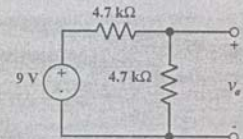


کاربردهای عملی

این زمین غیر جغرافیایی

تا بدینجا، ما شماتیک مدارها را مشابه شکل ۳-۳۸ ترسیم می کردیم، و در آن ولتاژها در دو سر دو پایانه مشخص تعریف می شدند. سعی شد از تعریف ولتاژ در یک نقطه جلوگیری شود. دلیل آن هم تعریف اختلاف پتانسیل بین دو نقطه بود. با این وجود، بسیاری از نمودارها از قرارداد تعریف ولتاژ زمین صفر ولت استفاده می کنند، به این ترتیب که همه ولتاژهای دیگر نسبت به آن سنجیده می شود. این مفهوم که زمین^۱ خوانده شده اساساً به قوانین حفاظت برای ممانعت از آتش سوزی، شوک های الکتریکی مخرب و عوارض مربوطه گره خورده است. علامت اتصال زمین در شکل ۳-۳۹ (الف) مشاهده می شود.

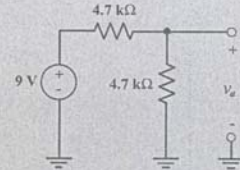
چون اتصال زمین به عنوان مرجع صفر ولت تعریف شده است، غالباً استفاده از آن به عنوان پایانه مشترک رایج است. مدار شکل ۳-۳۸ بر اساس این روش در شکل ۳-۴۰ دوباره ترسیم شده و در آن اتصال زمین با یک گره مشترک نشان داده شده است. توجه داشته باشید که هر دو مدار به لحاظ مقدار V_o یکی هستند (4.5V) در هر یک از آنها) ولی در واقع آن ها مدار یکسانی نیستند. مدار شکل ۳-۳۸ را "شناور" گوئیم به این علت که می تواند برای هر هدفی عملی، در یک مدار حتی روی یک ماهواره نصب گردد. با این وجود مدار شکل ۳-۴۰ پنحوی به طور فیزیکی از طریق یک مسیر اتصال به زمین وصل شده است. به این علت دو سمبل دیگر نیز گاه برای بیان یک پایانه مشترک به کار می رود. شکل ۳-۳۹ (ب) آن چه را که به نام زمین سیگنال^۲ خوانده می شود، نشان می دهد. غالباً ولتاژ قابل توجهی بین اتصال زمین و هر پایانه زمین سیگنال می تواند وجود داشته باشد (و دارد). این که پایانه مشترک یک مدار ممکن است به بعضی مسیرهای کم مقاومت به صفر زمین وصل باشد یا نباشد، منجر به ایجاد وضعیت خطرناک پتانسیلی می گردد. نمودار شکل ۳-۴۱ (الف) را ملاحظه نمایید، که در آن یک شخص بی گناه می خواهد دستگاهی را که به برق ac وصل است لمس کند. برای سوکت روی دیوار تنها دو سیم در نظر گرفته شده است و سیم سوم آزاد رها شده است. ترمینال مشترک هر مدار در دستگاه به هم وصل و جمعاً به شاسی دستگاه



شکل ۳-۳۸ مدار ساده شده با ولتاژ V_o بین دو پایانه



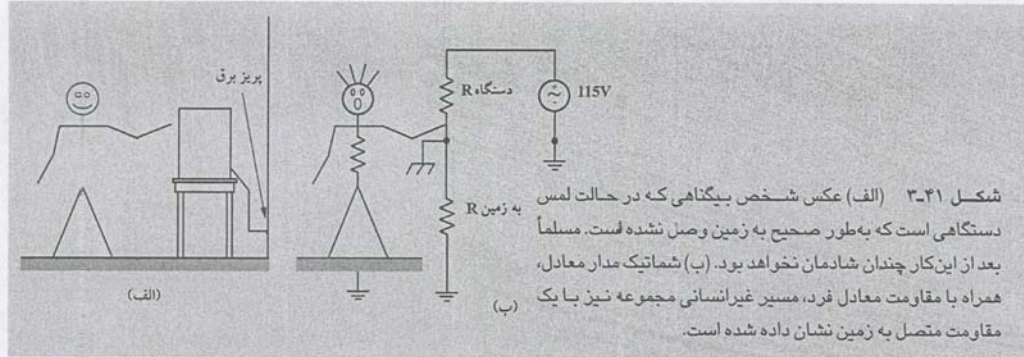
شکل ۳-۳۹ سه سمبل متفاوت برای نمایش اتصال زمین با پایانه مشترک. (الف) زمین، (ب) زمین سیگنال و (ج) زمین شاسی.



شکل ۳-۴۰ مدار شکل ۳-۳۸ با سمبل زمین دوباره رسم شده است. سمبل زمین سمت راست اضافی است. این علامت فقط برای نامگذاری پایانه مثبت و منفی V_o لازم است.

متصل شده اند. این پایانه اغلب با سمبل زمین شاسی شکل ۳-۳۹ (ج) نشان داده می شود. با این وجود، اتصال الکتریکی به زمین یک مقاومت غیر صفری را می سازد. در هر حالت، دلیلی وجود ندارد که زمین شاسی در سطح ولتاژ زمین باشد. یک شبه نمودار از آن چه که بیان شد در شکل ۳-۴۱ (ب) دیده می شود (در این شکل مقاومت معادل فرد نیز در بدن او کشیده شده است). اگر مقاومت معادل فرد به مقدار قابل توجهی از دیگر مقاومت های واقع در مسیر زمین کمتر باشد، ... اجازه بدهید که دیگر بیش از این سخن نگوییم که چه اتفاقی در پایان افتاده است.

این واقعیت که "زمین" همیشه "زمین واقعی" نیست می تواند موجب ظهور مشکلات عدیده ناشی از پارازیت های الکتریکی گردد. مثالی از این گونه مشکلات گاهی در ساختمان های قدیمی دیده می شود، که در آن ها لوله های آب از مس ساخته می شوند. در این ساختمان ها، از لوله های آب به عنوان مسیرهای کم مقاومت به زمین در بسیاری از ارتباطات برقی استفاده می شود. با این وجود، اگر این لوله ها با لوله های مدرن تر و لوله های عایق PVC جایگزین شوند، دیگر مسیر کم مقاومت وجود ندارد. در محل هایی هم که ترکیب زمین از نقطه ای به نقطه دیگر خیلی متفاوت است مشکل مشابهی مشاهده می شود. در واقع، در چنین مواردی ممکن است بین دو ساختمان زمین یکسانی نباشد و در نتیجه جریانی بین آن ها جاری شود. در این کتاب، سمبل صفر زمین به کار برده خواهد شد. با این وجود، باید به خاطر داشت که همه زمین ها در عمل یکسان نیستند.



شکل ۳-۴۱ (الف) عکس شخص بیگناهی که در حالت لمس دستگاهی است که به طور صحیح به زمین وصل نشده است. مسلماً بعد از این کار چندان شادمان نخواهد بود. (ب) شماتیک مدار معادل، همراه با مقاومت معادل فرد، مسیر غیر انسانی مجموعه نیز با یک مقاومت متصل به زمین نشان داده شده است.

