



آزمایشگاه فیزیک عمومی ۲

دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف

دستیار آموزشی: سرکار خانم صدری

پاییز ۱۴۰۲



دوشنبه صبح - گروه A۴

معین آعلی - ۴۰۱۱۰۵۵۶۱

امیرحسین صوری - ۴۰۱۱۰۶۱۸۲

امیرحسین شهیدی - ۴۰۱۱۰۶۱۳۶

فهرست عناوین

۱. عنوان آزمایش: ۲
۲. هدف آزمایش: ۲
۳. وسایل مورد نیاز برای آزمایش: ۲
۴. نکاتی که باید حین آزمایش مورد توجه قرار گیرند: ۲
۵. شرح آزمایش: ۳
- ۵.۱. محاسبه مقدار مقاومت از روی حلقه‌های رنگی آن و سپس اندازه‌گیری آن با استفاده از مولتی‌متر ۳
- ۵.۲. بررسی قوانین کیرشهف ۳
- ۵.۳. تعیین مقاومت مجهول ۵
۶. پرسش‌ها: ۶

تاریخ انجام آزمایش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۱

۱. عنوان آزمایش:

بررسی قوانین حلقه و کیرششف به همراه قانون پل وتستون.

۲. هدف آزمایش:

هدف اصلی از این انجام این آزمایش بررسی قوانین حلقه و کیرششف به همراه استفاده از این قوانین برای به دست آوردن مقاومت مجهول می باشد که یکی از روش های آن روش پل وتستون است که از قوانین کیرششف به دست می آید.

۳. وسایل مورد نیاز برای آزمایش:

- منبع تغذیه (دوکاناله)
- بردبرد
- ولت متر، آمپر متر، گالوانومتر
- رئوستا (مقاومت متغیر قابل تنظیم)
- مقاومت های الکتریکی
- سیم های رابط (۱۲ عدد)

۴. نکاتی که باید حین آزمایش مورد توجه قرار گیرند:

- برای محاسبه ولتاژ دو سر هر المان (مثل مقاومت)، ولت متر باید به صورت موازی با المان در مدار قرار بگیرد.
- برای محاسبه جریان گذرنده از هر المان (مثل مقاومت)، آمپر متر یا گالوانومتر باید به صورت متوالی با المان در مدار قرار بگیرد.
- برای تنظیم کردن ولتاژ منبع تغذیه، ابتدا ولتاژ آن باید صفر شود، پیچ جریان تا انتها باز شود، سپس ولتاژ روی مقدار خواسته شده قرار بگیرد.
- دقت شود که دکمه استندبای منبع ولتاژ باید خاموش باشد.

۵. شرح آزمایش:

۵/۱. محاسبه مقدار مقاومت از روی حلقه‌های رنگی آن و سپس اندازه‌گیری آن با استفاده از مولتی‌متر

۵ مقاومت ترکیبی در اختیار داریم که ابتدا با استفاده از حلقه‌های رنگی روی آن و با استفاده از جدول زیر مقدار مقاومت آن‌ها محاسبه شده و در جدول ۲ به ترتیب آمده اما با توجه به جدول رنگ‌های هر مقاومت را در آن قسمت معرفی می‌کنیم.

جدول ۱:

حلقه رنگ	سیاه	قهوه‌ای	قرمز	نارنجی	زرد	سبز	آبی	بنفش	خاکستری	سفید
حلقه اول	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
حلقه دوم	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
حلقه سوم	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
حلقه چهارم	خطا:			اگر حلقه نداشته باشد $\pm 20\%$			نقره‌ای $\pm 10\%$		طلایی $\pm 5\%$	

- ۱) $R_1 = 390 \Omega$ (نارنجی، سفید، قهوه‌ای) ۲) $R_2 = 220 \Omega$ (قرمز، قرمز، قهوه‌ای) ۳) $R_3 = 47 \Omega$ (زرد، بنفش، سیاه)
- ۴) $R_4 = 47 \Omega$ (زرد، بنفش، سیاه) ۵) $R_5 = 100 \Omega$ (قهوه‌ای، سیاه، سیاه)

