



آزمایشگاه فیزیک عمومی ۲

دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف

دستیار آموزشی: سرکار خانم صدری

پاییز ۱۴۰۲



دوشنبه صبح - گروه A۴

معین آعلی - ۴۰۱۱۰۵۵۶۱

امیرحسین صوری - ۴۰۱۱۰۶۱۸۲

فهرست عناوین

| | | |
|---|------|---|
| عنوان آزمایش: | ۱. | ۲ |
| هدف آزمایش: | ۲. | ۲ |
| وسایل مورد نیاز برای آزمایش: | ۳. | ۲ |
| نکاتی که باید حین آزمایش مورد توجه قرار گیرند: | ۴. | ۲ |
| شرح آزمایش: | ۵. | ۳ |
| تعیین فرکانس موج با استفاده از منحنی‌های لیسازو | ۵.۱. | ۳ |
| تعیین ضریب خودالقایی القاگر (L) | ۵.۲. | ۳ |
| تعیین ظرفیت خازن (C) | ۵.۳. | ۴ |
| مدار تشدید | ۵.۴. | ۵ |
| پرسش‌ها | ۶. | ۶ |

۱. عنوان آزمایش:

مشاهده منحنی‌های لیسازو و مطالعه مدارها با جریان متناوب.

۲. هدف آزمایش:

استفاده از اسیلوسکوپ برای مشاهده منحنی‌های لیسازو و مطالعه مدارها با جریان متناوب.

۳. وسایل مورد نیاز برای آزمایش:

- نوسان‌ساز (اسیلاتور)
- اسیلوسکوپ
- منبع تغذیه ۶ ولت با فرکانس مجهول
- جعبه مقاومت
- خازن
- القاگر
- سیم رابط

۴. نکاتی که باید حین آزمایش مورد توجه قرار گیرند:

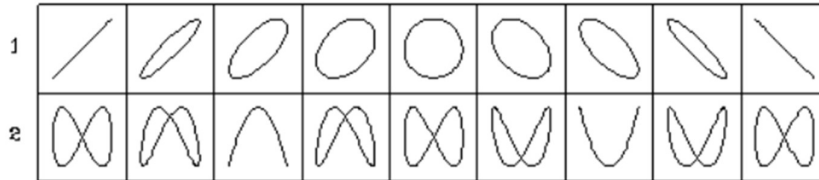
- با توجه به پیچیدگی مدار باید اطمینان حاصل کرد که سیم‌ها به درستی به یکدیگر وصل شده‌اند.
- زمین (ground) اسیلوسکوپ و اسیلاتور و منبع تغذیه هر سه باید به یکدیگر متصل باشند.
- از اتصال سیم منفی و مثبت به یکدیگر خودداری شود، امکان جرقه و آتش‌سوزی وجود دارد.
- از درست بودن واحد فرکانس روی نوسان‌ساز اطمینان حاصل کنید.
- پیش از اندازه‌گیری از روی نوسان‌نما، مطمئن شوید که نقطه‌ی اولیه روی مرکز قرار دارد.

۵. شرح آزمایش:

۵/۱. تعیین فرکانس موج با استفاده از منحنی‌های لیسازو

| فرکانس نوسان ساز | ۵۰ Hz | ۵۰ Hz |
|-------------------|-------|-------|
| $\frac{N_X}{N_Y}$ | ۱ | ۲ |
| فرکانس مجهول | ۵۰ | ۵۰ |

