

آشنایی با وسایل اندازه‌گیری

اهداف

- تشخیص مقدار مقاومت به‌وسیله نوارهای رنگی
- نحوه کار با آوومترهای عقربه‌ای و دیجیتالی
- نحوه کار با منبع تغذیه ولتاژ مستقیم

وسایل مورد نیاز

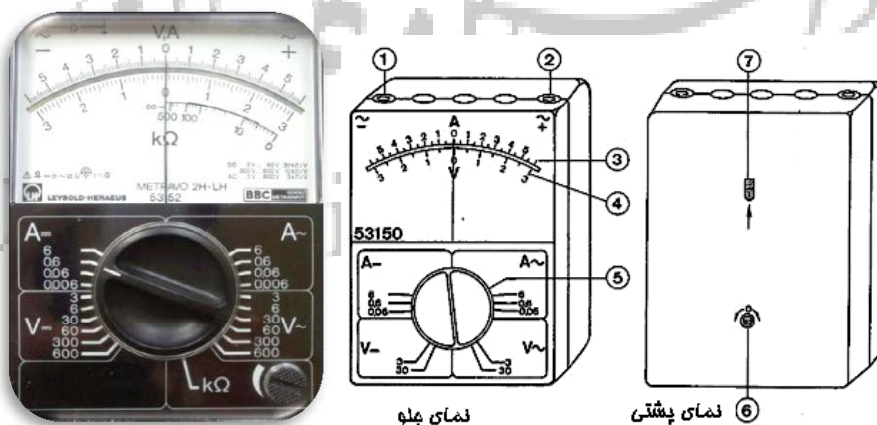
منبع تغذیه ولتاژ مستقیم، باتری، آوومترهای عقربه‌ای و دیجیتالی، مقاومت‌های متفاوت و سیم‌های رابط.

زمینه نظری آزمایش

آوومتر (A.V.O. meter) یا مولتی‌متر (Multimeter) دستگاهی است که با استفاده از آن می‌توان چند کمیت مختلف را اندازه‌گیری کرد و نام آن از حروف اول کلمات Volt, Amper و Ohm گرفته شده است. تمام آوومترها با تفاوتی اندک مانند یکدیگر هستند. معمولاً آوومترها به‌صورت عقربه‌ای (آنالوگ) و دیجیتالی ساخته می‌شوند. هر آوومتر از یک صفحه نمایش (عقربه‌ای یا دیجیتالی)، کلیدهای انتخابگر، پایانه‌های ورودی و کلیدهای تنظیم‌کننده تشکیل شده است. برای اندازه‌گیری شدت جریان، ولتاژ (مستقیم \equiv و متناوب \approx) و مقدار اهمی مقاومت، کافی است کلید انتخابگر را در محدوده‌ی مناسب قرار دهید تا دستگاه به‌ترتیب به آمپرتر، ولت‌متر و اهم‌متر تبدیل گردد.

آوومتر عقربه‌ای

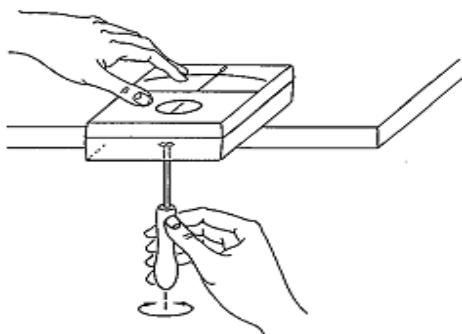
آوومتر عقربه‌ای از یک قاب متحرک تشکیل شده که در داخل یک میدان مغناطیسی دائمی قرار گرفته است. وقتی جریان معینی از قاب عبور کند، قاب و عقربه متصل به آن منحرف شده و عقربه مقدار جریان را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است آینه‌ای بین دو کمان تعبیه شده است که به‌وسیله آن می‌توان خطای دید در اندازه‌گیری را کاهش داد. برای خواندن درجات، بایستی به‌طور عمود به صفحه مدرج نگاه کرد. در دید عمودی تصویر عقربه در آینه دیده نمی‌شود که در این حالت خطای اندازه‌گیری کمینه خواهد بود.



شکل(۱): آوومتر عقربه‌ای با نمایش اجزاء آن (۱و ۲: پایانه‌های ورودی، ۳: کمان ولتاژ و جریان، ۴: کمان مقاومت، ۵: کلید انتخابگر،

۶: پیچ تنظیم، ۷: اهم باز کردن دستگاه).

