



اسیلوسکوپ

دستگاه اسیلوسکوپ یا نوسان نگار برای مطالعه شکل یک نوسان و مشخصات دیگر آن مثل: پریود، طول موج، فرکانس، ولتاژ بکار میرود. این وسیله همچنین می تواند جهت اندازه گیری جریان مستقیم (DC) بکار برده شود.

ساختمان اسیلوسکوپ:

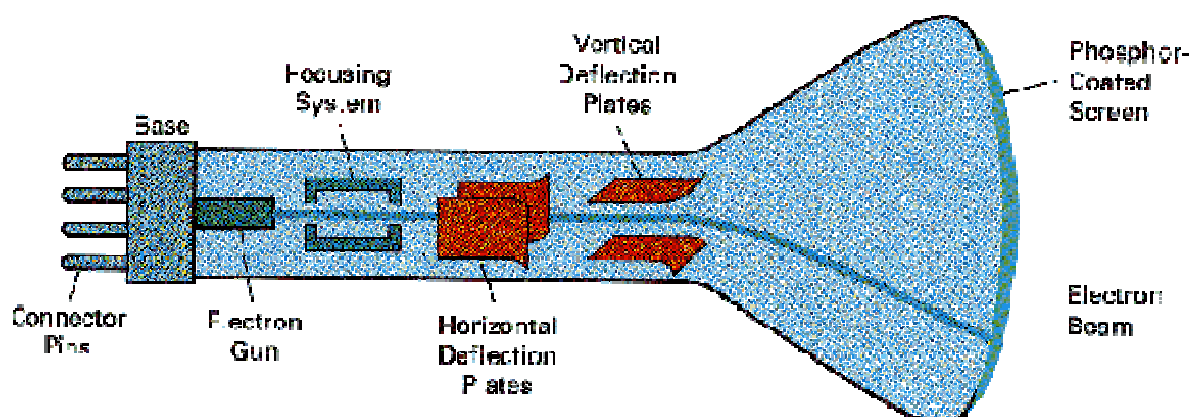
اسیلوسکوپ تشکیل شده است از یک تیوپ یا یویه کاتودی یا لامپ پرتو کاتودی (C.R.O - Cathode Ray Oscilloscope)

لامپ پرتو کاتدی دارای سه بخش است:

الف) تفنگ الکترونی که برای تولید کردن باریکه الکترونی است.

ب) سیستمی برای انحراف الکترون.

ج) پرده ای با اندودی از ماده ای شیمیایی که انرژی باریکه را به انرژی نور مرئی تبدیل می کند. این اجزاء در یک محفظه شیشه ایی تخلیه شده جای داده می شوند. شکل زیر یک لامپ پرتو کاتدی را نشان می دهد.



کلیدهای اسیلوسکوپ

کلید های این دستگاه را می توان به چهار قسمت طبقه بندی کرد.

1. گروه کنترل
2. گروه کنترل عمودی
3. گروه کنترل افقی
4. گروه کنترل تریگر

گروه کنترل شامل:

الف) **کلید روشن و خاموش:** این کلید که با power مشخص می شود برای روشن و خاموش کردن است. پس از روشن کردن چند ثانیه طول می کشد تا اسیلوسکوپ به حالت عادی خود برگردد.

ب) **کلید شدت (Intensity):** این کلید برای کنترل میزان روشنایی نقطه نورانی است

پ) **کلید تمرکز اشعه:** این کلید با FOCUS نمایان است و برای تنظیم نقطه نورانی بکار می رود.

گروه کنترل عمودی:

که برای موقعیت و وضعیت عمودی اشعه است شامل:

الف) **کلید INPUT:** این کلید محل ورودی سیگنال به اسیلوسکوپ است و به صورت یک سوکت BNC می باشد. سیگنال توسط یک سیم کواکسیال به این رابط BNC وصل می شود.

ب) **کلید انتخاب ورودی:** این کلید دارای سه وضعیت AC-GND-DC است و نحوه ارتباط سیگنال ورودی ره به داخل اسیلوسکوپ تعیین می کند. اگر کلید در حالت AC قرار گیرد تنها قسمت متناوب سیگنال ورودی به مدارات اسیلوسکوپ می رود. اگر در حالت DC قرار گیرد مقادیر DC موج را که به همراه دارد به مدارهای داخلی وصل می کند در حالت GNC ورودی تقویت کننده به زمین وصل می شود.

پ) **موقعیت عمودی:** که با کلید position مشخص شده است میتواند اشعه را در راستای عمودی حرکت دهد.

ت) **کلید VOLTS/DIV** یا زمان بر قسمت یا تضعیف کننده مرحله ای: میدانیم که بهره تقویت کننده اسیلوسکوپ بایستی قابل تغییر باشد تا بتواند سیگنال های مختلف با دامنه های متفاوت رت روی صفحه نمایش دهد و از صفحه خارج نشود. این کلید که با VOLTS/DIV مشخص شده است وقتی سیگنال به ورودی اعمال شود و روی صفحه اسیلوسکوپ نمایش داده شود، مقدار واقعی آن به بعدد تقسیمات که روی صفحه اشغال شده و مقدار تضعیف کننده بستگی دارد. برای مثال یک سیگنال به شرح زیر بدست می آید.

تقسیم 6.4 = دامنه پیک تا پیک روی صفحه.

(قسمت/ولت) 0.2 = مقدار تضعیف کننده.

$$6.4 * 0.2 = 1.28 = \text{مقدار واقعی.}$$

علاوه بر تضعیف کننده مرحله ایی که بصورت پله ایی تغییر می کند روی این کلید، یک ولوم قرمز رنگ وجود دارد که به صورت پیوسته تغییر می کند که همیشه بایستی در وضعیتی قرار گیرد که موج را یک برابر کند، تا بتوانیم اندازه گیری دقیقی داشته باشیم.

گروه کنترل افقی:

این گروه کلید ها تعیین کننده وضعیت انحرافی افقی اشعه و نحوه جاروب صفحه اسیلوسکوپ هستند و شامل کلید های زیر است.

الف) جاروب افقی: که با SEC/DIV یا زمان بر قسمت مشخص شده است این کلید اصلی ترین کلید کنتری افقی است و برای کنترل زمان حرکت اشعه در مسیر افقی صفحه است و نشان می دهد که چقدر زمان طول می کشد تا اشعه یک قسمت روی صفحه را طی کند این کلید بر حسب ثانیه به تقسیم (SEC/DIV) یا میلی ثانیه به تقسیم (MSEC/DIV) و میکرو ثانیه به تقسیم (μSEC/DIV) تنظیم شده است. و به صورت ناپیوسته حرکت داده می شود بدین ترتیب می توان با اندازه گیری تعداد تقسیمات افقی که یک موج کامل اشغال کرده طول موج و در نتیجه فرکانس موج را محاسبه کرد، مثلاً در همان شکل قبلی محاسبات چنین است:

تقسیم 4.8 = تعداد تقسیمات یک موج.

ثانیه 0.2 = کلید کنترل جاروب افقی.

ثانیه 0.096 = $0.2 * 4.8$ = زمان تناوب یک سیکل کامل.

هرتز $1.04 = 1/0.096$ = زمان تناوب / 1 = فرکانس.

البته روی کلید جاروب افقی (SEC/DIV) یک کلید پیچشی قرمز رنگ دیگر وجود دارد که بجای تغییرات پله ایی امکان تغییرات پیوسته را ایجاد می کند.

ب) **موقعیت افقی:** این کلید position نشان داده شده است که برای تغییر افقی سیگنال به چپ و راست به کار می رود و از آن برای دقت در اندازه گیری تقسیمات افقی یک سیگنال بکار می برند.

پ) **چند برابر کننده:** اگر جاروی افقی بر روی این کلید قرار داشته باشد مثلا (MEG10 *) آنگاه جاروب با سرعت 10 برابر یعنی MSEC/DIV1 حرکت می کند.

ت) **کلید SWEEP MODE یا حالت های مختلف جاروب:** که با MODE مشخص شده است این کلید دارای سه حالت AUTO و NORM و X-Y است.

در حالت AUTO حتی اگر سیگنال ورودی وصل نباشد جاروب افقی به صورت متناوب انجام می گردد و در حالت NORM حتما باید سیگنال ورودی باشد تا جاروب افقی انجام شود و گرنه صفحه اسیلوسکوپ تاریک است در حالت X-Y مدار تریگر قطع شده و از کانال های 1 و 2 به عنوان محور X (افقی) و محور Y (عمودی) استفاده می شود.

گروه کنترل تریگر:

تریگر در ایکترونیک به آتش کردن و یا تحریک کردن معنی شده است در اسیلوسکوپ به معنی زمان شروع جاروب افقی است. در مدل های قدیمی اسیلوسکوپ این زمان به صورت ثابت صورت می گیرد یعنی مدار تریگر را طوری تنظیم می کردند که هرگاه سیگنال ورودی در جای خاصی باشد؛ مثلا در حال عبور از صفر به سمت یک مقدار مثبت (شروع سیکل مثبت) است مدار تریگر تحریک شده و جاروب افقی صورت می گیرد. در نتیجه همیشه سیگنال ورودی از شروع سیکل مثبت بر روی صفحه نمایش داده می

شود. به این گونه اسیلوسکوپ نوع تریگر داخلی ثابت می گویند در مدار های جدید تریگر قابل کنترل است و می توان در یک زاویه مشخص از سیگنال ورودی مدار تریگر را به کار انداخت ات سیگنال ورودی از آن لحظه به بعد دیده شود.

قسمت کنترل تریگر دارای کلیدهای زیر است:

الف) سطح تریگر که با LEVEL مشخص می شود. توسط این کلید چرخان می توان زمان شروع تریگر را طوری تنظیم کرد که مطابق باشد با زمان یک دامنه مشخص از سیگنال ورودی، دامنه سیگنال مورد نظر میتواند منفی؛ مثبت یا صفر باشد.

ب) کلید نوع اتصال تریگر که با SOURCE نشان داده شده است دارای پنج حالت است.

1. V.MODE اگر چنانچه دکمه در وضعیت V.MODE قرار گیرد موج دنداناره اری به صفحات انحراف افقی وصل می

باشد. و از این کلید وقتی استفاده می شود که از هر دو کانال استفاده شود.

2. 1CH در این حالت کلید MODE باید در وضعیت 1CH یا 2CH قرار گیرد

3. 2CH سمت چپ در همان وضعیت قرار گیرد.

4. LINE این وضعیت وقتی است که برق شهر بجای موج دنداناره اری بکار می رود.

5. EXT در این حالت موج دنداناره اری داخلی قطع شده و می توان از خارج توسط ورودی EXT به صفحات افقی موج

دلخواه وصل کرد.

ج) کلیدهای کوپلینگ (coupling) سه حالت، AC و FRAME و LINE دارد که در دو حالت اخیر برای کارهای ویدئویی و

تلویزیون انتخاب می شود سطح LEVEL اثر ندارد و از یک سطح ولتاژ مشخص از موج دستگاه خود به خود نزدیک می کند.

