



آزمایش ۱

آشنایی با اسیلوسکوپ

هدف از این آزمایش آشنایی شما با مقدمات استفاده صحیح از اسیلوسکوپ‌ها و سیگنال ژنراتورهای معمولی است. در این آزمایش با تنظیم مقدماتی اسیلوسکوپ، تنظیم پروب، تریگر کردن سیگنال و اثر بارگذاری اسیلوسکوپ آشنا خواهیم شد. جهت کسب اطلاعات تکمیلی می‌توانید به آدرس <http://www.virtual-oscilloscope.com> مراجعه نموده و از بخش‌های *oscilloscope simulation* و *oscilloscope tutorial* آن دیدن فرمائید.

مقدمات

✓ کاربرد اسیلوسکوپ

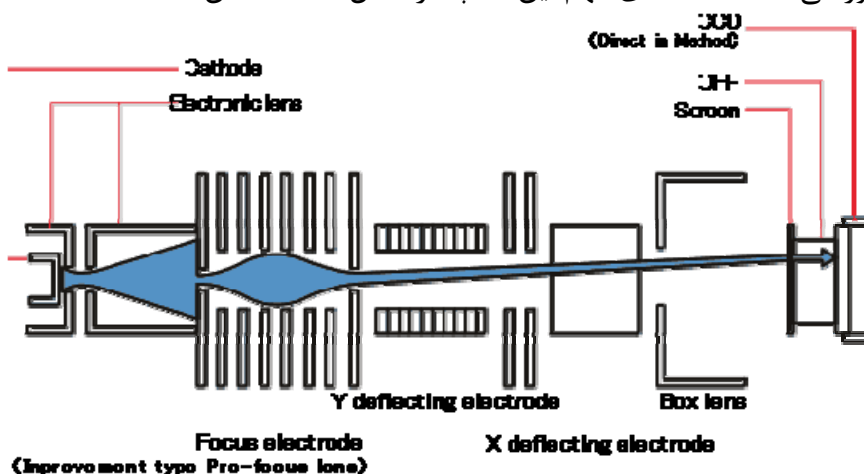
اسیلوسکوپ وسیله‌ای برای اندازه‌گیری و نمایش انواع شکل موج‌های ولتاژ می‌باشد.

✓ انواع اسیلوسکوپ

- آنالوگ
- دیجیتال (حافظه‌دار و ...)

✓ آشنایی با مدارات داخلی اسیلوسکوپ و روش کار آن Cathode Ray Oscilloscope(CRO)

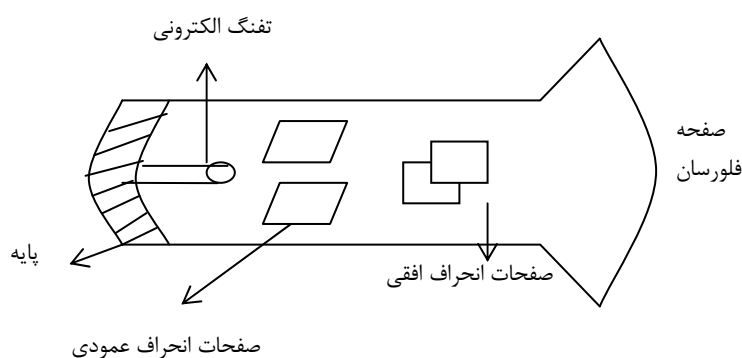
قلب اسیلوسکوپ لامپ اشعه کاتدی آن است که در داخل آن اشعه ایجاد می‌شود و برخورد آن با صفحه فلورسان ایجاد نور می‌کند. قسمت‌های مهم این لامپ در شکل (۱-۱) نشان داده شده‌اند.



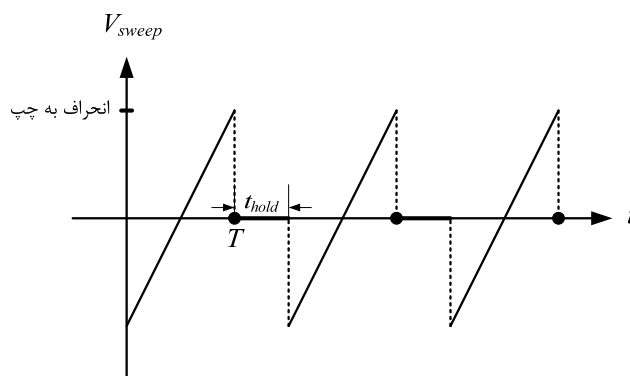
شکل (۱-۱): قسمت‌های مهم لامپ اشعه کاتدی

اشعه از کاتد جدا می‌شود و به صفحه فلورسان می‌خورد. هدایت این اشعه توسط ولتاژ ورودی است بطوریکه محل برخورد اشعه به صفحه نمایانگر خصوصیات زمانی سیگنال ورودی باشد. دو جفت صفحه موازی هم وجود دارند که یک جفت افقی و یک جفت عمودی است (شکل (۱-۲)). اشعه از بین این دو عبور می‌کند؛ یک ولتاژ متناسب با زمان به صفحاتی که انحراف افقی می‌دهند وصل می‌شود و

سیگنال ورودی نیز به صفحات انحراف عمودی داده می‌شود؛ این دو ولتاژ به کمک هم اشعه را منحرف می‌کنند، یکی در جهت افقی، یکی در جهت عمودی و نهایتاً اشعه به صفحه می‌رسد. انحراف از نقطه مرکز به طرف راست یا چپ (افقی) با ولتاژ V_{sweep} انجام می‌شود، پس چون این انحراف با زمان متناسب است می‌تواند نمایانگر طی شدن زمان باشد. در همین حین اشعه از مرکز به سمت بالا یا پایین (عمودی) منحرف می‌شود که متناسب با سیگنال ورودی است، پس می‌تواند نمایانگر دامنه ورودی باشد. شکل موج ولتاژ V_{sweep} در شکل (۱-۳) نشان داده شده است.



