

مقدمه:

فیزیک برق شاخه‌ای از علم فیزیک است که به بررسی پدیده‌های مربوط به بارهای الکتریکی، میدان‌های الکتریکی، جریان‌ها و نیروهای ناشی از آن‌ها می‌پردازد. این حوزه از علم، پایه و اساس بسیاری از فناوری‌های مدرن مانند الکترونیک، مخابرات، تولید و انتقال انرژی الکتریکی و کامپیوترها را تشکیل می‌دهد. مطالعه فیزیک برق از قرن هفدهم میلادی آغاز شد و با کارهای دانشمندانی همچون بنجامین فرانکلین، مایکل فارادی، جیمز کلرک ماکسول و آندره-ماری آمپر شکل گرفت. مفاهیمی مانند بار الکتریکی، جریان الکتریکی، ولتاژ، مقاومت، خازن، القاگر (سلف) و قوانین مهمی چون قانون اهم، قانون کولن و معادلات ماکسول از اصول پایه‌ای این علم به شمار می‌روند. در دنیای امروز، درک درست از فیزیک برق نه تنها برای دانشمندان و مهندسان، بلکه برای هر فردی که با فناوری‌های روز سروکار دارد، ضروری است. این دانش به ما کمک می‌کند تا عملکرد دستگاه‌های الکترونیکی را بهتر بفهمیم و از آن‌ها بهینه‌تر استفاده کنیم.

اندازه‌گیری جریان برق

جریان برق چیست؟

جریان برق (Electric Current): به جریان حرکت الکترون‌ها در یک مدار گفته می‌شود. واحد اندازه‌گیری آن آمپر (Ampere) است و با حرف **A** نمایش داده می‌شود.

چگونه جریان برق را اندازه‌گیری می‌کنیم؟

1. ابزار اندازه‌گیری: آمیتر - (Ammeter) آمیتر وسیله‌ای است که برای اندازه‌گیری جریان برق استفاده می‌شود. این دستگاه به صورت سری در مدار قرار می‌گیرد، چون جریان باید از آن عبور کند.



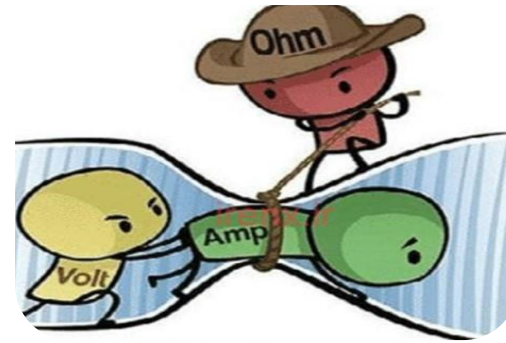
2. قرار دادن آمیتر در مدار برای اینکه جریان درست اندازه‌گیری شود: - آمیتر را مستقیماً در مسیر جریان قرار دهید (نه موازی -). (باید دقت شود که حداکثر جریان قابل تحمل آمیتر از جریان مدار بیشتر باشد).

نکات مهم:

اگر آمیتر را به طور اشتباه به صورت موازی وصل کنید، ممکن است دستگاه خراب شود. همیشه قبل از وصل کردن، تنظیمات را چک کنید که روی واحد آمپر (A) باشد.

رابطه‌ی جریان با ولتاژ و مقاومت (قانون اهم) برای محاسبه جریان می‌توان از قانون اوم استفاده کرد

قانون اهم (Ohm's Law) استفاده کرد $I = \frac{V}{R}$ که در آن I - :
جریان (آمپر) - V : ولتاژ (ولت) - R : مقاومت (اهم)



مثال ساده اگر در یک مدار ولتاژ 12 ولت و مقاومت 6 اهم باشد

$$I = \frac{12}{6} = 2 \text{ آمپر}$$

تفاوت پتانسیل (یا اختلاف پتانسیل الکتریکی) مفهومی کلیدی است که به مقدار کار لازم برای



جابه‌جایی یک بار الکتریکی بین دو نقطه در یک میدان الکتریکی اشاره دارد .

