آزمایش شمارهٔ۹

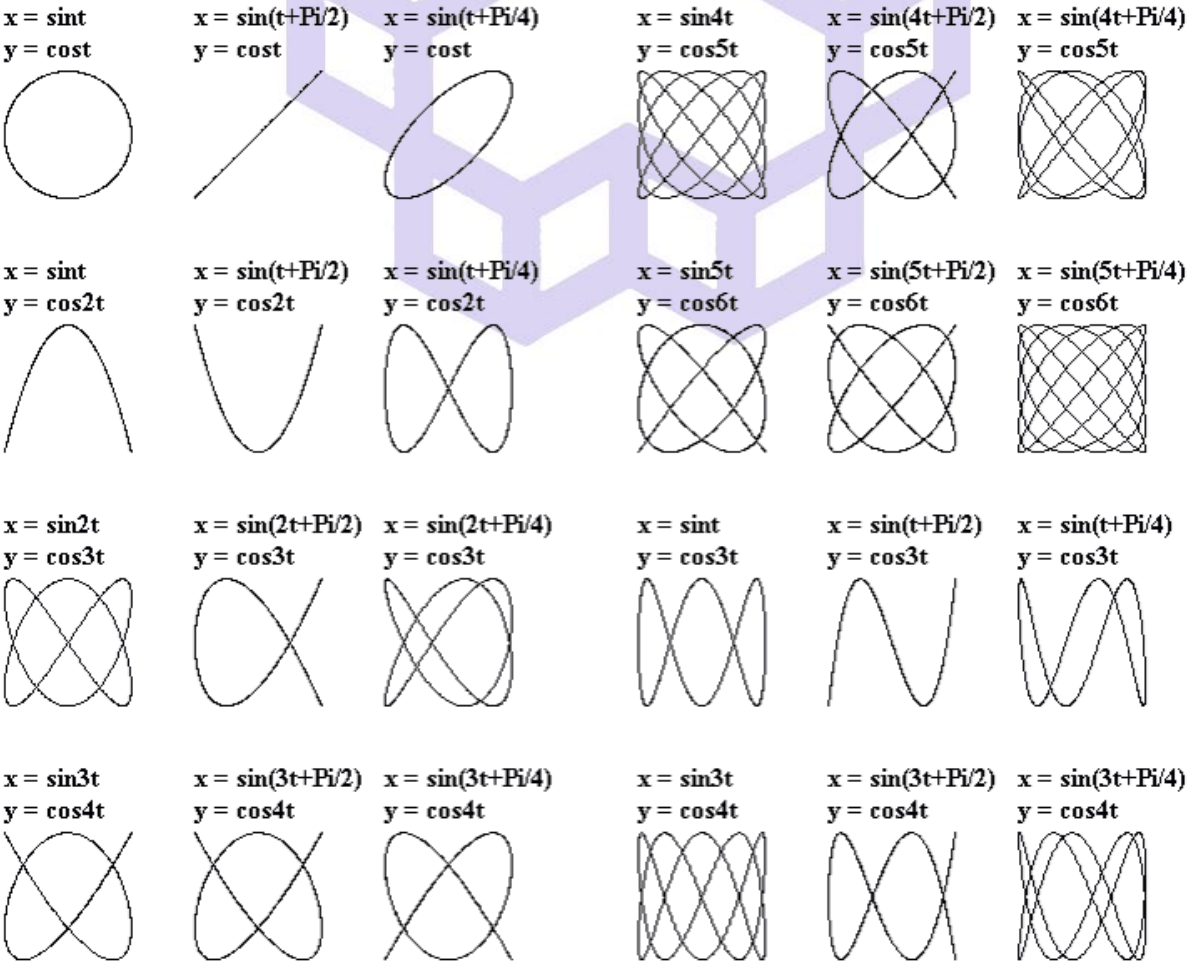
استفاده از منحنی‌های لیساژو برای اندازه‌گیری اختلاف فاز دو سیگنال سینوسی

هدف آزمایش

برای تشکیل منحنی لیساژو باید کلید انتخاب کننده زمان روی وضعیت X-Y باشد. در این صورت ولتاژهای V_X و V_Y را به ورودی های CH1و CH2 وصل می‌شوند. در اینصورت اسیلوسکوپ زمان را بین دو ورودی حذف می‌کند.