هنگام کار با دستگاه توجه به نکات زیر ضروری است:



- ۱- برای اندازه‌گیری شدت جریان باید دستگاه را به‌طور سری در مدار قرار داد.
- ۲- برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل باید دستگاه را به‌طور موازی بین دو نقطه از مدار قرار داد.
- ۳- هنگام اندازه‌گیری مقاومت لازم است جریان مدار قطع شود. در غیر این صورت به دستگاه آسیب می‌رسد.
- ۴- جهت تنظیم صفر دستگاه، با چرخش پیچ پشت دستگاه مکان عقربه بر روی صفر تنظیم می‌شود. لازم به ذکر است که پیچ تنظیم صفر دستگاه نباید دست‌کاری شود، زیرا این بخش از دستگاه خیلی حساس است و ممکن است فنر مربوط به آن قطع و به دستگاه آسیب برسد.
- ۵- اگر کلید انتخابگر مقابل درجه‌ای قرار داده شود و عقربه بیش از حد مجاز منحرف گردد باید بلافاصله مدار قطع شود و کلید انتخابگر روی بیشترین پله (رنج) قرار داده شود.
- ۶- اگر چرخش درجه در جهت معکوس باشد یا باید فیش‌هایی که در داخل پایانه قرار دارند جابه‌جا شوند، یا اینکه تعویض در پایانه منبع تغذیه انجام شود.
- ۷- اگر اشتباهاً انتخابگر در محدوده‌ای از اندازه‌گیری قرار بگیرد و دستگاه به‌صورت دیگری مورد استفاده قرار گیرد، باعث خرابی دستگاه می‌شود. مثلاً اگر اشتباهاً انتخابگر در محدوده آمپر قرار داده شود و از آن به‌عنوان ولت‌متر استفاده شود (به‌طور موازی) و یا بالعکس، باعث خرابی دستگاه می‌گردد. به‌همین ترتیب اگر انتخابگر در محدوده اهم باشد و از آن به‌عنوان ولت‌متر یا آمپر‌متر استفاده شود، باعث سوختن دستگاه می‌شود.
- ۸- در حالت ولت‌متر و آمپر‌متر، بر خلاف اهم‌متر، انتخابگر حداکثر مقدار قابل اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. مثلاً اگر کلید گردان در وضعیت ۶۰V باشد آوومتر، ولت‌متری است که حداکثر می‌تواند تا ۶۰V را نشان دهد و اگر بیش از آن ولتاژ به دستگاه اعمال شود باعث خرابی می‌گردد. به‌همین علت باید انتخابگر در بیشترین مقدار قرار داده شود و سپس به‌تدریج حالت صحیح انتخاب شود.

دقت اندازه‌گیری در جریان و ولتاژ

هر گاه کمیتی اندازه‌گیری می‌شود، باید دقت آن نیز مشخص شود. دقت هر وسیله کمترین مقدار تغییراتی است که آن وسیله قادر به اندازه‌گیری آن است. بدیهی است که دقت اندازه‌گیری یک وسیله الزاماً مقدار ثابت نیست و با توجه به مقدار مورد اندازه‌گیری، دقت اندازه‌گیری نیز متفاوت خواهد بود. برای تعیین دقت دستگاه در هر حالت باید کوچکترین مقیاس دستگاه را در پله انتخاب شده محاسبه نمود.

$$\text{درجات انحراف عقربه} \times \text{کوچکترین مقیاس} = \text{مقدار کمیت} \rightarrow \frac{\text{مقدار پله انتخاب شده توسط انتخابگر}}{\text{کل تقسیمات کمان انتخاب شده}} = \text{کوچکترین مقیاس}$$

به‌عنوان مثال، برای ولت‌متر در صورتی که پله در حالت $3V \equiv$ باشد:

$$\leftarrow \text{هر درجه‌ای که از روی کمان ۶-۰ (کل تقسیمات=۶۰) خوانده شود در دقت} = 0.05 = \frac{3}{60} \text{ ضرب می‌شود.}$$

$$\leftarrow \text{هر درجه‌ای که از روی کمان ۳-۰ (کل تقسیمات=۳۰) خوانده شود در دقت} = 0.1 = \frac{3}{30} \text{ ضرب می‌شود.}$$

به دلیل اهمیت بیان دقت در خواندن اعداد خوانده شده از ولت‌متر و آمپر‌متر، مقادیر مربوط به دقت این وسایل به ازای پله‌های مختلف در جدول‌های ۱ و ۲ محاسبه و نمایش داده شده است.

