« فصل اول »

مدارهای الکتریکی جریان مستقیم

(مطابق فصل اول کتاب مدارهای الکتریکی)

هدف کلی:

تحلیل مدارهای الکتریکی چند حلقه‌ای با روش‌های مختلف با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم

هدف های رفتاری:

در پایان این آزمایش که با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم اجرا می‌شود از فراگیرنده انتظار می‌رود که :

۱- مدارهای الکتریکی جریان مستقیم را با روش جریان حلقه آزمایش کند .

۲- مدارهای جریان مستقیم را با روش پتانسیل گره آزمایش کند.

۳- مدارهای جریان مستقیم را با روش جمع آثار آزمایش کند.

۴- منابع جریان و ولتاژ را با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم به یک‌دیگر تبدیل کند.

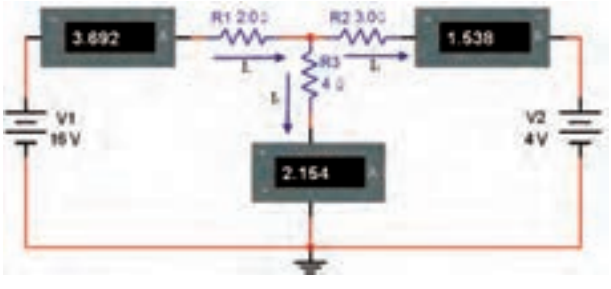
۵- مدار معادل تونن و نورتن را به دست آورد.

۶- شرایط انتقال ماکزیمم توان، جریان و ولتاژ را به بار آزمایش کند.

۱-۱ آزمایش۱: تحلیل عملی مدارهای چند حلقه‌ای با روش جریان حلقه

۱-۱-۱ یکی از روش‌های حل مدارهای چند حلقه‌ای، استفاده از روش جریان حلقه است. در این قسمت با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم به آزمایش‌های عملی جهت تحلیل این نوع مدارها می‌پردازیم.

۱-۱-۲ مدار شکل ۱-۱ را در فضای نرم‌افزاری مولتی‌سیم ببندید.



شکل ۱-۱ مدار دو حلقه‌ای DC

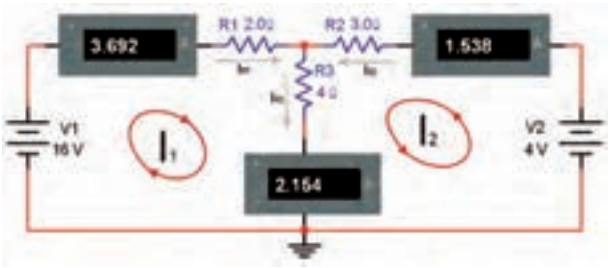
۱-۱-۳ مقدار جریان‌های عبوری از مقاومت‌های R_1، R_2 و R_3 را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$I_{R_1} = ...mA \qquad I_{R_2} = ...mA \qquad I_{R_3} = ...mA$

سؤال ۱: آیا با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده رابطه‌ی زیر برقرار است؟ توضیح دهید.

$$I_{R_3} = I_{R_1} - I_{R_2} ..... = ... - .....$$

۱-۱-۴ فرض کنید مقادیر $I_{R_1}, I_{R_2}, I_{R_3}$ مجهول است. با استفاده از قوانین کیرشهف و آن چه که در ارتباط با جریان حلقه خوانده‌اید طبق شکل ۲-۱ با توجه به جهت‌های انتخاب شده، معادلات حلقه را برای جریان‌های I_1 و I_2 بنویسید.



شکل ۲-۱ نوشتن معادله‌ی حلقه

معادله‌ی حلقه‌ی ۱: .....

معادله‌ی حلقه‌ی ۲: .....

۱-۱-۵ با استفاده از دو معادله‌ی به دست آمده برای I_1 و I_2 مقادیر I_1 و I_2 را محاسبه کنید.

حل دومعادله دومجهول

$I_1 = ...mA$ $I_2 = ...mA$

۱-۱-۶ مقادیر $I_{R_1}, I_{R_2}, I_1, I_2$ را درجدول ۱-۱ بنویسید.

جدول ۱-۱

مقادیر محاسبه شده با روش حلقه		مقادیر اندازه‌گیری شده با نرم‌افزار	
I_2	I_1	I_{R_2}	I_{R_1}

سؤال ۲: آیـا مقادیر I_{R_1} با I_1 و I_{R_2} با I_2 تقریباً برابر است؟ توضیح دهید.

سـؤال ۳: در صورتی که مقادیر با هم تفاوت دارند، علت را شرح دهید.

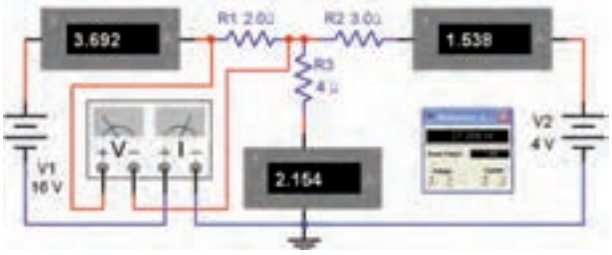
سـؤال ۴: به چه دلیل مقدار I_{R_2} منفی به دست آمده است؟ توضیح دهید.

۱-۱-۷ آیا جهت جریان‌های داده شـده در شـکل ۱-۱ با ۲-۱ مشـابه اسـت؟ چگونه آن‌ها را اصلاح می‌کنیم؟ شرح دهید.

