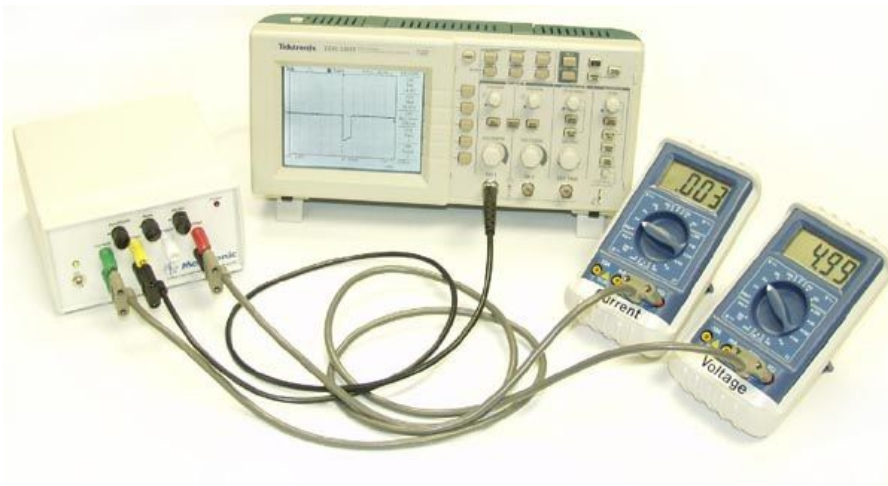




دستور کار آزمایشگاه

مدار اندازه گیری الکتریکی



تهیه و تنظیم:

شیرا رضایی

پاییز ۱۳۹۹

طراحی شده برای دوره آنلاین

آزمایش ۱

آشنایی با اسیلوسکوپ

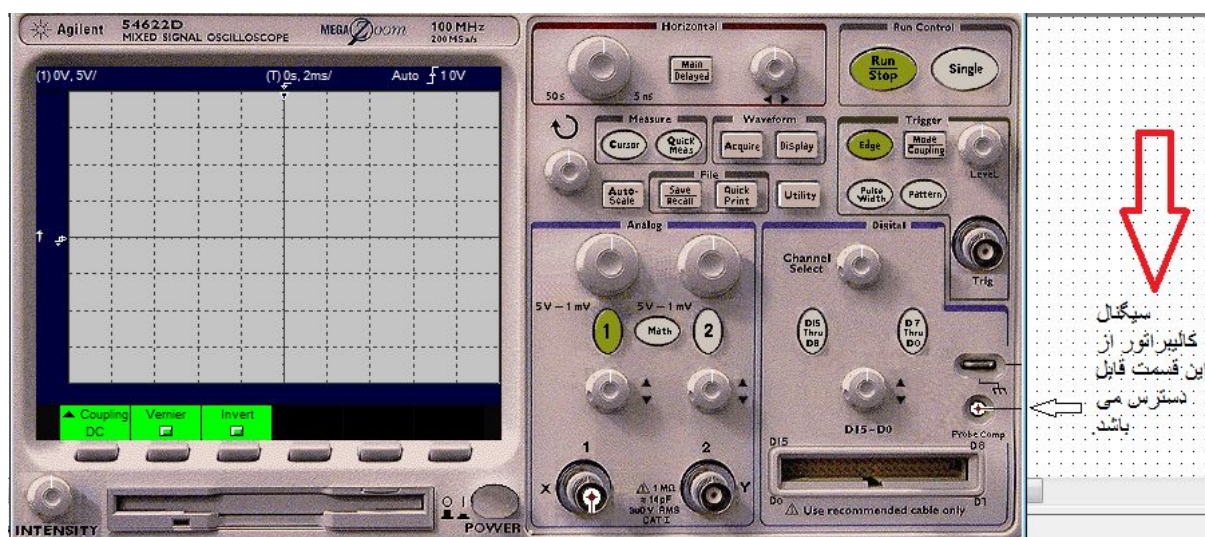
شرح آزمایش ۱: آشنایی با اسیلوسکوپ

طراحی شده برای دوره آنلاین

با توجه به برگزاری جلسات آزمایشگاه به صورت مجازی، به جای بستن و تست مدارها در آزمایشگاه و ثبت شکل موج‌ها توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری واقعی باید از دستگاه‌های اندازه‌گیری موجود در نرم‌افزار *Multisim* برای اندازه‌گیری داده‌ها استفاده شود. البته دستگاه‌های اندازه‌گیری موجود در نرم‌افزار تا حدودی ایده‌آل طراحی شده و تنها بخش کوچکی از خطاهای دستگاه‌های اندازه‌گیری واقعی در آنها در نظر گرفته شده است. در نتیجه در کل دستورکارهای آزمایش‌های مجازی هر جا لازم باشد از شما می‌خواهد تا عامل خطا را خودتان به صورت دستی به مجموعه اضافه کنید تا بتوانید تأثیر آن خطا را در داده‌ها ببینید. در آزمایش‌های شماره ۱ و ۲ که فقط آشنایی با دستگاه‌های اندازه‌گیری می‌باشد، سعی شده است تا حدودی نحوه شبیه‌سازی خطاهای دستگاه‌های واقعی در نرم‌افزار *Multisim* را به شما آموزش دهد. توجه داشته باشید این دستورکار با این فرض نوشته شده که شما قبل از شروع به کار کلیه فیلم‌های آموزشی مربوط به مبحث اسیلوسکوپ و پروب را که در سامانه دروس دانشکده آپلود شده است دیده‌اید. توضیحات بسیار کاملی در مورد جزئیات کار با اسیلوسکوپ و پروب در فیلم‌ها بیان شده که مشاهده آنها بسیار ضروری می‌باشد. البته قبل از هر چیز باید فیلم‌های آموزشی نرم‌افزار *Multisim* را دیده و نرم‌افزار را روی سیستم خود نصب کرده باشید. توضیحات قبل از شروع شرح آزمایش ۱ را از روی بخش اول دستورکار آزمایش ۱- آشنایی با اسیلوسکوپ مربوط به جلسات حضوری (عملی) که از قبل در سامانه دروس آپلود شده است، مطالعه بفرمائید. در این فایل از تکرار مجدد آن خودداری شده است.

