

انواع مقاومت ها

آزمایش شماره ۲

هدف آزمایش

- (۱) آشنایی با انواع مقاومت‌ها
- (۲) تعیین مقدار مقاومت‌های کربنی توسط نوارهای رنگی روی آنها
- (۳) اندازه‌گیری مقاومت با استفاده از اهم متر

وسایل مورد نیاز

مقاومت‌های مختلف، سیم‌های رابط، مولتی متر دیجیتالی، مولتی متر عقربه ای

تئوری آزمایش

مقاومت و انواع آن

اجسام مختلف در برابر عبور جریان الکتریکی مقاومت‌های مختلفی از خود نشان می‌دهند. نسبت اختلاف پتانسیل دو سر هر قطعه الکتریکی به جریان عبوری از آن را مقاومت آن قطعه می‌گویند و با R نشان می‌دهند. واحد مقاومت (Ω) است. یک اهم معادل یک ولت بر آمپر است. (مقاومت یک سیم فلزی به جنس سیم، طول، سطح مقطع، و دمای آن بستگی دارد). توضیحات بیشتر در این مورد را به آزمایش ۲ ماکول می‌کنیم. مقاومت‌ها به طور کلی در انواع مختلفی به صورت ثابت یا متغیر ساخته می‌شوند. در زیر به معرفی آن‌ها می‌پردازیم.

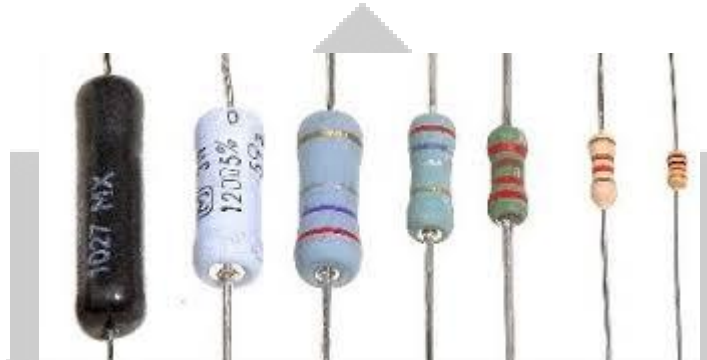
(۱) مقاومت‌های ثابت

مقاومت‌های ثابت به صورت سیمی، کربنی، چینی و یا مرکب ساخته می‌شوند. مقدار این مقاومت‌ها را در مدار نمی‌توان تغییر داد و دارای انواع زیر هستند.

الف) مقاومت‌های سیمی

مقاومت‌های سیمی از سیم کروم - نیکل یا کروم - آلومینیوم ساخته شده و بر روی یک هسته عایق از جنس چینی نسوز، یا سرامیک پیچیده می‌شوند. این مقاومت‌ها در وسایل گرم کننده مانند اجاق برقی، سماور، اتو، سشوار و غیره به کار می‌روند. مقاومت‌های سیمی برای تحمل جریان‌های زیاد مناسب هستند و در مواردی که اندازه‌ی کم مقاومت و توان گرمایی بالا نیاز باشد مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ب) مقاومت‌های کربنی



شکل ۱

مقاومت‌های کربنی از ذرات گرافیت یا کربن یا پودری عایق مانند صمغ ساخته می‌شوند. (درصد مواد به کار رفته در این مقاومت ها، مقدار مقاومت را تعیین می‌کند.) مخلوط مذکور را داخل محفظه‌ای پلاستیکی ریخته و در دو سمت آن سیم‌هایی برای اتصال در مدارها تعبیه می‌نمایند. این مقاومت‌ها ابعاد کوچکی دارند و می‌توانند مقاومت‌هایی از صدم اهم تا چندین مگا اهم را دارا باشند. مقدار مقاومت این نوع را با رسم حلقه‌های رنگی به دور آن مشخص می‌کنند به صورتی که رنگ نوار و ترتیب قرار گرفتن آنها، اندازه مقاومت را مشخص می‌کند. تعداد این حلقه‌های رنگی اغلب ۴ و گاهی ۵ است. (از این مقاومت‌ها در مدارهایی که جریان الکتریکی زیاد لازم نیست استفاده می‌کنند.) توان گرمایی این مقاومت‌ها بسیار کوچک (معمولاً کمتر از ۲ وات است).

