

آزمایش 2: آشنایی با دستگاه‌های اندازه‌گیری، مقاومت‌ها و نحوه خواندن آنها

الف: آشنایی با دستگاه‌های اندازه‌گیری

هدف آزمایش: آشنایی با دستگاه‌های اندازه‌گیری، آشنایی با ساختمان و طرز کار گالوانومتر، بستن مدار، قرار دادن ولت‌متر و آمپر‌متر در مدار

تئوری آزمایش:

دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی، برای اندازه‌گیری کمیت‌های مانند شدت جریان، اختلاف پتانسیل (ولتاژ)، مقاومت، انرژی و توان به کار می‌رود.

دستگاه ممکن است یک منظوره باشد (مثل ولت‌متر که برای اندازه‌گیری ولتاژ به کار می‌رود)، یا ممکن است برای چند منظور به کار رود (مثل مولتی‌مترها یا اوومترها که برای اندازه‌گیری کمیت‌های مختلف الکتریکی مثل ولتاژ، جریان و مقاومت مورد استفاده قرار می‌گیرند).

دستگاه‌های اندازه‌گیری در دو دسته کلی ساخته و مورد استفاده قرار می‌گیرند :

(1) آنالوگ

(2) رقمی یا دیجیتال

در نوع آنالوگ یک عقربه روی صفحه‌ای که از قبل مدرج شده کمیت اندازه‌گیری را نشان می‌دهد، و در نوع دیجیتال کمیت اندازه‌گیری شده به صورت عدد روی صفحه ظاهر می‌شود. معمولاً وسایل اندازه‌گیری دیجیتال دارای دقت بیشتری هستند.

آوومتر آنالوگ :

آوومتر دستگاهی است که با تغییر یک کلید که روی آن نصب شده می‌توان آن را به سه دستگاه آمپر‌متر، ولت‌متر و اهم‌متر تبدیل نمود. حروف A و V و O به ترتیب اول کلمات Ampere و Volt و Ohm می‌باشند. یک آوومتر معمولاً از یک صفحه مدرج با یک عقربه و یک کلید دورانی S و یک پیچ تنظیم و دو جای پیچ تشکیل شده است که اندازه‌گیری با استفاده از آن انجام می‌شود. با تغییر دادن کلید به چند حالت می‌توان اندازه‌گیری‌های مختلف انجام داد.

اندازه‌گیری ولتاژ متناوب AC.V

اندازه‌گیری ولتاژ مستقیم DC.V

اندازه‌گیری جریان متناوب AC.A

اندازه‌گیری جریان مستقیم DC.A

اندازه‌گیری مقاومت Ω

در هر حالت، کلید اصلی چند پله برای تعیین رنج دارد. رنج حداکثر محدوده اندازه‌گیری دستگاه در هر حالت انتخابی است. به عنوان مثال چنانچه در آوومتر کلید تعیین رنج روی عدد 150 ولت قرار گرفته باشد، یعنی دستگاه قادر است حداکثر تا ولتاژ 150 ولت را اندازه‌گیری کند. یکی از نکات مهم در اندازه‌گیری تعیین رنج مناسبی است که اندازه‌گیری تحت آن انجام می‌شود. یک راه ساده برای انتخاب رنج مناسب در اندازه‌گیری یک کمیت با حدود مقدار مجهول، بدین صورت است که ابتدا کلید را در بالاترین رنج ممکن برای کمیتی که می‌خواهیم اندازه‌گیری کنیم، قرار می‌دهیم. سپس پله پله کلید را به سمت رنج‌های پایین‌تر می‌چرخانیم. این عمل را آنقدر ادامه می‌دهیم تا عقربه آوومتر به انتها بچسبد. وقتی این اتفاق افتاد، کلید اصلی را یکی به عقب باز می‌گردانیم. در این صورت ما رنج مناسبی برای اندازه‌گیری خود انتخاب کرده‌ایم.

آوومتری که در آزمایشگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد، در شکل زیر نشان داده شده است. همانطور که در تصویر مشخص است، در گوشه بالایی سمت چپ دستگاه، یک کلید سه حالت قرار دارد:

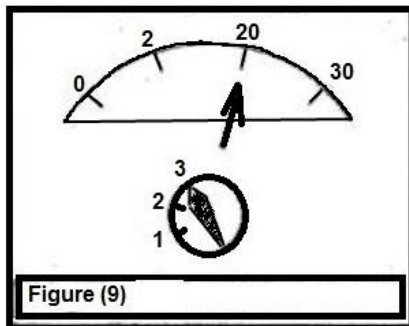


1) هنگامی که کلید در وضعیت چپ قرار داشته باشد دستگاه خاموش است.