حالت AC وقتی است که برای فرکانس های خیلی بالا استفاده می شود. کلیدهای مدهای ورودی که با (MODE) مشخص شده است

چهار حالت دارد:

الف) کانال یک (1CH) و کانال دو (2CH) که نشاندهنده این است که چه کانالی روی صفحه دیده شود.

ب) ALT یا (Alternate) برای دیدن همزمان دو موج که با کانال های 1 و 2 وارد شده اند، در این حالت بایستی فرکانس موج ها زیاد باشد تا چشمک بر روی صفحه دیده نشود. زیرا الکترون یک بار موج کانال 1 و یک بار موج کانال 2 را نشان می دهد.

پ) (CHOPE) این حالت برای دیدن همزمان دو کانال ولی برای موج های با فرکانس کم می باشد زیرا در این حالت یک لحظه از کانال 1 و یک لحظه از کانال 2 نمایش می دهد.

انجام آزمایش های مربوط به اسیلوسکوپ

نام آزمایش: کار با اسیلوسکوپ

هدف آزمایش: شناخت پانل اسیلوسکوپ، کالیبره کردن اسیلوسکوپ، کالیبره کردن پروب نحوه اعمال سیگنال به اسیلوسکوپ، اندازه گیری دامنه ولتاژ، اندازه گیری زمان تناوب و محاسبه فرکانس سیگنال.

قبل از شروع آزمایش به یاد داشته باشید که کلیه دستگاه های اندازه گیری از جمله اسیلوسکوپ بسیار حساس هستند؛ لذا هنگام کار کردن با اسیلوسکوپ نکات زیر دقیقاً توجه کنید.

1. هنگام تغییر رنج کلید سلکتورها، به آرامی و با دقت، رنج ها را عوض کنید زیرا کنتاکت ثابت اکثر سلکتورها از نوع مدار چاپی است و احتمال خراب شدن آنها زیاد است.
2. شدت نور را، مخصوصاً هنگامی که اسیلوسکوپ روی X-Y قرار دارد بیش از اندازه زیاد نکنید، در این حالت موج جاروب صفحات انحراف افقی قطع می شود و روی صفحه حساس فقط یک نقطه نقش می بندد. در این حالت اشعه به طور مداوم به صفحه می تابد و مواد فسفرسانس آن نقطه را خراب می کند. این خرابی منجر به ایجاد یک لکه سیاه روی صفحه می شود.
3. کلید های فشاری روی پانل اسیلوسکوپ را هنگام تغییر حالت به آرامی فشار دهید.
4. اسیلوسکوپ را در مکانی قرار دهید که امکان افتادن آن به طور مطلق وجود نداشته باشد.

5. اسیلوسکوپ را در مکانی قرار دهید که اطراف آن حرارت زیاد (مانند بخاری و ...) وجود دارد یا نور خورشید مستقیماً به آن می‌تابد قرار ندهید.

6. سیم پروب را هیچگاه نکشید.

7. چنانچه ولتاژ مورد اندازه‌گیری در ابتدا مشخص نیست از حالت 10* (ضربدر 10) پروب استفاده کنید رنج کلید سلکتور Volt/Div را در بیشترین مقدار خود قرار دهید.

8. چنانچه بعد از روشن کردن اسیلوسکوپ اشعه روی صفحه حساس ظاهر نشد از مربی آزمایشگاه کمک بگیرید.

آزمایش شماره (1)

این آزمایش مربوط به شناخت پانل یک اسیلوسکوپ است. قبل از روشن کردن اسیلوسکوپ مراحل زیر را اجرا کنید.

الف) کلید سلکتور Time/div را روی عدد ms1 قرار دهید.

ب) کلید سلکتور Volt/Div را روی عدد 5 ولت قرار دهید.

پ) ولوم تغییر وضعیت افقی و عمودی را در وسط بگذارید.

ت) کلید AC-GND-DC را در حالت GND قرار دهید.

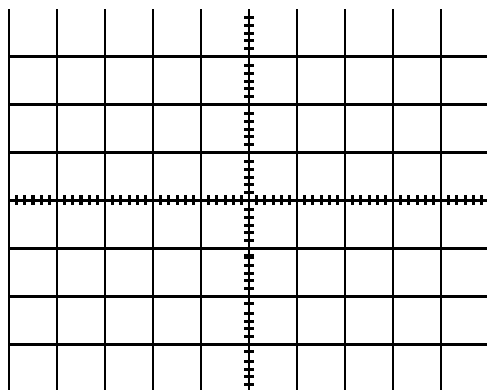
ث) کلید Source trig را در حالت INT و 1CH قرار دهید.

ج) اسیلوسکوپ را روشن کنید، بعد از مدت کوتاهی روی صفحه حساس اسیلوسکوپ یک خط ظاهر می‌شود. ولوم‌های INTEN و

FOCUS را طوری تغییر دهید که خط ظاهر شده در روی صفحه حساس دارای شدت نور کافی در کمترین ضخامت باشد. در

صورتی که خط مشاهده شده دقیقاً موازی خط افقی مدرج روی صفحه حساس نیست از مربی آزمایشگاه بخواهید به کمک یک پیچ

گوشتی کوچک، خط را دقیقاً موازی درجه بندی محور افقی کند. حال خط مشاهده شده را در شکل زیر رسم کنید.



سپس کلید سلکتور Time/Div را روی 0.1 ثانیه قرار دهید. آنچه را که روی صفحه حساس می بینید در شکل زیر رسم کنید و همین آزمایش را در حالت ms1 نیز تکرار کنید و شکل موج را در همان شکل با رنگ متفاوت رسم کنید.

سؤال) چرا وقتی کلید سلکتور Time/Div روی حالت ms1 است شکل موج آن با شکل موج در حالت 0.1 ثانیه متفاوت است.

سؤال) نقش کلید Time/Div چیست و ضرایب این کلید بیان کننده چه چیزی هستند؟

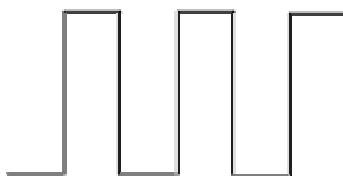
حال کلید سلکتور Time/Div را روی عدد ms50 قرار دهید و اثرهای اشعه را روی صفحه حساس ببینید. در این حالت ولوم Time Variable را بر عکس عقربه های ساعت بچرخانید و همزمان با چرخاندن ولوم اثرهای آن را روی صفحه حساس مشاهده کنید.

سؤال) نقش ولوم Variable Time چیست؟

کالیبره کردن اسیلوسکوپ

ابرای اعمال ولتاژ به اسیلوسکوپ از پروب استفاده می کنند. همچنین در روی پانل اسیلوسکوپ پینی وجود دارد که روی این پین ولتاژ مربعی با دامنه حدود 0.5 ولت و فرکانس تقریبی 1 KHz که در داخل اسیلوسکوپ تولید می شود، قابل دریافت است. این ولتاژ مربعی برای تنظیم پروب بکار می رود.

برای انجام این کار موج مربعی روی پانل اسیلوسکوپ را توسط پروب به ورودی اسیلوسکوپ وصل می کنیم.



شکل موج روی صفحه حساس را مطابق شکل بالا تنظیم کنید. برای این کار کلید سلکتور Time/Div را روی 0.2 ms و کلید سلکتور Volt/Div را روی 0.1 V قرار دهید و با تغییر ولوم قرمز رنگی که روی سلکتور Time/Div قرار دارد پریود آن موج را به 10 ms تنظیم نمایید. و تا پایان آزمایش نبایستی به این ولوم ها دست بزنید همین کار را برای کانال دیگر انجام دهید.

زمانی که موج مربعی به اسیلوسکوپ وصل است مراحل زیر را انجام دهید:

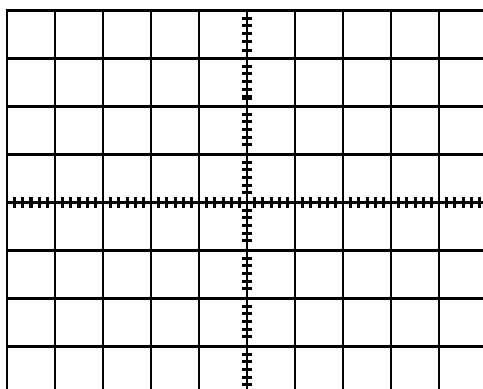
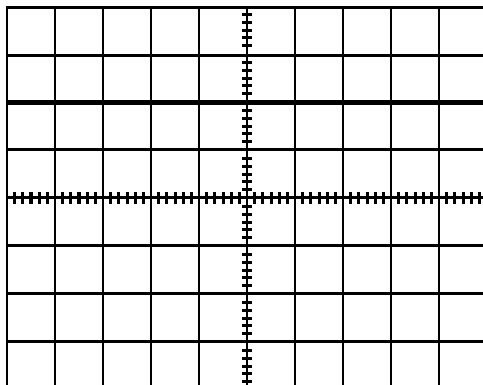
الف) کلید AC-GND-DC را در حالت GND قرار دهید.

ب) نقطه صفر را روی اولین خانه از پایین تنظیم کنید.

پ) کلید AC-GND-DC را در حالت DC قرار دهید.

ت) کلید Volt/Div را یک بار روی 0.5 ولت و بار دیگر روی 0.1 ولت قرار دهید.

ث) در هر دو حالت شکل مشاهده شده را روی شکل زیر رسم کنید. (با دو رنگ مختلف)



سوال: نقش کلید Volt/Div چیست؟

سوال: ضرایب کلید Volt/Div چه چیزی را نشان می دهند؟

آزمایش شماره (3)

همان طور که در درس تئوری نیز خوانده اید یکی از موارد کاربرد اسیلوسکوپ، اندازه گیری ولتاژ است. برای انجام آزمایش مراحل زیر را انجام دهید.

الف) ولتاژ منبع تغذیه DC را به کمک مولتی متر دقیقاً روی 3 ولت تنظیم کنید.

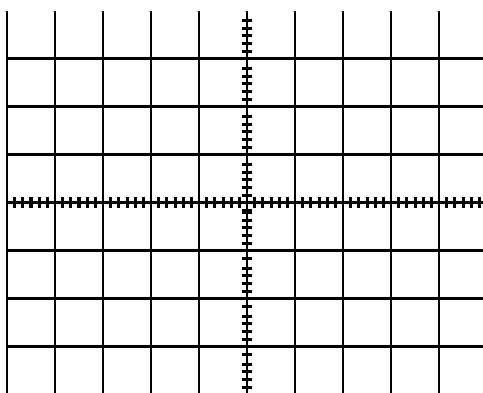
ب) کلید انتخاب AC-GAN-DC را روی حالت DC قرار دهید.