✓ بررسی کالیبره بودن اسیلوسکوپ و صحت پروب‌ها

اسیلوسکوپ شکل زیر را در نرم‌افزار *Multisim* انتخاب کنید. به محل دریافت سیگنال کالیبراتور دقت کنید.

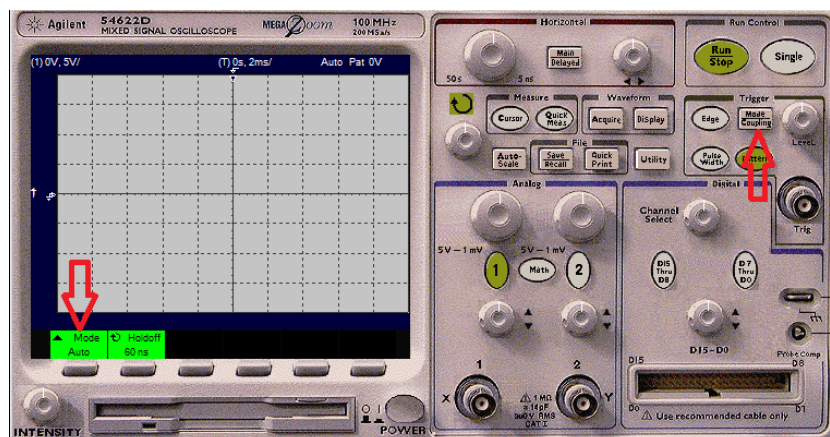
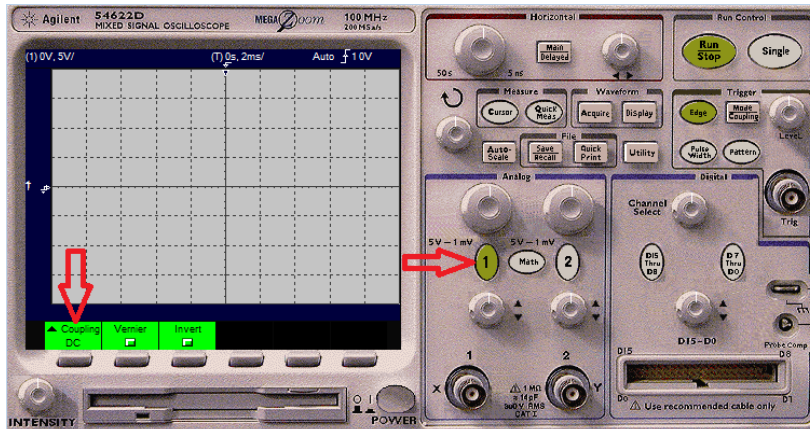
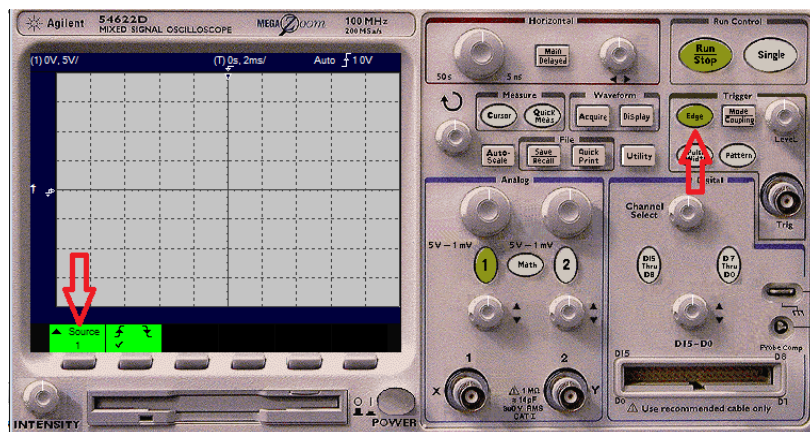


