

دالشکوه اردویہ - دالشکوه علوم

کروہ فنڈریک

دستور کاروں

آنٹاپلکاہ فنڈریک

کٹش پسند و منظہ میں

فهرست آزمایشها :

- آزمایش ۱: آشنایی با وسایل اندازه گیری (O. V. O. ۸ متر) و بهم بستن مقاومتها بطور سری و موازی و مختلط
- آزمایش ۲: تحقیق رابطه $R = \rho \frac{L}{S}$ بررسی تغییرات مقاومت با L و S
- آزمایش ۳. بررسی و تحقیق قوانین اهم و کیرشهف در مدارهای الکتریکی و اندازه گیری مقاومت درونی دستگاههای اندازه
- آزمایش ۴. مطالعه خازنهای شارژ و دشارژ و اندازه گیری ظرفیت خازن و بررسی قوانین سری و موازی خازن
- آزمایش ۵. اندازه گیری مقاومت به روش پل و تستون و پل تار و اندازه گیری ظرفیت خازن به روش پل و تستون
- آزمایش ۶. اندازه گیری مقاومت داخلی و نیروی محرک مولد
- آزمایش ۷. مطالعه اصول القای الکترومغناطیس و بررسی قوانین فاراده ولنز
- آزمایش ۸: آشنایی با اسیلوسکوپ و کاربرد آن
- آزمایش ۹ : بررسی مدارهای R-C, R-R اندازه گیری ولتاژهای ورودی و خروجی و اختلاف فاز بین آنها، بررسی اثر خازن بر میدانهای فرکانس کم و زیاد
- آزمایش ۱۰. اندازه گیری ضریب خود القایی و القای متقابل دوبوبین

آزمایش شماره (۱)

موضوع آزمایش :

وسایل اندازه گیری (آمپرسنج ، ولت سنج ، اهم سنج)

هدفهای آزمایش :

۱. آشنایی با وسایل اندازه گیری و طرز استفاده از انها در مدارهای الکتریکی

۲. خواندن مقدار اهم مقاومتها از روی رنگ آنها

۳. تحقیق قانون اهم

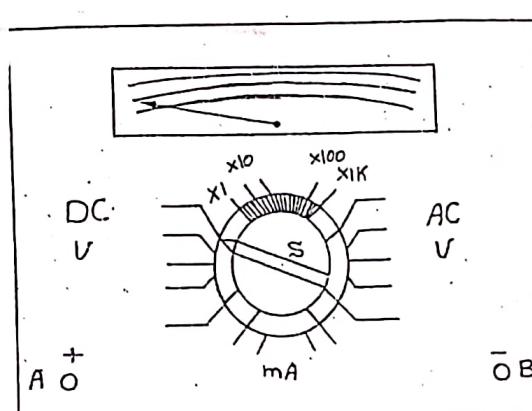
۴. بهم بستن مقاومتها

وسایل لازم :

دستگاه A. V. O سنج - چندتا مقاومت رنگی ، منبع تغذیه و چند سیم رابط

تئوری آزمایش :

۱. A.V.O سنج دستگاهی است که با تغییر دادن کلیدی که روی آن نصب شده میتوان آن را به سه دستگاه آمپر سنج ، ولت سنج و اهم سنج تبدیل نمود که حروف A و V و O به ترتیب بیانگر آمپر، ولت و اهم (Ohm , Volt , Amper) می باشند . شکل شماره (۱) شمای ساده ای از یک A. V. O می باشد .



شکل ۱

ابرای آشنا بیو با طرز کار این دستگاه و طرز قرار گرفتن آن در مدار لازم است مختصری از اساس کار آن شرح داده شود، صفحه مدرج و عقره که میتر (meter) نام دارد برای اندازه گیری کمیت هاست، اساس کار میتر همان گالواومتر است که ساختمان آن از یک قاب با سیم پیچ که در یک میدان مغناطیسی دائم بطور مطلق قرار گرفته است و یک قاب متحل است تشکیل یافته است، وقتی که جریان معینی از سیم پیچ عبور گند قاب و در نتیجه قاب متحرک شده در یک زاویه معین می ایستد و عقره روی صفحه مدرج عددی را نشان میدهد، در شکل (۱) نقاط A و B برای اتصال پروفهای (سیم های رابط) که اوسط آنها به مدار وصل میشود.

کلید S دارای چهار حالت است که به شرح زیر می باشد :

۱. ولتاژ DC برای اندازه گیری ولتاژ مستقیم

۲. ولتاژ AC برای اندازه گیری ولتاژ متناوب

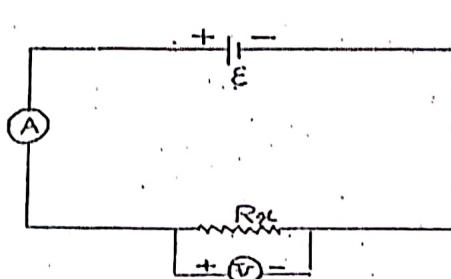
۳. قسمت (Ω) برای اندازه گیری اهم مقاومت

۴. آمپر برای اندازه گیری شدت جریان

کلید S در هر کدام از چهار حالت به چند قسمت تقسیم شده که با توجه به مقدار کمیت باید روی تقسیم بندی مناسب قرار داد.

تذکر : معمولاً بهتر است کلید S را از تقسیم بندی های بالاتر شروع کرد و سپس روی تقسیم بندی مناسب قرار داد، اندازه گیری ولتاژ مستقیم و متناوب :

برای اندازه گیری ولتاژ مستقیم و متناوب کلید S بـ ترتیب باید در حالت AC و DC و روی یکی از پله ها قرار گیرد، انتخاب پله بستگی به مقدار ولتاژ دارد، ولتمتر در مدار به صورت موازی قرار می گیرد و باید توجه داشت که قطب های مثبت و منفی را به طور صحیح در مدار قرار داد، شکل (۱)

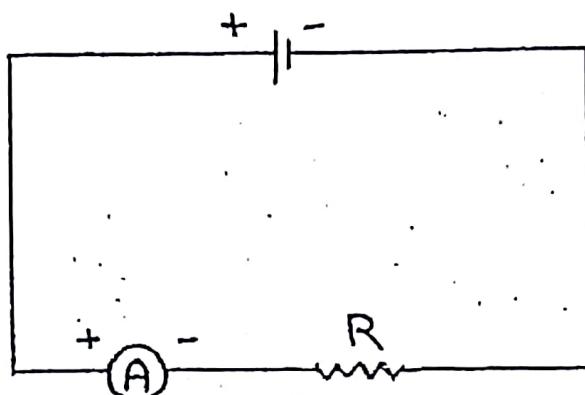


ازمایش ۱ شکل ۱

اندازه گیری شدت جریان :

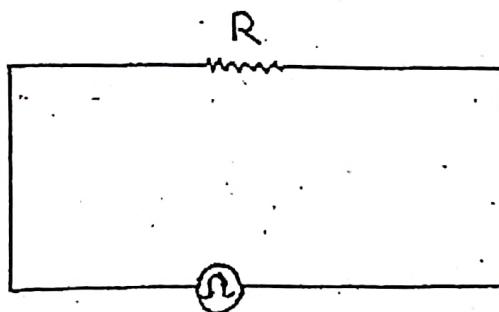
برای اندازه گیری شدت جریان کلید S را باید در حالت A (آمپر) قرار داده و کلید را روی پله مناسب با مقدار شدت جریان قرار داد.

آمپرmetr در مدار بصورت سری قرار می گیرد. شکل ۳



شکل ۳

اندازه گیری مقاومت :



شکل ۴

اهم متر دارای پله های XI ، XIO و XIOO اهم می باشد که اگر کلید S روی هر کدام از پله ها باشد باید هر دفعه عقربه روی

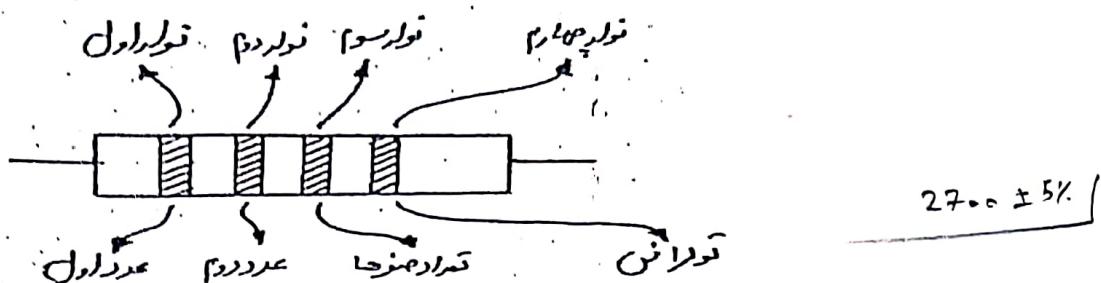
صفر تنظیم شود.

۲. طرز خواندن مقاومتها از روی رنگ آنها: معمولا مقاومتها، بخصوص مقاومتهای کربنی و قشر کربن دارای ابعاد کوچکی هستند و

به همین علت نوشتن مقدار مقاومت و دیگر مشخصات از جمله تولرانس بر روی آنها میسر نیست به همین علت مقدار آنها را بوسیله

رنگ مشخص میکنند . به این ترتیب که از سه رنگ برای مشخص کردن مقدار و یک نوار برای مشخص کردن تولرانس یا درصد خطا استفاده میشود . در جدول شماره (۱) معنی رنگها آمده است .

توجه : رنگهای روی مقاومت را از طرفی میخوانیم که فاصله کمتری با پایه مقاومت داشته باشند .



| رنگ | نوار اول عدد اول | نوار دوم عدد دوم | نوار سوم تعداد صفرها | نوار چهارم تولرانس |
|---------|---------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|
| سیاه | ۰ | ۰ | ----- | ----- |
| قهوه ای | ۱ | ۱ | ۱ | %۱ |
| قرمز | ۲ | ۲ | ۲ | %۲ |
| نارنجی | ۳ | ۳ | ۳ | ----- |
| زرد | ۴ | ۴ | ۴ | ----- |
| سبز | ۵ | ۵ | ۵ | ----- |
| آبی | ۶ | ۶ | ۶ | ----- |
| بنفش | ۷ | ۷ | ۷ | ----- |
| خاکستری | ۸ | ۸ | ۸ | ----- |
| سفید | ۹ | ۹ | ۹ | ----- |
| طلائی | ----- | ----- | ----- | %۵ |
| نقره ای | ----- | ----- | ----- | ۱۰% |
| بیرنگ | ----- | ----- | ----- | %۲۰ |

جدول ۱

۳. قانون اهم:

میدانیم اگر در دو سر یک سیم هادی اختلاف سطح الکتریکی معینی ایجاد شود از این سیم جریان الکتریکی عبور میکند . مقدار این جریان بستگی به مقدار مقاومت سیم طبق رابطه $R = \frac{L}{P}$ یعنی جنس سیم ، طول و سطح مقطع سیم دارد . رابطه ای که بین ولتاژ ، جریان و مقاومت در یک سیم هادی وجود دارد توسط قانون اهم بیان می گردد طبق این قانون اگر درجه حرارت و سایر شرایط فیزیکی در یک هادی فلزی ثابت نگهداشته شود نسبت اختلاف سطح به جریان مقداریست ثابت و این مقدار ثابت با مقدار مقاومت هادی برابر است و به صورت زیر بیان میشود .

$$\frac{\text{اختلاف سطح}}{\text{شدت جریان}} = \frac{V}{I} = \text{مقدار ثابت } R$$

بین بستن مقاومتها بطور سری و موازی و مخلط

الف - سری : اگر چند مقاومت را پشت سرهم به یکدیگر متصل کنیم گوئیم که آنها را بطور سری بسته ایم در این نوع بین بستن چون شدت جریان یکسان و اختلاف پتانسیل کل مقاومتها (V) برابر با مجموع پتانسیلهای دو سر تک تک مقاومتها است می توان نشان داد که مقاومت کل مجموعه مقاومتها R ، برابر مجموع تک تک مقاومتهاست .

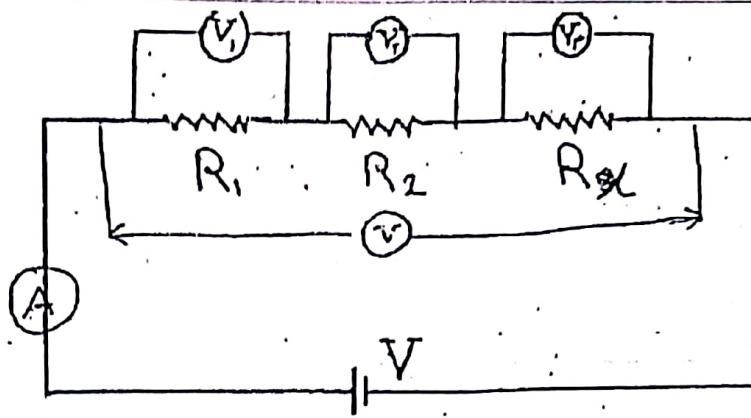
$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad (1)$$

چون نسبت ولتاژ کل به جریان یعنی $R = \frac{V}{I}$ مقدار مقاومتی را نشان میدهد که معادل این سه مقاومت است .

بنابراین می توان نوشت :

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \quad (2)$$

آزمایش : مقاومت معادل R را با استفاده از قانون اهم در شکل (۱) اندازه گرفته و از آنجا رابطه (۲) را تحقیق کنید .



آزمایش ۲ شکل ۲

آزمایش ۳

ب) موازی: اگر چند مقاومت را بطور موازی (مانند شکل ۳) بهم وصل کنید گوئید که مقاومت را بطور موازی بهم بسته ایم . در این نوع بهم بستن ، چون اختلاف پتانسیل دو سر مقاومتها یکسان و جریان کل I برابر با مجموع جریانهای هر یک از شاخه هاست میتوان نشان داد که مقاومت کل مجموعه مقاومتها از رابطه زیر بدست می آید . نسبت ولتاژ V به جریان I یعنی $R = \frac{V}{I}$ مساوی مقاومت معادل است.

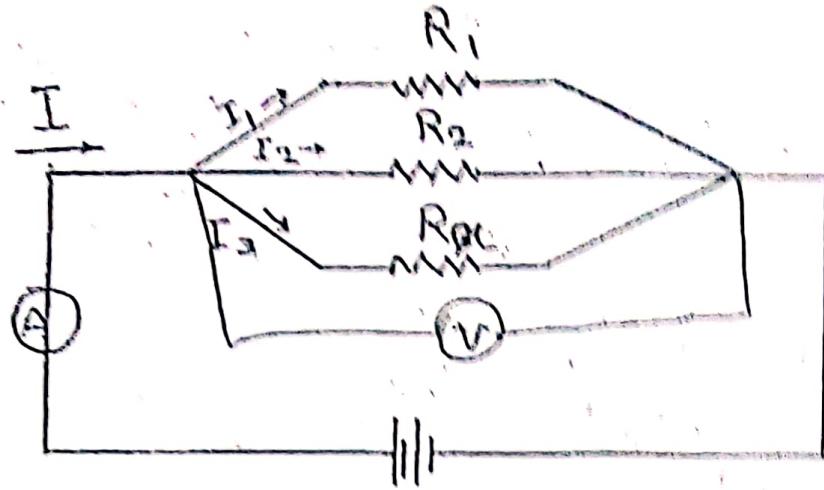
$$V_1 = V_2 = V_3 = V$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (3)$$

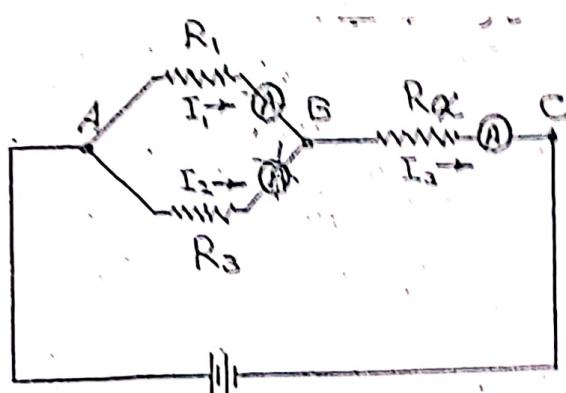
آزمایش : مقاومت معادل را با استفاده از

قانون اهم در شکل (۳) اندازه گرفته و رابطه (۳) را تحقیق کنید .



ازمايش ۳ شکل ۳

(تحدیف) و شکل ۴) مختلط (سری و موازی) انتقال مقاومتها را بطور مختلط نشان میدهد. با استفاده از آمپرmetr و ولتیمتر نسبت جریان و پتانسیل شاخه های مختلط را اندازد گویند و با استفاده از قانون احتم مقاومت معادل را حساب کنید.



ازمايش ۴ شکل ۴

ابسط اندیشه از این فرمول را با محاسبه شده با تأثیری مقایسه کنید.

| I | V |
|-------|----------|
| I_1 | V_{AB} |
| I_2 | V_{BC} |
| I_3 | V_{AC} |

سوالات:

اچرا آمپرmetr در مدار بناور سری و ولتیمتر بناور موازی قرار نمیگیرد.

۲. با استفاده از اهم متر و رنگ مقاومتها مقدار انها را خوانده و یادداشت نمایید و دو مقدار بدست امده را با هم مقایسه کرده و تولیرانس مقاومتها را بدست اورید.

