

گزارش آزمایش شماره 8		درس آ فیزیک 2
گروه و زیر گروه:		A و 3
اعضای گروه:	حسین مسیحی (401101161)	محمد نخعی (99100982)

### موضوع آزمایش:

بررسی منحنی های لیسازو و مطالعه مدارهای جریان متناوب

### هدف آزمایش:

یادگیری، و مطالعه با استفاده از اسیلوسکوپ برای بررسی منحنی های لیسازو و مطالعه مدارها با جریان متناوب

### وسایل مورد نیاز:

سیم های رابط، نوسان ساز (اسیلاتور)، نوسان نما (اسیلوسکوپ)، منبع تغذیه مناسب، مقاومت، خازن، القاگر

### مبانی تئوری آزمایش:

در منحنی های لیسازو با حذف متغیر زمان از معادله های دو موج، تغییرات یک موج بر حسب موج دیگر دیده می شود، لذا بدین ترتیب اختلاف فاز میان دو موج سینوسی هم فرکانس و نیز نسبت فرکانسی دو موج سینوسی را می توان به دست آورد. برای دو موج سینوسی

$$x = x_0 \sin \omega t \text{ و } y = y_0 \sin(\omega t + \varphi) :$$

الف) دو موج هم فاز ( $\varphi = 0$ ) یک رفتار خطی با شیب مثبت را نشان می دهد

$$\begin{cases} x = x_0 \sin \omega t \\ y = y_0 \sin \omega t \end{cases} \Rightarrow y = \frac{y_0}{x_0} x$$

ب) دو موج دارای اختلاف فاز ( $\varphi = 90$ ) یک نمودار بیضی را بیان می کند

$$\begin{cases} x = x_0 \sin \omega t \\ y = y_0 \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right) = y_0 \cos \omega t \end{cases}$$

$$(\sin \omega t)^2 + (\cos \omega t)^2 = \left( \frac{x}{x_0} \right)^2 + \left( \frac{y}{y_0} \right)^2 = 1$$

ج) دو موج دارای اختلاف فاز ( $\varphi = -180$ ) یک رفتار خطی با شیب منفی را نشان می دهد

### تعیین فرکانس مجهول:

اگر  $f_x$  و  $f_y$  فرکانس های دو موج سینوسی به ورودی X و Y اسیلوسکوپ باشد، تصویرهایی پدید می آید که در جهت محورهای مختصات دارای بیشینه هایی خواهند بود انگاه:

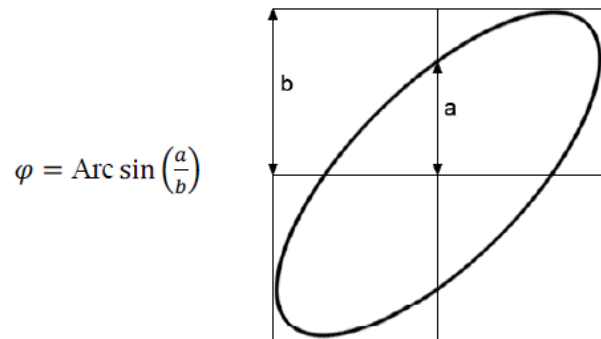
$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{N_H}{N_V} = \frac{\text{تعداد نقطه‌های بیشینه در امتداد محور افقی}}{\text{تعداد نقطه‌های بیشینه در جهت محور قائم}}$$

تعیین ضریب خودالقایی القاگر

دو موج دارای فرکانس برابر و اختلاف فاز با نمودار بیضی که محور y ها را قطع کند داریم:

$$\begin{cases} x = x_0 \sin \omega t = 0 & \Rightarrow \omega t = k\pi \\ y = y_0 \sin(\omega t + \varphi) & \Rightarrow y = y_0 \sin(k\pi + \varphi) = \pm y_0 \sin \varphi \end{cases}$$

لذا با توجه به شکل زیر و اندازه گیری های روی بیضی نمایش شده بر روی صفحه اسیلوسکوپ اختلاف فاز مانند شکل زیر محاسبه می شوند:



سپس با رسم  $\tan \varphi$  بر حسب فرکانس و محاسبه شیب خط مقدار ضریب خودالقایی القاگر به صورت زیر محاسبه می شود

$$\tan \varphi = \frac{X_L}{R} = \frac{L\omega}{R} = \frac{L2\pi f}{R} \rightarrow L = \frac{(\text{شیب}) R}{2\pi}$$

تعیین ظرفیت خازن

همانند بخش قبل با اندازه گیری های روی بیضی نمایش شده بر روی صفحه اسیلوسکوپ اختلاف فاز محاسبه می شود. سپس با رسم  $\tan \varphi$  بر عکس فرکانس و محاسبه شیب خط مقدار ظرفیت خازن به صورت زیر محاسبه می شود

$$\tan(\varphi) = -\frac{X_C}{R} = -\frac{\frac{1}{C\omega}}{R} = -\frac{\frac{1}{C2\pi f}}{R} = -\frac{1}{RC2\pi} \left(\frac{1}{f}\right) \rightarrow \text{شیب} = -\frac{1}{RC2\pi}$$

بررسی مدار تشدید

همانند بخش قبل با اندازه گیری های روی بیضی نمایش شده بر روی صفحه اسیلوسکوپ اختلاف فاز محاسبه می شود. در شرایط تشدید داریم:

$$X_L = X_C \rightarrow X_L - X_C = 0 \Rightarrow \tan(\varphi) = \frac{X_L - X_C}{R} = 0, \sin(\varphi) = 0, \cos(\varphi) = \frac{R}{Z} > 0$$

$$\text{if } f < f_{res} \rightarrow \sin(\varphi) < 0, \tan(\varphi) < 0$$

$$\text{if } f \geq f_{res} \rightarrow \sin(\varphi) \geq 0, \tan(\varphi) \geq 0$$

اطلاعات آزمایشگاهی و نحوه کار:

1) تعیین فرکانس موج با استفاده از منحنی های لیسازو

با بررسی تصویرهایی پدید آمده در اسیلوسکوپ در جهت محورهای مختصات و بررسی بیشینه های در دو جهت از رابطه زیر فرکانس مجهول به دست می آید:

$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{N_H}{N_V} = \frac{\text{تعداد نقطه های بیشینه در امتداد محور افقی}}{\text{تعداد نقطه های بیشینه در جهت محور قائم}}$$

اطلاعات این بخش آزمایش و مقادیر تخمین فرکانس در جدول 1 آورده شده است.

جدول ۱

فرکانس نوسان ساز	۱۰۰ Hz	150 Hz	200 Hz
$\frac{N_H}{N_V}$	4/2 = 2	6/2 = 3	8/2 = 4
فرکانس مجهول	50Hz	75Hz	100Hz

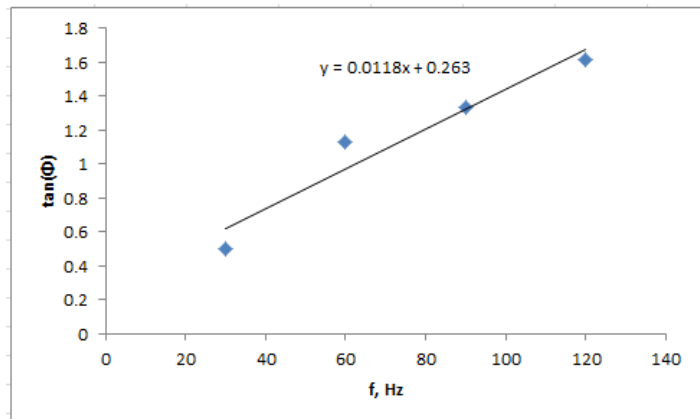
2) تعیین ضریب خودالقایی القاگر

ابتدا اختلاف فازها را با اندازه گیری ابعاد بیضی دیده شده بر روی صفحه اسیلوسکوپ به دست می آوریم. مقادیر سینوس و تانژانت اختلاف فازها در جدول زیر آورده شده است

جدول ۲

f (Hz)	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰
sin φ	0.45	0.75	0.8	0.85
tan φ	0.503	1.133	1.338	1.613

