



گزارش کار آزمایشگاه مدار الکتریکی

تهیه و تنظیم: فاطمه فضیلت پور

آزمایشگاه ۹۲۵۶



آزمایش شماره ۱

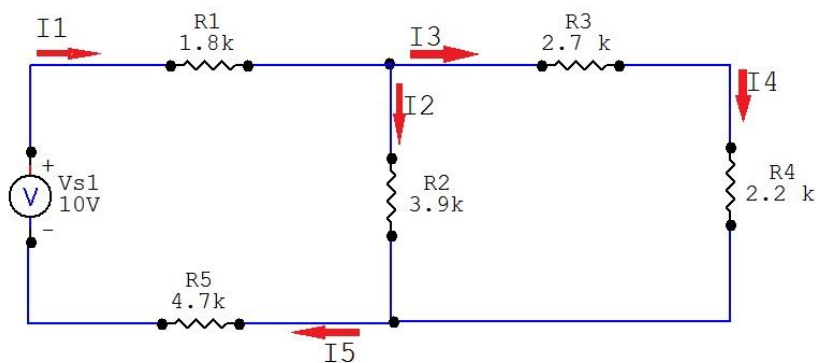
قوانین ولتاژ و جریان کیرشهف

هدف آزمایش: ارزیابی درستی قانون ولتاژ کیرشهف (KVL) و قانون جریان کیرشهف (KCL) با استفاده از معادلات حلقه و گره در مدار مورد نظر

وسایل مورد نیاز:

مقاومت های ۱.۸ و ۲.۷ و ۳.۹ و ۲.۲ و ۴.۷ کیلو اهم، منبع تغذیه ۱۰ ولت، مولتی متر، برد بورد، سیم رابط.

شرح مدار:



تئوری آزمایش:

طبق قوانین کیرشهف جمع جبری همه ولتاژها در هر مسیر بسته در مدار صفر است. همچنین جمع جبری تمامی جریان های ورودی و خروجی در یک گره صفر است. با استفاده از این قوانین روابط زیر حاصل میشود:

$$R_{th}=8.67 \Rightarrow V=R_{th} \times I_s \Rightarrow 10=8.67 \times I_s \Rightarrow I_s=I_1=1.15$$

KCL:

$$I_1=I_2+I_3$$

$$I_3=I_4$$

$$I_5=I_1$$

KVL:

$$I_1R_1+I_2R_2+I_5R_5=V \Rightarrow (1.15 \times 1.8) + (I_2 \times 3.9) + (1.15 \times 4.7) = 10 \Rightarrow I_2=0.83$$

$$1.15=0.83+I_3 \Rightarrow I_3=0.32$$

Result:

$$I_1=1.15 \text{ mA}$$

$$I_2=0.83 \text{ mA}$$

$$I_3=0.32 \text{ mA}$$

$$I_4=0.32 \text{ mA}$$

$$I_5=1.15 \text{ mA}$$

$V_1=2.07v$

$V_2=3.23v$

$V_3=0.86v$

$V_4=0.70v$

$V_5=5.40v$

روش انجام کار:

مدار فوق را بسته و منبع تغذیه را در حد ۱۰ ولت تنظیم می کنیم. با استفاده از مولتی متر مقادیر جریان و ولتاژ هر مقاومت را اندازه گیره کرده و در جدول زیر یادداشت می کنیم.

	R(K Ω)	Measured Value		Nominal Value	
		V(volts)	I(mA)	V(volts)	I(mA)
1	1.8	2.04	1.2	2.07	1.15
2	3.9	2.48	0.70	3.23	0.83
3	2.7	0.96	0.57	0.86	0.32
4	2.2	1.10	0.57	0.70	0.32
5	4.7	5.32	1.08	5.40	1.15

