

شکل ۹-۳۷

مدارهای سری و موازی RLC بسته به مقدار نسبی R، L و C به سه دسته تقسیم می‌شوند:

فوق میرا	$(\alpha > \omega_0)$
میرای بحرانی	$(\alpha = \omega_0)$
زیرمیرا	$(\alpha < \omega_0)$

برای مدارهای RLC سری، $\alpha = R/2L$ و $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ است.

برای مدارهای موازی RLC، $\alpha = 1/2RC$ و $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ است.

فرم نمونه یک پاسخ فوق میرا مجموع دو تابع نمایی است که یکی از آن‌ها سریع‌تر از دیگری میرا می‌شود. مثل $A_1e^{-t} + A_2e^{-6t}$.

فرم نمونه یک پاسخ میرای بحرانی تابعی نمایی، همچون $e^{-\alpha t}(A_1t + A_2)$ است.

فرم نمونه یک پاسخ زیرمیرا پاسخی سینوسی میرا است: یعنی $e^{-\alpha t}(B_1\cos\omega_d t + B_2\sin\omega_d t)$.

در حین پاسخ‌گذاری یک مدار RLC، انرژی بین عناصر ذخیره‌کننده انرژی به میزانی که مقاومت مدار اجازه بدهد، انتقال می‌یابد. این مقاومت انرژی ذخیره‌شده اولیه را تلف می‌کند.

پاسخ کامل برابر است با مجموع پاسخ واداشته و پاسخ طبیعی. در این حالت قبل از یافتن ثابت‌ها باید حل کامل به دست آید.

۹-۹ خواندنی‌های کمکی

An excellent discussion of employing PSpice in the modeling of automotive suspension systems can be found in

R.W. Goody, *MicroSim PSpice for Windows*, vol. I, 2nd ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1998.

Many detailed descriptions of analogous networks can be found in Chap. 3 of

E. Weber, *Linear Transient Analysis Volume I*. New York: Wiley, 1954. (Out of print, but in many university libraries.)

مسائل

۹-۱ مدار موازی بدون منبع

۱. مداری از چهار عنصر موازی ساخته شده است: یک مقاومت 4Ω ، یک مقاومت 10Ω ، یک خازن $1 \mu F$ و یک القاگر 2 mH . (الف) α را محاسبه کنید. (ب) ω_0 را محاسبه نمایید. (ج) آیا مدار زیرمیرا، میرای بحرانی، یا فوق میرا است؟ توضیح دهید.

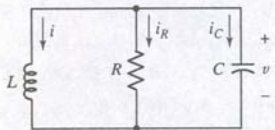
۲. یک مدار RLC موازی با القاکنایی 2 H و ظرفیت 1 pF موجود است. چه مقدار مقاومتی باید به طور موازی وصل شود تا موارد ذکر شده تضمین شود. (الف) پاسخ زیرمیرا؛ (ب) پاسخ میرای بحرانی.

۳. یک مدار RLC بدون منبع دارای $R = 1 \Omega$ ، $C = 1 \text{ nF}$ و $L = 1 \text{ pH}$ است. (الف) α و ω_0 را محاسبه نمایید. (ب) s_1 و s_2 را محاسبه کنید. (ج) فرم پاسخ جریان القاگر برای $t > 0$ چگونه است؟

۴. یک خازن 22 aF به طور موازی با یک القاگر 1 fH وصل است. چه مقاومتی که با آن‌ها موازی شود منجر به یک پاسخ زیرمیرا می‌شود؛ (ب) پاسخ میرای بحرانی می‌گردد؛ (ج) پاسخ فوق میرا خواهد شد؟

۵. یک مدار بی‌منبع RLC موازی دارای القاگری است که برای آن $\omega_0 L = 10 \Omega$ می‌باشد. اگر $s_1 = -6s^{-1}$ و $s_2 = -8s^{-1}$ باشد، مطلوبست R، L و C.

۶. جریان خازن در مدار شکل ۹-۳۸ برابر $i_C(t) = 40e^{-100t} - 30e^{-200t}$ است. اگر $C = 1 \text{ mF}$ و $v(0) = -0.5 \text{ V}$ باشد، مطلوبست (الف) $v(t)$ ، (ب) $i_R(t)$ و (ج) $i(t)$.