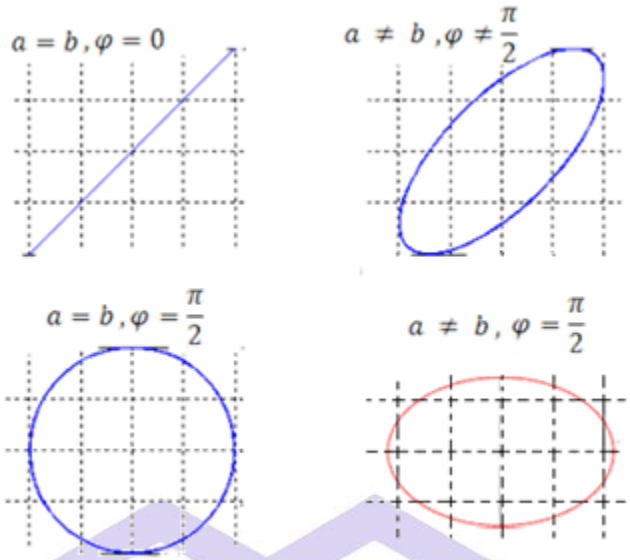
$$V_X = A\sin(\omega_1 t) \quad V_Y = B\sin(\omega_2 t - \varphi)$$

(φ =اختلاف فاز دو سیگنال می باشد). اگر $\mathbf{V_X}$ خطی باشد در آنصورت تابع $\mathbf{V_Y}$ دیده خواهد شد و بالعکس. با حذف زمان بین دو تابع سینوسی و بسته به مقادیر فرکانسهای $\mathbf{f_1}$ و $\mathbf{f_2}$ شکلهای مختلفی روی اسکوپ مشاهده خواهد شد که به منحنی لیساژو معروفند. شکل زیر منحنی‌های لیساژو را با در نظر گرفتن نسبت‌های مختلف فرکانس و اختلاف فازهای مختلف نشان می دهد.



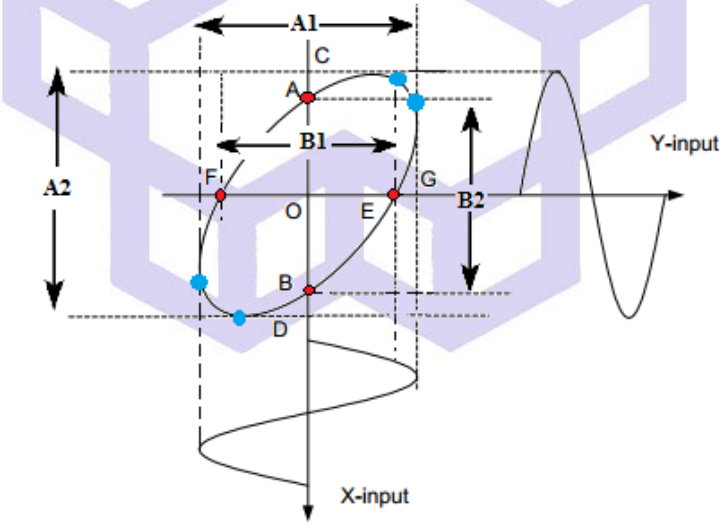
علاوه بر این، با استفاده از منحنی‌های لیساژو می توان به روش مقایسه‌ایی، خطای دستگاه اندازه‌گیری را تقریبا حذف نمود.

در حالتیکه $f_1 = f_2$ باشد: با توجه به دامنه و اختلاف فاز بین دو ولتاژ، اشکال زیر بدست می‌آیند:



با توجه به معادله ولتاژهای اعمال شده ، برای بدست‌آوردن اختلاف فاز بین دو موج X و Y به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$X = a\sin(\omega t)\ , Y = b\sin(\omega t - \varphi)$$



۱) مختصات روی محور $\mathbf{X}$:

$$\text{if } Y = 0 \implies \sin(\omega t - \varphi) = 0 \implies \omega t = \varphi$$

$$E\begin{vmatrix} a\sin(|\varphi|) \\ 0 \end{vmatrix}, G\begin{vmatrix} a \\ 0 \end{vmatrix} \rightarrow \sin(\varphi) = \frac{OE}{OG} = \frac{2OE}{2OG} = \frac{B1}{A1} \rightarrow \varphi = \sin^{-1}\left(\frac{B1}{A1}\right)$$

۲) مختصات روی محور $\mathbf{Y}$:

$$\text{if } X = 0 \implies \omega t = 0 \implies Y = b\sin(\varphi)$$

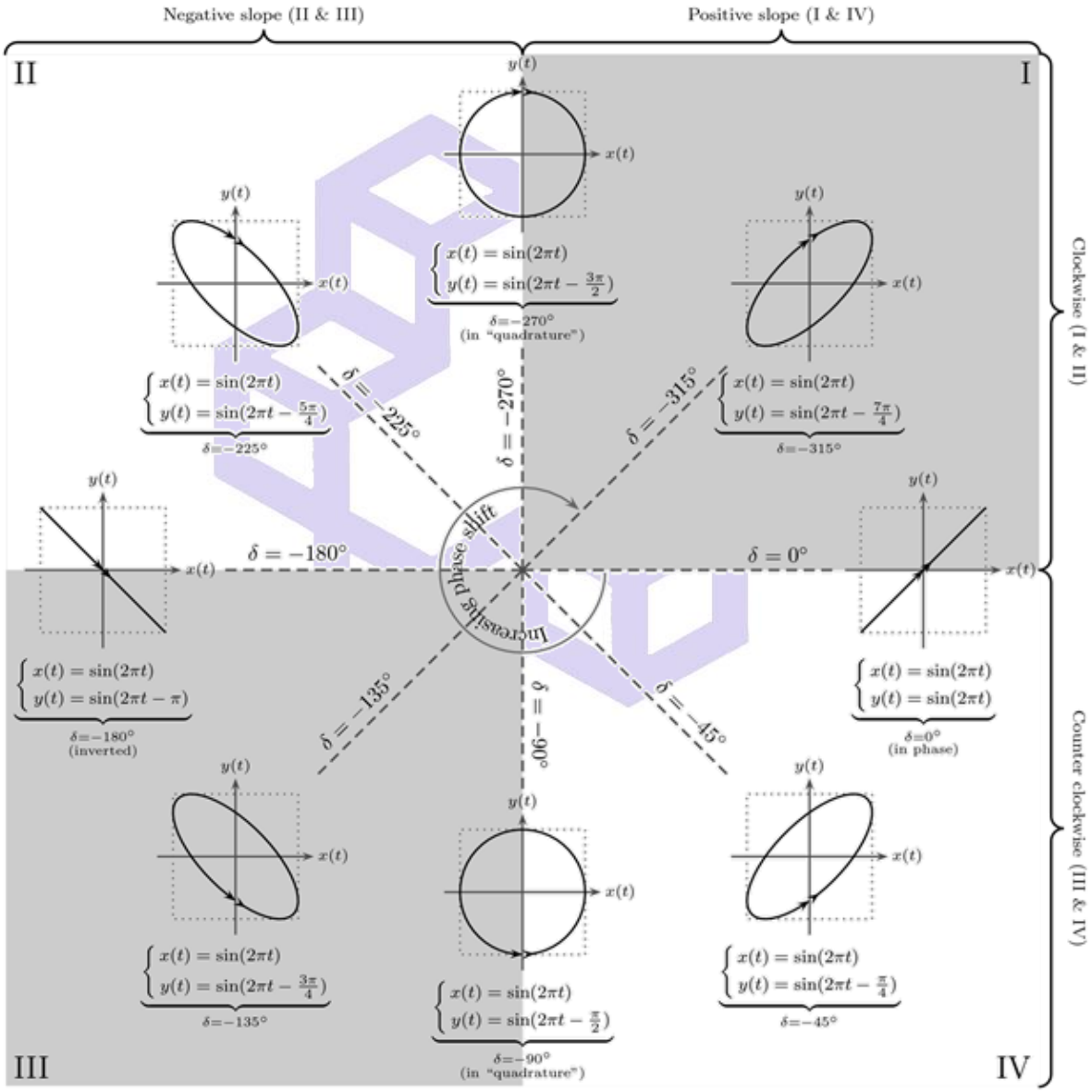
$$A\begin{vmatrix} 0 \\ b\sin(|\varphi|) \end{vmatrix}, C\begin{vmatrix} 0 \\ b \end{vmatrix} \rightarrow \sin(\varphi) = \frac{OA}{OC} = \frac{2OA}{2OC} = \frac{B2}{A2} \rightarrow \varphi = \sin^{-1}\left(\frac{B2}{A2}\right)$$

از مقایسه روابط ۱و ۲ خواهیم داشت:

$$|\varphi| = \sin^{-1}\left(\frac{B1}{A1}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{B2}{A2}\right) \Longrightarrow\Longrightarrow \frac{B1}{A1} = \frac{B2}{A2}$$

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که حساسیت محورهای X و Y در محاسبه φ، بی‌تاثیر است.

در اینجا مسئله پیش فاز یا پس فاز بودن دو سیگنال نسبت به یکدیگر به علت استفاده از قدرمطلق اختلاف فاز، در نظر گرفته نشده است.

