



دانشکده برق، کامپیوتر و فناوری های پیشرفته

گروه مهندسی برق الکترونیک

دستور کار آزمایشگاه الکترونیک ۱

تهیه کننده:

آقای دکتر فتحی

تاریخ تنظیم:

مهرماه ۱۴۰۳

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



پیش گفتار

خداوند بزرگ و مهربان را شاکرم، که فرصت تدوین و ارائه مجموعه حاضر را برای اینجانب میسر ساخت. این مجموعه، شامل کار با دستگاه‌ها، قطعات الکترونیکی و آزمایش‌های متنوع درس الکترونیک I می‌باشد که بر اساس سر فصل‌های درس ارائه شده است. در تدوین و گردآوری این مجموعه، از تجربه آموزش و تجارب آزمایشگاه‌های الکترونیک استفاده شده است. اکثر آزمایش‌های طراحی شده به جز تعداد معدود هر یک در یک جلسه از آزمایشگاه قابل ارایه می‌باشند.

در پایان لازم است از همکاری و همیاری همه اساتید گرانقدر و کارشناسان زحمتکش آزمایشگاه در دانشگاه ارومیه قدردانی نمایم چرا که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم در تدوین این مجموعه یاری گر اینجانب بودند. پیشاپیش از حسن نظر اساتید، کارشناسان و دانشجویان عزیز که با ارسال نظرات و پیشنهادات اصلاحی برای هر چه پربارتر کردن این مجموعه یاریگر اینجانب خواهند بود، تشکر می‌نمایم. آرزومندم این مجموعه قدم هر چند کوچکی، در رشد و توسعه علمی و صنعتی میهن عزیزم موثر واقع گردد.



فهرست مطالب

۱	آزمایش ۱: دستگاهها و قطعات الکترونیک
۲۸	آزمایش ۲: دیود
۳۷	آزمایش ۳: یکسوسازها
۴۷	آزمایش ۴: مدارهای دیودی
۵۱	آزمایش ۵: آشنایی با ترانزیستور <i>BJT</i> و مدارات بایاس
۵۹	آزمایش ۶: تقویت کننده امیتر مشترک
۶۷	آزمایش ۷: تقویت کننده بیس مشترک
۷۴	آزمایش ۸: ساختار کلکتور مشترک
۷۸	آزمایش ۹: ترانزیستور اثر میدانی (<i>FET</i>)
۹۱	آزمایش ۱۰: تقویت کننده ترانزیستور اثر میدانی (<i>FET</i>)

آزمایش ۱: دستگاه‌ها و قطعات الکترونیک

مقدمه

هدف از این آزمایش آشنایی کلی با دستگاه‌ها و قطعاتی است که در آزمایشگاه‌های الکترونیک از آن استفاده خواهد شد. دفترچه راهنمای تمامی دستگاه‌ها در آزمایشگاه موجود است، ضمن آنکه فایل آنها از سایت دانشگاه قابل دانلود می باشد. در مورد قطعات استفاده شده هم Datasheet آنها در آزمایشگاه موجود و فایل آنها از سایت دانشگاه قابل دانلود می باشد.

دستگاه‌ها

دستگاه‌هایی که در آزمایشگاه الکترونیک مورد نیاز است شامل منبع تغذیه DC، مولتی‌متر (آوو متر)، سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ است که عملکرد هر کدام با توجه به مدل دستگاه‌های موجود در دانشگاه ارومیه شرح داده خواهد شد.

مولتی‌متر^۱

با این دستگاه می توان چندین مشخصه از جمله ولتاژ، جریان، مقدار مقاومت، مقدار خازن و ... اندازه گرفت به همین این علت مولتی‌متر نامیده می‌شود. در مدل موجود در دانشگاه ارومیه کمیت‌هایی مانند ولتاژ (DC و AC)، جریان (DC و AC)، مقاومت، ظرفیت خازن، ولتاژ آستانه دیود، بتای مربوط به ترانزیستور NPN و PNP قابل اندازه گیری هستند.

برای اندازه گیری هر کمیت ولوم مربوط به مولتی متر را روی آن کمیت قرار داده، المان مربوطه که باید اندازه گیری شود همانطور که در شکل نشان داده شده است به قسمت مربوط به آن وصل می شود.



شکل (۱-۱) یک نمونه مولتی متر موجود در دانشگاه ارومیه

این دستگاه کمیتی را اندازه‌گیری می‌کند که سلکتور (کلید گردان) روی آن قرار گرفته است. به این معنی که سلکتور در محدوده اهم، دستگاه را اهم‌متر، در محدوده ولت، دستگاه را ولت‌متر و در محدوده آمپر، دستگاه را آمپر متر می‌نماید. برای اندازه‌گیری هر کمیت ابتدا سلکتور را در قسمت مورد نظر قرار می‌دهیم. سپس با توجه به علائم مشخص شده در قسمت زیر ترمینال‌ها،

اتصالات را برقرار می‌نماییم (مطابق راهنما) و در نهایت مقدار نشان داده شده را می‌خوانیم. برای اندازه‌گیری ولتاژ، ولت‌متر بصورت موازی و برای اندازه‌گیری جریان، آمپر‌متر بصورت سری در مدار قرار داده می‌شود.



