بسم الله الرحمن الرحیم

کارگاه الکترونیک عمومی

(جلد اول)

(دستورکار و مراحل اجرای آزمایش‌ها)

رشته‌های الکترونیک– الکترونیک و مخابرات دریایی

زمینهٔ صنعت

شاخهٔ آموزش فنی‌وحرفه‌ای

شمارهٔ درس ۲۰۹۶

۶۲۱
/۳۸۱
۰۲۸
ک ۵۶۳ ر
۱۳۹۴

رضا زاده، یدالله
کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک عمومی (جلد اول)/ مؤلفان: یدالله رضازاده، غلامحسین نصری، سید محمود صموتی، شهرام نصیری سوادکوهی. -تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران،۱۳۹۴.
۱۸۶ص. مصور.- (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شمارهٔ درس ۲۰۹۶)
متون درسی رشته‌های الکترونیک-الکترونیک و مخابرات دریایی، زمینهٔ صنعت.
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشتهٔ الکترونیک دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.
۱. الکترونیک- کارگاه‌ها. الف. نصری، غلامحسین.- صموتی، سید محمود.- نصیری سوادکوهی، شهرام. ب. ایران. وزارت آموزش و پرورش. کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشتهٔ الکترونیک. ج. عنوان. د. فروست.

۱۳۹۴

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را دربارهٔ محتوای این کتاب به نشانی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام نگار (ایمیل) tvoccd@roshd.ir

وب‌گاه (وب‌سایت) www.tvoccd.medu.ir

کتاب کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک عمومی (جلد اول)، بر اساس جداول هدف - محتوا و روش اجرایی برنامهٔ سالی - واحدی تهیه شده و به تأیید کمیسیون تخصصی رشتهٔ الکترونیک دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی وزارت آموزش و پرورش رسیده است و بر اساس پیشنهادهای دریافتی از هنرآموزان سرگروه‌های آموزشی سراسر کشور در سال ۱۳۸۴ اصلاح شده است. هم‌چنین با توجه به فناوری‌های جدید در رشتهٔ الکترونیک و درهم تنیدن IT و استفاده از نرم‌افزارهای تعاملی آموزش و آزمایشگاه مجازی، در سال ۱۳۸۷ جدول هدف محتوای آن در کمیسیون تخصصی رشته، مورد بازنگری قرار گرفت و در سال ۱۳۸۸ با تغییرات کلی (متجاوز از ۵۰٪) تألیف و بازسازی شد.

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت برتألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش

عنوان وشماره کتاب: کارگاه الکترونیک عمومی (جلد اول) - ۴۸۸/۷

مؤلفان:

سال ۱۳۸۸: سید محمود صموتی، شهرام نصیری سوادکوهی، یدالله رضازاده

سال ۱۳۸۷: یدالله رضازاده، غلامحسین نصری

اعضای کمیسیون تخصصی: رسول ملک محمد، محمود شبانی، مهین ظریفیان جولایی، فرشته داودی‌لعل‌آبادی، سهیلا ذوالفقاری

رسامی و تصویرسازی رایانه‌ای: محمد سیاحی، المیرا شیرین سخن

طراح جلد: شهرام نصیری سوادکوهی، محمد سیّاحی

صفحه‌آرا: محمد سیّاحی، زهرا هرمزی

بازسازی صفحه‌آرایی (۱۳۹۰): توفیق علایی

نوبت و سال چاپ: نگارش ششم ۱۳۹۴

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران - تهران، کیلومتر ۱۷ جادّهٔ مخصوص کرج، خیابان ۶۱ (داروپخش)

تلفن : ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱ ، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰ ، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

نظارت بر چاپ و توزیع: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی - تهران، خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

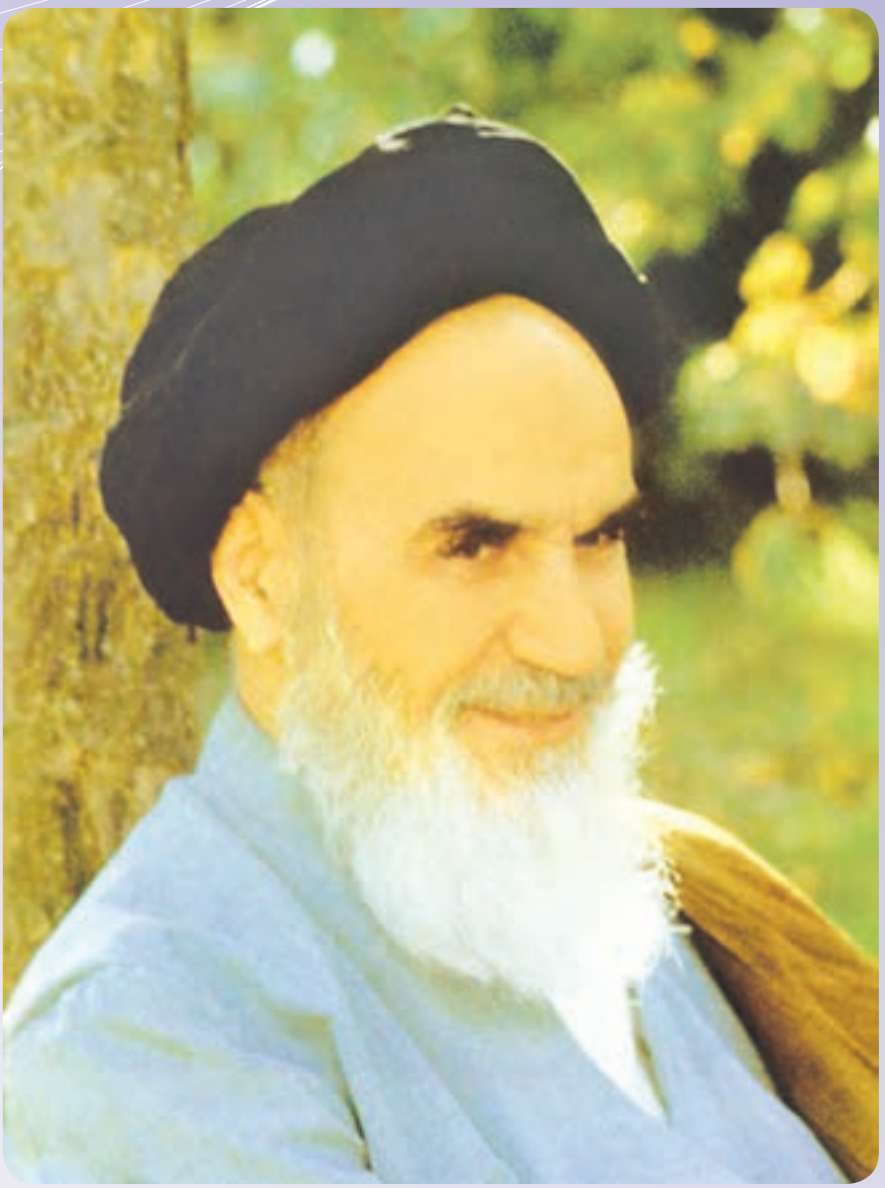
تلفن : ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹، وب‌سایت: www.chap.sch.ir

محتوای این کتاب در کمیسیون تخصصی رشتهٔ الکترونیک دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی وحرفه‌ای و کاردانش تأیید شده است.

کلیه حقوق مربوطه به تألیف ، نشر و تجدید چاپ این اثر متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی است (حق طبع محفوظ است).

شابک ۹۶۴-۰۵-۱۹۰۴-۲

ISBN 964-05-1904-2



شـــما عزیزان کوشـــش کنیدکه از این وابســـتگی بیرون آیید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتّکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قدّس سرّه الشّریف»

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
آزمایش شماره‌ی ۱ – مدارهای کاربردی دیودی	۱
۱-۱- اطلاعات اوّلیه	۲
۱-۲- نکات ایمنی	۱۰
۱-۳- کار با نرم‌افزار	۱۵
۱-۴- قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز	۱۵
۱-۵- مراحل اجرای آزمایش	۱۶
۱-۶- نتایج آزمایش	۲۳
۱-۷- الگوی پرسش	۲۳
۱-۸- ارزش‌یابی	۲۴
آزمایش شماره‌ی ۲ – منبع تغذیه‌ی متقارن و دو برابر کننده‌ی ولتاژ	۲۵
آزمایش شماره‌ی ۳ – مدارهای برش دهنده و محدودکننده	۳۴
آزمایش شماره‌ی ۴ – منحنی مشخصه‌ی خروجی ترانزیستور	۴۰
آزمایش شماره‌ی ۵ – تقویت‌کننده‌های سیگنال کوچک	۵۳
آزمایش شماره‌ی ۶ – دروازه‌های منطقی	۶۲
آزمایش شماره‌ی ۷ – تعریف پروژه	۷۸
آزمایش شماره‌ی ۸ – ترانزیستور اثر میدان پیوندی (JFET)	۸۳
آزمایش شماره‌ی ۹ – تقویت کننده‌های چند طبقه	۹۵
آزمایش شماره‌ی ۱۰ – تقویت کننده‌های قدرت	۱۰۱
آزمایش شماره‌ی ۱۱ – تقویت کننده‌های تفاضلی و جداکننده‌ی فاز	۱۰۹
آزمایش شماره‌ی ۱۲ – تقویت کننده‌ی عملیاتی	۱۱۶
آزمایش شماره‌ی ۱۳ – تنظیم کننده‌های ولتاژ مدارهای مجتمع سه‌سر	۱۲۸
آزمایش شماره‌ی ۱۴ – قطعات الکترونیک صنعتی	۱۳۶
آزمایش شماره‌ی ۱۵ – ارائه‌ی پروژه	۱۴۸
آزمایش شماره‌ی ۱۶ – فلیپ-فلاپ‌ها (Flip-Flops)	۱۵۳
آزمایش شماره‌ی ۱۷ – مدارهای جمع‌گر و تفریق‌گر	۱۶۲
آزمایش شماره‌ی ۱۸ – شیفت رجیسترها و شمارنده‌ها	۱۶۸
ارائه‌ی چند نمونه پروژه‌ی پیشنهادی	۱۷۸

سایر آزمایش‌ها نیز بر اساس الگوی آزمایش شماره‌ی یک تنظیم شده است.

سخنی با همکاران محترم

کتاب‌کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک عمومی در قالب یک درس آزمایشگاهی سه‌واحدی برای سال سوم هنرستان در رشته‌ی الکترونیک و به مدت ۸ ساعت در هفته و ۲۴۰ ساعت در سال اجرا می‌شود. از آن‌جا که این درس نیاز به تئوری کارگاهی دارد و یک واحد آن به‌صورت نظری و دو واحد آن به‌صورت عملی ارائه می‌شود. فرآیند برنامه‌ریزی و تألیف آن فراز و نشیب‌های فراوانی داشته است. در روش اجرای نیم‌سالی واحدی به‌صورت دو واحد اجرا شد و در سال ۱۳۷۹ با توجه به تأکید بر تغییر به روش سالی واحدی و افزایش توانمندی هنرجویان در ابعاد آموزش‌های عملی، به‌صورت یک درس سه واحدی درآمد و ساعات آن نیز اضافه شد. محتوای آموزشی این کتاب نیز، با توجه به فناوری‌های جدید و در هم تنیدن IT و استفاده از آزمایشگاه مجازی مورد بازنگری قرار گرفت.

از آن‌جا که تألیف کتاب براساس ریز برنامه‌های تدوین شده و اهداف رفتاری، دارای ظرافت‌ها و پیچیدگی‌های خاصی است. به اختصار به تشریح مواردی از آن‌ها می‌پردازیم:

۱- در کتاب قبلی ۱۷ آزمایش پیش‌بینی شده بود که در برنامه‌ریزی جدید این آزمایش‌ها به تعداد ۱۸ آزمایش رسید. در فرآیند تألیف سعی شده است از تجربیات موجود درکتاب‌های قبلی به نحوه‌ی مطلوب استفاده شده و با توجه به نیازها و پیشرفت تکنولوژی، مباحث، روزآمد شود.

۲- یکی از نیازهای مطرح شده توسط هنر آموزان و هنرجویان خلأ ناشی از زبان تخصصی است، که در فرآیند اجرای آزمایش‌ها، سعی شده کاتالوگ‌خوانی به‌صورت کاربردی آموزش داده شود. هم‌چنین به‌منظور آشنا نمودن هنرآموزان و هنرجویان با نهضت نرم‌افزاری، اجرای آزمایش‌ها را با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم توصیه کرده‌ایم.

۳- از آن‌جا که کتاب آزمایشگاهی باید دارای ویژگی‌های خاص و جذابیت کافی باشد، سعی کرده‌ایم سبک نوینی را در تدوین کتاب ارائه کنیم و کلیه‌ی قسمت‌های کتاب را بر اساس اهداف رفتاری بنویسیم. در نهایت پس از هر آزمایش، فراگیرنده را به یک مهارت نسبی در سطوح اجرای مستقل یا دقت برسانیم. برای رسیدن به‌این منظور آزمایش‌ها با ساختاری جامع و متنوع تهیه شده است و از هدف کلی، هدف رفتاری، اطلاعات اولیه، کار با نرم‌افزار، تجهیزات، مواد، ابزار و قطعات مورد نیاز، مراحل اجرای آزمایش، نتایج آزمایش و الگوی پرسش و ارزش‌یابی . . . برخوردارند.

۴- تحول تازه‌ای که در این کتاب صورت گرفته است تدوین یک کتاب مستقل برای نوشتن گزارش‌کار استاندارد، تحت عنوان دفتر گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی است که به‌صورت جلد دوم کتاب کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک عمومی ارائه می‌شود. در این فرآیند، هنرجویان نیاز به تهیه‌ی دفتر گزارش‌کار جداگانه ندارند و نتایج آزمایش‌های خود را در جلد دوم کتاب که همان دفتر گزارش‌کار است، می‌نویسند. در این شرایط روند نگارش گزارش‌کار یک‌سان می‌شود و ارزش‌یابی آن نیز به صورت یک‌نواخت صورت می‌گیرد. هم‌چنین استفاده از تصاویر جدید و متناسب با علم روز و به‌صورت رنگی و جذاب از ویژگی‌های این کتاب است.

۵- در فرآیند اجرای آزمایش‌ها، فعالیت‌های فوق برنامه با توجه به رویکردهای فرهنگی و تربیتی و در هم تنیدن IT دیده شده است. هم‌چنین سعی شده است با گنجاندن مطالب جدید و پروژه‌های مرتبط، روحیه‌ی مطالعه و تحقیق، اعتمادبه‌نفس، مشارکت‌پذیری، احساس مسئولیت، حس همکاری و تعامل و انتقال معلومات به یک‌دیگر در هنرجویان ایجاد شود و استعداد آنان شکوفا گردد. هم‌چنین با استفاده از مدارهای مجتمع (IC) در تعدادی از آزمایش‌ها سعی شده است موضوع درسی با علم روز انطباق داده شود.

۶- تأکید بر اجرای حیطه‌ی عاطفی و طبقات آن از جمله رعایت نظم و مقررات از مواردی است که هم در هدف‌های رفتاری و هم در آزمایش‌ها آمده است. اجرای این مسائل باعث می‌شود تا روحیه‌ی مسئولیت‌پذیری و دقت در هنرجو بالا رود.

این کتاب را زمانی می‌توان با موفقیت آموزش داد که محتوای آزمایش‌ها و ارتباط بین آن‌ها به‌طور دقیق و کامل در ذهن مربی جای گرفته باشد. از این رو توصیه می‌کنیم همکاران عزیز، قبل از شروع به تدریس، کلیه‌ی آزمایش‌ها را یک بار عملاً اجرا کنند و برای هر جلسه تدریس، طرح درس آن را تهیه و متناسب با بودجه‌بندی زمانی اجرا کنند.

از آن‌جا که هیچ‌گونه فعالیت علمی به دور از کاستی نیست، این کتاب نیز ممکن است دارای کاستی‌هایی باشد، از این‌رو سپاس‌گزار خواهیم شد که رهنمودهای همکاران محترم، ما را در مسیری که برگزیده‌ایم یاری کند.

با آرزوی موفقیت

مؤلفان

سخنی با هنرجویان عزیز

هنرجوی عزیز: کتاب «کارگاه وآزمایشـــگاه الکترونیک عمومی (جلد اول)» از مجموعه کتاب‌های درســـی‌ای اســـت که به دلیل کاربردی بودن آن، در ســـطح جامعه از جذابیت خاصی برخوردار است و در صورت اجرای دقیق آزمایش‌ها و توجه به آن‌ها می‌توانید مهارت لازم را کسب کنید و مبانی کاربردی عملی علم الکترونیک را فرا گیرید. برای رسیدن به نتیجه‌ی مطلوب، توجه به نکات زیر کاملاً ضروری است:

۱- قبل از شروع هرآزمایش، هدف کلی و اهداف رفتاری آن را به‌طور دقیق مطالعه کنید.

۲- چون مراحل هر آزمایش بر اساس یک تسلسل منطقی برنامه‌ریزی شده است، هنگام اجرای آزمایش‌ها اولاً به زمان پیش‌نهادی در هدف‌های رفتاری توجه کنید. ثانیاً مراحل اجرای آزمایش‌ها را به صورت قدم به قدم و کامل اجرا نمایید.

۳- این کتاب در دو جلد تنظیم شـــده اســـت. جلد اول آن مطالب تئوری و دستورکار اجرای آزمایش‌هاست و جلد دوم آن دفتر گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشـــگاهی اســـت، لذا عملاً به تهیه‌ی دفتر گزارش‌کار جداگانه نیاز ندارید و هم‌چنین لازم اســـت نتایج آزمایش‌ها را (طبق دســـتور کار داده شـــده در جلد دوم کتاب) به‌طور دقیق بنویسید و موج‌ها را با مقیاس مناسب و به‌طور دقیق در دفتر گزارش‌کار خود ترسیم و جداول مربوط را پر کنید.

۴- قبل از هر جلســـه آزمایش، آزمایش‌های مربوط به آن جلســـه را یک بار مطالعه کنید و آن‌ها را به صورت نرم‌افزاری در خارج از آزمایشـــگاه اجـــرا نمایید تا بتوانید با دقـــت و حوصله و علم کافی به اجرای واقعی آزمایش‌ها به‌صورت ســـخت‌افزاری و در محیط آزمایشگاه بپردازید.

۵- اجـــرای نظم و ترتیب را ســـر لوحه‌ی کار خود قرار دهید و همـــواره آزمایش‌ها را با اعتماد به‌نفس، با دقت و به‌طور کامل اجرا کنید.

۶- به نکات اجرایی کتاب، که در ابتدای آزمایش ۱ آمده است، توجه کنید.

۷- کلیه‌ی ســـؤالات خود را بپرســـید و به الگوی پرســـش در پایان هر آزمایش پاسخ دهید و بر اساس آن به طرح سؤالات جدید بپردازید.

۸- ســـعی کنید به‌طور فعال در فعالیت‌های فوق برنامه، که ویژه‌ی هنرجویان علاقه‌مند اســـت، شرکت کنید. زیرا برای این‌گونه فعالیت‌ها، امتیاز جداگانه‌ای در نظر گرفته شده است.

۹- تا زمانی که از نتایج به دست‌آمده راضی نشده‌اید، دست از تحقیق و پژوهش برندارید.

نکته‌ی مهم: برای اجرای نرم‌افزاری آزمایش‌های کتاب کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک عمومی، می‌توانید به جلد دوم کتاب آزمایشگاه مجازی که به همین منظور تألیف شده است مراجعه کنید.

با آرزوی موفقیت

مؤلفان

نکات اجرایی کتاب

۱. از هنرآموزان محترم تقاضا می‌شود قبل از شروع هر آزمایش و در صورت نیاز، آزمایش مربوطه را به‌صورت نرم‌افزاری و با استفاده از ویدیو پروژکتور برای هنرجویان به نمایش درآورند و از آنان بخواهند قبل از ورود به جلسات آزمایشگاهی، اجرای نرم‌افزاری آن را در خارج از محیط آزمایشگاهی عملی سازند و با آمادگی کامل در آزمایشگاه حضور یابند.

۲. در ابتدای سال، برای ارشدهای کارگاه و مأمورین نظارت بر نظافت کارگاه برنامه‌ی مدون و شرح وظایف تعیین شود و برنامه‌ی مزبور روی تابلو اعلانات کارگاه نصب گردد و به هنرجویان اعلام شود که در هر جلسه برنامه را مشاهده کنند و گروه‌های کاری که وظیفه‌ی ارشد یا مأمورین نظارت بر نظافت کارگاه را بر عهده دارند، با توجه به شرح وظایف در طول روز فعالیت کنند. در پایان هر روز کاری، به مأمورین نظارت بر نظافت کارگاه و ارشدهای کارگاه امتیاز داده شود و نقاط ضعف و قوت آنان برای سایر هنرجویان تشریح گردد.

۳. چون جلد دوم کتاب کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک عمومی تحت عنوان «دفتر گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی» تنظیم شده است، همان ابتدای سال نحوه‌ی نوشتن گزارش‌کار برای هنرجویان تشریح شود.

۴. در پایان هفته‌ی نهم در شروع آزمایش شماره‌ی ۷، پروژه معرفی می‌شود.

نکته‌ی مهم: *هر گروه‌کاری در کارگاه الکترونیک و آزمایشگاه مخابرات فقط یک پروژه اجرا خواهند کرد. به این ترتیب که نیمی از کلاس پروژه‌ی مخابراتی را در آزمایشگاه مبانی مخابرات و رادیو و نیمی دیگر پروژه‌ی الکترونیکی را در کارگاه الکترونیک عمومی انتخاب و اجرا می‌کنند. انتخاب پروژه می‌تواند توسط هنرجو یا مربی کارگاه باشد. ولی در هر صورت باید به تأیید مربی برسد.*

۵. آزمون‌های عملی، پس از اتمام کار عملی هر آزمایش و در همان روز و آزمون تئوری کارگاهی در ابتدای جلسه‌ی بعد اجرا می‌شود.

۶. دفاتر گزارش‌کار باید به‌صورت مستمر پس از اتمام هر آزمایش توسط مربیان کارگاه بررسی و امتیازدهی شود، به‌طوری که هر هنرجو از وضعیت پیشرفت تحصیلی خود اطلاع کامل کسب نماید. در انتهای هر آزمایش در دفتر گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی (جلد دوم کتاب) جدول ارزش‌یابی آمده و لازم است هنرجویان از محتوای این جدول و نحوه‌ی ارزش‌یابی آن اطلاع حاصل نمایند. این جدول پیش‌نهادی است و می‌تواند متناسب با نظر مربی تغییر کند.

۷. اجرای فعالیت‌های فوق‌برنامه، امتیاز جداگانه دارد (امتیاز مازاد بر ۲۰ نمره). لذا توصیه می‌شود کلیه‌ی هنرجویان در این زمینه‌ها به‌صورت فعال شرکت نمایند.

۸. به کلیه‌ی هنرجویان توصیه می‌شود به الگوهای پرسش که در پایان هر آزمایش آمده است پاسخ دهند و در ابتدای جلسه‌ی بعد سؤال‌ها و ابهام‌های خود را بپرسند. در مجموع نباید پس از اتمام هر آزمایش سؤالی بدون جواب باقی بماند.

۹. هنرآموزان محترم هنگام ارزیابی به رویکردهای تربیتی، ازقبیل رعایت نظم و ترتیب، داشتن اعتماد به‌نفس، انسان دوستی، داشتن روحیه‌ی مشارکت، علاقه‌مندی به تحقیق، تعامل بین هنرجویان در یک گروه کاری، رعایت نکات ایمنی، داشتن حس مسئولیت‌پذیری و مالکیت نسبت به محیط کارگاه و ... توجه نمایند و آن‌ها را در ارزش‌یابی خود لحاظ کنند.

مؤلفان

توصیه‌هایی درباره‌ی روش تدریس کتاب

برای این‌که بتوانید به اهداف آموزشی و اهداف رفتاری کتاب دسترسی پیدا کنید و نتیجه‌ی مطلوب به دست آورید، قبل از شروع آموزش حتماً این صفحه را مطالعه کنید و آن را عملاً اجرا نمایید.

۱. **تدوین طرح درس سالانه:** طرح درس سالانه بر اساس بودجه‌بندی پیشنهادی در ابتدای کتاب، تهیه نمایید.

در این طرح درس باید دقیقاً تعداد روزهای تدریس فعال در طول سال با ذکر روز (شنبه، یکشنبه و...) مشخص شود. در صورتی که تعداد روزهای فعال ۳۰ روز (۳۰ جلسه) در سال باشد، عناوین دروس و صفحات مورد تدریس را در طرح درس قید کنید. در صورتی که تعداد روزها بیشتر از ۳۰ روز باشد، برای روزهای اضافی، تمرین در نظر بگیرید. در صورتی که تعداد روزها کمتر از ۳۰ روز باشد، یا باید برنامه را فشرده‌تر کنید یا برای روزهای حذف شده، کلاس فوق‌العاده در نظر بگیرید. در نظر داشته باشید هنگام تهیه‌ی طرح درس سالانه، باید روزهای تعطیل رسمی را از برنامه حذف کنید.

۲. **تدوین طرح درس روزانه:** در این طرح درس، علاوه بر تدوین برنامه‌ی دقیق تدریس مربوط به یک جلسه (از احوال‌پرسی و حضور و غیاب تا پایان درس)، مواردی مانند آزمون‌های تشخیصی، تکوینی و پایانی منطبق با زمان تدریس می‌بایستی پیش‌بینی شود. ارائه‌ی مثال‌هایی از زندگی روزمره و شرایط اقلیمی متناسب با موضوع تدریس، معمولاً بر جذابیت تدریس می‌افزاید.

۳. **تدوین برنامه‌ی اجرایی مربوط به ارشدها و مأموران نظافت کارگاه در طول سال:** این برنامه به گونه‌ای تنظیم می‌شود که در هر جلسه یک گروه به عنوان ارشد و یک گروه به عنوان مأموران نظافت انتخاب می‌شوند.

۴. کلیه‌ی هنرجویان باید جلد اول و دوم کتاب کارگاه یا آزمایشگاه را همراه داشته باشند. علاوه بر این موارد لازم است هنرجویان یک دفترچه‌ی ۴۰ برگ برای یادداشت تنظیم پیش‌گزارش تهیه کنند.

۵. یک هفته قبل از اجرای آزمایش یا کار عملی، از هنرجویان بخواهید که آزمایش یا کار عملی هفته‌ی بعد را مطالعه نمایند و برای آن یک پیش گزارش کوتاه تهیه کنند و در دفترچه‌ی ۴۰ برگی بنویسند. این مطالعه باعث می‌شود که هنرجویان در هنگام ورود به کارگاه دقیقاً آگاه باشند که چه فعالیت‌هایی را در آن روز انجام خواهند داد.

۶. قبل یا پس از اتمام تدریس در هر جلسه، از هنرجویان بخواهید که متن تدریس شده‌ی کتاب را با صدای بلند بخوانند. اجرای این فرآیند، میزان تسلط هنرجویان را در ارتباط با آشنایی با کلمات و جملات تخصصی ارزیابی می‌کند. پس از خواندن هر پاراگراف از هنرجو بخواهید، مفهوم کلّی آن پاراگراف را از دید خود بیان کند.

۷. هنگام اجرای تدریس مباحث تئوری مرتبط با کارگاه و آزمایشگاه سعی کنید به صورت تعاملی باشد و از روش پرسش پاسخ استفاده نمایید. همچنین از هنرجویان بخواهید تا در اجرای برنامه‌ی درسی مشارکت نمایند و مباحثی را به انتخاب خود در کلاس به صورت کنفرانس ارائه دهند. همچنین به هنرجویان فرصت پرسیدن سؤال داده شود.

۸. در فرآیند اجرای آموزش از فیلم‌ها، پویانمایی‌ها (Animations) مناسب موجود برای عمیق‌تر کردن آموزش استفاده نمایید.

۹. به منظور درک بهتر مفاهیم، در فرآیند اجرای آزمایش بر اساس برنامه‌ی پیش‌بینی شده به کتاب آزمایشگاه مجازی جلد یک یا دو مراجعه نمایید و با استفاده از نرم‌افزارهایی مانند ادیسون، مولتی‌سیم، پروتئوس، لب‌ویو، Electronic Pad2Pad، Electronic Assistant یا نرم‌افزارهای مشابه موارد را شبیه‌سازی کنید و به کلاس ارائه دهید. همچنین از هنرجویان بخواهید مراحل شبیه‌سازی را در خارج از برنامه‌ی کلاسی و با استفاده از کتاب آزمایشگاه مجازی اجرا نمایند و نتایج را با توجه به جلد دوم کتاب کارگاه (دفتر گزارش کار) به کلاس ارائه دهند.

۱۰. بر هنرجویان نظارت کنید تا آزمایش‌ها و کارهای عملی کتاب را به طور دقیق اجرا نمایند وبه نتیجه‌ی قابل قبول برسند.

۱۱. برنامه‌ی کلاسی هر روز، تکالیف هفته بعد، نام ارشدها و مأموران نظافت کارگاه یا آزمایشگاه، توسط ارشد کارگاه روی تابلو درج می‌شود.

۱۲. بر اساس برنامه‌ی زمان‌بندی شده دفتر گزارش کار (جلد دوم کتاب کارگاه) را در حضور هنرجویان تصحیح نمایید و به آنان نمره دهید.

۱۳. به دلیل این‌که اجرای عملیات کارگاهی و آزمایشگاهی یک کار گروهی است به حیطه‌های عاطفی دقیقاً توجه شود و به هنرجویان در این زمینه اطلاع‌رسانی کافی شود. از این موارد می‌توان رعایت نظم و ترتیب و مشارکت فعال در کارهای گروهی را نام برد.

۱۴. به فعالیت‌های فوق برنامه در کارگاه و آزمایشگاه توجه‌ی ویژه مبذول شود.

۱۵. از آنجا که نمرات امتحانی دروس کارگاهی و آزمایشگاهی بر اساس فعالیت‌های مستمر تعیین می‌شود، آزمون‌های نظری و عملی در زمان‌های مقتضی صورت پذیرد و در پرونده‌ی هنرجو درج شود.

۱۶. یک پوشه به سوابق و فعالیت‌های کلاسی اختصاص داده شود و برای هر هنرجو یک برگ در نظر گرفته شود. عکس هنرجو و مشخصات وی در بالای صفحه درج می‌شود همچنین فعالیت‌های مستمر هنرجو در آن برگ نوشته خواهد شد.

۱۷. کلیه‌ی واژه‌های انگلیسی و مباحث مربوط به برگه‌ی اطلاعات (Data sheet) می‌بایستی آموزش داده شود و در آزمون مربوطه نیز مورد ارزشیابی قرار گیرد.

۱۸. اجرای تکالیفی را که به هنرجویان می‌دهید، پیگیری نمایید و از مسئولین و مشاوران مربوطه بخواهید، هنرجویان فعال را تشویق و عدم اجرای تکالیف توسط برخی از آنها را بررسی نمایند و نتیجه را به مربی مربوطه گزارش کنند.

۱۹. کلیه‌ی هنرجویان موظف هستند پروژه‌ی ارائه شده در کتاب کارگاه را تعریف و پس از تأیید مربی اجرا نمایند. توصیه می شود در پایان سال یک نمایشگاه از پروژه‌های اجرا شده تشکیل دهید و از سایر هنرجویان و هنرآموزان و اولیاء بخواهید از نمایشگاه بازدید نمایند.

۲۰. در اجرای ارزشیابی‌های تشخیصی، تکوینی و پایانی هر جلسه یا آزمون‌های هفتگی، ماهانه یا میان‌ترم و پایان‌ترم، سئوالات را به صورت پرسش‌های مفهومی، کوتاه پاسخ، تشریحی توصیفی، تشریحی محاسباتی، جورکردنی، صحیح غلط و صحیح و غلط اصلاحی طراحی نمایید.

با آرزوی موفقیت

مؤلفان

هدف کلی

اجرای مدارهای ساده دیودی و ترانزیستوری

جدول بودجه‌بندی زمانی پیشنهادی

شماره‌ی آزمایش	عنوان	زمان اختصاص داده شده به ساعت آموزش
۱	بررسی و آزمایش عملی چند نمونه مدار کاربردی دیودی	۱۲
۲	منبع تغذیه‌ی متقارن و دو برابرکننده‌ی ولتاژ	۸
۳	مدارهای برش دهنده و محدود کننده	۸
۴	منحنی مشخصه‌ی خروجی ترانزیستور	۱۶
۵	تقویت‌کننده‌های سیگنال کوچک	۱۶
۶	دروازه‌های منطقی	۱۶
۷	تعریف پروژه	۴
۸	ترانزیستورهای اثر میدان پیوندی (JFET)	۱۲
۹	تقویت‌کننده‌های چند طبقه	۱۲
۱۰	تقویت‌کننده‌های قدرت	۱۶
۱۱	تقویت‌کننده‌های تفاضلی و جداکننده‌ی فاز	۱۲
۱۲	تقویت‌کننده‌ی عملیاتی	۱۲
۱۳	تنظیم کننده‌های ولتاژ مدارهای مجتمع سه سر (رگولاتورهای ولتاژ)	۱۶
۱۴	قطعات الکترونیک صنعتی	۱۶
۱۵	ارائه‌ی پروژه	۲۰
۱۶	فلیپ فلاپ‌ها	۱۲
۱۷	مدارهای جمع‌گر و تفریق‌گر	۸
۱۸	شیفت رجیسترها و شمارنده‌ها	۱۶
	مرور	۸

بـــه منظور صرفه‌جویی در وقت و فراهم آوردن زمینه‌ی مناســـب جهت تمریـــن بیش‌تر و در هم تنیدن فناوری اطلاعات (IT) با این موضوع درســـی لازم اســـت هنرآموزان محترم و هنرجویان عزیز از نرم‌افزارهای Multisim ، EWB،Proteus یا هر نرم‌افزار مناسب دیگری که در دسترس قرار دارد برای آموزش فصول مختلف این‌کتاب استفاده نمایند.

مدیران محترم هنرســـتان‌ها نیز در برنامه‌ریزی درسی هنرستان، قسمتی از زمان سایت کامپیوتری را به این موضوع اختصاص دهند یا تعدادی کامپیوتر برای اجرای نرم‌افزار فراهم نمایند.

برای اجرای مباحث نرم‌افزاری این‌کتاب، از کتاب آزمایشگاه مجازی جلد دوم استفاده کنید.

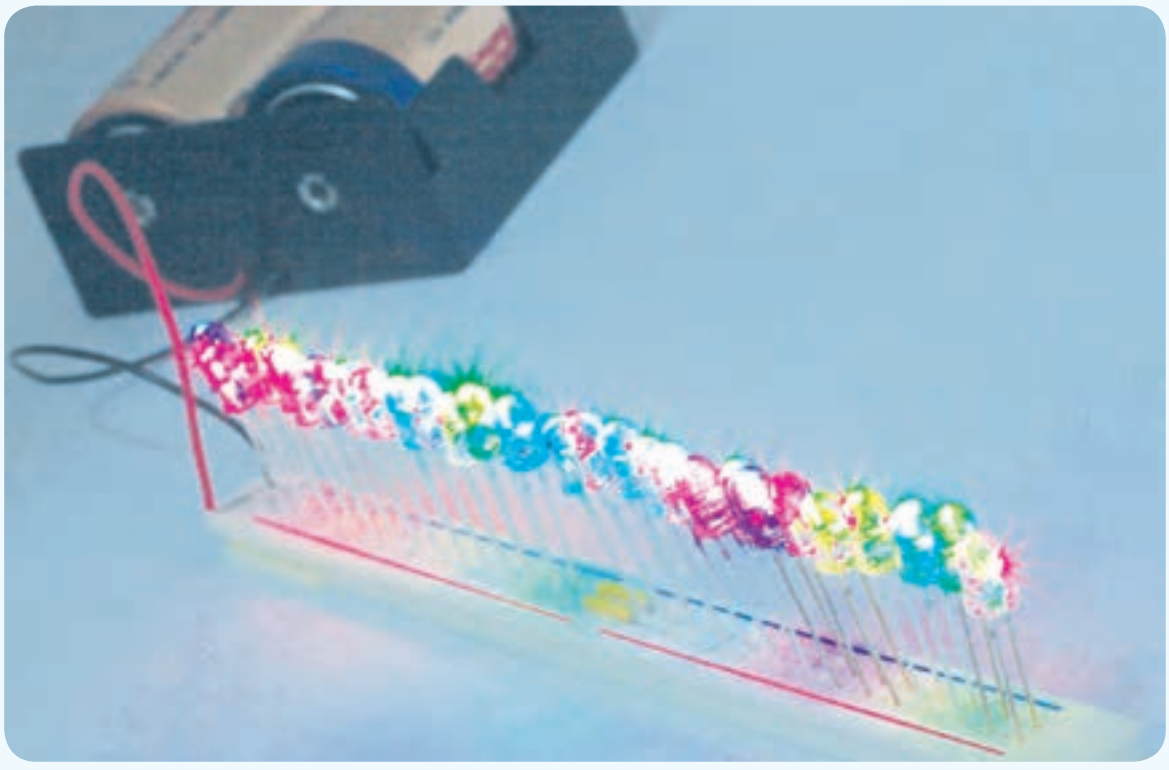
آزمایش شماره‌ی ۱

زمان اجرا ۱۲ ساعت آموزشی

مدارهای کاربردی دیودی

هدف کلی آزمایش

بررسی و آزمایش عملی چند نمونه مدار کاربردی دیودی



هدف‌های رفتاری پس از پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رودکه بتواند:

۱ - انواع LCD، LED و هفت قطعه‌ای را توضیح دهد.
۲ – LCD، LED و هفت قطعه‌ای را راه‌اندازی کند.
۳- با استفاده از Data Sheet مشخصات فنی مهم LED ، LCD و هفت قطعه‌ای را استخراج کند.
۴- چند نمونه مدار واقعی کاربردی دیودی را ببندد.
۵- کلیه‌ی آزمایش‌ها را با نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
برخی از اهداف در حیطه‌های عاطفی:
۶- آزمایش‌ها را با اعتماد به نفس و به‌طور دقیق انجام دهد.
۷- نظم و ترتیب و حضور به موقع در آزمایشگاه را رعایت کند.
۸- مسئولیت‌های واگذار شده را به‌طور دقیق اجرا کند.
۹- در موقعیت‌های مناسب از آزمایشگاه مجازی استفاده کند.
۱۰- از قطعات، ابزار و تجهیزات به خوبی نگه‌داری کند.
۱۱- ابهامات و سؤالات خود را بپرسد.
۱۲- در گروه‌کاری خود مشارکت فعال و همکاری مؤثر داشته باشد.
۱۳- نسبت به حل مشکلات سایر هنرجویان حسّاس و فعال باشد.
۱۴- سایر هنرجویان را در ارتباط با اجرای نظم و مقررات راهنمایی و تشویق کند.
۱۵- گزارش‌کار مستند و دقیق بنویسد.
۱۶- به سؤال‌های الگوی پرسش پاسخ دهد.

۱-۱- اطلاعات اولیه

در سال دوم، در آزمایش‌های مربوط به دیود با اصول کار دیود و مدارهای پایه‌ای آن آشنا شدید. در این آزمایش به بررسی عملی چند نمونه مدارهای کاربردی دیود از جمله دیودهای انتشار نوری (LED) و نمایشگرهای کریستال مایع (LCD- Liquid Crystal Display)، هفت قطعه‌ای Seven Segment ، دیودهای با نور زیاد (HB-High Brightness)، دیود به عنوان کلید و... می‌پردازیم. هم‌چنین با استفاده از برگه‌ی اطلاعات (Data Sheet) نحوه‌ی دسترسی به پاره‌ای از اطلاعات فنی مهم دیودها را تشریح خواهیم کرد.

۱-۱-۱- LED های معمولی

LED یک دیود نور دهنده است که به عنوان یک لامپ کم مصرف به کار می‌رود. از LEDهای کوچک و با نور کم برای نشان دادن حالت‌های خاموش و روشن دستگاه‌ها استفاده می‌کنند. مقطع نور دهنده‌ی LED را به شکل‌های دایره، مربع و مستطیل می‌سازند. در شکل ۱-۱ چند نمونه LED معمولی را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱-۱- چند نمونه LED معمولی

برای این که بتوان LEDهای معمولی را به راحتی روی دستگاه سوار کرد، آن‌ها را در بسته‌بندی مخصوص و به‌صورت یک پارچه یا مدولار (Modular) عرضه می‌کنند. در شکل ۲-۱ چند نمونه از LEDهای قابل نصب روی دستگاه‌های مختلف را ملاحظه می‌کنید.

شکل۲-۱- چند نمونه LED معمولی یک پارچه (مدولار)

۲-۱-۱- ساختمان LED

هر چند LED یک دیود ساده است، اما به دلیل این‌که باید نوردهی کافی داشته باشد، لازم است تغییرات اساسی در ساختمان آن ایجاد شود. در شکل ۳-۱ ساختمان داخلی LED را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۳-۱- ساختمان داخلی LED

۳-۱-۱- LEDهای پر نور یا High Brightness

LED با شدت نور بالا چند سالی است که وارد صنایع الکترونیک شده است. این LEDها به تدریج به عنوان لامپ کم مصرف و با راندمان بالا جایگزین سایر لامپ‌ها می‌شوند. در شکل ۴-۱ چند نمونه LED پر نور را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۴-۱- چند نمونه LED با نور زیاد (HB)

با وجودی که LEDهای با نور زیاد مدت زمان بسیار کمی است که وارد صنعت شده است، ولی خیلی زود جای خود را باز کرده است. به‌طوری که در چراغ‌های خودرو، ریسه‌های لامپ تزئینی، چراغ قوه‌های کم مصرف عمومیت یافته و به تدریج فرا گیر می‌شود. یکی از کاربردهای LED پر نور در چراغ‌های خودرو است. در شکل ۵-۱ کاربرد LED پر نور را در چراغ‌های عقب خودرو ملاحظه می‌کنید.

شکل ۵-۱- کاربرد LED پر نور در چراغ خطر اتومبیل

LED های پر نور در چراغ قوه‌ها، لامپ‌های روشنایی و نور افکن‌ها نیز به کار می‌روند. در شکل ۶-۱ نمونه‌هایی از این کاربردها را مشاهده می‌کنید.

شکل ۶-۱- کاربرد LED های پر نور در روشنایی

یکی دیگر از کاربردهای LED پر نور، در ریسه‌های تزئینی است. چون جریان مصرفی این لامپ‌ها کم است، حرارت بسیار کمی را تولید می‌کنند. بدین سبب دوام و عمر آن‌ها نسبت به لامپ‌های معمولی بسیار زیادتر است. در شکل ۷-۱ دو نمونه ریسه‌ی تزئینی با استفاده از LED پر نور را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۷-۱- دو نمونه ریسه‌ی تزئینی با استفاده از LED

از LED پر نور برای چراغ‌های دیواری و سقفی، نورافکن‌های سالنی و چراغ راهنما نیز استفاده می‌شود. کاربرد LED پر نور در این وسایل هنوز عمومیت نیافته، ولی خیلی زود فراگیر خواهد شد. در شکل ۸-۱ نمونه‌هایی از این نوع کاربردها را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۸-۱- نمونه‌های دیگری از کاربردهای LED پرنور

از مدت‌ها قبل LEDهای پر نور در تلویزیون‌ها و تابلوهای روان تبلیغاتی مورد استفاده قرار گرفته است. چندی است که این LEDها وارد تلویزیون‌های خانگی نیز شده‌اند و به تدریج بازار جهانی را در بر می‌گیرند. در شکل ۹-۱ یک نمونه تلویزیون LED خانگی را مشاهده می‌کنید.

شکل ۹-۱- تلویزیون خانگی LED

یادآور می‌شود تلویزیون‌های LED در مقایسه

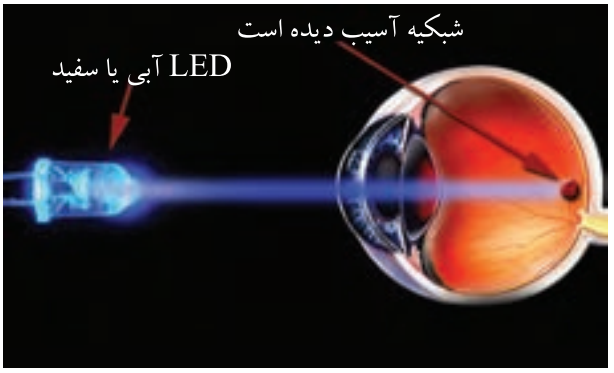
با تلویزیون‌های LCD و پلاسما از قیمت بالاتری برخوردارند.

۴-۱-۱- LEDهای لیزری (Lazer LED)

دیودهای نور دهنده‌ی لیزری، نور را متمرکز می‌کنند و در قالب یک پرتو نوری می‌تابانند. چون اشعه‌ی نوری پراکنده به صورت یک پرتو قوی در می‌آید، انرژی و شدت نور آن زیاد می‌شود. در شکل ۱۰-۱ یک نمونه دیود لیزری را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۰-۱- یک نمونه LED لیزری

از LED لیزری در اعمال جراحی نیز استفاده می‌شود. فرکانس نور تولید شده توسط LEDهای لیزری با LEDهای معمولی و پر نور متفاوت است و برای هر نوع کاری فرق می‌کند. در شکل ۱۱-۱ یک نمونه کاربرد LED لیزری را در جراحی چشم ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۱-۱- استفاده از دیود لیزری در ترمیم شبکیه چشم انسان

نکته‌ی ایمنی مهم

هرگز به نور LED لیزری نگاه نکنید، زیرا بدون این‌که دردی احساس کنید چشم شما آسیب می‌بیند.

یکی دیگر از کاربرد دیودهای لیزری در موشواره‌ی نوری (Optical Mouse) است. در شکل ۱۲-۱ یک نمونه موشواره‌ی نوری کامپیوتر را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۲-۱- موشواره‌ی نوری

فکر کنید

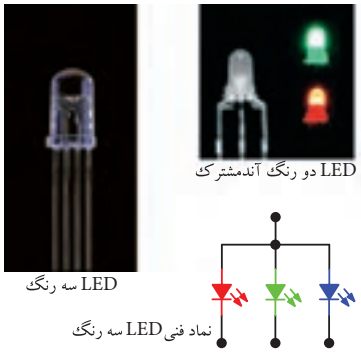
چگونه می‌توانیم با استفاده از LED لیزری ستون‌های عمودی ساختمان چند طبقه را تراز کنیم؟

امروزه کاربرد LED لیزری بسیار گسترده شده است. این نوع LED علاوه بر این‌که در لوازم مختلف صنعتی، خانگی و پزشکی استفاده می‌شود، در نورپردازی سالن‌های جشن، تونل‌ها، حاشیه اتوبان‌ها و پارک‌ها نیز به کار می‌رود. در شکل ۱۳-۱ یک نمونه پروژکتور نورپردازی با LED را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱۳-۱- نورپردازی با پروژکتور LED لیزری

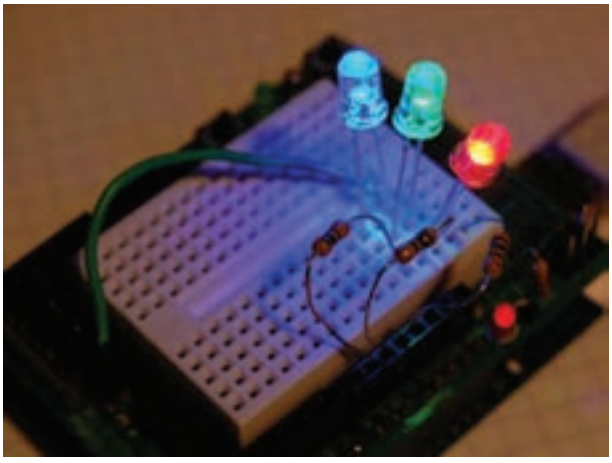
۵-۱-۱- LED های چند رنگ یا Multi Color LED

برای اینکه بتوانند رنگ‌های مختلف را با استفاده از سه رنگ اصلی سبز، آبی و قرمز تولیدکنند، LEDهای چند رنگ ساخته شده است. در این نوع LED ها دو یا سه LED در یک بسته‌بندی قرار می‌گیرند. LED دو رنگ ممکن است از ترکیب دو LED با دو رنگ متفاوت ساخته شود. به عنوان مثال اگر روی یک تراشه دو LED سبز و قرمز در یک بسته‌بندی قرارگیرند، با ترکیب دو رنگ، مجموعه‌ی رنگ‌های سبز، قرمز، نارنجی و رنگ‌های بین آن‌ها تولید می‌شود. در LED سه رنگ تعداد سه LED روی یک تراشه و در یک بسته‌بندی قرار می‌گیرد. این مجموعه می‌تواند طیف کامل نور رنگی را تولید کند. در شکل ۱۴-۱ یک نمونه LED سه رنگ و نماد فنی آن و یک نمونه LED دو رنگ را مشاهده می‌کنید. در این نوع LEDها معمولاً کاتدها یا آندها به صورت یک پایه مشترک در دسترس قرار می‌گیرند.



شکل ۱۴-۱- LED چند رنگ و نماد فنی آن

LEDهای سه رنگ را به‌صورت مجموعه‌ای نیز می‌سازند. در شکل ۱۵-۱ یک مجموعه‌ی LED سه رنگ و مدار سه LED قرمز، سبز و آبی که روی بِردبُرد بسته شده است را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۵-۱- مجموعه‌ی LED سه رنگ و اتصال سه LED روی بِردبُرد

LEDهای چند رنگ به صورت معمولی، پرنور و لیزری ساخته می‌شوند.

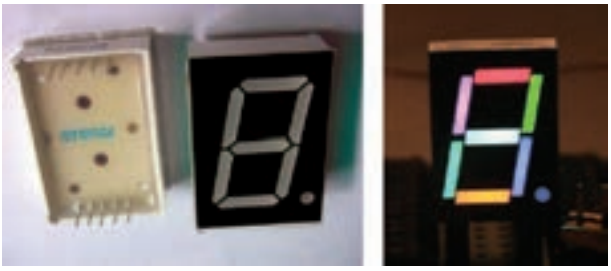
۶-۱-۱- دیودهای LCD یا (Liquid Crystal Display)

دیودهای LCD تکنولوژی خاصی دارند که در مورد آن‌ها در الکترونیک یک به اختصار بحث شده است.

دیودهای LCD را معمولاً به صورت تکی نمی‌سازند، بلکه در یک مجموعه قرار می‌گیرند.

۷-۱-۱- هفت قطعه‌ای یا Seven Segment

اگر تعداد هفت عدد دیود نور دهنده (LED) یا LCD را در کنار هم طوری قرار دهیم که با روشن شدن آن‌ها عدد 8 شکل بگیرد، یک هفت قطعه‌ای یا سِون سِگمنت ساخته‌ایم. یادآور می‌شود که علاوه بر ۷ دیود که غالباً مقطع آن‌ها به‌صورت مستطیل است یک یا دو دیود با مقطع دایره‌ای نیز قرار می‌دهند تا تشکیل ممیز یا اعشار را بدهد. این نقطه را اصطلاحاً DP=Dot Point می‌گویند. در شکل ۱۶-۱ دو نمونه هفت قطعه‌ای و DP آن‌ها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۶-۱- دو نمونه هفت قطعه‌ای

هفت قطعه‌ای را به صورت آند مشترک و کاتد مشترک می‌سازند. یعنی کاتدها یا آندهای هفت دیود را با هم مشترک می‌کنند و به صورت یک پایه با خارج ارتباط می‌دهند. یک هفت قطعه‌ای با در نظر گرفتن نقاط اعشاری ۹ پایه دارد.

توضیح دهید

یک هفت قطعه‌ای با نقطه، چند پایه دارد؟

هفت قطعه‌ای‌ها را به صورت نمایشگرهای چند رقمی نیز می‌سازند. به این ترتیب که تعدادی هفت قطعه‌ای را کنار هم قرار می‌دهند و یک نمایشگر دو، سه یا چند رقمی را به وجود می‌آورند. در شکل ۱۷-۱ چند نمونه نمایشگر چند رقمی که با هفت قطعه‌ای ساخته شده است را مشاهده می‌کنید.

ویژه‌ی هنرجویان علاقه‌مند

نماد فنی هفت قطعه‌ای آند مشترک و کاتد مشترک را ترسیم کنید. نقطه‌ی اعشار را نیز در نظر بگیرید.

شکل ۱۷-۱- چند نمونه نمایشگر چند رقمی

ویژه‌ی هنرجویان علاقه‌مند

نقشه‌ی فنی مدار نمایشگر هفت قطعه‌ای را به گونه‌ای ترسیم کنید که عدد 5 روی صفحه ظاهر شود و نقطه‌ی اعشار نیز روشن باشد.

۸-۱-۱- استفاده از برگه‌ی اطلاعات (Data Sheet)

برگه‌ی اطلاعات دیودهای نورانی مشابه برگه‌ی اطلاعات دیودهای معمولی است، با این تفاوت که اطلاعاتی از قبیل رنگ نور LED، شدت نور، طول موج رنگ منتشر شده و ... نیز در آن درج شده است.

برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۱-۱ قسمتی از برگه‌ی اطلاعات LED دو رنگ شماره‌ی LT۹۵۵۰ED است. کلیه لغات و مفاهیم این قسمت را یاد بگیرید.

LED Large Lamps LED به‌عنوان یک لامپ بزرگ — LED شماره‌ی LT9550ED

LT9550ED

لامپ LED دو رنگ ازنوع استوانه‌ای با قطر ۷/۵ میلی‌متر

Ø 7.5mm Cylinder type Dichromatic LED Lamps

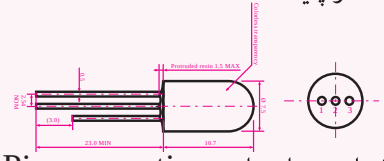
■Model No. شماره‌ی مدل

LT9550ED Yellow-green	Ga P	LT9550ED زرد مایل به سبز از جنس گالیم فسفات
Red	Ga As P / Ga P	قرمز از جنس گالیم آرسنیک فسفات یا گالیم فسفات

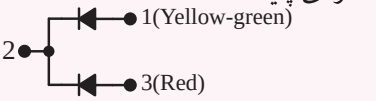
■Features مشخصات مهم

1. Ø 7.5mm all resin mold	قطر ۷/۵ میلی‌متر قالب‌بندی شده با مواد رزینی
2. Radiation color: Red, yellow-green and orange (mixed color)	رنگ نور زرد مایل به سبز، قرمز و نارنجی
3. High-density mounting (flangeless package)	به دلیل داشتن بسته‌بندی مسطح، استحکام کافی از نظر نصب دارد
4. Colorless transparency lens type	نوع لنز، شفاف بدون رنگ

■Outline Dimension ابعاد و پایه‌ها



شماره‌ی پایه‌ها Pin connections



برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۱-۱ - مشخصات مهم LED

در برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۲-۱ قسمت دیگری از برگه‌ی اطلاعات LED مورد بحث را مشاهده می‌کنید. در این برگه مقادیر ماکزیمم مطلق از قبیل تلفات توان، جریان موافق دائم و ... درج شده است. اطلاعات مربوط به این قسمت که به زبان اصلی است را به زبان فارسی یاد بگیرید، به‌طوری که بتوانید برگه‌های اطلاعات مشابه را ترجمه کنید.

علاوه بر اطلاعات برگه‌ی شماره۱-۱ و ۲-۱ اطلاعات دیگری از قبیل ولتاژ موافق، شدت نور، جریان معکوس و... که آن‌ها را مشخصه‌های الکترونوری یا الکترواُپتیک می‌نامند در برگه‌های اطلاعات (Data sheet) ارائه می‌شود که پاره‌ای از آن‌ها را در برگه‌ی شماره۳-۱ مشاهده می‌کنید. این اطلاعات را نیز باید بتوانید به زبان فارسی ترجمه کنید.

نکته‌ی مهم

ضرورتی ندارد که هنرجویان اطلاعات مربوط به برگه‌ی اطلاعات را به خاطر بسپارند، بلکه کافی است که بتوانند آن‌ها را از روی زبان اصلی ترجمه کنند.

LT9550ED

■Absolute Maximum Ratings مقادیر ماکزیمم مطلق (Ta=25˚C)

Parameter مشخصه		Symbol نماد	Yellow-green زرد مایل به سبز	Red قرمز	واحد	Unit
Power dissipation تلفات توان		P	84	84	میلی‌وات	mW
Continuous forward current جریان مداوم موافق		I_F	30	30	میلی‌آمپر	mA
Peak forward current جریان پیک موافق		I_{FM}	50	50	میلی‌آمپر	mA
Derating factor ضریب تغییر جریان به ازای درجه حرارت	DC	——	0.40	0.40	میلی‌آمپر بر درجه‌ی سانتی‌گراد	mA/˚C
	Pulse	——	0.67	0.67	میلی‌آمپر بر درجه‌ی سانتی‌گراد	mA/˚C
Reverse voltage ولتاژ معکوس		V_R	5		ولت	V
Operating temperature درجه حرارت کار		T_{Opr}	-25 to +85		درجه‌ی سانتی‌گراد	˚C
Storage temperature درجه حرارت نگهداری در انبار		T_{Stg}	-25 to +100		درجه‌ی سانتی‌گراد	˚C
Soldering temperature درجه حرارت لحیم‌کاری		T_{Sol}	260 (Within 5 Seconds)		۲۶۰ درجه در فاصله زمان ۵ ثانیه	˚C

برگه‌ی اطلاعات شماره۲-۱- مقادیر ماکزیمم مطلق

مشخصه‌های الکترونوری یا الکترواُپتیک LT9550ED (Yellow-Green / Red)

■Electro-optical Characteristics درجه حرارت محیط (Ta=25˚C)

Parameter مشخصه	Symbol نماد	Radiation Color رنگ نور	Conditions شرایط	MIN. حداقل	TYP. نامی	MAX. بیش‌ترین	Unit واحد
Forward Voltage ولتاژ موافق	V_F	Yellow-Green	I_F = 20mA		2.1	2.8	ولت V
		Red	I_F = 20mA		2.0	2.8	
Luminous Intensity شدت نور	I_V	Yellow-Green	I_F = 20mA	80	120	—	میلی کاندل (شمع) mcd
		Red	I_F = 20mA	70	160	—	
Peak Emission Wavelength طول موج ماکزیمم نور	λ_P	Yellow-Green	I_F = 20mA		565	—	متر m
		Red	I_F = 20mA	—	635	—	
Spectrum Radiation Bandwidth تغییرات طول موج (پهنای باند طیف تابشی)	$\Delta\lambda$	Yellow-Green	I_F = 20mA		30	—	متر m
		Red	I_F = 20mA		35	—	
Reverse Current جریان معکوس	I_R	Yellow-Green	V_R = 4V			10	پیکوآمپر µA
		Red	V_R = 4V	—	—	10	
Terminal Capacitance ظرفیت خازنی بین دو پایه	C_T	Yellow-Green	V=0V f=1MHz	—	35	—	پیکوفاراد pF
		Red	V=0V f=1MHz	—	20	—	
Response Frequency پاسخ فرکانسی	f_C	Yellow-Green	—		4	—	مگاهرتز MHz
		Red		—	4	—	

برگه‌ی اطلاعات شماره۳-۱- مشخصات الکترواپتیک LED

اطلاعات دیگری نیز در برگه‌ی اطلاعات وجود دارد که از آن جمله می‌توان منحنی مشخصه‌های میزان نوردهی بر حسب تغییرات جریان ورودی و تغییرات نور با درجه حرارت محیط و ... را نام برد.

معرفی وب‌سایت

با مراجعه به سایت اینترنتی www.datasheet archive.com برگه‌ی‌اطلاعات کامل یک نمونه دیگر از دیود LED با نور زیاد را پیدا کنید و اطلاعات آن را ترجمه نمایید.

اول ایمنی، بعد کار

۲-۱- نکات ایمنی

نکات ایمنی عمومی:

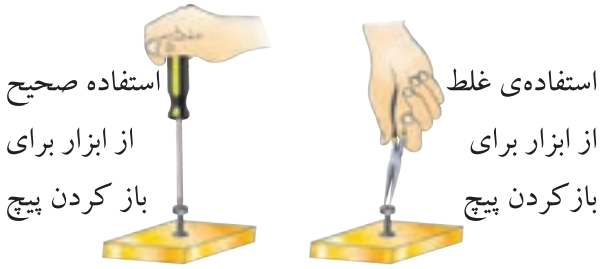
لازم است برای اجرای کارهای عملی در کارگاه‌های فنی و حوزه‌های صنعتی، دستورهای حفاظتی و ایمنی توسط مسئولین هنرستان، سرپرست کارگاه، هنرآموزان و هنرجویان کاملاً مورد توجه قرارگیرد، تا از بروز خطرات احتمالی، ازقبیل برق گرفتگی، آسیب‌رسانی به تجهیزات و ... جلوگیری شود.

۱-۲-۱- نظم و ترتیب را درکارگاه وآزمایشگاه رعایت کنید (شکل ۱۸-۱).

شکل۱۸-۱- نظم و ترتیب درکارگاه

رعایت این توصیه، مهارت دقت‌نظر، روند سرعت کار وکیفیت آموزشی را در فرد افزایش می‌دهد.

۲-۲-۱- ابزار کار مناسب انتخاب کنید و آن‌ها را صحیح به‌کار ببرید (شکل ۱۹-۱).



شکل ۱۹-۱- نحوه‌ی استفاده از ابزار کار

استفاده‌ی بهینه از وسایل و تجهیزات، مهارت الگوی صحیح مصرف را در فرد ایجاد می‌کند و طول عمر وسایل را افزایش می‌دهد.

۳-۲-۱- از ابزاری که به دسته‌ی عایق مجهز است، استفاده کنید. حفاظت از این وسایل، صرفه‌جویی در هزینه‌های اضافی ناشی از صدمه‌های جانبی را به دنبال دارد (شکل ۲۰-۱).

شکل ۲۰-۱- استفاده از وسایل با دسته‌ی عایق

۴-۲-۱- میزهای آزمایشگاهی و تابلوهای برق را به فیوزهای F_I و F_U مجهز کنید تا دچار برق‌گرفتگی نشوید و هنگام تعمیر از ترانس ایزوله ۱:۱ با فیوز مناسب استفاده کنید (شکل ۲۱-۱).

شکل ۲۱-۱- فیوز حفاظتی نصب شده در کارگاه

استفاده از ترانس ایزوله باعث حفاظت در کار می‌شود و مهارت مقابله با استرس را افزایش می‌دهد و ضریب اطمینان کار را بالا می‌برد.

۱-۲-۵- از وارد کردن ضربه به دستگاه‌ها و تجهیزات جداً خودداری کنید (شکل ۲۲-۱).

شکل ۲۲-۱- از ضربه زدن به دستگاه خودداری کنید

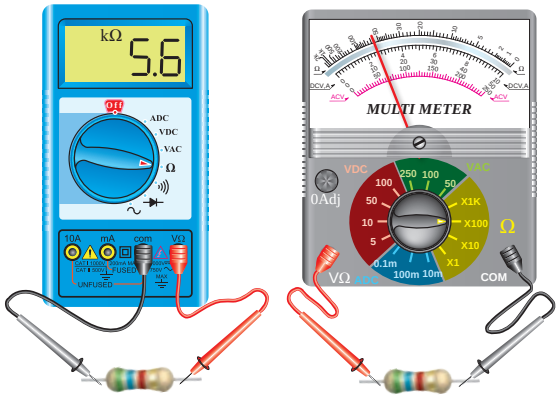
حفاظت از وسایل مهارت ارزش‌گذاری بر ثروت عمومی، مسئولیت‌پذیری و توجه به هزینه‌هایی را که برای تحصیل هر فرد صرف می‌شود، ایجاد می‌کند.

۱-۲-۶- هنگام جازدن و یا کشیدن دو شاخه‌ی برق، از سیم‌های متصل به آن استفاده نکنید و دو شاخه را به طور صحیح در دست بگیرید (شکل ۲۳-۱).

شکل ۲۳-۱- اتصال صحیح دو شاخه

این نکته مهارت دقت نظر را در فرد ایجاد می‌کند.

۱-۲-۷- هنگام اندازه‌گیری کمیت‌های الکترونیکی، توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری، ازحوزه‌ی صحیح کار و گستره‌ی مناسب آن استفاده کنید (شکل ۲۴-۱).



شکل ۲۴-۱- دستگاه اندازه‌گیری در حوزه‌ی صحیح کار

این مهارت، دقت نظر، کیفیت و سرعت کار را در فرد ایجاد و افزایش می‌دهد.

۱-۲-۸- از روشن و خاموش‌کردن دستگاه‌هایی که با کاربری آن‌ها آشنا نیستید و ارتباطی با کار شما ندارد جداً خودداری کنید. هم‌چنین ازچرخاندن بی‌مورد ولوم‌ها و قطع و وصل کردن و فشار دادن کلیدها بپرهیزید (شکل ۲۵-۱).

شکل ۲۵-۱- از دست‌کاری بی‌مورد کلیدهای دستگاه خودداری کنید

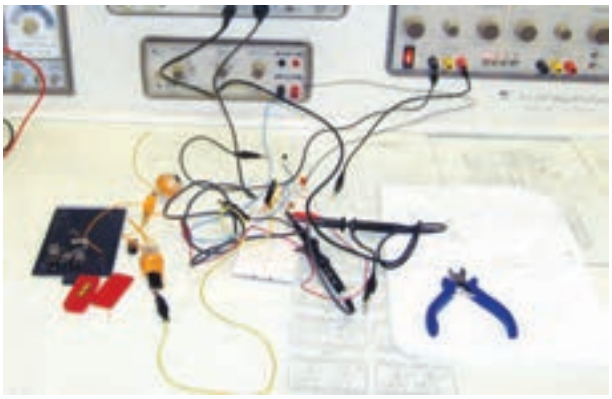
این امر مهارت حفاظت از وسایل را افزایش می‌دهد و از بروز خطرات و آسیب‌رسانی به افراد جلوگیری می‌کند.

۹-۲-۱- از تردد بی‌دلیل در محیط کارگاه و حضور بی‌مورد در میزهای کاری دیگران جداً خودداری کنید (شکل ۲۶-۱).

شکل ۲۶-۱- تردد بی‌دلیل در کارگاه، ایجاد اختلال می‌کند

با جلوگیری از اختلال در کار، هم‌چنین ایجاد نظم در کارگاه و برقراری آرامش، فضای آرامی به وجود می‌آید که می‌توان اجرای وظایف محوله را با دقت و کارآیی مطلوب امکان‌پذیر ساخت.

۱۰-۲-۱- از گذاشتن وسایل اضافی روی میز کار جداً خودداری کنید (شکل ۲۷-۱).



شکل ۲۷-۱- از قراردادن وسایل اضافی روی میز کار خودداری کنید

این امر مهارت به‌کارگیری نظم و ترتیب را افزایش می‌دهد. ایجاد تمرکز، تعهد و نظم درکار، انسان را به عظمت می‌رساند.

نکات مهم اجرایی درکارگاه‌ها

۱۱-۲-۱- حضور به موقع در کارگاه باعث افزایش رشد شخصیت اجتماعی و بهره‌وری در سیستم آموزشی می‌شود. هم‌چنین صحیح نشستن روی صندلی، سلامت شما را تضمین می‌کند (شکل ۲۸-۱).

شکل ۲۸-۱- روی صندلی به‌طور صحیح بنشینید؛ این روش نشستن اشتباه است.

۱۲-۲-۱- پوشیدن لباس‌کار، حس تملک و علاقه را نسبت به محیط در فرد ایجاد می‌کند(شکل ۲۹-۱).

شکل ۲۹-۱- ایجاد حس تملک نسبت به محیط کار با پوشیدن لباس کار

۱-۲-۱۳- تشـــکیل گروه‌های کاری باعث می‌شـــود مهـــارت در کار جمعی، برنامه‌ریزی صحیح و ارتباط مؤثر با هم‌کلاسی‌ها ایجاد شود (شکل ۳۰-۱).

شکل ۳۰-۱- تشکیل گروه‌های کاری

مهارت شـــنیدن نظرات دیگران، موجب می‌شـــود بهترین روش‌های مرتبط با هر موضوع را به کار بگیرید.

۱-۲-۱۴- توزیع اقلام مورد نیاز بین گروه‌ها، بررسی دقیـــق میزهای کار، تعیین وســـایل معیوب وگزارش آن به مربیان، اهم وظایفی است که به ارشد کلاس واگذار می‌شود (شکل ۳۱-۱).

شکل ۳۱-۱- تعیین ارشدکلاس

ارشدکلاس در هر هفته تغییر می‌کند با این هدف حس مسئولیت‌پذیری، رشد مهارت مدیریتی، هدایت گروه و مهارت اعتماد به نفس در همه تقویت می‌شود.

۱-۲-۱۵- تهیه‌ی دفترگزارش‌کار و تنظیم آن برای هر آزمایش کمک می‌کند تا مهارت بازبینی فعالیت‌های انجام شده، مدّ نظرگرفتن هدف و نتیجه، پیدا کردن اشکالات و رفع آن‌ها در فرد ایجاد شود (شکل ۳۲-۱).

شکل ۳۲-۱- تهیه‌ی دفتر گزارش‌کار و بازبینی آن توسط مربی کارگاه

رعایت این توصیه، مهـــارت تبدیل نقاط ضعف به نقاط قوت را ایجاد می‌کند.

۱-۲-۱۶- خواندن دســـتورهای اجرایـــی و مراحل اجرای آزمایش قبل از شـــروع کار مهـــارت اعتماد به نفس و داشـــتن آرامش را در اجـــرای آزمایش امکان‌پذیر می‌کند (شکل ۳۳-۱).

شکل ۳۳-۱- خواندن دستور العمل قبل از شروع‌کار

۱-۲-۱۷- استفاده از آزمایشگاه مجازی (Virtual lab) به‌عنوان پیش‌آزمایش، آموزش و صرفه‌جویی در ابزار، قطعات و تجهیزات و زمان را در فرد عمیق‌تر می‌سازد.

استفاده از نرم‌افزار

برخی از مزایای استفاده از آزمایشگاه مجازی:

- در صورت بروز اشتباه در بستن مدار و اتصال دستگاه‌ها، آسیبی به مدار وارد نمی‌شود و خسارت مالی رخ نمی‌دهد.
- مقادیر قطعات قابل تغییر است وبا تغییر آن‌ها می‌توانید اثرآن را روی مدار مشاهده کنید.
- بدون نیاز به قطعات سخت‌افزاری می‌توانید مدارهای دلخواه خود را ببندید و خلاقیت خود را بروز دهید.
- تکرار آزمایش‌ها در زمان کم‌تر و به دفعات متعدد امکان‌پذیر است.

یاد بگیریم

باید یاد بگیرم که:

هرکاری را که در پیش دارم با نهایت دقت و حوصله انجام دهم. فرض کنم این آخرین کاری است که در عمر خود باید انجام دهم.

توجه کنید

پاسخ سؤال‌هایی که ستاره‌دار است (★) را در دفتر گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

نکات ایمنی خاص این آزمایش

ضمن رعایت نکات ایمنی عمومی به نکات ایمنی مخصوص این آزمایش نیز توجه کنید.

۱-۲-۱۸- هنگام کار با LED و هفت قطعه‌ای مراقب باشید که ولتاژ بیش از حد مجاز به پایه‌های آن داده نشود.

۱-۲-۱۹- در صورتی که برای روشن کردن LED از جریان متناوب استفاده می‌کنید مراقب باشید که ولتاژ پیک AC از مقدار ولتاژ ماکزیمم معکوس LED بیش‌تر نباشد.

۱-۲-۲۰- هنگام نصب LED و هفت قطعه‌ای روی بردبُرد، مراقب باشید به پایه‌های آن‌ها فشار وارد نشود و آسیب نبیند.

۱-۲-۲۱- در صورتی که پایه‌های هفت قطعه‌ای کوتاه است از سوکت مخصوص استاندارد یا سوکت ساخته شده، Pin header استفاده کنید تا پایه‌های سِوِن سِگمنت آسیب نبیند. در شکل۱-۳۴ یک نمونه هفت قطعه‌ای LED و یک نمونه نمایشگر LCD را که روی سوکت نصب شده است ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱-۳۴- دو نمونه LED و نمایشگر LCD نصب شده روی سوکت

۱-۲-۲۲- هنگام لحیم‌کاری پایه‌های LED، LCD و هفت قطعه‌ای مراقب باشید حرارت بیش از اندازه ندهید. زیراحرارت زیاد به این قطعات آسیب می‌رساند. به قسمت Soldering Temperature دربرگه‌ی اطلاعات ۱-۳ مراجعه کنید.

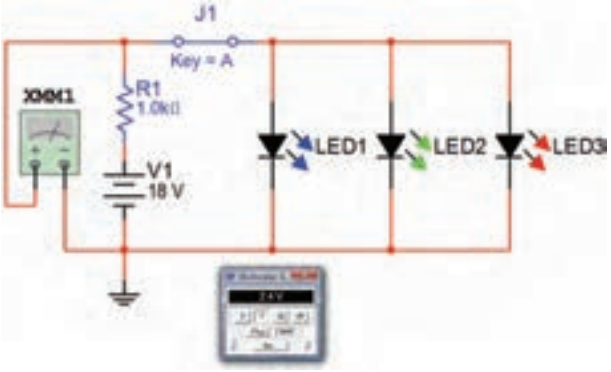
۳-۱- کار با نرم‌افزار

★۱-۳-۱- هدف کلی آزمایش را در دفتر گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

۲-۳-۱- مربی محترم کارگاه قبل از شروع مرحله‌ی ۱-۵، کلیه‌ی آزمایش‌های قسمت ۱-۵ را تا آن‌جا که نرم‌افزار اجازه می‌دهد، شبیه‌سازی نماید وآن را برای هنرجویان به نمایش درآورد.

★۳-۳-۱- هنرجویان عزیز با مراجعه به کتاب آزمایشگاه مجازی برای کلیه‌ی دروس رشته‌ی الکترونیک آزمایش‌ها را شبیه‌سازی کنند و فایل آن را تحویل مربی کارگاه دهند.

★۴-۳-۱- هر یک از هنرجویان نقشه‌ی دو مدار از مدارهای شبیه‌سازی شده‌ی خود را کپی بگیرند و آن را در دفتر گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بچسبانند. در شکل۱-۳۵ یک نمونه مدار شبیه‌سازی شده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۵-۱- یک نمونه مدار شبیه‌سازی شده‌ی LED

★۵-۳-۱- نحوه‌ی شبیه‌سازی مدارها را به اختصار شرح دهید.

۴-۱- قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز

تجهیزات، ابزار و مواد عمومی:

برای اجرای آزمایش‌های این کتاب، نیاز به ابزار، مواد وتجهیزات کارگاهی به شرح زیر است:

۱-تجهیزات شامل مولتی‌متر دیجیتالی دستی و...

۲-ابزار شامل سیم‌چین، دم باریک، انبردست، پیچ‌گوشتی، هویه قلمی، پایه هویه و ...

۳- مواد شامل سیم رابط تلفنی، سیم رابط دو سر، گیره سوسماری، پروب BNC، سیم‌لحیم، سیم رابط منبع تغذیه و...

ضرورت دارد هنرجویان عزیز در هنگام اجرای آزمایش‌ها این تجهیزات و ابزار و مواد را به همراه داشته باشند.

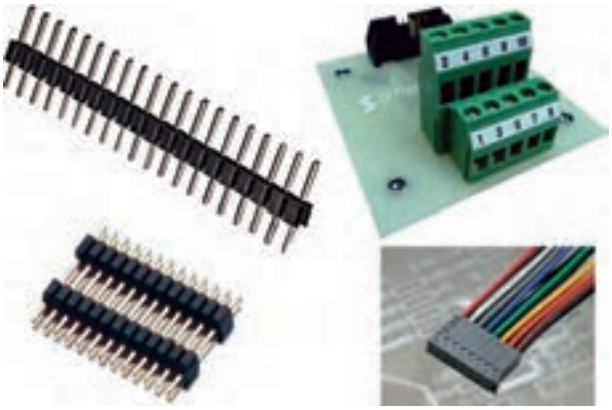
- مولتی‌متر دیجیتالی	۱ دستگاه
- منبع تغذیه‌ی DC	۱ دستگاه
- LED ساده در سه رنگ	۳ عدد
- هفت قطعه‌ای LED	۱ عدد
- هفت قطعه‌ای LCD	۱ عدد
- مقاومت ۱KΩ با توان $\frac{۱}{۴}$W	۱ عدد
- کلید یک پل یک راهه	۱ عدد
- LED دو رنگ و سه رنگ از هر کدام	۱ عدد
- LED با نور زیاد (High Brightness) در سه رنگ، از هر رنگ	۱ عدد
- بِرد بُرد	۱ قطعه
- تجهیزات، ابزار و مواد عمومی	

توجه کنید

به منظور داشتن یک دفترگزارش‌کار استاندارد پاسخ سؤالات، نتایج حاصل ازآزمایش‌ها را در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی درج کنید. هر یک از مواردی که باید پاسخ داده شود را با ستاره (★) مشخص کرده‌ایم و آدرس آن‌را در کتاب گزارش‌کار آورده‌ایم. کافی است با مراجعه به شماره‌ی آزمایش و شماره‌ی آدرس، محل درج پاسخ را بیابید و پاسخ خود را بنویسید.

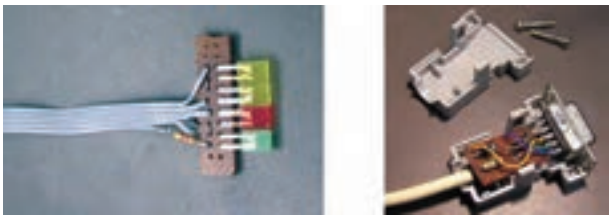
۵-۱- مراحل اجرای آزمایش

۱-۵-۱- در صورتی که ضرورت دارد، با کمک مربیان خود با اســـتفاده از فیبر سوراخ دار مـــدار چاپی (Vero board) و پین‌هِـــدِر(Pin header)، ســـوکت مناســـب برای هفت قطعه‌ای بســـازید. در شکل ۳۶-۱، نمونه‌هایی از پین‌هِدِرها را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳۶-۱- نمونه‌هایی از پین‌هدر (Pinheader)

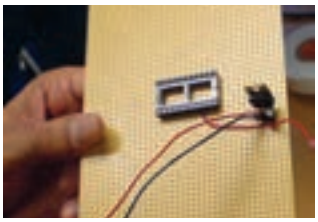
فیبر ســـوراخ‌دار یـــا وِروبُـــرد (Vero board) یک قطعه فیبر مدار چاپی اســـت که تعداد زیادی ســـوراخ روی آن ایجاد شـــده است و در قســـمت مس آن نیز سوراخ‌ها از نظر الکتریکی از یکدیگر جدا هســـتند. از این فیبر می‌توان برای اجرای نمونه‌های پروژه و ســـاخت سوکت و ... استفاده کرد. در شکل ۳۷-۱ کاربرد فیبر سوراخ‌دار را در اتصال چند LED و پورت کامپیوتر ملاحظه می‌کنید.



پورت RS232 کامپیوتر — اتصال چهار عدد LED

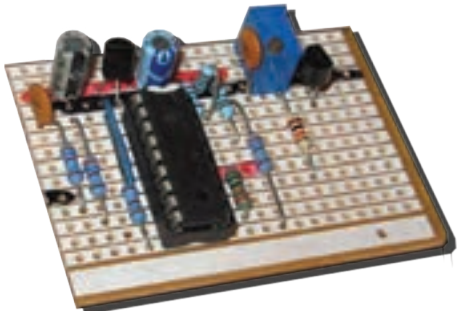
شکل ۳۷-۱- استفاده از فیبر سوراخ‌دار در ساخت قطعات کوچک

در شـــکل ۳۸-۱ یک قطعه فیبر سوراخ‌دار که روی آن یک ســـوکت و ترانزیستور نصب شـــده است را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳۸-۱- یک قطعه فیبر سوراخ‌دار که یک سوکت و ترانزیستور روی آن نصب شده است.

در شـــکل ۳۹-۱- یک مدار الکترونیکی که ابعاد آن حدوداً ۵ cm × ۵ cm اســـت را مشاهده می‌کنید که روی فیبر سوراخ‌دار ساخته شده است.



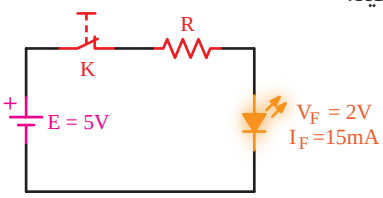
شکل ۳۹-۱- یک نمونه مدار کامل روی فیبر سوراخ‌دار

۲-۵-۱- در صورتی که اقدام به ساختن سوکت با اســـتفاده از پین‌هِـــدِر و فیبر ســـوراخ‌دار نمودید، گزارش مختصری از آن را بنویسید.

۳-۵-۱- به برگه‌ی اطلاعات ۳-۱ مراجعه کنید و مقدار جریان موافق و ولتاژ واقعی LED قرمز را در شرایط طبیعی به دست‌آورید.

۴-۵-۱- معمولاً ولتاژ و جریان‌کار طبیعی LEDهای معمولی تا حدودی با هم برابر اســـت، ولی برای اطمینان از مقادیر لازم است برای هر نوع LED به برگه‌ی اطلاعات آن مراجعه کنید.

۵-۵-۱- در مدار شـــکل ۴۰-۱ مقدار مقاومت R را محاسبه کنید.

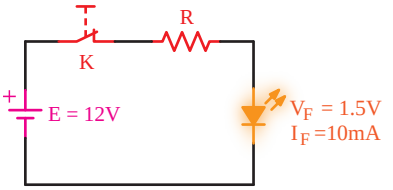


شکل ۴۰-۱- مدار مرحله‌ی ۵ آزمایش

$$R = \frac{E - V_F}{I_F} = \frac{۵ - ۲}{۱۵ \times ۱۰^{-۳}}$$

$$\Rightarrow R = ۲۰۰\Omega$$

۱-۵-۶- در مدار شکل ۱-۴۱ مقدار مقاومت R را با توجه به V_F و I_F دیود LED محاسبه کنید.

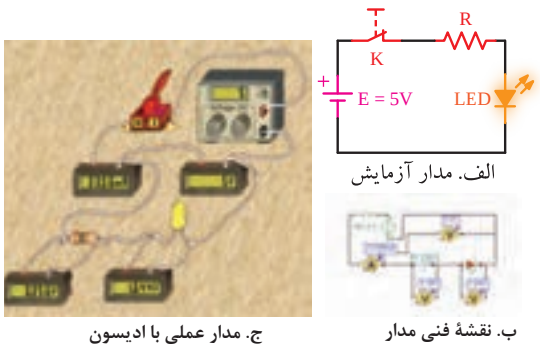


شکل ۱-۴۱- مدار مرحله‌ی ۶ آزمایش

مراقب باشید

اگر ولتاژ منبع، از ولتاژ معکوس مجاز LED بیشتر باشد و LED در بایاس مخالف قرار گیرد، LED خواهد سوخت.

۱-۵-۷- مدار شکل ۱-۴۲- الف را روی بِردبُرد ببندید. توجه داشته باشید که مقدار مقاومت R با توجه به مشخصات LED که در اختیار دارید تعیین می‌شود. در این حالت LED در ولتاژ موافق قرار دارد.



الف. مدار آزمایش

ب. نقشهٔ فنی مدار

ج. مدار عملی با ادیسون

شکل ۱-۴۲- LED در بایاس موافق و در حالت روشن

در شکل ۱-۴۲- ب نقشه‌ی فنی و در شکل ۱-۴۲- ج مدار عملی LED در حالت روشن که با استفاده از نرم‌افزار ادیسون بسته شده است را ملاحظه می‌کنید. شکل مدار ۱-۴۲- الف را مجدداً در دفتر گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی ترسیم کنید.

۱-۵-۸- در صورتی که نور LED کم است، مقدار مقاومت سری با آن درست محاسبه نشده است یا مقدار V_F و I_F برای LED صحیح نیست. برای رسیدن به نتیجه‌ی قابل قبول محاسبات را مجدداً تکرار کنید و مشخصات صحیح LED را بیابید.

۱-۵-۹- مقدار ولتاژ دو سر LED و مقاومت R و جریان عبوری از آن‌ها را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۱-۵-۱۰- آیا مقادیر اندازه‌گیری شده با مقادیر نامی LED تا حدودی برابر است؟ شرح دهید. در صورتی که مقادیر متفاوت است دلیل آن چیست؟

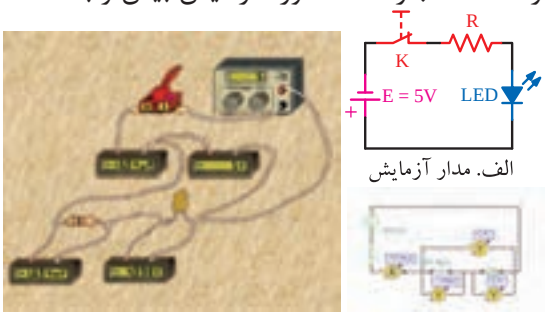
نکته‌ی مهم

شرط روشن شدن LED قرار گرفتن آن در ولتاژ موافق و محاسبه‌ی صحیح مقدار مقاومت R است که به صورت سری با آن قرار می‌گیرد.

۱-۵-۱۱- قطب‌های باتری را طبق شکل ۱-۴۳- الف تغییر دهید. در شکل ۱-۴۳- ب نقشه‌ی فنی و در شکل ۱-۴۳-ج مدار عملی LED در بایاس مخالف را با نرم‌افزار ادیسون مشاهده می‌کنید.

مدار۱-۴۳- الف را در دفترگزارش‌کار رسم کنید.

۱-۵-۱۲- درایین حالت LED در ولتاژ مخالف قرار می‌گیرد. توجه داشته باشید که ولتاژ باتری نباید از حداکثر ولتاژ مخالف مجاز LED مورد آزمایش بیش‌تر باشد.



الف. مدار آزمایش

ب. نقشه‌ی فنی مدار با ادیسون

ج. مدار عملی با ادیسون

شکل ۱-۴۳- LED در بایاس مخالف و در حالت خاموش

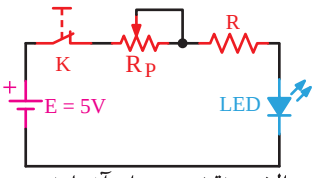
۱۳-۵-۱- مقادیرجریان مدار، ولتاژ دو سر LED و ولتاژ دو سر مقاومت R را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۱۴-۵-۱- به چه دلیل در مدار عملی با نرم‌افزار ادیسون در حالتی که LED در ولتاژ مخالف قرار دارد، جریان بسیار کمی در مدار جاری می‌شود؟ شرح دهید. آیا در مدار عملی که روی بِردبُرد بسته شده است نیز جریان در بایاس مخالف وجود دارد یا خیر؟ علت را توضیح دهید.

۱۵-۵-۱- مدار شکل ۴۴-۱ - الف را روی بِردبُرد ببندید. پتانسیومتر را روی بیش‌ترین مقدار قرار دهید. در این حالت باید LED خاموش باشد. (شکل ۴۴-۱- ب و ج).

توجه کنید

مقادیر R و R_P با توجه به مقادیر V_F و I_F دیود نور دهنده‌ی مورد آزمایش محاسبه می‌شود.



الف- نقشه‌ی مدار آزمایش

ج- مدار عملی
با استفاده از ادیسون

ب- نقشه‌ی فنی مدار
با استفاده از ادیسون

شکل ۴۴-۱- مدار LED با استفاده از پتانسیومتر در حالت خاموش.

مدار شکل ۴۴-۱- الف را در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی رسم کنید.

۱۶-۵-۱- درشکل۴۵-۱، مقدار پتانسیومتر را روی کم‌ترین مقدار بگذارید. باید LED روشن شود.

شکل ۴۵-۱- مدار LED با استفاده از پتانسیومتر، درحالت روشن

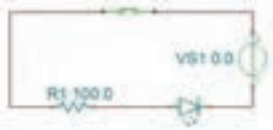
۱۷-۵-۱- مقدار پتانسیومتر را کم و زیاد کنید. باید نور LED نیز کم و زیاد شود.

۱۸-۵-۱- نتایج حاصل از مراحل آزمایش ۱۵-۵-۱ تا ۱۷-۵-۱ را به‌طور خلاصه بنویسید.

۱۹-۵-۱- یک LED که ولتاژ و جریان نامی آن را نمی‌دانید، در اختیار بگیرید.

۲۰-۵-۱- می‌خواهیم مقدار ولتاژ و جریان نامی (V_F و I_F) دیود LED را از طریق آزمایش به‌دست آوریم.

۲۱-۵-۱- مداری طبق شکل۴۶-۱ تشکیل می‌دهیم و ولتاژ منبع را روی صفر می‌گذاریم.

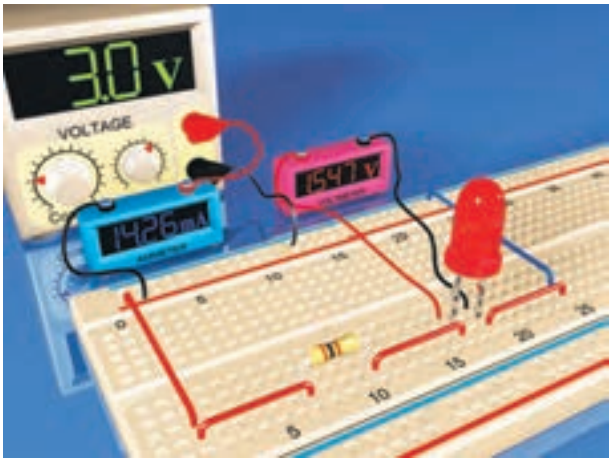


شکل۴۶-۱- مدار مرحله‌ی ۲۱ آزمایش

۲۲-۵-۱- ولتاژ منبع را طبق شکل ۴۷-۱ به تدریج اضافه می‌کنیم تا نور LED به حد طبیعی و قابل قبول برسد.

نکته‌ی ایمنی

اجرای صحیح مرحله‌ی ۲۲-۵-۱ بسیار اهمیت دارد، زیرا با کمی بی‌دقتی ممکن است LED شما بسوزد. افزایش ولتاژ باید به صورت تدریجی و در پله‌های کوچک صورت گیرد. هم‌چنین باید زمینه‌ای از نور طبیعی LED در ذهن شما باشد.



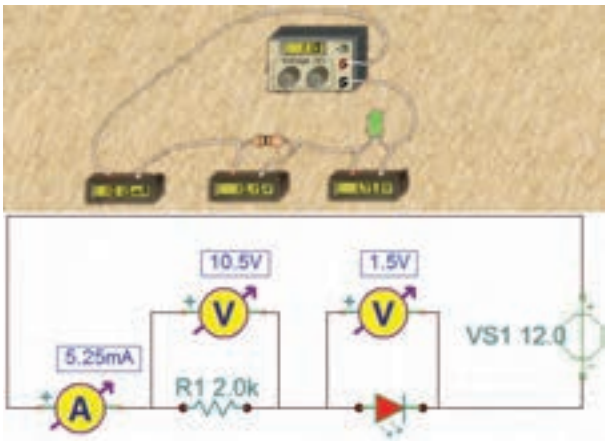
شکل ۴۷-۱- روشن شدن LED با نور کامل

۲۳-۵-۱- همان‌طور که در شکل ۴۷-۱ ملاحظه می‌شود مقدار ولتاژ نامی LED موجود در نرم‌افزار ادیسون حدود $V_F \simeq 1/5V$ و جریان نامی آن $I_F \simeq 15mA$ است.

۲۴-۵-۱- خلاصه‌ای از مراحل اجرای این قسمت و مقادیر ولتاژ نامی LED مورد آزمایش را بنویسید.

۲۵-۵-۱- یک عدد LED دیگر در اختیار بگیرید، مشخصات فنی آن را از برگه‌ی اطلاعات یا از طریق اندازه‌گیری به‌دست آورید. سپس مقدار R را به گونه‌ای محاسبه کنید که LED با ولتاژ ۱۲ ولت راه‌اندازی شود.

در شکل ۴۸-۱ یک نمونه LED را مشاهده می‌کنید که با نرم‌افزار ادیسون طراحی شده و با ۱۲ ولت کار می‌کند.



شکل ۴۸-۱- راه‌اندازی LED با ولتاژ ۱۲ ولت

۲۶-۵-۱- نحوه‌ی محاسبه‌ی مقدار مقاومت R را برای راه‌اندازی LED با ۱۲ ولت بنویسید.