نحوه‌ی خواندن مقدار مقاومت‌های ۴ رنگی به ترتیب زیر است: حلقه رنگی با کمترین فاصله تا سیم اتصال مقاومت را در سمت چپ قرار دهید. این حلقه را با شماره ۱ مشخص می‌کنیم. حلقه‌های سمت راست بعدی را به ترتیب با ۲ و ۳ و ۴ شماره گذاری می‌کنیم. هر یک از حلقه‌های چهارگانه، رنگ‌های مختلفی می‌تواند داشته باشد که معنی هر رنگ را می‌توان با توجه به شماره آن از جدول (۱) تعیین نمود. رنگ دو حلقه اول و دوم دو رقم سمت چپ مقدار مقاومت و رنگ حلقه سوم توانی از ده است که باید در این عدد دو رقمی ضرب شود. رنگ حلقه چهارم درصد خطای نسبی مقاومت را نشان می‌دهد. به این ترتیب مقدار مقاومت یک مقاومت کربنی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$R = ab \times 10^c \quad (3)$$

که در آن a معرف نوار اول، b معرف نوار دوم و c معرف نوار سوم است. این نوع مقاومت در شکل (۱) نشان داده شده است.

دانشگاه بوعلی سینا

نقره ای	طلایی	سفید	خاکستری	بنفش	آبی	سبز	زرد	نارنجی	قرمز	قهوه ای	سیاه	
-	-	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	-	رقم ۱ (عدد مربوطه)
-	-	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰	رقم ۲ (عدد مربوطه)
-۲	-۱	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰	رقم ۳ (توان ۱۰)
۱۰	۵	-	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲۵	۰/۵	-	-	۲	۱	-	رقم ۴ (درصد خطای نسبی)

جدول (۱)

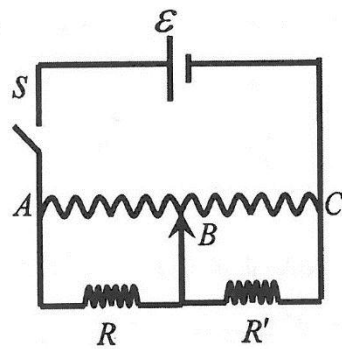
در مقاومت‌های ۵ رنگی، سه رنگ اول نشان دهنده سه رقم سمت چپ مقاومت، رنگ چهارم توان عدد ۱۰ که باید در سه رقم قبلی ضرب شود و رنگ پنجم درصد خطای نسبی آن است.

۲) مقاومت‌های متغیر

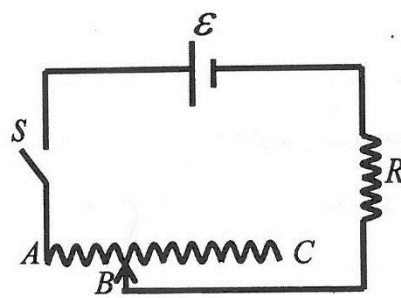


شکل ۲

مقاومت‌های متغیر مقاومت‌هایی هستند که مقدارشان توسط یک لغزش مکانیکی و یا چرخش یک ابزار کنترلی تعیین می‌شود. این مقاومت‌ها در مدارهای الکترونیکی به منظور تنظیم جریان الکتریکی و یا ایجاد ولتاژ مناسب به کار می‌روند. نمونه‌هایی از این مقاومت‌ها در شکل (۲) نشان داده شده‌اند. (مقاومت‌های متغیری که با چرخش ابزاری شبیه ولوم کنترل می‌شوند به دو صورت یکنواخت و غیر یکنواخت ساخته می‌شوند). در نوع یکنواخت با چرخاندن محور متغیر، مقدار مقاومت به صورت خطی افزایش می‌یابد. (این مقاومت در ولوم کنترل صفر اهم متر به کار می‌رود). در نوع غیریکنواخت با چرخاندن محور متغیر، مقدار مقاومت به صورت غیرخطی افزایش می‌یابد. این مقاومت در ولوم رادیو به کار می‌رود. به این نوع مقاومت، مقاومت لگاریتمی هم می‌گویند.



