





دستور کار

آزمایشگاه فیزیک ۲

گردآوری:

فرحناز جوشن

بنیامین رحمتی نیا

دکتر ایمان احدی اخلاقی

زمستان ۱۴۰۳

اصول کار در آزمایشگاه

اصولا کار آزمایشگاهی از مطالعه ی قبل از آزمایش شروع شده با تهیه وسایل و انجام عملی آزمایش ادامه می یابد و با تهیه و تنظیم گزارشکار پایان می پذیرد. در این بخش سعی شده به طور خلاصه مسایل و نکات لازم برای آزمایشگاه فیزیک (۲) بیان شود تا خوانندگان با آگاهی از آن ها، در جهت بهبود کار خود بهره گیرند. ذکر این نکته ضروری است که در دروس عملی (آزمایشگاهی) علاوه بر آشنایی با وسایل آزمایشگاهی و انجام چند آزمایش، رعایت نظم و پیروی از یک ترتیب کاری صحیح در اولویت اولیه قرار داشته و بخشی از ارزشیابی کار دانشجو به رعایت این نظم و ترتیب اختصاص می یابد.

از دانشجو انتظار می رود: ۱- به موقع در آزمایشگاه حاضر شود و از تمام مدت زمانی که در اختیار دارد به نحو مطلوب استفاده کند. نتایج کار آزمایشگاهی صرفا در آزمایشگاه به دست می آیند و دانشجو امکان انجام آزمایش را در مکانی غیر از آزمایشگاه ندارد، بنابراین استفاده بهینه از زمان، از ضرورت های کار به شمار می آید.

۲- مطالعه قبل از شروع هر آزمایش، هر چند اندک و جامع، فراموش نشود. مطالعه قبل از شروع کار آزمایشگاهی و گردآوری اطلاعات مورد نیاز، زمینه ای روشن از کار را برای دانشجو بوجود می آورد و فرد می تواند ترتیب به مراحل مختلف کار، برخی مشکلات پیش رو و طریقه رفع آن ها را از قبل، تشخیص و آمادگی لازم جهت برخورد با شرایط را در خود ایجاد نماید.

۳- زمان بندی و تقسیم وظایف با هم گروهی، انجام شود. با توجه به اینکه کار آزمایشگاهی یک کار جمعی و توسط گروه انجام می شود مشارکت تک تک افراد گروه و هماهنگی بین وظایف آن ها در رسیدن به نتیجه صحیح نقش اساسی دارد.

۴- جدیت و حوصله حین انجام آزمایش ها مد نظر باشد. بی شک انجام هر کاری، به ویژه کار آزمایشگاهی، با بی حوصلگی و بدون انگیزه کافی نتیجه مطلوب در پی نخواهد داشت. باید تلاش کرد که با جدیت و بدون هراس از کسب نتیجه غلط، کار انجام پذیرد. باید دانست نتیجه غلط نیز جزئی از کارهای تجربی است که در بسیاری از موارد هدایت گر دانشجو در انجام صحیح تر و سریع تر آزمایش ها خواهد بود.

۵- رعایت نظم و ترتیب در آزمایشگاه از ضروریات است. هیچ آزمایشی در شلوغی و عدم تمرکز به نتیجه مطلوب نمی رسد. بی نظمی نه تنها کار آزمایش گر را بدون نتیجه می گذارد بلکه در کار گروه های دیگر فعال در آزمایشگاه هم تاثیر منفی داشته و هم تجاوز به حقوق دیگران محسوب می شود.

۶- نتایج در انتهای هر مرحله باید ثبت شوند و در پایان به وسیله مدرس آزمایشگاه بررسی و تأیید شوند. این کار، فرد را از درستی انجام مراحل مختلف آزمایش مطمئن می سازد.

۷- گزارشکار هر آزمایش در اسرع وقت و با دقت و جزئیات کامل نوشته شود. گزارشکار به تعبیری نشانگر ارزش کار دانشجو است پس باید دقت کرد که بخش های مختلف آن با توجه کافی و استفاده از منابع معتبر نوشته شود.

شیوه تهیه گزارش کار
صفحه نخست گزارشکار باید به شکل زیر (برای شروع ذکر نام خداوند در دل باشد و از آوردن آن به روی کاغذ خودداری کنید).



مطالب صفحات بعد گزارش کار به شکل زیر خواهد بود:

تئوری و اثبات روابط

در این بخش با کمک منابع معتبر در دسترس (همانند کتاب‌ها، مقالات چاپ شده در مجلات علمی و...) باید زمینه‌های روشن از مفاهیم بکار رفته در آزمایش و در صورت امکان تاریخچه‌های مختصر از ابداع و تکامل آزمایش آورده شود.

هدف از انجام آزمایش

به صورت خلاصه توضیح دهید که هدف از انجام آزمایش چیست و به دنبال چه هستید.

شرح آزمایش و ترسیم شکل‌ها

به طور خلاصه مراحل انجام آزمایش را بیان کنید. ذکر جزئیات لازم نیست.

نتایج آزمایش، جداول و رسم نمودارها

در این بخش نتایج ثبت شده و تجزیه و تحلیل مورد نیاز در هر مرحله به صورت زیربخش‌های جداگانه‌ای (متناسب با زیر بخش‌های شرح آزمایش) به همراه نمودارهای خواسته شده در هر مرحله و استخراج اطلاعات از نمودارها و تحلیل‌های مربوطه آورده می‌شود.

خطا گیری

در این بخش با استفاد از نتایج آزمایش، دقت دستگاه‌های مورد استفاده و در صورت دسترسی با مقادیر واقعی کمیات مورد سنجش، خطاگیری انجام و میزان انحراف نتایج برای هر مرحله جداگانه محاسبه می‌شود.

روش محاسبه خطا

$$| \text{مقدار اندازه گیری شده} - \text{مقدار واقعی کمیت} | = \text{خطای مطلق}$$

$$\text{خطای نسبی} = \frac{\text{خطای مطلق}}{\text{مقدار واقعی کمیت}} * 100$$

نتیجه گیری

در این بخش باید دستیابی و یا عدم دستیابی به نتایج مطلوب و عوامل مؤثر در این نتایج مورد بحث قرار گیرد [OB].

پاسخ سوالات

در انتهای هر آزمایش در دستور کار سوالاتی برای تفکر بیشتر و فهم بهتر آورده شده است که پاسخ آن‌ها باید در این بخش داده شود.

Contents

آزمایش شماره ۱: آشنایی با قطعات آزمایشگاه.....	۷
آزمایش شماره ۲: آشنایی با قانون اهم.....	۱۷
آزمایش شماره ۳: آشنایی با قوانین کیرشهف.....	۲۱
آزمایش شماره ۴: آشنایی با مدارات پل.....	۲۵
آزمایش شماره ۵: شارژ و دشارژ خازن.....	۳۰
آزمایش شماره ۶: آشنایی با اسیلوسکوپ.....	۳۵
آزمایش شماره ۷: آشنایی با دیود و رسم منحنی مشخصه آن.....	۴۲
آزمایش شماره ۸: قضیه جمع آثار و قضیه انتقال توان ماکزیمم.....	۴۶

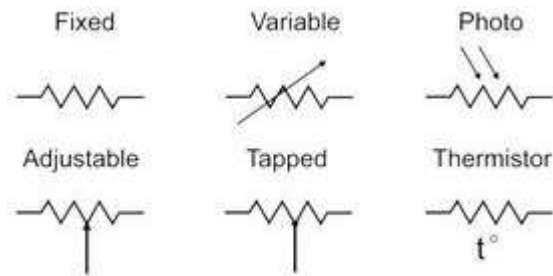
آزمایش شماره ۱: آشنایی با قطعات آزمایشگاه

❖ هدف از انجام آزمایش

لازمه ورود به هر آزمایشگاهی آشنایی با تجهیزات مورد استفاده در آن می‌باشد. هدف از این فصل، آشنایی با وسایل و تجهیزاتی می‌باشد که در آزمایشگاه فیزیک الکتریسیته مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱- مقاومت الکتریکی

مقاومت الکتریکی یک کمیت مهم در الکتریسیته است که با عبور جریان بیشتر از یک بخش از مدار، مخالفت می‌کند. واحد مقاومت الکتریکی «اهم» است و با نماد Ω نشان داده می‌شود. یک اهم برابر است با مقاومت بین دو نقطه که اختلاف پتانسیل یک ولت به آن‌ها اعمال می‌شود و جریان یک آمپر از آن‌ها می‌گذرد. انواع نماد مداری این قطعه در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱: انواع نماد مداری مقاومت در کاربردهای مختلف

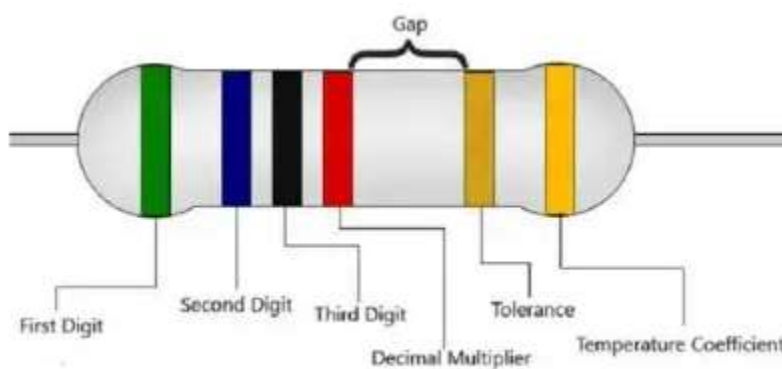
مقاومت‌ها را مشابه آنچه در شکل ۱-۲ مشاهده می‌کنید در رنگ‌های مختلف می‌سازند که هر رنگ‌بندی نشان از مقدار مختلف مقاومت دارد.



شکل ۱-۲: انواع مقاومت در رنگ‌بندی مختلف

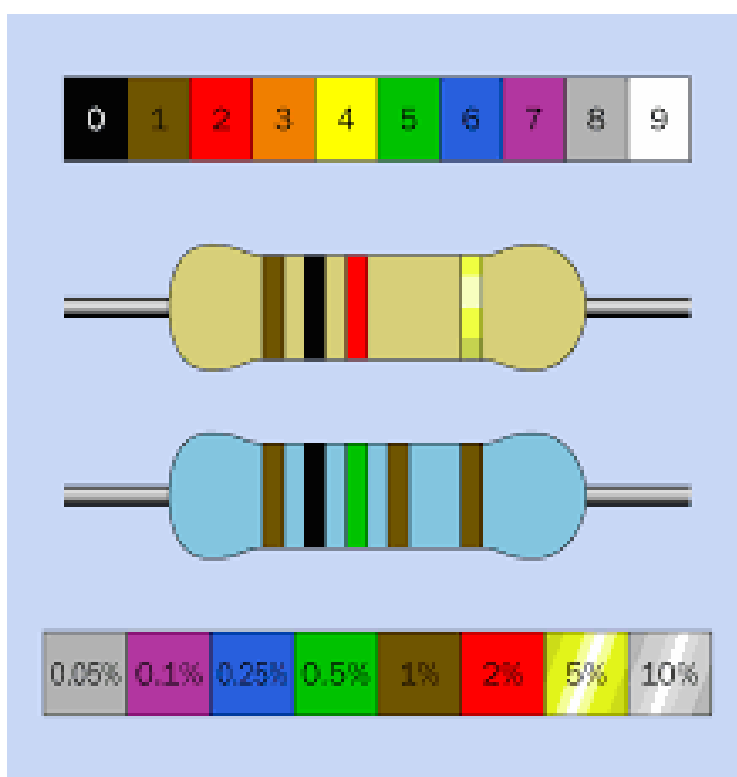
جهت بدست آوردن اندازه مقاومت، با عنایت به اینکه به هر رنگ، کد مخصوص تعلق گرفته است از فرمول (۱) جهت تعیین اندازه مقدار مقاومت استفاده می‌شود. نخستین نوار رنگی، رقم اول، دومین نوار، رقم دوم و سومین نوار تعداد صفرهای سمت راست عدد را نشان می‌دهد. نوار چهارم نیز نشان‌دهنده میزان تلورانس می‌باشد.

$$R = ab \times 10^c \pm D\% \quad (۱ - ۱)$$



شکل ۱-۳: پارامترهای اندازه‌گیری مقاومت

این رنگ‌بندی بر اساس شکل ۱-۴ کدگذاری شده است.



شکل ۱-۴: جدول رنگ‌بندی مقاومت‌ها

۲- خازن

خازن^۲ یا انباره عبارت است از دو صفحه موازی فلزی که در میان آن‌ها لایه‌ای از هوا یا عایق قرار دارد. خازن‌ها انرژی الکتریکی را نگهداری می‌کنند و به همراه مقاومت‌ها در مدارات تایمینگ استفاده می‌شوند. همچنین از خازن‌ها برای صاف کردن سطح تغییرات ولتاژ و فیلتر نیز استفاده می‌گردد زیرا خازن به راحتی سیگنال متناوب را عبور می‌دهد ولی مانع عبور سیگنال‌های مستقیم می‌شود. خازن المان الکتریکی است که می‌تواند انرژی الکتریکی را توسط میدان الکترو استاتیکی در خود ذخیره کند. با توجه به اینکه بار الکتریکی در خازن ذخیره می‌شود؛ برای ایجاد میدان‌های الکتریکی یکنواخت می‌توان از آن استفاده کرد. شکل ۱-۵ خازن در انواع مختلف را نشان می‌دهد.