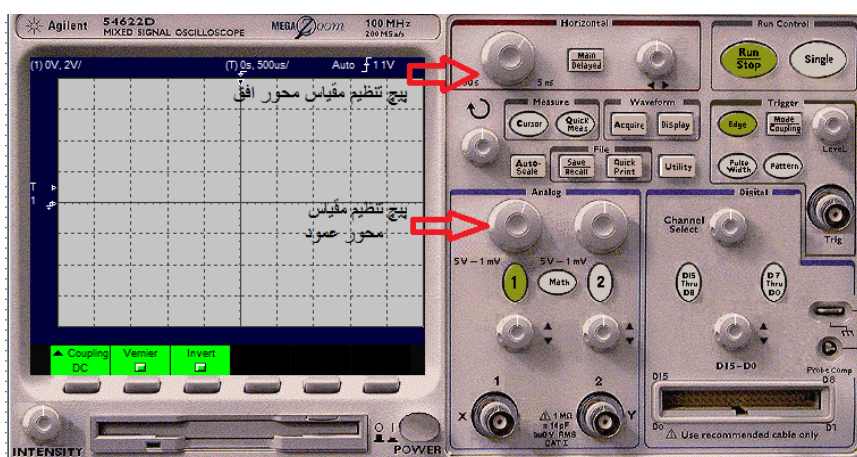
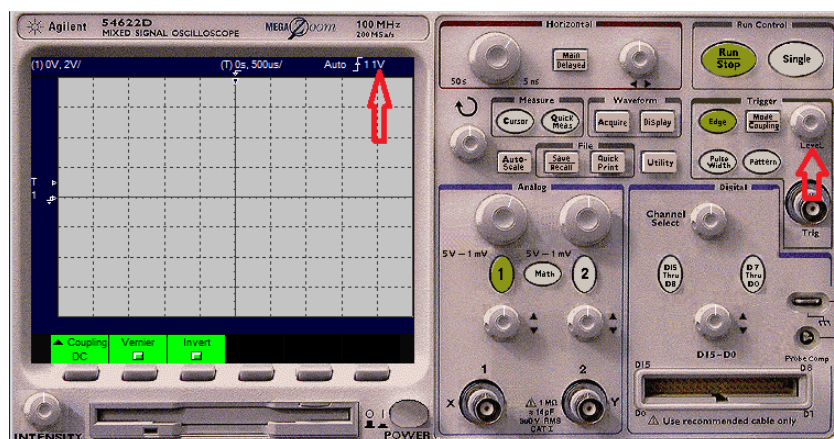
سیگنال
کالیبراتور از
این قسمت قابل
دسترسی می
باشد

بررسی کالیبره بودن اسیلوسکوپ



کانال ۱ اسیلوسکوپ را با سیم‌کشی به سیگنال کالیبراتور اسیلوسکوپ (حلقه موجود روی پنل) متصل کنید. جهت مشاهده سیگنال کلید کانال ۱ را انتخاب کنید و منبع تریگر را نیز کانال ۱ قرار دهید. حالت تریگر را در وضعیت Auto و اتصال کانال ۱ را در وضعیت DC قرار دهید. سطح تریگر (level) نیز روی ۱ ولت تنظیم شود تا نقطه آغاز شکل موج در صفحه از سمت چپ ثابت باشد و حرکت نکند. با پیچ‌های تنظیم مقیاس محور افقی و عمود شکل موج را در این دو راستا باز کنید تا بهتر دیده شود.

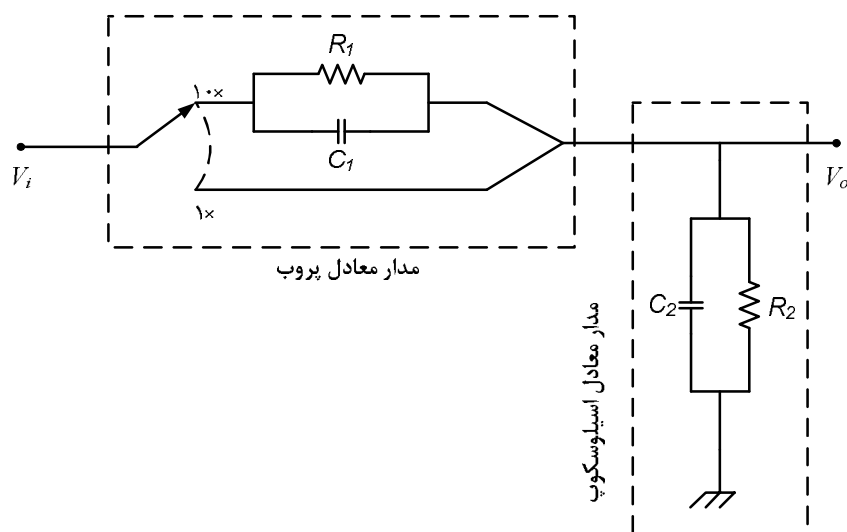




۱- تصویر صفحه اسیلوسکوپ را در حالی که سیگنال کالیبراتور را نشان می‌دهد، در گزارش کار بیاورید. دامنه و فرکانس سیگنال مشاهده شده را اندازه‌گیری کرده و گزارش دهید. در اسیلوسکوپ‌های واقعی معمولاً مقدار دامنه و فرکانس سیگنال کالیبراتور در کنار حلقه فلزی مربوط به این سیگنال که روی پنل قرار دارد نوشته شده است و با مقایسه داده‌های اندازه‌گیری و مقادیر اصلی می‌توان متوجه شد که اسیلوسکوپ تنظیم هست یا خیر.

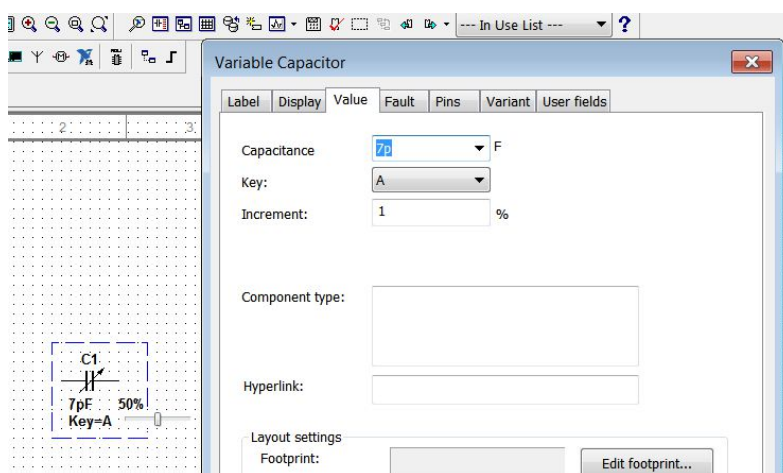
نحوه تنظیم خازن پروب‌ها و اثر مخرب عدم تنظیم پروب روی شکل موج مربعی

در این قسمت می‌خواهیم نحوه تنظیم خازن پروب را بررسی کنیم. از آنجایی که پروب‌ها و اسیلوسکوپ‌های موجود در نرم‌افزار ایده‌آل طراحی شده، شما باید مدار معادل اسیلوسکوپ و پروب شکل (۱-۸) را به صورت دستی به ورودی کانال ۱ اسیلوسکوپ از طریق اتصال V_o اضافه کنید و V_i را که همان سر پروب محسوب می‌شود به هر گره‌ای که می‌خواهید ولتاژش را اندازه بگیرید متصل نمایید. در این آزمایش V_i را به همان سیگنال کالیبراتور متصل کنید.