2) هنگامی که کلید را در حالت وسط قرار می‌دهیم، معیار اندازه‌گیری کمان قرمز رنگ در وسط صفحه نمایش است. در این حالت آوومتر تنها قادر به تشخیص کمیت‌ها تحت ولتاژ DC است. مزیت این حالت این است که جابجا وصل کردن سر مثبت و منفی در اندازه‌گیری‌های DC، تنها باعث تغییر جهت جابجایی عقربه بر روی یک صفحه مدرج متقارن می‌شود و تغییری در خواندن ما ایجاد نمی‌کند. توجه شود که در این حالت قبل از شروع اندازه‌گیری، باید عقربه روی عدد صفر کمان قرمز رنگ قرار گیرد. چنانچه غیر از این بود، با استفاده از دکمه ولومی که در گوشه بالایی سمت راست دستگاه تعبیه شده، آن را صفر می‌کنیم.

3) وقتی کلید در سمت چپ قرار گیرد، معیار اندازه‌گیری کمان بالایی صفحه نمایش است. در این حالت آوومتر قادر به تشخیص کمیت‌ها تحت ولتاژ DC و AC است. عیب این حالت این است که سر مثبت و منفی دارای اهمیت است و باید در جهت درست به دستگاه متصل شود.

سپس آوومتر را در مدار قرار می‌دهیم و با توجه به عددی که عقربه نشان می‌دهد و رنجی که آوومتر در آن قرار دارد، پارامتر مورد نظر را اندازه‌گیری می‌کنیم.



مثال) در شکل مقابل کلید روی 3 ولت DC قرار دارد و عقربه روی عدد 20 از کمان منحرف شده است. در این صورت ولت‌متر مقدار 2 ولت را نشان می‌دهد.

آوومتر دیجیتال :

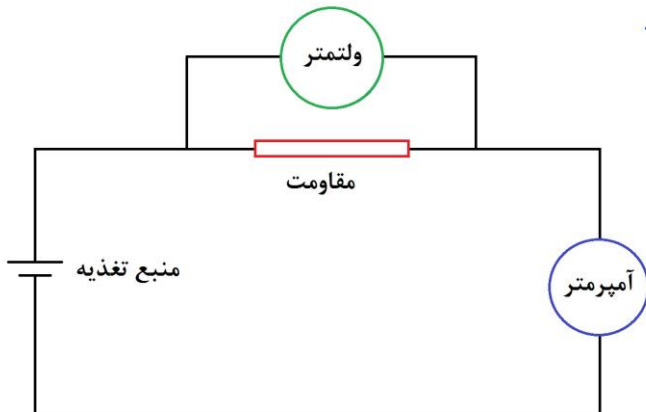
در این نوع آوومتر، مانند آوومتر آنالوگ می‌توان مقدار ولتاژ، مقاومت و جریان را اندازه‌گیری نمود. بخش‌های اصلی آوومتر دیجیتال عبارتند از: یک صفحه مانیتور، یک کلید دورانی، دکمه روشن خاموش و چند جای فیش برای اتصال سیم‌های رابط. در پایین دستگاه چند جای فیش مشاهده می‌شود. از دو سیمی که برای اندازه‌گیری کمیت مورد نظر از مدار خارج شده، همواره یکی از آنها به بخش COM آوومتر وارد می‌شود. سر دیگر را نیز با توجه به کمیتی که می‌خواهیم اندازه‌گیری کنیم و علامت‌هایی که در کنار فیش‌ها نوشته شده به آوومتر متصل می‌کنیم.



نکته‌ای که در اندازه‌گیری بوسیله آوومتر وجود دارد توجه کردن به حداکثر مقدار است که دستگاه تحمل بارگزاری بر روی آن را دارد. برای استفاده‌ای که ما در آزمایشگاه از آوومترها می‌کنیم، این موضوع در اندازه‌گیری شدت جریان الکتریکی اهمیت پیدا می‌کند. همانطور که مشخص است برای اندازه‌گیری شدت جریان دو محل بر روی دستگاه تعبیه شده است. به عنوان مثال در مدل ESCORT-176، یکی برای شدت جریان تا سقف 400 mA و دیگری تا سقف 10 A. چنانچه حدود جریان مورد نظر را بدانیم، سیم‌ها را طبق سقف حد مجاز، به دستگاه متصل می‌کنیم. اما اگر حدود جریان را ندانیم، باید ابتدا سیم را به سوکت 10 A وصل

کنیم و چنانچه مانیتور عددی کمتر از 0.4 A را نشان می‌داد، آنگاه اجازه این را داریم که از سوکت 400 میلی‌آمپری استفاده کنیم.