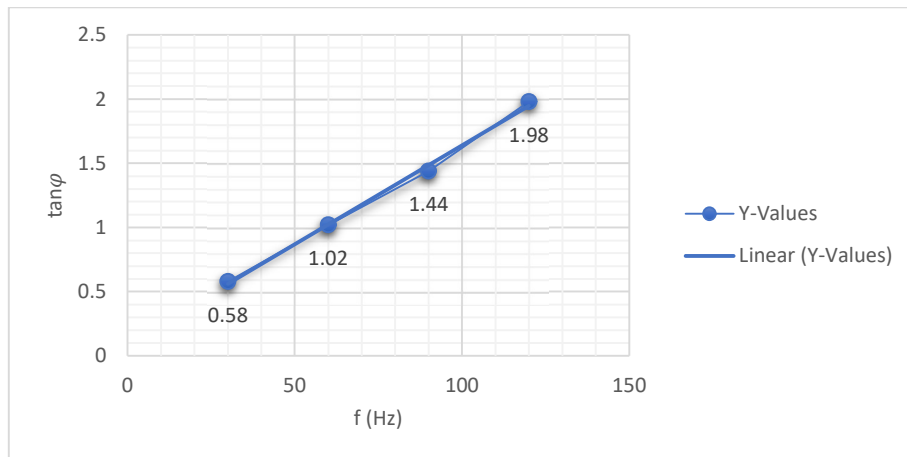
حالت‌های مشاهده شده:



۵/۲. تعیین ضریب خودالقایی القاگر (L)

نتیجه مشاهدات:

| f (Hz) | ۳۰ | ۶۰ | ۹۰ | ۱۲۰ |
|---------------|------|------|------|------|
| sin φ | ۰.۵۰ | ۰.۷۱ | ۰.۸۲ | ۰.۸۹ |
| tan φ | ۰.۵۸ | ۱.۰۲ | ۱.۴۴ | ۱.۹۸ |
| a | ۰.۶۵ | ۱ | ۱.۱۵ | ۱.۲۵ |
| b | ۱.۳ | ۱.۴ | ۱.۴ | ۱.۴ |

منحنی تغییرات تانژانت φ بر حسب فرکانس:

ابتدا شیب را به کمک روش کمترین مجموع مربعات به دست می‌آوریم:

$$\bar{x} = \frac{30 + 60 + 90 + 120}{4} = 75$$

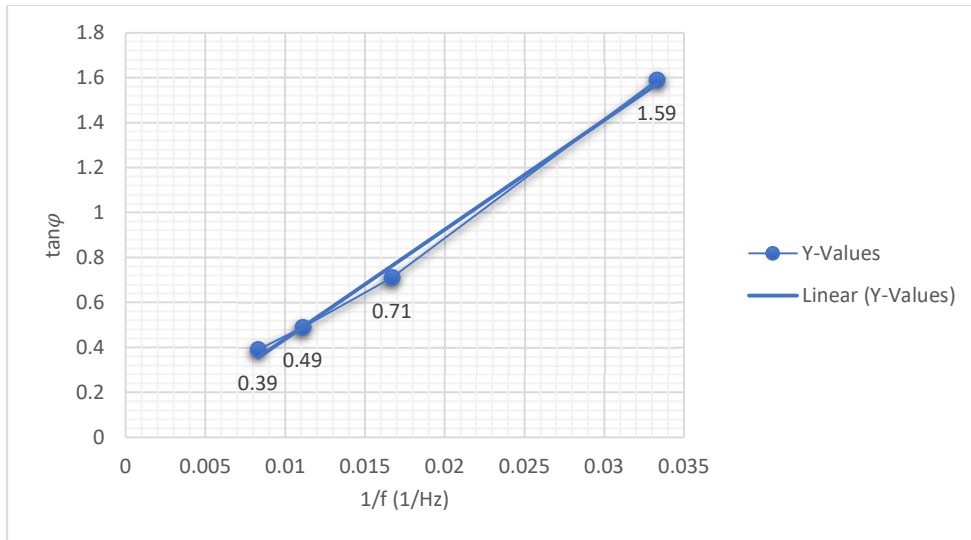
$$m = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) y_i}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{-26.1 - 15.3 + 21.6 + 19.1}{20.25 + 22.5 + 22.5 + 20.25} = 0.154$$

$$m = \frac{\tan \varphi}{f} = \frac{X_L}{Rf} = \frac{L\omega}{Rf} = \frac{L \cdot 2\pi f}{Rf} = \frac{2\pi L}{R} \rightarrow L = \frac{mR}{2\pi} = \frac{0.154 \times 300}{2\pi} = 0.74 \text{ H}$$

