

زمان انجام آزمایش دسته بندی ۹۴ آذر ۱۳۹۰

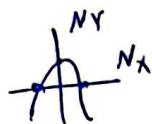
شماره دانشجویی ۴۰۳۱۰۷۹۳

شماره دانشجویی ۴۰۳۱۰۶۰۵۷

گروه و زیر گروه  $\text{C}$

نام و نام خانوادگی آرین تعالی اصل

نام و نام خانوادگی مجید امیر زنبلان



جدول های آزمایش شماره ۸

جدول ۱

۱۰۰Hz	فرکانس نوسان ساز
۲	$\frac{N_X}{N_Y}$
۵۰	فرکانس مجهول

$$\frac{f_{xy}}{f_x} = \frac{N_X}{N_Y}$$

$$\frac{100}{f_x} = \frac{2}{1} \rightarrow f_x = 50.$$

جدول ۲

f (Hz)	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰
sin φ				
tan φ				

$$\begin{array}{ll} \alpha = 1 & \alpha = 1/\sqrt{2} \\ b = 2 & b = 1 \end{array} \quad \begin{array}{ll} \alpha = 1/\sqrt{3} & \alpha = 1/\sqrt{2} \\ b = 2/\sqrt{3} & b = 1/\sqrt{2} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \alpha = 1/\sqrt{2} & \alpha = 1/\sqrt{3} \\ b = 1/\sqrt{2} & b = 2/\sqrt{3} \end{array}$$

جدول ۳

f (Hz)	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰
sin φ				
tan φ				

$$\begin{array}{ll} \alpha = 1/\sqrt{2} & \alpha = 1/\sqrt{3} \\ b = 2 & b = 2 \end{array} \quad \begin{array}{ll} \alpha = 1 & \alpha = 1/\sqrt{2} \\ b = 1 & b = 1/\sqrt{2} \end{array}$$

جدول ۴

f	۴۹	۳۹	۴۹	۶۹	۴۹
sin φ			صفر		
tan φ			صفر		

$$\begin{array}{ll} \alpha = 1/\sqrt{2} & \alpha = 1/\sqrt{3} \\ b = 2/\sqrt{2} & b = 2 \end{array} \quad \begin{array}{ll} \alpha = 1/\sqrt{2} & \alpha = 1/\sqrt{3} \\ b = 1/\sqrt{2} & b = 2/\sqrt{3} \end{array}$$

## آزمایشگاه فیزیک پایه ۲

### گزارش کار آزمایش هشتم: منحنی های لیسازو

#### زیرگروه C

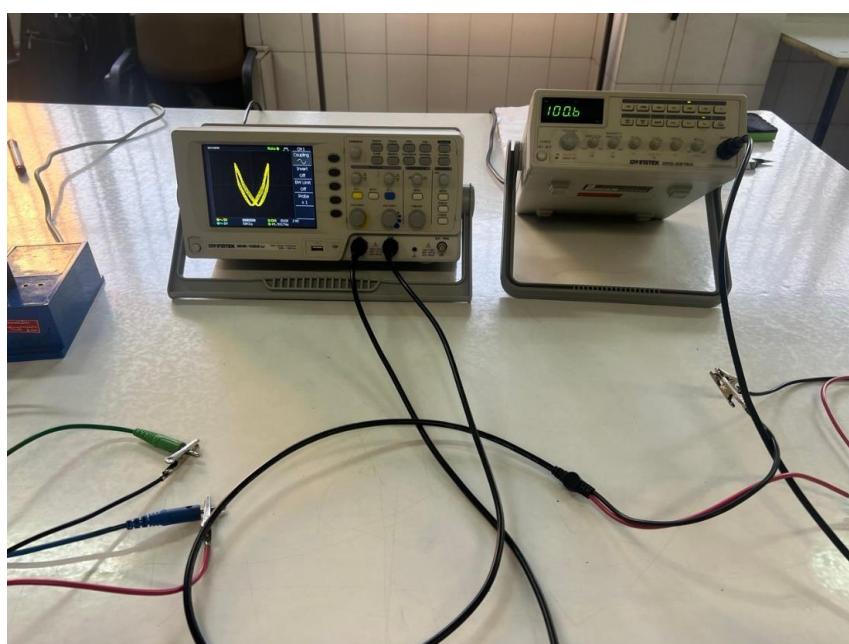
#### اعضای گروه:

آروین بقال اصل - شماره دانشجویی: ۴۰۳۱۰۵۷۹۳

محمدامین زینلیان - شماره دانشجویی: ۴۰۳۱۰۶۰۵۷

#### جدول ۱ - تعیین فرکانس موج با استفاده از منحنی های لیسازو

در این آزمایش، هدف اندازه‌گیری فرکانس موج مجھول توسط دستگاه اسیلوسکوپ است. برای انجام این امر، ابتدا ورودی افقی اسیلوسکوپ را به موج مجھول متصل می‌کنیم و ورودی افقی اسیلوسکوپ را به دستگاه Function Generator متصل می‌کنیم. ابتدا تنظیمات دستگاه را بر روی موج سینوسی می‌گذاریم. حال فرکانسی که نیاز داریم را در تنظیمات دستگاه تعیین می‌کنیم. خروجی این دستگاه یک موج با مشخصات تعیین شده است. در واقع ورودی های اسیلوسکوپ ما یک موج با فرکانس ۱۰۰ هرتز و یک موج با فرکانس مجھول است.



شکل 1

برای تعیین فرکانس موج مجھول، از این قسمت از دستور کار آزمایش (تئوری آزمایش) استفاده می‌کنیم:

اگر  $f_x$  فرکانس یک موج سینوسی و  $f_y$  فرکانس موج سینوسی  $y = y_0 \sin \omega_y t$  باشد، چنان‌چه موج  $x$  را به ورودی  $X$  و موج  $y$  را به ورودی  $Y$  اسیلوسکوپ بدهیم، تصویرهایی پدید می‌آید که در جهت محورهای مختصات دارای بیشینه‌هایی خواهند بود.

$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{N_X}{N_Y} = \frac{\text{تعداد نقطه‌های بشینه در امتداد محور افقی}}{\text{تعداد نقطه‌های بشینه در امتداد محور قائم}}$$

با توجه به شکل 1 داریم :

$$f_y = 100 \text{ Hz}, \quad N_y = 1, \quad N_x = 2$$

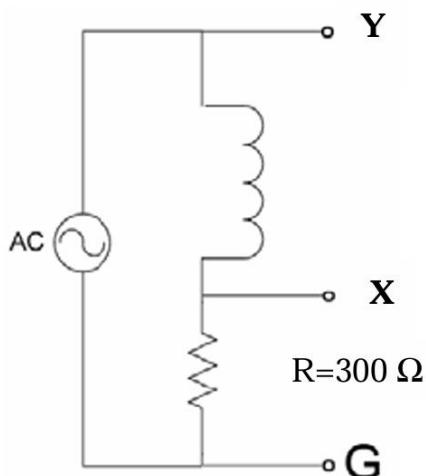
حال با این اطلاعات و استفاده از رابطه‌ی  $f_x = \frac{N_Y}{N_X} f_y$ ، جدول شماره یک را کامل می‌کنیم:

جدول 1

100 Hz	فرکانس نوسان ساز
2	$\frac{N_x}{N_y}$
50 Hz	فرکانس مجھول

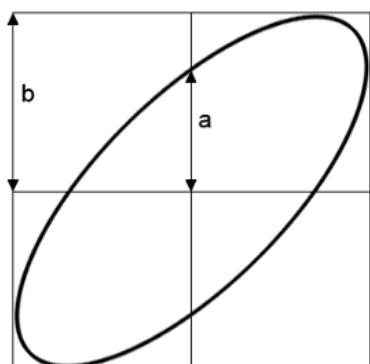
**جدول ۲ - تعیین ضریب خودالقایی القاگر (L)**

