

با مراجعه به وبلاگ ما از آخرین کتاب ها، نرم افزارها، مطالب آموزشی و ...  
در ارتباط با مهندسی برق استفاده نمایید.

<http://powerengineering.blogfa.com>

مهندسی برق



<http://powerengineering.blogfa.com>

## مقدمه

اسیلوسکوپ در حقیقت رسامه‌های بسیار سریع هستند که سیگنال ورودی را در برابر زمان یا در برابر سیگنال دیگر نمایش می‌دهند. قلم این رسام یک لکه نورانی است که در اثر برخورد یک باریکه الکترون به پرده‌ای فلئورسان بوجود می‌آید.

به علت ختی بسیار کم باریکه الکترون می‌توان این باریکه را برای دنبال کردن تغییرات لحظه‌ای (ولتاژهایی که بسیار سریع تغییر می‌کنند، یا فرکانسهای بسیار بالا) بکار برد. اسیلوسکوپ بر اساس ولتاژ کار می‌کند. البته به کمک مبدلها (ترانزیستورها) می‌توان جریان الکتریکی و کمیت‌های دیگر فیزیکی و مکانیکی را به ولتاژ تبدیل کرد.

## قسمتهای مختلف اسیلوسکوپ

### لامپ پرتو کاتدی

اسیلوسکوپ از یک لامپ پرتو کاتدی که قلب دستگاه است و تعدادی مدار برای کار کردن لامپ پرتو کاتدی تشکیل شده است. قسمتهای مختلف لامپ پرتو کاتدی عبارتند از:

#### • تفنگ الکترونی :

تفنگ الکترونی باریکه متمرکزی از الکترونهارا بوجود می‌آورد که شتاب زیادی کسب کرده اند. این باریکه الکترون با انرژی کافی به صفحه فلئورسان برخورد می‌کند و بر روی آن یک لکه نورانی تولید می‌کند. تفنگ الکترونی از رشته گرمکن، کاتد، شبکه آندپیش شتاب دهنده، آند کانونی کننده و آند شتاب دهنده تشکیل شده است.

الکترونها از کاتدی که بطور غیر مستقیم گرم می‌شود، گسیل می‌شوند. این الکترونها از روزنه کوچکی در شبکه کنترل می‌گردند. شبکه کنترل معمولاً یک استوانه هم محور با لامپ است و دارای سوراخی است که در مرکز آن قرار دارد. الکترونهای گسیل شده از کاتد که از روزنه می‌گذرند

(به دلیل پتانسیل مثبت زیادی که به آندهای پیش شتاب دهنده و شتاب دهنده اعمال می‌شود)، شتاب می‌گیرند. باریکه الکترونی را آند کانونی کننده، کانونی می‌کند.

• صفحات انحراف دهنده :

صفحات انحراف دهنده شامل دو دسته صفحه است. صفحات انحراف قائم که بطور افقی نسب می‌شوند و یک میدان الکتریکی در صفحه قائم ایجاد می‌کنند و صفحات  $Y$  نامیده می‌شوند. صفحات انحراف افقی بطور قائم نصب می‌شوند و انحراف افقی ایجاد می‌کنند و صفحات  $X$  نامیده می‌شوند. فاصله صفحات به اندازه کافی زیاد است که باریکه بتواند بدون برخورد با آنها عبور کند.

• صفحه فلئورسان :

جنس این پرده که در داخل لامپ پرتو کاتی قرار دارد، از جنس فسفر است. این ماده دارای این خاصیت است که انرژی جنبشی الکترونیهای برخورد کننده را جذب می‌کند و آنها را به صورت یک لکه نورانی ظاهر می‌سازد. قسمتهای دیگر لامپ پرتو کاتی شامل پوشش شیشه‌ای، پایه که از طریق آن اتصالات برقرار می‌شود، است.

مولد مبنای زمان

اسیلوسکوپها بیشتر برای اندازه گیری و نمایش کمیات وابسته به زمان بکار می‌روند. برای این کار لازم است که لکه نورانی لامپ روی پرده با سرعت ثابت از چپ به راست حرکت کند. بدین منظور یک ولتاژ مثبت به صفحات انحراف افقی اعمال می‌شود. مداری که این ولتاژ مثبت را تولید می‌کند، مولد مبنای زمان یا مولد رویش نامیده می‌شود.