۵/۳. تعیین ظرفیت خازن (C)

نتیجه مشاهدات:

| f (Hz) | ۳۰ | ۶۰ | ۹۰ | ۱۲۰ |
|----------------|------|------|------|------|
| $\sin \varphi$ | ۰.۸۵ | ۰.۵۸ | ۰.۴۴ | ۰.۳۶ |
| $\tan \varphi$ | ۱.۵۹ | ۰.۷۱ | ۰.۴۹ | ۰.۳۹ |
| a | ۱.۱ | ۰.۷۵ | ۰.۵۵ | ۰.۴۵ |
| b | ۱.۳ | ۱.۳ | ۱.۲۵ | ۱.۲۵ |

منحنی تغییرات تانژانت φ بر حسب معکوس فرکانس:

ابتدا شیب را به کمک روش کمترین مجموع مربعات به دست می‌آوریم:

$$\bar{x} = \frac{0.008 + 0.011 + 0.017 + 0.033}{4} = 0.017$$

$$m = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) y_i}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 47$$

$$m = \frac{\tan \varphi}{\frac{1}{f}} = f \tan \varphi = \frac{-f X_C}{R} = \frac{f}{C \omega R} = \frac{f}{C \cdot 2\pi f R} = \frac{1}{2\pi C R} \rightarrow C = \frac{1}{2\pi m R} = \frac{1}{2\pi \times 47 \times 300} = 11.28 \mu F$$

۵/۴. مدار تشدید

| f | ۲۷.۵ | ۳۷.۵ | ۴۷.۵ | ۵۷.۵ | ۶۷.۵ |
|-------|------|------|------|------|------|
| sin φ | ۰.۶۴ | ۰.۳۳ | ۰ | ۰.۲۳ | ۰.۴۴ |
| tan φ | ۰.۸۴ | ۰.۳۵ | ۰ | ۰.۲۴ | ۰.۵۰ |

طبق رابطه فرکانس تشدید $x_L - x_C = 0$ داریم:

$$x_L - x_C = 0 \rightarrow \tan \varphi = \frac{x_L - x_C}{R} = 0$$

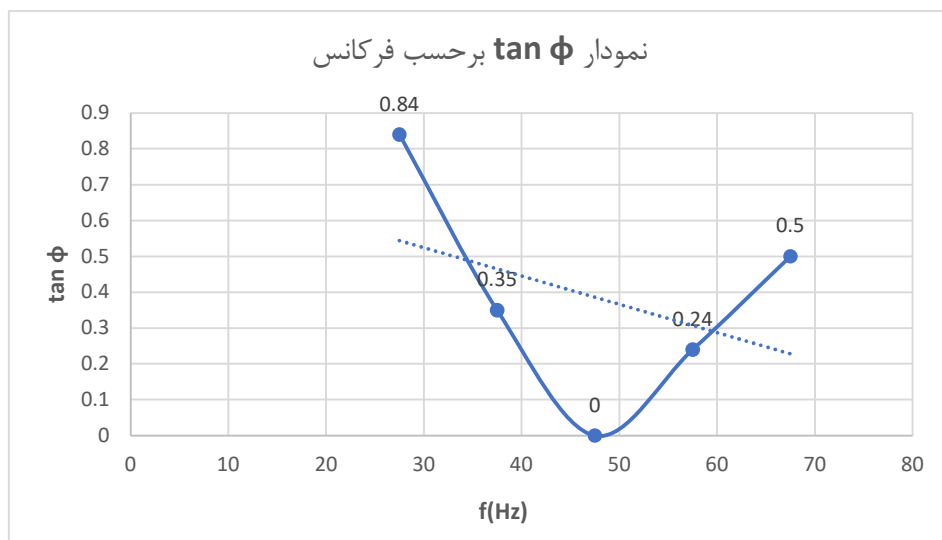
$$\sin \varphi = 0$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} > 0$$

حال، با توجه به ویژگی‌های فرکانس تشدید داریم:

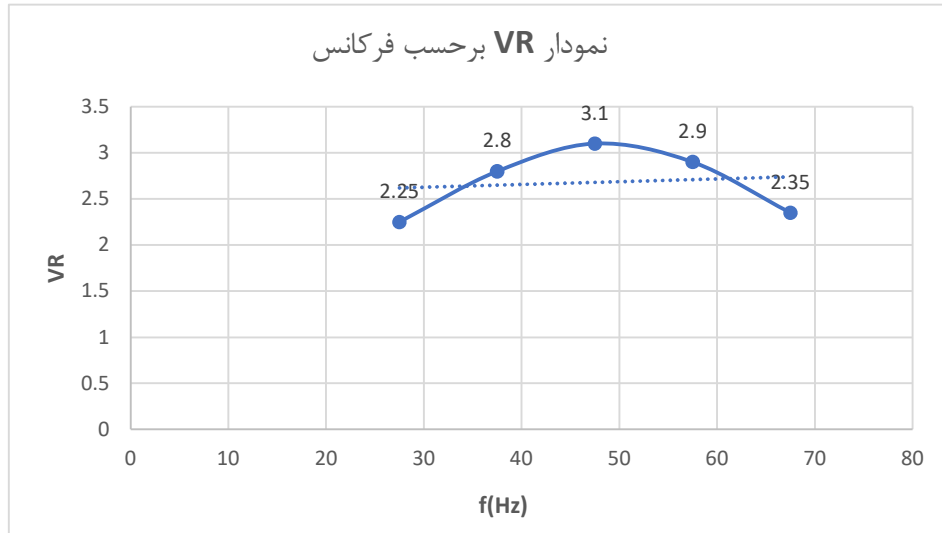
$$f < f_{res} \rightarrow \begin{cases} \sin \varphi < 0 \\ \tan \varphi < 0 \end{cases}$$

$$f \geq f_{res} \rightarrow \begin{cases} \sin \varphi \geq 0 \\ \tan \varphi \geq 0 \end{cases}$$



در نقطه‌ی اکسترمم نمودار، تشدید رخ می‌دهد و تانژانت برابر ۰ است.

| f (Hz) | ۲۷.۵ | ۳۷.۵ | ۴۷.۵ | ۵۷.۵ | ۶۷.۵ |
|--------------------|------|------|------|------|------|
| V _R (V) | ۲.۲۵ | ۲.۸ | ۳.۱ | ۲.۹ | ۲.۳۵ |



۶. پرسش‌ها

- جریان گذرنده از مدار طبق رابطه زیر و با توجه با امپدانس $Lj\omega$ تعریف می‌شود:

$$V = (R + Lj\omega)I \Rightarrow I = \frac{v}{R + Lj\omega}$$

اندازه $\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{L\omega}{R} \right)$ و چون این زاویه همواره مثبت است. میتوانیم نتیجه بگیریم که زاویه فازور ولتاژ از فازور جریان به اندازه φ بیشتر است و ولتاژنسبت به جریان تقدم فاز دارد.

- جریان گذرنده از مدار طبق رابطه زیر و با توجه با امپدانس $\frac{-j}{C\omega}$ تعریف می‌شود:

$$V = \left(R - \frac{j}{C\omega} \right) I \Rightarrow I = \frac{v}{R - \frac{j}{C\omega}}$$

جریان به اندازه $\varphi = -\tan^{-1} \left(\frac{1}{RC\omega} \right)$ و چون این زاویه همواره منفی است. میتوانیم نتیجه بگیریم که زاویه فازور ولتاژ از فازور جریان به اندازه φ کمتر است و ولتاژ نسبت به جریان تاخیر فاز دارد.

- اگر روابط زیر را در رابطه فرکانس تشدید $X_L - X_C = 0$ قرار دهیم:

$$X_L = L\omega$$

$$X_C = \frac{1}{C\omega}$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} = 2\pi f \Rightarrow f = \sqrt{\frac{1}{LC \times 4\pi^2}}$$