

آزمایش شماره ۱

دستگاه ها، قطعات و وسایل اندازه گیری

در این قسمت به معرفی لوازم، قطعات و وسایل اندازه گیری در آزمایشگاه فیزیک پایه ۲ می پردازیم. مهمترین وسایل اندازه گیری در آزمایشگاه فیزیک پایه ۲، گالوانومتر، آمپر متر، ولت متر، و اهم متر و آوومتر یا مولتی متر می باشند. همچنین تعدادی از لوازم و قطعات مورد استفاده در این آزمایشگاه، خازن، جعبه مقاومت، منبع تغذیه، نوسان نما (اسیلوسکوپ) و القاگر هستند. از آنجا که طرز استفاده صحیح از این وسایل و رعایت نکات ایمنی در رابطه با آنها از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است در ابتدا ساختار و اساس کار آنها و نیز نحوه ی استفاده صحیح از آنها را مورد مطالعه و بررسی قرار می دهیم.

۱) گالوانومتر



شکل ۱

گالوانومتر برای مشاهده جریان های بسیار کم و نیز تعیین جهت جریان به کار می رود و به صورت متوالی در مدار بسته می شود. مقاومت داخلی گالوانومتر بسیار کم است و معمولاً از آن برای صفر کردن جریان در قسمتی از مدار استفاده می شود.

گالوانومتر جریان مستقیم که در شکل (۱) نشان داده شده است دارای صفحه ی مدرجی است که صفر آن در وسط قرار دارد و در طرفین به طور مساوی مدرج شده است. عقربه ای که روی گالوانومتر قرار دارد می تواند از هر دو طرف، روی درجه بندی دستگاه حرکت کند. این دستگاه از یک قاب با سیم پیچ که در یک میدان مغناطیسی دایمی قرار می گیرد تشکیل شده است. وقتی جریان معینی از سیم پیچ عبور می کند قاب منحرف می شود و عقربه متصل به آن روی صفحه مدرج بر روی شماره خاصی قرار می گیرد. آینه ای به موازات

صفحه مدرج، در زیر عقربه تعبیه شده است که به وسیله آن می توان خطای دید در اندازه گیری را کاهش داد. برای خواندن درجات باید به طور عمود به صفحه و عقربه نگاه کرد. در نگاه عمودی، تصویر عقربه در آینه دیده نمی شود. در این حالت، خطای اندازه گیری حداقل خواهد بود.

روی هر گالوانومتر پیچی برای تنظیم عقربه بر روی صفر، وجود دارد به علاوه بر روی هر گالوانومتر دو یا چند پایانه تعبیه شده است. در گالوانومترهایی که دو پایانه دارند انتخابگری روی آنها تعبیه شده است که با استفاده از آن می توان حساسیت مورد نظر را انتخاب کرد. در گالوانومترهایی که بیش از دو پایانه دارند یکی از پایانه ها مشترک است. در این گالوانومترها، متناسب با مقدار حساسیت مورد نظر پایانه مشترک را همراه با یکی دیگر از پایانه ها به کار می برند. حساسیت گالوانومتر با میزان انحراف عقربه به ازای یک جریان مشخص سنجیده می شود.

نکته ایمنی که در مورد استفاده از گالوانومتر باید مورد توجه قرار گیرد آن است که نباید جریان بیش از حد مجاز از آن عبور داد زیرا باعث سوختن آن می شود. اگر از حدود جریانی که از گالوانومتر عبور خواهد کرد اطلاع ندارید برای جلوگیری از صدمه زدن به گالوانومتر، آن را بر روی کمترین حساسیت قرار دهید و در صورت کم بودن انحراف عقربه، حالت هایی با حساسیت بیشتر را انتخاب کنید.