شکل (۱-۲): CRT

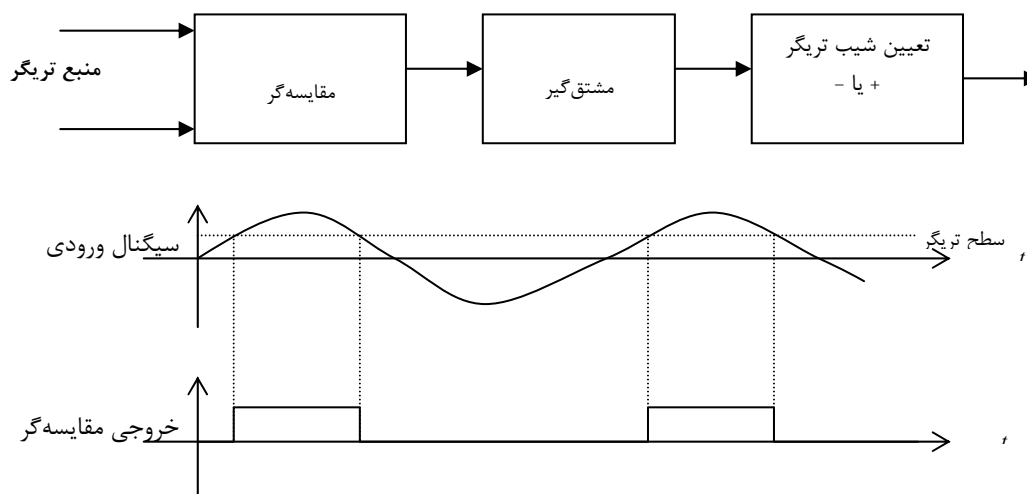


شکل (۱-۳): ولتاژ صفحه افقی

با توجه به شکل بالا مدت زمان T طول می‌کشد تا V_{sweep} اشعه را از سمت راست به سمت چپ جابه‌جا کند. این بدین معنی است که مدت T از سیگنال ورودی نیز انتخاب می‌شود که اشعه را تماماً از بالا تا پایین منحرف سازد و اگر سیگنال ورودی دامنه کافی را نداشته باشد، فقط قسمتی از صفحه در جهت عمودی جاروب می‌شود نه از بالاترین تا پایین‌ترین نقطه صفحه.

✓ مدار تریگر

برای سنکرون کردن سوئیچ ژنراتور با سیگنال ورودی از مدار تریگر استفاده می‌شود. شکل (۱-۴) بلوک دیاگرام مدار تریگر را نشان می‌دهد:

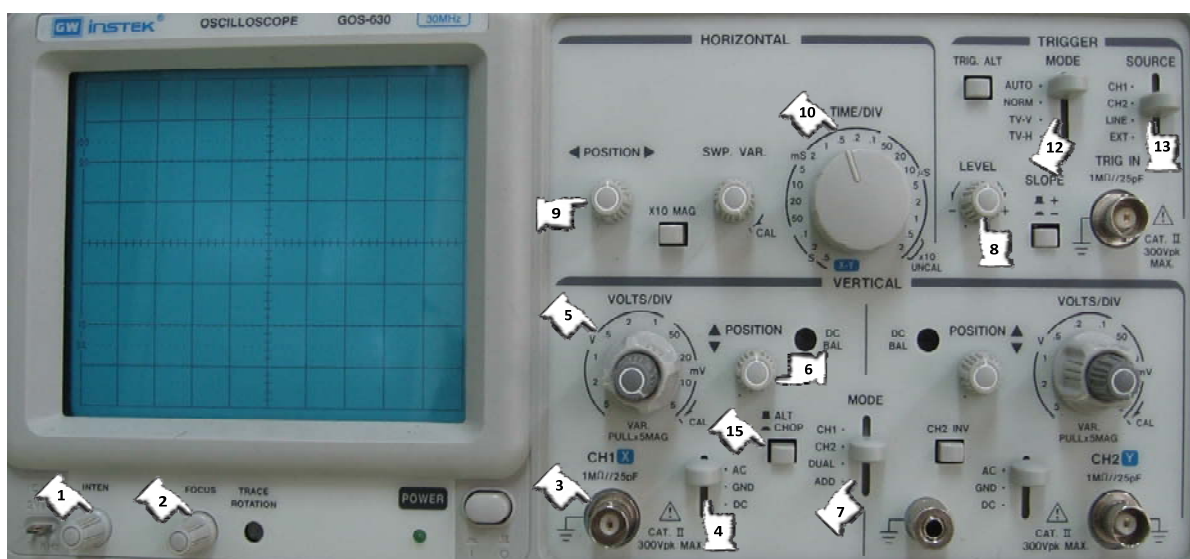


شکل (۱-۴): بلوک دیاگرام بخش تریگر

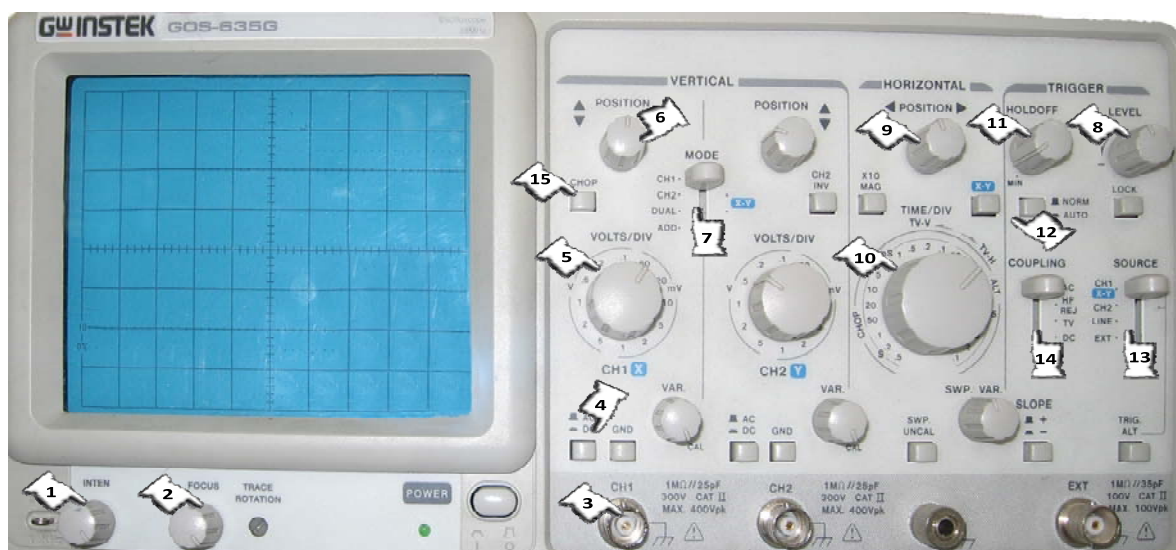
در نمودار آخر می‌بینیم مدار تریگر در دو نقطه مشابه از سیگنال ورودی به مولد دندانه اره‌ای دستور می‌دهد که سوئیچ کند. از مدار اشمیت تریگر برای ورودی‌هایی که اعوجاج (نویز) دارند استفاده می‌شود تا مقایسه‌گر درست تشخیص بدهد.