جدول (۱): محاسبه دقت پله‌های مختلف ولت‌متر عقربه‌ای.

ولت‌متر	کمان (۰-۶)						
	پله	۳	۶	۳۰	۶۰	۳۰۰	۶۰۰
$\Delta V (V)$	۰/۰۵	۰/۱	۰/۵	۱	۵	۱۰	
ولت‌متر	کمان (۰-۳)						
	پله	۳	۶	۳۰	۶۰	۳۰۰	۶۰۰
$\Delta V (V)$	۰/۱	۰/۲	۱	۲	۱۰	۲۰	

جدول (۲): محاسبه دقت پله‌های مختلف آمپر‌متر عقربه‌ای.

آمپر‌متر	کمان (۰-۶)			
	پله	۶	۰/۶	۰/۰۰۶
$\Delta I (A)$	۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱
آمپر‌متر	کمان (۰-۳)			
	پله	۶	۰/۶	۰/۰۰۶
$\Delta I (A)$	۰/۲	۰/۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۲

اندازه‌گیری ولتاژ (مستقیم و متناوب)

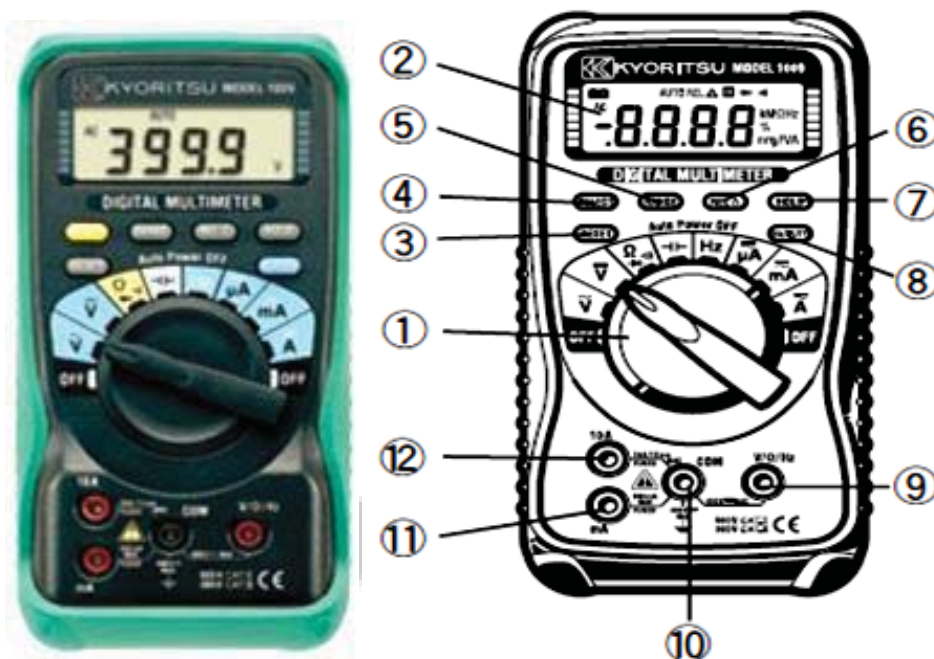
- یک سر فیش را درون پایانه مشترک (Com-) و فیش دیگر را در ترمینال V قرار دهید.
- سیم‌ها را به صورت موازی به دو نقطه‌ای که می‌خواهید پتانسیل بین آن‌ها را اندازه‌گیری کنید، متصل نمائید.
- انتخابگر را بچرخانید و در حالت $V \approx$ (برای ولتاژ متناوب) و در حالت $V \equiv$ (برای ولتاژ مستقیم)، در مناسب‌ترین پله برای اندازه‌گیری ولتاژ قرار دهید. اگر محدوده اندازه‌گیری کمیت مورد نظر را نمی‌دانید، از پله‌ای با قابلیت بیش‌تر شروع کنید. در صورتی که عقربه حرکت نکرد و یا میزان انحراف آن خیلی کم بود مقابل درجات کوچک‌تر قرار دهید تا مقیاس مناسب به دست آید.

اندازه‌گیری شدت جریان (مستقیم و متناوب)

برای اندازه‌گیری شدت جریان تمام مراحل همانند اندازه‌گیری ولتاژ می‌باشد. با این تفاوت که در این حالت باید دستگاه به صورت سری به مدار متصل گردد.

