

گزارش کار آزمایش شماره ۵ - آزمایشگاه فیزیک پایه ۲

تهیه و تنظیم:

مبین خیری [۱۷.۹۹۴۴۲۱] (مهندسی کامپیوتر)

متین سجادی [۱۴۰.۱۴۴۲۱.۰۲۵] (مهندسی کامپیوتر)

این آزمایش در ساعت ۰۰:۰۹. صبح روز سه شنبه، ۲۸ فروردین ماه ۱۴۰۳ انجام شده.

ابزار و وسایل مورد نیاز:

- چند مقاومت
- مقاومت متغیر
- دو تا خازن
- اسیلوسکوپ
- آمپرmetr
- منبع تغذیه

هدف آزمایش:

1. اندازه‌گیری مقاومت به روش پل و تستون
2. اندازه‌گیری مقاومت به روش پل تار
3. اندازه‌گیری ظرفیت خازن به روش پل و تستون

تئوری آزمایش:

مقدمه‌ای درباره پل و تستون

اگرچه صنعت الکترونیک، به دلیل پیشرفت در نوع ماده، اجزای مختلف و معماری مدار به جلو رانده می‌شود، اما فناوری‌های جدید همواره بر اساس تکنولوژی‌های قدیمی‌تر ساخته می‌شوند. دستگاه‌هایی مانند ترانسفورماتور، سلونوئید، رله و پل و تستون همواره و حتی در آینده نیز کاربرد خواهند داشت. مدار پل و تستون، مثال بسیار خوبی از این حقیقت است که یک ساختار ساده اما هوشمندانه می‌تواند علاوه بر کاربردهای بسیار، جایگاه خاص خود را در الکترونیک مدرن داشته باشد.

«پل و تستون» (Wheatstone Bridge)، یک مدار الکتریکی پسیو شامل چهار مقاومت است که برای اندازه‌گیری مقدار مقاومت الکتریکی نامعلوم استفاده می‌شود. همچنین با افزودن یک مقاومت سیمی لغزان، می‌توان از مدار پل و تستون برای کالیبراسیون دستگاه‌های اندازه‌گیری همچون ولت‌متر، گالوانومتر و غیره استفاده کرد. نمایش جریان صفر در گالوانومتر از مزایای اصلی آن محسوب می‌شود. به همین دلیل هنوز هم برای اندازه‌گیری دقیق جریان و نمایش جریان صفر از گالوانومتر استفاده می‌شود.

تاریخچه

پل وتسنون اولین بار توسط «ساموئل هانتر کریستی» (Samuel Hunter Christie) در سال 1833 کشف شد. ده سال بعد، «سِر چارلز وتسنون» (Sir Charles Wheatstone) ساختار این مدار را تکمیل کرد و به شهرت رساند. او این مدار را، «اندازه‌گیر تفاضلی مقاومت» (Differential Resistance Measurer) نامید. یکی از کاربردهای پل وتسنون در آن زمان، تحلیل و مقایسه انواع مختلف خاک بود.

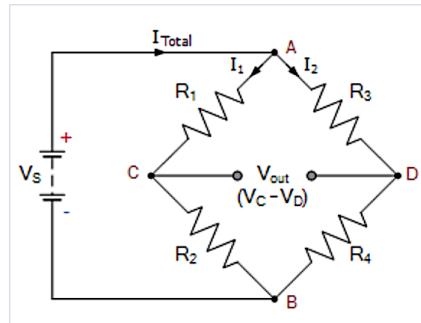
مدار پل وتسنون

امروزه، استفاده از مولقی‌مترهای دیجیتال ساده‌ترین راه برای اندازه‌گیری مقدار مقاومت به شمار می‌رود. اما همچنان از پل وتسنون نیز برای اندازه‌گیری مقادیر بسیار کوچک مقاومت تا محدوده چند میلی‌آم استفاده می‌شود.

یکی از دلایل استفاده از پل وتسنون در صنعت الکترونیک مدرن، این است که تشخیص جریان صفر، همواره ساده‌تر و دقیق‌تر از اندازه‌گیری مقداری حقیقی از جریان است. همچنین در مدار پل وتسنون، خطاهای داخلی نیز اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند که از نقطه نظر طراحی مهندسی، این مورد بسیار مطلوب است. امروزه مدار پل وتسنون (یا پل مقاومتی)، کاربردهای متفاوتی دارد. مثلاً اتصال تقویت‌کننده‌های عملیاتی مدرن به سنسورها و ترانسیدیوسرهای با استفاده از پل وتسنون انجام می‌شود.

مدار پل وتسنون، 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» (Balanced) قرار می‌گیرد، اختلاف پتانسیل بین دو شاخه موازی آن برابر صفر می‌شود.