✓ آشنایی با پانل کنترل اسیلوسکوپ

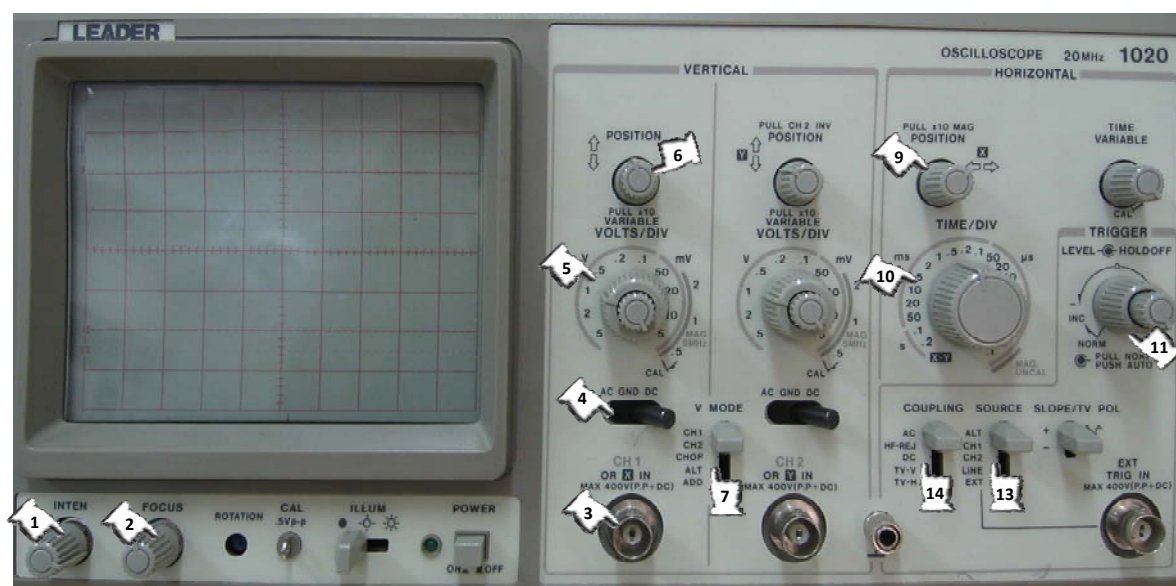
پانل کنترل انواع اسیلوسکوپ‌ها دارای اجزای اصلی زیر می‌باشد که در شکل (۱-۵) نمایش داده شده است.



(الف): اسیلوسکوپ شرکت گودویل اینستک (GW INSTEK) ۳۰ مگاهرتز مدل GOS-۶۳۰



(ب): اسیلوسکوپ شرکت گودویل اینستک (GW INSTEK) ۳۵ مگاهرتز مدل GOS-۶۳۵



(ج): اسیلوسکوپ شرکت لیدر (LEADER) ۲۰ مگاهرتز مدل ۱۰۲۰

شکل (۱-۵): نمایی از چند نوع اسیلوسکوپ موجود در آزمایشگاه

✓ این اجزا را به طور کلی به پنج دسته می‌توان تقسیم نمود:

الف) کلیدهای مربوط به تنظیمات روشنایی و فوکوس صفحه تصویر

ب) کلیدهای مربوط به کنترل محور افقی یا محور زمان

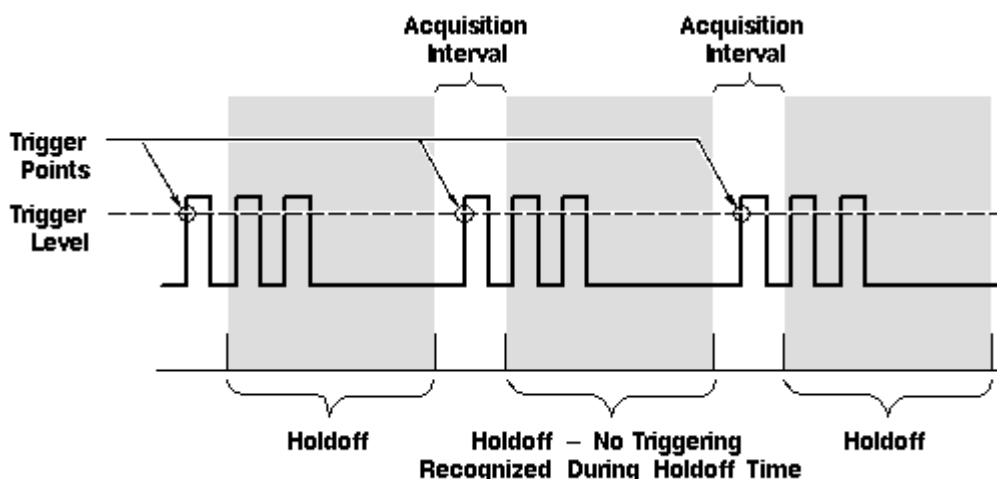
ج) کلیدهای مربوط به کنترل محور عمودی یا محور سیگنال اعمال شده (CH_1)