آوومتر دیجیتالی

آوومترهای دیجیتالی معمولاً از دقت و حساسیت بالاتری نسبت به آوومترهای عقربه‌ای برخوردار هستند و به همین دلیل باید آن‌ها را با دقت بیشتری به کار برد. در شکل ۲ تصویر آوومتر دیجیتالی KYORITSU(mode11009) دیده می‌شود که به توضیح مختصر قسمت‌های آن می‌پردازیم. این آوومتر شامل سه قسمت، ورودی، کلیدهای کنترل و صفحه نمایش می‌باشد.



شکل (۲): نمای آوومتر دیجیتالی (۱): کلید انتخابگر، ۲: صفحه نمایش، ۳: کلید RESET، ۴: کلید SELECT، ۵: کلید RANGE، ۶: کلید REL، ۷: کلید HOLD، ۸: کلید Hz، ۹: پایانه ولتاژ و مقاومت، ۱۰: پایانه مشترک، ۱۱: پایانه mA، ۱۲: پایانه A.

الف) پایانه ورودی

- پایانه ورودی از چهار ترمینال $V/\Omega/Hz, -com, mA, 10A$ و دو سیم رابط تشکیل شده است.
- ◀ ترمینال $-com$ زمین مولتی متر (قطب منفی) است و همواره یکی از سیم‌ها باید به آن وصل شود.
- ◀ برای اندازه‌گیری مقاومت، سیم رابط دیگر به ترمینال Ω وصل گردد.
- ◀ برای اندازه‌گیری ولتاژ، سیم رابط دیگر به ترمینال V وصل گردد.
- ◀ برای اندازه‌گیری جریان کمتر از 400 mA ، سیم رابط دیگر به ترمینال mA وصل گردد.
- ◀ برای اندازه‌گیری جریان بیش‌تر از 400 mA و کمتر از 10 A ، سیم رابط دیگر به ترمینال 10 A وصل گردد.

ب) کلیدهای کنترل

- ◀ کلید RESET: با فشار دادن این کلید دستگاه مجدداً شروع به کار می‌کند.
- ◀ کلید RANGE: دستگاه را در حالت اتوماتیک AUTO قرار می‌دهد و بیشتر برای اندازه‌گیری ولتاژ و مقاومت به کار می‌رود که دستگاه را در حالت mV یا V قرار می‌دهد و همچنین در حالت‌های Ω ، $K\Omega$ و $M\Omega$ تنظیم می‌کند و با دو بار فشار دادن آن، دستگاه به حالت عادی بر می‌گردد. در حالت اهم‌متر با فشار دادن این کلید به تست دیود و یا اتصال‌یاب (در صورت مقاومت کم، دستگاه سوت می‌زند) تبدیل می‌شود.
- ◀ کلید HOLD: با فشار دادن این کلید مفروضات روی صفحه نمایش ثابت خواهد ماند. حالت HOLD فقط در رنج‌های ولتاژ، جریان و اهم کار می‌کند و برای آنکه دستگاه از حالت HOLD خارج شود باید یک بار دیگر این کلید را فشار دهید.

ج) صفحه نمایش

صفحه نمایش که از یک LCD (Liquid Crystal Display) تشکیل شده است.

❖ چند تذکر:

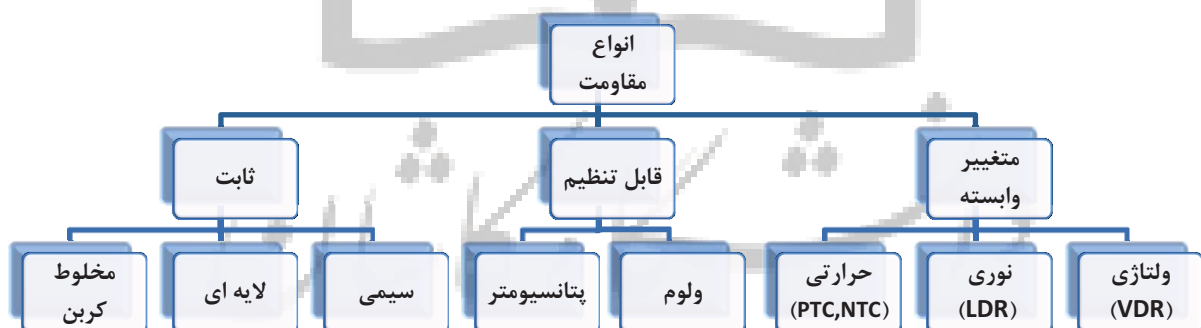
۱. اگر از حدود شدت جریان اطلاعی نداشته باشید، از بالاترین رنج شروع کنید.
۲. هنگام استفاده از آمپرسنج وجود مصرف‌کننده ضروری است. هرگز دو سر آمپر متر را به دو سر منبع وصل نکنید زیرا در این حالت آمپر متر خواهد سوخت.
۳. همیشه پس از پایان کار با مولتی‌متر آن را خاموش کنید.
۴. در صورتی که جریان اعمالی از مقدار رنج زیادتر باشد دستگاه سوت ممتد خواهد زد که در این صورت بلافاصله رنج را زیادتر کنید.