۳. رابطه $R = \frac{V}{I}$ را در مقاومتها مختلف برای مدار شکل ۲ بررسی کنید و در جدول ۲ یادداشت کنید و با مقدار محاسبه شده مقایسه کنید و علت اختلاف را بنویسید.

| R_Ω | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
| I_{mA} | | | | | | | | | | | |
| V_v | | | | | | | | | | | |
| $R = \frac{V}{I}$ | | | | | | | | | | | |

آزمایش شماره ۲

موضوع آزمایش :

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

هدف های آزمایش :

الف) بررسی تغییرات مقاومت هادی با طول آن

ب) بررسی تغییرات مقاومت هادی با سطح مقطع آن

وسایل لازم :

مقاومتهای ۱۰۰ و ۱۰ اهمی - مقاومت متغیر (جعبه مقاومت) - سیم رابط - پیل یا منبع تغذیه

گالوانومتر و سیم نازک و تخته مخصوص سوار کردن هادی

تئوری آزمایش :

در یک دمای معین مقاومت هادی با طول آن نسبت مستقیم و با سطح مقطع آن نسبت عکس دارد. ضریب تناسب که معمولاً با هم مشخص می‌گردد مقاومت مخصوص (ویژه) نام دارد و بنا به تعریف عبارتست از مقاومت سیمی به طول واحد و به سطح مقطع واحد

روش آزمایش (الف)

پلی ترتیب دهید که بازوهای R_1 و R_2 آن به ترتیب برابر ۱۰۰ و ۱۰ اهم بوده و بازوی R_3 آم جعبه مقاومتی است که تا یکدهم اهم مقاومت ان تغییر می‌کند. بجائی مقاومت R_4 پل، طولهای مختلف از سیم را که روی تخته قرار گرفته است در مدار قرار داده و هر بار با تغییر دادن مقاومت R_3 پل را چنان تنظیم کنید که از گالوانومتر جریانی عبور نکند شکل (۱)

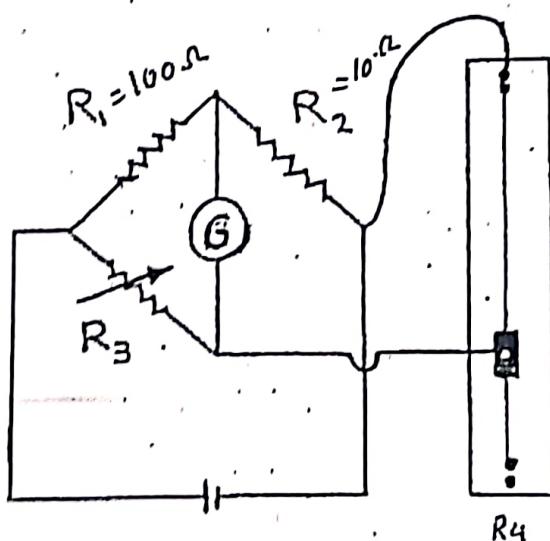
خواسته ها :

۱. جدول مقابله را تکمیل کنید. جدول (۱)

۲. میانگین را بدست آورید.

| تعداد دفعات آزمایش | $L(m)$ | $R_3 \Omega$ | $R_4 = \frac{R_2}{R_1} R_3 (\Omega)$ |
|--------------------|--------|--------------|--------------------------------------|
| ۱ | | | |
| ۲ | | | |
| ۳ | | | |
| ۴ | | | |
| ۵ | | | |
| ۶ | | | |
| ۷ | | | |

جدول ۱



شكل ۱

۳. نمودار R_4 بر حسب L را رسم نموده و از آن مقاومت مخصوص μ را بمحاسبه ΩC_m بدست آورید.

۴. از نمودار نتیجه گیری کنید.

۵. عوامل خطا را در این آزمایش ذکر کنید.

روش آزمایش (ب)

در مدار شکل (۱) قسمت الف، بجای مقاومت R_4 از چند رشته سیم با طولهای یکسان (طول هر رشته را یک متر بگیرید) استفاده کنید. بدین ترتیب که بار اول یک رشته از سیم را روی تخته سوار نموده و با تغییر دادن مقاومت R_3 پل را به حالت تعادل درآورید و در دفعات بعد با یک رشته سیم به تعداد رشته سیمها بطور موازی اضافه نموده و آزمایش را تکرار کنید، جدول (۲) را تکمیل نموده و موارد خواسته شده را انجام دهید.

تذکر: قطر سیم را با کولیس اندازه گرفته و سپس آنرا حساب کنید. ($d = 0.47 \text{ mm}$)

۱- نمودار R بر حسب S^{-1} را رسم کنید.

۲- از نمودار نتیجه گیری کنید.

۳- رابطه $R = \rho \frac{L}{S}$ را بدست آورید.

۴- مقاومت الکتریکی به چه عواملی بستگی دارد؟

| تعداد دفعات آزمایش | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ |
|--------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| $S = \frac{\pi d^2}{4 \text{ cm}^2}$ | | | | | | |
| R_3 | | | | | | |
| $R_4 = R = \frac{R_2}{R_1} R_3$ | | | | | | |

جدول ۲

آزمایش شماره ۳

موضوع آزمایش: بررسی و تحقیق قوانین اهم و کیرشهف در مدارهای الکتریکی و اندازه گیری مقاومت درونی دستگاههای اندازه گیری (ولتمتر)

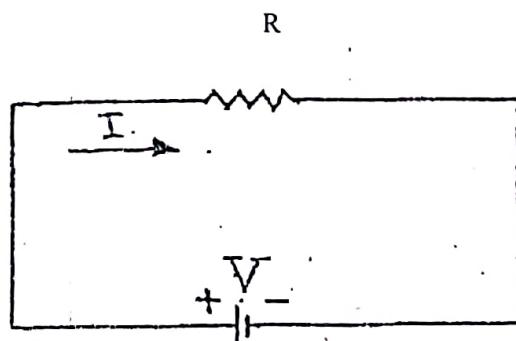
وسایل لازم:

مقاومتهای ۱۰۰، ۲۲۰، ۳۳۰ اهمی، A.V.O متر، منبع تغذیه، سیم رابط

۱. قانون اهم:

تئوری: می دانیم اگر در دوسر یک سیم هادی اختلاف سطح الکتریکی متغیر معینی (V) ایجاد کنیم از این سیم جریان الکتریکی (I) عبور میکند. مقدار این جریان به مقدار مقاومت سیم طبق رابطه $\rho = \frac{V}{I}$ یعنی جنس سیم، طول، سطح مقطع سیم بستگی دارد. رابطه ای که بین ولتاژ، جریان و مقاومت در یک سیم هادی وجود دارد توسط قانون اهم بیان می گردد. طبق این قانون اگر درجه حرارت و سایر شرایط فیزیکی در یک هادی فلزی ثابت نگهداشته شود نسبت اختلاف پتانسیل به جریان مقداریست ثابت و بستگی به اختلاف پتانسیل ندارد. این نتیجه مهم که برای هادیهای فلزی صادق است "قانون اهم" نامیده میشود و بصورت زیر بیان میشود.

$$\frac{\text{اختلاف سطح الکتریکی}}{\text{شدت جریان}} = \frac{V}{I} = \text{مقدار ثابت } R \quad V = RI$$



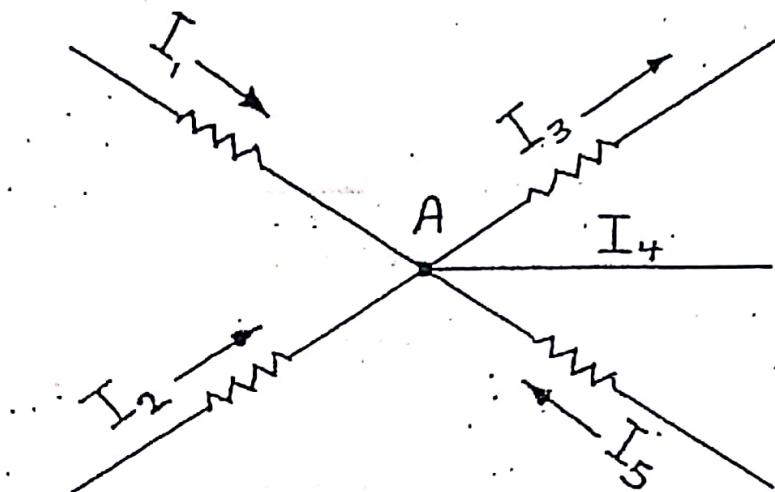
اختلاف پتانسیل دردو سر هادی، مقاومت هادی و شدت جریانی است که از هادی میگذرد. در دستگاه SI , V بر حسب ولت، R بر حسب اهم و I بر حسب آمپر است. مقاومت هادی همیشه مقدار ثابتی نیست و با تغییر دمای هادی تغییر میکند.

۲. قوانین کیرشهف:

گوستا و کیرشهف دوقانون زیر را برای تحلیل مدارهای الکتریکی طرح کرد این قوانین برای تعیین جریانها و ولتاژهای الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

قانون اول: مجموع جبری شدت جریانهای ورودی و خروجی در هر نقطه (گره یا انشعاب) از مدار صفر است. عبارت دیگر در هر نقطه از مدار مجموع جریانهاییکه با آن نقطه (گره) وارد میشوند برابر است با مجموع جریانهاییکه از آن نقطه خارج میشوند. شکل (۲).

این قانون نتیجه‌ای از اصل بقای بار است.



شکل ۲

بنا به قرارداد علامت شدت جریانهاییکه به نقطه انشعاب وارد میشوند با علامت مثبت و شدت جریانهاییکه را که از نقطه انشعاب خارج میشوند با علامت منفی در نظر میگیرند. مثلا در نقطه A روابط بین شدت جریانها بشرح زیر است.

$$\sum I_A = 0$$

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 + I_5 = 0$$

و یا

$$I_1 + I_2 + I_5 = I_3 + I_4$$

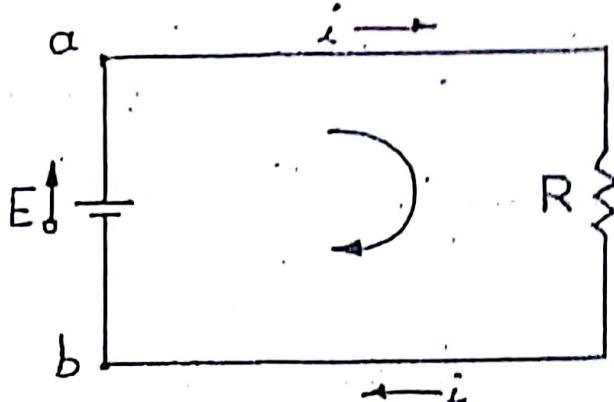
$$\begin{array}{l} Q \rightarrow + \\ F \rightarrow - \\ T \rightarrow - \\ \text{نمود} \rightarrow + \end{array}$$

قانون دوم:

در هر مدارسته (حلقه) مجموع جبری نیروهای محرکه و ضدحرکه برابر مجموع جبری پتانسیل در مقاومتهای حلقه است. یعنی اگر از هر نقطه مدار شروع کرده در جهتی دلخواه مدار را طی نموده و اختلاف پتانسیل های طول مسیر را با هم جمع جبری کنیم بعد از بازگشت به نقطه شروع باید دارای همان پتانسیل اولیه باشیم. به عبارت دیگر جمع جبری تغییرات پتانسیلهای یک مدار الکتریکی در یک گردش کامل مدار برابر با صفر است. این قانون نتیجه‌ای از حاصل بقای انرژی است. بنابراین قرارداد:

۱. اگر بگویی مقاومت الکتروموتوری در جهت جریان ملی شود تغییر پتانسیل با علامت منفی و در خلاف جریان با علامت مثبت میباشد.

۲. اگر مذکور اکتروموتوری در جهت نیروی الکتروموتوری (از قطب منفی به مثبت) تغییر پتانسیل با علامت مثبت و در خلاف جهت با علامت منفی میباشد، مطابق شکل ۳.



شکل ۳

$$\sum E_i = 0$$

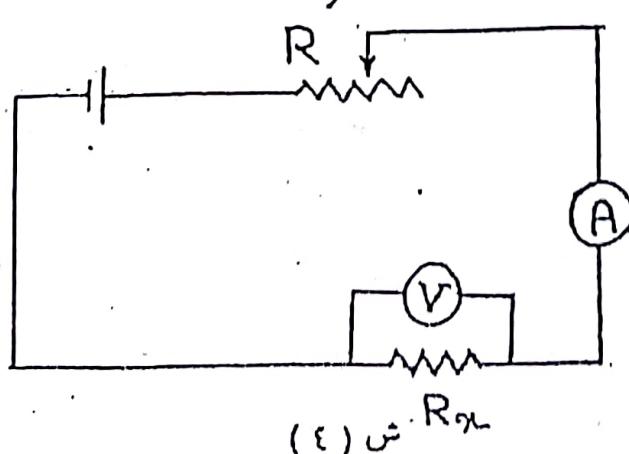
$$V_b + E - iR = V_b \Rightarrow E - iR = 0$$

روشن آزمایش (اول)

الف) قانون اهمز

۱. مداری مطابق شکل ۴ سوار کنید. با تغییر دادن رئوستا در هر حالت ولت سنج و آمپرسنج را خوانده و در جدول ۱ یادداشت و

بالاستفاده از رابطه $R = \frac{V}{I}$ مقاومت را در هر حالت محاسبه و در جدول مزبور یادداشت کنید.



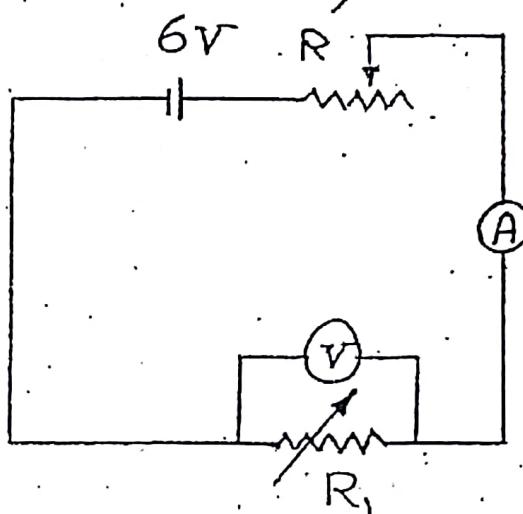
تغییرات ۷ را بر حسب ۱ در روی کاغذ میلی متری رسم و از روی تانژانت زاویه، امیانگین را حساب کنید و با مقدار

$$\text{محاسبه شده از رابطه } k = \frac{\Sigma R}{n} \text{ مقایسه کنید.}$$

| R | ۱۰ | ۲۰ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ |
|-------|-----|------|------|------|------|
| V | ۱۰ | ۲۰ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ |
| I | ۰.۱ | ۰.۰۵ | ۰.۰۳ | ۰.۰۲ | ۰.۰۱ |
| R_x | ۱۰ | ۲۰ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ |

جدول ۱

(لازم نیست) مدار شکل ۵ را سوار کنید. جعبه مقاومت متغیر است که هر مقاومت دلخواه را میتوان از آن انتخاب کرد. R_1 را ده بار تغییر دهید و مقاومت رئوسترا چنان با این تغییرات تنظیم کنید که اختلاف پتانسیل V مقدار ثابتی باشد. مقادیر R_1 و I و V را در جدول ۲ یادداشت کنید و اینبار رابطه $V=RI$ را تحقیق کنید.



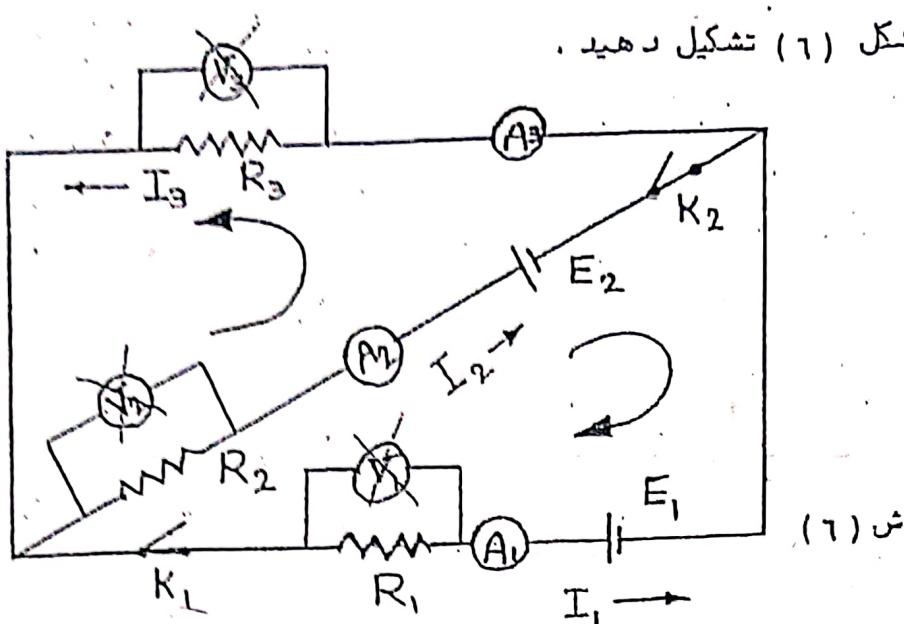
شکل ۵

| V | |
|-----|--|
| I | |
| R | |

جدول ۳

(آزمایش دوم) ب. قوانین کیرشهف (تحقیق قانون اول)

مداری مطابق شکل (۶) تشکیل دهید .