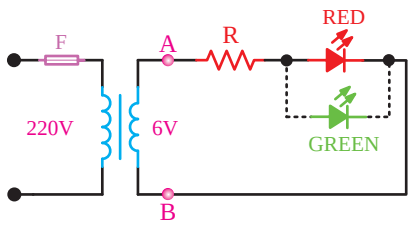
۲۷-۵-۱- مدار را مشابه شکل ۴۸-۱ ببندید و مقادیر V_R ، V_{LED} و I را اندازه‌گیری و یادداشت کنید. توجه داشته باشید، برای اندازه‌گیری ولتاژها از یک مولتی‌متر دیجیتالی استفاده کنید.

۲۸-۵-۱- یک ترانسفورماتور ۶ ولتی را در اختیار بگیرید و مقدار V_{PEAK} ثانویه‌ی آن را محاسبه کنید.

۲۹-۵-۱- یک LED انتخاب کنید، مشخصات نامی آن (V_F و I_F) را به دست آورید.

۳۰-۵-۱- با استفاده از V_P به دست آمده در مرحله‌ی ۲۵-۵-۱ مقدار R را محاسبه کنید.

مدار شکل ۴۹-۱ را ببندید و نتایج مشاهدات خود را بنویسید. مدار را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.



شکل ۴۹-۱- راه‌اندازی LED با ولتاژ AC

★۳۱-۵-۱- یک LED با رنگ دیگر را در جهت مخالف با LED شکل ۴۹-۱ موازی کنید. آیا هر دو LED روشن می‌شود؟ چرا؟ شرح دهید.

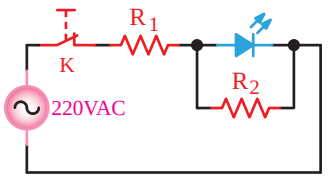
★۳۲-۵-۱- در صورتی که سیم‌های A و B را جابه‌جا کنیم چه اثری در مدار ایجاد می شود؟ شرح دهید. این قسمت را عملاً تجربه کنید.

ویژه‌ی دانش‌آموزان علاقه‌مند

۳۳-۵-۱- می‌دانیم اگر ولتاژ معکوس دو سر LED بیش‌تر از مقدار مجاز آن شود، LED آسیب می‌بیند.

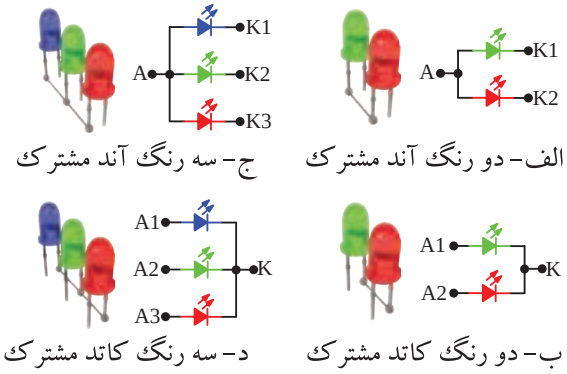
۳۴-۵-۱- اگر مقاومت R را برای راه‌اندازی LED در ولتاژ ۲۲۰ولت برق شهر محاسبه کنیم، هنگامی که LED در ولتاژ مخالف قرار می‌گیرد، ولتاژی برابر با $۲۲۰\sqrt{۲}$ یعنی حدود ۳۱۱ ولت در دو سر آن قرار می‌گیرد که بلافاصله LED را می‌سوزاند.

★۳۵-۵-۱- آیا با استفاده از مدار شکل ۵۰-۱ می‌توان این مشکل را حل کرد؟ در صورتی که جواب مثبت است علت و نحوه‌ی محاسبه‌ی مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ را شرح دهید.



شکل ۵۰-۱- حفاظت از LED با استفاده از مقاومت موازی

۳۶-۵-۱- LEDهای چند رنگ مشابه LEDهای معمولی هستند با این تفاوت که دو یا سه عدد LED روی یک تراشه و در یک بسته‌بندی قرار می‌گیرد. مدارهای LED دو رنگ یا سه رنگ، به صورت آند مشترک و کاتد مشترک ساخته می‌شوند. در شکل ۵۱-۱ مدار معادل LEDهای دو رنگ و سه رنگ را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۵۱-۱- مدار معادل LEDهای چند رنگ

توجه داشته باشیدکه LEDهای دو رنگ و سه رنگ به صورت LED مجزا از هم نیست و روی یک تراشه ساخته می‌شود.

۳۷-۵-۱- با توجه به شکل ۵۱-۱ یک نمونه مدار LED دو رنگ را ببندید. توجه داشته باشید که مقدار R با توجه به مشخصات فنی LED چند رنگ محاسبه می‌شود. ولتاژ ورودی را ۵ ولت در نظر بگیرید. در این حالت به پایه‌های غیر مشترک ولتاژ ندهید و برای هر یک از LEDها یک مقاومت R جداگانه محاسبه کنید، ($R_۱$ و $R_۲$).

★۳۸-۵-۱- به تک تک پایه‌های غیر مشترک از طریق مقاومت‌های R ولتاژ بدهید و رنگ نور LED را با توجه به پایه‌ها شناسایی کنید و نقشه‌ی مدار را ترسیم نمایید و پایه‌ها را با توجه به رنگ نور، علامت‌گذاری کنید.

★۳۹-۵-۱- LED مورد آزمایش کاتد مشترک است یا آند مشترک؟ شرح دهید.

★۴۰-۵-۱- با استفاده از پتانسیومتر مشابه آن چه که برای تغییر نور LED با توجه به مراحل ۱۵-۵-۱و۱۶-۵-۱ انجام دادید، نورهریک ازLEDها را تغییر دهید و نور با رنگ‌های مختلف تولیدکنید. شکل مدار را در هر حالت ترسیم کنید و نتایج حاصل از آزمایش را تشریح نمایید.

★۴۱-۵-۱- یک عدد LED سه رنگ را در اختیار بگیرید و با توجه به اطلاعات فنی آن مقدار R را محاسبه کنید و نقشه‌ی فنی مدار را ترسیم نمایید. ولتاژ تغذیه را ۵ ولت در نظر بگیرید و برای هر رنگ LED یک مقاومت R جداگانه محاسبه کنید ($R_۱$، $R_۲$ و $R_۳$).

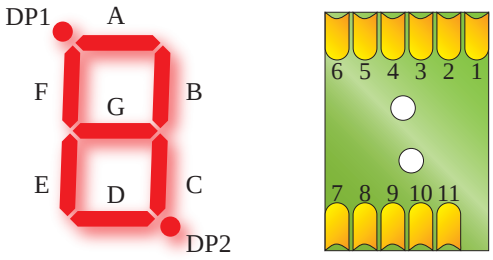
۱-۵-۴۲- LED سه رنگ مورد آزمایش به صورت آند مشترک است یا کاتد مشترک؟ شرح دهید.

۱-۵-۴۳- مدار LED سه رنگ را روی بِردبُرد ببندید. در این حالت به پایه های غیر مشترک LED ولتاژ ندهید.

۱-۵-۴۴- به تک تک پایه‌های غیرمشترک از طریق مقاومت‌های R ولتاژ بدهید و رنگ نور LED را با توجه به پایه‌ی آن مشخص کرده و روی نقشه ترسیم شده در مرحله‌ی ۱-۵-۴۱ علامت‌گذاری کنید.

۱-۵-۴۵- با قرار دادن پتانسیومتر به صورت سری با مقاومت‌های R_1، R_2 و R_3 طبق مراحل آزمایش ۱-۵-۱۵ و۱-۵-۱۶ نورLEDهای مربوط به هر رنگ را تغییر دهید و طیف نور تولید شده را مشاهده نمایید. آیا می‌توانید رنگ نور دلخواه خود را به دست آورید؟ نقشه‌ی مدار را رسم کنید و نتایج آزمایش را تشریح نمایید.

۱-۵-۴۶- هر هفت قطعه‌ای را معمولاً با شماره‌ی خاصی مشخص می‌کنند. هفت قطعه‌ای نشان داده شده در شکل۱-۵۲ یک نمایشگر نصب سطحی (SMD) با شماره‌ی HDSM – ۲۸۱B / ۲۸۳B است که دو دیود به صورت دو نقطه در دو طرف آن قرار دارد. در شکل ۱-۵۲- الف پایه‌های هفت قطعه‌ای و در شکل ۱-۵۲- ب هفت قطعه‌ای را با علامت‌گذاری روی قطعات آن مشاهده می‌کنید.



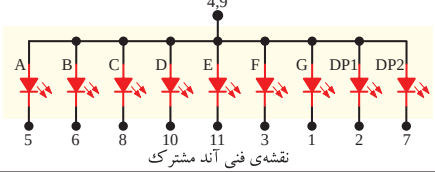
الف- پایه‌ها ب- قطعات روی هفت‌قطعه‌ای

شکل۱-۵۲- یک نمونه هفت قطعه‌ای با شماره‌ی HDSM-۲۸۱B/۲۸۳B

طول قسمت‌های نور دهنده‌ی هر یک از دیودهای این هفت قطعه‌ای ۷ میلی‌متر است. هر یک از دیودهای هفت قطعه‌ای را طبق شکل ۱-۵۲- ب با حروف الفبای انگلیسی مشخص می‌کنند معمولاً دیود افقی بالا را با A و بقیه‌ی دیودها را طبق شکل با حروف B تا G مشخص می‌نمایند. دیودهای نقطه را با DP_1 و DP_2 (Dot Point) نشان می‌دهند.

این هفت قطعه‌ای به صورت آند مشترک و کاتد مشترک ساخته می‌شود. در شکل ۱-۵۳ نقشه‌ی فنی نوع آند مشترک و شماره‌ی پایه‌های آن را ملاحظه می‌کنید.

Internal Circuit Diagram (Common Anode)



نقشه‌ی فنی آند مشترک

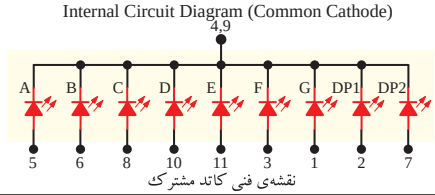
Pin Connection (Common Anode) شماره‌ی پایه‌ها و اتصال‌ها در آند مشترک		
Pin No. شماره‌ی پایه	Connection	اتصال
1	CATHODE G	کاتد G
2	CATHODE DP1	کاتد DP1
3	CATHODE F	کاتد F
4	COMMON ANODE	آند مشترک
5	CATHODE A	کاتد A
6	CATHODE B	کاتد B
7	CATHODE DP2	کاتد DP2
8	CATHODE C	کاتد C
9	COMMON ANODE	آند مشترک
10	CATHODE D	کاتد D
11	CATHODE E	کاتد E

شماره واتصال پایه‌ها

شکل۱-۵۳- نقشه‌ی فنی آند مشترک و شماره‌ی پایه‌های آن

در شکل ۱-۵۴ نقشه‌ی فنی و شماره‌ی پایه‌ها را به صورت کاتد مشترک مشاهده می‌کنید.

Internal Circuit Diagram (Common Cathode)



نقشه‌ی فنی کاتد مشترک

Pin Connection (Common Cathode) شماره‌ی پایه‌ها و اتصال‌ها در کاتد مشترک		
Pin No. شماره‌ی پایه	Connection	اتصال
1	ANODE G	آند G
2	ANODE DP1	آند DP1
3	ANODE F	آند F
4	COMMON CATHODE	کاتد مشترک
5	ANODE A	آند A
6	ANODE B	آند B
7	ANODE DP2	آند DP2
8	ANODE C	آند C
9	COMMON CATHODE	کاتد مشترک
10	ANODE D	آند D
11	ANODE E	آند E

شماره واتصال پایه‌ها

شکل۱-۵۴- نقشه‌ی فنی و شماره‌ی پایه‌های هفت قطعه‌ای

با توجه به Data Sheet، رنگ این سِـــون سِگمنت آبی، تلفات توان آن ۱۰۰ mw، جریان مداوم موافق آن ۲۵ میلی‌آمپر، ولتـــاژ معکوس آن ۵ ولت و ولتاژ موافق برای هر دیود حدود ۳ ولت است.

ویژه‌ی هنرجویان علاقه‌مند

با مراجعه بـــه Data sheet یـــک نمونه هفت قطعه‌ای، اطلاعات فنی آن را استخراج و ثبت نمایید.

۱-۵-۴۷- یـــک عـــدد هفت قطعـــه‌ای موجود درآزمایشگاه را در اختیار بگیرید و شماره‌ی آن را یادداشت کنید.

توجه کنید

در صورتی که Data sheet هفت قطعه‌ای مورد آزمایش را در اختیار دارید می‌توانید برای اســـتخراج اطلاعات از آن استفاده کنید.

۱-۵-۴۸- شکل ظاهری هفت قطعه‌ای را رسم کنید و دیودها را مشابه شکل ۱-۵۲روی آن مشخص نمایید و حروف‌گذاری کنید.

۱-۵-۴۹- مقطع هفت قطعه‌ای را از محل خروج پایه‌های آن مشابه شکل ۱-۵۲- الف شماره‌گذاری کنید.

۱-۵-۵۰- با استفاده از یک منبع تغذیه‌ی DC ســـه ولتی، از طریق روشـــن کردن دیودهای هفت قطعه‌ای پایه‌هـــای آن را با توجه به مرحله‌ی ۴۹-۵ مشـــخص کنید (کدام پایه‌ها آند و کدام پایه کاتد است).

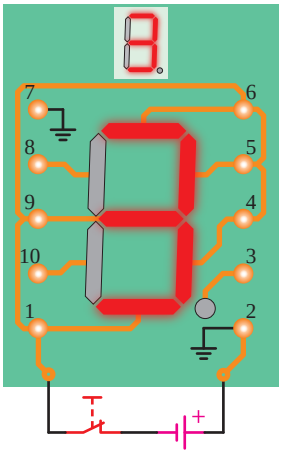
نکته‌ی ایمنی

اعمال ولتاژ بیش از ۳ ولت باعث ســـوختن هفت قطعه‌ای می‌شود.

۱-۵-۵۱- هفت قطعه‌ای آند مشـــترک است یا کاتد مشترک؟ شـــرح دهید. نقشه‌ی هفت قطعه‌ای را رسم کنید.

۱-۵-۵۲- نـــام پایه‌ها و شـــماره‌های آن‌ها را بر اساس مرحله‌ی ۱-۵-۴۶ در یک جدول خلاصه کنید.

۱-۵-۵۳- با استفاده از هفت قطعه‌ای مدارهایی را ببندید که بتواند اعداد انگلیســـی 0 تا 9 را نشـــان دهد و نقطه مربوط به ممیز در هر مرحله روشـــن باشـــد. نقشه‌ی مدارها را مشابه شکل ۱-۵۵ رسم کنید. هفت قطعه‌ای داده شـــده در شکل ۱-۵۵ آند مشـــترک است یا کاتد مشترک؟ توضیح دهید.



شکل ۱-۵۵- ساختن عدد ۳ روی هفت قطعه‌ای

نکته‌ی مهم

بـــا توجه به این که هفت قطعه‌ای داده شـــده به شـــما با هفت قطعه‌ای شـــکل ۱-۵۵ متفاوت است، شماره‌گذاری پایه‌ها نیز متفاوت خواهد بود.

۱-۵-۵۴- با اســـتفاده از هفت قطعه‌ای که در اختیار دارید، مدار را به گونه‌ای ببندید که حروف انگلیســـی A، C، d، y، L و n را نشـــان دهد. نقشه‌ی مدار را ترسیم کنید. در کلیه‌ی حالات نقطه‌ی مربوط به ممیز روشن باشد.

۱-۵-۵۵- با استفاده از هفت قطعه‌ای که در اختیار دارید مدار را به گونه‌ای اتصال دهید که اعداد ۲ و ۶ فارسی و حروف ل و ب فارسی نشان داده شود. در این حالات در صورت نیاز نقطه مربوط به ممیز روشن شود.

ویژه‌ی هنرجویان علاقه‌مند

۱-۵-۵۶- در صورت داشتن وقت اضافی، افراد علاقه‌مند در صورت تمایل مدار هفت قطعه‌ای را به گونه‌ای ببندند که سایر حروف و اعداد فارسی و انگلیسی را تا حد امکان نشان دهد. سپس نتایج به دست آمده را به‌طور اختصار توضیح دهند.

در وقت اضافی انجام دهید

۱-۵-۵۷- در صورت داشتن وقت اضافی مدار دو هفت قطعه‌ای را به گونه‌ای ببندید که بتواند اعداد دو رقمی و دو حرف را درکنار هم نشان دهد. سپس نتایج حاصل را به‌طور خلاصه توضیح دهید و نقشه یکی از نمونه‌هایی را که بسته‌اید ترسیم کنید.

تحقیق کنید

۱-۵-۵۸- با مراجعه به سایت‌های اینترنتی مرتبط برگه‌ی اطلاعات مربوط به یک نمونه هفت قطعه‌ای LCD را بیابید و با استخراج مشخصات فنی آن نحوه‌ی روشن شدن هفت قطعه‌ای LCD را تشریح کنید و در صورت وجود امکانات آن‌را عملاً به اجرا درآورید.

۱-۵-۵۹- با استفاده از یکی از نرم‌افزارهایی که در اختیار دارید، مراحل نمایش اعداد و حروف انگلیسی و فارسی را با نرم‌افزار شبیه‌سازی کنید و نتایج را به طور خلاصه شرح دهید و فایل اجرایی نرم‌افزاری را تحویل مربیان کارگاه نمایید.

۱-۶- نتایج آزمایش

نتایج به دست آمده در این آزمایش را به اختصار شرح دهید.

بحث و گفت و گو

جمله زیر را دقیقاً مطالعه کنید و درباره‌ی آن با هم‌کلاسی‌های خود به بحث بنشینید. *در اختیار داشتن فن‌آوری تولید قطعات الکترونیکی، ما را از وابستگی به سایر کشورها رها می‌سازد.*

الگوی پرسش

۱-۷- الگوی پرسش

۱-۷-۱- چهار مورد از نکات ایمنی که در هنگام اجرای آزمایش‌ها باید مراعات کنید را نام ببرید.

۱-۷-۲- LED و LCD علامت اختصاری چه کلمات انگلیسی هستند؟

۱-۷-۳- دو نمونه‌ی دیگر از کاربردهای LED با نور زیاد (High brightness) که در کتاب ذکر نشده است را نام ببرید.

۱-۷-۴- سه نمونه کاربرد دیود لیزری را نام ببرید.

۱-۷-۵- از ترکیب نورهای قرمز و سبز چه رنگ‌هایی را می‌توان ایجاد کرد؟

۱-۷-۶- با استفاده از چند رنگ LED می‌توان کلیه طیف‌های نور مرئی را ایجاد کرد؟

۱-۷-۷- تعداد LED در 7-Seg یک رقمی با نقطه (DP) چند تا است؟

۱-۷-۸- نمای فنی هفت قطعه‌ای (7-Seg) را به صورت آند مشترک رسم کنید.

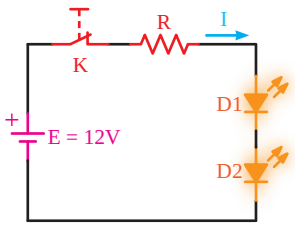
۱-۷-۹- برای نمایش اعداد 0، 6 و 9 کدام LEDها (a، b، c و...) باید روشن شوند؟

۱-۷-۱۰- با یک 7-Seg چه اعداد، حروف و یا علائم دیگری که در کتاب ذکر نشده است را می‌توان نمایش داد؟

۱-۷-۱۱- با استفاده از برگه‌ی اطلاعات ۱-۲ ولتاژ معکوس مجاز و جریان مداوم موافق LED معرفی شده چه‌قدر است؟

۱-۷-۱۲- Veroboard چه تفاوت‌هایی با Breadboard دارد؟ شرح دهید.

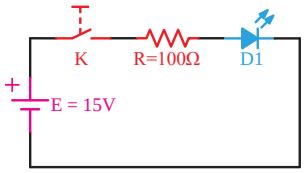
۱-۷-۱۳- با توجه به شکل ۱-۵۶ اگر $V_{FD1}=V_F$ و $D_2=2V$ و $I=10\ mA$ باشد، (I= جریانی که LEDها را با نور مناسب روشن می‌کند) مقدار R را محاسبه کنید.



شکل ۱-۵۶- مدار مربوط به سؤال ۱۳ الگوی پرسش

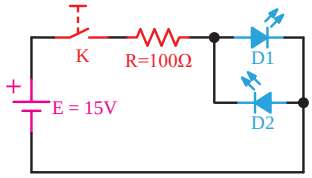
ویژه‌ی دانش‌آموزان علاقه‌مند

۱-۷-۱۴- در شکل ۱-۵۷ اگر V_F دیود ۲ ولت و حداکثر جریان مجاز دیود ۳۰mA باشد، با وصل کلید K چه اتفاقی رخ می‌دهد؟



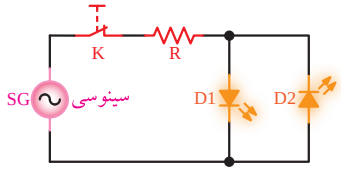
شکل ۱-۵۷- مدار مربوط به سؤال ۱۴ الگوی پرسش

۱-۷-۱۵- در شکل ۱-۵۸ اگر V_F هر دیود ۲ولت و حداکثر جریان مجاز آن‌ها ۳۰ mA باشد و حداکثر ولتاژ معکوس مجاز هر دیود ۵ ولت باشد، با وصل کلید K چه اتفاقی رخ می‌دهد؟



شکل ۱-۵۸- مدار مربوط به سؤال ۱۵ الگوی پرسش

۱-۷-۱۶- آیا می‌توانید توسط سیگنال ژنراتور AF و با استفاده از مدار شکل ۱-۵۹ دو LED (LED_1 و LED_2) را روشن کنید؟ اگر فرکانس مدار ۱ هرتز یا ۱۰ هرتز یا ۱۰۰هرتز باشد، نور LEDها چگونه رویت می‌شود؟



شکل ۱-۵۹- مدار مربوط به سؤال ۱۶ الگوی پرسش

ارزش‌یابی

۱-۸- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

پس از پایان آزمایش و تنظیم دفترگزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی، با توجه به برنامه‌ی تعیین شده کار شما توسط مربیان آزمایشگاه مورد ارزش‌یابی قرار می‌گیرد. توجه به معیارهای ارزش‌یابی که در انتهای هر آزمایش در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی آمده است می‌تواند راهنمای بسیار خوبی برای رسیدن به اهداف باشد.

آزمایش شماره‌ی ۲

زمان اجرا ۸ ساعت آموزشی

منبع تغذیه‌ی متقارن و دو برابر کننده‌ی ولتاژ

هدف کلی آزمایش

بررسی عملی نحوه‌ی عملکرد مدارهای منبع تغذیه‌ی متقارن و دو برابر کننده‌ی ولتاژ

هدف‌های رفتاری

پس از پایان اجرای این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که:

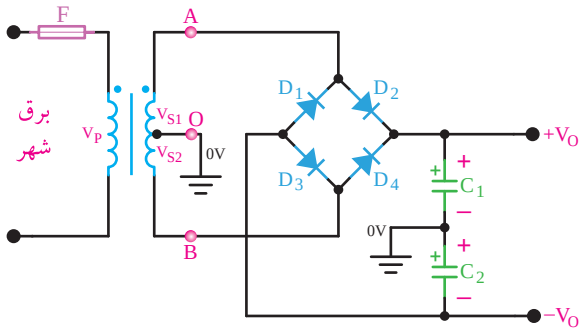
۱- به سؤال‌های آزمون نظری کارگاهی آزمایش شماره‌ی (۱) پاسخ دهد.
۲- از Data Sheet به منظور استخراج اطلاعات کاربردی انواع دیود استفاده کند.
۳- مدار منبع تغذیه‌ی دوبل را ببندد.
۴- مفهوم +V را شرح دهد.
۵- ولتاژ خروجی منبع تغذیه‌ی متقارن را در دو حالت بدون بار و با بار اندازه بگیرد.
۶- اثر مقاومت بار روی ولتاژ +V را تجزیه و تحلیل کند.
۷- مدارهای دو برابر کننده‌ی ولتاژ را ببندد.
۸- ولتاژ خروجی مدار دو برابر کننده‌ی ولتاژ را اندازه بگیرد.
۹- شکل موج ولتاژ دو سر هر یک از دیودها و خازن‌ها را مشاهده و ترسیم کند.
۱۰- مقادیر حداکثر ولتاژها را اندازه‌گیری کند.
۱۱- مقادیر ولتاژهای اندازه‌گیری شده را با ولتاژ ورودی مقایسه کند.
۱۲- اثر تغییرات بار را بر ولتاژ خروجی تحلیل کند.
۱۳- شکل موج ولتاژ دو سر خروجی مدار دو برابر کننده ولتاژ را در حالت بار به کمک اسیلوسکوپ مشاهده و ترسیم کند.
۱۴- کلیه‌ی آزمایش‌ها را با نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
۱۵- اهداف تعیین شده در حیطه‌ی عاطفی که در آزمایش (۱) آمده است را اجراکند.
۱۶- گزارش‌کار مستند و دقیق بنویسد.
۱۷- به سؤال‌های الگوی پرسش پاسخ دهد.

۲-۱- اطلاعات اولیه

از مدارهای یکسوساز با صافی اغلب در منابع تغذیه استفاده می‌کنند، گاهی در مدارهای الکترونیکی نیاز به ولتاژهای قرینه است، در این‌صورت باید از منابع تغذیه‌ی سه‌سر (دوبل یا متقارن) استفاده نمود.

۲-۱-۱- منبع تغذیه‌ی متقارن

در شکل ۲-۱ مدار یکسوساز با صافی‌های خازنی به‌صورت منبع تغذیه‌ی متقارن نشان داده شده است.



شکل ۲-۱- منبع تغذیه‌ی دوبل

در مدار شکل ۲-۱، V_{S1} و V_{S2} دو سیگنال سینوسی با ۱۸۰ درجه اختلاف فاز و دامنه‌ی یکسان هستند. اگر پتانسیل نقطه‌ی A نسبت به نقطه‌ی O مثبت و پتانسیل نقطه‌ی B نسبت به نقطه‌ی O منفی باشد دیودهای D_2 و D_3 هادی و D_1 و D_4 قطع هستند. با توجه به مسیر جریان در این حالت دو خازن C_1 و C_2 هر یک به اندازه‌ی دامنه‌ی ماکزیمم ولتاژ ثانویه‌ی ترانسفورماتور شارژ می‌شوند. اگر نقطه‌ی A نسبت به نقطه‌ی O منفی و نقطه‌ی B نسبت به نقطه‌ی O مثبت باشد دیودهای D_1 و D_4 هادی و D_2 و D_3 قطع می‌شوند. اگر دیودها ایده‌آل فرض شوند ولتاژ دو سر خازن C_1 هم‌دامنه و قرینه ولتاژ دو سر خازن C_2 خواهد شد.

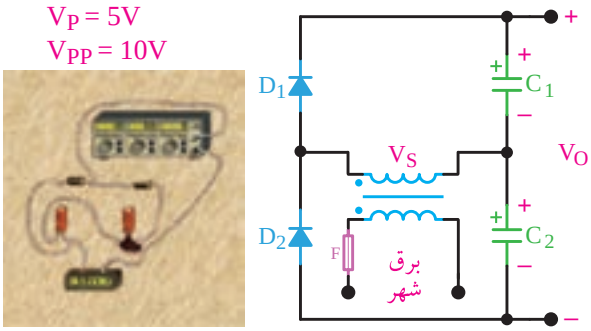
اگر مقاومت بار R_L به صورت موازی با خازن‌ها قرار گیرد، در ولتاژ خروجی ریپل ظاهر می‌شود و ولتاژ DC خروجی را کاهش می‌دهد.

۲-۱-۲- مدارهای دو برابرکننده‌ی ولتاژ

مدارهـــای دو برابر کننده‌ی ولتـــاژ، منابع تغذیه‌ای هستند که ولتاژ خروجی آن‌ها دو برابر ولتاژ ماکزیمم ورودی است.

در شکل ۲-۲- الف مدار دو برابر کننده‌ی ولتاژ نشان داده شده است.

در شکل ۲-۲-ب مدار واقعی دو برابر کننده‌ی ولتاژ را ملاحظه می‌کنید.

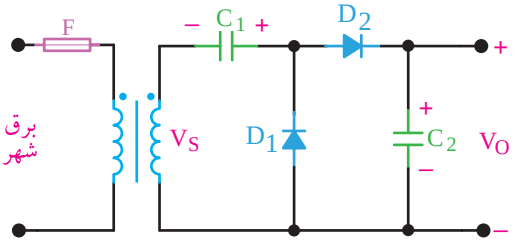


ب. مدار واقعی　　الف. نقشه‌ی فنی

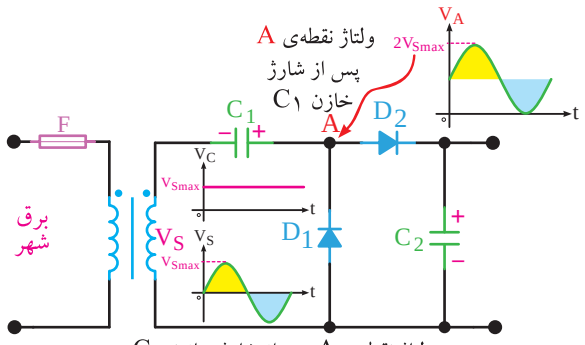
شکل ۲-۲- یک نمونه مدار دو برابرکننده‌ی ولتاژ

در نیم سیکل مثبت، ولتاژ V_S خازن C_1 را از طریق دیود D_1 تا ولتاژ V_{Smax} شارژ می‌کند. در نیم‌سیکل منفیِ ولتاژِ V_S، خازن C_2 تا حد V_{Smax} به وسیله‌ی دیود D_2 شارژمی‌شود. از آن‌جا که خازن‌های C_1 و C_2 به صورت سری متصل شده‌اند، ولتاژخروجی V_O تقریباً دو برابر V_{Smax} است.

در شکل ۳-۲- الف و ب نقشه‌ی فنی نمونه‌ی دیگری از مدار دو برابرکننده‌ی ولتاژ و در شکل ۳-۲- ج مدار عملی آن را ملاحظه می‌کنید.



الف. نقشهٔ فنی



ب. ولتاژ نقطه‌ی A پس از شارژ خازن C_1 و عبور نیم‌سیکل مثبت، $2V_{Smax}$ می‌شود

ج. مدار عملی

شکل ۳-۲- نمونه‌ی دیگری از مدار دو برابرکننده‌ی ولتاژ

در ایـــن مدار در هنگام عبور نیم‌ســـیکل منفی V_S از مدار، خـــازن C_1 از طریق D_1 به انـــدازه‌ی V_{Smax} پر می‌شود. در این شـــرایط ولتاژ DC خازن C_1 با ولتاژ AC ثانویه‌ی ترانس ســـری می‌شـــود و ولتـــاژ را در زمان عبور نیم‌سیکل مثبت به $2V_{Smax}$ می‌رساند. این ولتاژ در دو سر خازن C_2 قرار می‌گیـــرد و آن را تقریباً به اندازه‌ی دو برابر V_{Smax} شارژ می‌کند. در شکل ۳-۲- ب جمع شدن ولتاژ DC خازن C_1 را با ولتاژ خروجی ترانســـفورماتور ملاحظه می‌کنید.

در مدارهـــای دو برابرکننـــده‌ی ولتـــاژ، هنگامی که مقاومت بار به خروجی وصل شـــود، ریپل زیادی در دو سر بار ظاهر می‌شـــود؛ از این‌رو این‌گونه مدارها فقط در شدت جریان‌های کم به کار می‌رود.

۲-۲- نکات ایمنی

۲-۲-۱- نـــکات ایمنـــی مطرح شـــده در آزمایش شماره‌ی ۱ را به دقت مطالعه کنید و آن را در مراحل اجرای این آزمایش به کار ببرید.

۲-۲-۲- از ترانســـفورماتوری استفاده کنید که سیم رابط متصل شـــده بـــه اولیه‌ی آن کاملاً عایق بندی شـــده باشد.

۲-۲-۳- هنگام اتصال اولیه‌ی ترانسفورماتور به پریز برق شـــهر، باید دو شاخه و ســـیم رابط متصل شده به اولیه کاملاً ســـالم و بدون شکستگی دو شـــاخه یا بریدگی عایق سیم باشد.

۲-۲-۴- مراقب باشـــید تا هنـــگام آزمایش، ثانویه ترانســـفورماتور هرگـــز اتصال کوتاه نشـــود. در صورت بروز اتصال کوتاه ترانسفورماتور آسیب می‌بیند.

۲-۲-۵- هنگام اتصال خازن بـــه مدار، به ولتاژ کار خازن توجه کنید، هرگز نباید مقدار ماکزیمم ولتاژ داده شده به دو سر خازن بیش‌تر از ولتاژکار خازن باشد.

۲-۲-۶- هنگام اتصال خازن به مدار به پلاریته‌های (قطب‌هـــای) آن توجه کنید، خازن باید با پلاریته‌ی صحیح درمدار قرارگیرد.

۲-۲-۷- قبـــل از اتصال هر قطعـــه به مدار، قطعه را مورد آزمایش قرار دهید و از صحت کار آن اطمینان حاصل کنید.

۲-۲-۸- بـــه مقادیر ماکزیمم مجاز مطرح شـــده در مورد دیودها توجه کنید.

۲-۲-۹- هنگام تنظیم اسیلوســـکوپ، دکمه‌ها را به طـــور صحیح تنظیـــم کنید و از چرخانـــدن و حرکت دادن بی‌مورد دکمه‌ها و کلیدها خوداری نمایید و فشـــار بیش از اندازه به آن‌ها وارد نکنید.

توجه کنید

به منظور داشـــتن یک دفتر گزارش‌کار استاندارد، پاسخ سؤالات و نتایج حاصل از آزمایش‌ها را در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی درج کنید. هر یک از مواردی که باید پاســـخ داده شـــود را با ستاره (★) مشـــخص کرده‌ایـــم و آدرس آن را در کتـــاب گزارش‌کار آورده‌ایم. کافی است با مراجعه به شماره‌ی آزمایش و شـــماره‌ی آدرس، محل درج پاسخ را بیابید و پاسخ خود را بنویسید.

۲-۳- اجـــرای آزمایش‌هـــا بـــه صورت نرم‌افزاری

★۲-۳-۱- هدف کلی آزمایش را بنویسید.

۲-۳-۲- هنرجویان عزیز به مدارهای شبیه‌ســـازی شـــده‌ی دو برابرکننده‌ی ولتاژ و منبـــع تغذیه‌ی متقارن که توســـط مربی نمایش داده می‌شـــود توجه نمایند و نحوه‌ی شبیه‌سازی را فرا بگیرند.

۲-۳-۳- بـــا مراجعه به جلد دوم کتاب آزمایشـــگاه مجازی، ابتدا نرم‌افزار مولتی‌سیم را روی کامپیوتر خود نصب کنید و سپس اقدام به شبیه‌سازی مدار منبع تغذیه متقارن نمایید.

★۲-۳-۴- نقشه‌ی پرینت شده‌ی مدار شبیه‌سازی شـــده را در محل‌هـــای تعیین شـــده در دفتر گـــزارش‌کار بچسبانید.

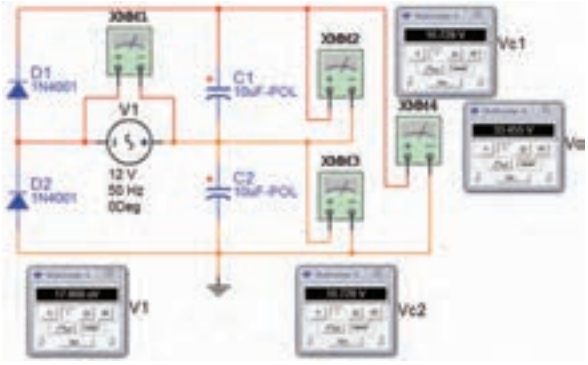
★۲-۳-۵- مدار دو برابرکننده‌ی ولتاژ شکل ۲-۲ را شبیه‌ســـازی کنید و نقشـــه‌ی آن را در محل تعیین شده بچسبانید.

★۲-۳-۶- مقادیر ولتاژ نقاط مشـــخص شده را در جدول ۲-۱ بنویسید.

★۲-۳-۷- فایل‌های تهیه شده را در CD ذخیره کنید و آن را به مربی خود ارائه دهید.

★۲-۳-۸- مراحـــل اجرای شبیه‌ســـازی مدارهای مورد آزمایش را در آزمایشـــگاه مجـــازی به طور خلاصه در حداقل سه سطر توضیح دهید.

در شـــکل ۲-۴ یک نمونه نقشه‌ی مدار شبیه‌سازی شده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۴- نقشه‌ی شبیه‌سازی شده‌ی مدار دو برابرکننده‌ی ولتاژ

۲-۴- قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز

- اسیلوسکوپ دو کاناله ۱ دستگاه
- مولتی‌متر دیجیتال ۱ دستگاه
- بِردبُرد ۱ عدد
- ترانسفورماتور ۶ × ۲ / ۲۲۰ ۱ عدد
- دیود ۱N۴۰۰۱ یا هر نوع دیود مشابه دیگر ۴ عدد
- خازن ۴۷۰μF ، ۵۰V ۲ عدد
- مقاومت ۴۷۰Ω ، $\frac{۱}{۲}$W ۱ عدد
- تجهیزات، ابزار و مواد عمومی

۲-۵- مراحل آزمایش

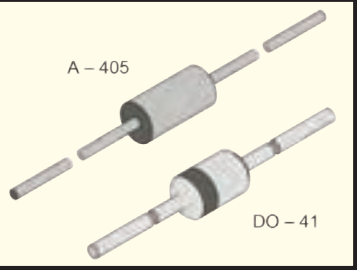
۱-۵-۲- به برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۱-۲ (Data Sheet) مراجعه کنید و مفاهیم هر یک از کلمات و عبارات خواسته شده را به زبان اصلی در جدول ۲-۲ بنویسید.

1N4001/L – 1N4007/L ***Power Semiconductor***

1.0A Rectifier

■Features

1. Diffused junction
2. High current capability and low forward voltage drop
3. Surge overload rating to 30A peak
4. Low reverse leakage current
5. Plastic material



برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۱-۲

Absolute Maximum Ratings T_j = 25°C

Parameter	Test Condition	Type	Symbol	Value	Unit
Repetitive peak reverse voltage = Working peak reverse voltage = DC Blocking voltage		1N4001/L	V_{RRM} = V_{RWM} = V_R	50	V
		1N4002/L		100	V
		1N4003/L		200	V
		1N4004/L		400	V
		1N4005/L		600	V
		1N4006/L		800	V
		1N4007/L		1000	V
Peak forward surge current			I_{FSM}	30	A
Average forward current	T_A = 75°C		I_{FAV}	1	A
Junction and storage temperature range			$T_j = T_{stg}$	–65 to +175	°C

Electrical Characteristics T_j = 25°C

Parameter	Test Condition	Type	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Forward Voltage	I_F = 1A		V_F			1	V
Reverse current	T_A = 25°C		I_R			5	μA
	T_A = 100°C		I_R			50	μA
Diode capacitance	V_R = 4V, f = 1MHz	1N4001/L-4004/L	C_D		15		pF
		1N4005/L-4007/L	C_D		8		pF
Thermal resistance junction to ambient			R_{thJA}		100		K/W

برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۲-۲

۲-۵-۲- بـــا مراجعـــه به برگـــه‌ی اطلاعات (Data Sheet) شـــماره‌ی ۲-۲ هر یـــک از کلمات اصلی مربوط به اصـطلاحات V_{RMM}، V_{FSM}، V_{FAV}، T_j، R_{thj}، V_F، I_R و I_D را بیابید و معنی آن را در جدول‌های شماره‌ی ۲-۳ و ۲-۴ بنویسید.

۲-۵-۳- بـــا مراجعـــه بـــه برگـــه‌ی اطلاعات شـــماره‌ی۲-۲ تفاوت دیودهـــای ۱N۴۰۰۱، ۱N۴۰۰۳ و ۱N۴۰۰۷ را مشخص کنید و درباره‌ی آن توضیح دهید.

۲-۵-۴- آیا می‌توانیم دیود۱N۴۰۰۱ را به جای دیود ۱N۴۰۰۴ به کار ببریـــم؟ با ذکر دلیل توضیح دهید. برای یافتن پاسخ لازم اســـت به برگه‌ی اطلاعاتی شماره‌ی ۲-۲ مراجعه کنید.

۲-۵-۵- آیا می‌توانیم از دیود ۱N۴۰۰۱ به طور مســـتقیم برای یکسوســـازی برق خانگی (۲۲۰V) استفاده کنیم؟ به طور کامل توضیح دهید.

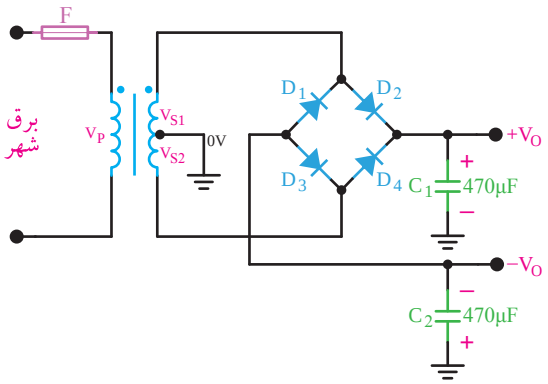
۲-۵-۶- کلیـــه‌ی قطعـــات داده شـــده در این آزمایش را توسط مولتی‌متر مورد آزمایش قرار دهید و نتایج را در جدول ۲-۵ در ج کنید. در صورتی که قطعه سالم است علامت تأیید(✓) و در صورتی که معیوب است نوع عیب را مشخص کنید.

۲-۵-۷- در صورتی که قطعه‌ای معیوب است قطعه‌ی سالم تهیه کنید.

۲-۵-۸- ســـلامت کلیـــه‌ی دســـتگاه‌های مورد استفاده در این آزمایش را مورد بررسی قرار دهید و نتایج را در جدول ۲-۶ در ج کنید.

۲-۵-۹- در صورتـــی کـــه دســـتگاه‌ها، ابزارها، پروب‌ها و سیم‌های رابط یا اصولاً میز آزمایشگاه شما ایرادی داشت آن را حتماً گزارش کنید.

۲-۵-۱۰- مدار شکل ۲-۵ را روی بِردبُرد ببندید.



شکل ۲-۵- مدارمنبع تغذیه‌ی متقارن

۲-۵-۱۱- مدار شـــکل ۲-۵ را مجدداً در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشـــگاهی ترسیم کنید. هدف از ترســـیم این مدار، آشنایی با نحوه‌ی ترسیم عملی مدار و چگونگی اتصالات، خروجی‌ها و ورودی آن است.

۲-۵-۱۲- به‌وســـیله‌ی مولتی متر مقادیر مؤثر ولتاژهـــای V_{S1} و V_{S2} را انـــدازه بگیرید و در جدول ۲-۷ یادداشت کنید.

۲-۵-۱۳- به وســـیله‌ی مولتی‌متر مقادیر DC ولتاژ دو ســـر خازن‌های C_1 و C_2 را نسبت به شاسی اندازه بگیرید و در جدول ۲-۷ یادداشت کنید.

۲-۵-۱۴- مقاومـــت R_L=۴۷۰Ω را بـــا خازن C_1 موازی کنید.

۲-۵-۱۵- به‌وســـیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج ولتاژدوســـر R_L را در نمودار ۲-۱ رسم کنید و مقادیر ولتاژ پیک تو پیک و DC را روی آن بنویسید.

۲-۵-۱۶- مقاومت R_L=۴۷۰Ω را از دو ســـر خازن C_1 قطع و با خازن C_2 موازی کنید.

۲-۵-۱۷- به‌وســـیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج ولتاژ دوسر خازن C_2 را در نمودار ۲-۲ رسم کنید و مقادیر ولتاژ پیک تو پیک و DC را روی آن بنویسید.

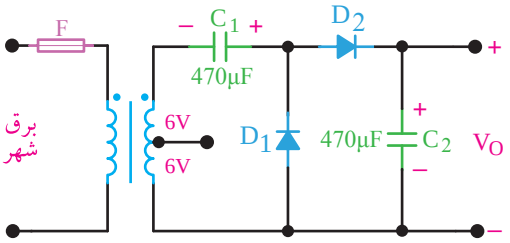
۲-۵-۱۸- مدار شکل ۲-۶ راروی بِردبُرد ببندید.

۲-۵-۱۹- مدار شکل ۲-۶ را رسم کنید.

نکته‌ی مهم

هرگز از نقشه‌ی مدارکپی نگیرید، بلکه آن را حتماً با مداد یا خودکار و خط‌کش ترسیم کنید. زیرا می‌خواهیم چشم شما با جزئیات مدار بیشتر آشنا شود و عملکرد آن را کاملاً حس نمایید.

★۲۰-۵-۲- به‌وسیله‌ی ولت‌متر DC ولتاژهای V_{C1}، V_{C2} و V_{Out} را اندازه بگیرید و در جدول شماره‌ی ۲-۸ یادداشت کنید.



شکل ۲-۶- مدار دو برابرکننده‌ی ولتاژ

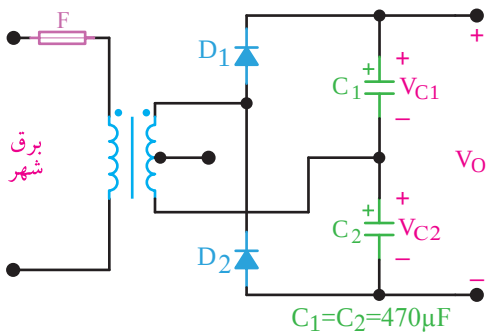
۲۱-۵-۲- یک مقاومت ۴۷۰Ω را با خازن C_2 به صورت موازی اتصال دهید.

★۲۲-۵-۲- شکل موج ولتاژ خروجی را به وسیله‌ی اسیلوسکوپ مشاهده کنید و آن را در نمودار شماره‌ی ۳-۲ رسم نمایید.

۲۳-۵-۲- مدار شکل ۲-۷ را روی بِردبُرد ببندید.

★۲۴-۵-۲- مدار شکل ۲-۷ را رسم کنید.

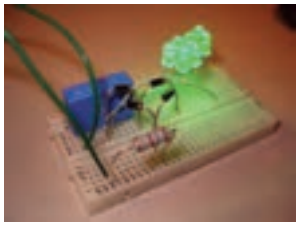
★۲۵-۵-۲- به‌وسیله‌ی ولت‌متر DC ولتاژهای V_{C1}، V_{C2} و V_{Out} را اندازه بگیرید و در جدول شماره‌ی۹-۲ یادداشت کنید.



شکل ۲-۷- مدار دو برابرکننده‌ی ولتاژ

نکته‌ی مهم

هنگام بستن مدار روی بِردبُرد سعی کنید از حداقل سیم‌های رابط استفاده کنید و مدار را به طور مرتب و منظم ببندید. (الگو شکل ۲-۸).



شکل ۲-۸- الگوی بستن مدار

۲۶-۵-۲- یک مقاومت ۴۷۰ اُهم را با خروجی موازی کنید.

★۲۷-۵-۲- شکل موج ولتاژ خروجی را به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ مشاهده و در نمودار ۴-۲ رسم کنید. مقادیر ولتاژ DC و ولتاژ پیک تو پیک را اندازه گرفته، روی نمودار بنویسید.

★۶-۲- نتایج آزمایش

۱-۶-۲- نتایج حاصل از این آزمایش و مشکلاتی که در طی فرآیند اجرای آزمایش با آن برخورد کرده‌اید را در سه سطر بنویسید.

الگوی پرسش

۲-۷- الگوی پرسش

۲-۷-۱- در مدار شکل ۲-۱ به جای ترانسفورماتور آیا می‌توان از سیگنال ژنراتور AF استفاده کرد؟ شرح دهید.

۲-۷-۲- درمدار شکل ۲-۱ اگر $V_{S1}=V_{S2}=12V_P$ باشد شکل موج ولتاژ دو سر دیود D_1 (آند نسبت به کاتد) را با مقیاس مناسب روی نمودار ۲-۵ ترسیم کنید، (بدون استفاده از اسیلوسکوپ)

۲-۷-۳- در مدار شکل ۲-۲ اگر $V_S=30V_{PP}$ باشد، شکل موج ولتاژ دو سر دیود D_2(کاتد نسبت به آند) را در نمودار ۲-۶ ترسیم کنید (بدون استفاده از اسیلوسکوپ).

۲-۷-۴- رعایت نکردن نظم و ترتیب در کارگاه چه عواقبی دارد؟ و چه اثری در فرآیند اجرای کار وآموزش می‌گذارد؟ در دو سطر شرح دهید.

۲-۷-۵- به چه دلیل باید نتایج و پاسخ‌های به دست آمده در مراحل اجرای آزمایش را در کتاب گزارش‌کار بنویسیم؟ آیا کتاب گزارش‌کار می‌تواند در آینده برای شما کاربرد داشته باشد؟ شرح دهید.

۲-۷-۶- در نرم‌افزار مولتی‌سیم چگونه می‌توانیم مقادیر قطعات را تغییر دهیم؟ با ذکر مثال شرح دهید.

۲-۷-۷- آیا از مدار دو برابرکننده‌ی ولتاژ مورد آزمایش می‌توان برای جریان‌های زیاد استفاده کرد؟ چرا؟

۲-۷-۸- آیا می‌توان مدار شکل ۲-۲ را که یک مدار دو برابرکننده‌ی ولتاژ است، تبدیل به منبع تغذیه‌ی متقارن کرد؟ شکل مدار را رسم کنید.

۲-۷-۹- با مراجعه به سایت اینترنتی WWW.alldatasheet.com برگه‌ی اطلاعات دیود 1N4148 را پیدا کنید و آن را مورد مطالعه قرار دهید،سپس مشخصات آن را از نظر فرکانس کار با دیود 1N4001 مقایسه کنید.

در برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۲-۳ قسمتی از Data Sheet دیود1N4148 را مشاهده می‌کنید. با توجه به این برگه‌ی اطلاعات، به سؤالات ۲-۷-۱۰ و ۲-۷-۱۲ پاسخ دهید.

۲-۷-۱۰- کلیه‌ی لغات و اصطلاحاتی را که نمی‌دانید و جدید است استخراج کنید و معنی آن‌ها را بنویسید.

۲-۷-۱۱- دیود 1N4148 با توجه به Data Sheet در چه مواردی به کار می‌رود؟

۲-۷-۱۲- ظرفیت خازنی این دیود در شرایط داده شده در Data Sheet چند pF است؟

۲-۷-۱۳- ظرفیت خازنی دیود 1N4148 را با ظرفیت خازنی دیود 1N4001 مقایسه کنید. کدام یک ظرفیت کم‌تری دارد؟ چرا ظرفیت خازنی دیودها با هم متفاوت است؟

۲-۷-۱۴- مفهوم Super Fast Recovery Time را شرح دهید.

۲-۷-۱۵- آیا می‌توان از دیود 1N4001 به جای دیود 1N4148 استفاده کرد؟ چرا؟ شرح دهید.

ارزش‌یابی

۲-۸- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

پس از انجام آزمایش و تکمیل کتاب گزارش‌کار، نتیجه‌ی ارزش‌یابی را مورد مطالعه قرار دهید و نقاط ضعف خود را بررسی و در رفع آن بکوشید. توجه داشته باشید که ارزش‌یابی هر یک از آزمایش‌ها در زمان مقرر توسط مربی کارگاه صورت می‌گیرد.

1N4148 MINIATURE ULTRA FAST SWITCHING DIODE

FEATURES

DO-35

ACTUAL SIZE OF
DO-35 PACKAGE

- Hermetically sealed glass package
- Low cost
- Super fast recovery time
- Low leakage
- Low forward voltage drop
- High current capability

MAXIMUM RATINGS & ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Ratings at 25˚C ambient temperature unless otherwise specified.
Single phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.
For capacitive loads, derate current by 20%.

PARAMETER (TEST CONDITIONS)	SYMBOL	RATINGS	UNITS
Serial Number		1N4148	
Breakdown Voltage at I_R = 5µA	V_B	75	VOLTS
Breakdown Voltage at I_R = 100µA	V_B	100	
Maximum Peak Recurrent Reverse Voltage	V_{RRM}	75	
Average Forward Rectified Current @ T_A = 50˚C Lead length = 0.375in. (9.5mm)	I_O	150	mA
Peak Forward Surge Current — Pulse Width = 1Sec	I_{FSM}	1	AMPS
Peak Forward Surge Current — Pulse Width = 1µSec		4	
Maximum Forward Voltage at 10mA DC	V_{FM}	1	VOLTS
Maximum Power Dissipation	P_{FM}	500	mW
Maximum Average DC Reverse Current @ V_R = 20V , T_A = 25˚C	I_{RM}	25	nA
Maximum Average DC Reverse Current @ V_R = 75V , T_A = 150˚C		5	µA
Maximum Reverse Recovery Time (Note 1)	T_{RR}	4	nS
Typical Junction Capacitance (Note 2)	C_J	4	pF
Operating and Storage Temperature Range	T_J , T_{STG}	−65 to +175	˚C

NOTES: (1) Measured at I_R=10mA, V_R=6V, R_L=100Ω; recover to 1mA
(2) Measured at 1MHz & applied reverse voltage of 0 volts DC

برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۳-۲

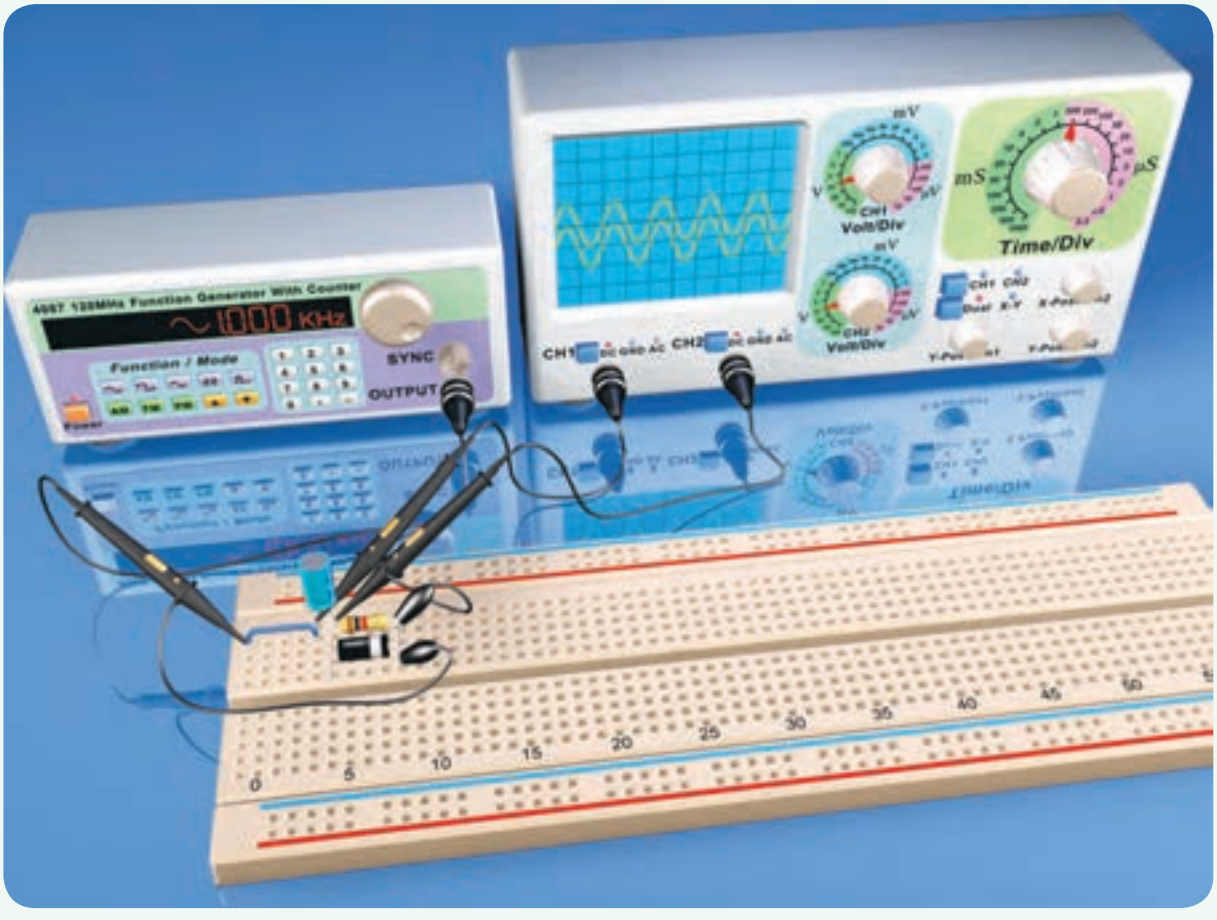
آزمایش شماره‌ی ۳

زمان اجرا ۸ ساعت آموزشی

مدارهای برش‌دهنده و محدودکننده

هدف کلی آزمایش

بررسی و آزمایش عملی مدارهای برش‌دهنده و جهش‌دهنده‌ی ساده



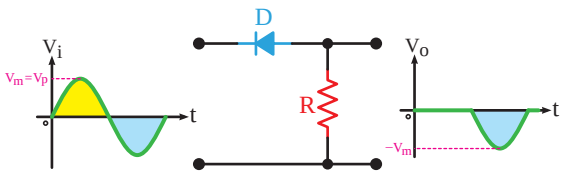
هدف‌های رفتاری در پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که:

۱- به سؤال‌های نظری کارگاهی آزمایش شماره‌ی (۲) پاسخ دهد.
۲- مدارهای محدودکننده‌ی سری و موازی را ببندد.
۳- شکل موج ولتاژ خروجی را به کمک اسیلوسکوپ مشاهده و ترسیم کند.
۴- سطح ولتاژ برش را اندازه بگیرد.
۵- مدارهای جهش سیگنال را ببندد.
۶- به کمک اسیلوسکوپ شکل موج ولتاژ خروجی مدارهای جهش سیگنال را مشاهده و ترسیم کند.
۷- کلیه‌ی مدارها را با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
۸- اهداف تعیین شده در حیطه‌ی عاطفی که در آزمایش (۱) آمده است را اجرا کند.
۹- گزارش‌کار مستند و دقیق بنویسد.
۱۰- به سؤال‌های الگوی پرسش پاسخ دهد.

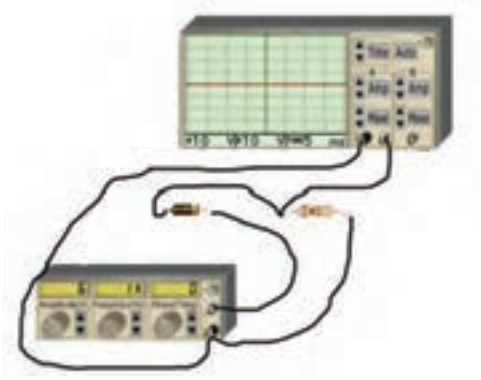
۱-۳- اطلاعات اوّلیه

۱-۱-۳- مدارهای برش‌دهنده

مدارهای برش‌دهنده را برای محدود کردن دامنه‌ی ولتاژ، از بالا یا پایین، یا هر دو طرف به‌کار می‌برند. در این مدارها برای برش سیگنال از دیود و مقاومت استفاده می‌کنند. ممکن است دیود، بایاس شده یا بایاس نشده باشد. مقاومت مورد استفاده در مدارهای برش‌دهنده در مقایسه با مقاومت دیود در گرایش مستقیم، بسیار بیش‌تر است. مدارهای برش دهنده می‌توانند مدارهای محدودکننده‌ی مثبت یا منفی باشند. محدودکننده‌ی مثبت، قسمت بالای موج را از حد معینی به بالا می‌بُرَد، در حالی که محدودکننده‌ی منفی، دامنه‌ی منفی موج را از سطح معیّنی حذف می‌کند. مدارهای محدودکننده را به دو صورت سری یا موازی اتصال می‌دهند. در محدودکننده‌ی سری، دیود مطابق شکل ۱-۳ به صورت سری بین ورودی و خروجی قرار می‌گیرد. در شکل ۱-۳- الف نقشه‌ی فنی مدار و در شکل ۱-۳- ب نقشه‌ی عملی مدار را ملاحظه می‌کنید.

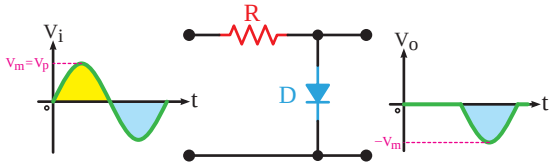


الف. نقشه‌ی فنی


ب. نقشهٔ عملی

شکل ۱-۳- مدار محدودکننده‌ی سری

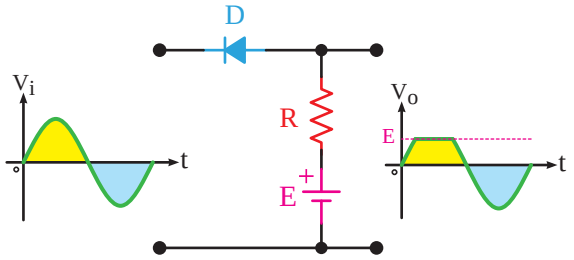
محدودکننده‌ی موازی می‌تواند مانند محدودکننده‌ی سری طبق شکل ۲-۳ در سیگنال ورودی برش ایجاد نماید. یعنی قسمتی از نیم‌سیکل یا تمام نیم‌سیکل را برش دهد. در این محدودکننده دیود به صورت موازی با خروجی بسته می‌شود.



شکل ۲-۳- محدودکننده‌ی موازی

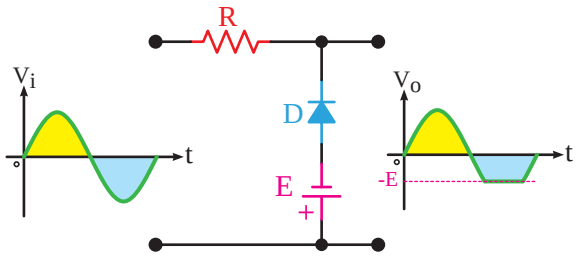
همان‌طورکه ملاحظه می‌شود در شکل‌های ۱-۳ و ۲-۳ نیم‌سیکل‌های مثبت موج ورودی برش خورده است و فقط نیم‌سیکل منفی در خروجی ظاهر شده است.

در محدودکننده‌های سری و موازی ممکن است به‌وسیله‌ی باتری دیود را بایاس کنند. در این صورت با توجه به قطب‌های باتری و نحوه‌ی اتصال دیود، مدارهای محدودکننده‌ی متفاوتی شکل می‌گیرد. در شکل ۳-۳ یک نمونه مدار محدودکننده‌ی سری با دیود بایاس شده را ملاحظه می‌کنید.



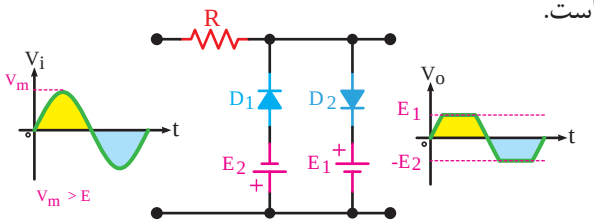
شکل ۳-۳- مدار محدودکننده‌ی سری با دیود بایاس شده

توجه داشته باشید که میزان برش ایجاد شده در شکل موج خروجی بستگی به مقدار ولتاژ باتری و دامنه‌ی سیگنال ورودی دارد. در شکل ۳-۴ یک نمونه مدار محدودکننده‌ی موازی با دیود بایاس شده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۴-۳- مدار محدودکننده‌ی موازی با دیود بایاس شده

با ترکیب محدودکننده‌های مثبت و منفی، محدودکننده‌ی دو طرفه شکل می‌گیرد. در شکل ۳-۵ یک مدار محدودکننده‌ی دو طرفه‌ی موازی را ملاحظه می‌کنید که سیگنال خروجی بین دو ولتاژ E_1 و $-E_2$ محدود شده است.



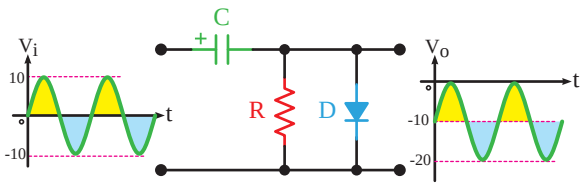
شکل ۵-۳- محدودکننده‌ی دو طرفه

پرسش

در صورتی که دامنه‌ی منابع ولتاژ DC باتری‌های E_1 و E_2 با مقدار ماکزیمم سیگنال ورودی برابر باشد، شکل موج خروجی چگونه خواهد بود؟ توضیح دهید.

۳-۱-۲- مدارهای جهش‌دهنده‌ی سیگنال یا مهارکننده

مدارهای مهارکننده می‌توانند سیگنال ورودی را به سمت بالا یا پایین جابه‌جا کنند و موج را روی هر تراز دلخواه مهار نمایند. در شکل ۳-۶ مدار یک مهارکننده نشان داده شده است. در این مدار دامنه‌ی پیک تو پیک سیگنال سینوسی ورودی ۲۰ولت و مؤلفه‌ی DC آن صفر ولت است. همان‌طور که مشاهده می‌شود شکل موج خروجی سینوسی است و دامنه‌ی پیک تو پیک آن نیز ۲۰ولت است اما دارای یک مولفه‌ی ولتاژDC برابر با ۱۰− ولت می‌باشد. به عبارت دیگر سیگنال ورودی به اندازه‌ی ۱۰− ولت (در جهت منفی) جا به جا شده است. در مدارهای مهارکننده مانند مدارهای برش‌دهنده می‌توان از باتری برای بایاس کردن دیودها نیز استفاده کرد.



شکل ۶-۳- مدار مهارکننده‌ی سیگنال سینوسی

۳-۲- نکات ایمنی

۳-۲-۱- کلیه‌ی نکات ایمنی ذکر شده در آزمایش شماره‌ی ۱ را مجدداً مطالعه کنید و در این آزمایش نیز اجرا نمایید.

۳-۲-۲- در صورتی که سیم مشترک یا منفی منبع تغذیه و اسیلوسکوپ شما به سیم اِرت وصل شده است، از

معلم خود بخواهید تا اصلاحات لازم را برای اجرای آزمایش انجام دهد.

۳-۲-۳- هنـــگام اتصال قطعـــات روی بِردبُرد دقت کنید تا سیم‌های تلفنی مورد استفاده ضخیم نباشند.

نکته‌ی ایمنی

اســـتفاده از ســـیم ضخیم باعث گشـــاد شـــدن ســـوراخ‌های بِردبُرد و باز شـــدن اتصال‌های داخل آن می‌شـــود. به‌طوری که اگر سیم اســـتاندارد را به آن متصل کنید، اتصال الکتریکی برقرار نخواهد شد.

۳-۲-۴- هنگام اتصال دیودها و منبع تغذیه به مدار، مراقب قطب‌های آن باشـــید. باید قطب‌هـــای دیود و منبع تغذیه طبق مدار و به طور صحیح اتصال داده شوند.

توجه کنید

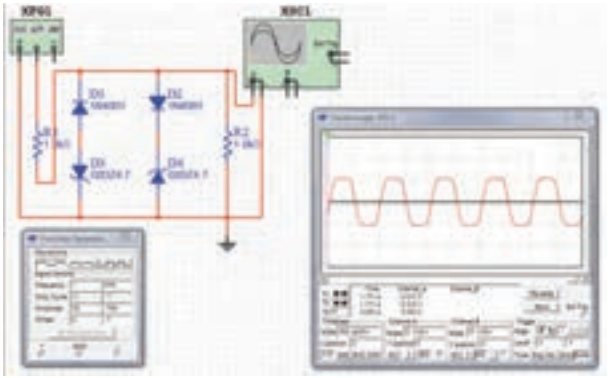
پاســـخ‌های شماره‌هایی که ستاره دارد را در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی درج کنید.

۳-۳- اجـــرای آزمایش‌هـــا بـــه صورت نرم‌افزاری

★۳-۳-۱- هدف کلی آزمایش را بنویسید.

۳-۳-۲- با مراجعه به کتاب جامع آزمایشگاه مجازی بـــرای کلیـــه‌ی دروس (جلـــد دوم) کار اجـــرای نرم‌افزاری مدارهای این آزمایش را آغاز نمایید. برای درک بهتر مطلب به مدارهای شبیه‌ســـازی شده توســـط معلم خود در کارگاه توجه کنید.

۳-۳-۳- کلیه‌ی مدارهای داده شده در قسمت ۳-۵ را به صورت نرم‌افزاری ببندید. در شـــکل ۳-۷ نقشه‌ی یک نمونه مدار محدودکننده‌ی دوطرفه که با نرم‌افزار مولتی‌سیم اجرا شده است را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۷- یک نمونه مدار شبیه‌سازی شده در نرم‌افزار مولتی‌سیم

★۳-۳-۴- تصویر سه نمونه از مدارهای اجرا شده به صورت نرم‌افزاری را به دلخواه انتخاب کنید و کپی آن را در کتاب گزارش‌کار بچسبانید.

★۳-۳-۵- مراحل اجرای شبیه‌ســـازی را در چند سطر به‌طور خلاصه توضیح دهید.

★۳-۳-۶- فایل مدارهای شبیه‌ســـازی شـــده را تحویل مربی کارگاه دهید.

۳-۴- قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز

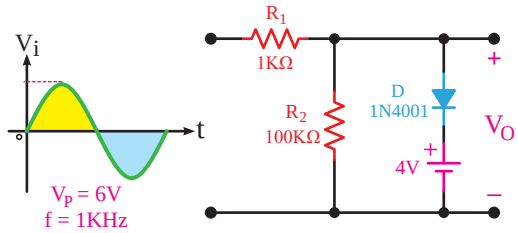
-اسیلوسکوپ دوکاناله	۱ دستگاه
- سیگنال ژنراتور صوتی	۱ دستگاه
- منبع تغذیه‌ی DC	۱دستگاه
- بِردبُرد	۱ قطعه
- دیود زنر۲/۷ ولت (یا هر ولتاژدیگر)	۲ عدد
- دیود ۱N۴۰۰۱ (یا هر دیود مشابه دیگر)	۲ عدد
- خازن ۴۷۰μF , ۲۵V	۲ عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W , ۱ KΩ	۱ عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W , ۱۰۰ KΩ	۱ عدد
- سیم رابط	به اندازه‌ی کافی

۳-۵- مراحل آزمایش

۳-۵-۱- مدار شکل ۳-۸ که یک مدار محدودکننده‌ی موازی است را روی بِردبُرد ببندید و سیگنال ژنراتور صوتی را به ورودی آن متصل کنید.

۳-۵-۲- به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج ولتاژ خروجی را با مقیاس مناسب در نمودار ۳-۱ رسم کنید. فرکانس و ولتاژ پیک تو پیک ورودی و خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

هنگام بستن مدار به قطب‌های دیود و منبع تغذیه توجه کنید.

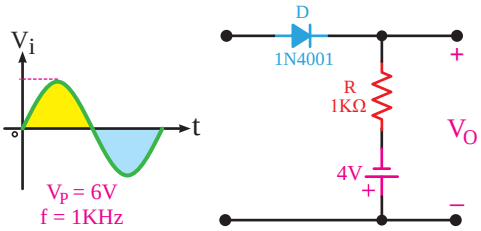


شکل ۳-۸- مدار محدودکننده‌ی موازی

۳-۵-۳- میزان دامنه‌ی ولتاژ برش‌خورده شده در سیگنال خروجی چند ولت است؟ این ولتاژ را با V_{Cut} نشان می‌دهیم.

۳-۵-۴- در شکل ۳-۸ جهت دیود را در جهت معکوس قرار دهید و شکل موج ولتاژ خروجی را در نمودار ۳-۲ با مقیاس مناسب رسم کنید. ولتاژ برش، ولتاژ پیک تو پیک ورودی و خروجی و فرکانس را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

۳-۵-۵- مدار شکل ۳-۹ که یک محدودکننده‌ی سری است را روی بِردبُرد ببندید و سیگنال ژنراتور صوتی را به ورودی آن متصل کنید.

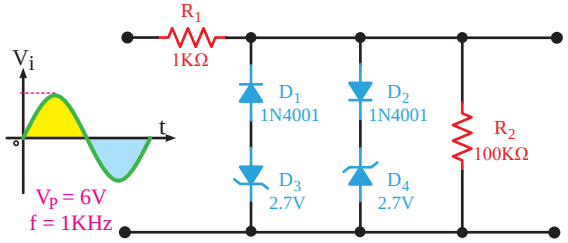


شکل ۳-۹- مدار محدودکننده‌ی سری

۳-۵-۶- شکل موج ولتاژ خروجی را به وسیله‌ی اسیلوسکوپ مشاهده و در نمودار ۳-۳ با مقیاس مناسب رسم کنید. ولتاژ برش، فرکانس و ولتاژ پیک تو پیک ورودی و خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

۳-۵-۷- مقدار ولتاژ منبع تغذیه DC را تغییر دهید و اثر آن را روی شکل موج خروجی بررسی نمایید. نتیجه را توضیح دهید.

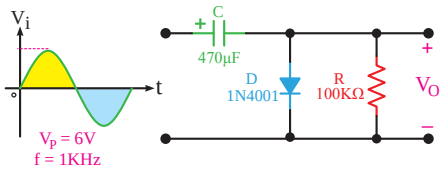
۳-۵-۸- مدار شکل ۳-۱۰ که یک محدودکننده‌ی دو طرفه با استفاده از دیود زنراست را روی بِردبُرد ببندید و سیگنال ژنراتور صوتی را به ورودی آن متصل کنید.



شکل ۳-۱۰- مدار محدودکننده‌ی دو طرفه با استفاده از دیود زنر

۳-۵-۹- شکل موج خروجی را به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ مشاهده و در نمودار ۳-۴ با مقیاس مناسب رسم کنید. مقدار فرکانس، ولتاژ پیک‌تاپیک ورودی و ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

۳-۵-۱۰- مدار شکل ۳-۱۱ که یک جهش‌دهنده است را روی بِردبُرد ببندید و سیگنال ژنراتور صوتی را به ورودی آن متصل کنید.



شکل ۱۱-۳- مدار جهش‌دهنده

۱۱-۵-۳- به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج ولتاژ خروجی را مشاهده و در نمودار ۵-۳ با مقیاس مناسب رسم کنید. ولتاژ پیک تو پیک و DC خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

۶-۳- نتایج آزمایش

۱-۶-۳- نتایج حاصل از این آزمایش و مشکلاتی را که با آن مواجه بوده‌اید در چند سطر بنویسید.

الگوی پرسش

۷-۳- الگوی پرسش

۱-۷-۳- در شکل ۸-۳ محدودکننده کدام نیم‌سیکل را بُرش می‌دهد؟ شرح دهید.

۲-۷-۳- در شکل ۹-۳ اگر جهت دیود را تغییر دهیم، شکل موج خروجی چه تغییری می‌کند؟ شرح دهید.

۳-۷-۳- با استفاده از دو منبع ولتاژ به جای دیودهای زنر در شکل ۱۰-۳ مداری ترسیم کنید که بتواند دو طرف موج سینوسی را برش دهد. نحوه‌ی عملکرد آن را شرح دهید.

۴-۷-۳- در شکل ۹-۳ اگر دامنه‌ی پیک ولتاژ ورودی برابر با ۴ ولت باشد، شکل موج خروجی را در نمودار ۶-۳ رسم کنید. علت به وجودآمدن این شکل موج را توضیح دهید.

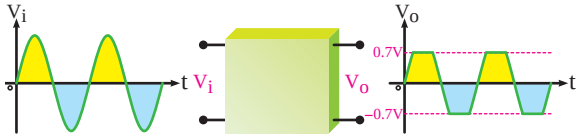
۵-۷-۳- در شکل ۱۰-۳ سطوح برش سیگنال خروجی چه رابطه‌ای با ولتاژ هدایت و شکست دیودها دارد؟ شرح دهید.

۶-۷-۳- در شکل ۱۱-۳، کدام نیم‌سیکل خازن شارژ می‌شود؟ شرح دهید.

۷-۷-۳- با توجه به شکل موج‌های داده شده، مدار مربوط به شکل ۱۲-۳ را ترسیم کنید و نحوه‌ی عملکرد آن را تشریح نمایید.

شکل ۱۲-۳

۸-۷-۳ با توجه به شکل موج های داده شده مدار مربوط به شکل ۱۳-۳ را ترسیم کنید و نحوه‌ی عملکرد آن را تشریح نمایید.



شکل ۱۳-۳

۹-۷-۳- در مدار شکل ۱۰-۳ اگر دیود D_2 اتصال کوتاه شود، شکل موج خروجی را در نمودار ۷-۳ رسم کنید. علت به وجودآمدن این شکل موج را تشریح نمایید.

۱۰-۷-۳- انتخاب ابزارکار مناسب و استفاده‌ی صحیح از آن‌ها چه تغییری در رفتار فرد ایجاد می‌کند؟

۱۱-۷-۳- هنگام کار با نرم‌افزار مولتی‌سیم در صورتی که اتصال زمین مدار را برقرار نکنیم، چه تأثیری در عملکرد مدار می‌گذارد؟

۱۲-۷-۳- درمدار شکل ۹-۳، پس از اتصال اسیلوسکوپ به خروجی مدار، با وجود صحیح بودن مدار، شکل موج روی صفحه‌ی نمایش اسیلوسکوپ ظاهر نمی‌شود. چه اشکالاتی ممکن است وجود داشته باشد؟ فقط نام ببرید.

ارزش‌یابی

۸-۳- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

پس از اجرای هر آزمایش، لازم است گزارش‌کار خود را کامل کنید. زیرا در زمان مقرر از طریق مربی کارگاه ارزش‌یابی صورت می‌گیرد. معیارهای ارزش‌یابی درکتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی آمده است.

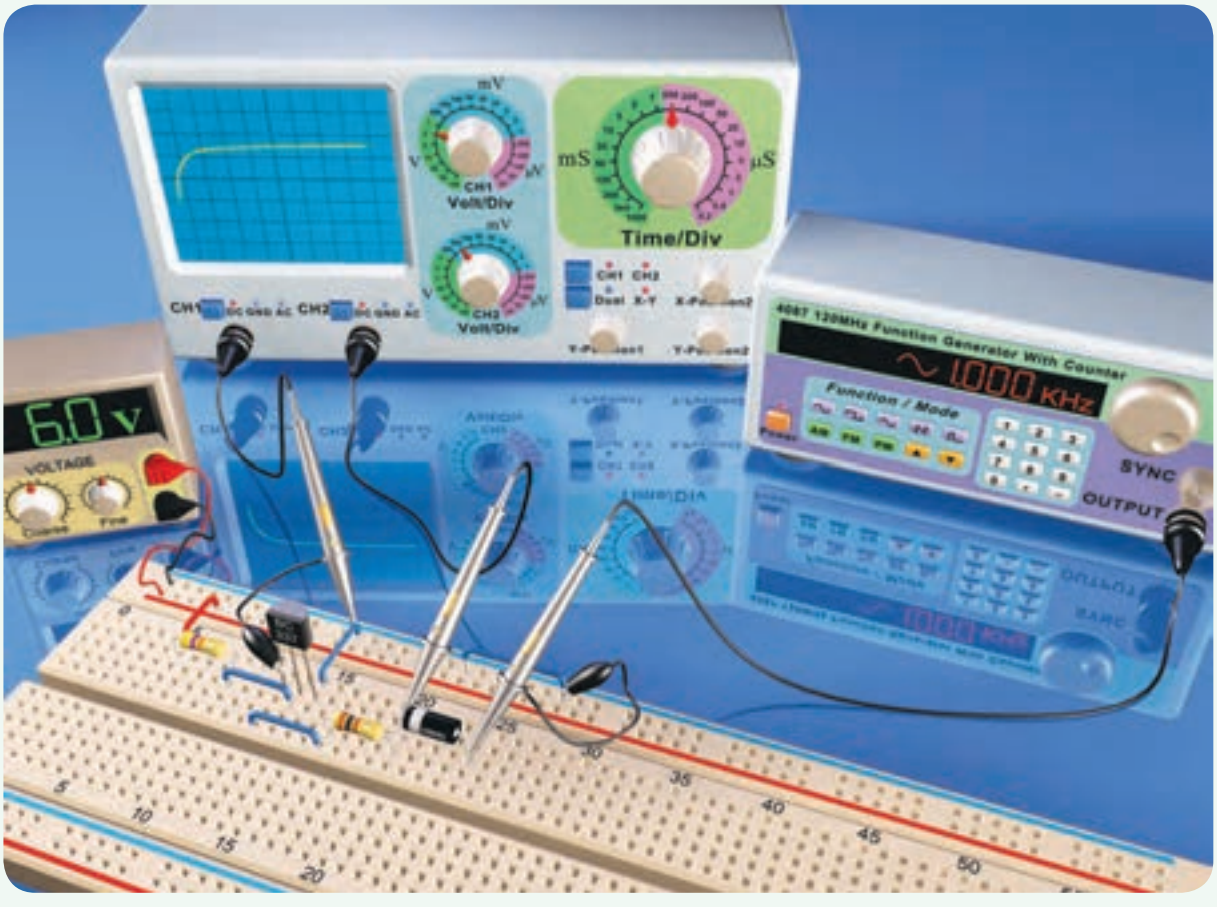
آزمایش شماره‌ی ۴

زمان اجرا ۱۶ ساعت آموزشی

منحنی مشخصه‌ی خروجی ترانزیستور

هدف کلی آزمایش

نحوه‌ی هدایت ترانزیستور BJT و بررسی منحنی‌های مشخصه خروجی آن



هدف‌های رفتاری در پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که:

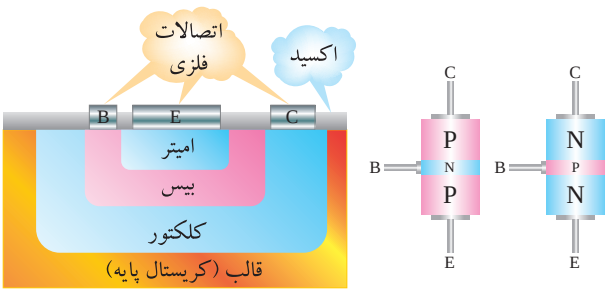
۱- به سؤال‌های آزمون نظری کارگاهی آزمایش شماره‌ی (۳) پاسخ دهد.
۲- با استفاده از Data Sheet و Data Book اطلاعات کاربردی ترانزیستور را استخراج کند.
۳- به‌وسیله‌ی مولتی‌متر پایه‌ها و صحت ترانزیستور را آزمایش کند.
۴- مدار مربوط به رسم منحنی مشخصه‌ی ترانزیستور با اسیلوسکوپ را در حالت امیتر مشترک با R_c و R_b روی بِردبُرد ببندد.
۵- چند منحنی از منحنی‌های مشخصه‌ی خروجی ترانزیستور را رسم کند.
۶- در ناحیه‌های قطع، فعال و اشباع مشخصات نقطه‌ی کار ترانزیستور را استخراج کند.
۷- مقدار V_{cc} ترانزیستور را تغییر دهد و مجدداً چند منحنی مشخصه‌ی خروجی را ترسیم کند.
۸- با تغییر R_c روی منحنی مشخصه، خط بار جدید را ترسیم کند.
۹- اثر تغییر R_c و V_{cc} را روی خط بار تحلیل کند.
۱۰- روی منحنی‌های ترسیم شده مجدداً نقطه‌ی کار را در نواحی قطع، فعال و اشباع به‌دست آورد.
۱۱- مشخصات نقطه‌ی کار به‌دست‌آمده در دو مرحله را با هم مقایسه کند.
۱۲- خط بار به‌دست‌آمده در دو حالت مختلف را با هم مقایسه کند.
۱۳- مدار آزمایش هدایت در ترانزیستور را ببندد.
۱۴- حالت‌های قطع، فعال و اشباع در ترانزیستور را بررسی کند.
۱۵- هدف‌های رفتاری در حیطه‌ی عاطفی که در آزمایش (۱) آمده است را اجرا کند.
۱۶- به سؤال‌های الگوی پرسش پاسخ دهد.
۱۷- کلیه‌ی مدارها را با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
۱۸- گزارش‌کار دقیق و مستند بنویسد.

۴-۱- اطلاعات اوّلیه

با شناخت خواص نیمه‌هادی‌ها، در سال ۱۹۴۸ ترانزیستور ساخته شد. این اختراع جدید به سرعت در صنعت الکترونیک راه یافت و تحولی بزرگ در این امر به‌وجود آورد.

امروزه ترانزیستورها جای‌گزین لامپ‌های خلأ شده‌اند اما تلفات قدرت کم‌تر، حجم و وزن کم‌تر و عمر بیش‌تری دارند.

ساختمان ترانزیستور شامل سه کریستال است که یک کریستال در وسط و دو کریستال از نوع مخالف در دو طرف آن قرار گرفته‌اند (شکل ۴-۱). ترانزیستورها در دو نوع NPN و PNP ساخته می‌شوند.



شکل ۴-۱- ساختمان ترانزیستور

ترانزیستور دارای سه پایه است که عبارت‌اند از:

الف) امیتر یا پخش کننده (Emitter): وظیفه‌ی امیتر پخش کردن الکترون‌ها (در NPN) یا حفره‌ها (در PNP) در لایه‌ی بیس است.

ب) کلکتور یا جمع‌کننده (Collector): کار کلکتور جمع کردن الکترون‌ها یا حفره‌های پخش شده به وسیله‌ی امیتر از طریق لایه‌ی بیس است.

ج) بیس(Base): وظیفه‌ی بیس کنترل میزان الکترون‌ها یا حفره‌های پخش شده از امیتر است.

نکته‌ی مهم

از آن‌جا که تغییرات بسیار گسترده‌ای در زمینه‌ی الکترونیک رخ داده است، با ورود فناوری‌های جدید، امروزه در اغلب موارد ترانزیستورها در تراشه‌ها به صورت IC جای می‌گیرند و استفاده از آن‌ها به صورت انفرادی و جداگانه بسیار محدود است.

چون عمل کلکتور جمع کردن الکترون‌ها یا حفره‌ها از طریق لایه‌ی بیس است؛ از این رو، سطح اتصال بیس کلکتور بزرگ‌تر از سطح اتصال بیس امیتر است.

همان‌گونه که گفته شد ترانزیستور از سه کریستال تشکیل شده است که در محل پیوند هر کریستال یک اتصال وجود دارد. هر اتصال شامل پیوند یک کریستال N به کریستال P است که مانند یک اتصال دیود عمل می‌کند. از این ویژگی برای تشخیص پایه‌های ترانزیستور استفاده می‌کنند در شکل۲-۴ شکل ظاهری چند نمونه ترانزیستور را مشاهده می‌کنید.

شکل ۲-۴- تصویر ظاهری چند نمونه ترانزیستور

۲-۴- نکات ایمنی

۱-۲-۴- کلیه‌ی نکات ایمنی ذکر شده در آزمایش شماره‌ی ۱ را مجدداً مطالعه کنید و در اجرای این آزمایش آن‌ها را رعایت نمایید.

۲-۲-۴- هنگام راه‌اندازی مدار مراقب باشید که ولتاژ منبع تغذیه روی حداقل قرار داشته باشد.

۳-۲-۴- هنگام کار با ترانزیستور با پایه‌های آن بازی نکنید؛ زیرا پایه‌ها بسیار حساس است و در اثر فشار زیاد یا خم و راست کردن آسیب می‌بینند.

۴-۲-۴- برای نصب ترانزیستور روی بردبُرد با استفاده از فیبر مدار چاپی سوراخ‌دار و پین‌هدر، سوکت مناسب را طراحی کنید و بسازید.

۵-۲-۴- در صورتی که امکان تهیه‌ی سوکت برای ترانزیستور وجود ندارد، سه قطعه سیم تلفنی کوتاه را به پایه‌های ترانزیستور لحیم کنید، سپس آن را روی بردبُرد نصب نمایید.

۶-۲-۴- هنگام لحیم‌کاری ترانزیستور مراقب باشید تا حرارت پایه‌های آن از حد مجاز تجاوز نکند و زمان لحیم‌کاری نیز بر اساس آن چه که در Data Sheet تعیین شده است تنظیم شود. در غیر این‌صورت ترانزیستور آسیب خواهد دید.

۷-۲-۴- قبل از اتصال اهم‌متر، ولت‌متر و آمپرمتر به مدار، ولتاژ تغذیه را قطع کنید.

۸-۲-۴- هنگام اتصال مولتی‌متر به مدار، به قطب‌های مولتی‌متر توجه کنید.

۳-۴- اجـــرای آزمایش‌هـــا بـــه صورت نرم‌افزاری

توجه کنید

پاسخ مواردی که با ستاره(★) مشخص شده است را در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی درج نمایید.

★۱-۳-۴- هدف آزمایش را در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

۲-۳-۴- هنرجویان عزیز به مدارهای شبیه‌ســـازی شـــده‌ی تقویت‌کننده‌های ترانزیســـتوری که توســـط مربی آزمایشـــگاه نمایش داده می‌شـــود توجـــه نمایند و نحوه‌ی شبیه‌سازی را فرا بگیرند.

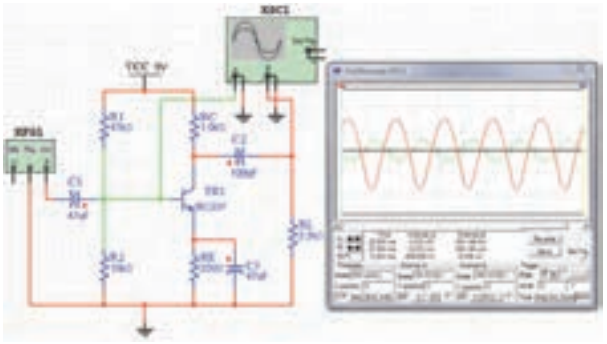
۳-۳-۴- بـــا مراجعه به جلد دوم کتاب آزمایشـــگاه مجازی، ابتدا نرم‌افزار مولتی‌سیم را روی کامپیوتر خود نصب کنید. سپس اقدام به شبیه‌سازی مدارها نمایید.

★۴-۳-۴- نقشه‌ی پرینت شده‌ی یکی از مدارهای شبیه‌سازی شده را در محل تعیین شده در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بچسبانید.

★۵-۳-۴- برای مدار امیتر مشـــترک مقادیر ولتاژ نقطه‌ی کار DC ترانزیســـتور را در نرم‌افزار، در جدول ۱-۴ بنویسید.

★۶-۳-۴- فایل‌های مربوط به مدارهای شبیه‌سازی شده را در CD ذخیره کنید و تحویل مربی کارگاه دهید.

۷-۳-۴- در شـــکل ۳-۴ یک نمونه نقشـــه‌ی مدار شبیه‌ســـازی شده امیتر مشـــترک را در نرم‌افزار مولتی‌سیم مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۴- یک نمونه نقشه‌ی مدار شبیه‌سازی شده

۴-۴- قطعات، مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

-اسیلوسکوپ دو کاناله	۱ دستگاه
- سیگنال ژنراتور صوتی	۱ دستگاه
- منبع تغذیه DC	۲ دستگاه
- مولتی‌متر دیجیتال	۲دستگاه
- بردبُرد	یک قطعه
- ترانزیســـتورهای BC۱۷۷ ، ۲N۲۲۱۹ (یـــا هـــر نـــوع ترانزیستور عمومی PNP)	یک عدد
- ترانزیستورهای BC۱۰۷ ، BC۳۳۷ (یا هر نوع ترانزیستور عمومی NPN)	یک عدد
- مقاومت‌های ۱۰۰Ω، ۱KΩ، ۲۲۰Ω و ۴/۷KΩ $\frac{۱}{۴}$W از هر کدام	۱ عدد
- پتانسیومتر ۵KΩ (ترجیحاً خطی)	۱ عدد
- لامپ ۱۲ ولت ۱ وات یا ۳ ولت ۰/۵ وات یا LED	یک عدد

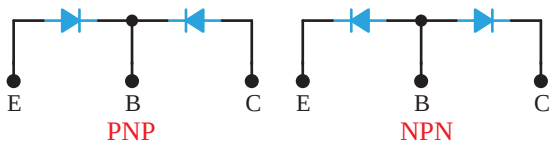
- تجهیزات، ابزار و مواد عمومی

۵-۴- مراحل اجرای آزمایش

آزمایش ترانزیستور

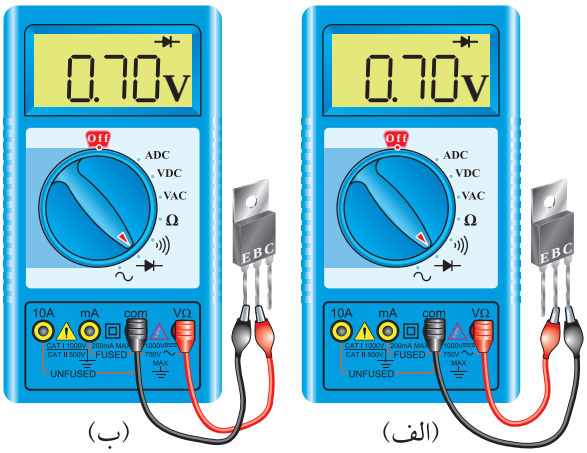
★۱-۵-۴- با مشاهده‌ی شـــکل ظاهری یک عدد ترانزیســـتور NPN و یک عدد ترانزیســـتور PNP، شکل ظاهری آن را در جدول ۲-۴ رسم کنید و پایه‌های آن را به دلخواه شماره‌گذاری کنید.

