

یا لطیف



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده مهندسی برق

گزارش کار آزمایشگاه اندازه گیری و مدار های الکتریکی

آزمایش شماره ۲: قوانین KVL و KCL

تهیه کننده و نویسنده:

رضا آدینه پور

استاد مربوطه:

جناب آقای مهندس ملکی

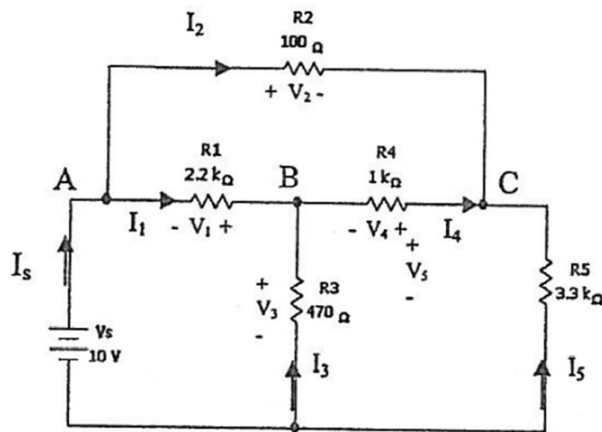
تاریخ تهیه و ارائه:

آبان ماه ۱۳۹۹

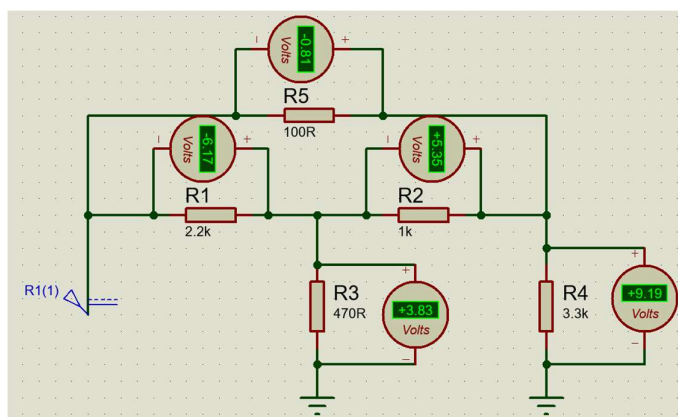
قانون KVL: جمع جبری ولتاژها در یک حلقه از مدار برابر است با صفر.

قانون KCL: جمع جبری جریان‌های وارد شونده و خارج شونده به یک گره برابر با صفر است.

مدار تحت آزمایش به صورت زیر است:



ابتدا مدار را به صورت زیر در نرم افزار می بندیم و ولتاژ دوسر هر مقاومت را با استفاده از ولت متر اندازه گیری میکنیم.

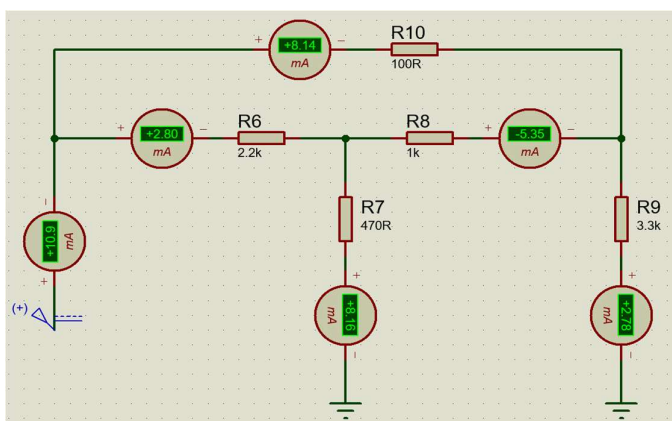


نتایج به دست آمده را در جدول زیر گردآوری کردیم.

V_s ولت	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
۱۰	-۶,۱۷	-۰,۸۱	۳,۸۳	۵,۳۵	۹,۱۹

در قسمت بعد با استفاده از آمپر متر جریان های شاخه هارا به دست می آوریم.