سپس با رسم  $\tan \varphi$  بر حسب فرکانس و محاسبه شیب خط مقدار ضریب خودالقایی القاگر به صورت زیر محاسبه می شود



$$\tan \varphi = \frac{X_L}{R} = \frac{L\omega}{R} = \frac{L2\pi f}{R} \rightarrow \text{شیب} = \frac{\tan \varphi}{f} \rightarrow 0.0118 = \frac{2\pi L}{R}$$

$$R=390 \Rightarrow L=0.73H$$

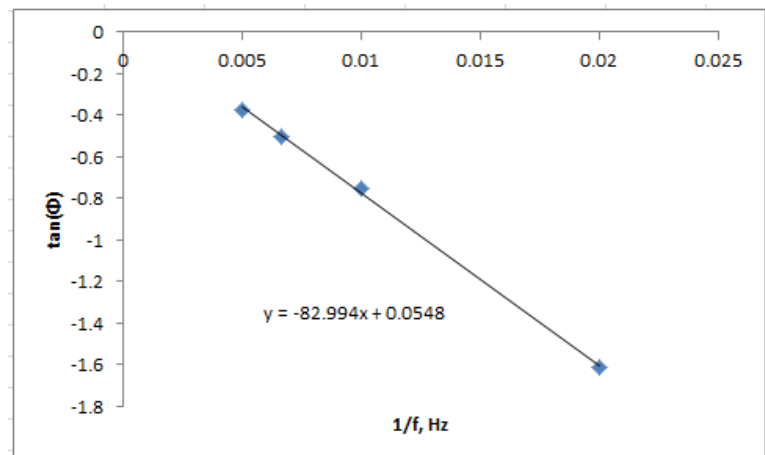
(3) تعیین ظرفیت خازن

ابتدا اختلاف فازها را با اندازه گیری ابعاد بیضی دیده شده بر روی صفحه اسیلوسکوپ به دست می آوریم. مقادیر سینوس و تانژانت اختلاف فازها در جدول زیر آورده شده است

جدول ۳

f (Hz)	50	100	150	200
sin φ	0.85	0.6	0.45	0.35
tan φ	-1.613	-0.75	-0.503	-0.373

سپس با رسم  $\tan \varphi$  بر حسب عکس فرکانس و محاسبه شیب خط مقدار ظرفیت خازن به صورت زیر محاسبه می شود



$$\text{شیب} = -\frac{1}{RC2\pi} \rightarrow C = -\frac{1}{2\pi R (\text{شیب})}$$

$$R=330 \Rightarrow c = 0.58 \times 10^{-5} F$$

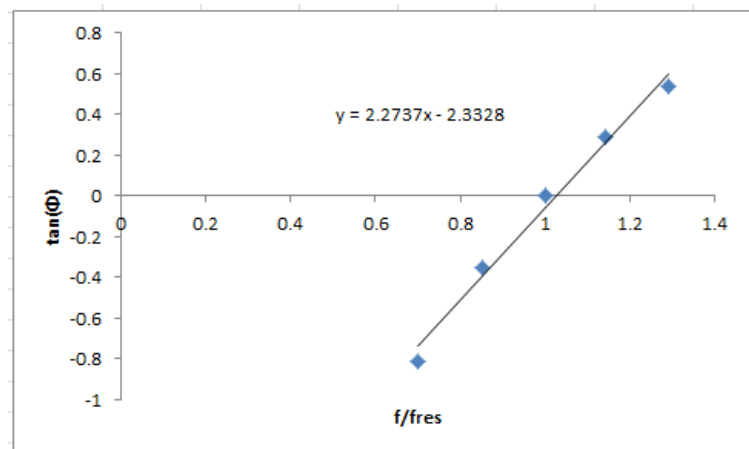
(4) بررسی مدار تشدید

ابتدا اختلاف فازها را با اندازه گیری ابعاد بیضی دیده شده بر روی صفحه اسیلوسکوپ به دست می آوریم. با توجه به شرایط فرکانس تشدید مقادیر سینوس و تانژانت اختلاف فازها در جدول زیر آورده شده است

جدول ۴

f (Hz)	48	58	68.6	78	88
$f = f_{res}$	0.7	0.85	1	1.14	1.29
$\sin \varphi$	-0.631	-0.333	صفر	0.277	0.473
$\tan \varphi$	-0.813	-0.353	صفر	0.289	0.536