دقت اندازه‌گیری در آومتر دیجیتالی

اندازه‌گیری با آومتر دیجیتالی منجر به نمایش یک عدد بر روی صفحه نمایش می‌شود که با توجه به عدد قرائت شده می‌توان دقت دستگاه را مشخص نمود. بدین منظور تعداد رقم اعشار عدد خوانده شده، دقت دستگاه در نظر گرفته می‌شود. به عنوان مثال اگر ولتاژ $V = 2.350(V)$ اندازه‌گیری شود دقت دستگاه برابر با $\Delta V = 0.001(V)$ در نظر گرفته می‌شود.

مقاومت

مقاومت قطعه‌ای است که در موارد مختلفی از قبیل محدود کردن جریان، تقسیم جریان و یا تقسیم ولتاژ استفاده می‌شود. مقاومت‌ها را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد:



شکل (۳): انواع مقاومت‌ها.

هر مقاومت دارای سه مشخصه کلی مقدار اهمی، درصد خطا و توان مجاز می‌باشد که به اختصار هر کدام توضیح داده می‌شود:

الف) مقدار اهمی

مهم‌ترین مشخصه یک مقاومت مقدار آن است که برحسب اهم (Ω)، کیلو اهم ($k\Omega$) و یا مگا اهم ($M\Omega$) بیان می‌شود. مسئله مهم در مورد مقاومت این است که مقادیر انتخاب شده برای مقاومت‌ها از استاندارد خاصی تبعیت می‌کنند و معمول‌ترین آن استاندارد اروپایی است که با حرف E مشخص می‌شود، به عنوان مثال سری E6 به صورت $1, 1/5, 2/2, 3/3, 4/7, 6/8$ می‌باشد، که با ضرب و تقسیم اعداد فوق در مضارب ۱۰ مقادیر مختلف از سری مزبور به دست می‌آید. برای مثال از عدد $2/2$ در سری فوق، مقادیر $0/22 \Omega, 2/2 \Omega, 22 \Omega, 220 \Omega, 2/2 k\Omega, 22 k\Omega, 220 k\Omega$ و $220 M\Omega$ به دست می‌آید.

ب) درصد خطا

مقدار واقعی یک مقاومت در عمل با مقداری که توسط سازنده قید می‌شود اختلاف دارد. این اختلاف، درصد خطا نامیده می‌شود و آن را برحسب درصد بیان می‌کنند. میزان این خطا بستگی به تکنولوژی ساخت و دقت دستگاه‌های تولید مقاومت دارد و به همین علت سازنده مقاومت به همراه مقدار مقاومت، درصد خطا را نیز باید ذکر نماید. برای مثال یک مقاومت 100Ω با درصد خطای ۱۰٪ دارای مقاومت بین ۹۰ تا ۱۱۰ اهم است که ۹۰ اهم را واحد پایینی و ۱۱۰ اهم را واحد بالایی مقدار مقاومت مزبور می‌نامند و مقدار واقعی را تنها با اندازه‌گیری می‌توان به دست آورد. مقاومت‌ها برحسب مقدار درصد خطا به ۴ دسته تقسیم می‌شوند:

۱- مقاومت‌های معمولی با درصد خطای ۵٪ تا ۲۰٪

۲- مقاومت‌های نیمه دقیق با درصد خطای ۱٪ تا ۵٪

۳- مقاومت‌های دقیق با درصد خطای ۰/۵٪ تا ۱٪

۴- مقاومت‌های خیلی دقیق با درصد خطای کمتر از ۰/۵٪

مقاومت‌های معمولی در وسایل الکترونیکی از قبیل رادیو و تلویزیون مورد استفاده قرار می‌گیرند که دارای خطای ۵٪ هستند. مقاومت‌های دقیق و خیلی دقیق بیش‌تر در دستگاه‌های اندازه‌گیری با حساسیت بالا استفاده می‌شوند.