هدف این بخش تعیین ضریب خودالقایی القاگر با استفاده از یک مقاومت  $R = 300\Omega$  است. برای محاسبه این ضریب مدار شکل 2 را می‌بندیم:



شکل 2

اگر a و b را طوری تعریف کنیم که  $y_0 = b$  باشد (شکل 3)، اختلاف فاز برابر است با:



شکل 3

معادله 1

$$\varphi = Arc \sin\left(\frac{a}{b}\right)$$

همچنین می‌دانیم که رابطه زیر برای اختلاف فاز و ضریب القایی القاگر برقرار است:

معادله 2

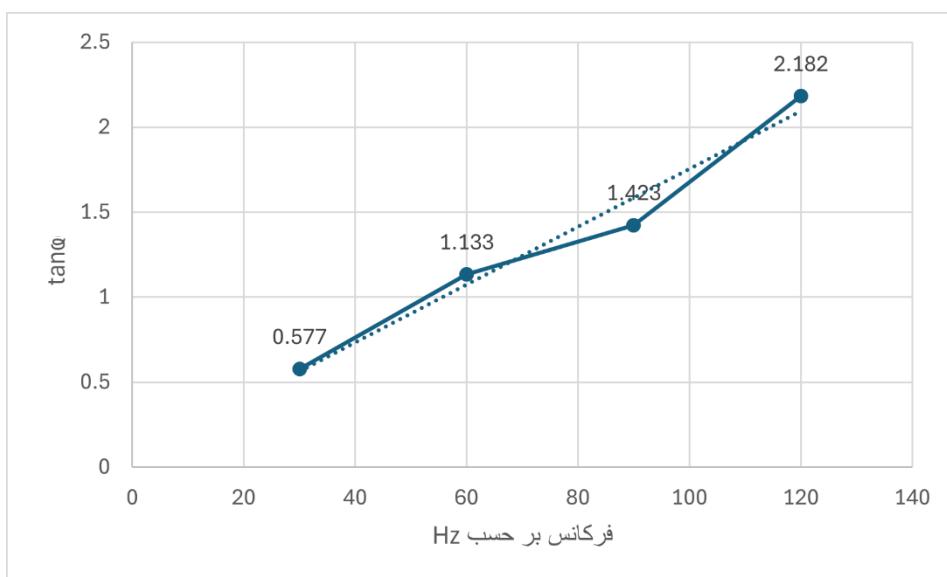
$$\tan \varphi = \frac{x_L}{R} = \frac{L2\pi}{R} f$$

که در این رابطه  $x_L = L2\pi f$  برابر با است.

- جدول داده شده طبق داده‌های به دست آمده در کلاس و با کمک روابط گفته شده به صورت زیر کامل می‌شود:

$f$ (Hz)	30	60	90	120
$\sin \varphi$	0.5	0.75	0.81	0.90
$\tan \varphi$	0.577	1.133	1.423	2.182

- در نتیجه برای نمودار  $\tan \varphi$  بر حسب فرکانس، به صورت زیر خواهیم داشت:



- نمودار تقریبا به صورت خطی است. شیب آن به صورت روش کمترین مربعات به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\bar{f} = \frac{30 + 60 + 90 + 120}{4} = 75 \text{ Hz}$$

$$a = \frac{\sum_1^4 (f_i - \bar{f}) R_i}{\sum_1^4 (f_i - \bar{f})^2} = \frac{(0.57 \times -25.96) + (1.13 \times -16.99) + (1.42 \times 21.34) + (2.18 \times 98.19)}{4500} \approx 0.017 \tan \varphi / \text{Hz}$$