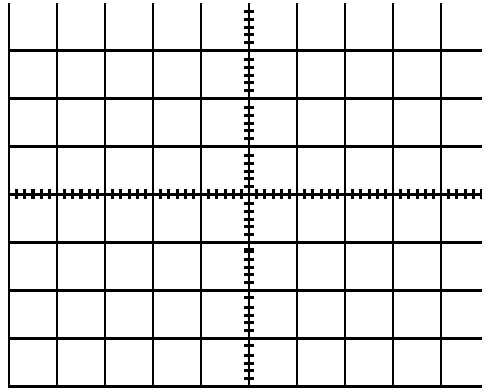
پ) به کمک سیم های رابط و پروب این ولتاژ را به اسیلوسکوپ که نقطه صفر آن را قبلاً تنظیم کرده اید وصل کنید.

ت) کلید سلکتور Time/Div را روی 1 ولت بگذارید.

ث) مکان سلکتور Volt/Div را روی 1 ولت بگذارید.

مکان صفر و مکان جدید خط مشاهده شده (تغییر مکان اشعه در جهت عمودی) را در شکل زیر رسم کنید.





سؤال: آیا به ازای هر ولت به اندازه یکی از تقسیمات انحراف اشعه داشته ایم؟

ج) حال کلید سلکتور Volt/Div را روی عدد 0.5 ولت قرار دهید و شکل انحراف اشعه در جهت عمودی را در شکل بالا با رنگ دیگر رسم کنید.

سؤال: از منحنی های شکل بالا چه نتیجه ای می گیرید؟

سؤال: برای خواندن ولتاژ چگونه باید عمل کرد؟

سؤال: اندازه گیری ولتاژ در کدام حالت از شکل بالا دقیقتر صورت می گیرد؟

آزمایش شماره (4)

در این قسمت از آزمایش، می خواهیم شکل موج سیگنال AC را روی صفحه اسیلوسکوپ ببینیم، برای این کار مراحل زیر را انجام دهید:

الف) سیگنال ژنراتور صوتی را روشن کنید و آن را روی فرکانس 1 kHz قرار دهید.

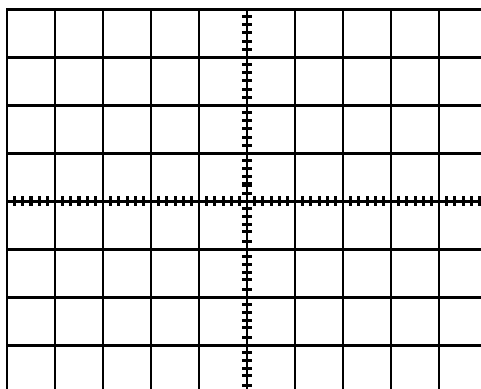
ب) پروب اسیلوسکوپ را به ترمینال های خروجی سیگنال ژنراتور صوتی وصل کنید.

پ) شکل ولتاژ خروجی را در حالت سینوسی قرار دهید.

ت) با ولوم تنظیم، دامنه سیگنال را طوری تنظیم کنید که دامنه سیگنال روی صفحه حساس برابر 3 خانه شود و شکل موج را در شکل زیر رسم کنید.

ث) در شکل زیر کلید AC-GAN-DC را در حالت AC قرار دهید و شکل موج را مشاهده کنید. چه فرقی بین شکل موج نشان داده شده در در حالت AC و DC دارد؟

ج) دامنه و مقدار موثر موج سینوسی شکل زیر را حساب کنید.



آزمایش شماره (5)

اندازه گیری زمان تناوب

همان طور که دیدید مدت زمانی طول می کشد تا اشعه از یک خانه به خانه دیگر حرکت کند. لذا می توان زمان تناوب (مدت زمان یک سیکل کامل) سیگنال ها را محاسبه کرد.

برای انجام این عمل مراحل زیر را انجام دهید:

الف) فرکانس سیگنال ژنراتور را در حدود 25 KHz در حالت موج سینوسی قرار دهید.

ب) پروب اسیلوسکوپ را به سیگنال ژنراتور وصل کنید.

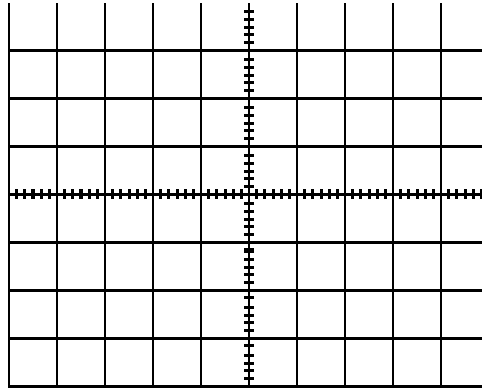
پ) شکل موج نقش بسته روی صفحه حساس را در شکل زیر رسم کنید.

ت) زمان تناوب سیگنال اعمالی به اسیلوسکوپ را با کمک رابطه زیر محاسبه نمایید.

رنج کلید سلکتور Time/Div * تعداد خانه های در بر گرفته شده ی یک سیکل کامل = زمان تناوب T

با داشتن زمان تناوب یک سیگنال می توان با استفاده از رابطه فوق فرکانس را محاسبه کرد.

$$f = \frac{1}{T(\text{sec})} \text{ Hz}$$



بنابراین توسط اسیلوسکوپ های معمولی نمی توان فرکانس را به طور مستقیم اندازه گیری کرد؛ بلکه ابتدا باید زمان تناوب آن را از روم صفحه حساس محاسبه کرد و سپس به کمک رابطه بالا مقدار فرکانس را به دست آورد.

ث) حال دامنه و فرکانس سیگنال ژنراتور را به دلخواه تغییر دهید و کلید سلکتور های Time/Div را طوری تنظیم کنید که حدود دو سیکل کامل و دامنه 3 خانه روی صفحه حساس نقش بندد.

ج) شکل موج روی صفحه حساس را در شکل رسم کنید.

چ) دامنه و فرکانس موج رسم شده در شکل را محاسبه کنید.

سوال: به طور مشروح توضیح دهید که از این آزمایش ها چه نتیجه ای گرفته اید.

آزمایش شماره (6)

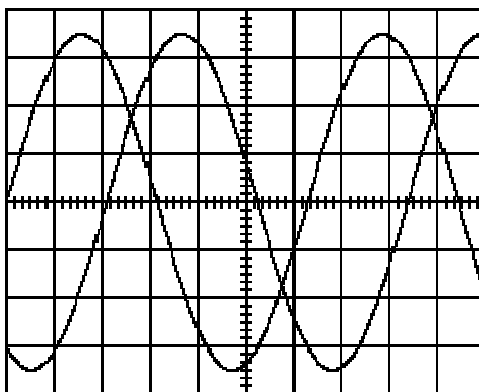
اندازه گیری اختلاف فاز

در اندازه گیری اختلاف فاز، با استفاده از اسیلوسکوپ دو کاناله، دو سیگنال را به دو کانال اعمال می کنیم. روی صفحه اسیلوسکوپ شکل موج دو کانال به طور همزمان نشان داده می شوند و با استفاده از شکل موج ها می توان به آسانی اختلاف فاز بین آنها را محاسبه کرد. روش محاسبه اختلاف فاز در روابط زیر آمده است.

به عنوان مثال اختلاف فاز دو سیگنال در شکل زیر برابر است با:

$$\text{درجه } 57.14 = 360 / 6.3 = \text{فاز به ازای هر خانه}$$

$$\text{درجه } 114.28 = 2 \times 57.14 = \text{اختلاف فاز دو سیگنال}$$



الف) مدار شکل زیر را روی برد برد یا برد آزمایشگاهی ببینید.

ب) خروجی آنها را به کانال های اسیلوسکوپ وصل کنید.

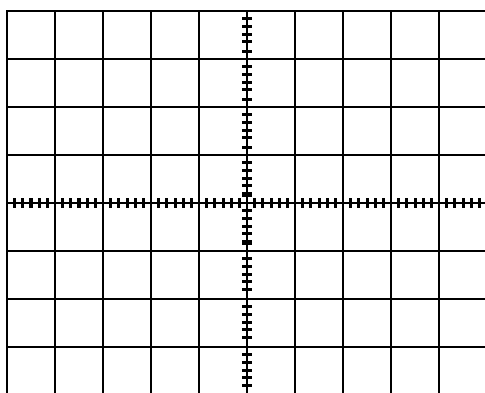
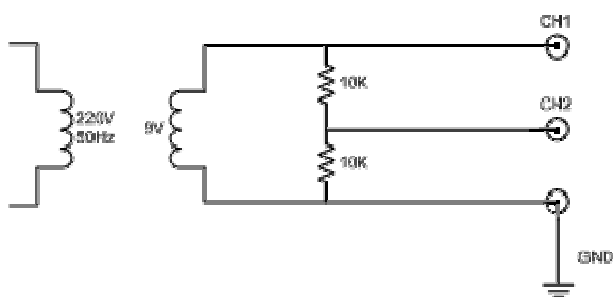
پ) شکل موج ظاهر شده روی صفحه حساس را در شکل زیر رسم کنید.

ت) اختلاف فاز بین دو سیگنال کانال های 1 و 2 اسیلوسکوپ را محاسبه کنید.

ث) کلید حالت را روی CHOP قرار دهید زیرا فرکانس منبع 50Hz است.

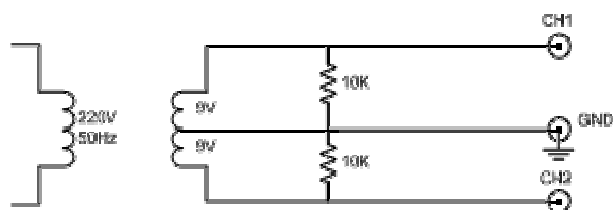
تعداد خانه های دربر گرفته شده توسط یک سیکل $= 360^\circ / \text{اختلاف فاز به ازای هر خانه}$

اختلاف فاز به ازای هر خانه $\times$ تعداد خانه های اختلاف فاز = اختلاف فاز



آزمایش شماره (7)

مدار شکل زیر را ببندید و مراحل آزمایش شماره (6) را تکرار کنید.



اسیلوسکوپ را تنظیم و سپس مقادیر رنج را یادداشت کنید.

$$1\text{Volt/Div} = \text{CH}$$

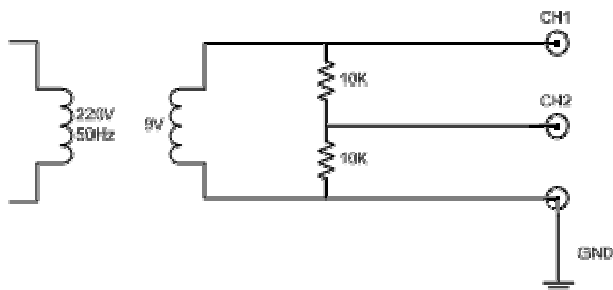
$$2\text{Volt/Div} = \text{CH}$$

$$\text{Time/Div} =$$

$$\text{or line } 2\text{CH or } 1\text{Source Trig} = \text{CH}$$

آزمایش شماره (8)

مدار شکل زیر را ببینید و مراحل آزمایش (6) را تکرار نمایید.