د) کلیدهای مربوط به کنترل محور عمودی یا محور سیگنال اعمال شده (CH_2)

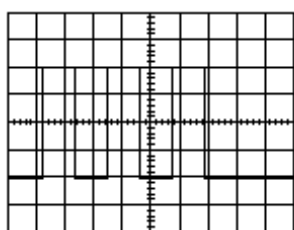
ه) کلیدهای مربوط به مدار *triggering*

✓ عملکرد کلیدها بر حسب شماره به شرح زیر می‌باشد:

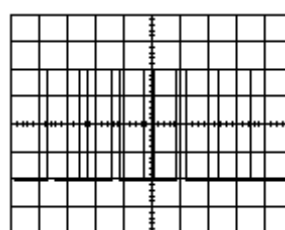
- ۱- درجه تنظیم شدت اشعه تابش (قدرت ابر الکترونی تولید شده)
 - ۲- درجه تنظیم وضوح و فوکوس تصویر
 - ۳- ورودی کانال ۱ یا X (کانال دیگر نیز کاملاً مشخص است)
 - ۴- کلید تنظیم وضعیت نمایش موج کانال ۱ به سه حالت مختلف:
 - GND : برای تنظیم و نمایش خط زمین کانال
 - AC : برای حذف مقادیر DC ورودی و نمایش شکل موج متناوب
 - DC : برای نمایش شکل موج ورودی با در نظر گرفتن مقادیر AC و DC
 - ۵- درجه تنظیم ولتاژ نمایش یا در حقیقت مقیاس محور Y ها برای کانال ۱
 - ۶- درجه تنظیم موقعیت شکل موج در صفحه نمایش در راستای عمودی (کانال ۱)
 - ۷- کلید تنظیم کانال و وضعیت نمایش که دارای ۴ حالت می‌باشد:
 - انتخاب کانال ۱
 - انتخاب کانال ۲
 - نمایش ترکیبی هر دو کانال
 - شکل موج برآیند دو کانال (حاصل از جمع اسکالر)
 - ۸- *Trigger level* سطح ولتاژی را تنظیم می‌کند که اگر موج به آن مقدار برسد، ترسیم شکل موج شروع می‌شود.
 - ۹- درجه تنظیم موقعیت شکل موج در صفحه نمایش در راستای محور X ها برای هر دو کانال
 - ۱۰- درجه تنظیم فرکانس *sweep* و در حقیقت مقیاس محور X ها برای هر دو کانال
 - ۱۱- *Trigger Hold-off*: بعضی اوقات تنظیم اسیلوسکوپ برای این که در قسمت درستی از یک موج تریگر کند نیاز به مهارت خاصی دارد. بسیاری از اسیلوسکوپ‌ها دارای کلیدی به نام *hold-off* هستند که این عمل را آسان می‌کند.
- Trigger hold-off* زمانی قابل تنظیم است که اسیلوسکوپ تریگر نمی‌کند. این ویژگی مخصوصاً در مورد شکل موج‌های پیچیده مفید است که اسیلوسکوپ تنها در اولین لبه مناسب تریگر می‌کند. شکل (۱-۶) عملکرد بخش *Hold-Off* را بهتر نشان می‌دهد.



(الف)



(ج) با Hold-Off



(ب) بدون Hold-Off

شکل (۱-۶): الف) نمایش سطح تریگر و زمان Hold-Off روی سیگنال منبع تریگر، شکل موج دیده شده توسط اسیلوسکوپ
ب) بدون مدار Hold-Off و ج) با مدار Hold-Off.

۱۲- مدهای تریگر:

NORM: آنچه تاکنون گفتیم مد **NORM** است.

AUTO: همانند **NORM** است با این تفاوت که اگر سیگنال به سطح تریگر نرسد، آنگاه برای جلوگیری از خاموش شدن اسکوپ با فرکانس 50 Hz تریگر می‌کند.

TV (**TV-H**, **TV-V**): برای سیگنال‌های تلویزیون (با فرکانس خاص و به صورت **horizontal** و **vertical**) استفاده می‌شود.

۱۳- منبع تریگر:

CH1/CH2: ورودی یک/دو به عنوان منبع تریگر استفاده می‌شود. (توجه کنید که ورودی یک با منبع تریگر یک به صورت درست تریگر می‌شود زیرا هم فرکانس هستند و در صورتیکه موج ورودی کانال ۱ و ۲ هم‌فرکانس باشند، می‌توان از کانال ۱ به عنوان منبع تریگر جهت نمایش کانال ۲ استفاده کرد و بالعکس)
EXT: اگر موج ورودی نتواند مولد خوبی برای تریگر ایجاد کند از حالت **external** به عنوان منبع تریگر استفاده کرده و منبع تریگر را از خارج دریافت می‌کنیم.



Line: برای حالت‌هایی که فرکانس موج ورودی اسیلوسکوپ هم‌فرکانس یا ضریب فرکانسی از برق شهر باشد می‌توان از حالت *Line* به عنوان منبع تریگر استفاده کرد. در این حالت منبع تریگر یک موج 50 Hz می‌شود.

۱۴- کوپلاژ سورس تریگر:

در تمام حالت‌های زیر عمل ذکر شده بر روی سیگنال سورس تریگر انجام می‌شود:

DC: سیگنالی که به عنوان سورس تریگر انتخاب می‌شود با مقدار *DC* اش لحاظ می‌شود.

AC: مولفه *DC* از سیگنالی که به عنوان سورس تریگر انتخاب شده حذف می‌شود.

HF Rej (High Filter Rejection): همان حالت *DC* است که در خط بالا توضیح داده شد، فقط موج‌های فرکانس بالای آن که در واقع نویز هستند حذف شده‌است. در واقع در این حالت نویزهای فرکانس بالا که روی سیگنال منبع تریگر سوار هستند از آن حذف می‌شود تا عمل تریگر با دقت و کیفیت بهتری انجام شود. این حالت نمونه‌ای از فیلتر ساده پایین‌گذر است که برای کاهش نویز به کار می‌رود (بدیهی‌ست که نوع نویز باید مشخص شود).