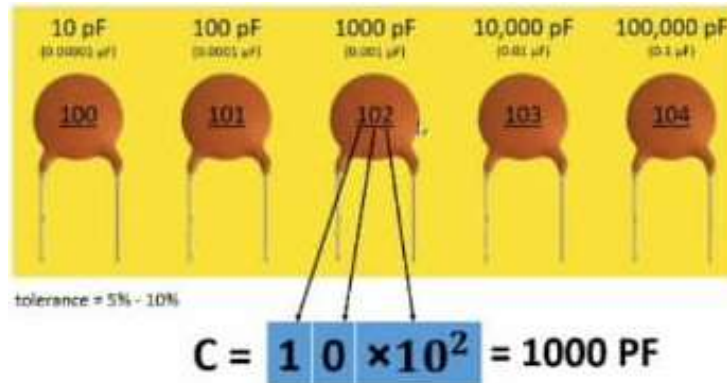
شکل ۱-۵: انواع مختلف خازن

به نسبت مقدار باری که روی صفحات خازن انباشته می‌شود بر اختلاف پتانسیل دو سر باتری، ظرفیت خازن می‌گویند.

$$C = \frac{q}{v}$$

ظرفیت خازن معیاری برای اندازه‌گیری توانایی نگهداری انرژی الکتریکی است. هرچه ظرفیت یک خازن بیشتر باشد، خازن قادر به نگهداری انرژی الکتریکی بیشتری است. ظرفیت خازن‌ها یک کمیت فیزیکی است و به ساختمان خازن وابسته است و به مدار و اختلاف پتانسیل بستگی ندارد. خازن سرامیکی یک خازن با ظرفیت ثابت است. مواد سرامیکی در این نوع خازن مانند دی الکتریک عمل می‌کنند. خازن سرامیکی از دو یا چند لایه سرامیکی و یک لایه فلزی که به عنوان الکتروود عمل می‌کند؛ ساخته شده است. ترکیب مواد سرامیکی، تعیین کننده رفتار الکتریکی خازن و نوع کاربرد آن می‌باشند. خازن‌های سرامیکی به خصوص خازن‌های سرامیکی چند لایه، رایج‌ترین خازن‌ها در تجهیزات الکترونیکی هستند که تقریباً در هر سال یک تریلیون از آن‌ها تولید می‌شود. شکل ۱-۶ نحوه محاسبه ظرفیت خازن سرامیکی را نشان می‌دهد.

^۲Capacitor



شکل ۱-۶: نحوه محاسبه ظرفیت خازن‌های سرامیکی

واحد اندازه‌گیری ظرفیت خازن در SI کولن بر ولت بوده که آن را فاراد می‌نامند. یک فاراد یکای بسیار بزرگی است و در عمل، ظرفیت اکثر خازن‌های متداول در محدوده میلی‌فاراد، میکروفاراد، نانوفاراد و پیکوفاراد است.

۳- سلف

سلف یا القاگر یک قطعه الکترونیکی دو پایه است که در صورت عبور جریان از آن، انرژی الکتریکی را به صورت میدان مغناطیسی در خود ذخیره می‌کند. سلف در ساده‌ترین شکل خود، یک سیم است که به دور یک هسته مرکزی پیچیده شده است. مهم‌ترین مشخصه این قطعه که یک المان پسیو^۴ می‌باشد این است که در برابر تغییرات جریان مخالفت یا مقاومت می‌کند. این ویژگی مقاومت سلف در برابر تغییرات جریان، اندوکتانس نام دارد که با حرف L نشان داده می‌شود. واحد اندوکتانس، هانری است و آن را با حرف H نشان می‌دهند. هانری نیز مانند فاراد واحد بزرگی است و سلف‌های موجود در مدارهای الکترونیکی در رنج های میلی‌هانری، میکروهانری و نانوهانری عرضه می‌شوند. شکل ۱-۷ نمونه‌ای از انواع سلف را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۷: چند نمونه سلف

^۲Inductor

^۴Passive

۴- گالوانومتر

گالوانومتر ابزاری برای تشخیص و اندازه‌گیری جریان الکتریکی است. این ابزار، یک تبدیل‌گر الکترومکانیکی آنالوگ است، و سیم‌پیچی دارد که در میدان مغناطیسی یک آهنربای دائم قرار گرفته است. هنگامی که از سیم‌پیچ، جریان الکتریکی می‌گذرد، در اثر قرار داشتن در میدان مغناطیسی، به سیم‌پیچ، گشتاور وارد شده و آن را به همراه عقربه متصل به آن می‌چرخاند. گالوانومتر اولین وسیله برای تشخیص و اندازه‌گیری جریان بوده است. این ابزار، به افتخار دانشمند ایتالیایی، لویجی گالوانی، گالوانومتر نامیده شده است.

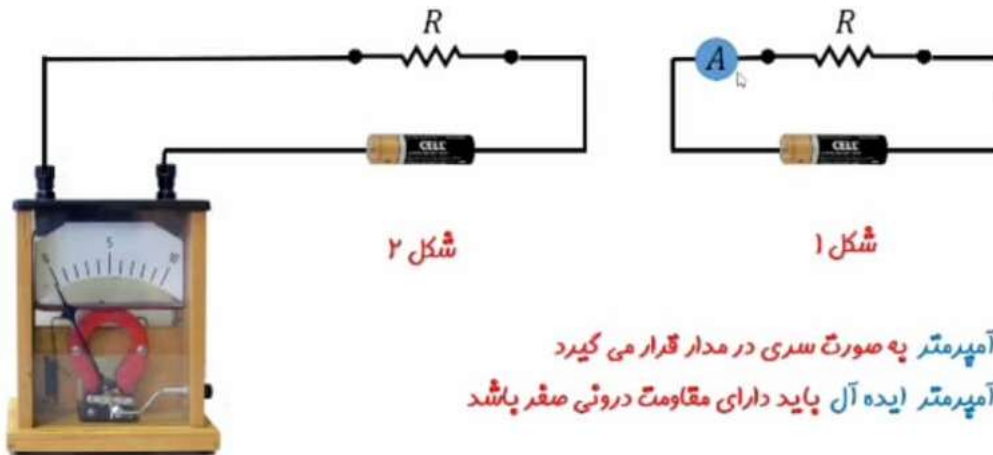
در گالوانومترها (شکل ۸-۱) از عقربه و صفحه درجه‌بندی شده برای نمایش مقدار جریان، و در دیگر نمونه‌های حساس، از آینه و شعاع نور برای بزرگ‌نمایی جریان‌های ضعیف استفاده می‌شود. از گالوانومترهای حساس برای تشخیص سیگنال در کابل‌های زیردریایی و آشکارسازی فعالیت‌های الکتریکی قلب و مغز استفاده می‌شود.



شکل ۸-۱: نمونه ای از گالوانومتر

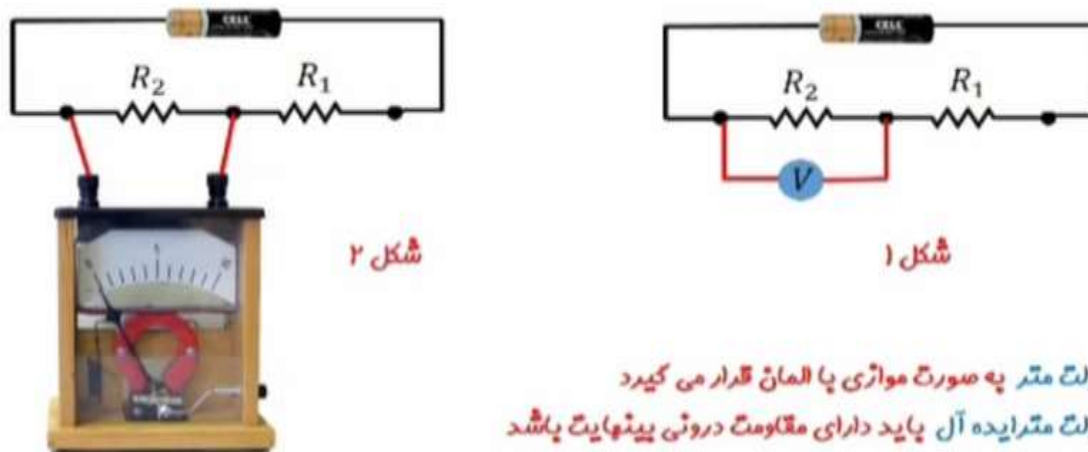
قسمت عمده ساختمان داخلی آمپر متر شبیه گالوانومتر است و مانند آن به طور سری در مدار قرار می‌گیرد. تفاوت بین آمپر متر و گالوانومتر در دو مورد است: یکی درجه‌بندی آن متفاوت است و دیگری انحراف عقربه در یک جهت صورت می‌گیرد. همچنین آمپر متر برای اندازه‌گیری جریان‌های مختلف طراحی می‌شود. برای تبدیل گالوانومتر به آمپر متر باید یک مقاومت کوچک RS با آن به طور موازی قرار گیرد تا قسمت عمده جریان از RS عبور کند. شکل ۹-۱ نحوه استفاده از گالوانومتر به عنوان آمپر متر را نشان می‌دهد.

دستور کار آزمایشگاه فیزیک ۲



شکل ۱-۹: تبدیل گالوانومتر به آمپر متر

با سری کردن یک مقاومت بزرگ با سیم پیچ گالوانومتر، یک ولت متر ساخته می شود. سری کردن یک مقاومت بزرگ با گالوانومتر موجب می شود که جریانی کمتری از دستگاه بگذرد و تأثیر آن روی مدار ناچیز باشد. ولت متر همواره به طور موازی با عناصر مداری در مدار قرار می گیرد.



شکل ۱-۱۰: تبدیل گالوانومتر به ولت متر

۵- مولتی متر

مولتی متر دستگاهی برای اندازه گیری چندین کمیت الکتریکی مانند ولتاژ، جریان، مقاومت الکتریکی، ظرفیت خازنی و فرکانس است، که می توان با آن سلامت یا مشخصات قطعات الکتریکی یا الکترونیکی را نیز ارزیابی کرد. مولتی متر از اساسی ترین ابزار مهندسان و تعمیرکاران برق و الکترونیک است که در هر کارگاه، تعمیرگاه یا آزمایشگاه برق یافت می شود.

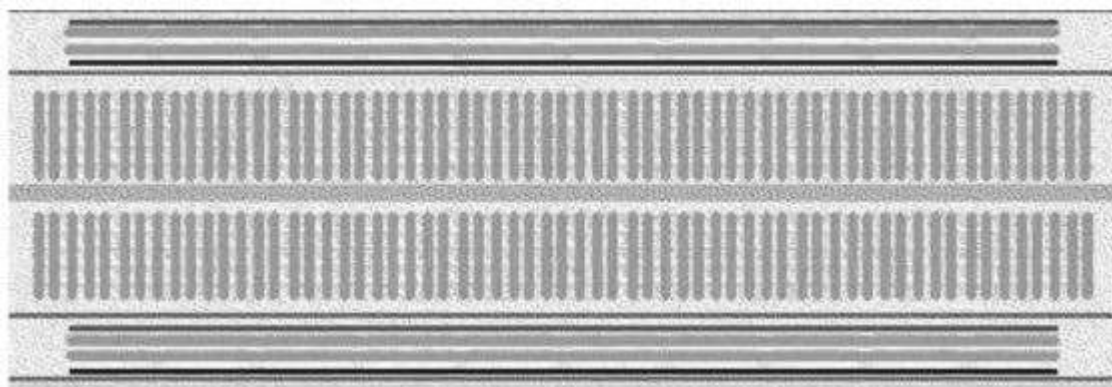
مولتی‌متر، دو نوع آنالوگ و دیجیتال دارد که استفاده از نوع آنالوگ آن، دیگر منسوخ شده است. به وسیله یک سلکتور قابل چرخش در مولتی‌متر می‌توان کمیت الکتریکی مورد نظر برای اندازه‌گیری و نیز حدود آن را انتخاب کرد. برای استفاده از مولتی‌متر لازم است با هر کدام از کمیت‌های الکتریکی آشنا بود، چرا که هر یک، واحدی مشخص دارد. برای استفاده از مولتی‌متر باید همواره پروب مشکی به COM و پروب قرمز به کمیت مورد اندازه‌گیری متصل شود. شکل ۱-۱۰ نمونه‌ای از مولتی‌متر دیجیتال را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۱: نمونه‌ای از مولتی‌متر دیجیتال

۶- برد مورد

تخته آزمایش یا برد مورد، وسیله‌ای است که برای ساخت سریع مدارهای الکتریکی و الکترونیکی در آزمایشگاه استفاده می‌شود. این وسیله با سوراخ‌هایی که دارد، نیاز به لحیم کاری را بر طرف می‌کند. در این وسیله، سوراخ‌های بالایی و پایینی به صورت افقی و حفره‌های دو ردیف داخلی به صورت عمودی به یک‌دیگر متصل شده و تشکیل یک گره می‌دهند. لازم به ذکر است همان‌هایی که دارای یک گره مشترک هستند؛ در محل همان گره باید در سوراخ‌های دو ردیف داخلی برد مورد، زیر هم قرار بگیرند. از ردیف بالایی و پایینی معمولاً برای اتصال به منبع تغذیه در مدارت پیچیده استفاده می‌شود.