(الف)



(ب)

بعضی از مقاومت‌های متغیر مانند رئوستا، که در بخش قبل در مورد آن صحبت کردیم مقدارشان توسط یک لغزنده مکانیکی تغییر می‌کند. در این حالت مقدار مقاومت به محل لغزنده بستگی دارد. در مدارهای الکتریکی، رئوستا به منظور کنترل شدت جریان و یا تنظیم ولتاژ در مدار به کار می‌رود. هرگاه به صورت شکل (۳-الف) در مدار بسته شود با کم و زیاد کردن مقاومت مدار، عمل کنترل شدت جریان مدار را بر عهده دارد و هرگاه به صورت شکل (۳-ب) در مدار بسته شود به طریق تقسیم ولتاژ، عمل کنترل شدت جریان را سبب می‌شود.

۳) مقاومت‌های متغیر خودکار

مقاومت‌های متغیر خودکار در مدارهای الکترونیکی کاربردهای زیادی دارند و به سه دسته تقسیم می‌شوند.

الف) مقاومت‌های وابسته به دما (TDR): این مقاومت‌ها که ترمیستور (Termistor) نامیده می‌شوند حساسیت زیادی به دما دارند و مقاومت آنها با تغییر دما به شدت تغییر می‌کند. ترمیستورها دو نوع هستند. نوع PTC که نسبت مستقیم با دما دارند و NTC که نسبت عکس با دما دارند.

مقاومت PTC دارای ضریب دمایی مثبت است که با افزایش دما مقدار مقاومت نیز زیاد می‌شود. در این نوع مقاومت تا دمای مشخصی مقدار مقاومت ناچیز و ثابت است. اما وقتی دما به حد کافی بالا رفت و در نقطه‌ای به نام دمای کوری، مقاومت ویژه‌ی آن به شدت افزایش می‌یابد و هر چه دما بالاتر رود این افزایش بیشتر می‌شود. مقاومت PTC مانند یک فیوز خودکار عمل می‌کند و هرگاه شدت جریان دستگاهی به هر علتی بیش از حالت عادی شود، از بالا رفتن شدت جریان و صدمه دیدن دستگاه جلوگیری می‌نماید. این مقاومت معمولاً از ترکیبات تیتانات باریوم ساخته می‌شود و به عنوان مثال در تلویزیون‌ها به کار می‌رود.

مقاومت NTC دارای ضریب دمایی منفی است، یعنی با افزایش دما، مقدار مقاومت کاهش می‌یابد. این مقاومت معمولاً از اکسیدهای منگنز و نیکل و مقدار ناچیزی مس، آهن و کبالت ساخته می‌شود و در مدارهایی به کار می‌رود که شدت جریان در ابتدا زیاد است و به قطعات مدار ممکن است آسیب وارد آید. مقاومت NTC،

شدت جریان اولیه مدار را کنترل می‌کند، اما با افزایش شدت جریان، گرم شده و مقاومتش کاهش می‌یابد و در نهایت در مدار مورد نظر، بی اثر می‌شود. این مقاومت در ابزارهای اندازه‌گیری به کار می‌رود.

ب) مقاومت وابسته به ولتاژ (VDR): این مقاومت‌ها که وریستور (Varistor) نامیده می‌شوند حساسیت زیادی به ولتاژ دارند و مقاومت آنها با تغییر ولتاژ به طور غیر خطی، تغییر می‌کند. ضریب ولتاژ وریستورها منفی است. این مقاومت‌ها از کاربید سیلیکون یا اکسید روی به همراه مقداری بیسموت و کبالت ساخته می‌شوند و مصرف عمده آنها برای حفاظت از تجهیزات الکتریکی در برابر نوسانات ولتاژ بالای برق است.

ج) مقاومت‌های وابسته به نور (LDR): این مقاومت‌ها که به فتوسل نیز نامیده می‌شوند حساسیت زیادی به نور دارند و مقاومت آنها با افزایش شدت نور، کاهش می‌یابد. این مقاومت‌ها از سولفید کادمیم ساخته می‌شوند. اگر نوری به این مقاومت‌ها بتابد باعث افزایش شدت جریان و کاهش مقاومت الکتریکی می‌شود.