مدارهای اصلی اسیلوسکوپ

سیستم انحراف قائم

چون سیگنالها برای ایجاد انحراف قابل اندازه گیری بر روی صفحه لامپ به اندازه کافی قوی نیستند، لذا معمولاً تقویت قائم لازم است. هنگام اندازه گیری سیگنالهای با ولتاژ بالا باید آنها را تضعیف کرد تا در محدوده تقویت

کننده های قائم قرار گیرند. خروجی تقویت کننده قائم ، از طریق انتخاب همزمانی در وضعیت داخلی، به تقویت کننده همزمان نیز اعمال می شود.

### سیستم انحراف افقی

صفحات انحراف افقی را ولتاژ رویش که مولد مبنای زمان تولید می کند، تغذیه می کند. این سیگنال از طریق یک تقویت کننده اعمال می شود، ولی اگر دامنه سیگنالها به اندازه کافی باشد، می توان آن را مستقیماً اعمال کرد. هنگامی که به سیستم انحراف افقی ، سیگنال خارجی اعمال می شود، باز هم از طرق تقویت کننده افقی و کلید انتخاب رویش در وضعیت خارجی اعمال خواهد شد. اگر کلید انتخاب رویش در وضعیت داخلی باشد، تقویت کننده افقی ، سیگنال ورودی خود را از مولد رویش دندانه داری که با تقویت کننده همزمان راه اندازی می شود، می گیرد.

### همزمانی

هر نوع رویشی که بکار می رود، باید با سیگنال مورد بررسی همزمان باشد. تا یک تصویر بی حرکت بوجود آید. برای این کار باید فرکانس سیگنال مبنای زمان مقسوم علیه ای از فرکانس سیگنال مورد بررسی باشد.

### مواد محو کننده

در طی زمان رویش ، ولتاژ دندانه دار رویش اعمال شده به صفحات X ، لکه نورانی را بر یک خط افقی از چپ به راست روی صفحه لامپ حرکت می دهد. اگر سرعت حرکت کم باشد، یک لکه دیده می شود و اگر سرعت زیاد باشد، لکه به صورت یک خط دیده می شود. در سرعت های خیلی زیاد ، ضخامت خط کم شده و تار به نظر می رسد و یا حتی دیده نمی شود.

### کنترل وضعیت

وسیله ای برای کنترل حرکت مسیر باریکه بر روی صفحه لازم است. با این کار شکل موج ظاهر شده بر روی صفحه را می توان بالا یا پائین یا به چپ یا راست حرکت داد. این کار را می توان با اعمال یک ولتاژ کوچک سیستم داخلی

(که مستقل است) به صفحات انحراف دهنده انجام داد. این ولتاژ را می‌توان با یک پتانسیومتر تغییر داد.

کنترل کانونی بودن

الکتروود کانونی کننده مثل یک عدسی با فاصله کانونی تغییر می‌کند. این تغییر با تغییر پتانسیل آند کانونی کننده صورت می‌گیرد.

کنترل شدت

شدت باریکه با پتانسیومتر کنترل کننده شدت که پتانسیل شبکه را نسبت به کاتد تغییر می‌دهد، تنظیم می‌شود.

مدار کالیبره سازی

در اسیلوسکوپهای آزمایشگاهی معمولاً یک ولتاژ پایدار داخلی تولید می‌شود که دامنه مشخصی دارد. این ولتاژ که برای کالیبره سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد، معمولاً یک موج مربعی است

---

گالوانومتر

بسته به مقدار جریان اثرهای آن به میزان متفاوت بروز می‌کنند. بنابراین این برای اندازه گیری جریان می‌توان از هر یک از اثرهای شیمیایی، گرمایی یا مغناطیسی آن استفاده کرد وسایلی که برای اندازه گیری جریان به کار می‌روند، گالوانومتر نامیده می‌شود.

- ۱ گالوانومتر ساده
- ۲ آمپرسنج برای اندازه گیری جریان
- ۳ ولت سنج برای اندازه گیری ولتاژ
- ۴ دستگاه های مرکب
- ۵ چگونگی قرار دادن ولت سنج در مدار
- ۶ مقاومت درونی ولت سنج
- ۷ مقاومت درونی آمپرسنج
- ۸ منابع

### گالوانومتر ساده

ساده‌ترین نوع گالوانومتر با استفاده از اثر گرمایی جریان ساخته شده است. این گالوانومتر دارای دو سیم نازک است که یکی از سیم‌ها در دو انتهایش ثابتند و جریان گذرنده از آن اندازه‌گیری می‌شود. سیم نازک و محکم دور محور عقربه پیچیده شده است. وسط سیم کشیده اول را به فنر کشیده‌ای وصل می‌کنند که سر دیگرش به بدنه گالوانومتر متصل است.