ج) توان مجاز مقاومت

توان مجاز، حداکثر توانی است که مقاومت به‌طور مداوم می‌تواند به‌صورت تلف نماید. برای مقاومت‌های لایه کربنی در اندازه واقعی ثابت شده است که حداکثر جریان عبوری را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد.

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{P}{I}}$$

اندازه‌گیری مقاومت**الف) اندازه‌گیری مقاومت با استفاده از آومتر عقربه‌ای**

کلید سلکتور را روی قسمت اهم قرار دهید و یک سر سیم رابط را به ترمینال (-Com) و سیم رابط دیگر را به ترمینال اهم وصل کنید، بعد انتهای دیگر سیم‌ها را به یکدیگر وصل کنید. اگر عقربه روی عدد صفر قرار نگرفت دستگاه تنظیم نیست و باید به وسیله پیچ تنظیم مربوطه، (پایین طرف راست دستگاه) صفر آن تنظیم شود. در صورتی که عقربه روی صفر قرار نگرفت، باتری دستگاه فرسوده شده و باید تعویض گردد. پس از تنظیم صفر، دو سر فیش‌ها را به طرفین مقاومت موردنظر وصل کنید و اندازه مقاومت را به شرح زیر تعیین نمایید.

ضریب مربوطه \times عددی که عقربه روی کمان پایین نشان می‌دهد = مقدار مقاومت اندازه‌گیری شده

ب) اندازه‌گیری مقاومت با استفاده از آوومتر دیجیتالی

سیم رابط سیاه‌رنگ را به ترمینال (-Com) و سیم رابط قرمز رنگ را به ترمینال $V/\Omega/Hz$ متصل کنید و کلید انتخابگر را در ناحیه اهم (Ω) قرار دهید، سیم‌های رابط را به دو سر مقاومت متصل کرده و مقدار آن را اندازه بگیرید.

* تذکر: در موقع اندازه‌گیری مقاومت توجه شود که مقاومت مورد نظر نباید به دیگر اجزای مدار متصل باشد.

ج) تشخیص مقدار مقاومت به وسیله نوارهای رنگی

معمولاً مقاومت‌های توان پایین دارای ابعاد کوچکی هستند. به همین علت مقدار مقاومت و درصد خطا را به وسیله نوارهای رنگی^۱ مشخص می‌نمایند که معمول‌ترین آن‌ها روش چهار نوازی است که برای مقاومت‌های با درصد خطای ۲٪ به بالا استفاده می‌شود. در این روش از سه نوار رنگی برای مشخص کردن مقدار مقاومت و یک نوار رنگی برای مشخص کردن درصد خطا استفاده می‌شود. برای به دست آوردن مقدار عددی مقاومت لازم است عدد نوار اول و دوم به ترتیب در کنار هم قرار گیرند و در عدد ۱۰ به توان عدد نوار سوم، ضرب شود. در ضمن نوار اول به خاطر تمایز با نوار چهارم معمولاً به یک طرف نزدیک‌تر است و یا گاهی نوار چهارم به خاطر تمایز کمی پهن‌تر از سایر نوارها است. در جدول ۳ معنی رنگ‌ها آمده است.

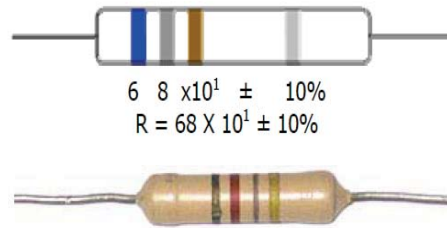
* تذکر: چنانچه مقاومتی نوار چهارم نداشته باشد درصد خطای آن ۲۰٪ است.

جدول (۳): جدول رنگ مقاومت‌ها و عدد مربوط به هر یک از آن‌ها.

درصد خطا نوار چهارم	عدد نوار سوم	اعداد صحیح		رنگ
		نوار دوم	نوار اول	
-	۰	۰	-	سیاه
۱٪	۱	۱	۱	قهوه ای
۲٪	۲	۲	۲	قرمز
-	۳	۳	۳	نارنجی
-	۴	۴	۴	زرد
-	۵	۵	۵	سبز
-	۶	۶	۶	آبی
-	-	۷	۷	بنفش
-	-	۸	۸	خاکستری
-	-	۹	۹	سفید
۵٪	X۰/۱	-	-	طلایی
۱۰٪	X۰/۰۱	-	-	نقره ای
۲۰٪	-	-	-	بی رنگ

^۱ هر کلمه از بیت شعر زیر به ترتیب با حرف اول رنگ‌های داخل جدول شروع شده است که در یادگیری شماره رنگ‌های مقاومت کمک می‌کند.