LF Rej (Low Filter Rejection): همانند حالت قبل است فقط نویزهای فرکانس پایین را حذف می‌کند.

۱۵- نمایش دو کانال با هم:

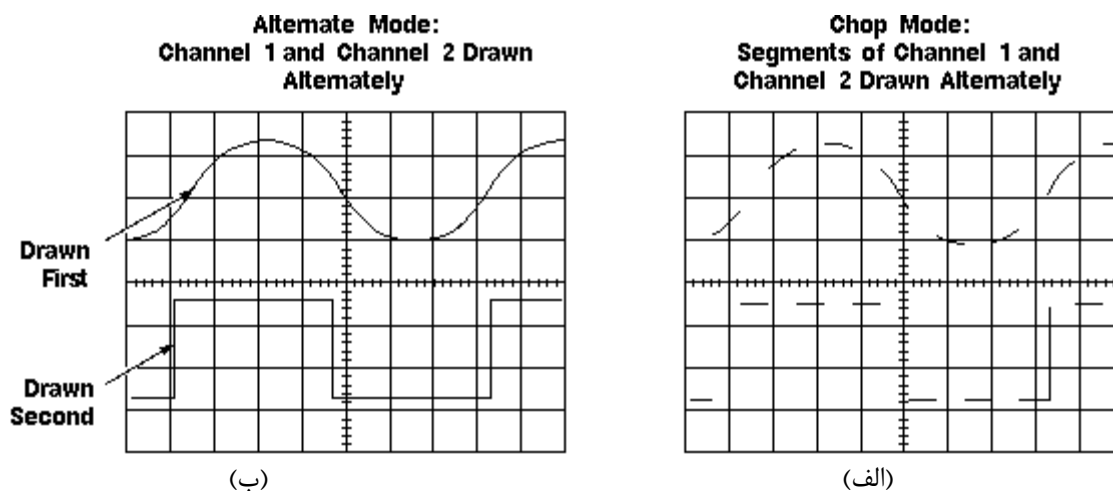
به منظور نمایش دو کانال به طور همزمان از دو روش متفاوت *Alt* و *Chop* در فرکانس‌های بالا و پایین استفاده می‌شود. کلید ۱۵ در اسیلوسکوپ گودویل مدل *GOS-۶۳۰* و کلید ۷ در اسکوپ *LEADER* این امکان را فراهم می‌کنند. در بعضی از اسکوپ‌ها نظیر گودویل مدل *GOS-۶۳۵* از طریق تغییر سلکتور *Time/Div* (کلید ۱۰) به طور خودکار خود اسکوپ یکی از حالت‌های *Alt* یا *Chop* را انتخاب می‌کند.

۱-۱۵ روش *Alt*

برای نمایش همزمان دو موج فرکانس بالا از روش *Alt* استفاده می‌شود. فرکانس موج ورودی باید حدود چند کیلوهرتز یا بیشتر باشد. در این روش برای یک دوره از سوئیچ، کانال (۱) به صفحات انحراف دهنده عمودی داده می‌شود و برای دوره بعدی سوئیچ، کانال (۲) به صفحات عمودی می‌رود.

۲-۱۵ روش *Chop*

برای نمایش همزمان دو موج فرکانس پایین از روش *Chop* استفاده می‌شود. در فرکانس‌های پایین در طول یک سوئیچ، ولتاژ ورودی به صفحات انحراف عمودی چندین بار بین کانال ۱ و ۲ سوئیچ می‌کند. برای اسکوپ‌های موجود فرکانس نمونه برداری (فرکانس سوئیچ بین دو کانال) حدود 250 کیلوهرتز می‌باشد. شکل (۱-۷) نمایش همزمان دو کانال به دو روش گفته شده را نشان می‌دهد.



شکل (۱-۷): نمایش همزمان دو سیگنال به روش الف (*Chop*) و ب (*Alt*)

خودآزمایی

- ۱- برای ولتاژ ورودی با دامنه زیاد سلکتور *Volt/Div* را روی کم بگذاریم یا زیاد؟
- ۲- اگر سطح تشخیص (*Trigger Level*) در مدار تریگر بالاتر از سیگنال ورودی باشد، در کدام مد تریگر شکل موجی در خروجی نمایش داده نمی‌شود؟ چرا؟
- ۳- *Hold-off* چگونه کار می‌کند؟ همراه با شکل سوئیچ بگوئید.
- ۴- چرا روش *Alt* برای فرکانس پائین به صورت چشمک‌زن نمایش داده می‌شود؟
- ۵- در روش *Alt* اگر سورس تریگر را از کانال ۲ یا ۱ بگیریم احتمال دارد یکی از موج‌ها روی صفحه راه برود. چرا؟

✓ پروبها

معمولاً برای انواع مدارهای الکتریکی و الکترونیکی مدل‌ها و انواع ویژه‌ای از پروب‌ها وجود دارد که برای نمونه‌برداری از ولتاژ گره مورد نظر طراحی شده‌اند. دو نوع پروب وجود دارد: فعال و غیرفعال (*Passive & Active*). پروب‌های فعال ابتدا تقویت می‌کنند، بعد توسط کانال به اسکوپ انتقال می‌دهند.

مشخصات مهم پروب‌ها:

- ۱- اثر بارگذاری کم بر روی مدار
- ۲- دارای پهنای باند عبور مناسب
- ۳- سیگنال به نویز بزرگ