سپس با رسم  $\tan \varphi$  بر حسب نسبت فرکانس ها وضعیت اختلاف فازها به صورت زیر ارزیابی می شود



$$f < f_{res} \rightarrow \frac{f}{f_{res}} < 1 \rightarrow \tan(\varphi) < 0 \rightarrow -\frac{\pi}{2} < \varphi < 0$$

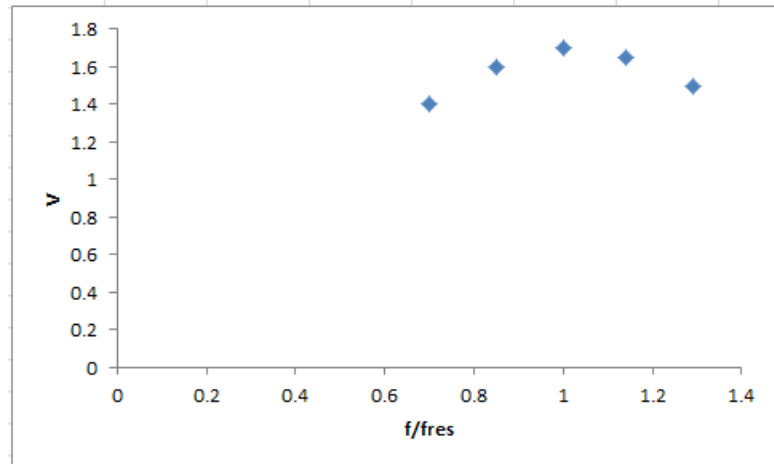
$$f = f_{res} \rightarrow \frac{f}{f_{res}} = 1 \rightarrow \tan(\varphi) = 0 \rightarrow \varphi = 0$$

$$f > f_{res} \rightarrow \frac{f}{f_{res}} > 1 \rightarrow \tan(\varphi) > 0 \rightarrow 0 < \varphi < \frac{\pi}{2}$$

براساس داده های جدول 5 نمودار تغییرات ولتاژ بر حسب فرکانس را رسم می کنیم

جدول ۵

<b>f (Hz)</b>	48	58	68.6	78	88
<b><math>f = f_{res}</math></b>	0.7	0.85	1	1.14	1.29
<b><math>V_R</math> (V)</b>	1.4	1.6	1.7	1.65	1.5



پرسش ها

1. چرا هنگامی که مدار شامل یک سلف و یک مقاومت به طور سری باشد، ولتاژ نسبت به جریان تقدم فاز دارد؟

می دانیم که امپدانس سلف از رابطه ی  $Lj\omega$  بدست می آید، بنابراین جریان گذرنده از مدار به صورت  $\frac{V}{R + Lj\omega}$  است یا معادلاً  $V = (R + Lj\omega)I$ ، حال توجه کنید که  $R + Lj\omega$  یک عدد مختلط با آرگومان مثبت  $\tan^{-1}(\frac{L\omega}{R})$  است، بنابراین زاویه ی فازور از فازور جریان به اندازه ی این زاویه بیشتر است و این یعنی ولتاژ نسبت به جریان تقدم فاز دارد.

2. هنگامی که مدار شامل یک خازن و یک مقاومت به طور سری باشد، ولتاژ نسبت به جریان تاخیر فاز دارد چون می دانیم که امپدانس سلف از رابطه ی  $\frac{-j}{C\omega}$  بدست می آید، بنابراین جریان گذرنده از مدار به صورت  $\frac{V}{R - \frac{j}{C\omega}}$  است یا معادلاً  $V = (R - \frac{j}{C\omega})I$ ، حال توجه کنید که  $R - \frac{j}{C\omega}$  یک عدد مختلط با آرگومان منفی  $-\tan^{-1}(\frac{1}{RC\omega})$  است، بنابراین زاویه ی فازور از فازور جریان به اندازه ی این زاویه کمتر است و این یعنی ولتاژ نسبت به جریان تاخیر فاز دارد.

3- از آنجا که در فرکانس تشدید  $X_C = X_L$  داریم

$$\frac{1}{C\omega} = L\omega \rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega_{res} = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

$$\omega_{res} = 2\pi f_{res} \rightarrow f_{res} = \frac{\omega_{res}}{2\pi} = \sqrt{\frac{1}{LC \times 4\pi^2}}$$