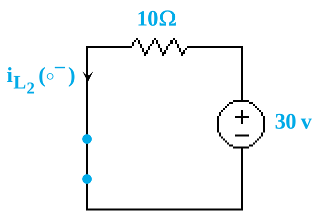
$$\Rightarrow\ 3v_A = 21\ \Rightarrow\ v_A = 7\,\text{v}$$

$$\Rightarrow\quad I_C(13.8^{+}) = \frac{7-5}{10\times10^{3}} = 0.2\ \text{mA}$$

۴۵ـ گزینه «۳» ابتدا با تحلیل مدار برای زمان‌های منفی مقدار جریان سلف‌ها را در لحظه‌ی 0^{-} به‌دست می‌آوریم:

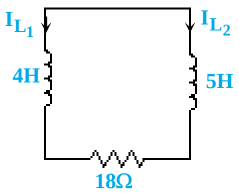
$t=0^{-}$:





$$\Rightarrow i_{L_1}(0^{-}) = i_{L_1}(0^{+}) = \frac{10}{2} = 5\text{A}$$

$$i_{L_2}(0^{-}) = i_{L_2}(0^{+}) = \frac{30}{10} = 3\text{A}$$



حال در زمان‌های مثبت سلف‌ها با هم سری می‌شوند، بنابراین باید جریان اولیه‌ی معادلشان را به‌دست آوریم:

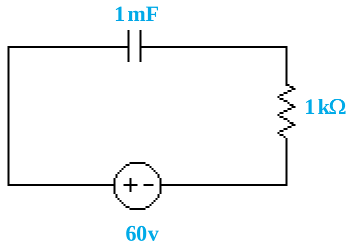
(توجه شود که چون جهت جریان سلف L_2 در خلاف جهت $I(t)$ می‌باشد، آن را منفی در نظر می‌گیریم).

$$I_L(0^{+}) = \frac{L_1 I_{L_1}(0)+L_2 I_{L_2}(0)}{L_1+L_2} = \frac{4\times5-5\times3}{9} = \frac{5}{9}\ \text{A}$$

با توجه به اینکه در مدار مربوط به $t>0$ منبع مستقل وجود ندارد، بنابراین $I(\infty)$ برابر صفر می‌باشد. با استفاده از فرم پاسخ مدار مرتبه‌ی اول داریم:

$$I(t) = I(\infty)+(I(0)+I(\infty))\,e^{-\frac{R}{L}t} \xrightarrow[L=9\text{H}]{R=18\Omega} I(t) = \frac{5}{9}e^{-\frac{18}{9}t} = \frac{5}{9}e^{-2t}\ \text{A}$$

۴۶ـ گزینه «۱» با توجه به در مدار نبودن منبع ولتاژ در زمان منفی، ولتاژ اولیه‌ی خازن برابر صفر می‌باشد و همچنین با توجه به مدار باز شدن خازن در بی‌نهایت ولتاژ دو سرش برابر ۶۰ ولت می‌شود. ثابت زمانی مدار نیز ۱ می‌باشد، پس:



$$V_C(t)=60+(0-60)e^{-t}=60(1-e^{-t})$$

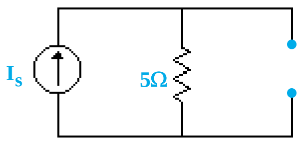
$$\xrightarrow{I_C=C\frac{dv_C}{dt}} i_C(t)=i_R(t)=10^{-3}\times 60e^{-t}=0/06e^{-t}$$

$$V_R(t)=10^{3}\, i_R(t)=60e^{-t}$$

حال برای به‌دست آوردن زمان خواسته شده، ولتاژ خازن را ۳ برابر ولتاژ و مقاومت قرار می‌دهیم:

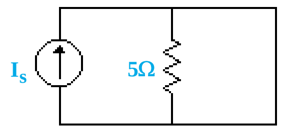
$$3\times 60e^{-t}=60-60e^{-t} \Rightarrow e^{-t}=\frac{1}{4} \rightarrow t=\ln 4\,sec$$