۱. بوسیله ولتیمتر اختلاف پتانسیل دو سر منبع تغذیه های E_1 و E_2 را در حالتی که کلیدهای K_1 و K_2 بسته است اندازه گرفته و یادداشت کنید .

۲. با توجه به مقادیر مقاومتها R_1 و R_2 و R_3 سه معادله بین I و E و R را به کمک قوانین کیرشهف $\sum I = 0$ و $\sum E = 0$ بنویسید

۳. نتایج مقادیر شدت جریان I_1 و I_2 و I_3 را محاسبه کنید و با نتایج عملی که اندازه گرفته اید مقایسه کنید و جهت حقیقی جریان را تعیین کنید (جدول ۴)

توجه داشته باشید تعداد معادلات شدت جریان مستقل از هم طبق قانون اول کیرشهف مساوی ($N-1$) است N تعداد گره هاست و تعداد معادلات ولتاژ مستقل هم بر طبق قانون دوم کیرشهف مساوی تعداد حلقه های مدار است .

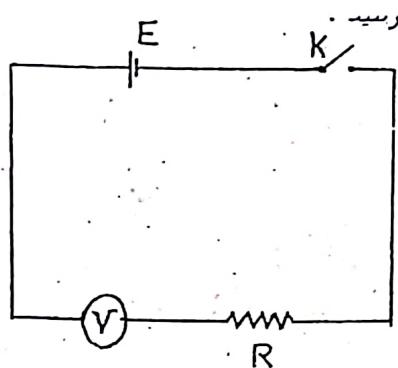
| مقاومت | I اندازه گیری شده | I محاسبه شده | E ولتاژ منبع تغذیه |
|---------|---------------------|----------------|----------------------|
| $R_1 =$ | $I_1 =$ | | $E_1 =$ |
| $R_2 =$ | $I_2 =$ | | $E_2 =$ |
| $R_3 =$ | $I_3 =$ | | |

جدول ۴

موضوع : اندازه گیری مقاومت درونی دستگاه اندازه گیری (ولت متر) (لازم نیست)

وسایل آزمایش : ولتمتری که میخواهیم مقاومت داخلی آنرا اندازه بگیریم - باطری که توانایی فراهم ساختن حداکثر اختلاف پتانسیل ولت متر را داشته باشد - جعبه مقاومت حداکثر ۵۰۰۰ اهم - کلید قطع و وصل .

روش آزمایش : مداری را مطابق شکل زیر سوار کنید



کلید K را وصل و ولتمتر را به ازای مقاومتی مثل ۲۰۰ اهم بخوانید و مقاومت را با مقادیر مناسب افزایش داده و ولتاژ مربوط به هر یک از آنها را توسط ولت متر بخوانید و نتایج را در جدول شماره یادداشت کنید . اگر از مقاومت داخلی باطری صرفنظر کنیم می بایستی کاهش ولتاژ در دو سر ولت متر (یا مقاومت R_V) و جعبه مقاومت (مقاومت R) برابر نیروی محرکه (ولت) باطری باشد بنابراین کاهش ولتاژ دو سر ولتمتر برابر است با :

$$V = \left(\frac{R}{R_V + R} \right) E$$

یا

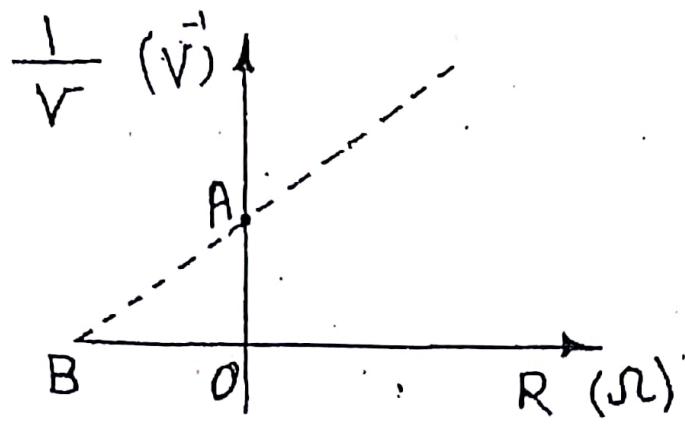
$$\frac{1}{V} = \frac{1}{E R_V} \cdot R + \frac{1}{E}$$

اگر $\frac{1}{V}$ را بر حسب R رسم کنیم نمودار یک خط راست خواهد بود طول از مبدأ آن (روی محور R) از نظر عدد برابر با

$E = \frac{1}{OA}$ مقاومت داخلی ولت متر است اهم $|OB| = R_V$ و عرض از مبدأ (روی محور $\frac{1}{V}$) برابر است یعنی $\frac{1}{E}$

| | |
|--------|--|
| ولتمتر | |
| V | |
| R | |

جدول شماره ۵



Y-axis

آزمایش شماره ۴

(خازن)

هدفهای آزمایش:

۱. بدست آوردن ظرفیت خارن در حالت‌های تکی، سری و موازی

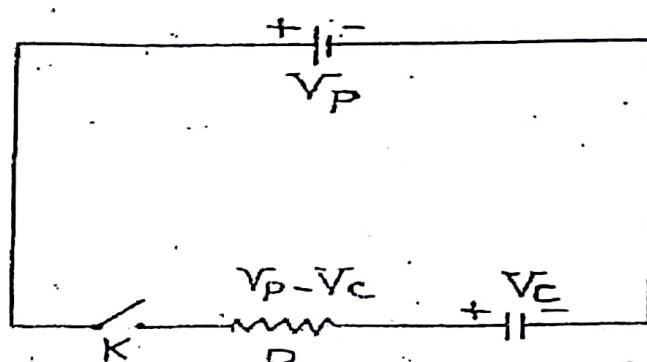
۲. رسم منحنی‌های شارژ و دشارژ

وسایل لازم:

دو تا خازن در ظرفیت‌های مختلف ولتمتر الکترونیکی - کرنومتر - منبع تغذیه

تئوری:

هر گاه دو جوشن خازنی را به دو قطب یک مولد جریان مستقیم (مثلاً یک پیل) وصل کنیم خازن شارژ می‌شود و ولتاژ پس از مدتی که متناسب با مشخصات مدار و ظرفیت خازن است برابر ولتاژ دو سر پیل می‌شود. شکل ۱. و پس از بستن کلید K جریان کاهشی نیز در مدار ایجاد و بتدریج کاهش می‌یابد و در لحظه‌ای که ولتاژ دو سر خازن برابر ولتاژ منبع می‌شود، جریان صفر می‌گردد:



ش (۱)

اگر ولتاژ پیل را V_p و ولتاژ خازن را V_c بنامیم افت ولتاژ در مقاومت در هر لحظه برابر صفر خواهد شد یا:

$$iR = V_p - V_c \rightarrow i = \frac{V_p - V_c}{R}$$

ولی چون در شارژ خازن $i = \frac{dq}{dt}$ و $q = CV$ است در نتیجه:

$$dq = cd V_C \quad i = c \frac{dV_C}{dt} \quad \rightarrow \frac{V_p - V_C}{R} = c \frac{dV_C}{dt}$$

یا

$$\frac{dv_c}{V_p - V_c} = \frac{dt}{RC}$$

ولی چون $V_p = Const$ است پس $dV_p = 0$ است میتوانیم رابطه بالا را به صورت زیر بنویسیم :

$$\frac{d(V_p - V_c)}{V_p - V_c} = - \frac{dt}{RC}$$

که اگر از طرفین رابطه انتگرال بگیریم خواهیم داشت :

$$\ln(V_p - V_c) = -\frac{t}{RC} + \ln k \rightarrow V_p - V_c = ke^{-\frac{t}{RC}} + \ln k$$

برای یافتن مقدار ثابت k میدانیم که در هر لحظه $t=0$ ، $V_0 = 0$ است بنابراین $V_p = V_0$ خواهد شد و ولتاژ خازن برابر خواهد شد با :

$$V_c = V_p \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

مقدار $RC=T$ را ثابت زمانی گویند و آن مدت زمانی است که ولتاژ خازن به 0.63 ولتاژ منبع یا پیل میرسد. ($V_c = 0.63V_p$)

برای یافتن جریان شارژ خازن :

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{dV_c}{dt} = \frac{C V_p}{RC} e^{-\frac{t}{RC}} \rightarrow i = \frac{V_p}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \quad (1)$$

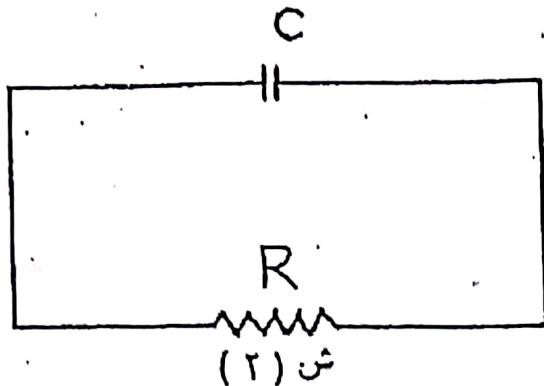
رابطه (1) نشان میدهد که جریان شارژ با گذشت زمان کاهش می یابد.

دشارژ خازن :

اگر دو سر خازن شارژ شده را مطابق شکل (2) به یک مقاومت وصل کنیم خازن دشارژ میشود. در هر لحظه شدت جریان مدار

برابر است با :

$$i = \frac{V_C}{R}$$



وچون در دشارژ خازن جریان کاهشی است و برابر است با سرعت کاهش بار خازن بنابراین

$$i = -\frac{dq}{dt} = -C \frac{dV_C}{dt} \quad (2)$$

$$\frac{V_C}{R} = -C \frac{dV_C}{dt} \rightarrow \frac{dV_C}{V_C} = -\frac{dt}{RC} \quad (3)$$

از طرفین رابطه (۳) انتگرال می‌گیریم :

$$\ln V_C = -\frac{t}{RC} + \ln k \rightarrow V_C = ke^{-\frac{t}{RC}} \quad (4)$$

برای یافتن مقدار ثابت K میدانیم که در لحظه $t=0$ ولتاژ خازن ماکزیمم مقدار خود را دارد و دارای ولتاژی برابر V_P است بنابراین :

$K = V_P$ و ولتاژ خازن برابر خواهد شد با :

$$V_C = V_P e^{-\frac{t}{RC}} \quad (5)$$

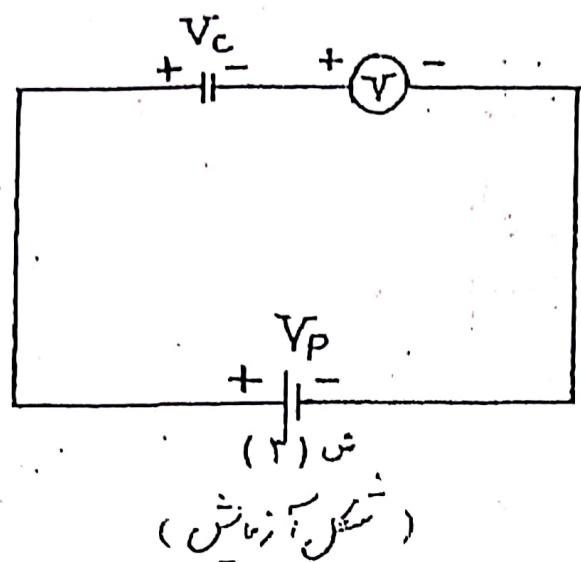
با مقایسه روابط ۱ و ۴ نتیجه می‌شود که تغییرات جریانی شارژ و دشارژ خازن و ولتاژ شارژ آن نسبت به زمان دارای منحنی‌های مشابهی است.

روش آزمایش :

۱. اندازه گیری ظرفیت خازنها در حالت‌های تکی سری و موازی .

الف) مدار شکل ۳ را تشکیل دهید

ب) هر بار یکی از مقاومتها را در مدار قرار داده با روشن کردن منبع تغذیه، و زدن گرنومتر زمان شارژ و سپس دشارژ را در جدولهای مربوط بنویسید. به خاطر داشته باشید که پس از زدن منبع تغذیه ولتاژ را از روی ولتمتر خوانده و یادداشت کنید. دقت کنید که در شارژ خازن در روی ولتمتر الکترونیکی شاخص DC^+ و در دشارژ شاخص DC^- را انتخاب تا در هر دو حالت حرکت عقربه از راست به چپ باشد.



پ) خازنهای را به صورت موازی بسته و در این حالت ظرفیت معادل خازنهای را بدست آورید.

ج) شارژ و دشارژ را برای حالت‌های سری و موازی انجام دهید و در جدول مربوطه یادداشت کنید (مخصوص فیزیک)

۲. رسم منحنی‌های شارژ و دشارژ.

الف) با توجه به جدولهای شارژ در حالت‌های مختلف روی کاغذ میلیمتری منحنی V_C (شارژ خازن را بر حسب ازمان رسم کنید و با استفاده از ثابت زمانی که در لحظه $T = t$ ولتاژ خازن 0.63 ولتاژ منبع می‌شود T را از روی منحنی بدست آورید و از آنجا C را محاسبه کنید.

ب) با توجه به جدولهای دشارژ هر یک از حالتها منحنی V_C را بر حسب t زمان روی یک کاغذ نیمه لگاریتمی رسم کنید. منحنی دشارژ روی کاغذ نیمه لگاریتمی بصورت یک خط راست خواهد بود. با استفاده از روابط زیر می‌توان J را بدست آورد:

$$V_C = V_p e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\log v_c = \log_{10}^{v_p} - \frac{t}{J} \log_{10}^e \quad (6)$$

رابطه ۶ روی یک کاغذ لگاریتمی نمایش یک خط راست با ضریب زاویه $\frac{\log_e}{J}$ است با ساختن یک مثلث ضریب زاویه را

میتوان بدست آورد . با درنظر گرفتن $\log_{10}^e = 0.43$ اقابل محاسبه است . طول اضلاع مثلث را باید با خط کش اندازه گرفت .

بعد از بدست اوردن J میتوان C را بدست آورد یک ثابت زمانی حالت دشارژ مدت زمانی است که ولتاژ خازن به ۰.۳۷ ولتاژ منبع

$$v_c = \frac{v_p}{e} = 0.37 v_p$$

توجه : مقاومت داخلی ولتمتر $10^6 \Omega \times 11$ است . (منحنی ها روی کاغذ میلی متری رسم شوند) .

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| زمان | 0 | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 300 | 310 |
| v_p ولتاژ منبع | | | | | | | | | | | | | | |
| v ولتاژ ولتمتر | | | | | | | | | | | | | | |
| $v_c = v_p - v$ خازن | | | | | | | | | | | | | | |

جدول شارژ خازن (۱)

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| زمان | 0 | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 300 | 310 |
| v_p ولتاژ منبع | | | | | | | | | | | | | | |
| v ولتاژ ولتمتر | | | | | | | | | | | | | | |
| $v_c = v_p - v$ خازن | | | | | | | | | | | | | | |

جدول شارژ خازن (۲)

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| زمان | 0 | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 300 | 310 |
| v_p ولتاژ منبع | | | | | | | | | | | | | | |
| v ولتاژ ولتمتر | | | | | | | | | | | | | | |
| $v_c = v_p - v$ خازن | | | | | | | | | | | | | | |

جدول شارژ سری خازن ۱ و ۲ (مخصوص فیزیک)

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ازمان | 0 | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 300 | 310 |
| v_p ولتاژ منبع | | | | | | | | | | | | | | |
| ولتاژ ولتمنتر v | | | | | | | | | | | | | | |
| $v_c = v_p - v$ خازن | | | | | | | | | | | | | | |

جدول شارژ موادی خازن (۱و۲) مخصوص فیزیک

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| t | 0 | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 300 | 310 |
| V | | | | | | | | | | | | | | |

جدول دشارژ خازن ۱

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| t | 0 | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 300 | 310 |
| V | | | | | | | | | | | | | | |

جدول دشارژ خازن ۲

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| t | 0 | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 300 | 310 |
| V | | | | | | | | | | | | | | |

جدول دشارژ سری خازن (۱و۲) مخصوص فیزیک

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| t | 0 | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 300 | 310 |
| V | | | | | | | | | | | | | | |

جدول دشارژ موازی خازن (۱و۲)

آزمایش شماره ۵

(پل و تستون)

هدفهای آزمایش :

۱. اندازه گیری مقاومت به روش پل و تستون

۲. اندازه گیری مقاومت به روش پل تار

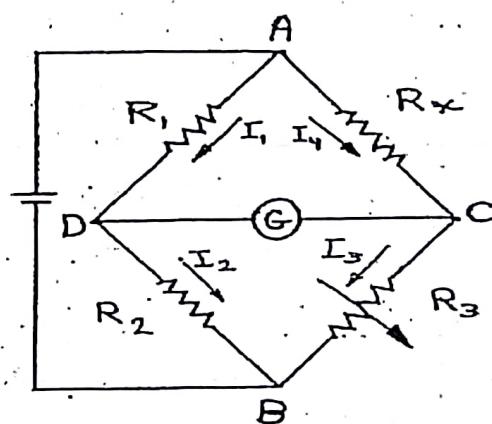
۳. اندازه گیری ظرفیت خازن به روش پل و تستون

وسایل لازم :

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

تئوری آزمایش :

پل و تستون که مدار ان مطابق شکل ۱ است برای اندازه گیری سریع مقاومت مجھول یک جسم و نیز ظرفیت خازن متدائل است. این مدار در سال ۱۸۴۳ بوسیله دانشمند انگلیسی بنام چارلز وستون طرح گردید. برای بدست آوردن مقاومت R_x باید مقاومت R_3 (متغیر) را انقدر تغییر دهیم تا امپرmetr (mA) درجه صفر را نشان دهد. در این هنگام پتانسیل C و D یکی بوده و داریم:



شکل ۱

$$V_{BC} = V_{BD} \quad (1)$$

$$V_{AC} = V_{AD} \quad (2)$$

و چون جریانی از آمپر متر نمی گذرد داریم :

$$I_X = I_3 \quad (3)$$

$$I_2 = I_1 \quad (4)$$

$$V_{BC} = R_3 I_3 \quad V_{AC} = R_X I_X$$

از رابطه قانون اهم داریم :

$$V_{BD} = R_2 I_2 \quad V_{AD} = R_1 I_1$$

با در نظر گرفتن روابط ۱ و ۲ می توان نوشت :

$$R_X I_X = R_1 I_1 \quad (5)$$

$$R_3 I_3 = R_2 I_2 \quad (6)$$

با تقسیم دو رابطه ۵ و ۶ بر یکدیگر و با توجه به روابط ۲ و ۴ خواهیم داشت :

$$\frac{R_X}{R_3} = \frac{R_1}{R_2} \rightarrow R_X = \frac{R_1}{R_2} \cdot R_3$$

روش آزمایش :

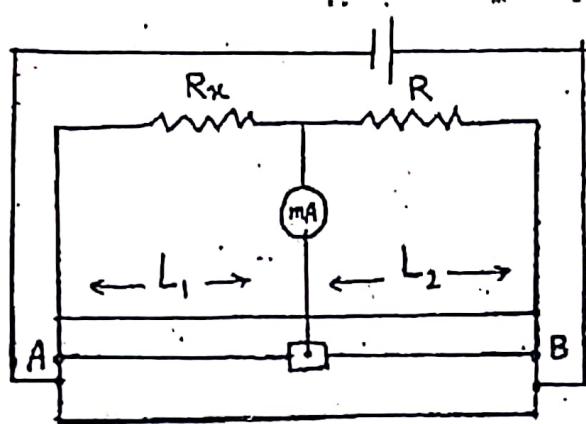
۱. الف) مدار شکل ۱ را تشکیل دهید .