روش آزمایش

۱) اندازه‌گیری مقاومت

اگر از مولتی متر عقربه‌ای استفاده می‌کنید به ترتیب زیر عمل نمایید:

۱) کلید انتخابگر مولتی متر آزمایشگاه را روی Ω قرار دهید تا بتوانید از آن به عنوان اهم متر استفاده کنید.

۲) سیم‌های دستگاه را در محل مناسب نصب کرده و دو سر سیم‌های مولتی متر را به هم وصل کنید. در این حالت دو سر اهم متر اتصال کوتاه است و اهم متر باید مقدار مقاومت را صفر به دست دهد. در صورتی که عقربه روی صفر قرار نگرفته است پیچ تنظیم را بچرخانید تا روی صفر قرار گیرد و اهم متر تنظیم شود. اگر هنگامی که دو سر اهم متر را اتصال کوتاه کرده اید، عقربه تکان نخورد، بدین معناست که یا فیوز آن سوخته و یا باتری آن تمام شده است.

۳) اگر حدود مقاومت را نمی‌دانید کلید انتخابگر را روی بزرگترین پله ($R \times 10K$) قرار دهید. در صورت کم بود انحراف عقربه، پله‌های کوچکتر ($R \times 1K, R \times 100, R \times 1$) را امتحان کنید. در هر حالت دقت کنید اگر عقربه در درجات آخر قرار گرفت خطای اندازه‌گیری زیاد خواهد بود، بنابراین از پله‌ی بزرگتر استفاده کنید. دقت کنید هر بار که پله عوض شود باز هم باید اهم متر را تنظیم کنید.

۴) برای اندازه‌گیری مقاومت عددی که از روی اهم متر خوانده می‌شود باید در عددی که کنار پله نوشته شده است ضرب شود.

تذکر:

(۱) برای اندازه‌گیری مقاومت حتماً آن را از داخل مدار خارج کنید.

(۲) پس از خاتمه اندازه‌گیری، برای حفاظت از دستگاه و هدر رفتن انرژی باتری، آن را از حالت Ω خارج کرده و سیم‌ها را نیز دور از هم قرار دهید.

اینک مقدار ۵ مقاومت کربنی را با استفاده از مولتی متر عقربه‌ای و دیجیتالی آزمایشگاه، اندازه‌گیری کرده و در جدول (۱) گزارش کار یادداشت کنید. همچنین مقدار این مقاومت‌ها را با استفاده از نوارهای رنگی روی آنها تعیین کرده و در جدول (۱) یادداشت نمایید. درصد خطای نسبی را در هر مورد به دست آورده و در جدول (۱) بنویسید.

۵	۴	۳	۲	۱	
					رنگ نوارها به ترتیب
					مقدار مقاومت (از روی نوارهای رنگی)
					مقدار مقاومت (با مولتی متر عقربه ای)
					مقدار مقاومت (با مولتی متر دیجیتالی)
					درصد خطای نسبی

جدول (۱)

