

نام و نام خانوادگی: دانیال حمدی	شماره دانشجویی: ۹۷۳۱۱۱۱
روز و ساعت آزمایشگاه: چهارشنبه - ۱۰ تا ۱۲:۳۰	نام مربی: استاد صداقت جلیل‌آبادی

هدف آزمایش: به کار بردن قوانین کیرشهف در مدارهای الکتریکی

وسایل آزمایش: منبع تغذیه ی DC (دو عدد)، مقاومت (سه عدد)، آوومتر (مولتی‌متر)، سیم‌های رابط

تئوری آزمایش (با ترسیم مدار الکتریکی):

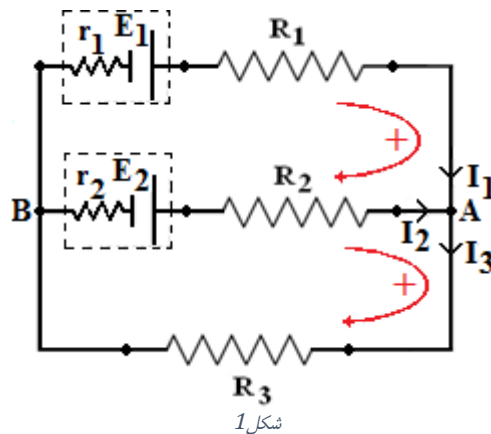
قوانین کیرشهف:

۱. Kirchhoff Current Law (KCL): طبق این قانون، جمع جبری جریان‌های ورودی و خروجی یک گره (محل تقاطع سه سیم یا بیش‌تر)، برابر صفر می‌باشد. این قضیه از پایستگی بار و عدم امکان تجمع بار در رساناها ناشی می‌شود.

۲. Kirchhoff Voltage Law (KVL): طبق این قانون، جمع تمام اختلاف‌های ولتاژ طی پیمایش یک حلقه (مسیری با شروع و پایان یکسان) در مدار، برابر صفر می‌باشد. این قضیه از پایستگی انرژی حاصل می‌شود.

به کمک این دو قانون، با نوشتن معادلات کافی، می‌توانیم جریان و اختلاف ولتاژ تمام نقاط مدار را به دست آوریم.

مثال:



معادله KCL در نقطه ی A:

$$\sum I = 0 \rightarrow I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

معادلات KVL:

$$E_1 - E_2 = R_1 I_1 + R_1 I_1 + r_1 I_1 - R_2 I_2 + r_2 I_2$$

$$E_2 = R_2 I_2 + r_2 I_2 + R_3 I_3$$

روش انجام آزمایش:

۱. مداری مطابق شکل ۱ را تشکیل دهید.
۲. سه مقاومت داده شده را با استفاده از کدهای رنگی بخوانید، و با کمک یک ولت‌متر، اختلاف پتانسیل دو سر منبع تغذیه V_1 و V_2 را در حالتی که مدار بسته است، اندازه بگیرید و در جدول ۱ ثبت کنید. توجه کنید برای یک منبع تغذیه (و یا باتری) رابطه‌ی $E = V + rI$ برقرار است.
۳. جریان هر شاخه را با توجه با قانون اهم $I = \frac{V}{R}$ محاسبه کنید. برای انجام این کار، با موازی قرار دادن ولت‌متر با مقاومت مربوطه، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت را تعیین کنید. محدوده‌ی خطای جریان را با استفاده از روش لگاریتمی $\Delta I = I \left(\frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta R}{R} \right)$ محاسبه کنید، و در جدول ۲ ثبت نمایید، و از آن جا قانون اول را برای گره A تحقیق کنید.
۴. جریان‌های I_1' ، I_2' و I_3' را با سری قرار دادن آمپر متر با مقاومت‌های R_1 ، R_2 و R_3 از روی آمپر متر بخوانید، و در جدول ۳ ثبت کنید. قانون اول را برای نقطه‌ی A و قانون دوم را برای حلقه‌های ۱ و ۲ تحقیق نمایید.
۵. با توجه به مقادیر جدول ۱ که اندازه گرفتید، سه معادله بر حسب I'' تشکیل داده، جریان‌ها را محاسبه کنید و در جدول شماره ۴ بنویسید.
۶. نتایج محاسبه شده از روش سه معادله و سه مجهول را با نتایج اندازه‌گیری شده از روش‌های قبلی مقایسه کرده، و اختلاف درصد آن‌ها را محاسبه کنید و در جدول ۵ ثبت کنید.

بخش ۲		آزمایش ۳: تحقیق قوانین کیرشهف	
نام و نام خانوادگی: دانیال حمدی		شماره دانشجویی: ۹۷۳۱۱۱۱	
روز و ساعت آزمایشگاه: چهارشنبه - ۱۰ تا ۱۲:۳۰		نام مربی: استاد صداقت جلیل آبادی	

جدول زیر را با استفاده از روش‌های خواسته شده تکمیل کنید:

$R_1 + \Delta R_1 (\Omega)$ (کد رنگی)	$R_2 + \Delta R_2 (\Omega)$ (کد رنگی)	$R_3 + \Delta R_3 (\Omega)$ (کد رنگی)	$V_1 + \Delta V_1 (v)$	$V_2 + \Delta V_2 (v)$
100 ± 5	180 ± 9	470 ± 23	2.61 ± 0.01	2.87 ± 0.01

جدول ۱: مقادیر معلوم

محدوده‌ی خطای جریان را با استفاده از روش‌های لگاریتمی $\Delta I = I \left(\frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta R}{R} \right)$ محاسبه کنید، و در جدول ۲ ثبت نمایید.