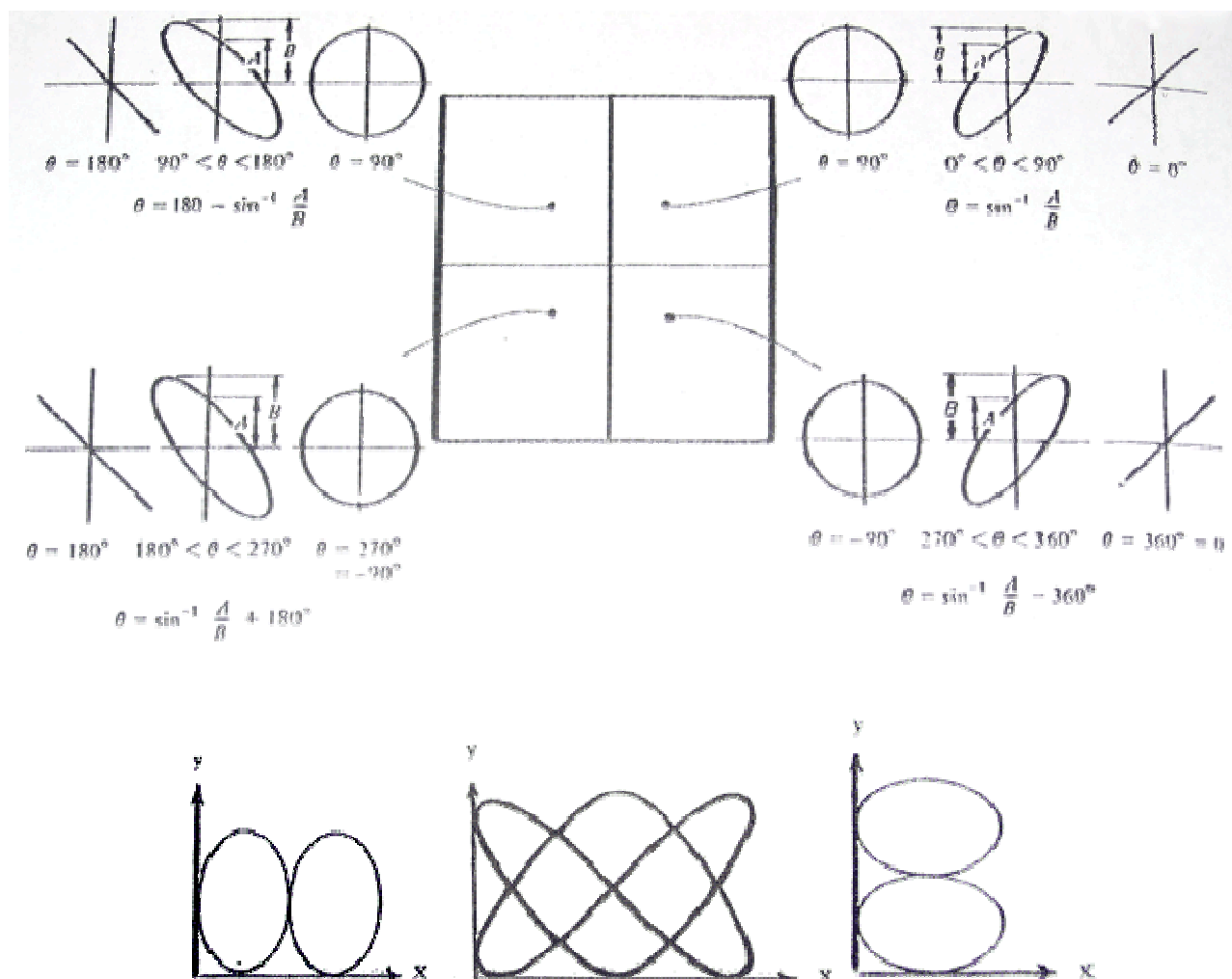


منحنی های لیسازور:

اگر دو نیرو در امتداد های عمود بر هم به جسمی وارد شوند و هر کدام از آنها یک حرکت نوسانی به جسم بدهند جسم تحت تاثیر این دو نیرو مسیر بسته ایی را طی می کند که شکل آن مسیر ها را لیسازور گویند.

موقعی که پرتو الکترونی از میان صفحه های خازنی عبور کند تحت اثر میدان الکتریکی دارای حرکت نوسانی خواهد بود و روی صفحه اسیلوسکوپ یک خط مشاهده می شود. اکنون اگر به دو خازن دو ولتاژ نوسانی متصل شود الکترون ها در دو سطح عمود بر هم نوسان خواهند داشت. در حالتی که نسبت بسامد دو ولتاژ متغیر دو عدد درست باشد یکی از اشکال لیسازور روی صفحه اسیلوسکوپ

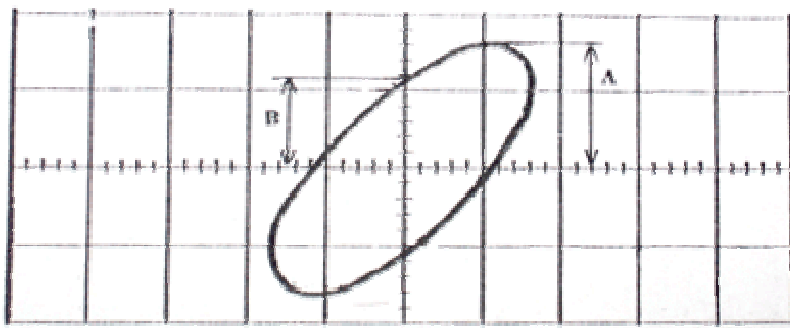
تشکیل می شود.



اندازه گیری اختلاف فاز به روش اشکال لیسازور:

روش اندازه گیری اختلاف فاز توضیح داده شده، یکی از دقیق ترین روش های اندازه گیری اختلاف فاز است. روش دیگری نیز وجود دارد که بیشتر در اسیلوسکوپ های یک کاناله از آن استفاده می شود.

در شکل زیر در این روش از اشکال لیسازور استفاده می شود. یک نمونه از اشکال لیسازور رسم شده است در این روش MODE باید روی X-Y قرار گیرد.



اختلاف فاز از رابطه زیر به دست می آید.

$$\phi = \sin^{-1} \frac{B}{A}$$

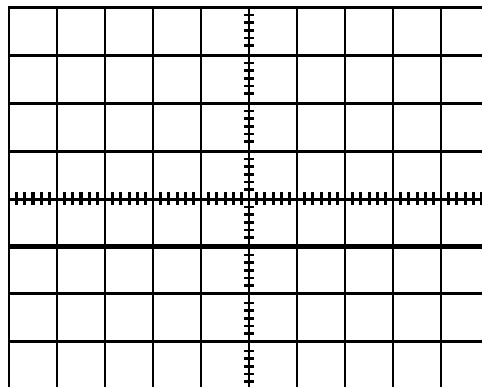
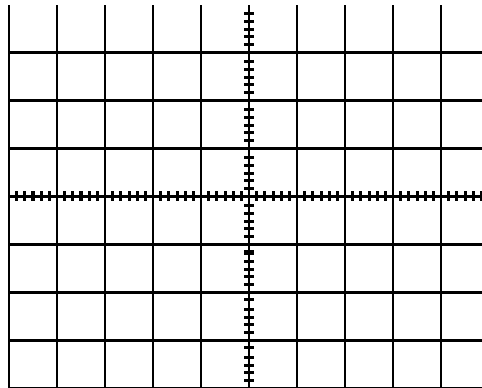
A و B تعداد خانه ها هستند.

آزمایش شماره (9)

اختلاف فاز مدار شکل آزمایش شماره 6 را به صورت اشکال لیسازور بدست آورده و شکل لیسازور را در شکل زیر رسم کنید.

آزمایش شماره (10)

اختلاف فاز مدار شکل آزمایش شماره 8 را به صورت اشکال لیسازور بدست آورده و شکل لیسازور را در شکل زیر رسم کنید.



آزمایش شماره (11)

در صورتی که فرکانس یکی از ولتاژهای متناوب معلوم باشد به کمک شکل های لیسازور می توان بسامد مجهول ولتاژ دیگر را بدست

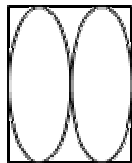
آورد برای این کار لیسازور حاصل را در مستطیلی قرار می دهند و از رابطه
$$F_2 = \frac{r_1}{r_2} F_1$$
 فرکانس مجهول را بدست می آورند.

F_1 بسامد معلوم، F_2 بسامد مجهول، $2n$ تعداد نقاط تماس در امتداد لبه افقی مستطیل و $1n$ تعداد نقاط تماس در امتداد لبه قائم مستطیل

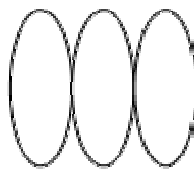
است مانند شکل زیر که $1n/2n=4/2=1/2$ است.



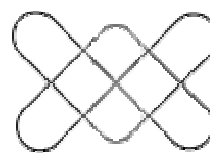
$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{2}{2}$$



$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{4}{2}$$



$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{6}{2}$$

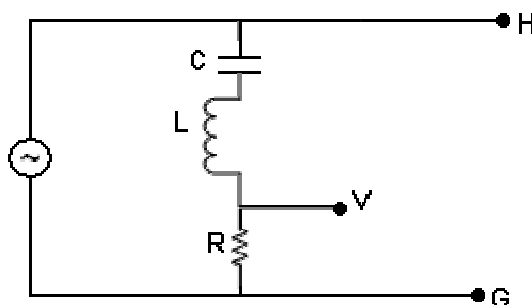


$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{6}{4}$$

آزمایش شماره (12)

رزنانس (همنوایی)

خازن C و مقاومت R و سلف L را بصورت سری به یکدیگر متصل کرده و مطابق شکل زیر به نوسان ساز وصل کنید.



نقاط H و G را به ورودی افقی و V و G را به ورودی قائم وصل کنید (توجه داشته باشید که نقطه V و G به زمین ورودی ها وصل شده باشد) در فرکانسی که راکتانسی سلف برابر راکتانس خازن باشد مدار در حال تشدید است.

یعنی $2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$ و فرکانس تشدید $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ خواهد شد در این حالت امپدانس مدار به صورت مقاومت خالص در

آمده و مساوی با R خواهد بود و جریان (که متناسب با انحراف Y است) با ولتاژ (که متناسب با انحراف X است) همفاز می گردد.

دامنه سیگنال را برای انحراف های X و Y از دیدگاه اسیلوسکوپ یکسان کنید. (در حالت تشدید شکل بیضی به خط مورب تبدیل می شود)

یعنی X و Y همفاز شوند (در این صورت شکل منحنی به چه صورتی در می آید؟) به تغییر شکل منحنی در هنگام کاهش یا افزایش فرکانس توجه کرده و شکل های حاصله را رسم نمایید.