شکل ۱-۱۲: نحوه اتصالات برد آزمایشگاهی

۷- منبع تغذیه

منابع تغذیه موجود در آزمایشگاه‌ها شامل دو دسته منابع DC و AC می‌باشند. منابع تغذیه DC مثل باتری‌ها هستند که در انواع مختلف وجود دارند. این منابع به برق شهر متصل شده و دارای محدوده ولتاژ بین ۰ تا ۳۰ ولت هستند زیرا بالاتر از این محدوده برای سلامتی انسان‌ها خطرناک است. شکل ۱-۱۲ یک نمونه از این منابع را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۳: نمایی از دستگاه منبع تغذیه DC دیجیتال

منابع تغذیه AC موجود در آزمایشگاه‌ها، سیگنال ژنراتورها می‌باشند که انواع شکل موج‌های مختلف مانند سینوسی، مثلثی، مربعی و ... را در فرکانس‌های مختلف ایجاد می‌نمایند. در این دستگاه‌ها، دکمه fine برای تنظیم دقیق‌تر سطح ولتاژ و دکمه محدودیت جریان برای محدود نمودن جریان خروجی می‌باشد. ساده‌ترین منبع تغذیه AC همان برق شهر است که می‌توان با ترانسفورماتور سطح ولتاژ را تغییر داد.

دستور کار آزمایشگاه فیزیک ۲



شکل ۱-۱۴: نمایی از دستگاه سیگنال ژنراتور

❖ انجام آزمایش

- ۱- مقدار مقاومت‌های زیر را یک بار با اهم‌متر و بار دیگر از روی رنگ محاسبه کنید سپس مقدار خطای مطلق و نسبی آن را به دست آورید.



شکل ۱-۱۵: مقاومت نمونه ۱

$$R = ab \times 10^c =$$

$$R_{max} =$$

$$R_{min} =$$



شکل ۱-۱۶: مقاومت نمونه ۲

$$R = ab \times 10^c =$$

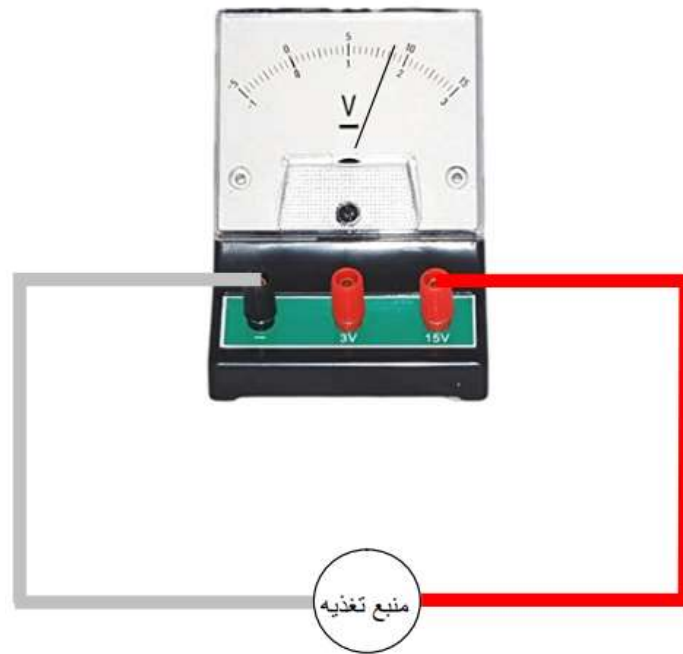
$$R_{max} =$$

$$R_{min} =$$

- ۲- برای اندازه‌گیری جریان مدار از یک آمپر متر استفاده خواهیم کرد. شکل یا مداری را رسم کنید که نحوه اتصال آمپر متر را برای اندازه‌گیری جریان نشان دهد و راجع به نحوه اتصال توضیح دهید.

دستور کار آزمایشگاه فیزیک ۲

۳- نام دستگاه زیر چیست؟ برای اندازه‌گیری چه کمیتی به کار می‌رود؟ مقدار عدد خوانده شده را با احتساب دقت آن بنویسید.



شکل ۱-۱۷: مدار نمونه

۴- چگونگی تبدیل ولتاژ متناوب به ولتاژ مستقیم را به اختصار توضیح دهید.

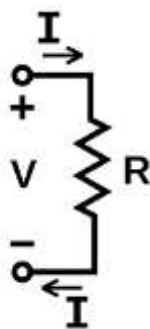
آزمایش شماره ۲: آشنایی با قانون اهم

❖ هدف از انجام آزمایش

هدف از انجام این آزمایش بررسی قانون اهم و نشان دادن این نکته مهم است که در مقاومت ثابت، نسبت ولتاژ به جریان تغییری نمی‌کند؛ در ادامه نشان داده خواهد شد که این قانون، اساس روش‌های حل مدارات جریان مستقیم می‌باشد.

۱- آشنایی با قانون اهم

با استفاده از آزمایشات فراوانی که جرج سیمون اهم انجام داده، توانست روابطی اساسی بین ولتاژ، جریان و مقاومت بدست آورد که امروزه تحت عنوان قانون اهم شناخته می‌شود. بر طبق قانون اهم، نسبت اختلاف پتانسیل بین دو سر یک هادی به جریان عبوری از آن به شرطی که دما ثابت بماند، مقدار ثابتی است که این ثابت، مقاومت نامیده می‌شود. قانون اهم یکی از مهم‌ترین قوانین فیزیک است، مدار ۱-۲ را در نظر بگیرید.

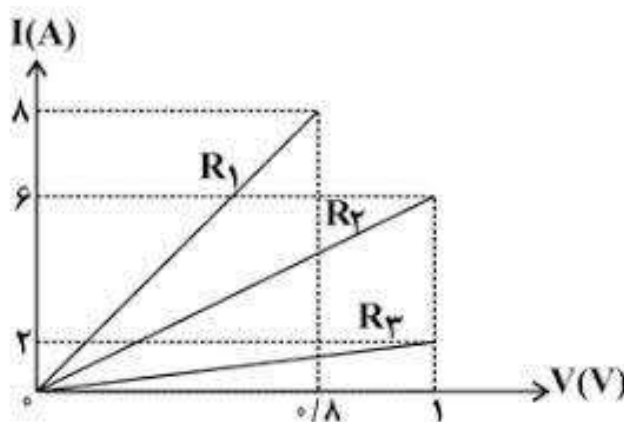


شکل ۱-۲: مدار نمونه برای بررسی قانون اهم

اگر در این مدار نمودار ولتاژ بر حسب جریان رسم شود، مشاهده می‌شود که این نمودار به صورت یک خط شیب‌دار خواهد بود که نشان دهنده آن است که مقاومت الکتریکی مقدار ثابتی بوده و به اختلاف پتانسیلی که به دو سر آن اعمال می‌شود، بستگی ندارد. به مقاومت‌هایی که نمودار ولتاژ بر حسب جریان آن خطی باشد، مقاومت اهمی می‌گویند. قانون اهم از رابطه (۱-۲) محاسبه می‌شود.

$$R = \frac{V}{I} \quad (۱ - ۲)$$

با عنایت به رسم نمودار ولتاژ - جریان در شکل ۲-۲ می‌توان این نتیجه را استنباط نمود که هر چه شیب منحنی بیشتر باشد، مقاومت نیز بزرگ‌تر خواهد بود.



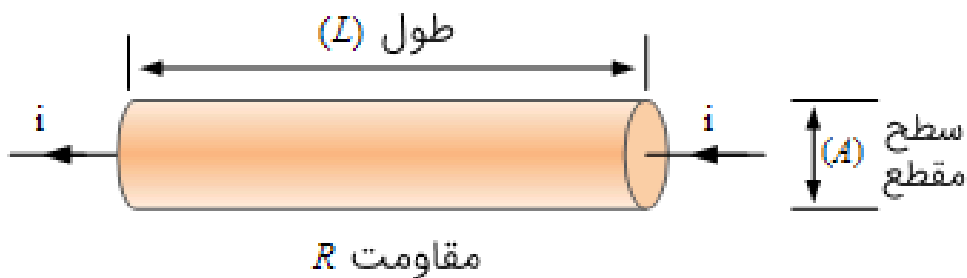
شکل ۲-۲: نمودارهای خطی ولتاژ بر حسب جریان

چهار عامل مهم در تعیین اندازه مقاومت به شرح ذیل می باشد:

- طول ماده (L)
- سطح مقطع ماده (A)
- نوع مواد
- ماهیت مواد

مقاومت یک سیم به سطح مقطع سیم، طول سیم و به ماهیت ماده موجود در سیم بستگی دارد. سیم‌های ضخیم مقاومت کمتری نسبت به سیم‌های نازک دارند. سیم‌های بلندتر مقاومت بیشتری نسبت به سیم‌های کوتاه دارند. سیم مسی از سیم فولادی نازک با همان اندازه و طول، مقاومت کمتری دارد. مقاومت الکتریکی در یک درجه حرارت خاص و برای یک ماده خاص به دما نیز بستگی دارد. رابطه ۲-۲ برای بدست آوردن اندازه مقاومت معرفی می شود.

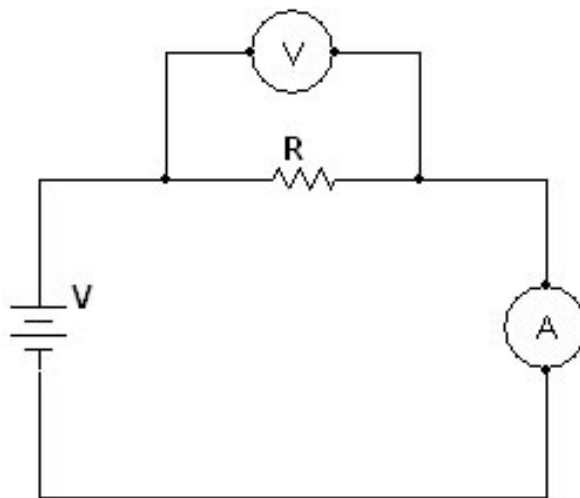
$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (۲ - ۲)$$



شکل ۲-۳: پارامترهای تعیین کننده مقدار مقاومت

❖ روش انجام آزمایش

به منظور بررسی قانون اهم مدار آزمایش مشابه شکل ۲-۴ بر روی بردبورد پیاده‌سازی کنید. این مدار شامل مقاومت، منبع تغذیه مستقیم و ولت متر و آمپر متر است. توجه داشته باشید که ولت‌متر به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد، دلیل آن هم مقاومت داخلی بسیار بالا یا در حالت ایده آل بی‌نهایت آن است زیرا که اگر به صورت سری قرار گیرد مانع عبور جریان خواهد شد. همچنین آمپر متر به صورت سری در مدار قرار می‌گیرد، در غیر این صورت به علت مقاومت داخلی ناچیز باعث اتصال کوتاه شدن آن می‌شود.



شکل ۲-۴: مدار آزمایش قانون اهم

۱- پس از بستن مدار با اعمال ولتاژهای مختلف، جریان را به وسیله آمپر متر اندازه‌گیری نموده و جدول ۱-۲ را کامل کنید. در ادامه بعد از تکمیل جدول مربوطه، مقدار واقعی مقاومت را با اهم تر اندازه گرفته و خطای مطلق و نسبی مربوط به مقدار مقاومت را نیز محاسبه نمایید.

جدول (۱-۲): نتایج آزمایش

$V(V)$	$I(mA)$	$R = \frac{V}{I} (Kohm)$
۱		
۱/۵		
۲		
۳		

دستور کار آزمایشگاه فیزیک ۲

- ۲- پس از تکمیل جدول فوق، نمودار ولتاژ بر حسب جریان را رسم نموده و با محاسبه شیب خط، مقدار مقاومت را بدست آورید.
- ۳- حالت‌های مختلف قانون اهم با فرض ثابت ماندن یکی از پارامترها را بررسی نمایید.

آزمایش شماره ۳: آشنایی با قوانین کیرشهف

❖ هدف از انجام آزمایش

در این آزمایش هدف بررسی قوانین کیرشهف است که دو قانون مهم جهت حل مدارات الکتریکی می باشد. منظور از حل مدار بدست آوردن پارامترهای اساسی مدار از قبیل جریان و ولتاژ می باشد.

۱- آشنایی با تعاریف مدار

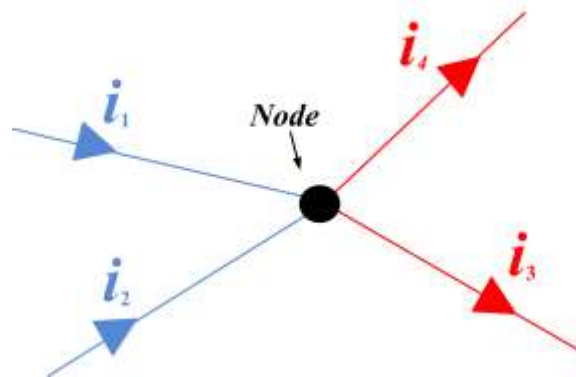
قبل از معرفی قوانین به بیان چند اصطلاح در زمینه مدار پرداخته می شود.