شکل (۱-۲) مولتی متر دیجیتالی

- ۱- برای اندازه‌گیری ولتاژ DC (مقدار میانگین سیگنال) استفاده می‌شود. برای اینکار از پورت های ۱۴ و ۱۵ به نقاطی که می‌خواهیم ولتاژ آن را اندازه بگیریم وصل می‌کنیم و رنج آن را می‌توان از ۲۰۰ میلی‌ولت تا ۱۰۰۰ ولت تنظیم کرد.
- ۲- برای اندازه‌گیری ولتاژ AC (مقدار موثر سیگنال) استفاده می‌شود. برای اینکار از پورت های ۱۴ و ۱۵ به نقاطی که می‌خواهیم ولتاژ آن را اندازه بگیریم وصل می‌کنیم و رنج آن را می‌توان از ۲۰ ولت تا ۷۵۰ ولت تنظیم کرد.
- ۳- برای اندازه‌گیری بتای ترانزیستور از آن استفاده می‌شود با توجه به نوع ترانزیستور و نوع پایه ها، آن را از پورت ۱۹ وصل می‌کنیم.
- ۴- برای اندازه‌گیری دما از آن استفاده می‌شود. سنسور آن را از پورت ۱۸ وصل می‌کنیم.
- ۵- برای اندازه‌گیری خازن استفاده می‌شود. خازن را از پورت ۱۳ وصل کرده و برای اندازه‌گیری آن سلکتور را روی محدوده‌ی مورد نظر قرار می‌دهیم.
- ۶- برای اندازه‌گیری جریان AC استفاده می‌شود اگر آن را روی mA قرار دهیم از پورت ۱۵ و ۱۶ از آن استفاده می‌کنیم و در صورتی که از محدوده‌ی آمپر استفاده کنیم از پورت های ۱۵ و ۱۷ استفاده خواهیم کرد.
- ۷- برای اندازه‌گیری جریان DC استفاده می‌شود مانند بند ۶ پورت ها را متصل می‌کنیم.
- ۸- برای تعیین P و N پیوند ها استفاده می‌شود. پورت ۱۴ و ۱۵ را به پیوند مورد نظر وصل می‌کنیم در صورتی که پایه‌ی ۱۴ را به P و ۱۵ را به N وصل کرده باشیم یک عدد بر روی LCD نمایش داده می‌شود که نشانگر مقدار ولتاژ هدایت است و در صورتی که پایه‌ها را برعکس وصل کرده باشیم عدد ۱ روی LCD نمایش داده می‌شود که نشانگر برعکس وصل بودن پیوند به ولتمتر است. (یعنی پایه مثبت (۱۴) به طرف N پیوند متصل است.)
- ۹- برای اندازه‌گیری مقدار مقاومت استفاده می‌شود از پورت ۱۴ و ۱۵ برای اتصال مقاومت استفاده می‌شود اگر مقدار مقاومت از محدوده‌ی رنج قرار داده شده توسط سلکتور بیشتر باشد عدد

یک بر روی آن نمایش داده می شود که باید برای نمایش صحیح مقدار مقاومت سلکتور را یک واحد افزایش می دهیم.

۱۰- برای تست Logic از آن استفاده می شود. از پایه های ۱۴ و ۱۵ به نود های مورد نظر وصل می کنیم و در صورت یک بودن لاجیکی فلش رو به بالا و در صورت صفر بودن لاجیکی فلش رو به پایین نمایش داده می شود.

۱۱- نمایشگر مربوط به دستگاه می باشد.

۱۲- برای اندازه گیری فرکانس استفاده می شود. از پایه های ۱۴ و ۱۵ به نود های مورد نظر وصل می کنیم.

۱۳- پایه اتصال خازن به مولتی متر برای اندازه گیری آن می باشد.

۱۴- پایه ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷ بر حسب مورد اندازه گیری طبق آنچه شرح داده شده برای اتصال به محل اندازه گیری استفاده می شود.

۱۸- محل اتصال سنسور دما به مولتی متر می باشد.

۱۹- محل اتصال ترانزیستور برای اندازه گیری بتا می باشد. توجه شود که پایه ها بیس، امیتر و کلکتور و PNP و NPN بودن به صورت صحیح اتصال یابد.

۲۰- برای ثابت نگه داشتن مقدار نشان داده شده روی LCD مولتی متر از این دکمه استفاده می شود. در این صورت فشردن این دکمه، وصل بودن یا نبودن مولتی متر و تغییر سلکتور تغییری در صفحه نمایش آن ایجاد نمی کند و عدد نشان داده شده در آن ثابت می ماند.

۲۱- دکمه ی مربوط به روشن و خاموش کردن دستگاه می باشد.

منبع تغذیه DC^۱

منبع تغذیه^۲ ولتاژ متناوب برق شهر را به ولتاژ مستقیم تبدیل می‌کند. منابع تغذیه آزمایشگاهی اغلب از نوع قابل تنظیم می‌باشند به این معنی که برحسب نیاز می‌توان ولتاژ خروجی را تنظیم کرد. شکل (۳-۱) یک منبع تغذیه DC سه کاناله را نشان می‌دهد. این منبع دو ولتاژ DC متغیر صفر تا ۳۰ ولت (۳ آمپر) و یک ولتاژ ثابت ۵ ولت (۳ آمپر) تولید می‌کند.



شکل (۳-۱) منبع تغذیه DC

دو کادر سبز رنگ (کادر بزرگ) کانال یک و دو منبع تغذیه را نشان می‌دهد که متغیر هستند و توسط ولوم‌های Voltage می‌توان مقدار آنها را تغییر داد. ولوم مربوط به Current آنها به عنوان فیوز جریانی بوده و وقتی مقدار بیشتر از حد مجاز تعیین شده توسط کاربر، جریان از آن کشیده شود به طور اتوماتیک آن کانال را قطع می‌کند بنابراین بهتر است این مقدار در حد نیاز تعریف شود.

^۱ -Direct Current

^۲ -Power Supply

نمایشگر سبز رنگ (نمایشگر بالای ولتم ولتاژ) مقدار ولتاژ آن کانال و قرمز رنگ (بالای ولوم مربوط به فیوز جریانی) مقدار جریان کشیده شده از آن کانال را نمایش می‌دهد.