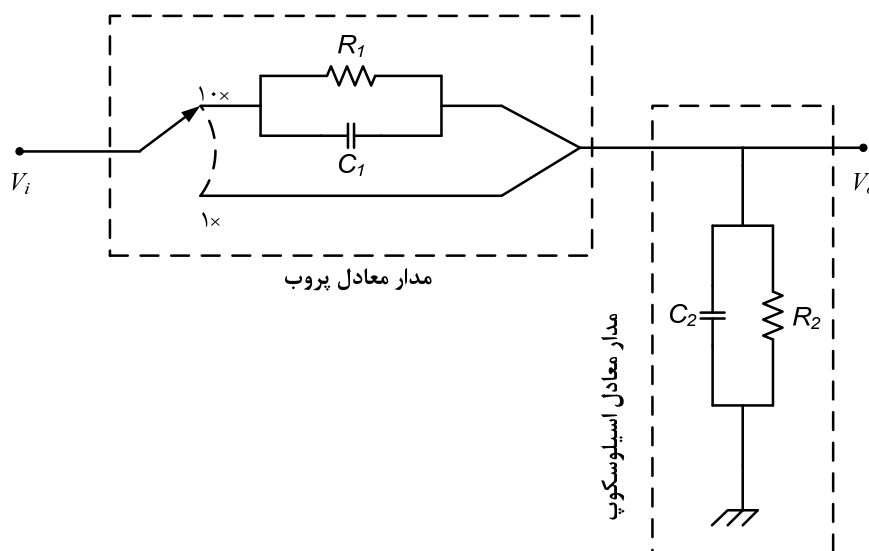
در حالت $\times 10$ مقاومت ورودی پروب زیاد است پس اسکوپ تأثیر کمی بر مدار دارد. بنابراین بهتر است که در اندازه‌گیری‌های فرکانس بالا و یا نقاطی که دارای امپدانس خروجی بزرگی هستند پروب را در حالت $\times 10$

قرار داد. مدار معادل ورودی یک اسیلوسکوپ توسط یک مقاومت و یک خازن موازی معادل می‌شود. مقادیر معمول برای این مقاومت ۱ مگا اهم و ظرفیت خازن در محدوده چند ده پیکو فاراد است. بطور معمول این مقادیر در کنار ورودی اسیلوسکوپ‌ها نوشته می‌شوند.

هنگام اندازه‌گیری با اسیلوسکوپ ممکن است سیگنالی که باید اندازه‌گیری شود دارای دامنه بیش از تحمل ورودی اسیلوسکوپ و یا خیلی کوچکتر از مقدار قابل اندازه‌گیری باشد. جهت اندازه‌گیری ولتاژهای زیاد لازم است دامنه آنها با کمک پروب کاهش پیدا کند. این کار به کمک پروب‌های پسیو که دارای مقاومت و خازن موازی هستند امکان‌پذیر است (حالت $\times 10$). برای سیگنال‌های ضعیف نیز پروب‌های اکتیو وجود دارند که بخصوص در اندازه‌گیری‌های مخابراتی بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

همچنین ممکن است بخواهیم جهت اندازه‌گیری، اسیلوسکوپ را با یک امپدانس بزرگ موازی کنیم؛ در این صورت اتصال اسیلوسکوپ باعث بارگذاری و تخریب سیگنال اندازه‌گیری شده می‌شود (حالت $\times 1$)، در این حالت نیز با قرار دادن یک پروب اکتیو یا پسیو در حالت $\times 10$ می‌توان مجموع امپدانس ورودی اسیلوسکوپ و پروب را زیاد کرد تا اثر بارگذاری قابل صرف نظر کردن باشد.

هنگامی که پروب در حالت $\times 10$ قرار دارد دامنه ولتاژ اندازه‌گیری شده در اسیلوسکوپ $0/1$ مقدار واقعی آن است لذا باید مقدار خوانده شده را در ۱۰ ضرب نمود. در حالت $\times 10$ مدار معادل پروب، یک مقاومت و خازن موازی است که باید مقادیر آنها نسبت به مقادیر مقاومت و خازن معادل ورودی اسیلوسکوپ به گونه‌ای باشد که سیگنال ورودی در هیچ فرکانسی دچار اعوجاج نگردد؛ از آنجا که مقدار خازن ورودی تمام اسیلوسکوپ‌ها همواره یکسان نیست خازن پروب‌ها را قابل تنظیم قرار می‌دهند که به آن خازن تریمر می‌گویند. مدار معادل یک پروب و مدار معادل داخلی یک اسیلوسکوپ که با هم سری می‌شوند در شکل (۱-۸) نشان داده شده است.



شکل (۱-۸): مدار معادل‌های پروب و اسیلوسکوپ که با هم سری می‌شوند.



✓ مراحل لازم برای مشاهده شکل موج گره مورد نظر:

- اتصال زمین اسیلوسکوپ به زمین سیستم
- تنظیم وضوح و شدت اشعه با درجات *Intensity* و *Focus*
- تنظیم خط زمین (*GND*) برای هر دو کانال
- اتصال دقیق پروب به گره مورد نظر
- تغییر وضعیت کلید سه حالت تنظیم هر کانال از موقعیت *GND* به *AC* یا *DC*
- تنظیم فرکانس *Sweep* و مقدار مقیاس ولتاژ

خودآزمایی

- ۱- به نظر شما فرق پروب اکتیو و پسیو چیست؟ مزایا و معایب آنها را تحقیق کنید.
- ۲- نشان دهید که با یک مقاومت تنها به عنوان مدار معادل پروب نمی‌توان در صورت اندازه‌گیری، یک ولتاژ پله را همانگونه که هست اندازه گرفت. برای این کار یک منبع پله را به مدار سری مقاومت (مدار معادل فرضی پروب) و یک خازن-مقاومت موازی (مدار معادل ورودی اسیلوسکوپ) اعمال کنید و ولتاژ ورودی اسیلوسکوپ را با ولتاژ پله اعمالی با تحلیل تئوری و به کمک نرم‌افزار مقایسه کنید.
- ۳- با اضافه کردن خازن موازی در پروب با تحلیل تئوری و به کمک نرم‌افزار نشان دهید امکان اندازه‌گیری دقیق وجود خواهد داشت. مقادیر خازن و مقاومت را طوری تعیین کنید تا دامنه سیگنال در اسیلوسکوپ در فرکانس‌های بسیار کم و بسیار زیاد به میزان ۰/۱ کاهش یابد.
- ۴- اگر خازن کمتر و یا بیشتر از مقداری باشد که در مرحله قبل بدست آورده‌اید شکل موج اندازه‌گیری شده چه تغییری خواهد کرد؟ با کمک نرم‌افزار این شکل موج‌ها را رسم کنید.

