

آزمایش شماره ۴

اندازه‌گیری مقاومت به روش ولتمتر-آمپر متر

هدف آزمایش

(۱) آشنایی با اندازه‌گیری ولتاژ و جریان مستقیم

(۲) اندازه‌گیری غیر مستقیم مقاومت

وسایل مورد نیاز

مقاومت‌های مختلف، سیم‌های رابط، آمپر متر، ولتمتر، کلید فشاری، رئوستا، منبع تغذیه

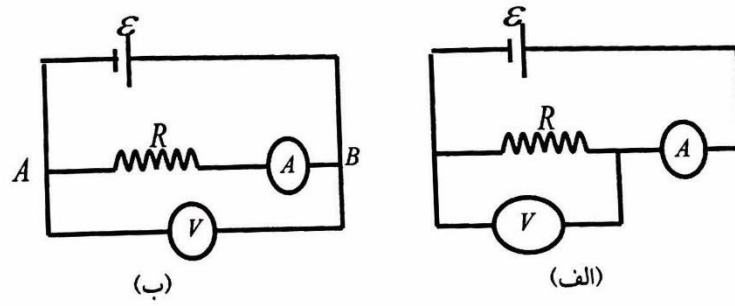
تئوری آزمایش

ساده ترین مدار الکتریکی شامل یک مقاومت است که دو سر آن به یک منبع تغذیه ولتاژ مستقیم وصل شده است. در اثر اختلاف پتانسیل ایجاد شده در دو سر مقاومت یک جریان الکتریکی از آن عبور خواهد کرد که در رابطه زیر صدق می‌کند:

$$V = RI \quad (۱)$$

کمیت‌های R, I, V را می‌توان با ولتمتر و آمپر متر و اهم متر اندازه‌گیری کرد و رابطه (۱) را تحقیق نمود. اگر وسایل اندازه‌گیری ایده آل بودند یعنی اگر مقاومت داخلی ولتمتر بینهایت و مقاومت داخلی آمپر متر صفر بود با استفاده از رابطه (۱) می‌توانستیم با اندازه‌گیری ولتاژ دو سر مقاومت و جریان عبوری از آن، مقاومت R را به طور دقیق اندازه‌گیری کنیم. اما از آنجا که این دستگاه‌ها دارای مقاومت داخلی هستند ممکن است هر یک از مدارهای شکل (۱-الف) و یا (۱-ب) را به کار ببریم. البته هیچیک از این مدارها جواب کاملاً دقیقی نخواهند داد و باید تصحیحاتی را در محاسبات خود وارد کنیم.

دانشگاه بوعلی سینا



شکل (۱)



داستانگاه بوعلی سینا

در شکل (۱-الف) همانطور که مشاهده می‌شود تمام جریانی که از باتری خارج می‌شود و آمپرتر نشان می‌دهد از مقاومت نمی‌گذرد زیرا قسمتی از جریان الکتریکی که آمپرتر نشان می‌دهد از مقاومت و قسمتی از آن از ولتمتر می‌گذرد. مقدار اندازه‌گیری شده مقاومت ($\hat{R}$) برابر است با:

$$\hat{R} = \frac{V}{I_A} \quad (2)$$

که V ولتاژ دو سر مقاومت و I_A جریان عبوری از آمپرتر است. از آنجا که مقاومت R با مقاومت داخلی ولتمتر (R_V) به طور موازی بسته شده است، $\hat{R}$ مقاومت معادل آنهاست. بنابراین داریم:

$$\frac{1}{\hat{R}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_V} \quad (3)$$

بنابراین مقاومت واقعی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$R = \frac{\hat{R}R_V}{R_V - \hat{R}} \quad (4)$$

اگر صورت و مخرج کسر را به R_V تقسیم کنیم خواهیم داشت:

$$R = \hat{R} \left(1 - \frac{\hat{R}}{R_V}\right)^{-1} \quad (5)$$

اگر $R_V \gg \hat{R}$ باشد عبارت داخل پرانتز را می‌توان بسط داد و از توان‌های دو به بالا صرف نظر کرد. به این ترتیب خواهیم داشت:

$$R = \hat{R} \left(1 + \frac{\hat{R}}{R_V}\right) \quad (6)$$

در شکل (۱-ب) همانطور که مشاهده می‌شود ولتاژی که ولتمتر نشان می‌دهد ولتاژ دو سر AB و نه ولتاژ دو سر مقاومت است. زیرا مقاومت داخلی آمپرتر صفر نیست. بنابراین حاصل تقسیم V به I در واقع معادل R و R_A است که با R'' نشان می‌دهیم.