محاسبه خطا:

$$error\% = \frac{|Nominal Value - Measured Value|}{Nominal Value} \times 100$$

#	R(K Ω)	Error of V	Error of I
1	1.8	1.4%	4.3%
2	3.9	23.2%	15.6%
3	2.7	11.6%	78.1%
4	2.2	57.4%	78.1%
5	4.7	1.4%	6.08%

آزمایش شماره ۲

تقسیم ولتاژ و جریان

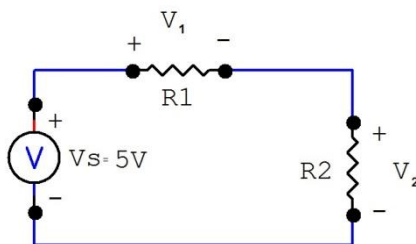
هدف آزمایش: ارزیابی درستی ویژگی های تقسیم ولتاژ و جریان در مدارهای مقاومتی سری و موازی

وسایل مورد نیاز:

مقاومت های 1.8 و 3.9 و 1 کیلو اهم، منبع تغذیه ۱۰ ولت و ۵ ولت، مولتی متر، برد بورد، سیم رابط.

تئوری آزمایش و شرح مدار:

به کمک تقسیم ولتاژ در مدار سری می توان بخشی از ولتاژ کلی را روی هر عنصر مقاومتی محاسبه کنیم. به طور مثال برای مدار شکل زیر روابط V_1 و V_2 برقرار است.

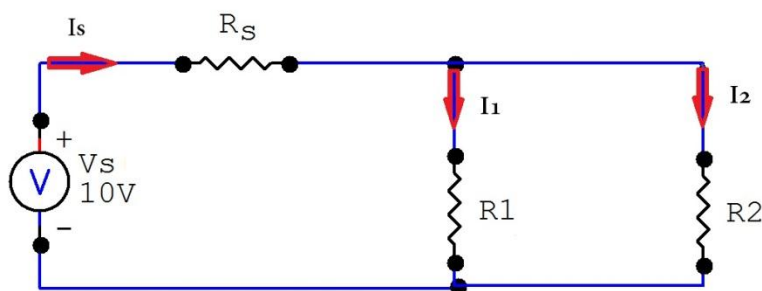


مدار شماره یک ۱

$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot V_S$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_S$$

به کمک تقسیم ولتاژ در مدار سری می توان بخشی از ولتاژ کلی را روی هر عنصر مقاومتی محاسبه کنیم.



مدار شماره دو ۱

به عنوان مثال برای مدار فوق داریم:

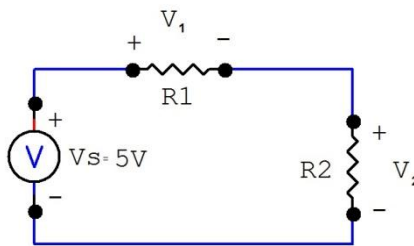
$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_S$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I_S$$

روش انجام کار:

تقسیم ولتاژ:

مدار زیر را با استفاده از مقاومت های مشخص شده می بندیم و منبع تغذیه را به ترتیب روی ۱۰ و ۵ ولت تنظیم می کنیم. با استفاده از مولتی متر مقادیر ولتاژ هر مقاومت را اندازه گیری کرده و در جدول زیر یادداشت می کنیم. سپس مقادیر اندازه گیری شده را با مقادیر محاسبه شده تطبیق می دهیم.



$$R_1 = 1.8 \text{ K}\Omega$$

$$R_2 = 3.9 \text{ K}\Omega$$

$$R_3 = 1 \text{ K}\Omega$$

$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot V_s = \frac{1.8}{3.9 + 1.8} \cdot 10 = 3.15 \text{ v}$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_s = \frac{3.9}{1.8 + 3.9} \cdot 10 = 6.84 \text{ v}$$

$V_s = 10\text{v}$	محاسبه	اندازه گیری
V_1	3.15 v	3.20 v
V_2	6.84 v	7.06 v

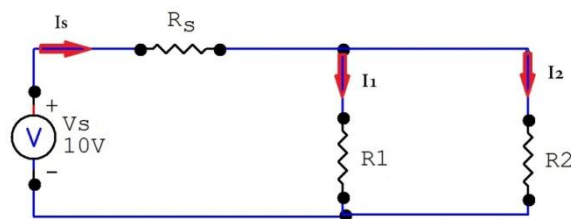
$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot V_s = \frac{1.8}{3.9 + 1.8} \cdot 5 = 1.57 \text{ v}$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_s = \frac{3.9}{1.8 + 3.9} \cdot 5 = 3.42 \text{ v}$$