شرح آزمایش ۱ (جلسه اول):

✓ بررسی کالیبره بودن اسیلوسکوپ و صحت پروب‌ها

پروب کانال ۱ اسیلوسکوپ را در حالت $\times 10$ قرار داده و به سیگنال کالیبراتور (حلقه موجود روی پنل) اسیلوسکوپ متصل کنید. جهت مشاهده سیگنال وضعیت مشاهده را بر روی کانال ۱ قرار دهید و منبع تریگر را نیز کانال ۱ انتخاب کنید. حالت تریگر را در وضعیت *Auto* و اتصال کانال ۱ را در وضعیت *DC* قرار دهید. سیگنال مشاهده شده بر روی اسیلوسکوپ را ترسیم کنید. آیا شکل موج مشاهده شده مربعی است؟ با کمک یک پیچ گوشتی پلاستیکی ویژه تنظیم پروب، خازن تریمر پروب را مانند شکل (۱-۱) در هر دو جهت تغییر دهید و شکل موج‌های مشاهده شده را ترسیم کنید. شکل‌های مشاهده شده را با شکل (۱-۲) مقایسه کنید.

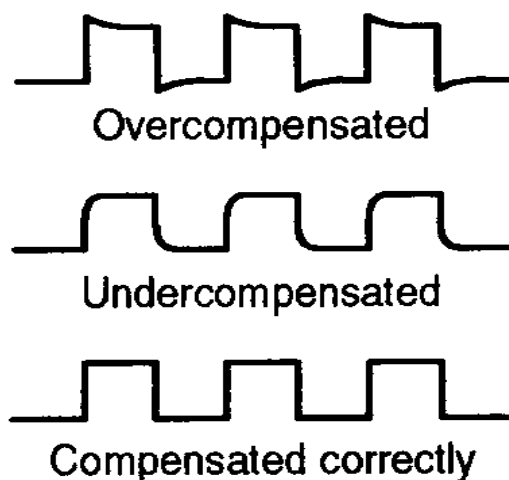


شکل (۱-۱): نحوه تنظیم خازن تریمر پروب

با تنظیم خازن تریمر پروب شکل مربعی را مشاهده کنید، در این حالت پروب بصورت صحیح جبران سازی شده است. جهت تنظیم بهتر می‌توانید تنظیم زمانی (*Time/div*) را کوچکتر کرده تا ابتدای موج را بهتر مشاهده کنید.

بعد از تنظیم پروب دامنه و فرکانس سیگنال مشاهده شده در اسیلوسکوپ را اندازه‌گیری کنید. آیا مقادیر اندازه‌گیری شده با مقادیر نوشته شده در کنار کالیبراتور انطباق دارند؟

پرسش ۱: به نظر شما اگر پروبی در اختیار داشته باشید که حالت‌های $\times 1$ و $\times 10$ را داشته باشد، تنظیم خازن پروب برای چه حالتی باید انجام شود و چرا؟



شکل (۱-۲): حالت‌های مختلف مشاهده سیگنال مربعی با پروب تنظیم شده و تنظیم نشده

پرسش ۲: به کمک روابط تئوری و مقادیر خازن و مقاومت مدار معادل اسیلوسکوپ روی میز کارتان، مقدار خازن تریمر پروب را در حالت *compensated correctly* حساب کنید. در صورتی که مقادیر مورد نیاز روی اسیلوسکوپ یادداشت نشده بود، از مقادیر فرضی $C=15pF$ و $R=1M\Omega$ استفاده کنید. مدل اسیلوسکوپ موجود روی میز کارتان را یادداشت نمایید.

✓ عدم تنظیم پروب و اثر مخرب آن روی شکل موج سینوسی

پروب کانال ۲ را نیز به کالیبراتور متصل کنید. وضعیت مشاهده سیگنال‌ها را در حالت *Dual* قرار دهید. خازن پروب کانال ۲ را به گونه‌ای تنظیم کنید که در حالت *undercompensated* قرار داشته باشد. در این حالت تنظیم پروب‌ها (پروب کانال ۱ از تنظیمات بخش قبل در حالت *compensated* قرار گرفته است)، با کمک سیگنال ژنراتور یک موج سینوسی با دامنه ۳ ولت به هر دو کانال اسیلوسکوپ متصل کنید. دقت کنید در فرکانس‌های پایین باید وضعیت مشاهده سیگنال‌ها را در حالت *Chop* و در فرکانس‌های بالا در حالت *Alt* قرار دهید. *Alt* تریگر را حتماً غیر فعال کنید. مشاهدات خود را برای فرکانس‌های ۸۰ هرتز و ۱۵۰ کیلوهرتز ترسیم کنید. این آزمایش را مجدد برای پروب کانال ۲ که در حالت *overcompensated* قرار داده‌اید، تکرار و جدول زیر را کامل نمایید. علت پدیده‌های دیده شده را به طور کامل توضیح دهید. روی شکل موج‌های ترسیم شده حتماً مشخص کنید که هر کدام مربوط به کدام کانال می‌باشد.

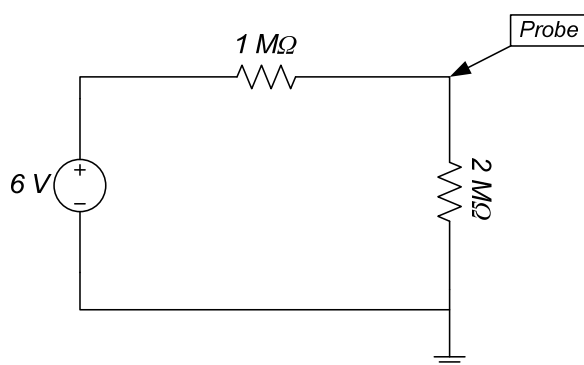
فرکانس سیگنال	۸۰ Hz	۱۵۰ kHz
دامنه سیگنال مشاهده شده توسط کانال ۱ (پروب <i>compensated</i>)		
دامنه سیگنال مشاهده شده توسط کانال ۲ (پروب <i>undercompensated</i>)		
دامنه سیگنال مشاهده شده توسط کانال ۲ (پروب <i>overcompensated</i>)		

در پایان کار پروب کانال ۲ را بصورت صحیح تنظیم کنید تا شکل مربعی را مشاهده نمایید.