دکمه ی Power کل منبع تغذیه را خاموش و دکمه ی On/OFF خروجی ها کانال ها را به طور موقت غیر فعال می‌کند.

در صورتی که بیش از جریان تعیین شده توسط ولوم جریانی از منبع تغذیه کشیده شود فیوز به طور خودکار آن کانال را قطع کرده و چراغ سبز رنگ مربوط به C.C آن کانال قرمز میشود.

کانال سوم خروجی به صورت ۵ ولت ثابت و با حداکثر جریان دهی ۳ آمپر می باشد. (با کادر خط چین تعریف شده است)

دکمه های مربوط به INDEP، Series و Parallel وضعیت دو کانال را نسبت به هم نشان می‌دهد در صورتی که هر دو غیر فعال باشند دو کانال مستقل از هم می‌باشند.

در صورتی که هر دو فعال باشند دو کانال به صورت موازی عمل خواهد کرد این امر برای گرفتن جریان بیشتر از حد مجاز یک کانال می‌باشد.

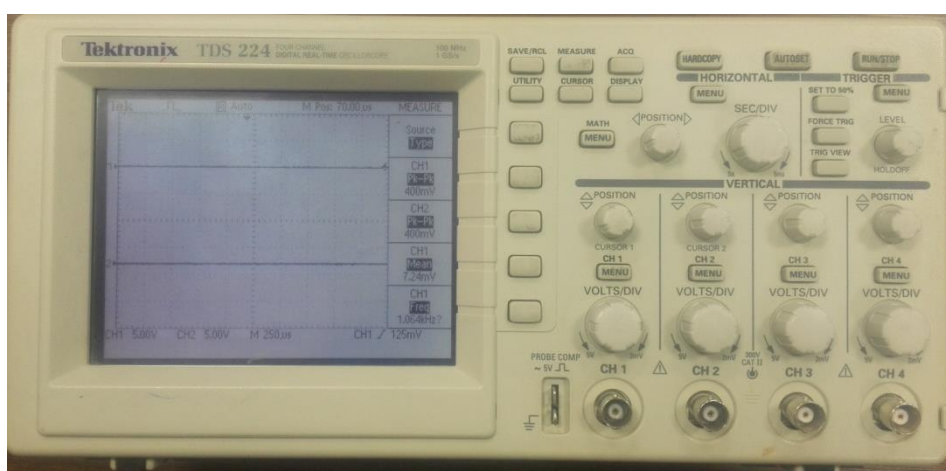
در صورتی که دکمه ی سمت راست فعال و سمت چپ غیر فعال باشد دو کانال با هم سری بوده و می‌توان ولتاژ بیشتر از ۳۰ ولت در خروجی دریافت کرد. (تنظیم ولتاژها با کانال Master انجام خواهد شد)

اسیلوسکوپ^۱

اسیلوسکوپ و یا به اختصار اسکوپ یکی از مهمترین وسایل اندازه‌گیری در آزمایشگاه است. اسکوپ دستگاهی است که برای اندازه‌گیری ولتاژ بکار می‌رود. بر خلاف مولتی متر اسیلوسکوپ سیگنال هل را

^۱- Oscilloscope

به صورت گرافیکی نمایش می‌دهد. به خاطر گرافیکی بودن اسیلوسکوپ از آن می‌توان برای اندازه‌گیری جریان، زمان، فرکانس و اختلاف فاز استفاده نمود. اسیلوسکوپ این قابلیت را دارد که ضمن نمایش همزمان سیگنال‌های متفاوت که به کانال‌های آن وصل شده، کمیت‌های مختلف شکل موج‌ها را اندازه‌گیری نماید. شکل (۴-۱) تصویر یک اسیلوسکوپ چهار کاناله دیجیتال موجود در دانشگاه ارومیه را نمایش می‌دهد.



شکل (۴-۱) اسیلوسکوپ چهار کاناله

پروب^۱

جهت انتقال سیگنال‌های الکتریکی به اسیلوسکوپ، از پروب استفاده می‌شود. شکل (۵-۱) نمونه‌ای از یک پروب را نشان می‌دهد. سیم رابط پروب معمولاً از جنس کواکسیال می‌باشد تا میزان نویز به در حین انتقال سیگنال به اسیلوسکوپ مینیمم باشد. نوک پروب به صورت گیره‌ای فنری (سوسماری) است که می‌توان آن را به یک نقطه از مدار وصل کرد. اگر پوشش پلاستیکی نوک پروب را برداریم، نوک آن به صورت سوزنی می‌شود که می‌توان آن را نیز به نود هایی از مدار وصل کرد. انتهای فلزی سیم رابط که به ورودی اسیلوسکوپ وصل می‌شود BNC نام دارد. BNC دارای یک شیار است که وقتی

^۱- Probe

آن را به کانال های اسیلوسکوپ وصل می‌کنیم باید ۹۰ درجه در جهت عقربه‌های ساعت بچرخانیم تا پروب به صورت صحیح به اسیلوسکوپ متصل می‌شود. به همین ترتیب موقع خارج کردن پروب از اسیلوسکوپ آن را ۹۰ درجه در خلاف جهت می‌چرخانیم سپس از روی اسیلوسکوپ خارج می‌کنیم. روی پروب کلیدی با دو حالت $\times 1$ و $\times 10$ وجود دارد که در حالت $\times 1$ سیگنال بدون تضعیف از طریق پروب به اسیلوسکوپ اعمال می‌شود و مقادیر نشان داده شده مقادیر واقعی سیگنال هستند. در حالت $\times 10$ ، ابتدا سیگنال در داخل پروب ۱۰ برابر تضعیف شده سپس به اسیلوسکوپ اعمال میشود (در دامنه های زیاد برای اینکه بتوان سیگنال را به صورت صحیح روی نمایشگر اسیلوسکوپ مشاهده کرد از این خاصیت استفاده می‌شود). طبیعی است اعداد مشاهده شده در اسیلوسکوپ باید در ده ضرب شوند تا مقادیر واقعی به دست آید.