تفاوت پتانسیل: بین دو نقطه، انرژی الکتریکی مورد نیاز برای جابه‌جا کردن یک بار واحد (مثلاً 1 کولن) از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر است

فرمول $V = \frac{W}{q}$ که در آن V - تفاوت پتانسیل (ولت) - W - (کار انجام شده (ژول) - q - بار الکتریکی (کولن)

واحد تفاوت پتانسیل در دستگاه SI **ولت (Volt)** است. یک ولت یعنی یک ژول انرژی به ازای یک کولن بار $1 \text{ V} = 1 \frac{\text{J}}{\text{C}}$ مثال: اگر جابه‌جا کردن یک بار 2 کولنی بین دو نقطه به 10 ژول انرژی نیاز داشته باشد $V = \frac{10 \text{ J}}{2 \text{ C}} = 5 \text{ V}$ در مدارهای الکتریکی:

تفاوت پتانسیل همان چیزی است که باعث حرکت جریان الکتریکی می‌شود. مثلاً در یک باتری 1.5 ولتی، بین دو سر باتری 1.5 ولت اختلاف پتانسیل وجود دارد که باعث حرکت الکترون‌ها در مدار می‌شود.

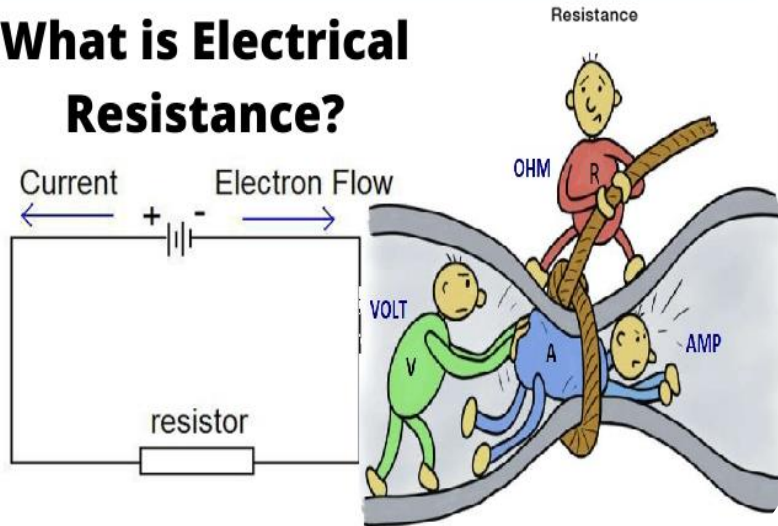
"تفاوت پتانسیل "یا" اختلاف پتانسیل الکتریکی" به انگلیسی **Electric** :

Potential Difference

یکی از مفاهیم بنیادی است. در اینجا توضیح می‌دهم تعریف تفاوت پتانسیل (ولتاژ) تفاوت پتانسیل بین دو نقطه در یک مدار الکتریکی، مقدار کاری است که برای جابه‌جا کردن یک بار الکتریکی مثبت (مثلاً ۱ کولن) از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر انجام می‌شود. واحد اندازه‌گیری: ولت (V) فرمول $V = \frac{W}{q}$

مقاومت یک سیم نشان می دهد که چقدر سخت است برای جریان الکتریکی که از آن عبور کند.

What is Electrical Resistance?



فرمول اصلی مقاومت $R = \frac{V}{I}$: که در آن R (مقاومت) بر حسب اهم (Ω) -

V ولتاژ بر حسب ولت (V) - I جریان بر حسب آمپر (A)

واحد مقاومت - :

واحد اندازه گیری مقاومت در سیستم SI، اهم (Ohm) است و با سمبول Ω نمایش داده می شود.

عوامل مؤثر بر مقاومت :

مقاومت یک سیم به چند عامل بستگی دارد:

V - تفاوت پتانسیل (ولت) : W - کار انجام شده (ژول) : q - بار الکتریکی (کولن)

روش های اندازه گیری تفاوت پتانسیل

1. با استفاده از ولت متر - ولت متر ابزاری برای اندازه گیری اختلاف پتانسیل بین دو نقطه از مدار است - همیشه به صورت موازی با بخش مورد نظر از مدار بسته می شود - ولت متر باید مقاومت داخلی بسیار بالایی داشته باشد تا جریان مدار را تغییر ندهد .
2. استفاده از قانون اهم (Ohm's Law) اگر جریان و مقاومت مدار را بدانیم، می توانیم ولتاژ را محاسبه کنیم

$$3. V = I \times R \quad \text{:-جریان (آمپر) } R \text{ :- مقاومت (اهم)}$$

مثال ساده اگر بخواهیم اختلاف پتانسیل بین دو سر یک مقاومت 5 اهمی را که جریان 2 آمپر از آن می گذرد پیدا کنیم $V = I \times R = 2 \times 5$:
ولت 10 تفاوت پتانسیل در عمل - باتری ها اختلاف پتانسیل ایجاد می کنند مثلاً باتری 12 ولتی یعنی دو سر آن 12 ولت اختلاف دارند - (جریان الکتریکی از ناحیه پتانسیل بالاتر به پایین تر حرکت می کند) برای بار مثبت.