۱-۱-۸ با اســتفاده از رابطه‌ی: $P=RI^2$ مقادیر توان تلف شده در هر مقاومت را محاسبه کنید.

$$P_{R1}=R_1I_1^2\ldots\ldots mW$$
$$P_{R2}=R_2I_2^2\ldots\ldots mW$$
$$P_{R3}=R_3I_3^2\ldots\ldots mW$$

۱-۱-۹ طبق شکل ۳-۱ در هر مرحله، وات‌متر را در مدار قرار دهید و توان هر مقاومت را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. برای هرمرحله اندازه‌گیــری، ولت‌مترمربوط به وات‌متردر دو سرمقاومت قرار گیرد و آمپرمتربا مقاومت سری می‌شود.

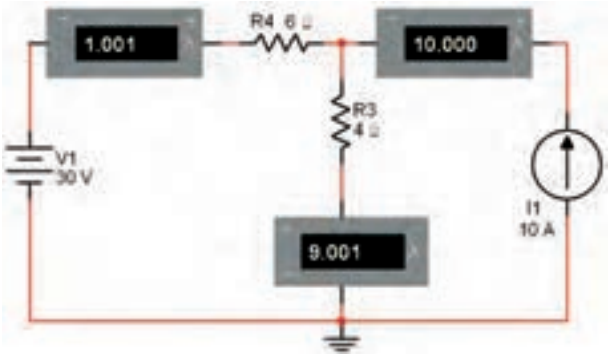


شکل ۳-۱ اندازه‌گیری توان مصرف شده در مقاومت

$$P_{R۱}=\ldots\ldots mW$$
$$P_{R۲}=\ldots\ldots mW$$
$$P_{R۳}=\ldots\ldots mW$$

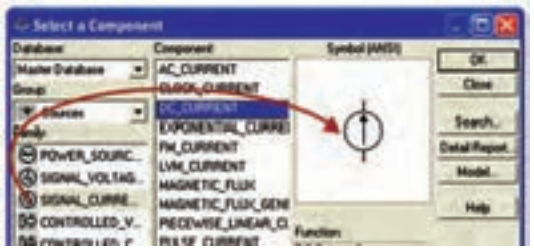
سـؤال ۵: آیا مقادیر توان اندازه‌گیری شــده با مقادیر توان محاسبه شده برابر است؟ توضیح دهید.

۱-۱-۱۰ مدار شکل ۴-۱ را ببندید.



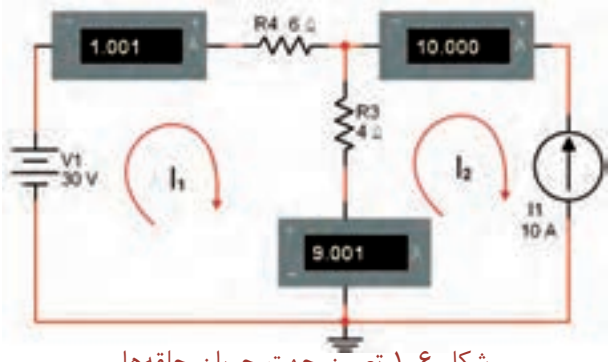
شکل ۴-۱ مدار با منبع جریان

۱-۱-۱۱ برای پیدا کردن منبع جریان از مســیر نشان داده شده در شکل ۵-۱ استفاده کنید.



شکل ۵-۱ مسیر پیدا کردن منبع جریان

۱-۱-۱۲ معادلــه‌ی KVL را بــرای حلقه‌های یک و دو مطابق شکل ۶-۱ بنویسید.



شکل ۶-۱ تعیین جهت جریان حلقه‌ها

نکته :

در ایــن مدارهــا باید بــه مقدار توان مجاز مقاومت‌ها توجه کنید. برای مثال توان مجاز مقاومت ۴ اهمی باید حداقل ۳۲۴ وات باشد.

معادله‌ی حلقه‌ی ۱: .....
معادله‌ی حلقه‌ی ۲: .....

۱-۱-۱۳ مقادیر I_1 و I_2 را محاسبه کنید.

$I_1 = ...mA \qquad I_2 = ...mA$

۱-۱-۱۴ کلید مربوط به روشن کردن مدار را در نرم‌افزار فعال کنید و مقادیر I_1 و I_2 را اندازه بگیرید و یادداشت نمائید.

$I_1 = ...mA \qquad I_2 = ...mA$

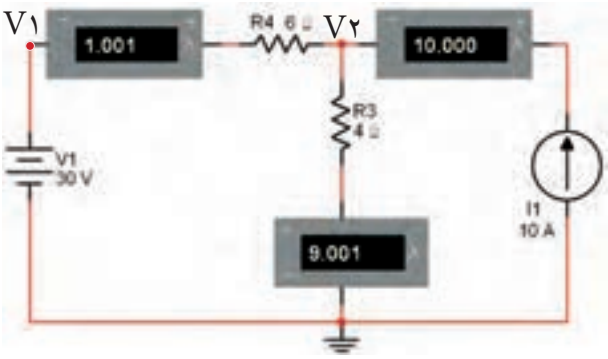
۱-۱-۱۵ مقادیر I_1 و I_2 را که در دو مرحله اندازه‌گیری و محاسبه به دست آورده‌اید با هم مقایسه کنید. آیا نتایج با هم انطباق دارد؟ توضیح دهید.

سؤال ۶: به چه دلیل مقادیر محاسبه شده و اندازه‌گیری شده توسط نرم‌افزار کمی با هم تفاوت دارند؟ شرح دهید.

تمرین ۱: یک مدار سه حلقه‌ای را انتخاب کنید و مراحل ذکر شده برای مدارهای دو حلقه‌ای را روی آن اجرا کنید.