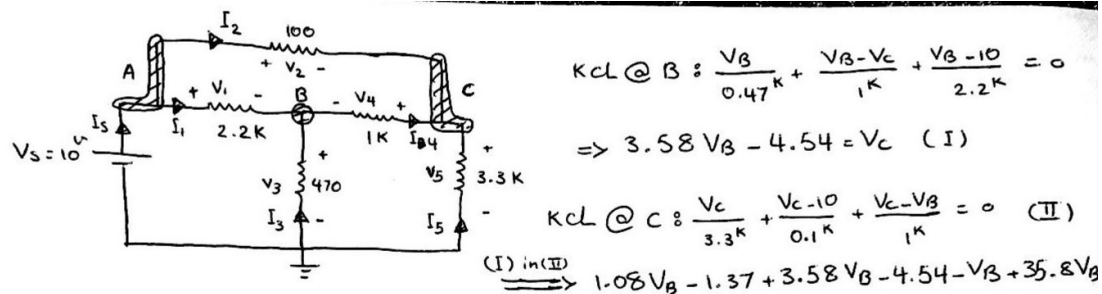
مدار به صورت زیر است:



مقادیر بدست آمده با منبع ولتاژ ده ولتی به صورت زیر است:

میلی آمپر I_s	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5
۱۰,۹	۲,۸۰	۸,۱۴	۸,۱۶	-۵,۳۵	۲,۷۸

قانون KCL را در گره های A و B و C و D می نویسیم و صحت آن را با مدار شبیه سازی شده بررسی می کنیم.



$$\Rightarrow V_C = 3.58 (3.83) - 4.54 = 9.1714 \quad , \quad V_A = V_S = 10$$

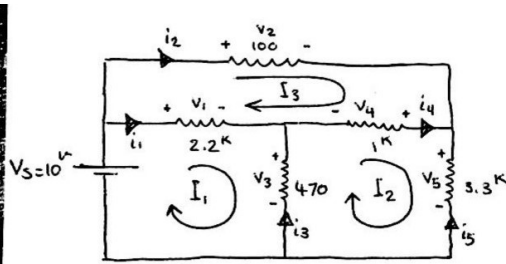
مقدار ولتاژها توسط نرم افزار

$$\begin{cases} V_1 = V_A - V_B = 6.17V \rightarrow -6.17 \\ V_2 = V_A - V_C = 0.8286V \rightarrow -0.81 \\ V_3 = V_B - 0 = 3.83V \rightarrow 3.83 \\ V_4 = V_C - V_B = 5.3414V \rightarrow 5.35 \\ V_5 = V_C - 0 = 9.1714V \rightarrow 9.19 \end{cases}$$

مقدار جریانها توسط نرم افزار

$$\begin{cases} I_1 = \frac{V_A - V_B}{2.2} = 2.80mA \rightarrow 2.80 \\ I_2 = \frac{V_A - V_C}{0.1} = 8.286mA \rightarrow 8.14 \\ I_3 = \frac{V_B - 0}{0.47} = 8.14mA \rightarrow 8.16 \\ I_4 = \frac{V_B - V_C}{1} = -5.34mA \rightarrow -5.35 \\ I_5 = \frac{V_C - 0}{3.3} = 2.77mA \rightarrow 2.78 \end{cases}$$

این بار با استفاده از قانون KVL صحت شبیه سازی را بررسی می کنیم.