۴-۵-۲- می‌دانیم ترانزیستور از سه لایه کریستال تشکیل شده است که مدار معادل دیودی آن مشابه شکل ۴-۴ می‌شود. با استفاده از مولتی‌متر می‌توانیم نوع ترانزیستور NPN یا PNP را مشخص کنیم.



شکل ۴-۴- مدار معادل دیودی ترانزیستور

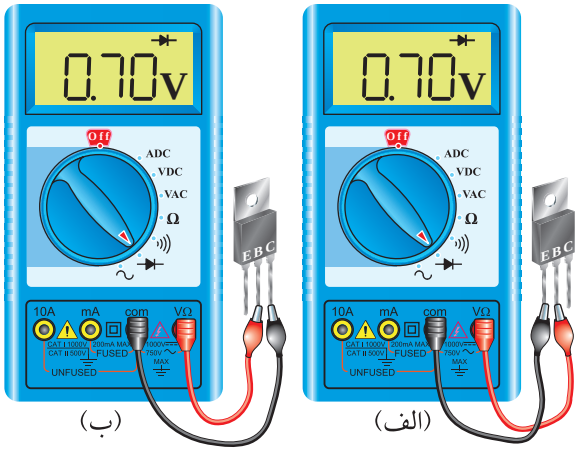
۴-۵-۳- از خاصیت دیودی ترانزیستور می‌توان برای تشخیص پایه‌های ترانزیستور و نوع ترانزیستور از نظر NPN یا PNP بودن آن استفاده کرد. برای تعیین پایه‌ی بیس ترانزیستور، مولتی‌متر دیجیتال را روی حالت آزمایش دیود قرار می‌دهیم؛ سپس با اتصال پروب مولتی‌متر به پایه‌ها، پایه‌ای را پیدا می‌کنیم که نسبت به پایه‌های دیگر در ولتاژ موافق قرار گرفته باشد. یعنی مولتی‌متر عدد۰/۷ یا ۰/۶ ولت را نشان دهد. در صورتی که ترانزیستور سالم باشد این پایه، پایه‌ی بیس است. در شکل ۴-۵ این حالت را مشاهده می‌کنید. طبق شکل، پایه‌ای که با B مشخص شده است پایه‌ی بیس است.همان‌طور که در شکل‌های ۴-۵-الف و۴-۵- ب مشاهده می‌شود، پایه‌ی وسطی ترانزیستور در یک حالت مشخص نسبت به دو پایه‌ی دیگر در ولتاژ موافق قرار دارد و پایه‌ی بیس است.



شکل ۴-۵- تشخیص پایه‌ی بیس ترانزیستور با استفاده از مولتی‌متر دیجیتال

۴-۵-۴- با استفاده از مولتی‌متر دیجیتال که در اختیار دارید، پایه‌ی بیس ترانزیستورها را مشخص کنید و آن را در جدول شماره‌ی ۳-۴ درج نمایید. شکل ظاهری ترانزیستور را مشابه جدول ۲-۴ رسم کنید .

۴-۵-۵- با استفاده از آزمایش ۴-۵-۴ می‌توانید نوع ترانزیستور را نیز مشخص کنید. در صورتی که در حالت ولتاژ موافق دیودهای بیس‌امیتر و بیس‌کلکتور، ترمینال مثبت مولتی‌متر به بیس متصل باشد ترانزیستور NPN و اگر ترمینال منفی مولتی‌متر دیجیتال به پایه‌ی بیس متصل باشد، ترانزیستور از نوع PNP است. در شکل ۴-۶ ترانزیستور از نوع NPN است؛ زیرا پایه‌ی مثبت مولتی‌متر به بیس اتصال دارد. نوع ترانزیستورهای مورد آزمایش را مشخص کنید و در جدول ۳-۴ بنویسید.



شکل ۴-۶- چون پایه‌ی مثبت مولتی‌متر به بیس اتصال دارد ترانزیستور از نوع NPN است

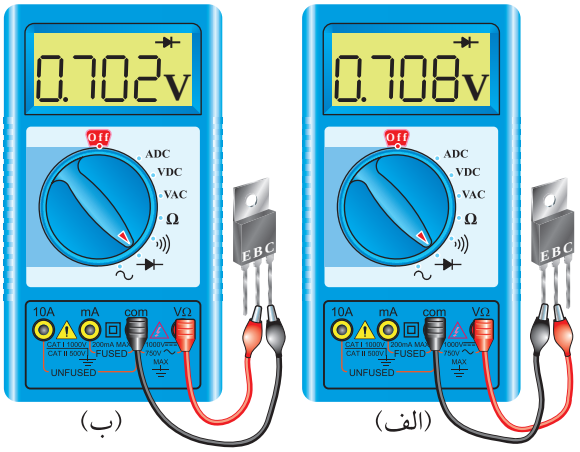
۴-۵-۶- تشخیص پایه‌های امیتر و کلکتور ترانزیستور نیز با استفاده از مولتی‌متر دیجیتال امکان‌پذیر است.

نکته‌ی مهم

در برخی از موارد با توجه به نوع ترانزیستور و نوع دستگاه مولتی‌متر تشخیص پایه‌های کلکتور و امیتر ترانزیستور با مولتی‌متر دیجیتال یا عقربه‌ای امکان‌پذیر

نیســت. در این حالت باید به Data Sheet یا کتاب اطلاعات ترانزیستور مراجعه کنید. هم‌چنین می‌توانید از قسمت hfe متر دستگاه مولتی‌متر استفاده کنید. در ایــن حالت چنان‌چه پایه‌هــا به طور صحیح وصل شده باشند مقدار hfe نشان داده می‌شود.

می‌دانیم سطح تماس کلکتور به بیس از سطح تماس امیتربیس بیش‌تر است. یعنی اتصال کلکتور بیس در حالت موافق مقاومت کم‌تــری دارد و هنگامی که در ولتاژ موافق قرار می‌گیرد افت ولتاژ دو سر آن از افت ولتاژ دو سر اتصال بیس امیتر کم‌تر می‌شــود. بنابراین پایه‌ای که ولتاژ کم‌تری دارد کلکتور و پایه‌ای که ولتاژ بیش‌تری دارد امیتر اســت. توجه داشته باشــید تفاوت ولتاژها بســیار کم و در حدود هزارم ولت اســت. لذا برای دیدن آن در صورتی که حوزه‌ی کار (رِنج مولتی‌متر) قابل تنظیم است باید آن را تغییر دهید تا قابل خواندن باشد.

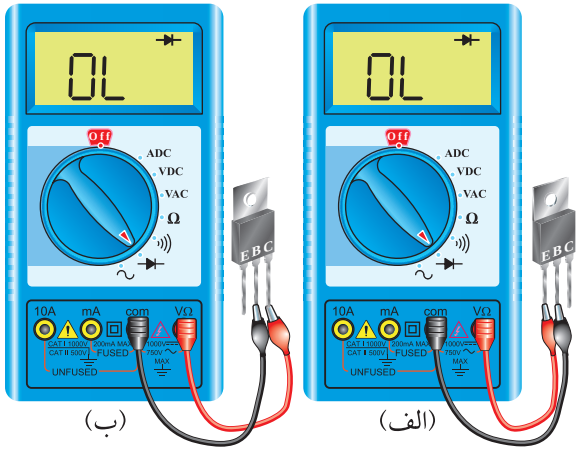


شکل ۴-۷- ولتاژ موافق دو سر کلکتوربیس کم‌تر از امیتربیس است

به این ترتیــب پایه‌ای که دارای ولتاژ موافق کم‌تری اســت دارای مقاومت کم‌تر وآن پایه کلکتور است. هم‌چنین پایه‌ای کــه دارای ولتــاژ موافق بیش‌تری اســت مقاومت بیش‌تری دارد و آن پایه امیتر است.

۴-۵-۷- بــا اســتفاده از مولتی‌متــر دیجیتال پایه‌های امیتر و کلکتور ترانزیستورها را مشخص کنید و در جدول ۴-۴ بنویسید.

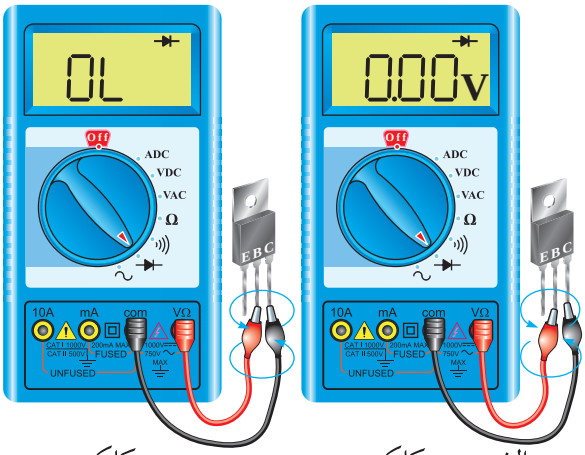
۴-۵-۸- ترانزیستور زمانی سالم است که بین بیس و امیتــر و بیس و کلکتور در یک جهــت ولتاژ موافق و در جهت دیگر تقریباً حالت اتصال باز را نشــان دهد. در شکل ۴-۸، دیودهای بیس‌امیتر و بیس‌کلکتور ترانزیســتورهای شــکل‌های ۴-۵ و ۴-۶ در بایاس مخالف قرار دارد و حالت OL یعنــی Open Load را نشــان می‌دهــد، پس این ترانزیستور سالم است.



شکل ۴-۸- دیودهای بیس‌امیتر و بیس‌کلکتور در ولتاژ مخالف قرار دارند

۴-۵-۹- ترانزیســتورهای مــورد آزمایش را با اســتفاده از مولتی‌متر دیجیتالی، مورد آزمایش قرار دهید و حالت‌های ولتــاژ موافق و مخالف دیود «بیس‌امیتر» و دیود «بیس‌کلکتور» را عملاً مورد بررســی قرار دهید و نتایج را ثبت کنید.

۴-۵-۱۰- در صورتی کــه دیودهای «بیس‌امیتر» و «کلکتوربیس» در یکی از حالت‌های موافق و مخالف مقادیر یکســانی را نشــان دهند یا کاملاً اتصال کوتــاه یا کاملاً باز باشــند. در این حالت ترانزیســتور معیوب اســت. در شکل ۴-۹- الف دیود بیس‌کلکتور در حالت موافق و مخالف مقدار صفر را نشان می‌دهد، پس اتصال کوتاه است.



الف. دیود کلکتور بیس اتصال کوتاه است.

ب. دیود کلکتور بیس قطع شده است.

شکل ۹-۴- نمایش یک ترانزیستور معیوب

در شـــکل ۹-۴-ب دیود «بیس‌کلکتـــور» در هر دو حالـــت موافق و مخالف، حالت اتصال باز را نشـــان می‌دهد. این شـــرایط برای دیود «بیس امیتر» نیز ممکن است اتفاق بیفتد.

۱۱-۵-۴- در ترانزیســـتورهای معمولـــی معمـــولاً «کلکتورامیتـــر» مقاومت زیادی دارد و هنـــگام آزمایش با مولتی‌متـــر دیجیتال مقدار زیادی را نشـــان می‌دهد. از این طریق می‌توان به ســـالم بودن اتصـــال «کلکتورامیتر» پی برد.

۱۲-۵-۴- دو عـــدد ترانزیســـتور معیوب را در اختیـــار بگیرید و نوع عیب آن‌ها را مشـــخص کنید و با ذکر دلایل توضیح دهید.

۱۳-۵-۴- در صورتـــی کـــه مولتی‌متر عقربه‌ای در اختیار دارید، با اســـتفاده از مولتی‌متر عقربه‌ای دو عدد ترانزیســـتور را آزمایـــش کنید و پایه‌هـــای آن و نوع آن را تشخیص دهید و نتایج را به طور خلاصه بنویسید.

برگه‌ی اطلاعات ترانزیستور Data Sheet

۱۴-۵-۴- با استفاده از برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۴-۱ مشخصات ترانزیستور BC ۳۳۷ را بنویسید.

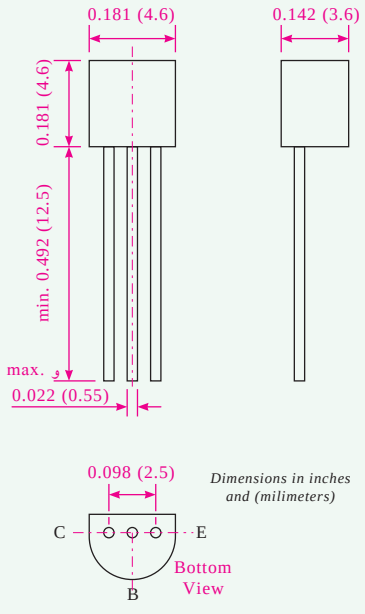
Features

- NPN Silicon Epitaxial Planer Transistors for switching and amplifier applications. Especially suited for AF-driver stages and low power output stages.
- These types are also available subdivided into three groups –16, –25, and –40, according to their DC current gain. As complementary types, the PNP transistors BC337 and BC338 are recommended.
- On special request, this transistor is also manufactured in the pin configuration TO-18.

Mechanical Data

Case: TO-92 Plastic Package
Weight: approx. 0.18g
Packaging Codes/Options:
E6/Bulk - 5K per container
E7/4K per Ammo tape

TO-226AA (TO-92)



برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۴-۱

★۱۵-۴-۵- با استفاده از برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۲-۴ مقادیر ماکزیمم مجاز ولتاژهای "کلکتور امیتر"، "امیتر بیس"، "جریان کلکتور"، "جریان بیس"، "توان مجاز" و "جریان ماکزیمم لحظه‌ای کلکتور" را برای ترانزیستور BC۳۳۷ به دست آورید.

Maximum Ratings & Thermal Characteristics Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.

Parameters		Symbols	Value	Units
Collector-Emitter Voltage	BC337 BC338	V_{CES}	50 30	V
Collector-Emitter Voltage	BC337 BC338	V_{CEO}	45 25	V
Emitter-Base Voltage		V_{EBO}	5	V
Collector Current		I_C	800	mA
Peak Collector Current		I_{CM}	1	A
Base Current		I_B	100	mA
Power Dissipation at Tamb=25°C		P_{tot}	625(1)	mW
Thermal Resistance Junction to Ambient Air		$R_{\Theta JA}$	200(1)	°C/W
Junction Temperature		T_j	150	°C
Storage Temperature Range		T_S	α65 to +150	°C

Notes: (1) Valid provided that leads are kept at ambient temperature at a distance of 2mm from case.

برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۲-۴

نکته‌ی مهم

توجه داشته باشید که هرگز نباید ترانزیستور در شرایط ماکزیمم مجاز قرار گیرد زیرا آسیب می‌بیند. معمولاً با توجه به شرایط ترانزیستور، مشخصه‌های الکتریکی آن در جدول جداگانه‌ای تعریف می‌شود. در شرایط عادی برای طراحی تا حداکثر ۷۵ درصد مقادیر ماکزیمم مجاز پیشنهاد می‌شود.

★۱۶-۴-۵- با توجه به جدول شماره‌ی ۲-۴ آیا می‌توان مقدار توان ماکزیمم در کلکتور ترانزیستور را از حاصل ضرب V_{CEO} و I_C به دست آورد؟

$$P_{Max} = I_C \times V_{CEO} = ۰/۸A \times ۴۵$$

$$\Rightarrow P_{Max} = ۳۶W$$

بررسی کنید به چه دلیل P_{Max} به دست آمده با P_{tot} (توان ماکزیمم مجاز) مغایرت دارد. دلیل آن را شرح دهید.

★۱۷-۴-۵- بررسی کنید اگر ترانزیستور را در شرایط I_C=۸۰۰mA و V_{CE}=۰/۵V بایاس کنیم، آیا ترانزیستور آسیب می‌بیند؟ چرا؟ شرح دهید.

★۱۸-۴-۵- درصورتی که ترانزیستور را در شرایط I_C=۱۰mA و V_{CE}=۵۰V بایاس کنیم، آیا ترانزیستور آسیب می‌بیند؟ چرا؟ شرح دهید.

★۱۹-۴-۵- در صورتی که ترانزیستور در شرایط I_C=۲۰۰mA و V_{CE}=۵V بایاس شود، آیا ترانزیستور آسیب می‌بیند؟ چرا؟ شرح دهید.

★۲۰-۴-۵- در صورتی که ترانزیستور در شرایط I_C=۳۰۰mA و V_{CE}=۱/۵V بایاس شود، آیا ترانزیستور آسیب می‌بیند؟ چرا؟ شرح دهید.

★۲۱-۴-۵- نتایج حاصل از مراحل ۱۶-۴-۵ تا ۲۰-۴-۵ را مورد بررسی قرار دهید و برداشت‌های خود را به طور جامع تشریح کنید.

★۲۲-۵-۴- بـا مراجعـه بـه برگـه‌ی اطلاعات شماره‌ی۳-۴ که مربوط به مشخصات الکتریکی ترانزیستور BC۳۳۷ است، مقادیر زیر را به دست آورید:

- بهره‌ی جریان در شرایط امیتر مشترک (h_{FE})
- جریان قطـع کلکتور امیتر در شـرایطی که بیس اتصال کوتاه است (I_{CES}).
- ولتاژشکست کلکتور امیتر ترانزیستور در شرایطی که بیس باز و I_C=۱۰mA است ($V_{BR(CEO)}$).
- ولتـاژ بیـس امیتر در شـرایطی کـه I_C=۳۰۰mA و V_{CE}=۱V است.
- ظرفیت خازنی ترانزیستور در شرایطی که V_{CB}=۱۰V و F=۱MHz است.

نکته‌ی مهم

توجه داشـته باشـید که مشـخصات الکتریکی ترانزیسـتور تقریباً شـرایط کار ترانزیستور را در حد بیش‌ترین مقدار برای طراحی تعریف می‌کند.

★۲۳-۵-۴- سایر مشخصات الکتریکی ترانزیستور را با هم‌گروهی خود به بحث بگذارید و نتایج را بنویسید.

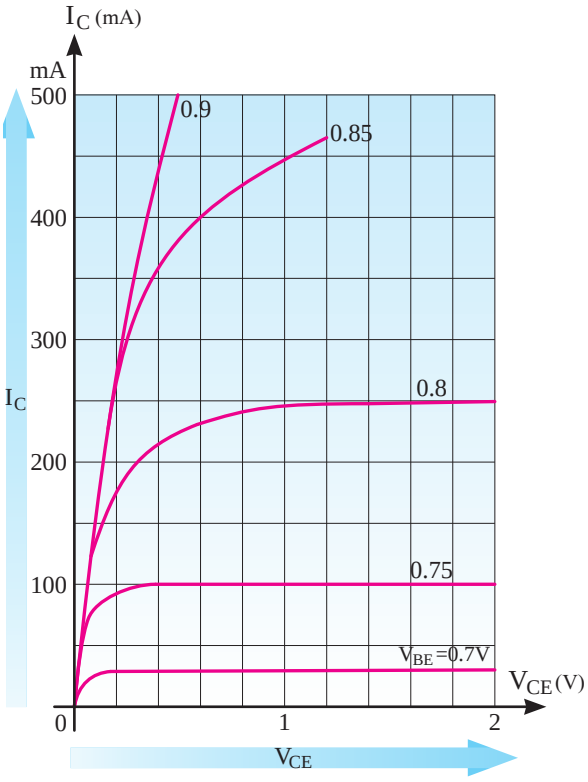
BC337 and BC338
Small Signal Transistors (NPN)

Electrical Characteristics (T_J = 25°C unless otherwise noted)

Parameter		Symbol	Test Condition	Min مینیمم	Typ متعارف	Max ماکزیمم	Unit واحد
DC Current Gain		h_{FE}	V_{CE} = 1V , I_C = 100mA	100 160 250	160 250 400	250 400 630	–
			V_{CE} = 1V , I_C = 300mA	60 100 170	130 200 320	– – –	
Collector-Emitter Cutoff Current	BC337 BC338	I_{CES}	V_{CE} = 45V , T_{amb} = 125°C V_{CE} = 25V , T_{amb} = 125°C	– –	– –	10 10	µA µA
Collector-Emitter Breakdown Voltage	BC337 BC338	$V_{(BR)CEO}$	I_C = 10mA	20 45	– –	– –	V
Collector-Emitter Breakdown Voltage	BC337 BC338	$V_{(BR)CES}$	I_C = 0.1mA	30 50	– –	– –	V
Emitter-Base Breakdown Voltage		$V_{(BR)EBO}$	I_E = 0.1mA	5	–	–	V
Collector Saturation Voltage		V_{CEsat}	I_C = 500mA , I_B = 50mA	–	–	0.7	V
Base-Emitter Voltage		V_{BE}	V_{CE} = 1V , I_C = 300mA	–	–	1.2	V
Gain-Bandwidth product		f_T	V_{CE} = 5V , I_C = 10mA f = 50MHz	–	100	–	MHz
Collector-Base Capacitance		C_{CBO}	V_{CB} = 10V , f = 1MHz	–	12	–	pF

برگه‌ی اطلاعات ۳-۴- مشخصات الکتریکی ترانزیستور BC۳۳۷ و BC۳۳۸

★۲۴-۵-۴- منحنـی مشـخصه‌ی خروجـی ترانزیستور BC۳۳۷ که در شکل ۱۰-۴ آمده است را مورد مطالعه قرار دهید.



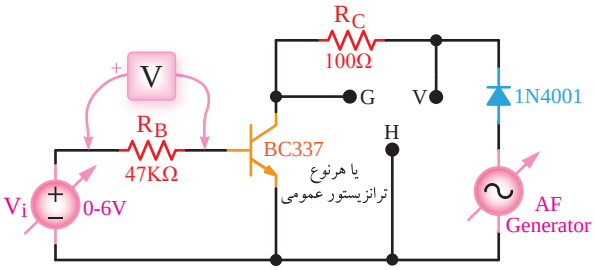
شکل ۱۰-۴- منحنی مشخصه‌ی خروجی ترانزیستور

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، این منحنی تغییرات جریان I_C و ولتاژ V_{CE} را بر حسب تغییرات V_{BE} نشان می‌دهد. حداقل جریان I_C در شرایطی برقرار می‌شود که V_{BE}برابر با حدود ۰/۷ ولت باشد که در این منحنی مقدار آن حدود ۲۵ میلی‌آمپر است. با افزایش V_{BE} به مقدار ۰/۷۵ ولت، جریان کلکتور ۱۰۰میلی‌آمپر می‌شود. در صورتی که V_{BE} را روی ۰/۷ ولت بگذارید و آن را ثابت نگه دارید، با تغییرات V_{CE}، تغییرات بسیار کمی در I_C ایجاد می‌شود. به عبارت دیگر I_C تقریباً ثابت باقی می‌ماند. حالت‌های مختلف مشخصه را مورد بررسی قرار دهید و تشریح نمایید.

۴-۵-۲۵- در صورتی که تقویت‌کننده به صورت CE بسته شود و در حلقه‌ی خروجی فقط R_C وجود داشته باشد، خط بار را برای شرایطی که I_C=۴۰۰mA و V_{CE}=۲V است ترسیم کنید و مقدار R_C را به دست آورید.

۴-۵-۲۶- مشخصات حداقل سه نقطه‌ی کار را از روی خط بار به دست آورید(Q_1، Q_2 و Q_3).

۴-۵-۲۷- مدار شکل ۴-۱۱ را روی بردبُرد ببندید. این مدار مربوط به رسم مشخصه‌ی ترانزیستور با استفاده از اسیلوسکوپ است. در این مدار برای تغییر ولتاژکلکتور امیتر از یک سیگنال سینوسی نیم‌موج استفاده شده است. دیود D عمل یک سوسازی را انجام می‌دهد. تغییر جریان I_B نیز با استفاده از یک منبع تغذیه‌ی DC صورت می‌گیرد. نقاط V، G و H محل اتصال ورودی عمودی، خط شاسی و افقی اسیلوسکوپ به مدار است.



شکل ۱۱-۴- مدار آزمایش رسم مشخصه‌ی ترانزیستور

نکته‌ی مهم

دسته‌ای از ترانزیستورها که مصارف عمومی دارند را ترانزیستور برای مصارف عمومی یا TU (Transistor Universal) می‌نامند و به طور خلاصه نوع NPN را TUN و PNP را TUP نام‌گذاری می‌کنند. در بسیاری از موارد این ترانزیستور را GP یا General Purpose می‌نامند.

۴-۵-۲۸- برای اجرای آزمایش، ترانزیستور خاصی مورد نظر نیست هر نوع ترانزیستوری را می‌توانید انتخاب کنید. فقط ترانزیستور از نوع عمومی یا TU باشد.

توجه کنید

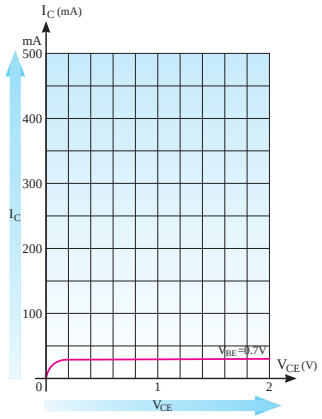
برای اجرای این آزمایش نباید سیم شاسی یا دستگاه‌های شما به یکدیگر وصل باشد. در صورتی که در میز آزمایشگاهی شما این حالت رخ داده است، یا سیستم اتصال زمین وجود دارد، حتماً قبل از اجرای آزمایش، اتصال زمین(بدنه) دستگاه را از یکدیگر جدا کنید. این کار توسط مربی آزمایشگاه انجام خواهد شد.

۴-۵-۲۹- نقطه‌ی G را به بدنه‌ی اسیلوسکوپ، نقطه‌ی Vرا به ورودی عمودی و نقطه‌ی H را به ورودی افقی اسیلوسکوپ وصل کنید.

۴-۵-۳۰- سلکتورVolt/Div عمودی اسیلوسکوپ را روی Volt/cm ۰/۲ و سلکتور Volt/Div افقی آن را روی Volt/cm ۲ قرار دهید. توجه داشته باشید که با توجه به نوع اسیلوسکوپ و تجهیزات ممکن است این مقادیر تغییر کند.

۴-۵-۳۱- سیگنال ژنراتور AF را روی فرکانس ۵۰۰ هرتز و دامنه‌ی ماکزیمم ۶ ولت قرار دهید و منبع تغذیه DC ورودی را روی حدود یک ولت بگذارید.

۴-۵-۳۲- باید روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ شکلی مشابه شکل ۴-۱۲ ظاهر شود. با توجه به شرایط تنظیم شده، مقادیر با اعداد نشان داده شده روی شکل متفاوت خواهد بود.



شکل ۴-۱۲- نمونه‌ای از منحنی که روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ ظاهر می‌شود

۴-۵-۳۳- اگر به شکل ۴-۱۱ توجه کنید محور افقی اسیلوسکوپ مقدار V_{CE} و محور قائم اسیلوسکوپ مقدار V_{R_C} و ولت‌متر ولتاژ دوسر R_B را نشان می‌دهد. با توجه به مقادیر R_C و R_B و ولتاژهای نشان داده شده می‌توانید مقادیر I_C و I_B را به دست آورید:

$$I_B = \frac{V_{RB}}{R_B} \quad , \quad I_C = \frac{V_{RC}}{R_C}$$

۴-۵-۳۴- شکل موج نشان داده شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را با مقیاس مناسب در نمودار ۴-۱ ترسیم کنید. در صورت نیاز برای پوشش تمام صفحه سلکتور V/Div افقی و عمودی و مقدار دامنه‌ی ولتاژ سیگنال ژنراتور AF را تنظیم کنید.

نکات اجرایی مهم

هنگام ترسیم منحنی مشخصه‌ی خروجی، ابتدا وضعیت نقطه‌ی روشن شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را با سلکتورهای V Position در پایین‌ترین نقطه و در سمت چپ صفحه قرار دهید، سپس نمودار را رسم کنید. همچنین ممکن است با توجه به نوع اسیلوسکوپ جهتِ ترسیمِ منحنیِ شما وارونه (از راست به چپ) باشد. در این حالت با استفاده از دکمه‌های CH invert سعی کنید شکل موج را به حالت اصلی برگردانید. در صورتی که این امر امکان‌پذیر نبود، هنگام ترسیم منحنی آن را به‌طور صحیح ترسیم کنید و در مورد وارونه بودن ان توضیح دهید.

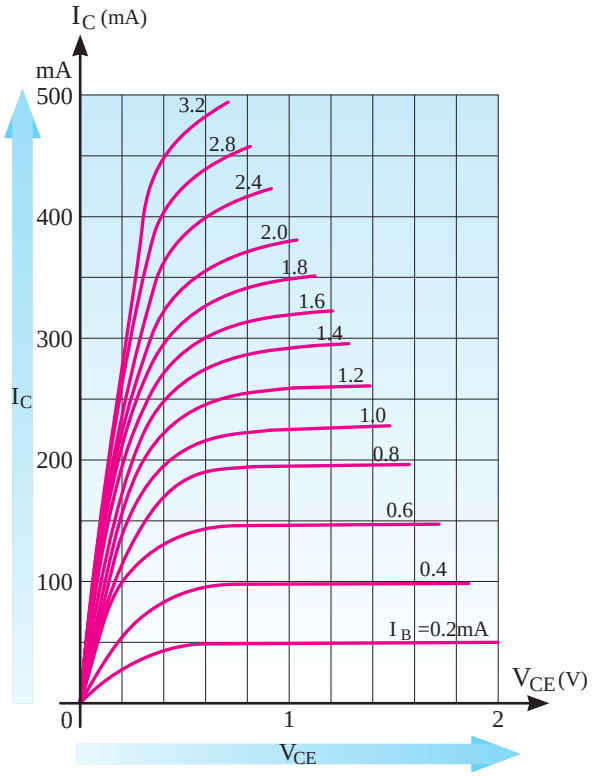
در صورتی که کیفیت منحنی مطلوب نبود، مقدار ولتاژ تغذیه‌ی بیس را کمی افزایش دهید.

۴-۵-۳۵- با استفاده از مقادیر V_{R_C} و V_{R_B} مقدار جریان I_C و I_B را محاسبه کنید. توجه داشته باشید

این جریان‌ها بیش‌ترین جریانی است که در شرایط اجرای آزمایش از مدار می‌گذرد. پس از محاسبه‌ی جریان‌ها، منحنی مشخصه‌ی خروجی ترسیم شده را برای مقادیر V_{CE} ، I_C و I_B با مقیاس مناسب و دقیق درجه‌بندی کنید.

★۴-۵-۳۶- مقدار ولتاژ خروجی سیگنال ژنراتور AF را تغییر دهید. در این حالت باید مقدار V_{CE} روی منحنی خروجی تغییر کند و جا به جا شود. در مورد نتایج به دست آمده توضیح دهید.

۴-۵-۳۷- مقدار V_{CE} را در حدی تنظیم کنید که تمام صفحه را در جهت افقی بپوشاند. حال مقدار ولتاژ تغذیه‌ی بیس را افزایش دهید؛ باید منحنی به سمت بالا جا به جا شود. هر قدر منحنی به سمت بالاتر جا به جا می‌شود مقدار V_{CE} کم‌تر می‌شود (شکل ۱۳-۴).



شکل ۱۳-۴- تأثیر تغییرات I_B روی منحنی خروجی ترانزیستور

توجه داشته باشید که با تغییرات V_{BE}، مقدار I_B زیاد می‌شود. با افزایش I_B مقدار I_C افزایش می‌یابدو با افزایش I_C مقدار ولتاژ دو سر R_C زیاد و ولتاژ V_{CE} کم می‌شود.

★۴-۵-۳۸- با توجه به اجرای مرحله‌ی ۴-۵-۳۷ با تغییر مقدار ولتاژ DC تغذیه‌ی بیس، حداقل تعداد۴ منحنی را با مقادیر مختلف I_B در نمودار ۲-۴ ترسیم کنید و مقادیر جریان I_B و V_{CE} را روی آن مشخص نمایید.

★۴-۵-۳۹- همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش مقدار I_B مقدار V_{CE} کاهش می‌یابد. در صورتی که نقاط مختلف منحنی‌های خانواده‌ی V_{CE}-I_C در شرایط مختلف I_B به هم وصل کنیم خط بار DC ترسیم می‌شود. خط بار DC را روی منحنی خروجی مرحله‌ی ۴-۵-۳۸ ترسیم کنید.

★۴-۵-۴۰- مقدار R_C را به ۱KΩ تغییر دهید و اثر آن را روی منحنی خروجی ترانزیستور بررسی کنید. خط بار جدید را روی نمودار مرحله‌ی ۴-۵-۳۸ ترسیم کنید و مختصات سه نقطه‌ی کار دلخواه را روی منحنی جدید به دست آورید(Q_1، Q_2 و Q_3).

ویژه‌ی هنرجویان علاقه‌مند

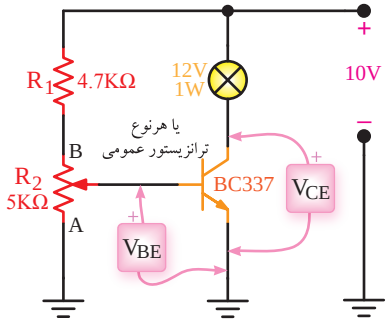
★۴-۵-۴۱- ترسیم منحنی خروجی با استفاده از منحنی‌نگار.

در صورتی که منحنی‌نگار (Curve Tracer) در اختیار دارید، منحنی خروجی ترانزیستور را ترسیم کنید و مقادیر ولتاژها و جریان‌ها را روی آن مشخص نمایید.

هدایت ترانزیستور

۴-۵-۴۲- در شکل۱۴-۴ مدارآزمایش مربوط به هدایت ترانزیستور نشان داده شده است. در این مدار با استفاده از پتانسیومتر، ولتاژ بیس امیتر و جریان کلکتور

ترانزیستور تغییر می‌کند و هرچه سر آزاد پتانسیومتر از A به B نزدیک‌تر شود هدایت ترانزیستور افزایش می‌یابد و نور لامپ بیش‌تر می‌شود. در نقطه‌ی A ترانزیستور قطع و لامپ خاموش می‌شود.



شکل ۱۴-۴- مدار آزمایش هدایت در ترانزیستور

توجه کنید

در صورتی که لامپ ۱۲ ولت ۱ وات در اختیار ندارید می‌توانید از لامپ ۳ ولت ۰/۵ وات یا LED استفاده کنید. در این حالت باید ولتاژ تغذیه را کاهش دهید.

۴-۵-۴۳- مدار شکل ۴-۱۴ را روی بردبُرد ببندید. سر وسط پتانسیومتر را درنقطه A قرار دهید. در این حالت ولتاژ "بیس امیتر" ترانزیستور و "کلکتور امیتر" ترانزیستور چند ولت است؟ لامپ خاموش است یا روشن؟ ترانزیستور در چه ناحیه‌ای قرار دارد؟ چرا؟ شرح دهید.

۴-۵-۴۴- سر وسط پتانسیومتر را از نقطه‌ی A آهسته‌آهسته به نقطه‌ی B نزدیک کنید. در نور لامپ چه تغییری به‌وجود می‌آید؟ ولتاژ بیس امیتر چه تغییری می‌کند؟ شرح دهید.

۴-۵-۴۵- سر وسط پتانسیومتر را در نقطه‌ی B قرار دهید؟ ترانزیستور در چه ناحیه‌ای قرار می‌گیرد؟ هدایت ترانزیستور را چگونه می‌توان تغییر داد؟ شرح دهید.

۴-۶- نتایج آزمایش

آن‌چه را که در این آزمایش فراگرفته‌اید به طور خلاصه در ۱۲ نیم‌سطر شرح دهید.

الگوی پرسش

۴-۷- الگوی پرسش

۴-۷-۱- در صورتی که با استفاده از مولتی‌متر نتوانیم پایه‌های کلکتور و امیتر ترانزیستور را پیدا کنیم، با چه روش‌هایی می‌توانیم پایه‌ها را مشخص کنیم؟ شرح دهید.

۴-۷-۲- مفاهیم V_{CEO}، V_{CBO}، V_{EBO}، I_C، P_{tot} و T_j را با مراجعه به Data Sheet شرح دهید.

۴-۷-۳- در مدار شکل ۴-۱۱ در صورتی که ولتاژ خروجی مولد AF خیلی زیاد شود، چه اثری روی منحنی مشخصه‌ی خروجی می‌گذارد؟ شرح دهید.

۴-۷-۴- در شکل ۴-۱۱ در صورتی که R_B را اتصال کوتاه کنیم، چه مشکلی ممکن است پدید بیاید؟ شرح دهید.

۴-۷-۵- در شکل ۴-۱۴ اگر مقاومت R_1=۴/۷KΩ اتصال کوتاه شود، چه اشکالی در کار ترانزیستور پیش می‌آید؟ شرح دهید.

۴-۷-۶- در شکل ۴-۱۴ در چه شرایطی نور لامپ حداکثر می‌شود؟ شرح دهید.

۴-۷-۷- با مراجعه به شکل ۴-۱۴ حالت‌های قطع، اشباع و فعال ترانزیستور را مشخص کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۴-۷-۸- حالت‌های قطع، فعال و اشباع ترانزیستور چه کاربردهایی دارد. شرح دهید.

ارزش‌یابی

۴-۸- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

پس از انجام آزمایش و کامل نمودن دفتر گزارش‌کار به نتایج ارزش‌یابی توجه کنید و سعی نمایید نقاط ضعف خود را بر طرف کنید.

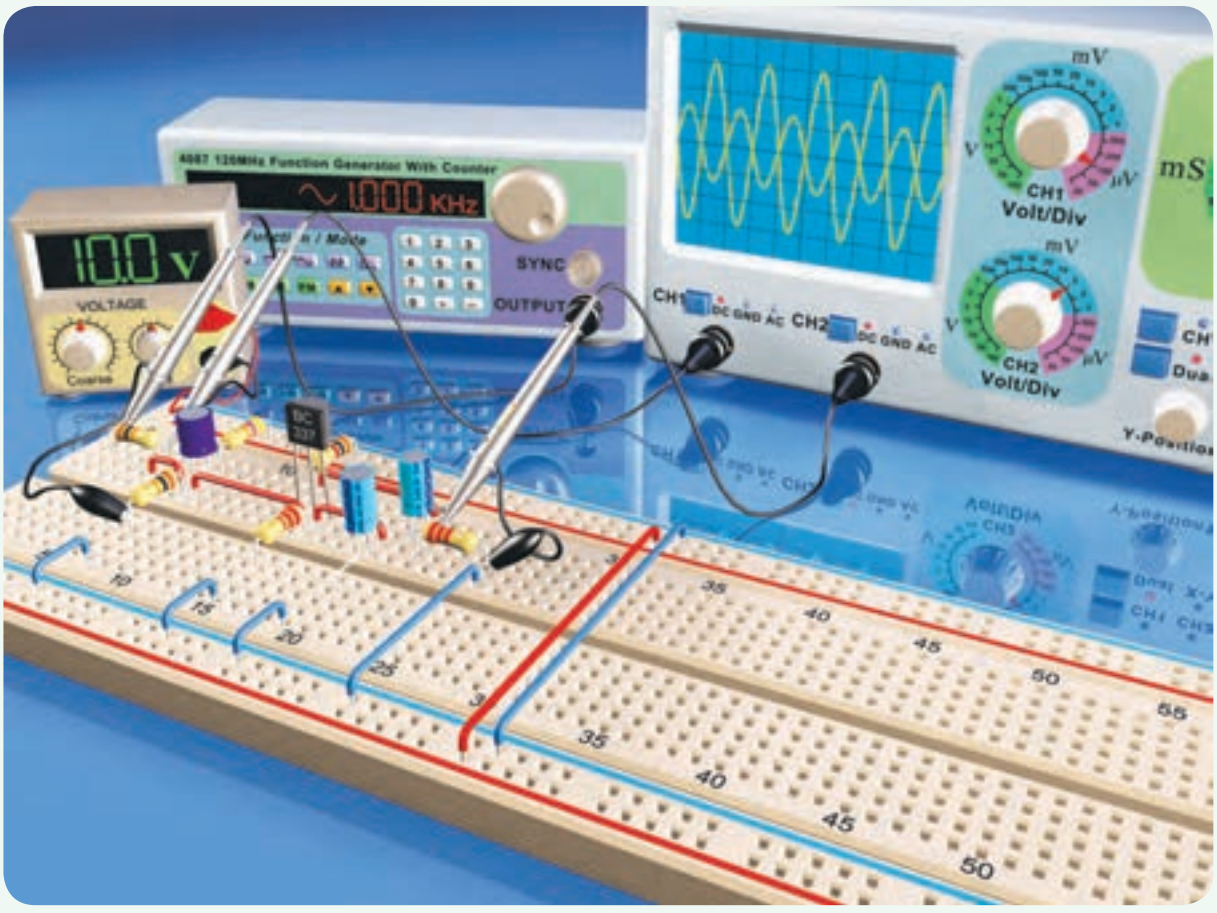
آزمایش شماره‌ی ۵

زمان اجرا ۱۶ ساعت آموزشی

تقویت‌کننده‌های سیگنال کوچک

هدف کلی آزمایش

اجرای عملی مدارهای تقویت‌کننده ساده سیگنال کوچک



هدف‌های رفتاری

پس از پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رودکه:

۱- به سؤال‌های نظری کارگاهی آزمایش شماره‌ی (۴) پاسخ دهد.
۲- مدار تقویت‌کننده امیتر مشترک را ببندد.
۳- نقطه کار ترانزیستور را اندازه بگیرد.
۴- مشخصات تقویت‌کننده (بهره‌ی ولتاژ، امپدانس ورودی، امپدانس خروجی و بهره‌ی جریان) را اندازه بگیرد.
۵- اثر خازن بای‌پاس امیتر را بر کار تقویت‌کننده مشاهده کند.
۶- اثر تغییرات دامنه و فرکانس سیگنال ورودی را برکار تقویت‌کننده مشاهده کند.
۷- مدار تقویت‌کننده‌ی بیس مشترک را ببندد.
۸- نقطه‌ی کار ترانزیستور را اندازه‌گیری کند.
۹- مشخصات تقویت‌کننده (بهره‌ی ولتاژ، بهره‌ی جریان، امپدانس ورودی و امپدانس خروجی) را اندازه بگیرد.
۱۰- اثر خازن بای پاس بیس را برکار تقویت‌کننده مشاهده کند.
۱۱- اثر تغییرات دامنه و فرکانس سیگنال ورودی را برکار تقویت‌کننده مشاهده کند.
۱۲- مدار تقویت‌کننده کلکتور مشترک را ببندد.
۱۳- نقطه‌ی‌کار ترانزیستور را اندازه‌گیری کند.
۱۴- بهره‌ی جریان، امپدانس ورودی و امپدانس خروجی تقویت‌کننده را اندازه بگیرد.
۱۵- مدار جداکننده‌ی فاز ترانزیستوری را ببندد.
۱۶- شکل موج‌های خروجی (پایه‌های کلکتور و امیتر ترانزیستور) را ترسیم نماید.
۱۷- کلیه‌ی آزمایش‌ها را با نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
۱۸- اهداف تعیین شده در حیطه‌ی عاطفی که در آزمایش (۱) آمده است را اجراکند.
۱۹- گزارش‌کار مستند و دقیق بنویسد.
۲۰- به سؤال‌های الگوی پرسش پاسخ دهد.

۵-۱- اطلاعات اولیه

۵-۱-۱- انواع تقویت‌کننده‌ها از نظر تقویت سیگنال

یکی از کاربردهای ترانزیستور در مدارهای تقویت‌کننده است. تقویت‌کننده‌های ترانزیستوری قادر به تقویت ولتاژ، جریان و توان سیگنال مورد نظر هستند.با توجه به میزان تقویت‌کنندگی، تقویت کننده‌ها را به دو دسته‌ی عمده تقسیم می‌کنند.

- *تقویت‌کننده‌های سیگنال کوچک*
- *تقویت‌کننده‌های سیگنال بزرگ*

در این قسمت به بحث روی تقویت‌کننده‌های سیگنال کوچک با زبان ساده می‌پردازیم.

۵-۱-۲- انواع تقویت‌کننده‌های ترانزیستوری از نظر آرایش

تقویت‌کننده‌های سیگنال کوچک در سه نوع امیتر مشترک (CE)، کلکتور مشترک(CC) و بیس مشترک(CB) ساخته می‌شوند.

در صورتی که پایه امیتر از نظر سیگنال AC بین ورودی و خروجی مدار مشترک باشد، مدار را امیتر مشترک یا CE می‌نامند. چنان‌چه پایه‌ی کلکتور از نظر AC بین ورودی و خروجی مشترک باشد، مدار کلکتور مشترک است. در صورتی که پایه بیس بین ورودی و خروجی از نظر AC مشترک باشد، مدار را بیس مشترک می‌نامند.

۵-۲- نکات ایمنی

۵-۲-۱- کلیه‌ی نکات ایمنی ارائه شده در

آزمایش‌هـــای قبل را مجدداً مرور کنید و آن‌ها را در مراحل اجرای این آزمایش به کار ببرید.

۵-۲-۲- قبـــل از اجرای آزمایـــش کلیه‌ی قطعات به خصوص ترانزیســـتورها را مورد آزمایـــش قرار دهید و از سلامت آن‌ها اطمینان حاصل کنید.

۵-۲-۳- قبل از شروع آزمایش دستگاه‌ها و تجهیزات را بررســـی و آزمایش کنید تا در خلال اجـــرای آزمایش با مشکل مواجه نشوید.

۵-۲-۴- هنگام بســـتن مدار روی بردبُرد سعی کنید مدار را به گونه‌ای ببندید که امکان دسترسی به قسمت‌های مختلف برای عیب‌یابی و اجرای آزمایش وجود داشته باشد.

۵-۳- اجـــرای آزمایش‌هـــا بـــه صورت نرم‌افزاری

توجه کنید

پاســـخ مواردی که با ستاره مشخص شده است را باید در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشـــگاهی (جـــلد دوم کتاب کارگاه و آزمایشـــگاه الکترونیک) درج نمایید.

★۵-۳-۱- هـــدف کلـــی آزمایـــش را در کتـــاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشـــگاهی بنویسید. هنرجویان عزیز به مدارهای شبیه‌سازی شده که توسط معلم نمایش داده می‌شود توجه نمایند و نحوه‌ی شبیه‌سازی را فرابگیرند.

۵-۳-۲- بـــا مراجعه به جلد دوم کتاب آزمایشـــگاه مجازی، ابتدا نرم‌افزار مولتی‌سیم را روی کامپیوتر خود نصب کنید، سپس اقدام به شبیه‌ســـازی مدارهای مورد آزمایش بنمایید.

★۵-۳-۳- نقشه‌ی چاپ شـــده‌ی حداقل یکی از مدارهایی را که شبیه‌سازی کرده‌اید، در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی و در محل تعیین شده بچسبانید.

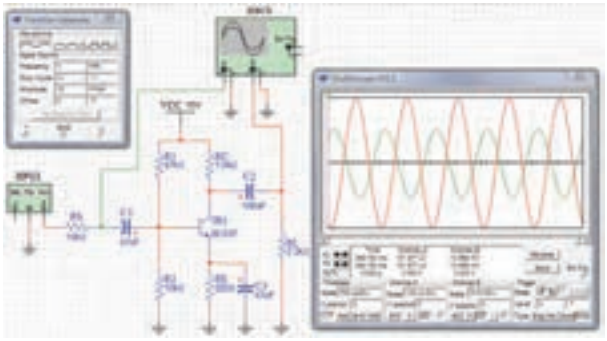
★۵-۳-۴- مختصـــات نقطـــه‌ی‌کار مدارهـــای شبیه‌سازی شده را بنویسید.

★۵-۳-۵- تصویر سیگنال ورودی و خروجی مدار امیتر مشـــترک شبیه‌سازی شـــده را در محل تعیین شده بچسبانید.

★۵-۳-۶- فایل‌هـــای نرم‌افزاری تهیه شـــده را در یک CD ذخیره کنید و تحویل مربی خود دهید.

★۵-۳-۷- مراحل اجرای شبیه‌ســـازی را به طور خلاصه شرح دهید.

۵-۳-۸- در شکل ۵-۱ یک نمونه مدار امیتر مشترک که شبیه‌سازی شده است را مشاهده می‌کنید.



شکل ۵-۱- مدار شبیه‌سازی شده

۵-۴- قطعات، مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

-اسیلوسکوپ دو کاناله	۱ دستگاه
- سیگنال ژنراتور صوتی(AF)	۱ دستگاه
- منبع تغذیه‌ی DC (صفر تا ۳۰ ولت ۱ آمپر)	۱ دستگاه
- مولتی‌متر دیجیتالی	۱ دستگاه
- بردبُرد	۱ قطعه
- ترانزیســـتور با بتای(β) ۷۵ تا ۱۰۰ کاربرد عمومی (UT) مانند BC۳۳۷ یا ۲SC۸۲۹ و ...	۱ عدد
- خازن‌هـــای ۴۷μF و ۱۰۰μF بـــا ولتـــاژ کار ۲۵ ولت از هرکدام	۲ عدد

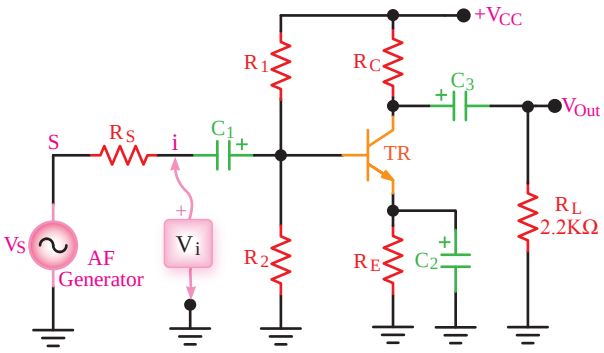
- مقاومت‌های ۴۷KΩ ،۲/۲KΩ ،۱KΩ ، ۲۲۰Ω،۱۰۰Ω
  ۶۸KΩ، و ۱۸۰KΩ با توان $\frac{۱}{۴}$W از هر کدام ۱ عدد
- مقاومت ۱۰KΩ با توان $\frac{۱}{۴}$W ۲ عدد
- پتانسیومتر ۱۰KΩ (ترجیحاً خطی) ۱ عدد
- تجهیزات، ابزار و مواد مورد نیاز

۵-۵- مراحل اجرای آزمایش

تقویت کننده‌ی امیتر مشترک

۵-۵-۱- در شکل ۵-۲ مدار تقویت‌کننده‌ی امیتر مشترک نشان داده شده است.

در این تقویت‌کننده سیگنال ورودی به امیتر اعمال می‌شود و خروجی از کلکتور ترانزیستور گرفته می‌شود.



R_S =10KΩ	R_C=1KΩ	C_1 = 47µF	TR = BC337
R_1 =47KΩ	R_E=220Ω	C_2 = 100µF	یا هرنوع ترانزیستور عمومی
R_2 =10KΩ	R_L=2.2KΩ	C_3 = 100µF	$+V_{CC}$ = 10V

شکل ۵-۲- مدار تقویت کننده ی امیتر مشترک

منبع تغذیه‌ی V_{CC} به‌وسیله‌ی دو مقاومت تقسیم‌کننده‌ی ولتاژ R_1 و R_2 ولتاژ بیس ترانزیستور را تأمین می‌کند. مقاومت‌های R_C و R_E مقاومت‌های بایاس کلکتور و امیتر ترانزیستور هستند. برای آن‌که ولتاژ متناوب روی R_E افت نکند، دو سر مقاومت R_E را به‌وسیله‌ی خازن C_2 که خازن «بای‌پاس» نام دارد، برای ولتاژ متناوب اتّصال کوتاه می‌کنیم. C_1 و C_3 نیز خازن‌های کوپلاژ هستند.

در این تقویت‌کننده، هدف از آزمایش اندازه‌گیری بهره‌ی ولتاژ، بهره‌ی جریان، امپدانس ورودی، امپدانس خروجی و اختلاف فاز بین ولتاژ ورودی و ولتاژخروجی است.

۵-۵-۲- مدار شکل ۵-۲ را روی بردبُرد ببندید. در این مرحله R_L و سیگنال ژنراتور به مدار اتصال ندارد.

۵-۵-۳- با استفاده از مولتی‌متر مشخصات نقطه‌ی‌کار مدار (V_{BE}، I_C، V_{CE}) را اندازه بگیریدو مقادیر آن را یادداشت کنید. باید تقویت‌کننده در کلاس A قرار داشته باشد؛ یعنی مقدار V_{CE} حدوداً نصف V_{CC} باشد (بین۴ تا۷ ولت قابل قبول است).

توجه کنید

در صورتی که تقویت‌کننده‌ی شما در کلاس A قرار ندارد با تغییر مقاومت‌های R_1 و R_2 نقطه‌ی‌کار را اصلاح کنید.

۵-۵-۴- سیگنال ژنراتور را روی فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم کنید و به مدار وصل کنید.

۵-۵-۵- کانال "یک" اسیلوسکوپ را به خروجی مدار متصل کنید. در این حالت مقاومت بار یعنی R_L در مدار قرار ندارد.

۵-۵-۶- دامنه‌ی سیگنال ژنراتور را آن‌قدر تغییر دهید تا دامنه‌ی سیگنال خروجی روی $۵V_{PP}$ تنظیم شود.

۵-۵-۷- بار دیگر توسط مولتی‌متر مشخصات نقطه‌ی‌کار مدار (V_{BE}، I_C، V_{CE}) را اندازه بگیرید و مقادیر آن را یادداشت کنید.

مقادیر به‌دست آمده را با مقادیر مرحله‌ی ۵-۵-۳ مقایسه کنید و نتایج را یادداشت کنید.

۵-۵-۸- با استفاده از کانال "یک" اسیلوسکوپ دامنه‌ی پیک توپیک سیگنال ورودی(V_{iPP}) را اندازه بگیرید.

۵-۵-۹- با استفاده از رابطه‌ی $A_{V۱} = \frac{V_{OPP۱}}{V_{iPP۱}}$

مقدار بهره‌ی ولتاژ مدار را در حالت بی‌باری محاسبه کنید، V_{OPP1} را ولتاژ خروجی بدون بار یا V_{ONL} (No Load) می‌نامند.

★۵-۵-۱۰- مقاومت بار R_L را به مدار متصل کنید و بهره‌ی ولتاژ مدار را در حالت بارداری از رابطه‌ی $A_{V2}=\frac{V_{OPP2}}{V_{iPP1}}$ محاسبه کنید. در این مرحله باید V_{OPP2} و V_{iPP1} مجدداً با اسیلوسکوپ اندازه‌گیری شود. مقدار V_{OPP2} را ولتاژ خروجی در حالت بارداری می‌نامند. آن‌را با V_{OFL} (Full Load) نشان می‌دهند. در ضمن قراردادن بار در مدار تأثیر چندانی در V_{iPP} ندارد.

★۵-۵-۱۱- مقادیر بهره‌های ولتاژ اندازه‌گیری شده در حالت بارداری و بی‌باری را با هم مقایسه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

★۵-۵-۱۲- با اندازه‌گیری ولتاژ دو سر بار به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ I_L را از رابطه‌ی $I_L=\frac{V_{R_L}}{R_L}$ محاسبه کنید.

★۵-۵-۱۳- ولتاژ دو سر R_S را با اسیلوسکوپ اندازه بگیرید و مقدار I_i را از رابطه‌ی زیر محاسبه کنید:

$$I_i=\frac{V_{R_S}}{R_S}=\frac{V_S-V_i}{R_S}$$

★۵-۵-۱۴- بهره‌ی جریان مدار را با استفاده از رابطه‌ی $A_I=\frac{I_L}{I_i}$ محاسبه کنید.

توجه داشته باشید که مقدار $\beta_{DC}=\frac{I_C}{I_B}$ و $hfe=\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$ توسط کارخانه‌ی سازنده در شرایط معین تعریف می‌شود. حال اگر به ترانزیستوری که در شرایط DC بایاس شده است، سیگنالی AC اعمال کنیم و در خروجی آن باری (مثلاً بلندگو) قرار دهیم، این حالت را حالت AC ترانزیستور می‌نامیم. در این شرایط بهره‌ی جریان مدار از نسبت جریان عبوری از بار (I_L) به جریان ورودی مدار (I_i) به‌دست می‌آید که آن را با A_I نمایش می‌دهند. با توجه به اینکه I_L با تغییر بار تغییر می‌کند، مقدار A_I نیز با تغییر بار تغییر می‌نماید. بنابراین باید در اندازه‌گیری‌ها و محاسبات، مقدار β_{DC} یا hfe را از A_I تمیز دهیم و توجه کنیم که β_{DC} و hfe کاملاً متفاوت با A_I است.

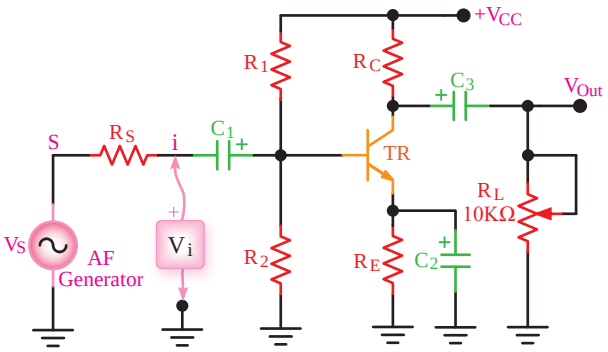
★۵-۵-۱۵- با اندازه‌گیری مقادیر V_i و I_i مقاومت ورودی تقویت‌کننده را با استفاده از رابطه‌ی $R_i=\frac{V_i}{I_i}$ اندازه بگیرید.

★۵-۵-۱۶- با اندازه‌گیری ولتاژ خروجی بدون بار (V_{ONL}) و نیز ولتاژ خروجی با بار (V_{OFL}) و با استفاده از فرمول زیر مقاومت خروجی تقویت‌کننده را محاسبه کنید.

$$R_O=\frac{V_{ONL}-V_{OFL}}{V_{OFL}}\times R_L$$

۵-۵-۱۷- به جای مقاومت R_L طبق شکل ۵-۳ یک پتانسیومتر ۱۰KΩ قرار دهید.

۵-۵-۱۸- مقدار پتانسیومتر را تغییر دهید تا ولتاژ خروجی به اندازه‌ی نصف ولتاژ در حالت بی‌باری یعنی $\frac{V_{ONL}}{2}$ شود.



شکل ۵-۳- قرار دادن پتانسیومتر به جای R_L

★۵-۵-۱۹- مقاومت پتانسیومتر را بدون این‌که تغییر دهید اندازه بگیرید. این مقاومت برابر با مقاومت خروجی تقویت‌کننده است. چرا؟ شرح دهید.

★۵-۵-۲۰- مقدار مقاومت خروجی به‌دست آمده

در مرحله‌ی ۱۹-۵-۵ را با مقدار مقاومت خروجی به‌دست آمده در مرحله‌ی ۱۶-۵-۵ مقایسه کنید و درباره‌ی آن توضیح دهید.

۲۱-۵-۵- اسیلوسکوپ را روی حالت دو کاناله قرار دهید و CH۱ را به ورودی و CH۲ را به خروجی متصل کنید. در این حالت R_L در مدار قرار دارد.

۲۲-۵-۵- اسیلوسکوپ را به‌گونه‌ای تنظیم کنید که حدوداً دو سیکل کامل روی صفحه ظاهر شود.

۲۳-۵-۵- شکل موج خروجی و ورودی را با مقیاس مناسب و در نظر گرفتن اختلاف فاز در نمودار ۱-۵ ترسیم کنید.

نکته‌ی مهم

هنگام مشاهده‌ی شکل موج خروجی و ورودی دقت کنید تا اسیلوسکوپ روی CH Invert نباشد. زیرا اگر روی این تنظیم قرار گیرد اختلاف فاز را نشان نمی‌دهد.

۲۴-۵-۵- مقدار زاویه‌ی اختلاف فاز را با توجه به شکل موج ترسیم شده در مرحله‌ی ۲۳-۵-۵ محاسبه کنید.

۲۵-۵-۵- در شکل ۲-۵ در حالتی که مقاومت بار R_L (۲/۲ کیلو اُهم) به خروجی اتصال دارد، خازن بای‌پاس C_2 را جدا کنید.

۲۶-۵-۵- با استفاده از اسیلوسکوپ دو کاناله، مقدار A_{V3} مدار را درحالتی که خازن بای‌پاس در مدار قرار ندارد اندازه بگیرید.

۲۷-۵-۵- مقدار A_{V4} به‌دست آمده در حالتی که خازن بای‌پاس در مدار قرار ندارد را با A_{V2} مقایسه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۲۸-۵-۵- نتایج به‌دست آمده را در جدول ۱-۵ یادداشت کنید و درباره‌ی آن‌ها توضیح دهید.

۲۹-۵-۵- خازن بای‌پاس را دوباره در مدار قرار دهید.

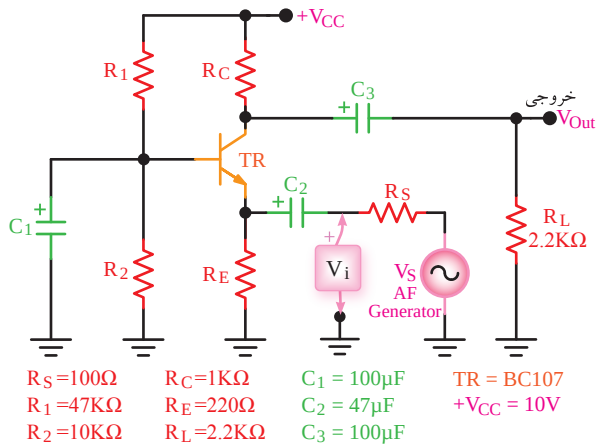
۳۰-۵-۵- مقدار فرکانس سیگنال ژنراتور را افزایش دهید و اثر آن را روی شکل موج خروجی مشاهده کنید و درباره‌ی آن توضیح دهید.

۳۱-۵-۵- فرکانس را مجدداً روی ۱KHz بگذارید و دامنه‌ی ورودی را افزایش دهید. اثر آن را روی شکل موج خروجی مشاهده کنید و در مورد آن توضیح دهید.

تقویت‌کننده‌ی بیس مشترک

۳۲-۵-۵- در شکل ۴-۵ مدار تقویت‌کننده‌ی بیس مشترک را ملاحظه می‌کنید.

در این تقویت‌کننده سیگنال ورودی را به امیتر می‌دهیم و سیگنال تقویت‌شده را از کلکتورِ ترانزیستور دریافت می‌کنیم. خازن C_1 پایه‌ی بیس را از نظر AC به زمین بای‌پاس می‌کند. در این آزمایش هدف کلی بررسی بهره‌ی ولتاژ، بهره‌ی جریان، مقاومت ورودی، مقاومت خروجی و اختلاف فاز در تقویت‌کننده‌ی بیس مشترک است.



شکل ۴-۵- تقویت‌کننده‌ی بیس مشترک

۳۳-۵-۵- مدار شکل ۴-۵ را روی بردبُرد ببندید

و نقطه‌ی کار DC آن را اندازه بگیرید. شکل مدار را رسم کنید.

۵-۵-۳۴- سیگنال ژنراتور را روی فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم نمایید.

۵-۵-۳۵- اسیلوسکوپ را به خروجی مدار وصل کنید (در این حالت باری به مدار وصل نیست). دامنه‌ی سیگنال ورودی را آن‌قدر تغییر دهید تا دامنه‌ی سیگنال خروجی روی $5V_{PP}$ تنظیم شود.

★۵-۵-۳۶- دامنه‌ی سیگنال ورودی و خروجی را اندازه بگیرید(V_{iPP} و V_{OPP}) و یادداشت کنید.

★۵-۵-۳۷- با استفاده از رابطه‌ی $A_{V1}=\frac{V_{OPP1}}{V_{iPP1}}$ مقدار بهره‌ی ولتاژ را محاسبه کنید.

۵-۵-۳۸- مقاومت بار R_L=۲/۲KΩ را به خروجی مدار وصل کنید.

★۵-۵-۳۹- با اندازه‌گیری مقدار ولتاژ خروجی در حالت بارداری (V_{OFL}) مقدار بهره‌ی ولتاژ را محاسبه کنید.

★۵-۵-۴۰- ولتاژ دو سر بار R_L را اندازه بگیرید و مقدار جریان عبوری از R_L را محاسبه کنید.

★۵-۵-۴۱- ولتاژ V_S و V_i را اندازه بگیرید و مقدار ولتاژ دو سر R_S را از رابطه‌ی $V_{RS}=V_S-V_i$ محاسبه کنید.

★۵-۵-۴۲- با استفاده از مقادیر V_{RS} و R_S مقدار جریان ورودی (I_i) را از رابطه‌ی $I_i=\frac{V_{RS}}{R_S}$ محاسبه کنید.

★۵-۵-۴۳- با استفاده از رابطه‌ی $A_I=\frac{I_L}{I_i}$ مقدار بهره‌ی جریان را محاسبه کنید.

★۵-۵-۴۴- با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی V_i و I_i مقدار مقاومت ورودی تقویت‌کننده‌ی بیس مشترک را محاسبه کنید.

★۵-۵-۴۵- با اندازه‌گیری ولتاژ خروجی در حالت بدون بار و ولتاژ خروجی در حالت با بار، و با استفاده از فرمول زیر مقاومت خروجی تقویت‌کننده را محاسبه کنید.

$$R_O=\frac{V_{ONL}-V_{OFL}}{V_{OFL}}\times R_L$$

۵-۵-۴۶- به‌جای مقاومت بار ۲/۲ کیلواهمی یک پتانسیومتر ۱۰ کیلواهمی قرار دهید (پایه‌ی وسط پتانسیومتر و یکی دیگر از پایه‌ها به مدار وصل می‌شود).

۵-۵-۴۷- پتانسیومتر را به‌گونه‌ای تنظیم کنید که ولتاژ دو سر آن برابر با $\frac{V_{ONL}}{2}$ شود.

★۵-۵-۴۸- پتانسیومتر را از مدار جدا کنید و بدون آن‌که آن را تغییر دهید، مقاومت متصل شده به جای بار را اندازه بگیرید. این مقاومت همان مقاومت خروجی تقویت‌کننده است. درباره‌ی آن توضیح دهید.

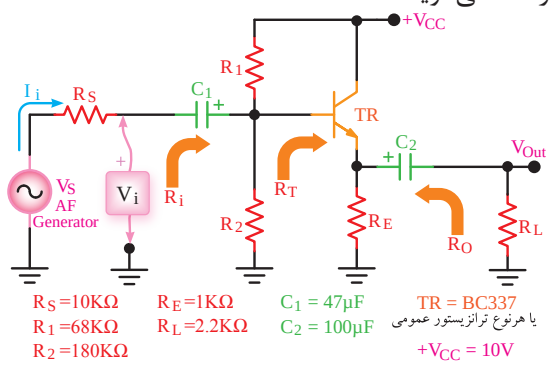
★۵-۵-۴۹- به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج خروجی و ورودی را با مقیاس مناسب در نمودار ۲-۵ رسم کنید؛ سپس اختلاف فاز بین موج خروجی و ورودی را اندازه بگیرید (در این حالت مقاومت بار در مدار قرار دارد).

★۵-۵-۵۰- نتایج به‌دست آمده را در جدول ۲-۵ یادداشت کنید و در مورد آن توضیح دهید.

تقویت‌کننده‌ی کلکتور مشترک

★۵-۵-۵۱- در شکل ۵-۵ مدار یک تقویت‌کننده‌ی کلکتور مشترک نشان داده شده است.

در این تقویت‌کننده سیگنال ورودی به دیود بیس کلکتور اعمال می‌گردد و سیگنال خروجی از امیتر کلکتور دریافت می‌شود؛ یعنی، پایه‌ی کلکتور بین ورودی و خروجی مشترک است، از این‌رو به این تقویت‌کننده «کلکتور مشترک» می‌گویند.



شکل ۵-۵- تقویت‌کننده‌ی کلکتور مشترک

توجه داشـــته باشـــید که منبع تغذیه‌ی DC از نظر ولتاژ متناوب اتّصال کوتاه اســـت؛ در نتیجه، کلکتور از نظر ولتاژ متنـــاوب به زمین وصل می‌شـــود. مقاومت‌های R_1 و R_2 تقسیم‌کننده‌ی ولتاژ هســـتند و ولتاژ بیس را تأمین می‌کنند.

در ایـــن آزمایش هدف کلی به دســـت‌آوردن بهره‌ی ولتاژ، بهره‌ی جریان، مقاومـــت ورودی، مقاومت خروجی و اختلاف فاز تقویت‌کننده‌ی کلکتور مشـــترک اســـت. شکل مدار کلکتور مشترک را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.

۵-۵-۵۲- مدار شکل ۵-۵ را روی بردبُرد ببندید و نقطه‌ی‌کار آن را اندازه بگیرید.

۵-۵-۵۳- ســـیگنال ژنراتـــور را روی فرکانـــس ۱۰۰۰هرتز تنظیم نمایید.

۵-۵-۵۴- اسیلوســـکوپ را بـــه خروجی مدار وصل کنیـــد (در این حالت باری به مدار وصل نیســـت)، دامنه‌ی ســـیگنال ورودی را آن‌قدر تغییر دهید تا دامنه‌ی سیگنال خروجی روی $5V_{PP}$ تنظیم شود.

۵-۵-۵۵- دامنه‌ی سیگنال ورودی تقویت‌کننده را انـــدازه بگیرید(V_{iPP})، و بهـــره‌ی ولتاژ مدار را از رابطه‌ی $A_V = \frac{V_{OPP}}{V_{iPP}}$ محاسبه کنید.

۵-۵-۵۶- مقاومت بار R_L=۲/۲KΩ را به خروجی مدار وصل نمایید.

۵-۵-۵۷- با اندازه‌گیری ولتاژ دو ســـر بار، مقدار I_L را از رابطه‌ی $I_L = \frac{V_{RL}}{R_L}$ محاسبه کنید.

۵-۵-۵۸- ولتاژ دو ســـر R_S را انـــدازه بگیرید؛ سپس مقدار I_i را از رابطه‌ی $I_i = \frac{V_{RS}}{R_S}$ محاسبه کنید.

۵-۵-۵۹- بـــا اســـتفاده از رابطه‌ی $A_I = \frac{I_L}{I_i}$ و مقادیر اندازه‌گیری شـــده‌ی I_L و I_i مقدار بهره‌ی جریان را اندازه بگیرید.

۵-۵-۶۰- با اندازه‌گیـــری V_i و جریان ورودی I_i مقاومـــت ورودی تقویت‌کننـــده را از رابطه‌ی $R_i = \frac{V_i}{I_i}$ محاسبه کنید.

۵-۵-۶۱- با اندازه‌گیری ولتاژ خروجی بدون بار و نیز ولتاژ خروجی با بار، و با استفاده از فرمول زیر، مقاومت خروجی تقویت‌کننده را محاسبه کنید:

$$R_O = \frac{V_{ONL} - V_{OFL}}{V_{OFL}} \times R_L$$

۵-۵-۶۲- به‌وســـیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج ورودی و خروجـــی را در نمودار ۳-۵ رســـم کنید، ســـپس اختلاف فاز بین موج خروجی و ورودی (φ) را اندازه بگیرید. در این حالت مقاومت بار در مدار قرار دارد.

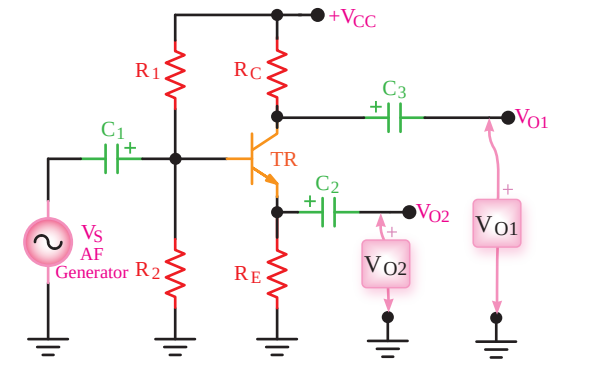
درباره‌ی مقدار اختلاف فاز ایجاد شده بحث کنید.

۵-۵-۶۳- نتایج به‌دست آمده در این آزمایش را در جدول ۳-۵ بنویسید و در مورد آن بحث کنید.

۵-۵-۶۴- مقادیر کمیت‌های A_V، A_i، R_i، R_O و φ را برای تقویت‌کننده‌های امیتر مشترک، بیس مشترک و کلکتور مشترک در جدول ۴-۵ خلاصه کنید و آن‌ها را با هم مقایسه نمایید و توضیح دهید.

۵-۵-۶۵- مدار جداکننده‌ی فاز شـــکل ۶-۵ را روی بردبُرد ببندید. مدار را در دفتر گزارش‌کار رسم کنید.

۵-۵-۶۶- نقطه‌ی‌کار DC مدار را اندازه بگیرید و از صحت کار مدار اطمینان حاصل کنید.



شکل ۶-۵- مدار جداکننده‌ی فاز

۵-۵-۶۷- سیگنال ژنراتور AF را روی ۱۰۰۰هرتز قرار دهید.

۵-۵-۶۸- اسیلوسکوپ را به خروجی V_{O_1} وصل کنید و دامنه‌ی سیگنال ژنراتورAF را در حدی تغییر دهید که در خروجی $3V_{PP}$ ظاهر شود.

۵-۵-۶۹- کانال دیگر اسیلوسکوپ را به خروجی V_{O_2} وصل کنید و شکل موج خروجی‌های V_{O_1} و V_{O_2} را با مقیاس مناسب و فاز صحیح و دو رنگ مختلف در نمودار ۵-۴ رسم کنید.

۵-۵-۷۰- شکل موج خروجی‌های V_{O_1} و V_{O_2} را از نظر دامنه و فاز با هم مقایسه کنید.آیا دامنه و فاز هر دو یکسان است؟ شرح دهید.

۵-۵-۷۱- آیا مدار مورد آزمایش یک مدار جداکننده‌ی فاز است؟ شرح دهید.

۵-۶- نتایج آزمایش

آن‌چه را که در این آزمایش اجرا کرده‌اید به‌طور خلاصه جمع‌بندی کنید.

الگوی پرسش

۵-۷- الگوی پرسش

۵-۷-۱- در شکل ۵-۲ در صورتی که خازن C_2 از مدار خارج شود چه تغییری در بهره‌ی ولتاژ پیش می‌آید؟ چرا؟ شرح دهید.

۵-۷-۲- کاربرد تقویت‌کننده‌ی امیتر مشترک را شرح دهید.

۵-۷-۳- فرمول محاسبه‌ی R_O را ثابت کنید.

۵-۷-۴- در محاسبه‌ی R_O چرا وقتی ولتاژ دو سر پتانسیومتر نصف مقدار V_{ONL} می‌شود، مقاومت پتانسیومتر همان R_O است؟ اثبات کنید.

۵-۷-۵- با توجه به جدول ۵-۴ هر یک از تقویت‌کننده‌های CE، CB و CC چه کاربردی می‌توانند داشته باشند؟

۵-۷-۶- در مدار جداکننده‌ی فاز شکل ۵-۶ به چه دلیل دامنه‌ی ولتاژها در خروجی‌های V_{O_1} و V_{O_2} یکسان ولی فاز آن‌ها مخالف است؟

ارزش‌یابی

۵-۸- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

پس از انجام آزمایش و کامل کردن دفتر گزارش‌کار نتیجه‌ی ارزش‌یابی را مورد مطالعه قرار دهید و نقاط ضعف خود را بر طرف نمایید.

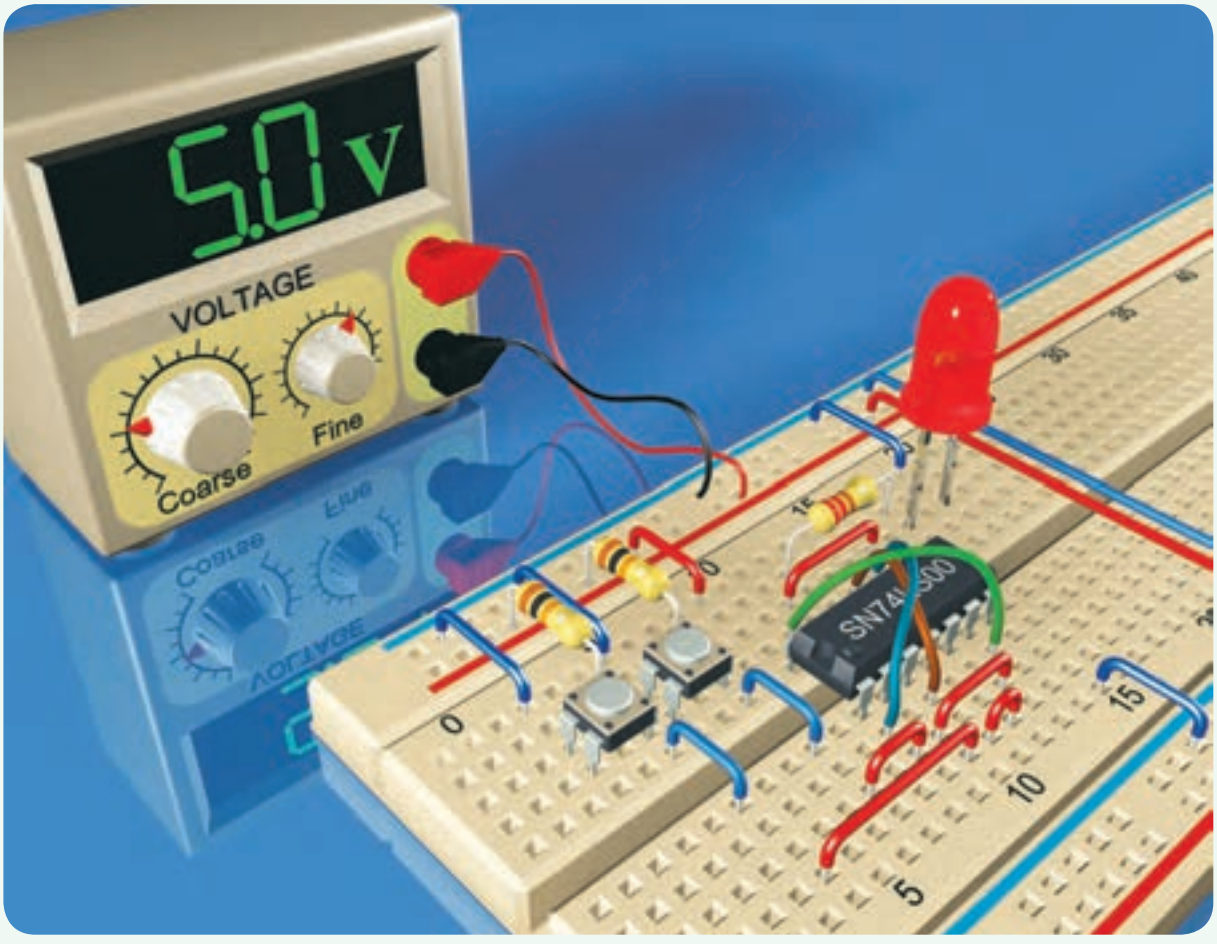
آزمایش شماره‌ی ۶

زمان اجرا ۱۶ ساعت آموزشی

دروازه‌های منطقی

هدف کلی آزمایش

بررسی عملی دروازه‌های منطقی پایه



هدف‌های رفتاری در پایان اجرای این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رودکه:

۱- به سؤال‌های نظری کارگاهی آزمایش شماره‌ی (۵) پاسخ دهد.
۲- مدارهای دیودی AND و OR را ببندد.
۳- جدول درستی آن‌ها را تجزیه و تحلیل کند.
۴- مدار ترانزیستوری گیت NOT را ببندد.
۵- مشخصات جدول صحت گیت NOT را تجزیه و تحلیل کند.
۶- تراشه‌های ۷۴۰۸ (AND) و ۷۴۳۲ (OR) و۷۴۰۴ (NOT) را تشریح کند.
۷- مدارهای کلیدی AND، OR و NOT را ببندد.
۸- جدول صحت گیت‌های بسته شده را به دست آورد.
۹- ظرفیت ورودی دروازه‌های پایه را افزایش دهد (به صورت عملی).
۱۰- اتحادهای اساسی منطقی را به کمک دروازه‌های پایه چند نمونه تراشه اجراکند.
۱۱- اثر ورودی‌های باز را بر خروجی دروازه‌های OR و AND تحلیل کند.
۱۲- قضایای شرکت‌پذیری، جابه‌جایی و توزیع‌پذیری را با استفاده از دروازه‌های OR وAND تحلیل کند (به صورت عملی و نظری).
۱۳- پایه‌های تراشه‌های صنعتی ۷۴۰۰ و۷۴۰۲ را مشخص کند.
۱۴- مشخصات فنی تراشه‌های ۷۴۰۰ و ۷۴۰۲ را با استفاده از Data Sheet به دست آورد.
۱۵- مدارهای NAND و NOR را با استفاده از تراشه‌های مختلف ببندد.
۱۶- جدول صحت دروازه‌های منطقی NAND و NOR را تجزیه و تحلیل کند.
۱۷- به کمک دروازه‌های NAND، دروازه‌های AND و OR و NOT را بسازد.
۱۸- به کمک دروازه‌های NOR، دروازه‌های AND و OR و NOT را بسازد.
۱۹- تابع «یای انحصاری» را اجرا کند.
۲۰- تابع یای انحصاری (EX-OR) را با گیت NAND اجرا کند.
۲۱- جدول صحت EX-OR را تحلیل کند.
۲۲- توابع ساده‌ی منطقی را در فرم NAND-NAND اجرا کند.
۲۳- کلیه‌ی آزمایش‌های مربوط به این قسمت را با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
۲۴- اهداف تعیین شده در حیطه‌ی عاطفی که در آزمایش (۱) آمده است را اجرا کند.
۲۵- گزارش‌کار مستند و دقیق بنویسد.
۲۶- به سؤال‌های الگوی پرسش پاسخ دهد.

۱-۶- اطلاعات اوّلیه

مدارهای دیجیتال، ترکیبی از یک سری مدارهای الکترونیکی هستند که بین دو حدّ تعریف شده‌ی منطقی «صفر و یک» کار می‌کنند. این مدارها مانند همه‌ی سیستم‌های منطقی،تابع قوانین جبر بول هستند.

جبر بول نوعی دستگاه ریاضی است که براساس متغیرهایی بنا شده است که دارای دو حالت ممکن هستند. بسیاری از این مسائل را می‌توان با متغیرهای دو حالته توصیف کرد؛ برای مثال، «هوا بارانی است» یا «هوا بارانی نیست». «لامپ روشن است» یا «لامپ خاموش است». در اکثر حالت‌ها یک وضعیت، وارون وضعیت دیگر است.

تئوری منطقی نیز مربوط به متغیرهایی است که دو حالت ممکن دارند؛ بدین ترتیب که موضوع را می‌توان با استفاده از یکی از حالت‌های درست یا غلط تعریف کرد. ارتباط بین این دو حالت تابع قوانینی است و این قوانین را

دانشمند انگلیسی به نام «جورج بول» براساس یک قاعده‌ی ریاضی بیان کرده است و به همین دلیل این سیستم به نام جبر بول شهرت یافته است.

در جبـــر بول دو حالتِ یک متغیر را با دو رقم «۰» و «۱» نشان می‌دهند.

متغیرهای بول را می‌توان با حروف A، B و ... نمایش داد؛ برای نمونه، اگر یک متغیر را با حرف A نشان دهیم، A می‌تواند مســـاوی «۰» یا مســـاوی «۱» باشد. در جبر بول عملیات ممکن بین متغیرها، به وســـیله‌ی قوانین ســـاده‌ای نظم داده می‌شوند، این متغیرها در جبر بول فقط دارای دو مقدار «۰» و «۱» هستند؛ از این‌رو، تعداد حالات ممکن در عملیات جبری محدود اســـت و می‌توان آن‌ها را در جدولی که به آن «جدول صحّـــت» می‌گویند، خلاصه کرد. در این بخش با دروازه‌های منطقی پایه به‌طور عملی آشنا می‌شوید.

۲-۶- نکات ایمنی

۱-۲-۶- کلیه‌ی نکات ایمنی گفته شده در آزمایش یک را مجدداً مرور کنید و آن‌ها را در فرآیند اجرای آزمایش به کار ببرید.

۲-۲-۶- نکات ایمنی ذکر شـــده در آزمایش‌های ۳ و۴ را مجـــدداً مطالعه کنید و آن‌ها را هنگام اجرای آزمایش به کار ببرید.

۳-۲-۶- برای این‌که آزمایش‌های شـــما کاملاً قابل اجرا باشد و پاســـخ دهد، حتماً آی‌سی‌ها را روی سوکت که دارای پین‌هِدِر است نصب کنید.

۴-۲-۶- هنگام جازدن آی‌ســـی در داخل ســـوکت مراقب پایه‌های آن باشید تا خم نشوند.

۵-۲-۶- هنـــگام بیرون آوردن آی‌ســـی از ســـوکت از ابزار مخصوص بیرون آوردن آی‌ســـی که «آی‌سی‌کِش» نامیده می‌شود اســـتفاده کنید. در شکل ۱-۶ چند نمونه از این ابزارها را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱-۶- چند نمونه ابزار بیرون آوردن و نصب آی‌سی روی سوکت

۲-۲-۶- برخی از آی‌ســـی‌ها به بار الکترواســـتاتیک حساس هستند و در اثر تماس دست آسیب می‌بینند. در این شرایط از دست‌بند مخصوص اتصال زمین استفاده کنید.

۳-۶- اجرای نرم‌افزاری آزمایش

توجه کنید

مواردی که با علامت ★ مشـــخص شده است را در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی (جلد دوم کارگاه الکترونیک عمومی) درج نمایید.

★۱-۳-۶- هـــدف کلـــی آزمایـــش را در کتـــاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

۲-۳-۶- به مدارهای شبیه‌ســـازی شـــده که توسط مربی کارگاه ارائه می‌شود به‌طور دقیق توجه کنید و نحوه‌ی شبیه‌سازی را یاد بگیرید.

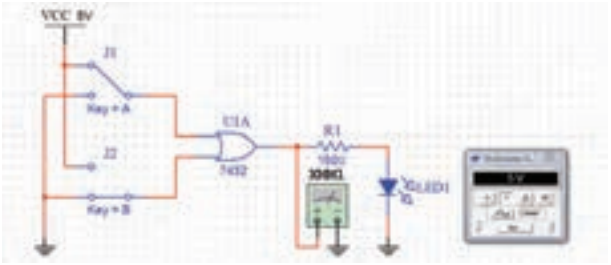
نکته‌ی مهم

اجـــرای نرم‌افزار در خـــارج از محیط کارگاه و به عنوان تکلیف منزل صورت می‌گیرد.

۶-۳-۳- با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم مدارها را شبیه‌ســـازی کنید و نقشه‌ی مدار شبیه‌سازی شده‌ی یک گیت AND با دو ورودی را در محل تعیین شده بچسبانید.

۶-۳-۴- فایل مدار شبیه‌ســـازی شده را در یک لوح فشرده ذخیره کنید و تحویل مربی کارگاه دهید.

۶-۳-۵- در شـــکل ۶-۲ یک نمونه مدار شبیه‌سازی شده با مولتی‌سیم را مشاهده می‌کنید.



شکل ۶-۲- یک نمونه مدار شبیه‌سازی شده‌ی گیت OR

۶-۴- قطعات، مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

- آی‌سی ۷۴۰۰ — ۱ عدد
- آی‌سی ۷۴۰۲ — ۱ عدد
- آی‌سی ۷۴۰۴ — ۱ عدد
- آی‌سی ۷۴۰۸ — ۱ عدد
- آی‌سی ۷۴۳۲ — ۱ عدد
- آی‌سی ۷۴۸۶ — ۱ عدد
- دیود نوردهنده‌ی قرمز — ۲ عدد
- مقاومت‌های ۱۵۰Ω و ۱KΩ با توان $\frac{۱}{۴}$W — ۲ عدد
- منبع تغذیه‌ی ثابت ۵ ولت — ۱ دستگاه
- دستگاه مولد موج مربعی (پالسر Pulser) — ۱ دستگاه
- دستگاه Logic Probe — ۱ دستگاه
- شـــستی فـشـــاری NO (در حـــالت طبیعی بـــاز = Normally Open) یا کلید یک پل کوچک مینیاتور — ۳ عدد
- دیود ۱N۴۰۰۱ — ۲ عدد
- بردبُرد — ۱ قطعه
- تجهیزات ابزار و مواد عمومی

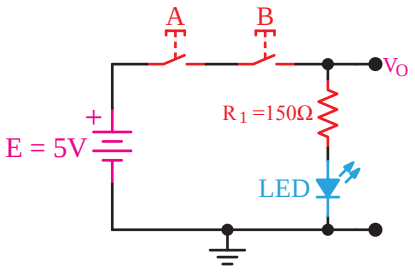
نکته‌ی مهم

در صورتـــی که منبع تغذیه، دســـتگاه پالســـر و دستگاه Logic Probe را در اختیار ندارید می‌توانید به ضمیمـــه‌ی همین آزمایش مراجعه کنید و آن‌ها را بسازید.

۶-۵- مراحل اجرای آزمایش

مدارهای کلیدی دروازه‌های منطقی

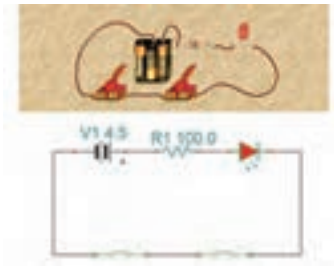
۶-۵-۱- مدار شکل ۶-۳ را روی بردبُرد ببندید. سپس شکل مدار را ترسیم کنید.



شکل ۶-۳- مدار کلیدی یک نمونه گیت

در شـــکل ۶-۴ مدار شـــکل ۶-۳ را که بـــا نرم‌افزار

ادیسون شبیه‌سازی شده است ملاحظه می‌کنید.

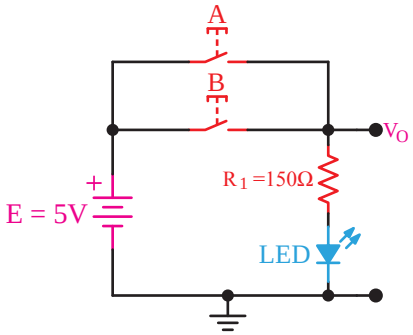


شکل ۴-۶- مدار شبیه‌سازی شده با نرم‌افزار ادیسون

۶-۵-۲- کلیدهای (شستی‌ها) A و B را مطابق جدول ۱-۶ تغییر دهید و سپس جدول را کامل کنید.

۶-۵-۳- با توجه به اطلاعاتی که در مورد گیت‌های دیجیتالی کسب کرده‌اید نام گیت را بنویسید و در مورد آن توضیح دهید و جدول صحت آن را رسم کنید.

۶-۵-۴- مدار شکل ۵-۶ را روی بردبُرد ببندید، سپس شکل آن را ترسیم کنید.



شکل ۵-۶- مدار کلیدی نمونه‌ی دیگری از گیت‌های دیجیتالی

در شکل ۶-۶ مدار شبیه‌سازی شده‌ی شکل ۵-۶ را با نرم‌افزار ادیسون مشاهده می‌کنید.

نکته‌ی عملی

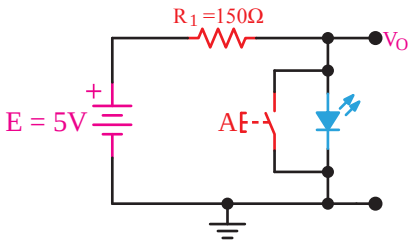
برای اتصال کلیدها (یا شستی‌ها) به بردبُرد از فیبر سوراخ‌دار و پین‌هدر استفاده کنید و برای آن‌ها سوکت بسازید. در صورتی که این امر امکان‌پذیر نبود به پایه‌های کلید سیم تلفنی لحیم کنید.

شکل ۶-۶- مدار شبیه‌سازی شده با نرم‌افزار ادیسون

۶-۵-۵- کلیدهای A و B را مطابق جدول ۲-۶ در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی تغییر دهید، سپس جدول را کامل کنید.