آمپر متر



شکل ۲

آمپر متر برای اندازه گیری جریان های الکتریکی در مدار به کار می رود. آمپر متر به صورت متوالی در مدار بسته می شود و مقاومت داخلی آن کم است. آمپر متر آزمایشگاه که در شکل (۲) نشان داده شده است شامل صفحه ای مدرجی است که صفر آن در یک طرف قرار دارد، عقربه ای که روی آمپر متر قرار دارد می تواند در یک

طرف روی درجه بندی دستگاه حرکت کند. روی هر آمپر متر پیچی برای تنظیم عقربه بر روی صفر، پایانه های ورودی و کلیدهای انتخابگر تعبیه شده است. با تغییر محل انتخابگر می توان از آمپر متر برای اندازه گیری جریان های مستقیم یا متناوب استفاده کرد. به علاوه بر روی صفحه مدرج آن دو نوع درجه بندی وجود دارد. یکی از درجه بندی ها از صفر تا ۱۰۰ و دیگری از صفر تا ۳۰ است. همچنین با تغییر محل انتخابگر می توان آمپر متر را برای اندازه گیری جریان هایی در گستره ی ۱۰ میلی آمپر تا ۳ آمپر به کار برد. به عنوان مثال وقتی کلید انتخابگر بر روی $10mA$ است حداکثر انحراف عقربه را باید ۱۰ میلی آمپر در نظر گرفت. یعنی اگر عقربه بر روی عدد ۷۰ قرار بگیرد جریان الکتریکی ۷ میلی آمپر است. همچنین وقتی کلید انتخابگر بر روی $3A$ است حداکثر انحراف عقربه را باید ۳ آمپر در نظر گرفت بنابراین اگر عقربه بر روی عدد ۲۰ قرار بگیرد جریان الکتریکی گذرنده از آمپر متر ۲ آمپر است.

نکات ایمنی که در مورد استفاده از آمپر متر باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از: (۱) اگر از جریان مستقیم (DC) استفاده می کنید ابتدا دکمه انتخابگر را در محل (DC) قرار داده، از جهت عبور جریان در مدار مطمئن شوید و سپس آمپر متر را در مدار قرار دهید. آمپر متر باید به گونه ای در مدار قرار گیرد که پایانه منفی آن به قطب منفی منبع تغذیه و یا باتری متصل شود. به عبارت دیگر جهت جریان باید از پایانه منفی آمپر متر خارج گردد. در غیر این صورت عقربه معکوس حرکت کرده و ممکن است به دستگاه آسیب برسد. اگر از جریان متناوب (AC) استفاده می کنید کلید انتخابگر را در محل (AC) قرار دهید. در این حالت نیازی نیست جهت عبور جریان را بدانید. (۲) حدود جریان مورد اندازه گیری باید برای تعیین محل مناسب پایانه معلوم باشد. در غیر این صورت اگر از حدود جریانی که از آمپر متر عبور خواهد کرد اطلاع ندارید برای حفاظت از آمپر متر، آن را بر روی بالاترین گستره قرار دهید و در صورت کم بودن انحراف عقربه، برای افزایش دقت، حالت های با گستره ی پایین تر را انتخاب کنید. دقت خوب هنگامی است که عقربه در حدود وسط یا بالای درجه بندی قرار گیرد.