۳-۱۰ خوانندگی های کمی

A discussion of the principles of conservation of energy and conservation of charge, as well as Kirchhoff's laws, can be found in

R. Feynman, R. B. Leighton, and M. L. Sands, *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1989, pp. 4-1, 4-7, and 25-9.

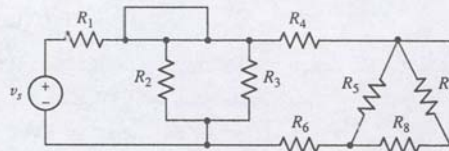
A very detailed discussion of grounding practices consistent with the 1996 National Electrical Code® can be found in

J. F. McPartland and B. J. McPartland, *McGraw-Hill's National Electrical Code® Handbook*, 22nd ed. New York: McGraw-Hill, 1996, pp. 337-485.

مسائل

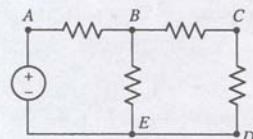
۳-۱ گره ها، حلقه ها، مسیرها و شاخه ها

۱. مدار شکل ۳-۴۲ را دوباره بکشید. تعداد گره ها را به حداقل برسانید.



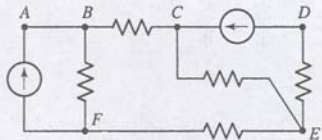
شکل ۳-۴۲

۲. در مدار شکل ۳-۴۲، تعداد (الف) گره ها، (ب) تعداد شاخه ها را بشمارید.
۳. در شکل ۳-۴۲، (الف) چند گره وجود دارد؟ (ب) چند شاخه موجود است؟ و (ج) اگر از A به B به E به D به C و به B برویم، آیا یک مسیر ساخته ایم؟ یا یک حلقه؟



شکل ۳-۴۳

۴. در شکل ۳-۴۴، (الف) چند گره وجود دارد؟ (ب) چند شاخه وجود دارد؟ و (ج) اگر از B به F به E و به C حرکت کنیم، آیا یک مسیر راطی کرده ایم؟ یا یک حلقه را؟



شکل ۳-۴۴

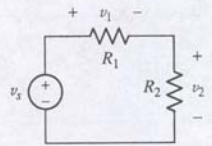
۵. با مراجعه به مدار شکل ۳-۴۳:

الف. اگر یک سیم ثانوی بین نقاط E و D از مدار وصل شود. مدار جدید چند گره دارد؟
ب. اگر یک مقاومت به مدار اضافه شود به نحوی که یک پایانه به نقطه C وصل شود و پایانه دیگر آزاد شود، مدار چند گره دارد؟
ج. کدام یک از موارد زیر حلقه ها را نشان می دهد؟

۱. حرکت از نقطه A به B به C به D به E به A
۲. حرکت از B به E به A
۳. حرکت از B به C به D به E به B
۴. حرکت از A به B به C
۵. حرکت از A به B به C به B به A

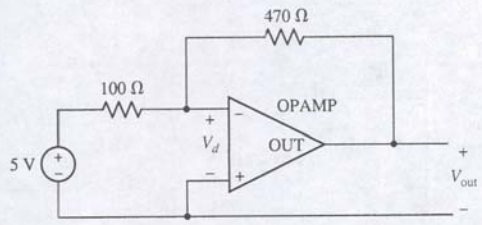
۱۸. مدار ساده شکل ۳-۵۴ را ملاحظه نمایید. با KVL، عبارات زیر را به دست آورید:

$$v_2 = v_s \frac{R_2}{R_1 + R_2} \text{ و } v_1 = v_s \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$



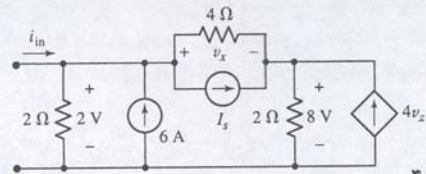
شکل ۳-۵۴

۱۹. مدار شکل ۳-۵۵ شامل یک وسیله به نام op-amp (تقویت‌کننده عملیاتی) است. این وسیله دو خاصیت غیرعادی دارد که در مدار نشان داده شده است: (۱) $V_d = 0 \text{ V}$ و (۲) هیچ جریانی نمی‌تواند از هر یک از پایانه‌ها داخل شود (با علامت "–" و "+" در داخل نماد)، ولی می‌تواند از خروجی جریان یابد (با "out" علامت خورده است). این وضعیت به ظاهر ناممکن است. که در تقابل مستقیم با KCL است. نتیجه سیم‌های انرژی است که در شکل نشان داده نشده است. بر اساس این اطلاعات، V_{out} را محاسبه کنید (راهنمایی: دو معادله KVL لازم است، هر دو منبع 5 V شامل می‌شوند).



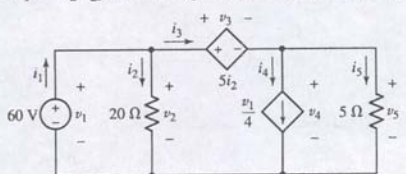
شکل ۳-۵۵

۲۰. قوانین اهم و کیرشهف را در شکل ۳-۵۶ برای یافتن (الف) v_x ، (ب) i_{in} و (ج) I_s ، به کار ببرید. (د) توان تهیه‌شده به وسیله منبع وابسته چقدر است؟

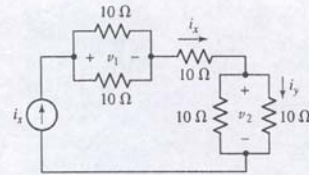


شکل ۳-۵۶

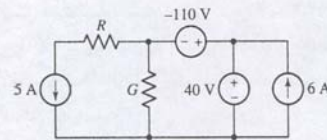
۲۱. (الف) با به کارگیری گام به گام قوانین اهم و کیرشهف، همه جریان‌ها و ولتاژها را در مدار شکل ۳-۵۷ به دست آورید. (ب) توان جذب‌شده به وسیله هر پنج عنصر مدار را محاسبه کنید و نشان دهید که مجموع آن‌ها صفر است.



شکل ۳-۵۷



(الف)

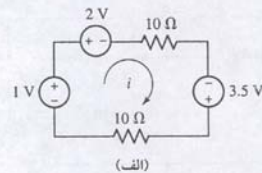


(ب)

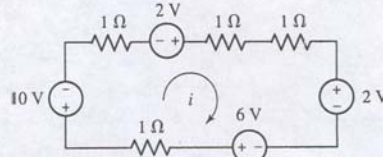
شکل ۳-۵۱

۳-۳ قانون ولتاژ کیرشهف

۱۶. در مدار شکل ۳-۵۲ (الف) و (ب) جریان i را معین نمایید.



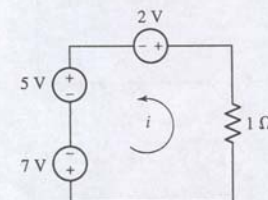
(الف)



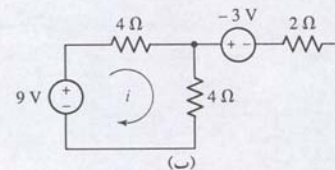
(ب)

شکل ۳-۵۲

۱۷. مقدار i را در هر یک از مدارهای شکل ۳-۵۳ محاسبه نمایید.