ب) مقاومت مجهول را بدست آورده و سپس با اهم متر مقاومت آنرا اندازه گرفته و با هم مقایسه کنید .

ج) مقادیر بدست آمد را با هم مقایسه کنید .

۲. پل تار :

پل وتسون را میتوان بصورت ساده تری که پل تار نام دارد سوار نمود . شکل ۲ یک پل تار را نشان میدهد پل تار یک رشته سیم یکنواخت است که معمولاً بطول یک متر میباشد R مقاومت معلوم و R_X مقاومت مجهول می باشد . یک لغزنده است که می تواند روی سیم حرکت کند . برای کار با پل تار لغزنده S را بقدرتی در طول سیم حرکت می دهند تا از میلی آمپر متر جریانی عبور نکند .



شکل ۲

در این صورت مقاومت های R_X و R و سیمهای L_1 و L_2 مانند چهار شاخه پل و تستون هستند که به حالت تعادل باشند و بنا بر ابسطه ای که اثبات آن در پل و تستون گذشت داریم :

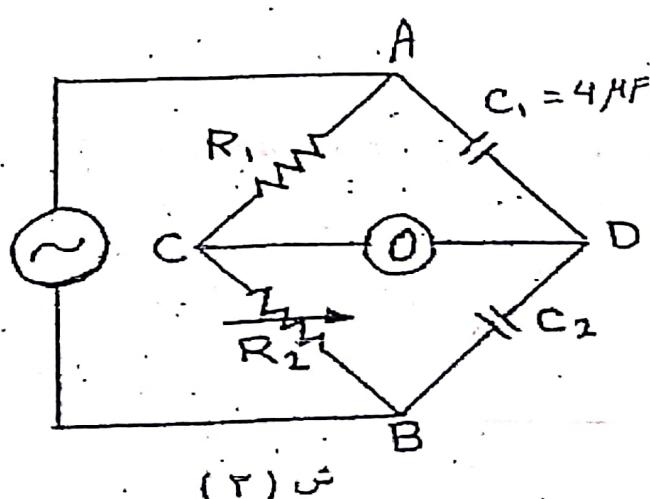
$$\frac{RL_1}{RL_2} = \frac{L_1}{L_2} \quad (7)$$

چون تمام طول سیم AB یکنواخت است نسبت مقاومت دو قسمت آن به نسبت طولهای آن میباشد. پس :

$$\frac{RL_1}{RL_2} = \frac{L_1}{L_2} \quad R_X = \frac{L_1}{L_2} R$$

مدار شکل (۲) را تشکیل داده و مقاومت مجهول را بدست آورید.

۳. اندازه گیری ظرفیت خازن مجهول بوسیله پل و تستون (مخصوص رشته فیزیک) در شکل (۳) مدار یک پل و تستون که مشکل از مقاومت و خازن است ملاحظه میکنید. مقاومت متغیر را انقدر تغییر میدهیم تا در نقطه D و C اختلاف پتانسیل برابر صفر باشد



در شاخه AC و AD میتوان نوشت:

$$V_A - V_C = V_A - V_D \rightarrow R_1 I_1 = \frac{I_2}{C_1 W} \quad (8)$$

هم چنین در مورد شاخه های CB و DB داریم:

$$V_C - V_B = V_D - V_B \rightarrow R_2 L_1 = \frac{I_2}{C_X W} \quad (9)$$

از تقسیم روابط ۸ و ۹ بر یکدیگر خواهیم داشت:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{C_X W}{C_1 W} \rightarrow C_X = C_1 \frac{R_1}{R_2} \quad (10)$$

الف) مدار شکل ۳ را تشکیل دهید.

ب) مقاومت متغیر را طوری تغییر دهید تا اختلاف پتانسیل C و D را بصغر برساند که در اینصورت روی صفحه اسیلوسکوپ خط مستقیمی خواهد داشت و سپس ظرفیت خازن مجهول را بدست آورید.

ج) دو خازن را بصورت سری به هم وصل کنید و سپس ظرفیت خازن مجهول را بدست آورید.

ج) دو خازن را بصورت موازی به هم وصل کنید و سپس ظرفیت خازن مجهول را بدست آورید.

خ) عوامل موثر در ظرفیت خازن را ذکر کنید.

د) از آزمایش نتیجه گیری کنید.

آزمایش شماره ۶ (مولدها)

هدفهای آزمایش:

تعیین نیروی محرکه و مقاومت داخلی مولدها

وسایل لازم:

پیلهای مختلف - میلی امپر با مقاومت داخلی ناچیز - مقاومت - سیم رابط - منبع ولتاژ مستقیم و متناوب - بوبین های مختلف، هسته آهنی - ولتمتر.

تئوری آزمایش:

اگر بار dq در مدت dt از مدار شامل مولد بگذرد و در این مدت انرژی الکتریکی dW توسط منبع تولید شده و برای اینکار به مصرف

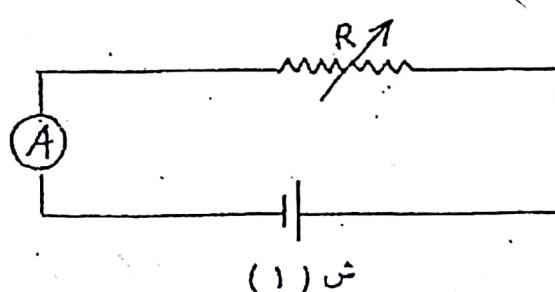
$$E = \frac{dW}{dq} \quad (1)$$

واحد نیروی محرکه $\frac{\text{ژول}}{\text{کولمب}}$ بوده که به آن ولت گویند. توان مولد بصورت زیر محاسبه می گردد.

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = EI \quad (2)$$

روش آزمایش:

۱. مدار شکل (۱) را ترتیب داده و شدت جریان مدار را اندازه گیری کنید. سپس به جای مقاومت R_1 مقاومت R_2 را قرار داده بار شدت جریان مدار را اندازه بگیرید در اینصورت میتوان روابط زیر را نوشت:



$$E = (r + R_1)I_1$$

$$E = (r + R_2)I_2 \quad (3)$$

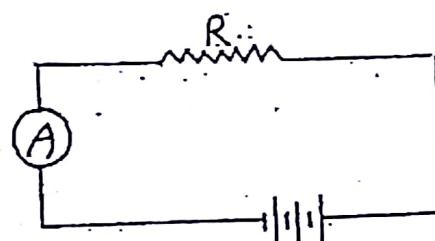
از این دو رابطه مقدار E و r را بدست آورید آزمایش را چند مرتبه با مقاومت‌های مختلف انجام داده و نتایج حاصل میانگین E و r را در جدول (۱) بنویسید. نمودار V را بر حسب I رسم نموده و از روی آن r و E را محاسبه کنید.

| | | | | | |
|-----|--|--|--|--|--|
| R | | | | | |
| E | | | | | |
| r | | | | | |

جدول ۱

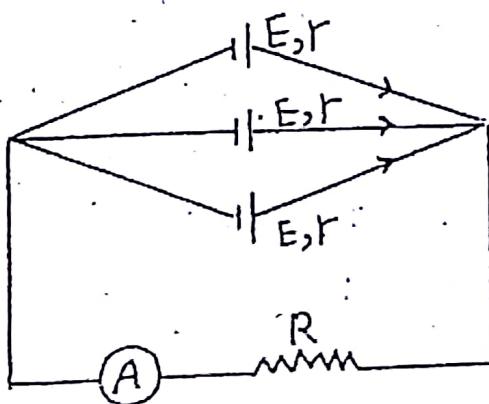
(۲) (لازم نیست). چند پیل مشابه را که E و آنها را معلوم کرده اید بطور سری بهم بسته و سپس مقاومت R را به دوسرا آن وصل نموده شدت جریان را توسط آمپرmetr اندازه گیری کرده ازرا با شدت جریانیکه از فرمول $I = \frac{nE}{R+n_r}$ بدست می اید مقایسه کنید.

مطابق شکل (۲)



شکل ۲

۳. پیلهای را بطور موازی به هم وصل کنید و شدت جریان اندازه گیری شده را با شدت جریانی که از رابطه $I = \frac{E}{R+r/n}$ بدست می آید مقایسه کنید. شکل (۳) از آزمایشهای ۲ و ۳ نتیجه بگیرید.



شکل ۳

۴. اگر پیلهای را بصورت سری و موازی بیندیم اتصال مختلط خواهد بود. این اتصال زمانی بکار گرفته می شود که هم نیروی محرکه بیشتر و هم جریان ماکریم مورد احتیاج باشد. شدت جریان را میتوان از رابطه زیر بدست آورد.

$$I = \frac{nE}{qR + pr} \quad (4)$$

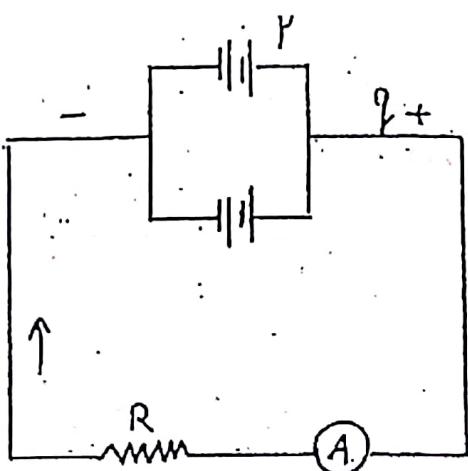
اگر n مولد را در q ردیف تابی به طور مختلط بیندیم خواهیم داشت: $n = p \cdot q$ (پیلهای سری، q پیلهای موازی) در به هم بستن موازی و مختلط شدت جریان هر پیل بصورت زیر خواهد بود.

$$i = \frac{I}{n} \quad (5)$$

$$i = \frac{I}{q} \quad \text{مختلط:}$$

مدار شکل (۴) را تشکیل دهید و شدت جریان کل مدار را اندازه بگیرید و مقدار انرا با مقدار محاسبه شده مقایسه کنید.

رابطه ۴ را اثبات کنید.



شکل ۴

آزمایش شماره ۷ (اصول القا الکترومغناطیس)

هدفهای آزمایش :

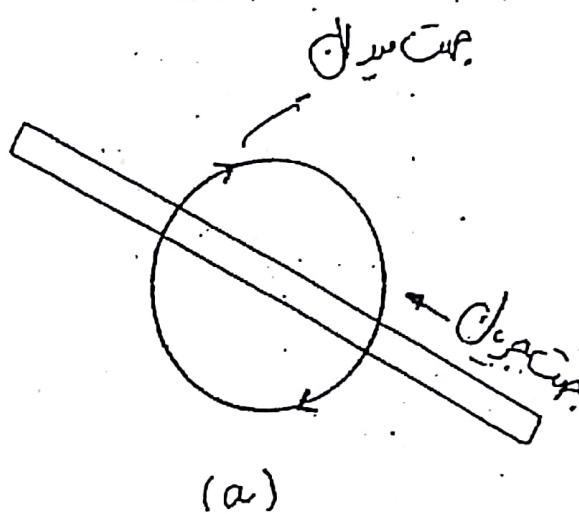
۱. بررسی اصول القا الکترومغناطیس و قوانین فاراده

۲. بررسی قانون لنز

۳. بررسی جهت جریان، میدان و نیروی مغناطیسی با استفاده از دستور دست راست و چپ

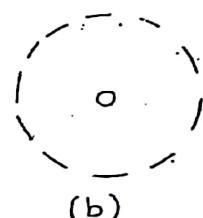
وسایل لازم :

باتری، منبع تغذیه مستقیم، قطب نما، رئوستا، آهنربای نعلی شکل، سیم نقره ای و سیم رابط، میله و گیره، آهنربای مسطح، میلی آمپر متر دو طرفه، سیم پیچ دو عدد، هسته آهنی نعلی شکل.



تئوری آزمایش :

یک قسمت از مهمترین اکتشافات قرن نوزدهم انهایی هستند که روابط بین الکتریسیته و مغناطیس را بیان می کنند.



اولین این اکتشافات در سال ۱۸۲۰ میلادی توسط ارستد (Orested) انجام گرفت وی دریافت که هر سیم حامل جریان الکتریسیته تولید یک میدان مغناطیسی در اطراف خود مینماید بطوریکه اگر سیم حامل جریان مستقیم باشد خطوط قوای میدان مغناطیسی تولید شده دوازده مرکزی میباشند که در صفحات قائم بررسیم قرار داشته مرکز آنها محل تلاقي سیم حامل جریان با این صفحات است. بعلاوه^۱ تووجه نمود که اگر شخص سیم جریاندار را در دست راست خود بگیرد بطوریکه انگشت شست وی در امتداد جریان قرار گیرد انگشتان بسته او جهت میدان مغناطیسی را نشان خواهد داد. شکل ۱-۱a و شکل ۱-۱b بیان کننده همین مطلب میباشد دایره کوچک معرف مقطع سیم جریاندار بوده علامت نشان میدهد که جریان بطرف داخل صفحه میباشد بدین ترتیب جهت میدان مغناطیسی مطابق شکل خواهد بود دومین کشف مهم درباره این موضوع طی تجربیات متعدد Faraday^۲ در سالهای ۱۸۲۱ تا ۱۸۲۴ صورت گرفت. Faraday برای اجرای عکس تجربه Orested سیمی را در یک میدان مغناطیسی قرار داد او بر خلاف انتظار متوجه گردید که جریانی در سیم تولید نمیگردد، تنها در موقع وارد یا خارج کردن سیم در میدان مغناطیسی بود که جریانی در مدار برقرار گردید. وی نتیجه گرفت که برای تولید جریان باید حرکتی نسبی بین سیم و میدان مغناطیسی موجود باشد این موضوع که به قانون Faraday موسوم است بدین ترتیب بیان میگردد.

