

گزارش آزمایش شماره ۶		درس آف فیزیک ۲
گروه و زیر گروه:		A و ۳
اعضای گروه:	حسین مسیحی (۴۰۱۱۰۱۱۶۱)	محمد نخعی (۹۹۱۰۰۹۸۲)

موضوع آزمایش:

مطالعه مدارها با جریان متناوب

هدف آزمایش:

یادگیری، و مطالعه و بررسی اثر مقاومت، القاگر و خازن در مدار جریان متناوب

وسایل مورد نیاز:

منبع تغذیه جریان متناوب، القاگر، مقاومت، خازن، ولت متر، سیم های رابط

مبانی تئوری آزمایش:

اجزای مدار جریان متناوب، مانند R (مقاومت)، L (القاگر) و C (خازن) به سه صورت در مقابل عبور جریان از خود مقاومت نشان می دهند بطوریکه اگر آنها در مدار جریان متناوب قرار گیرند، اختلاف فاز بین ولتاژ و جریان به وجود می آید:

- مقاومت به صورت برخوردی که حامل های بار با اتمها و مولکولهای ماده تشکیل دهنده ی آن انجام می دهند، در مقابل حرکت بارها مقاومت می کند. هم چنین در مقاومت این اختلاف فاز برابر صفر است.
- القاگر به صورت نیروی الکتروموتوری القایی با تغییرات جریان مقابله می کند. در القاگر این اختلاف فاز برابر با $\pi/2$ است
- خازن نیز با تجمع بار بر روی دو صفحه، با آمدن بارهای بیشتر مقابله می کند. در خازن این اختلاف فاز برابر $-\pi/2$ است و یعنی فاز ولتاژ به اندازه ی $\pi/2$ از فاز جریان عقب تر است

ارتباط بین اختلاف پتانسیل مدار و اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از اجزای مدار را می توان با روش برداری به دست آورد. این کار با قرار دادن مقاومت و القاگر ایده آل و خازن به صورت سری در یک مدار جریان متناوب فراهم می شود.

اختلاف فاز بین جریان مدار و اختلاف پتانسیل از رابطه ی زیر بدست می آید:

$$\tan \alpha = \frac{V_L}{V_R}$$

$$\tan \alpha' = \frac{V_C}{V_R}$$

مقاومت های ظاهری برای مقاومت، القاگر و خازن به ترتیب عبارتند از:

$$Z_R = R = \frac{V_R}{I}$$

$$|Z_L| = L\omega = |V_L/I|$$

$$|Z_C| = 1/C\omega = |V_C/I|$$

با اتصال دوتایی اجزا شامل مقاومت و القاگر (L,R) و مقاومت و خازن (C,R) خواهیم داشت:

$$|Z| = \sqrt{Z_R^2 + Z_L^2} = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$$

$$|Z| = \sqrt{Z_R^2 + |Z_C|^2} = \sqrt{R^2 + (1/C\omega)^2}$$

با اتصال سه تایی اجزا به صورت سری خواهیم داشت:

$$|Z| = \sqrt{Z_R^2 + (|Z_L| - |Z_C|)^2} = \sqrt{R^2 + (L\omega - 1/C\omega)^2}$$

$$\tan \alpha = \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right) / R$$

اطلاعات آزمایشگاهی و نحوه کار:

۱) یک مدار سری با اجزای مقاومت و القاگر (LR) ایجاد و ولتاژ دوسر منبع تغذیه را تنظیم می کنیم. سپس ولتاژهای دوسر القاگر، دوسر مقاومت و ولتاژ ابتدای مقاومت و انتهای القاگر را اندازه گیری کرده و با مقدار جریان در جدول ۱ یادداشت می نمایم.

۲) یک مدار سری با اجزای مقاومت و خازن (RC) ایجاد و با تکرار آزمایش، جدول ۲ را تکمیل می کنیم.

۳) یک مدار سری با اجزای مقاومت و القاگر و خازن (RLC) ایجاد و ولتاژهای دوسر القاگر، خازن، مقاومت و ابتدای خازن و انتهای مقاومت و ابتدای القاگر و انتهای مقاومت را اندازه گیری کرده و با مقدار جریان، در جدول ۳ می نویسیم.

جداول نتایج آزمایشگاهی:

نتایج به دست آمده در آزمایشگاه در برگه گزارش در جدول زیر نشان داده شده است.

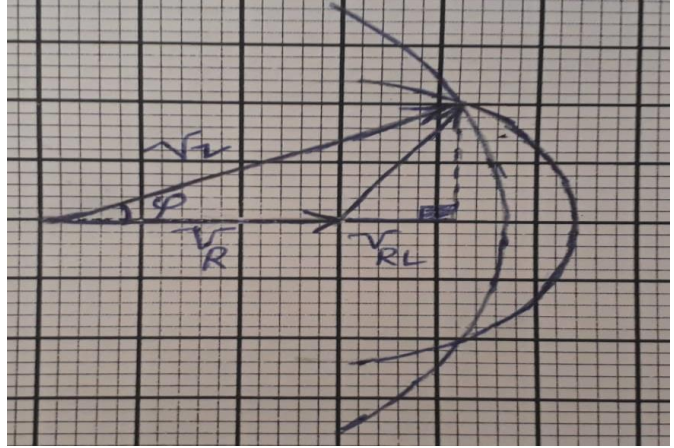
جدول ۱			
V_R (V)	V_L (V)	V_Z (V)	I (mA)
4.72	18.6	19.68	46.8

جدول ۲			
V_R (V)	V_C (V)	V_Z (V)	I (mA)
10.52	16.58	19.52	10.36

جدول ۳					
V_R (V)	V_L (V)	V_C (V)	V_{RL} (V)	V_Z (V)	I (mA)
6.93	28.3	11.12	30.1	19.62	68.98