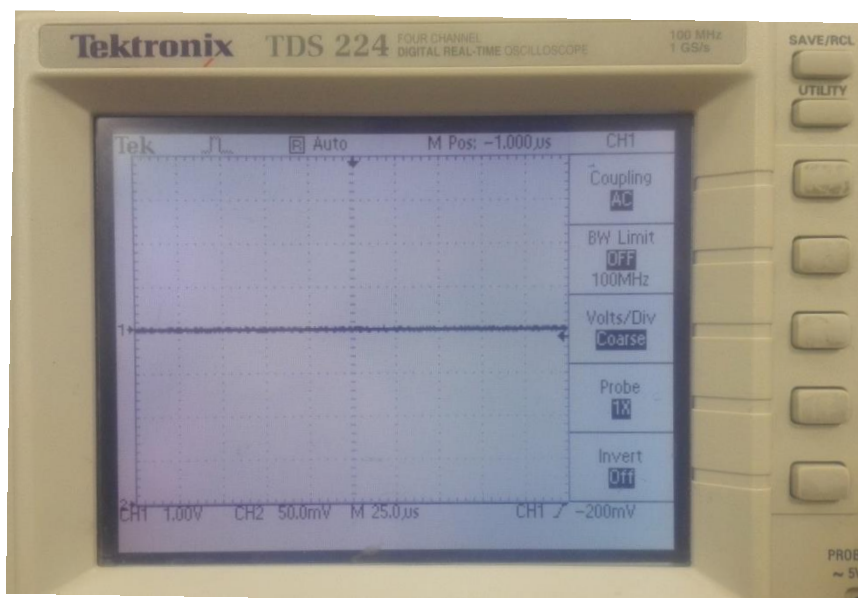
شکل ۱-۵ یک نمونه پروب

صفحه نمایش

صفحه نمایش اسیلوسکوپ‌ها در راستای افقی به ۱۰ قسمت (محور زمانی) و در راستای عمودی به ۸ قسمت (ولتاژی) تقسیم می‌شود. برای دقت بیشتر در اندازه‌گیری، در راستای افقی و عمودی نیز هر بازه به ۵ قسمت ریزتر تقسیم شده است.

کلیدهای اسیلوسکوپ

با فشردن هر کانال مشخصات آن کانال در سمت راست صفحه‌ی نمایش نشان داده خواهد شد.



شکل (۱-۶) کارکرد دکمه‌های مربوط به هر کانال

همانطور که مشاهده می‌شود مشخصه‌ی اول مربوط به کوپلینگ است که می‌تواند DC (شامل سیگنال کامل AC و DC)، AC (بعد از حذف مقدار متوسط سیگنال آن را نمایش می‌دهد) و GND که فقط محور مربوط به کانال را نمایش می‌دهد می‌باشد.

دکمه‌ی دوم مربوط به پهنای باند است که می‌توان با فعال کردن آن پهنای باند سیگنال را محدود کرد.

دکمه ی Volt/Div مربوط به تعیین مقدار ولتاژ مربوط به هر خانه می باشد که توسط ولوم Volt/Div زیر هر کانال تعیین می شود. بر حسب سیگنال مورد نظر می توان آن را کم یا زیاد کرد (در واقع زوم ولتاژی توسط این ولوم انجام می گیرد).

از منوی بغل LCD این دکمه دو حالت دارد: Coarse و Fine که در حالت Coarse با استپ های زیاد ولوم Volt/Div مقدار ولتاژ هر خانه ی عمودی را تغییر می دهد ولی در حالت Fine با استپ های ریز می توان آن را تنظیم کرد.



شکل (۷-۱) کار انواع دکمه های مربوط به اسیلوسکوپ

دکمه ی بعدی مربوط به دکمه ی Probe می باشد که با تغییر آن می توان مقادیر نشان داده شده را ۱۰، ۱۰۰ و حتی ۱۰۰۰ برابر افزایش داد.

دکمه ی اینورت مقدار نشان داده شده برای هر کانال را نسبت به GND آن معکوس می کند.

دکمه ی position در روی هر کانال باعث جابه جایی آن کانال به بالا و پایین می شود.

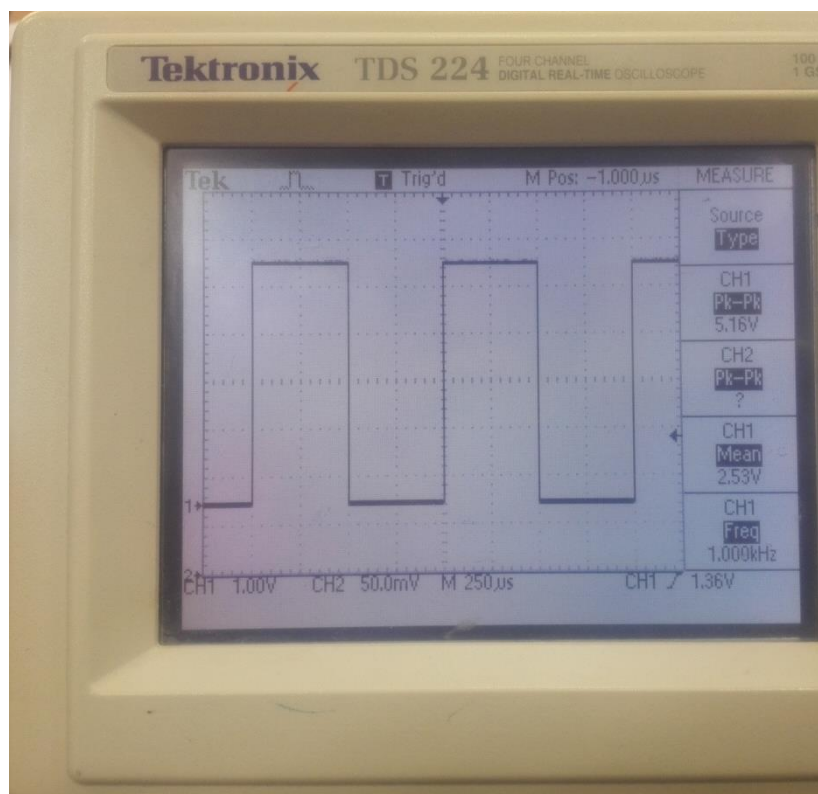
دکمه ی SEC/DIV مقدار زمانی هر کانال در محور افقی می باشد. می توان با تغییر آن سیگنال نمایش داده شده را در محور افقی جمع یا باز کرد. (به صورت افقی زوم یا از حالت زوم در آورد)