۴۷ـ گزینه «۳» معادله‌ی زمانی جریان سلف و جریان مقاومت را برحسب I_S می‌نویسیم:



$t=0^+$

$$\begin{cases} i_L(0^+)=0 \\ i_L(0^+)=I_S \end{cases} \rightarrow I_L(t)=I_S(1-e^{-\frac{5}{2/5}t})=I_S(1-e^{-2t})A$$



$t\rightarrow\infty$

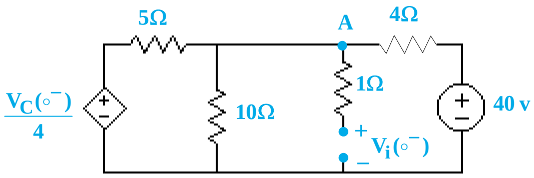
$$\begin{cases} i_R(0^+)=I_S \\ i_R(\infty)=0 \end{cases} \rightarrow i_R(t)=I_S e^{-2t}A$$

حال زمان برابر شدن مقدار جریان سلف و مقاومت را به‌دست می‌آوریم:

$$i_R(t)=i_L(t)\Rightarrow I_S e^{-2t}=I_S(1-e^{-2t})\rightarrow t=\frac{1}{2}\ln 2\,sec$$

۴۸ـ گزینه «۱» برای به‌دست آوردن ولتاژ اولیه‌ی صفر مدار را برای زمان‌های منفی تحلیل می‌کنیم. در لحظه‌ی $t=0^-$ خازن مدار باز می‌شود، بنابراین داریم:

$t=0^-$:



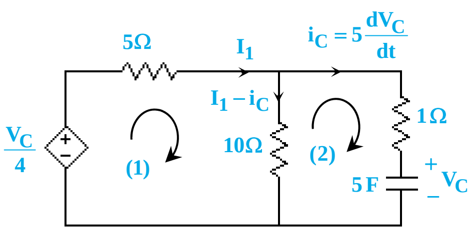
$$KCL\ (A):\ \frac{V_C(0^-)-40}{4}+\frac{V_C(0^-)}{10}+\frac{V_C(0^-)-\frac{V_C(0^-)}{4}}{5}=0$$

$$\Rightarrow V_C(0^-)=20\ v$$

حال برای زمان‌های $t>0$ داریم:

$$KVL\ (1):\ \frac{-V_C}{4}+5I_1+10(I_1-5\frac{dV_C}{dt})=0$$

$$\Rightarrow 15I_1=50\frac{dV_C}{dt}+\frac{V_C}{4}\quad (1)$$



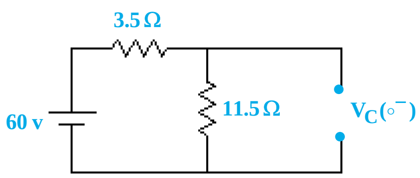
$V_C(0)=20v$

$$KVL\ (2):\ 5\frac{dV_C}{dt}+V_C-10(I_1-5\frac{dV_C}{dt})=0\Rightarrow 10I_1=55\frac{dv_C}{dt}+V_C\quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)}\begin{cases}\frac{dV_C}{dt}+\frac{1}{26}V_C=0\\ V_C(0)=20\,v\\ V_C(\infty)=0\,v\end{cases}\rightarrow V_C(t)=20e^{-\frac{t}{26}}$$

۴۹ـ گزینه «۴» با توجه به وضعیت کلید a ولتاژ اولیه‌ی خازن را به‌دست می‌آوریم:

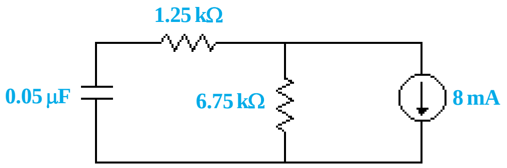
$t=0^-$:



$$V_C(0^-)=\frac{11/5}{11/5+3/5}\times 60=46\ v$$

برای وضعیت b کلید داریم:

در بی‌نهایت خازن مدار باز می‌شود، بنابراین:

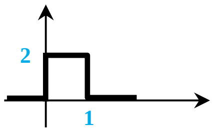


$$V_C(\infty) = -8\times10^{-3}\times 6/75\times10^{3} = -54\ V$$

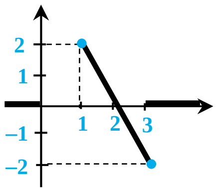
$$V_C(t) = -54 + (46-(-54))\,e^{-\frac{t}{\tau}} = -54+100\,e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$V_C(t)=0 \rightarrow t=-\tau\,\mathrm{Ln}\,\frac{54}{100} = -\tau\,\mathrm{Ln}\,0/54\,\mathrm{sec}$$

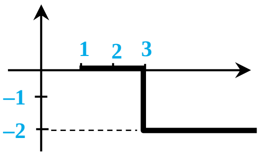
۵۰ـ گزینه «۴» شکل داده شده از مجموع شکل‌های زیر تشکیل شده است:



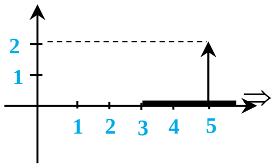
$\Rightarrow 2u(t)-2u(t-1)$



$\Rightarrow -2r(t-1)+2u(t-1)+2r(t-3)+2u(t-3)$



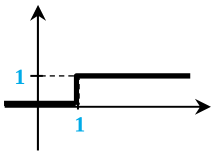
$\Rightarrow -2u(t-3)$



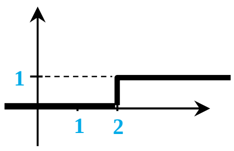
$\Rightarrow 2\delta(t-5)$

$$f(t)=f_1+f_2+f_3+f_4 = 2u(t)-2r(t-1)+2r(t-3)+2\delta(t-5)$$

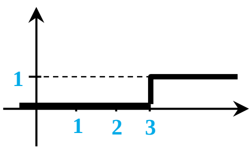
۵۱ـ گزینه «۴» شکل داده شده از مجموع شکل‌های زیر تشکیل شده است:



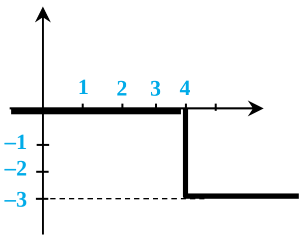
$f_1=u(t-1)$



$f_2=u(t-2)$



$f_3=u(t-3)$

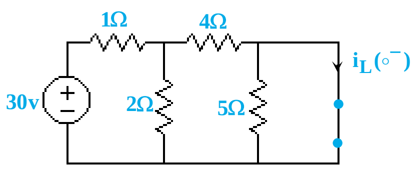


$f_4=-3u(t-4)$

$$f(t)=f_1+f_2+f_3+f_4=u(t-1)+u(t-2)+u(t-3)-3u(t-4)$$

۵۲ـ گزینه «۴» ابتدا جریان اولیه‌ی سلف را محاسبه می‌کنیم:

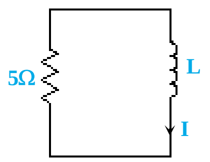
$t=0^-$:



$$i_L(0^-) = \frac{2}{2+4}\times\frac{30}{1+(2\|4)} = \frac{30}{7}\ A$$

برای زمان‌های $t>\circ$ داریم:

$t>\circ:$



$$i_L(\infty)=\circ \quad \Rightarrow \quad i_L(t)=i_L(\circ^+)e^{-\frac{R}{L}t}$$