(الف)

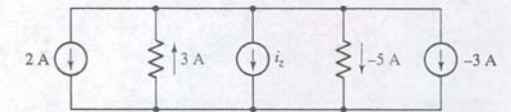


(ب)

شکل ۳-۵۳

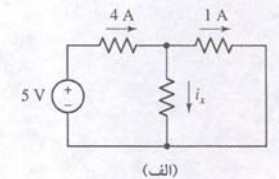
۳-۲ قانون جریان کیرشهف

۶. (الف) جریان i_z در مدار شکل ۳-۴۵ را معین کنید. (ب) اگر مقاومت حمل‌کننده 3A، برابر 1 ohm باشد، مقاومتی که جریان 5A را حمل می‌کند چقدر است؟

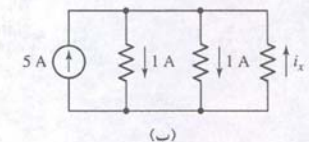


شکل ۳-۴۵

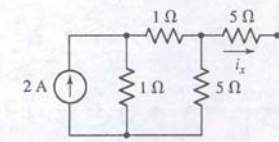
۷. در هر یک از مدارهای شکل ۳-۴۶، جریان i_x را بیابید.



(الف)



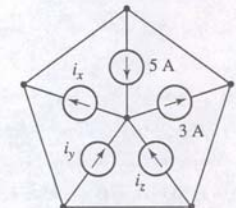
(ب)



(ج)

شکل ۳-۴۶

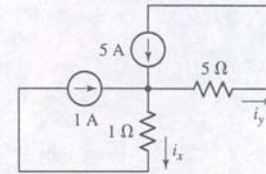
۸. به شکل ۳-۴۷ مراجعه کنید. (الف) اگر $i_y = 2A$ و $i_z = 0A$ باشد، i_x را پیدا کنید. (ب) اگر $i_x = 2A$ و $i_z = 2i_y$ باشد، i_y را به دست آورید. (ج) اگر $i_x = i_y = i_z$ باشد، i_z را به دست آورید.



شکل ۳-۴۷

۹. i_x و i_y را در مدار شکل ۳-۴۸ بیابید.

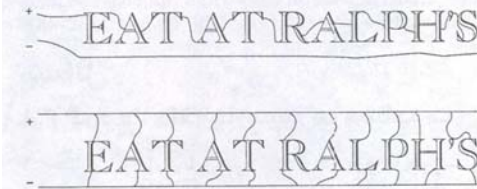
۱۰. یک لامپ حیاتی 100 W، یک لامپ 60 W و یک لامپ 40 W هم به طور موازی بسته شده‌اند و جمعاً به ولتاژ منبع 115 V وصل شده‌اند. جریان در هر لامپ و جریان کل از منبع را بدست آورید.



شکل ۳-۴۸

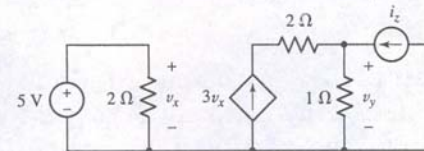
۱۱. یک موسی‌متر دیجیتال (DMM) وسیله‌ای است که عموماً برای اندازه‌گیری ولتاژها به کار می‌رود. این وسیله مجهز به دو سیم (معمولاً قرمز برای مرجع مثبت و سیاه برای مرجع منفی) و یک نمایشگر LCD است. بیابید فرض کنید که یک DMM به مدار شکل ۳-۴۶ (ب) چنان وصل شده که سیم مثبت در گره بالا و سیم منفی در گره پایین باشد. با استفاده از KCL توضیح دهید که چرا به طور ایده‌آل می‌خواهیم DMM به کار رفته دارای مقاومت بینهایت در برابر مقاومت صفر باشد؟

۱۲. یک رستوران محلی دارای تابلوی نئون ساخته‌شده از 12 لامپ جداگانه است؛ وقتی که لامپ خراب شود، مقاومت بینهایت داشته و جریانی نخواهد بود. در سیم‌کشی تابلو سازنده دو راه را پیشنهاد نموده است (شکل ۳-۴۹). از کدام یک KCL را می‌آموزید، مالک رستوران کدام یک را باید انتخاب کند؟ توضیح دهید.



شکل ۳-۴۹

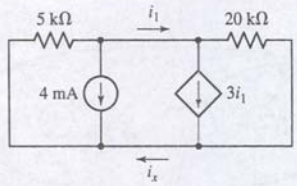
۱۳. در مدار شکل ۳-۵۰، اگر $i_z = -3A$ باشد، v_y را محاسبه کنید. (ب) منبع 5V را به ولتاژی جایگزین کنیم تا در $i_z = 0.5A$ ولتاژ v_y به دست آید؟



شکل ۳-۵۰

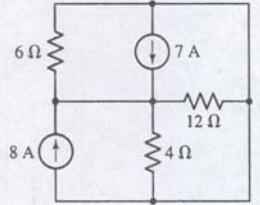
۱۴. با توجه به شکل ۳-۵۱، اگر $i_x = 5A$ باشد، v_1 و i_y را بیابید. (ب) اگر $v_1 = 3V$ باشد، i_x و i_y را پیدا کنید. (ج) چه مقداری از i_g منجر به $v_1 \neq v_2$ می‌گردد؟

۱۵. R و G را در مدار شکل ۳-۵۱ (ب) به دست آورید. با این فرض که منبع 5A، توان 100W و منبع 40V توان 500W را تولید کند.



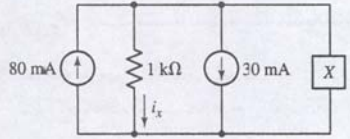
شکل ۳-۶۹

۳.۲۷. توان جذب شده به وسیله هر عنصر را در مدار جفت گره شکل ۳.۲۷۰ بیابید.



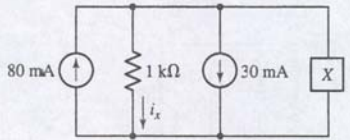
شکل ۳-۷۰

۳.۲۸. توان جذب شده به وسیله عنصر X در مدار شکل ۳.۲۷۱ را پیدا کنید به شرطی که (الف) مقاومت $4k\Omega$ باشد، (ب) منبع جریان مستقل $20mA$ ، پیکان مرجع رو به پایین، (ج) منبع جریان وابسته، پیکان مرجع رو به پایین و با $2i_x$ برچسب خورده باشد و (د) منبع ولتاژ $60V$ و قطب $+$ در بالا باشد.