پرسش ۳: می‌خواهیم ببینیم در صورتی که مدار معادل پروب در حالت $\times 10$ تنها شامل یک مقاومت باشد و خازنی نداشته باشد، شکل موج مربعی در صفحه اسیلوسکوپ به چه صورتی رسم می‌شود. بدین منظور مداری طراحی کنید و شکل موج مورد نظر را در صفحه اسیلوسکوپ ببینید. مدار طراحی شده و نتیجه مشاهدات را رسم نمایید و دلیلش را توضیح دهید.

✓ اثر بارگذاری اسیلوسکوپ روی مدار و حذف آن توسط پروب

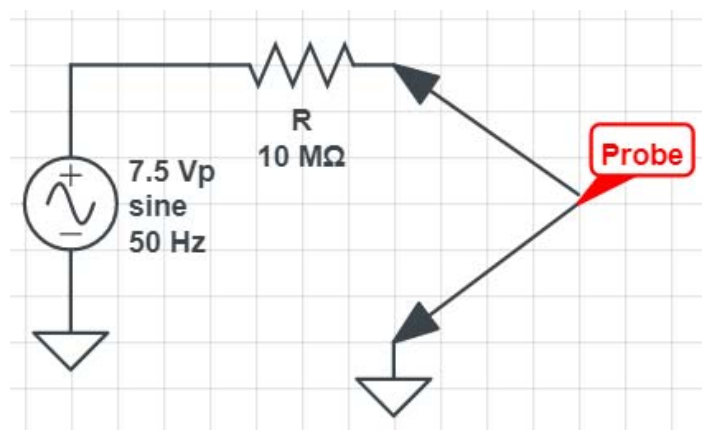
مدار شکل (۱-۱۱) را ببندید و مقدار منبع DC را ۶ ولت قرار دهید. مقدار اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $2M\Omega$ را با اسیلوسکوپ و پروب در حالت $\times 1$ و $\times 10$ اندازه بگیرید. با رسم مدار معادل اسیلوسکوپ و پروب در حالت $\times 1$ و $\times 10$ و نوشتن روابط مدار، مقادیر اندازه‌گیری شده را با یکدیگر و با تئوری مقایسه کنید و علت اختلاف را توضیح و به کمک روابط تئوری اثبات نمایید. (ولتاژ ۶ ولت را بین پایه‌های + و - منبع تغذیه DC بگیرید و از پایه زمین آن استفاده نکنید. سر سوسماری (زمین) پروب را به سر منفی منبع تغذیه DC متصل کنید. دستگاه منبع تغذیه DC به صورت مجزا از منبع تغذیه AC ، روی میز کارتان قرار گرفته است.)



شکل (۱-۱۱)

پرسش ۴ (اختیاری، نمره مثبت دارد): اندازه‌گیری مقاومت داخلی اسیلوسکوپ

مطابق شکل (۱-۱۲) پروب را در حالت $\times 1$ قرار داده و با استفاده از سیگنال ژنراتور، ولتاژی با پیک (دامنه) ۷،۵ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز به مدار اعمال کنید. تحت این شرایط و با مفروض بودن مقدار خازن داخلی اسیلوسکوپ و با استفاده از روابط مدار، مقدار مقاومت داخلی اسیلوسکوپ را اندازه‌گیری کنید.



شکل (۱-۱۲)

✓ عملکرد وضعیت DC و AC کانال‌ها و اثر مخرب وضعیت AC روی شکل موج‌ها

یک سیگنال مربعی با دامنه ۱ ولت و مقدار آفست ۱ ولت ساخته و به هر دو کانال ۱ و ۲ متصل کنید. وضعیت پروب‌ها را در حالت ۱× قرار دهید. (توجه کنید که در اکثر سیگنال ژنراتورهای موجود در آزمایشگاه به منظور اعمال مقدار DC به سیگنال منبع، همانطور که در زیر پیچ تنظیم آفست نوشته شده (Pull ADJ) باید پیچ آفست را بیرون بکشید تا مقدار آفست مورد نظر به سیگنال اعمال شود، در غیر این صورت این کلید غیرفعال است.

۱- کانال ۲ را در حالت DC و کانال ۱ را در حالت AC قرار دهید. فرکانس موج ساخته شده را ۱ کیلوهرتز قرار داده و مشاهدات خود را یادداشت و علت آن را بیان کنید.

۲- بدون تغییر وضعیت کانال‌ها، مقدار DC منبع را صفر کنید. آیا شکل موج‌های مشاهده شده برای هر دو کانال یکی هستند؟

۳- با حفظ شرایط بخش قبل، فرکانس منبع را به ۶۰ Hz کاهش دهید. آیا اکنون تفاوتی بین مشاهدات از دو کانال وجود دارد؟ (با رسم شکل موج). حال فرکانس منبع را از ۱۰ هرتز تا ۱ کیلوهرتز تغییر دهید و تغییرات شکل موج کانال‌ها را دنبال و یادداشت کنید.

۴- (اختیاری، نمره مثبت): شکل موج فانکشن ژنراتور را از مربعی به مثلثی تغییر داده و مجدد با تغییر فرکانس منبع از ۱۰ هرتز تا ۱ کیلوهرتز، تغییرات شکل موج کانال‌ها را دنبال و یادداشت کنید.

۵- روی علت پدیده‌های بند ۳ و ۴ (نمره مثبت) بحث کنید و در هر حالت شکل موج‌ها را رسم نمایید.

۶- (اختیاری، نمره مثبت): اگر دقت کنید در بند ۳ در نقاط جهش موج مربعی، سیگنال مشاهده شده توسط کانال ۱ اسیلوسکوپ دارای مقداری بیش از مقدار سیگنال کانال ۲ در آن نقطه می‌باشد. فکر می‌کنید علت چیست؟

با تغییر فرکانس از ۱۰ هرتز تا ۱ کیلوهرتز این پدیده چگونه تغییر می‌کند؟ چرا؟