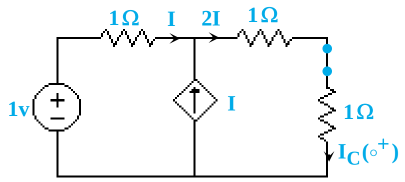
$$\Rightarrow i_L(t)=\frac{۳\circ}{۷}e^{-\frac{۵}{L}t} \xrightarrow{i_L(\circ/۱)=۱/۱۴} ۱/۱۴=۴/۲۸\, e^{-\frac{\circ/۵}{L}}$$

$$\Rightarrow \frac{\circ/۵}{L}=\text{Ln}\frac{۴/۲۸}{۱/۱۴} \Rightarrow L=\frac{\circ/۵}{\text{Ln}\,۳/۷۵}=\frac{-\circ/۵}{\text{Ln}\,\circ/۲۶}\text{H}$$

۵۳ـ گزینه «۲» ابتدا مدار را برای زمان‌های منفی تحلیل می‌کنیم. از آنجایی که هیچ منبعی قبل از $t=\circ$ مقدار نداشته است، لذا: $V_C(\circ^-)=\circ$

حال برای $t=\circ^+$ داریم:

$t=\circ^+:$



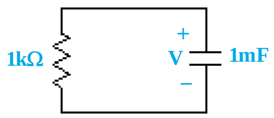
$$\text{KVL}(\text{حلقه بیرونی}): -۱+I+۲I\times(۱+۱)=\circ$$

$$\Rightarrow I=\frac{۱}{۵} \rightarrow \quad I_C(\circ^+)=\frac{۲}{۵}=\circ/۴\,\text{A}$$

بنابراین گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح می‌باشد.

۵۴ـ گزینه «۳» در زمان‌های منفی مدار به حالت پایدار رسیده است. لذا $V_o(\circ^-)=V_o(\circ^+)=۳\circ\times\frac{۱}{۵}=۶\text{v}$. حال در زمان $t=\circ$ کلید اول باز می‌شود.

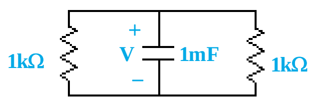
معادله‌ی $V_o(t)$ به صورت زیر می‌شود:



$$V(t)=V(\infty)+(V(\circ)-V(\infty))e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$=\circ+(۶-\circ)e^{-t}=۶e^{-t} \xrightarrow{t=۱} V(۱)=۶e^{-۱}\text{v}$$

حال بعد از وصل کلید دوم در زمان $t=۱\text{s}$، خواهیم داشت:



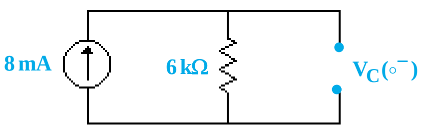
$$V(t)=V(\infty)+(V(۱)-V(\infty))e^{-\frac{t-۱}{\tau}}$$

$$=\circ+(۶e^{-۱}-\circ)e^{-\frac{t-۱}{\circ/۵}}=۶e^{-t}e^{-۲(t-۱)} \xrightarrow{t=۲\text{s}} V(۲)=۶e^{-۳}$$

مقدار جریان برابر است با:

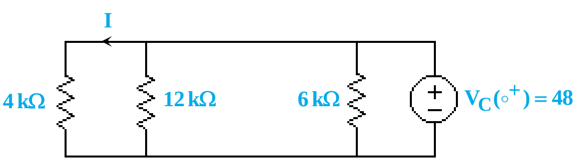
$$I=\frac{V}{R}=\frac{۶e^{-۳}}{۱\text{k}}\simeq ۳\circ\circ\,\mu\text{A}$$

۵۵ـ گزینه «۲» با توجه به اینکه خازن در لحظه‌ی $t=\circ^-$ مدار باز می‌شود، بنابراین:



$$v_C(\circ^-)=v_C(\circ^+)=۴۸\text{ v}$$

برای $t=\circ^+$ داریم:

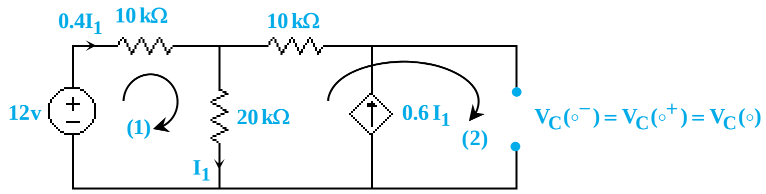


$$\Rightarrow I(\circ^+)=\frac{۴۸}{۴\times۱\circ^۳}=۱۲\,\text{mA}$$

با توجه به عدم وجود منبع مستقل برای زمان $t>\circ$، بنابراین $I(\infty)=\circ$ می‌باشد.