نیروی محرکه القا شده (یا جریان تولید شده) در یک سیم متحرک واقع در میدان مغناطیسی متناسب با سرعت قطع خطوط قوای Faraday میدان توسط سیم میباشد اگر بجای یک حلقه در نظر بگیریم و همین قاعده را در مورد ان بکار ببریم به شکل دوم قانون Faraday برخواهیم خورد، نیروی محرکه القا شده در یک حلقه (یا مدار بسته) متناسب با تغییرات زمانی شار مغناطیسی (M.FLUX) گذرنده از سطح حلقه خواهد بود بعبارت ریاضی انتگرال خطی نیروی محرکه القائی در روی یک منحنی بسته برابر شار مغناطیسی عبور کننده از سطح محدود به منحنی مذکور در واحد زمان میباشد.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

شار مغناطیسی \emptyset عبارتست از خطوط قوای میدان مغناطیسی که از سطح مورد نظر عبور مینماید و تابع سه عامل میباشد. شدت میدان مغناطیسی H نفوذ پذیری محیط μ و سطح موثر A یعنی:

$$\emptyset = \mu H A$$

بطوریکه دیده میشود تجارب Orested و Faraday اصول کار کلیه موتورها و مولدهای الکتریکی را روشن مینمایند. اصول مربوط به جهت جریان القائی از قوانین Lenz نتیجه میشود. Lenz متجه گردید که جهت جریان القائی همواره برعکس است که با عوامل ایجاد کننده آن مخالفت مینماید. با استفاده از این موضوع که به قانون Lenz معروف است میتوانیم جهت جریان القائی رامین

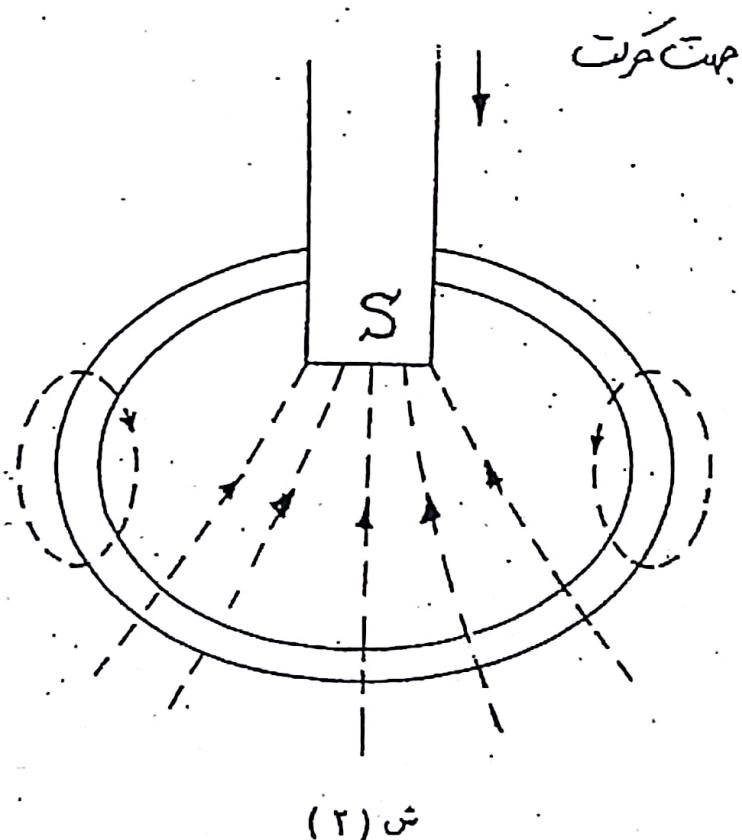
^۱ فیزیک دان دانمارکی (۱۷۷۷-۱۸۵۱)

^۲ فیزیک دان بر جسته انگلیسی (۱۸۶۷-۱۸۹۱) دارای قوانین متعدد در الکترولیز، الکترواستاتیک و الکترومغناطیسی

نماییم فرض کنیم یک اهتمای تیغه‌ای را به سرعت داخل یک پیچک بسته بنماییم. مطابق قانون Faraday در پیچک تولید نیروی محرکه می‌گردد که چون پیچک بسته است باعث ایجاد جریانی در داخل آن می‌شود این جریان بنابر تجربه Oersted یک میدان مغناطیسی می‌نماید جهت این میدان طوری خواهد بود که با حرکت میدان ناشی از اهتمای مخالفت می‌نماید. (باز هم مطابق قاعده دست راست بسته اگر جریانی از یک پیچک عبور نماید و انگشتان بسته دست راست جهت ایم جریان را نشان دهنده میدان مغناطیسی ایجاد شده در جهت انگشتان شست خواهد بود. این قاعده از قاعده مربوط به سیم مستقیم جریاندار نتیجه می‌گیرد) شکل ۲.

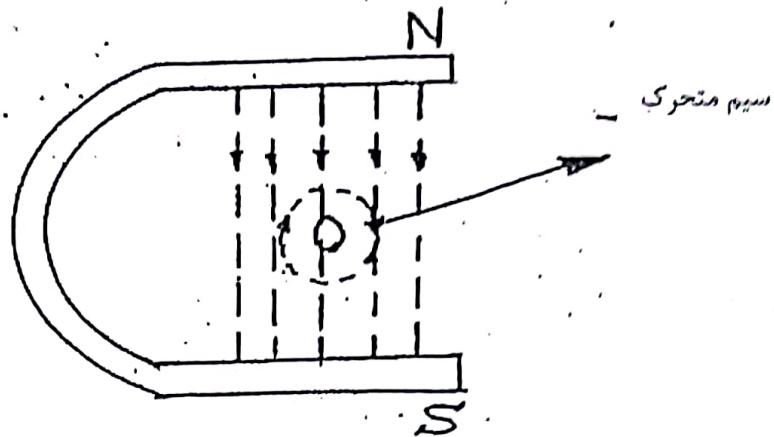
همچنانین اگر یک سیم مستقیم را طوری در میدان مغناطیسی حرکت دهیم که خطوط قوا را قطع نماید باز هم مطابق قانون Faraday نیروی محرکه (e.m.f) در آن ایجاد خواهد شد که اگر مدار سیم در خارج بسته باشد جریانی از آن عبور خواهد داد این جریان در جهتی خواهد بود که میدان ناشی از آن با حرکت سیم در میدان مخالفت می‌نماید. بطوریکه اگر خطوط قوای میدان مغناطیسی را مانند تارهای الاستیک فرض می‌نماید. بطوریکه اگر خطوط قوای میدان مغناطیسی را مانند تارهای الاستیک فرض نماییم این تارها در جلوی سیم متحرک فشرده و متراکم می‌شوند و در عقب آن تضعیف می‌گردند. بطوریکه در مقابل حرکت سیم مقاومت مینماید.

شکل ۳



ش (۲)

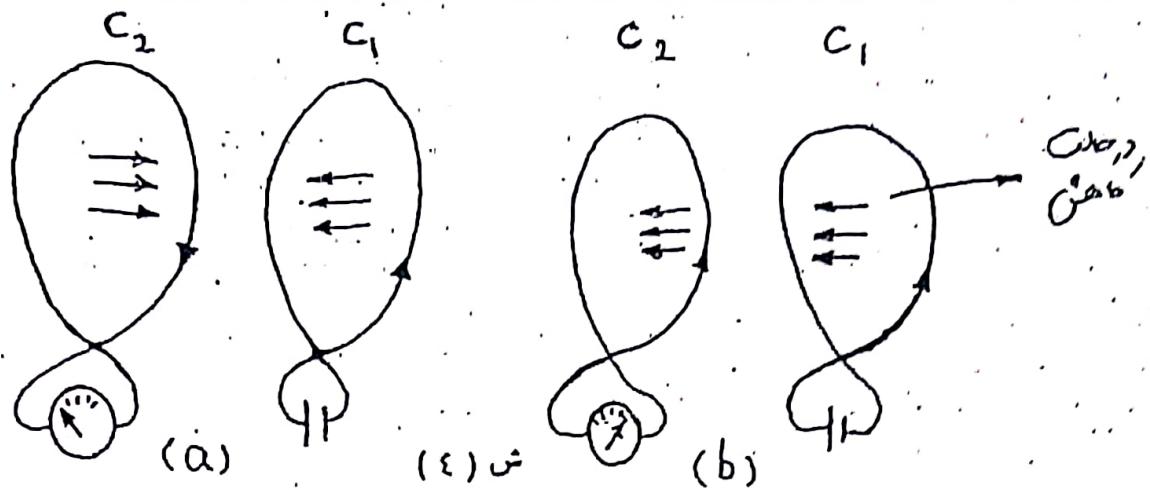
ا) فیزیک دان اهل (Dopart) (۱۸۰۴-۱۸۶۰) واضح قوانین مربوط به پیدا کردن جهت جریان های القائی .



شکل ۲: اختلاط قوای القائی در جلو خطوط اصلی را تقویت و در عقب سیم تضعیف میکنند.

توجه: جهت جریان القائی به طرف داخل است.

علاوه بر تجربه حرکت سیم در میدان مغناطیسی که نمونه آن در ژنراتورهای امروزی دیده میشود Faraday تجربه مهم دیگری انجام داد که طرز کار ترانسفورماتورهای فعلی بر اساس آن است در این تجربه وی بجای استفاده از آهنربایی متحرک از اثر مغناطیس جریان برق استفاده نمود . مطابق شکل (4-a) د وسیم پیچ C_1 و C_2 مجاور یکدیگر قرار میدهیم . C_1 را سیم پیچ اولیه و C_2 را سیم پیچ ثانویه مینامیم . اولیه را بوسیله کلید به باتری و ثانویه را مستقیما به گالوانومتر مخصوصی که صفر آن در وسط صفحه مدرج قرار دارد متصل مینماییم . اگر کلید مدار اولیه را ببندیم جریان در مدار برقرار شده تولید میدان مغناطیسی خواهد کرد که مقدار آن از صفر (در حالت کلید باز) به مقدار حداقل رسد این میدان مغناطیسی متغیر در سیم پیچ ثانویه تولید جریانی خواهد کرد که جهت آن بوسیله جهت حرکت عقربه گالوانومتر مشخص می گردد و باز (هم مطابق قانون Lenz) ملاحظه خواهد شد که میدان مغناطیسی ناشی از جریان ثانویه با ازدیاد میدان مغناطیسی سیم پیچ اولیه مخالفت خواهد کرد . حال اگر کلید را قطع کنیم (شکل 4-b) میدان مغناطیسی ناشی از سیم پیچ C_2 کاهش خواهد یافت و بسمت صفر میل خواهد کرد و دیده میشود که عقربه گالوانومتر جهت خلاف سابق منحرف میگردد . این مطلب نشان دهنده آن است که جریان سیم پیچ ثانویه مایل است از نقصان و تغییر میدان مغناطیسی جلوگیری نماید یعنی با عامل ایجاد کننده خود مخالفت کند .

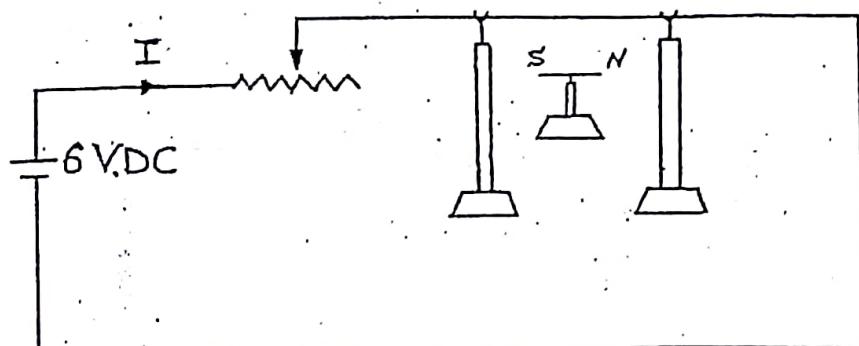


شکل ۴. نحوه قطبی بندی گالوانومتر در صورتیکه قطبین آن مشخص نباشد.

چون در اجرای این تجربیات تعیین جهت جریان کمال اهمیت را دارد ابتدا باید پلاریته (وضع قطبین Polarity) گالوانومتر را معین نمود . معمولاً مناسب‌تر است که جهت مثبت جریان گالوانومتر را به سمت راست منحرف نماید بنابراین باید آن قطب گالوانومتر را که در صورت وصل شدن به قطب مثبت باعث چنین انحرافی خواهد شد معین نمائیم برای این منظور یک قطب باطری خشک را به یکی از قطبین گالوانومتر وصل نمایید . قطب دیگر باطری را بوسیله یک مقاومت خیلی زیاد مثلاً مقاومت بدن خود به قطب دوم گالوانومتر متصل کنید . (بدن انسان از نظر الکتریکی مانند مقاومتی است که مقدار آن تابع محل ورود و خروج جریان ، رطوبت و فشار محل تماس و بالاخره مقدار شدت جریان دارد . اگر عقربه به سمت راست منحرف شد آن قطب گالوانومتر را که به قطب مثبت باطری متصل است بعنوان قطب مثبت گالوانومتر در نظر بگیرید (از علامت گذاشتن روی دستگاه خودداری نماید) در صورت انحراف عقربه به سمت چپ قطب دیگر معرف قطب مثبت گالوانومتر خواهد بود و

آزمایش ۱ :

مداری طبق شکل ۵ ترتیب دهید .



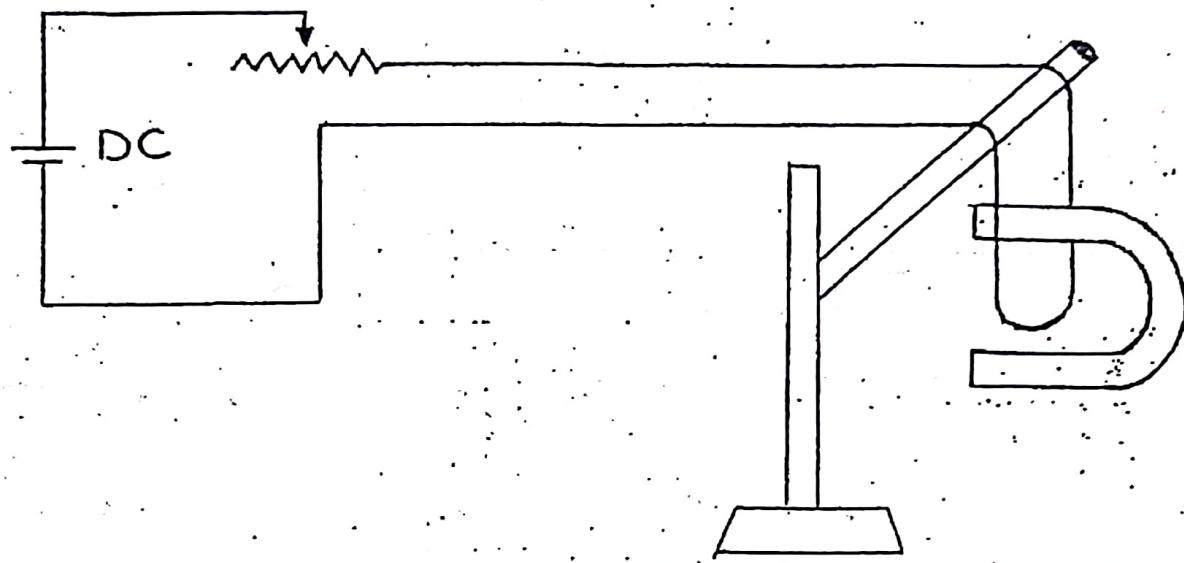
شکل ۵

سیم را در امتداد شمال و جنوب بگذارید تا موازی عقریه باشد. لغزنه رئوستا را جائی قرار دهید که مقاومت آن کمتر باشد. قبل از وصل کلید جهت انحراف عقریه را پیشگویی و با عمل مقایسه کنید. مقاومت رئوستا را کم کنید چه تغییری در انحراف عقریه حاصل میشود جهت جریان را عوض کنید تغییرات حاصل در دو آزمایش را شرح دهید.