اسیلوسکوپ

دستگاه اسیلوسکوپ یا نوسان نگار برای مطالعه شکل یک نوسان و مشخصات دیگر آن مثل: پریود، طول موج، فرکانس، ولتاژ بکار میرود. این وسیله همچنین می تواند جهت اندازه گیری جریان مستقیم (DC) بکار برده شود.

ساختمان اسیلوسکوپ:

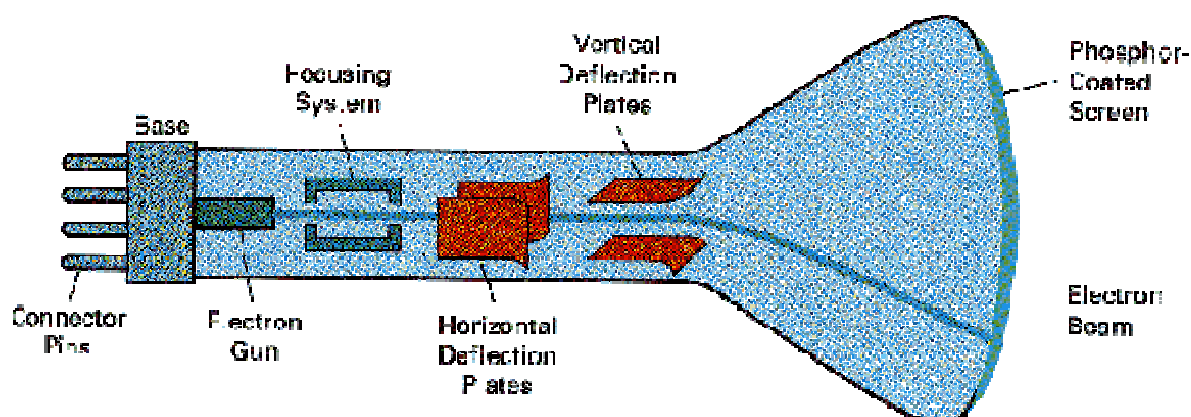
اسیلوسکوپ تشکیل شده است از یک تیوپ یا یویه کاتودی یا لامپ پرتو کاتودی (C.R.O - Cathode Ray Oscilloscope)

لامپ پرتو کاتدی دارای سه بخش است:

الف) تفنگ الکترونی که برای تولید کردن باریکه الکترونی است.

ب) سیستمی برای انحراف الکترون.

ج) پرده ای با اندودی از ماده ای شیمیایی که انرژی باریکه را به انرژی نور مرئی تبدیل می کند. این اجزاء در یک محفظه شیشه ایی تخلیه شده جای داده می شوند. شکل زیر یک لامپ پرتو کاتدی را نشان می دهد.



کلیدهای اسیلوسکوپ

کلید های این دستگاه را می توان به چهار قسمت طبقه بندی کرد.

1. گروه کنترل
2. گروه کنترل عمودی
3. گروه کنترل افقی
4. گروه کنترل تریگر

گروه کنترل شامل:

الف) **کلید روشن و خاموش:** این کلید که با power مشخص می شود برای روشن و خاموش کردن است. پس از روشن کردن چند ثانیه طول می کشد تا اسیلوسکوپ به حالت عادی خود برگردد.

ب) **کلید شدت (Intensity):** این کلید برای کنترل میزان روشنایی نقطه نورانی است

پ) **کلید تمرکز اشعه:** این کلید با FOCUS نمایان است و برای تنظیم نقطه نورانی بکار می رود.

گروه کنترل عمودی:

که برای موقعیت و وضعیت عمودی اشعه است شامل:

الف) **کلید INPUT:** این کلید محل ورودی سیگنال به اسیلوسکوپ است و به صورت یک سوکت BNC می باشد. سیگنال توسط یک سیم کواکسیال به این رابط BNC وصل می شود.

ب) **کلید انتخاب ورودی:** این کلید دارای سه وضعیت AC-GND-DC است و نحوه ارتباط سیگنال ورودی ره به داخل اسیلوسکوپ تعیین می کند. اگر کلید در حالت AC قرار گیرد تنها قسمت متناوب سیگنال ورودی به مدارات اسیلوسکوپ می رود. اگر در حالت DC قرار گیرد مقادیر DC موج را که به همراه دارد به مدارهای داخلی وصل می کند در حالت GNC ورودی تقویت کننده به زمین وصل می شود.

پ) **موقعیت عمودی:** که با کلید position مشخص شده است میتواند اشعه را در راستای عمودی حرکت دهد.

ت) **کلید VOLTS/DIV** یا زمان بر قسمت یا تضعیف کننده مرحله ای: میدانیم که بهره تقویت کننده اسیلوسکوپ بایستی قابل تغییر باشد تا بتواند سیگنال های مختلف با دامنه های متفاوت رت روی صفحه نمایش دهد و از صفحه خارج نشود. این کلید که با VOLTS/DIV مشخص شده است وقتی سیگنال به ورودی اعمال شود و روی صفحه اسیلوسکوپ نمایش داده شود، مقدار واقعی آن به بعدد تقسیمات که روی صفحه اشغال شده و مقدار تضعیف کننده بستگی دارد. برای مثال یک سیگنال به شرح زیر بدست می آید.

تقسیم 6.4 = دامنه پیک تا پیک روی صفحه.

(قسمت/ولت) 0.2 = مقدار تضعیف کننده.

$$6.4 * 0.2 = 1.28 = \text{مقدار واقعی.}$$

علاوه بر تضعیف کننده مرحله ایی که بصورت پله ایی تغییر می کند روی این کلید، یک ولوم قرمز رنگ وجود دارد که به صورت پیوسته تغییر می کند که همیشه بایستی در وضعیتی قرار گیرد که موج را یک برابر کند، تا بتوانیم اندازه گیری دقیقی داشته باشیم.

گروه کنترل افقی:

این گروه کلید ها تعیین کننده وضعیت انحرافی افقی اشعه و نحوه جاروب صفحه اسیلوسکوپ هستند و شامل کلید های زیر است.

الف) جاروب افقی: که با SEC/DIV یا زمان بر قسمت مشخص شده است این کلید اصلی ترین کلید کنتری افقی است و برای کنترل زمان حرکت اشعه در مسیر افقی صفحه است و نشان می دهد که چقدر زمان طول می کشد تا اشعه یک قسمت روی صفحه را طی کند این کلید بر حسب ثانیه به تقسیم (SEC/DIV) یا میلی ثانیه به تقسیم (MSEC/DIV) و میکرو ثانیه به تقسیم (μSEC/DIV) تنظیم شده است. و به صورت ناپیوسته حرکت داده می شود بدین ترتیب می توان با اندازه گیری تعداد تقسیمات افقی که یک موج کامل اشغال کرده طول موج و در نتیجه فرکانس موج را محاسبه کرد، مثلاً در همان شکل قبلی محاسبات چنین است:

تقسیم 4.8 = تعداد تقسیمات یک موج.

ثانیه 0.2 = کلید کنترل جاروب افقی.

ثانیه 0.096 = $0.2 * 4.8$ = زمان تناوب یک سیکل کامل.

هرتز $1.04 = 1/0.096$ = زمان تناوب / 1 = فرکانس.

البته روی کلید جاروب افقی (SEC/DIV) یک کلید پیچشی قرمز رنگ دیگر وجود دارد که بجای تغییرات پله ای امکان تغییرات پیوسته را ایجاد می کند.

ب) **موقعیت افقی:** این کلید position نشان داده شده است که برای تغییر افقی سیگنال به چپ و راست به کار می رود و از آن برای دقت در اندازه گیری تقسیمات افقی یک سیگنال بکار می برند.

پ) **چند برابر کننده:** اگر جاروی افقی بر روی این کلید قرار داشته باشد مثلاً (MEG10 *) آنگاه جاروب با سرعت 10 برابر یعنی MSEC/DIV1 حرکت می کند.

ت) **کلید SWEEP MODE یا حالت های مختلف جاروب:** که با MODE مشخص شده است این کلید دارای سه حالت AUTO و NORM و X-Y است.

در حالت AUTO حتی اگر سیگنال ورودی وصل نباشد جاروب افقی به صورت متناوب انجام می گردد و در حالت NORM حتماً باید سیگنال ورودی باشد تا جاروب افقی انجام شود و گرنه صفحه اسیلوسکوپ تاریک است در حالت X-Y مدار تریگر قطع شده و از کانال های 1 و 2 به عنوان محور X (افقی) و محور Y (عمودی) استفاده می شود.

گروه کنترل تریگر:

تریگر در ایکترونیک به آتش کردن و یا تحریک کردن معنی شده است در اسیلوسکوپ به معنی زمان شروع جاروب افقی است. در مدل های قدیمی اسیلوسکوپ این زمان به صورت ثابت صورت می گیرد یعنی مدار تریگر را طوری تنظیم می کردند که هرگاه سیگنال ورودی در جای خاصی باشد؛ مثلاً در حال عبور از صفر به سمت یک مقدار مثبت (شروع سیکل مثبت) است مدار تریگر تحریک شده و جاروب افقی صورت می گیرد. در نتیجه همیشه سیگنال ورودی از شروع سیکل مثبت بر روی صفحه نمایش داده می

شود. به این گونه اسیلوسکوپ نوع تریگر داخلی ثابت می گویند در مدار های جدید تریگر قابل کنترل است و می توان در یک زاویه مشخص از سیگنال ورودی مدار تریگر را به کار انداخت ات سیگنال ورودی از آن لحظه به بعد دیده شود.

قسمت کنترل تریگر دارای کلیدهای زیر است:

الف) سطح تریگر که با LEVEL مشخص می شود. توسط این کلید چرخان می توان زمان شروع تریگر را طوری تنظیم کرد که مطابق باشد با زمان یک دامنه مشخص از سیگنال ورودی، دامنه سیگنال مورد نظر میتواند منفی؛ مثبت یا صفر باشد.

ب) کلید نوع اتصال تریگر که با SOURCE نشان داده شده است دارای پنج حالت است.

1. V.MODE اگر چنانچه دکمه در وضعیت V.MODE قرار گیرد موج دنداناره ایه ای به صفحات انحراف افقی وصل می

باشد. و از این کلید وقتی استفاده می شود که از هر دو کانال استفاده شود.

2. 1CH در این حالت کلید MODE باید در وضعیت 1CH یا 2CH قرار گیرد

3. 2CH سمت چپ در همان وضعیت قرار گیرد.

4. LINE این وضعیت وقتی است که برق شهر بجای موج دنداناره ایه ای بکار می رود.

5. EXT در این حالت موج دنداناره ایه ای داخلی قطع شده و می توان از خارج توسط ورودی EXT به صفحات افقی موج

دلخواه وصل کرد.

ج) کلیدهای کوپلینگ (coupling) سه حالت، AC و FRAME و LINE دارد که در دو حالت اخیر برای کارهای ویدئویی و

تلویزیون انتخاب می شود سطح LEVEL اثر ندارد و از یک سطح ولتاژ مشخص از موج دستگاه خود به خود نزدیک می کند.