بر اثر جریان، سیم اول گرم و دراز می‌شود. رشته سیم که توسط فنر کشیده می‌شود عقربه گالوانومتر را به اندازه زاویه معینی می‌چرخاند که بستگی به دراز شدن سیم یعنی شدت جریان الکتریکی دارد. صفحه گالوانومتر برای جریان بر حسب آمپر، میلی‌آمپر مدرج می‌شود. در این صورت گالوانومتر آمپرسنج یا میلی‌آمپرسنج نامیده می‌شود.

### آمپرسنج برای اندازه‌گیری جریان

برای اندازه‌گیری جریان گالوانومتر یا آمپرسنج باید طوری اتصال داده شود که جریان کل مدار بتواند از آن عبور کند. برای این منظور باید در نقطه‌ای مدار را قطع و دو انتهایش را به قطب آمپرسنج وصل کرد. به عبارت دیگر آمپرسنج را باید به طوری متوالی در مدار قرار داد. چون جریان حالت ثابت را اندازه می‌گیریم. اینکه وسیله را به کدام قسمت از مدار وصل کنیم اهمیتی ندارد در صورتیکه در جریانهای متغییر چنین نیست.

### ولت‌سنج برای اندازه‌گیری ولتاژ

با استفاده از گالوانومتر نه فقط جریان بلکه ولتاژ را نیز می‌توان اندازه گرفت. زیرا بنابر قانون اهم این کمیت‌ها متناسبند. اگر دو کمیت با یکدیگر متناسب باشند با وسیله‌ای که به طور مناسب مدرج شده باشد می‌توان هر دو کمیت را اندازه گرفت. مثلاً تاکسی‌متر که فاصله طی شده را اندازه می‌گیرد، می‌توان برحسب کیلومتر مدرج کرد. ولی چون کرایه با فاصله متناسب است، درجات شمارنده را بطور مستقیم به پول پرداختی مدرج می‌کنند. به طوری که مستقیماً کرایه را نشان می‌دهد.

به همین ترتیب صفحه گالوانومتر را می‌توان طوری مدرج کرد که بتواند بطور مستقیم هم جریان برحسب آمپر عبور کرده از وسیله و هم ولتاژ دو سر آن را برحسب

ولت اندازه بگیرد. بنابر این گالوانومتری که برای جریان مدرج می‌شود آمپرسنج، در حالی که وسیله‌ای که برای ولتاژ مدرج می‌شود ولتسنج نام دارد.

### دستگاه‌های مرکب

در حالت کلی اگر جریان  $I$  از گالوانومتر عبور کند، باید بین قطب‌های ورودی و خروجی آن ولتاژ معین  $U$  وجود داشته باشد. فرض کنید که مقاومت داخلی گالوانومتر یعنی مقاومت قسمتهایی از آن که جریان از آنها عبور می‌کند،  $R$  باشد (برای گالوانومترها با مغناطیس دائم  $R$  مجموع تاب و سیم‌های رابط است، در حالی که برای گالوانومترهای با سیم افروزشی  $R$  مجموع مقاومت سیم گرم شده و رابط‌هاست).

بنابر قانون اهم  $U=IR$  می‌باشد. پس برای یک گالوانومتر معین، هر مقدار از جریان با مقدار معینی از ولتاژ در دو سر قطب‌های آن متناظر است. بنابر این جای قرار گرفتن عقربه می‌تواند هم جریان و هم ولتاژ را نشان دهد. یعنی دستگاه را می‌توان هم به عنوان آمپرسنج و هم به عنوان ولت سنج مدرج کرد.

### چگونگی قرار دادن ولت سنج در مدار

با استفاده از یک ولتسنج مدرج می‌توان اختلاف پتانسیل الکتریکی بین هر دو نقطه از مدار را اندازه گرفت. مثلاً اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک لامپ رشته‌ای را که از چشمه جریانی تغذیه می‌کند بخواهید اندازه‌گیری کنید. باید دو سر ولت سنج را به دو سر لامپ ببندید. به عبارتی ولت سنج جهت‌سنجش اختلاف پتانسیل (ولتاژ) دو نقطه از مدار یا یک عنصری از مدار بصورت موازی در مدار گذاشته می‌شود.

به عبارتی ولتاژ گذرنده از ولت سنج همان ولتاژ تمامی قسمت‌هایی از مدار است که آرایش موازی با ولت سنج دارد. در صورتیکه در مورد آمپرسنج قرارگیری در مدار بصورت متوالی است. و با اندازه‌گیری جریان گذرنده از یک تکه از مدار جریان کل مدار را می‌دهد، که باید با جریان المان مداری اندازه‌گیری شده، برابر باشد.