دکمه ی Position افقی (کنار دکمه ی SEC/Div) سیگنال‌ها را به صورت افقی در صفحه ی نمایش به راست یا چپ جابه جا می کند. طبیعی است که برای همه ی کانال‌ها یک ولوم داشته باشیم.

دکمه‌های کنترل

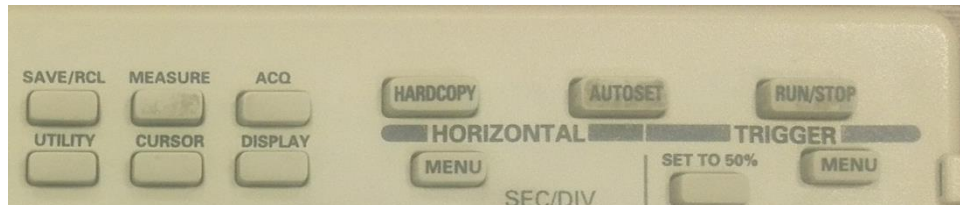
مهمترین کلیدهای این کنترلی MEASURE و AUTOSET می‌باشند.

توسط کلید MEASURE، منوی اندازه‌گیری خودکار ظاهر می‌شود وقتی که دکمه ی اول روی Source قرار بگیرد می‌توان کانال‌های مختلف را برای مشاهده ویژگی‌های مختلف آن سیگنال تنظیم کرد. سپس با قرار دادن آن روی Type، مشخصات مختلف از جمله پیک تا پیک، RMS و ... را اندازه‌گیری کرد.



شکل (۱-۸) کارکرد دکمه ی Measure

دکمه ی AUTOSET بصورت خودکار مقیاس عمودی، مقیاس افقی و تریگر دستگاه را جهت نمایش شکل موج روی صفحه نمایش تنظیم می کند.



شکل ۹-۱ دکمه‌های کنترل

پایانه‌های ورودی

سیگنال ورودی را توسط پروب به جک‌های ورودی که در شکل (۱۰-۱) نشان داده شده، وصل می کنیم.

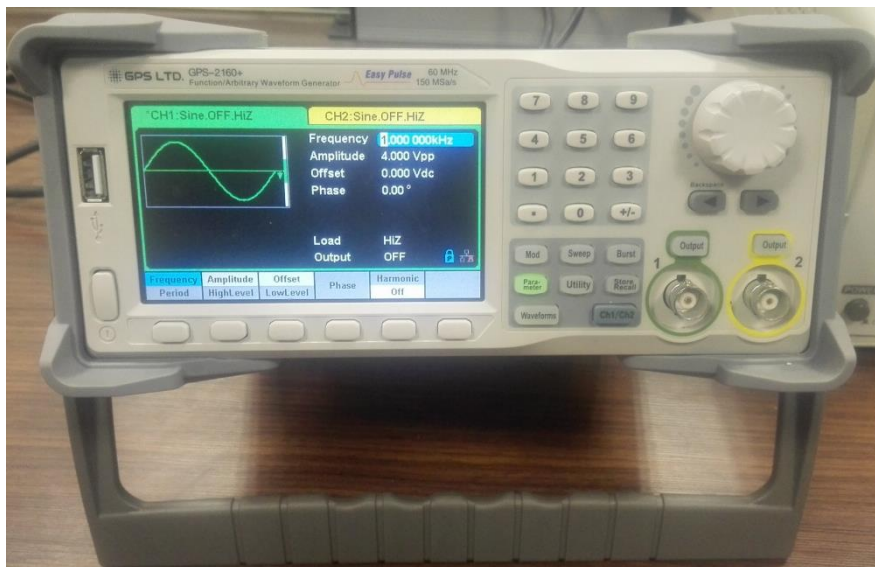


شکل ۱۰-۱ پایانه‌های ورودی

سیگنال ژنراتور^۱

دستگاهی است که انواع سیگنال‌های مربعی، مثلثی و سینوسی را با فرکانس و دامنه‌های دلخواه ایجاد می کند. شکل (۱۱-۱) یک نمونه فانکشن ژنراتور موجود در دانشگاه ارومیه را نمایش می دهد.

^۱ - Signal Generator



شکل ۱-۱ یک نمونه فانکشن ژنراتور

این سیگنال ژنراتور دارای دو خروجی بوده و می‌توان از دو خروجی آن سیگنال‌های مورد نظر را گرفت. برای این منظور ابتدا کانال مورد نظر را روشن کرده سپس با انتخاب دکمه ی WaveForm سیگنال مورد نظر را انتخاب می‌کنیم. در نهایت با فشردن دکمه‌های زیر نمایشگر، پارامتر مورد نظر که می‌خواهیم تنظیم کنیم را انتخاب می‌کنیم و عدد مورد نظر را با دکمه ی اعداد یا با استفاده از ولوم وارد می‌کنیم.