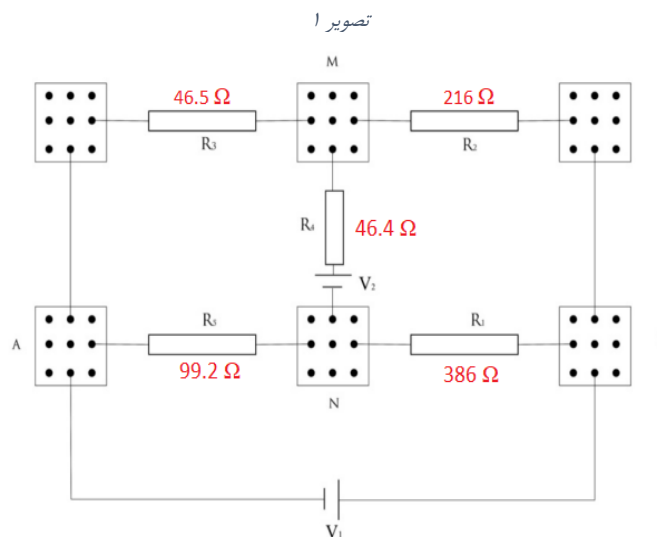
سپس مقدار هر مقاومت را با استفاده از مولتی‌متر خوانده و در جدول زیر وارد می‌کنیم:

جدول ۲:

$R_1 = 390 \Omega$	$R_2 = 220 \Omega$	$R_3 = 47 \Omega$	$R_4 = 47 \Omega$	$R_5 = 100 \Omega$
۳۸۶	۲۱۶	۴۶.۵	۴۶.۴	۹۹.۲

۵/۲. بررسی قوانین کیرشهف

- ابتدا با استفاده از مقاومت که در جدول بالا مقادیر آن‌ها را یافتیم مدار زیر را می‌بندیم.
- $V_1 = 5V$ و $V_2 = 8V$ را تنظیم می‌کنیم.
- با استفاده از آمپر متر جریان در هر شاخه را اندازه‌گیری می‌کنیم و سپس قانون اول کیرشهف یا همان گره (KCL) را برای آن می‌نویسیم و تحقیق می‌کنیم.



جدول زیر را پس از بستن مدار و اندازه گیری توسط آمپر متر پر می کنیم:

جدول ۳:

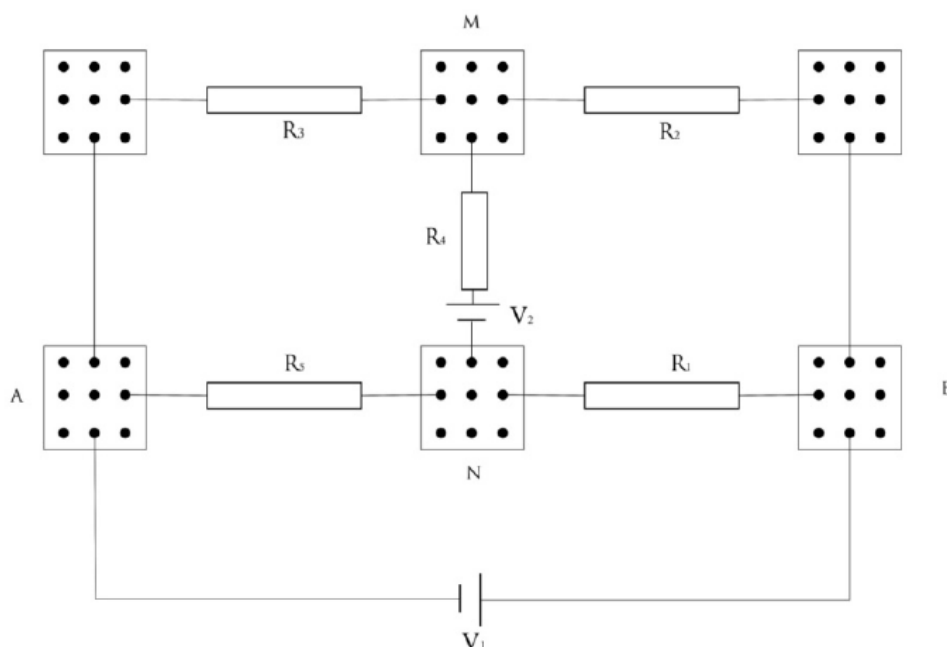
جریان هر شاخه (mA)	I_{R_1}	I_{R_2}	I_{R_3}	I_{R_4}	I_{R_5}
	۲۰.۲	۱۰.۱	۵۹.۵	۴۹.۱	۲۹.۰

- در همین مدار اختلاف پتانسیل دو سر هر مقاومت را اندازه می گیریم و در جدول ۴ وارد می کنیم.