### مقاومت درونی ولت سنج

ولت سنج را به جزئی از مدار که ولتاژ دو سر آن باید اندازه‌گیری شود به طور موازی می‌بندند. و از این رو

جریان معینی از مدار اصلی از آن می‌گذرد. پس از اینکه ولت سنج وصل شد، جریان و ولتاژ در مدار اصلی قدری تغییر می‌کند. به طوری که حالا مداری متفاوت از رساناها داریم، که شامل رساناهای قبلی و ولت سنج است. مثلاً با اتصال ولت سنج با مقاومت RV به طوری موازی با لامپی که مقاومتش Rb است مقاومت کل مدار بصورت

$R = Rb / (Rb / RV + R)$  خواهد بود. هر چه مقاومت ولت سنج در مقایسه با مقاومت لامپ بزرگتر باشد، اختلاف بین مقاومت ولت سنج باید تا حد امکان بزرگ اختیار شود. برای این منظور یک مقاومت اضافی را که ممکن است مقاومتش به چند هزار اهم برسد، گاهی به طور متوالی به قسمت اندازه گیر ولت سنج می‌بندند.

#### مقاومت درونی آمپرسنج

برخلاف ولت سنج، آمپرسنج همیشه در مدار به طور متوالی بسته می‌شود اگر مقاومت آمپرسنج Ra و مقاومت مدار Rc باشد، مقاومت کل مدار با آمپرسنج برابر می‌شود با:  $R = Rc / (Rc / Ra + R)$  بنابر این در صورتیکه مقاومت وسیله در مقایسه با مقاومت مدار کوچک باشد بر طبق رابطه اخیر وسیله مقاومت کل مدار را زیاد تغییر نمی‌دهند. بنابر این مقاومت آمپرسنج‌ها را خیلی کوچک انتخاب می‌کنند (چنددهم یا چندصدم اهم).

#### ریشه لغوی

لغت (ammeter) از کلمه amper مشتق شده است. توجه کنید که حرف P در کلمه amper حذف شده است و فقط دو حرف اول این کلمه در لغت ammeter بکار رفته است.

#### دید کلی

ما نمی‌توانیم الکترون‌ها یا پروتون‌ها را دیده یا لمس کنیم. به همین دلیل نمی‌توانیم آنها را بشماریم. در نتیجه به ابزاری احتیاج داریم تا بتوانیم آنها را بشماریم. شدت روشنایی لامپ مشخصاتی از شدت جریان را به ما نشان می‌دهد، ولی دو نقص اصلی دارد. اول اینکه نمی‌تواند شدت جریان را در واحدی که به آسانی قابل یادداشت و مقایسه با اندازه گیری شدت جریان در محلها و زمانهای دیگر است، اندازه بگیرد. همچنین در شدت جریانهای معین می‌توان از آن استفاده کرد. اگر مقدار شدت جریان خیلی کم باشد، لامپ روشن نمی‌شود و اگر شدت جریان خیلی زیاد باشد، لامپ می‌سوزد. برای رفع نقص



اول به ابزاری احتیاج داریم که به ما نشان دهد، چند آمپر (چند کولن الکترون در هر ثانیه) در مدار جریان دارد. دستگاه مخصوصی که این اندازه گیری را انجام می‌دهد، آمپر متر (ammeter) نامیده می‌شود.

### طرز کار آمپر متر

آمپر متر مقدار شدت جریانی را که از آن می‌گذرد، بوسیله یک عقربه که در روی صفحه درجه بندی شده حرکت می‌کند، نشان می‌دهد. میزان انحراف عقربه آمپر متر با تعداد الکترونیایی که از این دستگاه می‌گذرند، نسبت مستقیم دارد. یعنی نشان می‌دهد که چه مقدار بار الکتریکی در ثانیه از آن عبور می‌کند.

### طرز استفاده از آمپر متر

آمپر متر از خیلی جهات شبیه کنتور آب است که میزان آب مصرف شده منازل را اندازه می‌گیرد. هر دو دستگاه (آمپر متر و کنتور آب) باید طوری در مدار قرار گیرند که جریانهای الکتریسیته و آب از آنها بگذرد، تا بتوان شدت جریان را اندازه گرفت. تمام آبی که از لوله اصلی وارد خانه می‌شود، باید از کنتور آب عبور کند. آمپر متر نیز باید طوری قرار گیرد که تمام جریان الکتریسیته از آن بگذرد، تا بتوان تمام شدت جریان الکتریکی را بوسیله آن اندازه گرفت. این نوع اتصال را اتصال متوالی یا سری می‌گویند. یعنی اجزا تشکیل دهنده مدار در یک خط مستقیم (یک مسیر هدایت کننده) به یکدیگر اتصال دارند.