(۲) ولت‌متر



ولت‌متر برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل بین دو نقطه در مدار به کار می‌رود. ولت‌متر به صورت موازی در مدار بسته می‌شود و مقاومت داخلی آن زیاد است. دو نمونه از ولت‌متر آزمایشگاه که در شکل (۳) نشان داده شده است شامل صفحه مدرجی است که صفر آن در یک طرف قرار دارد و عقربه‌ای که روی ولت‌متر قرار دارد می‌تواند روی درجه بندی دستگاه حرکت کند. روی هر ولت‌متر پیچی برای تنظیم عقربه بر روی صفر، پایانه‌های ورودی و کلیدهای انتخابگر تعبیه شده است. با تغییر محل انتخابگر می‌توان از ولت‌متر برای اندازه‌گیری ولتاژهای مستقیم یا متناوب استفاده کرد. به علاوه بر روی صفحه مدرج آن دو نوع درجه بندی مشکی رنگ و دو نوع درجه بندی قرمز رنگ وجود دارد. برای اندازه‌گیری ولتاژ DC دو نوع درجه بندی مشکی رنگ وجود دارد. یکی از درجه بندی‌ها از صفر تا ۵۰ و دیگری از صفر تا ۱۵۰ است. همچنین با تغییر پایانه ورودی می‌توان ولت‌متر را برای اندازه‌گیری ولتاژهایی در گستره‌های فوق به کار برد. به عنوان مثال وقتی کلید انتخابگر بر روی $50V$ است حداکثر انحراف عقربه را باید ۵۰ ولت در نظر گرفت و هنگامی که کلید انتخابگر بر روی $150V$ است حداکثر انحراف عقربه را باید ۱۵۰ ولت در نظر گرفت. در اندازه‌گیری ولتاژ AC برای ولتاژهای حداکثر $1/5$ ولت و ۵ ولت دو نوع درجه بندی قرمز رنگ به کار می‌رود. برای سایر گستره‌ها از درجه بندی‌های مشکی رنگ یاد شده استفاده می‌شود.

نکات ایمنی در مورد استفاده از ولت‌متر مشابه با آمپر‌متر است. به این ترتیب که (۱) اگر از جریان مستقیم (DC) استفاده می‌کنید ابتدا دکمه انتخابگر را در محل (DC) قرار داده، از نقطه با پتانسیل بالاتر در مدار مطمئن شوید و سپس ولت‌متر را در مدار قرار دهید. ولت‌متر باید به گونه‌ای در مدار قرار گیرد که پایانه منفی آن به قطب منفی منبع تغذیه و یا باتری متصل شود. در غیر این صورت عقربه معکوس حرکت کرده و ممکن است به دستگاه آسیب برسد. (۲) حدود ولتاژ مورد اندازه‌گیری باید برای تعیین محل مناسب کلید انتخابگر معلوم

باشد. در غیر اینصورت اگر از حدود ولتاژ اطلاع ندارید برای جلوگیری از صدمه زدن به ولتمتر، باید از بالاترین گستره شروع کرد و برای دقت بیشتر، رنج را تا حد لازم پایین آورد.

۳) اهم متر

اهم متر برای اندازه گیری مقدار مقاومت به کار می رود. برای اندازه گیری مقدار مقاومت ابتدا باید صفر اهم متر را تنظیم کرد. برای این منظور دو سر سیم های اهم متر را به یکدیگر وصل کنید. در این حالت دو سر اهم متر اتصال کوتاه است و باید مقدار مقاومت را صفر نشان دهد. در صورتی که عقربه روی صفر درجه بندی قرار نگرفت پیچ تنظیم را بچرخانید تا عقربه بر روی صفر قرار گیرد. در اندازه گیری مقاومت مشابه با آنچه در مورد آمپر متر و ولتمتر بیان شد باید کلید انتخابگر را در محل مناسب قرار داد. در این حالت عددی که عقربه بر روی آن قرار گرفته است باید در عددی که در کنار انتخابگر نوشته شده است، ضرب شود. نکته ایمنی در مورد استفاده از اهم متر آن است که هنگامی که می خواهید مقاومت وسیله ای را که در مدار است را اندازه گیری کنید، حتماً آن را از مدار خارج کنید. در غیر این صورت اهم متر آسیب می بیند و دیگر قابل استفاده نخواهد بود. توجه داشته باشید که اهم متر بخشی از مولتی متر است که در قسمت بعد در مورد آن صحبت خواهیم کرد.