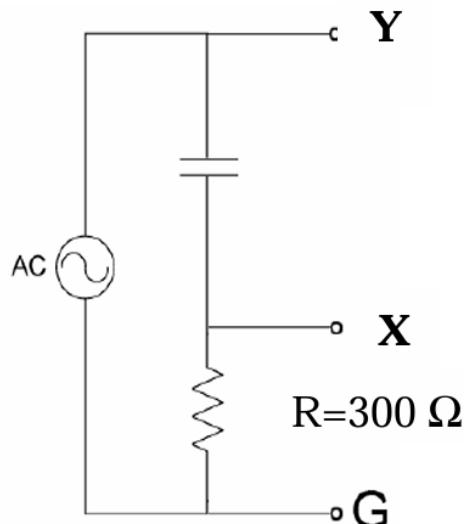
$$a = \frac{L^2\pi}{R}$$

بنابراین ضریف القایی القاگر اینگونه به دست می‌آید:

$$L = \frac{aR}{2\pi} = \frac{0.017 \times 300}{2\pi} \simeq 0.8125$$

**جدول ۳ - تعیین ظرفیت خازن**

هدف در این آزمایش بررسی رابطه ظرفیت خازن و اختلاف فاز  $\varphi$  است. مشابه شکل ۴ مدار را می‌بندیم:



شکل ۴

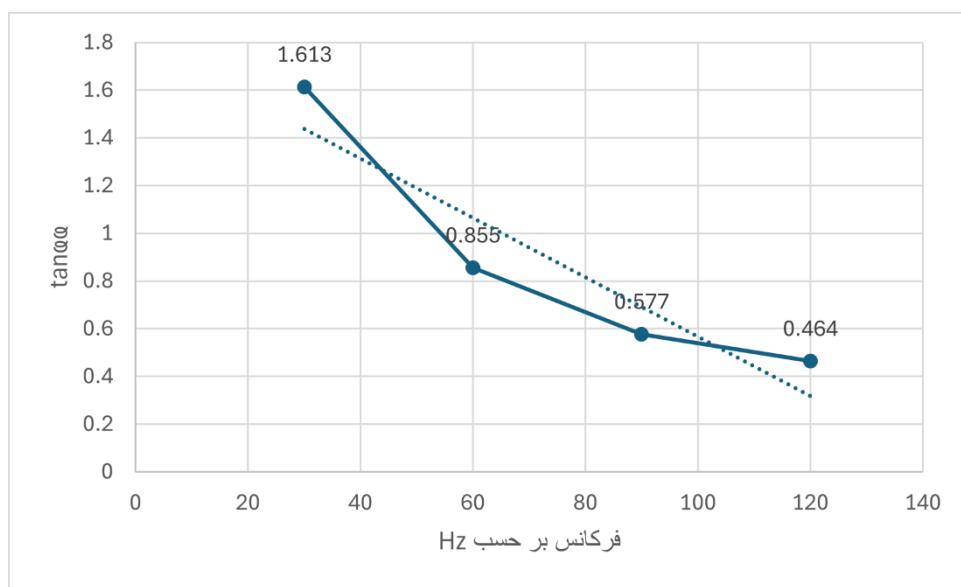
در این بخش نیز مشابه با بخش جدول ۲ a و b را با استفاده از شکل ۳ به گونه‌ای تعریف می‌کنیم تا معادله ۱ برقرار باشد.

- اکنون جدول داده شده طبق داده‌های به دست آمده در کلاس و با کمک معادله ۱، اینگونه کامل می‌شود:

$f$ (Hz)	30	60	90	120
$\sin \varphi$	0.85	0.65	0.5	0.421
$\tan \varphi$	1.613	0.855	0.577	0.464

با توجه به داده‌های به دست آمده، نمودار  $\tan \varphi$  بر حسب فرکانس مطابق شکل صفحه بعد () به دست می‌آید. می‌دانیم که رابطه زیر برقرار هستند:

$$\tan \varphi = \frac{-x_c}{R} = \frac{-1}{C2\pi f R}$$



شکل 5

باتوجه به این رابطه، به دست می‌آوریم:

معادله ۳

$$C = \frac{-1}{a2R\pi}$$

که در آن  $a$  همان شیب نمودار به دست آمده در شکل 5 است. برای به دست آوردن شیب نمودار نیز از روش‌کمترین مربعات استفاده خواهیم کرد:

$$\bar{\frac{1}{f}} = \frac{0.033 + 0.016 + 0.11 + 0.0083}{4} = 0.0172 \text{ } 1/\text{Hz}$$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{\sum_1^4 \left( \frac{1}{f_i} - \bar{\frac{1}{f}} \right) \tan \varphi_i}{\sum_1^4 \left( \frac{1}{f_i} - \bar{\frac{1}{f}} \right)^2} \\
 &= \frac{(0.015 \times 1.613) + (-0.00063 \times 0.855) + (-0.0062 \times 0.577) + (-0.0089 \times 0.464)}{0.000368} \\
 &\approx -46.723 \tan \varphi \Big/ \frac{1}{f}
 \end{aligned}$$

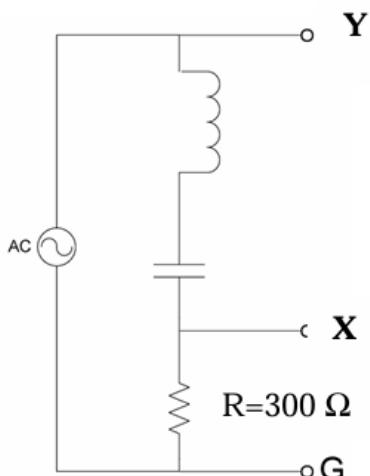
حال با توجه به معادله ۳ ظرفیت خازن را اینگونه محاسبه می کنیم:

$$C = \frac{-1}{a^2 R \pi} = \frac{-1}{-46.723 \times 2 \times 300 \times \pi} \simeq 1.1360 \times 10^{-5} = 11.36 \mu F$$

**جدول ۴ - مدار تشدید**

در نهایت، با استفاده از یک القاگر، خازن  $10\mu F$  و مقاومت  $R = 300\Omega$  مدار شکل زیر را می‌بندیم.

سپس با تغییر فرکانس، فرکانسی که در آن تشدید رخ می‌دهد را به دست می‌آوریم. (تشدید زمانی رخ می‌دهد که بیضی منحی لیساژو به خط صاف تبدیل شود.)

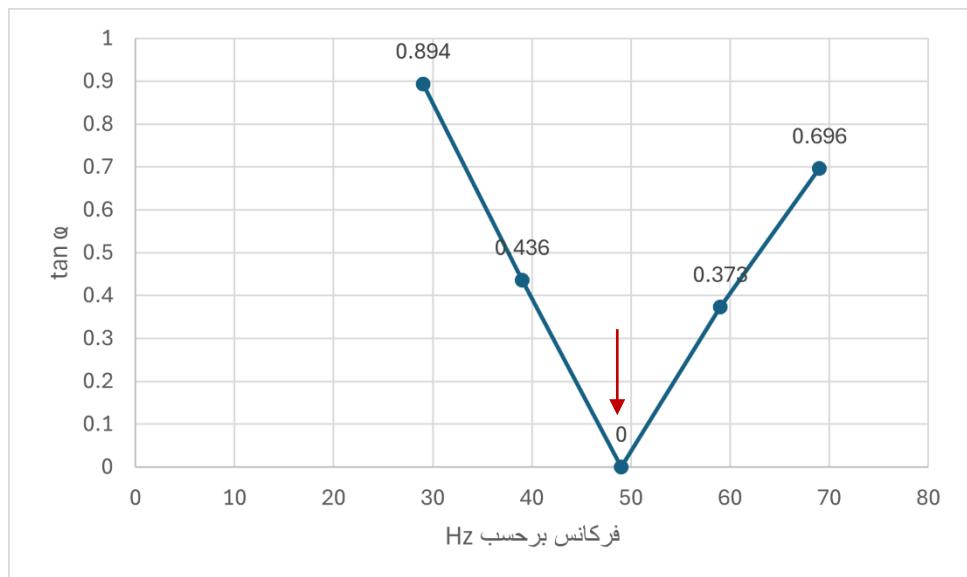


شکل 6

- جدول داده شده با توجه به داده‌ها اینگونه تکمیل می‌شود:

$f$	29	39	49	59	69
$\sin \varphi$	0.666	0.4	صفر	0.35	0.571
$\tan \varphi$	0.894	0.436	صفر	0.373	0.696

منحنی نمایش نمودار  $\tan \varphi$  بر حسب فرکانس در شکل صفحه بعد آمده است.



شکل 7

قسمتی از نمودار که مربوط به فرکانس تشدید است با پیکان قرمز رنگ مشخص شده است (که همان برابر با  $Hz^{49}$  است). اختلاف فاز در اطراف نقطه تشدید خطی دیده می‌شود. از آنجایی که  $\tan \varphi = \frac{x_L - x_C}{R}$ ، وقتی نزدیک فرکانس تشدید می‌شویم، اختلاف فاز وابسته به  $\omega L - \frac{1}{\omega C}$  می‌شود که رابطه‌ای تقریباً خطی از فرکانس است. همچنین نمودار فاز نسبت فرکانس اطراف تشدید شکل متقارن دارد و شبیب و طرف تقریباً برابر است. تاثیر مقاومت در این شبیب، نرم و یا تند بودن آن است. هرچه مقاومت بیشتر باشد تغییر فاز نرم تر و هرچه مقاومت کمتر باشد، تغییر فاز تند تر رخ خواهد داد.

سوالات:

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

در مدارهای AC، فاز بین ولتاژ و جریان به این بین می‌گردد که عنصر مدار انرژی را ذخیره می‌کند یا انرژی را مصرف می‌کند. در مقاومت چون عنصر مصرف‌کننده انرژی است، ولتاژ و جریان هم فاز هستند.

در مدارهای RL (شامل یک القاگر و یک مقاومت)، ولتاژ جلوتر از جریان است. این مربوط به رفتار فیزیکی سلف است.

$$\text{رابطه اصلی: } \frac{di}{dt}L = V_L$$

این رابطه به این معناست که جریان نمی‌تواند دقیقاً همزمان با ولتاژ تغییر کند. (دیر تر تغییر می‌کند).

2. چرا هنگامی که مدار شامل یک خازن و یک مقاومت به طور سری باشد، ولتاژ نسبت به جریان، تاخیر فاز دارد؟

همچنین در مورد مدارهای RC (شامل خازن و مقاومت) نیز ویژگی مشابهی داریم. با این تفاوت که ولتاژ از جریان عقب تر می‌افتد. زیر رابطه اصلی در این مدارها اینگونه است:

$$\frac{dv}{dt}C = i_C$$

این رابطه به ما نشان می‌دهد که ولتاژ نمی‌تواند همزمان با جریان تغییر کند و دیرتر تغییر می‌کند.

3. فرکانس تشدید چه رابطه‌ای با پارامترهای  $C, R, L$  دارد؟ توضیح دهد؟

در یک مدار RLC (شامل القاگر، خازن و مقاومت)، تشدید زمانی رخ می‌دهد که راکتانس سلف و راکتانس خازن برابر شوند.

$$X_C = X_L$$

در این حالت امپدانس مدار فقط مقاومتی می‌شود. فاز ولتاژ و جریان یکی می‌شود. انرژی بین L و C نوسان می‌کند.

پس طبق رابطه شرط تشدید داریم که :

$$X_C = X_L \rightarrow \frac{1}{2\pi f_0 C} = 2\pi f_0 L \rightarrow f_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}2\pi}$$

این یعنی فرکانس تشدید تنها و تنها به  $L$  و  $C$  ربط دارد. همچنین  $R$  تعیین کننده تیزی تشدید ( $Q$ )، دامنه پاسخ و میرایی مدار است.