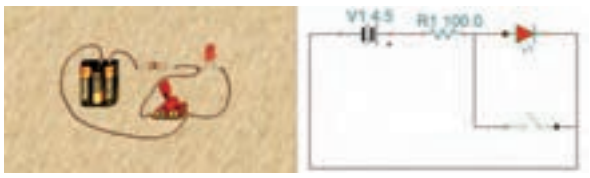
۶-۵-۶- با توجه به اجرای مرحله‌ی ۵-۵-۶ مدار مورد آزمایش با کدام یک از گیت‌های دیجیتالی مشابهت دارد؟ نام گیت را بنویسید و در مورد آن توضیح دهید و جدول صحت آن را رسم کنید.

۶-۵-۷- مدار شکل ۷-۶ را روی بردبُرد ببندید. سپس نقشه‌ی مدار را مجدداً ترسیم کنید. توجه داشته باشید که در این مدار ولتاژ دو سر LED در حالت روشن برابر با تراز یک فرض شده است.



شکل ۷-۶- مدار کلیدی نمونه‌ی دیگری از گیت دیجیتالی

مدار شبیه‌سازی شده‌ی شکل ۷-۶ را با نرم‌افزار ادیسون در شکل ۸-۶ ملاحظه می‌کنید.



شکل ۸-۶- مدار شبیه‌سازی شده‌ی شکل ۷-۶ با نرم‌افزار ادیسون

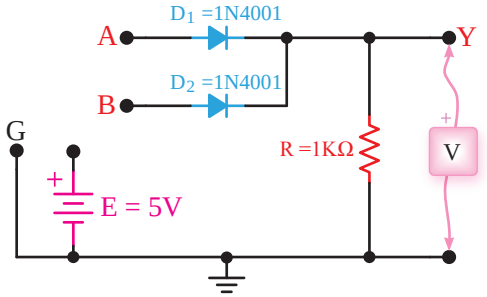
۶-۵-۸- وضعیت کلید A را در شکل ۶-۷ مطابق جدول ۶-۳ در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی تغییر دهید، سپس جدول را کامل کنید.

۶-۵-۹- مدار کلیدی ۶-۷ معادل چه گیتی عمل می‌کند؟ جدول صحت مدار را بنویسید و در مورد آن توضیح دهید.

۶-۵-۱۰- آیا می‌توان مدارهای شکل ۶-۳، ۶-۵ و ۶-۷ را به عنوان گیت‌های AND، OR و NOT در نظر گرفت؟ درباره‌ی آن توضیح دهید.

دروازه‌های منطقی با استفاده از دیود و ترانزیستور

۶-۵-۱۱- مدار شکل ۶-۹ که یک دروازه‌ی منطقی OR است را روی بردبُرد ببندید. سپس نقشه‌ی مدار را مجدداً ترسیم کنید.

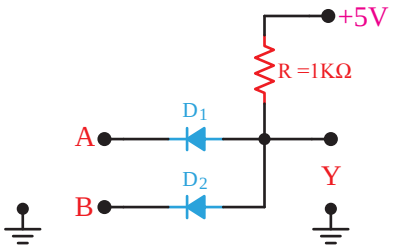


شکل ۶-۹- دروازه‌ی منطقی OR

۶-۵-۱۲- با اعمال ولتاژ به ورودی‌های دیودهای D_1 و D_2 به صورت جداگانه و با هم ولتاژ دو سر مقاومت R را اندازه بگیرید و در جدول صحت ۶-۴ بنویسید. توجه داشته باشید که ولتاژ حدود ۴ ولت سطح High و ولتاژ صفر سطح Low در منطق مثبت است.

۶-۵-۱۳- در مورد نحوه‌ی عملکرد مدار شکل ۶-۹ توضیح دهید. آیا عملکرد این مدار مشابه عملکرد گیت OR است؟

۶-۵-۱۴- مدار شکل ۶-۱۰ را روی بردبُرد ببندید. سپس نقشه‌ی مدار را مجدداً ترسیم کنید.



شکل ۶-۱۰- مدار مربوط به پرسش ۱۴

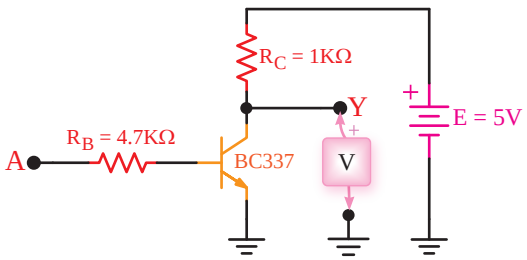
۶-۵-۱۵- با اعمال ولتاژ به ورودی‌های A و B در حالات مختلف براساس جدول صحت، ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و در جدول صحت ۶-۵ بنویسید. در مورد نحوه‌ی عملکرد این گیت توضیح دهید.

۶-۵-۱۶- نام گیت چیست و چه کاربردی دارد؟

توجه کنید

- برای اینکه ۰ منطقی به ورودی گیت داده شود ورودی را زمین کنید.
- برای اینکه ۱ منطقی به ورودی گیت داده شود، آن را به $+V_{CC}$ وصل کنید.

۶-۵-۱۷- مدار شکل ۶-۱۱ را روی بردبُرد ببندید. مدار را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.



شکل ۶-۱۱- نمونه‌ای از گیت ترانزیستوری

۶-۵-۱۸- ورودی A را به زمین وصل کنید و مقدار ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و سطح تراز ولتاژ

خروجی را تعیین کنید.

★۶-۵-۱۹- نقطـــه A را بـــه V_{CC}+ وصل کنید، یعنی تراز ولتاژ ورودی را به یک تغییر دهید. در این شرایط ولتاژ خروجی و سطح تراز خروجی را تعیین کنید.

★۶-۵-۲۰- بـــا توجـــه به مقادیر به دســـت آمده جدول شماره‌ی ۶-۶ را کامل کنید.

★۶-۵-۲۱- جـــدول صحت گیت مورد آزمایش را ترسیم کنید.

★۶-۵-۲۲- نام گیت مورد آزمایش را با ذکر دلیل بنویسید.

استفاده از Data Sheet

★۶-۵-۲۳- اطلاعات داده شده در برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۶-۱ را ترجمه کنید.

5400 / DM5400 / DM7400
Quad 2-Input NAND Gates

• *General Description*

This device contains four independent gates each of which performs the logic NAND function.

• *Features*

Alternate Military/Aerospace device (5400) is available.Contact a National Semiconductor Sales Office/Distributor for specifications.

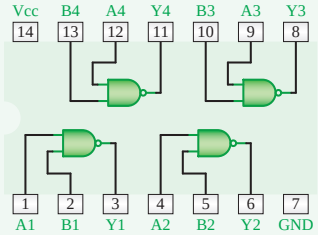
برگه‌ی اطلاعات ۶-۱

★۶-۵-۲۴- بـــا توجه به برگـــه‌ی اطلاعات ۶-۲ مشـــخصات آی‌ســـی ۷۴۰۰ را از نظر تعداد گیت و جدول صحت هر گیت توضیح دهید.

★۶-۵-۲۵- با مراجعه به برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۶-۳ مقادیر مجـــاز ماکزیمم و محدوده‌ی درجه حرارت کار آی‌ســـی ۷۴۰۰ را با توجه به جدول مشـــخص کنید. توجه داشته باشید که آی‌سی‌های سری ۷۴xx و ۵۴xx تا حدود زیادی با هم مشابهت دارند.

• *Connection Diagram*

Dual-In-Line Package



Order Number 5400DMQB, 5400FMQB, DM5400J, DM5400W or DM7400N
See NS Package Number J14A, N14A or W14B

• *Function Table*

$Y = \overline{AB}$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

H = High Logic Level
L = Low Logic Level

برگه‌ی اطلاعات ۶-۲

Absolute Maximum Ratings ***(Note)***

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	7V
Input Voltage	5.5V
Operating Free Air Temperature Range	
DM54 and 54	−55°C to +125°C
DM74	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C

Note: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the "Electrical Characteristics" table are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

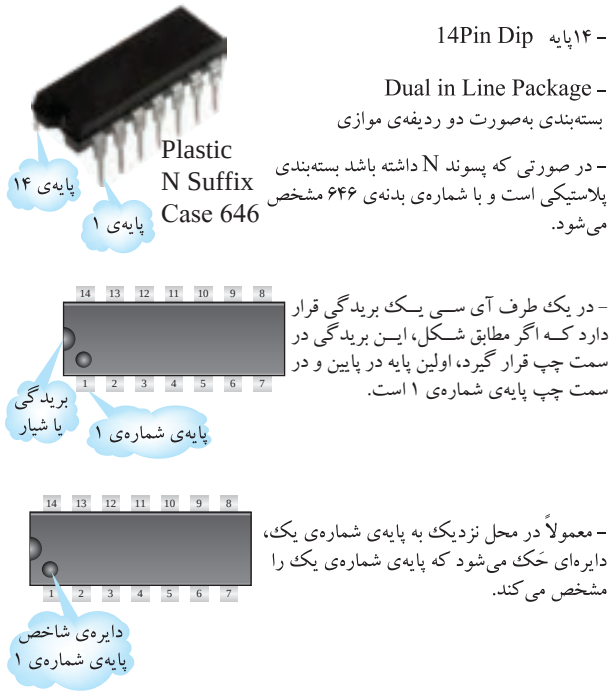
Symbol	Parameter	DM5400			DM7400			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V_{CC}	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	2			2			V
V_{IL}	Low Level Input Voltage			0.8			0.8	V
I_{OH}	High Level Output Current			−0.4			−0.4	mA
I_{OL}	Low Level Output Current			16			16	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	−55		125	0		70	°C

برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۶-۳

★۲۶-۵-۶- بـا توجه به برگه‌ی اطلاعات ۳-۶، آیا می‌توان خروجی این آی‌سی را به یک LED که جریان مورد نیاز آن ۲۵ میلی‌آمپر است متصل کرد؟ شرح دهید.

۲۷-۵-۶- در صورتی که جریان خروجی آی‌سی کمتر از جریان مورد نیاز LED باشد، می‌بایستی از یک مدار اضافی مانند مدار بافر استفاده کنید و جریان مورد نیاز را از طریق آن تأمین نمایید.

۲۸-۵-۶- در شکل ۱۲-۶ شکل ظاهری IC شماره‌ی ۷۴۰۰ و نقشه‌ی پایه‌های آن را ملاحظه می‌کنید.



- ۱۴پایه 14Pin Dip

- Dual in Line Package
بسته‌بندی به‌صورت دو ردیفه‌ی موازی

- در صورتی که پسوند N داشته باشد بسته‌بندی پلاستیکی است و با شماره‌ی بدنه‌ی ۶۴۶ مشخص می‌شود.

- در یک طرف آی سی یک بریدگی قرار دارد که اگر مطابق شکل، این بریدگی در سمت چپ قرار گیرد، اولین پایه در پایین و در سمت چپ پایه‌ی شماره‌ی ۱ است.

- معمولاً در محل نزدیک به پایه‌ی شماره‌ی یک، دایره‌ای حَک می‌شود که پایه‌ی شماره‌ی یک را مشخص می‌کند.

شکل ۱۲-۶- آی‌سی ۷۴۰۰

★۲۹-۵-۶- بـا توجه به اطلاعات داده شده در مرحله‌ی ۲۸-۵-۶ یک نمونه آی‌سی ۷۴۰۰ از انبار دریافت کنید و پایه‌های آن را مشخص نمایید. این آی‌سی چند پایه است؟ در مورد نحوه‌ی تعیین کردن شماره‌ی پایه‌ها توضیح دهید.

۳۰-۵-۶- هر آی‌سی را با شماره‌ای مشخص می‌کنند. کلیه‌ی آی‌سی‌هایی که برای آزمایش‌ها از آن‌ها استفاده خواهید کرد از نوع TTL معمولی انتخاب شده‌اند.

این آی‌سی‌ها به «سری ۷۴» مشهورند، زیرا دو رقم سمت چپ شماره‌ی سریال همه‌ی آن‌ها با ۷۴ یا ۵۴ شروع می‌شود. ممکن است بعد از این دو رقم یک تا سه حرف آمده باشد و پس از این حروف نیز دو یا سه رقم دیگر و سرانجام یک یا دو حرف بعد از آن درج شده باشد که هر یک از آن‌ها مفهوم خاصّی دارد. در مثال زیر این مفاهیم بیان شده است:

مثال‌هایی برای ارقام مربوط به مشخصات آی‌سی‌های خانواده‌ی TTL

شماره‌ی آی‌سی	نماد	مفهوم
7404	بدون حرف	استاندارد
74H04	H=High Speed	سریع
74L04	L=Low Power	کم مصرف
74S04	S=Schottky	نوع شاتکی
74LS04	LS=Low Power Schottky	کم مصرف شاتکی
74AS04	AS=Advanced Schottky	شاتکی اصلاح شده
74ALS04	ALS=Advanced Low Power Schottky	شاتکی کم مصرف اصلاح شده

زندگی دانشمندان:
آقای والتر شاتکی Walter Shottky ، تولد ۱۸۸۶م. وفات ۱۹۷۶م.

آقای شاتکی در سوئیس متولد شد ولی با ملّیت آلمانی به عنوان دانشمند فیزیک شهرت دارد. تحقیقات

وی در زمینه‌ی نیمه‌هادی است. او با مشاهده‌ی انتشار نامنظم الکترون‌ها در لامپ‌های خلأ در سال ۱۹۱۵ توانست اثر شاتکی را شناسایی و لامپ تترود با شبکه پرده را اختراع نماید. بعدها این اثر تحت عنوان ظرفیت خازنی کم در دیودهای نیمه‌هادی شناسایی و دیود نیمه‌هادی شاتکی که یک دیود سریع با ظرفیت خازنی کم است اختراع گردید.

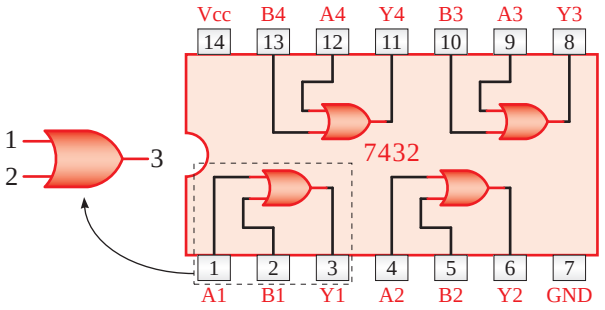
۶-۵-۳۱- سه نمونه آی‌سی سری ۷۴ یا ۵۴ را دریافت کنید و با مراجعه به مرحله‌ی ۶-۵-۳۰ شماره و برخی از مشخصات آن‌ها را استخراج و در جدول ۶-۷ یادداشت کنید.

آزمایش گیت‌های منطقی با آی‌سی

۶-۵-۳۲- همان‌طور که گفته شد OR یک عمل منطقی است که دو یا چند متغیر را در بر می‌گیرد.

خروجی یک دروازه‌ی OR هنگامی «۱» می‌شود که حداقل یکی از ورودی‌های آن «۱» باشد. هم‌چنین خروجی دروازه‌ی OR فقط زمانی «۰» می‌شود که همه‌ی ورودی‌های آن «۰» باشند. دروازه‌ی OR حداقل دو ورودی دارد. با سری کردن چند دروازه‌ی OR با دو ورودی می‌توان دروازه‌هایی با ۳، ۴ یا چند ورودی ساخت.

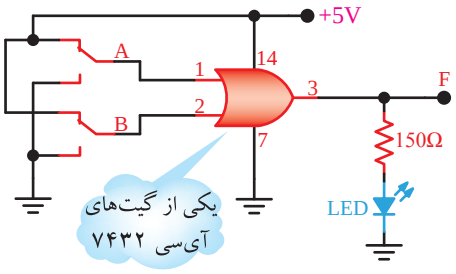
۶-۵-۳۳- تراشه‌ی ۷۴۳۲ یک آی‌سی ۱۴ پایه است که در آن چهار دروازه‌ی OR (با دو ورودی) مطابق شکل ۶-۱۳ در آن جای دارد.



شکل ۶-۱۳- ساختار تراشه‌ی ۷۴۳۲ که ۴ گیت OR با دو ورودی دارد

۶-۵-۳۴- آی‌سی را مطابق شکل ۶-۱۴ روی بردبُردببندید. توجه داشته باشید که برای اتصال IC به بردبُرد باید از سوکت مخصوص پین هِدِر استفاده کنید. در صورتی که این سوکت را در اختیار ندارید آن را بسازید. هم‌چنین قبل از شروع آزمایش از سلامت قطعات اطمینان حاصل نمایید.

مدار را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.



شکل ۶-۱۴- مدار گیت OR

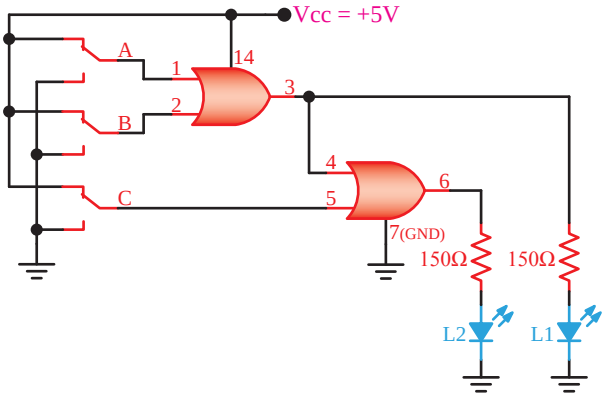
نکته‌ی مهم

در صورتی که IC شما توانایی جریان‌دهی به LED را ندارد، با استفاده از یک مدار بافر خروجی گیت را تقویت کنید.

۶-۵-۳۵- کلیدهای تبدیل A و B را به‌طور جداگانه و با هم تغییر حالت دهید و نتایج حاصل را در جدول ۶-۸ بنویسید.

۶-۵-۳۶- با استفاده از جدول ۶-۸، جدول صحت گیت OR را در جدول ۶-۹ کامل کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۶-۵-۳۷- با استفاده از دروازه‌های OR می‌توانید دروازه‌های ترکیبی OR با سه یا چند ورودی بسازید. مدار شکل ۶-۱۵ را روی بردبُرد ببندید. مدار را در کتاب گزارش‌کار مجدداً رسم کنید.

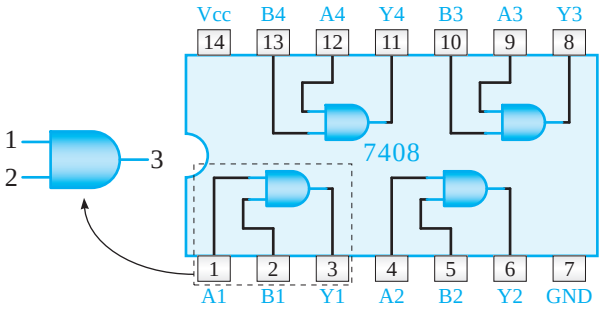


شکل ۱۵-۶- ترکیب دو گیت OR با دو ورودی جهت ساختن یک گیت OR با سه ورودی

۶-۵-۳۸- با تغییر کلیدهای A ، B و C به صورت انفرادی و با هم، وضعیت روشن شدن LED را مشاهده کنید و جدول ۶-۱۰ را کامل کنید.

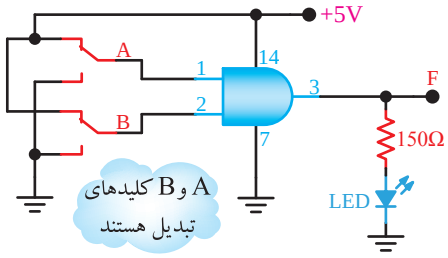
۶-۵-۳۹- جدول ۶-۱۰ را بررسی کنید و در مورد عملکرد آن توضیح دهید.

۶-۵-۴۰- همان‌طور که قبلاً گفته شد، AND یک عمل منطقی‌ای است که دو یا چند متغیر بول را در بر می‌گیرد. خروجی دروازه‌ی AND فقط هنگامی «۱» می‌شود که همه‌ی ورودی‌های آن«۱» باشند. در حالات دیگر خروجی آن «۰» خواهد بود. دروازه‌ی AND حداقل دو ورودی دارد. تعداد ورودی‌های دروازه‌ی AND را می‌توان با سری کردن چند دروازه به ۴،۳ یا چند ورودی افزایش داد.تراشه‌ی ۷۴۰۸ یک آی‌سی ۱۴ پایه است که دارای چهار دروازه‌ی AND با دو ورودی است (شکل ۶-۱۶).



شکل ۱۶-۶- ساختار تراشه‌ی ۷۴۰۸

۶-۵-۴۱- با استفاده از آی‌سی ۷۴۰۸ مدار شکل ۶-۱۷ را روی بردبُرد ببندید. در صورتی که جریان مورد نیاز بیش‌تر از جریان خروجی آی‌سی است از مدار بافر استفاده کنید. مدار را در کتاب گزارش‌کار مجدداً رسم کنید.



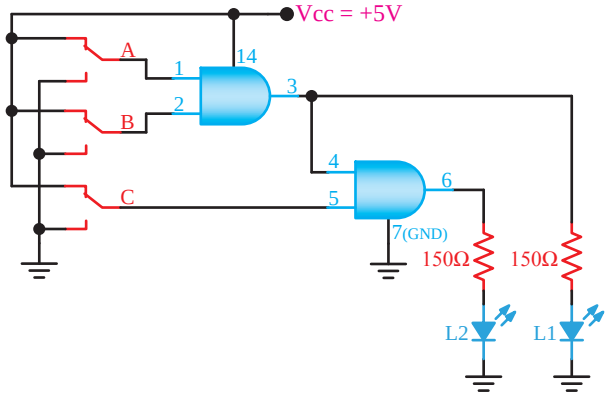
شکل ۱۷-۶- مدار گیت AND

۶-۵-۴۲- کلیدهای A وB را به صورت جداگانه یا با هم تغییر وضعیت دهید و به وضعیت روشن شدن LED توجه کنید. نتایج حاصل را در جدول ۶-۱۱ بنویسید.

۶-۵-۴۳- با استفاده از جدول ۶-۱۱ جدول صحت ۶-۱۲ را کامل کنید و در مورد عملکرد مدار توضیح دهید.

۶-۵-۴۴- مشابه دروازه‌های OR می‌توان با استفاده از چند دروازه‌ی AND، دروازه‌های ترکیبی به وجود آورد و تعداد ورودی‌ها را افزایش داد.

۶-۵-۴۵- با استفاده از آی‌سی ۷۴۰۸ مدار شکل ۶-۱۸ را روی بردبُرد ببندید. برای قرار دادن IC روی بردبُرد از سوکت مخصوص پین هِدِر استفاده کنید. مدار ۶-۱۸ را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.

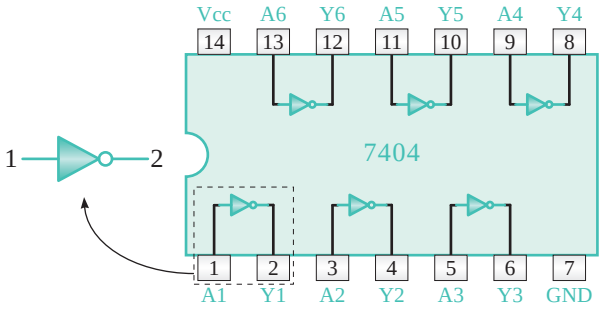


شکل ۱۸-۶- توسعه‌ی ورودی گیت AND

۶-۵-۴۶- کلیدهای A، B و C را به‌طور جداگانه یـا با هم تغییر وضعیت دهید و به حالت روشـن و خاموش بودن LEDها توجه کنید. نتایج حاصل را در جدول ۶-۱۳ بنویسید.

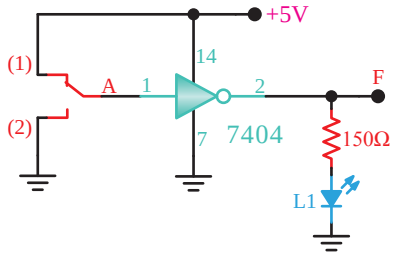
۶-۵-۴۷- جـدول ۶-۱۳ را بررسـی کنید و در مورد عملکرد شکل ۶-۱۸ توضیح دهید.

۶-۵-۴۸- آی‌سی ۷۴۰۴ یک آی‌سی ۱۴ پایه شامل ۶ دروازه‌ی NOT مطابق شکل ۶-۱۹ است.



شکل ۶-۱۹- ساختار تراشه‌ی ۷۴۰۴

۶-۵-۴۹- با اسـتفاده از تراشـه‌ی ۷۴۰۴ مدار شکل ۶-۲۰ را روی بردبُرد ببندید و نقشه‌ی آن را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.

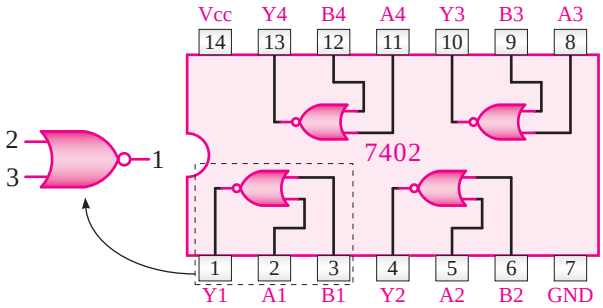


شکل ۶-۲۰- اتصال گیت NOT

۶-۵-۵۰- کلیـدA را تغییـر وضعیـت دهید و به حالت روشـن و خاموش شـدن L_1 توجه کنید. نتایج مشاهدات را در جدول ۶-۱۴ بنویسید.

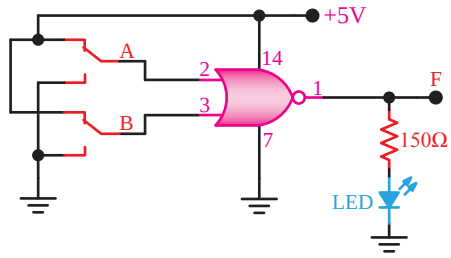
۶-۵-۵۱- جـدول صحت گیـت NOT را در جدول ۶-۱۵ بنویسید و در مورد عملکرد آن توضیح دهید.

۶-۵-۵۲- آی‌سی ۷۴۰۲ یک آی‌سی ۱۴ پایه است کـه داخل آن چهار دروازه‌ی NOR بـا دو ورودی، مطابق شکل ۶-۲۱ جای گرفته است.



شکل ۶-۲۱- ساختار تراشه‌ی ۷۴۰۲

۶-۵-۵۳- آی‌سـی را روی بردبُرد نصب کنید و به کمک یکی از دروازه‌های داخل آن مدار شـکل ۶-۲۲ را ببندید. مدار را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.



شکل ۶-۲۲- دروازه‌ی NOR

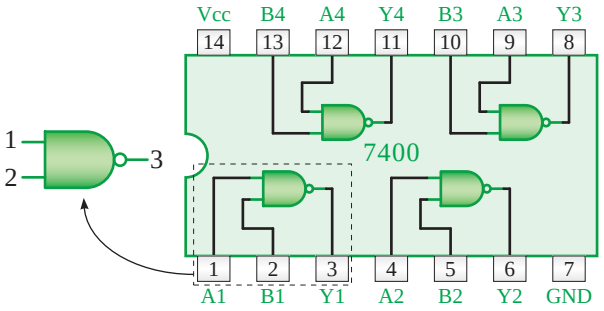
۶-۵-۵۴- کلیدهـای A وB را به‌طور جداگانه و به‌طـور هم‌زمان در وضعیت‌هـای مختلف قرار دهید و به حالت روشن و خاموش بودن LED توجه نمایید. با استفاده از نتایج مشاهده شده جدول صحت ۶-۱۶ را کامل کنید.

۶-۵-۵۵- نتایج به دست آمده در جدول صحت ۶-۱۶ را تجزیـه و تحلیـل کنید و در مـورد عملکرد گیت NOR توضیح دهید.

۶-۵-۵۶- با اسـتفاده از گیت‌های AND، OR و NOT می‌تـوان هر تابع منطقی را اجـرا کرد. اما به دلیل افزایـش تعداد گیت‌ها، حجم مدار بسـیار بزرگ و هزینه‌ی آن نیز گران می‌شـود. برای غلبه بر این موضوع می‌توان از گیت‌های NOR و NAND استفاده کرد. به عبارت دیگر

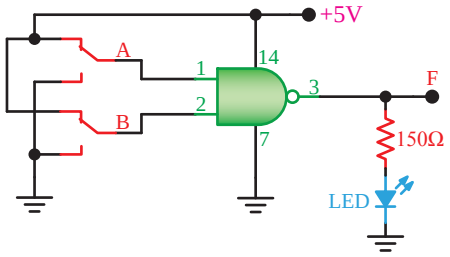
هر یک از این گیت‌ها عمل دو گیت را انجام می‌دهند.

تراشه‌ی ۷۴۰۰ یک آی‌سی ۱۴ پایه با چهار دروازه‌ی NAND با دو ورودی مطابق شکل ۲۳-۶ است.



شکل ۲۳-۶- ساختار تراشه‌ی ۷۴۰۰

۵۷-۵-۶- با استفاده از آی‌سی ۷۴۰۰ مدار شکل ۲۴-۶ را روی بردبُرد ببندید. مدار را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.

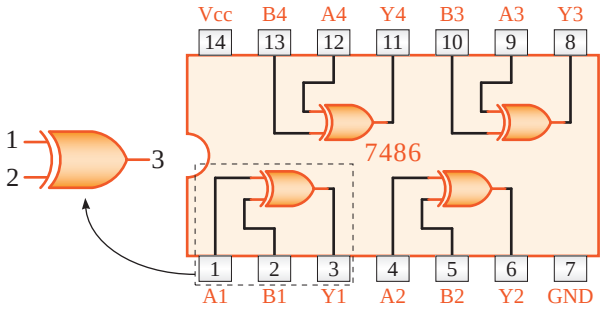


شکل ۲۴-۶- دروازه NAND

۵۸-۵-۶- وضعیت کلیدهای A و B را به‌طور جداگانه و هم‌زمان تغییر دهید و به حالت روشن و خاموش بودن LED توجه کنید. با استفاده از مشاهدات خود جدول صحت ۱۷-۶ را کامل کنید.

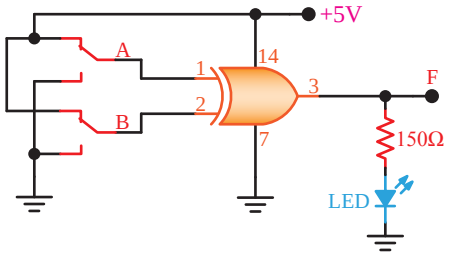
۵۹-۵-۶- جدول صحت ۱۷-۶ را بررسی و تجزیه و تحلیل کنید و در مورد عملکرد گیت NAND توضیح دهید.

۶۰-۵-۶- در اغلب مدارهای محاسباتی، مدارهای مقایسه‌گر و مدارهای تشخیص خطا تابعی به فرم $A\overline{B} + \overline{A}B$ ظاهر می‌شود. این تابع را «یای انحصاری A و B» (XOR-EXclusive OR) می‌نامند. یعنی تابع $F = A\overline{B} + \overline{A}B$ ، هنگامی «۱» می‌شود که منحصراً یکی از دو متغیر A یا B در حالت «۱» باشد. تراشه‌ی ۷۴۸۶ یک آی‌سی ۱۴ پایه است که مطابق شکل ۲۵-۶ داخل آن چهار دروازه‌ی EX.OR گنجانده شده است.



شکل ۲۵-۶- ساختار دروازه‌ی XOR

۶۱-۵-۶- با استفاده از تراشه‌ی ۷۴۸۶ مدار XOR شکل ۲۶-۶ را روی بردبُرد ببندید. مدار را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.



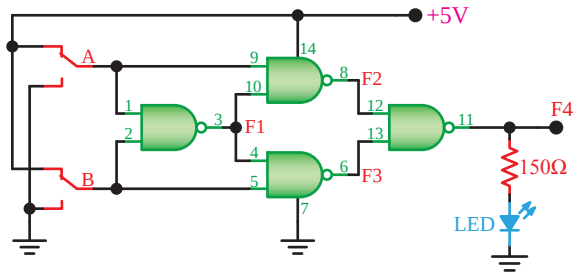
شکل ۲۶-۶- مدار گیت XOR

۶۲-۵-۶- کلیدهای A و B را به‌طور جداگانه و به‌طور هم‌زمان تغییر حالت دهید و با مشاهده‌ی وضعیت روشن و خاموش بودن LED، جدول صحت ۱۸-۶ را کامل کنید.

۶۳-۵-۶- جدول ۱۸-۶ را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار دهید و با استفاده از نتایج به دست آمده عملکرد گیت XOR را تشریح کنید.

۶۴-۵-۶- تابع XOR را با استفاده از چهار دروازه‌ی NAND موجود در آی‌سی ۷۴۰۰ طبق شکل ۲۷-۶ روی بردبُرد ببندید و نقشه‌ی مدار را در کتاب

گزارش‌کار رسم کنید.



شکل ۲۷-۶- اجرای تابع XOR با دروازه‌ی NAND

۶-۵-۶۵- با تغییر کلیدهای A و B به‌طور جداگانه و هم‌زمان، وضعیت روشن و خاموش بودن LED را مشاهده کنید و جدول صحت ۱۹-۶ را کامل نمایید.

۶-۵-۶۶- در صورتی که در خروجی گیت XOR یک گیت NOT قرار دهید گیت XNOR شکل می‌گیرد. در صورت داشتن وقت اضافی این آزمایش را نیز انجام دهید و جدول صحت ۲۰-۶ را کامل کنید.

توابع ترکیبی

۶-۵-۶۷- با استفاده از دروازه‌های AND و OR می‌توان بسیاری از عبارات منطقی را در شکل روابط بول بیان کرد. برای مثال، این عبارت را در نظر بگیرید:

«اگر خسرو از پدر یا مادرش اجازه بگیرد و اردشیر یا بهمن با اتومبیل به سراغ او بیایند، به کنار دریا می‌رود».

این عبارت را می‌توان در شکل یک تابع بول بیان کرد. متغیرهای این تابع را چنین تعریف می‌کنیم:

- خسرو به کنار دریا می‌رود ← F
- پدرش به او اجازه می‌دهد ← A

یا:

- مادرش به او اجازه می‌ده ← B

و:

- اردشیر با اتومبیل به سراغ او می‌آید ← C

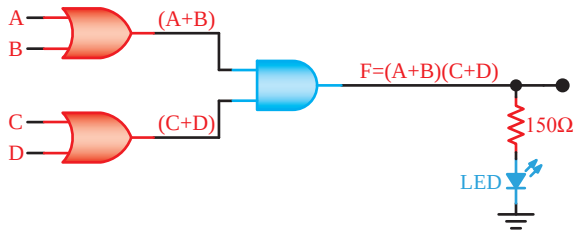
یا:

- بهمن با اتومبیل به سراغ او می‌آید ← D

حال عبارت فوق را به این صورت بیان می‌کنیم:

$$F=(A+B)\cdot(C+D)$$

مدار دیجیتالی تابع فوق مشابه شکل ۲۸-۶ خواهد بود.



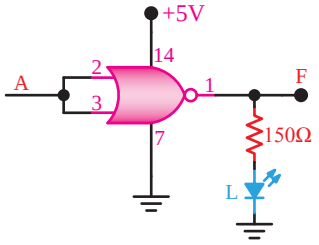
شکل ۲۸-۶- اجرای یک تابع حاصل‌ضرب مجموع‌ها

۶-۵-۶۸- با استفاده از تراشه‌های ۷۴۰۸ و ۷۴۳۲ مدار شکل ۲۸-۶ را روی بردبُرد ببندید. توجه داشته باشید که کلیدهای A، B، C و D مشابه کلیدهای داده شده در مدارهای قبلی بسته می‌شوند. مدار را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.

۶-۵-۶۹- وضعیت کلیدهای A، B، C و D را به‌طور جداگانه و هم‌زمان تغییر دهید و حالت روشن و خاموش بودن LED را مشاهده کنید. در صورتی که LED روشن باشد خسرو به مسافرت می‌رود و اگر خاموش باشد خسرو نمی‌تواند به مسافرت برود. با استفاده از مشاهدات خود جدول صحت ۲۱-۶ را کامل کنید.

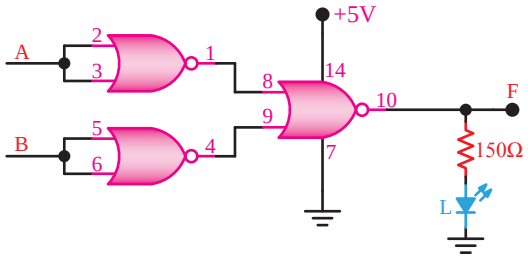
۶-۵-۷۰- تحت چه شرایطی خسرو می‌تواند به کنار دریا برود؟ شرح دهید.

۶-۵-۷۱- مدار شکل ۲۹-۶ را روی بردبُرد ببندید، جدول صحت ۲۲-۶ را کامل کنید و در مورد آن توضیح دهید. مدار را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.



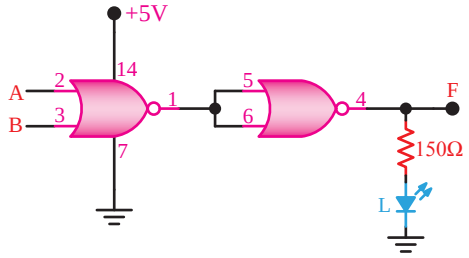
شکل ۲۹-۶- ترکیب ورودی‌های مدار گیت NOR

★۶-۵-۷۲- مدار شکل ۶-۳۰ را روی بردبُرد ببندید. جدول صحت ۶-۲۳ را کامل کنید. این مدار کدام‌یک از قوانین دِمورگان راتأیید می‌کند؟ در مورد آن توضیح دهید. مدار را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.



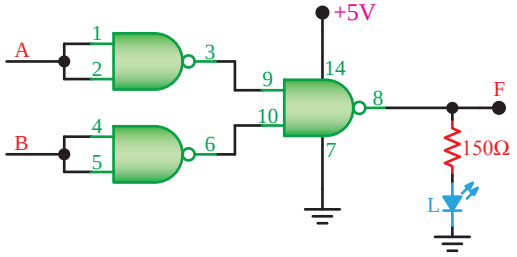
شکل ۶-۳۰- بررسی روابط دمورگان

★۶-۵-۷۳- مدار شکل ۶-۳۱ را روی بردبُرد ببندید، جدول صحت ۶-۲۴ را کامل کنید. این مدار کدام یک از قوانین دِمورگان را تأیید می‌کند؟ در مورد آن توضیح دهید. مدار را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.



شکل ۶-۳۱- بررسی روابط دمورگان

★۶-۵-۷۴- مدار شکل ۶-۳۲ را روی بردبُرد ببندید، در این مدار از سه دروازه‌ی NAND استفاده شده است. مدار را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.

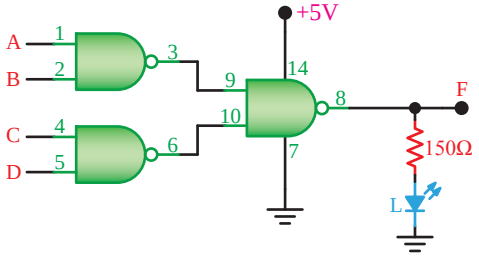


شکل ۶-۳۲- بررسی روابط دمورگان

★۶-۵-۷۵- با توجه به مدار شکل ۶-۳۲ ، جدول صحت ۶-۲۵ را کامل کنید. با این مدار کدام عمل منطقی را می‌توان انجام داد؟ در مورد آن توضیح دهید.

★۶-۵-۷۶- مدار شکل ۶-۳۲ با کدام‌یک از روابط دمورگان مرتبط است؟ شرح دهید.

★۶-۵-۷۷- مدار شکل ۶-۳۳ را روی بردبُرد ببندید و جدول صحت ۶-۲۶ را کامل کنید و در مورد آن توضیح دهید. این مدار با کدام یک از روابط دمورگان مرتبط است؟ مدار را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.



شکل ۶-۳۳- ترکیب چند گیت NAND

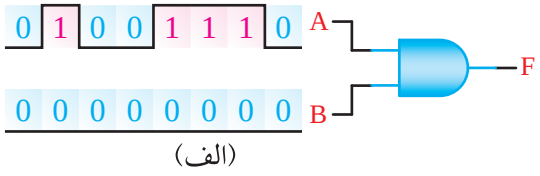
★۶-۶- نتایج آزمایش

آن‌چه را که در این آزمایش آموخته‌اید به اختصار در ۸ سطر بنویسید.

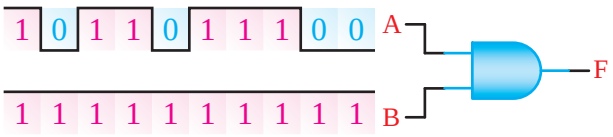
الگوی پرسش

★۶-۷- الگوی پرسش

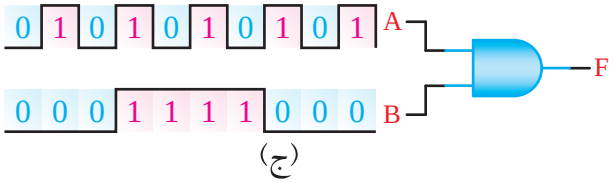
۶-۷-۱- شکل موج خروجی دروازه‌ی AND شکل ۶-۳۴-الف-ب و ج را در هر یک از حالات ورودی رسم کنید.



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۶-۳۴- گیت AND با ورودی‌های مختلف

۶-۷-۲- با چند دروازه‌ی AND با دو ورودی می‌توانیم یک دروازه‌ی AND با چهار ورودی بسازیم؟ شرح دهید. شکل مدار را رسم کنید.

۶-۷-۳- یکی از سه ورودی یک دروازه‌ی NOR در حالت «۱» منطقی و وضعیت ورودی‌های دیگر آن نامشخص است. خروجی این دروازه در کدام حالت زیر است؟

الف- حالت منطقی «۰» ب- حالت منطقی «۱»

علت را توضیح دهید.

۶-۷-۴- در یک هواپیما ۴ سیستم اعلام خطر که عملیات آن‌ها مستقل از یک‌دیگر است کار گذاشته شده است. اعلام خطر با روشن شدن یک لامپ صورت می‌گیرد. چهار حالت خطرناک به شرح زیر است:

الف- سیستم‌های A و B از کار بیفتد.

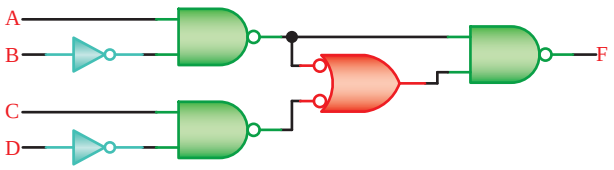
ب- سیستم‌های A، C و D از کار بیفتد.

ج- سیستم‌های B، C و D از کار بیفتد.

د- سیستم‌های A و D از کار بیفتد.

تابع اعلام خطر F را برحسب متغیرهای A، B، C و D بنویسید و در مورد آن توضیح دهید.

۶-۷-۵- تابع منطقی مدار شکل ۶-۳۵ را به دست آورید؟



شکل ۶-۳۵- به دست آوردن تابع منطقی F بر حسب متغیرهای A، B، C و D

ارزش‌یابی

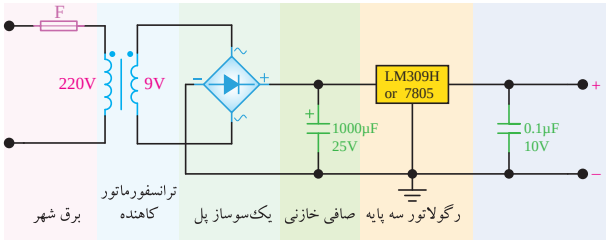
۶-۸- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

پس از اتمام آزمایش و کامل کردن گزارش‌کار، در زمان تعیین شده برای ارزش‌یابی مراجعه کنید.

ضمیمه‌ی آزمایش شماره‌ی ۶
مدارهای کاربردی

منبع تغذیه‌ی ثابت

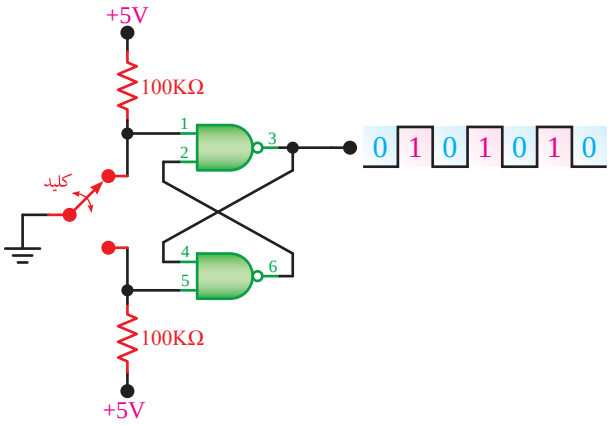
با استفاده از قطعات داده شده در مدار شکل ۶-۳۶ می‌توانید منبع تغذیه‌ی ثابت ۵ ولت DC مورد نیاز را روی بردبُرد یا فیبر مدار چاپی و در داخل جعبه‌ی جداگانه بسازید و آن را مورد استفاده قرار دهید. به جای آی‌سی LM۳۰۹ می‌توانید از آی‌سی سری ۷۸۰۵ نیز استفاده کنید.



شکل ۶-۳۶- منبع تغذیه‌ی ثابت ۵ ولت

مدار پالسر

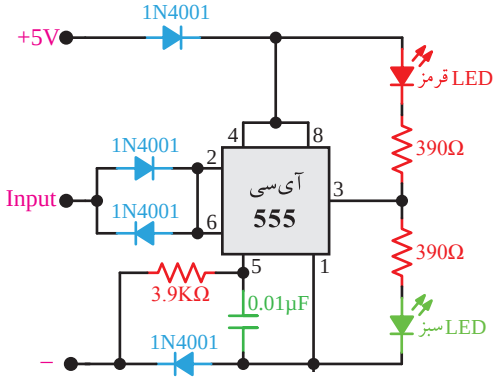
با استفاده از مدار شکل ۶-۳۷ می‌توانید یک مولد موج مربعی (پالسر) را بسازید. در این مدار از آی‌سی شماره‌ی ۷۴۰۰ استفاده شده است. مدار ساخته شده در انجام آزمایش‌های فلیپ فلاپ‌ها (Flip Flop) و شمارنده‌ها (Counter) کاربرد دارد. تغذیه‌ی مدار ۵ ولت DC است. به جای IC داده شده می‌توانید از هر آی‌سی دیگری که تعداد دو عدد گیت NAND دارد استفاده کنید.



شکل ۳۷-۶- مدار پالسر

مـــــدار نشـــــان دهنده‌ی وضعیت مدار یا Logic Probe

بـــرای ســـاختن Logic Probe می‌توانید از مدار شکل ۳۸-۶ استفاده کنید.



شکل ۳۸-۶- مدار Logic Probe

هرگاه سیم ورودی مدارِ نشـــان‌دهنده را به نقطه‌ی مـــورد نظر در مدار مورد آزمایـــش وصل کنید، اگر وضعیت منطقی آن نقطه در حالت «۱» باشـــد، LED قرمز روشن می‌شـــود و اگر این نقطه در حالت منطقی «۰» باشد LED سبز روشن می‌شود و چنانچه ورودی نشان‌دهنده را درست وصل نکرده باشید یا مدار اشکال داشته باشد، هر دو LED روشن خواهدشـــد.اگر می‌خواهید از این مدار استفاده کنید می‌توانید در اوّلین جلســـه‌ی آزمایشـــگاه مدار آن را به‌طور تمیز و منظّم در گوشـــه‌ی ســـمت راســـت بردبُرد ببندید و آزمایش‌ها را توسط آن انجام دهید. هم‌چنین می‌توانید برای مـــدار فیبر مدار چاپی طراحی کنید وآن را در جعبه‌ای قرار دهید و از آن به عنوان یک دستگاه مستقل استفاده نمایید.

بحث و گفت و گو

زندگی شیخ بهایی را مطالعه کنید، دوران کودکی و نوجوانی وی چه وجوه اشتراکی با زندگی شما دارد؟ آیا شما هم می‌توانید در آینده یک فردی مانند شیخ بهایی شوید؟ در مورد آن با خانواده‌ی خود و اطرافیان به بحث و گفتگو بنشینید.

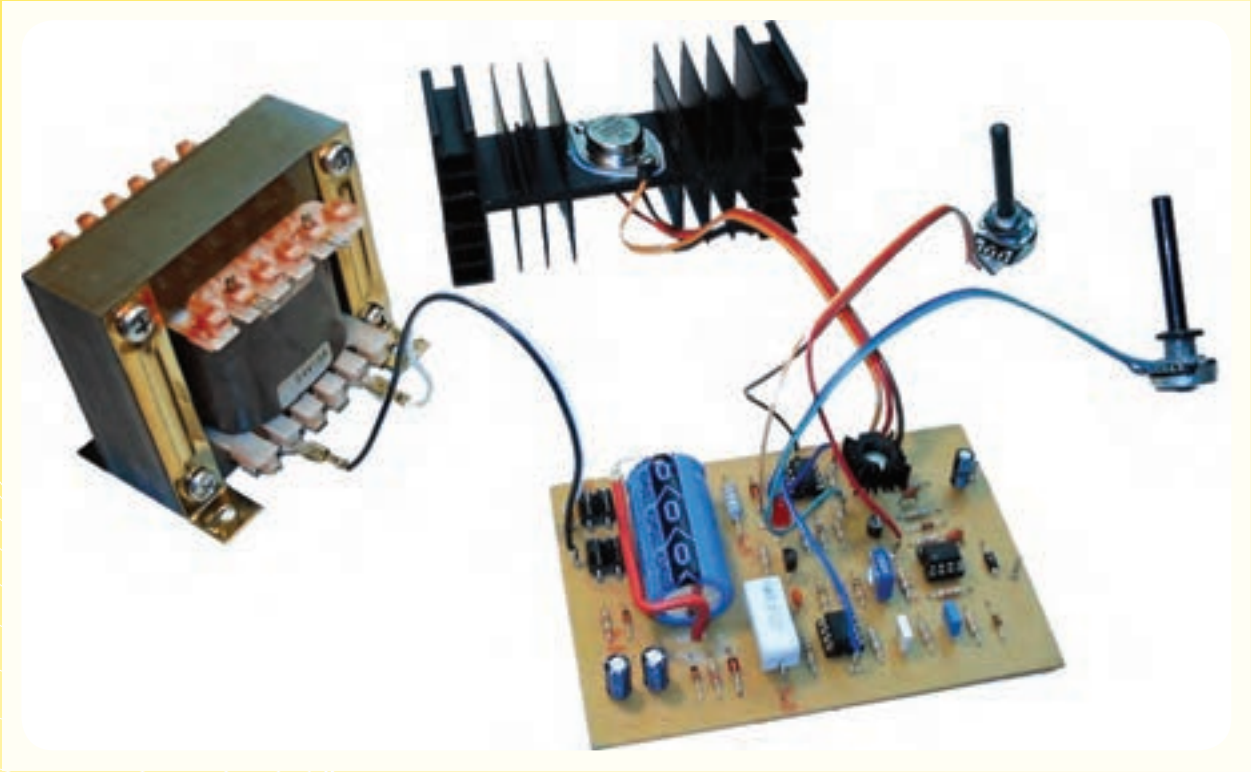
آزمایش شماره‌ی ۷

زمان اجرا ۴ ساعت آموزشی

تعریف پروژه

هدف کلی آزمایش

مونتاژ و راه‌اندازی یک پروژه‌ی کوچک الکترونیکی



هدف‌های رفتاری

پس از اجرای این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که:

۱- به سؤال‌های نظری کارگاهی آزمایش شماره‌ی (۶) پاسخ دهد.

۲- نکته‌ی مهم: *اجرای پروژه در کارگاه الکترونیک و آزمایشگاه مبانی مخابرات و رادیو انجام می‌شود؛ بدین ترتیب که نیمی از هنرجویان حداقل یک پروژه مخابراتی و نیمی دیگر یک پروژه الکترونیکی را اجرا می‌کنند. پروژه به صورت گروهی اجرا می‌شود؛ به عبارت دیگر در یک کلاس که تعداد ۲۴ هنرجو دارد می‌بایستی ۶ گروه دو نفره پروژه‌ی الکترونیکی (تعداد ۶ پروژه) و ۶ گروه دو نفره دیگر پروژه‌ی مخابراتی (۶ پروژه) اجرا کند، این توضیحات توسط معلم ارائه می‌شود.*

۳- توجه: *مراحل اجرا و ساخت این پروژه به تدریج در طول سال صورت می‌گیرد و در نهایت در آزمایش ۱۵ ارائه می‌شود.*

۴- یک نقشه‌ی عملی مرتبط با یک موضوع الکترونیکی را انتخاب کند و به تأیید معلم برساند.

۵- نقشه‌ی پروژه‌ی انتخابی را به‌طور اجمالی بررسی و تحلیل کند.

۶- لیست قطعات مورد نیاز را با استفاده از نقشه تهیه کند.

۷- با مراجعه به بازار، قطعات و جعبه مورد نیاز را فراهم کند.

۸- مدار چاپی پروژه‌ی انتخابی را طراحی و اجرا کند.

۹- مدار چاپی را سوراخ‌کاری کند.

۱۰- قطعات خریداری شده را مورد آزمایش قرار دهد.

۱۱- قطعات را روی فیبر مدار چاپی نصب و لحیم‌کاری کند.

۱۲- مدار ساخته شده را عیب‌یابی و راه‌اندازی کند.

۱۳- مراحل اجرای پروژه را در دفتر گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی خود ثبت کند.

۱۴- در آزمایش شماره‌ی (۱۵) پروژه‌ی خود را به کلاس ارائه کند.

۱۵- گزارش‌کار را به‌طور کامل، مستند و دقیق بنویسد.

۱۶- در موقعیت‌های مناسب از آزمایشگاه مجازی استفاده کند.

۱۷- از قطعات، ابزار و تجهیزات به خوبی نگهداری کند.

۱۸- ابهامات و سؤالات خود را بپرسد.

۱۹- به سؤالات مطرح شده پاسخ دهد.

۲۰- توانمندی‌های خود را در موقعیت‌های مناسب بروز دهد.

۲۱- در گروه کاری خود مشارکت فعال و همکاری مؤثر داشته باشد.

۲۲- نسبت به حل مشکلات سایر هنرجویان حساس و فعال باشد.

۲۳- سایر هنرجویان را در ارتباط با اجرای نظم و مقررات راهنمایی و تشویق کند.

۱-۷- اطّلاعات اوّلیه

اجرای پروژه می‌تواند موجب ارتقای سطح علمی هنرجویان شود و زمینه‌ی مناسبی را برای ارتباط آنان با بازارکار فراهم آورد. هم‌چنین در صورتی که پروژه به نتیجه برسد و اجرایی شود، حس اعتماد و پشتکار را در فراگیرنده افزایش می‌دهد. از آن‌جا که غالباً هنرجویان از اجرای یک کار واقعی عملی هراس دارند، با اجرای این پروژه، ترس آنان از اجرای کار عملی ریخته می‌شود و به راحتی می‌توانند در محیط‌های مختلف بازارکار به‌صورت فعال و خلاق عمل کنند. در این پروژه هنرجو باید در طی زمان تعیین‌شده مراحل زیر را عملیاتی و اجرا نماید.

- انتخاب نقشه‌ی پروژه و دریافت تأییدیه از معلم مربوطه
- بررسی و تحلیل مدار پروژه به‌صورت اجمالی
- تهیه‌ی فهرست قطعات و مراجعه به بازار و خرید قطعات
- طراحی و ساخت مدار چاپی
- آزمایش قطعات و نصب آن روی بُرد مدار چاپی
- راه‌اندازی و نهایی کردن پروژه

- تهیه‌ی گزارش پروژه و مستندسازی آن
- ارائه ی پروژه به کلاس، طبق دستورالعمل آزمایش شماره‌ی ۱۵

هنگام انتخاب مدار پروژه، سعی کنید مداری را انتخاب نمایید که قابل اجرا و نهایی شدن باشد. در این فرآیند، زمانی هنرجو نمره پروژه را دریافت خواهد نمود که آن را راه‌اندازی کرده باشد.

۲-۷- دستورهای حفاظت و ایمنی

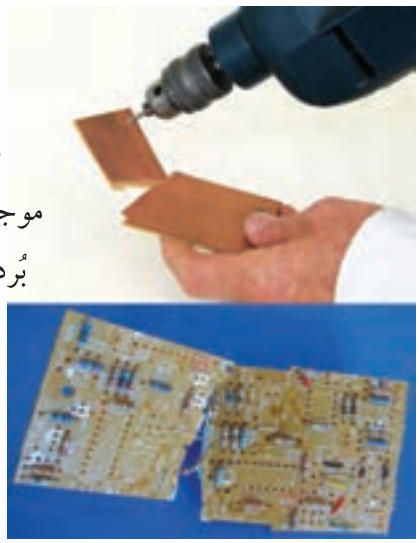
▲ هنگام خرید قطعات، قیمت‌ها را از چند محل سؤال کنید تا بتوانید قطعات را با بهترین کیفیت و مناسب‌ترین قیمت خریداری نمایید، در ضمن همواره در کلیه‌ی شرایط مراقب کیف پول خود باشید (شکل ۱-۷).

شکل ۱-۷- مراقبت از کیف خود

▲ هنگام خرید قطعات از سالم بودن قطعات اطمینان حاصل کنید و هنگام نصب روی مدار چاپی، مجدداً آن‌ها را آزمایش کنید (شکل ۲-۷).

شکل ۲-۷- اطمینان از سالم بودن قطعات

▲ هنگام اجرای مراحل پروژه، نکات ایمنی و فنی مربوط به طراحی مدار چاپی، لحیم‌کاری و استفاده از دستگاه‌ها و ابزارها را رعایت کنید (شکل ۳-۷).



عدم دقت موجب شکستگی بُرد شده است.

شکل ۳-۷- دقت در اجرای مراحل پروژه

▲ کلیه‌ی نکات ایمنی بیان‌شده در آزمایش‌های قبل را مجدداً مرور کنید و در فرآیند کار، آن‌ها را به طور دقیق اجرا نمایید.

نگاه به هدف

اگر کوهنورد بداند که می‌خواهد به کدام قله برسد، حتماً فاتح می‌شود.

توجه کنید

۳-۷- گزارش کلیه‌ی مواردی که با ستاره (★) مشخص شده است را در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی ثبت کنید.

۷-۳-۱- هدف کلی آزمایش را بنویسید.

۷-۳-۲- در صورتی که پروژه‌ی شما نیاز به کار نرم‌افزاری دارد، موارد نرم‌افزاری را به‌طور کامل اجرا کنید و نتایج را ثبت نمایید.

۷-۴- قطعات، مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

- نقشه‌ی پروژه
- قطعات موجود در نقشه‌ی پروژه
- تجهیزات، ابزار و مواد عمومی
- PCB (پی‌سی‌بی) و وسایل طراحی مدار چاپی
- میزکار آزمایشگاهی الکترونیک
- میزکار شامل دریل، گیره، سنگ و ...

۷-۵- مراحل اجرای آزمایش

هدف کلی آزمایش را مجدداً در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

۷-۵-۱- ضمن مشاوره با معلم آزمایشگاه، یک پروژه‌ی مناسب را انتخاب و نام پروژه را بنویسید.

نکته‌ی مهم

از آن‌جا که پروژه در کارگاه الکترونیک و آزمایشگاه مخابرات به‌صورت جداگانه ارائه می‌شود، ضرورت دارد هریک از گروه های دانش‌آموزی حداقل یک پروژه‌ی مخابراتی یا الکترونیکی را، اجرا کنند. بدین ترتیب نیمی از دانش‌آموزان پروژه‌ی مخابراتی و نیمی دیگر پروژه‌ی الکترونیکی را انتخاب خواهند کرد. به عبارت دیگر اگر در یک کلاس ۲۴ دانش‌آموز حضور داشته باشند، تعداد ۱۲ گروه‌کاری خواهیم داشت. در این صورت ۶ گروه‌کاری پروژه‌ی مخابراتی و۶ گروه‌کاری پروژه‌ی الکترونیکی را انتخاب خواهند کرد. تقسیم‌بندی گروه‌ها، بین دو کارگاه مخابرات و الکترونیک، توسط معلمین آن‌ها صورت می‌گیرد. هم‌چنین، پروژه می‌تواند انفرادی هم باشد.

۷-۵-۲- نقشه‌ی پروژه موردنظر را تهیه کنید و به تأیید معلم خود برسانید، سپس نقشه را در محل تعیین شده رسم کنید یا نقشه‌ی چاپ شده را در محل آن بچسبانید.

۷-۵-۳- نقشه‌ی پروژه را بررسی کنید و نقش قطعات و اجزای آن و ارتباط قطعات آن را باهم به طور خلاصه شرح دهید و نتایج را بنویسید.

۷-۵-۴- فهرست قطعات مورد نیاز را تهیه کنید، نام و مشخصات آن را در جدول ۷-۱ بنویسید.

۷-۵-۵- به بازار مراجعه کنید و قطعات مورد نظر را خریداری نمایید. هنگام خرید قطعه دقت کنید تا قطعاتی را که خریداری می کنید با قطعات مورد نیاز شما انطباق داشته باشد.

۷-۵-۶- در مقابل لیست قطعات نوشته شده در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی قیمت قطعات را بنویسید.

توجه کنید

مراحل کار به مرور زمان و در اوقات فراغت ادامه می‌یابد. از کلیه‌ی مراحل اجرای پروژه تصاویر رسامی شده یا عکاسی تهیه کنید. این تصاویر در هنگام ارائه‌ی پروژه در آزمایش شماره‌ی۱۵ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۷-۵-۷- مدار چاپی پروژه را طراحی کنید و آن‌را رسم نمایید.

۷-۵-۸- مدار چاپی ترسیم شده را روی فیبر انتقال دهید و آن‌را اسیدکاری کنید.

۷-۵-۹- فیبر مدار چاپی آماده شده را سوراخ‌کاری کنید.

۷-۵-۱۰- قطعات را مورد آزمایش قرار دهید.

۷-۵-۱۱- قطعات را روی فیبر مدار چاپی نصب کنید.

★۷-۵-۱۲- از فیبر آماده شده تصویری تهیه کنید و آن را در محل تعیین شده بچسبانید.

★۷-۵-۱۳- مدار را راه‌اندازی کنید و نحوه‌ی راه‌اندازی را تشریح کنید.

★۷-۵-۱۴- در صورتی که مدار راه‌اندازی نشد، برای رفع عیب آن اقدام کنید و نتایج را بنویسید.

۷-۵-۱۵- مراحل ارائه‌ی گزارش‌کار و تنظیم آن در آزمایش شماره‌ی ۱۵ آمده است.

★۷-۵-۱۶- در صورت امکان، پروژه را به‌صورت نرم‌افزاری اجرا کنید و نتایج را بنویسید.

★۷-۶- نتایج آزمایش

نتایج حاصل‌شده از آزمایش را به‌طور خلاصه بنویسید.

الگوی پرسش

★۷-۷- الگوی پرسش

به سؤالات الگوی پرسش در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی پاسخ دهید.

★۷-۷-۱- به‌چه دلیل این پروژه را انتخاب کرده‌اید؟ در دو سطر توضیح دهید.

★۷-۷-۲- اصول کار دستگاه ساخته شده و کاربرد آن را به‌طور عمومی و در صنعت شرح دهید.

★۷-۷-۳- مراحل ساخت مدار چاپی را به اختصار شرح دهید.

★۷-۷-۴- مشکلات خود را در ارتباط با این پروژه بیان کنید.

★۷-۷-۵- در هنگام راه‌اندازی پروژه، با چه عیوبی برخورد کردید و چگونه آن‌ها را برطرف نمودید؟

نکته‌ی مهم

تنظیم گزارش مستند پروژه و ارائه‌ی آن در آزمایش شماره‌ی ۱۵ صورت می‌گیرد.

ارزش‌یابی

★۷-۸- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

۷-۸-۱- ارزش‌یابی پروژه به تدریج و تا قبل از شروع آزمایش شماره‌ی ۱۵ صورت می‌گیرد.

۷-۸-۲- گزارش پیشرفت پروژه را به مرور زمان به معلم کارگاه ارائه دهید و نتایج را در جدول ارزش‌یابی ثبت کنید.

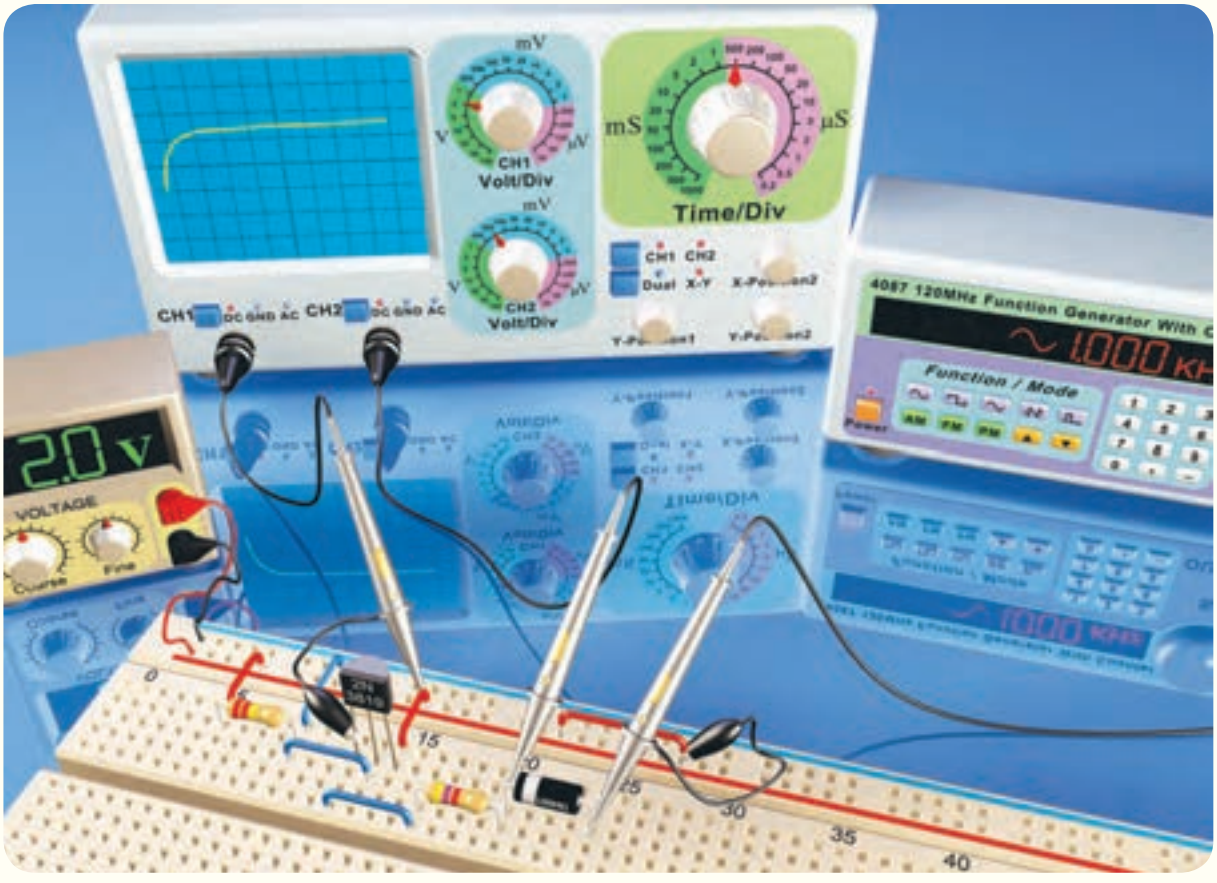
آزمایش شماره‌ی ۸

زمان اجرا ۱۲ ساعت آموزشی

ترانزیستور اثر میدان پیوندی (JFET)
Junction Field Effect Transistor

هدف کلی آزمایش

اجرای عملی نحوه‌ی تقویت سیگنال توسط ترانزیستور JFET



هدف‌های رفتاری

در پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که :

۱- از Data Sheet به منظور استخراج اطلاعات کاربردی JFET استفاده کند.
۲- به کمک مولتی‌متر پایه‌های ترانزیستور JFET را شناسایی کند.
۳- به وسیله‌ی منحنی‌نگار، منحنی مشخصه‌ی خروجی JFET را به‌دست آورد (در صورت موجود بودن دستگاه).
۴- مشخصه‌ی خروجی ترانزیستور را به کمک اسیلوسکوپ مشاهده و ترسیم کند.
۵- نقطه‌ی کار ترانزیستور را به کمک مشخصه‌ی خروجی اندازه بگیرد.
۶- مدار تقویت‌کننده‌ی سورس مشترک را به صورت سِلف بایاس ببندد.
۷- مقادیر بهره‌ی ولتاژ و امپدانس خروجی تقویت‌کننده را اندازه بگیرد.
۸- اختلاف فاز ولتاژهای ورودی و خروجی تقویت‌کننده‌ی سورس مشترک را به کمک اسیلوسکوپ و از طریق ترسیم شکل موج اندازه بگیرد.
۹- مدار تقویت‌کننده‌ی سورس مشترک را با بایاس تقسیم‌کننده‌ی ولتاژ مقاومتی ببندد.
۱۰- نقطه‌ی کار تقویت‌کننده را اندازه بگیرد.
۱۱- کلیه‌ی مدارها را با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
۱۲- اهداف تعیین شده در حیطه‌ی عاطفی که در آزمایش(۱) آمده است را اجرا کند.
۱۳- گزارش‌کار مستند و دقیق بنویسد.
۱۴- به سؤال‌های الگوی پرسش پاسخ دهد.

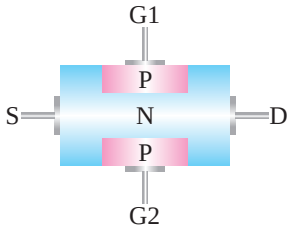
۸-۱- اطلاعات اوّلیه

۸-۱-۱- ترانزیستورهای JFET که از نظر ساختمان، با ترانزیستورهای معمولی تفاوت دارند و به دلیل مقاومت ورودی بسیار زیاد، پایداری حرارتی خوب و تولید پارازیت کم، کاربرد بیش‌تری دارند. این مزایا موجب می‌شود تا از آن‌ها در ساخت مدارهای مجتمع استفاده شود. ترانزیستورهای معمولی که به دلیل ساختار فیزیکی آن‌ها، دو پیوندی یا BJT (Bipolar Junction Transistor) نامیده می‌شوند، عناصری کنترل شده با جریان هستند؛ یعنی جریان بیس ترانزیستور، جریان کلکتور آن را کنترل می‌کند. برای برقراری جریان در اتصال کلکتور باید جریان بیس به اندازه‌ای برسد که ناحیه‌ی تخلیه‌شده یا سد پتانسیلِ پیوندِ بیس امیتر کاملاً شکسته شود. در این نوع ترانزیستور، جریان ورودی زیاد باعث می‌شود که مقاومتِ ورودی ترانزیستور BJT نسبتاً کم باشد. ترانزیستورهای اثر میدان، ساختمان ساده‌تری نسبت به ترانزیستورهای دو پیوندی دارند. این قطعات عناصری کنترل‌شده با ولتاژ هستند و در ساختمان آن‌ها فقط از دو نوع نیمه‌هادی استفاده شده است، به همین دلیل به ترانزیستورهای «تک پیوندی» یا «یک قطبی» Unipolar نیز مشهورند.

ترانزیستورهای FET بر دو نوع‌اند: یکی «JFET» که قبلاً توضیح داده شد و دیگری «MOSFET» که طرز ساخت آن با نوع JFET فرق می‌کند.

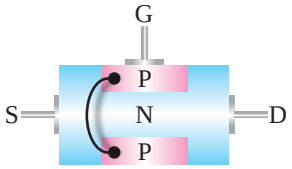
۸-۱-۲- ساختمان داخلی ترانزیستورهای JFET

برای ساختن ترانزیستور JFET، ابتدا یک نیمه‌هادی، برای مثال از نوع N انتخاب می‌نمایند، سپس دو نیمه‌هادی نوع P را در امتداد دو طرف به آن متصل می‌کنند، (شکل ۱-۸).دو پایه از دو طرف نیمه‌هادی نوع N بیرون می‌آید که یکی S (Source) و دیگری D (Drain) است. به نیمه‌هادی‌های نوع P که در دو طرف قرار دارند، دو پایه اتصال داده می‌شود که به آن‌ها G یا «Gate» می‌گویند. در نتیجه این ترانزیستور دارای دو گیت G_1 و G_2 است. لایه‌ی N را در این ترانزیستور، کانال N (N-Channel) می‌نامند.



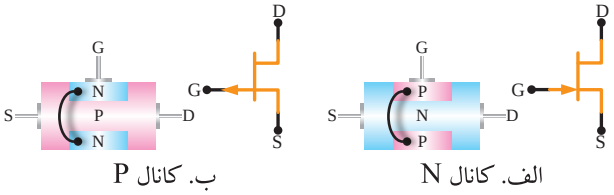
شکل ۱-۸- ساختمان داخلی ترانزیستور JFET با دو گیت

ترانزیستورهای FET با دو گیت به‌صورت مخلوط‌کننده‌ی دو سیگنال به‌کار می‌رود. با اتصال G_1 و G_2 به یکدیگر ترانزیستور JFET با یک گیت شکل می‌گیرد. این نوع ترانزیستورها دارای سه پایه‌ی S، D و G هستند (شکل ۲-۸).



شکل ۲-۸- ترانزیستور JFET با یک گیت

ترانزیستورهای JFET با توجه به نوع نیمه‌هادی به‌کار رفته در کانال در دو نوع "کانال N" و "کانال P" ساخته می‌شوند. در شکل ۳-۸ الف و ب ساختمان داخلی و نماد فنی ترانزیستورهای JFET با کانال نوع N و نوع P را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۸- شمای فنی و ساختمان داخلی ترانزیستورهای JFET کانال N و کانال P

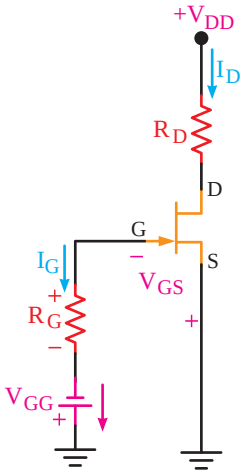
اگر بخواهیم ترانزیستورهای JFET را با ترانزیستورهای معمولی مقایسه کنیم می‌توان گفت: «درین متناظر با کلکتور، سورس متناظر با امیتر و گیت متناظر با بیس است».

۳-۱-۸- انواع روش‌های تغذیه‌ی JFET

مشابه ترانزیستورهای BJT برای ترانزیستورهای JFET روش‌های زیر وجود دارد:

- تغذیه (بایاسینگ) با دو منبع مستقل یا بایاسینگ ثابت
- بایاس (تغذیه) سرخود یا سلف بایاس
- تغذیه (بایاس) با مدار تقسیم‌کننده‌ی ولتاژ

در شکل ۴-۸ مدار بایاسینگ مستقل یا بایاسینگ ثابت نشان داده شده است.



توجه: این مدار را می‌توان با بایاسینگ مستقل در ترانزیستور BJT مقایسه کرد.

شکل ۴-۸- بایاسینگ مستقل ترانزیستور JFET

در این مدار به علت ناچیز بودن جریان گیت می‌توان از آن صرف‌نظر کرد. بنابراین در حلقه‌ی ورودی داریم:

$$+V_{GG} - V_{GS} - I_G R_G = ۰$$

$$V_{GG} - V_{GS} - (۰) R_G = ۰$$

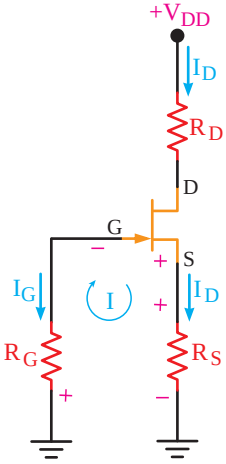
$$V_{GG} = V_{GS}$$

با توجه به شکل ۴-۸، مقدار V_{GS} برابر V_{GG} و گیت نسبت به سورس منفی است.

در شکل ۵-۸ مدار تأمین بایاس سرخود یا سلف بایاس برای یک ترانزیستور JFET کانال N نشان داده شده است. چون $I_G = ۰$ است، بنابراین در حلقه‌ی ورودی داریم:

$$V_{GS} + R_S I_D = ۰$$

$$V_{GS} = -R_S I_D$$



توجه: این مدار با مدار بایاسینگ ترانزیستور BJT با یک باتری قابل مقایسه است.

شکل ۵-۸- بایاس سرخود ترانزیستور JFET

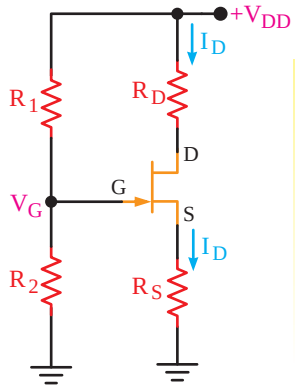
در شکل ۶-۸ تغذیه‌ی JFET با روش تقسیم ولتاژ نشان داده شده است. مقاومت‌های R_1 و R_2 به مقاومت‌های تقسیم ولتاژ معروف‌اند.

با توجه به مدار تقسیم‌کننده‌ی ولتاژ و ناچیز بودن جریان گیت، مقدار ولتاژ V_G برابر است با:

$$V_G = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{DD}$$

با نوشتن معادله‌ی حلقه‌ی گیت-سورس (GS ،R_S و R_2) مقدار V_G قابل محاسبه است.

$$V_{GS} = V_G - R_S I_D$$

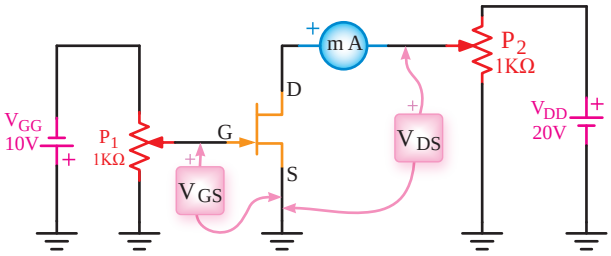


توجه: این مدار با مدار بایاس سرخود ترانزیستور BJT (تقسیم‌کننده‌ی ولتاژ مقاومتی) قابل مقایسه است.

شکل ۶-۸- مدار بایاس ترانزیستور JFET با تقسیم‌کننده‌ی ولتاژ مقاومتی

۸-۱-۴- منحنی‌های مشخصه‌ی JFET

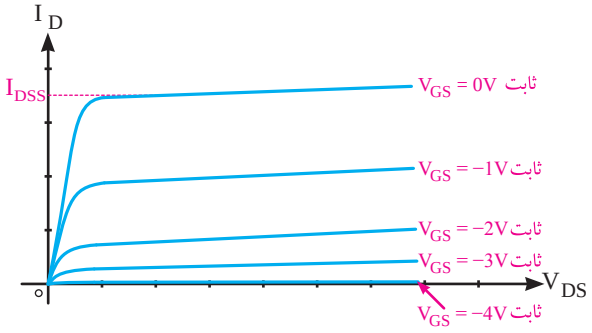
در شکل ۷-۸ تغذیه‌ی ترانزیستور JFET با دو منبع مستقل نشان داده شده است. در ترانزیستور JFET تغییرات جریان درین به دو عامل «V_{DS}» و «V_{GS}» بستگی دارد. برای مشخص کردن میزان این وابستگی به هریک از دو عامل، باید یکی از آن دو عامل را ثابت نگه‌داریم و اثر تغییرات عامل دیگر را بر جریان درین در دو حالت بررسی نماییم. مدار شکل ۷-۸ برای به دست آوردن منحنی مشخصه‌های JFET مناسب است.



شکل ۷-۸- یک نمونه مدار آزمایشی برای به دست آوردن مشخصه‌های JFET

حالت اول:

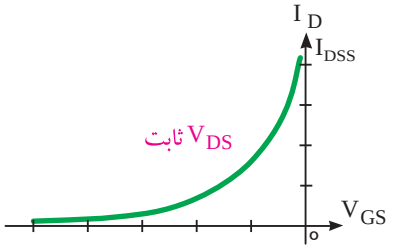
مقدار V_{GS} را ثابت نگه‌می‌داریم. سپس با تغییر پتانسیومتر P_2 مقدار V_{DS} را تنظیم می کنیم و جریان I_D را در حالات مختلف اندازه می‌گیریم. با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده منحنی خروجی ترانزیستور JFET (تغییرات I_D برحسب V_{DS} وقتی V_{GS} ثابت است) را ترسیم می‌کنیم (شکل ۸-۸).



شکل۸-۸- منحنی مشخصه‌ی خروجی JFET

حالت دوم:

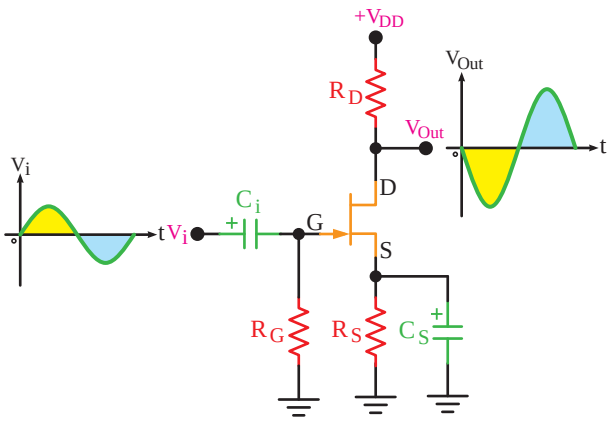
مقدار V_{DS} را ثابت نگه‌می‌داریم. سپس با تغییر پتانسیومتر P_1 مقادیر مختلف V_{GS} و I_D را به‌دست می‌آوریم. با استفاده از مقادیر به دست آمده مشخصه‌ی انتقالی (تغییرات I_D برحسب V_{GS} وقتی V_{DS} ثابت است) را ترسیم می‌کنیم (شکل ۹-۸).



شکل ۹-۸- مشخصه‌ی انتقالی JFET

۵-۱-۸- تقویت‌کننده‌ی سورس مشترک

در شکل ۱۰-۸ مدار تقویت‌کننده‌ی سورس مشترک با ترانزیستور JFET (کانال N) نشان داده شده است. تأمین بایاس ترانزیستور از نوع تغذیه سرخود است.

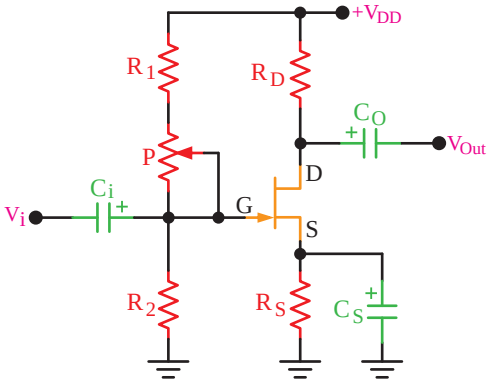


شکل ۱۰-۸- تقویت‌کننده‌ی سورس مشترک به‌صورت سلف بایاس

مشخصات این تقویت‌کننده به شرح زیر است:

- اختلاف فاز بین V_O و V_i برابر با ۱۸۰ درجه
- بهره‌ی تقریبی ولتاژ $A_V = -g_m R_D$ هدایت انتقالی ترانزیستور و برابر با نسبت I_D به V_{GS} است)
- امپدانس ورودی مدار تقریباً برابر با $R_i=R_G$
- امپدانس خروجی برابر با $R_O=R_D$

برای تأمین بایاس تقویت‌کننده‌ی سورس مشترک می‌توان از بایاس تقسیم ولتاژ مقاومتی نیز استفاده کرد (شکل ۱۱-۸).



شکل ۱۱-۸- تقویت‌کننده‌ی سورس مشترک به‌صورت تقسیم ولتاژ مقاومتی

۲-۸- نکات ایمنی

کلیه‌ی نکات ایمنی مندرج در آزمایش شماره‌ی ۱، ۴ و ۵ را مجدداً مرور کنید و آن‌ها را هنگام اجرای این آزمایش رعایت نمایید.

۳-۸- اجرای آزمایش‌ها به صورت نرم‌افزاری

توجه کنید

پاسخ مواردی که با ستاره مشخص شده است را در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی درج نمایید.

★ ۱-۳-۸- هدف کلی آزمایش را در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

۸-۳-۲- هنرجویان عزیز به مدارهای شبیه‌سازی شده‌ی تقویت‌کننده‌های ترانزیستوری که توسط مربی آزمایشگاه نمایش داده می‌شود توجه نمایید و نحوه‌ی شبیه‌سازی را فرابگیرید.

۸-۳-۳- با مراجعه به جلد دوم کتاب آزمایشگاه مجازی، ابتدا نرم‌افزار مولتی‌سیم را روی کامپیوتر خود نصب کنید. سپس اقدام به شبیه‌سازی مدارها نمایید.

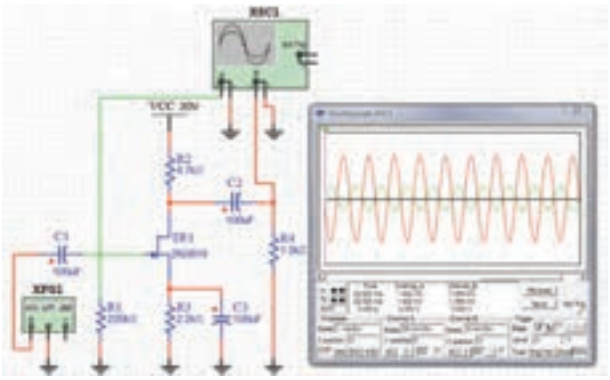
★۸-۳-۴- نقشه‌ی پرینت شده‌ی یکی از مدارهای شبیه‌سازی شده را در محل تعیین شده در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بچسبانید.

★۸-۳-۵- برای مدار سورس مشترک نرم‌افزاری، مقادیر ولتاژ نقاط کار DC را در جدول ۸-۱ بنویسید.

★۸-۳-۶- تقویت‌کننده در چه کلاسی قرار دارد؟ شرح دهید.(کلاس‌های تقویت کننده با ترانزیستور FET مشابه ترانزیستور BJT است)

★۸-۳-۷- فایل‌های مربوط به مدارهای شبیه‌سازی شده را در CD ذخیره کنید و تحویل مربی کارگاه دهید.

۸-۳-۸- یک نمونه مدار شبیه‌سازی شده را در شکل ۸-۱۲ ملاحظه می‌کنید.



شکل ۸-۱۲- یک نمونه مدار شبیه‌سازی شده‌ی تقویت‌کننده‌ی JFET

۸-۴- قطعات و تجهیزات مورد نیاز

- اسیلوسکوپ دو کاناله	۱ دستگاه
- منحنی نگار(در صورتی که موجوداست)	۱ دستگاه
- منبع تغذیه‌ی DC	۱ دستگاه
- سیگنال ژنراتور صوتی	۱ دستگاه
- مولتی‌متر دیجیتال	۱ دستگاه
- بِردبُرد	۱ عدد
- ترانزیستور JFET موجود در بازار	۱ عدد
- دیود ۱N۴۰۰۱ یا معادل آن	۱ عدد
- خازن ۱۰۰µF ،۲۵V	۳ عدد
- مقاومت‌های ۱KΩ، ۲/۲KΩ، ۴/۷KΩ، ۲۲۰KΩ و ۴۷۰KΩ با قدرت مجاز $\frac{۱}{۴}$W از هر کدام	۱ عدد
- تجهیزات، ابزار و مواد عمومی	

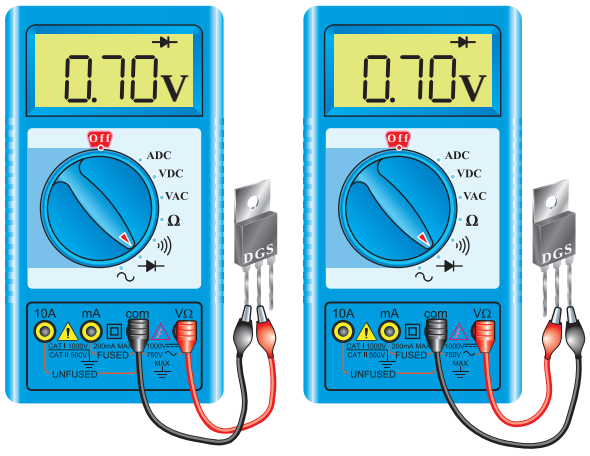
۸-۵- مراحل اجرای آزمایش

★۸-۵-۱- با استفاده از برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی یک، مشخصه‌های خواسته شده را تعیین کنید و در جدول ۸-۲ بنویسید.

★۸-۵-۲- با استفاده از برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی یک مشخصات پایه‌های JFET با شماره‌ی ۲N۳۸۱۹ را مشخص کنید.

۸-۵-۳- با توجه به JFETهای موجود در بازار یک عدد JFET در اختیار بگیرید.

۸-۵-۴- با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی طبق شکل ۸-۱۳ پایه‌ای را پیدا کنید که با دو پایه‌ی دیگر به‌صورت یک دیود در بایاس موافق عمل کند.



شکل ۸-۱۳- پیدا کردن پایه‌ی گیت در ترانزیستور JFET

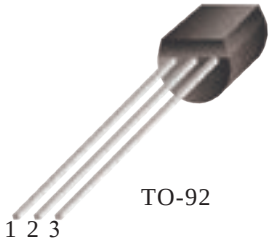
۵-۸-۵- پایه‌ای که نسبت به دو پایه‌ی دیگر به‌صورت دیود عمل می‌کند پایه‌ی گیت است. نتایج به دست آمده را با ترسیم شکل FET و تعیین پایه‌ی گیت روی ترانزیستور مورد آزمایش توضیح دهید.

۶-۸-۵- تشخیص پایه‌ی درین و سورس با استفاده از برگه‌ی اطلاعات ترانزیستور JFET امکان‌پذیر است.

2N3819

N-Channel RF Amplifier

- This device is designed for RF amplifier and mixer applications operating up to 450MHz, and for analog switching requiring low capacitance.
- Sourced from process 50.



TO-92

1 2 3

1.Drain 2.Gate 3.Source

Epitaxial Silicon Transistor:

▶ *Absolute Maximum Ratings** T_C = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Ratings	Units
V_{DG}	Drain-Gate Voltage	25	V
V_{GS}	Gate-Source Voltage	–25	V
I_D	Drain Current	50	mA
I_{GF}	Forward Gate Current	10	mA
T_{STG}	Storage Temperature Range	–55 to 150	°C

* This ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

NOTES:

1) These rating are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.

2) These are steady limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

▶ *Electrical Characteristics* T_C = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
¤ *Off Characteristics*						
$V_{(BR)GSS}$	Gate-Source Breakdown Voltage	I_G = 1.0μA , V_{DS} = 0	25			V
I_{GSS}	Gate Reverse Current	V_{GS} = –15V , V_{DS} = 0			2.0	nA
$V_{GS(off)}$	Gate-Source Cutoff Voltage	V_{DS} = 15V , I_D = 2.0nA			8.0	V
V_{GS}	Gate-Source Voltage	V_{DS} = 15V , I_D = 200μA	–0.5		–7.5	V
¤ *On Characteristics*						
I_{DSS}	Zero Gate Voltage Drain Current	V_{DS} = 15V , V_{GS} = 0	2.0		20	mA
¤ *Small Signal Characteristics*						
gfs	Forward Transfer Conductance	V_{DS} = 15V , V_{GS} = 0 , f = 1.0KHz	2000		6500	μmhos
goss	Output Conductance	V_{DS} = 15V , V_{GS} = 0 , f = 1.0KHz			50	μmhos
Y_{fS}	Forward Transfer Admittance	V_{DS} = 15V , V_{GS} = 0 , f = 1.0KHz	1600			μmhos
C_{iSS}	Input Capacitance	V_{DS} = 15V , V_{GS} = 0 , f = 1.0KHz			8.0	pF
C_{rss}	Reverse Transfer Capacitance	V_{DS} = 15V , V_{GS} = 0 , f = 1.0KHz			4.0	pF

برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۱

معرفی وب‌سایت

۸-۵-۷- با مراجعه به سایت اینترنتی www.alldatasheet.com، برگه‌ی اطلاعات ترانزیستور مورد آزمایش را پیدا کنید و پایه‌های درین و سورس را مشخص نمایید.

تحقیق کنید

۸-۵-۸- آیا با استفاده از اهم‌متر می‌توان پایه‌های D و S را تشخیص داد؟ در صورتی که در مدار تقویت‌کننده، پایه‌های درین و سورس جا به جا شود، چه اشکالی به‌وجود می‌آید؟ شرح دهید.