عقریه را در بالای سیم و بموازات آن قرار دهید چه تغییری در جهت انحراف عقریه بوجود می آید علت چیست؟

آزمایش ۲:

مداری طبق شکل (۶) سوار کنید؟



شکل ۶

کلید را بزنید چه پدیده ای رخ می دهد؟ با تغییر وضعیت لغزنه رئوستا مقدرا جریان عبوری از سیم را کم و زیاد کنید چه تفاوتی با حالت قبل ملاحظه می کنید؟

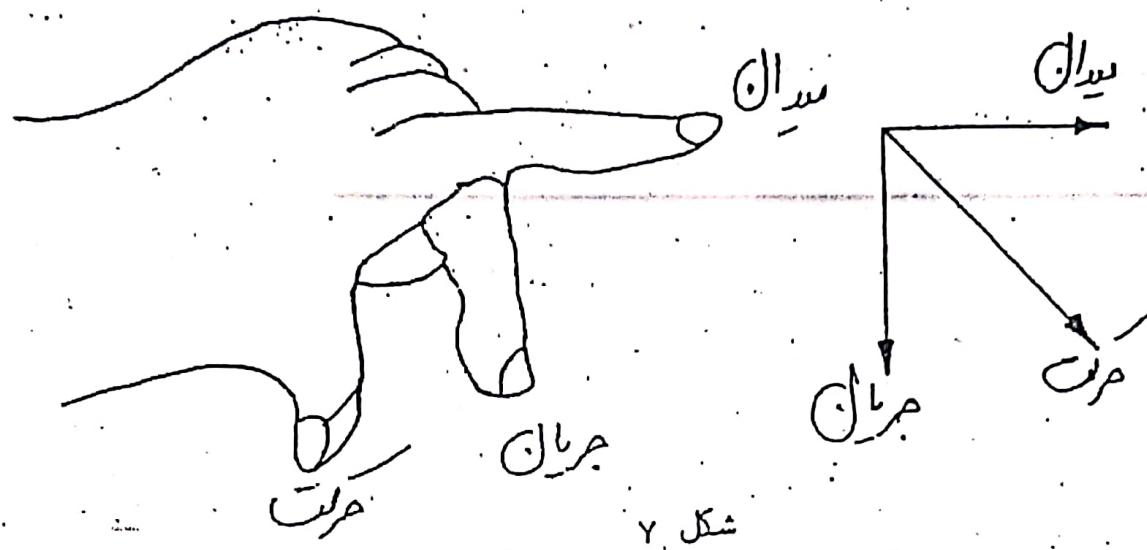
جهت جریان را تغییر دهید چه فرقی دیده میشود؟

جای قطبین اهتمبا را عوض کنید چه تغییری در پدیده حاصل میشود؟

دستور دست چپ فلمنگ

سوی نیروی وارد بر سیم بستگی به جهت جریان خلطot میدان دارد و به کمک سه انگشت دست چپ ، که توسط پروفسور فلمنگ دانشمند انگلیسی وضع شده است مشخص میشود اگر انگشت سبابه در جهت میدان و انگشت میانی را در جهت جریان

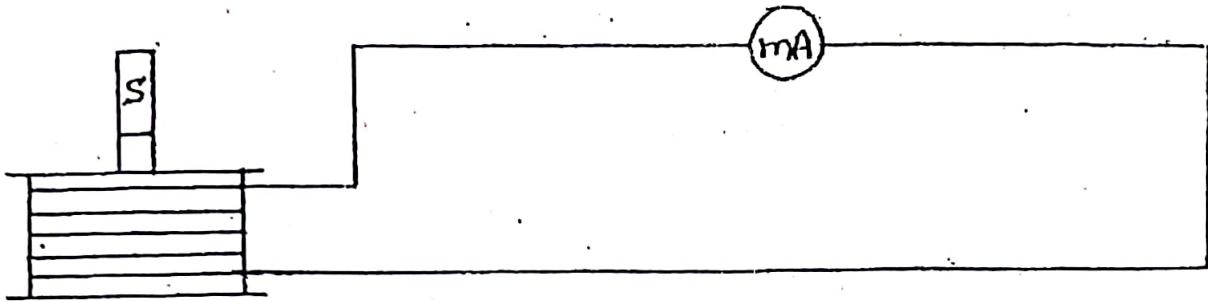
بگیرید انگشت شصت سوی نیرو را نشان میدهد . توجه داشته باشید که جهت میدان از N به S می باشد



آزمایش ۳

یکی از آهنرباها را در داخل یکی از سیم پیچها طبق شکل ۸ قرار دهید بطوریکه قطب شمال آن به پائین باشد تحقیق کنید که آیا جریان در مدار موجود میباشد یا خیر ؟

حال با دقت و سرعت آهنربا را از داخل سیم پیچ بیرون بکشید جهت آهنربا را عوض کرده تجربه را تکرار نمایید . آزمایش را با آهنربای دوم نیز انجام دهید در هر حالت جهت جریان سر سیم پیچ را معین کرده جهت میدان مغناطیسی ناشی از آنرا با جهت میدان مغناطیسی اصلی مقایسه نمایید . آیا ممکن است که آهنربا را بدون تولید انحراف در گالوانومتر از داخل سیم پیچ خارج کرد ؟ از تجرب فوق نتیجه هایی گرفته میشود و شدت انحراف عقربه به چه عواملی بستگی دارد ؟



شکل ۸

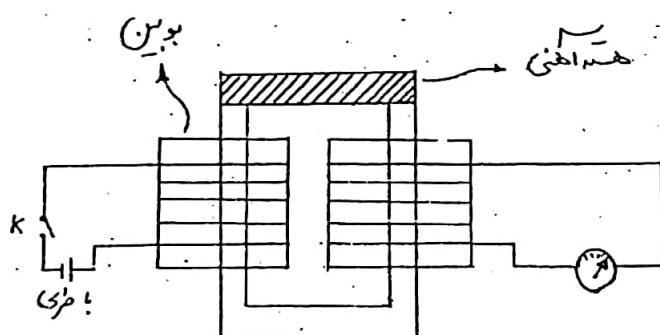
آزمایش ۴

اهنربای فوق را در مقابل سیم پیچ بچرخانید. عکس العمل گالوانومتر چیست؟

همان آزمایش را در حالتی که یک هسته آهنی داخل سیم پیچ قرار داده تکرار نمایید. از این آزمایش چه می فهمید؟

آزمایش ۵ (مخصوص رشته فیزیک)

دو تا از سیم پیچ ها را در دو طرف هسته آهنی شکل قرار دهید. باطری خشک را بوسیله کلید تیغه ای به سیم پیچ اولیه متصل نمایید کلید باز باشد با داشتن قطبین باطری و دقت در مدار جهت جریان در سیم پیچ اولیه رادر صورت بسته شدن کلید معین نمایید. میلی آمپرmetr را در مدار ثانویه قرار دهید کلید را ببندید و جهت انحراف را ثبت کنید پس از اجرای آزمایش کلید را قطع نمایید و مجددا مشاهدات خود را با قوانین ذکر شده مطالعه کنید.



شکل ۹

آزمایش شماره ۸ : آشنایی با اسیلوسکوپ

تئوری : اسیلوسکوپ یک نوع دستگاه اندازه گیری است که در اغلب آزمایشگاهها ، مراکز تحقیقاتی و صنعتی به منظور کنترل و یا اندازه گیری و مشاهده شکل موج مورد نظر بکار میروند . اسیلوسکوپ همان لامپ اشعه کاتدی بوده که ساختمان آن از چهار قسمت زیر تشکیل می شود :

۱. پوشش لامپ

۲. سیستم تولید و شتاب دهنده الکترون (تفنگ الکترونی)

۳. عدسی الکتریکی

۴. خازنهای افقی و عمودی

پوشش لامپ : پوشش لامپ از یک لوله استوانه ای شیشه ای با انتهای مخروطی ناقص درست شده و صفحه آن از درون با یک ماده فسفرسانس برای نشان دادن رد (مسیر) الکترونها برخورد کننده با آن پوشانده شده است . برای جلوگیری از تجمع الکترون ها و ایجاد فضای بار در حوالی صفحه ، یک لایه گرافیتی در کرانه لایه فسفرسانسی نیز برای جذب این الکترونها و انتقال انها به زمین اندود شده است . سیستم تولید و شتاب دهنده الکترون (تفنگ الکترونی) : تفنگ الکترونی لامپهای اسیلوسکوپ از یک کاتد که با گرم کردن غیر مستقیم دسته الکترون ایجاد میشود و یک سیستم آند شامل باریک کننده ، شتاب دهنده تشکیل یافته که در آن آند عمود بر مسیر اشعه الکترونی بوده و در وسط آن یک سوراخ جهت عبور الکترونها شتاب یافته تعییه شده است .

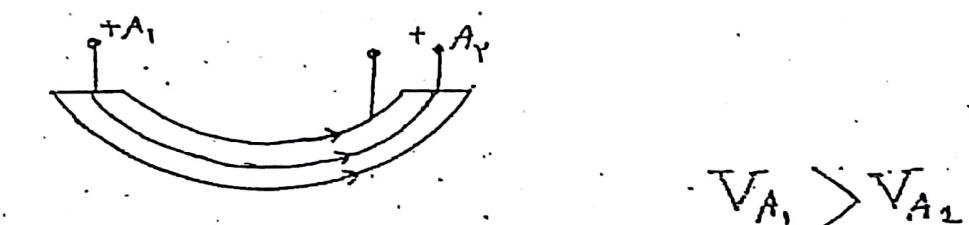
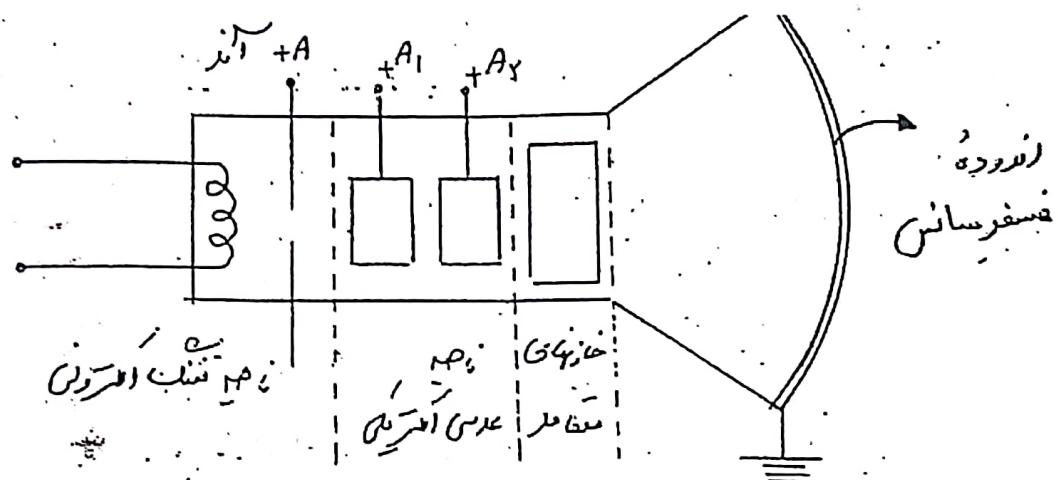
عدسی الکتریکی : در داخل لامپ پس از سیستم تفنگ الکترونی عدسی الکتریکی قرار گرفته و شامل دو استوانه پهلوی هم A_1 و A_2 می باشد . این دو استوانه به ولتاژهای مثبت ولی متفاوتی وصل گردیده بطوریکه اختلاف پتانسیل بین آنها موجب ایجاد میدان الکتریکی طبق شکل زیر شده و این میدان بمثابه عدسی نوری عمل کرده و در نتیجه با تغییر پتانسیل بین آنها عمل کانونی نمودن الکترونهای عبوری از میان استوانه ها صورت میگیرد .

خازنهای افقی و عمودی : خازنهای افقی و عمودی دوبه دو و بعد از عدسی الکتریکی قرار گرفته و از جوشهای مجاور بهم دیگر و زمین وصل شده اند . در داخل اسیلوسکوپ یک نوسان ساز دندانه اره ای وجود دارد که خروجی آن به دو جوشن قائم (در جهت محور ها) داده میشود . دراثر برقراری ولتاژ دندانه اره ای نوسان ساز در بین دو جوشن مزبو با الکترونها عبوری از داخل انها تحت تاثیر میدان متناوب دندانه اره ای قرار گرفته و نوسان می کنند که البته نوسان اشعه الکترونی برای فرکانسهای زیاد نوسان ساز بصورت

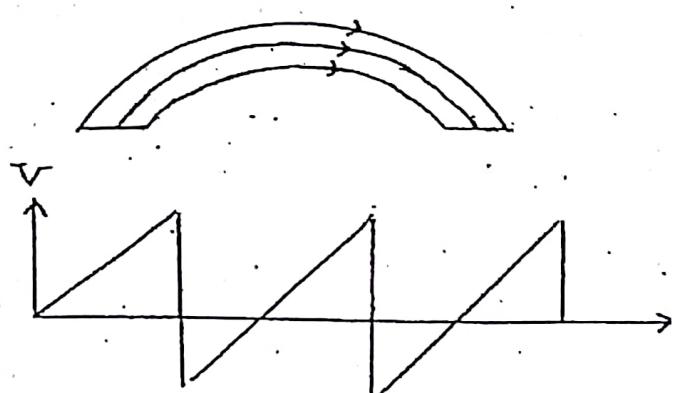
خط مستقیم روی صفحه اسیلوسکوپ ظاهر میشود. چون دسته اشعه الکترونی توسط دو سیستم از صفحاتی که به پتانسیل های مناسبی وصل شده اند در دو جهت عمود بر هم می تواند منحرف شود بنابراین اسیلوسکوپ ها بر خلاف دستگاههای اندازه گیری معمولی قادرند اطلاعات دو بعدی بدهنند وقتی که ولتاژی به دو سیستم صفحات داده نشود نقطه نورانی بنام (SPOT) در وسط صفحه قرار می گیرد. این نقطه نورانی به عنوان مبدأ مختصات قائم اختیار میشود. اگر V_{xx} ولتاژ داده شده به دو صفحه Y و V_{xy} ولتاژ داده شده و به دو صفحه X باشد نقطه نورانی در مکانی قرار میگیرد که دارای مختصات زیر است :

$$X = K_X V_{xy}$$

$$Y = K_y V_{yy}$$



$$V_{A_1} > V_{A_2}$$



موج دستگاه لردلی

صرف نظر از نوع اسیلوسکوپ دگمه ها بیچهای روی دستگاه که در اغلب آنها مشترک است توسط مسئول آزمایشگاه شرح داده خواهد شد. دستگاه مولد سیگنال (سیگنال ژنراتور) : این دستگاه قادر است موجهای سینوسی و مربعی با فرکانس های مختلف و دامنه های مختلف ایجاد کند.

طرز استفاده از آن توسط مربی آزمایشگاه توضیح داده می شود.

توضیحات لازم در مورد آزمایش :

قبل از انجام آزمایش باید عملیات زیر را در روی اسیلوسکوپ انجام داد :

۱. مدرج کردن اسیلوسکوپ از نظر دامنه ولناز

۲. مدرج نمودن اسیلوسکوپ از نظر فرکانس

در این آزمایشگاه از اسیلوسکوپ برای هدفهای ذیل استفاده خواهد شد :

۱. اندازه گیری ولناز متناسب و مستقیم

۲. اندازه گیری فرکانس نامعلوم

۳. اندازه گیری اختلاف فاز بوسیله اسیلوسکوپ و مطابقه منحنی های لیاز و به متغیر مقایسه دو فرکانس

۴. پس از مدرج کردن اسیلوسکوپ از نظر دامنه و از نظر فرکانس با استفاده از رولت زیر

$$V_m = \frac{V_{P-P}}{2}$$

$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$F = \frac{1}{T}$$

متون دامنه و فرکانس موج و با ولناز را اندازه گرفته و مشخصات آن را نوشت. توضیح اینکه ولنتر ولناز موثر را اندازه گرفته و اسیلوسکوپ ولناز ماکریسم و یا ولناز بیک نا بیک ($m-m'$) را اندازه میگیرد.

اندازه گیری فاز با استفاده از اسیلوسکوپ

الف: با استفاده از روش منحنی های لیاز و

با استفاده از اسیلوسکوپ میتوان فاز نسبی دو سیگنال سینوسی را اندازه گرفت روش منحنی های لیساژو برای این منظور بدین

ترتیب است:

مبنا زمانی (مولد دندانه اره ای) را قطع و یکی از سیگنالها را به صفحات افقی و سیگنال دومی را روی صفحات عمودی وارد

میکنیم بدین ترتیب نقطه نورانی دارای مختصات زیر خواهد بود:

$$X = G_H a \cos \omega t$$

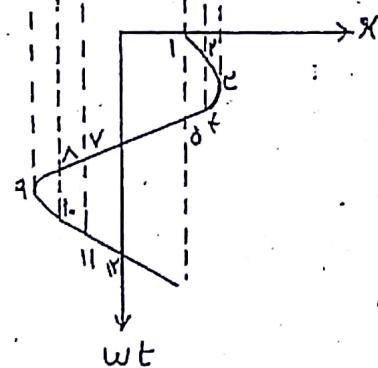
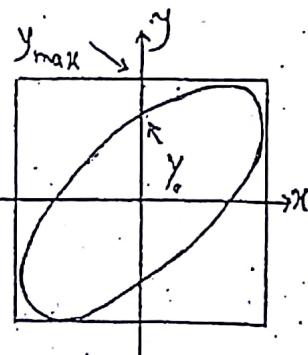
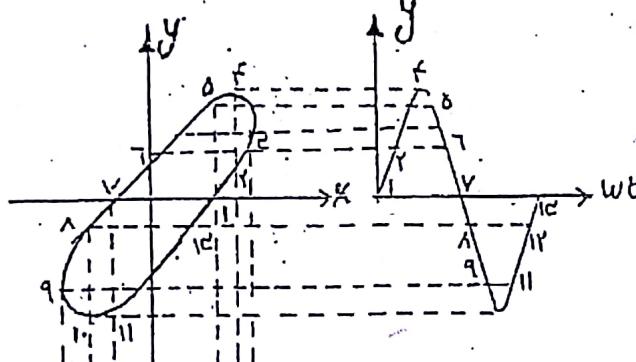
$$Y = G_V b \cos(\omega t + \varphi)$$

که در آن $a \cos \omega t$ و $b \cos(\omega t + \varphi)$ ولتاژهای متناوب مورد مطالعه و G_V و G_H به ترتیب بهره های مربوط به انحراف افقی و عمودی اسیلوسکوپ می باشند. اگر قبل از وارد ساختن سیگنال نقطه نورانی را در مرکز صفحه قرار دهیم و بعد سیگنال مورد مطالعه را وارد سازیم مکان نقطه نورانی یک بیضی خواهد بود که مرکز آن در وسط صفحه قرار دارد. برای $\omega t = 0$ داریم.

$$\omega t = \frac{\pi}{2}$$

$$y = G_V b \cos(\omega t \pm \frac{\pi}{2})$$

$$y = G_V b \sin \varphi = \ddot{y}_0$$



از طرفی

$$G_V b = \ddot{y}_{\max}$$

$$\sin \varphi = \frac{\ddot{y}_0}{\ddot{y}_{\max}}$$

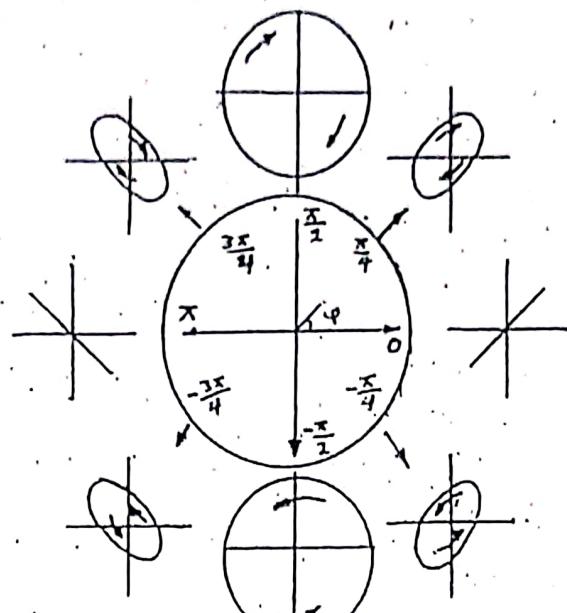
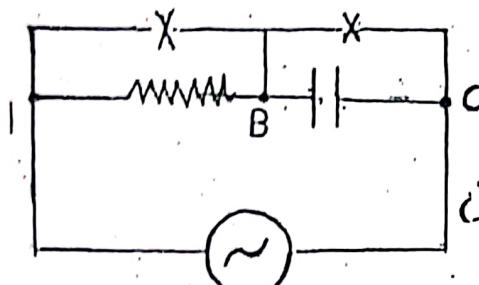
بدین ترتیب کافی است که مرکز بیضی را به مرکز صفحه منطبق و نسبت فوق را اندازه بگیریم لازم به پنداشی است که اندازه گیری فوق مستقل از بهره محورهایافقی و عمودی است و تنها به (۱) بستگی دارد. در شکل ۵ مواضع مختلف بیضی ها را بر حسب (۴) آورده ایم.

$$x = A \cos \omega t$$

$$y = A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\varphi = (\vec{V} \cdot \vec{H})$$

عمودی افقی



شکل مربوط به
اندازه گیری اختلاف فاز
ب) با استفاده از سینکرونیزاسیون خارجی :

در اینجا سیگنال از طریق ورودی مخصوص تزریق میشود با این کار میتوانیم روش اندازه گیری فاز داشته باشیم.

$$A \rightarrow a \cos \omega t$$

$$B \rightarrow b \cos(\omega t + \varphi)$$

فرض کنید دو سیگنال A و B را داریم. سیگنال A را به ورودی سینکرون بیرونی و همزمان با آن به ورودی عمودی وصل می کنیم.