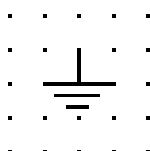


شکل (۸-۱): مدار معادل پروب و اسیلوسکوپ که با هم سری می‌شوند.

با توجه به متغیر بودن خازن پروب، در مدار معادل نیز به جای خازن یک خازن متغیر قرار دهید. مقادیر خازن و مقاومت اسیلوسکوپ $C=23pF$ و $R=1M\Omega$ مقداردهی شود. مقدار مقاومت پروب را خودتان با ذکر محاسبات بدست آورید و مقداردهی کنید. محدوده خازن متغیر نیز از صفر تا $7pF$ با افزایش ۱٪ انتخاب شود.

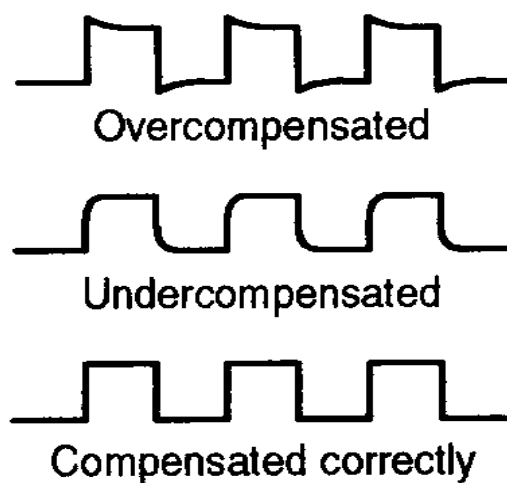


برای شبیه‌سازی درست مدارها در نرم‌افزار باید حتماً در مدار اتصال زمین داشته باشید. اتصال زمین شکل زیر را در نرم‌افزار پیدا کرده و به هر جای مدار که علامت زمین مجازی داشت، متصل کنید.



۲- تصویر کامل مداری که بستید را ضمیمه گزارش کار کنید. آیا شکل موج مشاهده شده در لحظه اول مربعی کامل است؟ رسم کنید. با تنظیم مقدار خازن متغیر پروب شکل مربعی کامل را مشاهده کنید. در این حالت پروب بصورت صحیح جبران‌سازی شده و خازن پروب درست مقداردهی شده است. جهت تنظیم بهتر می‌توانید تنظیم زمانی ($Time/div$) یا همان مقیاس محور افقی را کوچکتر کرده تا ابتدای موج را بهتر مشاهده کنید. مقدار خازن صحیح را از روش تئوری با ذکر محاسبات به‌دست آورید.

۳- مجدد مقدار خازن متغیر پروب را تغییر دهید و هر سه شکل (۱-۱) را ببینید. تصویر اسیلوسکوپ را در حالی که هر یک از شکل‌های زیر را نشان می‌دهد، در گزارش کار بیاورید.



شکل (۱-۹): حالت‌های مختلف مشاهده سیگنال مربعی با پروب تنظیم شده و تنظیم نشده

در پروب‌های واقعی به کمک یک پیچ‌گوشتی پلاستیکی ویژه تنظیم پروب، مقدار خازن تریمر پروب را مانند شکل (۱-۲) در هر دو جهت تغییر می‌دهند و شکل موج‌های شکل (۱-۹) را می‌بینند.



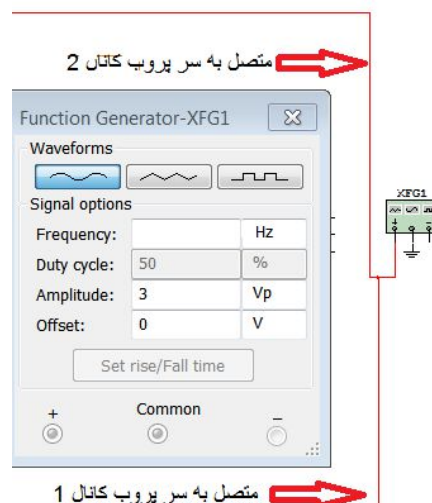
شکل (۱-۱۰): نحوه تنظیم خازن تریمر پروب

پرسش ۱: می‌خواهیم ببینیم در صورتی که مدار 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 مدار معادل اسکوپ و پروب متصل به کانال ۱ را مطابق این خواسته اصلاح کرده و مجدد سیگنال کالیبراتور را در صفحه اسیلوسکوپ ببینید. تصویر اسیلوسکوپ را در حالی که شکل موج را نشان می‌دهد، در گزارش کار بیاورید. آیا وجود خازن در مدار پروب ضرورت دارد؟ علت آنچه دیدید را توضیح دهید.