$V_s = 5\text{v}$	محاسبه	اندازه گیری
V_1	1.57 v	1.59 v
V_2	3.42 v	3.44 v

تقسیم جریان:

مدار زیر را با استفاده از مقاومت های مشخص شده می بندیم و منبع تغذیه را به ترتیب روی ۱۰ و ۵ ولت تنظیم می کنیم. با استفاده از مولتی متر مقادیر جریان هر مقاومت را اندازه گیری کرده و در جدول زیر یادداشت می کنیم. سپس مقادیر اندازه گیری شده را با مقادیر محاسبه شده تطبیق می دهیم.



$$R_{th} = 2.23 \text{ K}$$

$$I_s = \frac{V_s}{R_{th}} = \frac{10}{2.23} = 4.48$$

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_s = \frac{3.9}{1.8 + 3.9} * 4.48 = 3.06 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I_s = \frac{1.8}{1.8 + 3.9} * 4.48 = 1.41 \text{ A}$$

$V_s=10\text{v}$	محاسبه	اندازه گیری
I_s	4.48	3.9
I_1	3.06	3.1
I_2	1.41	0.8

$$I_s = \frac{V_s}{R_{th}} = \frac{5}{2.23} = 2.24 \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_s = \frac{3.9}{1.8 + 3.9} * 2.24 = 1.53 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I_s = \frac{1.8}{1.8 + 3.9} * 2.24 = 0.70 \text{ A}$$

$V_s=5\text{v}$	محاسبه	اندازه گیری
I_s	2.24	1.86
I_1	1.53	1.51
I_2	0.70	0.39

سوالهای مربوط به گزارش کار:

۱. مقادیر خوانده شده چقدر با مقادیر محاسبه شده سازگار هستند؟ مقادیر با هم سازگار هستند و تفاوت‌های اندک موجود

مربوط به خطای دستگاه‌ها و خطای انسانی می باشد.

۲. آیا می توانید تقسیم جریان را برای بدست آوردن جریان های I_1 و I_2 در مدار شکل سه به کار ببرید؟ خیر به دلیل اینکه

جریان I_1 پس از عبور از مقاومت R_1 خود تقسیم می شود و از مقاومت‌های دیگر عبور می کند، بنابراین روابط تقسیم جریان درباره آن صدق نمی کند.

آزمایش شماره ۳

تناسب و جمع آثار

هدف آزمایش: تحقیق درستی قضیه های تناسب و جمع آثار

وسایل مورد نیاز:

مقاومت های 1 و 2.7 و 3.9 کیلو اهم، منبع تغذیه، مولتی متر، برد بورد، سیم رابط.

تئوری آزمایش و شرح مدار:

قضیه تناسب: طبق این قضیه ولتاژ خروجی مدار با اندازه منبع متناسب است و این تناسب خطی است و از رابطه زیر بدست می آید:

$$V_{out} = k.V_{in}$$

قضیه جمع آثار: بیان می کند که پاسخ یک مدار خطی با چند منبع برابر حاصل جمع پاسخ های ناشی از منابع مستقلی است که به تنهایی به مدار اعمال شده اند.

روش انجام کار:تناسب:

مدار زیر را با استفاده از مقاومت های مشخص شده می بندیم و منبع تغذیه را به ترتیب روی مقادیر مشخص شده در جدول تنظیم می کنیم، ولتاژ خروجی که ولتاژ دوسر مقاومت R2 است را در جدول یادداشت می کنیم. مشاهده می شود که ولتاژ خروجی به نسبت k تغییر می کند و وابسته به ولتاژ ورودی است. در این شکل ولتاژ ورودی با VS نمایش داده شده است و ولتاژ خروجی ولتاژ دو سر مقاومت R2 می باشد.