- **مدار (Circuit):** مسیر هادی حلقه بسته ای است که جریان الکتریکی در آن برقرار می شود.
- **مسیر (Path):** یک خط از عناصر یا منابع متصل به هم است.
- **گره (Node):** یک اتصال یا پیوند از مدار است که در آن، دو یا بیشتر از دو عنصر مدار به هم متصل هستند. گره با یک نقطه مشخص می شود.
- **شاخه (Branch):** یک یا گروهی از اجزای مدار مانند مقاومت یا منبع است که بین دو گره وصل شده اند.
- **حلقه (Loop):** یک مسیر بسته در مدار است که اگر از یک نقطه شروع کنیم و به همان جا برگردیم، بیش از یک بار از هر عنصر عبور نکرده باشیم.
- **مش (Mesh):** ساده ترین حلقه مدار است که شاخه ای در آن نیست.

قوانین کیرشهف شامل دو قانون به شرح زیر است:

۲- قانون جریان ها

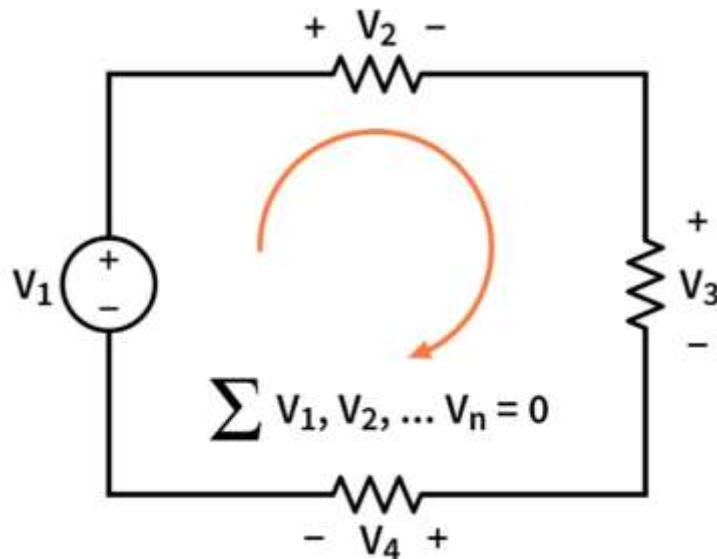
در یک مدار الکتریکی فشرده، جمع جبری جریان هایی که به یک گره وارد می شوند یا از آن خارج می شوند در هر لحظه برابر با صفر است. به عبارت دیگر مجموع جریان های ورودی با مجموع جریان های خروجی با هم برابر هستند. این قانون به KCL نیز معروف است و به ماهیت اجزای مدار بستگی ندارد و از قانون پایستگی بار نتیجه می شود. این قانون برای هر گره یا سطح بسته برقرار است به شرطی که ابعاد آن از طول موج بسیار کوچکتر باشد. شکل ۱-۳ نمایی از تعریف این قانون می باشد. بر طبق استاندارد، جریان های ورودی به گره با علامت منفی و جریان های خروجی از آن با علامت مثبت نشان داده می شوند.



شکل ۳-۱: نمایی از قانون KCL

۳- قانون ولتاژها

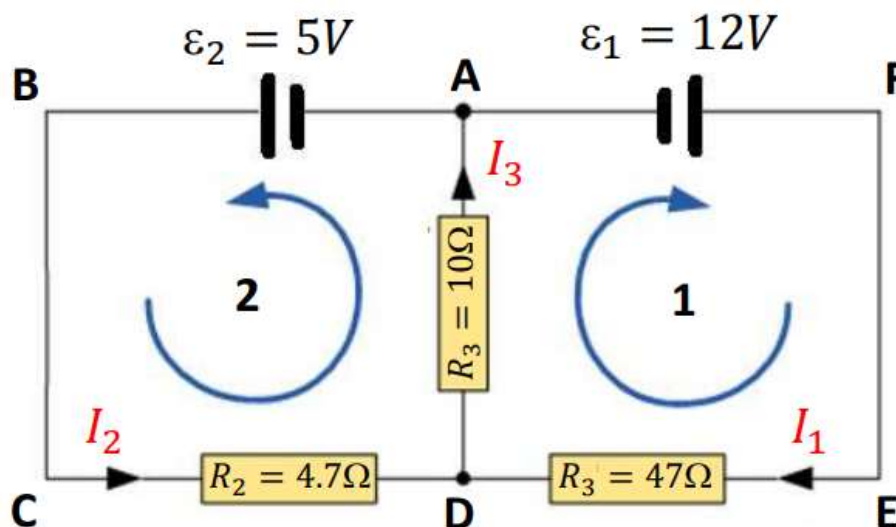
در یک مدار الکتریکی فشرده در هر حلقه یا هر مسیر بسته، مجموع جبری اختلاف پتانسیل در المان‌های مدار، برابر صفر است و به ماهیت اجزای مدار بستگی ندارد. این قانون به KVL نیز معروف است. این قانون از پایستار بودن میدان الکتریکی ساکن نتیجه می‌شود و در حلقه‌هایی که ابعاد آن‌ها از طول موج بسیار کوچک‌تر است یا به عبارت دیگر در مدارهای فشرده، برقرار است. در قوانین کیرشهف باید جهت فرضی برای جریان‌ها در نظر گرفت. پس از تعیین علامت جریان‌ها باید قانون گره را درباره جریان‌ها نوشت. برای این کار در جهت جریان فرضی در مدار پیش می‌رویم. با استفاده از قانون اهم اگر در جهت جریان پیش برویم $-IR$ افت ولتاژ داریم و اگر در خلاف جهت پیش برویم $+IR$ افزایش ولتاژ داریم. شکل ۳-۲ نمایی از تعریف این قانون می‌باشد.



شکل ۳-۲: نمایی از قانون KVL

❖ روش انجام آزمایش

مدار آزمایش کیرشهف به صورت زیر می‌باشد. این مدار شامل سه مقاومت، دو منبع ولتاژ و آمپر متر می‌باشد.



شکل ۳-۴: مدار آزمایش قوانین کیرشهف

۱- در ابتدا پارامترهای مدار را از نظر تئوری محاسبه نمایید. در گام نخست به تکمیل روابط ذیل بپردازید.

KVL1) —————

KVL2) —————

KCL1) —————

با حل معادلات فوق جریان های زیر را بدست آورید.

$I_1 = \text{---}$

$I_3 = \text{---}$

۲- مدار شکل ۳-۴ را در برد پیاده‌سازی نمایید. سپس با استفاده از مولتی‌متر جدول زیر را کامل نمایید.

دستور کار آزمایشگاه فیزیک ۲

$V_{s1}(volt)$	$V_{s2}(volt)$	I_1	I'_1	I_3	I'_3
۵	۵				
۵	۱۰				

جدول ۳-۱: نتایج آزمایش

جریان‌های I_1 و I_3 جریان‌های آمپر متر و جریان‌های I'_1 و I'_3 جریان‌های به دست آمده از روابط تئوری می‌باشند.

۳- خطای مطلق و نسبی آزمایش خود را برای جریان‌های I_1 و I_3 محاسبه نمایید.

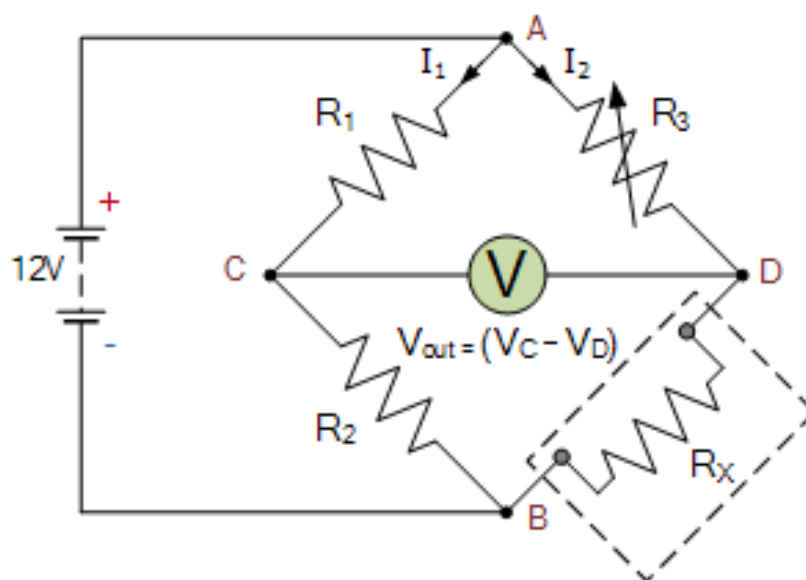
آزمایش شماره ۴: آشنایی با مدارات پل

❖ هدف از انجام آزمایش

هدف از این آزمایش آشنایی با مدارات پل می‌باشد. از پل‌های مهم در صنعت پل وتستون، پل تار و پل کلون می‌باشد که از اصلی‌ترین کاربردهای این پل‌ها می‌توان به اندازه‌گیری مقاومت مجهول اشاره کرد.

۱- مدار پل وتستون

مدار پل وتستون، یک شبکه سری-موازی از مقاومت‌ها است که یک طرف آن به پایانه منبع ولتاژ و طرف دیگر آن به زمین خنثی متصل شده است. هنگامی که این مدار در حالت «تعادل» قرار می‌گیرد، اختلاف پتانسیل بین دو شاخه موازی آن برابر صفر می‌شود. شکل ۴-۱ مدار پل وتستون را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱: تیپولوژی پل وتستون

پل وتستون، برای تعیین مقاومت نامعلوم به کار می‌رود اگر مدار در حالت تعادل باشد، ولت‌سنج، اختلاف پتانسیلی را نشان نخواهد داد در نتیجه پتانسیل نقطه C و D یکسان خواهد بود.

$$\begin{cases} VB - VC = VB - VD & \rightarrow VBC = VBD \\ VA - VC = VA - VD & \rightarrow VBC = VBD \end{cases} \quad (1)$$

با استفاده از نوشتن قانون اهم برای هر یک از اختلاف پتانسیل‌ها و توجه به اینکه از شاخه DB جریان عبور نمی‌کند رابطه ذیل حاصل می‌شود:

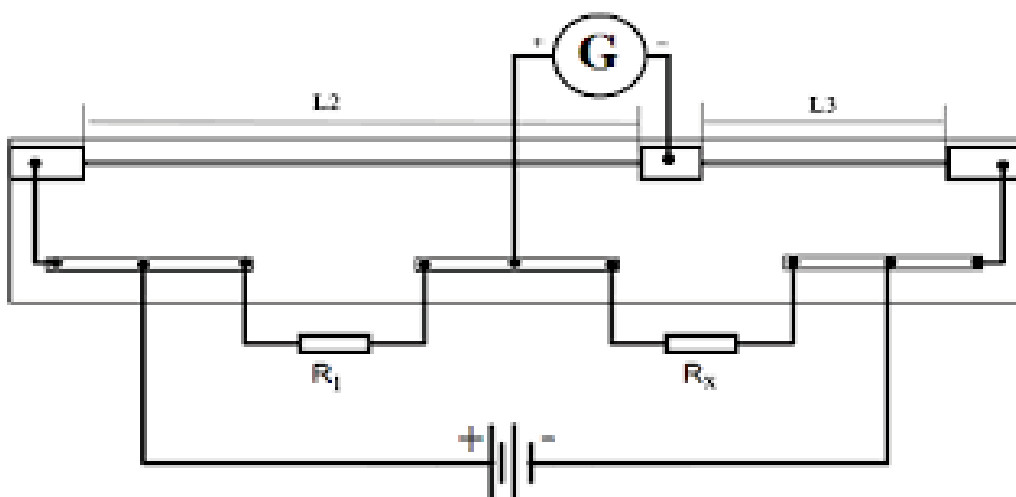
$$R_x = \left(\frac{R_r}{R_1} \right) R_r \quad (۴ - ۱)$$

کاربردهای پل وتسون به صورت زیر است:

- اکثرا برای اندازه گیری مقاومت های خیلی پایین در رنج میلی اهم کاربرد دارد.
- اگر از یک ورستور^۶ با پل وتستون استفاده شود؛ می توان پارامترهای دیگر از جمله امپدانس خازنی و سلفی را نیز محاسبه کرد.
- با ترکیب پل وتستون و تقویت کننده عملیاتی می توان پارامترهای مختلف از جمله دما ، فشار ، نور و ... را نیز اندازه گیری نمود.

۲- پل تار

مدار پل دیگر که کاربردهای فراوانی دارد، مدار پل تار می باشد. اساس کار پل تار همانند پل وتستون است با این تفاوت که در پل تار به جای مقاومت از یک سیم استفاده می شود. نقطه اتصال روی سیم آنقدر جابه جا می شود تا پل به حالت تعادل در آید (جریان گالوانومتر یا آمپر متر صفر شود).