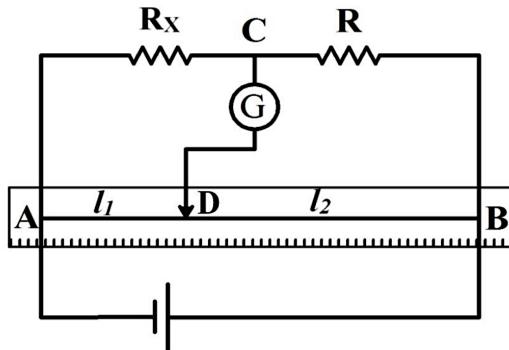
مدار پل وتسنون شامل دو پایانه ورودی و دو پایانه خروجی و چهار مقاومت است که مانند لوزی به یکدیگر متصل شده‌اند. شکل زیر، مدار پل وتسنون ساده را نشان می‌دهد:



شکل (۱) - مدار پل وتسنون

پل وتسنون در حالت تعادل، به صورت دو جفت مقاومت سری که با یکدیگر موازی شده‌اند، تحلیل می‌شود. طبق قانون اهم، با عبور جریان از هر مقاومت در زنجیره سری، یک «افت ولتاژ» (Voltage Drop) در مقاومت، ایجاد می‌شود. این افت ولتاژ، معادل حاصل ضرب ولتاژ در جریان گذرنده از مقاومت است.

پل و تستون را می‌توان به گونه‌ای دیگر سوار نمود. شکل زیر مدار پل تار را نشان می‌دهد که از یک رشته سیم یکنواخت تشکیل شده است.

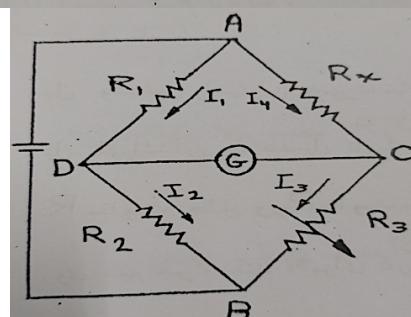


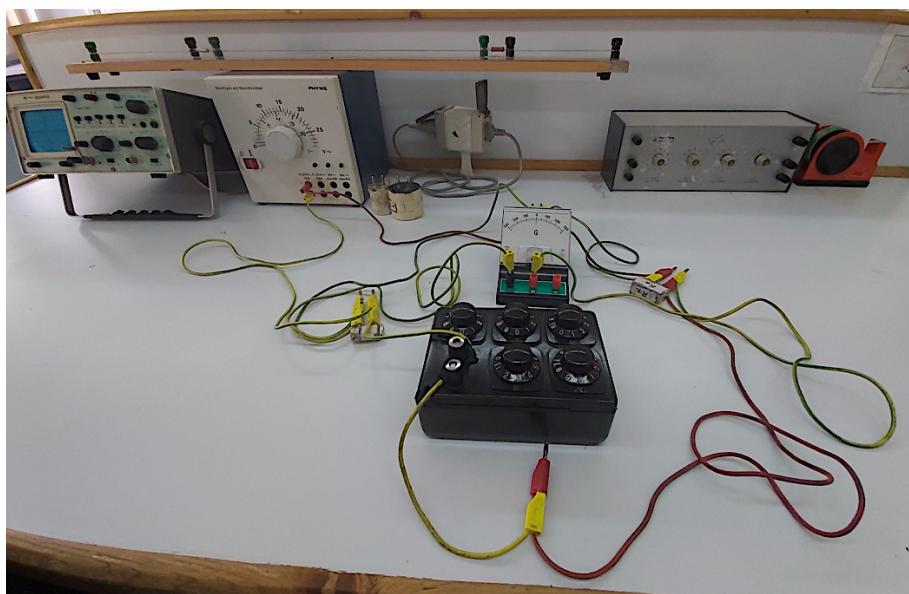
با تنظیم سرعت حرکت (D) می‌توان ولتاژ بین دو نقطه C و D را صفر نمود. در نتیجه اگر بجای گالوانومتر از آمپرسنچ استفاده شود، از آن جریانی عبور نمی‌کند. در این صورت مقاومت‌های R_x و سیم‌های L_1 و L_2 مانند چهار شاخه پل و تستون می‌باشند. از آنجا که مقاومت یک سیم با طول L ، سطح مقطع A و مقاومت ویژه ρ برابر $R = \rho L / A$ می‌باشد، برای پل تار بالا داریم:

$$\left| \frac{R_x}{R} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1 L_1 A_2}{\rho_2 L_2 A_1} \right. \xrightarrow{\rho_1 = \rho_2, A_1 = A_2} R_x = \frac{L_1}{L_2} \times R$$