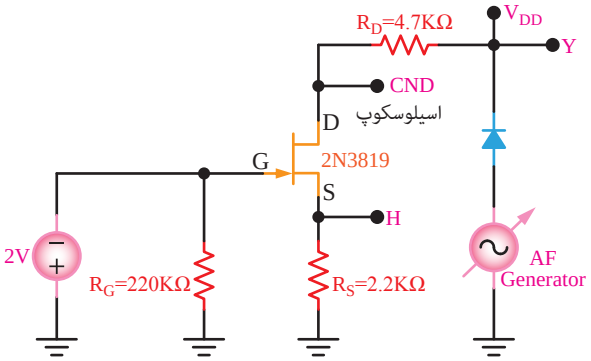
توجه کنید

در صورتی که دستگاه منحنی‌نگار (Curve Tracer) در اختیار دارید مرحله‌ی ۸-۵-۹ را انجام دهید.

۸-۵-۹- در صورتی‌که دستگاه منحنی‌نگار در اختیار دارید، با مراجعه به راهنمای کاربرد دستگاه، منحنی خروجی JFET مورد آزمایش را روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ مشاهده و در نمودار ۸-۱ ترسیم کنید. توجه داشته باشید که مقیاس محورها باید صحیح انتخاب شود.

۸-۵-۱۰- مدار شکل ۸-۱۴ را روی بردبُرد ببندید. مدار را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.

این مدار از بسیاری جهات مشابه مدار شکل ۴-۱۱ است که برای مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی خروجی ترانزیستور BJT در آزمایش ۴ بسته‌اید.



شکل ۸-۱۴- مدار ترسیم منحنی مشخصه‌ی خروجی JFET

۸-۵-۱۱- سیگنال ژنراتور AF را روی فرکانس ۵۰۰ هرتز و دامنه‌ی ماکزیمم قرار دهید.

نکته‌ی مهم

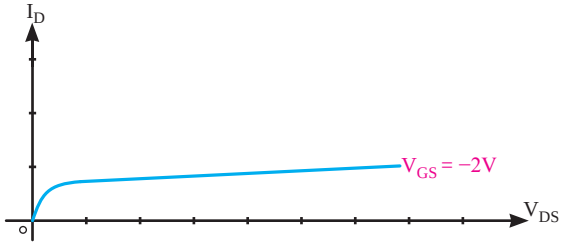
برای اجرای این آزمایش نباید سیم مشترک (زمین- شاسی) دستگاه‌های منبع تغذیه، اسیلوسکوپ و سیگنال ژنراتورAF به‌هم وصل باشد. در صورتی‌که میز آزمایشگاهی شما دارای سیستم، ارتینگ و اتصال مشترک سیم زمین است، قبل از اجرای آزمایش عمل جداسازی سیم‌های مشترک را انجام دهید.

در مدار شکل ۸-۱۴، روی محور افقی اسیلوسکوپ ولتاژ درین سورس و روی محور قائم جریان درین ظاهر می‌شود. در صورت نیاز ولتاژ تغذیه‌ی DC گیت را تغییر دهید.

۸-۵-۱۲- اسیلوسکوپ را روی حالت XY قرار دهید و مقادیر V/Div را به گونه‌ای تنظیم کنید که منحنی خروجی JFET با مقیاس مناسب روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ ظاهر شود.

۸-۵-۱۳- منحنی ظاهر شده روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ را با مقیاس مناسب در نمودار ۸-۲ ترسیم کنید.

باید روی اسیلوسکوپ شکلی مشابه شکل ۸-۱۵ ظاهر شود.



شکل ۸-۱۵ منحنی مشخصه‌ی خروجی JFET

مقدار ولتاژ DC گیت سورس باید برابر با ولتاژ منبع باشد.

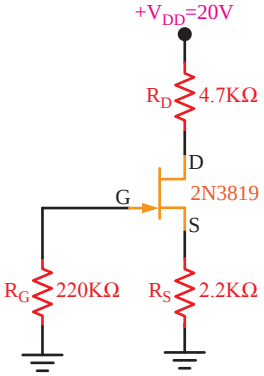
توجه کنید

با توجه به نوع اسیلوسکوپ و ترانزیستور JFET انتخاب شده، ممکن است نیاز به تغییر مقادیر تنظیم شده باشد. لذا لازم است با توجه به شرایط و امکاناتی که در اختیار دارید، تنظیمات را تغییر دهید.

۸-۵-۱۴- مقدار دامنه‌ی خروجی سیگنال ژنراتور را تغییر دهید و اثر آن را روی منحنی خروجی مشاهده کنید. نتایج حاصل از مشاهدات خود را بنویسید.

۸-۵-۱۵- روی منحنی خروجی ترانزیستور JFET که در مرحله‌ی ۸-۵-۱۳ ترسیم کرده‌اید نقطه‌ی کار Q را انتخاب کنید و مختصات آن را بنویسید.

۸-۵-۱۶- مدار شکل ۸-۱۶ را روی بردبُرد ببندید. مدار را در کتاب گزارش‌کار مجدداً رسم کنید.



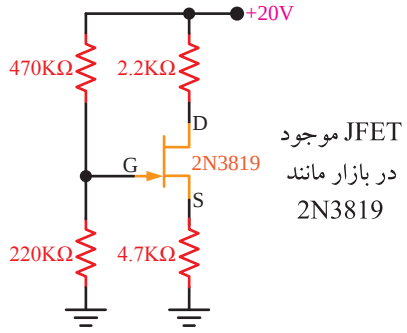
شکل ۸-۱۶- مدار تغذیه‌ی سر خود ترانزیستور JFET

۸-۵-۱۷- به‌وسیله‌ی مولتی‌متر DC ولتاژهای V_S، V_D و V_G را نسبت به نقطه‌ی مبنا (شاسی) اندازه بگیرید و مقادیر را یادداشت نمایید.

۸-۵-۱۸- با توجه به نتایج آزمایش ۸-۵-۱۷ مقادیر I_D و I_G را محاسبه کنید:

$$I_D = \frac{۲۰ - V_D}{۴/۷K\Omega} \quad , \quad I_G = \frac{V_G}{۲۲۰K\Omega}$$

۸-۵-۱۹- مدار شکل ۸-۱۷ را روی بردبُرد ببندید و آن را مجدداً رسم کنید.

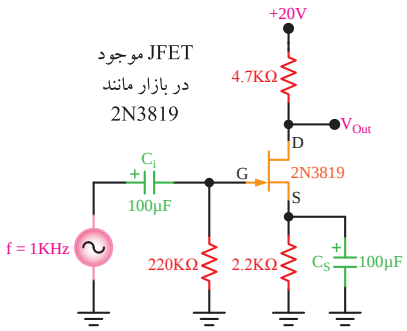


شکل ۸-۱۷- مدار تقسیم ولتاژ مقاومتی در تقویت‌کننده‌ی سورس مشترک

۸-۵-۲۰- با مولتی‌متر DC ولتاژهای V_S، V_D و V_G را نسبت به شاسی و V_{DS} را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

۸-۵-۲۱- با توجه به نتایج آزمایش ۸-۵-۲۰ مقدار I_D را از رابطه‌ی $I_D = \frac{۲۰ - V_D}{۲/۲K\Omega}$ محاسبه کنید.

۸-۵-۲۲- مدار شکل ۸-۱۸ را روی بردبُرد ببندید و آن را مجدداً رسم کنید.



شکل ۱۸-۸- بررسی تقویت سیگنال در تقویت‌کننده‌ی سورس مشترک بایاس سرخود

★۸-۵-۲۳- سیگنال ژنراتور را خاموش کنید و مقادیر V_D، V_S، V_G، V_{GS} و V_{DS} را با مولتی‌متر DC اندازه‌گیری و یادداشت کنید.

۸-۵-۲۴- با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده در مراحل قبل، مشخصات نقطه‌ی کار ترانزیستور را با استفاده از روابط زیر محاسبه کنید:

$$I_{DQ} = \frac{۲۰ - V_D}{۴/۷K\Omega} \quad , \quad V_{DSQ} = V_D - V_S$$
$$V_{GSQ} = V_G - V_S$$

★۸-۵-۲۵- آیا V_{DSQ} اندازه‌گیری شده با V_{DSQ} محاسبه شده انطباق دارد؟ شرح دهید.

۸-۵-۲۶- سیگنال ژنراتور را روشن کنید و دامنه‌ی سیگنال سینوسی خروجی آن را به گونه‌ای تنظیم کنید که اعوجاج نداشته باشد.

★۸-۵-۲۷- به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج سیگنال روی گیت و درین را نسبت به زمین در نمودار ۸-۳ ترسیم کنید و مقدار پیک‌تاپیک آن را اندازه‌گیری نمایید. برای ترسیم شکل موج از اسیلوسکوپ دو کاناله استفاده کنید و هنگام ترسیم، مقیاس و زاویه‌ی فاز را در نظر بگیرید.

★۸-۵-۲۸- با توجه به نتایج آزمایش قبل، مقدار بهره‌ی ولتاژ را از رابطه‌ی $A_V = \frac{V_{OPP}}{V_{iPP}}$ محاسبه کنید.

★۸-۵-۲۹- با استفاده از اسیلوسکوپ اختلاف فاز بین ولتاژهای V_{Out} و V_i را اندازه‌گیری کنید. مقدار دقیق آن را یادداشت نمایید. دلیل وجود اختلاف فاز را توضیح دهید.

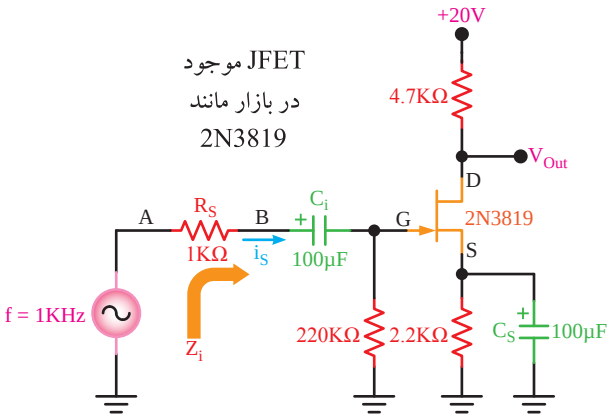
★۸-۵-۳۰- خازن C_S را بردارید و شکل موج‌های ورودی و خروجی را در این حالت نیز در نمودار ۸-۴ ترسیم کنید. از هر دو کانال اسیلوسکوپ استفاده کنید.

★۸-۵-۳۱- مقادیر V_{iPP} و V_{OPP} را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

★۸-۵-۳۲- با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده، مقدار بهره‌ی ولتاژ مدار را از رابطه‌ی $A_V = \frac{V_{OPP}}{V_{iPP}}$ محاسبه کنید.

★۸-۵-۳۳- با حذف خازن C_S بهره‌ی ولتاژ زیاد می‌شود یا کم؟ چرا؟

★۸-۵-۳۴- خازن C_S را در مدار قرار دهید و مقاومت R_S=۱KΩ را مطابق شکل ۸-۱۹ با خازن C_i سری کنید. مدار را مجدداً رسم کنید.



شکل ۱۹-۸- مدار تقویت‌کننده‌ی سورس مشترک

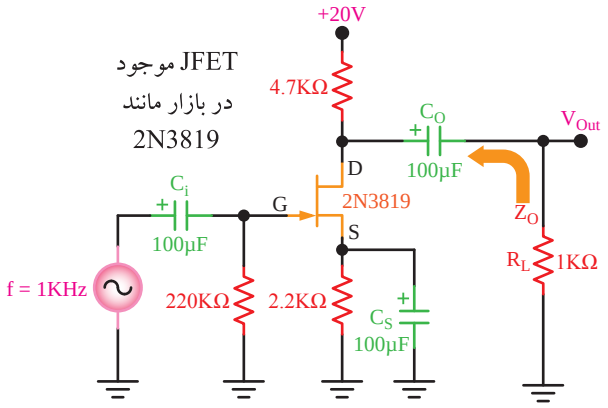
★۸-۵-۳۵- به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ دامنه‌ی پیک‌تاپیک سیگنال نقاط A و B را نسبت به نقطه‌ی زمین اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

★۸-۵-۳۶- با توجه به مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده بین نقاط A و B مقدار جریان I_S که از R_S عبور

می‌کند را محاسبه کنید. این جریان، جریان ورودی مدار سورس مشترک است.

۸-۵-۳۷- با استفاده از رابطه‌ی $Z_i = \frac{V_{(BA)}}{I_S}$ مقدار امپدانس ورودی تقویت‌کننده را محاسبه کنید.

۸-۵-۳۸- مقاومت R_S=۱KΩ را از ورودی حذف کنید و آن را به جای R_L، مطابق شکل ۸-۲۰، در خروجی قرار دهید. در این حالت خازن کوپلاژ C_O=۱۰۰μF در خروجی قرار می‌گیرد.



شکل ۸-۲۰- قرار دادن مقاومت R_L در خروجی

۸-۵-۳۹- امپدانس خروجی مدار را از محلی که در شکل ۸-۲۰ نشان داده شده است اندازه‌گیری کنید.

تذکر

برای اندازه‌گیری امپدانس خروجی مقاومت R_L را برداشته، دامنه‌ی سیگنال خروجی را با اسیلوسکوپ اندازه‌گیری و یادداشت کنید. این ولتاژ را با «V_{ONL}» نشان می‌دهند؛ سپس مقاومت R_L را در مدار قرار دهید و دامنه‌ی سیگنال خروجی را با اسیلوسکوپ اندازه‌گیری و یادداشت کنید. این ولتاژ را نیز با «V_{OFL}» نشان می‌دهند.

با استفاده از رابطه‌ی $Z_O = \frac{V_{ONL} - V_{OFL}}{V_{OFL}} \times R_L$ مقدار امپدانس خروجی را محاسبه کنید.

۸-۶- نتایج آزمایش

آن‌چه را که در این آزمایش آموخته‌اید به‌طور خلاصه جمع‌بندی کنید.

الگوی پرسش

۸-۷- الگوی پرسش

۸-۷-۱- با توجه به مقادیر به دست آمده در ارتباط با بایاس دیود گیت سورس در تقویت‌کننده‌ی سورس مشترک، کدام گزینه در مورد بایاس دیود گیت سورس صحیح است؟ توضیح دهید.

☐ بایاس مستقیم ☐ بایاس معکوس

☐ بایاس صفر ☐ بستگی به نوع مدار دارد

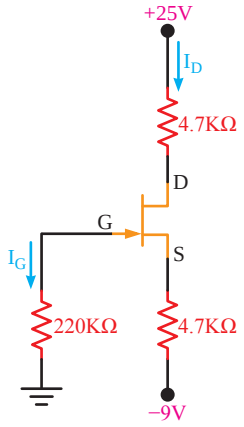
۸-۷-۲- در شکل ۸-۱۶ ولتاژ «گیت سورس» چگونه تأمین می‌شود؟ شرح دهید.

۸-۷-۳- با توجه به نتایج آزمایش‌ها، آیا مقدار V_{GS} در دو مدار ۸-۱۶ و ۸-۱۷ برابراست؟ چرا؟ شرح دهید.

۸-۷-۴- با توجه به شکل ۸-۱۸ و مقدار A_V در مرحله‌ی ۸-۵-۲۸ مقدار g_m ترانزیستور FET را از رابطه‌ی $A_V = -g_m R_D$ محاسبه کنید.

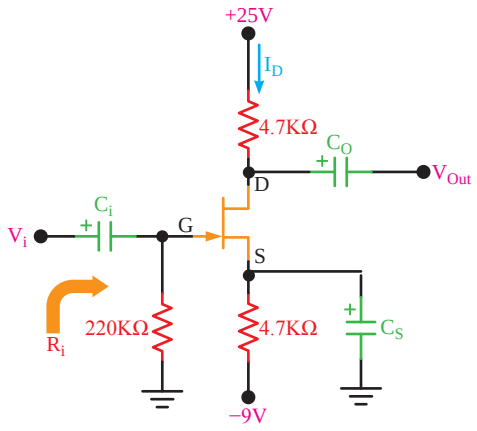
۸-۷-۵- رابطه‌ی $Z_O = \frac{V_{ONL} - V_{OFL}}{V_{OFL}} \times R_L$ را اثبات کنید.

۸-۷-۶- در شکل ۸-۲۱ اگر I_D=۲mA و I_G=۰ باشد مقادیر ولتاژهای V_{DS} و V_{GS} را محاسبه کنید.



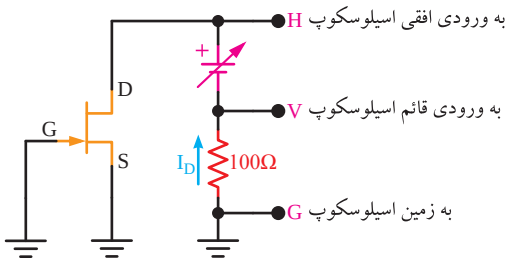
شکل ۲۱-۸- محاسبه‌ی V_{GS} و V_{DS} با توجه به I_D

۸-۷-۷- در شکل ۲۲-۸ ، الف) مدار در چه آرایشی بـــه‌کار رفته اســـت؟ ب) امپدانس ورودی مدار را محاســـبه کنید.



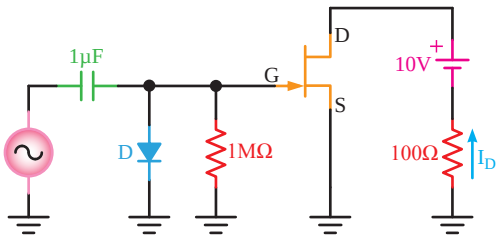
شکل ۲۲-۸- محاسبه‌ی مقادیر V_{GS} ، I_D و V_{DS}

۸-۷-۸- آیا با استفاده از شکل ۲۳-۸ می‌توان منحنی خروجی ترانزیســـتور JFET را روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ مشاهده کرد؟ شرح دهید.



شکل ۲۳-۸- مشاهده‌ی منحنی خروجی ترانزیستور FET روی اسیلوسکوپ

۸-۷-۹- با استفاده از مدار شکل ۲۴-۸ می‌خواهیم منحنی انتقالی ترانزیستور FET را روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ مشاهده کنیم. محل اتصال مدار را به اسیلوسکوپ در شکل مشخص نمایید. نحوه‌ی تشکیل منحنی را شرح دهید.



شکل ۲۴-۸- مشاهده‌ی منحنی انتقالی

۸-۷-۱۰- با مراجعه به برگه‌ی اطلاعات ۱-۸ مفاهیم زیر را توضیح دهید:

- Gate Source Voltage
- Forward Transfer Admitance
- Input Capacitance
- Storage Temperature Range

۸-۷-۱۱- نحوه‌ی تعیین پایه‌های ترانزیستور JFET را با استفاده از اهم‌متر شرح دهید.

ارزش‌یابی

۸-۸- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

در زمان تعیین شده گزارش‌کار خود را کامل کنید و جهت ارزش‌یابی به مربی کارگاه مراجعه نمایید.

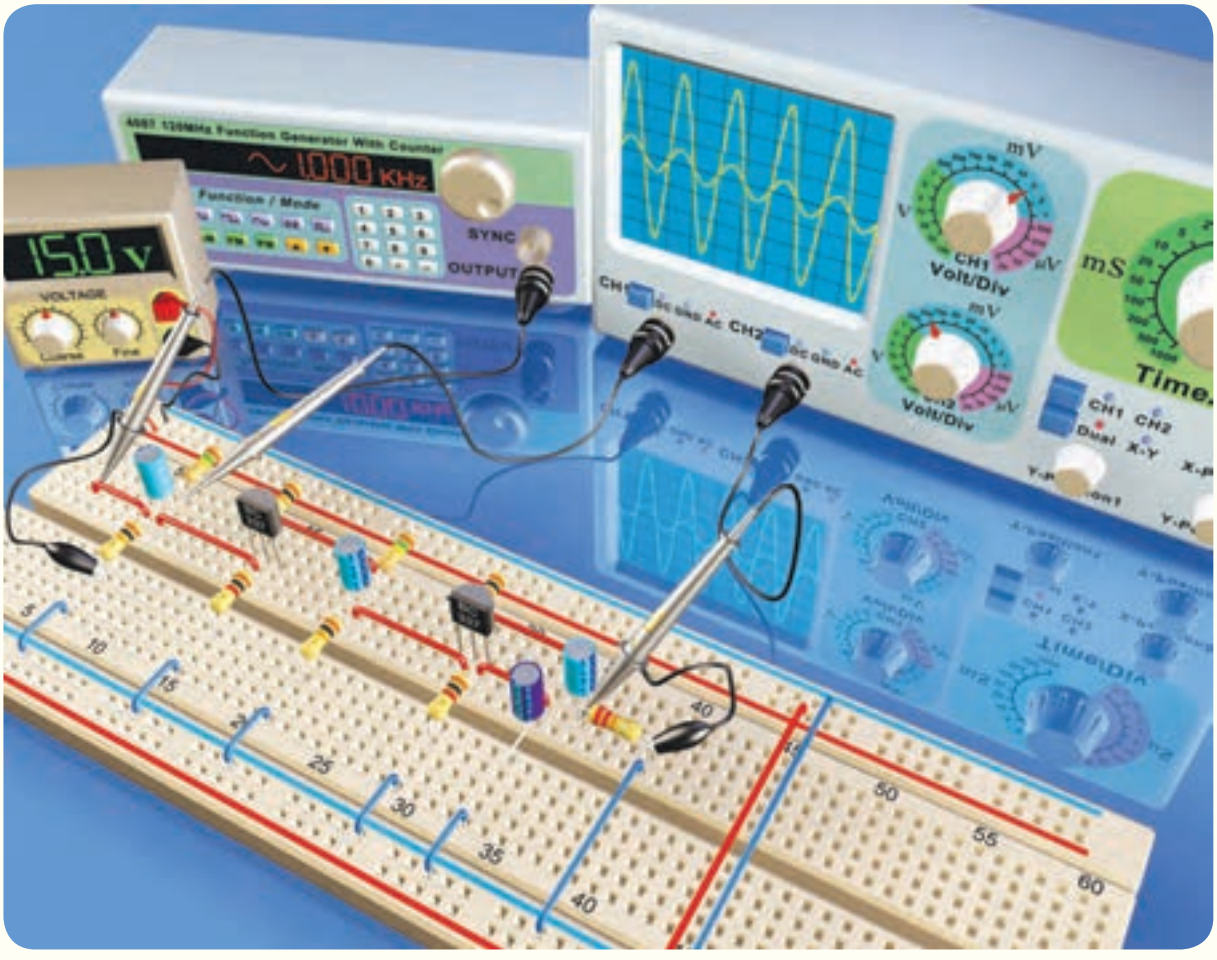
آزمایش شماره‌ی ۹

زمان اجرا ۱۲ ساعت آموزشی

تقویت کننده‌های چند طبقه

هدف کلی آزمایش

بررسی تقویت کننده‌های دو طبقه و کاسکود



هدف‌های رفتاری

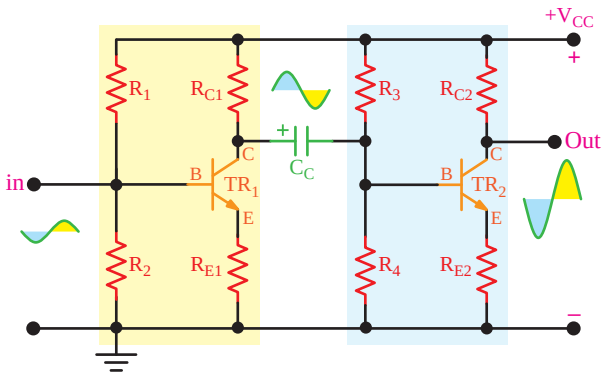
در پایان اجرای این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رودکه:

۱- به سؤال‌های نظری کارگاهی آزمایش شماره‌ی(۸) پاسخ دهد.
۲- مدار تقویت‌کننده‌ی دو طبقه با کوپلاژ RC را ببندد.
۳- نقطه‌ی‌کار ترانزیستورها را اندازه بگیرد.
۴- بهره‌ی ولتاژ، امپدانس ورودی و امپدانس خروجی تقویت‌کننده را اندازه بگیرد.
۵- مدار تقویت‌کننده‌ی آبشاری را ببندد.
۶- نقطه‌ی کار ترانزیستورها را اندازه بگیرد.
۷- مقادیر بهره‌ی ولتاژ ، امپدانس ورودی و امپدانس خروجی تقویت‌کننده را اندازه بگیرد.
۸- کلیه‌ی مدارها را با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
۹- اهداف تعیین شده در حیطه‌ی عاطفی که در آزمایش(۱) آمده است را اجرا کند.
۱۰- گزارش‌کار مستند و دقیق بنویسد.
۱۱- به سؤال‌های الگوی پرسش پاسخ دهد.

۹

۹-۱- اطلاعات اوّلیه

در شکل ۹-۱ مدار یک تقویت‌کننده‌ی دو طبقه با کوپلاژ خازنی نشان داده شده است. ترانزیستورهای TR_1 و TR_2 هر دو به‌صورت امیتر مشترک بسته شده‌اند. منحنی پاسخ فرکانسی یک تقویت‌کننده‌ی دو طبقه با کوپلاژ خازنی در مقایسه با کوپلاژ ترانسفورماتوری بهتر است. در این مدار به‌دلیل ایجاد ۱۸۰ درجه اختلاف فاز در هر طبقه، سیگنال خروجی با سیگنال ورودی هم‌فاز می‌شود. برای بررسی دقیق مدار به کتاب «الکترونیک عمومی۲» مراجعه شود.



شکل ۹-۱- یک تقویت‌کننده‌ی دو طبقه با کوپلاژ RC (خازنی)

۹-۲- نکات ایمنی

کلیه‌ی نکات ایمنی بیان شده در آزمایش‌های یک تا ۸ را مجدداً مطالعه کنید و در هنگام اجرای آزمایش، آن‌ها را عملاً به‌کار ببرید.

۹-۳-اجرای آزمایش‌ها به‌صورت نرم‌افزاری

توجه کنید

پاسخ مواردی که با ستاره مشخص شده است را باید در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی (جلد دوم) کتاب کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک درج نمایید.

★۹-۳-۱- هدف کلی آزمایش را در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

۹-۳-۲- هنرجویان عزیز به مدارهای شبیه‌سازی شده که توسط معلم نمایش داده می‌شود توجه نمایند و نحوه‌ی شبیه‌سازی را فرابگیرند.

۹-۳-۳- بـا مراجعه به جلد دوم کتاب آزمایشـگاه مجازی، ابتدا نرم‌افزار مولتی‌سیم را روی کامپیوتر خود نصب کنید، سپس اقدام به شبیه‌سـازی مدارهای مورد آزمایش بنمایید.

۹-۳-۴- نقشه‌ی چاپ شده‌ی یکی از مدارهایی را که شبیه‌سازی کرده‌اید، در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی، در محل تعیین شده بچسبانید.

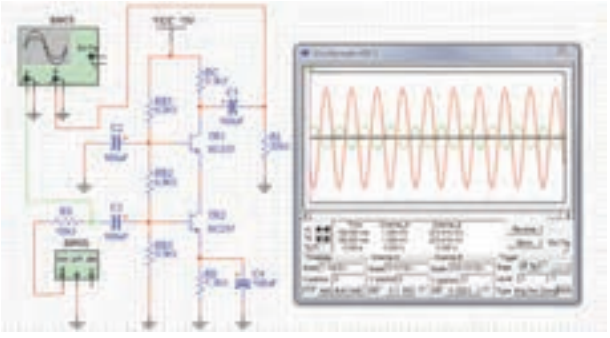
۹-۳-۵- مختصـات نقطـه‌ی‌کار مدارهـای شبیه‌سازی شده را بنویسید.

۹-۳-۶- تصویر سیگنال‌های ورودی و خروجی مدار شبیه‌سازی شده را در محل تعیین شده بچسبانید.

۹-۳-۷- فایل‌های نرم‌افزاری تهیه‌شده را در یک CD ذخیره کنید و تحویل مربی خود دهید.

۹-۳-۸- مراحـل اجرای شبیه‌سـازی را به‌طور خلاصه شرح دهید.

۹-۳-۹- در شـکل ۹-۲ یک نمونه مدار شبیه‌سازی شده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۹-۲- مدار شبیه‌سازی شده

۹-۴- قطعات و تجهیزات مورد نیاز

- اسیلوسکوپ دو کاناله	۱ دستگاه
- منبع تغذیه DC	۱ دستگاه
- سیگنال ژنراتور صوتی	۱ دستگاه
- ولت‌متر DC	۱ دستگاه
- ترانزیسـتور با بتـای (β) ۷۵ تـا ۱۰۰ مانند ۲N۲۲۱۹، ۲SC۸۲۹ یا هر نوع ترانزیستور عمومی موجود در بازار	۲ عدد
- بردبُرد	۱ قطعه
- خازن ۲۵V، ۱۰μF	۴ عدد
- خازن ۲۵V، ۲۵μF	۱ عدد
- مقاومت‌هـای ۱/۲KΩ، ۶/۸KΩ، ۸/۲KΩ و ۲۲KΩ با توان $\frac{۱}{۲}$W از هر کدام	۱ عدد
- مقاومت ۳/۳KΩ با توان $\frac{۱}{۲}$W	۲ عدد
- مقاومت ۱۰KΩ با توان $\frac{۱}{۲}$W	۴ عدد
- مقاومت ۱۵۰KΩ با توان $\frac{۱}{۲}$W	۲ عدد
- تجهیزات، ابزار و مواد عمومی	

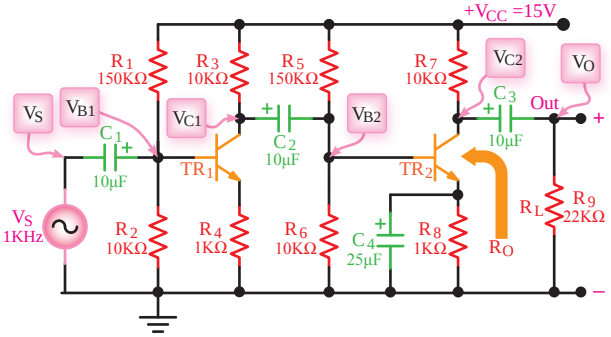
۹-۵- مراحل اجرای آزمایش

تقویت‌کننده‌ی دو طبقه

۹-۵-۱- مدار شکل ۹-۳ را روی بردبُرد ببندید. هنگام بسـتن مدار هرگز از سـیم‌های رابط اضافی استفاده نکنید. شکل مدار را مجدداً در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی رسم کنید.

توجه کنید

قبل از اجرای هر آزمایش،کلیه‌ی قطعات را مورد آزمایش قرار دهید و از سلامت آن‌ها اطمینان حاصل کنید.



شکل ۹-۳- مدار تقویت‌کننده‌ی دو طبقه با کوپلاژ خازنی

۹-۵-۲- منبع تغذیه‌ی ۱۵+ ولت را به مدار وصل کنید. در حالی که سیگنال ژنراتور خاموش است به‌وسیله‌ی ولت‌متر DC ولتاژ هریک از پایه‌های ترانزیستور را نسبت به نقطه‌ی مبنا (زمین) اندازه بگیرید و در جدول ۹-۱ درج نمایید.

۹-۵-۳- سیگنال ژنراتور را روشن کنید و به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج نقاط V_S، V_{B1}، V_{C1}، V_{B2}، V_{C2} و V_O را با مقیاس و فاز صحیح در نمودارهای ۹-۱، ۹-۲ و ۹-۳ رسم کنید.

نکته‌ی مهم

دامنه‌ی ورودی را طوری تنظیم کنید که دامنه‌ی سیگنال خروجی (V_O) بدون تغییر شکل (اعوجاج) باشد. برای ظاهر نمودن شکل موج‌ها اسیلوسکوپ را روی وضعیت AC قرار دهید. فرکانس سیگنال ژنراتور را روی ۱KHz تنظیم کنید.

۹-۵-۴- شکل موج‌ها را با هم مقایسه کنید. آیا فرآیند تقویت در هر طبقه انجام شده است؟ آیا در هر طبقه‌ی تقویت‌کننده اختلاف فاز ۱۸۰درجه وجود دارد؟ توضیح دهید. هم‌چنین ولتاژ V_{C2} و V_O را از نظر DC مورد تجزیه و تحلیل قرار دهید و عملکرد خازن کوپلاژ را بررسی نمایید.

۹-۵-۵- مقدار پیک‌تاپیک هر یک از سیگنال‌ها را اندازه‌گیری کنید و نتایج را در جدول ۹-۲ بنویسید.

۹-۵-۶- با استفاده از روابط $A_{V1}=\frac{V_{C1PP}}{V_{B1PP}}$، $A_{V2}=\frac{V_{C2PP}}{V_{B2PP}}$ و $A_{VT}=\frac{V_O}{V_S}$ مقادیر بهره‌ی ولتاژ را در هر یک از طبقات و بهره‌ی کل را محاسبه کنید. برای محاسبه از جدول ۹-۲ استفاده نمایید.

۹-۵-۷- مقدار A_{VT} را از رابطه‌ی $A_{VT}=A_{V1}\times A_{V2}$ محاسبه کنید، آیا مقدار به دست آمده با A_{VT} محاسبه شده در مرحله‌ی ۹-۵-۶ انطباق دارد؟ شرح دهید.

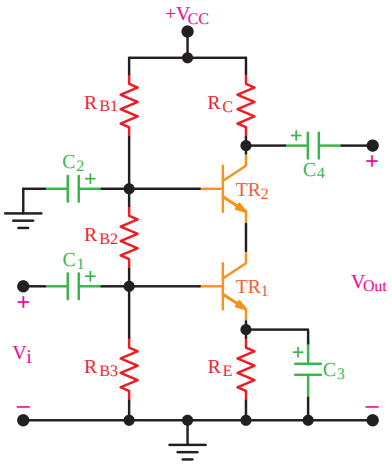
۹-۵-۸- مقاومت بار R_L را از مدار قطع کنید و به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ ولتاژ نقاط V_S، V_{B1}، V_{C1}، V_{B2}، V_{C2} و V_O را اندازه بگیرید و در جدول ۹-۳ یادداشت کنید.

۹-۵-۹- مقادیر بهره را در دو حالت با R_L و بدون R_L مقایسه کنید و در مورد تأثیر R_L روی بهره‌ی مدار توضیح دهید.

۹-۵-۱۰- مقادیر V_{ONL} و V_{OFL} را اندازه بگیرید و مقدار امپدانس خروجی تقویت‌کننده را محاسبه نمایید.

تقویت‌کننده‌ی آبشاری (کاسکود)

۹-۵-۱۱- تقویت‌کننده‌ی کاسکود یا آبشاری یک تقویت کننده‌ی دو طبقه با کوپلاژ مستقیم است که از دو ترانزیستور تشکیل شده است. در شکل ۹-۴ مدار یک تقویت‌کننده‌ی کاسکود نشان داده شده است. در این تقویت‌کننده ترانزیستور TR_1 به‌صورت امیتر مشترک و ترانزیستور TR_2 به‌صورت بیس مشترک به‌کار رفته است. این تقویت‌کننده در فرکانس‌های بالا مشخصه‌ی فرکانس بهتری نسبت به سایر تقویت‌کننده‌ها دارد. برای بررسی دقیق تقویت‌کننده‌ی آبشاری به کتاب «الکترونیک عمومی ۲» مراجعه کنید.

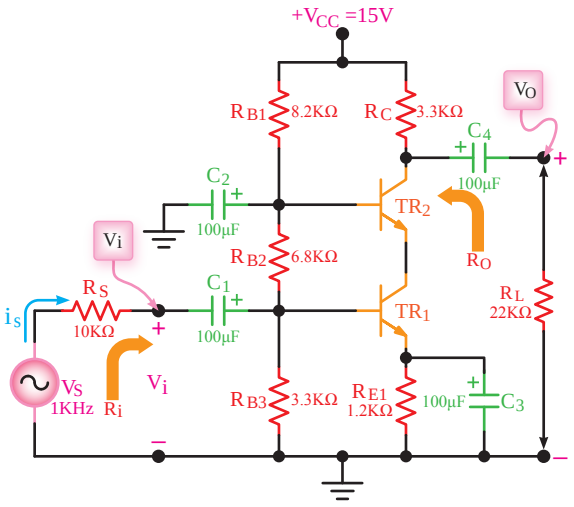


شکل ۹-۴- تقویت‌کننده‌ی کاسکود

۹-۵-۱۲- مدار شکل ۵-۹ را روی بردبُرد ببندید. نقشه‌ی مدار را مجدداً در کتاب گزارش‌کار ترسیم کنید.

توجه کنید

با توجه به این‌که تعداد قطعات در این مدار بیش‌تر از مدارهایی است که تاکنون بسته‌اید، سعی کنید مدار را با حداقل اتصالات در یک قسمت از بردبُرد ببندید. همواره قبل از بســتن مدار قطعات را آزمایش کنید و از سلامت آن‌ها اطمینان حاصل نمایید.



شکل ۵-۹- مدار آزمایش تقویت‌کننده‌ی کاسکود

۹-۵-۱۳- تغذیــه‌ی ۱۵ + ولت را به مدار وصل کنید. در حالی‌که سیگنال ژنراتور خاموش است، با ولت‌متر DC ولتاژ هریک از پایه‌های دو ترانزیســتور TR_1 و TR_2 را نســبت به نقطه‌ی مبنا (زمین) اندازه بگیرید و در جدول ۹-۴ درج کنید.

۹-۵-۱۴- ســیگنال ژنراتور را روشــن کنید و آن‌را روی فرکانس ۱کیلوهرتز سینوسی تنظیم نمایید.

۹-۵-۱۵- اسیلوســکوپ را به دو ســر مقاومت بار وصل کنید. دامنه‌ی ســیگنال V_S را طوری تنظیم کنید که دامنه‌ی ولتاژ خروجی V_O حداکثر و بدون اعوجاج باشد.

۹-۵-۱۶- سیگنال ولتاژ V_O و V_i را با دو رنگ مختلف و مقیاس مناسب در نمودار ۹-۴ ترسیم کنید.

۹-۵-۱۷- مقدار پیک‌تاپیک ولتاژ ورودی V_i و خروجی V_O را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۹-۵-۱۸- مقــدار A_V مــدار را در حالتــی که مقاومت R_L در مدار قرار دارد محاسبه کنید.

۹-۵-۱۹- مقاومت بار R_L را از مدار قطع کنید و مقدار V_{OPP} را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۹-۵-۲۰- با توجه به مقادیر V_{OPPFL} و V_{OPPNL} مقدار R_O را از رابطه‌ی $R_O = \frac{V_{OPPNL} - V_{OPPFL}}{V_{OPPFL}} \times R_L$ محاسبه کنید.

۹-۵-۲۱- بــار R_L را وصل کنید و به‌وســیله‌ی اسیلوسکوپ دامنه‌ی پیک تا پیک سیگنال‌های V_i و V_S را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

۹-۵-۲۲- بــا اســتفاده از رابطــه‌ی $I_S = \frac{V_{SPP} - V_{iPP}}{R_S}$ مقدار جریان I_S را محاسبه کنید.

۹-۵-۲۳- با اســتفاده از رابطه‌ی $R_I = \frac{V_{iPP}}{I_S}$ مقدار امپدانس ورودی تقویت‌کننده را محاسبه کنید.

۹-۶- نتایج آزمایش

آن‌چه را که در این آزمایــش آموخته‌اید به اختصار جمع‌بندی کنید.

الگوی پرسش

۹-۷- الگوی پرسش

با توجه به شکل ۹-۳ به سؤالات زیر پاسخ دهید.

۹-۷-۱- نحوه‌ی کوپلاژ بین دو ترانزیستور TR_1 و TR_2 را شرح دهید.

۹-۷-۲- دامنه‌ی پیک تا پیک ولتاژ خروجی در کدام یک از حالات زیر بیش‌تر است؟ علت را شرح دهید.

الف- R_L وصل ب- R_L قطع

۹-۷-۳- دامنه‌ی پیک تا پیک ولتاژ خروجی در کدام یک از دو حالت زیر بیش‌تر است؟ شرح دهید.

الف- خازن C_4 وصل ب- خازن C_4 قطع

۹-۷-۴- اختلاف فاز بین سیگنال‌های بیس TR_2 و بیس TR_1 چند درجه است؟ چرا؟

۹-۷-۵- مقدار V_{B1} را با استفاده از مقاومت‌های تقسیم ولتاژ محاسبه کنید و با مقدار اندازه‌گیری شده مقایسه نمایید. آیا این دو حدوداً با هم انطباق دارند؟ توضیح دهید.

سؤالات ۹-۷-۶ تا ۹-۷-۹ را با توجه به شکل ۹-۵ پاسخ دهید.

۹-۷-۶- آرایش هر ترانزیستور را با ذکر دلیل مشخص کنید.

۹-۷-۷- کار مقاومت R_S در این تقویت‌کننده را شرح دهید.

۹-۷-۸- قطع مقاومت R_L چه تأثیری در دامنه‌ی ولتاژ خروجی دارد؟ شرح دهید.

۹-۷-۹- اختلاف فاز بین V_O و V_S چند درجه است؟ چرا؟ شرح دهید.

۹-۷-۱۰- اختلاف فاز بین I_L و I_S چند درجه است؟ چرا؟ شرح دهید.

ارزش‌یابی

۹-۸- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

پس از اتمام آزمایش، گزارش‌کار خود را تنظیم کنید و در زمان تعیین شده جهت ارزش‌یابی تحویل مربی کارگاه نمایید. توجه داشته باشید که هنگام ارزش‌یابی کتاب گزارش‌کار، موارد درج شده توسط مربی کارگاه مورد پرسش قرار خواهد گرفت. لذا آمادگی برای پاسخ دادن به پرسش‌ها را داشته باشید.

آزمایش شماره‌ی ۱۰

زمان اجرا ۱۶ ساعت آموزشی

تقویت کننده‌های قدرت

هدف کلی آزمایش

بررسی تقویت کننده‌های قدرت کلاس A و AB

هدف‌های رفتاری

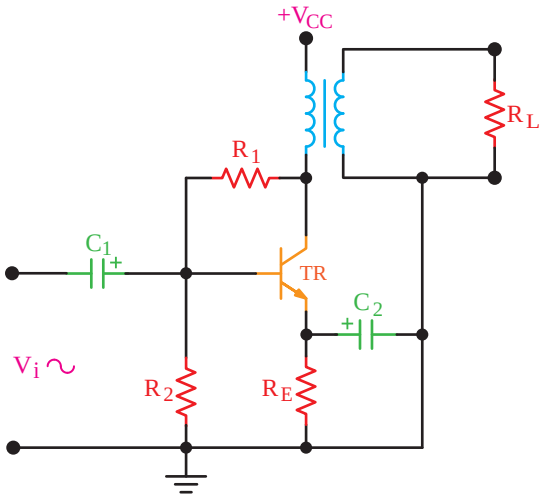
در پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رودکه:

۱- به سؤال‌های نظری کارگاهی آزمایش شماره (۹) پاسخ دهد.
۲- مدار تقویت‌کننده‌ی کلاس A ترانسفورماتوری را ببندد.
۳- نقطه‌ی‌کار، قدرت مصرفی، قدرت خروجی و راندمان مدار را اندازه بگیرد.
۴- مدار تقویت‌کننده‌ی پوش‌پول با ترانزیستورهای مکمل را ببندد.
۵- نقطه‌ی‌کار، قدرت خروجی ، قدرت مصرفی و راندمان مدار را اندازه بگیرد.
۶- قدرت مصرفی، قدرت خروجی و راندمان مدار را اندازه بگیرد.
۷- کلیه‌ی مدارها را با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
۸- اهداف تعیین شده در حیطه‌ی عاطفی که در آزمایش(۱) آمده است را اجرا کند.
۹- گزارش‌کار مستند و دقیق بنویسد.
۱۰- به سؤال‌های الگوی پرسش پاسخ دهد.

۱۰

۱-۱۰- اطلاعات اوّلیه

در شکل ۱-۱۰ مدار تقویت‌کننده‌ی قدرت کلاس A نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۰- تقویت‌کننده‌ی قدرت کلاس A

در این مدار ترانزیستور TR به‌صورت امیتر مشترک استفاده شده است. مقاومت‌های R_1 و R_2 تغذیه‌ی بیس ترانزیستور را تأمین می‌کنند. علاوه بر این مقاومت R_1 مقداری از سیگنال کلکتور را به بیس برگشت می‌دهد که موجب کاهش میزان اعوجاج سیگنال خروجی می‌شود. مقاومت R_E امیتر را تغذیه می‌کند و خازن C_2 که به آن خازن بای‌پاس امیتر می‌گویند امیتر را در سیگنال AC به زمین وصل می‌کند.

ترانسفورماتور علاوه بر انتقال جریان متناوب کلکتور به بار، عمل تطبیق امپدانس مدار را با بار ممکن می‌سازد.

مقاومت بار که برای نمونه می‌تواند یک بلندگو باشد به ثانویه‌ی ترانسفورماتور وصل می‌شود. تقویت‌کننده در کلاس A بایاس شده است.

به‌جای ترانسفورماتور می توانید از یک سیم‌پیچ نیز استفاده کنید. در این حالت برای انتقال انرژی به بار باید از کوپلاژ خازنی استفاده نمایید.

شرایطDC در تقویت‌کننده‌های قدرت با بار القایی در مقایسه با مدارهای اهمی متفاوت است. می‌دانیم مقدار مقاومت اهمی سیم‌پیچ خیلی کم است و در صورتی که تعداد دورهای سیم‌پیچ کم وقطر آن زیاد باشد مقدار آن به صفر نزدیک می شود. در این شرایط مقدار افت ولتاژ دو سر سیم‌پیچ در شرایط DC به شدت کاهش می‌یابد.

بـــر خلاف تقویت‌کننده‌های کلاس A با بار مقاومتی، در این تقویت‌کننده‌ها ولتاژ V_{CE} برابر با $\frac{V_{CC}}{2}$ نمی‌شـــود. شرایط کلاس A در هنگام اعمال ولتاژ AC ایجاد می‌شـــود. در این حالت X_L در مدار به‌وجـــود می‌آید و وضعیت کلاس A را مهیا می‌سازد.

۲-۱۰- نکات ایمنی

کلیه‌ی نکات ایمنی ذکر شده در آزمایش‌های قبلی را مجـــدداً مرور کنید و در مراحل اجرای این آزمایش آن‌ها را دقیقاً رعایت نمایید.

۳-۱۰- اجـــرای آزمایش‌هـــا به‌صـــورت نرم‌افزاری

توجه کنید

مواردی که با ســـتاره(★) مشخص شده است را باید در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشـــگاهی (جلد دوم کتاب کارگاه و آزمایشـــگاه الکترونیک)درج نمایید.

★۱-۳-۱۰- هـــدف کلـــی آزمایـــش را در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

۲-۳-۱۰- هنرجویان عزیز به مدارهای شبیه‌ســـازی شـــده که توســـط معلم نمایش داده می‌شود توجه نمایند و نحوه‌ی شبیه‌سازی را فرابگیرند.

۳-۳-۱۰- با مراجعه به جلد دوم کتاب آزمایشـــگاه مجازی، ابتدا نرم‌افزار مولتی‌سیم را روی کامپیوتر خود نصب کنید ســـپس اقدام به شبیه‌ســـازی مدارهای مورد آزمایش نمایید.

★۴-۳-۱۰- نقشه‌ی چاپ شده‌ی یکی از مدارهایی را که شبیه‌سازی کرده‌اید، در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی و در محل تعیین شده بچسبانید.

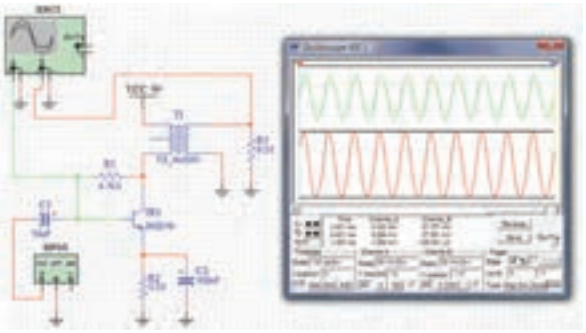
★۵-۳-۱۰- مختصات نقطه‌ی کار مدار شبیه‌سازی شده را بنویسید.

★۶-۳-۱۰- تصویـــر ســـیگنال ورودی و خروجی مدار امیتر مشترک شبیه‌سازی شده را در محل تعیین شده بچسبانید.

★۷-۳-۱۰- فایل‌های نرم‌افزاری تهیه‌شـــده را در یک CD ذخیره کنید و تحویل مربی خود دهید.

★۸-۳-۱۰- مراحل اجرای شبیه‌ســـازی را به‌طور خلاصه شرح دهید.

۹-۳-۱۰- در شـــکل ۲-۱۰ یک نمونـــه مدار امیتر مشترک، که شبیه‌سازی شده است را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۱۰- مدار شبیه‌سازی شده

۴-۱۰- قطعات، مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

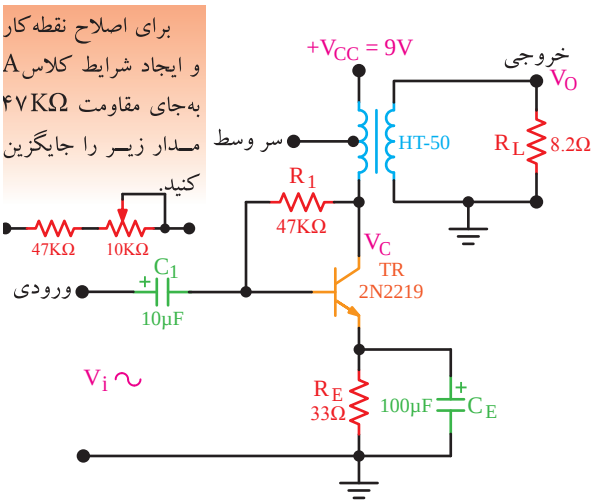
- اسیلوسکوپ دو کاناله	۱ دستگاه
- منبع تغذیه DC	۱دستگاه
- مولتی‌متر دیجیتال	۱ دستگاه
- سیگنال ژنراتور صوتی	۱ دستگاه
- ترانسفورماتور HT-۵۰	۱ عدد
- ترانزیســـتور NPN با بتای (β) ۷۵ تا ۱۰۰ و قدرت حدود ۲۰۰ میلی‌وات	۱ عدد
- ترانزیســـتور با توان حـــدود ۱ وات و بتای (β) حدود ۷۵ مانند ۲N۲۲۱۹ و ...	۲ عدد

- ترانزیستور PNP با بتای (β) ۷۵ تا ۱۰۰ و قدرت حدود ۲۰۰ میلی‌وات مکمل(NPN) ۱ عدد
- خازن ۱۰μF، ۱۰۰μF و ۲۲۰μF با ولتاژ کار ۲۵ ولت از هر کدام ۱ عدد
- مقاومت‌های ۳۳Ω، ۴۷KΩ و ۴۷Ω با توان $\frac{1}{2}$W از هر کدام ۱ عدد
- مقاومت ۱KΩ با توان $\frac{1}{2}$W ۳ عدد
- مقاومت ۸/۲Ω با توان ۱ وات ۱ عدد
- مقاومت ۲/۲Ω با توان ۱ وات ۲ عدد
- دیود ۱N۴۱۴۸ ۲ عدد
- بردبُرد ۱ قطعه
- تجهیزات، ابزار و مواد عمومی

۵-۱۰- اجرای آزمایش

تقویت‌کننده‌ی قدرت کلاس A با بار القائی

۱-۵-۱۰- مدار شکل ۳-۱۰ را روی بردبُرد ببندید.



شکل ۳-۱۰- تقویت‌کننده‌ی قدرت کلاس A

★۲-۵-۱۰- مدار را مجدداً در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.

۳-۵-۱۰- ولتاژ تغذیه را به مدار(۹ ولت DC) وصل کنید.

★۴-۵-۱۰- به‌وسیله‌ی مولتی‌متر ولتاژ DC هریک از پایه‌های ترانزیستور را نسبت به نقطه‌ی مبنا (زمین مشترک) اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

۵-۵-۱۰- سیگنال ژنراتور را روشن کنید و فرکانس آن را روی ۱ کیلوهرتز تنظیم نمایید.

۶-۵-۱۰- اسیلوسکوپ را به کلکتور وصل کنید. دامنه‌ی سیگنال ورودی را به‌گونه‌ای تنظیم کنید که دامنه‌ی سیگنال خروجی به حداکثر مقدار ممکن بدون اِعوِجاج برسد.

۷-۵-۱۰- در صورتی که با افزایش دامنه‌ی سیگنال ورودی، یکی از نیم‌سیکل‌ها زودتر برش می‌خورد، تقویت‌کننده در کلاس A قرار ندارد و نقطه‌ی کار در وسط خط بار نیست.

۸-۵-۱۰- برای اصلاح مدار و ایجاد شرایط کلاس A باید نقطه‌ی کار را اصلاح نمایید. با تغییر مقاومت ۴۷ کیلواهم اصلاح نقطه‌ی کار امکان پذیر است. هم‌چنین می‌توانید به‌جای مقاومت ۴۷ کیلواهم یک مقاومت ۴۲KΩ و یک پتانسیومتر ۱۰KΩ را با هم سری کنید و با تغییر پتانسیومتر، بهترین شرایط را ایجاد نمایید.

بهترین شرایط زمانی است که مقدار دامنه‌ی ولتاژ پیک‌تاپیک روی کلکتور حدوداً دو برابر ولتاژ تغذیه (۹×۲) و سیگنال بدون اعوجاج باشد.

★۹-۵-۱۰- سیگنال ژنراتور را خاموش کنید و به‌وسیله‌ی مولتی‌متر ولتاژ DC هریک از پایه‌ها را مجدداً اندازه بگیرید.

★۱۰-۵-۱۰- مقادیر ولتاژ DC به دست آمده در دو مرحله‌ی قبل را با هم مقایسه کنید.آیا مقادیر تغییر کرده است؟ علت را شرح دهید.

۱۰-۵-۱۱- مقدار DC ولتاژ V_{CE} را با مولتی‌متر اندازه بگیرید و یادداشت کنید. آیا $V_{CE} \simeq \frac{V_{CC}}{۲}$ است؟ شرح دهید.

۱۰-۵-۱۲- یک میلی‌آمپرمتر DC با منبع ۹+ ولت سری کنید و در حالی که سیگنال ژنراتور خاموش است جریان مدار را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید ($I_۱$).

۱۰-۵-۱۳- سیگنال ژنراتور AF را مجدداً روشن کنید و شرایط نزدیک به کلاس A را به وجود آورید.

سیگنال خروجی بیش‌ترین دامنه ($V_{PP} \simeq ۲V_{CC}$) و کم‌ترین اعوجاج

۱۰-۵-۱۴- جریان DC دریافتی از منبع تغذیه در شرایطی که سیگنال ژنراتور روشن است را اندازه بگیرید و یادداشت کنید ($I_۲$).

۱۰-۵-۱۵- مقادیر جریان‌های $I_۱$ و $I_۲$ را باهم مقایسه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۱۰-۵-۱۶- با استفاده از رابطه‌ی $P_{CC۱} = V_{CC}I_۱$ قدرت دریافتی از منبع تغذیه را در شرایطی که سیگنال ژنراتور خاموش است محاسبه کنید.

۱۰-۵-۱۷- با استفاده از رابطه‌ی $P_{CC۲} = V_{CC}I_۲$ قدرت دریافتی از منبع تغذیه در شرایطی که سیگنال AC وجود دارد محاسبه کنید.

۱۰-۵-۱۸- مقادیر توان‌های دریافتی در حالت بدون سیگنال ($P_{CC۱}$) و در حالت با سیگنال ($P_{CC۲}$) را با هم مقایسه کنید و درباره‌ی آن توضیح دهید.

۱۰-۵-۱۹- به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج نقاط V_i و V_C و نقاط V_O و V_i را با مقیاس مناسب روی نمودارهای جداگانه (نمودارهای ۱-۱۰ و ۲-۱۰) ترسیم کنید.

۱۰-۵-۲۰- مقدار ولتاژ پیک‌تاپیک V_i ، V_C و V_O را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۱۰-۵-۲۱- مقدار $A_{V۱} = \frac{v_C}{v_i}$ و $A_{V۲} = \frac{v_O}{v_i}$ را محاسبه کنید و آن‌ها را با هم مقایسه نمایید.

۱۰-۵-۲۲- ضریب تبدیل ترانسفورماتور را با استفاده از رابطه‌ی $K = \frac{V_O}{V_C}$ محاسبه کنید. ترانسفورماتور افزاینده است یا کاهنده؟ توضیح دهید.

۱۰-۵-۲۳- با استفاده از رابطه‌ی زیر مقدار توان منتقل شده به بار را محاسبه کنید.

$$P_O = \frac{(V_{OPP})^۲}{۸R_L}$$

۱۰-۵-۲۴- با استفاده از رابطه‌ی زیر راندمان تقویت‌کننده را محاسبه کنید.

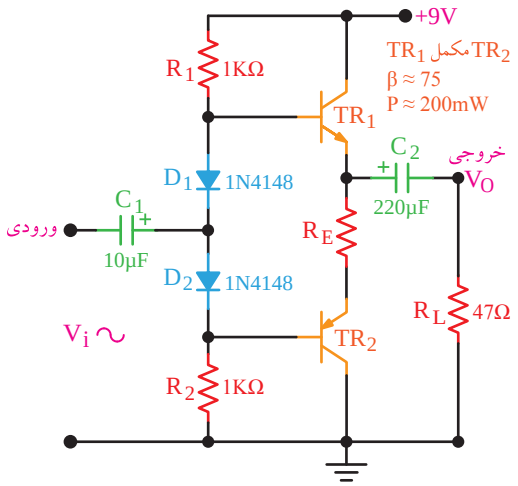
$$\eta = \frac{P_O}{P_{CC}} \times ۱۰۰$$

تقویت‌کننده‌ی قدرت با ترانزیستورهای مکمل (Complementary)

در شکل ۱۰-۴ مدار یک تقویت‌کننده با ترانزیستورهای مکمل دیده می‌شود. در این مدار از دو ترانزیستور NPN و PNP استفاده شده است. مقاومت R_E، پایداری حرارتی مدار را افزایش می‌دهد. دیودهای $D_۱$ و $D_۲$ و مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ نقطه‌ی کار ترانزیستورها را در کلاس AB قرار می‌دهند. در نیم‌سیکلِ مثبتِ سیگنالِ ورودی، ترانزیستور $TR_۱$ روشن و $TR_۲$ قطع است و خازن $C_۲$ شارژ می‌شود. در نیم‌سیکلِ منفیِ سیگنالِ ورودی، ترانزیستور $TR_۲$ روشن و $TR_۱$ قطع است و خازن $C_۲$ از مسیر کلکتور امیتر $TR_۲$ دشارژ می‌شود؛ بنابراین، در هر نیم سیکل یکی از دو ترانزیستور، سیگنال ورودی را تقویت می‌کند. در این مدار هر دو ترانزیستور به‌صورت کلکتور مشترک بسته شده‌اند.

نکته‌ی مهم

برای داشتن بهترین حالت و بیش‌ترین راندمان باید ترانزیستورها دقیقاً مشابه هم و مکمل هم باشند. هم‌چنین جنس دیودهای D_1 و D_2 و ولتاژ هدایت آن‌ها باید مشابه دیودهای بیس امیتر ترانزیستورهای TR_1 و TR_2 باشد.



شکل ۴-۱۰- تقویت‌کننده‌ی قدرت با ترانزیستورهای مکمل

۱۰-۵-۲۵- مدار شکل ۴-۱۰ را روی بردبُرد ببندید. مدار را در کتاب گزارش‌کار مجدداً رسم کنید.

۱۰-۵-۲۶- در حالی که سیگنال ورودی قطع است، به وسیله‌ی مولتی‌متر DC ولتاژ پایه‌های دو ترانزیستور TR_1 و TR_2 را نسبت به نقطه‌ی مبنا (زمین مشترک) اندازه بگیرید و در جدول ۱-۱۰ یادداشت نمایید.

۱۰-۵-۲۷- به ورودی مدار یک سیگنال سینوسی با فرکانس ۱ کیلوهرتز وصل کنید و اسیلوسکوپ را به دو سر مقاومت بار متّصل نمایید. دامنه‌ی سیگنال ورودی را به‌گونه‌ای تنظیم کنید که دامنه‌ی سیگنال خروجی به حداکثر مقدار بدون اعوجاج برسد.

توجه کنید

در صورتی که یکی از ترانزیستورها در کلاس AB نباشد، دامنه‌ی سیگنال خروجی محدود خواهدشد و نمی‌توانید به راندمان دلخواه برسید.

۱۰-۵-۲۸- به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج‌های دو سر بار و ورودی مدار را مشاهده کنید و شکل موج آن‌ها را با مقیاس مناسب در نمودار ۳-۱۰ ترسیم نمایید.

۱۰-۵-۲۹- مقدار V_{iPP} و V_{OPP} را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. آیا V_i تقریباً برابر با V_O است؟ توضیح دهید.

۱۰-۵-۳۰- دیودهای D_1 و D_2 را اتصال کوتاه کنید.

۱۰-۵-۳۱- به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ، شکل موج دو سر بار را مشاهده و در نمودار ۴-۱۰ رسم کنید. در این حالت V_{OPP} را نیز اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

۱۰-۵-۳۲- اتصال کوتاه دیودها را بردارید و یک مقاومت R_S مساوی ۱ کیلواهم با منبع ورودی سری کنید (R_S=۱KΩ).

۱۰-۵-۳۳- به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ دامنه‌ی ولتاژ دو سر مقاومت R_S را اندازه بگیرید و با استفاده از رابطه‌ی $I_S = \frac{V_{RsPP}}{R_S}$ مقدار جریان I_S را محاسبه کنید.

برای اندازه‌گیری ولتاژ دو سر R_S ابتدا ولتاژ یک طرف آن را نسبت به زمین اندازه بگیرید (V_S)، سپس ولتاژ طرف دیگر مقاومت را اندازه بگیرید(V_i). ولتاژ دو سر R_S از تفاضل V_i و V_S به دست می‌آید.

$$V_{Rs} = V_S - V_i$$

۱۰-۵-۳۴- با استفاده از V_{OPP} مقدار جریان بار را از رابطه‌ی $I_L = \frac{V_{OPP}}{R_L}$ محاسبه کنید.

۱۰-۵-۳۵- مقدار بهره‌ی جریان را با استفاده از مقادیر I_{LPP} و I_S محاسبه کنید.

۱۰-۵-۳۶- با سری کردن یک میلی‌آمپر متر DC با مثبت منبع تغذیه، جریان منبع را در دو حالت سیگنال ژنراتور خاموش (I_1) و سیگنال ژنراتور روشن (I_2) اندازه بگیرید.

۱۰-۵-۳۷- مقدار متوسط جریانی را که در اثر سیگنال در مدار به‌وجود می‌آید از رابطه‌ی $I = I_2 - I_1$ محاسبه کنید.

۱۰-۵-۳۸- توضیح دهید به چه دلیل هنگام روشن شدن سیگنال ژنراتور جریان دریافتی از منبع تغذیه افزایش می‌یابد؟

۱۰-۵-۳۹- با استفاده از مقادیر I و V_{CC} مقدار توان دریافت شده از منبع تغذیه را از رابطه‌ی $P_{CC}=V_{CC}I$ محاسبه کنید.

۱۰-۵-۴۰- با استفاده از مقدار V_{OPP} اندازه‌گیری شده در مرحله‌ی ۱۰-۵-۲۹ مقدار توان تلف شده در مقاومت بار R_L را با استفاده از رابطه‌ی $P_O = \frac{(V_{OPP})^2}{8R_L}$ محاسبه کنید.

۱۰-۵-۴۱- با استفاده از رابطه‌ی $\eta = \frac{P_O}{P_{CC}} \times 100$ مقدار راندمان تقویت کننده را محاسبه نمایید.

۱۰-۵-۴۲- مقدار راندمان را در دو نوع تقویت‌کننده‌ی قدرت مورد آزمایش با هم مقایسه کنید و درباره‌ی آن توضیح دهید.

۱۰-۵-۴۳- با استفاده از یک نمونه آی سی تقویت کننده‌ی قدرت مانند سری‌های STKXXX یا هر نوع آی سی دیگری که در اختیار دارید، مدار را ببندید. نقشه‌ی مدار را رسم کنید.

۱۰-۵-۴۴- میزان Av و Ai مدار را به دست آورید.

۱۰-۵-۴۵- در صورتی که آی سی مورد نظر تقویت کننده‌ی اولیه دارد یک میکروفون به ورودی اتصال دهید سیستم صوتی را آزمایش کنید و نتایج را به صورت خلاصه بنویسید.

در صورتی که آی سی مورد استفاده فاقد تقویت کننده‌ی اولیه pre,amp است از تقویت کننده‌ی اولیه موجود در کتاب استفاده کنید.

۱۰-۶- نتایج آزمایش

آن‌چه را که در این آزمایش آموخته‌اید به اختصار جمع‌بندی کنید.

الگوی پرسش

۱۰-۷- الگوی پرسش

توجه کنید

سؤال‌های ۱-۷-۱۰ تا ۷-۷-۱۰ مربوط به شکل ۳-۱۰ و بقیه‌ی سؤال‌ها مربوط به شکل ۴-۱۰ است.

۱-۷-۱۰- آیا جریان مصرفی مدار در دو حالت وصل و قطع سیگنال AC تغییر می‌کند؟ چرا؟ شرح دهید.

۲-۷-۱۰- با توجه به نتایج به دست آمده از مرحله‌ی ۳-۵-۱۰ توضیح دهید ترانزیستور در چه کلاسی کار می‌کند؟ شرح دهید.

۳-۷-۱۰- آیا راندمان به‌دست آمده مناسب است؟

۴-۷-۱۰- با توجه به مقادیر توان‌های اندازه‌گیری شده، توان مصرف شده در ترانزیستور چند میلی‌وات است؟

۱۰-۷-۵- مـوارد اسـتفاده مدار شـکل ۱۰-۳ را بنویسید.

۱۰-۷-۶- آیـا بـا قطـع خـازن C_E نقطه‌ی کار ترانزیستور تغییر می کند؟ شرح دهید.

۱۰-۷-۷- با توجـه به نتایج آزمایـش ۱۰-۵-۱۹ مقادیر اختلاف فاز بین نقاط V_i، V_C و V_O چه‌قدر است؟ شرح دهید.

۱۰-۷-۸- بـا اتصال کوتاه دیودهای D_1 و D_2 چه تغییری در شکل موج خروجی به‌وجود می‌آید؟ شرح دهید.

۱۰-۷-۹- آیا راندمان تقویت‌کننده مناسـب است؟ شرح دهید.

۱۰-۷-۱۰- مزایای این تقویت کننده را نسـبت به تقویت‌کننده‌ی کلاس A شرح دهید.

۱۰-۷-۱۱- آیـا می‌تـوان مـدار تقویت‌کننـده‌ی ترانزیسـتورهای مکمـل را به‌صورت مـدار مجتمع (IC) ساخت؟ شرح دهید.

۱۰-۷-۱۲- آیا در این مدار جریان مصرفی در حالت با سیگنال و بدون سیگنال برابر است؟ چرا؟ شرح دهید.

ارزش‌یابی

۱۰-۸- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

پـس از اتمام آزمایش در اولین فرصت گزارش‌کار خـود را کامل کنید و در زمان مقرر جهت ارزش‌یابی به مربی کارگاه تحویل دهید. بدیهی اسـت چنان‌چه کتاب گزارش‌کار شما ناقص باشـد نمی‌توانید امتیاز مورد نیاز را کسب کنید.

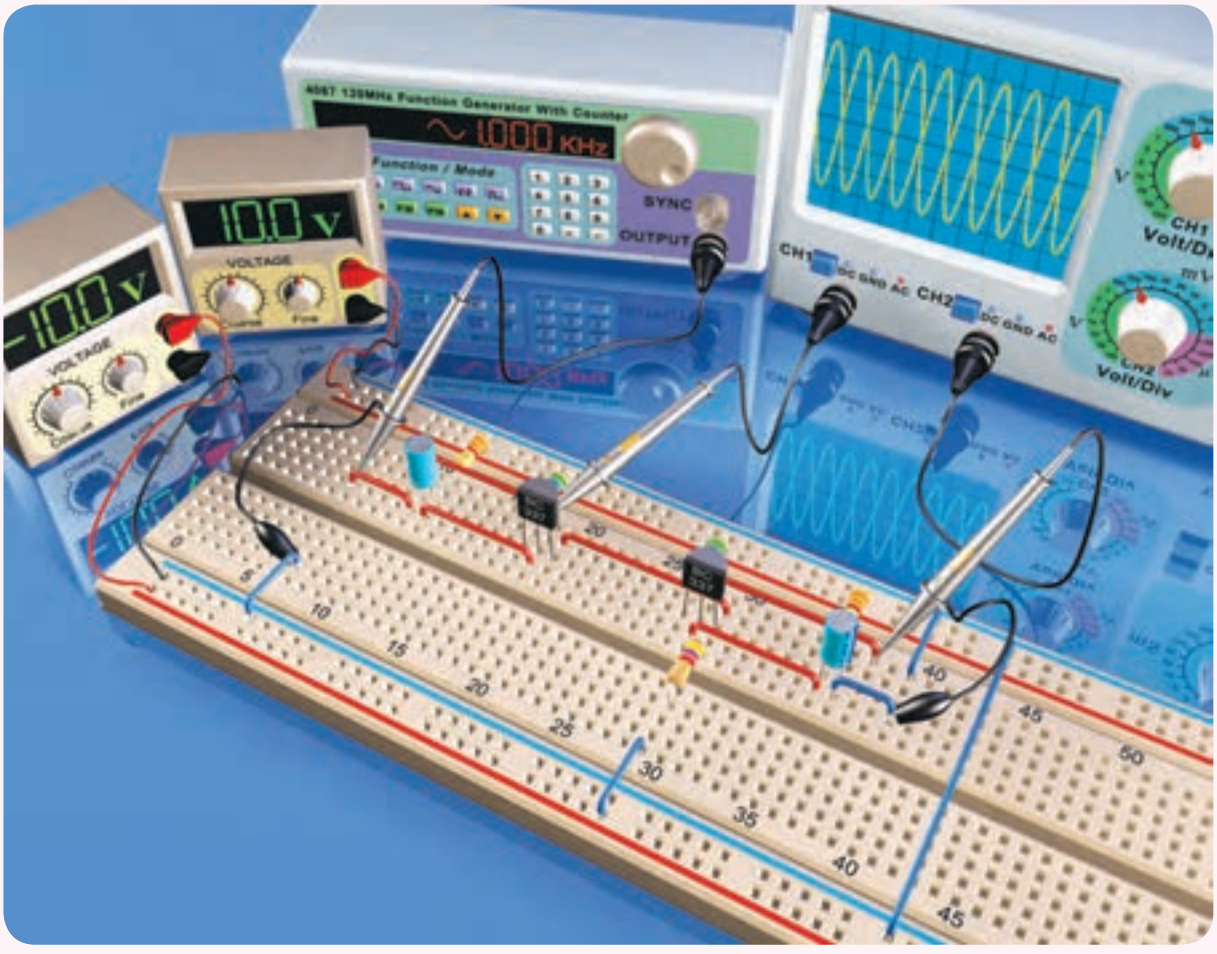
آزمایش شماره‌ی ۱۱

زمان اجرا ۱۲ ساعت آموزشی

تقویت کننده‌های تفاضلی و جداکننده‌ی فاز

هدف کلی آزمایش

بررسی و تحلیل مدارهای تقویت کننده‌ی تفاضلی و جداکننده‌ی فاز



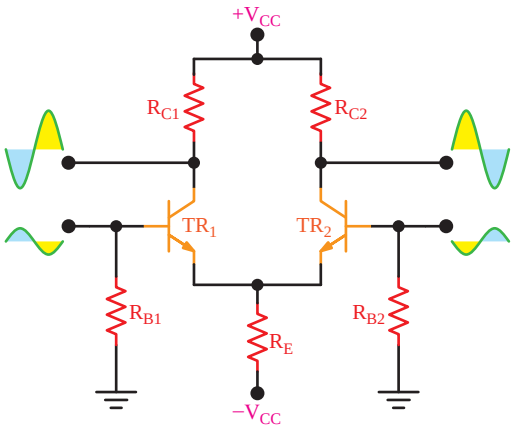
هدف‌های رفتاری

در پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رودکه:

۱- به سؤال‌های نظری و کارگاهی آزمایش شماره‌ی (۱۰) پاسخ دهد.
۲- مدار تقویت‌کننده‌ی تفاضلی را ببندد.
۳- نقطه‌ی کار ترانزیستورها را اندازه بگیرد.
۴- مقادیر اندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کند.
۵- شکل موج خروجی تقویت‌کنندها را نسبت به ورودی‌های هم‌فاز و با فاز مخالف ترسیم کند.
۶- شکل موج‌های مدار را مقایسه کند.
۷- مقدار A_V را به دست آورد.
۸- مدار جداکننده‌ی فاز را ببندد.
۹- A_V مدار جداکننده‌ی فاز را محاسبه کند.
۱۰- مدار جداکننده‌ی فاز با تقویت‌کننده‌ی تفاضلی را ببندد.
۱۱- شکل موج‌ها را ترسیم و با هم مقایسه کند.
۱۲- کلیه‌ی مدارها را با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
۱۳- اهداف تعیین‌شده در حیطه‌ی عاطفی که در آزمایش(۱) آمده است را اجرا کند.
۱۴- گزارش‌کار مستند و دقیق بنویسد.
۱۵- به سؤال‌های الگوی پرسش پاسخ دهد.

۱-۱۱- اطلاعات اوّلیه

تقویت‌کننده‌ی تفاضلی دارای دو ترانزیستور و قطعات بایاس کاملاً مشابه است که امیتر آن‌ها مستقیماً به یکدیگر وصل می‌شود. هر دو ترانزیستور سیگنالی را که از تفاضل دو سیگنال بیس حاصل می‌شود تقویت می‌کنند. در شکل ۱-۱۱ مدار یک تقویت‌کننده‌ی تفاضلی با سیگنال‌های ورودی و خروجی نشان داده شده است.همان‌طور که اشاره شد، در تقویت‌کننده‌های تفاضلی قطعات کاملاً مشابه هستند و در شکل ۱-۱۱ شرط فوق برقرار است:



شکل۱-۱۱- مدار تقویت‌کننده‌ی تفاضلی

در تقویت‌کننده‌ی تفاضلی اگر دو موج با دامنه‌های مساوی و با اختلاف فاز ۱۸۰ درجه به بیس ترانزیستورهای TR_1 و TR_2 اعمال شود، سیگنال‌ها پس از تقویت با اختلاف فاز ۱۸۰ درجه روی کلکتورهای ترانزیستورهای TR_1 و TR_2 ظاهر می‌شوند.

در صورتی که دو سیگنال با فاز و دامنه‌ی مساوی ($V_1=V_2$) به‌طور هم‌زمان به ورودی تقویت‌کننده‌ی تفاضلی داده شود، روی کلکتور ترانزیستورها سیگنالی ظاهر نخواهد شد. زیرا تأثیر سیگنال‌های V_1 و V_2 به‌طور هم‌زمان روی جریان هر ترانزیستور خنثی خواهد شد. این پدیده یکی از مزایای استفاده از تقویت‌کننده‌ی تفاضلی است. زیرا سیگنال‌های ناشی از نویز خارجی، تغییرات ولتاژ منبع تغذیه و درجه حرارت که به‌طور هم‌زمان به بیس ترانزیستور می‌رسند، اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند و روی کلکتور ترانزیستورها ظاهر نمی‌شوند.

چنان‌چه V_1 و V_2 دو سیگنال هم‌فاز ولی با دامنه‌ی متفاوت باشند، تفاضل دو سیگنال (V_1-V_2 یا V_2-V_1) تقویت شده و روی کلکتور ترانزیستورهای TR_1 و TR_2 ظاهر می‌شوند.

۲-۱۱- نکات ایمنی

۱-۲-۱۱- برای اتصال IC به بردبُرد حتماً از سوکت مخصوص آی‌سی با پایه‌های بلند (Pin header) استفاده کنید.

۲-۲-۱۱- در صورتی‌که سوکت آی‌سی با پایه‌ی بلند در اختیار ندارید، از فیبر مدار چاپی سوراخ‌دار (Veroboard) و پین‌هِدِر استفاده کنید و سوکت را بسازید.

۳-۱۱- اجـــرای آزمایش‌هـــا بـــه صورت نرم‌افزاری

توجه کنید

پاسخ مواردی که با ستاره(★) مشخص شده است را باید در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی (جلد دوم کتاب کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک) درج نمایید.

★۱-۳-۱۱- هدف کلی آزمایش را مجدداً در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

۲-۳-۱۱- هنرجویان عزیز به مدارهای شبیه‌ســـازی شـــده که توســـط معلم نمایش داده می‌شود توجه نمایند و نحوه‌ی شبیه‌سازی را فرابگیرند.

۳-۳-۱۱- با مراجعه به جلد دوم کتاب آزمایشـــگاه مجازی، ابتدا نرم‌افزار مولتی‌سیم را روی کامپیوتر خود نصب کنید، سپس اقدام به شبیه‌ســـازی مدارهای مورد آزمایش نمایید.

★۴-۳-۱۱- نقشه‌ی چاپ شده‌ی یکی از مدارهایی که شبیه‌سازی کرده‌اید را در محل تعیین شده بچسبانید.

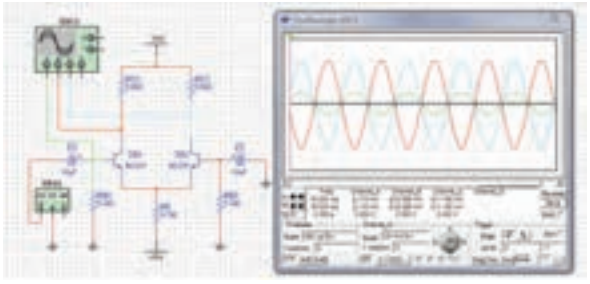
★۵-۳-۱۱- مختصات نقـــاط‌کار تقویت‌کننده‌ی تفاضلی را با استفاده از نرم‌افزار اندازه بگیرید و مقادیر آن را در جدول ۱-۱۱ بنویسید.

★۶-۳-۱۱- تصویر سیگنال‌های ورودی و خروجی مدار تقویت‌کننده‌ی تفاضلی با استفاده از نرم‌افزار را در محل تعیین شده بچسبانید.

★۷-۳-۱۱- فایل‌هـــای نرم‌افزاری را در یک CD ذخیره کنید و تحویل مربی کارگاه دهید.

★۸-۳-۱۱- مراحـــل اجـــرای شبیه‌ســـازی را به اختصار شرح دهید.

۹-۳-۱۱- در شـــکل ۲-۱۱ یـــک نمونـــه مـــدار تقویت‌کننـــده‌ی تفاضلـــی شبیه‌ســـازی شـــده را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲-۱۱- یک نمونه مدار تقویت کننده‌ی تفاضلی شبیه‌سازی شده

۴-۱۱- قطعات، مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

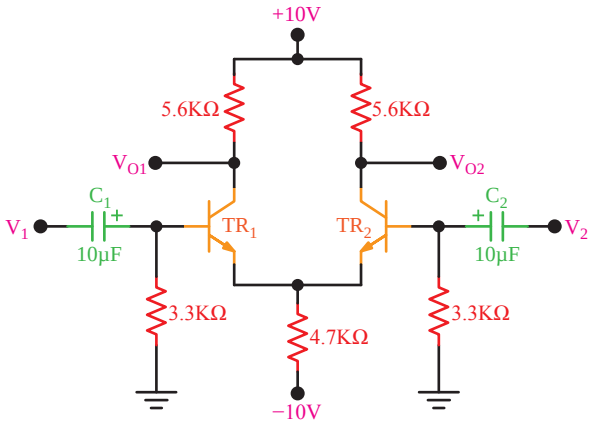
- اسیلوسکوپ دو کاناله	۱ دستگاه
- منبع تغذیه دوبل	۱دستگاه
- مولتی‌متر دیجیتال	۱ دستگاه
- سیگنال ژنراتور صوتی	۱ دستگاه
- ترانزیســـتور بـــا بتـــای (β) ۷۵ تا ۱۰۰ ماننـــد BC۳۳۷، ۲N۲۲۱۹ یا ...	۳ عدد
- خازن ۲۵V، ۱۰μF	۳ عدد
- مقاومت‌هـــای ۳۹۰Ω، ۳/۳KΩ، ۴/۷KΩ، ۵/۶KΩ ۳۳KΩ و ۳۹KΩ با توان $\frac{۱}{۲}$W از هر کدام	۲ عدد
- پتانسیومتر ۱KΩ	۱ عدد

- بردبُرد ۱ قطعه

- تجهیزات، ابزار و مواد عمومی

۵-۱۱- مراحل اجرای آزمایش

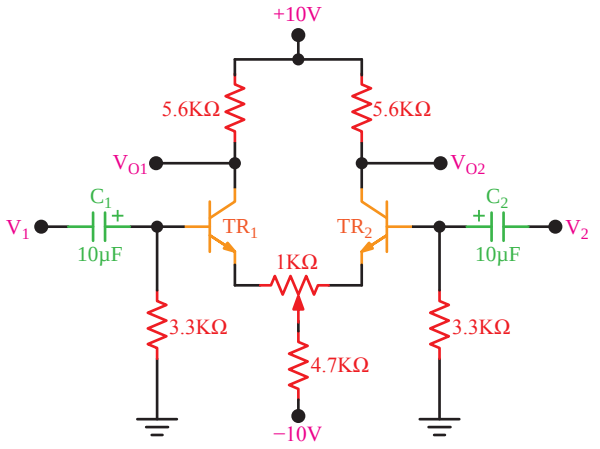
★۱-۵-۱۱- مدار شکل ۳-۱۱ را روی بردبُرد ببندید. نقشه‌ی مدار را مجدداً در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.



شکل ۳-۱۱- مدار عملی تقویت‌کننده‌ی تفاضلی

★۲-۵-۱۱- قبل از وصل کردن سیگنال‌های ورودی به مدار، به‌وسیله‌ی مولتی متر DC، ولتاژ پایه‌های دو ترانزیستور TR_1 و TR_2 را نسبت به نقطه‌ی مشترک (زمین) اندازه بگیرید و در جدول ۲-۱۱ درج نمایید.

۳-۵-۱۱- با توجه به مقادیر جدول۲-۱۱ آیا نقطه‌ی کار دو ترانزیستور کاملاً یکسان است؟ در صورت یکسان نبودن نقطه‌ی‌کار، مطابق شکل ۴-۱۱ پتانسیومتر ۱ کیلواهم را در مسیر امیتر ترانزیستورها قرار دهید و آن را به‌گونه‌ای تنظیم کنیدکه ولتاژ کلکتور دو ترانزیستور کاملاً با یک‌دیگر مساوی شوند.



شکل ۴-۱۱- تقویت‌کننده‌ی تفاضلی با پتانسیومتر متعادل‌کننده

★۴-۵-۱۱- در شکل ۴-۱۱ در حالت بدون سیگنال‌های V_1 و V_2، به وسیله‌ی مولتی‌متر DC، نقاط‌کار دو ترانزیستور TR_1 و TR_2 را اندازه بگیرید و در جدول ۳-۱۱ درج نمایید.

۵-۵-۱۱- سیگنال ژنراتور صوتی را روی سیگنال سینوسی با فرکانس ۱ کیلوهرتز تنظیم کنید.

۶-۵-۱۱- ورودی V_2 را به زمین اتصال دهید و خروجی سیگنال ژنراتور را به ورودی V_1 اعمال کنید.

۷-۵-۱۱- به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ سیگنال‌های V_{O1} و V_{O2} را مشاهده کنید.

۸-۵-۱۱- دامنه‌ی خروجی سیگنال ژنراتور AF را در حدی تنظیم کنید که خروجی‌های V_{O1} و V_{O2} به حداکثر دامنه‌ی ممکن برسد و بدون تغییر شکل (اعوجاج) باشد.

★۹-۵-۱۱- شکل موج خروجی‌های V_{O1} و V_{O2} را با مقیاس مناسب و با توجه به اختلاف فاز دو سیگنال در نمودارهای ۱-۱۱ و ۲-۱۱ رسم کنید.

★۱۰-۵-۱۱- مقدار پیک‌تاپیک V_{O1} و V_{O2} را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۱۱-۵-۱۱- شـــکل موج ورودی را روی صفحه اسیلوسکوپ مشاهده کنید و مقدار V_{iPP} را اندازه بگیرید.

۱۱-۵-۱۲- با استفاده از رابطه‌های $A_{V1}=\frac{V_{O1}}{V_i}$ و $A_{V2}=\frac{V_{O2}}{V_i}$ مقادیر A_{V1} و A_{V2} را محاسبه کنید.

۱۱-۵-۱۳- آیـــا مقادیر A_{V1} و A_{V2} تقریباً با هم برابر است؟ شرح دهید.

۱۱-۵-۱۴- با توجه به شـــکل موج‌های V_{O1} و V_{O2} و اختـــلاف فاز φ و مقدار اختلاف دامنه‌ی V_{O1} و V_{O2} (V_{Od}) را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۱۱-۵-۱۵- در مورد φ و V_{Od} توضیح دهید.

۱۱-۵-۱۶- در حالی‌که ورودی V_1 را به زمین وصل می‌کنید، سیگنال ژنراتور AF را به ورودی V_2 اتصال دهید و موج‌های V_{O1} و V_{O2} را مشـــاهده کنید و دامنه و اختلاف فاز آن‌ها را اندازه بگیرید.

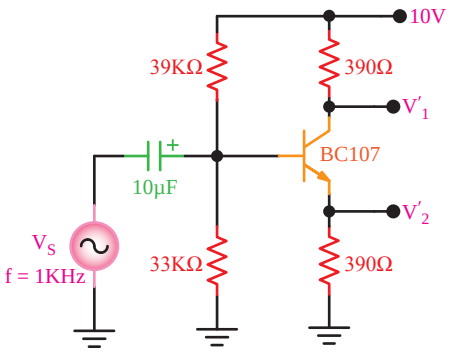
۱۱-۵-۱۷- نتایج بـــه دســـت آمده در مرحله‌ی ۱۱-۵-۱۴ و ۱۱-۵-۱۶ را بـــا هم مقایســـه کنید و در مورد عملکرد تقویت کننده‌ی تفاضلی توضیح دهید.

۱۱-۵-۱۸- دو ســـیگنال هم دامنه و هم فاز به ورودی V_1 و V_2 اتصـــال دهید (در ایـــن حالت می‌توانید خروجی ســـیگنال ژنراتور را هم‌زمـــان به ورودی‌های V_1 و V_2 متصل کنید).

۱۱-۵-۱۹- خروجی‌هـــای V_{O1} و V_{O2} را مشـــاهده کنید. آیا ســـیگنال خروجی وجود دارد؟ توضیح دهید.

۱۱-۵-۲۰- برای این که بتوانیم دو ســـیگنال با دامنه‌ی مســـاوی و اختلاف فاز ۱۸۰ درجه تهیه کنیم، نیاز به مدار جداکننده‌ی فاز داریم. با اســـتفاده از ترانسفورماتور سه‌سر یا مدار ترانزیستوری می‌توانیم اختلاف فاز ۱۸۰ درجه را ایجاد نماییم.

مـــدار جداکننـــده‌ی فاز را طبق شـــکل ۵-۱۱ روی بردبُرد ببندید و نقشه‌ی آن را رسم کنید.



شکل ۵-۱۱- مدار جداکننده‌ی فاز

۱۱-۵-۲۱- شـــکل مـــوج‌هـــای V_S و V'_1 و V'_2 را توسط اسیلوسکوپ مشاهده کنید و آنها را با مقیاس مناســـب در نمودار ۳-۱۱ و ۴-۱۱ رسم کنید. V_S را روی یک دســـتگاه مختصات و V'_1 و V'_2 را روی یک دســـتگاه مختصات دیگر با دو رنگ مختلف رسم کنید.

۱۱-۵-۲۲- مقدار A'_{V1} و A'_{V2} را محاســـبه کنید و در مورد نتایج به‌دست آمده توضیح دهید.

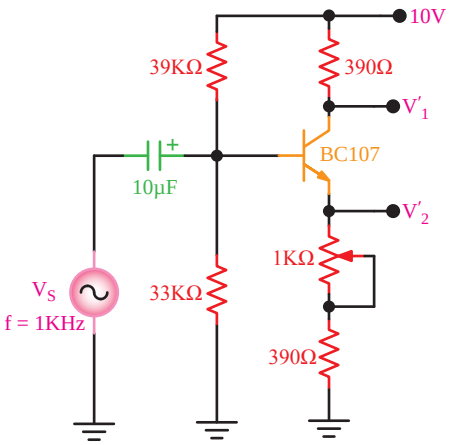
۱۱-۵-۲۳- خروجی‌های V'_1 و V'_2 را به ترتیب به ورودی‌های V_1 و V_2 تقویت کننده‌ی تفاضلی وصل کنید.

۱۱-۵-۲۴- دامنـــه‌ی خروجی ســـیگنال ژنراتور را طوری تنظیم کنید که دامنه‌ی خروجی‌های V_{O1} و V_{O2} به حداکثر مقدار ممکن بدون اعوجاج برسد.

۱۱-۵-۲۵- بـــه وســـیله‌ی اسیلوســـکوپ ســـیگنال‌های V_{O1} و V_{O2} را مشاهده و با مقیاس مناسب و دو رنگ مختلف در نمودار ۵-۱۱ رسم کنید.

۱۱-۵-۲۶- با مراجعه به شـــکل موج‌های ترسیم شـــده؛ رابطه‌ی دامنه‌ی ولتـــاژ و زاویه‌ی فاز بین V'_1 و V'_2 و V_{O1} و V_{O2} را بررسی کنید و در مورد آن‌ها توضیح دهید.

۱۱-۵-۲۷- طبق شکل ۶-۱۱ یک پتانسیومتر ۱KΩ را با مقاومت ۳۹۰ اهم روی امیتر سری کنید و در حالی که V'_1 و V'_2 به ورودی‌های تقویت کننده‌ی تفاضلی اتصال دارد، پتانسیومتر را تغییر دهید و اثر آنرا روی شکل موج‌های خروجی V_{O1} و V_{O2} مشاهده نمایید و در مورد آن توضیح دهید.



شکل ۶-۱۱- مدار مربوط به قسمت ۲۷ آزمایش

۱۱-۶- نتایج آزمایش

آن‌چه را که در این آزمایش فرا گرفته‌اید به‌طور اختصار شرح دهید.

الگوی پرسش

۱۱-۷- الگوی پرسش

۱۱-۷-۱- تقویت کننده‌ی تفاضلی وقتی به حالت تعادل درمی‌آید که:

الف) سیگنال‌های ورودی و خروجی مساوی باشند.

ب) اختلاف پتانسیل بین کلکتورهای ترانزیستورها صفر باشد.

ج) اختلاف فاز بین ورودی و خروجی وجود نداشته باشد.

د) پتانسیومتر متعادل کننده داشته باشد.

۱۱-۷-۲- تقویت کننده‌ی تفاضلی می تواند ..... را تقویت کند.

الف) سیگنال ورودی یک

ب) اختلاف سیگنال‌های ورودی یک و دو

ج) سیگنال ورودی دو

د) هر سه مورد

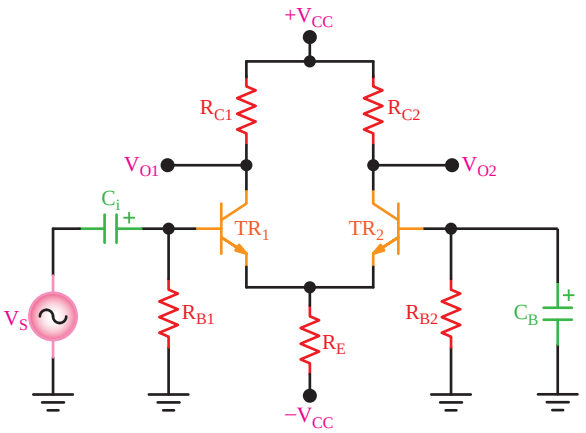
۱۱-۷-۳- معمولاً به وسیله‌ی ..... می‌توان تقویت‌کننده تفاضلی را متعادل کرد.

الف) یک مقاومت متغیر ب) یک سیم‌پیچ متغیر

ج) یک خازن متغیر د) یک مقاومت ثابت

۱۱-۷-۴- علاوه بر مدار جداکننده‌ی فاز، از چه مدارهایی می‌توان برای تولید دو سیگنال هم‌دامنه و با فاز مخالف استفاده نمود؟ مدار مورد نظر را رسم کنید.