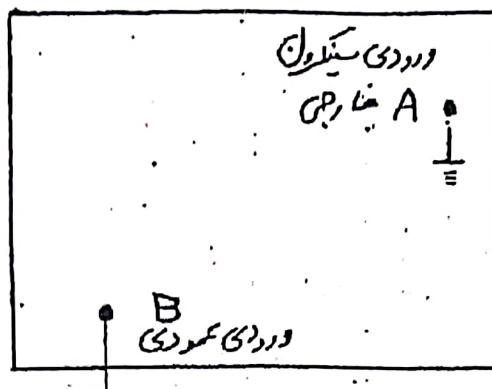
بدین ترتیب سطح سینکرون طوری تنظیم میشود که روی صفحه یک منحنی سینوسی ثابت ملاحظه میشود. حال بدون اینکه به

سینکرونیزاسیون که توسط A فرمان میگیرد دست زده باشیم B را به ورودی وارد می کنیم (در اینحالت لازم می آید که مهره

عمودی را تنظیم کنیم) بدین ترتیب موج سینوسی B را نسبت به اولی جابجائی دارد مشاهده می کنیم. مقدار جابجائی بی هیچ

ابهای مقدار اختلاف فاز را بدست می دهد. (شکل ۳)

ش (۲)



معدل اجتاز فاز

توضیحات بیشتر در مورد راه اندازی اسیلوسکوپ و اسیلاتور در آزمایشگاه داده خواهد شد.

ولتاژ پیل:

ولتاژ AC موجود در خروجی یکسوکننده را ولتاژ ریپل (V_r) گویند. (بوسیله ولتمتر AC اندازه می‌گیرند).

درصد ولتاژ ریپل:

درصد ریپل را میتوان از رابطه زیر بدست آورد

$$\frac{V_r}{V_{DC}} \times 100 = \text{درصد ریپل}$$

خواسته ها:

۱. با استفاده از سیگنال ژنراتور ولتاژ و فرکانس‌های زیر را روی صفحه لامپ تصویر اسیلوسکوپ بدست آورید و چگونگی محاسبات را بنویسید. (پایین صفحه)

۲. در فرکانس‌های مختلف برای دو موج اختلاف فاز بین دو موج را بررسی کرده و بدست آورید.

۳. با توجه به مدار شکل ۴ قبل از اینکه خازن شماره ۱ و ۲ را وصل کنید:

الف) ولتاژ ریپل دو سر مقاومت R را اندازه بگیرید (بوسیله ولتمتر AC)

ب) بوسیله ولت‌متر DC ولتاژ خروجی مقاومت R را اندازه بگیرید.

ج) در صد ریپل را بدست آورید.

د) اسیلوسکوپ را به دو سر R وصل نمایند و شکل موج را بررسی کرده و توضیح دهید.

ط) خازن C_1 را به مدار بسته و شکل موج را بررسی کرده و توضیح دهید.

و) خازن C_2 را به مدار بسته و شکل موج را بررسی کرده و توضیح دهید.

ه) نقش خازنهای C_1 و C_2 در مدار را شرح دهید.

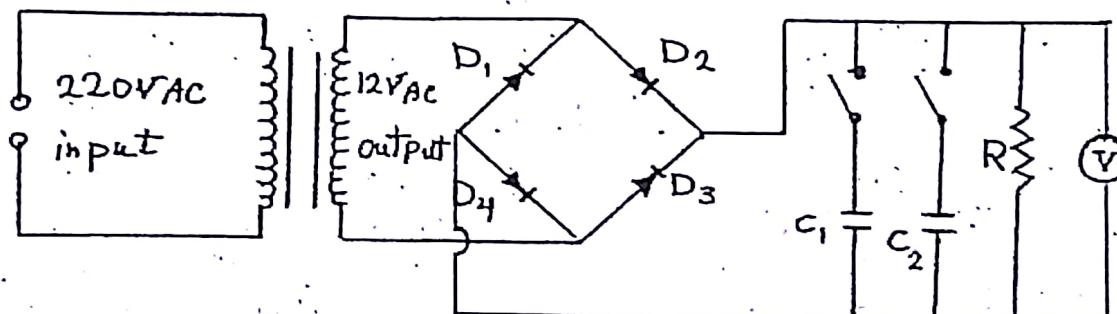
$$V_{P-P} = 5V \quad , f = 1000Hz$$

$$V_{P-P} = 4V \quad , f = 2000Hz$$

$$V_e = \sqrt{8} V \quad , f = 5000Hz$$

مقادیر داده شده برای آزمایش

۴. رابطه $\sin \varphi = \frac{y_0}{y_{max}}$ را از طریق ثئوری محاسبه کنید.



$D_1 = D_2 = D_3 = D_4 = IN 4001$

خ (۴)

اندازه گیری فرکانس با استفاده از منحنی های لیسازو:

برای اندازه گیری یک فرکانس مجھول از تشکیل منحنی های لیسازو نیز استفاده میشود. همانطوریکه میدانیم منحنی های لیسازو از ترکیب دو موج که هر کدام در امتداد یکی از محورهای x و y منتشرمیشوند (در دو باند) حاصل میشود. با توجه به مقدار دامنه فرکانس و اختلاف فاز بین دو موج اشکال مختلفی بوجود می اید که بنام منحنی های لیسازو معروف هستند. اگر فرکانس دو موج با هم برابر باشند شکل حاصل یک بیضی و اگر فرکانس و دامنه دو موجبا هم برابر باشد و دارای اختلاف فاز $\frac{\pi}{2}$ باشند شکل حاصل یک

دایره خواهد بود. اگر چنانچه دامنه فرکانس و اختلاف فاز دو موج مساوی باشند شکل حاصل خط نیمساز ناحیه اول و اگر در این حالت اختلاف فاز آنها π باشد شکل حاصل نیمساز ناحیه دوم خواهد بود. اگر فرکانس یکی از موجها مضرب صحیحی از فرکانس موج دیگر باشد ممکنی هایی با اشکال مختلف با پریود تکراری مشخص بدست می آید که میتوان با معلوم بودن یکی از فرکانسها، فرکانس مجهول را بطریق زیر محاسبه نمود. فرض می کنیم محل تشکیل شده دارای n نقطه با محور افقی و n نقطه تماس با محور قائم داشته باشد، در اینصورت میتوان نوشت:

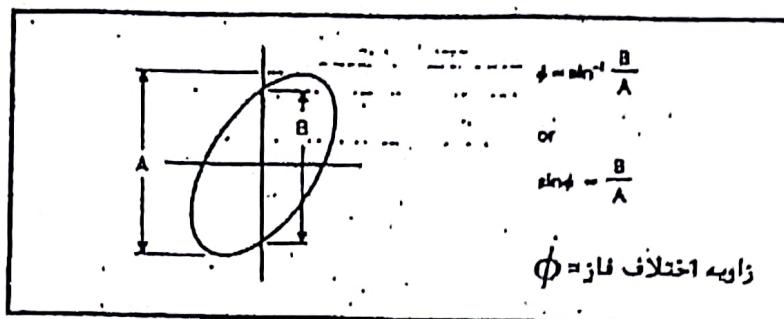
$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{n}{n} = \frac{\text{تعداد نقاط تماس افقی}}{\text{تعداد نقاط تماس قائم}}$$

لذا برای انجام آزمایش و اندازه گیری فرکانس مجهول، آنرا به ورودی y اسیلوسکوپ و اسیلاتور (فرکانس معلوم ۹ را به ورودی x وصل میکنیم بعد اسیلاتور را انقدر تغییر میدهیم که در روی اسیلوسکوپ یک شکل بیضی یا دایره یا خط نیمساز دیده شود در اینصورت فرکانس اسیلاتور با فرکانس مجهول برابر خواهد بود (از یک اسیلاتور که ثابت نگه می داریم به عنوان فرکانس معلوم استفاده خواهیم کرد)

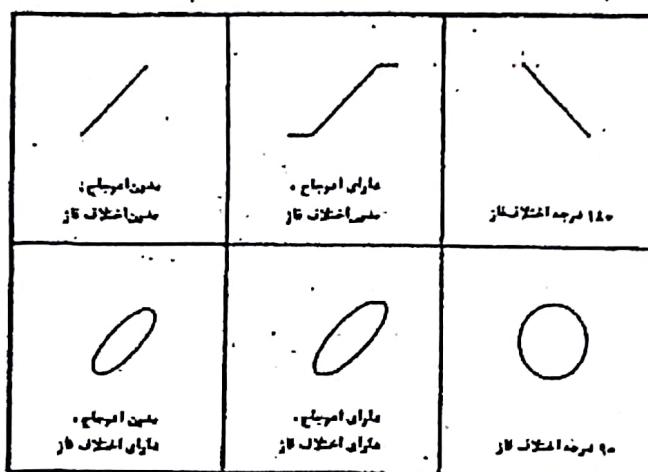
در حالتی که نسبت فرکانسهای داده شده به اسیلوسکوپ اعداد ساده ای مانند $\frac{3}{2}$ و $\frac{2}{3}$ و $\frac{1}{2}$ باشد اشکال جالبی در اسیلوسکوپ دیده خواهد شد.

| 0° | 45° | 90° | 135° | 180° | Frequency Proportion $f(X_1) : f(X_2)$ |
|-----------|------------|------------|-------------|-------------|--|
| / | 0 | 0 | 0 | \ | 1 : 1 |
| > | 8 | 8 | 8 | < | 1 : 2 |
| S | 8 | 8 | 8 | Z | 1 : 3 |

شکل ۳-۱۴ اشکال مختلف طرح لیسازو هنگاییکه نسبت فرکانسی مشخص باشد



شکل ۱۲-۳- ابعادهای کمتری اختلاف فازها استفاده از طرح لیسازو



شکل ۱۲-۴- نماینده طرحهای مختلف لیسازو

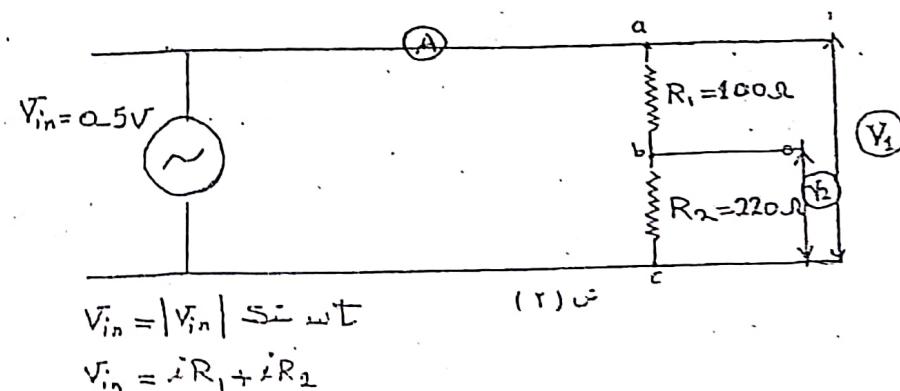
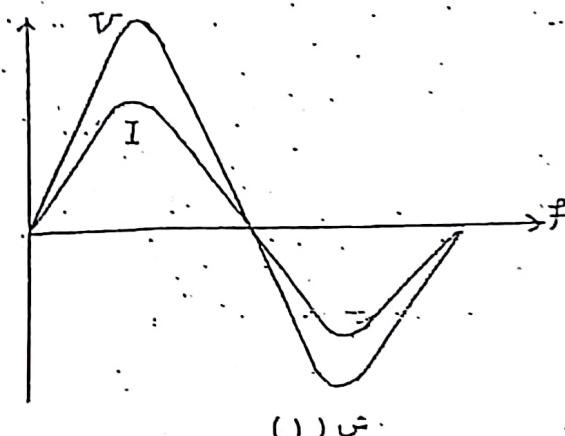
آزمایش شماره ۹

موضوع آزمایش: بررسی مدارهای $R-C$ و $R-R$ اندازه گیری ولتاژهای ورودی و خروجی و اختلاف فاز بین آنها، بررسی اثر خازن‌ها در مدارها (با فرکانس کم و زیاد)

وسایل لازم: تعدادی مقاومت (230Ω) - خازن ($50\mu F$) - منبع جریان متناوب - مقداری سیم رابط ولتمتر - امپرمتر - نقاله - پرگار.

مختصری از تئوری:

همانطور که میدانیم مقاومت‌را در مدارها برای کاهش شدت جریان بکار می‌برند پس مقاومت (در مدار) تغییری در فرکانس جریان متناوب که از مدار میگذرد نمی‌دهد و منحنی ولتاژ و شدت جریان متناوب مربوط به یک مقاومت هم فاز هستند (شکل ۱) وهم چنین مقاومتها هم جریان مستقیم و هم جریان متناوب A.C را از خود عبور میدهند و اختلاف فازی بین ولتاژ ورودی خروجی ایجاد نمی‌کنند. شکل ۲ یک مدار R-R را نشان میدهد.



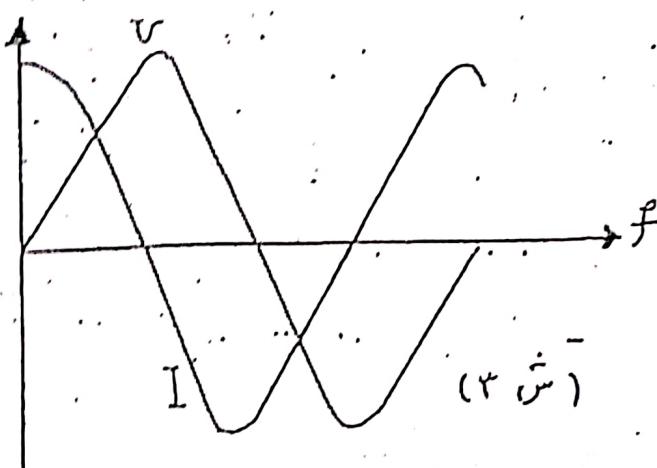
$$i = \frac{|V_{ln}|}{R_1 + R_2} \sin wt$$

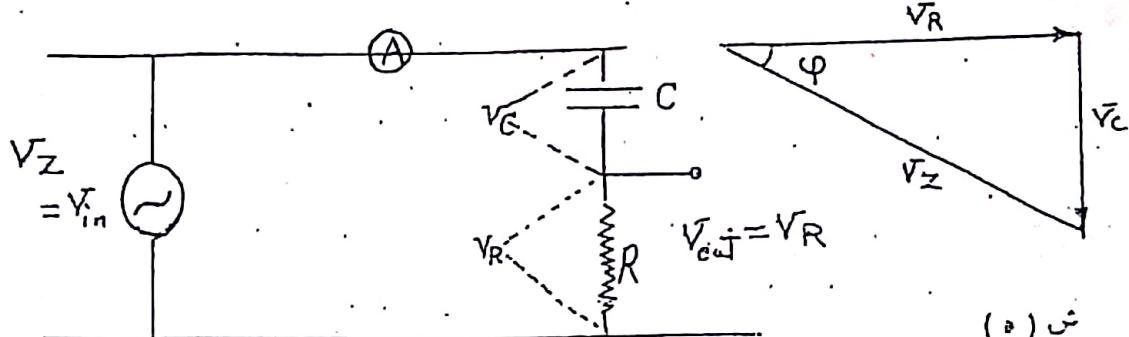
$$V_{out} = iR_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} |V_{ln}| \sin wt$$

$$\frac{V_{out2}}{V_{ln1}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

R-C مدارهای

مدارهای R-C از مقاومت و خازن تشکیل شده است (شکل ۴) خازن ، جریان مستقیم DC را سد میکند ، ولی جریان متناوب را از خود عبور میدهد . بعلت فرکانس جریان متناوب ، خازن اختلاف فازی بین ولتاژ ورودی و خروجی ایجاد می کند (شکل ۳) هر گاه خازنی را با یک مقاومت بطور سری به جریان متناوبی وصل کنیم شدت جریان نسبت به ولتاژ به اندازه $\frac{\pi}{2}$ جلو می افتد ، بنابراین ولتاژ کل جمع عددی ولتاژهای دو سر مقاومت و دو سر خازن نیست بلکه مجموع برداری آن دو میباشد (شکل ۵)





ش (۵)

آر ۲ - ش (۴)

اگر به سر خازن جریان متناوبی وصل کنیم صفحات خازن بطور متناوب دارای بار الکتریکی مثبت و منفی گردیده و بار الکتریکی متناوبا در دو جهت حرکت مینماید و جریان بوجود می آید . مقاومتی که خازن در مقابل جریان متناوب نشان می دهد با رابطه زیر مشخص میشود را مقاومت ظاهری خازن مینامند . که C ظرفیت خازن و ω فرکانس برق متناوب است . اختلاف فازی که خازن در مدار $R-C$ ایجاد می کند (φ) (یعنی اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ منبع) با رابطه زیر مشخص میگردد . با توجه به شکل ۵

$$\text{Ty } \varphi = \frac{V_C}{V_R} = \frac{I X_C}{I_R} = \frac{X_C}{R}$$

$$\text{Ty } \varphi = \frac{1}{2\pi f R C} = \frac{1}{R C \omega}$$

و مقدار مقاومت ظاهری مدار بصورت زیر است :

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

روش آزمایش :

۱. مدارهای $R-R$ مداری مانند شکل (۲) بیندید . ولتاژ ورودی $V_{in}=V_1$ و خروجی $V_{out}=V_2$ را توسط ولتمتر و شدت جریان

مدار را توسط آمپر متر اندازه بگیرید . نسبت $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ را حساب کرده و رابطه ۱ را تحقیق کنید .