بررسی و تحلیل نتایج آزمایشگاهی و محاسبات:

الف) بررسی نتایج جدول ۱



با قضیه کسینوس ها برای یافتن اختلاف فاز بین جریان مدار و ولتاژ دو سر مدار اقدام می کنیم

$$\cos \alpha = \frac{V_R^2 + V_Z^2 - V_L^2}{2V_R V_Z} = 0.342 \quad \Rightarrow \quad \alpha = 70^\circ$$

چون القاگر دارای مقاومت اهمی است پس V_R و V_L عمود نیست. برای یافتن مقاومت اهمی القاگر طبق نمودار فازوری داریم:

$$V_{RL} = V_Z \cos \alpha - V_R = 19.68 * 0.342 - 4.72 = 2.01 \text{ V}$$

$$R_L = \frac{V_{RL}}{I} = \frac{2.01}{0.0468} = 42.96 \Omega$$

$$Z = \frac{V_Z}{I} = \frac{19.68}{0.0468} = 420.5 \Omega$$

$$Z = \sqrt{(R + R_L)^2 + X_L^2}, \quad X_L = L\omega,$$

$$R = \frac{V_R}{I} = \frac{4.72}{0.0468} = 100.8 \Omega \quad \text{که در آن } \omega = 2\pi f = 100\pi \text{ هم چنین:}$$

با جایگذاری در رابطه خواهیم داشت:

$$420.5 = \sqrt{(100.8 + 42.96)^2 + (100\pi L)^2} \quad \Rightarrow \quad L = 1.257 \text{ H}$$

ب) بررسی نتایج جدول ۲

با در نظر گرفتن نمودار برداری ولتاژها، با قضیه کسینوس ها برای یافتن اختلاف فاز بین جریان مدار و ولتاژ دو سر مدار اقدام می کنیم

$$\cos \alpha = \frac{V_R^2 + V_Z^2 - V_C^2}{2V_R V_Z} = 0.527 \quad \Rightarrow \quad \alpha = 58^\circ$$

خازن دارای مقاومت اهمی است پس V_C و V_L عمود نیست محاسبات مشابه به صورت زیر است:

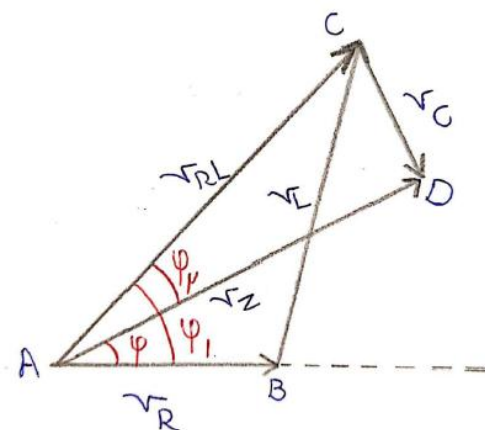
$$Z = \frac{V_Z}{I} = \frac{19.52}{0.1036} = 188.4 \, \Omega, \quad R = \frac{V_R}{I} = \frac{10.52}{0.1036} = 101.5 \, \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}, \quad X_C = 1/C\omega,$$

با جایگذاری مقادیر داریم:

$$188.4 = \sqrt{101.5^2 + \left(\frac{1}{200\pi C}\right)^2} \quad \Rightarrow \quad C = 10.02 \, \mu F$$

ج) بررسی نتایج جدول ۳



با در نظر گرفتن نمودار برداری، با قضیه کسینوس ها در دو مثلث به صورت زیر اقدام می کنیم

$$\cos\varphi_1 = \frac{V_{RL}^2 + V_R^2 - V_L^2}{2V_{RL}V_R} = 0.367 \quad \Rightarrow \quad \varphi_1 = 68^\circ$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{V_{RL}^2 + V_Z^2 - V_C^2}{2V_{RL}V_Z} = 0.988 \quad \Rightarrow \quad \varphi_2 = 10^\circ$$

با تفاضل این دو مقدار، اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ دو سر مدار به دست می آید:

$$\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 68 - 10 = 58^\circ$$

V_L و V_R بر هم عمود نیستند زیرا القاگر ایده آل نیست و دارای مقاومت اهمی است. برای به دست آوردن مقاومت اهمی القاگر (R_L) بشکل زیر عمل می کنیم. اختلاف پتانسیل مقاومت اهمی القاگر (\dot{V}_{RL}) با تصویر کردن V_L در جهت افقی بدست می آید

$$\dot{V}_{RL} = V_{RL}\cos\varphi_1 - V_R = 30.1 * 0.367 - 6.93 = 4.11\text{v}$$

$$R_L = \frac{\dot{V}_{RL}}{I} = \frac{4.11}{0.06898} = 59.67 \Omega$$

مقداری مقاومت اهمی القاگر در مدار RL بدست آمده برابر 42.96 بود که با نتیجه این قسمت تفاوت زیادی ندارد. این تفاوت میتواند به دلیل دقیق نبودن رسم نمودار یا خطای اندازه گیری با خط کش روی نمودار باشد. هم چنین خازن ایده آل نبوده، به دلیل اینکه دی الکتریک موجود در آن کاملاً نارسا نیست و از خود جریان عبور میدهد پس آن را به صورت یک خازن ایده آل موازی با مقاومت باید در نظر گرفت. پس دیگر نمیتوان گفت جریانی که از مدار میگذرد از مقاومت اهمی خازن نیز همان جریان میگذرد. اما القاگر اینگونه نبود. پس با توجه به این ویژگیهای خازن و تفاوت کارکرد آن در مدار با القاگر، نمیتوان با این روش مقاومت اهمی خازن را بدست آورد