(۴) آوومتر(مولتی متر)



آوومتر دستگاهی است که می‌توان از آن به عنوان آمپر متر، ولت متر و اهم متر استفاده کرد. نام این دستگاه از اول کلمات آمپر متر، ولت متر و اهم متر گرفته شده است. از آنجا که این دستگاه توأمأً برای اندازه‌گیری جریان الکتریکی، اختلاف پتانسل و مقدار مقاومت به کار می‌رود آن را مولتی متر نیز می‌نامند. در برخی از مولتی مترها قابلیت‌های دیگری نظیر اندازه‌گیری ظرفیت خازن، آزمون دیود و مشخصات ترانزیستور نیز وجود دارد. مولتی مترها به صورت عقربه‌ای (آنالوگ) و دیجیتالی ساخته می‌شوند.

هر مولتی متر از یک صفحه نمایش عقربه‌ای یا دیجیتالی، کلیدهای انتخابگر، پایانه‌های ورودی، و دکمه‌های تنظیم تشکیل شده است. نمونه‌ای از مولتی متر آزمایشگاه در شکل (۴) نشان داده شده است. اساس کار و نحوه استفاده از آن و نکات ایمنی در مورد آن مشابه با آن چیزی است که قبلاً در مورد سایر وسایل اندازه‌گیری ذکر گردید.

دانشگاه بوعلی سینا

(۵) منبع تغذیه



برای ایجاد جریان در مدار نیاز به مولد جریان یا ولتاژ داریم. مولدهای جریان یا منابع تغذیه شامل باتری ها، ژنراتورها، سلول های خورشیدی و منابع تغذیه موجود در آزمایشگاهند. باتری ها ساده ترین منابع تغذیه جریان مستقیم هستند که برای ایجاد اختلاف پتانسل الکتریکی در مدارهای ساده به کار می روند. یک باتری معمولاً از یک یا چند پیل تشکیل شده است. پیل ها وسیله هایی هستند که انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل میکنند.

منبع تغذیه موجود در آزمایشگاه، ولتاژ متناوب برق شهر را به ولتاژ مستقیم یا متناوب تبدیل می کند. این منبع تغذیه دارای دو نوع خروجی است. یکی برای جریان مستقیم که ولتاژ متناوب برق شهر را به ولتاژ مستقیم (DC) تبدیل می کند و روی آن علامت + (پایانه قرمز) و - (پایانه مشکی) درج شده است و به کمک پیچ های تنظیم، می توان ولتاژ مناسب را دریافت کرد. خروجی دیگر برای جریان متناوب است که ولتاژ متناوب برق شهر را به ولتاژ متناوب (AC) تبدیل می کند و با پایانه های مشکی مشخص شده است. در کنار هر زوج پایانه مشکی ولتاژ خروجی معینی درج شده است. نکته ایمنی در مورد منبع تغذیه آن است که باید مراقب حداکثر جریان مجاز آن بود. نمونه ای از منبع تغذیه جریان مستقیم در شکل (۵) نشان داده شده است. در هنگام استفاده از منبع تغذیه جریان مستقیم بهتر است پیچ تنظیم ولتاژ را در خلاف عقربه های ساعت بسته و پس از روشن نمودن دستگاه به تدریج ولتاژ خروجی را زیاد کرد.