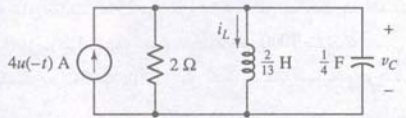
شکل ۹-۳۸

۷. یک مدار RLC موازی دارای فرکانس پاسخ طبیعی $\omega_0 = 70.71 \times 10^{12} \text{ rad/s}$ است. مقدار القاکنایی $L = 2 \text{ pH}$ فرض

۳۱. در یک مدار RLC موازی پاسخ از نوعی میرای بحرانی با $\alpha = 1 \text{ ms}^{-1}$ و $R = 1 \text{ m}\Omega$ است. فرض کنید که مقدار القاگر از عبارت $L = \mu \text{N}^2 \text{A}^2 / \text{s}$ محاسبه شود که در آن $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ تعداد دور کامل سیم پیچ، نیز از سطح مقطع آن و s طول کل سیم پیچ است. سطح مقطع القاگر 1 cm^2 است و در هر سانتیمتر 50 دور سیم وجود دارد. سیم پیچ از عنصر گلوئیم ساخته شده که تا 100°F ابررسانا است، طول سیم پیچ چقدر است؟

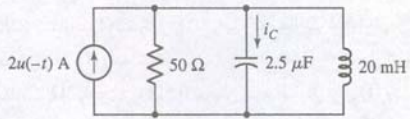
۹-۴ مدار RLC موازی زیر میرا

۳۲. برای مدار شکل ۹-۴۶، الف) $i_L(0^+)$ ، ب) $v_C(0^+)$ (ج) $\left. \frac{dv_C}{dt} \right|_{t=0^+}$ ، د) $\left. \frac{di_L}{dt} \right|_{t=0^+}$ ، ه) $v(t)$ را پیدا کنید. (و) منحنی $v_C(t)$ در $-1 \text{ s} < t < 2 \text{ s}$ رسم نمایید.



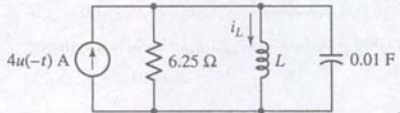
شکل ۹-۴۶

۳۳. $i_C(t)$ برای $t > 0$ در شکل ۹-۴۷ پیدا کنید.



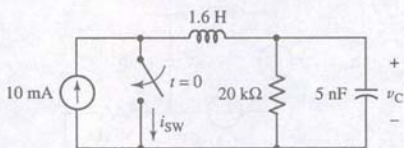
شکل ۹-۴۷

۳۴. فرض کنید در شکل ۹-۴۸ مقدار $\omega_d = 6 \text{ rad/s}$ باشد. الف) L را بیابید. ب) عبارتی برای $i_L(t)$ در همه زمان‌ها بیابید. ج) $i_L(t)$ را در $-0.1 < t < 0.6 \text{ s}$ به دست آورید.



شکل ۹-۴۸

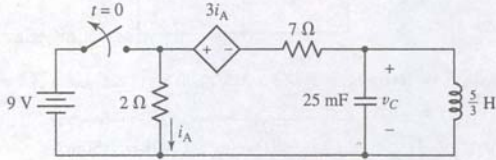
۳۵. کلید در شکل ۹-۴۹ از مدت‌ها قبل باز بوده است. در $t = 0$ کلید را می‌بندیم. برای $t > 0$ ، الف) $v_C(t)$ و ب) $i_{sw}(t)$ را به دست آورید.



شکل ۹-۴۹

۳۶. الف) در مدار شکل ۹-۵۰، $v(t)$ را در $t > 0$ بیابید. ب) در فاصله $0 < t < 0.1 \text{ s}$ ، $v(t)$ را رسم نمایید.

۲۲. کلید در شکل ۹-۴۵ در مدت‌ها قبل بسته بوده است. الف) $i_A(0^+)$ را به دست آورید. ب) $i_A(0^+)$ را معین کنید. ج) $v_C(0^+)$ را تعیین نمایید. د) مقاومت معادل موازی با L و C را در $t > 0$ به دست آورید. ه) $i_A(t)$ را مشخص کنید.



شکل ۹-۴۵

۲۳. دو سکه با لایه‌ای از یخ به دمای 80 K به ضخامت 1 mm از یکدیگر جدا شده‌اند. یک القاگر آلبرسانا (بنابراین با مقاومت صفر) از اکسید مس با القاکنایی $4 \mu \text{H}$ به علت بی‌احتیاطی در کنار میز آزمایشگاه افتاده و طوری آویزان شده که از دو سر آن با سکه‌ها در تماس است. یخ حاوی یون‌های ناخالصی است و موجب هدایت آن می‌گردد. برای این ساختار چه مقاومتی لازم است تا مجموعه به صورت یک مدار RLC فوق میرا رفتار کند.

۹-۳ میرای بحرانی

۲۴. یک مدار RLC موازی با القاگر 1 mH و خازن $12 \mu\text{F}$ ساخته شده است. الف) R را چنان انتخاب کنید که پاسخ میرای بحرانی باشد. ب) اگر $v(0^+) = 12 \text{ V}$ و $i_L(0^+) = 0$ باشد، عبارتی معتبر برای $v_C(t)$ در $t > 0$ پیدا کنید.