مقاومت (Resistance) یکی از مفاهیم بنیادی است. مقاومت، خاصیتی از یک ماده یا وسیله است که در برابر عبور جریان الکتریکی مقاومت می کند . این پدیده باعث می شود که بخشی از انرژی الکتریکی به حرارت تبدیل شود.

تعریف مقاومت :

$$\text{حل اهم } 3 = \frac{V}{I} = \frac{9}{3}$$

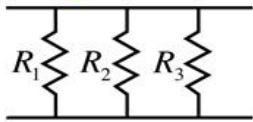
افزایش ولتاژ با جریان ثابت مسئله:

مقاومت های متوالی



$$R_{\text{معادل}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

مقاومت های موازی



$$\frac{1}{R_{\text{معادل}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

مثال 4: جریانی به اندازه 2 آمپر از یک مقاومت عبور می کند. اگر مقاومت از 5 اهم به 10 اهم افزایش یابد، ولتاژ جدید چقدر خواهد بود؟

$$\text{حل: ولت } 20 = 2 \times 10 = V_{\text{دوم}} \quad \text{ولت } 10 = 2 \times 5 = V_{\text{اول}}$$

ترکیب مقاومت ها در اغلب وسایل الکتریکی چندین مقاومت وجود دارد. این مقاومت ها به شکل های مختلف با هم در مدار ترکیب می شوند. ترکیب های پیچیده ای از انواع مقاومت ها وجود دارد. دو نوع از ترکیب مقاومت ها رواج بیشتری دارد که عبارتند از: مقاومت های مسلسل و مقاومت های موازی:

$R = \rho \frac{L}{A}$: که در آن ρ - (مقاومت ویژه ماده) خاصیت ذاتی ماده، L - طول

سیم A - سطح مقطع سیم یعنی - هر چه طول سیم بیشتر باشد $\rightarrow$

مقاومت بیشتر، هر چه سطح مقطع بیشتر باشد $\rightarrow$ مقاومت کمتر - ماده

هایی با مقاومت ویژه بیشتر مثل نیکل $\rightarrow$ مقاومت بیشتری دارند

قانون اهم (Ohm's Law): یکی از قوانین پایه ای در برق $V = I \cdot R$: اگر ماده ای از قانون اهم پیروی کند، به آن ماده ای **اهمی** می گویند.

مثال ساده: اگر یک لامپ با مقاومت 10 اهم داشته باشیم و ولتاژ 5 ولت به آن وصل کنیم: جریان آن عبارت است.

$$\text{آمپر } 0.5 = \frac{V}{R} = \frac{5}{10} = I$$

محاسبه ولتاژ مسئله:

مثال 1: اگر جریان عبوری از یک مقاومت 2 اهمی برابر با 3 آمپر باشد، ولتاژ دو سر مقاومت چقدر است؟

$$\text{حل: ولت } 6 = 3 \times 2 = V = I \times R$$

محاسبه جریان مسئله:

مثال 2: در یک مدار، ولتاژ برابر با 12 ولت است و مقاومت برابر با 4 اهم. جریان عبوری چقدر است؟

$$\text{حل آمپر } 3 = \frac{V}{R} = \frac{12}{4} = I$$

محاسبه مقاومت مسئله:

مثال 3: اگر ولتاژ برابر با 9 ولت و جریان برابر با 3 آمپر باشد، مقدار مقاومت چیست؟

1. مدار مقاومتی به صورت سری (مسلسل) جریان عبوری از همه

مقاومت ها یکسان می باشد. اختلاف پتانسیل مجموع برابر با اختلاف

مثال 1: سه مقاومت با مقدارهای زیر به صورت مسلسل (سری) به یکدیگر

متصل شده اند $R_1 = 10 \Omega - R_2 = 20 \Omega - R_3 = 30 \Omega$: مقدار

مقاومت کل (معادل) مدار را پیدا کنید

حل: در مدار مسلسل، مقاومت ها به صورت جمع ساده با هم جمع می شوند

$$R_{\text{کل}} = R_1 + R_2 + R_3 \quad , \quad R_{\text{کل}} = 10 + 20 + 30 = 60 \Omega$$