جدول ۴:

افت پتانسیل دو سر مقاومت (V)	V_{R_1}	V_{R_2}	V_{R_3}	V_{R_4}	V_{R_5}
	۷.۸	۲.۲۶	۲.۷۷	۲.۲۸	۲.۸۵

- قانون دوم کیرشهف یا همان حلقه (KVL) را در آن نوشته و تحقیق می کنیم:



KVL:

$$۱) R_3 I_{R_3} + R_4 I_{R_4} + V_2 + R_5 I_{R_5} = 0$$

$$۲) -V_2 + R_4 I_{R_4} + R_3 I_{R_3} + R_1 I_{R_1} = 0$$

$$۳) R_5 I_{R_5} + R_1 I_{R_1} + V_1 = 0$$

با جایگذاری مقادیر معلوم به این روابط می‌رسیم:

KVL:

$$۱) ۴۶.۵(-۵۹.۵) + ۴۶.۴(-۴۹.۱) + ۸۰۰۰ + ۹۹.۲(-۲۹.۰) = ۷۸.۲ \text{ mV} = ۰.۰۷۸ \text{ V}$$

$$۲) -۸۰۰۰ + ۴۶.۴(۴۹.۱) + ۲۱۶(-۱۰.۱) + ۳۸۶(۲۰.۲) = -۹۲.۲ \text{ mV} = -۰.۰۹۲ \text{ V}$$

$$۳) ۹۹.۲(۲۹.۰) + ۳۸۶(-۲۰.۲) + ۵۰۰۰ = ۷۹.۶ \text{ mV} = ۰.۰۷۹ \text{ V}$$

در مقیاس ولت، مقادیر به دست آمده با تقریب با صفر برابرند.

- از مقادیر معلوم مقاومت ها و ولتاژ های تنظیم به دست آمده، جریان را محاسبه می کنیم:

$$I_{R_1} = \frac{V_{R_1}}{R_1} = \frac{7.8}{386} \times 1000 \approx 20.21 \text{ mA}$$

$$I_{R_7} = \frac{V_{R_7}}{R_7} = \frac{2.26}{216} \times 1000 \approx 10.46 \text{ mA}$$

$$I_{R_7} = \frac{V_{R_7}}{R_7} = \frac{2.77}{46.5} \times 1000 \approx 59.57 \text{ mA}$$

$$I_{R_f} = \frac{V_{R_f}}{R_f} = \frac{2.28}{46.4} \times 1000 \approx 49.14 \text{ mA}$$

$$I_{R_\Delta} = \frac{V_{R_\Delta}}{R_\Delta} = \frac{2.85}{99.2} \times 1000 \approx 28.73 \text{ mA}$$

- مقدار خطای جریان، با توجه به نتایج بالا بدین صورت است:

$$\text{error value } I_1 = 20.2 - 20.21 = -0.01 \text{ mA}$$

$$\text{error percentage } I_1 = \frac{0.01}{20.21} \approx 0.05 \%$$

$$\text{error value } I_7 = 10.1 - 10.46 = -0.36 \text{ mA}$$

$$\text{error percentage } I_7 = \frac{0.36}{10.46} \approx 3.44 \%$$

$$\text{error value } I_7 = 59.5 - 59.57 = -0.07 \text{ mA}$$

$$\text{error percentage } I_7 = \frac{0.07}{59.57} \approx 0.12 \%$$

$$\text{error value } I_f = 49.1 - 49.14 = -0.04 \text{ mA}$$

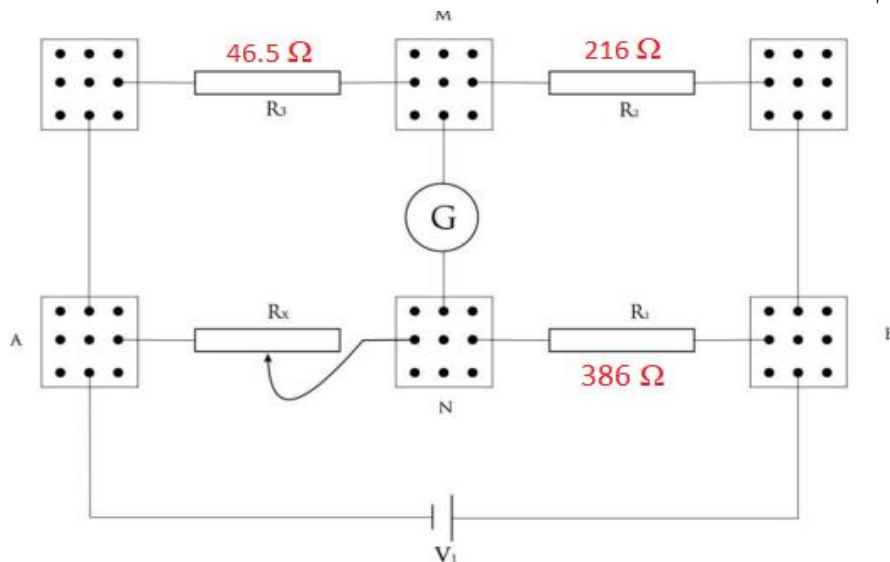
$$\text{error percentage } I_f = \frac{0.04}{49.14} \approx 0.08 \%$$