۲. به ازاء مقادیر مختلف ولتاژ ورودی شدت جریان را اندازه بگیرید و در جدول ۱ یادداشت کنید نمودار ($I-V$) را در یک دستگاه مختصات رسم کنید و نتیجه را بحث کنید .

روش آزمایش : مدار $R-C$

۱. مداری مانند شکل ۴ بیندید . اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ، خازن و توان ساز متناوب و نیز شدت جریان را اندازه بگیرید و در

جدول شماره ۲ بنویسید.

۲. نمودار برداری ولتاژها را رسم کنید و به کمک آن مقادیر زیر را حساب کنید و در جدول مربوطه یادداشت نمائید .

(الف) اختلاف فازی را که خازن بین شدت جریان و ولتاژ کل ایجاد نموده است. (φ)

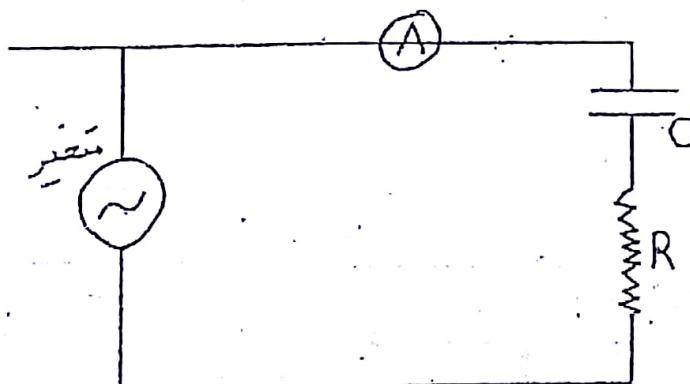
(ب) مقاومت ظاهری مدار (Z)

آزمایش ۳ (مخصوص رشته فیزیک)

۱. در همان مدار شکل ۴ آزمایش قبل، این بار فرکانس منبع را متغیر فرض کنید و از فرکانس های کم شروع کرده و نتایج را در جدول شماره ۲ یادداشت نمائید . به این معنی که V_Z ولتاژ دو سر نوسان ساز را اندازه گرفته و I شدت جریان مدار را به ازاء هر فرکانس اندازه می گیریم و Z را حساب میکنیم و مقدار Z امپدانس بدست آمده از فرمول را نیز محاسبه کرده و نتیجه ای که از جدول ۳ میگیرید در گزارش کارتان بنویسید .

۲. نمودار تغییرات I یا Z را با فرکانس روی یک کاغذ میلیمتری رسم کنید .

تعیین فرکانسها با مسئول آزمایشگاه است .



شکل ۶

به سوالات زیر در گزارش کارتان پاسخ دهید .

۱. چه عواملی موجب میشود که دو بردار V_C و V_R کاملاً بهم عمود نباشند.

۲. ظرفیت خازن به چه عواملی بستگی دارد.

۳. آیا مدارهای R-C موازی و سری در چه قسمتهایی از مدارها مورد استفاده قرار می‌گیرند؟

آزمایش ۱ ← (ش ۲)

۱. تعیین ولتاژ ورودی و خروجی مدار R-R

$$2. \text{ تحقیق رابطه} \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_2}{R_1+R_2}$$

| | V_1 یا V_2 | I | $\frac{V}{I} = R$ |
|---|----------------|---|-------------------|
| ۱ | | | |
| ۲ | | | |
| ۳ | | | |
| ۴ | | | |
| ۵ | | | |
| ۶ | | | |

جدول شماره ۱

۳. رسم نمودار

۴. آزمایش ۲ اثر خازن در مدار (ش ۴)

| مقادیر اندازه گیری شده | | | | مقادیر حساب شده | | |
|------------------------|-------|-------|---|-----------------|---|---|
| V_R | V_C | V_Z | I | φ | C | Z |
| | | | | | | |

جدول ۲

۵. نمودار برداری ولتاژها (خازن و مقاومت)

۶ آزمایش ۳. (مخصوص رشته فیزیک) (ش ۶)

| f | V_z | I | $Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$ | لاندازه گیری شده |
|-----|-------|-----|--------------------------|------------------|
| ۱ | | | | |
| ۲ | | | | |
| ۳ | | | | |
| ۴ | | | | |
| ۵ | | | | |
| ۶ | | | | |
| ۷ | | | | |

جدول شماره (۳)

۷. رسم نمودار I یا Z بر حسب f روی یک کاغذ میلیمتری

پاسخ سوالات متن

.۱

.۲

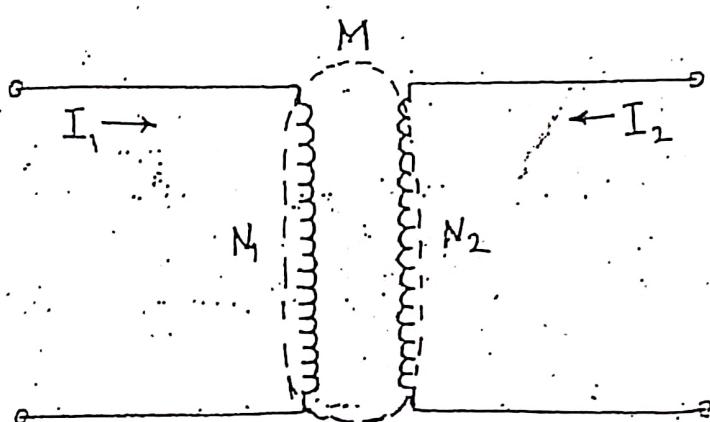
.۳

اندازه گیری ضریب القا متقابل دوبوبین

تئوری: وقتی دوبوبین که از داخل آنها جریان متناوب می گذرد در مجاورت همدیگر قرار می گیرند مقداری از فلوی مغناطیسی هر یک از بوبین ها، بوبین دیگر را قطع کرده و در آن تأثیر می کند. طبیعی است که مقدار این تأثیر یعنی فلوی مغناطیسی که در هر یک بوبین حاصل شده و بوبین مجاور را قطع ننماید، بستگی به فاصله و موقعیت در بوبین نسبت به هم و همچنین دور سیم پیچ بوبینها دارد و هم چنین بستگی به محیط هائی که فلوی هر یک از بوبینها در آن بسته میشود نیز دارد و بدین ترتیب تأثیر در روی همدیگر ضریبی به نام ضریب القا متقابل یا M که در اثر الکتریسیته و مخصوصا در الکترونیک اهمیت خاص دارد، بوجود می اورد و بطوری که این ضریب چنین تعریف میشود:

$$M_{12} = N_1 \frac{d\varphi_{12}}{dI_2}$$

N_1 تعداد سیم پیچی بوبین شماره یک و I_2 تغییرات جریان بوبین شماره دو و $d\varphi_{12}$ تغییرات فلوئی است که در بوبین دوم ایجاد شه و بوبین شماره یک را قطع کرده است. بطوریکه ملاحظه می شود مقدار M یا ضریب القا متقابل با تعداد دور و موقعیت دو بوبین نسبت بهم و همچنین واقع در بوبین دو بوبین بستگی دارد. حال می خواهیم این ضریب را اندازه بگیریم. وقتی که دوبوبین مجاور هم در مدار در جریان متناوب قرار می گیرد علاوه بر ضریب خودالقا یک ضریب متقابل M نیز وجود خواهد داشت. چون L و M از یک جنس بوده و طبق قانون لنز در یک بوبین می توان مقدار نیروی الکتروموتوری را چنین نوشت:



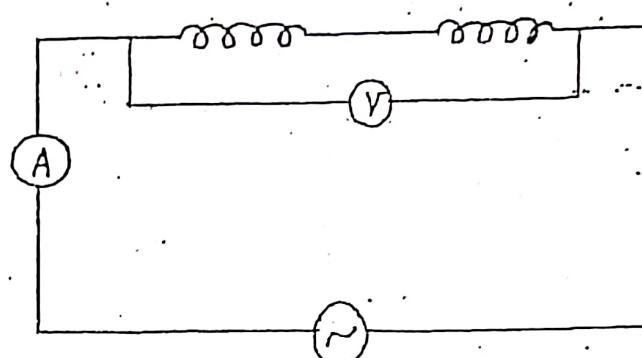
$$e = -(N_1 \frac{d\varphi_{12}}{dt} + N_1 \frac{d\varphi_1}{dt}) = -\left(N \frac{d\varphi_1}{dI_1} - \frac{dI_1}{dt} + N_1 \frac{d\varphi_{12}}{dI_2} - \frac{dI_2}{dt} \right)$$

L M

رابطه بالا را میتوان بصورت $L \frac{dI_1}{dt} + M \frac{dI_2}{dt} = 0$ نوشت

ملاحظه میشود که در صورتیکه ضریب القا مقابل را در نظر نمی گرفتیم فقط L وجود داشت در صورتیکه حالا $(L+M)$ وجود دارد.

حال اگر دوبوبین در کنار هم قرار گیرند مطابق شکل زیر دارای رابطه زیر خواهند بود.



(آزاد ۴) (ش: ۳) الف

$$Z = \frac{V}{I}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}$$

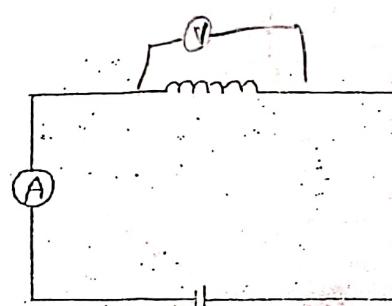
که در اینجا $2M = L_1 + L_2$ خواهد بود

وسایل مورد نیاز:

منبع ولتاژ (0-25) ولت متناوب - آمپر متر متناوب - ولت متر متناوب دو عدد بوبین 10mH هسته نعلی شکل (۱) و سیم های رابط

روش آزمایش:

۱. مداری مطابق شکل زیر با ولتاژ مستقیم ترتیب داده مقادیر ولتاژ و جریان را از روی ولتمتر و آمپر متر خوانده و از روی آنها مقاومت داخلی بوبین را محاسبه کنید.



$$R = \frac{V}{I}$$

شکل ۲

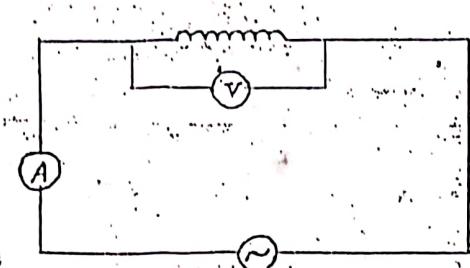
۲- آزمایش فوق را با جریان متناوب تکرار کنید و نسبت اختلاف پتانسیل دو سر بوبین را پیدا کرده و از روی آن مقدار ω را بطريق

$$Z = \frac{V}{I}$$

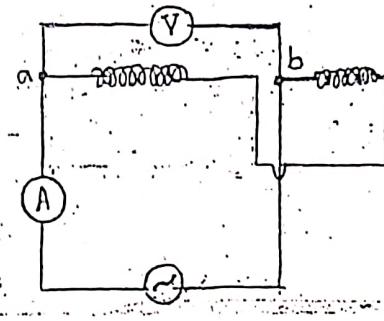
زیر محاسبه نمایند.

، مقاومت ظاهری بوبین می باشد و میدانیم که $Z = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2}$ و از روی این رابطه را عبارت است از :

$$L = \sqrt{\frac{Z^2 - R^2}{\omega^2}}$$



شکل ۳



شکل ۱ ب

مربوط به اتصال معکوس

۳- حال داخل سلف یک هسته آهنی قرار دهید و در این حالت نیز طبق شکل فوق آزمایش را تکرار کنید مقادیر V و I را نیز خوانده مقدار L را در این حالت تعیین کنید.

۴- مداری مطابق شکل (۱) ترتیب داده مقدار Z را به خواندن V و I و تقسیم آنها به یکدیگر بدست آورده با دانستن مقدار $R_1 + R_2$ و Z مقدار L بدست می آید. ثابت می شود که در اینصورت $L = L_1 + L_2 + 2M$ خواهد بود ضمناً بدیهی است که اگر L_1 و L_2 معلوم باشند به کمک L بدست آمده میتوان M را بدست اورد. اما چون در اکثر حالات L_1 و L_2 معلوم نیستند لذا بهتر است دو بوبین را باز دیگر بطور مختلف الجهت بهم اتصال دهید و به کمک Z مقدار L را نیز بیابید. در اینصورت $L = L_1 + L_2 - 2M$ خواهد بود. با مقایسه L و L' خواهیم داشت :

$$L = L' + 2M + 2M$$

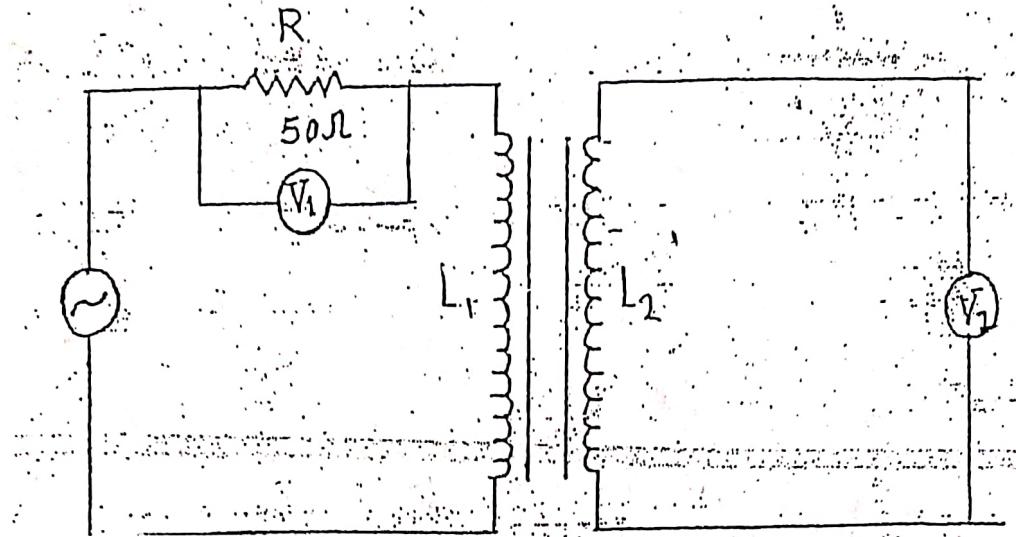
$$M = \frac{L - L'}{4}$$

ملاحظه می شود که به کمک L و L' میتوان مقدار M را بدست آورد.

۵- در این روش مداری مطابق شکل ۴ ترتیب داده و دو بوبین را در دو طرف هسته آهنی لا شکل قرار دهید. قسمت بالای هسته را باز بگذارید مقدار ولتاژ را از روی دو ولت متر اندازه گرفته و از رابطه زیر مقدار M را برای این حالت و حالتی که روی هسته

۱) بسته شد پیدا کنید.

$$M = \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{R}{\omega}$$



شکل ۴

سؤال:

۱. در اثر گذاشتن هسته آهنی داخل بوبین مقدار L تغییر می کند دلیل آن چیست؟

۲. رابطه $M = \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{R}{\omega}$ را اثبات کنید.