۱-۲- قطعات الکترونیک

قطعات بکار رفته در آزمایشگاه الکترونیک را می‌توان به پنج گروه تقسیم نمود: مقاوتها^۱، خازنها^۲، سلف‌ها^۳، دیودها^۴ و ترانزیستورها^۵.

-
- 1-Resistors
 - 2-Capacitor
 - ۳-Inductors
 - ۴- Diode
 - ۵- Transistors

مقاومت

مقدار اهمی

مهم‌ترین مشخصه یک مقاومت مقدار آن است که برحسب اهم (Ω)، کیلو اهم ($K\Omega$) و یا مگا اهم ($M\Omega$) بیان می‌شود.

تشخیص مقدار مقاومت بوسیله نوارهای رنگی

در مقاومت‌های توان پایین که دارای ابعاد کوچک هستند مقدار مقاومت و تولرانس را بوسیله نوار رنگی مشخص می‌کنند. معمول‌ترین آنها روش چهار نوازی است که برای مقاومت‌های با تولرانس ۲٪ به بالا استفاده می‌شود. در این روش از دو رنگ اول برای عدد، رنگ سوم برای ضریب و رنگ چهارم برای تولرانس استفاده می‌شود. برای مقاومت‌های دقیق و خیلی دقیق معمولا از روش پنج نوازی استفاده می‌شود. در این روش سه نوار اول عدد مقاومت، رنگ چهارم برای ضریب و رنگ پنجم برای تولرانس استفاده می‌شود. در شکل زیر مقادیر رنگها مشخص شده است. منظور از None بدون رنگ است.

جدول ۱-۱ نوارهای رنگی روی مقاومت

Colour	Colour	Digit	Multiplier	Tolerance
سیاه	Black	0	1	
قهوه‌ای	Brown	1	10	± 1%
قرمز	Red	2	100	± 2%
نارنجی	Orange	3	1,000	
زرد	Yellow	4	10,000	
سبز	Green	5	100,000	± 0.5%
آبی	Blue	6	1,000,000	± 0.25%
بنفش	Violet	7	10,000,000	± 0.1%
خاکستری	Grey	8		± 0.05%
سفید	White	9		
طلایی	Gold		0.1	± 5%
نقره‌ای	Silver		0.01	± 10%
None	None			± 20%

توان مجاز مقاومت

منظور از توان مجاز مقاومت بیشترین توانی است که یک مقاومت به طور دائم می‌تواند تحمل کند. در شکل (۱-۱۲) چند مقاومت با توان‌های متفاوت نشان داده شده است.



شکل ۱-۲ اندازه مقاومتها بر حسب توان مصرفی آنها

خازن

خازنهای ثابت دارای ظرفیت معینی هستند که در وضعیت معمولی مقدار ظرفیت آنها تغییر پیدا نمی‌کند. خازنهای ثابت را بر اساس جنس عایق به کار رفته در آنها تقسیم بندی می‌کنند. در جدول (۱-۲) انواع خازن ثابت و محدوده ظرفیت آن‌ها بیان شده است. وجه تمایز اصلی خازنهای الکترولیتی و غیر الکترولیتی (سرامیکی، میکایی و ورقه‌ای) در این است که خازنهای الکترولیتی دارای پلارینه (جهت) می‌باشند به این معنی که تنها در یک جهت می‌توان آنها را شارژ یا دشارژ نمود. روی بدنه خازن پایه ی منفی آن تعیین شده است. (در خازن های نو پایه ی مثبت بزرگتر از منفی است) مقدار واقعی ظرفیت و ولتاژ قابل تحمل آنها نیز روی بدنه مشخص می‌شود. چنانچه خازن بصورت معکوس در مدار قرار گیرد لایه اکسید آلومینیوم از بین رفته و خازن تبدیل به یک هادی می‌شود و پس از آن محلول الکترولیت تجزیه شده و در اثر گاز ایجاد شده خازن منفجر می‌شود (در صورتیکه ولتاژ معکوس از یک دهم ولتاژ مجاز خازن بیشتر نباشد مسئله خاصی ایجاد نمی‌شود). ولتاژ مجاز (حداکثر ولتاژی که می‌توان



در جهت صحیح پلاریته به آن اعمال نمود) خازنهای الکتrolیتی بر روی آن نوشته می‌شود. خازنهای
سرامیکی عدسی دارای پلاریته نبوده و معمولا دارای ولتاژ مجاز ۵۰ ولت هستند.

تشخیص مقدار ظرفیت خازن از روی اعداد نوشته شده بر روی آن

- ✓ ظرفیت و واحد بر روی خازن قید می‌شود.
- ✓ اگر واحد بر روی خازن قید نشود:
- ✓ عدد مزبور از یک کوچکتر باشد ظرفیت بر حسب میکروفاراد است.
- ✓ عدد مزبور بزرگتر از یک باشد ظرفیت بر حسب پیکوفاراد است.
- ✓ اغلب در مورد خازنهای سرامیکی عدسی ۱۰۰ پیکوفاراد به بالا معمولا به صورت یک عدد سه رقمی مشخص می‌شود که دو رقم اول عدد و رقم سوم ضریب (تعداد صفر) را بر حسب پیکوفاراد مشخص می‌کند.