$$R'' = \frac{V}{I} \quad (7)$$

با توجه به اینکه این مقاومت‌ها به صورت متوالی به هم بسته شده اند داریم:

$$R + R_A = R'' \quad (8)$$

بنابراین مقاومت واقعی برابر است با:

$$R = R'' - R_A \quad (9)$$

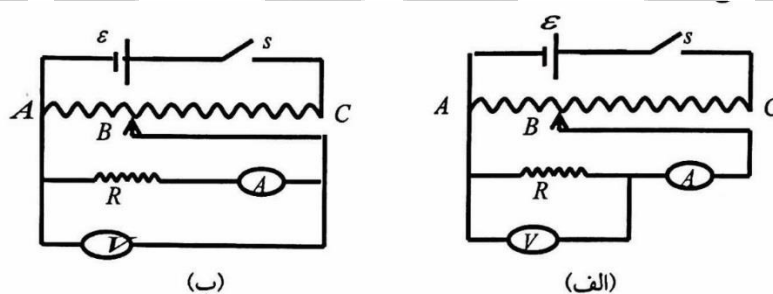
و یا :

$$R = R'' \left(1 - \frac{R_A}{R''}\right) \quad (10)$$

با توجه به روابط (۶) و (۱۰) می‌توان گفت اگر مقاومت R کوچک باشد مدار شکل (۱-الف) و اگر مقاومت R بزرگ باشد مدار شکل (۱-ب) مناسب است.

روش آزمایش

با استفاده از رئوستا، کلید فشاری، آمپر متر و ولت‌متر، مدار شکل (۲-الف) را ببندید. ابتدا لغزنده رئوستا را بر نقطه A منطبق کنید تا در شروع کار جریانی از آمپر متر عبور نکند. پس از تأیید مدار، منبع تغذیه را روشن و ولتاژ آن را $1/5$ ولت اختیار کنید. از پایانه‌ی 10mA آمپر متر و $1/5\text{Volt}$ ولت‌متر استفاده کنید. کلید S را فشار دهید و با نگاه کردن به آمپر متر و ولت‌متر لغزنده رئوستا را حرکت دهید تا جریان مناسبی از آمپر متر بگذرد. ولتاژ و جریان مناسب هنگامی است که عقربه‌ها تا حد امکان به آخر درجه بندی نزدیک شوند. لذا هر کدام از عقربه‌ها که سریعتر حرکت کنند می‌توان تا آخر درجه بندی رساند تا عقربه دیگر به مناسب ترین محل خود برسد. ولتاژ و جریان را اندازه‌گیری کرده و در جدول (۱) یادداشت کنید. با تقسیم V به I مقاومت R را حساب کرده و در جدول (۱) بنویسید. مقاومت داخلی ولت‌متر و آمپر متر نیز در جدول (۱) داده شده است. سپس با استفاده از رابطه (۶) مقاومت R_{x1} را حساب کرده و در همین جدول یادداشت نمایید. همین آزمایش را برای یک مقاومت دیگر (R_{x2}) تکرار کنید و نتایج را در جدول (۱) بنویسید.



شکل (۲)

درصد خطا	R (واقعی)	R (اندازه‌گیری شده)	V	I	R_v	R_A	
					7500Ω	24Ω	مقاومت R_{x1}
					7500Ω	24Ω	مقاومت R_{x2}

جدول (۱)

اینک مدار شکل (۲-ب) را ببندید. ولتاژ و جریان را اندازه‌گیری کرده و در جدول (۲) یادداشت کنید. با تقسیم V به I مقاومت R را حساب کرده و در جدول (۲) بنویسید. مقاومت داخلی ولت‌متر و آمپر‌متر را نیز در جدول (۲) یادداشت کنید. سپس با استفاده از رابطه (۱۰) مقاومت R_{x1} را حساب کرده و در همین جدول یادداشت نمایید. همین آزمایش را برای یک مقاومت دیگر (R_{x2}) تکرار کنید و نتایج را در جدول (۲) بنویسید.

درصد خطا	R (واقعی)	R (اندازه‌گیری شده)	V	I	R_v	R_A	
					7500Ω	24Ω	مقاومت R_{x1}
					7500Ω	24Ω	مقاومت R_{x2}

جدول (۲)

محاسبات، بررسی نتایج، پرسش‌ها

- نتایج خود را از این دو آزمایش کاملاً شرح دهید.
- با استفاده از مقادیر واقعی و اندازه‌گیری مقاومت، درصد انحراف را برای هر یک از دو مدار محاسبه کنید.
- اگر مقاومت بزرگ باشد کدامیک از دو مدار برای اندازه‌گیری مقاومت مناسب‌تر است و چرا؟
- اگر مقاومت کوچک باشد کدامیک از دو مدار برای اندازه‌گیری مقاومت مناسب‌تر است و چرا؟
- گر از مقدار مقاومت اطلاعی نداشته باشیم چگونه می‌توان فهمید که کدامیک از مدارها مناسب‌تر است؟

دانشگاه بوعلی سینا