نحوه قرار دادن ولت‌متر و آمپر‌متر در مدار:



ولت‌متر همیشه به طور موازی به دو سر کمیت مورد اندازه‌گیری وصل می‌شود و مقدار اختلاف سطح یا ولتاژ را به دست می‌دهد. اما آمپر‌متر همیشه به طور سری در مدار قرار می‌گیرد زیرا شدت جریان مورد اندازه‌گیری باید از داخل آن عبور کند؛ یعنی سیم از یک طرف مدار وارد یکی از فیش‌های آمپر‌متر شده و سیم دیگر از جای فیش دیگر خارج می‌شود.

منبع تغذیه :

ساده ترین منبع تغذیه یک باتری است. منبع تغذیه مورد استفاده در یک آزمایشگاه متشکل از یک سیم پیچ متغیر است که قادر است ولتاژ 220 ولت برق شهر را به چندین ولتاژ از نوع متناوب و مستقیم تبدیل کند. با استفاده از جا فیش‌های مناسب می‌توان ولتاژ مستقیم یا متناوب را دریافت نمود و به کمک پیچ روی منبع تغذیه ولتاژ مناسب را می‌توان تنظیم کرد.

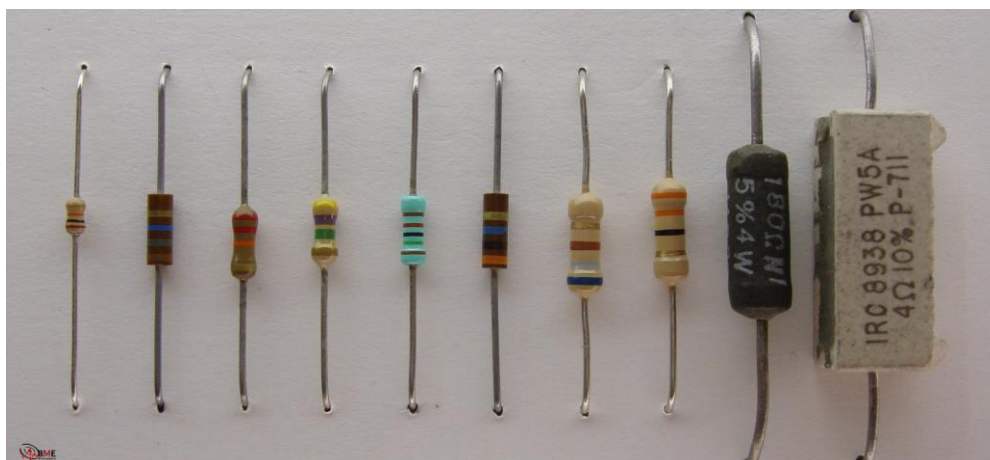
ب) مقاومت‌ها و نحوه خواندن آنها :

هدف آزمایش : آشنایی با انواع متداول مقاومت، اندازه‌گیری مقاومت توسط اهم‌متر و خواندن مقاومت با استفاده از کدهای رنگی

تئوری آزمایش :

تقریباً تمام مدارهای الکترونیکی برای عملکرد صحیح به مقاومت‌ها نیازمند هستند. مقاومت‌ها امکان کنترل جریان و یا ولتاژ ارائه شده را فراهم می‌کنند. یک مقاومت ایده‌آل عنصری است با یک مقاومت الکتریکی، که مقدار آن صرف‌نظر از ولتاژ اعمالی به دو سرش یا جریان الکتریکی عبوری از آن، ثابت می‌ماند. اما بدلیل اینکه مقاومت‌های جهان واقعی نمی‌توانند این شرایط ایده‌آل را برآورده سازند، آنها را بگونه‌ای طراحی می‌کنند که در برابر تغییرات دما و دیگر عوامل محیطی، نوسانات کمی در مقاومت الکتریکی‌شان ایجاد شود. انواع متداول