شکل ۴-۲: تپولوژی پل تار

پس از به تعادل در آمدن پل، از آن جایی که اندازه مقاومت با طول آن رابطه مستقیم دارد؛ مقدار مقاومت مجهول از رابطه زیر به دست می آید:

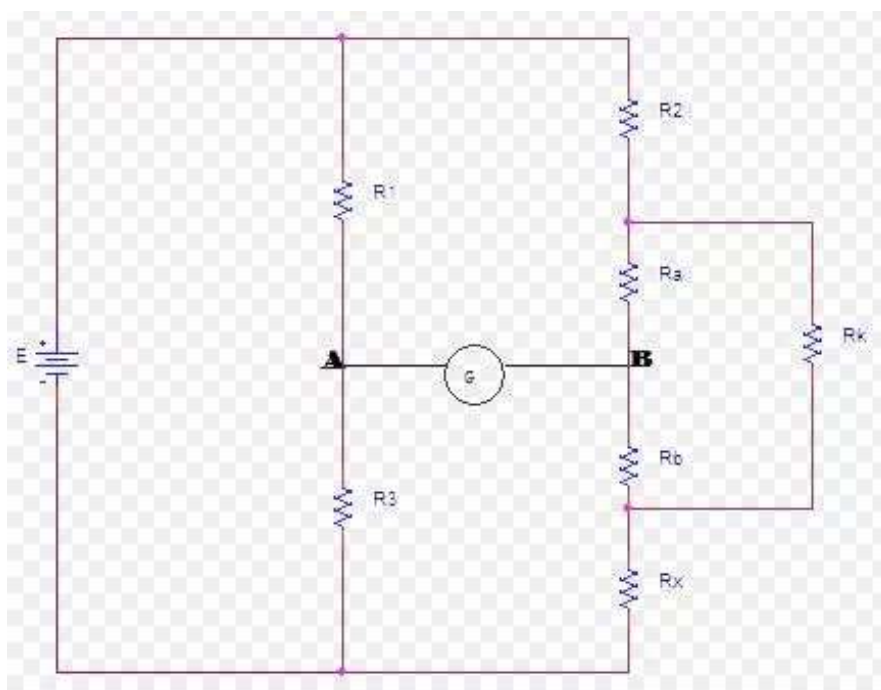
^۶ مقاومت متغیر با ولتاژ

$$R_x = \left(\frac{L_2}{L_1} \right) R_1 \quad (۲ - ۴)$$

۳- پل کلونین

پل کلونین گونه‌ی اصلاح شده‌ای از پل وتستون است؛ منظور از این اصلاح حذف آثار مقاومت‌های سیم‌ها و اتصالات هنگام اندازه‌گیری مقاومت‌های مجهول کوچک است. با استفاده از پل کلونین می‌توان مقاومت‌هایی درگستره‌ی یک میکرواوم را با دقت بالا اندازه گرفت. استفاده از این پل کار بسیار آسانی است، فقط کافی است از رابطه ۳-۴ مطابق شکل مربوطه برای تعیین اندازه مقاومت مجهول استفاده شود.

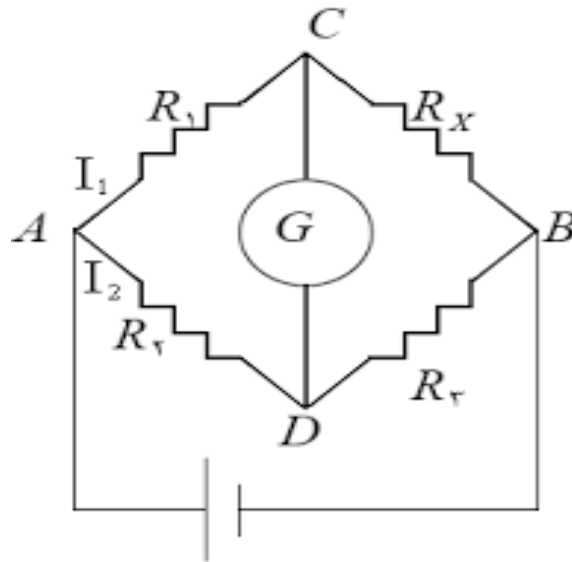
$$\frac{R_x}{R_1} = \frac{R_2}{R_3} = \frac{R_b}{R_a} \quad (۳ - ۴)$$



شکل ۳-۴: تپولوژی پل کلونین

❖ روش انجام آزمایش پل وتستون

مدار پل وتستون را مشابه شکل ۴-۴ را بر روی بردبورد پیاده‌سازی نمایید. سپس آمپر متر یا ولت متر را بین شاخه بالا تا پایین وصل نموده و مراحل زیر را طی کنید. این مدار شامل مقاومت متغیر (پتانسیومتر) ۱۰ کیلو اهم، مقاومت‌های رنگی و یک منبع ولتاژ در حدود ۱۰ تا ۱۲ ولت است.



شکل ۴-۴: مدار آزمایش پل وتستون

۱- به جای $R1$ پتانسیومتر قرار دهید و پیچ آن را آنقدر بچرخانید تا آمپر متر یا ولت متر عدد صفر را نشان دهد. سپس اندازه مقاومت متغیر را با اهم متر خوانده و مقدار مقاومت مجهول را از رابطه زیر محاسبه نمایید.

$$\frac{R_x}{R_3} = \frac{R_1}{R_2} \rightarrow R_x = \dots$$

۲- مقدار مقاومت مجهول واقعی و اندازه‌گیری شده را با یکدیگر مقایسه نموده و خطای مطلق و نسبی آن را محاسبه نمایید.

❖ روش انجام آزمایش پل کلونین

مدار پل کلونین شکل ۳-۴ را بر روی بردبورد پیاده سازی کنید و به جای $R3$ پتانسیومتر 10 کیلو اهم قرار دهید. سپس آمپر متر یا ولت متر را در جایی از مدار که مشخص شده قرار داده و مراحل زیر را طی کنید.

۱- پیچ مقاومت متغیر را آنقدر بچرخانید تا آمپر متر یا ولت متر عدد صفر را نشان دهد (مدار در حالت تعادل قرار گیرد). سپس اندازه مقاومت متغیر را با اهم متر خوانده و مقدار مقاومت مجهول را از رابطه زیر محاسبه نمایید.

$$\frac{Rx}{R2} = \frac{R3}{R1} \rightarrow Rx = \dots\dots\dots$$

۲- مقدار مقاومت مجهول واقعی و اندازه گیری شده را با یکدیگر مقایسه نموده و خطای مطلق و نسبی آن را محاسبه نمایید.

آزمایش شماره ۵: شارژ و دشارژ خازن

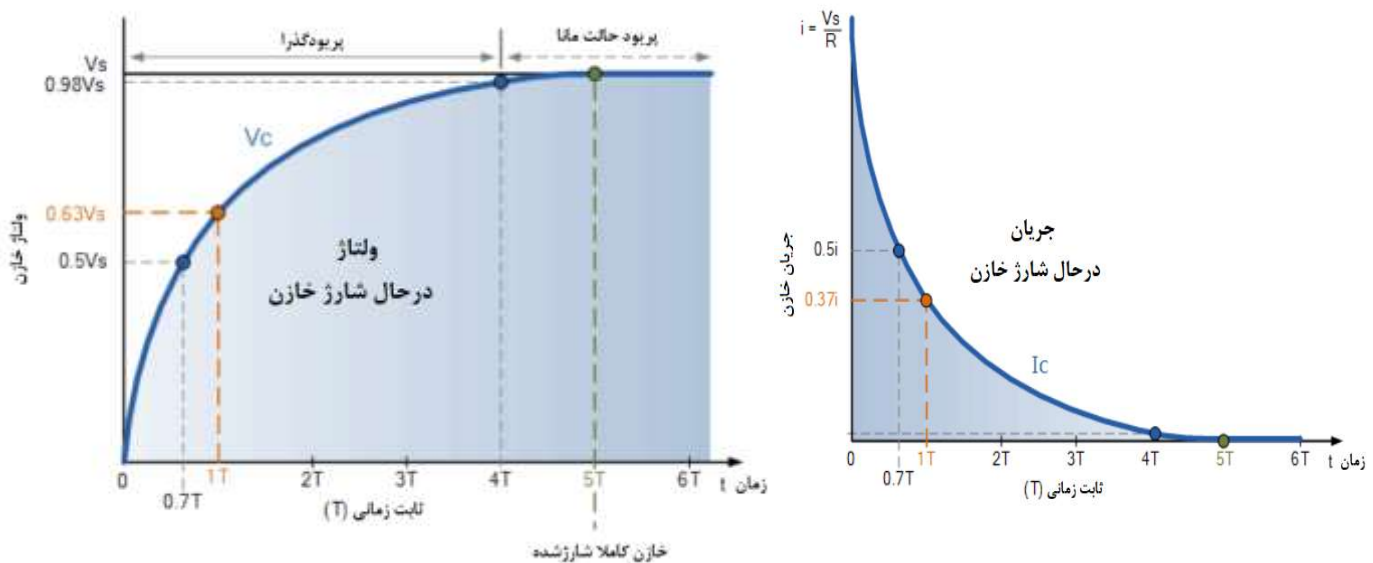
❖ هدف از انجام آزمایش

هدف از این انجام این آزمایش آشنایی با رفتار خازن در مدارات DC می باشد. خازن در مدارات الکتریکی وظیفه ذخیره بار و انرژی را به عهده دارد که با اعمال منبع تغذیه به آن شارژ شده و با وصل کردن آن به بار، تخلیه یا به اصطلاح دشارژ می شود.

اگر نمودار شارژ و دشارژ را بر حسب زمان رسم شود، پارامتری به نام ثابت زمانی حاصل می شود که با استفاده از آن می توان، ظرفیت خازن را محاسبه نمود.

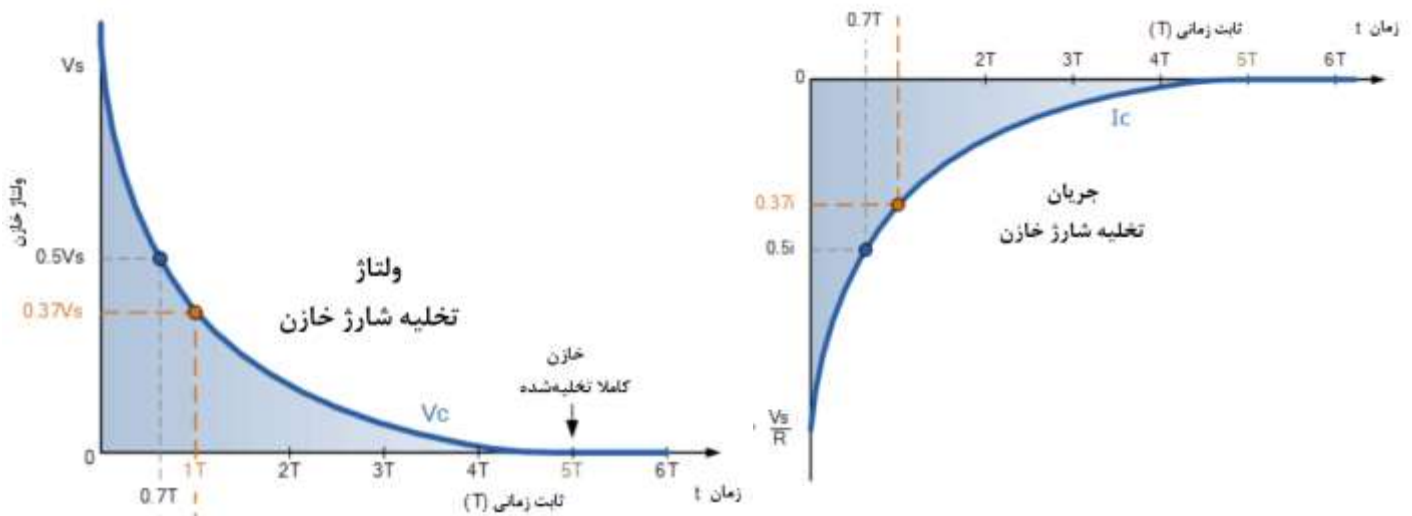
شارژ و دشارژ خازن

وقتی یک خازن بدون بار به دو سر یک باتری متصل می شود؛ الکترون ها در مدار جاری می شوند. بدین ترتیب یکی از صفحات دارای بار مثبت و صفحه دیگر دارای بار منفی می شود. آن صفحه ای که به قطب مثبت باتری وصل شده، بار مثبت و صفحه دیگر بار منفی پیدا می کند. خازن پس از ذخیره کردن مقدار معینی از بار الکتریکی تکمیل می شود. یعنی با وجود اینکه کلید همچنان بسته است ولی جریان از مدار عبور نمی کند و در واقع جریان مدار به صفر می رسد در این حالت اصطلاحاً می گوئیم خازن شارژ شده است. شکل ۵-۱ نمودارهای ولتاژ و جریان خازن را در حالت شارژ نشان می دهد.



شکل ۵-۱: منحنی ولتاژ و جریان خازن در حال شارژ

یک خازن شارژ شده را در نظر بگیرید، اگر دو سر خازن را توسط یک سیم و مقاومت به همدیگر وصل شود، جریان تا زمانی که بار روی صفحات خازن وجود دارد برقرار است و پس از مدت زمانی جریان صفر خواهد شد در نتیجه خازن تخلیه یا به اصطلاح دشارژ شده است. شکل ۵-۲ نمودارهای ولتاژ و جریان خازن را در حالت دشارژ نشان می‌دهد.