پرسش ۲: 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؟

اثر مخرب عدم تنظیم پروب روی شکل موج سینوسی

مدار معادل اسکوپ و پروب جداگانه‌ای برای کانال ۲ اسیلوسکوپ در نرم‌افزار ترتیب دهید و سر V_i آن را نیز به همان سیگنال کالیبراتور متصل کنید، به طوری که به هر کدام از کانال‌های ۱ و ۲ مدار معادل جداگانه‌ای متصل باشد. تنظیمات محور عمود را برای کانال ۲ نیز انجام داده و سیگنال هر دو کانال اسکوپ را روی صفحه ببینید. خازن پروب کانال ۲ را به گونه‌ای تنظیم کنید که به‌طور شدید در حالت *undercompensated* قرار بگیرد تا تأثیرش در ادامه آزمایش به وضوح دیده شود. پروب کانال ۱ در حالت *compensated* تنظیم شود. در این حالت تنظیم پروب‌ها با کمک یک دستگاه سیگنال ژنراتور معمولی موجود در نرم‌افزار (شکل زیر) یک موج سینوسی با دامنه ۵ ولت را به سر V_i مدار معادل‌های متصل به هر دو کانال اسیلوسکوپ متصل کنید. قبل از آن سر V_i مدار معادل‌ها را از سیگنال کالیبراتور حتماً جدا کنید. دقت کنید که در تمام طول مدت آزمایش باید سعی کنید به کمک پیچ تنظیم سطح تریگر (*level*) سیگنال را در صفحه نگه دارید تا نقطه آغاز شکل موج در صفحه از سمت چپ ثابت باشد و حرکت نکند، بدین ترتیب اندازه‌گیری‌ها با دقت انجام می‌شود.



۴- تصویر کامل مداری که بستید را در حالی که مانند شکل بالا پنجره اطلاعات فانکشن ژنراتور باز هست ضمیمه گزارش کار کنید.

۵- فرکانس فانکشن ژنراتور را یکبار روی ۱۰۰ هرتز و بار دیگر روی ۱۷۰ کیلوهرتز تنظیم کنید و هر بار تصویر صفحه اسکوپ را در حالی که شکل موج هر دو کانال ۱ و ۲ را نشان می‌دهد، در گزارش کار بیاورید. مقیاس محور عمودی کانال‌ها را جوری تنظیم کنید که دامنه شکل موج‌ها از روی تصاویر به دقت قابل اندازه‌گیری باشد. به کمک پیچ تنظیم پوزیشن عمودی کانال‌ها دو شکل موج را حرکت دهید تا روی هم نیفتند و هر دو به وضوح در تصویر دیده شوند. روی شکل موج‌های مشاهده شده حتماً مشخص کنید که هر کدام مربوط به کدام کانال می‌باشد.

۶- با اندازه‌گیری دامنه سیگنال هر دو کانال، دو ردیف اول جدول زیر را کامل کنید.

| فرکانس سیگنال | ۱۰۰ Hz | ۱۷۰ kHz |
|---|--------|---------|
| مقدار دامنه سیگنال سینوسی مشاهده شده توسط کانال ۱ (پروب <i>compensated</i>) | | |
| مقدار دامنه سیگنال سینوسی مشاهده شده توسط کانال ۲ (پروب <i>undercompensated</i>) | | |
| مقدار دامنه سیگنال سینوسی مشاهده شده توسط کانال ۲ (پروب <i>overcompensated</i>) | | |

۷- سپس این آزمایش را مجدد برای حالتی که پروب کانال ۲ را به صورت شدید در حالت *overcompensated* تنظیم کرده‌اید و کانال ۱ همچنان در حالت *compensated* قرار دارد، تکرار و ردیف مربوطه جدول بالا را کامل نمایید.

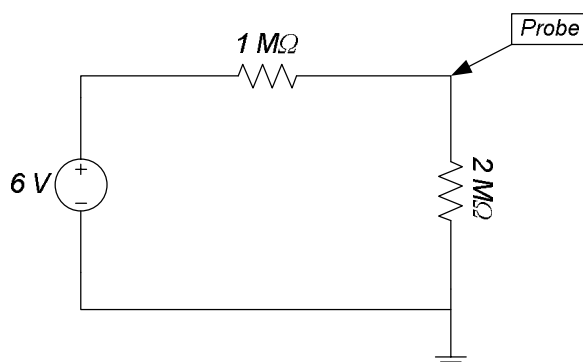
برای تنظیم پروب کانال ۲ در حالت *overcompensated* می‌توانید شکل موج فانکشن ژنراتور را روی مربعی قرار داده و خازن پروب را تنظیم کنید و سپس دوباره شکل موج را به سینوسی برگردانید. البته بهتر هست موقع تنظیم خازن، فرکانس فانکشن را نیز روی ۱ کیلوهرتز قرار دهید و بعد از تنظیم خازن فرکانس را مطابق جدول بالا مقداردهی نمایید.

۸- علت پدیده‌های دیده شده را به طور کامل توضیح دهید.

✓ اثر مخرب بارگذاری مقاومت و خازن ورودی اسیلوسکوپ روی مدار تحت تست و حذف یا کاهش این اثر توسط پروب

❖ این قسمت تا ابتدای بخش عملکرد وضعیت DC و AC کانالها و اثرات مخرب وضعیت AC ، فقط توسط گروه ثبت نامی شنبه (کد ۰۵) و یکشنبه (کد ۰۱) پاسخ داده شود، بقیه گروه‌ها در تمرین پیش گزارش به این بخش پرداخته‌اند.