۶) جعبه مقاومت



جعبه مقاومت که در شکل (۶) نشان داده شده است در مدارهای الکتریکی به عنوان مقاومت متغیر گسسته مورد استفاده قرار می گیرد. روی هر جعبه مقاومت معمولاً ۶ کلید انتخابگر قرار دارد که در کنار هر یک از آنها اعداد ($\times 10$ ، $\times 100$ ، $\times 1000$ ، $\times 10000$ ، $\times 100000$ ، $\times 1000000$) درج شده اند. ساختمان داخلی جعبه مقاومت به گونه ای است که در زیر کلید انتخابگر $\times 10$ ده مقاومت 10 اهمی و در زیر کلید انتخابگر $\times 100$ ، ده مقاومت 100 اهمی ، ... قرار گرفته است. با چرخاندن کلید انتخابگر و انتخاب هر یک از گزینه ها، این مقاومت ها وارد مدار می شوند. با استفاده از جعبه مقاومت می توان مقاومتی بین 0 تا 1111110 اهم با پله های ده اهمی تهیه کرد. نکته ایمنی در استفاده از جعبه مقاومت آن است که باید به حداکثر جریان مجاز نوشته شده روی آن توجه کرد. جعبه مقاومت آزمایشگاه دارای پایانه های مشکی، قرمز و آبی است. برای استفاده از جعبه مقاومت باید سیم های رابط را به پایانه های مشکی و قرمز متصل کرد. پایانه های مشکی و آبی برای مقاومت استاندارد $1 K\Omega$ به کار می روند.

دانشگاه بوعلی سینا

(۷) رئوستا



رئوستا که در شکل (۷) نشان داده شده است از سیم پیچی که روی یک ماده عایق پیچیده شده، تشکیل یافته است و دارای دو سر ثابت و یک سر لغزنده است و سر لغزنده به میله برنجی متصل است. هرگاه از دو سر ثابت استفاده شود تمام طول سیم پیچ وارد مدار خواهد شد. اما اگر از سر ثابت و سر لغزنده استفاده شود فقط طول بین این دو سر وارد مدار می‌گردد. به عبارت دیگر، جریان الکتریکی از یک سر سیم پیچ وارد شده و در جایی که لغزنده با سیم پیچ در تماس است، با عبور از میله برنجی، به مدار بر می‌گردد. به این ترتیب قسمتی از سیم پیچ، عملاً حذف خواهد شد. در این حالت مقدار مقاومت به محل سر لغزنده بستگی خواهد داشت. در مدارهای الکتریکی، رئوستا عمل کنترل جریان یا ولتاژ را بر عهده دارد. از رئوستا در تنظیم روشنایی لامپ، تنظیم زمان شارژ خازن و تنظیم سرعت موتور استفاده می‌شود.

(۸) خازن



خازن وسیله‌ای است که می‌تواند انرژی الکتریکی را ذخیره کند. خازن از دو رسانا با شکل اختیاری تشکیل شده است که بین آنها ماده‌ای عایقی قرار گرفته است و اگر اختلاف پتانسل V بین دو رسانا برقرار شود بارهای مساوی با علامت مخالف روی رساناهای آن قرار می‌گیرد. خازن‌ها براساس شکلشان انواع متفاوتی دارند. سه تا از مهم‌ترین آنها خازن با صفحات موازی، خازن استوانه‌ای، و خازن کروی هستند. خازن با صفحات موازی از دو صفحه رسانای موازی، خازن استوانه‌ای از دو پوسته‌ی رسانای استوانه‌ای هم محور و خازن کروی از

دو کره‌ی رسانای هم مرکز تشکیل شده است. در آزمایش ۹ به طور مفصل با خازن و انواع آن آشنا خواهیم شد. در شکل (۸) چند نمونه خازن نشان داده شده است.

۹ القاگر



القاگر (سیم پیچ) از یک سیم مسی روکش دار که دور یک هسته آهنی پیچیده شده است تشکیل یافته است. به شکل (۹) مراجعه کنید. القاگر، می‌تواند انرژی مغناطیسی را در خود ذخیره کند. همچنان که از یک خازن برای ایجاد میدان الکتریکی استفاده می‌کنیم، برای ایجاد میدان مغناطیسی نیز می‌توانیم از یک سیم پیچ به عنوان القاگر بهره ببریم.

وقتی از القاگری با N دور سیم، جریان الکتریکی I می‌گذرد میدان مغناطیسی در داخل آن بوجود می‌آید و در نتیجه شار مغناطیسی Φ از سطح مقطع آن می‌گذرد. القاییدگی بنا به تعریف عبارت است از:

$$L = N \Phi / I \quad (۱)$$

واحد القاییدگی در سیستم SI، هنری است. توضیحات بیشتر در مورد القاگر را به آزمایش ۱۱ ماکول می‌کنیم.