۱-۲ آزمایش ۲: تحلیل مدارهای چندحلقه‌ای با روش پتانسیل گره

۱-۲-۱ یکی دیگر از روش‌های حل مدارهای چند حلقه‌ای استفاده از روش پتانسیل گره است. در این قسمت به تحلیل عملی پتانسیل گره در فضای نرم‌افزاری می‌پردازیم.



شکل ۷-۱ تحلیل عملی مدار با روش پتانسیل گره

۱-۲-۲ در دو گره V۱ و V۲ معادلات KCL را بنویسید.

معادله‌ی گره ۱: .....
معادله‌ی گره ۲: .....

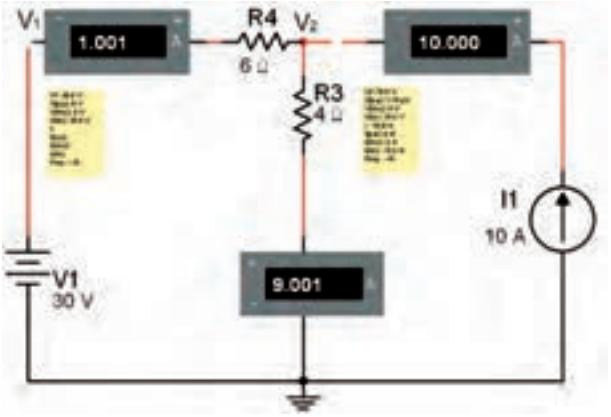
۱-۲-۳ با استفاده از دو معادله‌ی گره‌ی ولتاژ مقادیر V۱ و V۲ را محاسبه کنید.

$V_1 = ...V \qquad V_2 = ...V$

۱-۲-۴ از منوی ابزار پروب اندازه‌گیری سیار را طبق شکل ۸-۱ پروب اندازه‌گیری(Measurement Probe) را انتخاب کنید.

شکل ۸-۱ انتخاب پروب اندازه‌گیری سیار

۱-۲-۵ پروب سیار را روی گره‌های V۱ و V۲ انتقال دهید تا منوی آن مطابق شکل ۹-۱ باز شود.

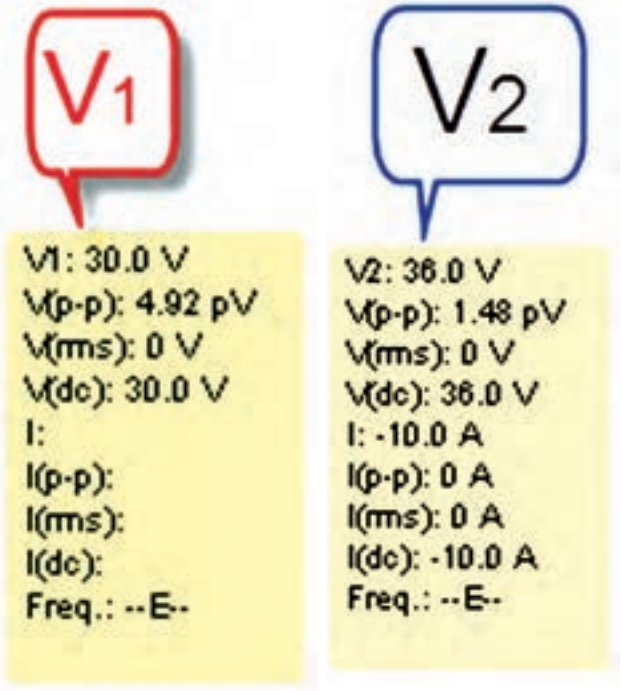


شکل ۹-۱ باز شدن منوی مربوط به گره‌های V۱ و V۲

۱-۲-۶ مدار شکل ۹-۱ را روشن کنید و مقادیر ولتاژهای مربوط به گره‌های V۱ و V۲ را اندازه بگیرید.

$V_1 = ...V \qquad V_2 = ...V$

۱-۲-۷ در شکل ۱۰-۱ مقادیر ولتاژ را در گره‌های مورد نظر مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۰-۱ مقادیر ولتاژ در گره‌های V۱ و V۲

۱-۲-۸ مقادیر ولتاژهای V۱ و V۲ که در مرحله‌ی محاسبه و اندازه‌گیری به دست آورده‌اید را با هم مقایسه کنید. آیا مقادیر با هم تقریباً برابر است؟ توضیح دهید.

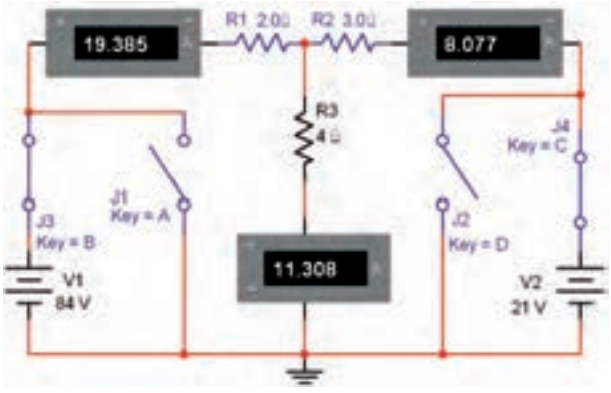
تمرین ۲: جریان منبع جریان را به ۲۰ آمپر و ولتاژ منبع ولتاژ را به ۱۰ ولت تغییر دهید و مراحل آزمایش را تکرار کنید.

سؤال ۷: در صورتی که توان مجاز مقاومت R۳ در شکل ۹-۱، ۱/۲ وات انتخاب شود، چه اشکالی پیش می‌آید؟ تجربه کنید و در باره‌ی نتایج به دست آمده توضیح دهید.