مدار شکل (۱-۱۱) را در نرم‌افزار شبیه‌سازی کنید و مقدار منبع DC را ۶ ولت قرار دهید. می‌خواهیم مقدار ولتاژ دو سر مقاومت $2M\Omega$ را به کمک اسیلوسکوپ و پروب، یکبار در حالت $\times 1$ و یکبار در حالت $\times 10$ پروب اندازه بگیریم و پس از مقایسه با مقادیر تئوری ببینیم در کدام حالت پروب، اسیلوسکوپ داده‌ها را درست‌تر اندازه می‌گیرد. مانند بخش قبل باید مدار معادل اسیلوسکوپ و پروب شکل (۱-۸) را به صورت دستی به ورودی کانال ۱ یا ۲ اسیلوسکوپ از طریق اتصال V_o به ورودی کانال اضافه کنید و V_i را که همان سر پروب محسوب می‌شود به گره‌ای که در شکل زیر پروب به آن متصل شده و همان گره‌ای هست که می‌خواهید ولتاژش را تا زمین مدار اندازه بگیرید، متصل نمایید. از همان مدل اسیلوسکوپ بخش قبل استفاده کرده و مقادیر مقاومت و خازن مدار معادل اسکوپ را نیز مانند اعداد بخش قبل مقداردهی کنید. مقادیر مقاومت و خازن مدار معادل پروب در حالت $\times 10$ را نیز با توجه به مقادیر مقاومت و خازن مدار معادل اسکوپ برای عملکرد صحیح پروب در حالت $\times 10$ محاسبه کرده و مقداردهی کنید.



شکل (۱-۱۱): مدار تحت تست

۹- به کمک مدار معادل شکل (۱-۸)، پروب را در حالت $\times 1$ قرار دهید و مقدار ولتاژ DC ی که روی اسیلوسکوپ می‌بینید را پس از تنظیم دقیق خط زمین اسکوپ، اندازه بگیرید و گزارش دهید. تصویر کامل مداری که بستید را در حالی که پنجره اسیلوسکوپ باز هست و ولتاژ DC روی آن مشخص هست، ضمیمه گزارش کار کنید. (مقادیر المان‌ها روی شکل مشخص باشد)

۱۰- این بار به کمک مدار معادل شکل (۱-۸)، پروب را در حالت $\times 10$ قرار دهید و مقدار ولتاژ DC ی که روی اسیلوسکوپ می‌بینید را پس از تنظیم دقیق خط زمین اسکوپ، اندازه بگیرید و گزارش دهید. دقت

کنید که پروب در حالت $10\times$ قرار دارد و سیگنال‌ها را 10 برابر تضعیف می‌کند، در نتیجه شما باید هر ولتاژی را که در اسیلوسکوپ می‌خوانید در 10 ضرب کنید و بعد گزارش دهید. تصویر کامل مداری که بستید را در حالی که پنجره اسیلوسکوپ باز هست و ولتاژ DC روی آن مشخص هست، ضمیمه گزارش کار کنید. (مقادیر المان‌ها روی شکل مشخص باشد)

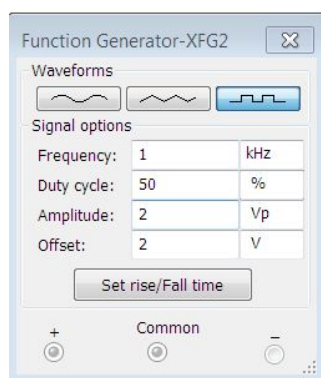
۱۱- مدار شکل (۱-۱۱) را به صورت تئوری حل کنید. اعداد اندازه‌گیری شده در بندهای ۹ و ۱۰ کدام به محاسبات تئوری شما نزدیک‌تر است؟ علت را به طور کامل با ذکر محاسبات لازم و ذکر روابط مداری توضیح دهید.

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

بررسی عملکرد وضعیت DC و AC کانال‌ها



به کمک فانکشن ژنراتور معمولی در نرم‌افزار (شکل زیر) یک سیگنال مربعی با دامنه 2 ولت، مقدار آفست (DC) 2 ولت و فرکانس 1 کیلو هرتز ساخته و به هر دو کانال 1 و 2 اسیلوسکوپ شرکت *Agilent* در نرم‌افزار متصل کنید. خروجی فانکشن ژنراتور باید از ترمینال مثبت و *common* گرفته شود. اگر خروجی بین دو پایه مثبت و منفی گرفته شود، مقدار دامنه سیگنال 2 برابر عددی می‌شود که شما در قسمت *Amplitude* تنظیم کرده‌اید.



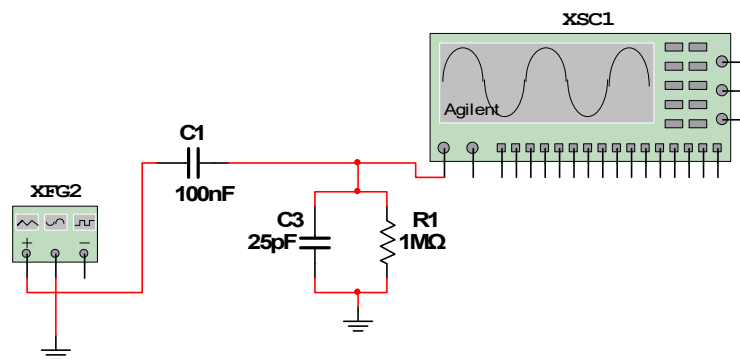
۱۲- کانال 2 را در حالت DC و کانال 1 را در حالت AC قرار دهید. تصویر صفحه اسیلوسکوپ که هر دو شکل موج را نشان می‌دهد در گزارش کار بیاورید و علت مشاهدات خود را بیان کنید.