۲۵. یک مدار RLC با استفاده از القاگر 10 mH و خازن 1 mF ساخته شده است. الف) مقدار R را طوری انتخاب کنید که پاسخ مدار میرای بحرانی باشد. ب) اگر $v(0^+) = 0 \text{ V}$ و $i_L(0^+) = 10 \text{ A}$ باشد عبارتی برای $i_L(t)$ در $t > 0$ پیدا کنید. د) حل خود را رسم کرده و با شبیه‌سازی PSpice صحت آن را تحقیق کنید. آن را نام‌گذاری نمایید. آیا دو حل یکی هستند.

۲۶. بگویید چرا کمتر اتفاق می‌افتد که کسی در عمل با مدار میرای بحرانی مواجه شود.

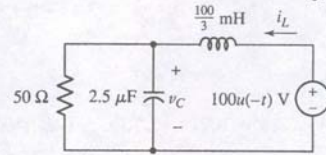
۲۷. مقدار القاکنایی شکل ۹-۴۱ از تازمانی که مدار به صورت میرای بحرانی است تغییر دهید. الف) القاکنایی جدید چقدر است. ب) $i_L(t)$ را در $t = 5 \text{ ms}$ به دست آورید. ج) زمان نشست را معین کنید.

۲۸. الف) در شکل ۹-۴۰ چه مقاومتی باید به کار رود تا میرای بحرانی حاصل گردد؟ ب) با این مقدار مقاومت، $v_C(t)$ را برای $t > 0$ معین کنید.

۲۹. در وضعیتی که برای مسئله ۲۳ مشاهده شد، مقاومت یخ چقدر باشد تا پاسخ مدار RLC، میرای بحرانی باشد.

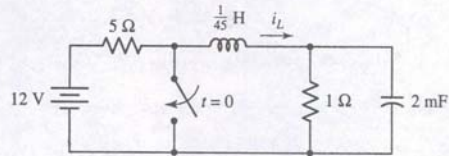
۳۰. در مدار شکل ۹-۳۹، فرض کنید $v(0) = -400 \text{ V}$ و $i(0) = 0.1 \text{ A}$ است. اگر $L = 5 \text{ mH}$ و $C = 10 \text{ nF}$ و مدار میرای بحرانی باشد. الف) R را پیدا کنید. ب) i_{max} و ω_{max} را به دست آورید.

۱۶. عبارتی برای $i(t)$ در مدار شکل ۹-۴۰ بیابید به نحوی که در همه زمان‌های t معتبر باشد.



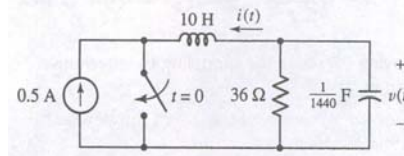
شکل ۹-۴۰

۱۷. در شکل ۹-۴۱، $i_L(t)$ را برای $t > 0$ به دست آورید.



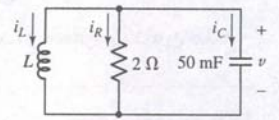
شکل ۹-۴۱

۱۸. مدار شکل ۹-۴۲ مدت‌ها در همین وضع قرار داشته است. پس از بسته شدن کلید در $t = 0$ الف) مطلوبیت $v(t)$ ب) $i(t)$ و ج) زمان نشست برای $v(t)$.



شکل ۹-۴۲

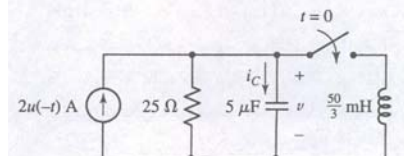
۱۹. برای مدار شکل ۹-۴۳، مقدار القاکنایی 1250 mH است. اگر بدانیم که خازن از ابتدا $390 \mu\text{F}$ انرژی را ذخیره کرده است و القاگر هیچ انرژی اولیه نداشته است، مطلوبیت $v(t)$.



شکل ۹-۴۳

۲۰. الف) یا مراجعه به شکل ۹-۴۳، چه مقداری از L پاسخ‌گذاری $i_R(t) = 10 \text{ A}$ و $v(0^+) = 10 \text{ A}$ را تولید می‌کند. ب) اگر $i_R(0^+) = 15 \text{ A}$ و $v_C(0^+) = 15 \text{ A}$ باشد، A و B را به دست آورید.

۲۱. کلید در مدار شکل ۹-۴۴ از مدت‌ها قبل باز است. الف) $v_C(0^+)$ ب) $i_C(0^+)$ ، ج) $v_C(t)$ را به دست آورید. د) $v_C(t)$ را رسم کنید. ه) i را وقتی $v_C(t) = 0$ است معین کنید.



شکل ۹-۴۴

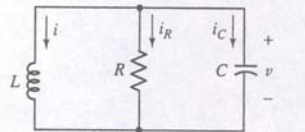
شده است. مطلوبیت الف) مقدار C ، ب) مقدار R برای داشتن یک ضریب میرایی نمایی 0.5Gs^{-1} ، ج) فرکانس نبری مدار، د) s_1 و s_2 و ه) ضریب میرایی مدار.