مقاومت که در وسایل برقی و الکترونیکی به کار می‌روند بیشتر از نوع ترکیبی، پوسته کربنی، سیمی و پوسته اکسید فلزی هستند. در شکل زیر چند نوع متداول از مقاومت‌های ثابت نشان داده شده است:



رابطه بین ولتاژ، جریان و مقاومت در یک جسم توسط معادله $V=IR$ که از قانون اهم گرفته شده، بیان می‌شود. اگر V و I دارای یک رابطه خطی باشند (که به مفهوم ثابت بودن R در یک محدوده است)، آنگاه آن ماده در آن محدوده اهمی خوانده می‌شود. یک مقاومت ایده‌آل، دارای مقاومت ثابت در تمامی فرکانس‌ها و مقادیر ولتاژ و جریان است. مواد ابررسانا در دماهای بسیار پایین دارای مقاومت صفر هستند. عایق‌ها ممکن است دارای مقاومت‌هایی بسیار بالا (اما نه بینهایت) باشند. لکن تحت ولتاژهای به میزان کافی زیاد، دچار شکست می‌شوند و جریان بزرگی را از خود عبور می‌دهند.

تعیین مقاومت با استفاده از نوار رنگی :

رنگ نوار	عدد متناظر	درصد خطا
سیاه	0	-
قهوه ای	1	1%
قرمز	2	2%
نارنجی	3	3%
زرد	4	4%
سبز	5	-
آبی	6	-
بنفش	7	-
خاکستری	8	-
سفید	9	-
طلایی	-	5%
نقره ای	-	10%
بی رنگ	-	20%

مقاومت‌ها معمولاً با نوارهای رنگی روی بدنه مشخص می‌شوند که با یادگیری طرز خواندن آنها به راحتی مقدار مقاومت‌ها را می‌توان نشان داد. مقاومت‌های کربنی معمولی دارای چهار نوار رنگی‌اند. نوار اول، اولین رقم نوار دوم، دومین رقم و نوار سوم تعداد صفرها را مشخص می‌کند. نوار چهارم نیز درصد خطا را نشان می‌دهد. مثلاً اگر نوارهای رنگی اول تا چهارم به ترتیب زرد، قرمز، قرمز و طلایی باشد مقدار مقاومت برابر 4200 اهم با 5% خطا می‌باشد. جدول مقابل، مربوط به کد رنگ‌ها برای این نوع مقاومت است. توجه شود

که کد رنگ‌های طلایی و نقره‌ای تنها برای تعیین درصد خطا بکار می‌روند. بنابراین اگر این نوارها را روی مقاومت دیدیم، آن را نوار آخر (و نه اول) در نظر می‌گیریم.

اجرای آزمایش :

الف) مولتی متر آنالوگ را در مدار زیر قرار داده ایم. برای کسب بهترین نتیجه در اندازه گیری، رنج جریان مولتی متر را بر روی چه عددی باید قرار دهیم؟



ب) با استفاده از مولتی متر آنالوگ مقادیر جریان و ولتاژ را اندازه گیری کرده ایم. در هر مورد تعیین کنید که مولتی متر چه مقدار جریان/ولتاژ مستقیم/متناوب را اندازه گیری می کند؟

1



2



3

The image shows a Metra Max 2 digital multimeter. The display is a 3.5-digit LCD showing 0.00. The range selector is set to 200 mV. The meter is connected to a circuit with a 100 ohm resistor and a 100 uF capacitor. The meter is placed on a wooden surface.



