

بخش ۱

آزمایش ۳: تحقیق قوانین کیرشهف

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

هدف آزمایش: به کار بردن قوانین کیرشهف در مدارهای الکتریکی

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

تئوری آزمایش (با ترسیم مدار الکتریکی):

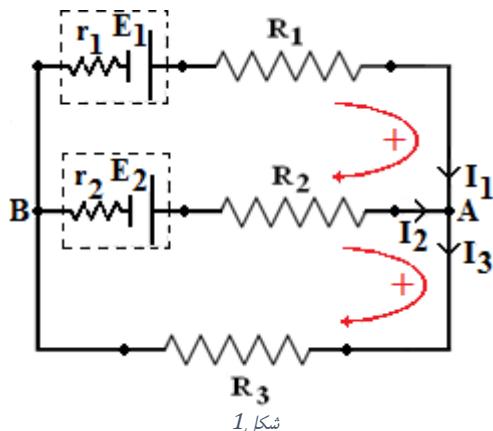
قوانین کیرشهف:

۱. KCL (Kirchhoff Current Law): 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 تجمعی بار در رساناها ناشی می‌شود.

۲. KVL (Kirchhoff Voltage Law): 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 A:

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

معادلات KVL:

$$E_1 - E_2 = R_1 I_1 + R_2 I_2 + r_1 I_1 - R_3 I_3 + r_2 I_2$$

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

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) رابطه $E = V + rI$ برقرار است.
۳. جریان هر شاخه را با توجه با قانون اهم $\frac{V}{R} = I$ محاسبه کنید. برای انجام این کار، با موازی قرار دادن ولتمتر با مقاومت مربوطه، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت را تعیین کنید. محدودهای 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 آمپرmetr با مقاومت‌های R_1, R_2 و R_3 از روی آمپرmetr 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 مجھول 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 موبی: استاد صداقت جلیل ابادی

جدوال 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 2: 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 3: تحقیق قوانین کیرشهف با استفاده از اندازه‌گیری مستقیم

معادلات کیوشف:

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

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

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

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: مقایسه نتایج

همان طور که مشاهده می شود مقادیر اندازه گیری شده و مقادیر تئوری حداقل 1.2% اختلاف دارند، که این مقدار ناشی از خطاهای اندازه گیری است.

جواب به سؤالات:

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

این قوانین می‌توانند به ما کمک کنند تا با داشتن تعدادی مقادیر معلوم مقاومت‌ها و منابع تنذیه) جریان و ولتاژ تمام شاخه‌های مدار را محاسبه کنیم.

در مورد نتایج به دست آمده بحث کنید:

در این آزمایش جریان‌های مدار شکل ۱ را به چندین روش مختلف به دست آوردیم. ابتدا به کمک ولتمتر و قانون اهم، سپس به طور مستقیم با آمپرmetr و در نهایت به کمک قوانین کیرشهف مقادیر مختلف گزارش شد. در نهایت دیدیم که اختلاف مقادیر اندازه‌گیری شده (ولتمتر و آمپرmetr) با مقادیر تئوری (قوانين کیرشهف) حداقل ۱.۲% بود، که این خطای را می‌توان ناشی از خطای اندازه‌گیری دانست. البته در مقادیر گزارش شده توسط معادلات کیرشهف هم ممکن است خطای اندازه‌گیری داشته باشیم، چرا که مقادیر V_1 و V_2 این معادلات به کمک ولتمتر گزارش شده بودند.

در نهایت از این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که به کمک قوانین کیرشهف به درستی می‌توان ولتاژ و جریان تمام شاخه‌های مدار را به دست آورد.