۸. نشان دهید که اگر $L = 4R^2C$ باشد، معادله $v(t) = e^{-\alpha t}(A_1 t + A_2)$ حلی برای معادله (۴) است. اگر $\left. \frac{dv}{dt} \right|_{t=0} = 4$ و $v(0) = 16 \text{ V}$ باشد، A_1 و A_2 را به دست آورید.

۹. یک سیم مسی نمره 18 به طول 5 m به عنوان مقاومت در تمرین ۹-۱ به کار رفته است. الف) فرکانس تشدید مدار جدید را به دست آورید. ب) فرکانس نبر مدار جدید چقدر است. ج) درصد تغییرات در ضریب میرایی چیست؟

۹-۲ مدار RLC موازی فوق میرا

۱۰. در مدار شکل ۹-۳۹، فرض کنید $C = 12.5 \text{ mF}$ ، $R = 8 \Omega$ ، $L = 5 \text{ H}$ و $v(0^+) = 40 \text{ V}$ باشد. مطلوبیت الف) $v(t)$ به شرطی که $i(0^+) = 8 \text{ A}$ باشد. ب) $i(t)$ اگر $i(0^+) = 8 \text{ A}$ باشد.



شکل ۹-۳۹

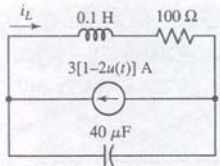
۱۱. در شکل ۹-۳۹ فرض کنید $i(0) = 40 \text{ A}$ و $v(0) = 40 \text{ V}$ باشد. اگر $L = 12.5 \text{ mH}$ ، $R = 0.1 \Omega$ ، $C = 0.2 \text{ F}$ باشد. الف) $v(t)$ را به دست آورید و ب) t را در فاصله زمانی $0 < t < 0.3 \text{ s}$ رسم کنید.

۱۲. مدار شکل ۹-۳۹ با استفاده از $R = 20 \text{ m}\Omega$ ، $C = 50 \text{ mF}$ و $L = 2 \text{ mH}$ ساخته شده است. مطلوب است عبارتی برای $i_R(t)$ معتبر در $t > 0$ به شرطی که $v(0^+) = 0$ و $i(0^+) = 2 \text{ mA}$ باشد. ب) حل خود را در محدوده $0 < t < 500 \text{ ms}$ رسم کنید. ج) مدار را با PSpice شبیه‌سازی نمایید. آن را به طور مناسبی در نقاط مختلف نام‌گذاری کنید. آیا نتیجه شبیه‌سازی با تحلیل یکی است؟

۱۳. در مدار شکل ۹-۳۹، فرض کنید $i(0) = 40 \text{ A}$ و $v(0) = 40 \text{ V}$ باشد. اگر $L = 12.5 \text{ mH}$ ، $R = 0.1 \Omega$ ، $C = 0.2 \text{ F}$ باشد: الف) $v(t)$ را بیابید. ب) t را برای $0 < t < 0.3 \text{ s}$ رسم کنید.

۱۴. مقادیر $R = 15 \mu\Omega$ ، $C = 50 \mu\text{F}$ ، $L = 2 \mu\text{H}$ در مدار شکل ۹-۳۹ به کار رفته‌اند. الف) عبارتی برای $i_C(t)$ معتبر در $t > 0$ بیابید به شرطی که $v(0^+) = 0$ و $i(0^+) = 2$ باشد. ب) حل خود را در محدوده $0 < t < 5 \text{ ns}$ رسم کنید. ج) مدار را با PSpice رسم نمایید، آن را نام‌گذاری کنید. آیا حل تحلیلی با شبیه‌سازی توافق دارد.

۱۵. برای مدار شکل ۹-۳۹، $R = 1 \Omega$ ، $C = 4 \text{ F}$ ، $L = 20 \text{ H}$ است. شرایط اولیه عبارتند از $i(0) = 8 \text{ A}$ و $v(0) = 0 \text{ V}$. الف) یک عبارت برای $v(t)$ در $t > 0$ پیدا کنید. ب) مقدار پیک و زمان رخداد آن را معین نمایید. ج) تحلیل خود را با نتیجه PSpice مقایسه نمایید. آن را نام‌گذاری کنید.

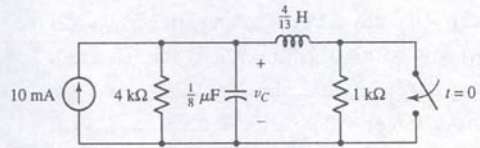


شکل ۹۶۰

۵۸. منبع مدار شکل ۹۵۵ را با $i_s = 0.5[1 - u(t)]$ A عوض کنید و $i_L(t)$ را در معین نمایید.