مقدار k با استفاده از تحلیل زیر بدست می آید:

جریان کلی I که از مقاومت R3 می گذرد با احتساب مقاومت معادل به شکل زیر بدست می آید:

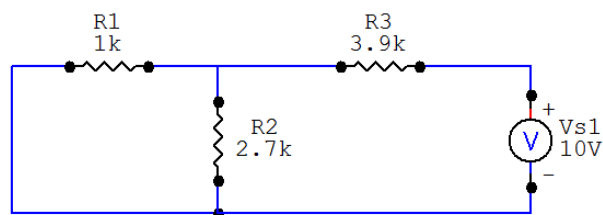
$$R_{th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = \frac{1 \times 2.7}{1 + 2.7} + 3.9 = 4.62$$

$$I = \frac{V_{in}}{R_{th}} = \frac{V_{in}}{4.62}$$

برای محاسبه ولتاژ خروجی معادله حلقه ای که شامل مقاومت های R2 و R3 و ولتاژ خروجی است به شکل زیر خواهد بود:

$$V_{out} = V_{in} - V_{R3} \Rightarrow V_{out} = V_{in} - IR_3 \Rightarrow V_{out} = V_{in} - \frac{V_{in}}{4.62} \times 3.9$$

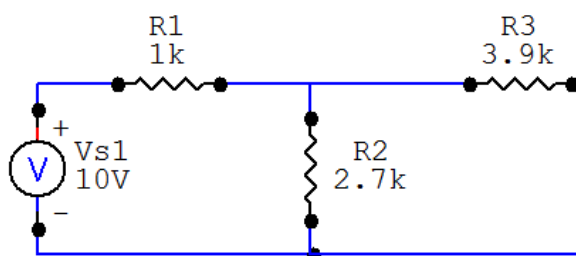
$$V_{out} = V_{in} \left(1 - \frac{3.9}{4.62}\right) \Rightarrow k = \left(1 - \frac{3.9}{4.62}\right) = 0.15$$



مدار شماره ۱

برای مدار فوق منبع تغذیه را روی مقادیر مشخص شده در جدول تنظیم کرده و ولتاژ دو سر مقاومت R2 را اندازه گیری می کنیم.

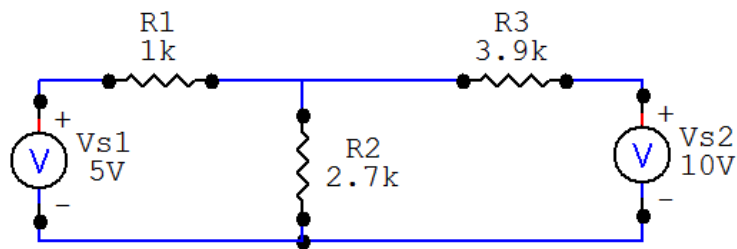
$V_s = V_{in}$	ولتاژ خروجی محاسبه شده	ولتاژ خروجی اندازه گیری شده	k
1	0.15	0.16	0.15
3	0.45	0.43	
5	0.75	0.80	
8	1.2	1.27	
10	1.5	1.57	



مدار شماره ۲

$V_s = V_{in}$	ولتاژ خروجی محاسبه شده	ولتاژ خروجی اندازه گیری شده	k
1	0.61	0.67	0.61
3	1.83	1.93	
5	3.05	3.19	
8	4.88	5.07	
10	6.1	6.3	

جمع آثار:



مدار شماره ۳

برای مدار فوق ولتاژ دوسر مقاومت R2 را اندازه گیری می کنیم. مشاهده می شود که مقدار اندازه گیری شده حاصل جمع مقادیری است که در دویخش قبل اندازه گیری کردیم:

مقادیر اندازه گیری شده به شرح زیر است:

$$V_{out} = V_{out1} + V_{out2} = 3.19 + 1.57 = 4.76$$

مقادیر محاسبه شده به شرح زیر است:

$$V_{out} = V_{out1} + V_{out2} = 3.05 + 1.5 = 4.55$$

مقدار اندازه گیری شده:

$$V_{out} = 4.66$$

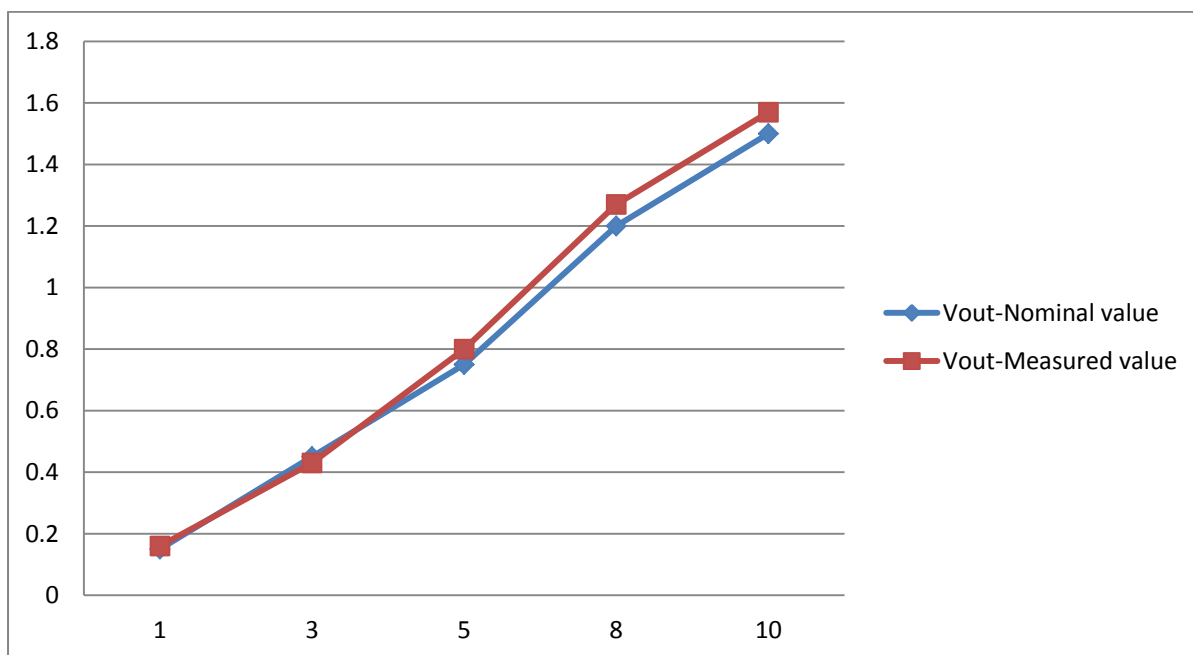
سوالات مربوط به گزارش کار:

مقدار اندازه گیری شده با مقدار محاسبه شده اندکی تفاوت دارد و دلیل آن خطای موجود در اندازه گیری می باشد.