شکل ۳-۷۱

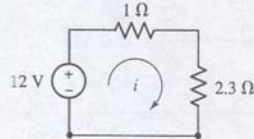
۳.۲۹. (الف) فرض کنید که X در شکل ۳.۲۷۲، یک منبع جریان مستقل i_x پیکان رو به بالا باشد، اگر هیچ یک از چهار عنصر مدار توانی جذب نکنند، i_x چقدر است؟ (ب) فرض کنید که عنصر X یک منبع ولتاژ مستقل، علامت $+$ در سمت بالا و با علامت v_x برچسب خورده باشد. گر منبع ولتاژ توانی جذب نکند، v_x چقدر است؟



شکل ۳-۷۲

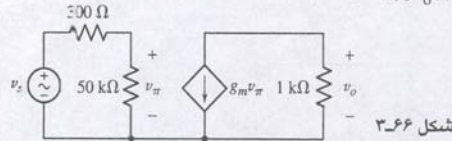
۴.۰. (الف) تکسیک‌های تحلیل جفت گرهی را به گره سمت راست بالا در شکل ۳.۲۳ اعمال کرده و i_x را بیابید. (ب) اکنون با گره سمت چپ بالا کار کرده و v_x را پیدا کنید. (ج) منبع $5A$ چه توانی را تولید می‌کند؟ ۴.۱. توان جذب شده با مقاومت 5Ω در شکل ۳.۲۴ چقدر است؟ ۴.۲. توان تولیدی به وسیله هر منبع در شکل ۳.۲۵ را محاسبه نمایید.

۳.۲۲. با ارجاع به جدول ۲.۴، اگر قطعه سیم تختی در مدار شکل ۳.۶۵ از نوع مسی 22AWG با طول 3000ft باشد، جریان i را محاسبه کنید.



شکل ۳-۶۵

۳.۳۳. در شکل ۳.۳۶، اگر $i_g = 2.5 \times 10^{-3}$ و $v_s = 10 \cos 5t$ mV باشد $v_o(t)$ را پیدا کنید.

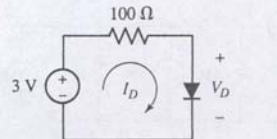


شکل ۳-۳۶

۳.۴۴. قوانین کیرشهف مستقل از قانون اهم روی یک عنصر خاص معتبرند. مثلاً مشخصه $I-V$ یک دیود با رابطه زیر داده می‌شود:

$$I_D = I_S(e^{V_D/V_T} - 1)$$

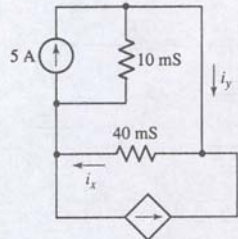
که در آن $V_T = 27mV$ در دمای اتاق و I_S می‌تواند بین $10^{-12}A$ تا $10^{-3}A$ تغییر نماید. در مدار شکل ۳.۶۷ و با استفاده از KVL/KCL، V_D را به ازای $I_S = 3\mu A$ معین کنید (توجه: این مسئله روش حل "تکرار" را برای یافتن حل عددی می‌طلبد. بسیاری از ماشین حساب‌ها قادرند این نوع تابع را حل کنند).



شکل ۳-۶۷

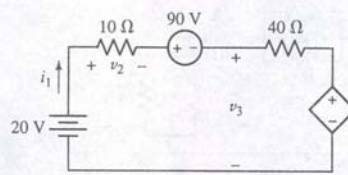
۳-۵ مدار زوج تگ‌گرهی

۳.۵۵. توان جذب شده به وسیله هر عنصر از مدار شکل ۳.۶۸ را بیابید به شرطی که کنترل منبع وابسته (الف) $0.8i_x$ و (ب) $0.8i_y$ باشد.



شکل ۳-۶۸

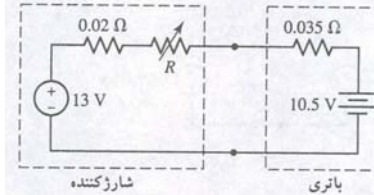
۳.۶۶. در مدار شکل ۳.۶۹، i_x را پیدا کنید.



شکل ۳-۶۱

۲.۷. در شکل ۳.۶۱ منبع وابسته را $1.8V_3$ فرض کنید. اگر (الف) منبع $90V$ توان $180W$ را تولید کند، (ب) منبع $90V$ ، توان $180W$ را جذب نماید، (ج) منبع وابسته $100W$ را تولید نماید و (د) منبع وابسته $100W$ را جذب کند، V_3 را بیابید.

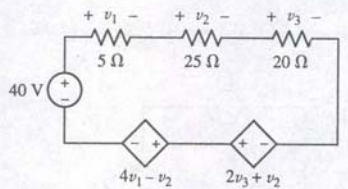
۲.۸. برای مدار شارژ باتری شکل ۳.۶۲ مقدار مقاومت قابل تنظیم را پیدا کنید به نحوی که (الف) جریان شارژ $4A$ باشد. (ب) توان $25W$ به باتری منتقل گردد ($10.5V$ و 0.035Ω) (ج) ولتاژی برابر $11V$ در پایانه‌های باتری ایجاد شود ($10.5V$ و 0.035Ω).



شکل ۳-۶۲

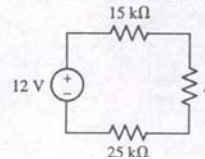
۲.۹. مدار شکل ۳.۶۲ با نصب یک منبع ولتاژ وابسته سری با باتری اصلاح شده است. مرجع $+$ را در پایین قرار دهید و کنترل را $0.05i$ اختیار نمایید، که i حلقه جریان ساعتگرد است. جریان و ولتاژ باتری را ضمن لحاظ منبع وابسته، اگر $R = 0.5\Omega$ باشد، پیدا کنید.

۳.۰. توان جذب شده به وسیله هر شش عنصر شکل ۳.۶۳ را بیابید.



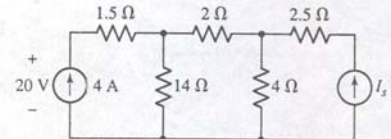
شکل ۳-۶۳

۳.۱. برای مدار شکل ۳.۶۴، (الف) مقاومت R را طوری تعیین کنید که مقاومت $25k\Omega$ توان $2mW$ را جذب نماید. (ب) مقاومت R را طوری معین کنید که منبع $12V$ ، توان $3.6mW$ را به مدار حمل نماید. (ج) مقاومت R را با یک منبع ولتاژ جایگزین نمایید به نحوی که هیچ توانی به وسیله مقاومت‌ها جذب نشود. مدار را رسم کنید و ولاریته منبع جدید را مشخص کنید.



شکل ۳-۶۴

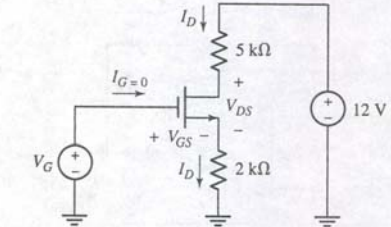
۲.۲. با مراجعه به شکل ۳.۵۸، توان جذب شده به وسیله هر هفت عنصر مدار را معین کنید.



شکل ۳-۵۸

۲.۳. مداری دارای شش عنصر و چهار گره با شماره‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ است. هر عنصر مدار بین دو گره واقع است. ولتاژ V_{12} (مرجع در اولین گره) برابر $12V$ و $-8V$ است. اگر $V_{34} = 0$ ، (الف) V_{14} برابر $6V$ و (ج) $-6V$ باشد، مقادیر V_{13} ، V_{23} و V_{24} را بیابید.