۱-۳ آزمایش۳: تحلیل عملی مدارهای چندحلقه‌ای به کمک جمع آثار

۱-۳-۱ یکـی دیگـر از روش‌های حـل مدارهای چند حلقـه‌ای روش جمع آثار اسـت. در ایـن روش طی مراحل مختلـف اثر منابع را از بیـن می‌بریم و فقط اثر یک منبع را در نظـر می‌گیریم. در نهایت آثار حاصل از هر یک از منابع را با هم جمع می‌کنیم. در این قسمت به تحلیل عملی جمع آثار در فضای نرم‌افزاری می‌پردازیم. یادآور می‌شـود که برای از بین بردن اثر منابع ولتـاژ، آنها را اتصال کوتاه و برای از بین بردن اثر منابع جریان آن‌ها را اتصال باز در نظر می‌گیریم.

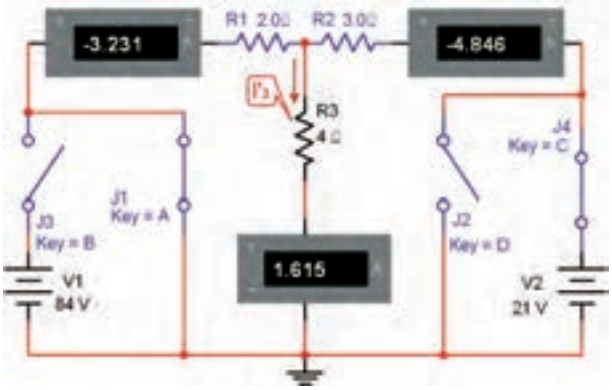
۱-۳-۲ مـدار شـکل ۱-۱۱ را روی میـز کار نرم‌افـزار مولتی‌سیم ببندید.



شکل ۱-۱۱ اجرای نرم‌افزاری مدار دو حلقه‌ای جهت بررسی جمع آثار

۱-۳-۳ همان‌طور که در شـکل ۱-۱۱ مشاهده می‌شود در مسـیر منابع ولتـاژ V۱ و V۲ دو کلیـد J۳ و J۴ قرار دارد که با قطع کردن آنها، مسـیر اعمال ولتاژ به مدار قطع می‌شود. همچنین در دو سر این دو منبع دو کلید J۱ و J۲ قرار دارد، که می‌توانـد منبع را اتصال کوتاه کند. از آن‌جا که عملاً در مدار واقعـی نباید منبع ولتاژ را اتصال کوتـاه کنیم، در نرم‌افزار نیز این عمل قابل اجرا نیسـت. بدین سبب برای هر منبع دو کلید در نظر گرفته‌ایم که در شـرایطی که می‌خواهیم منبع ولتاژ را اتصال کوتاه کنیم و اثر آن را از بین ببریم. توسـط کلید دیگر مسـیر آن را از مدار نیز قطع کنیم. برای مثال اگر بخواهیم اثر منبـع V۱ را از بین ببریم، کلید J۳را قطع و کلید J۱را اتصال کوتاه می‌کنیم.

۱-۳-۴ مطابق شـکل ۱-۱۲ اثر منبع V۱ را با بستن کلید J۱ و باز کردن کلید J۳ از بین ببرید.

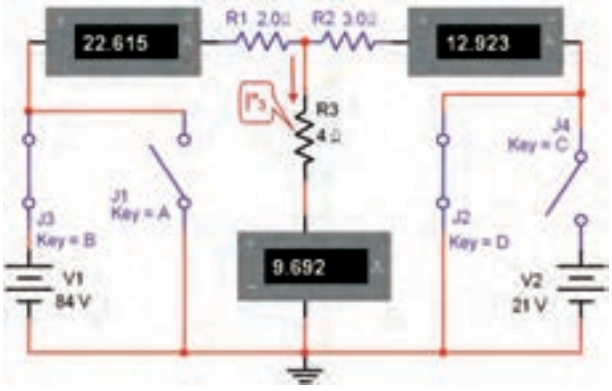


شکل ۱-۱۲ از بین بردن اثر منبع ولتاژ V۱

در مدار شـکل ۱-۱۲ جریان عبوری از R۳ را I'_3 بنامید و مقدار آن را اندازه‌گیری کنید.

$$I'_3 = ...mA$$

۱-۳-۵ طبق شـکل ۱-۱۳ با بسـتن کلید J۲و باز کردن کلید J۴ اثر منبع ولتاژ ۲۱ ولتی (V۲) را از بین ببرید و جریان عبوری از R۳ را در این حالت I''_3 بنامید و مقدار آن را اندازه بگیرید.



شکل ۱-۱۳ از بین بردن اثر منبع ولتاژ V۲ و اندازه‌گیری I''_3

۱-۳-۶ بـا توجه به جهت جریان مقدار I۳ را محاسـبه کنید.

$$I_3 = I'_3 + I''_3$$
$$I_3 = \ldots\ldots + \ldots\ldots = \ldots\ldots mA$$

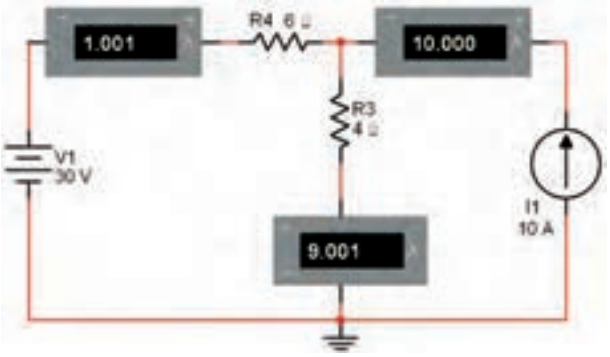
سؤال ۸: به چه دلیل در شکل ۱-۱۲ جریان عبوری از R۱ و R۲ منفی و در شکل ۱-۱۳ جریان عبوری از R۱ و R۲ مثبت است؟ توضیح دهید.