حالت AC وقتی است که برای فرکانس های خیلی بالا استفاده می شود. کلیدهای مدهای ورودی که با (MODE) مشخص شده است

چهار حالت دارد:

الف) کانال یک (1CH) و کانال دو (2CH) که نشاندهنده این است که چه کانالی روی صفحه دیده شود.

ب) ALT یا (Alternate) برای دیدن همزمان دو موج که با کانال های 1 و 2 وارد شده اند، در این حالت بایستی فرکانس موج ها زیاد باشد تا چشمک بر روی صفحه دیده نشود. زیرا الکترون یک بار موج کانال 1 و یک بار موج کانال 2 را نشان می دهد.

پ) (CHOPE) این حالت برای دیدن همزمان دو کانال ولی برای موج های با فرکانس کم می باشد زیرا در این حالت یک لحظه از کانال 1 و یک لحظه از کانال 2 نمایش می دهد.

انجام آزمایش های مربوط به اسیلوسکوپ

نام آزمایش: کار با اسیلوسکوپ

هدف آزمایش: شناخت پانل اسیلوسکوپ، کالیبره کردن اسیلوسکوپ، کالیبره کردن پروب نحوه اعمال سیگنال به اسیلوسکوپ، اندازه گیری دامنه ولتاژ، اندازه گیری زمان تناوب و محاسبه فرکانس سیگنال.

قبل از شروع آزمایش به یاد داشته باشید که کلیه دستگاه های اندازه گیری از جمله اسیلوسکوپ بسیار حساس هستند؛ لذا هنگام کار کردن با اسیلوسکوپ به نکات زیر دقت کنید.

1. هنگام تغییر رنج کلید سلکتورها، به آرامی و با دقت، رنج ها را عوض کنید زیرا کنتاکت ثابت اکثر سلکتورها از نوع مدار چاپی است و احتمال خراب شدن آنها زیاد است.
2. شدت نور را، مخصوصا هنگامی که اسیلوسکوپ روی X-Y قرار دارد بیش از اندازه زیاد نکنید، در این حالت موج جاروب صفحات انحراف افقی قطع می شود و روی صفحه حساس فقط یک نقطه نقش می بندد. در این حالت اشعه به طور مداوم به صفحه می تابد و مواد فسفرسانس آن نقطه را خراب می کند. این خرابی منجر به ایجاد یک لکه سیاه روی صفحه می شود.
3. کلید های فشاری روی پانل اسیلوسکوپ را هنگام تغییر حالت به آرامی فشار دهید.
4. اسیلوسکوپ را در مکانی قرار دهید که امکان افتادن آن به طور مطلق وجود نداشته باشد.

5. اسیلوسکوپ را در مکانی قرار دهید که اطراف آن حرارت زیاد (مانند بخاری و ...) وجود دارد یا نور خورشید مستقیماً به آن می‌تابد قرار ندهید.

6. سیم پروب را هیچگاه نکشید.

7. چنانچه ولتاژ مورد اندازه‌گیری در ابتدا مشخص نیست از حالت 10* (ضربدر 10) پروب استفاده کنید رنج کلید سلکتور Volt/Div را در بیشترین مقدار خود قرار دهید.

8. چنانچه بعد از روشن کردن اسیلوسکوپ اشعه روی صفحه حساس ظاهر نشد از مربی آزمایشگاه کمک بگیرید.

آزمایش شماره (1)

این آزمایش مربوط به شناخت پانل یک اسیلوسکوپ است. قبل از روشن کردن اسیلوسکوپ مراحل زیر را اجرا کنید.

الف) کلید سلکتور Time/div را روی عدد ms1 قرار دهید.

ب) کلید سلکتور Volt/Div را روی عدد 5 ولت قرار دهید.

پ) ولوم تغییر وضعیت افقی و عمودی را در وسط بگذارید.

ت) کلید AC-GND-DC را در حالت GND قرار دهید.

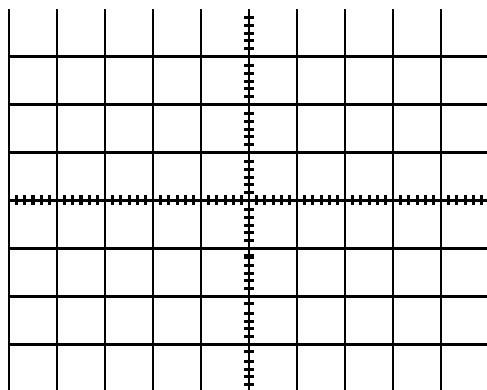
ث) کلید Source trig را در حالت INT و 1CH قرار دهید.

ج) اسیلوسکوپ را روشن کنید، بعد از مدت کوتاهی روی صفحه حساس اسیلوسکوپ یک خط ظاهر می‌شود. ولوم‌های INTEN و

FOCUS را طوری تغییر دهید که خط ظاهر شده در روی صفحه حساس دارای شدت نور کافی در کمترین ضخامت باشد. در

صورتی که خط مشاهده شده دقیقاً موازی خط افقی مدرج روی صفحه حساس نیست از مربی آزمایشگاه بخواهید به کمک یک پیچ

گوشتی کوچک، خط را دقیقاً موازی درجه بندی محور افقی کند. حال خط مشاهده شده را در شکل زیر رسم کنید.



سپس کلید سلکتور Time/Div را روی 0.1 ثانیه قرار دهید. آنچه را که روی صفحه حساس می بینید در شکل زیر رسم کنید و همین آزمایش را در حالت ms1 نیز تکرار کنید و شکل موج را در همان شکل با رنگ متفاوت رسم کنید.

سؤال) چرا وقتی کلید سلکتور Time/Div روی حالت ms1 است شکل موج آن با شکل موج در حالت 0.1 ثانیه متفاوت است.

سؤال) نقش کلید Time/Div چیست و ضرایب این کلید بیان کننده چه چیزی هستند؟

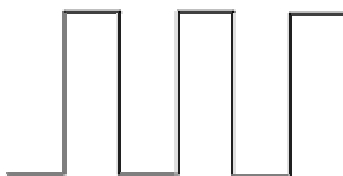
حال کلید سلکتور Time/Div را روی عدد ms50 قرار دهید و اثرهای اشعه را روی صفحه حساس ببینید. در این حالت ولوم Time Variable را بر عکس عقربه های ساعت بچرخانید و همزمان با چرخاندن ولوم اثرهای آن را روی صفحه حساس مشاهده کنید.

سؤال) نقش ولوم Variable Time چیست؟

کالیبره کردن اسیلوسکوپ

ابرای اعمال ولتاژ به اسیلوسکوپ از پروب استفاده می کنند. همچنین در روی پانل اسیلوسکوپ پینی وجود دارد که روی این پین ولتاژ مربعی با دامنه حدود 0.5 ولت و فرکانس تقریبی 1 KHz که در داخل اسیلوسکوپ تولید می شود، قابل دریافت است. این ولتاژ مربعی برای تنظیم پروب بکار می رود.

برای انجام این کار موج مربعی روی پانل اسیلوسکوپ را توسط پروب به ورودی اسیلوسکوپ وصل می کنیم.



شکل موج روی صفحه حساس را مطابق شکل بالا تنظیم کنید. برای این کار کلید سلکتور Time/Div را روی 0.2 ms و کلید سلکتور Volt/Div را روی 0.1 V قرار دهید و با تغییر ولوم قرمز رنگی که روی سلکتور Time/Div قرار دارد پریود آن موج را به 10 ms تنظیم نمایید. و تا پایان آزمایش نبایستی به این ولوم ها دست بزنید همین کار را برای کانال دیگر انجام دهید.

زمانی که موج مربعی به اسیلوسکوپ وصل است مراحل زیر را انجام دهید:

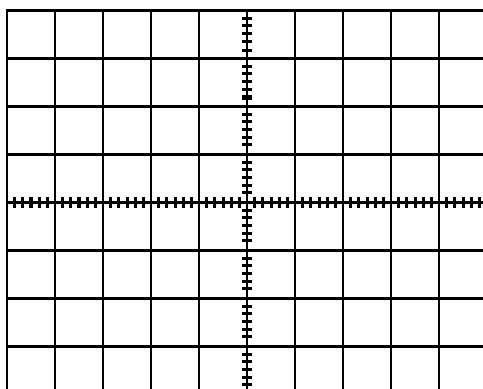
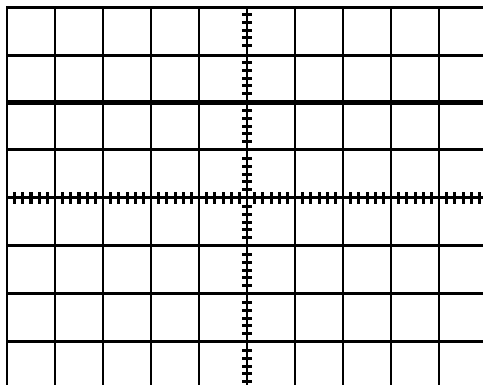
الف) کلید AC-GND-DC را در حالت GND قرار دهید.

ب) نقطه صفر را روی اولین خانه از پایین تنظیم کنید.

پ) کلید AC-GND-DC را در حالت DC قرار دهید.

ت) کلید Volt/Div را یک بار روی 0.5 ولت و بار دیگر روی 0.1 ولت قرار دهید.

ث) در هر دو حالت شکل مشاهده شده را روی شکل زیر رسم کنید. (با دو رنگ مختلف)



سوال: نقش کلید Volt/Div چیست؟

سوال: ضرایب کلید Volt/Div چه چیزی را نشان می دهند؟

آزمایش شماره (3)

همان طور که در درس تئوری نیز خوانده اید یکی از موارد کاربرد اسیلوسکوپ، اندازه گیری ولتاژ است. برای انجام آزمایش مراحل زیر را انجام دهید.

الف) ولتاژ منبع تغذیه DC را به کمک مولتی متر دقیقاً روی 3 ولت تنظیم کنید.

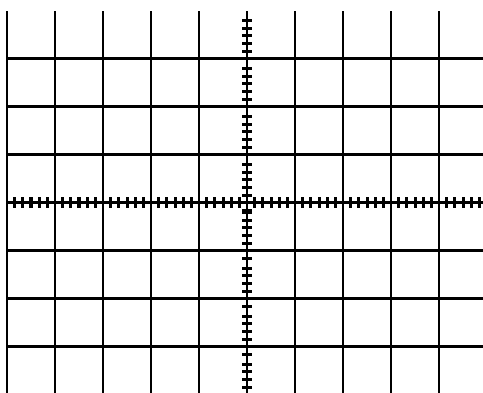
ب) کلید انتخاب AC-GAN-DC را روی حالت DC قرار دهید.