$$\Delta I_1 = I_1 \left(\frac{\Delta V_1}{V_1} + \frac{\Delta R_1}{R_1} \right) = 2.29 \left(\frac{0.001}{0.229} + \frac{5}{100} \right) = 0.12 \text{ (mA)}$$

$$\Delta I_2 = I_2 \left(\frac{\Delta V_2}{V_2} + \frac{\Delta R_2}{R_2} \right) = 2.72 \left(\frac{0.001}{0.490} + \frac{9}{180} \right) = 0.14 \text{ (mA)}$$

$$\Delta I_3 = I_3 \left(\frac{\Delta V_3}{V_3} + \frac{\Delta R_3}{R_3} \right) = 5.06 \left(\frac{0.001}{2.380} + \frac{23}{470} \right) = 0.24 \text{ (mA)}$$

V_{R1} $\pm \Delta V_{R1} (v)$	V_{R2} $\pm \Delta V_{R2} (v)$	V_{R3} $\pm \Delta V_{R3} (v)$	I_1 $\pm \Delta I_1 (mA)$	I_2 $\pm \Delta I_2 (mA)$	I_3 $\pm \Delta I_3 (mA)$	$I_1 + I_2$ $- I_3 (mA)$
0.229 ± 0.001	0.490 ± 0.001	2.380 ± 0.001	2.29 ± 0.12	2.72 ± 0.14	5.06 ± 0.24	-0.05

جدول ۲: تحقیق قوانین کیرشهف با استفاده از نتایج قانون اهم

I'_1 $+ \Delta I'_1 (mA)$	I'_2 $+ \Delta I'_2 (mA)$	I'_3 $+ \Delta I'_3 (mA)$	$I'_1 + I'_2$ $- I'_3 (mA)$	$V_1 - V_2 - R_1 I'_1$ $+ R_2 I'_2 (v)$	$V_2 - R_2 I'_2$ $- R_3 I'_3 (v)$
2.31 ± 0.01	2.75 ± 0.01	5.07 ± 0.01	-0.01	0.004	-0.007

جدول ۳: تحقیق قوانین کیرشهف با استفاده از اندازه‌گیری مستقیم

معادلات کیرشهف:

$$\sum I = 0 \rightarrow I''_1 + I''_2 - I''_3 = 0$$

$$V_1 - R_1 I''_1 + R_2 I''_2 - V_2 = 0$$

$$V_2 - R_2 I''_2 - R_3 I''_3 = 0$$

حل معادلات:

$$I''_1 + I''_2 - I''_3 = 0$$

$$-100I''_1 + 180I''_2 = 2.87 - 2.61$$

$$-180I''_2 - 470I''_3 = -2.87$$

در نتیجه:

$$I''_1 = 2.32 \text{ (mA)}$$

$$I''_2 = 2.73 \text{ (mA)}$$

$$I''_3 = 5.05 \text{ (mA)}$$

$I''_1 \text{ (mA)}$	$I''_2 \text{ (mA)}$	$I''_3 \text{ (mA)}$
2.32	2.73	5.05

جدول 4: روش سه معادله و سه مجهول

$\frac{ I''_1 - I_1 }{I''_1} \times 100$	$\frac{ I''_2 - I_2 }{I''_2} \times 100$	$\frac{ I''_3 - I_3 }{I''_3} \times 100$
$\frac{2.32 - 2.29}{2.32} \times 100 = 1.2$	$\frac{2.73 - 2.72}{2.73} \times 100 = 0.3$	$\frac{ 5.05 - 5.06 }{5.05} \times 100 = 0.1$
$\frac{ I''_1 - I'_1 }{I''_1} \times 100$	$\frac{ I''_2 - I'_2 }{I''_2} \times 100$	$\frac{ I''_3 - I'_3 }{I''_3} \times 100$
$\frac{2.32 - 2.31}{2.32} \times 100 = 0.4$	$\frac{ 2.73 - 2.75 }{2.73} \times 100 = 0.7$	$\frac{ 5.05 - 5.07 }{5.05} \times 100 = 0.3$

جدول 5: مقایسه‌ی نتایج

همان‌طور که مشاهده می‌شود مقادیر اندازه‌گیری شده و مقادیر تئوری حداکثر 1.2% اختلاف دارند، که این مقدار ناشی از خطاهای اندازه‌گیری است.

جواب به سؤالات:

۱. قوانین کیرشهف، در حل معادلات، چه کمکی به ما می کنند؟

این قوانین می توانند به ما کمک کنند تا با داشتن تعدادی مقادیر معلوم کافی (مثلاً مقادیر معلوم مقاومت ها و منابع تغذیه) جریان و ولتاژ تمام شاخه های مدار را محاسبه کنیم.

در مورد نتایج به دست آمده بحث کنید:

در این آزمایش جریان های مدار شکل ۱ را به چندین روش مختلف به دست آوردیم. ابتدا به کمک ولت متر و قانون اهم، سپس به طور مستقیم با آمپر متر و در نهایت به کمک قوانین کیرشهف مقادیر مختلف گزارش شد. در نهایت دیدیم که اختلاف مقادیر اندازه گیری شده (ولت متر و آمپر متر) با مقادیر تئوری (قوانین کیرشهف) حداکثر 1.2% بود، که این خطا را می توان ناشی از خطای اندازه گیری دانست. البته در مقادیر گزارش شده توسط معادلات کیرشهف هم ممکن است خطای اندازه گیری داشته باشیم، چرا که مقادیر V_1 و V_2 این معادلات به کمک ولت متر گزارش شده بودند.

در نهایت از این آزمایش می توان نتیجه گرفت که به کمک قوانین کیرشهف به درستی می توان ولتاژ و جریان تمام شاخه های مدار را به دست آورد.