$$E_{measured} = \frac{|4.66 - 4.55|}{4.55} \times 100 = 2.4\%$$

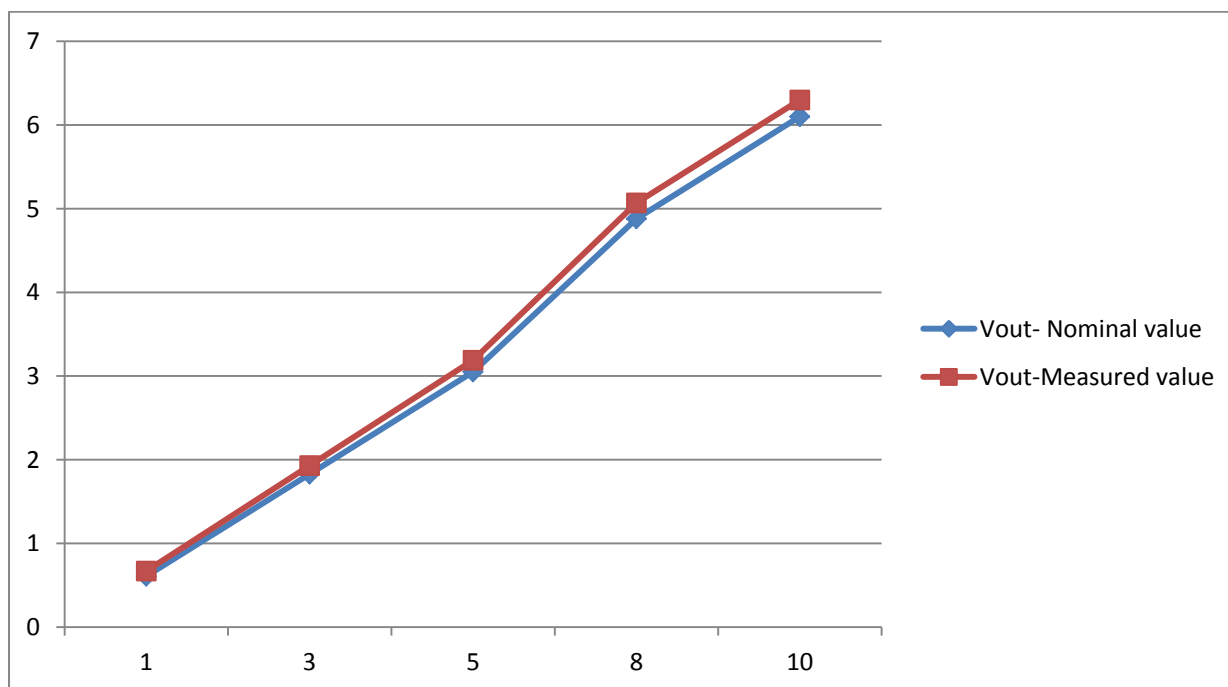
$$E_{nominal} = \frac{|4.66 - 4.76|}{4.76} \times 100 = 2.1\%$$

نمودار مدار شماره ۱: ولتاژ خروجی بر حسب ولتاژ ورودی مدار شماره ۱



شیب = ۰.۱۵

نمودار مدار شماره ۲: ولتاژ خروجی بر حسب ولتاژ ورودی مدار شماره ۲



شیب = ۰.۶۱

آزمایش شماره ۴

مدار معادل تونن

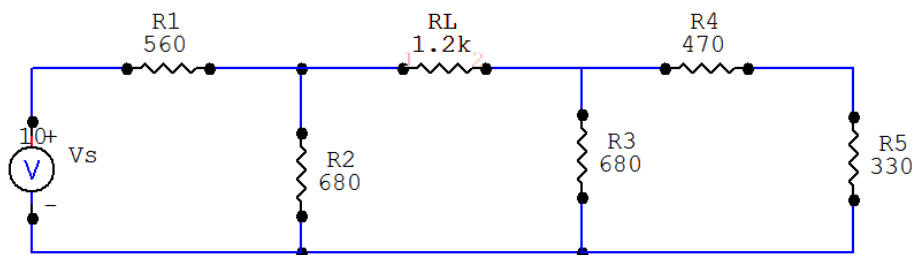
هدف آزمایش: تحقیق درستی قضیه تونن با بدست آوردن ولتاژ معدل تونن و مقاومت معادل تونن

وسایل مورد نیاز:

تعدادی مقاومت، منبع تغذیه، مولتی متر، برد بورد، سیم رابط.

تئوری آزمایش و شرح مدار:

قضیه تونن روشی است که با استفاده از آن یک مدار پیچیده الکتریکی که دارای مقاومت خطی و منبع تغذیه است را می توان با یک مدار ساده شامل یک منبع ولتاژ مستقل و یک مقاومت معادل سری با آن جایگزین کرد. یک کاربرد عمده قضیه تونن جایگزین کردن یک قسمت پیچیده و وقت گیر از مدار با یک مدار معادل ساده می باشد.