$$\text{KVL @ } I_1: -10 + 2.2(I_1 - I_3) + 0.47(I_1 - I_2) = 0$$

$$\Rightarrow 2.67 I_1 - 2.2 I_3 - 0.47 I_2 = 10 \quad (\text{I})$$

$$\text{KVL @ } I_2: 1(I_2 - I_3) + 3.3(I_2) + 0.47(I_2 - I_1) = 0$$

$$\Rightarrow 4.77 I_2 - I_3 - 0.47 I_1 = 0 \quad (\text{II})$$

$$\text{KVL @ } I_3: 0.1 \times I_3 + 1(I_3 - I_2) + 2.2(I_3 - I_1) = 0$$

$$\Rightarrow 3.3 I_3 - I_2 - 2.2 I_1 = 0 \quad (\text{III})$$

$$\begin{cases} 2.67 I_1 - 2.2 I_3 - 0.47 I_2 = 10 \\ -0.47 I_1 - I_3 + 4.77 I_2 = 0 \\ -2.2 I_1 + 3.3 I_3 - I_2 = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow I_1 = 10.9^{mA}, I_2 = 2.78^{mA}, I_3 = 8.13^{mA}$$

$$i_1 = I_1 - I_3 = 2.77 \xrightarrow{\text{مقدار اندازه گیری شده توسط نرم افزار}} 2.80$$

$$i_2 = I_3 = 8.13 \xrightarrow{\quad\quad\quad} 8.14$$

$$i_3 = I_2 - I_1 = -8.12 \xrightarrow{\quad\quad\quad} 8.16$$

$$i_4 = I_2 - I_3 = -5.35 \xrightarrow{\quad\quad\quad} -5.35$$

$$i_5 = -I_2 = -2.78 \xrightarrow{\quad\quad\quad} 2.78$$

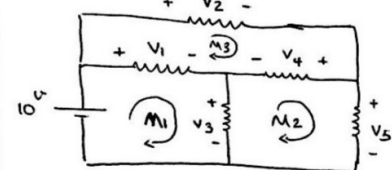
$$\begin{aligned} V_1 &= i_1 \times 2.2 = 6.094 \\ V_2 &= i_2 \times 0.1 = 0.813 \\ V_3 &= i_3 \times 0.47 = -3.81 \\ V_4 &= i_4 \times 1 = -5.35 \\ V_5 &= i_5 \times 3.3 = -9.174 \end{aligned}$$

می بینیم که در هر دو روش مقادیر به دست آمده با مقدار قابل توجهی خطا، تقریباً برابر به دست آمده است که این مهر تاییدی بر قوانین ولتاژ و جریان کیرشهف است.

آیا می توان تنها با اندازه گیری دو ولتاژ، مدار را حل کرد؟ بله

پس سبباً استفاده از دو ولتاژی شدن $\rightarrow 2 = 3 - 1 = 1$ - تعداد آنها : تعداد متغیرها : متغیر ولتاژ
ولتاژهای سایر عناصر به دست آورده
اما باید دقت شود که این دو ولتاژ انتخابی نباید بهم شکل میهن دهند.

بر مثال اگر ولتاژها $V_1 = 6.17$ و $V_4 = 5.34$ انتخاب شود، سایر ولتاژها به صورت زیر محاسب می شوند:



$$\text{KVL @ } M_1: -10 + 6.17 + V_3 = 0 \Rightarrow V_3 = 3.83$$

$$\text{KVL @ } M_2: -V_4 + V_5 - 3.83 = 0 \Rightarrow V_5 = 9.17$$

$$\text{KVL @ } M_3: +V_2 + 5.34 - 6.17 = 0 \Rightarrow V_2 = 0.83$$

آیا می توان تنها با اندازه گیری سه جریان ، مدار را حل کرد؟

خیر با استفاده از سه جریان مستقل سایر جریان ها به دست آورد چدن؟

مداخل 4 جریان $\rightarrow 4 = 6 - 3 + 1 =$ تعداد دروها - تعداد شاخه ها : مستقل جریان
لازم است

اگر به جای منبع ولتاژ V_s یک منبع جریان قرار دهیم، چند اندازه گیری ولتاژ و چند اندازه گیری جریان لازم است؟

اگر به جای منبع ولتاژ ، منبع جریان و بدو دانست ، هیچ تفاوتی در تعداد متغیرهای مستقل ولتاژ و جریان ایجاد نمیشود و برابر بدست آوردن هم ولتاژها حداقل 2 ولتاژ و برابر بدست آوردن هم جریان ها حداقل 4 جریان می باشد .