ساقی قدحی قرار نه زیر سبو آبی بنشان خانه سنبل به نکو



شکل (۴): نمونه‌ای از یک مقاومت رنگی.

مثال: اگر رنگ‌های موجود بر روی مقاومتی به صورت (نقره‌ای - نارنجی - بنفش - زرد) باشد مقدار مقاومت آن چقدر است؟

پاسخ: با درصد خطای ۱۰٪.

$$R = 47 \times 10^3 = 47k\Omega$$

$$\Delta R = 47000 \times \frac{10}{100} = 4700\Omega$$

$$(47000 - 4700)\Omega \leq R \leq (47000 + 4700)\Omega$$

منبع تغذیه سوئیچینگ مستقیم (DC)



شکل (۵): منبع تغذیه سوئیچینگ مستقیم (DC).

یک منبع تغذیه (Power Supply)، دستگاهی است برای تأمین انرژی الکتریکی برای یک یا چند بار مصرفی. منبع تغذیه سوئیچینگ برای کنترل ولتاژ خروجی یا جریان تا یک مقدار خاص است. حداکثر ولتاژ ۰-۳۶ ولت و حداکثر جریان ۰-۳ آمپر می‌باشد. دستگاه با کلید on/off روشن و خاموش می‌شود اگر کلید به سمت داخل باشد دستگاه روشن و اگر به سمت خارج باشد دستگاه خاموش است. برای تنظیم ولتاژ، کلید V-set و برای تنظیم جریان، کلید I-set را انتخاب کرده سپس عدد ولتاژ یا جریان مورد نظر را وارد می‌کنید و برای تأیید در هر دو حالت، کلید V-set انتخاب می‌شود و برای خروج کلید Esc فشار داده می‌شود. مثلاً همان‌طور که در شکل ۵ دیده می‌شود، بعد از تنظیم دستگاه برای ولتاژ، فقط عدد ولتاژ بر روی صفحه‌ی نمایش دیده می‌شود و عدد جریان دیده نمی‌شود. همچنین برای تنظیم ولتاژ با رنج‌های پایین می‌توان از پیچ تنظیم استفاده کرد. برای خروجی گرفتن از منبع تغذیه، مدار را به دو سر قطب مثبت و منفی وصل کرده و بعد کلید (آبی رنگ) out/on/off انتخاب می‌شود.

نحوه انجام آزمایش

الف) اندازه‌گیری مقاومت به وسیله اهم‌تر و رنگ

مقدار مقاومت و درصد خطای هر یک از مقاومت‌های برد را با استفاده از رنگ آن به دست آورده و در جدول یادداشت کنید. سپس مقاومت‌های فوق را با سیم به اهم‌تر دیجیتالی وصل کنید و مقدار مقاومت را خوانده و هر کدام را جداگانه در جدول یادداشت کنید. توجه داشته باشید به هیچ‌عنوان دو سر مقاومت را با دست به اهم‌تر وصل نکنید زیرا مقدار اندازه‌گیری شده دارای خطای زیادی خواهد بود.

شماره	شماره رنگ‌های مقاومت			R (با استفاده از رنگ)	$\frac{\Delta R}{R}$ (درصد خطا)	$\Delta R = \left(\frac{\Delta R}{R}\right) \times R$	$R \pm \Delta R$ (مقدار واقعی مقاومت)	R' (با اهم‌تر دیجیتالی)	$\left \frac{R - R'}{R}\right \times 100$
	۱	۲	۳						
۱									
۲									
۳									
۴									
۵									
۶									

ب) اندازه‌گیری ولتاژ با استفاده از آوومترهای عقربه‌ای و دیجیتالی

(۱) باتری که در اختیار دارید به دو سر ولت‌متر عقربه‌ای وصل کنید و برای رنج‌های مختلف مقدار ولتاژ و دقت آن را اندازه‌گیری کنید.

اندازه‌گیری ولتاژ باتری			
رنج ولت‌متر	۳	۶	۳۰
دقت اندازه‌گیری کمان ۰-۶ (V)			
درجه خوانده شده از کمان ۰-۶			
مقدار ولتاژ (V)			
دقت اندازه‌گیری کمان ۰-۳ (V)			
درجه خوانده شده از کمان ۰-۳			
مقدار ولتاژ (V)			

حال مقدار ولتاژ را با آوومتر دیجیتالی اندازه‌گیری کنید و در جدول زیر یادداشت کنید.