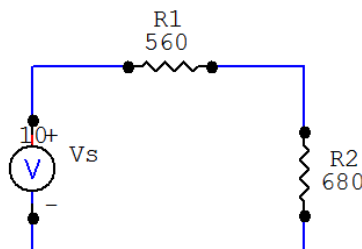
مدار شماره ۴

برای محاسبه ولتاژ معادل تونن (V_{th}) ابتدا R_L را مدار باز کرده و ولتاژ دو سر آنرا محاسبه می کنیم:

$$V_{th} = V_1 - V_2$$

به دلیل اینکه R_L را مدار باز کرده ایم از سمت راست مدار جریانی عبور نمی کند بنابراین: $V_{th} = V_1$ که ولتاژ دو سر مقاومت R_2 می باشد. در واقع با باز کردن مقاومت R_L ، مدار شکل زیر حاصل می گردد، که در آن ولتاژ دوسر مقاومت R_2 را محاسبه می کنیم.

$$V_{th} = V_{R2}$$



مدار شماره ۵

$$V_{R2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_s = \frac{680}{560 + 680} \times 10 = 5.4$$

$$V_{th} = 5.4 \text{ v}$$

برای محاسبه مقاومت معادل تونن منابع مستقل را حذف می کنیم. به این ترتیب که منبع ولتاژ را اتصال کوتاه کرده و منبع جریان را مدار باز می کنیم. سپس مقاومت معادل تونن را از دید RL محاسبه می کنیم. در این روش نیز RL را مدار باز می کنیم. در این صورت:

$$R_{th} = R1 || R2 + (R3 || (R4 + R5))$$

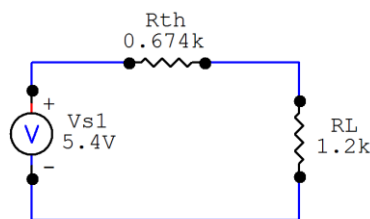
$$R1 || R2 = \frac{560 \times 680}{560 + 680} = 307.09$$

$$R4 + R5 = 800$$

$$R3 || 800 = \frac{800 \times 680}{800 + 680} = 367.56$$

$$R_{th} = 307.09 + 367.56 = 674.65 \Omega$$

$$R_{th} = 0.674 k\Omega$$



مدار شماره ۶

بر اساس مدار فوق ولتاژ دو سر مقاومت RL با یک حلقه KVL به روش زیر محاسبه می شود:

$$I = \frac{5.4}{0.647 + 1.2} = 2.92 mA$$

$$V_{RL} = V_s - V_{Rth}$$

$$V_{RL} = 5.4 - (0.674 \times 2.92)$$

$$V_{RL} = 3.56 V$$

روش انجام کار:

مدار شماره ۴ را بسته و منبع تغذیه را روی ۱۰ ولت تنظیم می کنیم. ولتاژ دو سر مقاومت RL را با استفاده از مولتی متر اندازه گیری می کنیم، مقدار اندازه گیری شده برابر است با ۳.۵۶ v می باشد که به مقدار حاسبه شده در مرحله محاسبات بسیار نزدیک است.

مقاومت RL را از مدار جدا کرده و ولتاژ را از دو سر محل قبلی مقاومت RL را با استفاده از مولتی متر اندازه گیری می کنیم. که در آزمایش ما این مقدار برابر با 5.5 v می باشد که بسیار نزدیک به مقدار محاسبه شده در بخش محاسبات است.

در مرحله ی بعد، منبع ولتاژ را از مدار جدا کرده و آنرا با اتصال کوتاه جایگزین می کنیم. مانند مرحله قبل مقاومت RL را از مدار جدا کرده و با استفاده از مولتی متر مقاومت کل مدار را با از دید محل مقاومت RL اندازه گیری می کنیم. که در آزمایش ما این مقدار برابر با ۶۸۸ اهم بود که باز هم نزدیک به مقدار محاسبه شده در بخش محاسبات می باشد.

سوالات مربوط به گزارش کار:

مقدار خطای محاسبات در جدول زیر آمده است:

	Nominal value	Measured value	Error%
V_{RL}	3.43 v	3.70 v	7.87
R_{th}	0.674 k Ω	0.688 k Ω	2.07
V_{th}	5.4 v	5.5 v	1.85