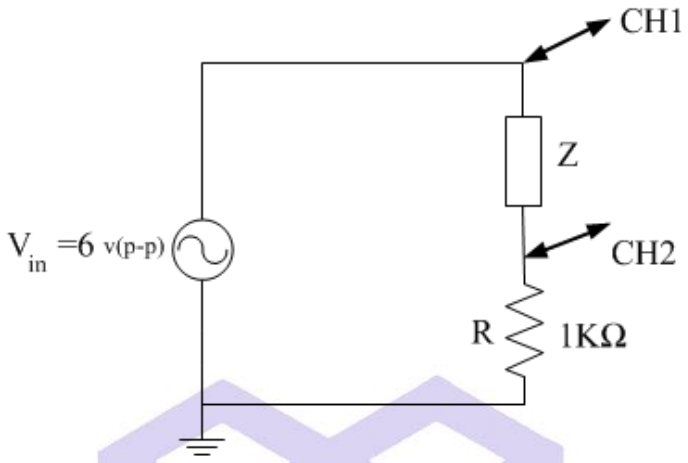


در حالتیکه $f_1 \neq f_2$ باشد: اشکال مختلفی دیده می‌شود که خارج از بحث این آزمایشگاه می‌باشد. مدرس گرامی با توجه به زمان کلاس می تواند آنرا با دو عدد سیگنال ژنراتور در فرکانس‌های متفاوت، تدریس نماید.

شرح آزمایش(۹-۱)

اندازه گیری اختلاف فاز بین ولتاژ و جریان دوسر مقاومت، خازن وسلف از طریق حوزه زمانی توسط اسیلوسکوپ

مدار زیر را بسته و موج سینوسی با دامنه 6 V(p-p) به مدار اعمال کرده و سپس جدول را کامل نمایید.



Sinuous Wave	Z	$F = 100Hz$ $\varphi^\circ = ?$	$F = 1\ KHz$ $\varphi^\circ = ?$	$F = 10\ KHz$ $\varphi^\circ = ?$
A	$R = 20K\Omega$	.....	.....	.....
B	$C = 10nF\ (X_C)$		.....	.....
C	$L = 10m\ H\ (X_L)$	.....	.....	

سؤال

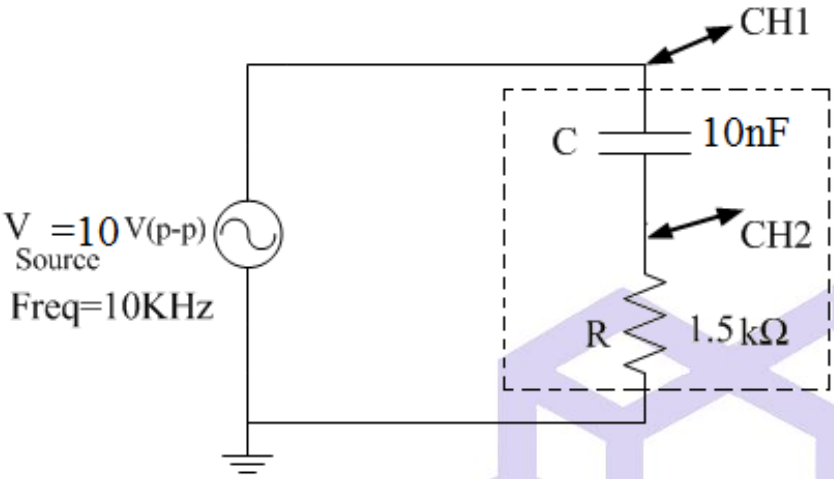
۱) در مرحله **B** و **C** ، اختلاف فاز را از رابطه تئوری $\tan\varphi = \frac{L\omega}{R}$ و $\tan\varphi = \frac{1}{\omega RC}$ بدست آورده و مقدار آنرا با مقادیر عملی و نتایج بدست آمده در جدول مقایسه نمایید. علت تفاوت بین آنها را توضیح دهید.

۲) نوع مدار و همچنین نوع فیلتری که می‌توان این مدارها را به آنها تشبیه نمود را در مرحله **B** و **C** با توضیح کامل ذکر نمایید.

شرح آزمایش(۹-۲)

اندازه گیری اختلاف فاز دو موج توسط اسیلوسکوپ و منحنی لیساژو(LISSAJOUS)

مدار شکل زیر را بسته و برای دیدن منحنی لیساژو، سلکتور **Time/Division** در حالت X-Y قرار دهید. سپس اختلاف فاز بین V_R و V_{in} را بدست آورید ومنحنی لیساژو را رسم کنید.



F	۱۰ (KHZ)
$\varphi^{\circ} = \sin^{-1}\left(\frac{B1}{A1}\right)$	.....
$\varphi^{\circ} = \sin^{-1}\left(\frac{B2}{A2}\right)$	.....

سؤال

مقدار خازن **C** را بگونه‌ایی محاسبه نمایید که $X_C \gg 1K\Omega$ شود، در این صورت چه تغییری در قطرهای منحنی بیضی شکل در صفحه اسیلوسکوپ مشاهده می شود؟