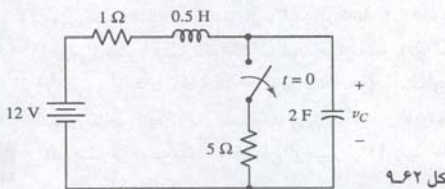
۵۹. منبع شکل ۹۴۷ را با $i_s = 2[1 + u(t)]$ A عوض کنید و $i_C(t)$ را در $t > 0$ به دست آورید.

۶۰. الف) $v_C(t)$ در مدار شکل ۹۶۱ برای $t > 0$ معین کنید. ب) $v_C(t)$ را در برابر t رسم کنید. $-0.1 < t < 2$ ms می باشد.



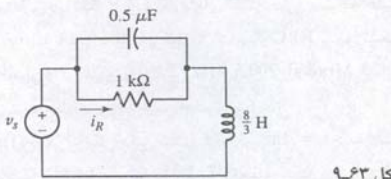
شکل ۹۶۱

۶۱. کلید در شکل ۹۶۲ از مدت ها قبل بسته بوده است. در $t = 0$ باز می شود. $v_C(t)$ را برای $t > 0$ به دست آورید.



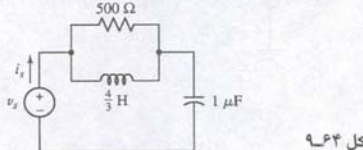
شکل ۹۶۲

۶۲. در شکل ۹۶۳ $i_R(t)$ را برای $t > 0$ به دست آورید به شرطی که $v_s(t)$ برابر $10u(t)$ V و $10u(-t)$ V باشد.



شکل ۹۶۳

۶۳. در شکل ۹۶۴ $i_g(t)$ را برای $t > 0$ پیدا کنید به شرطی که $v_s(t)$ برابر الف) $10u(-t)$ V و ب) $10u(t)$ V باشد.

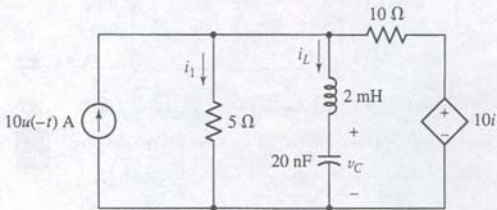


شکل ۹۶۴

۵۰. یک خازن یک بار به یک باتری 12V برای مدت معین وصل شده و سپس روی یک خودروی برقی قرار گرفته است. در حین یک زلزله خفیف یک تلفن قدیمی به زمین افتاده به نحوی که یک طرف آن با یک پایانه خازن اتصال پیدا کرده است. سیم تلفن 14mΩ مقاومت و 5μH القاکنایی دارد و خازن در آغاز 144mJ انرژی را ذخیره کرده است. الف) ولتاژ خازن قبل از زلزله چیست؟ ب) ولتاژ خازن 1s بعد از اتصال سیم تلفن به خازن را معین کنید. ج) یک خرس قطبی خیس به دنبال غذا وارد شده و ناگهان پنجه خود را روی سمت وصل نشده تلفن و پای دیگرش را روی سمت باز خازن قرار می دهد. بدن خرس برای مدت 18μs لرزش می افتد. مدتی که طول می کشد خرس خود را از این وضع رها کند 100ms است. مقاومت پوشش خیس خرس چقدر است؟

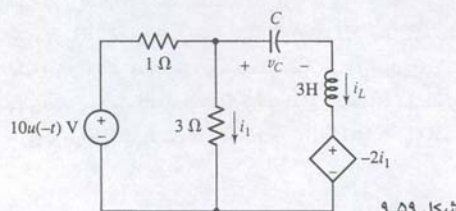
۵۱. مقاومتی را به جای 2kΩ در شکل ۹۵۶ جایگزین کنید که مدار میرای بحرانی باشد. انرژی ذخیره شده در مدت $t = 100$ ms در القاگر چقدر است؟

۵۲. عبارتی برای i_L مطابق شکل ۹۵۸ برای $t > 0$ پیدا کنید.



شکل ۹۵۸

۵۳. عبارتی برای v_C مطابق شکل ۹۵۸ برای $t > 0$ پیدا کنید.
۵۴. با مراجعه به شکل ۹۵۹ یک عبارت برای i_L معتبر برای همه زمان ها به دست آورید، اگر $C = 1$ F باشد.



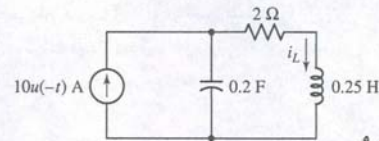
شکل ۹۵۹

۵۵. با مراجعه به شکل ۹۵۹ یک عبارت برای v_C معتبر برای همه زمان ها به دست آورید، اگر $C = 1$ mF باشد.