۱۱-۷-۵- در تقویت کننده‌ی شکل ۷-۱۱ هر ترانزیستور در چه حالتی (CE، CB و CC) به کار رفته است؟ با توجه به سیگنال ورودی، شکل موج‌های «V_{O1} و V_{O2}» را رسم کنید ($R_{C1}=R_{C2}$ و $R_{B1}=R_{B2}$ و $TR_1=TR_2$ و خازن‌ها را اتصال کوتاه در نظر بگیرید).



شکل ۷-۱۱- مدار مربوط به پرسش ۵

ارزش‌یابی

۸-۱۱- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

پس از اتمـــام آزمایش و کامل کردن گزارش کار، براساس زمان تعیین شده توسط مربی کارگاه، کتاب گـــزارش کار را تحویل دهید تا آزمایش شـــما مورد ارزش‌یابی قرار گیرد.

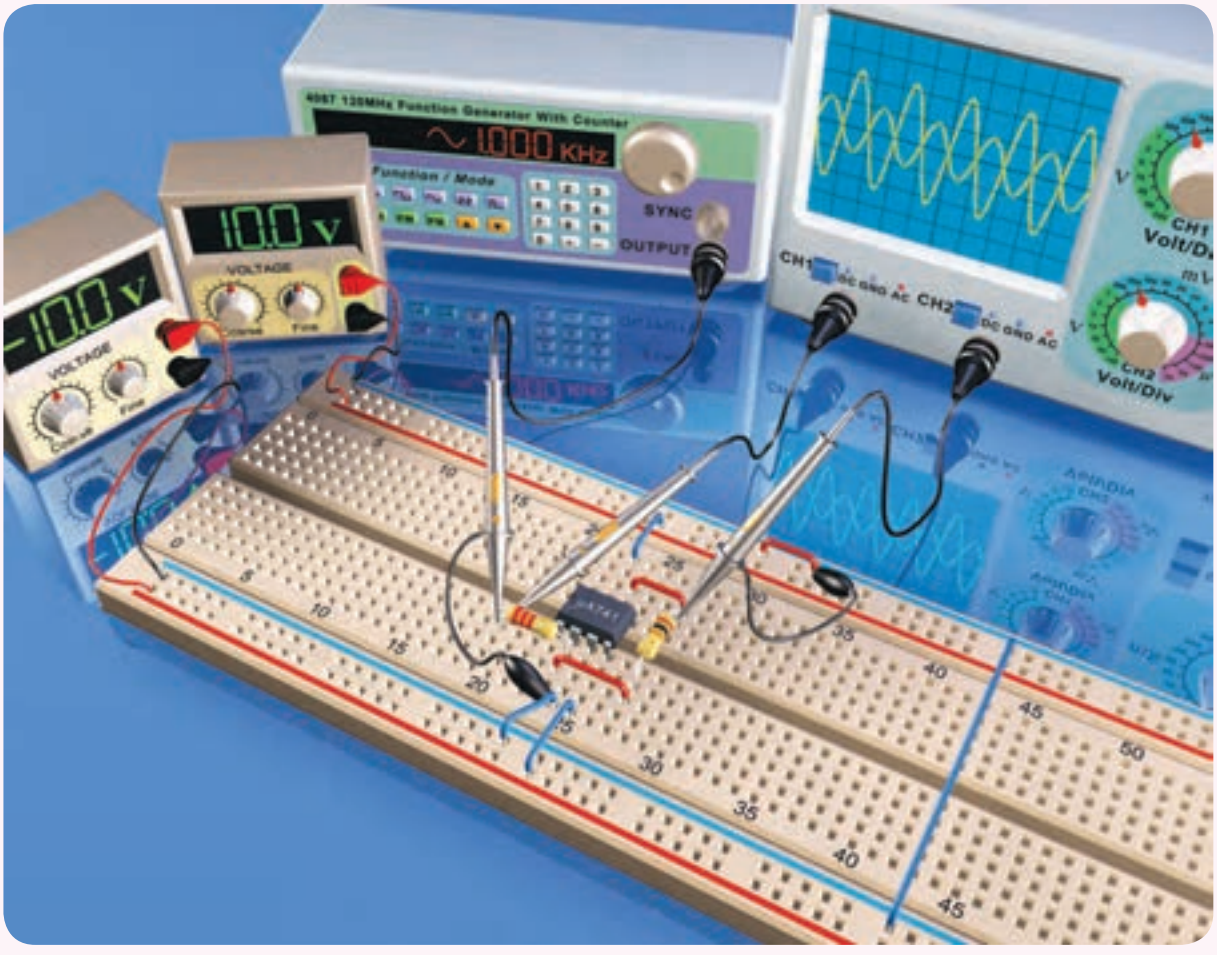
آزمایش شماره‌ی ۱۲

زمان اجرا ۱۲ ساعت آموزشی

تقویت کننده‌ی عملیاتی

هدف کلی آزمایش

تحلیل عملی مدارهای کاربردی با استفاده از تقویت کننده‌های عملیاتی Op-Amp

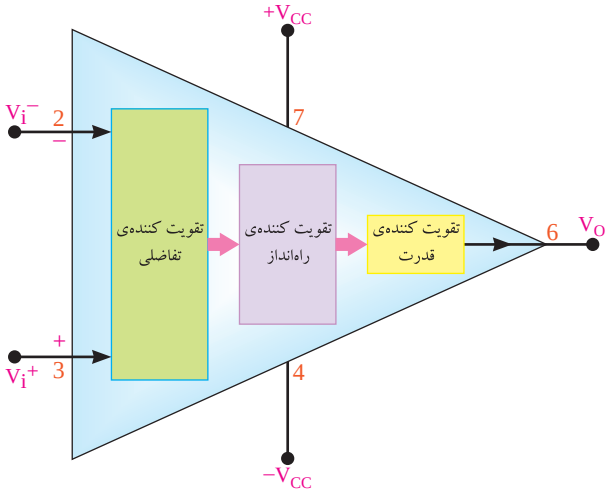


هدف‌های رفتاری در پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رودکه:

۱- به سؤال‌های نظری کارگاهی آزمایش شماره‌ی (۱۱) پاسخ دهد.
۲- پایه‌های آی‌سی ۷۴۱ را با استفاده از Data Sheet شناسایی کند.
۳- تقویت کننده‌ی معکوس کننده را با استفاده از ۷۴۱ ببندد.
۴- بهره‌ی ولتاژ تقویت کننده‌ی معکوس کننده را اندازه بگیرد.
۵- تقویت کننده ناوارون‌گر را ببندد.
۶- بهره‌ی ولتاژ تقویت کننده‌ی ناوارون‌گر را اندازه بگیرد.
۷- مدارات بافر مثبت و بافر منفی را ببندد.
۸- شکل موج ورودی و خروجی مدارهای بافر را ترسیم و با هم مقایسه کند.
۹- مدار یک جمع‌کننده را با Op-Amp ببندد.
۱۰- ولتاژ خروجی Op-Amp را به ازای مقادیر متفاوت ورودی‌ها اندازه بگیرد.
۱۱- مدار مقایسه کننده با Op-Amp را ببندد.
۱۲- ولتاژ خروجی Op-Amp را با ولتاژ مبنا مقایسه کند.
۱۳- مدارهای تغییر دهنده‌ی شکل موج مشتق‌گیر و انتگرال‌گیر را با Op-Amp ببندد.
۱۴- شکل موج خروجی هر کدام را در حالت ورودی مربعی و سینوسی ترسیم و مقایسه کند.
۱۵- کلیه‌ی مدارها را با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
۱۶- اهداف تعیین شده در حیطه‌ی عاطفی که در آزمایش ۱ آمده است را اجرا کند.
۱۷- گزارش کار مستند و دقیق بنویسد.
۱۸- به سؤال‌های الگوی پرسش پاسخ دهد.

۱-۱۲- اطلاعات اولیه

تقویت کننده‌ی عملیاتی (Op-Amp یا Operational Amplifier) دارای دو یا چند طبقه تقویت کننده‌ی تفاضلی است که خروجی‌های هر طبقه به ورودی‌های طبقه‌ی دیگر متصل شده است. در انتهای این تقویت کننده، یک تقویت کننده‌ی جریان قرار دارد که معمولاً یک مدار کامپلی‌منتاری است. این مدار جریان خروجی تقویت کننده‌ی تفاضلی آخر را تقویت می‌کند. خروجی تقویت کننده‌ی عملیاتی از خروجی مدار تقویت جریان دریافت می‌شود، همچنین ورودی‌های تقویت کننده‌ی عملیاتی همان ورودی‌های اولین تقویت کننده‌ی تفاضلی است؛ بنابراین، تقویت کننده‌ی عملیاتی دارای دو ورودی و یک خروجی است. در شکل ۱-۱۲ بلوک دیاگرام مدار داخلی «Op-Amp» و پایه‌های ورودی، خروجی و تغذیه‌ی آن نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۲- تقویت کننده‌ی عملیاتی (مدل انتخابی ۷۴۱)

یکی از ورودی‌های تقویت کننده‌ی عملیاتی که با علامت منفی مشخص شده است «ورودی معکوس کننده» نام دارد. و اگر سیگنالی به این ورودی، داده شود تقویت شده‌ی آن با ۱۸۰ درجه اختلاف فاز در خروجی ظاهر

خواهد شد. ورودی دیگری که با علامت مثبت مشخص شده است «ورودی غیرمعکوس کننده» نام دارد. در صورتی‌که سیگنالی به این ورودی داده شود، تقویت شده‌ی آن بدون اختلاف فاز در خروجی دیده می‌شود.

یک تقویت کننده‌ی عملیاتی ایده‌آل دارای مشخصاتی به شرح زیر است:

الف) مقاومت ورودی بی‌نهایت: $R_{i=\infty}$

ب) مقاومت خروجی صفر: $R_{O=0}$

ج) ضریب تقویت ولتاژ بی‌نهایت: $A_{V=\infty}$

د) ضریب تقویت جریان بی‌نهایت: $A_{i=\infty}$

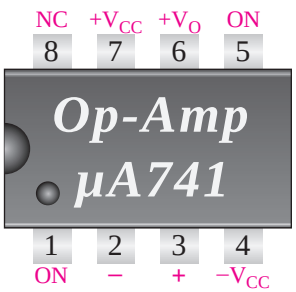
در عمل تقویت کننده‌ی ایده‌آل وجود ندارد، اما سازندگان این عناصر سعی می‌کنند مشخصات فنی تولیدات خود را به مشخصات عناصر ایده‌آل نزدیک کنند.

تقویت کننده‌های عملیاتی به صورت مدارهای مجتمع (IC) ساخته می‌شوند. یکی از معمولی‌ترین این آی‌سی‌ها با شماره‌ی ۷۴۱ در بازار وجود دارد و مشخصات آن به شرح زیر است:

مرتبه $A_V = 2\times10^5$	مرتبه $A_i = 5\times10^9$
$R_O = 50\Omega$	$R_i = 2\times10^6\Omega$

توجه: ماکزیمم جریان خروجی این نوع تقویت کننده‌ی عملیاتی ۲۵mA است.

در شکل ۲-۱۲ پایه‌های تقویت کننده‌ی عملیاتی با شماره‌ی ۷۴۱ را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۱۲- پایه‌های آی‌سی شماره‌ی ۷۴۱

پایه‌های ۵ و ۱ ورودی‌های «Offset» یا «Offset Null» و پایه‌ی ۸ از درون به مدار اتصال ندارد و فقط برای رعایت تقارن و استانداردسازی نصب شده است.

۲-۱۲- نکات ایمنی

۱-۲-۱۲- کلیه‌ی نکات ایمنی ذکر شده در آزمایش‌های قبل، به خصوص آزمایش شماره‌ی ۶ را در این آزمایش نیز رعایت کنید.

۲-۲-۱۲- هنگام جا زدن آی‌سی روی سوکت مراقب باشید که جهت آن اشتباه نباشد و پایه‌های آن خم نشود.

۳-۲-۱۲- برای اتصال IC به بردبُرد حتماً از سوکت مخصوص آی‌سی با پایه‌های بلند (Pin header) استفاده کنید.

۴-۲-۱۲- در صورتی‌که سوکت آی‌سی با پایه‌ی بلند در اختیار ندارید. از فیبر مدارچاپی سوراخ‌دار (Veroboard) و پین‌هِدر استفاده کنید و سوکت را بسازید.

۳-۱۲- اجرای آزمایش‌ها به صورت نرم‌افزاری

توجه کنید

پاسخ مواردی که با ستاره (★) مشخص شده است را باید در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی (جلد دوم کتاب کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک) درج نمایید.

★۱-۳-۱۲- هدف کلی آزمایش را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

۲-۳-۱۲- هنرجویان عزیز به مدارهای شبیه‌سازی شده که توسط معلم نمایش داده می‌شود توجه نمایید و نحوه‌ی شبیه‌سازی را فرا بگیرید.

۱۲-۳-۳- با مراجعه به جلد دوم کتاب آزمایشگاه مجازی، ابتدا نرم‌افزار مولتی‌سیم را روی کامپیوتر خود نصب کنید، سپس اقدام به شبیه‌سازی مدارهای مورد آزمایش بنمایید.

۱۲-۳-۴- نقشه‌ی چاپ شده‌ی یکی از مدارهایی را که شبیه‌سازی کرده‌اید را در محل تعیین شده بچسبانید.

۱۲-۳-۵- ولتاژ DC پایه‌های یکی از مدارهای مورد آزمایش را با استفاده از نرم‌افزار اندازه بگیرید و در جدول ۱-۱۲ یادداشت کنید.

۱۲-۳-۶- تصویر سیگنال‌های ورودی و خروجی یکی از آزمایش‌های اجرا شده با استفاده از نرم‌افزار را در محل تعیین شده بچسبانید.

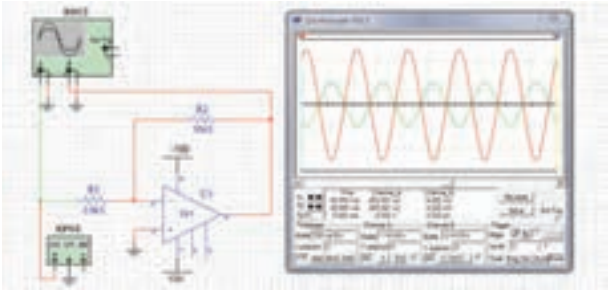
۱۲-۳-۷- فایل‌های نرم‌افزاری را در یک CD ذخیره کنید و تحویل مربی کارگاه دهید.

۱۲-۳-۸- مراحل اجرای شبیه‌سازی را به اختصار شرح دهید.

فکر کنید . . . تحقیق کنید

آیا هرگز به این فکر افتاده‌اید که چگونه می‌توانید یک نرم‌افزار تعاملی مانند نرم‌افزار مولتی‌سیم بسازید؟ به تاریخچه‌ی ساخت و تولید نرم‌افزار مولتی‌سیم مراجعه کنید و ببینید آیا شما هم می‌توانید در این راستا قدم بردارید؟

۱۲-۳-۹- در شکل ۱۲-۳ یک نمونه مدار تقویت کننده‌ی عملیاتی شبیه‌سازی شده را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۲-۳- یک نمونه مدار تقویت کننده‌ی عملیاتی شبیه‌سازی شده

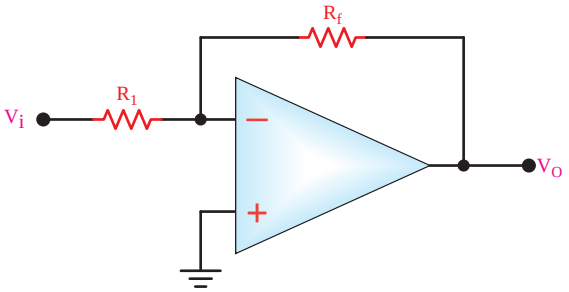
۱۲-۴- قطعات و تجهیزات موردنیاز

- اسیلوسکوپ دو کاناله	۱ دستگاه
- منبع تغذیه‌ی دوبل	۱دستگاه
- مولتی‌متر دیجیتال	۱ دستگاه
- سیگنال ژنراتور صوتی	۱ دستگاه
- پتانسیومتر خطی $\frac{1}{2}W$ ، ۵۰KΩ	۲ عدد
- LED (دیود نور دهنده)	۱ عدد
- خازن ۲۵V، ۰/۱μF	۱ عدد
- مقاومت‌های ۱KΩ، ۱۰KΩ، ۲۲KΩ، ۴۷KΩ ۱۰۰KΩ و ۱MΩ با توان $\frac{1}{2}W$ از هر کدام	۱ عدد
- بردبُرد	۱ قطعه
- تجهیزات، ابزار و مواد عمومی	

۱۲-۵- مراحل اجرای آزمایش

تقویت کننده‌ی عملیاتی با ضریب تقویت منفی

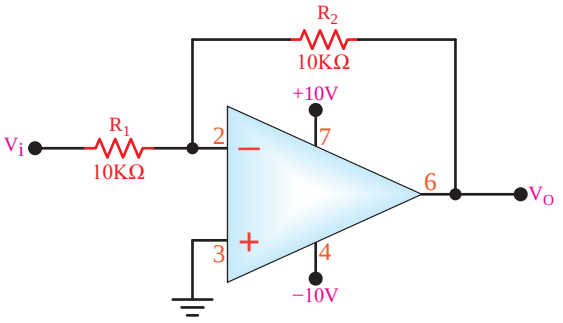
۱۲-۵-۱- در شکل ۱۲-۴ مدار یک تقویت کننده‌ی عملیاتی با ضریب تقویت منفی نشان داده شده است. با توجه به ایده‌آل بودن Op-Amp رابطه‌ی $\frac{V_O}{V_i}=\frac{-R_f}{R_1}$ برقرار است.



شکل ۴-۱۲- تقویت‌کننده‌ی معکوس کننده

اگر $R_f=R_1$ باشد، تقویت کننده به بافر منفی تبدیل می‌شود، در این صورت مقدار $A_V=-1$ خواهد شد.

۱۲-۵-۲- مدار شکل ۵-۱۲ را روی بردبُرد ببندید. به وسیله‌ی مولتی‌متر، ولتاژ DC پایه‌های آی‌سی را در حالت بدون سیگنال نسبت به شاسی اندازه بگیرید و در جدول ۲-۱۲ یادداشت کنید. شکل مدار را مجدداً رسم کنید.



شکل ۵-۱۲- تقویت کننده‌ی منفی Op-Amp

۱۲-۵-۳- به ورودی مدار یک سیگنال سینوسی با فرکانس ۱ کیلوهرتز وصل کنید. مقاومت R_2 را مطابق جدول ۳-۱۲ تغییر دهید و هر بار دامنه‌ی پیک‌تاپیک و اختلاف فاز ولتاژهای V_O و V_i را با استفاده از اسیلوسکوپ اندازه بگیرید و در جدول ۳-۱۲ درج کنید.

نکته‌ی مهم

سیگنال خروجی باید دارای بیش‌ترین دامنه و بدون تغییر شکل (اعوجاج) باشد.

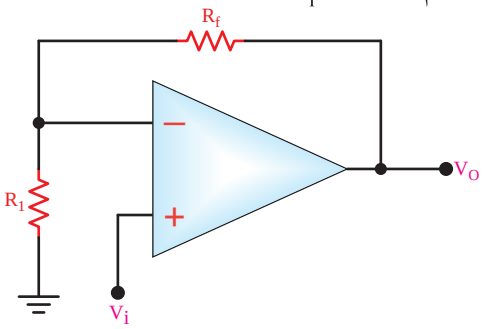
۱۲-۵-۴- شکل موج سیگنال‌های ورودی و خروجی را هنگامی که $R_1=47K\Omega$ است و خروجی بیش‌ترین دامنه‌ی بدون تغییر شکل را دارد در نمودار ۱-۱۲ رسم کنید.

۱۲-۵-۵- با توجه به مقادیر V_O و V_i در جدول ۳ـ۱۲ مقدار بهره‌ی ولتاژ را محاسبه و جدول را کامل کنید.

۱۲-۵-۶- با توجه به مقادیر V_O و V_i در کدام حالت تقویت کننده به بافر منفی تبدیل می‌شود؟ در این حالت A_V چه‌قدر است؟ شرح دهید.

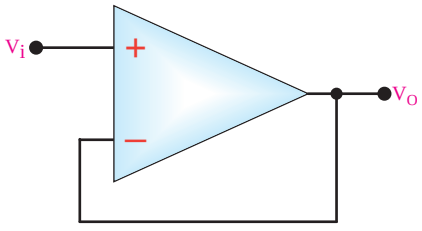
تقویت کننده‌ی عملیاتی با ضریب تقویت مثبت

۱۲-۵-۷- در شکل ۶-۱۲ مدار یک تقویت کننده‌ی عملیاتی با ضریب تقویت مثبت نشان داده شده است. با توجه به ایده‌آل بودن Op-Amp می‌توانید بهره‌ی ولتاژ را از رابطه‌ی $\frac{V_O}{V_i}=1+\frac{R_f}{R_1}$ به‌دست آورید.



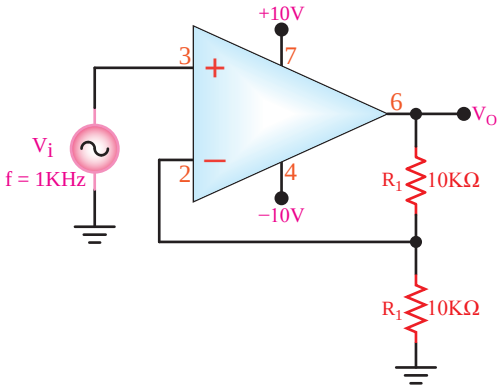
شکل ۶-۱۲- تقویت کننده‌ی Op-Amp غیرمعکوس کننده

اگر $R_f=0$ و $R_1=\infty$ باشد مدار به صورت بافر مثبت عمل می‌کند. در شکل ۷-۱۲ یک مدار بافر مثبت نشان داده شده است.



شکل ۷-۱۲- بافر مثبت

۱۲-۵-۸- مدار شکل ۱۲-۸ را روی بردبُرد ببندید و نقشه‌ی مدار را مجدداً در کتاب گزارش کار رسم کنید.



شکل ۱۲-۸- Op-Amp با ضریب تقویت مثبت

۱۲-۵-۹- مقدار ولتاژ DC پایه‌های Op-Amp را در حالتی که بدون سیگنال است اندازه بگیرید و در جدول ۱۲-۴ بنویسید.

۱۲-۵-۱۰- مقاومت R_f را مطابق جدول ۱۲-۵ تغییر دهید. هر بار دامنه‌ی پیک‌تاپیک و اختلاف فاز ولتاژهای V_O و V_i را با استفاده از اسیلوسکوپ اندازه بگیرید و در جدول ۱۲-۵ درج کنید.

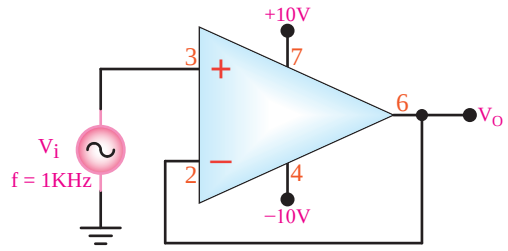
۱۲-۵-۱۱- شکل موج ورودی و خروجی را در حالتی که R_f=۴۷KΩ است، در شرایط دامنه‌ی ماکزیمم و بدون تغییر شکل (اعوجاج) در نمودار ۱۲-۲ ترسیم کنید.

۱۲-۵-۱۲- با توجه به مقادیر V_O و V_i در جدول ۱۲-۵ مقدار بهره‌ی ولتاژ $A_V = \frac{V_O}{V_i}$ را محاسبه کنید و نتایج را در جدول ۱۲-۵ یادداشت نمایید.

۱۲-۵-۱۳- در چه شرایطی میتوان مدار را تبدیل به بافر مثبت کرد. شکل مدار را رسم کنید.

۱۲-۵-۱۴- مدار شکل ۱۲-۹ را روی بردبُرد ببندید.

۱۲-۵-۱۵- این نقشه را با نقشه‌ی ترسیم شده در مرحله‌ی ۱۲-۵-۱۳ مقایسه کنید و در مورد تفاوت‌های آن توضیح دهید.



شکل ۱۲-۹- بافر مثبت

۱۲-۵-۱۶- قبل از اتصال سیگنال سینوسی به ورودی مدار، به وسیله‌ی مولتی‌متر ولتاژ DC پایه‌های آی‌سی را اندازه بگیرید و در جدول ۱۲-۶ یادداشت کنید.

۱۲-۵-۱۷- سیگنال‌های V_i و V_O را به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ مشاهده کنید و آن را در نمودارهای ۱۲-۳ و ۱۲-۴ ترسیم نمایید. توجه داشته باشید که دامنه‌ی خروجی آن بیش‌ترین مقدار و بدون تغییر شکل (اعوجاج) باشد.

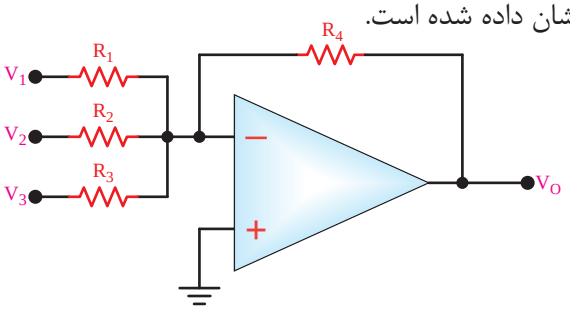
۱۲-۵-۱۸- مقادیر V_{iPP}، V_{OPP} و φ را در شرایطی که سیگنال خروجی ماکزیمم و بدون اعوجاج است اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۱۲-۵-۱۹- آیا V_{iPP} و V_{OPP} با هم برابر است؟ آیا زاویه اختلاف فاز بین دو سیگنال ورودی و خروجی φ=۰ است؟ در مورد آن توضیح دهید.

۱۲-۵-۲۰- آیا مدار، بافر مثبت است؟ در مورد آن توضیح دهید.

مدار جمع کننده با Op-Amp

۱۲-۵-۲۱- به وسیله‌ی تقویت کننده‌ی عملیاتی می‌توان چند سیگنال را با هم جمع کرد. درشکل ۱۲-۱۰ مدار یک جمع‌کننده با استفاده از تقویت‌کننده‌ی عملیاتی نشان داده شده است.



شکل ۱۲-۱۰- مدار جمع کننده با استفاده از Op-Amp

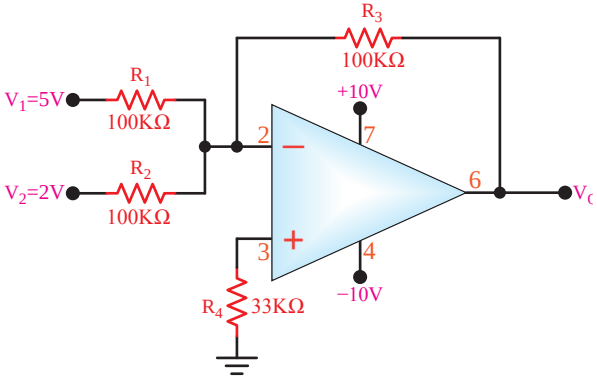
اگر Op-Amp ایده‌آل در نظر گرفته شود، ولتاژ خروجی از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$V_O = -R_۴\left(\frac{V_۱}{R_۱}+\frac{V_۲}{R_۲}+\frac{V_۳}{R_۳}\right)$$

که اگر $R_۱=R_۲=R_۳=R$ باشد مقدار V_O برابر است با:

$$V_O = -\frac{R_۴}{R}(V_۱+V_۲+V_۳)$$

۱۲-۵-۲۲- مدار شکل ۱۲-۱۱ را روی بردبُرد ببندید و مدار را مجدداً ترسیم کنید.



شکل ۱۲-۱۱- جمع کننده با Op-Amp

۱۲-۵-۲۳- با توجه به مدار شکل ۱۲-۱۱ به وسیله‌ی دو پتانسیومتر ۵۰ کیلو اهم ولتاژهای $V_۱=۵V$ و $V_۲=۲V$ را از منبع تغذیه‌ی $+V_{CC}=۱۰V$ تهیّه کرده، به ورودی مدار وصل کنید.

نکته‌ی مهم

برای بدست آوردن ولتاژهایی در حدود ۲ولت و ۵ولت می‌توانید از $+V_{CC}$منبع تغذیه دوبل استفاده کنید و توسط مدار تقسیم کننده ولتاژ مقاومتی ولتاژهای مورد نیاز را تأمین نمایید.مقاومت‌های ۲/۲k، ۳/۳k و ۴/۷k برای این امر مناسب است.

۱۲-۵-۲۴- به‌وسیله‌ی مولتی‌متر دیجیتالی مقدار ولتاژ خروجی مدار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. آیا ولتاژ خروجی برابر با مجموع ولتاژهای ورودی است؟ در مورد آن توضیح دهید.

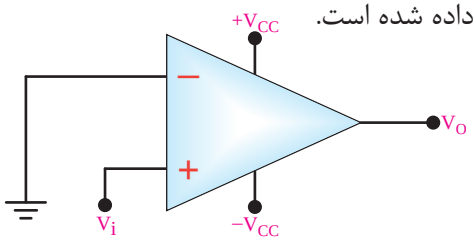
۱۲-۵-۲۵- مقادیر ولتاژهای ورودی را روی $V_۱=۳V$ و $V_۲=۴V$ قرار دهید. در این حالت ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۱۲-۵-۲۶- آیا ولتاژ خروجی برابر با مجموع ولتاژهای $V_۱$ و $V_۲$ است؟ در مورد آن توضیح دهید.

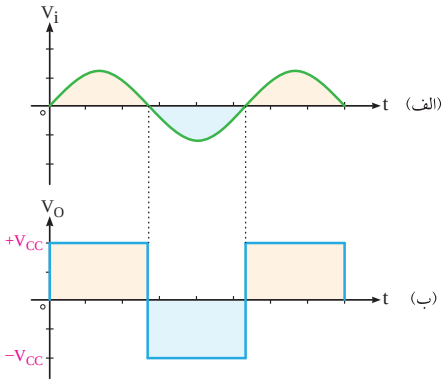
مقایسه کننده‌ها با استفاده از Op-Amp

۱۲-۵-۲۷- در شکل ۱۲-۱۲ نمونه‌ای از مدار مقایسه کننده نشان داده شده است.

چون ورودی منفی Op-Amp به ولتاژ صفر اتصال دارد دامنه‌ی سیگنال V_i با ورودی صفر مقایسه می‌شود. در این حالت، نیم سیکل مثبت سیگنالِ ورودی، Op-Amp را به اشباع مثبت و نیم سیکل منفی سیگنالِ ورودی، Op-Amp را به اشباع منفی می‌بَرد. سیگنال‌های ورودی و خروجی Op-Amp در شکل ۱۲-۱۳- الف و ب نشان داده شده است.



شکل ۱۲-۱۲- مدار مقایسه کننده

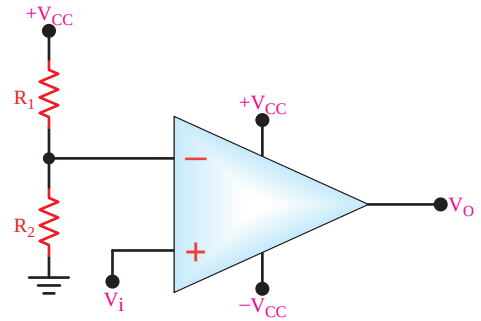


شکل ۱۲-۱۳- سیگنال‌های ورودی و خروجی مقایسه کننده

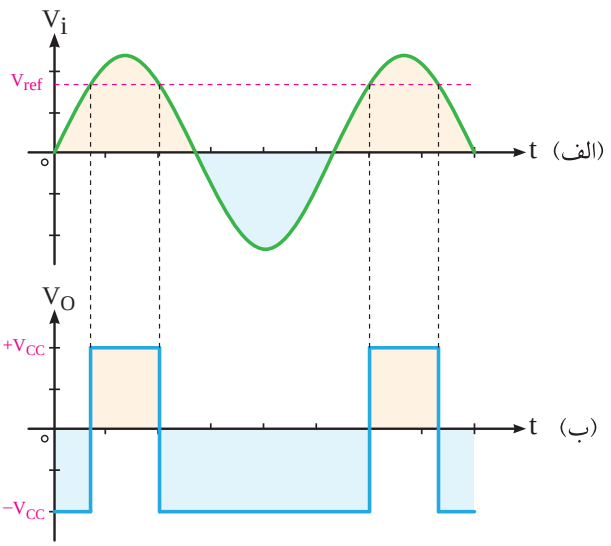
در شـــکل ۱۴-۱۲ نمونه‌ی دیگری از مدار مقایســـه کننده نشان داده شده است که ولتاژ مرجع در آن از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$V_{ref} = \frac{R_۲}{R_۱ + R_۲}(+V_{CC})$$

ســـیگنال‌های ورودی و خروجی در شکل ۱۵-۱۲- الف و ب نشان داده شده است.

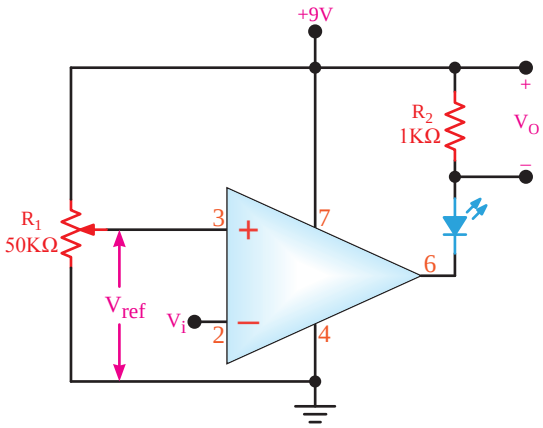


شکل ۱۴-۱۲- مدار مقایسه کننده



شکل ۱۵-۱۲- موج‌های ورودی و خروجی مقایسه کننده

۱۲-۵-۲۸- مدار شـــکل ۱۶-۱۲ را روی بردبُرد ببندید و نقشه‌ی آن را مجدداً ترسیم کنید.



شکل ۱۶-۱۲- مدار مقایسه کننده

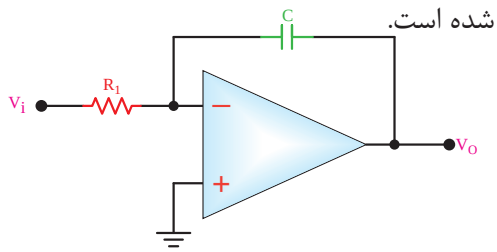
۱۲-۵-۲۹- بـــه ورودی منفـــی Op-Amp یـــک ســـیگنال سینوســـی با فرکانس ۱ کیلوهرتـــز وصل کنید و دامنه‌ی پیک‌تاپیک سیگنال ورودی را روی ۱۲ ولت تنظیم کنید.

۱۲-۵-۳۰- با تغییر پتانسیومتر $R_۱$ ولتاژ مرجع (V_{ref}) را روی مقادیر مندرج در جدول ۷-۱۲ تنظیم کنید و در هر مرحله به وسیله‌ی مولتی‌متر DC ولتاژ V_O را اندازه بگیرید و در جدول ۷-۱۲ یادداشت کنید.

۱۲-۵-۳۱- بـــه وســـیله‌ی اسیلوســـکوپ سیگنال‌های V_O و V_i را مشـــاهده کنید و آنها را با حفظ رابطه‌ی زمانی در نمودارهای ۵-۱۲ و ۶-۱۲ رســـم نمایید (V_{ref} =۴V).

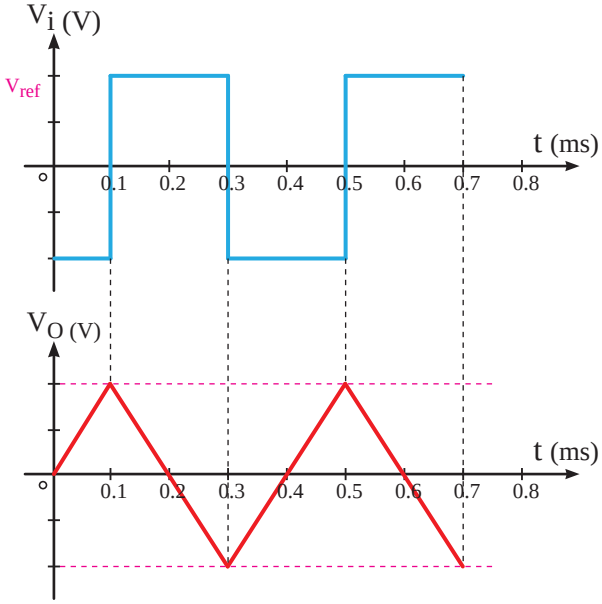
۱۲-۵-۳۲- با توجه به شـــکل موج‌های ترسیم شـــده و با توجه به نـــور LED، زمان هدایت دیود LED را مشخص نمایید و در مورد عملکرد مدار توضیح دهید.

۱۲-۵-۳۳- مدارهـــای مشـــتق‌گیر و انتگرال‌گیـــر می‌توانند شکل موج ورودی یا زاویه‌ی فاز آن را تغییر دهند. در شکل ۱۷-۱۲ یک مدار انتگرال‌گیر با Op-Amp نشان داده شده است.



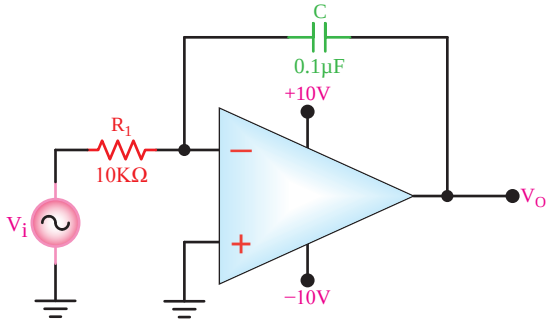
شکل ۱۷-۱۲- مدار انتگرال‌گیر

اگر به ورودی این مدار یک موج مربعی داده شود در صورت برقراری شرایط، سیگنال خروجی یک موج مثلثی خواهد بود. درشکل ۱۸-۱۲ سیگنال‌های ورودی و خروجی مدار نشان داده شده است.



شکل ۱۸-۱۲- سیگنال‌های ورودی و خروجی مدار انتگرال‌گیر

★۱۲-۵-۳۴- مدار شکل ۱۹-۱۲ را روی بردبُرد ببندید. سپس نقشه‌ی آن‌را مجدداً ترسیم کنید.



شکل ۱۹-۱۲- مدار انتگرال‌گیر

★۱۲-۵-۳۵- در شرایطی که $V_i=0$ است به وسیله‌ی مولتی‌متر دیجیتالی ولتاژ DC خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

★۱۲-۵-۳۶- آیا در خروجی Op-Amp ولتاژ DC وجود دارد؟ چرا؟ توضیح دهید.

۱۲-۵-۳۷- یک مقاومت ۱ مگا اهم را با خازن موازی کنید. سیگنال سینوسی ورودی را روی فرکانس ۱ کیلوهرتز و دامنه‌ی ۱ ولت تنظیم نمایید.

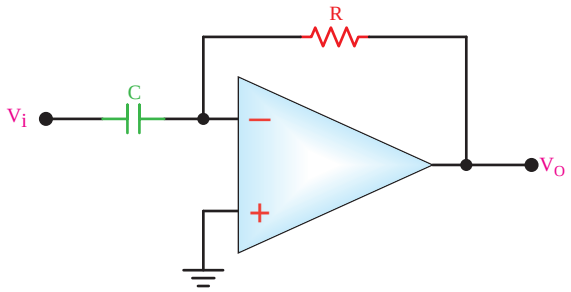
★۱۲-۵-۳۸- شکل موج‌های ورودی و خروجی را با حفظ رابطه‌ی زمانی در نمودارهای ۱۲-۷ و ۱۲-۸ رسم کنید؛ سپس دامنه‌ی پیک‌تاپیک هر یک را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

★۱۲-۵-۳۹- آیا زاویه‌ی فاز سیگنال ورودی تغییر کرده است؟ چه‌قدر؟ در مورد آن توضیح دهید.

★۱۲-۵-۴۰- آزمایش ۱۲-۵-۳۸ را با ورودی مربعی تکرار کنید و شکل موج‌های ورودی و خروجی را با حفظ رابطه‌ی زمانی در نمودارهای ۱۲-۹ و ۱۲-۱۰ رسم کنید. دامنه‌ی هر یک را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

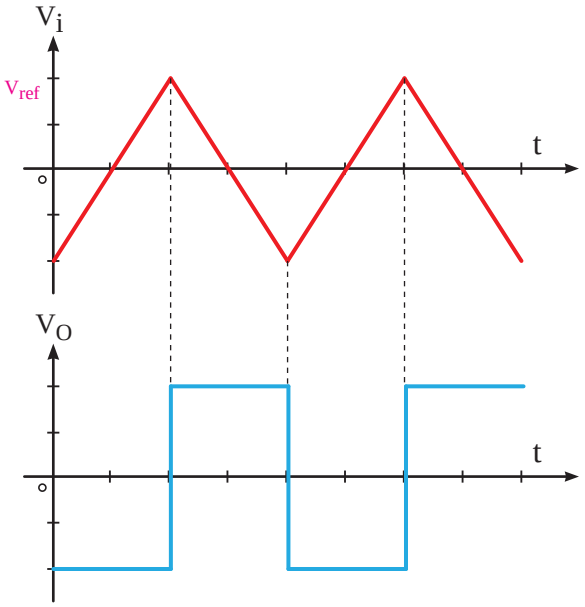
★۱۲-۵-۴۱- آیا شکل موج خروجی به صورت مثلثی در آمده است؟ در مورد آن توضیح دهید.

۱۲-۵-۴۲- در مدار انتگرال‌گیر اگر جای خازن را با مقاومت عوض کنیم، مطابق شکل ۱۲-۲۰ مدار مشتق‌گیر به‌دست می‌آید.



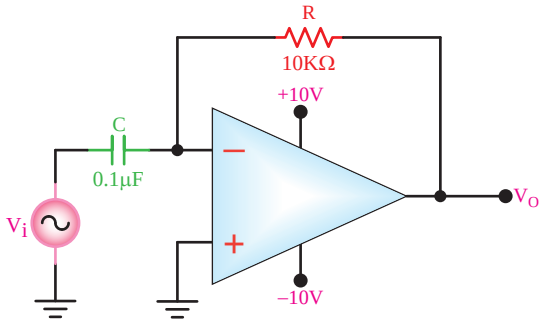
شکل ۲۰-۱۲- مدار مشتق‌گیر

با وصل کردن یک سیگنال مثلثی به ورودی مدار در صورت برقراری شرایط، میتوان مطابق شکل ۱۲-۲۱ یک سیگنال مربعی از خروجی آن دریافت نمود.



شکل ۲۱-۱۲- سیگنال‌های خروجی و ورودی مدار مشتق‌گیر

★۱۲-۵-۴۳- مدار شـــکل ۲۲-۱۲ را روی بردبُرد ببندید. نقشه‌ی مدار را مجدداً ترسیم کنید.



شکل ۲۲-۱۲ مدار مشتق‌گیر

★۱۲-۵-۴۴- دامنه‌ی ولتاژ ورودی را روی ۱ ولت و فرکانـــس آن را روی ۱ کیلوهرتز سینوســـی تنظیم کنید. شـــکل موج‌های ورودی و خروجی مدار را با حفظ رابطه‌ی زمانی در نمودارهای ۱۱-۱۲ و ۱۲-۱۲ رسم کنید. دامنه‌ی هر یک از سیگنال‌ها را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

★۱۲-۵-۴۵- آیا زاویه‌ی فاز ســـیگنال سینوسی تغییر کرده است؟ چه‌قدر؟ در مورد آن توضیح دهید.

★۱۲-۵-۴۶- آزمایـــش ۱۲-۵-۴۴ را بـــا ورودی مثلثی تکرار کنید و شـــکل موج‌هـــای ورودی و خروجی را با حفـــظ رابطه‌ی زمانی در نمودارهـــای ۱۲-۱۳ و ۱۲-۱۴ رســـم کنید. دامنه‌ی پیک‌تاپیک هر یک را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

★۱۲-۵-۴۷- آیا شـــکل موج خروجی به صورت مربعی است؟ در مورد آن توضیح دهید.

★۱۲-۵-۴۸- فرکانـــس موج ورودی مدار را تغییر دهید و اثر آن را روی شـــکل موج خروجی مشاهده کنید و در مورد آن توضیح دهید.

★۱۲-۵-۴۹- با مراجعه به برگه‌ی اطلاعات ۱-۱۲ مقادیر ماکزیمم مطلق آی‌سی LM۷۴۱A را به‌دست آورید و در جدول ۸-۱۲ بنویسید.

Absolute Maximum Ratings

	LM741
Supply Voltage	±22V
Power Dissipation (Note 2)	500 mW
Differential Input Voltage	±30V
Input Voltage (Note 3)	±15V
Output Short Circuit Duration	Continuous
Operating Temperature Range	−55°C to +125°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Junction Temperature	150°C
Soldering Information	
N-Package (10 seconds)	260°C
J- or H-Package (10 seconds)	300°C
M-Package	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	215°C

برگه‌ی اطلاعات ۱-۱۲

★۱۲-۵-۵۰- با مراجعه به برگه‌ی اطلاعات ۲-۱۲ تعدادی از مشخصات الکتریکی آی‌سی LM۷۴۱ را به‌دست آورید و در جدول ۹-۱۲ بنویسید.

★۱۲-۵-۵۱- بـــا مراجعـــه به برگـــه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۳-۱۲ تعداد دیگری از مشخصات الکتریکی آی‌سی LM۷۴۱ را به‌دست آورید.

Parameters	Conditions	LM741		
		Min	Typ	Max
Input Offset Voltage	T_A=25°C R_S≤10KΩ R_S≤50Ω		1.0	5.0
	T_{AMIN}≤T_A≤T_{AMAX} R_S≤50Ω R_S≤10KΩ			6.0
Input Offset Voltage Adjustment Range	T_A=25°C , V_S=±20V		±15	
Input Offset Current	T_A=25°C		20	200
	T_{AMIN}≤T_A≤T_{AMAX}		85	500
Input Bias Current	T_A=25°C		80	500
	T_{AMIN}≤T_A≤T_{AMAX}			1.5
Input Resistance	T_A=25°C , V_S=±20V	0.3	2.0	
	T_{AMIN}≤T_A≤T_{AMAX} V_S=±20V			
Input Voltage Range	T_A=25°C			
	T_{AMIN}≤T_A≤T_{AMAX}	±12	±13	

برگه‌ی اطلاعات ۲-۱۲

Parameters	Conditions	LM741			Unit
		Min	Typ	Max	
Large Signal Voltage Gain	T_A=25°C , R_L≥2KΩ V_S=±15V , V_O=±10V	50	200		V/mV
Output Short Circuit Current	T_A=25°C T_{AMIN}≤T_A≤T_{AMAX}		25		mA mA
Slew Rate	T_A=25°C , Unity Gain		0.5		V/μs
Supply Current	T_A=25°C		1.7	2.8	mA
Power Consumption	T_A=25°C V_S=±20V V_S=±15V		 50	 85	 mW mW

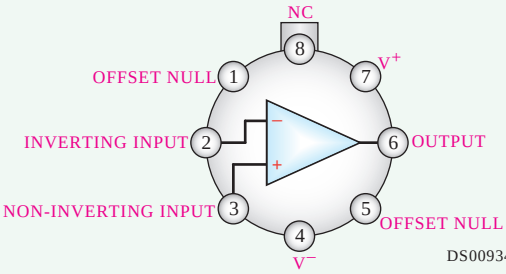
برگه‌ی اطلاعات ۳-۱۲

۱۲-۵-۵۲- با مراجعه به برگه‌ی اطلاعات ۴-۱۲ مشخصات مربوط به پایه‌های انواع آی‌سی‌های ۸ پایه‌ی Dual in Line و هشت پایه‌ی Metalean Package را به‌دست آورید.

۱۲-۵-۵۳- با مراجعه به برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۵-۱۲ مشخصات مربوط به پایه‌های آی‌سی ۱۴ پایه‌ی سرامیکی Dual in Line Package و سرامیکی Flat Pack را به‌دست آورید.

Connection Diagrams

Metal Can Package

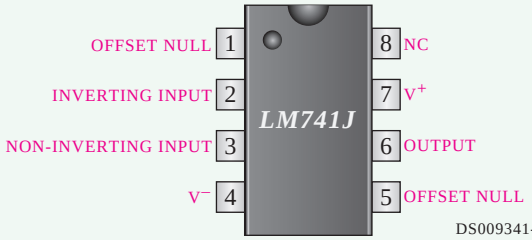


DS009341-2

Note 8: LM741H is available per JM38510/10101

Order Number LM741H, LM741H/883 (Note 8), LM741AH/883 or LM741CH

Dual-In-Line or S.O. Package

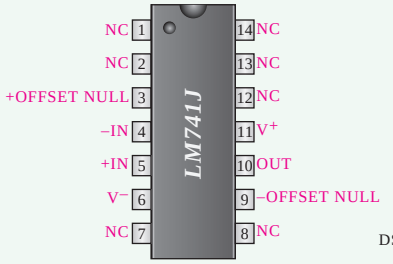


DS009341-3

Order Number LM741J, LM741J/883, LM741CM, LM741CN, or LM741EN

برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۴-۱۲

Ceramic Dual-In-Line Package



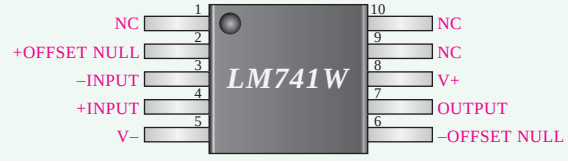
DS009341-5

Note 9: also available per JM38510/10101

Note 10: also available per JM38510/10102

Order Number LM741J-14/883 (Note 9), LM741AJ-14/883 (Note 10)

Ceramic FlatPak



برگه‌ی اطلاعات ۵-۱۲

۱۲-۶- نتایج آزمایش

آن‌چه را که در این آزمایش آموخته‌اید به طور خلاصه جمع‌بندی کنید.

۱۲-۷- الگوی پرسش

۱-۷-۱۲- در مدار شکل ۵-۱۲ بهره‌ی ولتاژ را محاسبه کنید و نتایج به‌دست آمده از طریق اندازه‌گیری و محاسبه را با هم مقایسه کنید.

۲-۷-۱۲- موارد کاربرد تقویت‌کننده‌ی Op-Amp با ضریب تقویت مثبت را نام ببرید.

۳-۷-۱۲- چگونه می‌توان مدار شکل ۸-۱۲ را به بافر مثبت تبدیل کرد؟ شرح دهید.

۴-۷-۱۲- در مدار شکل ۵-۱۲ اگر پایه‌ی ۳ آی‌سی توسط یک مقاومت ۱۰KΩ به زمین متصل شود، بهره‌ی ولتاژ چه تغییری می‌کند؟

۵-۷-۱۲- با مراجعه به برگه‌ی اطلاعات، مشخص نمایید پایه‌های شماره‌ی ۱ و ۵ آی‌سی هشت پایه‌ی Dual in Line چه کاربردی دارد؟

۶-۷-۱۲- موارد کاربرد مدار مقایسه کننده را شرح دهید.

۷-۷-۱۲- از مدار جمع کننده چه استفاده‌هایی می‌شود؟ شرح دهید.

۸-۷-۱۲- چگونه می‌توان یک مدار جمع‌کننده با استفاده از آی‌سی ۷۴۱ را به مدار تفریق کننده تبدیل کرد؟ شرح دهید.

۹-۷-۱۲- مدارهای تغییر دهنده‌ی شکل موج چه کاربردهایی دارند؟

۱۰-۷-۱۲- اگر یک شکل موج مربعی را به ورودی مدار انتگرال‌گیر بدهیم، در خروجی آن چه شکل موجی ظاهر می‌شود؟

۱۱-۷-۱۲- با مراجعه به برگه‌ی اطلاعات آی‌سی LM۷۴۱ که در همین آزمایش آمده است، مشخصه‌های زیر را به‌دست آورید:

1. Input Resistance
2. Power Dissipation
3. Soldering Information

۱۲-۷-۱۲- با مراجعه به Data Sheet، تفاوت آی‌سی‌های Dual in Line Package ، Metalean Package و Ceramic Flat Pack را شرح دهید.

ارزش‌یابی

۱۲-۸- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

پس از اتمام آزمایش، گزارش کار خود را کامل کنید و در زمان تعیین شده تحویل مربی کارگاه نمایید. عدم تحویل به موقع گزارش کار موجب کاهش راندمان تحصیلی خواهد شد.

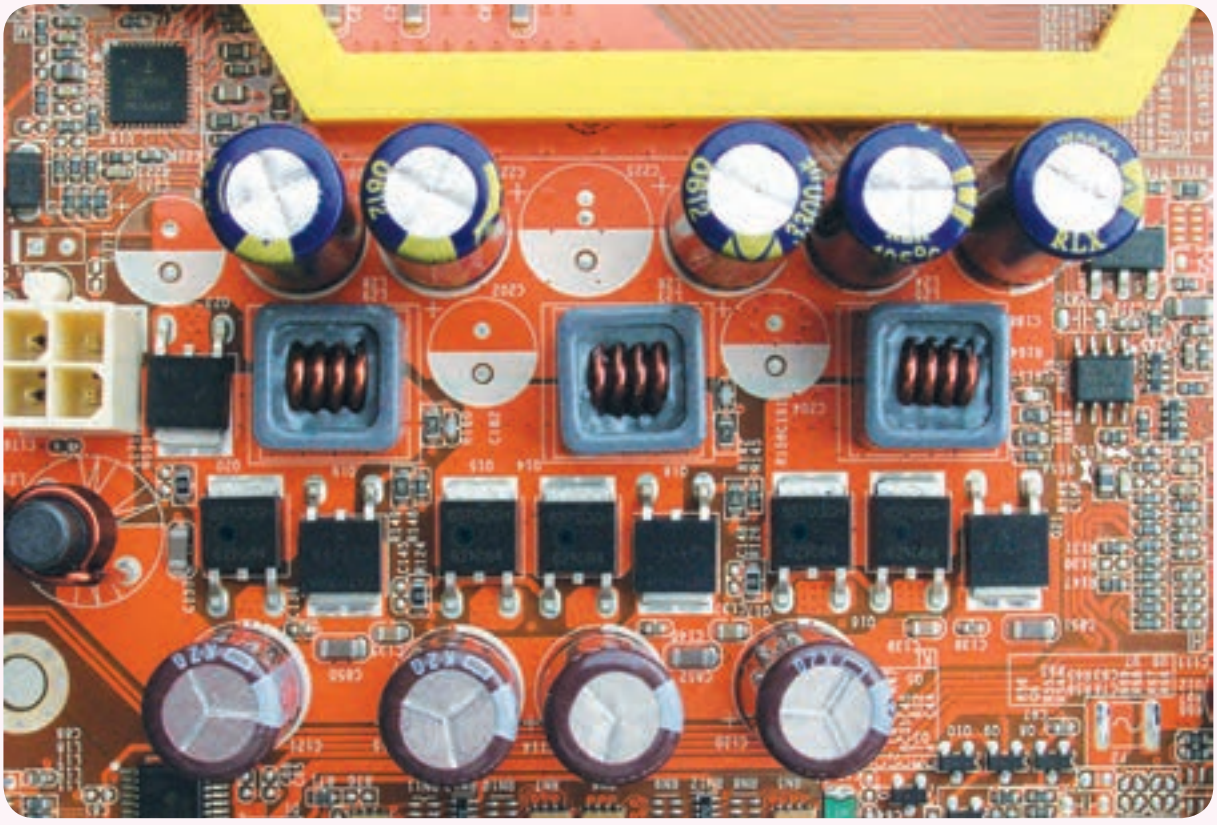
آزمایش شماره‌ی ۱۳

زمان اجرا ۱۶ ساعت آموزشی

تنظیم کننده‌های ولتاژ مدارهای مجتمع سه‌سر
(رگولاتورهای ولتاژ با IC، IC Voltage Regulators)

هدف کلی آزمایش

بررسی کاربردی مدارهای تنظیم کننده‌ی (رگولاتور) ولتاژ سه‌سر



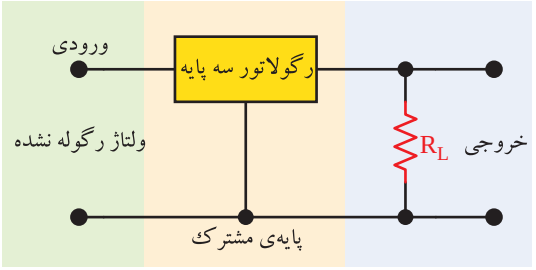
هدف‌های رفتاری در پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رودکه:

۱- به سؤال‌های آزمون تئوری و عملی آزمایش شماره‌ی (۱۲) پاسخ دهد.
۲- از Data Sheet به منظور استخراج اطلاعات کاربردی انواع رگولاتور استفاده کند.
۳- مدار یک رگولاتور را با استفاده از تراشه‌ی ۷۸۰۵ ببندد.
۴- سطح ولتاژ خروجی مدار را در حالت بی‌باری و با بار اندازه بگیرد.
۵- یک رگولاتور ۵V با استفاده از تراشه‌ی ۷۹۰۵ ببندد.
۶- سطح ولتاژ خروجی مدار را در حالت بی‌باری و با بار اندازه بگیرد.
۷- مدار یک منبع تغذیه ۵± ولت را با آی‌سی ببندد.
۸- سطح ولتاژ خروجی رگولاتور را اندازه بگیرد (در حالت بی‌باری و بارداری).
۹- مدار یک رگولاتور ولتاژ قابل تنظیم با استفاده از تراشه‌ی LM۳۱۷ و LM۳۳۷ را ببندد.
۱۰- اثر تغییر سطح ولتاژ ورودی را بر سطح ولتاژ خروجی تحلیل کند.
۱۱- اثر تغییر بار را بر سطح ولتاژ خروجی تحلیل کند.

۱-۱۳- اطلاعات اولیه

امروزه به ابعاد فیزیکی و بهای عناصر الکترونیکی بسیار اهمیت می‌دهند. رگولاتور سه پایه در واقع یک مدار مجتمع است که مدارهای رگولاتور ولتاژ در آن طراحی، محاسبه و ساخته شده است. مشخصات الکتریکی و فیزیکی آی‌سی‌ها را می‌توان مانند سایر مدارهای مجتمع از طریق برگه‌های اطلاعات به‌دست آورد.

اکثر رگولاتورهای سه پایه را مشابه شکل ۱-۱۳ به مدار اتصال می‌دهند. در این مدار ولتاژ رگوله نشده به پایه‌ی ورودی رگولاتور متصل می‌شود و از پایه‌ی خروجی ولتاژ رگوله شده، دریافت می‌گردد. سیم مشترک نیز به بدنه متصل می‌شود. در این رگولاتورها باید همیشه دامنه‌ی ولتاژ ورودی از دامنه‌ی ولتاژ رگوله شده بیش‌تر باشد.



شکل ۱-۱۳- مدار رگولاتور سه پایه

اکثر رگولاتورهای سه پایه از نوع مثبت هستند، یعنی قطب مثبت ولتاژ رگوله نشده به ورودی رگولاتور وارد می‌شود و ولتاژ تثبیت شده با قطب مثبت را به وجود می‌آورد. قطب منفی نیز از پایه‌ی مشترک دریافت می‌شود. با توجه به نیاز مدارهای الکترونیکی، رگولاتورهای منفی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در رگولاتورهای سه پایه‌ی منفی بر عکس رگولاتورهای مثبت، قطب منفی ولتاژ رگوله نشده به آن‌ها وارد می‌شود و ولتاژ تثبیت شده با قطب منفی را به وجود می‌آورد. هم‌چنین پایه‌ی مشترک قطب مثبت را تشکیل می‌دهد. بیش‌ترین کاربرد رگولاتورهای منفی برای تولید ولتاژهای متقارن مثبت و منفی است.

رگولاتورهای سه پایه با ولتاژهای مختلف و جریان‌های مختلف، ساخته می‌شوند که چند نمونه از آن‌ها به شرح زیر است:

نکته‌ی بسیار مهم

توجه داشته باشید که به خاطر سپردن مشخصات آی‌سی‌ها که در بندهای «الف تا ث» می‌آید ضرورتی ندارد و نباید در سؤالات امتحانی مطرح شود. این مفاهیم جنبه‌ی آشنایی و معرفی دارد و هنرجو باید بتواند با استفاده از Data Sheet (برگه‌های اطلاعات) به این اطلاعات دسترسی پیدا کند.

الف) رگولاتور AN۷۸۰۵ یک رگولاتور ۵ ولتی مثبت با جریان یک آمپر است.

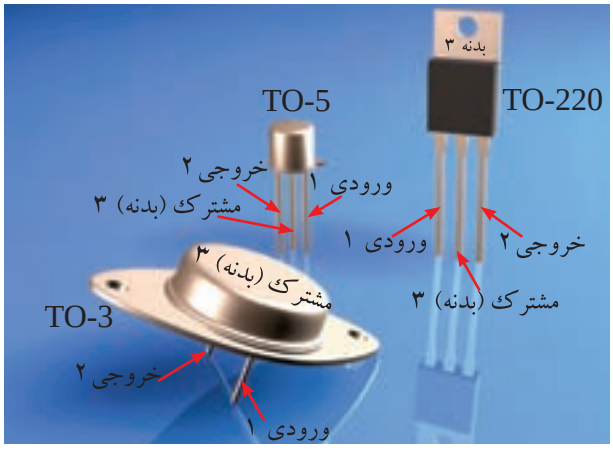
ب) LM۳۰۹ به دو صورت، با بسته‌بندی «TO-۵» با حداکثر جریان ۲۰۰ میلی آمپر و با بسته‌بندی «TO-۳» با حداکثر جریان ۱ آمپر و با ولتاژ ۵+ ولت عرضه می‌شود.

پ) LM۳۱۷ تنظیم کننده‌ی ولتاژ مثبتی است که سه پایه دارد و می‌تواند جریان بار ۱/۵A را برای ولتاژهای خروجی ۱/۲۵ ولت تا ۳۷ ولت تأمین کند.

ت) LM۳۲۰ یک رگولاتور ۵- ولتی با جریان‌دهی ماکزیمم۱/۵ آمپر است.

ث) RC۴۱۹۵ یک رگولاتور ۵ پایه با ولتاژ متقارن ۱۵± ولت و جریان‌دهی خروجی ۰/۱۵ آمپر است.

در شکل ۲-۱۳ شکل ظاهری چند نمونه رگولاتور سه پایه نشان داده شده است.



شکل ۲-۱۳- شکل ظاهری چند نمونه آی‌سی رگولاتور

۲-۱۳- نکات ایمنی

۱-۲-۱۳- کلیه‌ی نکات ایمنی ارائه شده در آزمایش‌های قبل را مجدداً مرور کنید و آن‌ها را در مراحل اجرای این آزمایش به‌کار ببرید.

۲-۲-۱۳- قبل از اجرای آزمایش، کلیه‌ی قطعات به خصوص ترانزیستورها را مورد آزمایش قرار دهید و از سلامت آن‌ها اطمینان حاصل کنید.

۳-۲-۱۳- قبل از شروع آزمایش دستگاه‌ها و تجهیزات را بررسی و آزمایش کنید تا در خلال اجرای آزمایش با مشکل مواجه نشوید.

۴-۲-۱۳- هنگام بستن مدار روی بردبُرد سعی کنید مدار را به گونه‌ای ببندید که امکان دسترسی به قسمت‌های مختلف برای عیب‌یابی و اجرای آزمایش وجود داشته باشد.

۳-۱۳- اجرای آزمایش‌ها به صورت نرم‌افزاری

توجه کنید

پاسخ مواردی که با (★) مشخص شده است را باید در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی (جلد دوم کتاب کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک) درج نمایید.

★۱-۳-۱۳- هدف کلی آزمایش را مجدداً در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

۲-۳-۱۳- هنرجویان عزیز به مدارهای شبیه‌سازی شده که توسط معلم نمایش داده می‌شود توجه نمایند و نحوه‌ی شبیه‌سازی را فرا بگیرند.

۳-۳-۱۳- با مراجعه به جلد دوم کتاب آزمایشگاه مجازی، ابتدا نرم‌افزار مولتی‌سیم را روی کامپیوتر خود نصب کنید، سپس اقدام به شبیه‌سازی مدارهای مورد آزمایش بنمایید.

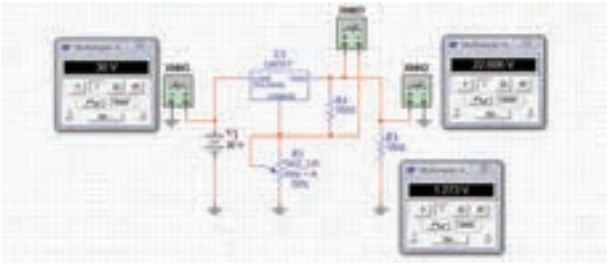
★۴-۳-۱۳- نقشه‌ی چاپ شده‌ی یکی از مدارهایی که شبیه‌سازی کرده‌اید را در محل تعیین شده بچسبانید.

★۵-۳-۱۳- ولتاژهای ورودی و خروجی مدار شبیه‌سازی شده را اندازه بگیرید و یادداشت نمایید.

★۶-۳-۱۳- فایل‌های نرم‌افزاری را در یک CD ذخیره کنید و تحویل مربی کارگاه دهید.

★۷-۳-۱۳- مراحل اجرای شبیه‌سازی را به اختصار شرح دهید.

۸-۳-۱۳- نقشه‌ی یک نمونه مدار رگولاتور شبیه‌سازی شده در شکل ۳-۱۳ آمده است.



شکل ۳-۱۳- یک نمونه مدار رگولاتور شبیه‌سازی شده با نرم‌افزار مولتی‌سیم

۴-۱۳- قطعات، ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز

- منبع تغذیه‌ی DC	۱دستگاه
- مولتی‌متر دیجیتال	۱ دستگاه
- آی‌سی AN۷۸۰۵	۱ عدد
- آی‌سی LM۳۱۷	۱ عدد
- آی‌سی LM۳۳۷	۱ عدد
- خازن ۲۵V، ۱۰μF	۲ عدد
- پتانسیومتر خطی $\frac{۱}{۲}$W ، ۵KΩ	۱ عدد
- مقاومت‌های ۴۷Ω، ۱۰۰Ω، ۱۵۰Ω و ۱۸۰Ω با توان ۲ وات از هر کدام	۱ عدد
- بردبُرد	۱ قطعه
- تجهیزات، ابزار و مواد عمومی	

۵-۱۳- مراحل اجرای آزمایش

★۱-۵-۱۳- برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۱-۱۳ را مورد مطالعه قرار دهید و اطلاعات خواسته شده را استخراج نمایید.

الف) مشخصات عمومی آی‌سی

ب) موارد کاربرد آی‌سی

ج) مشخصات پایه‌ها با رسم شکل بسته‌بندی IC

LM78XX

Features

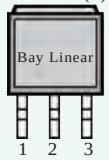
- Output Current of 1.5A
- Output Voltage Tolerance of 5%
- Internal thermal overload protection
- Internal Short-Circuit Limited
- No External Component
- Output Voltage 5.0V, 6V, 8V, 9V, 10V, 12V, 15V, 18V, 24V
- Offer in plastic TO-252, TO-220 & TO-263
- Direct Replacement for LM78XX

Applications

- **Post regulator for switching DC/DC converter**
- **Bias supply for analog circuits**

Packaging Information

TO-263-3 (S)



Top View

1. Input
2. GND
3. Output

برگه‌ی اطلاعات ۱-۱۳

★۱۳-۵-۲- برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۱۳-۲ را مورد مطالعه قرار دهید و اطلاعات خواسته شده زیر را استخراج نمایید.

الف)مقادیر ماکزیمم مطلق

- ولتاژ ورودی مورد نیاز برای به‌دست آوردن ولتاژ خروجی ۵ تا ۱۸ ولت و۲۴ ولت
- مقاومت حرارتی محل پیوند با بدنه
- مقاومت حرارتی پیوند با هوا
- محدوده‌ی عملکرد حرارتی (درجه حرارت کار)
- درجه حرارت نگه‌داری در انبار

ب) مشخصه‌های الکتریکی

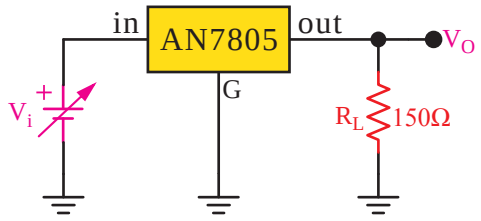
- ولتاژ خروجی در شرایط تعیین شده
- جریان پیک در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد
- جریان حالت اتصال کوتاه در ولتاژ ورودی V_i=۳۵V و درجه حرارت پیوند T_j=۲۵°C
- جریان حالت کار عادی IC رگولاتور (I_Q) در درجه حرارت پیوند T_j=۲۵°C
- حذف ضربان بر حسب دسی‌بل در فرکانس ۱۲۰Hz و ولتاژ خروجی ۵ تا ۱۸ ولت

★۱۳-۵-۳- پایه‌های آی‌سی LM۷۸۰۵ یا AN۷۸۰۵ یا هر آی‌سی دیگری که در اختیار دارید را با استفاده از برگه‌ی اطلاعات (Data Sheet) شناسایی کنید و شکل آن را ترسیم نمایید.

۱۳-۵-۴- با استفاده از آی‌سی رگولاتور ۷۸۰۵ مدار شکل ۱۳-۴ را روی بردبُرد ببندید.

برای جلوگیری از گشادشدن سوراخ‌های بردبُرد از سوکت مخصوص که با استفاده از فیبر سوراخ‌دار و پین‌هِدر ساخته‌اید استفاده کنید.

★۱۳-۵-۵- نقشه‌ی مدار ۱۳-۴ را مجدداً ترسیم کنید.



شکل ۱۳-۴- رگولاتور با آی‌سی AN۷۸۰۵

★۱۳-۵-۶- مقدار ولتاژ V_i را براساس جدول ۱۳-۱ تغییر دهید و در هر مرحله ولتاژ خروجی را با استفاده از مولتی‌متر اندازه بگیرید و در جدول۱۳-۱ یادداشت کنید.

★۱۳-۵-۷- جدول ۱۳-۱ را مورد بررسی قرار دهید و در مورد آن بحث کنید.

۱۳-۵-۸- در شکل ۱۳-۴ ولتاژ ورودی را روی۱۵ ولت تنظیم کنید.

★۱۳-۵-۹- مقدار مقاومت R_L را براساس جدول ۱۳-۲ تغییر دهید و در هر مرحله ولتاژ خروجی را در جدول ۱۳-۲ بنویسید.

★۱۳-۵-۱۰- جدول ۱۳-۲ را مورد بررسی قرار دهید و در مورد تأثیر تغییرات مقاومت بار روی ولتاژ خروجی توضیح دهید.

★۱۳-۵-۱۱- با توجه به مقادیر ولتاژ خروجی اندازه‌گیری شده در مرحله‌ی ۱۳-۵-۹ مقدار جریان خروجی را در هر مرحله محاسبه کنید و نتایج را در جدول ۱۳-۳ بنویسید.

★۱۳-۵-۱۲- جدول ۱۳-۳ را مورد بررسی قرار دهید و در مورد آن بحث کنید. نتایج حاصل از بحث را بنویسید.

★۱۳-۵-۱۳- مدار شکل ۱۳-۵ را روی بردبُرد ببندید و نقشه‌ی مدار را ترسیم کنید.

▶ *Absolute Maximum Ratings*

Parameter	Symbol	Ratings	Unit
Input Voltage (for V_O=5V to 18V) (for V_O=24V)	V_I V_I	35 40	V V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	˚C/W
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	˚C/W
Operating Temperature Range	T_{OPR}	0 ~ +125	˚C
Storage Temperature Range	T_{STG}	−65 ~ +150	˚C

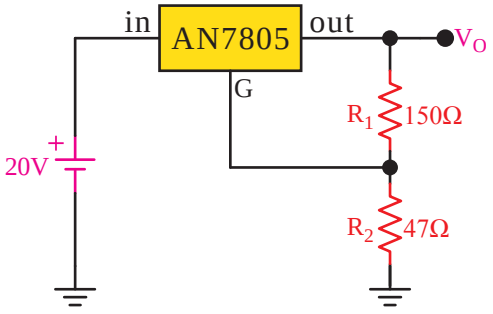
▶ *Electrical Characteristics (MC7805/LM7805)*

(Refer to test circuit, 0°C <T_J<125 °C, I_O=500mA, V_I=10V, C_I=0.33µF, C_O=0.1µF, unless otherwise specified.

Parameter	Symbol	Conditions		MC7805/LM7805 Min.	Typ.	Max.	Unit
Output Voltage	V_O	T_J=+25°C		4.8	5.0	5.2	V
		5.0mA≤I_O≤1.0A, P_O≤15W V_I=7V to 20V		4.75	5.0	5.25	
Line Regulation (Note 1)	Regline	T_J=+25°C	V_O=7V to 25V	–	4.0	100	mV
			V_I=8V to 12V	–	1.6	50	
Load Regulation (Note 1)	Regload	T_J=+25°C	I_O=5.0mA to 1.5A	–	9	100	mV
			I_O=250mA to 750mA	–	4	50	
Quiescent Current	I_Q	T_J=+25°C		–	5.0	8.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	I_O=5mA to 1.0A		–	0.03	0.5	mA
		V_I=7V to 25V		–	0.3	1.3	
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	I_O=5mA		–	−0.8	–	mV/°C
Output Noise Voltage	V_N	f=10Hz to 100KHz, T_A=+25°C		–	42	–	µV/Vo
Ripple Rejection	RR	f=120Hz, V_O=8V to 18V		62	73	–	dB
Dropout Voltage	V_{Drop}	I_O=1A, T_J=+25°C		–	2	–	V
Output Resistance	r_O	f=1KHz		–	15	–	mΩ
Short Circuit Current	I_{SC}	V_I=35V, T_A=+25°C		–	230	–	mA
Peak Current	I_{PK}	T_J=+25°C		–	2.2	–	A

Note 1:
Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in VO due to heating effects must b
taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

برگه‌ی اطلاعات ۲-۱۳



شکل ۵-۱۳- رگولاتور AN۷۸۰۵

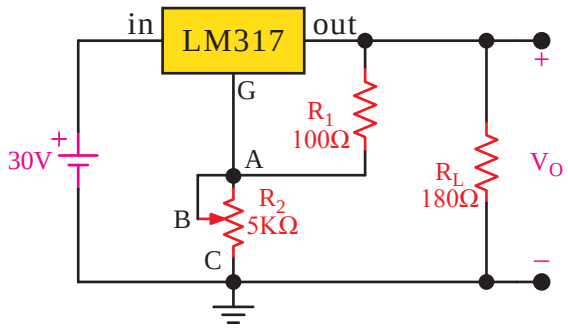
★۱۳-۵-۱۵- مقاومت R_2 را یک‌بار ۱۰۰ اُهم و بار دیگر ۱۸۰ اُهم انتخاب کنید و در هر حالت ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و در جدول ۴-۱۳ یادداشت کنید.

★۱۳-۵-۱۶- جدول ۴-۱۳ را مورد مطالعه و بررسی قرار دهید و در مورد تأثیر مقاومت R_2روی ولتاژ خروجی توضیح دهید.

★۱۳-۵-۱۷- مدار شکل ۶-۱۳ را روی بردبُرد ببندید و شکل مدار را مجدداً ترسیم کنید.

★۱۳-۵-۱۴- به وسیله‌ی مولتی‌متر دیجیتالی ولتاژ V_{Out} را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

برای تشخیص پایه‌های LM۳۱۷ به برگه اطلاعات آی‌سی مراجعه کنید.



شکل ۶-۱۳- رگولاتور LM۳۱۷

۱۳-۵-۱۸- ولـــوم ۵ کیلواُهم را روی حداکثر و حداقل قرار دهید و ولتاژ خروجی را در هر حالت با مولتی‌متر DC اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۱۳-۵-۱۹- در کدام‌یـــک از حالات وُلوم، مقدار ولتاژ خروجی، بیش‌ترین مقدار را دارد؟ توضیح دهید.

۱۳-۵-۲۰- بـــه جـــای $R_L=180\Omega$ مقاومت 47Ω قرار دهیـــد و آزمایش مرحله‌ی ۱۳-۵-۱۸ را تکرار کنید.

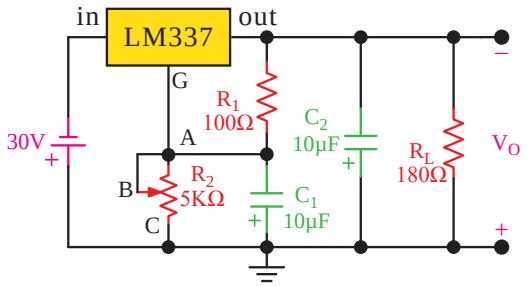
۱۳-۵-۲۱- اثر تغییـــر مقاومت بار را روی ولتاژ خروجی بررسی کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۱۳-۵-۲۲- با توجه به نتایج به دســـت آمده در مورد شـــکل۶-۱۳ رابطه‌ی ولتاژ تثبیت شـــده‌ی خروجی با مقاومت‌های R_1 و R_2 را بنویســـید و در مورد آن توضیح دهید.

۱۳-۵-۲۳- نحـــوه‌ی عملکرد رگولاتور شـــکل ۶-۱۳ را تشریح کنید.

۱۳-۵-۲۴- مدارشـــکل۷-۱۳ کـــه یـــک رگولاتور LM۳۳۷ است را روی بردبُرد ببندید.

۱۳-۵-۲۵- نقشه‌ی مدار شکل ۷-۱۳ را مجدداً رسم کنید.



شکل ۷-۱۳- مدار رگولاتور LM۳۳۷

۱۳-۵-۲۶- پتانسیومتر $5K\Omega$ را روی حداکثر و حداقل بگذارید و ولتاژ خروجی را در هر حالت اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۱۳-۵-۲۷- در کدام یک از حالات پتانسیومتر، مقـــدار ولتاژ خروجی حداکثر و حداقل اســـت؟ در مورد آن توضیح دهید.

۱۳-۵-۲۸- بـــه جای مقاومت $R_L=180\Omega$ مقاومت ۴۷ اُهمی را در مدار قرار دهید.

۱۳-۵-۲۹- ولتـــاژ خروجـــی را در دو حالـــت پتانســـیومتر (ماکزیمم و مینیمم) اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۱۳-۵-۳۰- با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده، تأثیر تغییر R_L را روی ولتاژ تثبیت شده‌ی خروجی بررسی کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۱۳-۵-۳۱- بـــا توجـــه به آزمایش انجام شـــده مدارهـــای ۵-۱۳، ۶-۱۳ و ۷-۱۳ را با هم مقایســـه کنید و در مـــورد عملکرد آن‌ها توضیح دهید. کدام رگولاتور بهتر و مناسب‌تر است؟ شرح دهید.

۱۳-۶- نتایج آزمایش

آن‌چه را که در این آزمایش آموخته‌اید به‌طور خلاصه نتیجه‌گیری و جمع‌بندی کنید.

الگوی پرسش

۱۳-۷- الگوی پرسش

۱۳-۷-۱- در مرحله۶-۵-۱۳، کم‌ترین ولتاژی که به ازای آن مدار تنظیم کننده فعال می‌شود چه‌قدر است؟

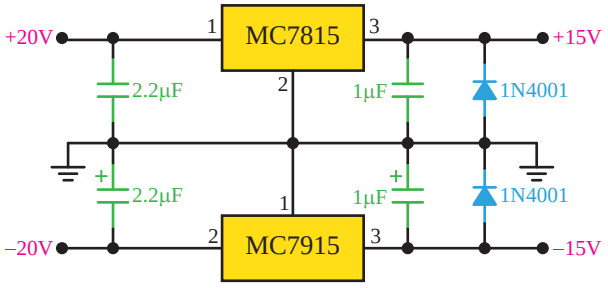
۱۳-۷-۲- در مدار شـــکل ۶-۱۳ اگر دو سر مقاومت R_2 اتصال کوتاه شود (نقطه‌ی A به زمین اتصال داده شود) چه اتفاقی می‌افتد؟ شرح دهید.

۱۳-۷-۳- در شکل ۱۳-۷ اگر سر آزاد وُلوم به شاسی نزدیک شود، ولتاژ خروجی کم می‌شود یا زیاد؟ چرا؟ شرح دهید.

۱۳-۷-۴- در شکل ۱۳-۷، نقش خازن‌های C_1 و C_2 را شرح دهید.

۱۳-۷-۵- در شکل ۱۳-۷ اگر سر متغیر وُلوم به شاسی نزدیک شود ولتاژ خروجی زیاد می‌شود یا کم؟ چرا؟ شرح دهید.

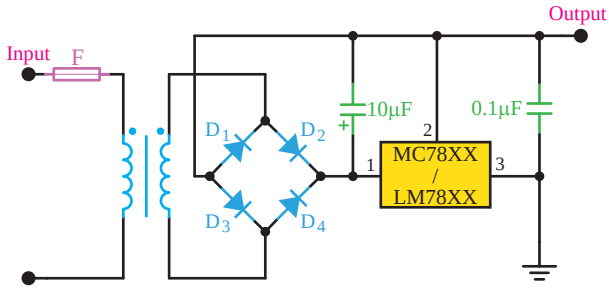
۱۳-۷-۶- مدار شکل ۱۳-۸ را تشریح کنید.



Split Power Supply (±15V–1A)

شکل ۱۳-۸- مدار رگولاتور

۱۳-۷-۷- مدار شکل ۱۳-۹ را تشریح کنید.



Negative Output Voltage Circuit

شکل ۱۳-۹- مدار رگولاتور

۱۳-۷-۸- مفاهیم زیر را ترجمه کنید.

▶ ***Electrical Characteristics*** *(LM78XX)*

Parameter	Symbol
Output Voltage	V_O
Line Regulation	ΔV_O
Load Regulation	ΔV_O
Ripple Rejection	RR
Output Noise Voltage	V_N
Dropout Voltage	V_D
Quiescent Current	I_Q
Quiescent Current Change	ΔI_Q

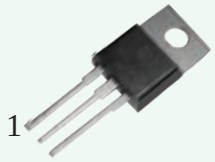
۱۳-۷-۹- اطلاعات زیر را استخراج کنید.

MC78XX/LM78XX/MC78XXA

3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

Description

The MC78XX/LM78XX/MC78XXA series of three terminal positive regulators are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltage, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting.



TO-220

D-PAK

1. Input 2. GND 3. Output

ارزش‌یابی

۱۳-۸- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

پس از اتمام آزمایش و تنظیم گزارش کار، در زمان تعیین شده، کتاب گزارش کار (جلد دوم) را تحویل مربی آزمایشگاه دهید تا فعالیت‌های شما مورد ارزش‌یابی قرار گیرد.

توجه کنید

توجه داشته باشید که در هنگام بررسی گزارش کار، سؤال‌های متعددی در ارتباط با اجرای آزمایش از شما پرسیده می‌شود که در صورت ارائه‌ی پاسخ نادرست از نمره‌ی ارزش‌یابی شما کسر خواهد شد.

آزمایش شماره‌ی ۱۴

زمان اجرا ۱۶ ساعت آموزشی

قطعات الکترونیک صنعتی

هدف کلی آزمایش

اجرای عملی مدارهای ساده با استفاده از قطعات پرکاربرد الکترونیک صنعتی

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رودکه:

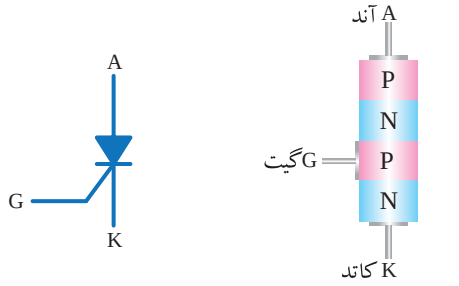
۱- به سؤال‌های آزمون تئوری و عملی آزمایش شماره‌ی ۱۳ پاسخ دهد.
۲- از Data Sheet به منظور استخراج اطلاعات کاربردی قطعات الکترونیک صنعتی استفاده کند.
۳- پایه‌های SCR را به کمک اهم‌متر شناسایی کند.
۴- مدار تریگر SCR (Trigger) را ببندد.
۵- نحوه‌ی روشن شدن SCR را مشاهده و تحلیل کند.
۶- DIAC و TRIAC را با اهم‌متر آزمایش کند.
۷- مدارات روشن کننده‌ی DIAC و TRIAC را ببندد.
۸- به کمک اسیلوسکوپ ولتاژ آتش DIAC و TRIAC را اندازه بگیرد.
۹- به کمک اهم‌متر پایه‌های UJT را تشخیص دهد.
۱۰- مدار نوسان‌ساز UJT را ببندد.
۱۱- شکل موج‌های خروجی نوسان‌ساز را به کمک اسیلوسکوپ مشاهده و ترسیم کند.
۱۲- مدار دیمر با TRIAC را ببندد و زاویه آتش TRIAC را به کمک اسیلوسکوپ اندازه بگیرد.
۱۳- کلیه‌ی آزمایش‌ها را با نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
۱۴- کلیه‌ی اهداف رفتاری در حیطه‌ی عاطفی را در این آزمایش نیز اجرا کند.

۱-۱۴- اطلاعات اولیه

برای دست‌یابی به مطالب نظری مربوط به الکترونیک صنعتی به کتاب «الکترونیک عمومی ۲» مراجعه کنید. در طول این آزمایش به گونه‌ای مختصر، قطعات الکترونیک صنعتی شامل SCR - دیاک - تریاک[1] و UJT را بررسی خواهیم کرد. در این قسمت، به شرح مختصر یکسوساز قابل کنترل سیلیکونی (SCR) می‌پردازیم.

در شکل ۱-۱۴- الف ساختمان SCR و در شکل ۱-۱۴- ب نماد فنی SCR نشان داده شده است.

همان‌گونه که در ساختمان داخلی SCR دیده می‌شود، بین دو پایه‌ی گیت و کاتد یک اتصال PN وجود دارد. این اتصال مشابه یک دیود عمل می‌کند که آند دیود پایه‌ی گیت و کاتد دیود پایه‌ی کاتد تریستور است. هم‌چنین بین دو پایه‌ی آند و کاتد سه پیوند دیودی وجود دارد که چهار لایه‌ی PNPN را به وجود می‌آورد. پایه‌ی آند مربوط به دیود چهار لایه، به لایه‌ی P اتصال دارد.



الف. ساختمان SCR　　ب. نماد فنی SCR

شکل ۱-۱۴- ساختمان و نماد فنی SCR

۲-۱۴- نکات ایمنی

۱-۲-۱۴- کلیه‌ی نکات ایمنی مربوط به آزمایش‌های قبلی را رعایت کنید.

۲-۲-۱۴- اولیه‌ی ترانسفورماتورهای ۲۲۰ ولت را به‌طور دقیق عایق کنید تا در مراحل اجرای آزمایش آسیبی به شما وارد نشود.

۳-۲-۱۴- قبل از شروع آزمایش کلیه‌ی قطعات و

۱- دیاک را دایاک و تریاک را ترایاک نیز می‌نامند.

بردبُـرد را آزمایش کنیـد و از صحت آن‌ها اطمینان حاصل نمایید.

۱۴-۲-۴- قبـل از اتصال ولتاژ به مدار، مجدداً مدار را بررسی کنید و مطمئن شـوید که اتصال‌های آن درست بسته شده است.

۱۴-۲-۵- در صورتی که مدار بسته شده به درستی کار نکرد، به‌صورت علمی به عیب‌یابی بپردازید و از جابه‌جایی بی مورد سیم‌ها و قطعات جداً پرهیز کنید.

۱۴-۳- شبیه‌سازی آزمایش‌ها

توجه کنید

پاسخ مواردی که با سـتاره (★) مشخص شده اسـت را باید در کتـاب گـزارش کار و فعالیت‌های آزمایشـگاهی (جلد دوم کتاب کارگاه و آزمایشـگاه الکترونیک) درج نمایید.

★۱۴-۳-۱- هدف کلی آزمایش را مجدداً در جلد دوم کتاب کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک بنویسید.

۱۴-۳-۲- به آزمایش‌هایی که توسط مربی آزمایشگاه شبیه‌سازی می‌شـود توجه کنید و مراحل شبیه‌سازی را به طور کامل فرا بگیرید.

۱۴-۳-۳- با مراجعه به جلد دوم کتاب آزمایشـگاه مجازی، ابتدا نرم‌افزار مولتی‌سیم را روی کامپیوتر خود نصب کنید، سپس اقدام به شبیه‌سـازی مدارهای مورد آزمایش بنمایید.

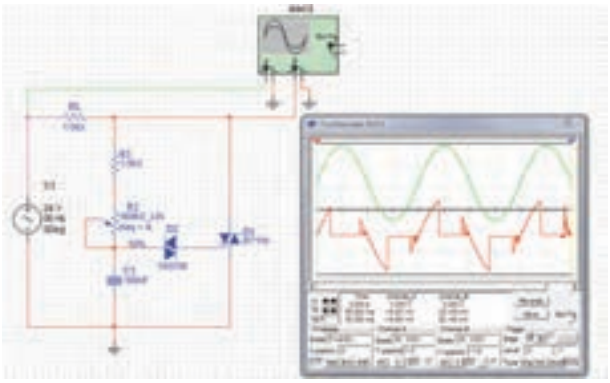
★۱۴-۳-۴- نقشه‌ی چاپ شده‌ی یکی از مدارهایی که شبیه‌سازی کرده‌اید را در محل تعیین شده بچسبانید.

★۱۴-۳-۵- ولتاژهـای پایه‌هـای قطعات یکی از مدارهای مورد آزمایش را با استفاده از نرم‌افزار اندازه بگیرید و مقادیر آن‌را در جدول ۱-۱۴ بنویسید.

★۱۴-۳-۶- فایل‌هـای نرم‌افزاری را در یک CD ذخیره کنید و تحویل مربی کارگاه دهید.

★۱۴-۳-۷- مراحـل اجـرای شبیه‌سـازی را به اختصار شرح دهید.

۱۴-۳-۸- در شکل ۲-۱۴ یک نمونه مدار الکترونیک صنعتی شبیه‌سازی شده را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲-۱۴- یک نمونه مدار مربوط به قطعات الکترونیک صنعتی شبیه‌سازی شده

۱۴-۴- قطعات، ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز

- اسیلوسکوپ	۱ دستگاه
- منبع تغذیه	۱ دستگاه
- مولتی‌متر دیجیتال	۱ دستگاه
- تریستور C۱۰۶ (یا نوع مشابه موجود در بازار)	۱ عدد
- دیاک ۱N۵۷۵۸ (یا نوع مشابه موجود در بازار)	۱ عدد
- تریاک BT۱۳۶B (یا نوع مشابه موجود در بازار)	۱ عدد
- ترانزیسـتور UJT ۲N۲۶۴۶ (یا نوع مشـابه موجود در بازار)	۱ عدد
- بردبُرد	۱ قطعه
- ترانسفورماتور ۲۲۰/۶ با توان ۱۰ وات	۱ عدد
- ترانسفورماتور ۲۲۰/۲۴ با توان ۱۵ وات	۱ عدد
- لامپ مینیاتوری ۶V	۱ عدد

- لامپ ۱۰W، ۲۴V ۱ عدد
- خازن ۲۵V، ۰/۰۱μF ۳ عدد
- خازن ۱۰۰V، ۰/۱μF ۳ عدد
- پتانسیومتر خطی $\frac{۱}{۲}$W، ۵۰۰KΩ ۱ عدد
- مقاومت‌های ۱۰۰Ω، ۱KΩ، ۲/۲KΩ و ۱۰KΩ با توان یک وات از هر کدام ۱ عدد
- مقاومت‌های ۱/۵KΩ و ۲۲KΩ با توان $\frac{۱}{۲}$W وات از هر کدام ۱ عدد
- تجهیزات، ابزار و مواد عمومی

قابل توجه هنرآموزان عزیز

شما می‌توانید با توجه به قطعات موجود در آزمایشگاه و بازار، مدارهای آزمایش را تغییر دهید یا با قطعات موجود جایگزین کنید. مثلاً اگر لامپ ۲۴ ولت ۱۵ وات در اختیار نداشتید می‌توانید از دو عدد لامپ ۱۲ ولت مناسب موجود در بازار استفاده کنید و آن‌ها را با هم سری نمایید.

۱۴-۵- مراحل اجرای آزمایش

۱۴-۵-۱- با توجه به ساختمان داخلی SCR، به وسیله‌ی اهم‌متر می‌توان پایه‌های گیت و کاتد SCR را تشخیص داد. با مشخص شدن پایه‌های گیت و کاتد، پایه‌ی سوم آن که آند است نیز مشخص می‌شود، امّا این روش دو اِشکال دارد.

الف) با این روش به سالم بودن اتصال‌های بین گیت و آند نمی‌توان پی بُرد.