4



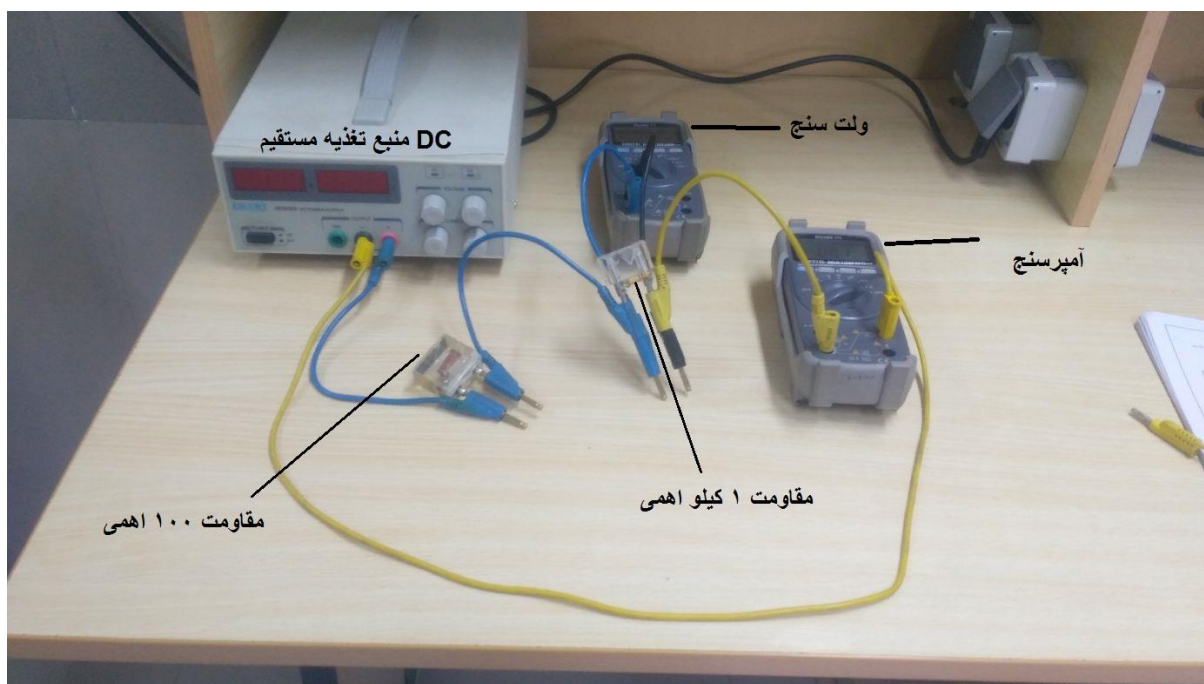
5



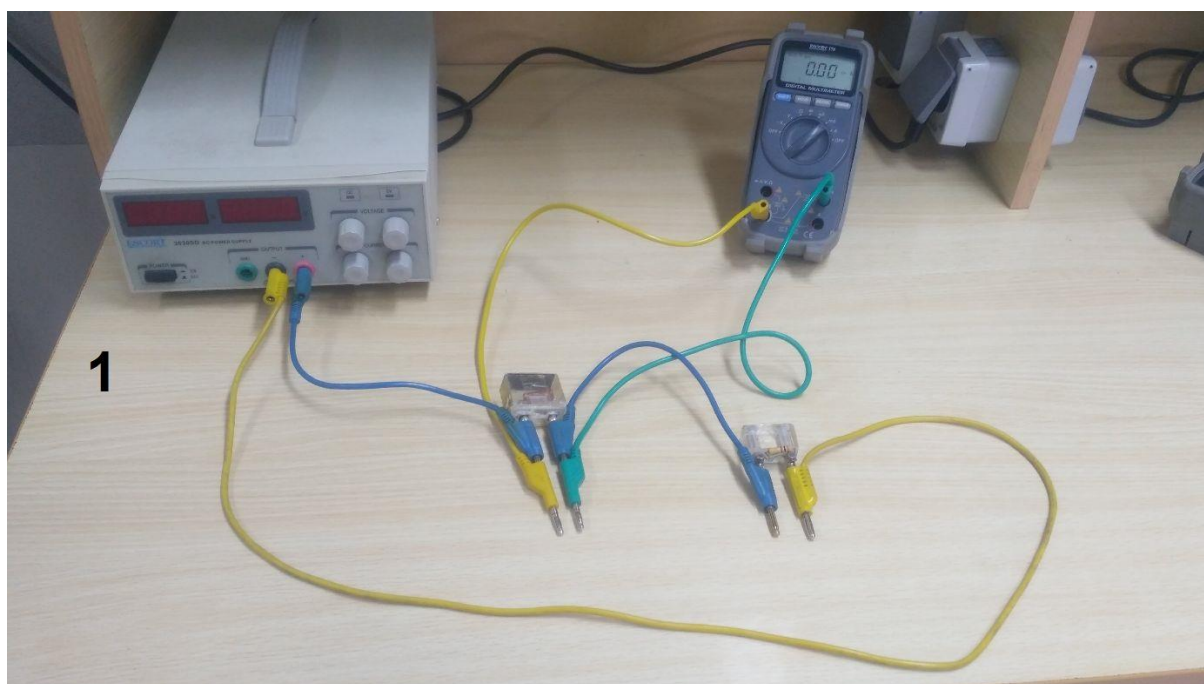
6

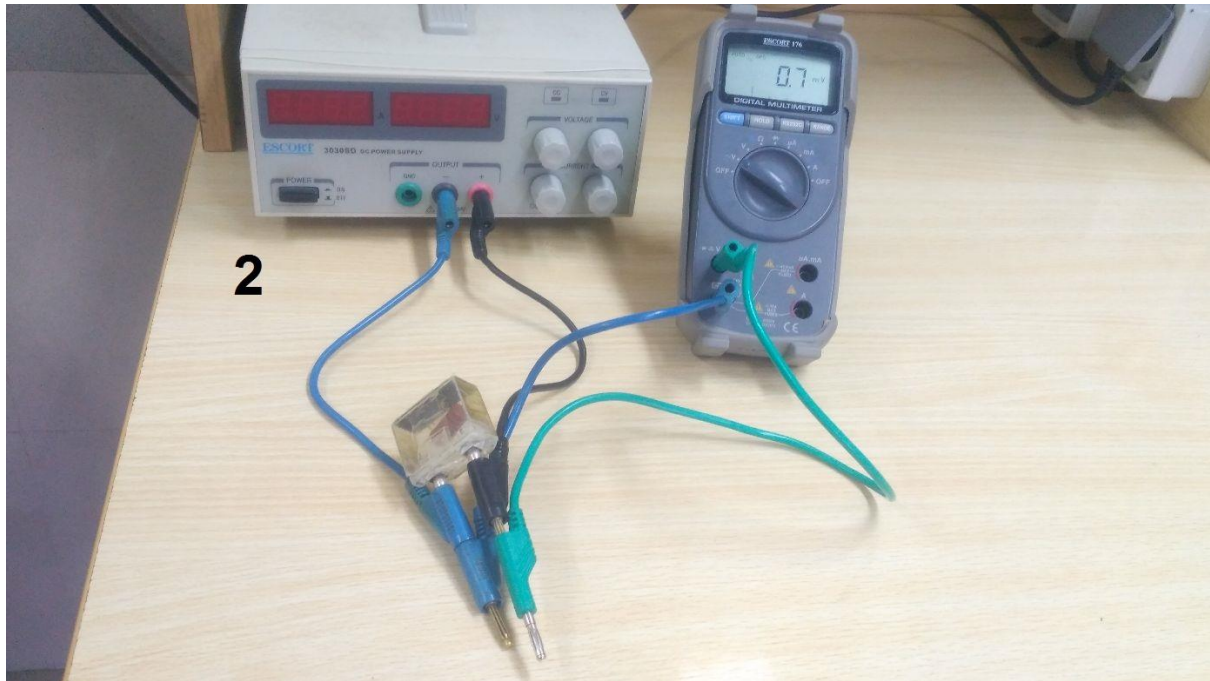


ج) مدارى مطابق شكل زير بسته ايم. طرح شماتيك مدار را رسم نماييد.



د) مدارى مطابق شكل هاى زير بسته ايم. در هر مورد در اتصال مولتى متر اشتباهاتى داشته ايم و پس از روشن كردن منبع تغذيه DC، مولتى متر عدد درستى را به ما نشان نمى دهد. علت اشتباه بودن اتصال مولتى متر در هر شكل را توضيح دهيد.





ه) مقدار مقاومت های زیر و میزان خطایشان را از روی خطوط رنگیشان تعیین کنید:

1



2



3



4



5



پرسش‌ها :

- 1) با توجه به اینکه جریان‌های وارد شونده و خارج شونده از یک مقاومت با هم برابرند، اختلاف پتانسیل یا افت ولتاژ مقاومت چگونه به وجود می‌آید؟
- 2) چرا باید ولتاژ منبع تغذیه را پس از وصل کردن به مدار تنظیم نمود؟
- 3) چرا قرار دادن آمپرتر به طور موازی ممکن است باعث صدمه دیدن مدار گردد؟
- 4) اختلاف پتانسیل یا ولتاژ بین دو نقطه از یک مدار را تعریف کرده و دلیل به وجود آمدن اختلاف پتانسیل الکتریکی را توضیح دهید.
- 5) مقدار یک مقاومت با 5٪ خطا، 45 کیلو اهم است کد رنگی آن را بنویسید.
- 6) تolerانس یا درصد خطا در یک مقاومت یعنی چه؟