جدول ۱-۲ انواع خازن ثابت و محدوده ظرفیت آنها

نوع خازن	محدوده ظرفیت آن	مزیت اصلی آن	نمونه
خازن سرامیکی	۵ پیکوفاراد تا ۱۰۰ نانوفاراد	کوچکی اندازه و قیمت پایین	
خازن میکا و شیشه	حداکثر تا ۵ نانوفاراد	ثبات ظرفیت و پایین بودن ضریب حرارتی	
خازن ورقه‌ای	حدود یک نانو تا یک میکروفاراد	پایین بودن تلفات و میزان نشت	

	ظرفیت بالا	حدود یک تا ۶۸۰۰ میکروفاراد	خازن الکتrolیتی آلومینیومی
	ابعاد کمتر، جریان نشت کمتر و خاصیت خودالقایی کمتر	حداکثر ۳۳۰ میکروفاراد	خازن الکتrolیتی تانتالیم

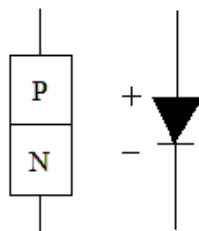
مقدار تغییرات خازن معمولاً توسط یک حرف مشخص می‌شود که معنی آن در جدول زیر مشخص شده است.

جدول ۱-۳) تolerانس خازن

حروف	F	G	J	K	M	Z	P
درصد خطا	±1%	±2%	±5%	±10%	±20%	+%80, -%20	+%100, -%0

۱-۲-۱- دیود^۱

در اتصال p-n سمت p را آند و سمت n را کاتد می‌نامند. شکل (۱-۱۳) نماد مدار یک دیود معمولی را نشان می‌دهد.



^۱Diode

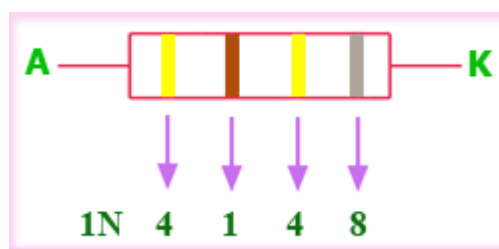
شکل ۱-۳ نماد مدار دیود

برای نامگذاری دیودها سه روش وجود دارد:

روش آمریکایی

در این روش نام دیود با 1N شروع می‌شود و پس از آن شماره دیود نوشته می‌شود (بطور مثال

1N4007 که در آزمایشگاه دانشگاه ارومیه موجود می‌باشد).



شکل ۱-۱۴) نامگذاری دیود با روش آمریکایی

روش ژاپنی

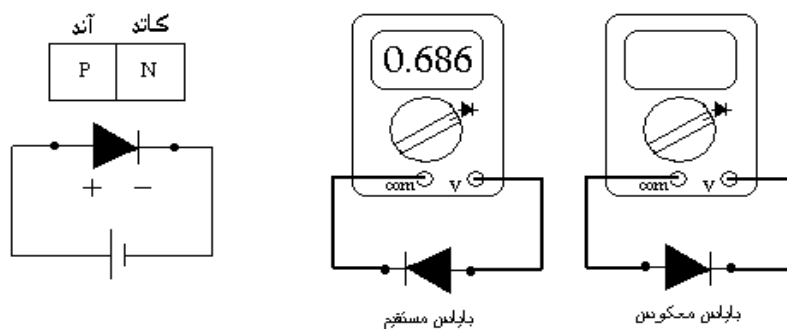
در این روش نامگذاری، از عدد 1 و حرف S که به دنبال آن می‌آید استفاده می‌شود، در ادامه شماره دیود بیان می‌شود. در این روش، جنس و نوع دیود از نظر اینکه دیود معمولی یا زنر و یا وراکتور است مشخص نمی‌باشد. به عنوان مثال دیود 1S3010A، دیود زنراست (در موارد زیادی برای دیودهای زنر حرف A را در انتهای شماره‌ها می‌آورند) و دیود 1S310 دیود وراکتور می‌باشد.

روش اروپایی

در روش اروپایی، تا سال ۱۹۶۰ تمامی دیودها را با حروف OA و با یک شماره پشت سر آن مشخص می‌کردند اما پس از آن، این روش نامگذاری تغییر کرد. دیودهایی که بیشتر در مدارات رادیو و تلویزیون به کار می‌روند، با دو حرف و سه شماره مشخص می‌شوند و دیودهایی که کاربرد آنها در مدارات مخصوص می‌باشد با سه حرف و دو شماره نامگذاری می‌شد.

تشخیص پایه‌ها و سالم بودن دیود (یا هر اتصال P-N دیگر) با استفاده از مولتی‌متر

با توجه به اینکه دیود یک اتصال p-n است، اگر دیود بصورت مستقیم بایاس شود مقاومت کمی از خود نشان می‌دهد و در حالت بایاس معکوس مقاومت خیلی زیادی از خود نشان می‌دهد. برای شناسایی سرهای دیود، توسط مولتی‌متر دیجیتال لازم است دو سر دیود را به سرهای COM و V مولتی‌متر وصل کنیم و مولتی‌متر را در قسمت تست دیود که با علامت دیود روی مولتی‌متر مشخص شده است قرار می‌دهیم. اگر ولتاژ آستانه قابل مشاهده باشد نتیجه می‌گیریم که دیود در بایاس مستقیم بوده و آند به ولتاژ مثبت (یعنی پایه ی V مولتی‌متر) و کاتد به ولتاژ منفی (یعنی پایه ی COM) وصل شده است. در غیر این صورت لازم است جهت دیود را معکوس کنیم. بعد از تعویض پایه‌ها اگر دوباره مولتی‌متر مقداری نشان نداد، دیود خراب است.



شکل ۱-۴۵ تشخیص پایه‌های دیود و عیب‌یابی

ترانزیستور^۱

ترانزیستورها مانند دیودها به سه روش نامگذاری می‌شوند: روش ژاپنی، روش اروپایی، روش آمریکایی.