۱-۳-۷ مدار شـکل ۱-۱۱ را دوباره فعال کنید و مقدار جریان عبوری از مقاومت R_3 را اندازه بگیرید.

$$I_3 = \ldots\ldots mA$$

سـؤال ۹: آیا مقادیر به دسـت آمده در مرحله‌ی ۶-۳-۱ و ۷-۳-۱ تقریباً با هم برابر است؟ توضیح دهید.

تمرین ۳ : مـدار شـکل ۱-۱۴ را ببندید و جریـان عبوری از مقاومـت ۴اهم را با اسـتفاده از روش جمع آثار به دسـت آورید.

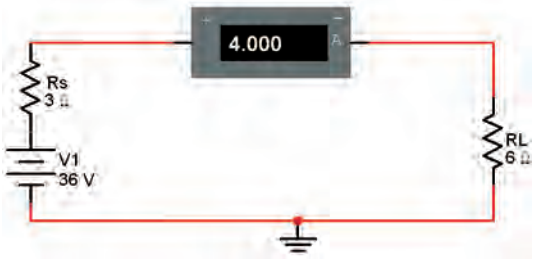


شکل ۱-۱۴ مدار تمرین ۳

۱-۴ آزمایش۴: تبدیل منابع ولتاژ و جریان به یکدیگر

۱-۴-۱ در بسیاری ازموارد برای ساده کردن یک شبکه‌ی ساده می‌توانیم منابع ولتاژ و جریان را به یک‌دیگر تبدیل کنیم. در این قسمت چگونگی اجرای این فرآیند را توسط نرم‌افزار مولتی‌سیم بیان خواهیم کرد.

۱-۴-۲ مـدار شـکل ۱-۱۵ را روی میز آزمایشـگاهی نرم‌افزار مولتی‌سیم ببندید.



شکل ۱-۱۵ منبع ولتاژ و مقاومت داخلی آن

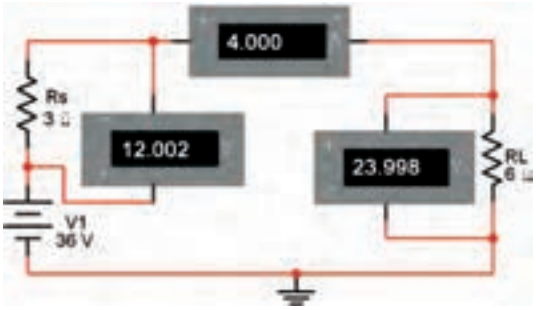
۱-۴-۳ مقادیر ولتاژ دو سر هر مقاومت و جریان مداررا محاسبه کنید.

$$V_1 = V_S$$

$$I = \frac{V_S}{R_T} = \frac{V_S}{R_S + R_L}$$

$$V_L = IR_L = \ldots\ldots V \quad , \quad V_{R_S} = IR_S = \ldots\ldots V$$

۱-۴-۴ مقادیر ولتاژ و جریان مدار را طبق شکل ۱-۱۶ با استفاده از ولت‌متر و آمپرمتر اندازه بگیرید و یادداشت کنید.



شکل ۱-۱۶ اندازه‌گیری مقادیر ولتاژ و جریان

$I = ...mA$

$V_{R_S} = ...V$

$V_{R_L} = ...V$

سؤال ۱۰: مقادیر محاسبه شده و اندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کنید. آیا تقریباً با هم برابرند؟ توضیح دهید.

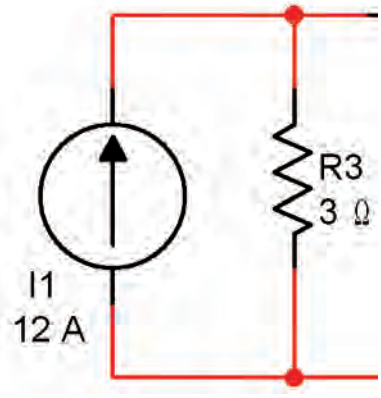
۱-۴-۵ مدار معادل منبع جریان شکل ۱-۱۵ را به دست می‌آوریم. با توجه به شکل ۱-۱۷ می‌توانیم مقادیر را محاسبه کنیم.

شکل ۱-۱۷ تبدیل منبع ولتاژ به منبع جریان

$$I = \frac{۳۶}{۳} = ۱۲A$$

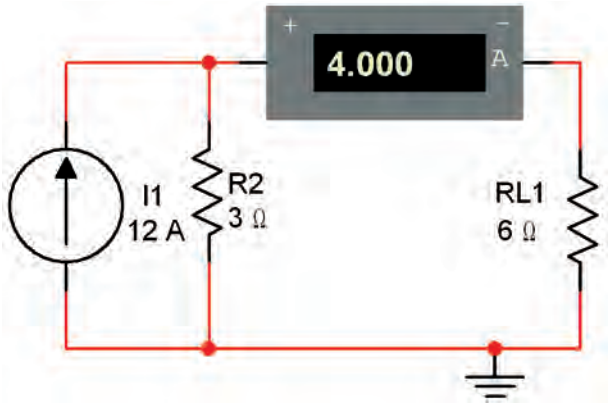
$$R_۲ = R_S = ۳\Omega$$

۱-۴-۶ مدار معادل به صورت شکل ۱-۱۸ در می‌آید.