روش انجام آزمایش:
بخش اول:

$\frac{R_x}{R_3} = \frac{R_1}{R_2}$	\rightarrow	$R_x = \frac{R_1}{R_2} \cdot R_3$
$R_1 = 4\pi \Omega$	$R_2 = \frac{A_1}{A_2} \cdot R_1 \rightarrow R_2 = \frac{47}{27} \times 13 \approx 22.63$	روش آزمایش :
$R_3 = 1\pi \Omega$		- الف) مدار شکل (۱) را تشکیل دهید .
$R_3 = 13 \Omega$		ب) مقاومت مجھول را اندازه گرفته و سپس با اهم متراقبت آنرا اندازه بگیرید .
		ج) مقادیر بدست آمده را باهم مقایسه کنید .





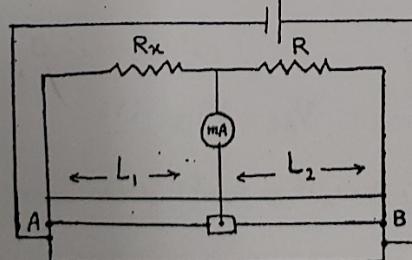
بخش دوم:

۲- پل تار:

پل و تستون رامیتوان بصورت ساده تری که پل تارنام دارد سوار نمود . شکل (۲) یک

پل تار را انشان میدهد پل تاریک رشته سیم یکنواخت است که معمولاً "بطول یک متر میباشد

R مقاومت معلوم و R_x مقاومت مجھول میباشد . L یک لفزنده است که میتواند



روی سیم حرکت کند . برای کار با پل تار

لفزنده L را بقدرتی در طول سیم حرکت

میدهند تا از میلی آمپر متر جریانی عدد

ش (۲)

نگذاریم را بتصویر مقاومت های R و R_x و سیمهای L_1 و L_2 مانند چهار شاخه پل و تستون

هستند که به حالت تعادل باشند و تابرا بایطه ای که اثبات آن در پل و تستون گذشت

$$\frac{R_{L_1}}{R_{L_2}} = \frac{L_1}{L_2} \quad (2)$$

در این :

۵۰	→	۱۰۰
۱۰	→	۲۰۰
۳۰	→	۶۰۰

چون تمام طول سیم AB یکنواخت است نسبت مقاومت را و قسمت آن به نسبت طول های

2.5٪ به 2.5٪

$$\frac{R_{L_1}}{R_{L_2}} = \frac{L_1}{L_2} \quad R_x = \frac{L_1}{L_2} R \quad R_x = \frac{50}{50} \times 1500 = 1500 \Omega$$

آن میباشد . پس :

مدار شکل (۲) را تشکیل داره و مقاومت مجھول را بدست آورید .

نتیجه‌گیری:

با توجه به اهداف مشخص شده در آزمایش، که شامل اندازه‌گیری مقاومت به دو روش پل و تستون و پل تار، و همچنین اندازه‌گیری ظرفیت خازن به روش پل و تستون می‌باشد، می‌توانیم به نتیجه‌گیری‌های ارزشمندی درباره‌ی روش‌ها و دقت آن‌ها برسیم.

در این آزمایش، ابتدا مقاومت‌ها با استفاده از روش پل و تستون و پل تار اندازه‌گیری شدند. نتایج به دست آمده نشان داد که هر دو روش قادر به اندازه‌گیری دقیق و صحیح مقاومت بودند، با اختلافات کمی بین آن‌ها که به دلیل تفاوت در روش اندازه‌گیری و شرایط آزمایش قابل توجیه بود.

بنابراین، می‌توان نتیجه‌گرفت که روش‌های استفاده شده در این آزمایش، از نظر دقت و قابلیت اندازه‌گیری به میزان مناسبی بوده‌اند. این نتایج می‌توانند به دانشمندان و محققان در زمینه‌ی فیزیک کمک کنند تا در آزمایش‌های خود از این روش‌ها استفاده کرده و به نتایج دقیق‌تری دست یابند. همچنین، توصیه می‌شود که در آینده، آزمایشات بیشتری با استفاده از این روش‌ها صورت گیرد تا دقت و قابلیت تکرارپذیری نتایج بیشتر مورد بررسی قرار گیرد.

منابع استفاده شده برای تهیه این گزارش:

- i. <https://www.wikipedia.org/>
- ii. <https://blog.faradars.org/%D9%BE%D9%84-%D9%88%D8%AA%D8%B3%D8%AA%D9%88%D9%86/>
- iii. دستورکار آزمایشگاه فیزیک پایه ۲، گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه

.پایان.