مقاومت های متوالی



$$R_{\text{معادل}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

2. مدار مقاومتی به صورت موازی: در مقاومت های موازی با توجه به

اتصال دو سر مقاومت ها با یکدیگر، پس اختلاف پتانسیل دو سر هر

یک از مقاومت ها با یکدیگر برابر است. و اختلاف پتانسیل کل نیز

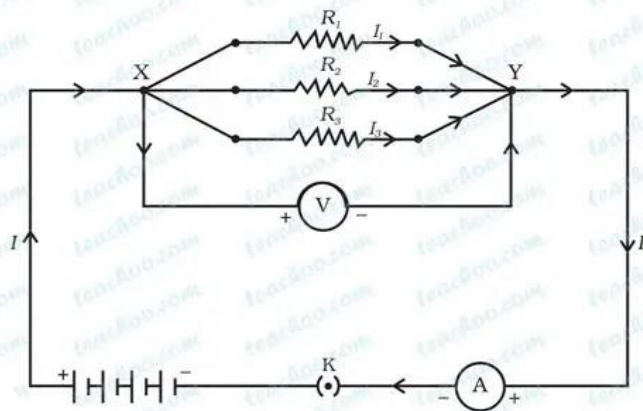
برابر با

اختلاف

پتانسیل

هر یک از

Resistors in Parallel



$$I_1 = I_2 = I_{\text{eq}}$$

$$V_1 + V_2 = V_{\text{eq}}$$

$$R_1 + R_2 = R_{\text{eq}}$$

پتانسیل بین دو سر هر مقاومت است. و مقاومت معادل نیز برابر با

جمع جبری هر یک از مقاومت ها است.

اُهم متر مقدار مقاومت را بر حسب اُهم (Ω) اندازه گیری می کند. اُهم (Ω) واحد مقاومت الکتریکی در سیستم SI است و از قانون اُهم ($V = IR$) گرفته شده است

انواع اُهم متر:

1. اُهم متر دستی (آنالوگ) از یک عقربه و صفحه مدرج استفاده می کند.

2. اُهم متر دیجیتال (معمولاً بخشی از مولتی متر دیجیتال) مقدار مقاومت را به صورت عددی روی نمایشگر نشان می دهد.

نحوه کار:

اُهم متر برای اندازه گیری مقاومت، ولتاژ کمی از طریق منبع داخلی خود به دو سر قطعه مورد نظر می فرستد

سپس جریان عبوری را اندازه گیری کرده و با استفاده از رابطه $V = IR$ مقدار مقاومت را محاسبه می کند. کاربردها:

بررسی سالم بودن مقاومت ها - تست اتصال سیم ها - پیدا کردن قطعی یا اتصال کوتاه - بررسی وضعیت مدارهای باز یا بسته

نکته مهم: برای استفاده از اُهم متر، مدار باید خاموش باشد (منبع تغذیه قطع باشد)، زیرا ولتاژ خارجی می تواند به دستگاه آسیب بزند یا نتیجه را نادرست کند.

دانش آموزان عزیز!

مقاومت هاست. ضمناً با توجه به قاعده انشعاب جریان ورودی به گره برابر است با مجموع جریانهای که در تمام مقاومت ها وجود دارد. برای دو مقاومتی که د

روابط زیر برقرار

$$V_1 = V_2 = V_{eq}$$

$$I_1 + I_2 = I_{eq}$$

مثال 2: سه مقاومت با مقدارهای زیر به صورت موازی به یکدیگر متصل شده اند $R_1 = 6 \Omega$ ، $R_2 = 2 \Omega$ ، $R_3 = 3 \Omega$ ، مقدار مقاومت کل مدار را حساب کنید.