محاسبات، بررسی نتایج، پرسشها

(۱) چرا برای اندازه‌گیری مقاومت باید حتماً آن را از داخل مدار خارج کنید؟

(۲) در کار با اهم متر چرا هر بار پس از انتخاب پله لازم است صفر آن تنظیم شود؟

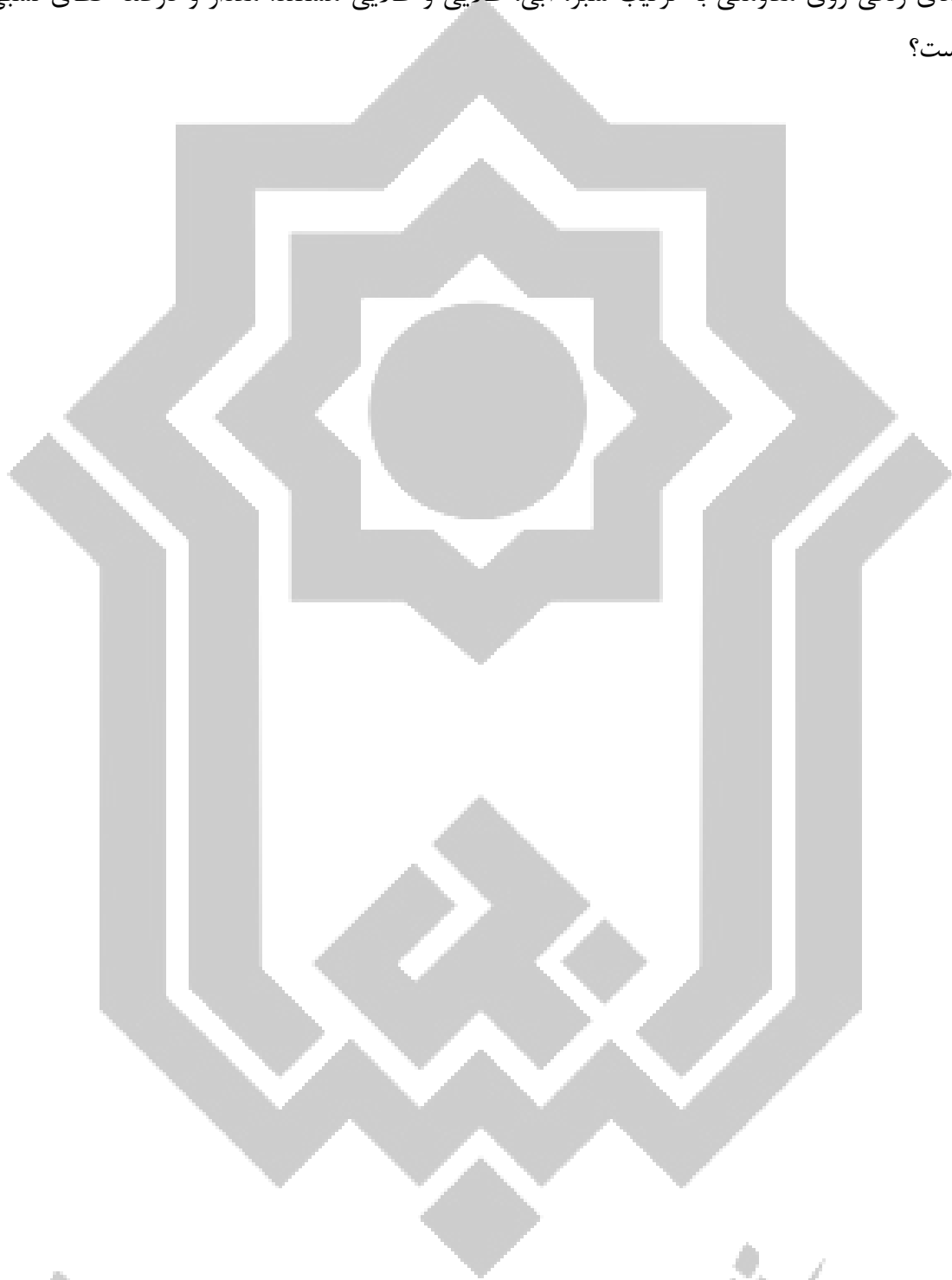
(۳) چرا درجات اهم متر خطی نیست؟

(۴) اندازه‌گیری با اهم متر دقیق تر است یا تعیین مقاومت با نوارهای رنگی؟

(۵) مقدار مقاومتی را که با اهم متر عقربه‌ای و دیجیتالی اندازه گرفتید با مقدار مقاومت و درصد خطای نسبی آن که بر روی مقاومت‌های کربنی نوشته شده است مقایسه کنید و در مورد اندازه‌گیری تان قضاوت کنید.

(۶) نوارهای رنگی روی مقاومتی به ترتیب قهوه ای، خاکستری، قرمز و نقره‌ای هستند. مقدار و درصد خطای نسبی آن چقدر است؟

۷) نوارهای رنگی روی مقاومتی به ترتیب سبز، آبی، طلایی و طلایی هستند. مقدار و درصد خطای نسبی آن چقدر است؟



دانشگاه بوعلی سینا