ب) در بعضی از تریستورها، بین گیت و کاتد، دیودی را برای محافظت اتصال PN قرار می‌دهند که این دیود به صورت موازی و معکوس با دیود «گیت و کاتد» قرار می‌گیرد. در نتیجه، اگر گیت و کاتد این نوع تریستورها را به اهم‌متر متصل کنیم از هر دو طرف راه می‌دهد؛ بدین ترتیب، نمی‌توان گیت و کاتد را از هم تشخیص داد.

لذا بهترین راه برای تعیین پایه‌های SCR استفاده از برگه‌ی اطلاعات (Data Sheet) است.

۱۴-۵-۲- برای SCR نیز مانند سایر قطعات برگه‌ی اطلاعات وجود دارد. در برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۱۴-۱ که قسمتی از برگه‌ی اطلاعات SCR با شماره‌ی C۱۰۶ است برخی از اطلاعات مربوطه پایه‌های SCR را ملاحظه می‌کنید. این اطلاعات را استخراج کنید و آن‌ها را یادداشت نمایید.

C106 Series*

SCRs
4AMPERES RMS
50 thru 600 VOLTS

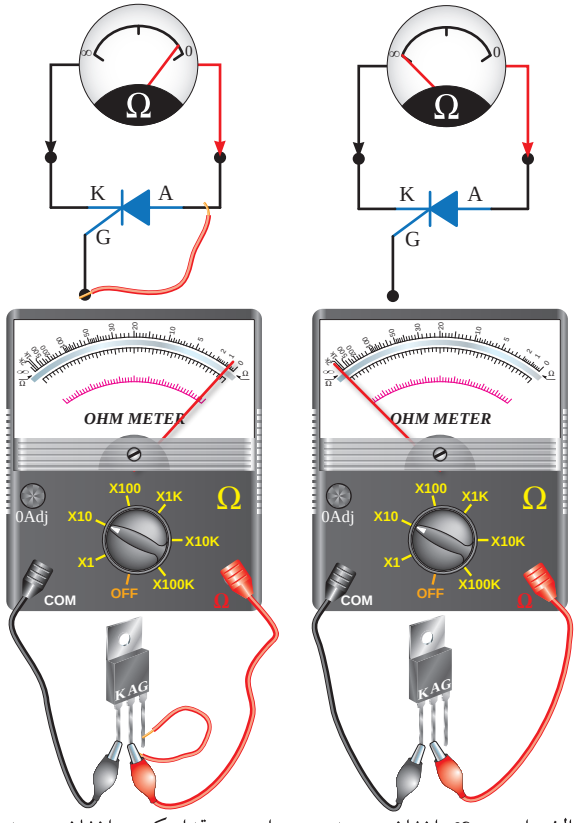
۱۴-۱- قسمتی از برگه‌ی اطلاعات مربوط به SCR با شماره‌ی C۱۰۶

۱۴-۵-۳- در برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۱۴-۲ برخی دیگر از اطلاعات مربوط به SCR باشماره‌ی C۱۰۶ را ملاحظه می‌کنید. این اطلاعات را استخراج کنید و به زبان فارسی بنویسید.

0	MAXIMUM RATINGS (T_J = 25ºC unless otherwise noted.)
1	Rating
2	Peak Repetitive Forward and Reverse Blocking Voltage(1) (R_{GK} = 1 kΩ) (T_C = - 40° to 110°C) C106F C106A C106B C106D C106M
3	RMS Forward Current (All Conduction Angles)
4	Average Forward Current (T_A = 30°C)
5	Peak Non-repetitive Surge Current (1/2 Cycle, 60 Hz, T_J = - 40 to +110°C)
6	Circuit Fusing (t = 8.3 ms)
7	Peak Gate Power
8	Average Gate Power
9	Peak Forward Gate Current

۱۴-۲- قسمتی دیگر از برگه‌ی اطلاعات مربوط به SCR با شماره‌ی C۱۰۶

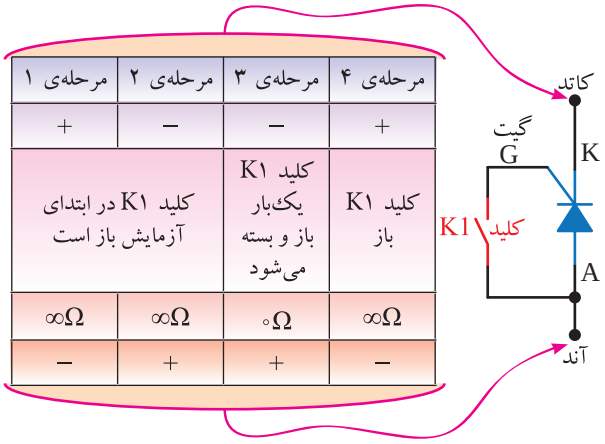
۱۴-۵-۴- برای تشـــخیص صحت و سلامت SCR توســـط اهم‌متر ابتدا ســـیم مثبت اهم‌متر را به آند و سیم منفـــی آن‌را به کاتد SCR وصل کنیـــد. اهم‌متر باید مقدار مقاومت بی‌نهایت را نشـــان دهـــد در همین حالت، گیت را به آند متصل کنید کـــه در نتیجه، اهم‌متر مقاومت کمی را نشـــان می‌دهد. حال، گیت را از آند جدا کنید؛ اهم‌متر باید همچنان مقدار مقاومت کم را نشـــان دهد. در شکل ۳-۱۴- الف اهم‌متر بی نهایت را نشان می‌دهد، اما اهم‌متر در شکل ۳-۱۴-ب مقدار اهم کمی را نشان می‌دهد. این روش برای تریســـتورهای گیت کاتدی با قدرت کم، ماکزیمم تا ۸ آمپر میسّر است. در تریستورهای گیت آندی فقط باید گیت را به کاتد متصل کنید تا SCR روشن شود.



الف. اهم‌متر ∞ را نشان می‌دهد ب. اهم‌متر مقدار کمی را نشان می‌دهد

شکل ۳-۱۴- آزمایش سلامت SCRهای کم قدرت با اهم‌متر

در شکل ۴-۱۴ حالت‌های مختلف اتصال اهم‌متر به آند و کاتد در دو حالت قطع و وصل کلید نشـــان داده شده اســـت. همچنین مقدار اُهم خوانده شده بین آند و کاتد در جدول آمده است.



مرحله‌ی ۱	مرحله‌ی ۲	مرحله‌ی ۳	مرحله‌ی ۴
+	−	−	+
کلید K۱ در ابتدای آزمایش باز است		کلید K۱ یک‌بار باز و بسته می‌شود	کلید K۱ باز
∞Ω	∞Ω	۰Ω	∞Ω
−	+	+	−

شکل ۴-۱۴- آزمایش SCR با اهم‌متر

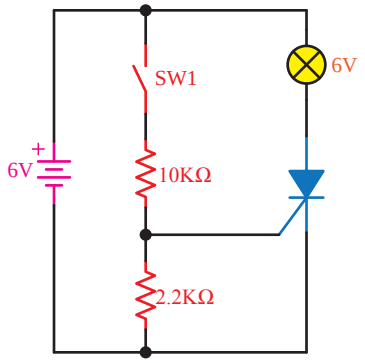
نکته‌ی مهم

همان‌طور که در مراحل قبلی ذکر شـــد، آزمایش صحت SCR بـــا اهم‌متر فقط بـــرای SCRهای کم قدرت قابل اجرا اســـت. برای تریســـتورهای پرقدرت باید SCR را عملاً در مدار واقعی قرار دهید، ســـپس عملکرد و سلامت آن‌را تأیید کنید.

۱۴-۵-۵- بـــه وســـیله‌ی مولتی‌متـــر پایه‌های تریستور C۱۰۶ را مشخص کنید. شکل ظاهری تریستور را رسم کنید و نام پایه‌های آن‌را روی شکل بنویسید.

۱۴-۵-۶- سلامت تریســـتور مورد آزمایش را با اهم‌متر بررســـی کنید و در مورد آن با رســـم نقشه توضیح دهید.

۱۴-۵-۷- مدار شکل ۵-۱۴ را که مدار روشن کردن تریستور است روی بردبُرد ببندید.



شکل ۵-۱۴- روشن کردن تریستور

★۸-۵-۱۴- نقشه‌ی مدار را مجدداً رسم کنید و در مورد عملکرد آن توضیح دهید.

★۹-۵-۱۴- در مدار شکل ۵-۱۴ در حالی‌که کلید SW_1 قطع است تغذیه‌ی ۶ ولت DC را روشن کنید. آیا لامپ روشن می‌شود یا خاموش می‌ماند؟ توضیح دهید در این حالت تریستور روشن است یا خاموش؟ چرا؟ شرح دهید.

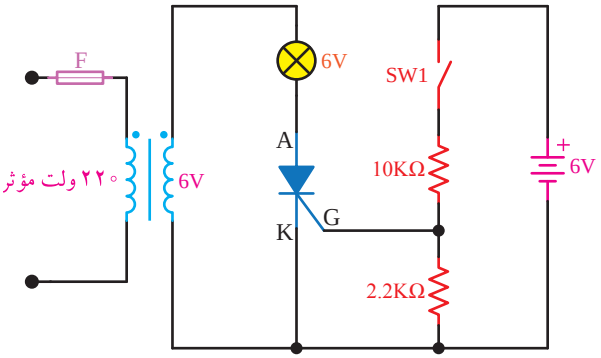
★۱۰-۵-۱۴- در مدار شکل ۵-۱۴ کلید SW_1 را در یک لحظه وصل، سپس قطع کنید. توضیح دهید چه اتفاقی رخ می‌دهد؟ علت آن‌را بیان کنید.

★۱۱-۵-۱۴- در شکل ۵-۱۴ در حالی که لامپ روشن است و کلید SW_1 باز است، ولتاژ ۶ ولت DC را به تدریج کم کنید تا به صفر ولت برسد. در نور لامپ چه تغییری حاصل می‌شود؟ آیا با کم کردن ولتاژ DC، تریستور روشن باقی می‌ماند؟ توضیح دهید.

★۱۲-۵-۱۴- در حالی که لامپ خاموش و کلید SW_1 باز و ولتاژ DC روی حداقل قرار دارد، ولتاژ DC را از صفر ولت به تدریج افزایش دهید تا دوباره به ۶ ولت برسد. آیا لامپ روشن است یا خاموش؟ برای تریستور چه اتفاقی افتاده است؟ توضیح دهید.

★۱۳-۵-۱۴- دوباره کلید SW_1 را برای لحظه‌ای وصل و قطع کنید. حال با یک سیم برای لحظه‌ای آند و کاتد را به یک‌دیگر اتصال کوتاه کنید. توضیح دهید پس از قطع سیم چه اتفاقی رخ می دهد؟

★۱۴-۵-۱۴- مدار شکل ۶-۱۴ که تریستور در جریان متناوب است را روی بردبُرد ببندید. نقشه‌ی مدار را دوباره ترسیم کنید و درباره‌ی عملکرد مدار توضیح دهید.



شکل ۶-۱۴- تریستور در جریان متناوب ۶ ولت

★۱۵-۵-۱۴- در حالی که کلید SW_1 قطع است، ولتاژ ۶ ولت DC و ولتاژ ۲۲۰ ولت برق شهر را وصل کنید. آیا در این حالت لامپ روشن می‌شود؟ چرا؟ توضیح دهید.

★۱۶-۵-۱۴- کلید SW_1 را در حالت قطع قرار دهید وشکل موج V_{AK} تریستور را به وسیله‌ی اسیلوسکوپ ببینید و آن‌را با مقیاس مناسب در نمودار ۱-۱۴ رسم کنید.

★۱۷-۵-۱۴- کلید SW_1 را وصل کنید. در این حالت لامپ روشن است یا خاموش؟ توضیح دهید.

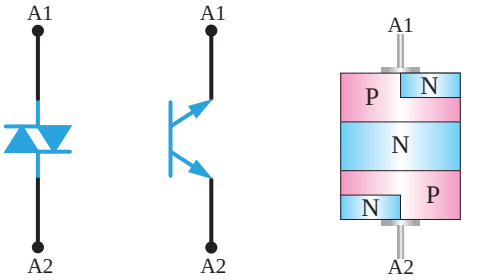
★۱۸-۵-۱۴- در حالی که کلید SW_1 وصل است شکل موج ولتاژ دو سر تریستور (V_{AK}) را به وسیله‌ی اسیلوسکوپ ببینید. و آن‌را در محل تعیین شده با مقیاس مناسب در نمودار ۲-۱۴ رسم کنید.

★۱۹-۵-۱۴- با توجه به شکل موج ترسیم شده در مرحله‌ی قبل، زاویه‌ی آتش تریستور (θ) را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

★۲۰-۵-۱۴- ولتاژ ۶ ولت DC را به تدریج کاهش دهید و اثر آن‌را بر روی زاویه‌ی آتش تریستور مشاهده کنید و نتیجه را بنویسید.

۱۴-۵-۲۱- دیاک (DIAC)

دیاک یک دیود چهار لایه‌ی جریان متناوب است که دو پایه دارد و پایه‌های آن فرقی با هم ندارند. در شکل ۷-۱۴ ساختمان داخلی دیاک و نمادهای آن‌را مشاهده می‌کنید. دیاک را با اهم‌متر نمی‌توان امتحان کرد، زیرا اهم‌متر از هر دو طرف مقدار مقاومت بی‌نهایت را نشان می‌دهد.



الف. ساختمان داخلی ب. نماد فنی

شکل ۷-۱۴- ساختمان داخلی دیاک و نماد فنی آن

۱۴-۵-۲- وقتی که ولتاژ دو سر دیاک در جهت مثبت یا در جهت منفی به مقدار مشخصی مثلاً ۳۰ تا ۴۰ ولت برسد، دیاک سریعاً هدایت می‌کند و ولتاژ دو سر آن کم می‌شود و جریان آن به سرعت افزایش می‌یابد.

دیاک‌ها از نظر شکل ظاهری نظیر دیودهای استوانه‌ای هستند. دو مشخصه‌ی مهم دیاک ولتاژ شکست و جریان شکست نرمال آن است؛ برای مثال، دیاک ۱N۵۷۵۸ دارای ولتاژ شکست ۳۲V±۴V و جریان شکست نرمال ۰/۴mA است.

۱۴-۵-۲۳- برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۳-۱۴ را که قسمتی از برگه‌ی اطلاعات DIAC با شماره‌ی DB۳A است را مطالعه کنید و مشخصات اصلی (Feature) و اطلاعات مکانیکی آن‌را به‌دست آورید.

Bidirectional DIAC Trigger Diode

DB3A

Features

1. Low breakover current
2. Excellent symmetry
3. Very low leakage current
4. Trigger diode with a fixed voltage reference
5. High temperature soldering guaranteed: 250خC/10S/9.5mm lead length at 5 lbs tension

Mechanical Data

Case:	Glass Case DO-35
Terminals:	Plated axial leads, solderable
Weight:	Approx. 0.13 gram

برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۳-۱۴

۱۴-۵-۲۴- مقادیر مجاز ماکزیمم مشخصه‌های الکتریکی دیاک DB۳A را از برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۴-۱۴ ترجمه کنید.

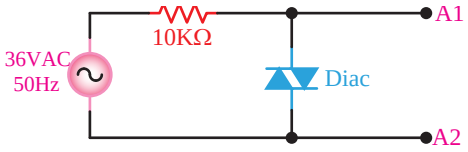
Maximum Ratings and Electrical Characteristics *(T_A = 25°C unless noted otherwise)*

Symbol	Description
V_{BO}	Breakover Voltage*
$\lvert +V_{BO} \rvert - \lvert -V_{BO} \rvert$	Breakover Voltage Symmetry*
$\lvert \pm \Delta V \rvert$	Dynamic Breakover Voltage*
V_O	Output Voltage*
I_{BO}	Breakover Current*
T_r	Rise Time*
I_B	Leakage Current*
I_P	Peak Current*
P_d	Power Dissipation on Printed Circuit
I_{TRM}	Repetitive Peak on-state Current
R_{thJA}	Typical Thermal Resistance
R_{thJL}	

برگه اطلاعات شماره‌ی۴-۱۴

۱۴-۵-۲۵- شماره‌ی دیاک موجود در آزمایشگاه را یادداشت کنید.

۱۴-۵-۲۶- مدار شکل ۸-۱۴ را روی بردبُرد ببندید و نقشه‌ی آن‌را دوباره ترسیم کنید.



شکل ۸-۱۴

۱۴-۵-۲۷- به وسیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج دو سر دیاک را با مقیاس مناسب در نمودار۳-۱۴ رسم کنید.

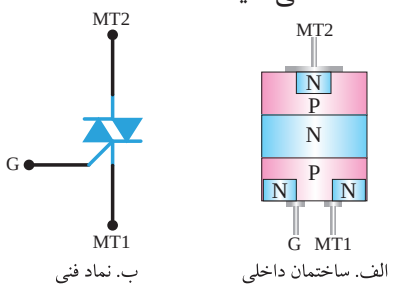
۱۴-۵-۲۸- با توجه به شکل رسم شده در نمودار ۳-۱۴ ولتاژ شکست دیاک را اندازه‌گیری کنید و مقدار آن‌را بنویسید.

۱۴-۵-۲۹- آیا ولتاژ شکست دیاک در هر دو جهت یکسان است؟ شرح دهید.

۱۴-۵-۳۰- تریاک (TRIAC)

عیب بزرگ تریستور آن است که جریان را فقط در یک جهت کنترل می‌کند و در جهت دیگر عایق است. این عیب در تریاک (TRIAC) برطرف شده است.

تریاک یک کلید دو طرفه‌ی نیمه هادی و دارای سه پایه است. این قطعه می‌تواند جریان را در هر دو جهت کنترل کند؛ از این رو، دارای آند و کاتد نیست. پایه‌های تریاک را با MT_1 (MainTerminal) و MT_2 و G نشان می‌دهند. در شکل ۹-۱۴- الف و ب، ساختمان تریاک و نماد فنی آن‌را مشاهده می‌کنید.



شکل۹-۱۴- ساختمان و نماد فنی تریاک

۱۴-۵-۳۱- برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۵-۱۴ را مطالعه کنید و برخی از اطلاعات مربوط به تریاک شماره‌ی سری BT۱۳۶ را استخراج کنید.

Product Specification

Triacs **BT136 series**

Quick Reference Data

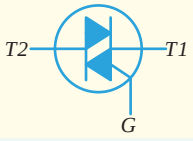
Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit
	BT136-	**500**	**600**	**800**	
	BT136-	**500F**	**600F**	**800F**	
	BT136-	**500G**	**600G**	**800G**	
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltages	500	600	800	V
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current	4	4	4	A
I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	25	25	25	A

Pinning - TO220AB

Pin	Description
1	Main terminal 1
2	Main terminal 2
3	Gate
tab	Main terminal 2

Pin Configuration

Symbol



۵-۱۴- قسمتی از برگه‌ی اطلاعات تریستورهای سری BT۱۳۶

۱۴-۵-۳۲- شماره‌ی تریاک موجود در کارگاه را بخوانید و آن‌را در جدول ۲-۱۴ بنویسید. شکل ظاهری تریاک را ترسیم کنید.

۱۴-۵-۳۳- با مراجعه به منابع مختلف مشخصات فنی تریستور مورد استفاده در کارگاه را استخراج کنید.

نکته‌ی مهم

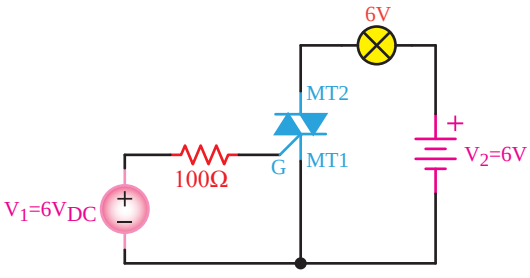
با اســتفاده از مولتی‌متر فقط می‌توانید پایه‌ی MT_2 را تشــخیص دهید زیرا در تریاک پایه‌ی گیت نسبت به پایه‌ی MT_1 از هر دو طرف مقاومت کمی را با اهم‌متر نشان می‌دهد. زیرا مدارمعادل بین این دو پایه مشابه دو دیود موازی و معکوس است.

از ســوی دیگر پایه‌ی MT_1 نسبت به پایه‌ی MT_2 و پایه‌ی گیت نســبت به پایه‌ی MT_2 از هر دو طرف با اهم‌متر مقاومت بی‌نهایت را نشان می‌دهد. بنابراین، تنها پایه‌ای که می‌توان به وســیله‌ی اهم‌متر تشخیص داد MT_2 است که نسبت به دو پایه‌ی دیگر عایق است، به عبارت دیگر، دو پایه‌ی گیت و MT_1 را نمی‌توان با مولتی‌متر تشخیص داد.

۱۴-۵-۳۴- بــا اســتفاده از مولتی‌متــر پایه‌ی MT_2 تریــاک مورد آزمایش را مشــخص کنید و در مورد مراحل اجرای آزمایش توضیح دهید.

۱۴-۵-۳۵- آیــا پایه‌ی MT_2 کــه با مولتی‌متر مشــخص کرده‌اید، با برگه‌ی اطلاعات تریاک انطباق دارد؟ توضیح دهید.

۱۴-۵-۳۶- مدار شکل ۱۴-۱۰ که مدار آزمایش نحوه ی روشــن کردن تریاک اســت را روی بردبُرد ببندید. نقشه‌ی مدار را دوباره ترسیم کنید.

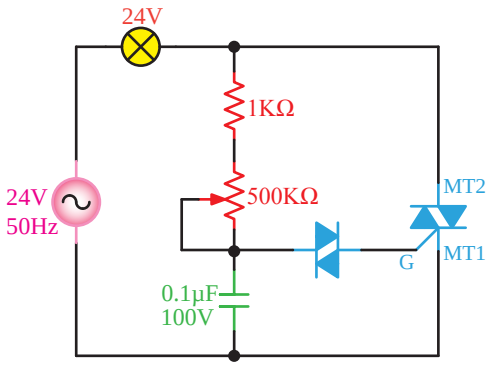


شکل۱۴-۱۰- مدار آزمایش روشن کردن تریاک

۱۴-۵-۳۷- قطب‌های منابع ولتاژ V_1 و V_2 را طبق جدول ۱۴-۳ تغییر دهید و در هر حالت وضعیت لامپ را از نظر روشن و خاموش بودن در جدول ۱۴-۳ بنویسید.

۱۴-۵-۳۸- با توجه به نتایج به دســت آمده در جدول ۱۴-۳ در مورد عملکرد تریاک توضیح دهید.

۱۴-۵-۳۹- مدار شــکل ۱۴-۱۱ که مربوط به مدار یک دیمر (Dimmer) اســت را روی بردبُرد ببندید. نقشه‌ی فنی مدار را دوباره رسم کنید.



شکل۱۴-۱۱- مدار دیمر

۱۴-۵-۴۰- اصول کار مدار دیمر که در شــکل ۱۴-۱۱ رسم شده است را شرح دهید.

۱۴-۵-۴۱- با استفاده از اسیلوسکوپ شکل موج ولتاژ بین پایه‌های MT_1 و MT_2 را در دو حالت پتانسیومتر ۵۰۰KΩ روی حداقل و حداکثر با مقیاس مناســب و با دو رنگ مختلف روی نمودارهای ۱۴-۴ و ۱۴-۵ ترسیم کنید.

توجه کنید

پروب اسیلوسکوپ را روی ۱۰× بگذارید.

۱۴-۵-۴۲- با توجه به شــکل موج‌های رســم شــده در نمودار ۱۴-۴ زاویه‌ی آتش تریاک را در دو حالت پتانســیومتر ۵۰۰KΩ روی حداقــل و روی حداکثر اندازه

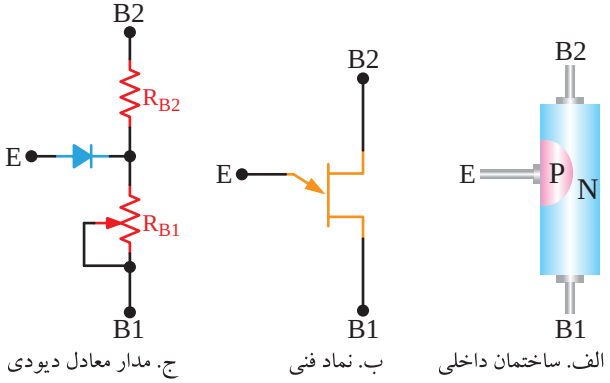
بگیرید و در جدول ۴-۱۴ یادداشت کنید.

★۴۳-۵-۱۴- وضعیت نورلامپ را در دو حالت پتانسیومتر ۵۰۰KΩ روی حداکثر و حداقل مشاهده کنید و نتایج را در جدول ۴-۱۴ بنویسید.

★۴۴-۵-۱۴- با توجه به مقادیر θ_{min} و θ_{max} ، وضعیت نور لامپ و وضعیت پتانسیومتر ۵۰۰KΩ ، در مورد عملکرد مدار بیش‌تر توضیح دهید.

ترانزیستور UJT

۴۵-۵-۱۴- ترانزیستور تک پیوندی که به اختصار «UJT» نامیده می‌شود دارای یک پیوند PN است. ساختمان UJT ظاهراً شبیه به دیود است اما کاملاً با آن تفاوت دارد؛ زیرا در آن میله‌ای از ماده‌ی نوع N و از جنس سیلیکون استفاده شده است که از هر دو طرف مقاومت اهمی دارد. در شکل ۱۲-۱۴ ساختمان ترانزیستور UJT، نماد فنی و مدار معادل دیودی آن‌را ملاحظه می‌کنید. به دو سر میله‌ی N، پایه‌های (بیس‌های) B_1 و B_2 اتصال دارند. سیمی از جنس آلومینیم روی قطعه‌ی سیلیکون و نزدیک به B_2 جوش داده شده است که در هنگام اتصال، آلیاژی از نوع P را به وجود می‌آورد و پایه‌ی «امیتر ترانزیستور» را تشکیل می‌دهد.



شکل ۱۲-۱۴- ساختمان داخلی، نماد فنی و مدار معادل دیودی ترانزیستور UJT

★۴۶-۵-۱۴- با مراجعه به برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۶-۱۴ اطلاعات فنی ترانزیستور UJT با شماره‌ی ۲N۲۶۴۶ و ۲N۲۶۴۷ را استخراج کنید.

2N2646 / 2N2647
PN Unijunction transistors

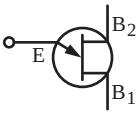
Silicon PN Unijunction transistors

...designed for use in pulse and timing circuits, sensing circuits and thyristor trigger circuits. These devices feature:

- Low Peak Point Current 2μA (Max)
- Low Emitter Reverse Current 200nA (Max)
- Passivated Surface for Reliability and Uniformity

CASE 22A-01
STYLE 1

PN UJTs



*Maximum Ratings (TA=25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Dissipation	P_D	300	mW
RMS Emitter Current	$I_{E(RMS)}$	60	mA
Peak Pulse Emitter Current	I_E	2	Amps
Emitter Reverse Voltage	V_{B2E}	30	Volts
Interbase Voltage	V_{B2B1}	35	Volts
Operating Junction Temperature Range	T_J	- 65 to +125	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	- 65 to +150	°C

*Indicates JEDEC Registered Data.

برگه‌ی اطلاعات ۶-۱۴

۴۷-۵-۱۴- در UJT پایه‌ی امیتر نسبت به بیس مانند یک دیود عمل می‌کند. یعنی اگر در UJT با کانال N سیم منفی مولتی‌متر به امیتر و سیم مثبت آن به هر کدام از بیس‌ها متصل شود، مولتی‌متر مقدار مقاومت (ولتاژ) زیاد نشان می‌دهد؛ حال اگر محل اتصال سیم‌های مولتی‌متر را تعویض کنیم یعنی سیم مثبت مولتی‌متر را به امیتر و سیم منفی را به یکی از بیس‌ها متصل کنیم مولتی‌متر، مقدار مقاومت (ولتاژ)کم را نشان می‌دهد. بنابراین، پایه‌ای که نسبت به دو پایه‌ی دیگر مانند دیود عمل کند امیتر UJT

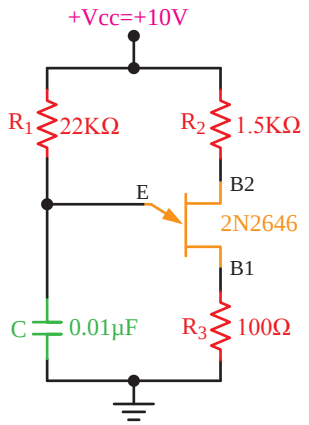
است. در این اندازه‌گیری متوجه می‌شویم که در بایاس موافق، یکی از پایه‌ها نسبت به امیتر مقاومت (ولتاژ) کمتری نسبت به پایه‌ی دیگر دارد. این پایه همان پایه‌ی بیس دو (B_2) است و پایه‌ی دیگر که مقاومت بیشتری دارد بیس یک (B_1) است. دو بیس نسبت به یک‌دیگر مانند مقاومت عمل می‌کنند و از هر دو طرف مقاومتی بین ۵ تا ۱۰ کیلو اُهم دارند.

این مقاومت را «مقاومت داخلی بیس» (Interbase Resistance) می‌نامند و با «R_{BB}» نمایش می‌دهند. مقدار R_{BB} به شماره‌ی فنی UJT و کارخانه‌ی سازنده‌ی آن بستگی دارد.

★۱۴-۵-۴۸- به کمک مولتی‌متر پایه‌های B_2 ، B_1 و E ترانزیستور 2N2646 را طبق جدول ۵-۱۴ شناسایی کنید. سپس شکل ظاهری ترانزیستور را بکشید و نام پایه‌های UJT را روی شکل مشخص کنید.

★۱۴-۵-۴۹- در مورد نحوه‌ی تعیین پایه‌های ترانزیستورUJT به‌طور خلاصه توضیح دهید.

۱۴-۵-۵۰- یکی ازمدارهای پرکاربرد UJT ، مدار نوسان‌ساز موج دندانه اَرّه‌ای است. به این نوسان‌ساز «نوسان‌ساز لَخت» (Relaxation Oscillator) نیز می‌گویند. در شکل ۱۳-۱۴ یک نمونه مدار نوسان‌ساز موج دندانه اره‌ای با استفاده از UJT را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۳-۱۴- مدار نوسان‌ساز لخت باUJT

در این مدار شارژ خازن از طریق R_1 و خط تغذیه صورت می‌گیرد. در طول مدّت شارژ، ترانزیستور خاموش است. وقتی که ولتاژ دو سر خازن به حدّ معینی برسد ترانزیستور هادی می‌شود و دشارژ خازن از طریق EB_1 و مقاومت R_3 انجام می‌گیرد.

با تکرار شارژ و دشارژ خازن می‌توان از هر پایه‌ی UJT نسبت به شاسی شکل موج‌های مختلف دریافت کرد.

از سیگنال خروجی UJT می‌توان برای تحریک کردن تریاک استفاده کرد. فرکانس نوسان‌های UJT به مقادیر R_1 ، C و ولتاژ V_{CC}بستگی دارد.

★۱۴-۵-۵۱- نقشه مدار شکل ۱۳-۱۴ را دوباره ترسیم کنید.

۱۴-۵-۵۲- مدار شکل ۱۳-۱۴ را روی بردبُرد ببندید.

★۱۴-۵-۵۳- به وسیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج ولتاژ پایه‌های E ، B_1 و B_2 را با مقیاس مناسب در نمودارهای ۶-۱۴، ۷-۱۴ و ۸-۱۴ با رنگ‌های متفاوت رسم کنید.

★۱۴-۵-۵۴- با استفاده از شکل موج‌های رسم شده در نمودارهای ۶-۱۴ ، ۷-۱۴ و ۸-۱۴ مقادیر پریود، فرکانس و دامنه‌ی پیک‌تاپیک هر یک از شکل موج‌ها را اندازه بگیرید و در جدول ۶-۱۴ بنویسید.

★۱۴-۵-۵۵- در مورد شکل موج پایه‌ها و مقدار فرکانس و دامنه‌ی ولتاژ آن به اختصار توضیح دهید. آیا می‌توان از این نوسان‌ساز به عنوان یک نوسان‌ساز مربعی استفاده کرد؟ شرح دهید.

★۱۴-۶- نتایج آزمایش

آن‌چه را که در این آزمایش آموخته‌اید به اختصار جمع‌بندی و بیان کنید.

الگوی پرسش

۱۴-۷- الگوی پرسش

۱-۷-۱۴- تریستور دارای چند پیوند PN است؟ با رسم شکل شرح دهید.

۲-۷-۱۴- کدام‌یک از جملات زیر کاملاً صحیح است؟ در مورد آن توضیح دهید.

الف) به وسیله‌ی ولتاژ تحریک گیت می‌توان تریستور را به حالت هدایت و قطع بُرد.

ب ـ تریستور به وسیله‌ی ولتاژ آند به کار می‌افتد و به وسیله‌ی ولتاژ گیت خاموش می‌شود.

ج ـ تریستور به وسیله‌ی ولتاژ گیت تحریک می‌شود و با برداشتن ولتاژ آند از کار می‌افتد.

د ـ تریستور به وسیله‌ی ولتاژ آند روشن می‌شود و با برداشتن ولتاژ گیت خاموش می‌شود.

۳-۷-۱۴- حداقل جریانی که تریستور را در حالت هدایت نگه می‌دارد را نام ببرید.

۴-۷-۱۴- در ترياک چند پیوند دیودی بین گیت و MT_1 قرار دارد؟ شرح دهید.

۵-۷-۱۴- مشابهت‌های دیاک و ترياک را با هم مقایسه کنید.

۶-۷-۱۴- ترياک دارای چند حالت تحریک است؟ شرح دهید.

۷-۱۷-۱۴- مفاهیم زیر را ترجمه کنید.

۱- Average Forward Current
۲- Circuit Fusing (t = 8.3 ms)
۳- Peak Gate Power
۴- Break Over Current
۵- Very Low Leakage Current
۶- RMS On-State Current
۷- Interbase Voltage ($V_{B_2B_1}$)
۸- Storage Temperature Range

۸-۷-۱۴- ترياک دارای چند حالت تحریک است؟ شرح دهید.

۹-۷-۱۴- آیا مقدار مقاومت R_{BBO} در UJT به نحوه‌ی اتصال اهم‌متر به دو پایه‌ی B_1 و B_2 بستگی دارد؟ شرح دهید.

۱۰-۷-۱۴- در نوسان‌ساز UJT چند نوع شکل موج می‌توانیم به دست آوریم؟ این شکل موج‌ها از کدام پایه‌ها قابل دریافت است؟ (به شکل موج‌های به دست آمده در آزمایش مراجعه کنید)

۱۱-۷-۱۴- در نوسان‌ساز UJT شکل ۱۳-۱۴، فرکانس نوسان‌ها به چه عواملی بستگی دارد؟ شرح دهید.

۱۲-۷-۱۴- در صورتی‌که بخواهیم از مولتی‌متر دیجیتالی برای تعیین پایه‌های UJT استفاده کنیم، چه مراحلی را باید انجام دهیم؟

ارزش‌یابی

۱۴-۸- ارزش‌یابی

پس از اتمام آزمایش، گزارش‌کار خود را کامل کنید و در زمان تعیین شده جهت ارزش‌یابی به مربی کارگاه ارائه نمایید. تأخیر در تنظیم گزارش کار و ارائه آن موجب کاهش نمره‌ی ارزش‌یابی خواهد شد.

بحث و گفت و گو

آیا از کنتاکتور چیزی می‌دانید؟ این قطعه را شناسایی کنید و با هم‌کلاسی‌های خود در مورد آن بحث کنید. به جای کنتاکتور از کدام قطعات الکترونیکی می‌توانید استفاده کنید؟

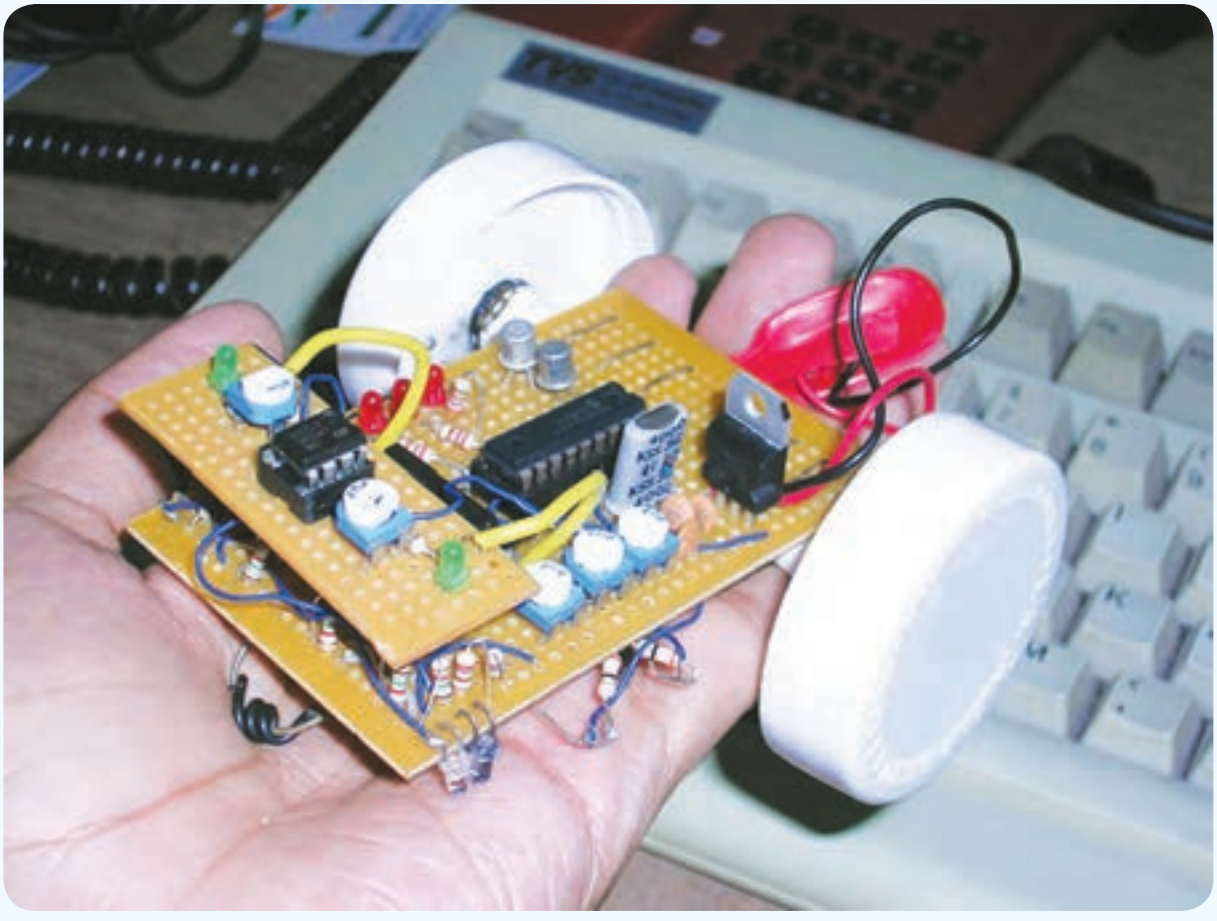
آزمایش شماره‌ی ۱۵

زمان اجرا ۲۰ ساعت آموزشی

ارائه‌ی پروژه

هدف کلی آزمایش

ارائه‌ی گزارش پروژه‌های معرفی شده در آزمایش شماره‌ی ۷



هدف‌های رفتاری

پس از پایان اجرای این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رودکه:

۱- به سؤال‌های نظری و کارگاهی آزمایش شماره‌ی (۱۴) پاسخ دهد.

نکات مهم:

- *گزارش کار پروژه می‌بایستی به صورت الگوی تعریف شده در همین آزمایش تنظیم شود.*
- *نظر به اینکه در یک کلاس ۳۰ نفره (تعداد ۷ یا ۸ گروه)، نصف کلاس می‌توانند پروژه‌ی مخابراتی ارائه کنند، لذا عملاً ۸۱۰ دقیقه زمان اختصاص داده شده به این پروژه به شرح زیر تقسیم می‌شود:*
- *توضیح روند ارائه‌ی پروژه توسط معلم و معرفی پروژه‌ها ۹۰ دقیقه، زمان اختصاص داده شده برای هر گروه پروژه در حدود ۸۵ دقیقه.*
- *موارد زیر را هر گروه پروژه در زمان تعیین شده اجرا خواهند کرد.*
- *زمان‌های اختصاص داده شده در اهدافی که در زیر خواهد آمد مربوط به هر گروه پروژه است. بنابراین برای تعداد ۸ گروه، زمان کل اختصاص داده شده ۶۸۰=۸۵×۸ دقیقه خواهد بود.*

۲- مدار پروژه‌ی تعریف شده در آزمایش شماره‌ی ۷ را به‌طور خلاصه شرح دهد.

۳- فرآیند ساخت پروژه را با ذکر جزئیات تشریح کند.

۴- پروژه‌ی ساخته شده را راه‌اندازی کند.

۵- عملکرد پروژه را برای هنرجویان شرح دهد.

۶- مشکلاتی که در فرایند ساخت پروژه با آن برخورد کرده است را تحلیل کند.

۷- نحوه‌ی برطرف کردن مشکلات را توضیح دهد.

۸- گزارش کار پروژه‌ی خود را به‌طور خلاصه شرح دهد و تحویل معلم آزمایشگاه نماید.

۹- به سؤالات هنرجویان پاسخ دهد.

۱۰- گزارش کار جامع از مراحل عملی و آزمایش تهیه کند و آن را در دفتر گزارش کار آزمایشگاهی بنویسد.

۱۱- گزارش کار را به طور کامل، مستند و دقیق ارائه کند.

۱۲- اهداف تعیین شده در حیطه‌ی عاطفی که در آزمایش (۱) آمده است را اجرا کند.

نکات مهم اجرایی پروژه

برای ارائه‌ی پروژه به نکات زیر توجه فرمایید:

۱- گزارش پروژه لازم است براساس الگوی تعریف شده در همین آزمایش، تنظیم و تحویل شود.

۲- نظر به این که در یک کلاس ۳۰ نفره که به ۱۵ گروه تقسیم می‌شوند، تعداد ۷ یا ۸ گروه (نصف کلاس) می‌توانند پروژه الکترونیکی انتخاب کنند (سایر هنرجویان در کارگاه و آزمایشگاه مخابرات پروژه الکترونیکی را ارائه خواهند کرد)، لذا زمان ۹۰۰ دقیقه اختصاص داده شده به این پروژه بین گروه‌ها به شرح زیر تقسیم می‌شود:

- *توضیح روند ارائه پروژه توسط معلم* — ۸۵ دقیقه
- *زمان اختصاصی برای ارائه پروژه توسط هر گروه* — ۸۵ دقیقه (جمعاً ۶۸۰ دقیقه)

۱-۱۵- اطلاعات اوّلیه

همان‌طور کـــه اطلاع دارید، در آزمایش شـــماره‌ی ۷، تعدادی پروژه معرفی شـــده و توسط هنرجویان به اجرا درآمده اســـت. در این آزمایـــش هنرجویانی کـــه به تهیه و اجرای پـــروژه اقدام کرده‌اند، پروژه‌های خود را به ســـایر هنرجویان ارائه می‌دهند. از آن‌جا که در آزمایش شـــماره‌ی ۷ اشـــاره شده است، که نحوه‌ی تنظیم دستور کار پروژه در آزمایش شماره‌ی۱۵ بیان می‌شود. در این قسمت به تشریح نحوه‌ی تنظیم گزارش کار می‌پردازیم.

گزارش کار پروژه از مســـتنداتی اســـت که می‌تواند در آینده برای هنرجویان مورد اســـتفاده قـــرار گیرد و پُلی برای ارتباط با دنیای کار باشـــد. در زیر مشـــخصات گزارش پروژه بیان می‌شود. ضمناً زمانی پروژه قابل ارائه خواهد بود که گزارش آن بر مبنای دســـتورالعملی که در ادامه می‌آید تنظیم شود.

۱-۱-۱۵- روی جلد پروژه باید نام پروژه، نام هنرجو، نام اســـتاد پروژه، نام هنرستان و سال تحصیلی مربوطه قید شود (شکل ۱-۱۵).

هنرستان: . . .

پروژه‌ی کـــارگاه و آزمـــایشگاه
الکترونیک عمومی

منبع تغذیه‌ی صفر تا ۳۰ ولت

مجری: . . .

استاد پروژه: . . .

سال تحصیلی ۱۳XX-XX

شکل ۱-۱۵- تنظیم روی جلد پروژه

۲-۱-۱۵- در صفحه‌ی اول پروژه «بسم الله الرحمن الرحیم» با فونت مناسب آورده شود.

۳-۱-۱۵- در صفحـــه‌ی دوّم پروژه، طرح روی جلد تکرار شود.

۴-۱-۱۵- صفحات ســـوم و چهارم به فهرست پروژه اختصاص داده شود (شکل ۲-۱۵).

فهرست

عنوان	صفحه
۱- . . .	. . .
۲- . . .	. . .
۳- . . .	. . .
.	
.	
.	

شکل ۲-۱۵- فهرست پروژه

۵-۱-۱۵- در صفحـــه‌ی پنجم عنوان پروژه با فونت درشت حروف‌نگاری شود.

۶-۱-۱۵- در صفحه‌ی ششـــم مقدمـــه‌ای راجع به پروژه و ســـبب انتخاب موضوع، کاربرد و مشکلات مرتبط با آن آورده شود. در این مقدمه می‌توانند از کسانی که با آنان همکاری کرده‌اند، تشـــکر نمایند و حتی می‌توانند آن را به اعضـــای خانواده یا فرد مورد علاقه‌ی خود تقدیم کنند، مثلاً بنویسید:

این پروژه را به پدر و مادرم تقدیم می‌کنم تا شاید توانسته باشم جزئی از زحمات آنان را قدردان شوم.

۷-۱-۱۵- بعد از مقدمه، تشریح نقشه‌ی پروژه می‌آید که باید نقشه‌ی پروژه نیز در آن ترسیم شود.

۸-۱-۱۵- مراحل ســـاخت پروژه به‌طور دقیق بیان می‌شود. لازم است در فرآیند نوشتن گزارش پروژه مسئله‌ی

صفحه‌بندی و رعایت فونت‌ها و تیترها رعایت شود. به عنوان الگو می‌توانید از روش فهرست‌بندی و تیتربندی کتاب‌های درسی استفاده کنید.

۹-۱-۱۵- مشکلات ناشی از فرآیند ساخت پروژه در عنوانی مستقل می‌آید و باید به طور دقیق تشریح شود.

۱۰-۱-۱۵- طراحی مدار چاپی و نحوه‌ی ساخت آن نیز عنوان بعدی خواهد بود. تصاویری از مراحل ساخت مدار چاپی، هم‌چنین تصویر مدار چاپی نهایی ساخته شده را در این قسمت درج نمایید.

۱۱-۱-۱۵- به مراحل مونتاژ و آماده کردن مجموعه نیز عنوان جداگانه‌ای اختصاص دهید و ضمن تشریح مراحل مونتاژ، تصویری از بُرد مونتاژ شده را بیاورید.

۱۲-۱-۱۵- راه‌اندازی و عیب‌یابی نیز از عناوینی است که در گزارش پروژه به صورت مستقل می‌آید و کلیه‌ی فرآیندها در آن بیان می‌شود.

۱۳-۱-۱۵- در عنوان پایانی موارد و کاربرد آن به‌طور دقیق بحث می‌شود.

۱۴-۱-۱۵- در صفحه‌ی آخر گزارش پروژه، منابع و مآخذ استفاده شده با ذکر نام مؤلف و ناشر و سال چاپ به‌طور دقیق می‌آید.

توجه کنید

استفاده از منابع چاپ شده به شرطی مجاز است که توسط ناشر در صفحات اولیه‌ی کتاب اعلام شده باشد. در صورتی که با جمله‌ای به صورت زیر برخورد کردید، آن منبع را مورد استفاده قرار ندهید؛ زیرا مشکلات *قانونی* خواهد داشت:

«استفاده از مطالب این کتاب ممنوع است و پیگرد قانونی دارد».

۱۵-۲- دستورهای حفاظتی و ایمنی

▲ کلیه‌ی دستورهای حفاظتی و ایمنی بیان شده در آزمایش‌های قبلی را مجدداً مطالعه کنید و آن‌ها را در فرآیند کار، عملاً به کار ببرید.

▲ برای طراحی مدارچاپی به دستورهای حفاظتی و ایمنی مربوط به آن توجه کنید و آن‌ها را عملاً به کار ببرید.

▲ در فرآیند مونتاژ دستگاه، دستورهای حفاظتی و ایمنی مربوطه را به‌طور دقیق رعایت و اجرا کنید.

▲ هنگام راه‌اندازی و ارائه‌ی پروژه در حضور جمع، مراقب باشید تا سیم‌های دستگاه را به‌طور صحیح اتصال دهید. بهتر است از قبل این کار را تمرین کنید.

۱۵-۳- استفاده از نرم‌افزار

توجه کنید

مواردی را که با ستاره (★) مشخص شده است در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

★۱-۳-۱۵- هدف کلی آزمایش را بنویسید.

۲-۳-۱۵- در صورت نیاز از نرم‌افزارهای آموزشی استفاده کنید.

۱۵-۴- قطعات، مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

۱۵-۵- مراحل اجرای آزمایش

توجه کنید

هنـــگام ارائه‌ی پروژه باید اعتماد به نفس داشـــته باشید و از ساخته‌ی خود به‌طور منطقی دفاع کنید. با صبر و حوصله به پرسش‌های هنرجویان و معلم خود گوش دهید، سپس برای پاسخ، اقدام کنید. تحت هیچ شرایطی در مقابل پرسش‌گر جبهه‌ی مخالف نگیرید.

۱-۵-۱۵- راجع به نحوه‌ی ارائه پروژه، به توضیحات معلم آزمایشـــگاه به دقت گوش دهید و نکات اجرایی آن را یادداشت کنید.

۲-۵-۱۵- در کلیه‌ی جلســـات ارائه‌ی پروژه حاضر شـــوید و تجربه کســـب کنید تا بتوانید پـــروژه‌ی خود را با کیفیت عالی ارائه نمایید.

۳-۵-۱۵- زمـــان ارائـــه‌ی پروژه خود را یادداشـــت کنید.

★ ۴-۵-۱۵- نقشـــه‌ی پروژه را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی ترسیم کنید.

۵-۵-۱۵- وســـایل و تجهیزات مـــورد نیاز را در روز ارائه‌ی پروژه از قبل آماده کنید.

۶-۵-۱۵- بـــرای این‌که در خلال ارائه‌ی پروژه دچار مشکل نشوید گزارش آن را در منزل، چند بار تمرین کنید.

۷-۵-۱۵- قبل از ارائه‌ی پروژه، یک بار دیگر مدار را راه‌اندازی و از صحت کار آن، اطمینان حاصل کنید.

★ ۸-۵-۱۵- ارائه‌ی پروژه را به گونه‌ای برنامه‌ریزی کنیـــد که در زمـــان تعیین شـــده بتوانیـــد آن را به پایان برسانید.

★ ۹-۵-۱۵- در صـــورت امکان، پروژه‌ی خود را از قبل با تعدادی از هنرجویان در میان بگذارید و از پرسش‌های آنان اطلاع حاصل نمایید و پاســـخ مناســـب را از قبل برای آن تهیه کنید.

★ ۱۰-۵-۱۵- در صورتی که به سؤالی نمی‌توانید پاســـخ دهید، از معلم آزمایشگاه و ســـایر هنرجویان کمک بخواهید.

★ ۱۵-۶- نتایج آزمایش

کلیـــه‌ی هنرجویان ارائـــه کننده‌ی پروژه و ســـایر هنرجویان لازم است نقشه‌ی پروژه، خلاصه‌ی شرح آزمایش و نتایج آن را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی درج نمایند.

توجه کنید

هنرجویان ارائـــه کننده‌ی پـــروژه در این مرحله نقشه‌ی پروژه خود را ترســـیم نمی‌کنند، ولی ترسیم نقشه‌های مربوط به سایر پروژه‌ها الزامی است.

الگوی پرسش

★ ۱۵-۷- الگوی پرسش

ضرورت دارد هنرجویان ارائه کننده‌ی پروژه حداقل ۵ ســـؤال و پاسخ‌های مربوط به آن‌ها را که در جلسه ارائه‌ی پروژه مطرح می‌شود، در بندهای ۱-۷-۱۵ تا ۸-۷-۱۵ درج نمایند.

ارزش‌یابی

★ ۱۵-۸- ارزش‌یابی

ارزش‌یابی پروژه به تدریج و در طی مراحل انجام و ارائه‌ی آن صورت می‌گیرد.

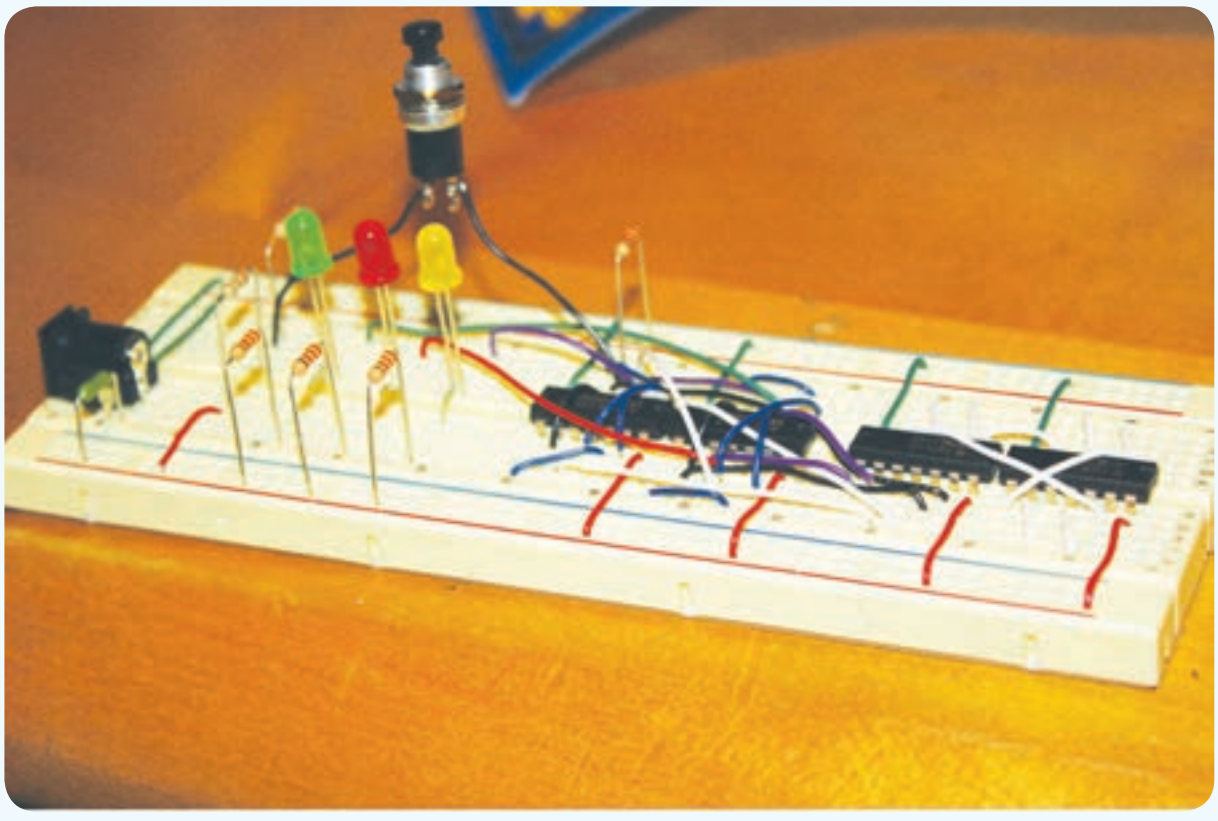
آزمایش شماره‌ی ۱۶

زمان اجرا ۱۲ ساعت آموزشی

فلیپ-فلاپ‌ها (Flip-Flops)

هدف کلی آزمایش

بررسی عملی انواع مدارهای فلیپ فلاپ



هدف‌های رفتاری

پس از پایان اجرای این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که:

۱- با استفاده از Data Sheet پایه‌ها و مشخصات آی‌سی‌های ۷۴۷۴ و ۷۴۷۶ را به‌دست آورد.
۲- RS-FF با دروازه‌ی NAND را ببندد.
۳- جدول صحت RS-FF را عملاً به‌دست آورد.
۴- کلید Bounceless را ببندد.
۵- RS-FF با دروازه‌های NAND و AND را ببندد.
۶- جدول صحت JK-FF را به‌دست آورد؛ (در حالت (J=K=۱) و دویدن (Race))
۷- شکل موج فلیپ فلاپ Race را ترسیم کند.
۸- JK-MS-FF را با دروازه‌ی NAND ببندد.
۹- جدول مشخصات (صحت) JK-MS-FF را به‌دست آورد.
۱۰- JK-MS-FF را به D-FF و T-FF تبدیل کند.
۱۱- کلیه‌ی مدارها را با نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
۱۲- اهداف تعیین شده در حیطه‌ی عاطفی که در آزمایش (۱) آمده است را اجرا کند.
۱۳- گزارش کار مستند و دقیق بنویسد.
۱۴- به سؤال‌های الگوی پرسش پاسخ دهد.

۱-۱۶- اطلاعات اولیه

فلیپ فلاپ‌ها ساده‌ترین مدارهای ترتیبی هستند که از آن‌ها به منظور سلّول حافظه برای ذخیره و نگه‌داری اطلاعات استفاده می‌کنیم. با چند فلیپ فلاپ می‌توان یک رجیستر یا یک شمارنده ساخت. علاوه بر این، برای تقسیم فرکانس، آشکارسازی فاز و نظایر آن باید از فلیپ فلاپ‌ها استفاده کرد.

۲-۱۶- نکات ایمنی

کلیه‌ی نکات ایمنی بیان شده در آزمایش‌های قبلی به خصوص آزمایش شماره‌ی ۶ را مجدداً مطالعه کنید و آن‌ها را در هنگام اجرای این آزمایش نیز به کار ببرید.

۳-۱۶- کار با نرم‌افزار

توجه کنید

پاسخ مواردی که با ستاره (★) مشخص شده است را باید در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی (جلد دوم کتاب کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک) درج نمایید.

★۱-۳-۱۶- هدف کلی آزمایش را بنویسید.

۲-۳-۱۶- به مدارهای شبیه‌سازی شده که توسط مربی آزمایشگاه نمایش داده می‌شود به دقت توجه کنید و نحوه‌ی شبیه‌سازی آن را فرا بگیرید.

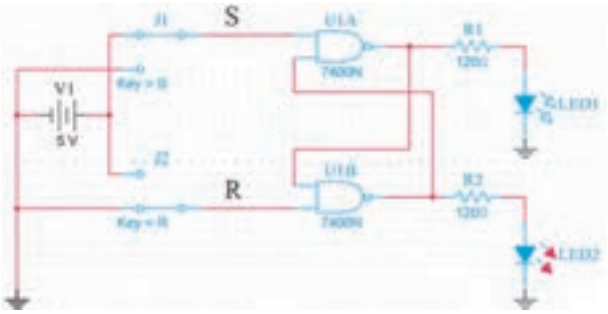
۳-۳-۱۶- با مراجعه به جلد دوم کتاب آزمایشگاه مجازی، ابتدا نرم‌افزار مولتی‌سیم را روی کامپیوتر خود نصب کنید، سپس اقدام به شبیه‌سازی مدارهای مورد آزمایش بنمایید.

★۴-۳-۱۶- نقشه‌ی چاپ شده‌ی یکی از مدارهایی را که شبیه‌سازی کرده‌اید را در محل تعیین شده بچسبانید.

★۵-۳-۱۶- فایل‌های نرم‌افزاری را در یک CD ذخیره کنید و تحویل مربی کارگاه دهید.

★۶-۳-۱۶- مراحل اجرای شبیه‌سازی را به اختصار شرح دهید.

۷-۳-۱۶- در شکل ۱-۱۶ یک نمونه مدار فلیپ فلاپ شبیه‌سازی شده را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱-۱۶- یک نمونه مدار فلیپ فلاپ شبیه‌سازی شده توسط نرم‌افزار

۴-۱۶- قطعات و تجهیزات مورد نیاز

- آی‌سی ۷۴۰۰ (۲in NAND)	۲ عدد
- آی‌سی ۷۴۰۴ (NOT)	۲ عدد
- آی‌سی ۷۴۱۰ (۳in NAND)	۱ عدد
- آی‌سی ۷۴۱۱ (۳in AND)	۱ عدد
- آی‌سی ۷۴۷۶ (JK-FF)	۱ عدد
- مقاومت ۱۵۰ اُهم، $\frac{۱}{۴}$ W	۴ عدد
- LED قرمز	۲ عدد
- LED سبز	۲ عدد
- منبع تغذیه	۱ دستگاه
- بردبُرد	۱ قطعه
- تجهیزات، ابزار و مواد عمومی	

توجه کنید

در صورتی که زمان کافی برای اجرای آزمایش شماره‌ی ۱۶ نداشتید، از بُرد آماده که قطعات روی آن نصب شده است استفاده کنید.

۵-۱۶- مراحل اجرای آزمایش

برگه‌ی اطلاعات Data Sheet

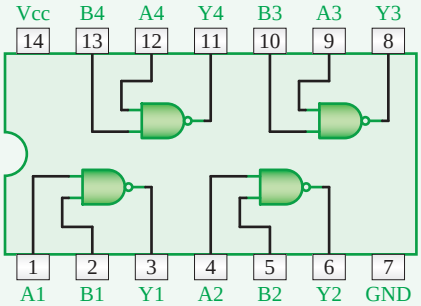
★۱-۵-۱۶- با مراجعه به برگه‌ی اطلاعات ۱-۱۶ اطلاعات فنی خواسته شده در مورد آی‌سی شماره‌ی ۷۴۰۰ را استخراج کنید و در جدول ۱-۱۶ بنویسید.

DM74LS00
Quad 2-Input NAND Gate

- ***General Description***

This device contains four independent gates each of which performs the logic NAND function.

- ***Connection Diagram***



- ***Function Table***

$Y = \overline{AB}$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

H = High Logic Level
L = Low Logic Level

برگه‌ی اطلاعات ۱-۱۶

نکته‌ی مهم

توجه داشته باشید که به جای آی‌سی‌های معرفی شده می‌توانید از سایر مدارهای مجتمع که در دسترس قرار دارد و گیت‌های موردنیاز را پوشش می‌دهد نیز استفاده کنید.

★۲-۵-۱۶- با استفاده از برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۲-۱۶ اطلاعات فنی خواسته شده در مورد آی‌سی ۷۴۰۰ را استخراج کنید و در جدول ۲-۱۶ بنویسید.

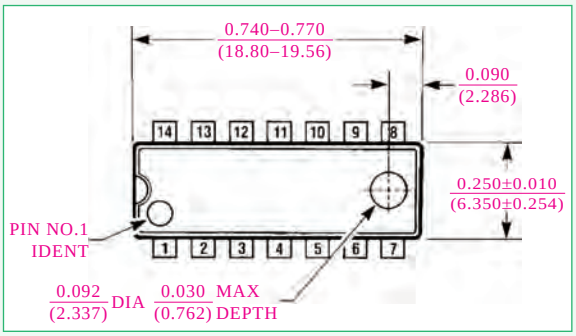
Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage	5.25	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	2	V
V_{IL}	Low Level Input Voltage	0.8	V
I_{OH}	High Level Output Current	αα	mA
I_{OL}	Low Level Output Current	8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	70	°C

Physical Dimenssions inches (millimeteres) unless otherwise noted

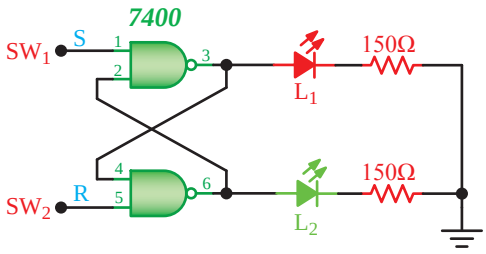


برگه‌ی اطلاعات ۲-۱۶

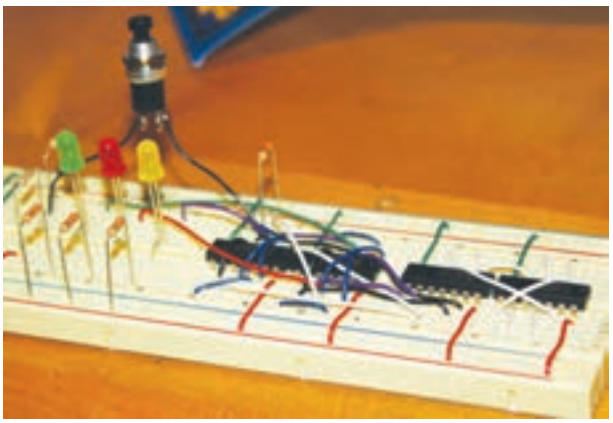
ابعاد آی‌سی را در جدول ۳-۱۶ بنویسید.

فلیپ فلاپ RS

۳-۵-۱۶- با استفاده از آی‌سی ۷۴۰۰ مدار شکل ۲-۱۶ را روی بردبُرد ببندید. سپس نقشه‌ی مدار را دوباره ترسیم کنید.



شکل ۲-۱۶- نقشه‌ی فنی مدار فلیپ فلاپ RS



شکل ۳-۱۶- مدار واقعی فلیپ فلاپ RS

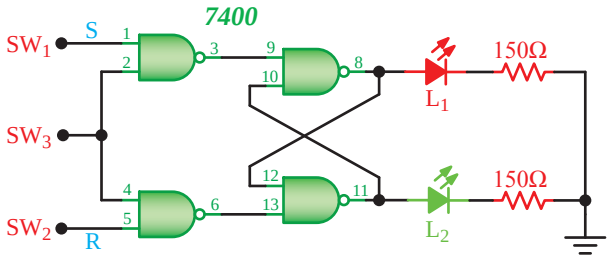
۴-۵-۱۶- پس از راه‌اندازی مدار، وضعیت کلیدهای ورودی را براساس جدول صحت ۴-۱۶ تغییر دهید و حالت‌های خروجی را با توجه به روشن و خاموش شدن LEDها مشخص کنید.

توجه داشته باشید که هدف مقایسه‌ی خروجی‌ها پس از تغییر وضعیت کلیدها است.

۵-۵-۱۶- جدول صحت ۴-۱۶ را دقیقاً بررسی کنید. آیا مدار مورد آزمایش کاملاً مشابه فلیپ فلاپ RS عمل می کند. در مورد آن توضیح دهید. حالت غیر مجاز در کدام وضعیت ورودی ایجاد شده است؟ شرح دهید.

فیلیپ فلاپ RS ساعتی

۶-۵-۱۶- مدار RS-FF را مطابق شکل ۴-۱۶ تغییر دهید و نقشه‌ی مدار را دوباره ترسیم کنید. توجه داشته باشید که گیت‌های NAND در آی‌سی ۷۴۰۰ وجود دارد. به این مدار فلیپ فلاپ RS ساعتی می‌گویند.



شکل ۴-۱۶- مدار RS ساعتی

۱۶-۵-۷- عملکرد مدار را به‌طور خلاصه تشریح کنید.

۱۶-۵-۸- براساس جدول صحت ۱۶-۵ ورودی‌ها را تغییر دهید و جدول را کامل کنید.

۱۶-۵-۹- مدارهای شکل ۱۶-۳ و ۱۶-۴ و جداول صحت آن‌ها را با هم مقایسه کنید و به سؤالات زیر با ذکر دلیل پاسخ دهید.

- آیا حالت غیرمجاز در شکل ۱۶-۳ برطرف شده است؟
- مدار شکل ۱۶-۴ چه برتری‌هایی نسبت به مدار شکل ۱۶-۳ دارد؟

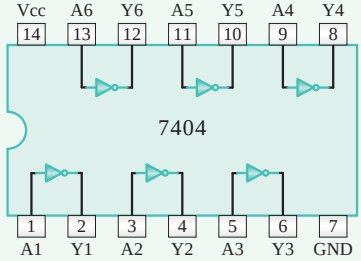
۱۶-۵-۱۰- برگه‌ی اطلاعات ۱۶-۳ که مربوط به آی‌سی ۷۴۰۴ است را مطالعه کنید سپس به سؤالات مطرح شده در جدول ۱۶-۶ پاسخ دهید.

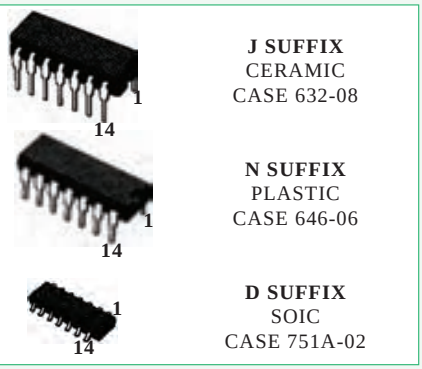
SN54/74LS04
HEX Inverter Low Power Schottky

• Ordering Information

SN54LSXXJ	Ceramic
SN74LSXXN	Plastic
SN74LSXXD	SOIC

• Connection Diagram





برگه‌ی اطلاعات ۱۶-۳

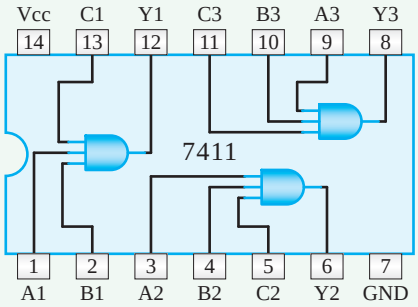
۱۶-۵-۱۱- برگه‌ی اطلاعات ۱۶-۴ را مطالعه کنید و به سؤالات مطرح شده در جدول ۱۶-۷ پاسخ دهید.

DM74LS11
Triple 3-Input AND Gate

• General Description

This device contains three independent gates each of which performs the logic AND function.

• Connection Diagram



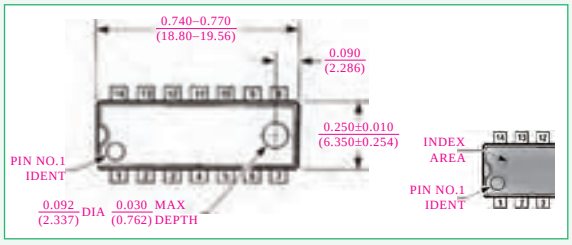
• Function Table

Y =ABC

Inputs			Output
A	B	C	Y
X	X	L	L
X	L	X	L
L	X	X	L
H	H	H	H

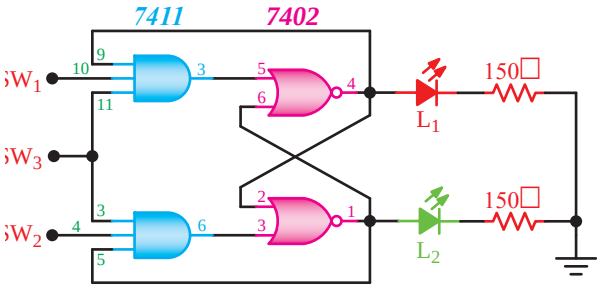
H = High Logic Level
L = Low Logic Level
X = Either Low or High logic Level

Physical Dimenssions inches (millimeteres) unless otherwise noted



برگه‌ی اطلاعات ۱۶-۴

۱۶-۵-۱۲- مدار شکل ۱۶-۵ را روی بردبُرد ببندید و شکل مدار را دوباره رسم کنید.



شکل ۵-۱۶- مدار JK-FF

★۱۶-۵-۱۳- با تغییر وضعیت کلیدها وضعیت روشنایی LEDهای L_1 و L_2 را مشاهده کنید و نتایج را در جدول ۸-۱۶ بنویسید.

★۱۶-۵-۱۴- وضعیت روشنایی لامپ‌های L_1 و L_2 را در حالتی که هر سه کلید SW_1، SW_2 و SW_3 در حالت منطقی «۱» است به‌دقت مشاهده کنید.

آیا در شدت نور لامپ‌ها نسبت به حالت‌هایی که حداقل یکی از کلیدها در حالت «۰» منطقی باشد تغییری مشاهده می‌کنید؟ علت آن چیست؟ شرح دهید.

★۱۶-۵-۱۵- در مورد نحوه‌ی عملکرد مدار به‌طور خلاصه شرح دهید.

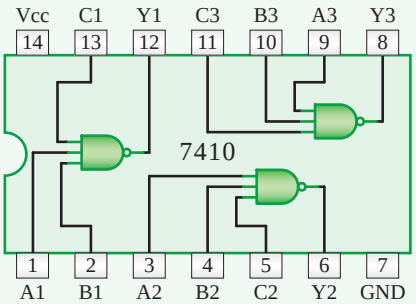
★۱۶-۵-۱۶- برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۵-۱۶ را مطالعه کنید و نتایج آن را در جدول ۹-۱۶ بنویسید.

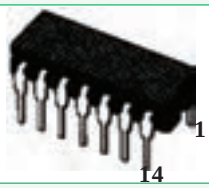
SN54/74LS10
Triple 3-Input AND Gate, Low Power Schottky

- ***Ordering Information***

SN54LSXXJ	Ceramic
SN74LSXXN	Plastic
SN74LSXXD	SOIC

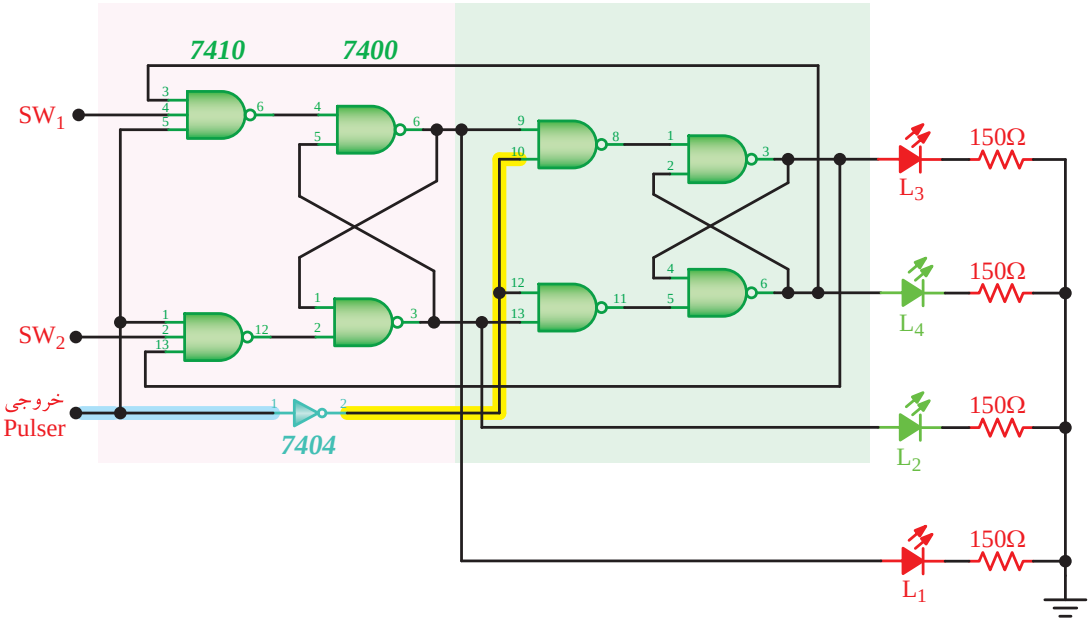
- ***Connection Diagram***





J SUFFIX
CERAMIC
CASE 632-08

برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۵-۱۶



شکل ۶-۱۶- مدار فلیپ فلاپ JK-MS

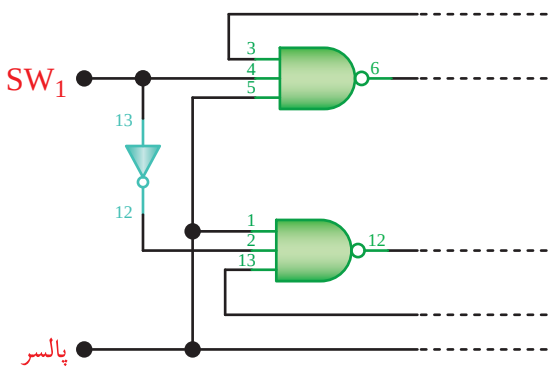
★۱۶-۵-۱۷- با استفاده از آی‌سی‌های ۷۴۱۰، ۷۴۰۰ و ۷۴۰۴ مدار شکل ۶-۱۶ را روی بردبُرد ببندید. نقشه‌ی مدار را مجدداً رسم کنید.

★۱۶-۵-۱۸- کلیدهای SW_1 و SW_2 را در یک حالت اولیه بگذارید و وضعیت روشن شدن LEDها را در ستون "وضعیت اولیه‌ی خروجی‌های" جدول ۱۰-۱۶ ثبت کنید. سپس کلید پالسر را تغییر حالت دهید و به حالت اولیه برگردانید و وضعیت روشنایی LEDها را در ستون "وضعیت خروجی‌ها بعد از پالس ساعت" بنویسید. این تغییرات را برای کلیه‌ی حالت‌های مربوط به کلیدهای SW_1 و SW_2 اجرا کنید. وضعیت روشن را با (ON) و وضعیت خاموش را با (OFF) مشخص نمایید.

★۱۶-۵-۱۹- چگونگی انتقال وضعیت L_1 و L_2 را به L_3 و L_4 در اثر فرمان پالسر به دقت دنبال کنید و نتیجه‌ی مشاهدات خود را بنویسید.

ویژه‌ی هنرجویان علاقه‌مند

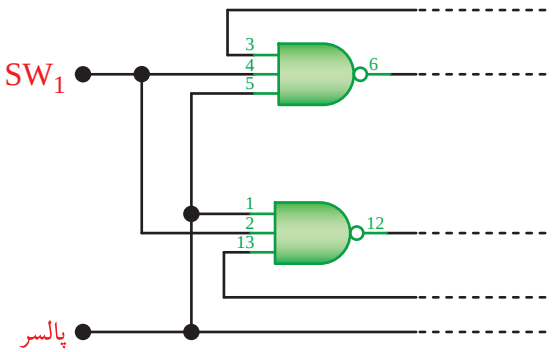
۱۶-۵-۲۰- ورودی‌های مدار شکل ۶-۱۶ را مطابق شکل ۷-۱۶ تغییر دهید. سپس با تغییر وضعیت SW_1 وضعیت روشنایی L_3 و L_4 را پس از هر فرمان پالسر ساعت مشاهده کنید و نتیجه‌ی مشاهدات خود را توضیح دهید. توجه داشته باشید که به جای کلید SW_2، NOT شده‌ی کلید SW_1 قرار گرفته است.



شکل ۷-۱۶- تغییر ورودی مدار JK-MS-FF

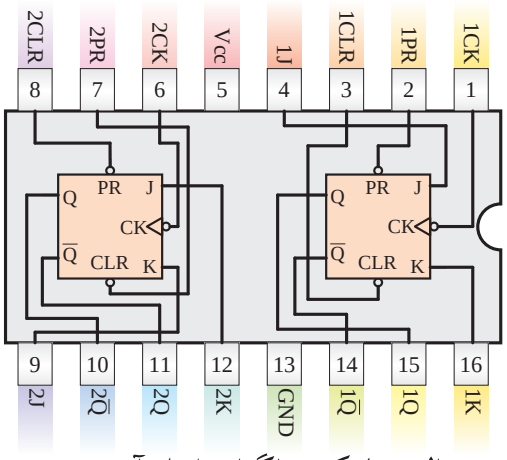
★۱۶-۵-۲۱- ورودی‌های مدار شکل ۶-۱۶ را مطابق شکل ۸-۱۶ تغییر دهید. و طبق مرحله‌ی قبل با تغییر فرمان پالسر، وضعیت خروجی‌ها را مشاهده کنید.

نتیجه‌ی مشاهدات خود را بنویسید. توجه داشته باشید که در این مرحله ورودی‌های SW_1 و SW_2 به صورت یک ورودی مشترک درآمده‌اند.



شکل ۸-۱۶- به اشتراک درآوردن ورودی‌های SW_1 و SW_2

۱۶-۵-۲۲- همان‌طور که قبلاً اشاره شد فلیپ فلاپ JK-MS، در میان فلیپ فلاپ‌ها دارای بیش‌ترین کاربرد است. آی‌سی ۷۴LS۷۶ یک تراشه‌ی ۱۶ پایه است که داخل آن دو عدد فلیپ فلاپ JK-MS جاسازی شده است. جدول صحّت و شمای داخلی این آی‌سی در شکل ۹-۱۶ نشان داده شده است. توجه داشته باشید که این فلیپ فلاپ با لبه‌ی پایین رونده‌ی پالس ساعت عمل می‌کند.



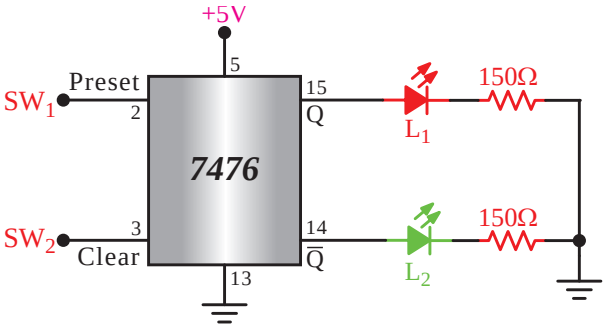
الف. بلوک دیاگرام داخل آی‌سی

Inputs					Outputs	
PRESET	CLEAR	CLOCK	J	K	Q	$\overline{Q}$
L	H	X	X	X	H	L
H	L	X	X	X	L	H
L	L	X	X	X	H	H
H	H	↓	L	L	Q	$\overline{Q}$
H	H	↓	H	L	H	L
H	H	↓	L	H	L	H
H	H	↓	H	H	TOGGLE	
H	H	H	X	X	Q	$\overline{Q}$

ب. جدول صحت

شکل ۹-۱۶- آی‌سی ۷۴۷۶ و جدول صحت آن

★۱۶-۵-۲۳- مدار شکل ۱۰-۱۶ را روی بردبُرد ببندید. با استفاده از این مدار می‌خواهیم عملکرد ورودی‌های Preset و Clear آی‌سی را بررسی کنیم. نقشه‌ی مدار را مجدداً رسم کنید.



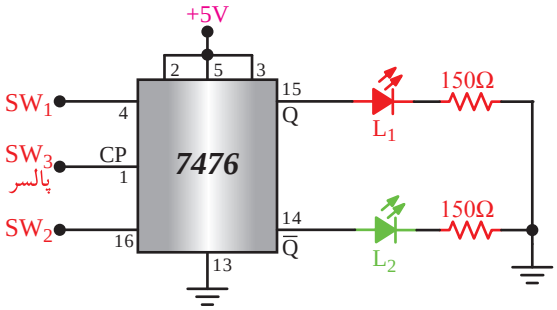
شکل ۱۰-۱۶- بررسی عملکرد ورودی‌های Preset و Clear

★۱۶-۵-۲۴- وضعیت کلیدهای SW_1 و SW_2 را مطابق جدول ۱۱-۱۶ تغییر دهید و وضعیت روشنایی لامپ‌های L_1 و L_2 را مشاهده کنید و نتایج را در جدول ۱۱-۱۶ بنویسید.

★۱۶-۵-۲۵- توضیح دهید به چه دلیل نمی‌توانیم به‌طور همزمان کلیدهای SW_1 و SW_2 را در حالت منطقی «صفر» قرار دهیم.

★۱۶-۵-۲۶- مطابق شکل ۱۱-۱۶ پایه‌های شماره‌ی ۲ و ۳ آی‌سی را به ۵+ ولت، و پایه‌های شماره‌ی ۴ و ۱۶ را به ترتیب به کلیدهای SW_1 و SW_2 وصل کنید.

پایه‌ی شماره‌ی یک آی‌سی را به خروجی مدار پالسر اتصال دهید. در این مدار می‌خواهیم عملکرد و رفتار ورودی‌های اصلی را روی مدار بررسی کنیم. نقشه‌ی مدار را دوباره ترسیم کنید.



شکل ۱۱-۱۶ بررسی رفتار ورودی‌های اصلی در آی‌سی ۷۴۷۶

★۱۶-۵-۲۷- کلیدهای SW_1 و SW_2 را طبق جدول ۱۲-۱۶ تغییر دهید و خروجی‌ها را برای دو حالت قبل از فرمان پالس ساعت و پس از فرمان پالس ساعت مشاهده کنید و وضعیت روشن شدن LEDها را در جدول ثبت کنید. وضعیت روشن و خاموش را با ON و OFF نشان دهید.

★۱۶-۵-۲۸- در مورد عملکرد مدار شکل ۱۱-۱۶ و جدول ۱۲-۱۶ توضیح دهید.

★۱۶-۶- نتایج آزمایش

آنچه را که در این آزمایش آموخته‌اید به طور خلاصه جمع‌بندی کنید و در حداقل ۸ سطر بنویسید.

الگوی پرسش

★۱۶-۷- الگوی پرسش

۱۶-۷-۱- به چه دلیل در عمل از JK-FF معمولی استفاده نمی‌کنند و به جای آن JK-MS-FF را به کار می‌برند؟ شرح دهید.

۱۶-۷-۲- در صورتی که بخواهیم LEDهای خروجی مدارهای فلیپ فلاپ را مستقیماً از طریق $+V_{CC}$ تغذیه کنیم. چه تغییری باید در مدار بدهیم؟ شرح دهید.

۱۶-۷-۳- در آی‌سی ۷۴۷۶ اگر ورودی‌های Preset و Clear را مستقیماً و هم‌زمان به زمین وصل کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟ شرح دهید.

۱۶-۷-۴- کاربرد RS-FF را شرح دهید.

۱۶-۷-۵- به جای آی‌سی ۷۴۷۶ چند آی‌سی حاوی گیت‌های دیجیتالی را باید به‌کار ببریم تا همان پاسخ را به ما بدهد؟ با ذکر دلیل شرح دهید.

ارزش‌یابی

۱۶-۸- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

پس از کامل کردن گزارش کار، در زمان تعیین شده، گزارش کار خود را تحویل مربی آزمایشگاه دهید. توجه داشته باشید که هنگام تحویل گزارش کار، به معیارها و ملاک‌های تعیین شده برای ارزش‌یابی توجه داشته باشید.

از خود بپرسید!

چگونه می‌توانید اعتماد افراد را در زمینه‌ی اجرای کارهای صنعتی مانند تعمیر یک وسیله جلب کنید؟ این موضوع را با هم‌کلاسی‌ها، اعضای خانواده و اطرافیان خود به بحث بگذارید و تعداد چهار خصوصیت مهم مرتبط با جلب اعتماد را بیان کنید.

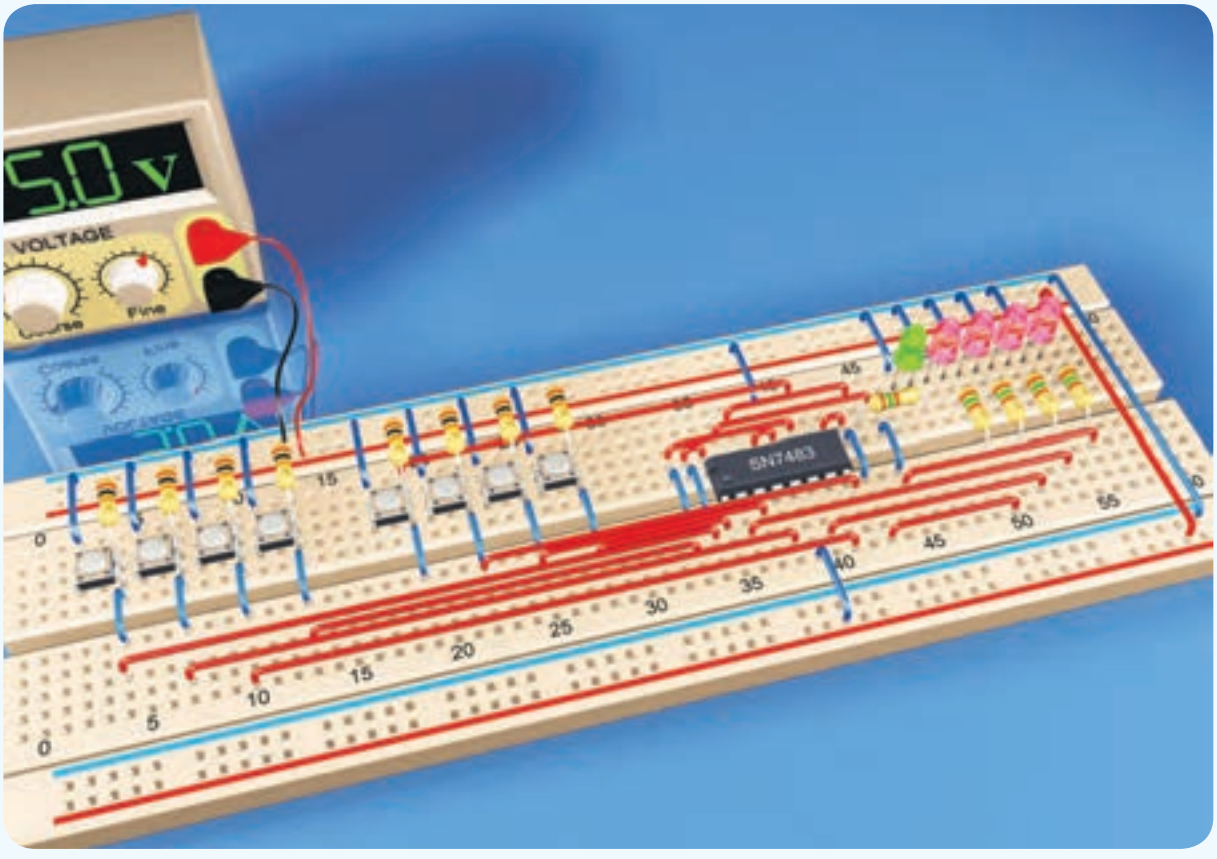
آزمایش شماره‌ی ۱۷

زمان اجرا ۸ ساعت آموزشی

مدارهای جمع‌گر و تفریق‌گر

هدف کلی آزمایش

بررسی عملی نحوه‌ی جمع و تفریق دو عدد باینری



هدف‌های رفتاری

پس از پایان اجرای این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که:

۱- به سؤال‌های نظری کارگاهی آزمایش شماره‌ی (۱۶) پاسخ دهد.
۲- مدار یک نیم‌جمع‌گر ساده را ببندد.
۳- مدار یک تمام‌جمع‌گر یک بیتی ساده را با دروازه‌های X-OR ، AND و OR ببندد.
۴- مشخصات فنی تراشه‌ی ۷۴۸۳ را تشریح کند.
۵- دو عدد باینری چهار بیتی را با استفاده از تراشه‌ی ۷۴۸۳ با هم جمع کند.
۶- دو عدد باینری چهار بیتی را با یک تراشه‌ی ۷۴۸۳ و یک تراشه‌ی ۷۴۸۶ با هم جمع یا از هم کم کند.
۷- کلیه‌ی مدارها را با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
۸- اهداف تعیین شده در حیطه‌ی عاطفی که در آزمایش (۱) آمده است را اجرا کند.
۹- گزارش کار مستند و دقیق بنویسد.
۱۰- به سؤال‌های الگوی پرسش پاسخ دهد.

۱-۱۷- اطلاعات اولیه

واحد محاسبه‌گر قسمت اصلی در یک دستگاه کامپیوتر به حساب می‌آید. در این واحد دو عمل جمع و تفریق انجام می‌شود.

جمع و تفریق اعداد باینری از همان اصول جمع و تفریق در اعداد ده‌دهی تبعیّت می‌کند. اما چون در سیستم باینری فقط دو رقم صفر و یک داریم، هنگامی که مجموع دو رقم از یک بیش‌تر می‌شود یک رقم نقلی «۱» به ستون بعدی انتقال می‌یابد. این عمل مشابه عملی است که در سیستم ده‌دهی انجام می‌شود. در سیستم ده‌دهی هنگامی که مجموع دو رقم بیش‌تر از ۹ شود، یک عدد ۱ که نماد ده است به ستون بعدی انتقال می‌یابد. نحوه‌ی جمع دو عدد باینری در زیر نشان داده شده است.

	C_n	C_{n-1}	C_k	C_3	C_2	C_1	
عدد A	a_{n-1}	a_k	a_3	a_2	a_1	a_0	
+							
عدد B	b_{n-1}	b_k	b_3	b_2	b_1	b_0	
=							
حاصل جمع	C_n S_{n-1}	S_k	S_3	S_2	S_1	S_0	

در سیستم باینری، برای اجرای عمل جمع باید n طبقه جمع‌گر یک رقمی را به گونه‌ای پشت سر هم ببندیم که رقم نقلی خروجی هر طبقه به ورودی رقم نقلی طبقه‌ی بعدی منتقل شود.