### مراحل قرار دادن آمپر متر در مدار

برای قرار دادن آمپر متر در مدار متوالی به ترتیب زیر عمل کنید.

نیروی خارجی را که به مدار وارد می‌شود، قطع کنید. آن قسمت از مدار را که آمپر متر در آن قرار دارد، باز کنید.

انتهای مثبت آمپر متر را به سیمی که به قطب مثبت پیل می‌رود، وصل کنید.

انتهای منفی آمپر متر را به سیمی که به قطب منفی پیل می‌رود، وصل کنید.

مراحل ۳، ۴ (که عبارتند از انتقال مثبت به مثبت، منفی به منفی) را دقت در پلاریته می‌نامند و این امر مهم است. زیرا دستگاه اندازه گیری آمپر متر شدت جریان را در یک جهت نشان می‌دهد. اگر دستگاه اندازه گیری را بطور عکس در مدار قرار دهیم، چون جریان در جهت عکس (که مناسب آمپر متر نیست) از آن می‌گذرد و انحراف عقربه بوجود می‌آید که باعث شکسته شدن یا خم شدن آن

می‌گردد. فیش قرمز را به جک قرمز آمپر متر و فیش سیاه را به جک سیاه در بالای آمپر متر وصل کنید.

### خطای دستگاه اندازه گیری (Meter Tolerances)

باید توجه داشت که در یک مدار معین آمپر مترهای مختلف، اندازه شدت جریان را با کمی اختلاف نشان می‌دهند. این امر بدان دلیل است که مقداری از انرژی که در مدار جریان دارد، برای بکار انداختن آمپر متر مصرف می‌شود و همه آمپر مترها هم یکسان نیستند. همچنین به علت اختلافی که در ساختمان آمپر متر و تلف شدن انرژی وجود دارد، شدت جریانی را که در روی آمپر متر می‌خوانید، تقریبی است. دستگاه اندازه گیری درست است که حدود خطای آن  $\pm 0.1$  در صد اندازه واقعی باشد. یعنی اگر شدت جریان اصلی ۱۰۰ آمپر باشد، روی دستگاه آمپر متر حدود ۹ تا ۱۰ آمپر را می‌خوانید.

### بکار بردن آمپر متر

یک آمپر متر ساده را بردارید. در انتخاب دستگاه اندازه گیری دقت کنید که شدت جریان مدار نباید بیش از حد تعیین شده برای اندازه گیری باشد. زیرا آمپر متر بر حسب درجه بندی خود، شدت جریانهای معینی را می‌تواند اندازه بگیرد. در مورد این آزمایش می‌توانید فرض کنید که آمپر متر دارای توانایی کافی برای اندازه گیری شدت جریان می‌باشد. فیش قرمز را به جک قرمز و فیش سیاه را به جک سیاه وصل کنید. مطمئن شوید که به مدار انرژی داده نمی‌شود. کلید مدار باید باز باشد (به خاطر حفظ جان خود هیچگاه سعی نکنید که آمپر متر را در مداري که انرژی الکتریکی در آن جریان دارد قرار دهید). با جدا کردن سیم رابط بین ۲T و ۱T مدار را باز کنید. با قرار گرفتن آمپر متر بین این دو نقطه مدار کامل می‌شود.

با رعایت پلاریته، فیش سیاه را به ۱T و فیش قرمز را به ۲T وصل کنید. اگر پلاریته مناسب در نظر گرفته نشود، عقربه آمپر متر به طرف چپ منحرف شده و این عمل موجب خرابی دستگاه اندازه گیری خواهد شد.

کلید مدار را ببندید و درجه‌ای را که آمپر متر نشان می‌دهد بخوانید. همیشه از روبرو به صفحه درجه بندی شده آمپر متر نگاه کنید و هیچوقت تحت هیچ زاویه‌ای درجه آمپر متر را نخوانید. درجه‌ای را که خوانده‌اید، یادداشت کنید.

کلید مدار را باز کنید.

[www.powerengineering.blogfa.com](http://www.powerengineering.blogfa.com)

با مراجعه به وبلاگ ما از آخرین کتاب ها، نرم افزارها، مطالب آموزشی و ...  
در ارتباط با مهندسی برق استفاده نمایید.

<http://powerengineering.blogfa.com>

مهندسی برق



<http://powerengineering.blogfa.com>

[www.powerengineering.blogfa.com](http://www.powerengineering.blogfa.com)