شکل ۱-۱۸ مدار معادل منبع جریان

۱-۴-۷ مدار شکل ۱-۱۹ را ببندید. در این مدار از منبع جریان استفاده کرده‌ایم.



شکل ۱-۱۹ اتصال منبع جریان به مدار

۱-۴-۸ در شکل ۱-۱۹ مقدار جریان عبوری از بار را اندازه بگیرید.

$I_{R_{L۱}} = ...mA$

۱-۴-۹ شکل ۱-۱۶ را با شکل ۱-۱۹ مقایسه کنید. با کمی دقت متوجه می‌شوید که منبع جریان شکل ۱-۱۹ معادل منبع ولتاژ شکل ۱-۱۶ است. جریان‌های عبوری از مقاومت‌های بار (RL, RL۱) را با هم مقایسه کنید. آیا آن‌ها با هم برابرند؟ توضیح دهید.

۱-۴-۱۰ با توجه به تجربه‌ی انجام شده به آسانی می‌توانید منابع ولتاژ را به منابع جریان تبدیل کنید و با استفاده از این روش، حل مدارهای چند حلقه‌ای را به آسانی انجام دهید.

سؤال ۱۱: آیا می‌توانیم منابع جریان را با هم سری کنیم، در این حالت، منبع جریان معادل چگونه به دست می‌آید؟ توضیح دهید.

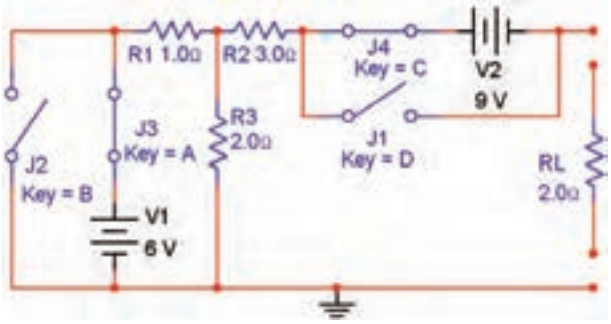
تمرین ۴: مقادیر قطعات مدار شکل ۱-۱۶ را به صورت زیر تغییر دهید و معادل منبع ولتاژ و منبع جریان آن را با نرم‌افزار به دست آورید.

$$V_{DC} = ۳۰V$$
$$R_S = ۲\Omega$$
$$R_L = ۱۵\Omega$$

۱-۵ آزمایش۵: اجرای عملی مدار معادل تونن با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم

۱-۵-۱ بر اساس قانون تونن می‌توانیم هر شبکه‌ی پیچیده‌ی چند حلقه‌ای را تبدیل به یک منبع ولتاژ و مقاومت سری با آن کنیم. با ساده شدن مدار به آسانی می‌توانیم جریان عبوری از بارهای مختلف را به دست آوریم. در این قسمت به تحلیل عملی مدار تونن در فضای نرم‌افزاری می‌پردازیم.

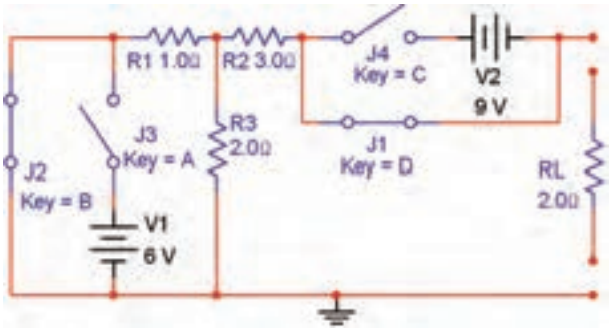
۱-۵-۲ مدار شکل ۱-۲۰ را در فضای نرم‌افزاری ببندید.



شکل ۱-۲۰ به دست آوردن مدار معادل تونن

همان‌طور که در شکل ۱-۲۰ مشاهده می‌شود برای این که بتوانیم منبع ولتاژ را اتصال کوتاه کنیم، از دو کلید استفاده کرده‌ایم. در شرایطی که کلیدهای J_1 و J_2 باز هستند مدار به صورت عادی کار می‌کند.

۱-۵-۳ برای به دست آوردن مدار معادل تونن باید مقاومت معادل تونن را به دست آوریم. برای این منظور کلیه‌ی منابع ولتاژ را اتصال کوتاه می‌کنیم. در شکل ۱-۲۱ این حالت را مشاهده می‌کنید.

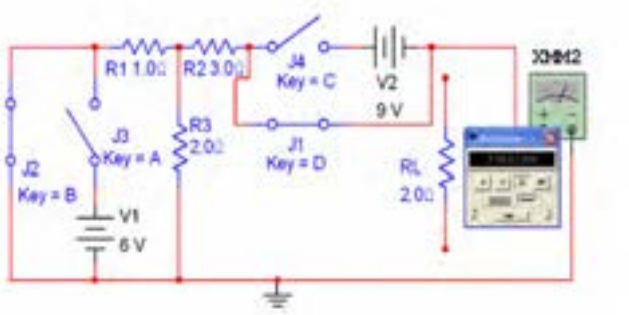


شکل ۱-۲۱ به دست آوردن مقاومت معادل تونن

همان‌طور که مشاهده می‌شود در این مدار کلیدهای J_3 و J_4 باز و کلیدهای J_1 و J_2 بسته هستند. به این ترتیب ضمن اتصال کوتاه شدن دو سر منابع ولتاژ، اثر آن نیز با کلیدهای J_3 و J_4 خنثی می‌شود.

۱-۵-۴ طبق شکل ۱-۲۲ مولتی‌متر را به خروجی مدار

اتصال دهید و مقاومت معادل را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.