۹-۶ پاسخ کامل مدار RLC

۵۶. الف) $i_L(t)$ را برای همه زمان ها در شکل ۹۶۰ به دست آورید. ب) در چه لحظه ای پس از $t = 0$ ، $i_L(t) = 0$ است؟
۵۷. منبع مدار شکل ۹۵۳ به $10u(t)$ A تغییر یافته است. $i_L(t)$ را پیدا کنید.

۴۳. $i_L(t)$ را برای $t > 0$ در مدار شکل ۹۵۳ رسم کنید.

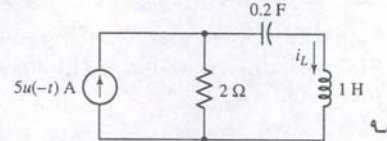


شکل ۹۵۳

۴۴. در مدار شکل ۹۲۱ الف) بگذارید $R = 300\Omega$ و $C = 1\mu F$ و مدار در حالت میرای بحرانی باشد. اگر $v_C(0) = -10V$ و $i(0) = -150mA$ باشد. الف) $v_C(t)$ را بیابید. ب) $|v_C|_{max}$ و ج) $v_{C,max}$ را بیابید.

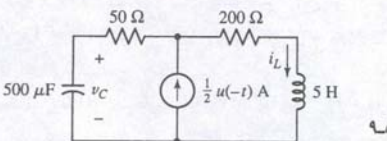
۴۵. دوگان مسئله ۱۶ را در مورد مدار شکل ۹۴۰ به دست آورید. آن را حل کنید.

۴۶. الف) $i_L(t)$ را در شکل ۹۵۴ برای $t > 0$ به دست آورید. ب) $|i_L|_{max}$ و $i_{L,max}$ را معین کنید.



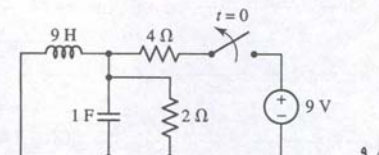
شکل ۹۵۴

۴۷. برای مدار شکل ۹۵۵ و در $t > 0$ ، الف) $i_L(t)$ و ب) $v_C(t)$ معین کنید.



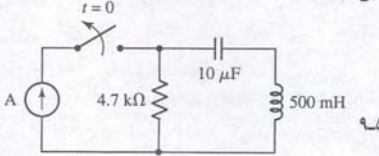
شکل ۹۵۵

۴۸. انرژی ذخیره شده در القاگر شکل ۹۵۶ را در $t = 2$ s به دست آورید. صحت آن را با PSpice تحقیق کنید.

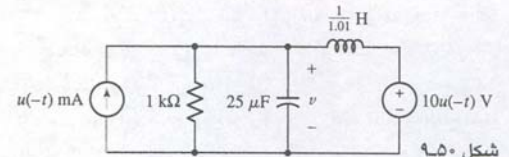


شکل ۹۵۶

۴۹. کلید در شکل ۹۵۷ از مدت ها قبل بسته بوده است. مقدار اوج ولتاژ دو سر القاگر 500 - mH را با PSpice تحقیق نمایید.

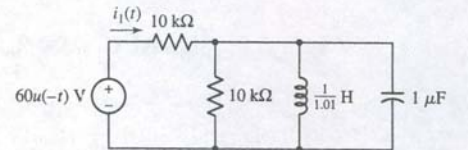


شکل ۹۵۷



شکل ۹۵۰

۳۷. در شکل ۹۵۱ $i_L(t)$ را در $t > 0$ به دست آورید.



شکل ۹۵۱

۳۸. به جای مقاومت 25Ω در شکل ۹۴۴ حداقل مقاومت چه باشد تا پاسخ $v(t)$ زیرمیرا باشد. مقاومت خود را در 1000 ضرب کنید و پاسخ را بکشید. به کمک PSpice زمان نشت را معین نمایید و برجسب های مناسب را روی نمودار خود نصب کنید.

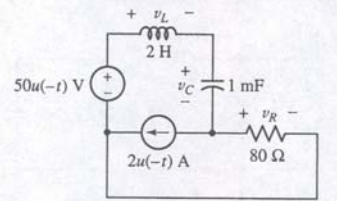
۳۹. مقدار R را برای مدار شکل ۹۱۴ معین کنید (C = 1/42 F, L = 7H). $v(0) = 0$ و $i(0) = 10$ A در آن حداقل شود. مقدار t_1 چقدر است؟

۴۰. الف) مقاومت 2Ω شکل ۹۴۶ را با یک مقاومت 5Ω تعویض کنید. عبارتی برای $i_L(t)$ به دست آورید و آن را برای $t = 2.5$ s حل کنید. ب) مقاومت 2Ω را این بار با 0.5Ω تعویض کنید. عبارتی برای $i_L(t)$ بیابید و آن را برای $t = 250$ ms حل کنید. ج) مدارهای بخش الف) و ب) را شبیه سازی کنید و جریان القاگر را در هر یک از آن ها روی همان نمودار رسم نمایید. برای هر کدام برجسب های لازم را فراهم کنید.