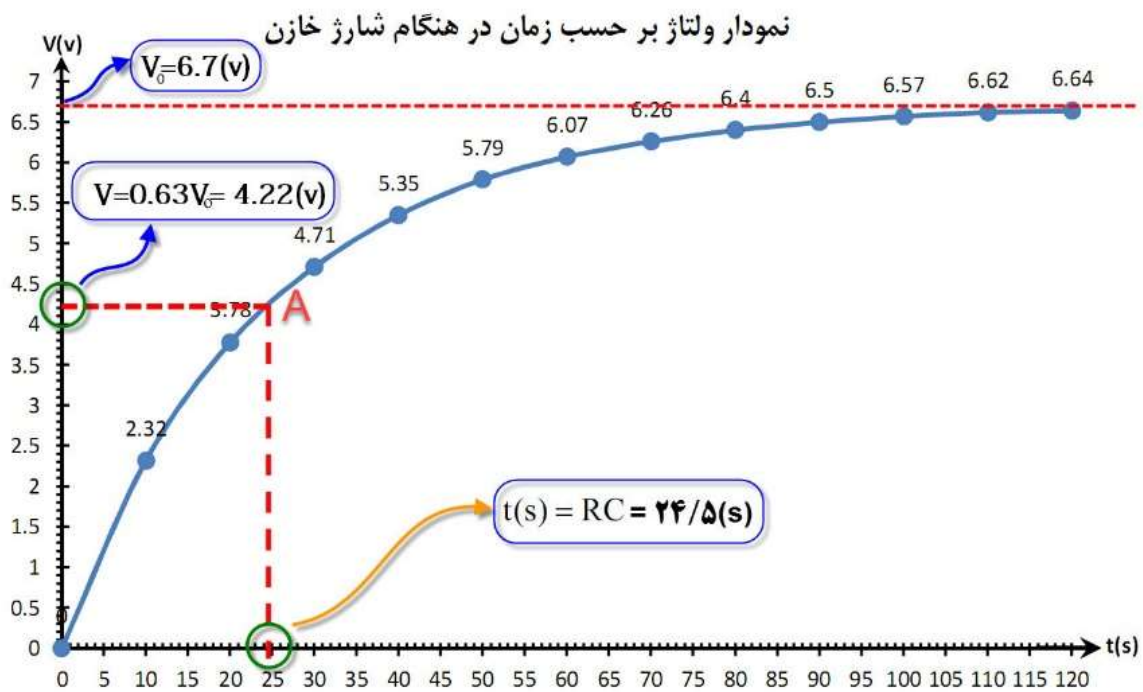
شکل ۵-۲ منحنی ولتاژ و جریان خازن در حال دشارژ

۱- ثابت زمانی

مدت زمانی است که خازن در حالت شارژ به ۶۳ درصد و در حالت دشارژ به ۳۷ درصد از شارژ خود برسد. ثابت زمانی از نظر تئوری از حاصل ضرب اندازه مقاومت در ظرفیت خازن محاسبه می‌شود. رابطه ۵-۱ به مقدار ولتاژ در زمان شارژ خازن اشاره دارد.

$$V_C = E \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) \text{ if } \tau = RC \quad V_C = 0.63\% \quad (1-5)$$

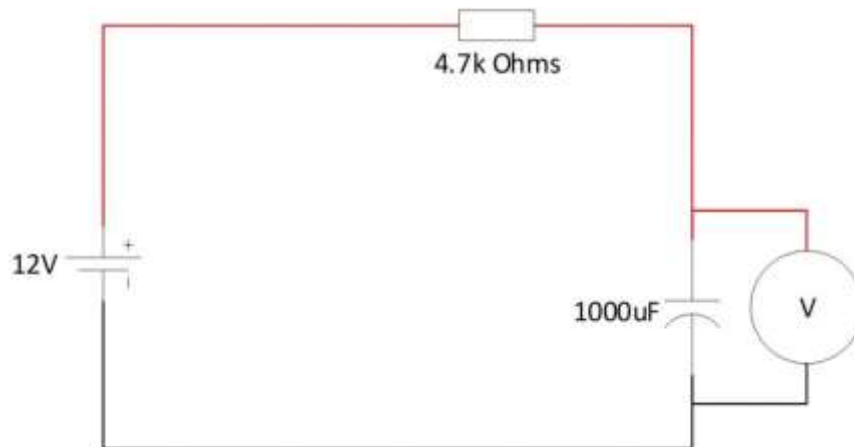
نقش مقاومت در مدار شارژ و دشارژ خازن، تنظیم زمان شارژ و تخلیه آن می‌باشد هر چه مقاومت بزرگ‌تر باشد خازن دیرتر شارژ یا دشارژ می‌شود. شکل ۵-۳ نمونه محاسبه ثابت زمانی را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۳: نمونه محاسبه ثابت زمانی

❖ روش انجام آزمایش شارژ خازن

مدار شکل ۵-۴ را بر روی برد پیاده‌سازی نموده و ولت‌متر را به دو سر خازن متصل نمایید سپس مراحل زیر را طی کنید.



شکل ۵-۴: مدار آزمایش شارژ خازن

دستور کار آزمایشگاه فیزیک ۲

۱- با اعمال منبع تغذیه ۱۲ ولتی به خازن و استفاده از مولتی‌متر و زمان سنج در بازه‌های مساوی ۱۵ ثانیه‌ای ولتاژ را قرائت و جدول ذیل را تکمیل نمایید. توجه داشته باشید که به محض وصل کردن منبع ولتاژ، زمان بگیرید و ولتاژ خازن را هر ۱۵ ثانیه اندازه بگیرید و این کار را با سرعت عمل انجام دهید تا اعداد دقیقی داشته باشید.

جدول ۵-۱: نتایج آزمایش

$T(sec)$	۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰	۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵
$Vc(v)$										

۲- با توجه به جدول نتایج، نمودار ولتاژ بر حسب زمان را رسم نمایید.

۳- با کمک نمودار، ثابت زمانی را محاسبه نموده و با مقدار تئوری مقایسه نمایید.

۴- درصد خطای نسبی ولتاژ خازن را از رابطه زیر محاسبه نمایید.

$$\text{درصد خطای نسبی} = \frac{|t_c - RC|}{RC} \times 100$$

۵- با فرض مجهول بودن ظرفیت خازن با استفاده از ثابت زمانی، ظرفیت خازنی را محاسبه نمایید.

$$C = \frac{\tau}{R} = \text{---}$$

❖ روش انجام آزمایش دشارژ خازن

برای حالت دشارژ ابتدا خازن را شارژ نموده سپس با لافاصله منبع تغذیه را قطع کنید و به جای آن یک مقاومت ۱۰۰ کیلو اهم قرار دهید و هر ۱۵ ثانیه مقدار ولتاژ خازن را اندازه بگیرید و جدول نتایج را تکمیل فرمایید تا زمانی که ولتاژ خازن به صفر برسد. سپس مراحل زیر را طی کنید.

دستور کار آزمایشگاه فیزیک ۲

جدول ۵-۲: نتایج آزمایش

$T(sec)$	۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰	۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	
$Vc(v)$										

۱- با توجه به جدول نتایج، نمودار ولتاژ بر حسب زمان را رسم نمایید.

۲- با کمک نمودار ثابت زمانی را محاسبه نموده و با مقدار تئوری مقایسه نمایید.

$$\tau = R * C$$

۳- خطای نسبی را برای حالت دشارژ محاسبه نمایید.

۴- با فرض مجهول بودن ظرفیت خازن با استفاده از ثابت زمانی، ظرفیت خازنی را محاسبه نمایید.

$$C = \frac{\tau}{R} = \text{---}$$

آزمایش شماره ۶: آشنایی با اسیلوسکوپ

❖ هدف از انجام آزمایش

یکی از مهم ترین وسایل موجود در آزمایشگاه ، اسیلوسکوپ می باشد با استفاده از این تجهیز می توان مشخصات شکل موج از قبیل دامنه، فرکانس، دوره تناوب و اختلاف فاز را بدست آورد یا حتی می توان چندین شکل موج را با هم مقایسه نمود.

❖ تئوری آزمایش

• اسیلوسکوپ

اسیلوسکوپ یک دستگاه اندازه گیری است که از آن برای مشاهده شکل موج ها، اندازه گیری ولتاژ، زمان تناوب، اختلاف فاز و همچنین مشاهده منحنی مشخصه ولت – آمپر عناصر نیمه هادی مانند دیود و ترانزیستور استفاده می شود.

اسیلوسکوپ یک ولت متر دقیق است ولی توانایی اندازه گیری جریان را به طور مستقیم ندارد و برای اندازه گیری جریان باید از روش های غیر مستقیم مانند قانون اهم استفاده کرد. یکی از مزایای اسیلوسکوپ این است که بر خلاف مولتی مترهای معمولی، در فرکانس های بالا نیز به خوبی کار می کند.

اسیلوسکوپ ها ممکن است یک کاناله و یا چند کاناله باشند. اسیلوسکوپ های یک کاناله در هر لحظه فقط می توانند یک سیگنال را روی صفحه نمایش خود نمایش دهند، اما اسیلوسکوپ های چند کاناله، همزمان می توانند چند سیگنال را روی صفحه نمایش خود، نشان دهند. برخی از امکانات این دستگاه به شرح ذیل می باشد:

- **پروپ:** برای انتقال سیگنال های الکتریکی به اسیلوسکوپ، از پروپ که به آن پراب نیز می گویند، استفاده می شود.
- **صفحه نمایش اسیلوسکوپ:** اسیلوسکوپ ها دارای یک صفحه نمایش هستند که این صفحه نمایش در راستای افقی به ۱۰ قسمت و در راستای عمودی به ۸ قسمت تقسیم می شود که برای دقت بیشتر در اندازه گیری، در راستاهای افقی و عمودی، خطوط وسط دارای تقسیمات ریزتری نیز می باشند به طوری که هر خانه به ۵ قسمت تقسیم شده و هر قسمت معادل ۰,۲ خانه است.
- **کلید روشن و خاموش کردن اسیلوسکوپ:** در هر اسیلوسکوپ کلیدی برای روشن و خاموش شدن وجود دارد که آن را با ON/OFF یا POWER نشان می دهند.
- **ولوم:** این ولوم شدت نور سیگنال نمایش داده شده را کم و زیاد می کند.
- **Focus:** این ولوم ضخامت موج رسم شده بر روی صفحه اسیلوسکوپ را کم و زیاد می کند. این ولوم باید در حالتی قرار داده شود که خطوط شکل موج، حداقل ضخامت را داشته باشند.

- **پین تنظیمات یا کالیبراسیون:** این قسمت برای تست و تنظیم سلکتورهای Volt/Div و Time/Div و نیز برای بررسی سالم و یا معیوب بودن پروب مورد استفاده قرار می‌گیرد.
 - **Time/Div:** این کلید دارای ضرایبی بر حسب ثانیه، میلی ثانیه و میکروثانیه است و این ضرایب نشان دهنده این هستند که چقدر زمان لازم است تا اشعه در راستای افقی به اندازه یک خانه جا به جا شود.
 - **Volt/Div:** دارای ضرایبی است که این ضرایب این کلید نیز همانند کلید Time/Div بر حسب ولت و میلی ولت می‌باشند و هر ضریب بیان کننده این است که هر خانه در راستای عمودی چند ولت می‌باشد. این کلید برای اندازه گیری دامنه ولتاژ به کار می‌رود.
- یکی از ویژگی‌های اسکوپ دکمه‌ای به نام Math است که توسط آن می‌توان دو شکل موج را همزمان با هم نمایش داد یا جمع کرد یا از هم تفریق کرد.



شکل ۶-۱: نمایی از اسیلوسکوپ دیجیتال از نزدیک

روابط اسیلوسکوپ به منظور محاسبه پارامترهای مدار به صورت ذیل است:

$$T = \text{Time/Div} \times \text{تعداد خانه سیکل کامل} \quad (1 - 6)$$

$$F = \frac{1}{T} \quad (2 - 6)$$

$$V = \text{VOLTS/DIV} \times \text{تعداد خانه ولتاژ} \quad (3 - 6)$$

❖ اندازه‌گیری اختلاف فاز

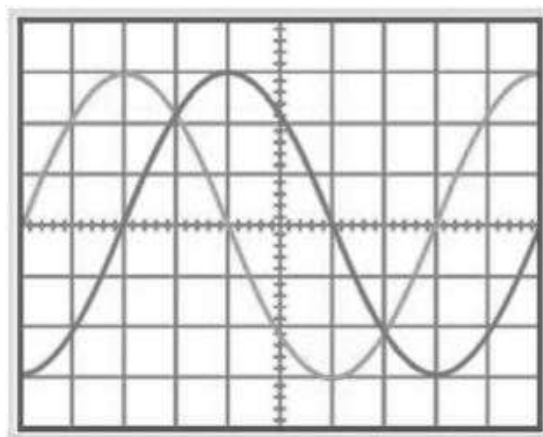
با توجه به اینکه اسیلوسکوپ‌های دو کاناله می‌توانند هم‌زمان دو شکل موج را نمایش دهند؛ امکان اندازه‌گیری اختلاف فاز بین دو موج متناوب هم فرکانس توسط این اسیلوسکوپ‌ها امکان‌پذیر است. برای این منظور دو روش وجود دارد:

۱- محاسبه اختلاف فاز با مشاهده هم‌زمان شکل موج دو کانال

در این روش ابتدا توسط کلیدهای Time/Div و Volt/Div سعی می‌کنیم یک سیکل از سیگنال متناوب، تعداد خانه‌های زیادی را در بر گیرد. سپس ۳۶۰ درجه را بر تعداد خانه‌های یک سیکل کامل تقسیم می‌کنیم تا اختلاف فاز به ازای هر خانه به دست آید سپس تعداد خانه‌های قرار گرفته شده بین قله‌های دو شکل موج در راستای افقی را در مقدار اختلاف فاز به ازای هر خانه ضرب می‌کنیم تا اختلاف فاز دو شکل موج به دست آید.

$$\phi = \frac{360}{\text{تعداد خانه های یک سیکل موج}} \times \text{تعداد خانه های بین قله های موج} \quad (6-4)$$

مثال:



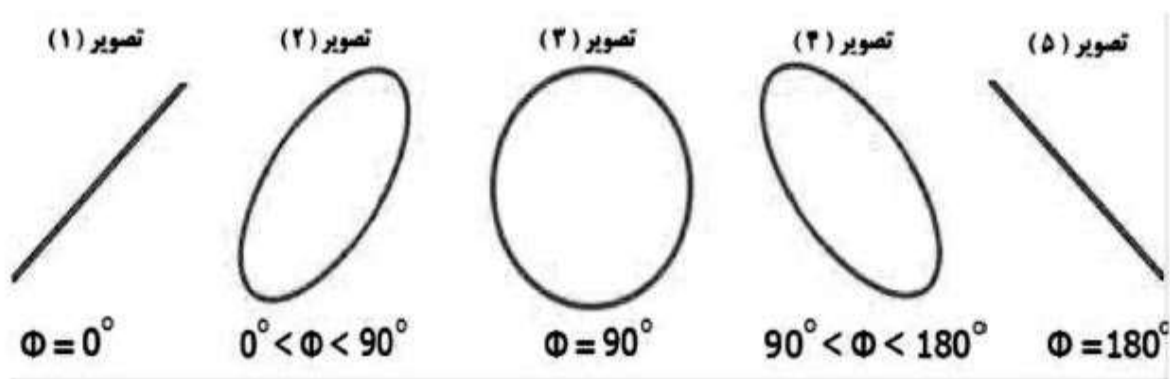
شکل ۶-۲: دو شکل موج با اختلاف فاز ۹۰ درجه

$$\text{اختلاف فاز به ازای هر خانه} = \frac{360^\circ}{8} = 45$$

$$\phi = 45^\circ \times 2 = 90^\circ$$

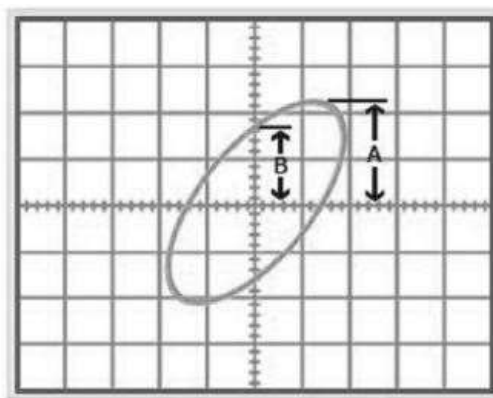
۲- محاسبه اختلاف فاز به روش لیسازور

دومین روش برای اندازه‌گیری اختلاف فاز بین دو شکل، استفاده از اشکال لیسازور است. برای این منظور اسیلوسکوپ را روی حالت X-Y قرار داده و پس از اعمال شکل موج‌ها به کانال‌های X و Y با استفاده از کلید Volt/Div و Time/Div هریک از دو کانال، شکل موج ایجاد شده بر روی صفحه نمایش اسیلوسکوپ را طوری تنظیم می‌کنیم که تا حد امکان بزرگ و تماماً داخل صفحه باشد و در این صورت یکی از پنج تصویر نشان داده شده در شکل ۳-۶ بر روی صفحه ظاهر می‌شود.



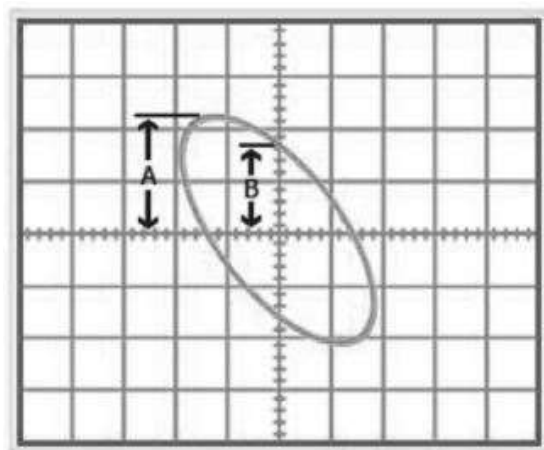
شکل ۳-۶: اشکال لیسازور

در تصویرهای ۱ و ۳ و ۵ از این شکل، مقدار اختلاف فاز بین دو شکل مشخص است اما برای بدست آوردن اختلاف فاز تصاویر ۲ و ۴ به روش زیر عمل می‌کنیم:



شکل ۴-۶: شکل لیسازور

$$\phi = \arcsin\left(\frac{B}{A}\right) \quad (5 - 6)$$



شکل ۶-۵: نمونه‌ای دیگر از اشکال لیسازور

$$\phi = 180 - \arcsin\left(\frac{B}{A}\right) \quad (6 - 6)$$

❖ روش انجام آزمایش

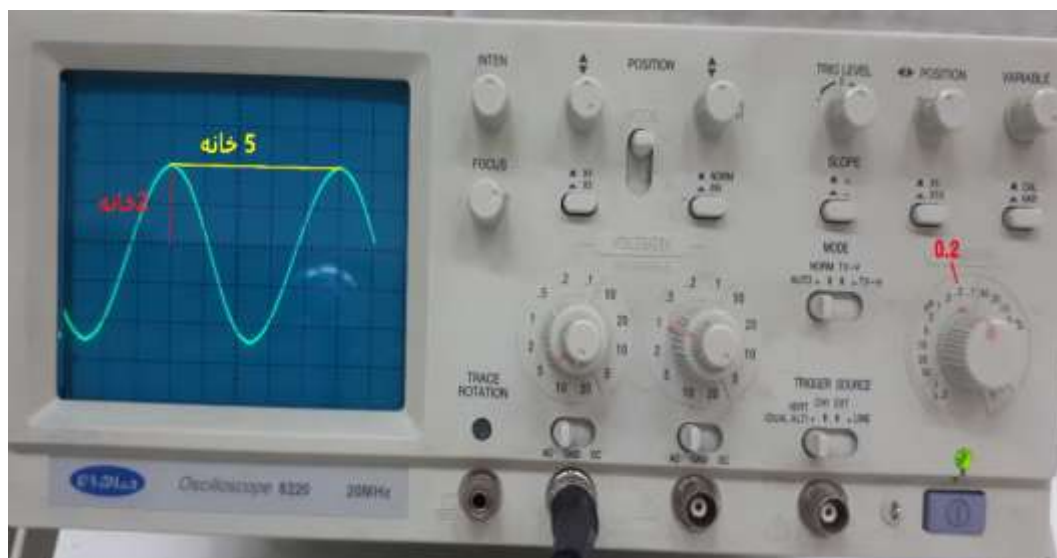
- ۱- با کمک دستگاه سیگنال ژنراتور یک شکل موج سینوسی با فرکانس و دامنه مختلف دلخواه ایجاد نمایید. سپس با استفاده از دکمه‌های زیر در نمایش شکل موج تغییر ایجاد نمایید.



دستور کار آزمایشگاه فیزیک ۲

شکل ۶-۶: اسیلوسکوپ

۲- شکل موج های نشان داده شده در اشکال زیر را در نظر بگیرید و پارامترهای خواسته شده را تعیین نمایید.



شکل ۶-۷: شکل موج نمونه اول

$$T = \text{-----} \quad F = \text{-----} \quad V_p = \text{-----} \quad V_{rms} = \text{-----}$$



شکل ۶-۸: شکل موج نمونه اول

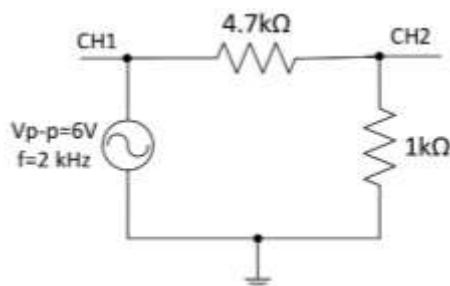
$$T = \text{-----} \quad F = \text{-----} \quad V_p = \text{-----} \quad V_{rms} = \text{-----}$$

دستور کار آزمایشگاه فیزیک ۲

۳- موج سینوسی، مربعی و مثلثی با فرکانس ۲ کیلو هرتز و ولتاژ ۶ ولت پیک تو پیک ایجاد کنید و دوره تناوب، فرکانس و ولتاژ rms را برای هر شکل موج محاسبه نمایید.

۴- موج $V = 4\sin(628t)$ را توسط سیگنال ژنراتور تولید کرده و از روی خروجی اسیلوسکوپ مقادیر ولتاژ پیک تا پیک، دوره تناوب، فرکانس و rms را محاسبه کنید.

۵- مدار زیر را بر روی بردبرد پیاده سازی نموده و مقدار دور تناوب و فرکانس موج خروجی را محاسبه کنید. سپس دو شکل موج را توسط اسیلوسکوپ جمع و تفریق تموده و ولتاژ پیک شکل موج جمع و تفریق را محاسبه نمایید.



شکل ۶-۹: مدار آزمایش

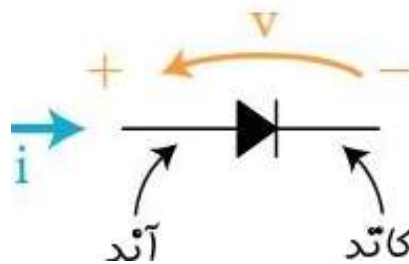
آزمایش شماره ۷: آشنایی با دیود و رسم منحنی مشخصه آن

❖ هدف از انجام آزمایش

هدف از ارائه این آزمایش آشنایی با نحوه عملکرد دیود در حالات مختلف و رسم منحنی مشخصه آن می‌باشد.

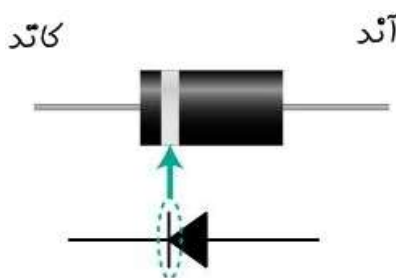
۱- آشنایی با دیود

دیود به قطعه‌ای الکترونیکی گفته می‌شود که در مدارها ویژگی آن، عبور دادن جریان الکتریکی در یک جهت است. با توجه به این که دیود جریان الکتریکی را تنها در یک جهت عبور می‌دهد، بنابراین نماد استفاده شده برای آن نیز بایستی بیان‌گر این موضوع باشد. در شکل ۷-۱ مسیر جریان عبوری از یک دیود و همچنین نماد استفاده شده برای آن نشان داده شده است.



شکل ۷-۱: نماد دیود

دیودها به شکل قطعاتی بسیار کوچک از سیلیکون طراحی و ساخته می‌شوند. راه‌های مختلفی جهت تشخیص پایه‌های یک دیود وجود دارد. معمولاً در دیودهای به شکل شیشه یا پلاستیک مشکی، بخشی مجزا توسط یک نوار مشخص شده است. نوار مجزا شده، ترمینال کاتد دیود را نشان می‌دهد. در شکل ۷-۲ نحوه تشخیص پایه آند و کاتد نمایش داده شده است.

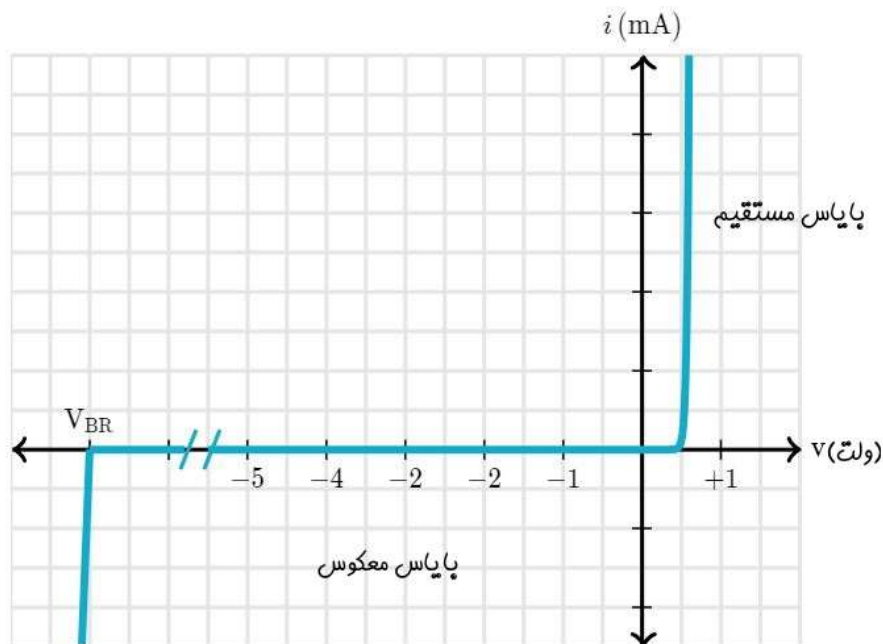


شکل ۷-۲: تشخیص پایه آند و کاتد در دیود

بسته به نوع کاربری، دیودها را می‌توان به شکل‌های گوناگونی در یک مدار قرار داد. در هر کدام از این حالات، به صورت متفاوتی عمل می‌کند.