$$R_{eq}(\text{از دید خازن})=۴\|۱۲\|۶=۲\ \text{k}\Omega \Rightarrow \tau=RC=۱\circ^{-۲}\text{ sec} \Rightarrow I(t)=I(\infty)+(I(\circ^+)-I(\infty))e^{-\frac{t}{RC}} \Rightarrow I(t)=۱۲e^{-۱\circ\circ t}\text{mA}$$

۵۶ـ گزینه «۱» با توجه به اینکه خازن در لحظه‌ی ۰^- مدار باز می‌شود، داریم:



با اعمال KVL در حلقه‌ی (۱) مقدار $I_۱$ را به‌دست می‌آوریم:

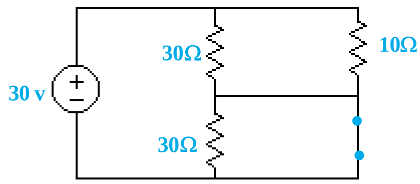
$$KVL\,(۱):\ -۱۲+۴\times۱۰^۳ I_۱+۲۰\times۱۰^۳ I_۱=۰ \Rightarrow ۲۴\times۱۰^۳ I_۱=۱۲ \Rightarrow I_۱=۰/۵\,mA$$

حال با اعمال KVL در حلقه‌ی (۲) مقدار $V_C(۰)$ را به‌دست می‌آوریم:

$$KVL\,(۲):\ -۲۰\times۱۰^۳ I_۱-۶\times۱۰^۳ I_۱+V_C(۰)=۰ \Rightarrow V_C(۰)=۲۶\times۱۰^۳\times۰/۵\times۱۰^{-۳}=۱۳v$$

۵۷ـ گزینه «۲» ابتدا در شرایطی که کلید بسته است، جریان اولیه‌ی سلف را به‌دست می‌آوریم:

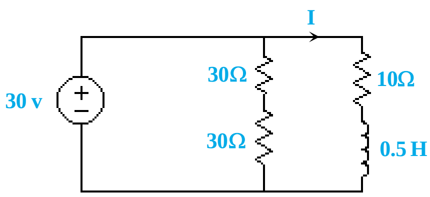
$t=۰^-$:



$$\Rightarrow I_L(۰^-)=\frac{۳۰}{۳۰\|۱۰}=۴A$$

حال برای زمان‌های $t>۰$ داریم:

$t>۰$:



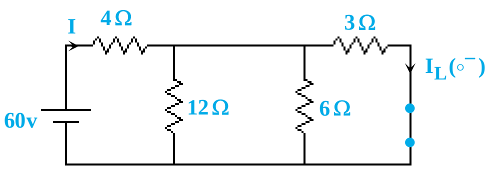
$$I(\infty)=\frac{۳۰}{۱۰}=۳A$$

دقت شود منبع ولتاژ در این حالت اتصال کوتاه شده است. $\rightarrow$ $R_{eq}(\text{از دید خازن})=۱۰\Omega$

$$I(t)=I(\infty)+(I(۰)-I(\infty))e^{-\frac{R}{L}t} \Rightarrow I(t)=۳+e^{-۲۰t} \xrightarrow{t=۰/۰۵s} I(۰/۰۵)=۳/۶۹A$$

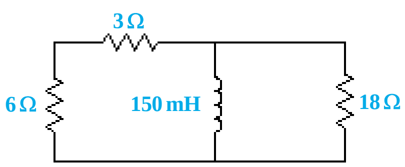
۵۸ـ گزینه «۱» ابتدا جریان اولیه‌ی سلف را در زمان $t=۰^-$ به‌دست می‌آوریم:

$t=۰^-$:



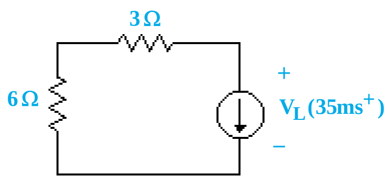
$$I=\frac{۶۰}{۴+۱۲\|۶\|۳}=۱۰/۵ \Rightarrow I_L(۰^-)=\frac{۱۲\|۶}{۱۲\|۶+۳}\times۱۰/۵=۶A$$

حال برای $۰<t<۳۵\ ms$ داریم:



$$\begin{cases} i_L(\infty)=۰ \\ R_{eq}(\text{از دید خازن})=۹\|۱۸=۶\Omega \rightarrow i_L(t)=۶e^{-۴۰t} \quad \rightarrow i_L(۳۵\,ms)\simeq ۱/۴۸\,A \\ \tau=\frac{L}{R}=۰/۰۲۵S \end{cases}$$

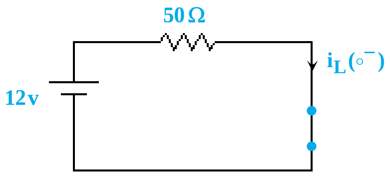
برای زمان $t=۳۵^+\ ms$ داریم:



$$\Rightarrow v_L(۳۵ms^+)=-۱/۴۸\times۹\simeq-۱۳/۳v$$

۵۹ـ گزینه «۱» با توجه به اینکه در زمان‌های منفی کلید بسته بوده و در سلف به حالت دائمی خود رسیده است (اتصال کوتاه)، از قورباغه جریانی عبور نمی‌کند.

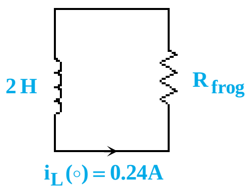
$t=۰^-:$



$$i_L(۰^-)=\frac{۱۲}{۵۰}=۰/۲۴\,A$$

حال بعد از باز شدن کلید مدار به صورت مقابل خواهد بود:

$t>۰:$



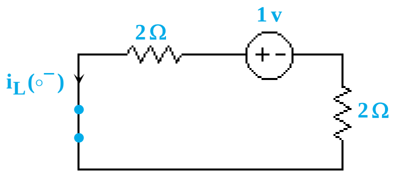
$$\xrightarrow{i_L(\infty)=۰} i_L(t)=i_L(۰)e^{-\frac{R}{L}t}=۰/۲۴e^{-\frac{R}{۲}t}\,A$$

از طرفی داریم:

$$i_L(t=۵s)=۱۰\times۱۰^{-۳}A \quad\Rightarrow ۰/۲۴\times e^{-\frac{R_{frog}}{۲}\times۵}=۰/۰۱\Rightarrow\frac{R_{frog}}{۲}\times۵=Ln\frac{۰/۲۴}{۰/۰۱}\Rightarrow\quad R_{frog}\simeq۱/۳\Omega$$

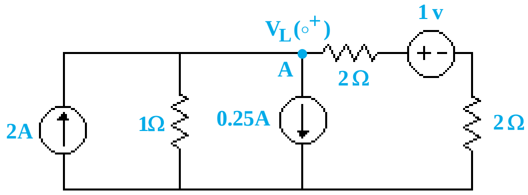
۶۰ـ گزینه «۳» ابتدا جریان سلف را در لحظه‌ی $t=۰^-$ به دست می‌آوریم:

$t=۰^-:$



$$\Rightarrow i_L(۰^-)=\frac{۱}{۴}=۰/۲۵\,A$$

حال برای لحظه‌ی $t=۰^+$ داریم:



$$KCL\,(A):\ -۲+\frac{V_C(۰^+)}{۱}+۰/۲۵+\frac{V_C(۰^+)-۱}{۴}=۰$$

$$\Rightarrow ۵V_L(۰^+)=۸\quad\Rightarrow\quad V_L(۰^+)=\frac{dI_L(۰^+)}{dt}=\frac{۸}{۵}v$$