۴۱. الف) با PSpice مدار شکل ۹۴۶ را مدل سازی کنید. به جای منبع جریان $4u(-t)$ ، مدار بی منبع مناسبی را با مقادیر اولیه برای القاگر و خازن به کار ببرید. برجسب ها را روی آن بچسبانید. ب) جریان $i_L(t)$ را با probe رسم کنید و با حل دستی مقایسه نمایید. از probe برای تعیین زمان نشت استفاده کنید.

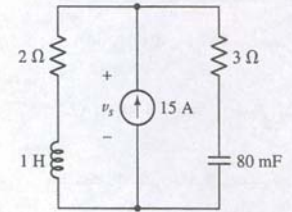
۹-۵ مدار RLC سری بی منبع

۴۲. v_L و v_R را در شکل ۹۵۲ برای $t = 40$ ms بیابید.



شکل ۹۵۲

۶۴. مقاومت 2Ω را در مدار شکل ۹۶۵ با یک القاگر 3Ω جایگزین نمایید. انرژی ذخیره شده در خازن را در $t = 200\text{ms}$ معین کنید به شرطی که منبع جریان در $t = 0$ از 15A به 22A تغییر کند. صحت جواب را با PSpice معین نمایید.



شکل ۹۶۵

۶۵. منبع جریان در شکل ۹۶۵ ناگهان از 15A به 22A در $t = 0$ تغییر می‌نماید. ولتاژ v_o را در (الف) $t = 0^-$ ، (ب) $t = 0^+$ ، (ج) $t = \infty$ و (د) $t = 3.4\text{s}$ معین کنید. پاسخ خود را با شبیه‌سازی PSpice تحقیق کنید.

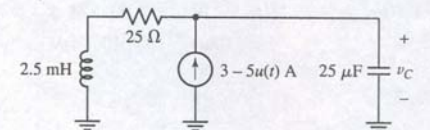
۶۶. منبع جریان در مدار شکل ۹۶۵ ناگهان در $t = 0$ از 15A به 0A افت می‌کند، سپس در $t = 1\text{s}$ به 3A افزایش می‌یابد. ولتاژ $v_C(t)$ را ترسیم کنید. حل خود را با شبیه‌سازی PSpice تست کنید.

۶۷. یک القاگر 5mH ، یک خازن $25\mu\text{F}$ و یک مقاومت 20Ω با یک منبع ولتاژ $v_x(t)$ سری‌اند. قبل از $t = 0$ منبع ولتاژ صفر است. در $t = 0$ به 75V می‌پرد. در $t = 1\text{ms}$ به صفر باز می‌گردد. در $t = 2\text{ms}$ دوباره به 75V بازمی‌گردد و با همین الگو تکرار می‌شود. جریان منبع را در (الف) $t = 0^-$ ، (ب) $t = 0^+$ ، (ج) $t = 1\text{ms}$ و (د) $t = 2\text{ms}$ به دست آورید.

۶۸. مداری طراحی کنید که یک پالس سینوسی را با ولتاژ اوج 5V تولید کند. ضمن این‌که سه پیک اضافه دیگر با اوج بیش از 1V داشته باشد. صحت آن را با PSpice تحقیق کنید.

۶۹. یک باتری 12V در جایی روی زمین قرار دارد. پایانه مثبت باتری به انتهای یک خازن 314.2pF سری با القاگر $869.1\mu\text{H}$ وصل است. یک زلزله مقداری آب نمک را روی یک انتهای القاگر/خازن (پارچه خیس) ریخته آن را به باتری وصل می‌کند تا یک مدار RLC سری تشکیل گردد. نوسان از گیرنده‌های با فرکانس 290.5 kHz (1.825 Mrad/s) اخذ می‌شود. مقاومت پارچه خیس چقدر است؟

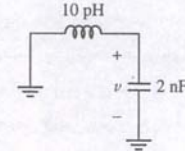
۷۰. ولتاژ $v_C(t)$ در دو سر خازن شکل ۹۶۶ در $t = 1\text{ms}$ چقدر است؟ صحت پاسخ خود را با شبیه‌سازی PSpice تحقیق کنید.



شکل ۹۶۶

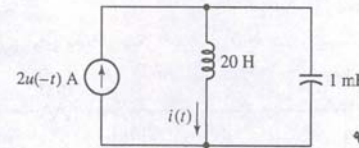
۹-۷ مدار LC بدون اتلاف

۷۱. یک مدار op amp برای مدل‌سازی پاسخ ولتاژ مدار LC شکل ۹۶۷ طراحی کنید. صحت کار خود را با شبیه‌سازی مدار شکل ۹۶۷ و استفاده از تقویت‌کننده LF 411 تحقیق کنید. فرض شود که $v(0) = 0$ و $i(0) = 1\text{ mA}$ است.