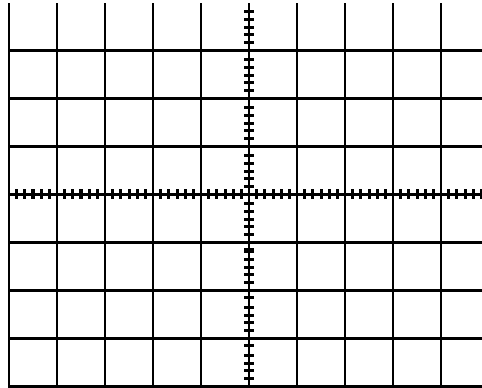
پ) به کمک سیم های رابط و پروب این ولتاژ را به اسیلوسکوپ که نقطه صفر آن را قبلاً تنظیم کرده اید وصل کنید.

ت) کلید سلکتور Time/Div را روی 1 ولت بگذارید.

ث) مکان سلکتور Volt/Div را روی 1 ولت بگذارید.

مکان صفر و مکان جدید خط مشاهده شده (تغییر مکان اشعه در جهت عمودی) را در شکل زیر رسم کنید.





سؤال: آیا به ازای هر ولت به اندازه یکی از تقسیمات انحراف اشعه داشته ایم؟

ج) حال کلید سلکتور Volt/Div را روی عدد 0.5 ولت قرار دهید و شکل انحراف اشعه در جهت عمودی را در شکل بالا با رنگ دیگر رسم کنید.

سؤال: از منحنی های شکل بالا چه نتیجه ای می گیرید؟

سؤال: برای خواندن ولتاژ چگونه باید عمل کرد؟

سؤال: اندازه گیری ولتاژ در کدام حالت از شکل بالا دقیقتر صورت می گیرد؟

آزمایش شماره (4)

در این قسمت از آزمایش، می خواهیم شکل موج سیگنال AC را روی صفحه اسیلوسکوپ ببینیم، برای این کار مراحل زیر را انجام دهید:

الف) سیگنال ژنراتور صوتی را روشن کنید و آن را روی فرکانس 1 kHz قرار دهید.

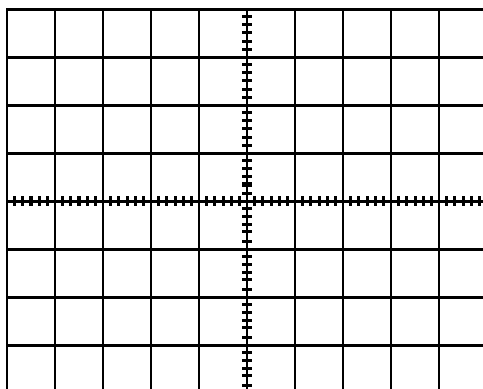
ب) پروب اسیلوسکوپ را به ترمینال های خروجی سیگنال ژنراتور صوتی وصل کنید.

پ) شکل ولتاژ خروجی را در حالت سینوسی قرار دهید.

ت) با ولوم تنظیم، دامنه سیگنال را طوری تنظیم کنید که دامنه سیگنال روی صفحه حساس برابر 3 خانه شود و شکل موج را در شکل زیر رسم کنید.

ث) در شکل زیر کلید AC-GAN-DC را در حالت AC قرار دهید و شکل موج را مشاهده کنید. چه فرقی بین شکل موج نشان داده شده در در حالت AC و DC دارد؟

ج) دامنه و مقدار موثر موج سینوسی شکل زیر را حساب کنید.



آزمایش شماره (5)

اندازه گیری زمان تناوب

همان طور که دیدید مدت زمانی طول می کشد تا اشعه از یک خانه به خانه دیگر حرکت کند. لذا می توان زمان تناوب (مدت زمان یک سیکل کامل) سیگنال ها را محاسبه کرد.

برای انجام این عمل مراحل زیر را انجام دهید:

الف) فرکانس سیگنال ژنراتور را در حدود 25 KHz در حالت موج سینوسی قرار دهید.

ب) پروب اسیلوسکوپ را به سیگنال ژنراتور وصل کنید.

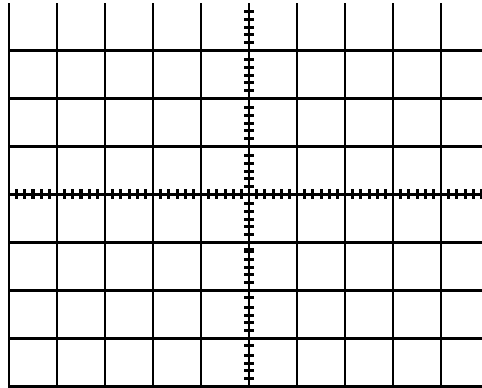
پ) شکل موج نقش بسته روی صفحه حساس را در شکل زیر رسم کنید.

ت) زمان تناوب سیگنال اعمالی به اسیلوسکوپ را با کمک رابطه زیر محاسبه نمایید.

رنج کلید سلکتور Time/Div * تعداد خانه های در بر گرفته شده ی یک سیکل کامل = زمان تناوب T

با داشتن زمان تناوب یک سیگنال می توان با استفاده از رابطه فوق فرکانس را محاسبه کرد.

$$f = \frac{1}{T(\text{sec})} \text{ Hz}$$



بنابراین توسط اسیلوسکوپ های معمولی نمی توان فرکانس را به طور مستقیم اندازه گیری کرد؛ بلکه ابتدا باید زمان تناوب آن را از روم صفحه حساس محاسبه کرد و سپس به کمک رابطه بالا مقدار فرکانس را به دست آورد.

ث) حال دامنه و فرکانس سیگنال ژنراتور را به دلخواه تغییر دهید و کلید سلکتور های Time/Div را طوری تنظیم کنید که حدود دو سیکل کامل و دامنه 3 خانه روی صفحه حساس نقش بندد.

ج) شکل موج روی صفحه حساس را در شکل رسم کنید.

چ) دامنه و فرکانس موج رسم شده در شکل را محاسبه کنید.

سوال: به طور مشروح توضیح دهید که از این آزمایش ها چه نتیجه ای گرفته اید.

آزمایش شماره (6)

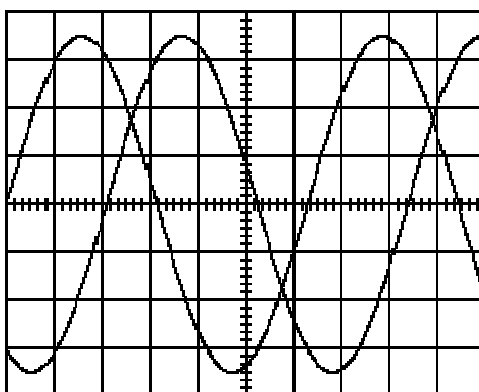
اندازه گیری اختلاف فاز

در اندازه گیری اختلاف فاز، با استفاده از اسیلوسکوپ دو کاناله، دو سیگنال را به دو کانال اعمال می کنیم. روی صفحه اسیلوسکوپ شکل موج دو کانال به طور همزمان نشان داده می شوند و با استفاده از شکل موج ها می توان به آسانی اختلاف فاز بین آنها را محاسبه کرد. روش محاسبه اختلاف فاز در روابط زیر آمده است.

به عنوان مثال اختلاف فاز دو سیگنال در شکل زیر برابر است با:

$$\text{درجه } 57.14 = 360 / 6.3 = \text{فاز به ازای هر خانه}$$

$$\text{درجه } 114.28 = 2 \times 57.14 = \text{اختلاف فاز دو سیگنال}$$



الف) مدار شکل زیر را روی برد برد یا برد آزمایشگاهی ببندید.

ب) خروجی آنها را به کانال های اسیلوسکوپ وصل کنید.

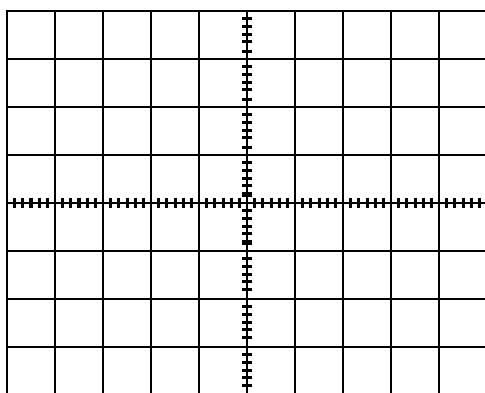
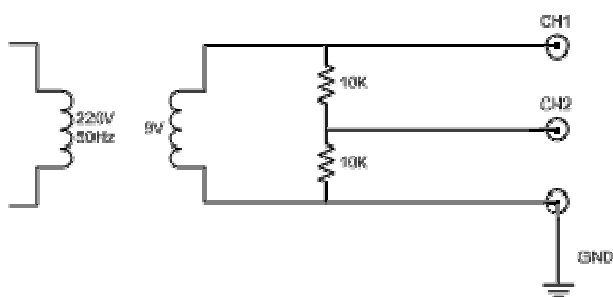
پ) شکل موج ظاهر شده روی صفحه حساس را در شکل زیر رسم کنید.

ت) اختلاف فاز بین دو سیگنال کانال های 1 و 2 اسیلوسکوپ را محاسبه کنید.

ث) کلید حالت را روی CHOP قرار دهید زیرا فرکانس منبع 50Hz است.

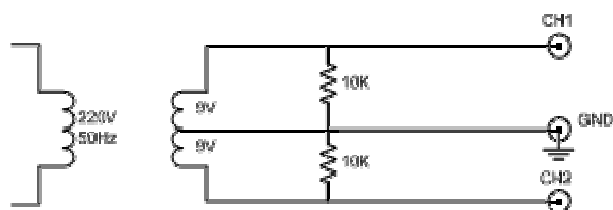
تعداد خانه های دربر گرفته شده توسط یک سیکل $= 360^\circ$ / اختلاف فاز به ازای هر خانه

اختلاف فاز به ازای هر خانه $\times$ تعداد خانه های اختلاف فاز = اختلاف فاز



آزمایش شماره (7)

مدار شکل زیر را ببندید و مراحل آزمایش شماره (6) را تکرار کنید.



اسیلوسکوپ را تنظیم و سپس مقادیر رنج را یادداشت کنید.

$$1\text{Volt/Div} = \text{CH}$$

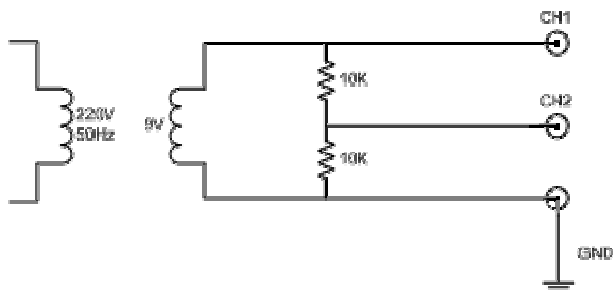
$$2\text{Volt/Div} = \text{CH}$$

$$\text{Time/Div} =$$

$$\text{or line } 2\text{CH or } 1\text{Source Trig} = \text{CH}$$

آزمایش شماره (8)

مدار شکل زیر را ببینید و مراحل آزمایش (6) را تکرار نمایید.