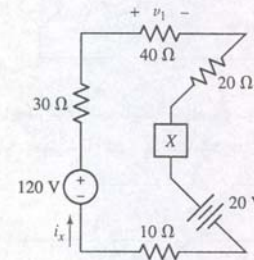
۲.۴. به مدار ترانزیستوری شکل ۳.۵۹ مراجعه کنید. به خاطر بسپارید که گرچه روابط ولتاژ - جریان آنرا نمی‌دانیم ولی از KVL و KCL تبعیت می‌کنند. (الف) اگر $I_D = 1.5mA$ باشد V_{DS} را محاسبه کنید. (ب) اگر $I_D = 2mA$ و $V_G = 3V$ باشد V_{GS} را محاسبه نمایید.



شکل ۳-۵۹

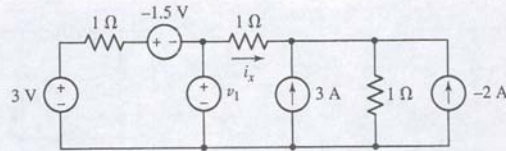
۳-۶ مدار یک حلقه‌ای

۲.۵. توان جذب شده با عنصر X در شکل ۳.۶۰ را (الف) با مقاومت 100Ω ، (ب) با منبع ولتاژ مستقل $40V$ و علامت $+$ در بالا، (ج) منبع ولتاژ وابسته $25i_x$ و علامت مرجع $+$ در بالا، (د) منبع ولتاژ وابسته $0.8V_1$ و علامت $+$ در بالا، (ه) منبع جریان مستقل، با پیکان جریان رو به بالا، به دست آورید.

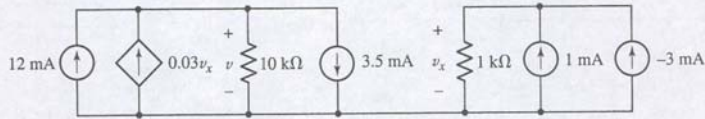


شکل ۳-۶۰

۲.۶. i_1 را در مدار شکل ۳.۶۱ بیابید به شرطی که منبع ولتاژ وابسته (الف) $2V_2$ ، (ب) $1.5V_3$ و (ج) $-15i_1$ باشد.

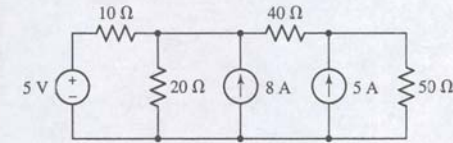


شکل ۳-۸۲

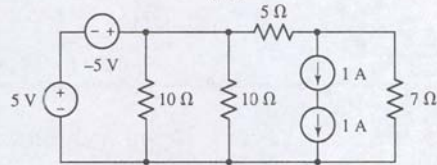


شکل ۳-۸۳

۵۵. با فرض وجود سه مقاومت $10k\Omega$ ، سه مقاومت $47k\Omega$ و سه مقاومت $1k\Omega$ ترکیبات زیر را به دست آورید (لزومی ندارد که همه مقاومت‌ها به کار روند): (الف) $5k\Omega$ ، (ب) 47333Ω و (ج) $29.5k\Omega$.



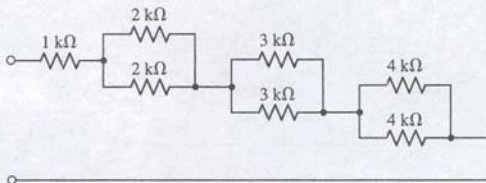
(الف)



(ب)

شکل ۳-۸۷

۵۷. مقاومت معادل را برای مدار شکل ۳-۸۸ حساب نمایید.



شکل ۳-۸۸

۵۸. R_{eq} را در هر شبکه مقاومتی از شکل ۳-۸۹ بیابید.

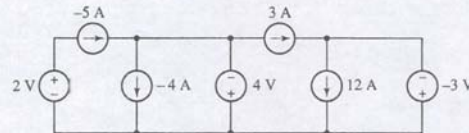
۵۹. در شبکه شکل ۳-۹۰: (الف) $R = 80\Omega$ را پیدا کنید، (ب) اگر $R_{eq} = 80\Omega$ باشد، R را به دست آورید، (ج) اگر $R_{eq} = R$ باشد، R را بیابید.

۶۰. نشان دهید که با ترکیب 4 مقاومت 100Ω چگونه می‌توان مقاومت معادل (الف) 25Ω ، (ب) 60Ω و (ج) 40Ω را به دست آورد.

۵۰. در مدار شکل ۳-۸۲، v_1 را برای دستیابی به $i_x = 2A$ انتخاب نمایید.

۵۱. ولتاژ v_1 را در مدار شکل ۳-۸۳ پیدا کنید.

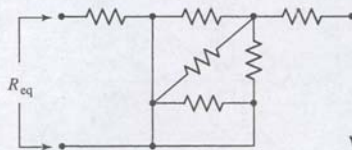
۵۲. مدار شکل ۳-۸۴ حاوی چندین مثال از منابع جریان و ولتاژ سری و موازی است. (الف) توان جذب‌شده به وسیله هر منبع را معین کنید. (ب) برای کاهش توان تولیدی از منبع $-5A$ به صفر، منبع $4V$ چقدر باید تغییر نماید.



شکل ۳-۸۴

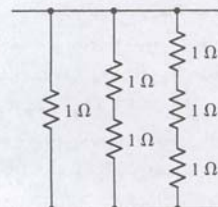
۳-۷ مقاومت‌های سری و موازی

۵۳. مقاومت معادل R_{eq} را در شکل ۳-۸۵ محاسبه نمایید، به شرطی که هر مقاومت $1k\Omega$ باشد.

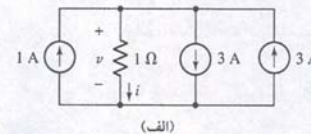


شکل ۳-۸۵

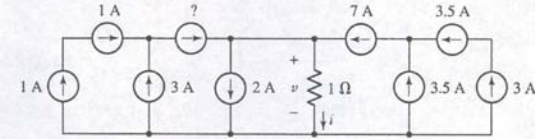
۵۴. برای مدار شکل ۳-۸۶: (الف) مقاومت معادل را محاسبه نمایید. (ب) عبارتی برای مقاومت معادل پیدا کنید. به شرطی که تعداد شاخه‌ها یا انشعاب‌های مدار تا ۳ گسترش یابد، و هر شاخه یک مقاومت بیش از شاخه سمت چپ داشته باشد.



شکل ۳-۸۶

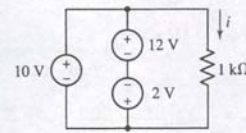


(الف)

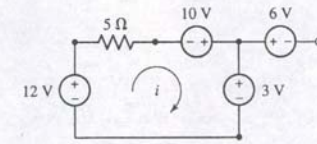


(ب)

شکل ۳-۷۸



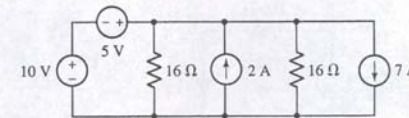
(الف)



(ب)

شکل ۳-۷۹

۴۸. توان جذب‌شده به وسیله هر یک از مقاومت‌های 16 اهم در شکل ۳-۸۰ را بیابید.