۲- بایاس مستقیم

فرض کنید در دو سر یک دیود سیلیکونی، ولتاژی برابر با 0.2 ولت اعمال شود. با اعمال این ولتاژ اندک، جریان الکتریکی در دیود برقرار نخواهد شد. زمانی که اندازه ولتاژ تا 0.6 ولت افزایش یابد، جریان الکتریکی قابل اندازه‌گیری در دیود برقرار خواهد شد. با افزایش بیشتر از این مقدار، جریان به سرعت در دیود افزایش خواهد یافت. در این نقطه، نمودار جریان - ولتاژ تقریباً به صورت عمودی خواهد شد. در شکل ۷-۳ نمودار جریان - ولتاژ برای دیود سیلیکونی نشان داده شده است.



شکل ۷-۳: نمودار جریان - ولتاژ برای دیود سیلیکونی

زمانی که ولتاژی مثبت دو سر یک دیود اعمال شود، به حالت ایجاد شده، «بایاس مستقیم» گفته می‌شود. در حقیقت زمانی یک دیود بایاس مستقیم است که در تمامی نقاط، ولتاژ در بخش مثبت قرار گرفته باشد. در شرایطی نرمال، ولتاژ در حالت بایاس مستقیم، بین 0.6 تا 0.75 ولت است. اگر ولتاژ اعمال شده، در شرایطی اجباری بیشتر از 0.75 ولت شود، جریان الکتریکی بسیار زیاد خواهد شد که منجر به داغ شدن دیود می‌شود.

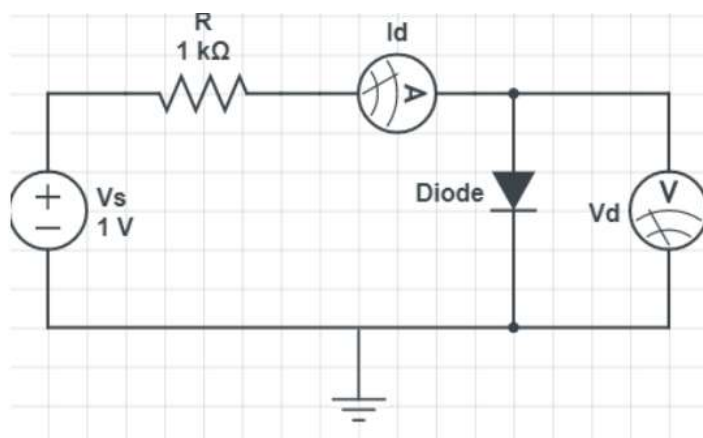
۳- بایاس معکوس

اگر ولتاژ منفی دو سر دیود اعمال شود، پایه منفی در پتانسیل بیشتری نسبت به مثبت قرار دارد. در این حالت در بخش سمت چپ شکل ۷-۳ قرار داریم. به دیود در این حالت، دیود با بایاس معکوس گفته می‌شود. در حالت معکوس، اندازه جریان الکتریکی تقریباً نزدیک به صفر و دارای مقداری منفی است. در مواردی به این جریان، جریان اشباع معکوس نیز گفته می‌شود. در تحلیل‌های الکتریکی این مقدار برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.

دیود در حالت بایاس، در بعضی موارد ممکن است نتواند نقش خود را ایفا کند. برای نمونه در ولتاژهای بالا، تحت عنوان ولتاژ شکست یا V_{BR} ، دیود همانند یک رسانا عمل کرده و جریان الکتریکی را از خود عبور می‌دهد. در لحظه شکست، جریان به سرعت و در جهت معکوس افزایش می‌یابد. اندازه V_{BR} در یک دیود معمولی حدود ۵۰- است. در اکثر موارد تلاش بر این است که دیود به دور از ولتاژ شکست نگه داشته شود.

❖ روش انجام آزمایش

ابتدا مدار آزمایش را مطابق شکل ۷-۴ ببندید. این مدار شامل منبع ولتاژ، مقاومت و یک دیود از نوع ۱N4148 می‌باشد.



شکل ۷-۴: مدار آزمایش دیود

۱- در هر مرحله با تغییر ولتاژ منبع ورودی، جدول نتایج را تکمیل نمایید.

جدول ۷-۱: نتایج آزمایش

V_s	۰/۲	۰/۵	۱	۲	۳	۵	۱۰	۱۵
V_d								
I_d								

دستور کار آزمایشگاه فیزیک ۲

۲- در ادامه دیود را در حالت بایاس معکوس قرار دهید و مجدداً جدول نتایج را تکمیل فرمایید.

جدول ۲-۷: نتایج آزمایش

V_s	۰/۲	۰/۵	۱	۲	۳	۵	۱۰	۱۵
V_d								
I_d								

۳- نمودار مشخصه دیود را بر اساس نتایج دریافتی از آزمایش رسم نمایید.

۴- مراحل فوق را برای LED تکرار نمایید و نتایج را با هم مقایسه فرمایید.

۵- مقاومت دیودهای در اختیار را در بایاس مخالف و موافق اندازه بگیرید.

جدول ۳-۷: نتایج آزمایش

دیود یکسوساز	دیود شیشه ای	دیود نورانی	
			بایاس مستقیم
			بایاس معکوس

از نتایج جدول چه نتیجه گیری می‌نمایید.

آزمایش شماره ۸: قضیه جمع آثار و قضیه انتقال توان ماکزیمم

❖ هدف از انجام آزمایش

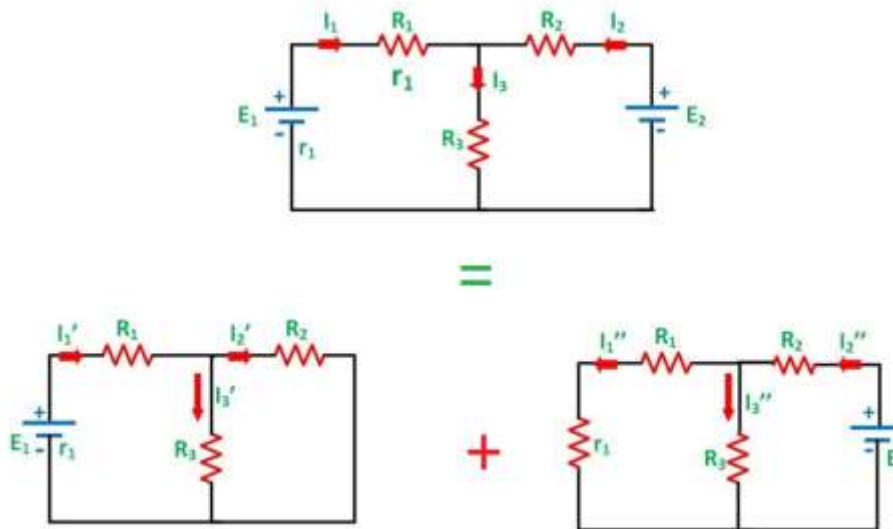
هدف از انجام این آزمایش تحقیق درستی قضیه جمع آثار و قضیه انتقال توان ماکزیمم است که دو قانون مهم و اساسی در مدارات الکتریکی می باشد.

۱- قضیه جمع آثار

اساس قضیه جمع آثار بر مشخصه خطی بودن استوار است. قضیه جمع آثار بیان می کند که ولتاژ یا جریان در المانی از یک مدار خطی، برابر با جمع جبری ولتاژ یا جریان آن المان است که از عملکرد هر کدام از منابع به تنهایی ناشی شده باشد. اصل جمع آثار از طریق محاسبه تاثیر هر کدام از منابع به صورت جداگانه به ما کمک می کند تا اقدام به آنالیز یک مدار با بیش از یک منبع مستقل کنیم. اما برای اعمال قضیه جمع آثار باید به دو نکته توجه کنیم:

- ۱- باید در هر زمان فقط یکی از منابع مستقل روشن باشد و بقیه منابع را خاموش فرض کنیم. برای خاموش کردن منابع ولتاژ را صفر ولت (اتصال کوتاه) و منابع جریان را برابر با صفر آمپر (مدار باز) در نظر می گیریم. در این صورت مدار حاصل بسیار ساده تر قابل تجزیه و تحلیل است.
- ۲- منابع وابسته باید دست نخورده باقی بمانند؛ زیرا توسط متغیرهای مدار کنترل می شوند.

شکل زیر قضیه جمع آثار را نشان می دهد.



شکل ۸-۱: قضیه جمع آثار در مدار

حال قضیه جمع آثار را می‌توان در سه گام اعمال کرد:

- ۱- تمام منابع مستقل به غیر از یکی از آن‌ها را خاموش و ولتاژها و جریان‌های ناشی از منبع باقی مانده را با استفاده از تکنیک‌های آنالیز مش و آنالیز گره محاسبه می‌کنیم.
- ۲- گام اول را برای سایر منابع مدار نیز تکرار می‌کنیم.
- ۳- مقدار کلی را با استفاده از جمع جبری آثار ناشی از تمام منابع مستقل به دست می‌آوریم.

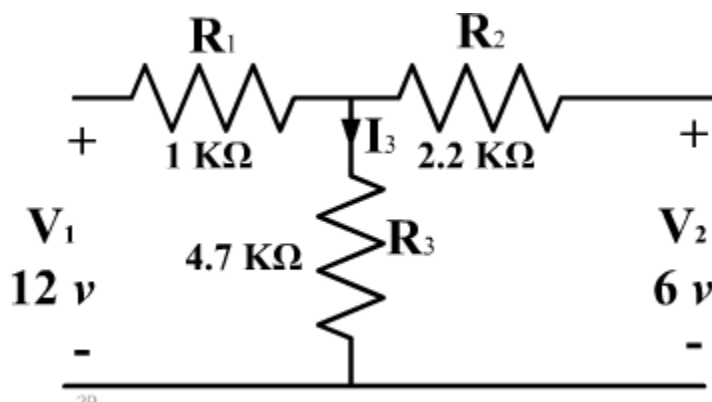
اما آنالیز مدار با استفاده از قضیه جمع آثار یک عیب بزرگ دارد. در اکثر موارد تحلیل مدار با استفاده از این روش ممکن است، زمان بیشتری طول بکشد. اگر مدار شامل سه منبع مستقل باشد، باید سه مدار ساده‌تر را هر بار برای محاسبه اثر یکی از منابع مستقل، آنالیز کنیم. با این حال قضیه جمع آثار در کاستن از پیچیدگی تحلیل یک مدار و تبدیل آن به مداری ساده‌تر، از طریق مدار باز کردن منابع جریان مستقل و اتصال کوتاه کردن منابع ولتاژ مستقل، بسیار مفید است.

۲- قضیه انتقال توان ماکزیمم

قضیه انتقال توان ماکزیمم یکی دیگر از ابزارهای مفید تحلیل مدار است که تضمین می‌کند حداکثر مقدار توان به بار مقاومتی انتقال پیدا کند. رابطه بین امپدانس بار و امپدانس درونی منبع انرژی، مقدار توان بار را تعیین خواهد کرد. قضیه انتقال توان ماکزیمم به این صورت بیان می‌شود: اگر اندازه مقاومت بار، برابر با اندازه مقاومت منبع مدار، معادل تونن یا نورتن باشد، حداکثر مقدار ممکن توان در مقاومت بار تلف خواهد شد.

❖ شرح آزمایش

- ۱- مدار زیر را در نظر بگیرید هدف بررسی قانون جمع آثار در این مدار می‌باشد. در واقع هدف بررسی اثر هر یک از منابع ورودی بر پاسخ مدار می‌باشد.



شکل ۸-۲: مدار آزمایش جمع آثار

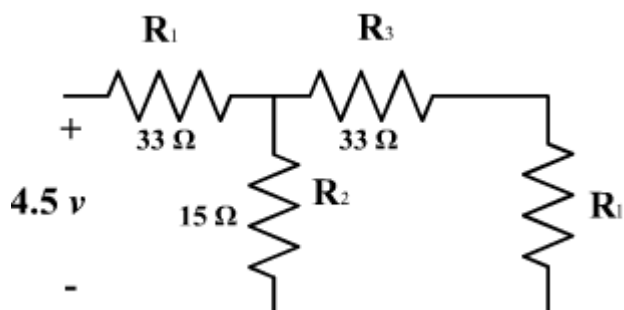
دستور کار آزمایشگاه فیزیک ۲

سپس با وارد کردن جداگانه منابع آن را با حالتی که هر دو منبع در مدار قرار دارند، مقایسه فرمایید.

جدول ۸-۱: جدول نتایج آزمایش

وضعیت منابع	$I_3(\text{mA})$
هر دو منبع	
فقط ۱۲ ولتی	
فقط ۶ ولتی	

۲- در ادامه برای تحقیق قضیه انتقال توان ماکزیمم مدار شکل ۸-۳ را بر روی برد پیاده‌سازی نموده و جدول نتایج را تکمیل نمایید. سپس نتیجه را با مقدار تئوری مقایسه فرمایید.



شکل ۸-۳: مدار آزمایش قضیه انتقال توان ماکزیمم

جدول ۸-۲: جدول نتایج آزمایش سوم

RL								
PL								