۲-۱۷- نکات ایمنی

کلیه‌ی نکات ایمنی بیان شده در آزمایش‌های قبلی را در این آزمایش نیز به‌طور دقیق اجرا کنید.

۳-۱۷- کار با نرم‌افزار

توجه کنید

پاسخ مواردی که با ستاره (★) مشخص شده است را باید در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی (جلد دوم کتاب کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک) درج نمایید.

★۱-۳-۱۷- هدف کلی آزمایش را بنویسید.

۲-۳-۱۷- مدارهای شبیه‌سازی شده توسط مربی

کارگاه را مورد توجه دقیق قرار دهید و سعی کنید نحوه‌ی شبیه‌سازی را کاملاً فرا بگیرید.

۱۷-۳-۳- با مراجعه به جلد دوم کتاب آزمایشگاه مجازی، ابتدا نرم‌افزار مولتی‌سیم را روی کامپیوتر خود نصب کنید، سپس اقدام به شبیه‌سازی مدارهای مورد آزمایش بنمایید.

۱۷-۳-۴- نقشه‌ی چاپ شده‌ی یکی از مدارهایی که شبیه‌سازی کرده‌اید را در محل تعیین شده بچسبانید.

۱۷-۳-۵- فایل‌های نرم‌افزاری را در یک CD ذخیره کنید و تحویل مربی کارگاه دهید.

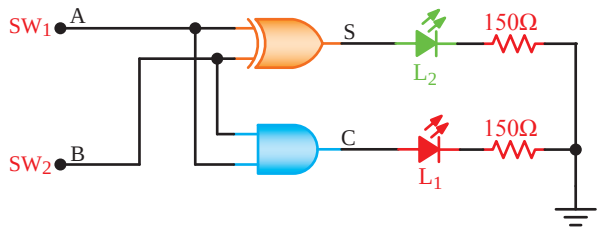
۱۷-۳-۶- مراحل اجرای شبیه‌سازی را به اختصار شرح دهید.

۱۷-۴- قطعات، ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز

- آی‌سی ۷۴۳۲	۱ عدد
- آی‌سی ۷۴۰۸	۱ عدد
- آی‌سی ۷۴۸۳	۱ عدد
- آی‌سی ۷۴۸۶	۱ عدد
- لامپ LED قرمز	۴ عدد
- لامپ LED سبز	۱ عدد
- مقاومت ۱۵۰ اهم، $\frac{1}{4}$ W	۵ عدد
- بردبُرد	۱ قطعه
- منبع تغذیه دوبل	۱ دستگاه
- تجهیزات، ابزار و مواد عمومی	

۱۷-۵- مراحل اجرای آزمایش

۱۷-۵-۱- با استفاده از دو آی‌سی ۷۴۰۰ و ۷۴۰۴ مدار نیم جمع‌گر شکل ۱-۱۷ را روی بردبرد ببندید. نقشه‌ی فنی مدار را دوباره ترسیم کنید.



شکل ۱-۱۷- مدار نیم جمع‌گر

نکته‌ی مهم

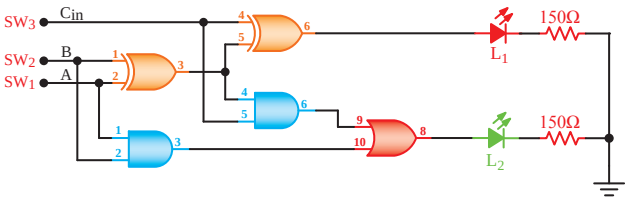
برای تسریع در عملیات، می‌توانید مدارهای مربوط به این آزمایش را روی بُرد آماده شده از قبل انجام دهید. در صورت نیاز این بُرد توسط مربی کارگاه تهیّه و در اختیار شما قرار می‌گیرد.

۱۷-۵-۲- با تغییر وضعیت کلیدهای SW_1 و SW_2، وضعیت روشنایی LED های L_1 و L_2 را مشاهده کنید و نتایج مشاهدات خود را در جدول ۱-۱۷ بنویسید.

۱۷-۵-۳- با توجه به نتایج به‌دست آمده در مراحل قبل، رفتار و عملکرد مدار نیم جمع‌گر را توضیح دهید.

۱۷-۵-۴- برگه‌ی اطلاعات ۱-۱۷ که مربوط به آی‌سی ۷۴۷۶ است را به‌طور دقیق مطالعه کنید و پس از بررسی کامل به سؤالات مطرح شده در جدول ۲-۱۷ پاسخ دهید.

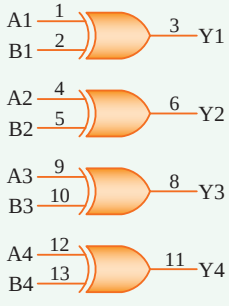
۱۷-۵-۵- با استفاده از تراشه‌های ۷۴۸۶، ۷۴۰۸ و ۷۴۳۲ مدار شکل ۲-۱۷ که یک مدار تمام جمع‌گر یک رقمی است را روی بردبُرد ببندید. نقشه‌ی مدار را دوباره ترسیم کنید.

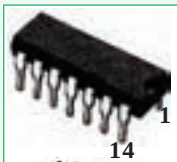


شکل ۲-۱۷- مدار جمع‌گر یک رقمی

SL74LS86
Quad 2-Input Exclusive OR Gate

• Logic Diagram



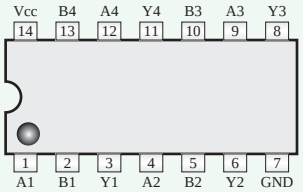


N SUFFIX
PLASTIC

D SUFFIX
SOIC

Ordering Information
SL74LS86N Plastic
SL74LS86D SOIC
T_A=0° to 70°C for all packages

• Pin Assignment



• Function Table

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L

H = High Logic Level
L = Low Logic Level

برگه‌ی اطلاعات ۱-۱۷

★۱۷-۵-۶- با تغییر وضعیت کلیدهای SW_1، SW_2 و SW_3 وضعیت روشنایی LEDها را مورد توجه قرار دهید، سپس جدول ۳-۱۷ را کامل کنید.

★۱۷-۵-۷- با توجه به جدول ۳-۱۷ و اطلاعاتی را که عملاً به‌دست آورده‌اید، درباره‌ی نحوه‌ی عملکرد مدار جمع‌گر یک رقمی با استفاده از آی‌سی ۷۴۸۶ توضیح دهید.

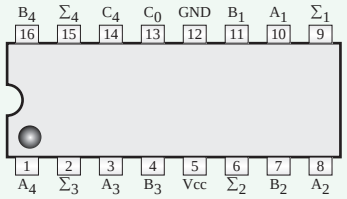
★۱۷-۵-۸- با مراجعه به برگه‌ی اطلاعات ۲-۱۷ که مربوط به آی‌سی ۷۴۸۳ است به سؤالات مطرح شده در جدول ۴-۱۷ پاسخ دهید.

4-BIT BINARY FULL ADDER WITH FAST CARRY

• General Description

The SN54/74LS83A is a high-speed 4-Bit binary full adder with internal carry lookahead. It accepts two 4-Bit binary words (A_1–A_4, B_1–B_4) and a Carry Input (C_0). It generates the binary Sum Outputs (Σ_1–Σ_4) and Carry Output (C_4) from the most significant bit. The LS83A operates with either active HIGH or active LOW operands (positive or negative logic). The SN54/74LS83A is recommended for new designs since it is identical in function with this device and features standard corner power pins.

• Connection Diagram DIP *(Top view)*



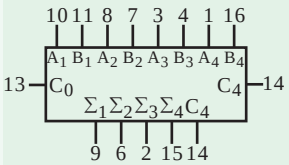
• Pin Names

A_1–A_4	Operand A Inputs
B_1–B_4	Operand B Inputs
C_0	Carry Input
Σ_1–Σ_4	Sum Outputs
C_4	Carry Output

SN54/74LS83A

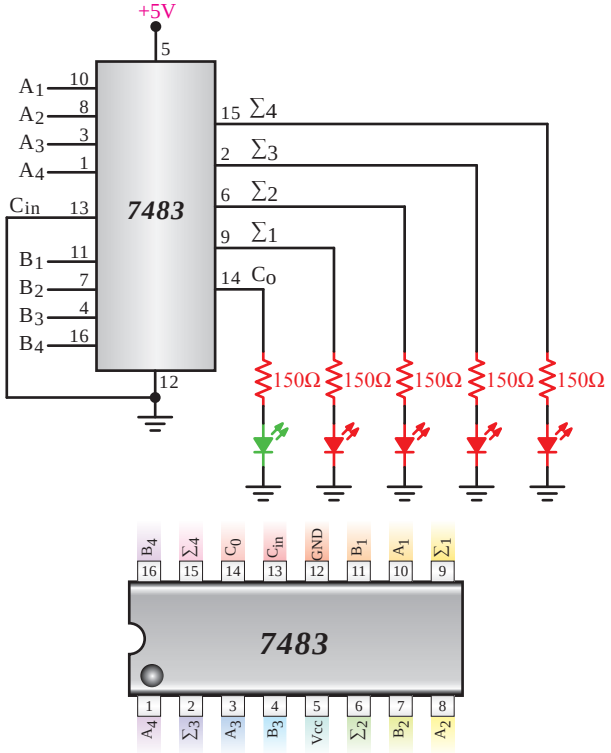
4-BIT BINARY FULL ADDER WITH FAST CARRY LOW POWER SCHOTTKY

LOGIC SYMBOL



برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۲-۱۷

۱۷-۵-۹- تراشه‌ی ۷۴۸۳ یک تراشه‌ی جمع‌گر باینری چهار بیتی است. این جمع‌گر دارای دو ورودی چهار بیتی A_1، A_2، A_3 و A_4 برای عدد A و چهار ورودی B_1، B_2، B_3 و B_4 برای عدد B است. هم‌چنین یک ورودی Carry با حرف C_{in} دارد. خروجی‌های مدار شامل چهار خروجی Σ_1، Σ_2، Σ_3 و Σ_4 یک خروجی C_O برای رقم نقلی نهایی است. در شکل ۳-۱۷ نقشه‌ی مدار جمع‌گر باینری ۴ بیتی را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳-۱۷- مدار جمع‌گر باینری ۴ بیتی

۱۰-۵-۱۷- نقشه‌ی مدار جمع‌گر باینری ۴ بیتی را دوباره رسم کنید.

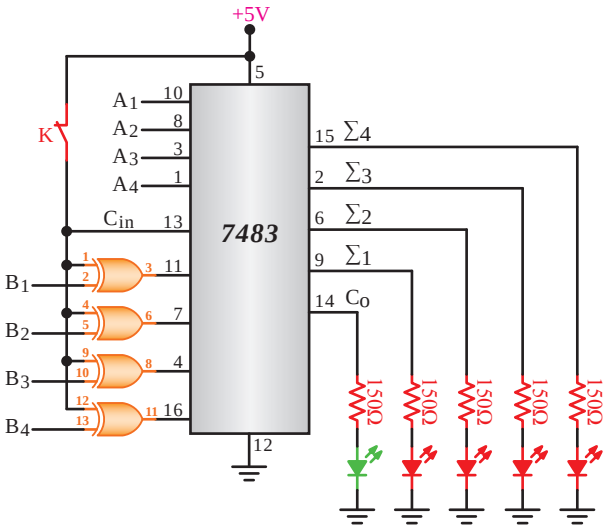
۱۱-۵-۱۷- مدار شکل ۳-۱۷ را روی بردبُرد ببندید.

۱۲-۵-۱۷- با انتخاب مقادیر مختلف برای دو عدد باینری چهار بیتی $A = A_4\ A_3\ A_2\ A_1$ و $B = B_4\ B_3\ B_2\ B_1$ وضعیت خروجی جمع‌گرها را مشاهده کنید. وضعیت روشن شدن لامپ‌ها، عدد باینری خروجی را نشان می‌دهد. می‌توانید از جدول ۵-۱۷ کمک بگیرید.

۱۳-۵-۱۷- با استفاده از مشاهدات خود، جدول صحت ۵-۱۷ را کامل کنید.

۱۴-۵-۱۷- با بررسی جدول ۵-۱۷، آیا خروجی، جمع دو عدد ورودی (A+B) است؟ در مورد آن توضیح دهید.

۱۵-۵-۱۷- عمل تفریق را معمولاً با جمع به روش متمم حقیقی انجام می‌دهند. با استفاده از دو عدد آی‌سی ۷۴۸۳ و ۷۴۸۶ می‌توانید یک مدار تفریق‌گر ۴ بیتی بسازید. در شکل ۴-۱۷ مدار تفریق‌گر دو رقمی ۴ بیتی به کمک مدار جمع‌گر دو رقمی ۴ بیتی را ملاحظه می‌کنید.



خروجی پایه‌ی ۱۴ رقم نقلی نهایی است که در تفریق کننده‌ی کامل باید حذف شود. در این مدار LED با رنگ سبز نشان داده شده است.

شکل ۴-۱۷- مدار تفریق‌گر دو رقمی چهار بیتی با استفاده از مدار جمع‌گر

همان طور که در شکل ۴-۱۷ مشاهده می‌شود، آی‌سی ۷۴۷۶ یک مجموعه گیت OR انحصاری است که متمم (۱) عدد B را به وجود می‌آورد.

۱۶-۵-۱۷- مدار شکل ۴-۱۷ را روی بردبُرد ببندید. نقشه مدار را دوباره ترسیم کنید.

۱۷-۵-۱۷- با ایجاد وضعیت‌های مختلف در اعداد ورودی A و B طبق جدول صحت ۶-۱۷ به روشن شدن LED ها توجه کنید و وضعیت خروجی را در جدول صحت ۶-۱۷ ثبت کنید. توجه داشته باشید که روشن بودن LED به معنی عدد ۱ در خروجی است.

۱۸-۵-۱۷- نتایج حاصل از عملکرد مدار تفریق‌گر دو رقمی را با استفاده از جدول ۶-۱۷ به‌طور خلاصه شرح دهید.

۱۷-۶- نتایج آزمایش

آن‌چه را کـــه در این آزمایش فـــرا گرفته‌اید به‌طور خلاصه شرح دهید.

الگوی پرسش

۱۷-۷- الگوی پرسش

۱-۷-۱۷- در بلوک دیاگرام شـــکل ۵-۱۷ ورودی‌ها و خروجی‌ها را نام‌گذاری کنید و مشـــخص کنید هر کدام از موارد نام‌گذاری معرف چه کمیتی است؟

شکل ۵-۱۷- بلوک دیاگرام پرسش ۱-۷-۱۷

۲-۷-۱۷- بـــا توجه به شـــکل ۲-۱۷ به کمک مدار دو نیـــم جمع‌گر، بلوک دیاگرام مدار تمام جمع‌گر را رســـم کنید.

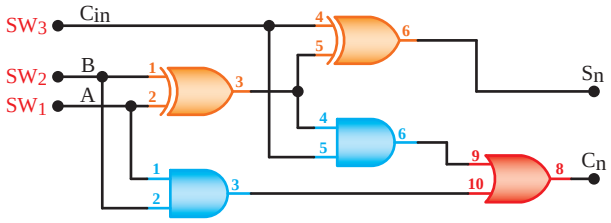
۳-۷-۱۷- جدول صحت مدار نیم جمع‌گر (HA) را تنظیم کنید، از روی جدول صحت، تابع منطقی خروجی‌های مدار را بنویسید و مدار را با حداقل گیت طرح کنید.

۴-۷-۱۷- در مـــدار نیـــم جمع‌گـــر تابـــع منطقی $S = A \oplus B$ را بـــا حداقل گیـــت NAND (چهـــار گیت NAND) طرح کنید.

راهنمایی

برای طرح، ابتدا تابع منطقی S را بنویسید و تابع را توســـط قوانین جبربول برای طرح با تعداد حداقل گیت NAND ساده کنید.

۵-۷-۱۷- با توجه به شـــکل ۶-۱۷ رابطه‌ی منطقی S_n و C_n را در یک مدار تمام جمع‌گر (FA) بنویسید.



شکل ۶-۱۷- مربوط به پرسش ۵-۷-۱۷

۶-۷-۱۷- بـــا توجه به شـــکل ۳-۱۷ چرا پایه‌ی ۱۳ آی‌سی ۷۴۸۳ به زمین اتصال داده می‌شود؟ توضیح دهید.

۷-۷-۱۷- درشکل ۳-۱۷ اگر:

$A_4\ A_3\ A_2\ A_1 = 1101$ و $B_4\ B_3\ B_2\ B_1 = 1011$ باشـــد خروجی $\Sigma_4\ \Sigma_3\ \Sigma_2\ \Sigma_1\ C_O$ را بنویســـید.

۸-۷-۱۷- بـــا توجه به برگه‌ی اطلاعات شـــماره‌ی ۱۷-۲ پایه‌ی زمین و پایه‌ی مثبت تغذیه (V_{CC}) آی‌ســـی تمام جمع‌گر ۷۴۸۳ را مشخص کنید.

۹-۷-۱۷- با توجه به شـــکل ۴-۱۷ نقش گیت‌های EX-OR را در مدار شرح دهید.

۱۰-۷-۱۷- در شـــکل ۴-۱۷ چرا پایه‌ی ۱۳ آی‌سی ۷۴۸۳ به $+V_{CC}$ (۱ منطقی) وصل شده است؟ شرح دهید.

۱۱-۷-۱۷- در شکل ۴-۱۷ چرا خروجی C_O (پایه شماره‌ی ۱۴) در مدار تفریق‌گر باید حذف شود؟ شرح دهید.

ارزش‌یابی

۱۷-۸- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

پس از اتمام آزمایش، گـــزارش کار خود را کامل کنید و در زمان تعیین شده، جهت ارزش‌یابی به مربی کارگاه ارائه نمایید. تأخیر در تنظیم گزارش کار و ارائه آن موجب کاهش نمره‌ی ارزش‌یابی خواهد شد.

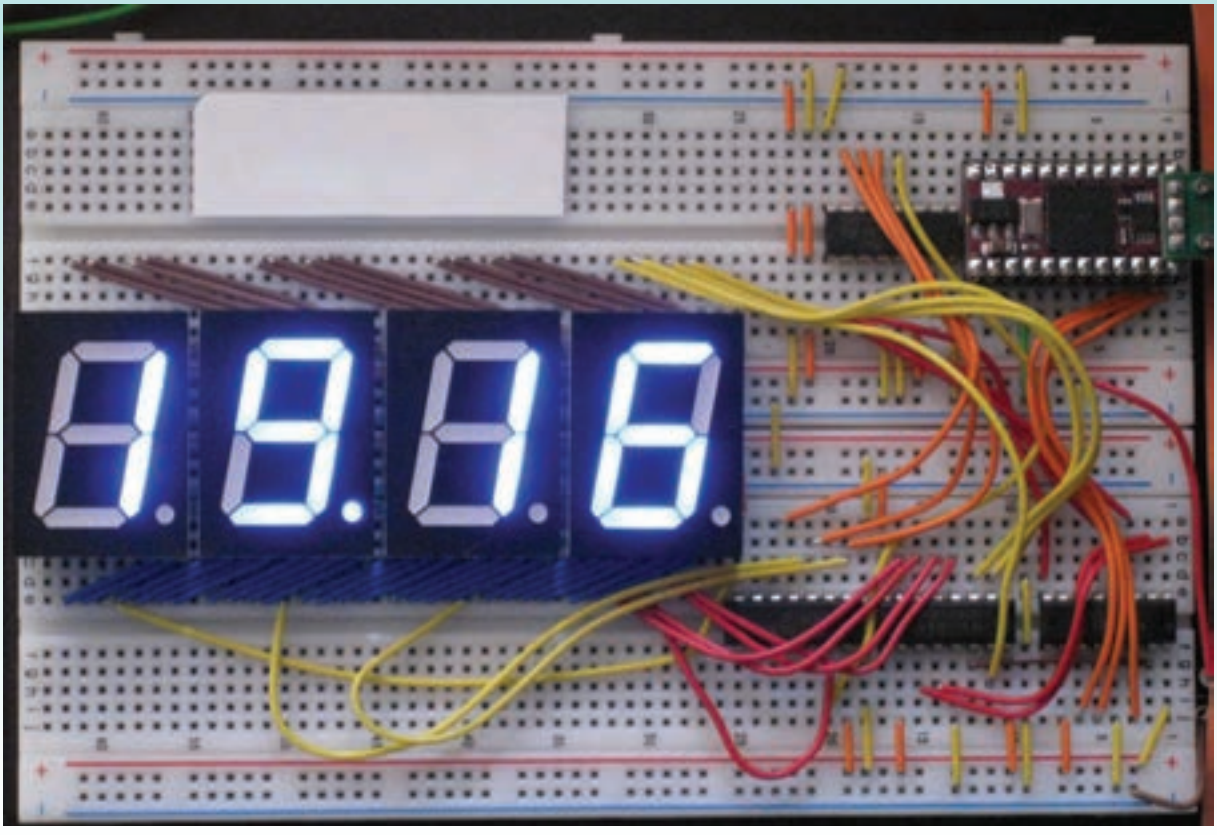
آزمایش شماره‌ی ۱۸

زمان اجرا ۱۶ ساعت آموزشی

شیفت‌رجیسترها و شمارنده‌ها

هدف کلی آزمایش

بررسی عملی چگونگی ثبت و انتقال اطلاعات در شیفت‌رجیسترها و شمارنده‌ها



هدف‌های رفتاری پس از پایان اجرای این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رودکه:

۱- به سؤال‌های نظری کارگاهی آزمایش شماره‌ی (۱۷) پاسخ دهد.
۲- مدار رجیستر PI/PO را ببندد.
۳- اثر کنترلی Load را مشاهده کند.
۴- پایه‌های تراشه‌ی صنعتی ۷۴۱۶۵ را با استفاده از Data Sheet مشخص کند.
۵- به کمک ۷۴۱۶۵ انواع شیفت رجیستر را ببندد.
۶- پایه‌های تراشه‌ی ۷۴۱۹۴ را با استفاده از Data Sheet از یکدیگر تشخیص دهد.
۷- به کمک ۷۴۱۹۴ شیفت رجیستر چپ‌گرد و راست‌گرد را ببندد.
۸- به کمک دو تراشه‌ی ۷۴۷۶ یک شمارنده‌ی حلقوی چهار بیتی ببندد. ترتیب‌های شمارش به شرح زیر است:
۱۱۱۱ ۱۱۱۰ ۱۱۰۰ ۱۰۰۰ ۰۰۰۰
۰۱۱۱ ۰۰۱۱ ۰۰۰۱
۰۰۰۱ ۰۰۱۰ ۰۱۰۰ ۱۰۰۰را اجرا کند.
۹- به کمک دو تراشه‌ی ۷۴۷۶ یک شمارنده‌ی باینری چهار بیتی آسنکرون (Ripple) ببندد و ترتیب شمارش آنرا به‌دست آورد.
۱۰- با استفاده از یک دروازه‌ی NAND دو ورودی و به کمک ورودی‌های Clear ، فلیپ فلاپ‌ها را طراحی کند.
۱۱- شمارنده‌ی باینری را به یک شمارنده‌ی BCD تبدیل کند.
۱۲- پایه‌های تراشه‌ی ۷۴۱۶۰ (شمارنده‌ی BCD سنکرون) را شناسایی کند.
۱۳- مدار یک شمارنده‌ی BCD دو رقمی را با استفاده از دو تراشه‌ی ۷۴۱۶۰ و دو تراشه‌ی ۷۴۴۷ و دو عدد 7-Seg ببندد.
۱۴- کلیه‌ی آزمایش‌ها را با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
۱۵- اهداف تعیین شده در حیطه‌ی عاطفی که در آزمایش (۱) آمده است را اجرا کند.
۱۶- گزارش کار مستند و دقیق بنویسد.
۱۷- به سؤال‌های الگوی پرسش پاسخ دهد.

۱-۱۸- اطلاعات اولیه

۱۸

شیفت رجیسترها برای حفظ اطلاعات به کار می‌روند. علاوه بر این، می‌توان از آن‌ها برای انتقال اطلاعات نیز استفاده کرد. شیفت رجیسترها به علت کاربرد وسیعی که در سیستم‌های دیجیتالی دارند با قابلیت‌های متفاوت و تنوع زیاد در بازار یافت می‌شوند. در ادامه مشخصات مهم چند تراشه‌ی صنعتی پرکاربرد را آورده‌ایم.

شماره‌ی قطعه	مشخصات عمومی قطعه
7491A	شیفت رجیستر ۸ بیتی از نوع ورودی سری ـ خروجی سری
7496	شیفت رجیستر ۵ بیتی با ورودی‌های موازی آسنکرون، ورودی سری، خروجی سری، خروجی‌های موازی و خط Reset مشترک
74164	شیفت رجیستر ۸ بیتی با ورودی سری ـ خروجی سری یا موازی و خط Reset مشترک
74165	شیفت رجیستر۸ بیتی با ورودی سری یا موازی ـ خروجی سری
74170	شیفت رجیستر ۴ بیتی با ورودی سری ـ خروجی سری یا موازی و ورودی‌های موازی سنکرون
74194	شیفت رجیستر ۴ بیتی چپ‌گرد ـ راست‌گرد با ورودی سری ـ خروجی سری یا موازی و ورودی‌های موازی سنکرون

۱۸-۲- نکات ایمنی

کلیه‌ی نکات ایمنی بیان شده در آزمایش‌های قبل را در این آزمایش نیز به کار ببرید.

۱۸-۳- کار با نرم‌افزار

توجه کنید

پاسخ مربوط به کلیه‌ی مواردی که با ستاره (★) مشخص شده است را در جلد دوم کتاب کارگاه (کتاب گزارش کار) بنویسید.

★۱-۳-۱۸- هدف کلی آزمایش را بنویسید.

۲-۳-۱۸- به مدارهای شبیه‌سازی شده که توسط مربی کارگاه انجام می‌شود توجه نمایید و نحوه‌ی شبیه‌سازی را کاملاً یاد بگیرید. سپس این مدارها را در منزل شبیه‌سازی کنید و براساس برنامه‌ی تعیین شده گزارش کار خود را ارائه نمایید.

۳-۳-۱۸- با مراجعه به جلد دوم کتاب آزمایشگاه مجازی، ابتدا نرم‌افزار مولتی‌سیم را روی کامپیوتر خود نصب کنید، سپس اقدام به شبیه‌سازی مدارهای مورد آزمایش بنمایید.

★۴-۳-۱۸- نقشه‌ی چاپ شده‌ی یکی از مدارهایی که شبیه‌سازی کرده‌اید را در محل تعیین شده بچسبانید.

★۵-۳-۱۸- فایل‌های نرم‌افزاری را در یک CD ذخیره کنید و تحویل مربی کارگاه دهید.

★۶-۳-۱۸- مراحل اجرای شبیه‌سازی را به اختصار شرح دهید.

۱۸-۴- قطعات، مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

- آی‌سی ۷۴۰۰	۲ عدد
- آی‌سی ۷۴۷۶	۲ عدد
- آی‌سی ۷۴۱۶۵	۱ عدد
- آی‌سی ۷۴۱۹۴	۲ عدد
- آی‌سی ۷۴۲۹۳	۱ عدد
- آی‌سی ۷۴۴۷	۱ عدد
- نشان دهنده‌ی هفت قسمتی آند مشترک TIL ۳۱۲	۱ عدد
- LED قرمز	۸ عدد
- مقاومت‌های ۲۷۰Ω ، ۵۶۰Ω و ۱۰KΩ با توان $\frac{۱}{۴}$W از هر کدام	۱ عدد
- مقاومت ۳۳۰Ω ، $\frac{۱}{۴}$W	۸ عدد
- بردبُرد	۱ قطعه
- منبع تغذیه	۱ دستگاه
- تجهیزات، ابزار و مواد عمومی	

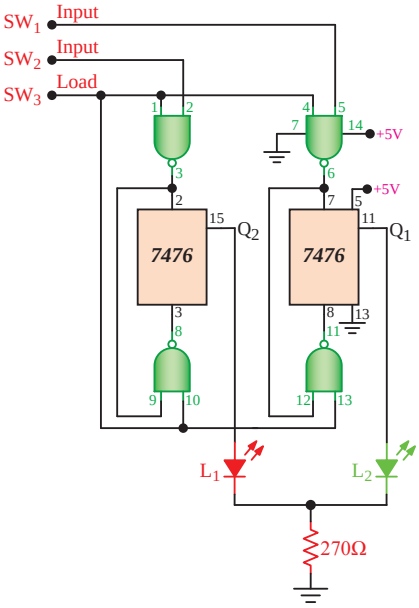
نکته‌ی مهم

توصیه می‌شود به منظور جلوگیری از تلف شدن زمان، آزمایش‌های این قسمت را روی بُرد آزمایشگاهی آماده انجام دهید.

۱۸-۵- مراحل اجرای آزمایش

★۱-۵-۱۸- برگه‌ی اطلاعات ۱-۱۸ را به‌طور دقیق مطالعه کنید و به سؤالات جدول ۱-۱۸ پاسخ دهید.

۲-۵-۱۸- با استفاده از دو عدد آی‌سی ۷۴۷۶ و یک عدد آی‌سی ۷۴۰۰ مدار شکل ۱-۱۸ که یک رجیستر PI/PO آسنکرون است را روی بِردبُرد ببندید یا از مدار آماده استفاده کنید.



شکل ۱-۱۸- نقشه‌ی مدار رجیستر PI/PO آسنکرون

۱۸-۵-۵- با تغییر وضعیت کلیدهای SW_1 ، SW_2 و SW_3 طبق جدول ۲-۱۸ وضعیت خروجی‌های Q_1 و Q_2 را مشخص کنید و نتایج را در جدول بنویسید.

توجه داشته باشید روشن شدن LED حالت (۱) و خاموش شدن LED حالت (۰) را نشان می‌دهد.

۱۸-۵-۶- در مورد عملکرد جدول ۲-۱۸ توضیح دهید.

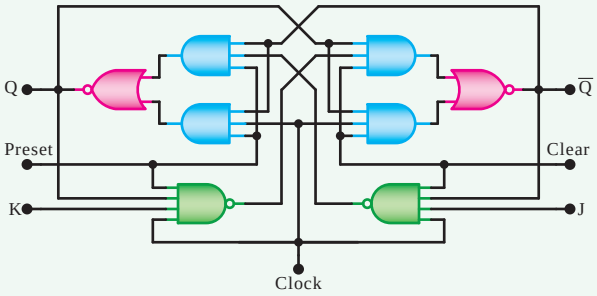
۱۸-۵-۷- عملیات مربوط به جدول ۲-۱۸ را دوباره تکرار کنید. در این حالت پس از هر بار که بیت جدیدی را وارد رجیستر می‌کنید، کلید SW_3 را زمین کنید و اثر زمین شدن این کلید را بر محتویات فلیپ فلاپ‌ها بررسی کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۱۸-۵-۸- برگه‌ی اطلاعات ۲-۱۸ که برخی از اطلاعات آی‌سی ۷۴۱۶۵ را نشان می‌دهد به دقت مطالعه کنید و به سؤالات جدول ۳-۱۸ پاسخ دهید.

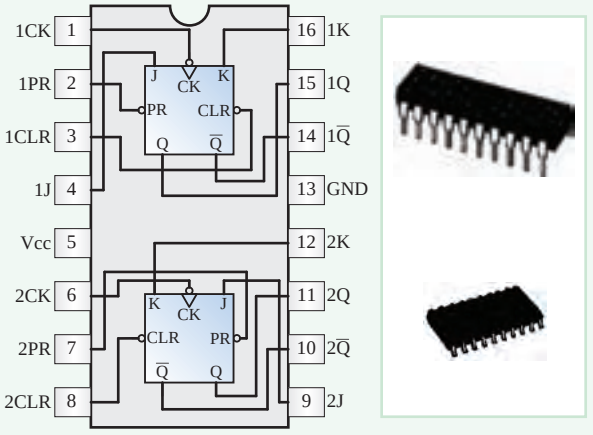
۱۸-۵-۹- آی‌سی ۷۴۱۶۵ یک شیفت رجیستر با ورودی سری ـ خروجی سری است که قابلیت ثبت یک کلمه‌ی ۸ بیتی به صورت موازی را دارد.

HD74LS76A

- **Dual J-K Flip-Flops (with Preset and Clear)**
- **Block Diagram (½)**



- **Pin Arrangement**



- **Function Table**

Inputs					Outputs	
PRESET	CLEAR	CLOCK	J	K	Q	$\overline{Q}$
L	H	X	X	X	H	L
H	L	X	X	X	L	H
L	L	X	X	X	H•	H•
H	H	↓	L	L	Q	$\overline{Q}$
H	H	↓	H	L	H	L
H	H	↓	L	H	L	H
H	H	↓	H	H	TOGGLE	
H	H	H	X	X	Q	$\overline{Q}$

برگه‌ی اطلاعات شماره ۱-۱۸

۱۸-۵-۳- نقشه‌ی مدار را دوباره ترسیم کنید.

۱۸-۵-۴- هنگام بستن مدار پایه‌ی شماره‌ی ۱۳ آی‌سی ۷۴۷۶ و پایه‌ی شماره‌ی ۷ آی‌سی ۷۴۰۰ را به زمین و پایه‌ی شماره‌ی ۵ آی‌سی ۷۴۷۶ و پایه‌ی شماره ۱۴ آی‌سی ۷۴۰۰ را به ولتاژ ۵+ ولت وصل کنید.

DM74LS165
8-Bit Parallel In/Serial Output Shift Registers

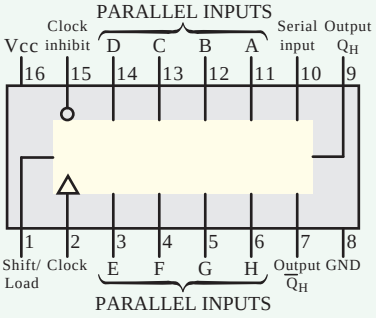
• General Description

This device is an 8-bit serial shift register which shifts data in the direction of Q_A toward Q_H when clocked. Parallel-in access is made available by eight individual direct data inputs, which are enabled by a low level at the shift/load input. These registers also feature gated clock inputs and complementary outputs from the eight bit.

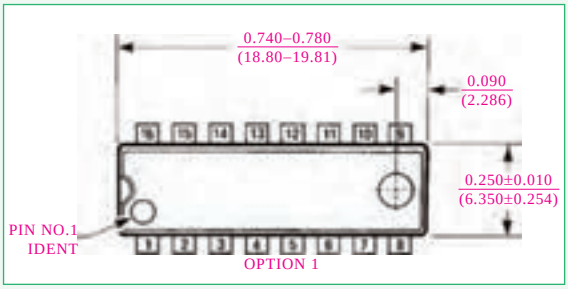
• Features

Complementary outputs
Direct overriding (data) inputs
Gated clock inputs
Parallel-to-serial data conversion
Typical frequency 35MHz
Typical power dissipation 105mW

• Connection Diagram



• Physical Dimensions inches (millimeteres) unless otherwise noted

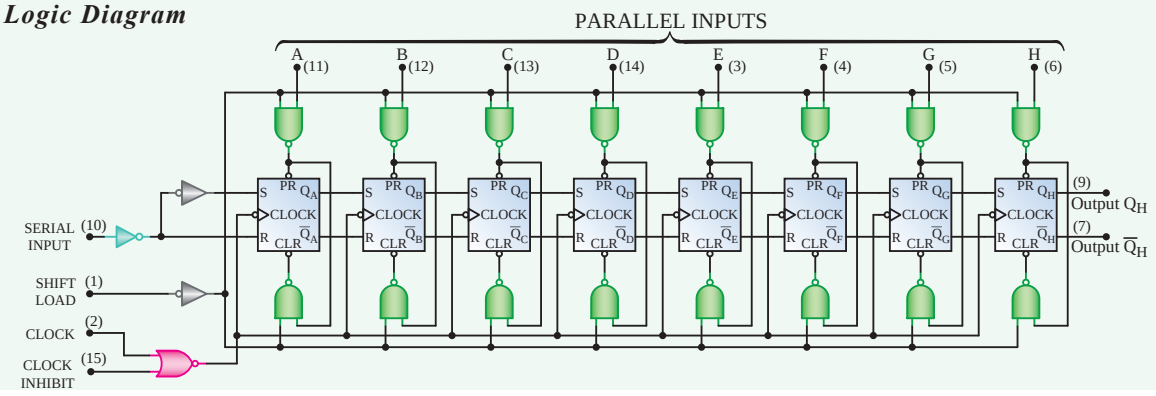


• Function Table

Inputs					Internal Outputs		Output Q_H
Shift/ Load	Clock Inhibit	CLOCK	Serial	Parallel A ... H	Q_A	Q_B	
L	X	X	X	a ... h	a	b	h
H	L	L	X	X	Q_{A0}	Q_{B0}	Q_{H0}
H	L	↑	H	X	H	Q_{An}	Q_{Gn}
H	L	↑	L	X	L	Q_{An}	Q_{Gn}
H	H	X	X	X	Q_{A0}	Q_{B0}	Q_{H0}

H=HIGH Level (Steady state) , L=LOW Level (Steady state)
X=Don' t Care (any input,including transitions)
↑= Transition from LOW-to-HIGH level
a...h=The level of steady-state input at inputs A through H, respectively.
Q_{A0}, Q_{B0}, Q_{H0}=The level of Q_A, Q_B, or Q_H respectively, before the indicated steady-state input conditions were established.
Q_{An}, Q_{Gn}= The level of Q_A or Q_G, respectively, before the most recent ↑ transition of the clock.

• Logic Diagram

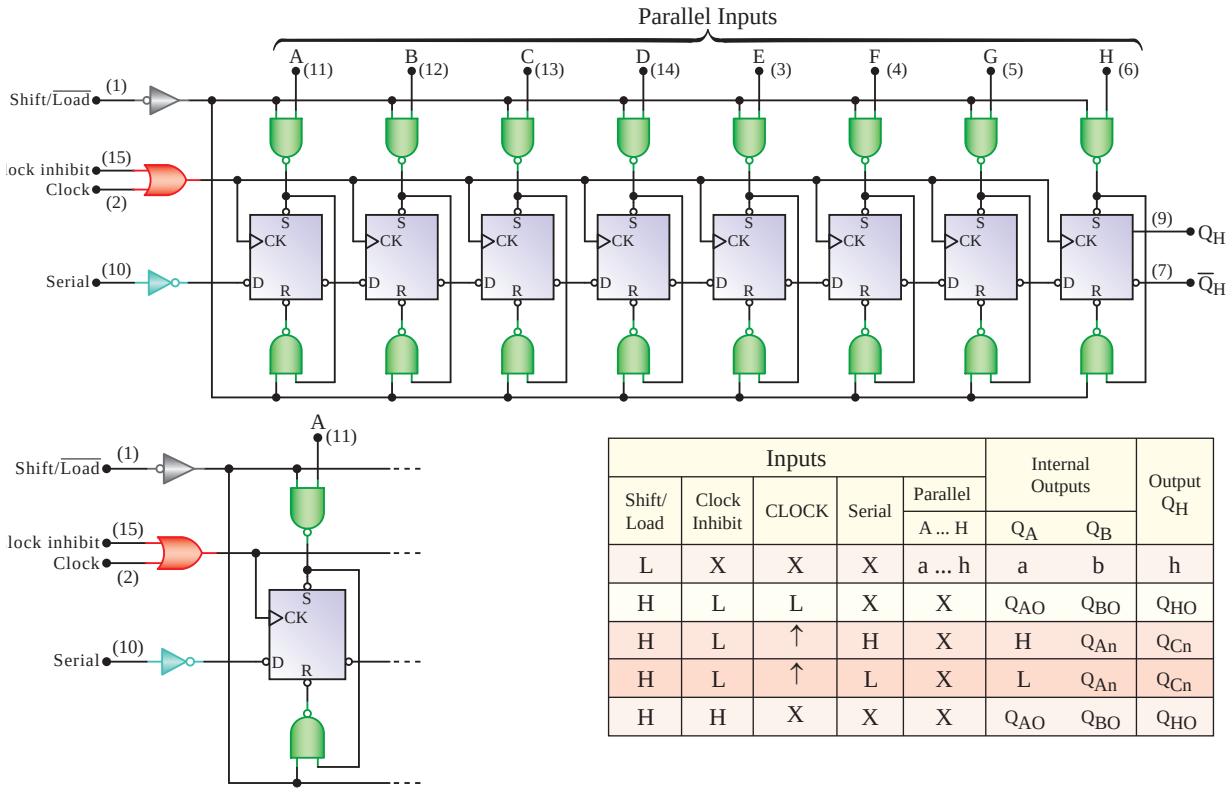


برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۲-۱۸

مدار داخلی آی‌سی ۷۴۱۶۵ را همراه با جدول صحت آن در شکل ۲-۱۸ ملاحظه می‌کنید.

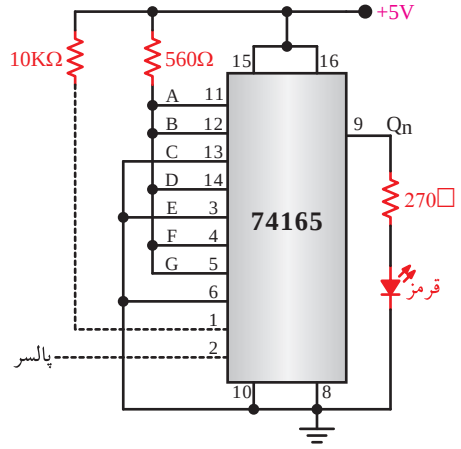
★ ۱۰-۵-۱۸- مدار شکل ۳-۱۸ که یک مدار شیفت رجیستر است را روی بردبُرد ببندید، و نقشه‌ی مدار را دوباره رسم کنید.

★ ۱۱-۵-۱۸- پایه‌ی شماره‌ی یک آی‌سی را برای یک لحظه به زمین وصل کنید و در این حالت کلمه‌ی ۱۱۰۱۰۱۱۰ وارد رجیستر می‌شود. پس از وصل کردن پایه‌ی شماره‌ی یک آی‌سی به زمین، آن را از طریق مقاومت ۱۰KΩ به ولتاژ ۵+ ولت وصل کنید. در این حالت باید LED خاموش باشد نتایج حاصل از این مرحله را در کتاب گزارش کار بنویسید.



Inputs					Internal Outputs		Output Q_H
Shift/ Load	Clock Inhibit	CLOCK	Serial	Parallel A ... H	Q_A	Q_B	
L	X	X	X	a ... h	a	b	h
H	L	L	X	X	Q_{AO}	Q_{BO}	Q_{HO}
H	L	↑	H	X	H	Q_{An}	Q_{Cn}
H	L	↑	L	X	L	Q_{An}	Q_{Cn}
H	H	X	X	X	Q_{AO}	Q_{BO}	Q_{HO}

شکل۲-۱۸- مدار داخلی تراشه‌ی ۷۴۱۶۵



شکل ۳-۱۸- مدار شیفت رجیستر

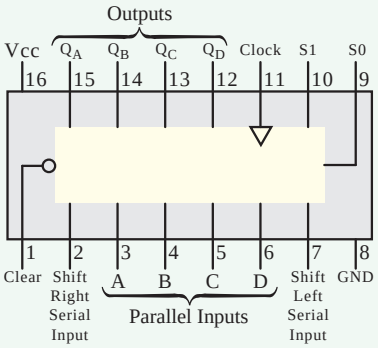
DM74LS194A
4-BIT Bidirectional universal Shift Register

- ***General Description***

This bidirectional shift register is designed to incorporate virtually all of the features a system designer may want in a shift register; they features parallel inputs, parallel outputs, right-shift and left-shift serial inputs, operating-mode-control inputs, and a direct overriding clear line.
The register has four distinct modes of operation, namely:

- ***Features***
  - Parallel inputs and outputs
  - Four operating modes:
    - Synchronous parallel load
    - Right shift
    - Left shift
    - Do nothing
  - Positive edge-triggered clocking
  - Direct overriding clear

- ***Connection Diagram***

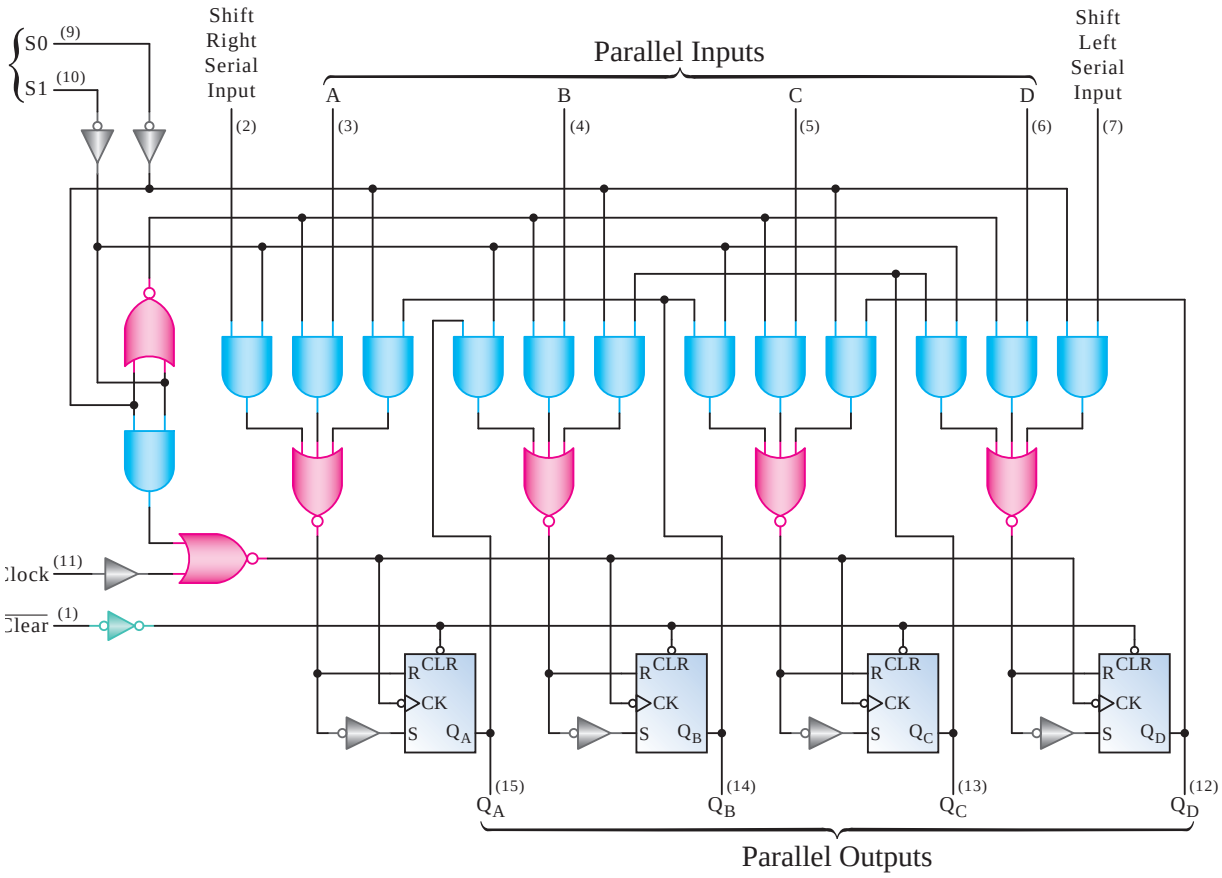


برگه‌ی اطلاعات ۳-۱۸

۱۲-۵-۱۸- پایه‌ی شماره‌ی ۲ آی‌سی را به خروجی مدار پالسر وصل کنید پس از هر قطع و وصل کلید پالسر، وضعیت خاموش ـ روشن LED را ملاحظه کنید سپس نتایج را در جدول ۴-۱۸ بنویسید.

۱۳-۵-۱۸- برگه‌ی اطلاعات شماره‌ی ۳-۱۸ را مطالعه کنید و جزئیات آن را به گونه‌ای فرابگیرید که بتوانید از روی متن اصلی ترجمه کنید.

۱۸-۵-۱۴- آی‌ســـی ۷۴۱۹۴ یک شیفت رجیستر چهار بیتی چپ‌گرد ـ راست‌گرد با قابلیت ثبت موازی است. نقشه‌ی داخلی و جدول صحت این آی‌سی را در شکل ۴-۱۸ ملاحظه می‌کنید.



Inputs				Internal Signals (i=A•B•C•D) S_i	Mode
Clear	SO	SI	Clock		
L	X	X	X	X	Asynchronous clear
H	L	L	X	X	Clock inhibit (data hold)
H	L	H	↑	Q_{i+1}	Shift left
H	H	L	↑	Q_{i-1}	Shift right
H	H	H	↑	i	Parallel load

شکل ۴-۱۸- مدار داخلی تراشه‌ی ۷۴۱۹۴

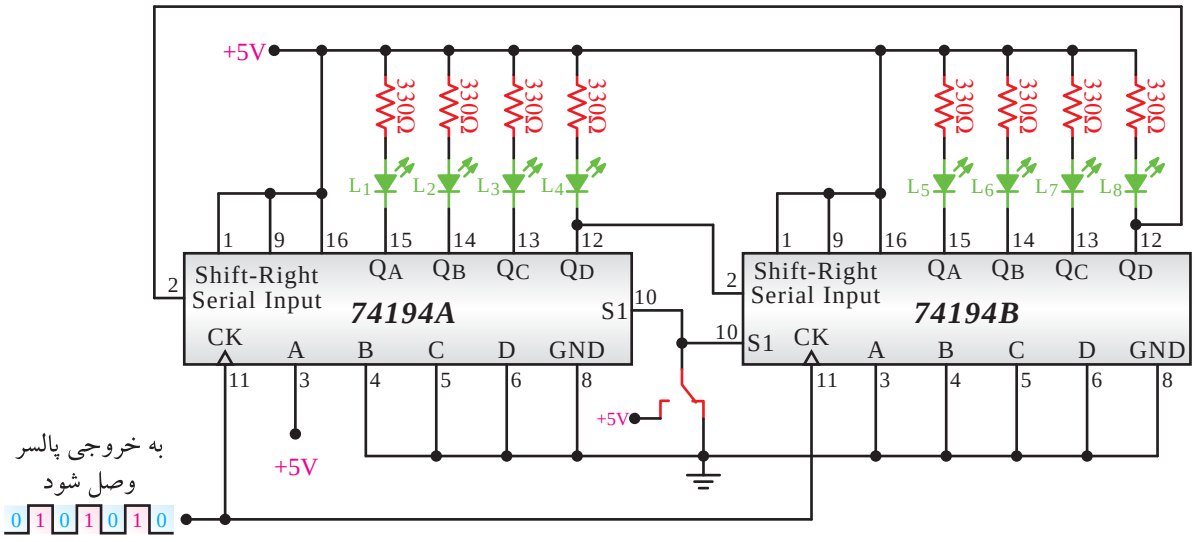
۱۸-۵-۱۵- در مورد عملکرد آی‌ســـی ۷۴۱۹۴ بـــا توجه به برگه‌ی اطلاعات شـــماره‌ی ۳-۱۸ و نقشـــه‌ی مدارشکل ۴-۱۸ به‌طور خلاصه توضیح دهید.

۱۸-۵-۱۶- نقشه‌ی مدار شکل ۵-۱۸ را روی بردبُرد ببندید یا در صورتی که بُرد آماده دارید، نقشـــه‌ی بُرد آماده را مورد بررسی قرار دهید.

۱۸-۵-۱۷- پس از بســـتن مدار، پایه‌های شماره‌ی ۱۰ هر دو آی‌ســـی را به هم وصل کنید. سپس آن‌ها را برای یک لحظه به ولتاژ ۵+ ولت اتصال دهید و در نهایت پایه‌ها را به‌طور دائمی به زمین متصل کنید. در این حالت باید لامپ L_1 روشن شود.

۱۸-۵-۱۸- پایه‌های خروجی هر دو آی‌سی را به خروجی پالسر وصل کنید. با قطع و وصل کردن کلید پالسر وضعیت روشنایی لامپ‌های L_1 تا L_8 را مشاهده کنید و در مورد عملکرد مدار توضیح دهید.

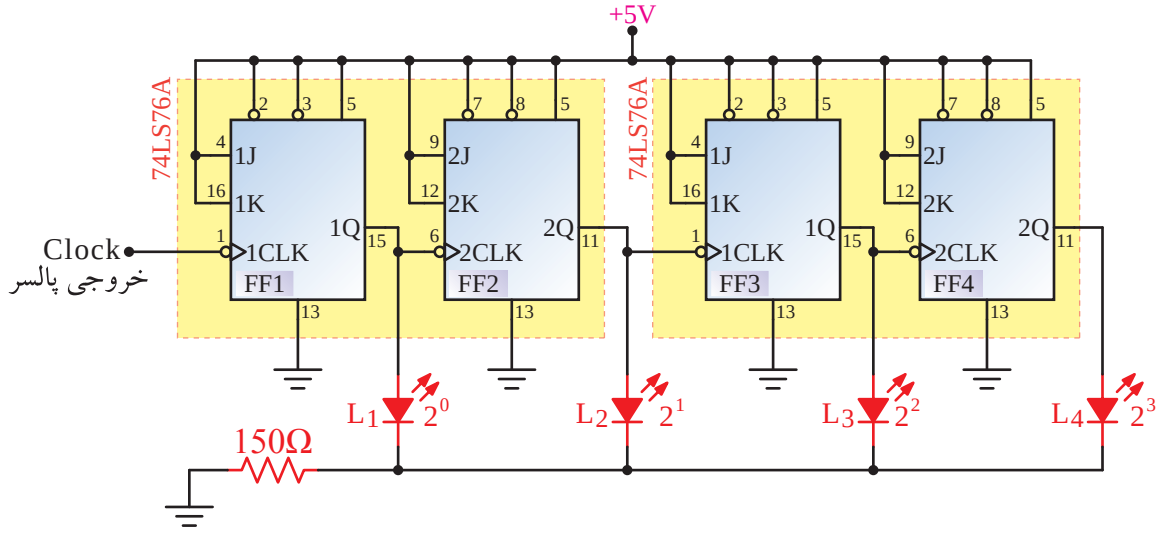
۱۸-۵-۱۹- مشـــاهدات خود را تکرار کنید و با توجه به اطلاعات کســـب شده جدول صحت ۵-۱۸ را کامل کنید.



شکل ۵-۱۸- مدار عملی شیفت رجیستر چپ‌گرد راست‌گرد

۱۸-۵-۲۰- با توجه به جدول صحت ۵-۱۸ مشخص کنید شیفت رجیستر از کدام نوع (SISO-SIPO-PISO-PIPO) است و اطلاعات را در کدام جهت انتقال می‌دهد؟

۱۸-۵-۲۱- مطابق شکل ۶-۱۸ دو آی‌سی ۷۴۷۶ را به‌صورت شمارنده‌ی باینری چهار بیتی ببندید.



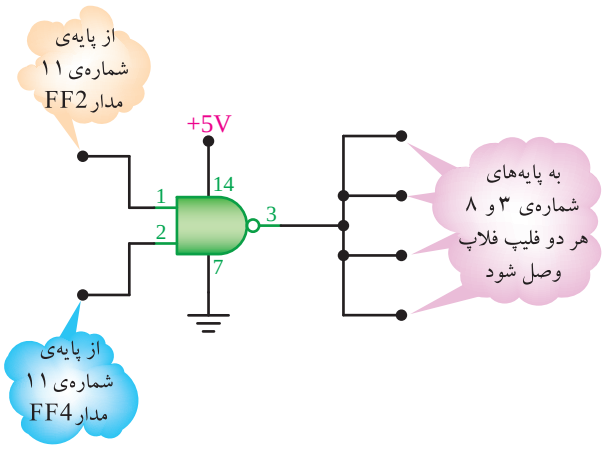
شکل ۶-۱۸- مدار شمارنده‌ی باینری ۴ بیتی

۱۸-۵-۲۲- ابتدا باید کلیه‌ی LED ها خاموش باشند. در غیر این صورت پایه‌های شماره‌ی ۳ و ۸ هر دو آی‌سی را برای یک لحظه به زمین وصل کنید تا LED ها خاموش شوند؛ سپس این پایه‌ها را به صورت دائمی به ۵V+ اتصال دهید.

۱۸-۵-۲۳- با قطع و وصل کلید پالسر، پالس‌های زمانی خروجی‌های مدار را در نمودار ۶-۱۸ رسم کنید.

۱۸-۵-۲۴- در مورد عملکرد مدار توضیح دهید.

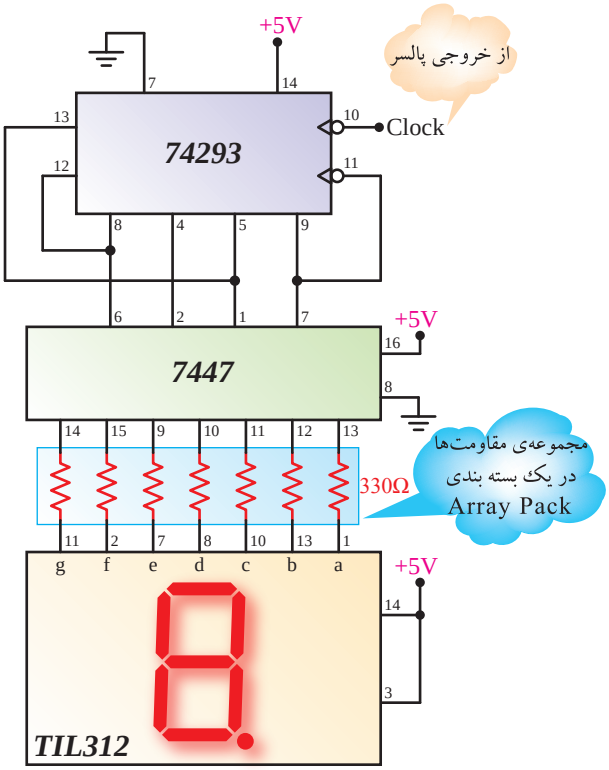
۱۸-۵-۲۵- پایه‌های شماره‌ی ۳ و ۸ هر دو آی‌سی را از ۵V+ باز کنید و آن‌ها را طبق شکل ۷-۱۸ به خروجی یک دروازه‌ی NAND که از پایه‌های شماره‌ی ۱۱ هر دو فلیپ فلاپ فرمان می‌گیرد وصل کنید.



شکل ۷-۱۸

۱۸-۵-۲۶- در شـرایط شـکل ۷-۱۸ شمارش مدار را بررسی کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۱۸-۵-۲۷- با استفاده از یک آی‌سی ۷۴۲۹۳ و یک آی‌سـی ۷۴۴۷ و یک نشـان دهنده‌ی هفت قسمتی مدار شـکل ۸-۱۸ را که یک شـماره‌ی دهدهی یک رقمی (صفر تا ۹) اسـت را روی بردبُرد ببندید یا از بُرد آماده اسـتفاده کنید.



شکل ۸-۱۸- شمارنده‌ی دهدهی یک رقمی صفر تا ۹

نکته‌ی مهم

به جـای مقاومت‌های ۳۳۰ اهـم می‌توانید یک مقاومت کم اهم پر وات در مسـیر تغذیه قرار دهید و پایه‌های آی‌سی ۷۴۴۷ را مستقیماً به پایه‌های هفت قطعه‌ای اتصال دهید.

۱۸-۵-۲۸- ترتیب شـمارش مـدار را ملاحظه کنید و در مورد عملکرد آن توضیح دهید.

۱۸-۶- جمع‌بنـدی و خلاصه‌ی نتایج آزمایش

آن‌چه را که در این آزمایش آموخته‌اید به‌طور خلاصه در ده سطر جمع‌بندی کنید.

الگوی پرسش

۱۸-۷- الگوی پرسش

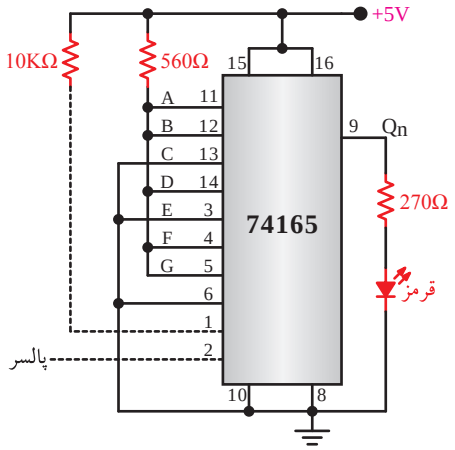
۱۸-۷-۱- بـا توجه به برگـه‌ی اطلاعات ۱-۱۸ در آی‌سـی ۷۴LS۷۶A چند فلیپ فـلاپ و از چه نوع وجود دارد؟

۱۸-۷-۲- بـا توجـه به شـکل ۱-۱۸ اگر Pr=۰ و CLR=۱ باشـد، وضعیت حافظه‌ی Q فلیپ فلاپ در چه حالتی قرار دارد؟

۱۸-۷-۳- در شـکل ۱-۱۸ اگر SW۳ زمین شود (صفر منطقی) آیا اطلاعاتی می‌تواند وارد حافظه‌ها شـود؟ چرا؟ شرح دهید.

۱۸-۷-۴- با توجه بـه برگه‌ی اطلاعات ۲-۱۸، پایه ورودی سری (Serial Input) آی‌سی کدام است؟

۱۸-۷-۵- با توجه به شکل ۱۸-۹ شیفت رجیستر از نظر نحوه‌ی ورود و خروج اطلاعات، از چه نوعی است؟ شرح دهید.



شکل ۱۸-۹

۱۸-۷-۶- با توجه به شکل ۱۸-۹ و یا برگه‌ی اطلاعات ۱۸-۳ اگر بخواهیم عدد ۱۱۱۰۰۱۰۱ را وارد حافظه‌ها کنیم کدام پایه‌ها را باید به $+V_{CC}$ و یا زمین وصل کنیم.

۱۸-۷-۷- با توجه به برگه‌ی اطلاعات ۱۸-۳ آی‌سی شماره‌ی ۷۴۱۹۴A چه نوع شیفت رجیستری است؟

۱۸-۷-۸- با توجه به برگه‌ی اطلاعات ۱۸-۳ زمین (GND) و مثبت تغذیه ($+V_{CC}$) آی‌سی ۷۴LS۱۹۴A کدام پایه‌ها هستند؟

۱۸-۷-۹- در شماره‌ی شکل ۱۸-۶ رفتار فلیپ فلاپ J-K از نوع D یا T است؟ چرا؟ شرح دهید.

۱۸-۷-۱۰- شمارنده‌ی شکل ۱۸-۶ صعودی است یا نزولی؟ چرا؟

۱۸-۷-۱۱- شمارنده‌ی شکل ۱۸-۷ تا چه عدد باینری را می‌تواند شمارش کند؟

ویژه‌ی هنرجویان علاقه‌مند

۱۸-۷-۱۲- اگر بخواهیم با توجه به شکل ۱۸-۸ شمارنده دهدهی دو رقمی (از صفر تا ۹۹) را طراحی کنیم مدار شمارنده را رسم کنید.

ارزش‌یابی

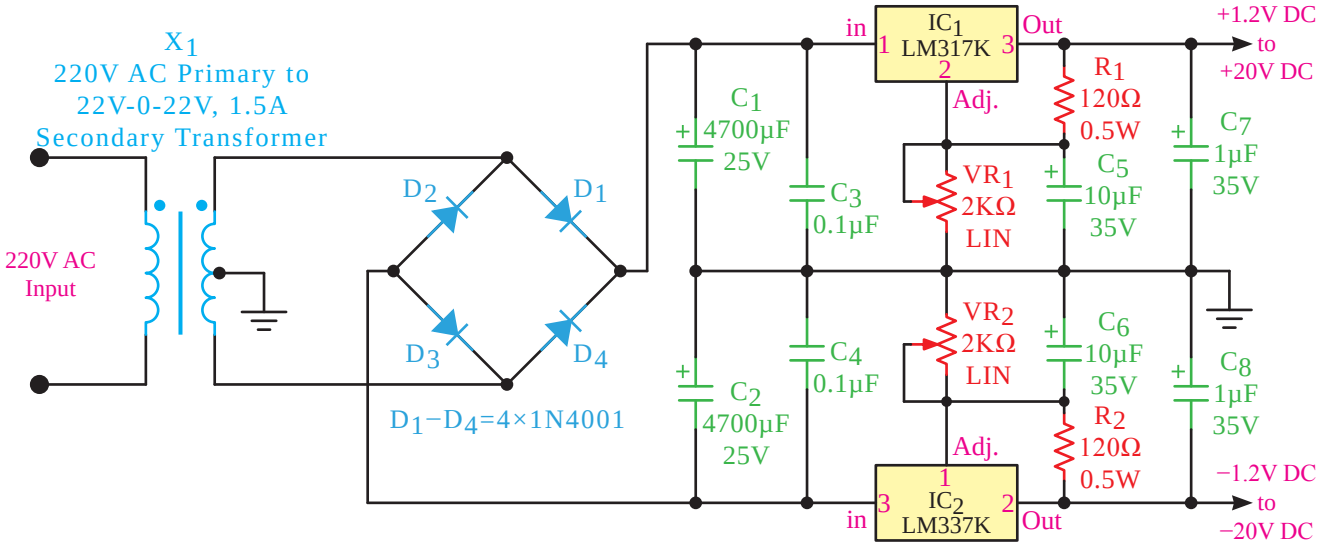
۱۸-۸- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

پس از کامل کردن گزارش کار، در زمان تعیین شده، گزارش کار خود را تحویل مربی آزمایشگاه دهید. توجه داشته باشید که هنگام تحویل گزارش‌کار به معیارها و ملاک‌های تعیین شده برای ارزش‌یابی توجه داشته باشید.

ارائه‌ی چند نمونه پروژه‌ی پیشنهادی

پروژه‌ی شماره‌ی ۱

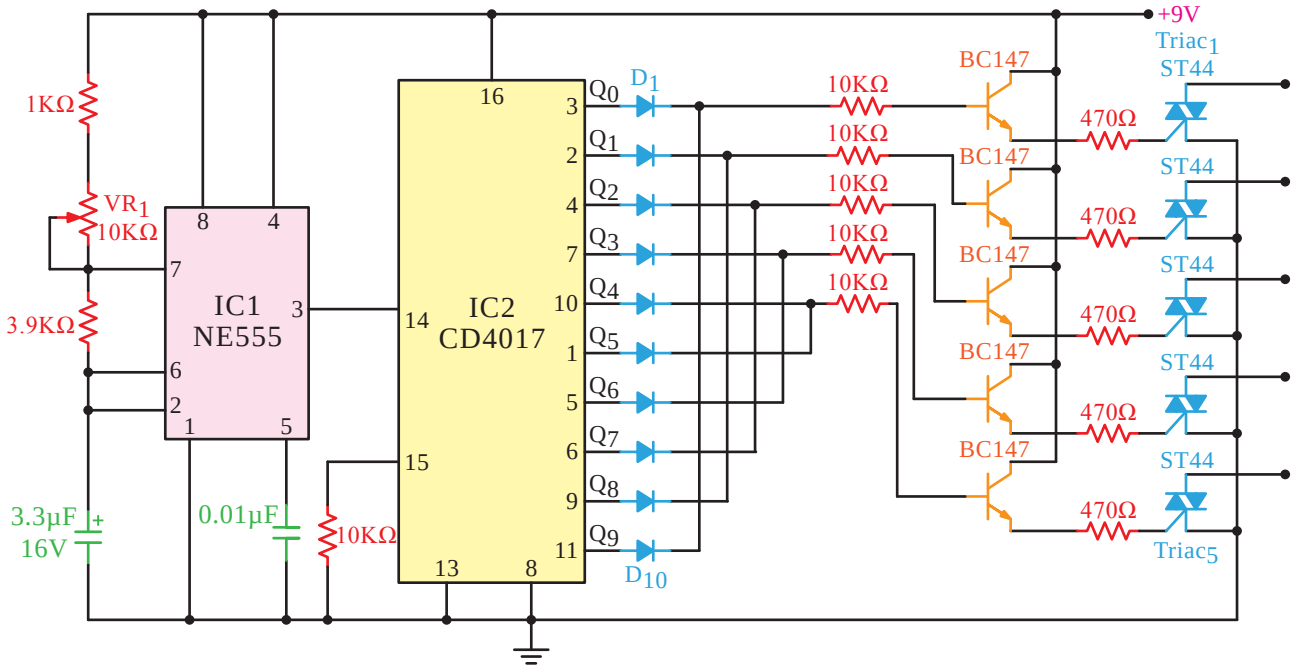
منبع تغذیه‌ی دوبل قابل تنظیم



قطعات مورد نیاز	تعداد
- آی‌سی LM۳۱۷K	یک عدد
- آی‌سی LM۳۳۷K	یک عدد
- دیود ۱N۴۰۰۱	چهار عدد
- پتانسیومتر خطی ۲KΩ	دو عدد
- ترانسفورماتور ۲۲۰/۲×۲۲-۱/۵A	دو عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W ، ۱۲۰Ω	دو عدد
- خازن ۲۵V، ۴۷۰۰µF	دو عدد
- خازن ۳۵V، ۱۰µF	دو عدد
- خازن ۳۵V، ۱µF	دو عدد
- خازن ۱۰۰nF	دو عدد

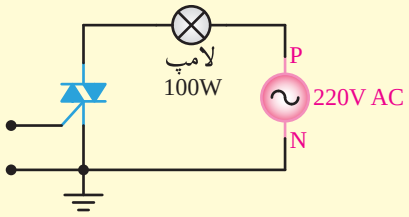
پروژه‌ی شماره‌ی ۲

مدار رقص نور



قطعات مورد نیاز	تعداد
- آی‌سی IC۵۵۵ زمان سنج (تایمر)	یک عدد
- آی‌سی IC۴۰۱۷ مقسم فرکانس	یک عدد
- ترانزیستور BC۱۴۷ یا BC۱۰۷	پنج عدد
- تریاک ST۴۴	پنج عدد
- دیود ۱N۴۱۴۸	ده عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W ، ۱۰KΩ	شش عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W ، ۴۷۰KΩ	پنج عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W ، ۱KΩ	یک عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W ، ۳/۹KΩ	یک عدد
- پتانسیومتر ۱۰KΩ	یک عدد
- خازن الکترولیتی ۱۶V ، ۳/۳µF	یک عدد
- خازن عدسی ۱۰nF	یک عدد

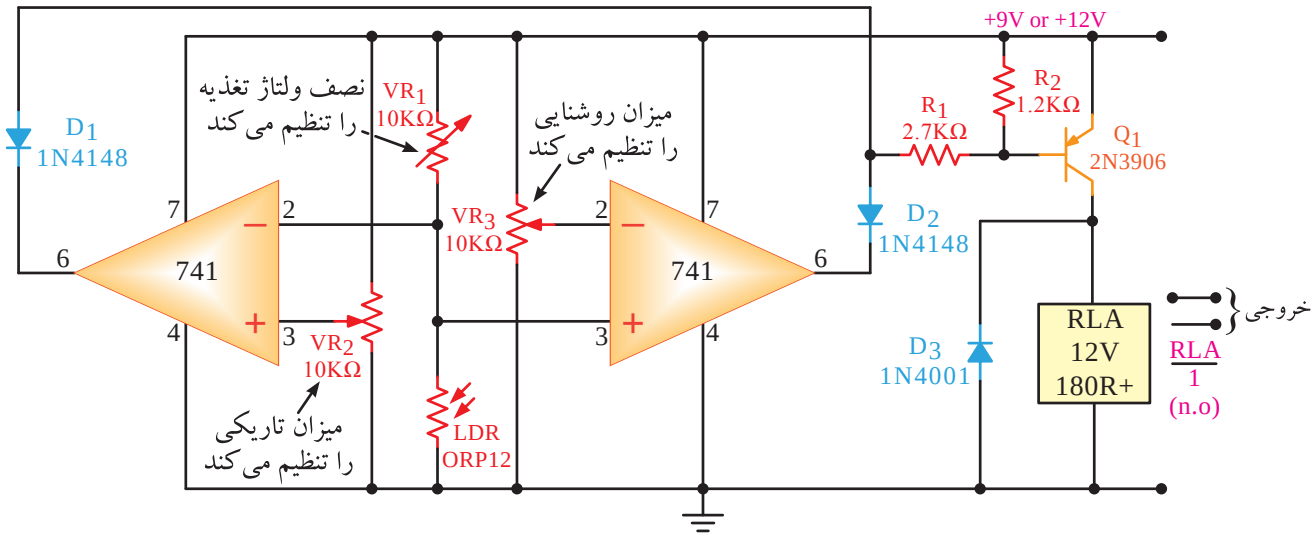
از تریاک می‌توانید برای راه‌اندازی لامپ به‌صورت شکل زیر استفاده کنید.



مدار راه‌انداز قدرت

پروژه‌ی شماره‌ی ۳

کلید فرمان با نور اتوماتیک روشن و خاموش شدن

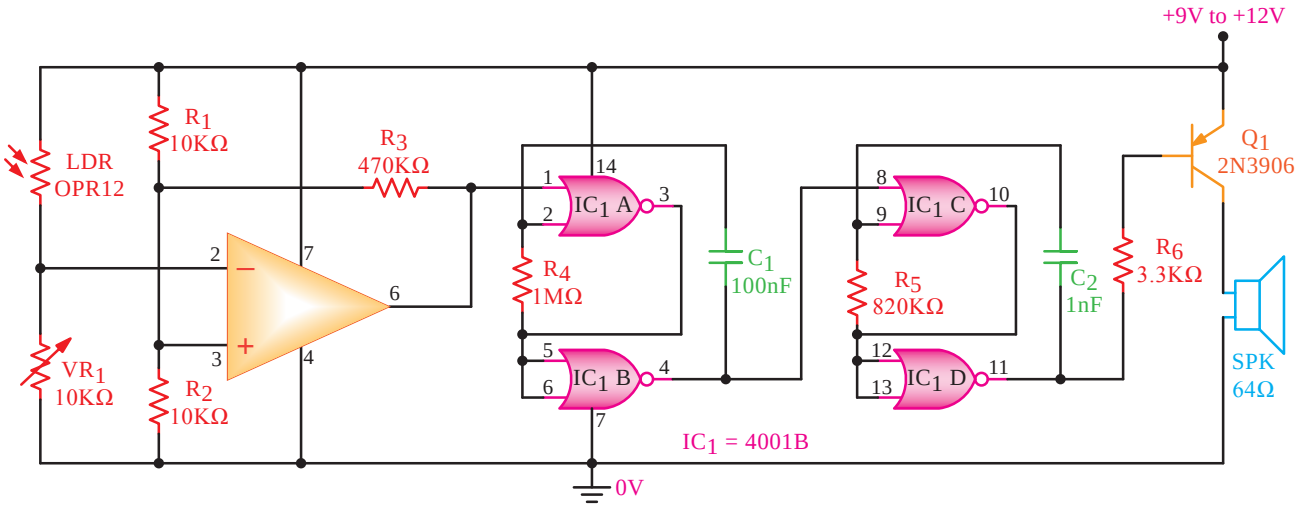


نمودار سیم‌بندی کلید فعال در روشنایی/تاریکی مرکب با خروجی رله واحد

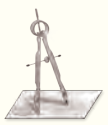
قطعات مورد نیاز	تعداد
- آی‌سی تقویت کننده‌ی عملیاتی ۷۴۱	دو عدد
- ترانزیستور ۲N۳۹۰۶ یا BC۱۷۷	یک عدد
- دیود ۱N۴۱۴۸	دو عدد
- دیود ۱N۴۰۰۱	یک عدد
- پتانسیومتر ۱۰KΩ	سه عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W و ۱/۲KΩ	یک عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W و ۲/۷KΩ	یک عدد
- رله یک کنتاکت ۱۲V	یک عدد

پروژه‌ی شماره‌ی ۴

مدار آژیر نوری

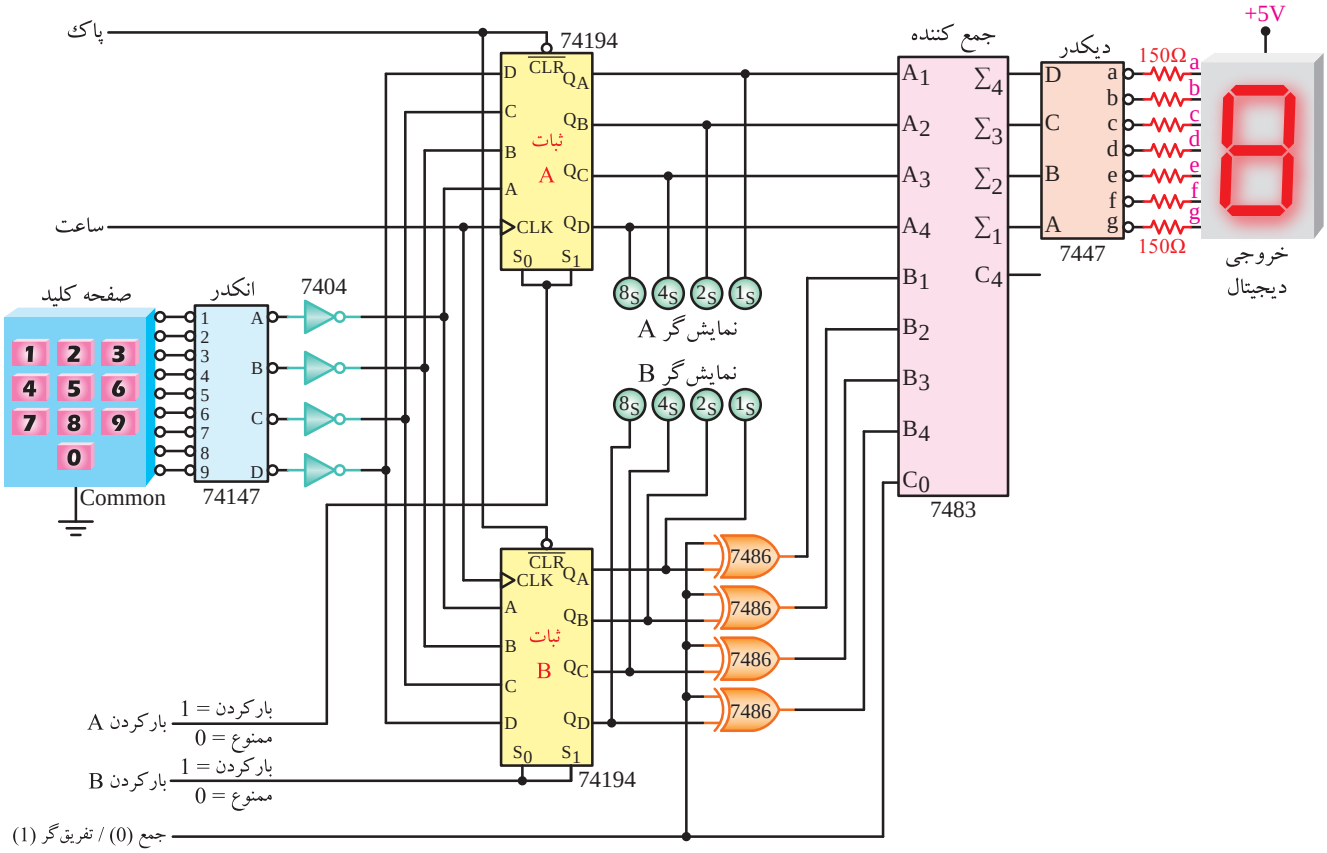


قطعات مورد نیاز	تعداد
- آی‌سی تقویت کننده‌ی عملیاتی ۷۴۱	یک عدد
- آی‌سی ۴۰۰۱B	یک عدد
- ترانزیستور ۲N۳۹۰۶ یا BC۱۷۷	یک عدد
- بلندگو $\frac{۱}{۴}$W و ۶۴Ω	یک عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W و ۱۰KΩ	دو عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W و ۱MΩ	یک عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W و ۸۲۰KΩ	یک عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W و ۳/۳KΩ	یک عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W و ۴۷۰KΩ	یک عدد
- پتانسیومتر ۱۰KΩ	یک عدد
- مقاومت تابع نور LDR	یک عدد
- خازن عدسی ۱۰۰nF	یک عدد
- خازن عدسی ۱nF	یک عدد



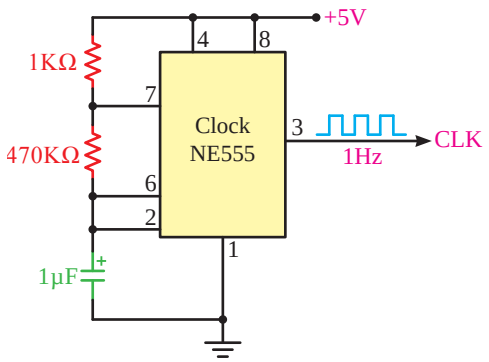
پروژه‌ی شماره‌ی ۵

جمع و تفریق کننده‌ی موازی دو عدد چهاربیتی با نمایش‌گر قابل توسعه



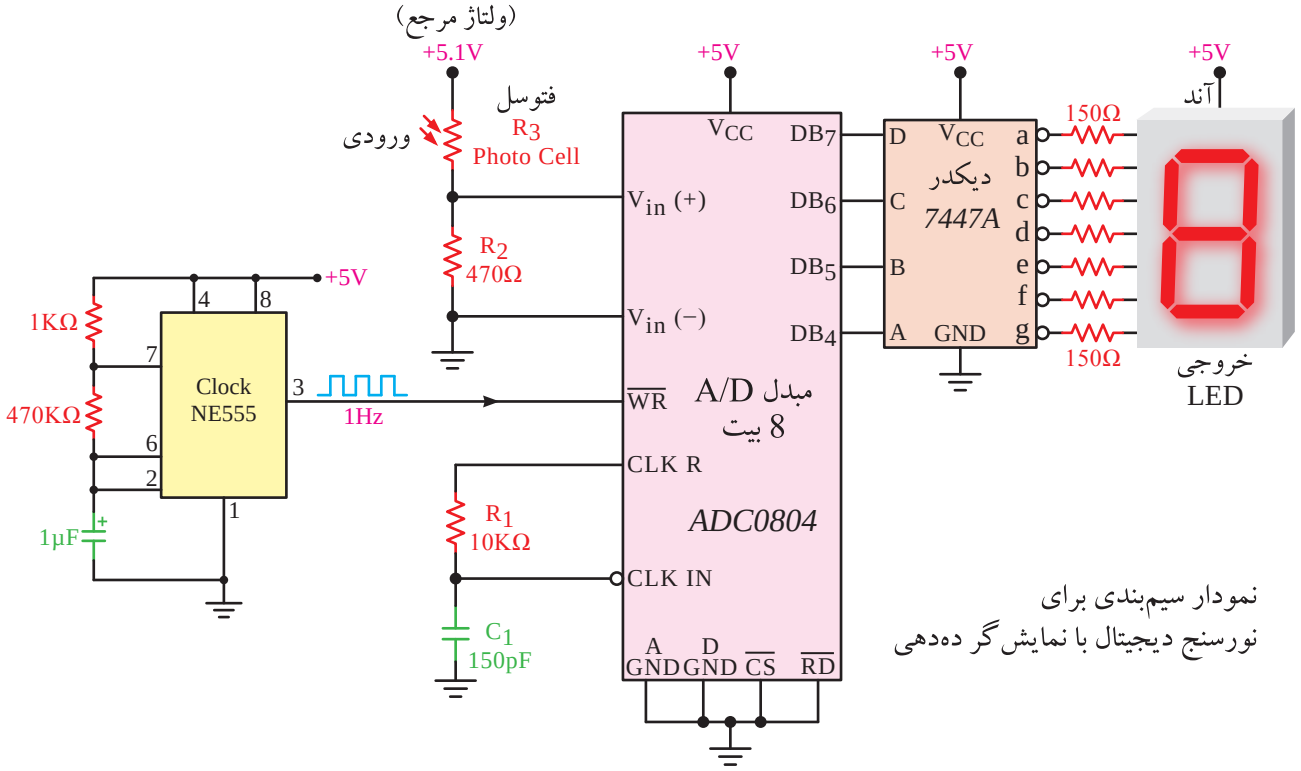
نمودار سیم‌بندی برای جمع/تفریق موازی ۴ بیت

قطعات مورد نیاز	تعداد
- آی‌سی جمع کننده ۷۴۸۳	یک عدد
- آی‌سی ثبات ۷۴۱۹۴	دو عدد
- آی‌سی XOR ۷۴۸۶	یک عدد
- آی‌سی دیکدر ۷۴۴۷	یک عدد
- آی‌سی انکدر ۷۴۱۴۷	یک عدد
- آی‌سی دروازه‌ی منطقی NOT ۷۴۰۴	یک عدد
- آی‌سی تایمر ۵۵۵ برای ایجاد پالس ساعت	یک عدد
- نشان دهنده‌ی هفت قسمتی آند مشترک	یک عدد
- مقاومت $\frac{1}{2}$W و ۱۵۰Ω	هفت عدد
- مقاومت $\frac{1}{2}$W و ۱KΩ	یک عدد
- مقاومت $\frac{1}{2}$W و ۴۷۰KΩ	یک عدد
- صفحه کلید	یک عدد
- خازن الکترولیتی ۱μF	یک عدد



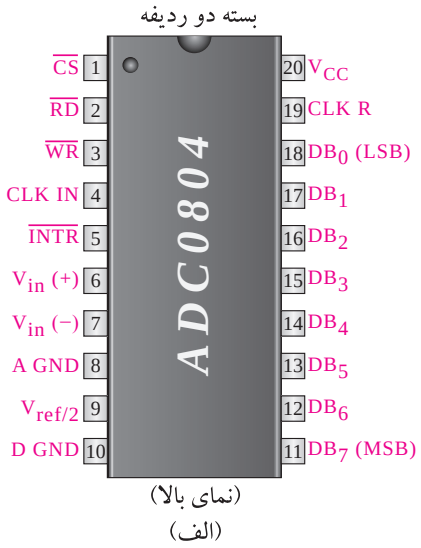
پروژه‌ی شماره‌ی ۶

نورسنج دیجیتالی



نمودار سیم‌بندی برای
نورسنج دیجیتال با نمایش‌گر ده‌دهی

قطعات مورد نیاز	تعداد
- آی‌سی آنالوگ به دیجیتال ۸ بیتی ADC۰۸۰۴	یک عدد
- آی‌سی دیکدر ۷۴۴۷A	یک عدد
- آی‌سی مولد پالس ۵۵۵	یک عدد
- نشان دهنده‌ی هفت قسمتی آند مشترک	یک عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W و ۴۷۰Ω	یک عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W و ۱۰KΩ	یک عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W و ۱KΩ	یک عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W و ۴۷۰KΩ	یک عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W و ۱۵۰Ω	هفت عدد
- مقاومت تابع نور LDR	یک عدد
- خازن الکترولیتی ۱μF	یک عدد
- خازن ۱۵۰pF	یک عدد

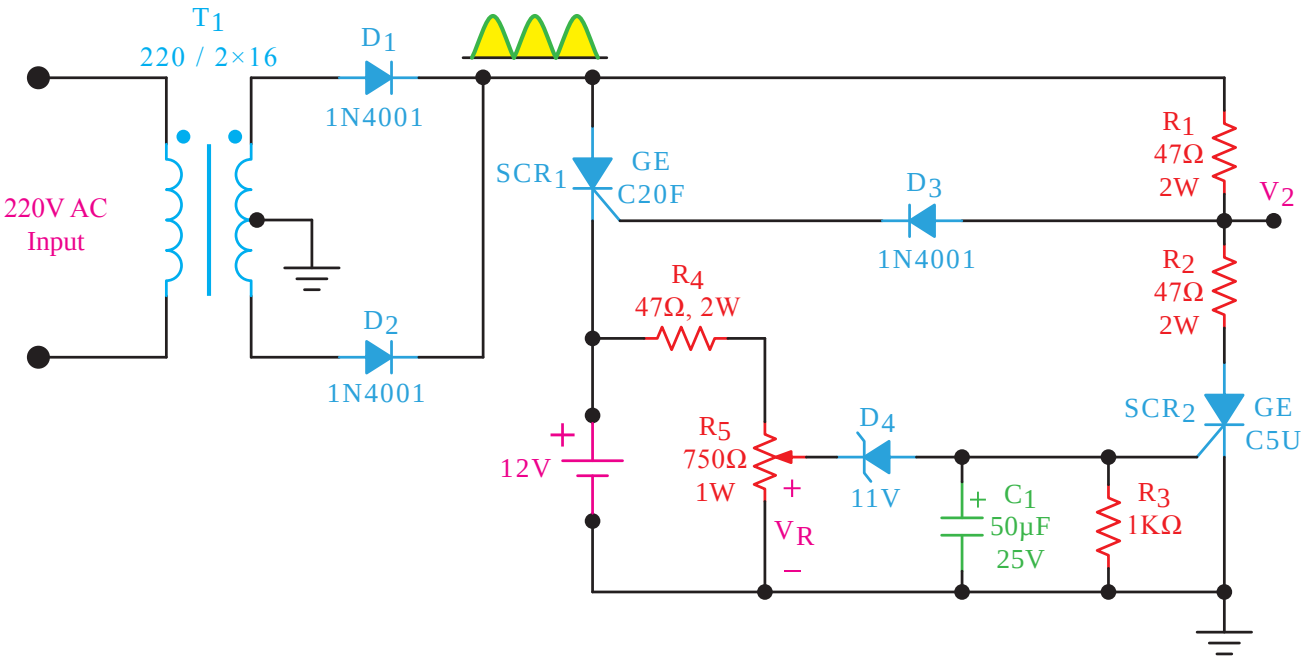


مشخصات پایه‌های آی‌سی مبدل A/D ۰۸۰۴ ADC

شماره‌ی پایه	نماد	ورودی / خروجی یا تغذیه	توصیف
۱	$\overline{CS}$	ورودی	خط انتخاب تراشه از کنترل µP
۲	$\overline{RD}$	ورودی	خط خواندن از کنترل µP
۳	$\overline{WR}$	ورودی	خط نوشتن از کنترل µP
۴	CLKIN	ورودی	ساعت
۵	$\overline{INTR}$	تغذیه	خط وقفه به ورودی وقفه µP می‌رود
۶	Vin(+)	ورودی	ولتاژ آنالوگ (ورودی مثبت)
۷	Vin(–)	ورودی	ولتاژ آنالوگ (ورودی منفی)
۸	AGND	تغذیه	زمین آنالوگ
۹	Vrat/2	ورودی	مرجع ولتاژ ثانویه
۱۰	DGND	تغذیه	زمین دیجیتال
۱۱	DB7	خروجی	خروجی داده MSB
۱۲	DB6	خروجی	خروجی داده
۱۳	DB5	خروجی	خروجی داده
۱۴	DB4	خروجی	خروجی داده
۱۵	DB3	خروجی	خروجی داده
۱۶	DB2	خروجی	خروجی داده
۱۷	DB1	خروجی	خروجی داده
۱۸	DB0	خروجی	خروجی داده LSB
۱۹	CLKR	ورودی	اتصال مقاومت ورودی برای ساعت
۲۰	VCC (or ref)	تغذیه	تغذیه ۵V مثبت و ولتاژ اصلی مرجع

پروژه‌ی شماره‌ی ۷

رگولاتور شارژ باتری



قطعات مورد نیاز	تعداد
- تریستور GEC۲۰F (یا هر نوع تریستور مشابه آن)	یک عدد
- تریستور GEC۵V (یا هر نوع تریستور مشابه آن)	یک عدد
- دیود ۱N۴۰۰۱	سه عدد
- دیود زنر ۱۱ ولتی	یک عدد
- خازن الکترولیتی ۵۰μF ،۲۵V	یک عدد
- مقاومت $\frac{۱}{۲}$W و ۱KΩ	یک عدد
- مقاومت ۲W و ۴۷Ω	سه عدد
- پتانسیومتر ۱W و ۷۵۰Ω	یک عدد
- ترانسفورماتور ۲۲۰/۲×۱۶	یک عدد

منابع و مآخذ

۱ـ *الکترونیک عملی، روبرت بویل اشتاد ـ لوئیس نشلسکی*

۲ـ *الکترونیک عملی، شرکت BUCK ترجمه‌ی مهندس سید محمود صموتی*

۳ـ *کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک، بهرام خلج*

۴ـ *آزمایشگاه الکترونیک عمومی، مهندس شهرام نصیری سوادکوهی*

۵ـ *دستورالعمل‌های آزمایشگاهی کارخانجات تولیدی قطعات الکترونیکی*

۶ـ *سایت‌های اینترنتی مرتبط*

۷ـ *نرم‌افزار ادیسون*

۸ـ *نرم‌افزار مولتی‌سیم*

۹ـ *تجربیات شخصی مؤلفان*