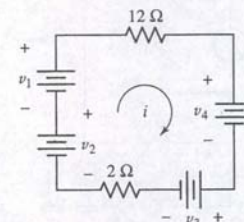
شکل ۳-۸۰

۴۹. برای مدار شکل ۳-۸۱، i_x را محاسبه کنید به شرطی که:

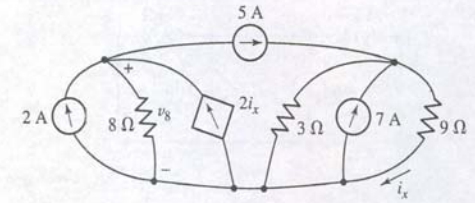
(الف) $v_1 = v_2 = 10V$ و $v_3 = v_4 = 6V$

(ب) $v_1 = v_3 = 3V$ و $v_2 = v_4 = 2.5V$

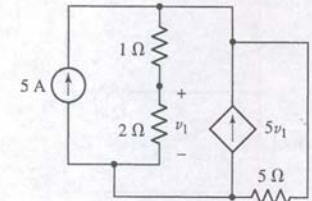
(ج) $v_1 = -3V$ و $v_2 = 1.5V$ ، $v_3 = -0.5V$ و $v_4 = 0V$ باشد.



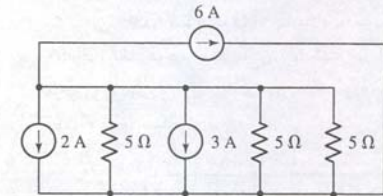
شکل ۳-۸۱



شکل ۳-۷۳

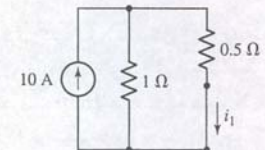


شکل ۳-۷۴



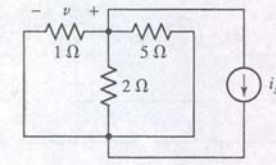
شکل ۳-۷۵

۴۳. با مراجعه به جدول ۲-۴، برای قطعه سیم شکل ۳-۷۶ چقدر سیم مسی شماره 28AWG لازم است تا $i_1 = 5A$ به دست آید.



شکل ۳-۷۶

۴۴. اگر در مدار شکل ۳-۷۷، $v = 6V$ باشد، i_s را بیابید.



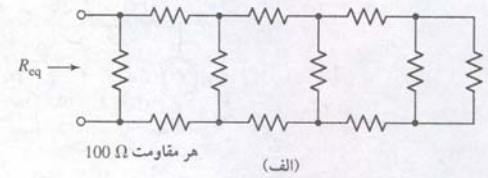
شکل ۳-۷۷

۳-۶ منابع متصل سری و موازی

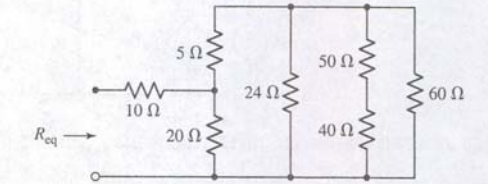
۴۵. با استفاده از ترکیب سری منابع، i_x را برای هر دو مدار شکل ۳-۷۸ محاسبه کنید.

۴۶. برای هر مدار در شکل ۳-۷۸، v_1 را پس از ترکیب منابع، به دست آورید.

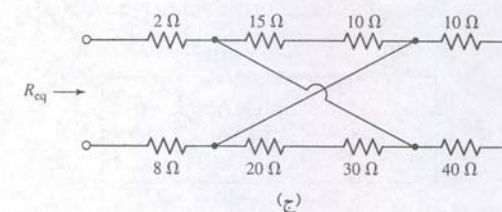
۴۷. جریان i_x را در هر مدار شکل ۳-۷۹ محاسبه نمایید.



(الف)

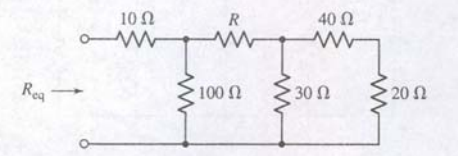


(ب)



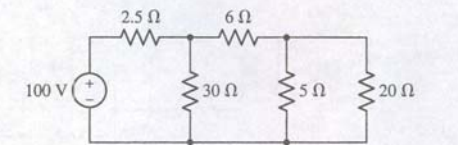
(ج)

شکل ۳-۸۹



شکل ۳-۹۰

۶۱. توان جذب‌شده توسط هر مقاومت در مدار شکل ۳-۹۱ را پیدا کنید.



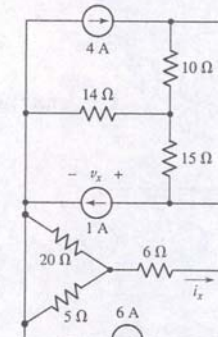
شکل ۳-۹۱

۶۲. از روش ترکیب منبع و مقاومت برای یافتن v_x و i_x در شکل ۳-۹۲ استفاده نمایید.

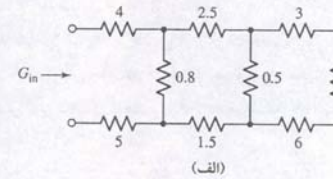
۶۳. در هر یک از شبکه‌های شکل ۳-۹۳، G_{in} را تعیین نمایید. همه مقادیر به میلی‌زیمنس (mS) هستند.

۳-۸ تقسیم ولتاژ و جریان

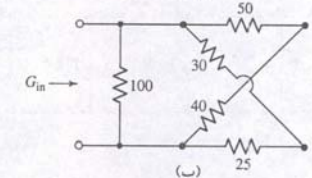
۶۴. از ترکیب مقاومت و منبع و تقسیم جریان در مدار شکل ۳-۹۴ برای یافتن توان جذب‌شده به وسیله مقاومت‌های 15Ω، 10Ω و 13Ω استفاده کنید.



شکل ۳-۹۲

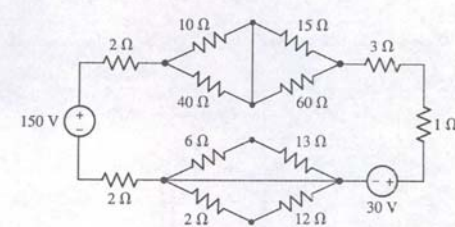


(الف)



(ب)

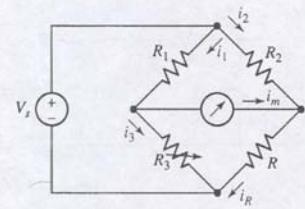
شکل ۳-۹۳



شکل ۳-۹۴

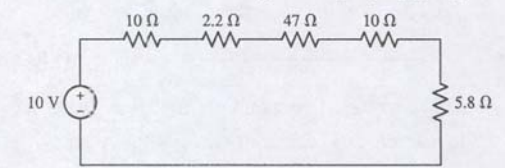
۶۵. پل ویتستون (شکل ۳-۹۵) یکی از شناخته‌شده‌ترین مدارهای الکتریکی است. در اندازه‌گیری مقاومت استفاده می‌شود. مقاومتی که یک پیکان (فلش) بر روی سمبلش دارد (R_3) یک مقاومت متغیر است و گاهی به آن پتانسیومتر می‌گویند. مقدار آن می‌تواند با چرخش پیچ ولوم آن، تغییر یابد. آمپرتر که با یک دایره با یک پیکان در داخل آن مشخص شده، جریان درون سیم وسط را اندازه می‌گیرد. ما فرض می‌کنیم که این آمپرتر ایده‌آل است، به نحوی که مقاومت درونی آن صفر است.