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

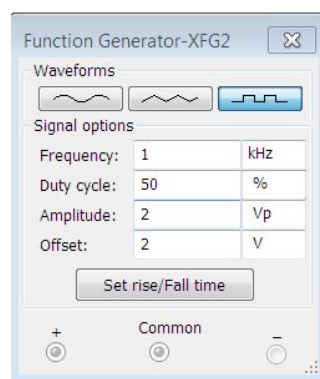
بررسی اثر مخرب وضعیت AC کانال روی شکل موج‌ها



در وضعیت AC کانال‌ها، در اسیلوسکوپ‌های واقعی یک خازن کوپلاژ یا همان خازن حذف DC در مسیر سیگنال ورودی به اسیلوسکوپ قرار می‌گیرد. این خازن مقدار DC سیگنال را برمی‌دارد و بخش AC سیگنال برای نمایش وارد اسیلوسکوپ می‌شود و بدین ترتیب در وضعیت AC کانال فقط بخش AC سیگنال روی صفحه اسیلوسکوپ دیده می‌شود. البته وجود این خازن معایبی هم دارد که در فرکانس‌های پایین بیشتر خودش را نشان می‌دهد. اما از آنجایی که دستگاه‌های اندازه‌گیری موجود در نرم‌افزار به صورت ایده‌ال طراحی شده است، این خازن درون اسیلوسکوپ نرم‌افزار وجود ندارد و نرم‌افزار در وضعیت AC کانال‌ها از طریق دیگری آفست سیگنال را حذف می‌کند و به همین دلیل اثر مخرب این خازن بر روی سیگنال‌های فرکانس پایین قابل رویت نیست. لذا برای اینکه شما بتوانید این اثر بد را ببینید، باید این خازن را به همراه مدار معادل اسکوپ به صورت دستی به ورودی اسیلوسکوپ اضافه کنید. شکل زیر این ترکیب را نشان می‌دهد.



خازن 100nF که در شکل ملاحظه می‌شود همان خازن حذف DC هست. البته مقدار دقیق آن در اسیلوسکوپ‌ها متفاوت از این مقدار هست، ولی در اینجا برای آنکه جواب قابل قبولی بگیریم کفایت می‌کند. حال کانال ۱ را در وضعیت DC قرار دهید و مدار را Run کنید. تنظیمات فانکشن ژنراتور هم به صورت زیر باشد:



۱۴- کمی صبر کنید تا شکل موج تغییراتش تمام شده و در صفحه ثابت گردد. آیا این خازن توانسته است بدون آنکه اسیلوسکوپ را در وضعیت AC قرار دهید، مقدار DC سیگنال را حذف کند؟ در این حالت تصویر صفحه اسیلوسکوپ در کنار شکل مدار ضمیمه گزارش کار گردد. آیا خرابی واضحی در شکل موج مربعی حاصل دیده می‌شود؟ توضیح دهید که این خازن چگونه مقدار DC سیگنال را حذف می‌کند؟

۱۵- شبیه‌سازی را متوقف کرده و با حفظ شرایط بخش قبل، فرکانس منبع را به 50 Hz کاهش دهید و دوباره مدار را Run کنید. کمی صبر کنید تا شکل موج تغییراتش تمام شده و در صفحه ثابت گردد. آیا اکنون تفاوتی بین مشاهدات شکل موج کانال ۱ نسبت به بند قبل دیده می‌شود؟ به‌طور کامل توضیح دهید. تصویر صفحه اسیلوسکوپ ضمیمه گزارش کار گردد.

۱۶- حال فرکانس منبع را به 10 هرتز کاهش دهید و کمی صبر کنید تا شکل موج تغییراتش تمام شده و در صفحه ثابت گردد. تغییرات شکل موج کانال ۱ را با ثبت تصویر اسیلوسکوپ گزارش دهید.
۱۷- روی علت پدیده‌های بند ۱۵ و ۱۶ بحث کنید.

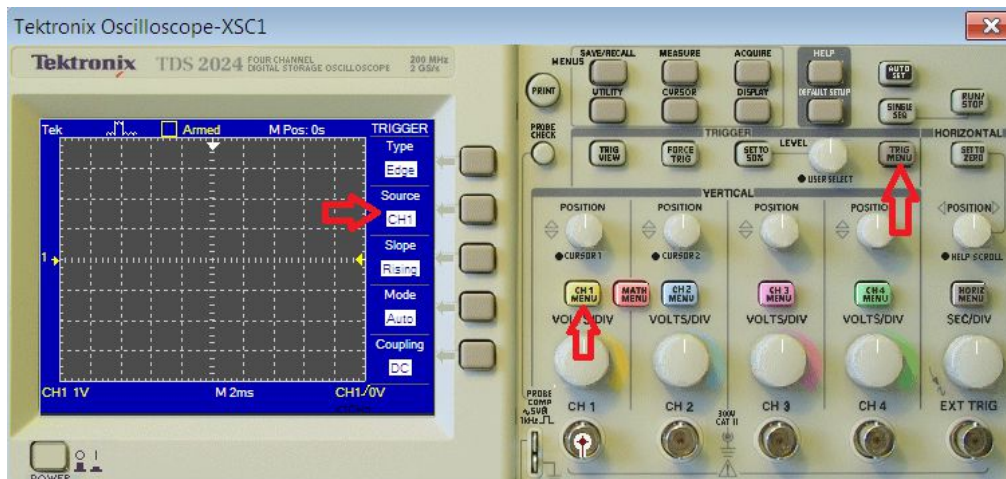
۱۸- اگر دقت کنید در بند ۱۵ در نقاط جهش موج مربعی، سیگنال مشاهده شده توسط کانال ۱ اسیلوسکوپ دارای مقداری کمی بیش از دامنه 2 ولت می‌باشد. فکر می‌کنید علت چیست؟

۱۹- با تغییر فرکانس به 10 هرتز این پدیده چگونه تغییر می‌کند؟ چرا؟

✓ تریگر کردن سیگنال‌ها

با کمک سیگنال ژنراتور شرکت *Agilent* در نرم‌افزار یک سیگنال سینوسی با دامنه 2 ولت، آفست صفر و فرکانس 2 کیلو هرتز به کانال ۱ اسیلوسکوپ شرکت *Tektronix* بدهید. منبع تریگر را کانال ۱ و نیز کانال ۱ را برای نمایش روی صفحه انتخاب کنید. با این انتخاب شما می‌توانید شکل موج منبع تریگر را روی صفحه اسیلوسکوپ مشاهده کنید، چون منبع تریگر شما همان کانال ۱ می‌باشد.