شکل ۱-۲۲ اندازه‌گیری مقاومت معادل تونن

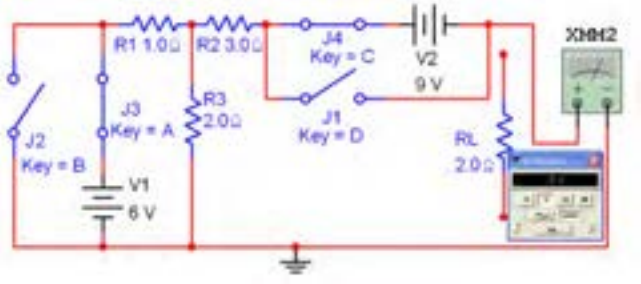
$R_{th} = ...\Omega$

۱-۵-۵ مقدار مقاومت معادل تونن را محاسبه کنید و نتیجه را بنویسید.

$R_{th} = ...\Omega$

سؤال ۱۲: آیا مقادیر اندازه‌گیری شده با مقادیر محاسبه شده تقریباً با هم برابر است؟ توضیح دهید.

۱-۵-۶ کلیدها را مطابق شکل ۱-۲۰ تغییر دهید و ولتاژ خروجی را طبق شکل ۱-۲۳ با مولتی‌متر اندازه بگیرید. این ولتاژ معادل ولتاژ تونن است.



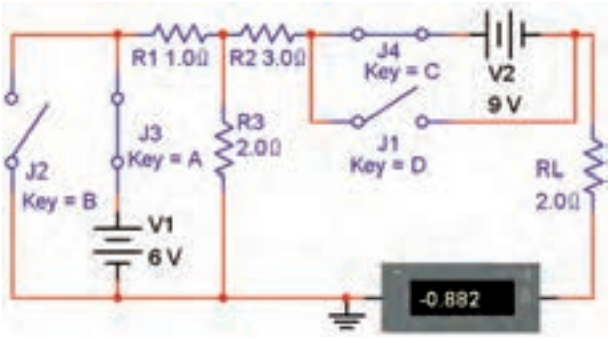
شکل ۱-۲۳ اندازه‌گیری ولتاژ معادل تونن

۱-۵-۷ با توجه به مطالبی که در کتاب مدارهای الکتریکی آموخته‌اید ولتاژ معادل تونن را محاسبه کنید و مقدار آن را به دست آورید.

$V_{th} = ...V$

سؤال ۱۳: آیا مقدار محاسبه شده برای ولتاژ معادل تونن با مقدار اندازه‌گیری شده تقریباً برابر است؟ توضیح دهید.

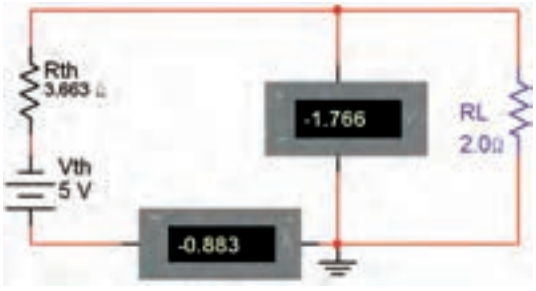
۱-۵-۸ مقاومت بار را طبق شکل ۱-۲۴ به خروجی وصل کنید و جریان خروجی را اندازه بگیرید.



شکل ۱-۲۴ اندازه‌گیری جریان عبوری از مقاومت بار

$I_{R_L} = ...mA$

۱-۵-۹ طبق شکل ۱-۲۵ مدار معادل تونن را تشکیل دهید و جریان عبوری از مقاومت بار را اندازه بگیرید.



شکل ۱-۲۵ اندازه‌گیری جریان بار
با استفاده از مدار معادل تونن

$$I_{R_L} = ...mA$$

سؤال ۱۴: آیا مقادیر اندازه‌گیری شده برای R_L در مدار اصلی و در مدار معادل تونن تقریباً برابر است؟ توضیح دهید.

سؤال ۱۵: به چه دلیل مقدار ولتاژ معادل تونن در مدار مورد بحث منفی به دست آمده است؟ توضیح دهید.

تمرین ۵: با استفاده از آمپرمتر در مدار شکل ۲۴-۱ مقادیر جریان‌های عبوری از مقاومت‌های R_1, R_2 و R_3 را اندازه بگیرید و مقادیر I_1, I_2 و I_3 را یادداشت کنید. سپس مقادیر جریان‌ها را محاسبه نمائید و جدول ۲-۱ را کامل کنید.

جدول۲-۱ مقادیر جریان‌ها در مدار شکل ۲۴-۱ مربوط

	I_1	I_2	I_3
اندازه‌گیری			
محاسبه			

سؤال ۱۶: آیا مقادیر با هم مطابقت دارند؟ توضیح دهید.

سؤال ۱۷: مقدار V_{th} از کدام‌یک از روابط زیر قابل محاسبه است؟ توضیح دهید.

$$V_{th} = R_1 I_1 + R_2 I_2 \quad (1)$$
$$V_{th} = R_3 I_3 + R_2 I_2 \quad (2)$$
$$V_{th} = R_1 I_1 + R_3 I_3 \quad (3)$$

تمرین ۶: در شکل ۲۰-۱ جهت منبع ولتاژ V2 را معکوس کنید و مقدار Vth را به دست آورید.

$$V_{th} = ...V$$

تمرین ۷: مقادیر مقاومت‌ها و منابع ولتاژ را تغییر دهید و مقاومت معادل تونن را اندازه بگیرید. این مراحل را آن‌قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