طرز کار ساده است. مقدار R_1 ، R_2 و R_3 معلوم‌اند، و مقدار R موردنظر است. مقاومت R_3 تنظیم می‌شود تا $i_m = 0$ گردد. به بیان دیگر تازمانی که جریانی از آمپرتر نگذرد، می‌گویند در این نقطه پل بالانس است. با استفاده از KVL و KCL نشان دهید که $R = \frac{R_2}{R_1} R_3$ (راهنمایی: $i_1 = i_3$ ، $i_2 = i_R$ و افت ولتاژی در دو سر آمپرتر نیست).



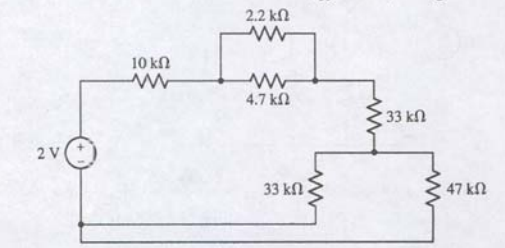
شکل ۳-۹۵

۶۶. مدار شکل ۳-۹۶ متشکل از چند مقاومت متصل سری است. از تقسیم ولتاژ استفاده کنید و افت ولتاژ در دو سر کوچک‌ترین مقاومت و بزرگ‌ترین مقاومت را به دست آورید.



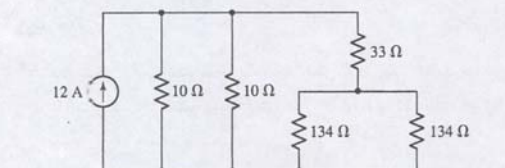
شکل ۳-۹۶

۶۷. از تقسیم ولتاژ استفاده کنید و افت ولتاژ را در دو سر مقاومت 47 kΩ در شکل ۳-۹۷ به دست آورید.



شکل ۳-۹۷

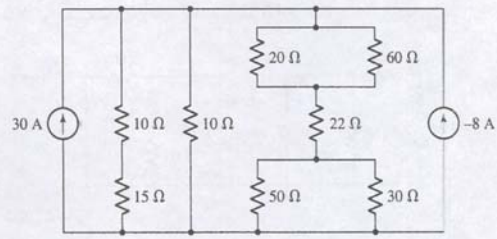
۶۸. با مراجعه به شکل ۳-۹۸، از تقسیم جریان برای محاسبه جریان از بالا به پایین در (الف) مقاومت 33Ω، (ب) مقاومت 134Ω سمت راست استفاده کنید.



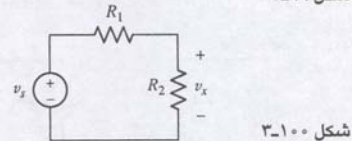
شکل ۳-۹۸

۶۹. در شکل ۳-۹۹ ولتاژ دو سر مقاومت 15Ω موردنظر است. از تقسیم جریان برای محاسبه آن استفاده کنید.

۷۰. با انتخاب مقاومت‌های زیر v_x و R_1 ، R_2 را در شکل ۳-۱۰۰ انتخاب کنید تا $v_x = 5.5V$ باشد (ممکن است مقاومت‌ها را بیش از یک بار به کار ببرید). [10kΩ و 4.7kΩ، 3.3kΩ، 1kΩ]

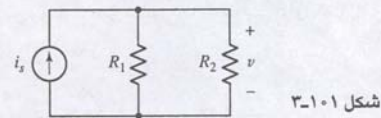


شکل ۳-۹۹



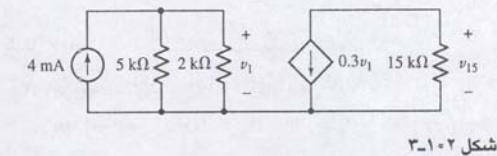
شکل ۳-۱۰۰

۷۱. با انتخاب مقادیر مقاومت زیر (ممکن است بیش از یک بار به کار روند) مقادیر i_x ، R_1 و R_2 را در شکل ۳-۱۰۱ تنظیم کنید تا $v = 5.5$ گردد. [10kΩ و 4.7kΩ، 3.3kΩ، 1kΩ]



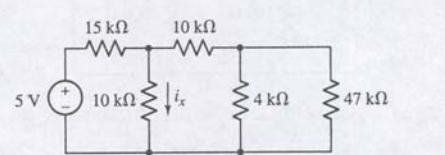
شکل ۳-۱۰۱

۷۲. توان جذب‌شده به وسیله مقاومت 15kΩ در شکل ۳-۱۰۲ را معین کنید.



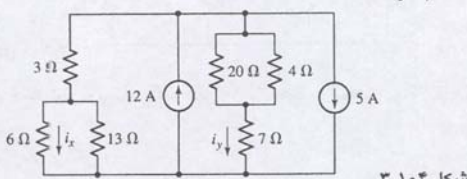
شکل ۳-۱۰۲

۷۳. برای مدار شکل ۳-۱۰۳، i_x را مشخص کنید و توان جذب‌شده با مقاومت 15kΩ را محاسبه نمایید.



شکل ۳-۱۰۳

۷۴. برای مدار شکل ۳-۱۰۴، i_x و i_y توان تلف‌شده به وسیله مقاومت 3Ω چقدر است؟



شکل ۳-۱۰۴

فصل چهارم

تحلیل گرهی و مش

مقدمه

مفاهیم کلیدی

تحلیل گرهی

آبرگره

تحلیل مش

آبرمش

تحلیل گرهی و تحلیل مش: یک مقایسه

تحلیل کامپیوتری مدار



تحلیل یک مدار ساده خطی مجهز به قوانین اهم و کیرشهف برای به دست آوردن اطلاعات مفیدی مانند جریان، ولتاژ یا توان مربوط به یک قطعه، شاید نقطه شروعی مستقیم به نظر برسد. حداقل برای بررسی فعلی، هر مدار منحصر به نظر می رسد، و نیاز به خلاقیت برای رسیدن به هدف توسط روش تحلیل دارد. در این فصل، ما تحلیل دو مدار پایه را می آموزیم - یکی تحلیل گرهی و دیگری تحلیل مش (تک حلقه). هر دو روش به ما اجازه می دهند تا مدارهای مختلف متعددی را با یک روش منسجم و سبک دار مورد بررسی و تحقیق قرار دهیم. نتیجه این بررسی تحلیلی پربازده، سطح یکنواختی از پیچیدگی، خطاهای کمتر و شاید بهتر از همه، کاهش عباراتی چون "من نمی دانم حتی چگونه شروع کنم" است.