نکته‌ای که باید دقت شود این است که در این اسیلوسکوپ بر خلاف اسیلوسکوپ‌های موجود در آزمایشگاه نقطه آغاز رسم شکل موج در صفحه به جای گوشه سمت چپ، از وسط صفحه و به عبارت دقیق‌تر از محل صفر محور افقی می‌باشد. لذا برای اندازه‌گیری سطح تریگر و نیز بررسی تأثیر $\pm slope$ در رسم شکل موج شما باید به محل صفر محور افقی در صفحه نگاه کنید.



۲۰- شیب تریگر را در حالت $slope+$ یا همان *Rising* و $slope-$ یا همان *Falling* قرار دهید و اثر این انتخاب را در شکل موج رسم شده با ثبت تصویر اسیلوسکوپ در گزارش کار ذکر نمایید و علت مشاهدات را بیان کنید.

۲۱- پیچ تنظیم *Trigger level* (سطح تریگر) را تغییر دهید. اثر این تغییر را در شکل موج رسم شده با ثبت تصویر اسیلوسکوپ در گزارش کار به ازای چند مقدار متفاوت سطح تریگر ذکر نمایید و علت آن را بیان کنید.

۲۲- در یکی از حالت‌هایی که سیگنال در صفحه ثابت شده است، مقدار سطح تریگر را اندازه بگیرید (با رسم شکل).

✓ تفاوت عملکرد مد تریگر *Auto* و *Normal* در رابطه با مقدار سطح تریگر

❖ این بخش توسط گروه ثبت نامی شنبه (کد ۰۵) و یکشنبه (کد ۰۱) پاسخ داده نشود، این گروه در تمرین پیش گزارش به این بخش پرداخته‌اند.

۲۳- بدون آنکه تنظیمات اسیلوسکوپ و سیگنال ژنراتور بخش قبل را تغییر دهید، در حالی که کلید *Run* فعال هست و اسیلوسکوپ در حال رسم پیوسته شکل موج می‌باشد تنظیم *Trigger level* را برای وضعیت *Trigger* در مد *Auto* و *Normal* و در دو حالت سطح تریگر منبع تریگر را قطع کند و قطع نکند، انجام دهید و جدول زیر را کامل کنید. علت مشاهدات خود را توضیح دهید.

| مد تریگر | <i>Auto</i> | <i>Normal</i> |
|---|-------------|---------------|
| مشاهدات در حالتی که سطح تریگر منبع تریگر را قطع می‌کند | | |
| مشاهدات در حالتی که سطح تریگر منبع تریگر را قطع نمی‌کند | | |

✓ تریگر خارجی

❖ این بخش توسط گروه ثبت نامی شنبه (کد ۰۵) و یکشنبه (کد ۰۱) پاسخ داده نشود، این گروه در تمرین پیش گزارش به این بخش پرداخته‌اند.

در منوی تنظیمات تریگر اسیلوسکوپ *Tektronix* مد تریگر اسیلوسکوپ را روی *Auto*، *Source Trigger* را روی *External* و *Type* را روی *Edge* قرار دهید. در این قسمت با توجه به محدودیت‌های اسیلوسکوپ *Tektronix* در حالت تریگر خارجی، نیازی به تنظیم سطح تریگر (*Level*) نمی‌باشد. سیگنال ژنراتور *Agilent* را روی موج مثلثی با فرکانس $1.5kHz$ قرار داده و به کانال ۱ اسیلوسکوپ متصل کنید. حال با کمک یک سیگنال ژنراتور *Agilent* دیگر موج سینوسی ساخته و به ورودی تریگر خارجی اسیلوسکوپ که با عنوان *EXT TRIG* روی صفحه قابل مشاهده هست، متصل نمایید. فرکانس موج سینوسی یا همان سیگنال منبع تریگر خارجی را روی ۳ مقدار مختلف که به ازای آن شکل موج مثلثی کانال ۱ در صفحه ثابت می‌شود قرار دهید.

۲۴- در هر ۳ حالت تصویری از پنجره اسیلوسکوپ را در حالی که پنجره هر دو فانکشن ژنراتور متصل به کانال ۱ و تریگر خارجی نیز باز و در صفحه قابل رویت هست، ضمیمه گزارش کار کنید. دلیل انتخاب‌های خود را توضیح دهید. فرکانس‌های انتخاب شده ذکر گردد.



نکته: منظور از ثابت بودن شکل موج در صفحه اسیلوسکوپ، ثابت بودن نقطه شروع آن در سمت چپ صفحه اسیلوسکوپ *Tektronix* می‌باشد. وگرنه انتهای رسم شکل موج در گوشه سمت راست صفحه اسیلوسکوپ در هر دو حالت تریگر شده و نشده مدام در جای خودش چشمک می‌زند که منظور سوال نیست.