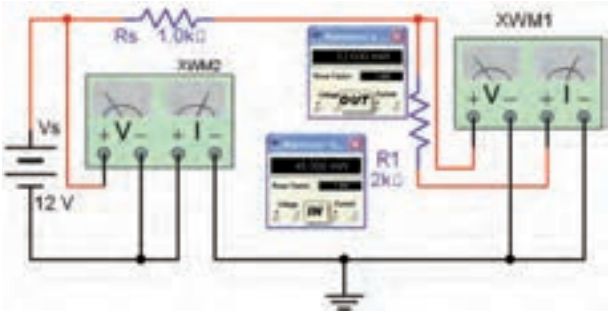
۱-۵-۱۰ با استفاده از آموخته‌های خود مدار معادل نورتن را برای شکل ۲۰-۱ و شکل ۲۵-۱ به دست آورید. توجه داشته باشید که مقاومت معادل نورتن همان مقاومت معادل تونن است. جریان نورتن عبارت از جریانی است که از مسیر اتصال کوتاه ایجاد شده در دو سر بار R_L می‌گذرد.

۶-۱ آزمایش ۶: انتقال ماکزیمم توان به بار

۱-۶-۱ در یک مدار زمانی ماکزیمم توان به بار منتقل می‌شود که مقدار مقاومت داخلی با مقاومت بار برابر باشد. هم‌چنین در صورتی که مقدار مقاومت بار در مقایسه با

مقاومت داخلی منبع خیلی بزرگ باشد، بیش‌ترین ولتاژ به بار انتقال می‌یابد. چنان‌چه مقدار مقاومت بار خیلی کم‌تر از مقاومت داخلی منبع باشد، بیش‌ترین جریان از بار عبور می‌کند. در این قسمت به تحلیل تطابق ولتاژ، جریان و توان منبع با بار به وسیله‌ی نرم‌افزار مولتی‌سیم می‌پردازیم.

۱-۶-۲ مدار شکل ۱-۲۶ را درروی میز آزمایشگاه مجازی مولتی‌سیم ببندید. با استفاده از این مدار می‌خواهیم چگونگی انتقال توان را به بار بررسی کنیم. همان‌طور که مشاهده می‌شود یک وات‌متر در خروجی (دو سر بار) و یک وات‌متر در ورودی (دو سر منبع) قرار داده‌ایم.



شکل ۱-۲۶ اندازه‌گیری توان خروجی با مقاومت‌های بار مختلف

۱-۶-۳ مقدار مقاومت R_L را طبق جدول ۱-۳ تغییر دهید و در هر حالت توان کل منبع و توان خروجی را اندازه‌گیری کنید و مقادیر را در جدول بنویسید.

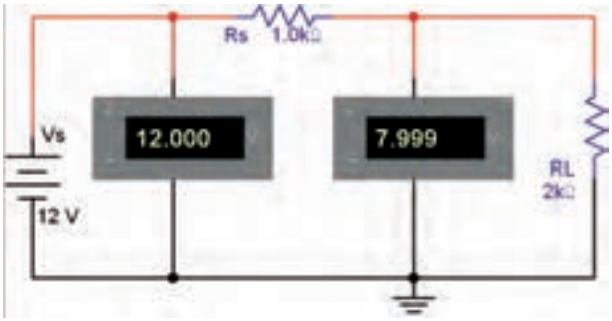
جدول ۱-۳ اندازه‌گیری توان خروجی برای مقاومت‌های مختلف بار

مقاومت R_L	۰/۵KΩ	۱KΩ	۳KΩ	۱۰KΩ	۲۰KΩ
توان ورودی (mW)					
توان خروجی (mW)					

۱-۶-۴ جدول ۱-۳ را مورد بررسی قرار دهید. در کدام یک از مقاومت‌ها، بیش‌ترین توان به بار می‌رسد. آیا قضیه‌ی تطابق توان در این اندازه‌گیری صادق است؟ توضیح دهید.

تمرین ۸: مقدار مقاومت R_S را به ۲۰۰Ω و مقدار ولتاژ منبع را به ۲۴ ولت تغییر دهید و مراحل ۱-۶-۳ را تکرار کنید.

۱-۶-۵ مدار شکل ۱-۲۷ را روی میز آزمایشگاه مجازی ببندید.



شکل ۱-۲۷ انتقال بیش‌ترین توان به بار

۱-۶-۶ مقدار مقاومت بار را با توجه به جدول ۱-۴ تغییر دهید و مقدار ولتاژ ورودی و ولتاژ بار را در هر مرحله اندازه بگیرید.

جدول ۱-۴ انتقال ولتاژ ماکزیمم به بار

R_L	۲KΩ	۵KΩ	۱KΩ	۱۰KΩ	۱۰۰KΩ
V_L	۷/۹۹۹				
V_i	۱۲				

۱-۶-۷ در چه شرایطی بیش‌ترین ولتاژ به بار منتقل می‌شود؟ شرح دهید.

سؤال ۱۸: اگر مقاومت بار برابر با ∞ (بی‌نهایت) باشد چه مقدار از ولتاژ تولیدی توسط منبع به بار می‌رسد؟ توضیح دهید.

تمرین ۹: انتقال ولتاژ ماکزیمم به بار را با مقادیر مختلف R_S، V_S و R_L انجام دهید. این مرحله را آن‌قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

تمرین ۱۰: چگونگی انتقال جریان ماکزیمم به بار را روی مدار شکل ۲۷-۱ تمرین کنید و نتایج به دست آمده را توضیح دهید.

سؤال ۱۹: در صورتی که مقاومت $R_L = 0$ باشد، چه شرایطی در مدار ایجاد می‌شود؟ توضیح دهید.

۸-۶-۱ نتایج حاصل از این آزمایش را به طور خلاصه بنویسید.