$$\text{error value } I_f = 29.0 - 28.73 = 0.27 \text{ mA}$$

$$\text{error percentage } I_f = \frac{0.27}{28.73} \approx 0.94 \%$$

۵/۳. تعیین مقاومت مجهول

- در مدار به جای مقاومت R_Δ و منبع V_2 را با یک گالوانومتر و مقاومت R_0 را با یک رئوستا جایگزین می کنیم. (مداری مطابق شکل زیر به دست می آوریم).



- مقاومت رنوستا را طوری تنظیم می کنیم که گالوانومتر جریان صفر را نشان دهد.
- اختلاف پتانسیل دو سر R_x و جریان عبوری از آن را اندازه گرفته و در جدول ۵ وارد می کنیم.

جدول ۵:

$V_{R_x} \text{ (V)}$	۰.۸۹
$I_{R_x} \text{ (mA)}$	۱۰.۴

- مقدار مقاومت را ابتدا بر اساس جدول بالا می یابیم سپس مقدار آن را با استفاده از رابطه پل وتستون می یابیم و این دو مقدار را با هم مقایسه کرده و خطا را گزارش می دهیم:

$$R'_x = \frac{V_{R_x}}{I_{R_x}} = \frac{0.89^V}{(10.4 \times 10^{-3})^A} \approx 85.57 \Omega$$

حال طبق رابطه ی پل وتستون داریم:

$$R_x R_2 = R_3 R_1 \longrightarrow R_x = \frac{R_3 R_1}{R_2} = \frac{46.5 \times 386}{216} \approx 83.09 \Omega$$

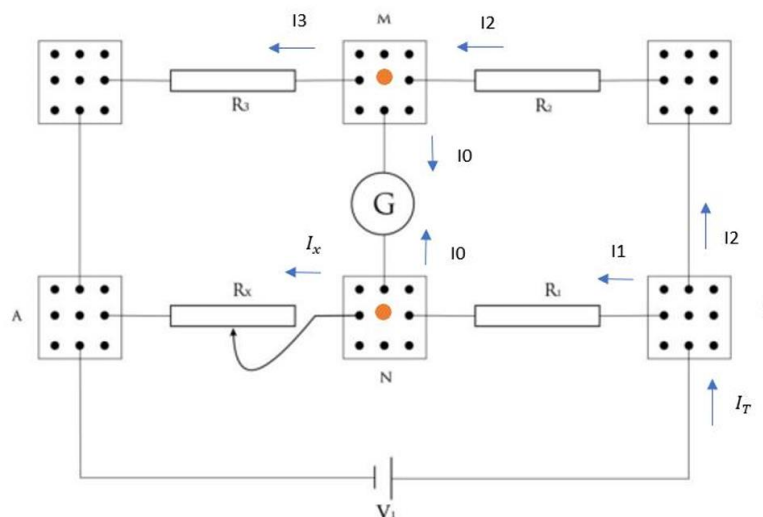
حال میزان خطای مقدار مورد انتظار و مقدار واقعی را محاسبه می کنیم:

$$\frac{|R'_x - R_x|}{R_x} \times 100 \approx \%2.78$$

۶. پرسش ها:

- رابطه $R_1 R_3 = R_x R_2$ را در مدار شکل ۳ ثابت کنید.

با توجه به شکل زیر، رابطه فوق را اثبات میکنیم:



از قوانین KCL و KVL استفاده می کنیم:

$$\begin{cases} I_0 = I_2 - I_3 = 0 \longrightarrow I_2 = I_3 \\ I_0 = I_1 - I_x = 0 \longrightarrow I_1 = I_x \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_{MB} = V_{MA} \longrightarrow I_2 R_2 = I_3 R_3 \longrightarrow \frac{I_2 R_2}{I_1 R_1} = \frac{I_3 R_3}{I_x R_x} \longrightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_3}{R_x} \longrightarrow R_x R_2 = R_3 R_1 \\ V_{NB} = V_{NA} \longrightarrow I_1 R_1 = I_x R_x \end{cases}$$