حل: در مدار موازی، از فرمول زیر استفاده می کنیم

$$\frac{1}{R_{\text{کل}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad , \quad \frac{1}{R_{\text{کل}}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{1}{6} + \frac{2}{6} + \frac{3}{6} = \frac{6}{6} = 1$$

$$1, \quad \frac{1}{R_{\text{کل}}} = 1 \Rightarrow R_{\text{کل}} = 1 \Omega$$

اُهم متر (Ohmmeter) ابزاری است که برای اندازه گیری مقدار مقاومت الکتریکی یک قطعه یا مدار استفاده می شود. تعریف دقیق:

جهت تفهیم درست موضوعات فوق مثال های زیر را حل کنید.

سوال های چهارگزینه ای کاربردی درباره تطبیق قانون اهم

1. اگر مقاومت یک مقاومت برابر با 10 اهم و جریان عبوری از آن 2

آمپر باشد، ولتاژ دو سر مقاومت چقدر است؟

الف 5 (ولت ب 10 (ولت ج 20 (ولت د 40 (ولت

2. جریان عبوری از یک مقاومت 5 اهمی، زمانی که ولتاژ 15 ولت به

آن وصل شده است، چقدر است؟

الف 3 آمپر ب 75 آمپر ج 20 آمپر د 10 آمپر

3. یک مقاومت 8 اهمی را به یک باتری وصل می کنیم. اگر جریان

عبوری 0.5 آمپر باشد، ولتاژ باتری چند ولت است؟

الف 4 ولت ب 8 ولت ج 16 ولت د 0.25 ولت

4. اگر ولتاژ دو سر یک مقاومت 12 اهمی، 24 ولت باشد، جریان

عبوری از آن چقدر است؟

الف 0.5 آمپر ب 2 آمپر ج 12 آمپر د 288 آمپر

5. برای عبور جریان 4 آمپر از یک مقاومت 3 اهمی، باید ولتاژ چند

ولت به آن وصل شود؟

الف 7 ولت ب 12 ولت ج 15 ولت د 20 ولت

6. ولتاژ دو سر مقاومت 6 اهمی، 18 ولت است. مقدار جریان عبوری

چقدر است؟

الف 1 آمپر ب 2 آمپر ج 3 آمپر د 6 آمپر

7. اگر جریان عبوری از یک مقاومت 10 اهمی برابر 0.2 آمپر باشد،

ولتاژ دو سر آن چقدر است؟

الف 0.5 ولت ب 1 ولت ج 2 ولت د 5 ولت

8. ولتاژ دو سر مقاومت 15 اهمی برابر 30 ولت است. جریان عبوری

چقدر است؟

الف 0.5 آمپر ب 1 آمپر ج 2 آمپر د 4 آمپر

9. برای یک مقاومت 20 اهمی، جریان 3 آمپر عبور می کند. ولتاژ دو

سر مقاومت چقدر است؟

الف 23 ولت ب 60 ولت ج 6.7 ولت د 40 ولت

10. ولتاژ دو سر مقاومت 25 اهمی 50 ولت است. جریان عبوری

چقدر است؟

الف 0.5 آمپر ب 2 آمپر ج 3 آمپر د 4 آمپر

مثال های کاربردی از ترکیب مقاومت ها:

مثال 1 سه مقاومت 2Ω ، 3Ω و 5Ω به صورت سری بسته شده اند. مقاومت

معادل چقدر است؟

الف) 5Ω ب) 10Ω ج) 6Ω د) 7Ω

مثال 2 دو مقاومت 6Ω و 3Ω به صورت موازی بسته شده اند. مقاومت معادل چقدر است؟

الف) 2Ω ب) 4Ω ج) 1.5Ω د) 5Ω پاسخ صحیح

مثال 3 دو مقاومت 4Ω و 8Ω به صورت سری بسته شده اند. مقاومت معادل چقدر است؟

الف) 12Ω ب) 6Ω ج) 4Ω د) 8Ω

مثال 4 دو مقاومت 2Ω و 4Ω به صورت موازی بسته شده اند. مقاومت معادل چقدر است؟

الف) 3Ω ب) 1.33Ω ج) 6Ω د) 2.5Ω

مثال 5 مقاومت های 1Ω ، 2Ω و 3Ω به صورت سری بسته شده اند. مقاومت معادل چقدر است؟

الف) 5Ω ب) 6Ω ج) 4Ω د) 3Ω

مثال 6 دو مقاومت 10Ω به صورت موازی بسته شده اند. مقاومت معادل چقدر است؟

الف) 20Ω ب) 5Ω ج) 10Ω د) 15Ω