مقدار نوشته شده روی باتری (V)	از طریق آوومتر دیجیتالی $V \pm \Delta V(V)$

۲) آزمایش قسمت قبل را تکرار کنید با این تفاوت که به جای باتری از منبع تغذیه مستقیم استفاده کنید و ولتاژ منبع تغذیه را روی $E = 1.000 \pm 0.001(V)$ تنظیم کنید.

اندازه‌گیری ولتاژ منبع تغذیه مستقیم			
رنج ولت‌متر	۳	۶	۳۰
دقت اندازه‌گیری کمان ۰-۶ (V)			
درجه خوانده شده از کمان ۰-۶			
مقدار ولتاژ (V)			
دقت اندازه‌گیری کمان ۰-۳ (V)			
درجه خوانده شده از کمان ۰-۳			
مقدار ولتاژ (V)			

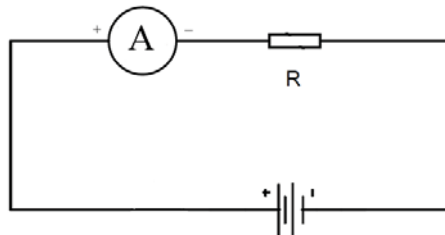
حال مقدار ولتاژ را با آومتر دیجیتالی اندازه‌گیری کنید و در جدول زیر یادداشت کنید.

ولتاژ منبع تغذیه (V)	از طریق آومتر دیجیتالی $V \pm \Delta V(V)$

* برای دقت بیشتر در اندازه‌گیری ولتاژ، چه مواردی باید در نظر گرفته شود؟

ج) اندازه‌گیری جریان با استفاده از آومترهای عقربه‌ای و دیجیتالی

۱) برای اندازه‌گیری جریان، باتری را با یک مقاومت و آمپر متر عقربه‌ای سری کنید و برای رنج‌های مختلف، جدول زیر را کامل کنید.



اندازه‌گیری جریان با قراردادن باتری در مدار				
مقاومت $R (\Omega)$	۲۲۰ (Ω)		۵۶ (Ω)	
	رنج آمپر متر	۰/۰۰۶	۰/۰۶	۰/۶
دقت اندازه‌گیری کمان ۰-۶ (A)				
درجه خوانده شده از کمان ۰-۶				
جریان (A)				
دقت اندازه‌گیری کمان ۰-۳ (A)				
درجه خوانده شده از کمان ۰-۳				
جریان (A)				

حال مقدار آمپر را با آومتر دیجیتالی اندازه‌گیری کنید و در جدول زیر یادداشت کنید.

از طریق آومتر دیجیتالی $I \pm \Delta I(A)$	
۲۲۰ (Ω)	
۵۶ (Ω)	

۲) آزمایش قسمت قبل را تکرار کنید با این تفاوت که به جای باتری از منبع تغذیه مستقیم استفاده کنید و ولتاژ منبع تغذیه را روی $E = 1.000 \pm 0.001(V)$ تنظیم کنید.

اندازه‌گیری جریان با قراردادن منبع تغذیه مستقیم در مدار				
مقاومت $R (\Omega)$	$220 (\Omega)$		$56 (\Omega)$	
رنج آمپرمتر	۰/۰۰۶	۰/۰۶	۰/۶	۶
دقت اندازه‌گیری کمان ۰-۶ (A)				
درجه خوانده شده از کمان ۰-۶				
جریان (A)				
دقت اندازه‌گیری کمان ۰-۳ (A)				
درجه خوانده شده از کمان ۰-۳				
جریان (A)				

حال مقدار آمپر را با آوومتر دیجیتالی اندازه‌گیری کنید و در جدول زیر یادداشت کنید.

از طریق آوومتر دیجیتالی $I \pm \Delta I(A)$	
$220 (\Omega)$	
$56 (\Omega)$	

* برای دقت بیشتر در اندازه‌گیری جریان، چه مواردی باید در نظر گرفته شود؟

تکالیف

۱. فرق بین دقت اندازه‌گیری یک کمیت و خطای آن چیست؟
۲. چرا صفر اهم‌تر مخالف جهت صفر ولت‌متر و آمپرمتر می‌باشد؟
۳. چرا با آمپرمتر و ولت‌متر بدون باتری می‌توان اندازه‌گیری نمود؟