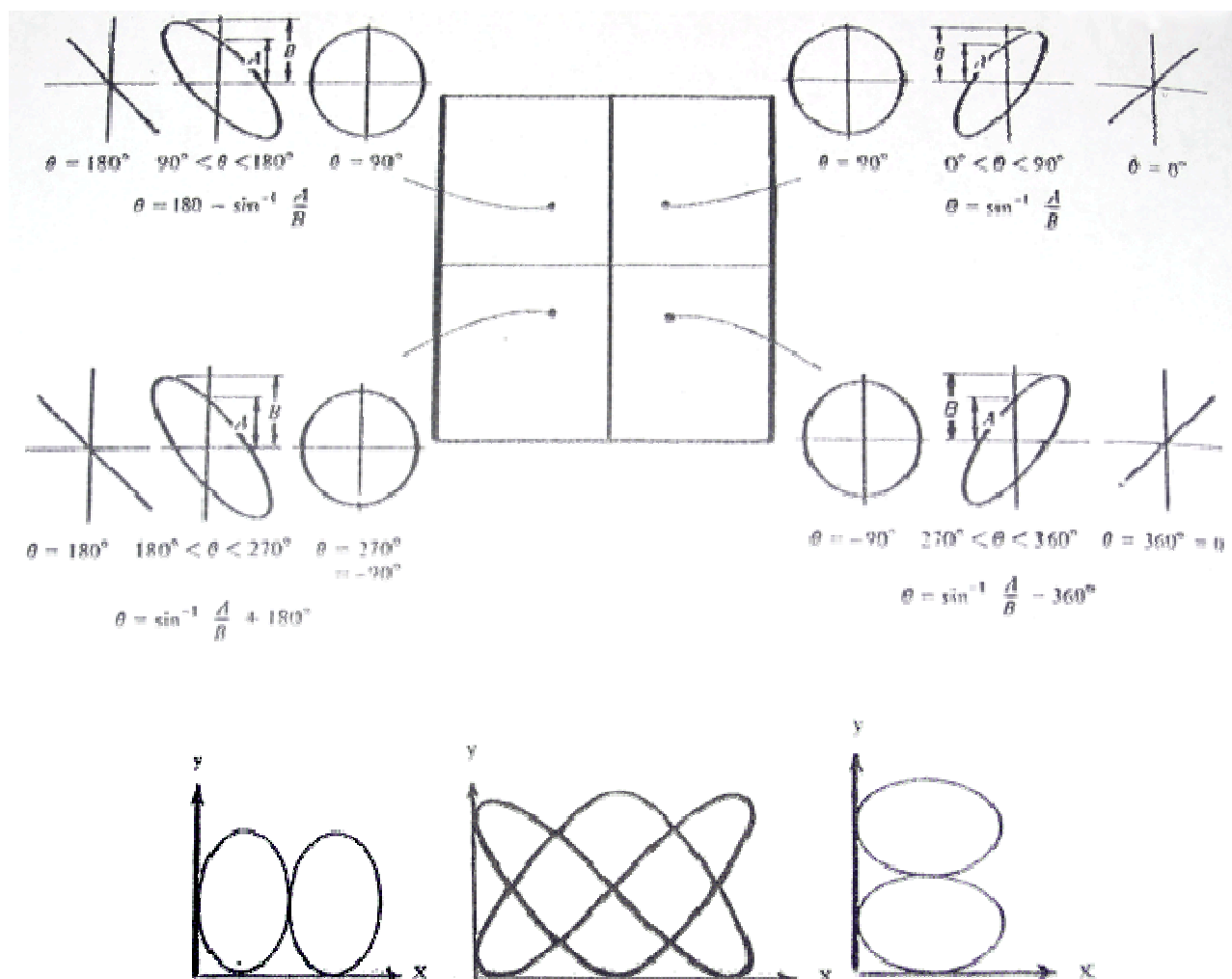


منحنی های لیسازور:

اگر دو نیرو در امتداد های عمود بر هم به جسمی وارد شوند و هر کدام از آنها یک حرکت نوسانی به جسم بدهند جسم تحت تاثیر این دو نیرو مسیر بسته ایی را طی می کند که شکل آن مسیر ها را لیسازور گویند.

موقعی که پرتو الکترونی از میان صفحه های خازنی عبور کند تحت اثر میدان الکتریکی دارای حرکت نوسانی خواهد بود و روی صفحه اسیلوسکوپ یک خط مشاهده می شود. اکنون اگر به دو خازن دو ولتاژ نوسانی متصل شود الکترون ها در دو سطح عمود بر هم نوسان خواهند داشت. در حالتی که نسبت بسامد دو ولتاژ متغیر دو عدد درست باشد یکی از اشکال لیسازور روی صفحه اسیلوسکوپ

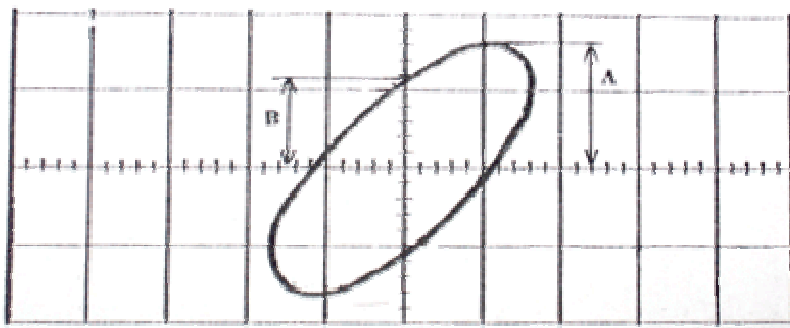
تشکیل می شود.



اندازه گیری اختلاف فاز به روش اشکال لیسازور:

روش اندازه گیری اختلاف فاز توضیح داده شده، یکی از دقیق ترین روش های اندازه گیری اختلاف فاز است. روش دیگری نیز وجود دارد که بیشتر در اسیلوسکوپ های یک کاناله از آن استفاده می شود.

در شکل زیر در این روش از اشکال لیسازور استفاده می شود. یک نمونه از اشکال لیسازور رسم شده است در این روش MODE باید روی X-Y قرار گیرد.



اختلاف فاز از رابطه زیر به دست می آید.

$$\phi = \sin^{-1} \frac{B}{A}$$

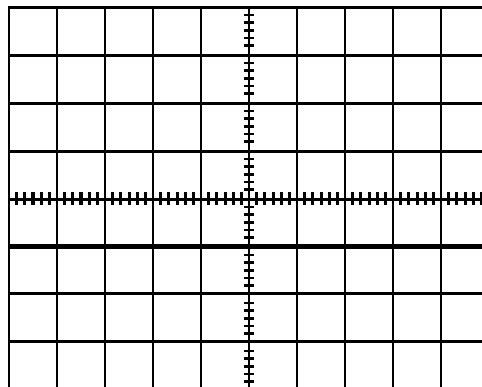
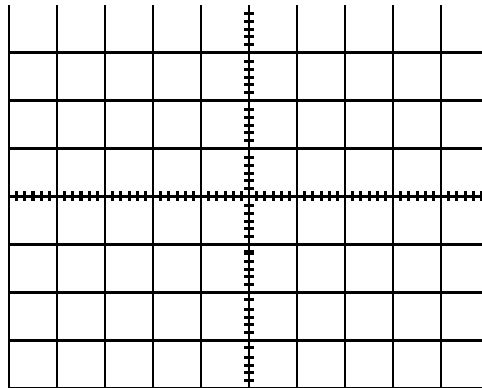
A و B تعداد خانه ها هستند.

آزمایش شماره (9)

اختلاف فاز مدار شکل آزمایش شماره 6 را به صورت اشکال لیسازور بدست آورده و شکل لیسازور را در شکل زیر رسم کنید.

آزمایش شماره (10)

اختلاف فاز مدار شکل آزمایش شماره 8 را به صورت اشکال لیسازور بدست آورده و شکل لیسازور را در شکل زیر رسم کنید.



آزمایش شماره (11)

در صورتی که فرکانس یکی از ولتاژهای متناوب معلوم باشد به کمک شکل های لیسازور می توان بسامد مجهول ولتاژ دیگر را بدست

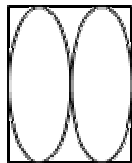
آورد برای این کار لیسازور حاصل را در مستطیلی قرار می دهند و از رابطه
$$F_2 = \frac{r_1}{r_2} F_1$$
 فرکانس مجهول را بدست می آورند.

$1F$ بسامد معلوم، $2F$ بسامد مجهول، $2n$ تعداد نقاط تماس در امتداد لبه افقی مستطیل و $1n$ تعداد نقاط تماس در امتداد لبه قائم مستطیل

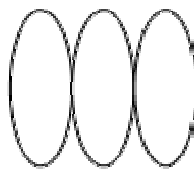
است مانند شکل زیر که $1n/2n=4/2=1/2$ است.



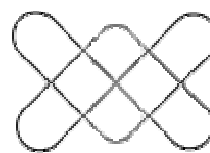
$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{2}{2}$$



$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{4}{2}$$



$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{6}{2}$$

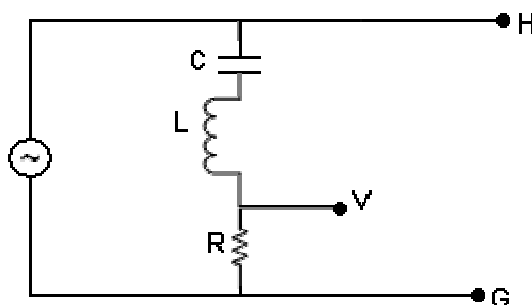


$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{6}{4}$$

آزمایش شماره (12)

رزنانس (همنوایی)

خازن C و مقاومت R و سلف L را بصورت سری به یکدیگر متصل کرده و مطابق شکل زیر به نوسان ساز وصل کنید.



نقاط H و G را به ورودی افقی و V و G را به ورودی قائم وصل کنید (توجه داشته باشید که نقطه V و G به زمین ورودی ها وصل شده باشد) در فرکانسی که راکتانسی سلف برابر راکتانس خازن باشد مدار در حال تشدید است.

یعنی $2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$ و فرکانس تشدید $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ خواهد شد در این حالت امپدانس مدار به صورت مقاومت خالص در

آمده و مساوی با R خواهد بود و جریان (که متناسب با انحراف Y است) با ولتاژ (که متناسب با انحراف X است) همفاز می گردد.

دامنه سیگنال را برای انحراف های X و Y از دیدگاه اسیلوسکوپ یکسان کنید. (در حالت تشدید شکل بیضی به خط مورب تبدیل می شود)

یعنی X و Y همفاز شوند (در این صورت شکل منحنی به چه صورتی در می آید؟) به تغییر شکل منحنی در هنگام کاهش یا افزایش فرکانس توجه کرده و شکل های حاصله را رسم نمایید.

تهیه کننده:

علی اصغر الوندی