بسیاری از مدارهایی که تاکنون دیده ایم در واقع خیلی ساده بوده اند. با این وجود اینگونه مدارها در کمک به ما برای یادگیری اعمال تکنیک های اساسی، ارزشمند هستند. هرچند مدارهای پیچیده تری که در این فصل آمده اند ممکن است ارائه دهنده انواع سیستم های الکتریکی از جمله مدارهای کنترل، شبکه های مخابراتی، موتورها، یا مدارهای مجتمع و نیز مدلهایی از مدارهای الکتریکی سیستم های غیرالکتریکی باشند، ولی معتقدیم بهتر است یاد بر روی این موارد خاص در این مرحله تأکید نکنیم. بک بهر است که در آغاز بر تداولوی حل مسئله توجه نماییم که در سرتاسر کتاب تکمیل خواهد شد.

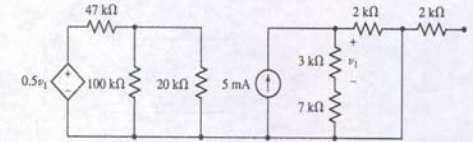
۴-۱ تحلیل گرهی

اروش های ساده سازی مدار را با روش قدرتمند KCL به نام **تحلیل گرهی** آغاز می کنیم. در فصل ۳، تحلیل یک مدار ساده با دو گره را ملاحظه نمودیم. دیدیم که قدم اساسی تحلیل، افتن یک معادله یک مجهولی، برای ولتاژ بین دو گره بود.

حال تعداد گره ها را افزایش می دهیم و در نتیجه در ازای هر گره اضافی، یک معادله و یک مجهول اضافه می گردد. بنابراین یک مدار سه گرهی، دو ولتاژ مجهول و دو معادله، و یک مدار 11 گرهی تعداد 9 ولتاژ مجهول و 9 معادله دارد و بالاخره یک مدار N گرهی، (N - 1) ولتاژ مجهول و (N - 1) معادله خواهد داشت. هر معادله، در واقع یک معادله ساده KCL است.

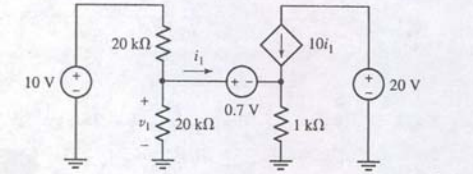
برای تشریح تکنیک مدار سه گرهی شکل ۴-۱ (الف) را در نظر می گیریم. در اولین گام، منظور تأکید بر سه گرهی بودن مدار، آن را دوباره طبق شکل ۴-۱ (ب) شماره گذاری می کنیم. هدف تعیین ولتاژ دو سر هر عنصر است و لذا گام بعدی تحلیل حساس خواهد بود. ما یک گره

۷۵. توان تلف شده به وسیله مقاومت $47k\Omega$ در شکل ۳-۱۰۵ چقدر است؟



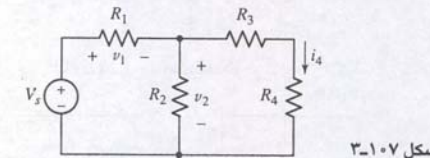
شکل ۳-۱۰۵

۷۶. بگویید چرا تقسیم ولتاژ نمی تواند برای تعیین v_1 در شکل ۳-۱۰۶ به کار رود.



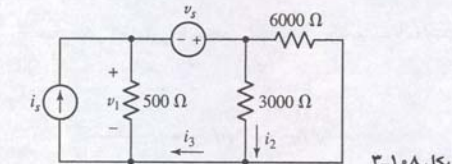
شکل ۳-۱۰۶

۷۷. از تقسیم جریان و ولتاژ در مدار شکل ۳-۱۰۷، عبارتی برای (الف) v_2 ، (ب) v_1 و (ج) پیدا کنید.



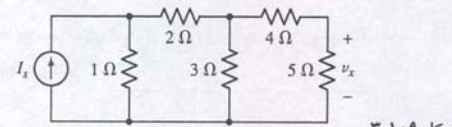
شکل ۳-۱۰۷

۷۸. با مراجعه به مدار شکل ۳-۱۰۸: (الف) با فرض $v_3 = 40V$ ، $i_s = 0$ ، v_1 را پیدا کنید، (ب) با فرض $v_s = 0$ و $i_s = 3mA$ ، i_2 و i_3 را معین کنید.



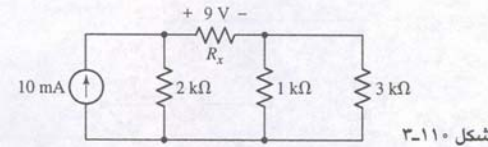
شکل ۳-۱۰۸

۷۹. در شکل ۳-۱۰۹: (الف) اگر $v_x = 10V$ باشد، i_s را به دست آورید. (ب) اگر $i_s = 50A$ باشد، v_x را پیدا کنید و (ج) نسبت $\frac{v_x}{i_s}$ را محاسبه نمایید.



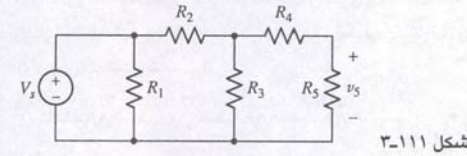
شکل ۳-۱۰۹

۸۰. چقدر توان به وسیله R_x در شکل ۳-۱۱۰ جذب می شود.



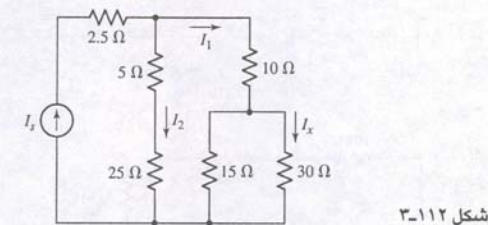
شکل ۳-۱۱۰

۸۱. با استفاده از تقسیم جریان و ولتاژ عبارتی برای v_s در شکل ۳-۱۱۱ بیابید.



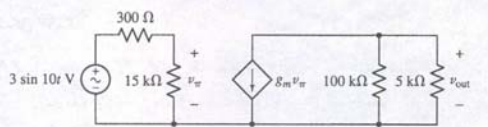
شکل ۳-۱۱۱

۸۲. در شکل ۳-۱۱۲، (الف) اگر $i_1 = 12mA$ باشد، i_x را به دست آورید. (ب) اگر $i_x = 12mA$ باشد، i_1 را پیدا کنید، (ج) اگر $i_2 = 15mA$ باشد، i_x چقدر است و (د) اگر $i_s = 60mA$ باشد، i_x را معین کنید.



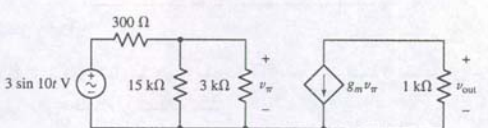
شکل ۳-۱۱۲

۸۳. مدار شکل ۳-۱۱۳ معادل رایجی در مدل سازی یک مدار تقویت کننده MOSFET است. اگر $g_m = 4mS$ باشد، v_{out} را محاسبه کنید.



شکل ۳-۱۱۳

۸۴. مدار شکل ۳-۱۱۴ معادل رایجی در مدل سازی رفتار ac یک مقدار تقویت کننده ترانزیستور پیوندی دوقطبی است. اگر $g_m = 38mS$ باشد، v_{out} را حساب نمایید.



شکل ۳-۱۱۴