دانشگاه بوعلی سینا

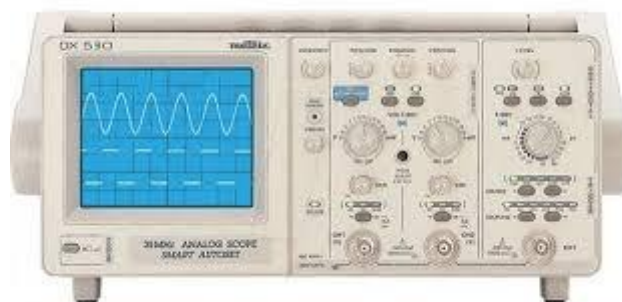
(۱۰) دستگاه موج ساز



دستگاه موج ساز، دستگاهی است که می‌تواند یک موج متناوب با دامنه، شکل و فرکانس دلخواه تولید کند. شکل این امواج معمولاً سینوسی، مربعی، مثلثی یا دندانه اره‌ای است. به وسیله‌ی کلیدهای انتخابگر و پیچ‌های تنظیم می‌توان دامنه و فرکانس‌های مختلف را انتخاب کرد. شکل (۱۰) نمونه‌ای از این دستگاه را نشان می‌دهد.

(۱۱) نوسان نما (اسیلوسکوپ)

نوسان نما وسیله‌ای است که به کمک آن می‌توان هر نوع پدیده‌ی متغیری را که قابل تبدیل به ولتاژ یا جریان باشد مشاهده کرد. شکل (۱۱) یک نوسان نمای نوعی را نشان می‌دهد. نوسان نماهای دیگر گرچه نمای ظاهریشان متفاوت است اصول کارشان با این نوسان نمای نوعی فرقی ندارند. توضیح بیشتر در مورد ساختمان داخلی نوسان نما را به آزمایش ۱۴ مokol می‌کنیم.



نوسان نما در زمینه‌های مختلف علوم پایه، مهندسی و پزشکی کاربرد دارد. از کاربردهای نوسان نما در پزشکی می‌توان به کاردیوگرافی و فیزیولوژی دستگاه عصبی اشاره کرد. به عنوان مثال با استفاده از نوسان نما می‌توان ولتاژ الکتریکی تولید شده توسط غشاء سلولها را که به علت انقباض و انبساط ماهیچه‌های قلب بوجود

می آید را مشاهده کرد. همچنین سلول های موجود در عضلات بدن انسان در برابر تحریکات خارجی ولتاژ متغیری تولید می کنند که با استفاده از نوسان نما قابل مشاهده و بررسی است.

در مهندسی به کمک نوسان نما می توان از سلامتی قطعات الکترونیکی اطمینان حاصل کرد. هر یک از قطعات الکترونیکی بر روی موج وارد شده به آن تغییری ایجاد می کند. به عنوان مثال، یک تکنسین تلویزیون می تواند با مشاهده علائم ورودی و خروجی از یک قطعه از سلامتی آن مطمئن شود.

نوسان نما در فیزیک در اندازه گیری ولتاژ و فرکانس مجهول، مشاهده شکل موج، تعیین اختلاف فاز دو موج و ... کاربردهای فراوانی دارد. در زیست شناسی به کمک نوسان نما می توان به بررسی و مطالعه حیات پرداخت. به عنوان مثال، دستگاه های حسی موجودات زنده، علائم مختلف مثل صوت، فشار، گرما و ... را به علائم الکتریکی تبدیل می کنند. مغز این علائم را تفسیر کرده و به امواج الکتریکی تبدیل می کند. با استفاده از نوسان نما می توان شکل این امواج را مشاهده کرد و به اطلاعاتی در مورد حیات دست یافت.