شکل ۹۶۷

۷۲. با مراجعه به شکل ۹۶۸ یک مدار op amp طراحی کنید که خروجی‌اش در $t > 0$ برابر $i(t)$ باشد.



شکل ۹۶۸

۷۳. یک مدار RC بی‌منبع با یک مقاومت $1\text{k}\Omega$ و خازن 3.3mF ساخته شده است. ولتاژ اولیه دو سر خازن 1.2V است. (الف) معادله مشتق را برای v یعنی ولتاژ دو سر خازن برای $t > 0$ بنویسید. (ب) مداری با op amp با خروجی $v(t)$ طراحی کنید.

۷۴. خازن را در مدار شکل ۹۶۷ با القاگر 20H موازی با خازن $5\mu\text{F}$ جایگزین کنید. مداری با op amp طراحی کنید که خروجی‌اش در $t > 0$ برابر $i(t)$ باشد. صحت طراحی خود را با شبیه‌سازی خازن - مقاومت و نیز با مدار op amp تحقیق کنید. از تقویت‌کننده عملیاتی LM111 در شبیه‌سازی PSpice استفاده کنید.

۷۵. یک مدار RL بی‌منبع حاوی مقاومت 20Ω و القاگر 5H است. اگر مقدار اولیه جریان القاگر 2A باشد. (الف) معادله دیفرانسیل i را برای $t > 0$ بنویسید. (ب) یک op amp انتگرال‌گیر برای تهیه $i(t)$ به عنوان خروجی طراحی کنید. فرض کنید $R_1 = 1\text{M}\Omega$ و $C_f = 1\mu\text{F}$ باشد.

فصل دهم

تحلیل حالت ماندگار سینوسی مدار

مقدمه

پاسخ کامل یک مدار الکتریکی خطی از دو بخش تشکیل شده است، یکی پاسخ طبیعی و دیگری پاسخ واداشته. پاسخ طبیعی، پاسخی گذرا با عمری کوتاه از مداری است که در آن شرایط ناگهان تغییر کند. پاسخ واداشته پاسخی ماندگار، با عمری طولانی برای منابع مستقل موجود است. تا این‌جا، تنها پاسخ مربوط به منابع dc را مطالعه کردیم. تابع تحریک رایج دیگر، موج سینوسی است. این تابع ولتاژ موجود در پریز برق خانه‌ها و نیز ولتاژ خطوط انتقال نیرو متصل به یک منطقه مسکونی یا صنعتی را توصیف می‌نماید.

در این فصل، فرض می‌کنیم که پاسخ گذرا کم اهمیت است و تنها پاسخ حالت ماندگار مداری مثل تلویزیون، توستر نان یا شبکه توزیع برق مورد توجه باشد. ما این‌گونه مدارها را با تکنیکی قوی که معادلات انتگرالی - مشتقی را به معادلات جبری تبدیل می‌کند، تحلیل خواهیم کرد.

۱۰-۱ ویژگی‌های توابع سینوسی

ولتاژ متغیر سینوسی زیر

$$v(t) = V_m \sin \omega t$$

که در شکل ۱۰-۱ (الف) هم نشان داده شده را ملاحظه کنید. دامنه موج سینوسی V_m و آرگومان آن ωt است. فرکانس زاویه‌ای، ω می‌باشد. در شکل ۱۰-۱ (الف)، $V_m \sin \omega t$ به صورت تابعی از آرگومان ωt رسم شده است و از آن تبعیت پرریز یک یا تکراری موج سینوسی را کاملاً می‌توان مشاهده کرد. تابع هر 2π رادیان یک بار تکرار می‌گردد و پرریز آن، بنابراین 2π رادیان است. در شکل ۱۰-۱ (ب)، $V_m \sin \omega t$ به صورت تابعی از t رسم شده است و لذا پرریز آن اکنون T می‌باشد، یک موج سینوسی با پرریز T باید در هر ثانیه $\frac{1}{T}$ تناوب را طی می‌کند، بنابراین فرکانس f برحسب Hz برابر $\frac{1}{T}$ است. پس $f = \frac{1}{T}$.

مفاهیم کلیدی

- مشخصات توابع سینوسی
- نمایش فیزیکی سینوسی‌ها
- تبدیل بین حوزه‌های زمان و فرکانس
- امپدانس و ادمیتانس
- راکتانس و سوسپتانس
- ترکیبات سری و موازی در حوزه فرکانس
- تعیین پاسخ واداشته با استفاده از فیزورها
- کاربرد روش‌های تحلیل مدار در حوزه فرکانس