^۱Transistor

روش ژاپنی

در این روش، نام ترانزیستور با عدد ۲ شروع شده و به دنبال آن حرف S را می‌آورند. بعد از 2S، یکی از چهار حرف زیر قرار داده می‌شود که هر یک مفاهیمی خاص خود به شرح زیر را دارند:

حرف A نشان دهنده ترانزیستور از نوع PNP بوده و در فرکانس‌های بالا، نیز می‌تواند کار کند.

حرف B نشان دهنده ترانزیستور از نوع PNP بوده و در فرکانس‌های کم می‌تواند کار کند.

حرف C نشان دهنده ترانزیستور از نوع NPN بوده و در فرکانس‌های بالا، نیز می‌تواند کار کند.

حرف D نشان دهنده ترانزیستور از نوع NPN بوده و در فرکانس‌های کم می‌تواند کار کند.

بعد از این حروف تعداد ۲ یا ۳ یا ۴ رقم عدد قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که بر روی اکثر ترانزیستورها، حرف 2S را قید نمی‌نمایند.

روش اروپایی

از سال ۱۹۶۰ به بعد، سیستم نامگذاری ترانزیستورها تغییر کرد. بدین نحو که، ترانزیستورهای به کار رفته در رادیو و تلویزیون و یا در وسایل الکترونیکی عمومی بیشتر با دو حرف و سه شماره، و ترانزیستورهای خاص، با سه حرف و دو شماره مشخص می‌شوند. در ادامه روش نامگذاری با دو حرف و سه شماره گفته خواهد شد. حرف اول در این روش، نشان دهنده جنس نیمه هادی است که اگر از ژرمانیوم باشد با حرف A و اگر سیلیسیم باشد با حرف B مشخص می‌شود. حروف دوم یکی از حروف زیر است:

حرف C نشان دهنده ترانزیستور کم قدرت – فرکانس کار کم

حرف D نشان دهنده ترانزیستور قدرت – فرکانس کار کم

حرف F نشان دهنده ترانزیستور کم قدرت – فرکانس کار زیاد

حرف L نشان دهنده ترانزیستور قدرت – فرکانس کار زیاد

حرف S نشان دهنده ترانزیستور کم قدرت به عنوان سوئیچ به کار می‌رود.

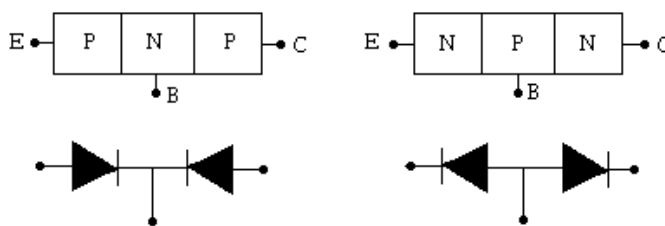
حرف U نشان دهنده ترانزیستور قدرت به عنوان سویچ به کار می‌رود.
سه شماره بعد، نشان دهنده سری ترانزیستور می‌باشد.

۱-۲-۱-۱-۱ - روش آمریکایی

در این روش نامگذاری، ترانزیستور و المان‌های سه قطبی را با حرف و عدد 2N مشخص می‌کنند و تعدادی رقم به عنوان شماره سری به دنبال آن می‌آورند. حرف N و عدد 2 فقط المان‌های سه قطبی را از المان‌های دو قطبی (مانند دیود) مشخص می‌سازد.

۱-۲-۱-۲-۱ - تشخیص پایه‌ها و سالم بودن ترانزیستور

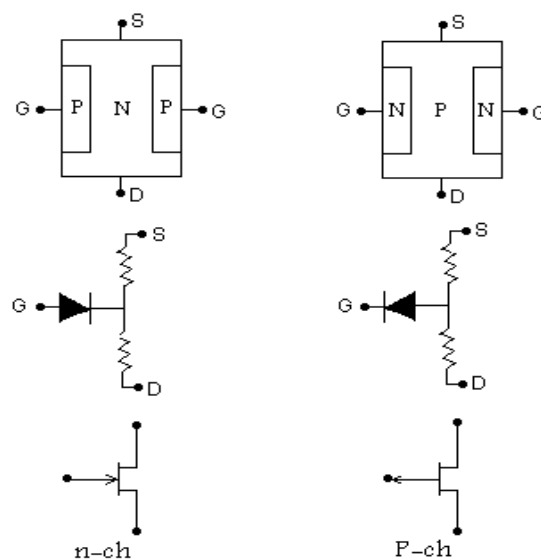
ترانزیستور از دو اتصال p-n تشکیل شده است که در شکل (۱-۱۶) اتصال ترانزیستورهای BJT و در شکل (۱-۱۷) اتصال ترانزیستورهای FET نشان داده شده است، بنابراین تست آن مشابه دیود است.



شکل ۱-۵ ترانزیستورهای BJT

برای تست ترانزیستورهای BJT، مولتی‌متر را روی قسمت دیود گذاشته از سرهای com و V مولتی‌متر استفاده می‌کنیم، باید پایه‌های ترانزیستور را دوتا دوتا تست کنیم، پایه‌ای که با هر دو پایه دیگر مقدار داشت بیس می‌باشد. از دوپایه دیگر هر کدام ولتاژش نسبت به بیس بیشتر بود امیتر و دیگری کلکتور می‌باشد. برای تشخیص نوع ترانزیستور دو حالت وجود دارد: الف) اگر بیس به سر V مولتی‌متر وصل شود و سر Com را به دو پایه دیگر ترانزیستور وصل کنیم، در صورت نمایش ولتاژ توسط مولتی‌متر

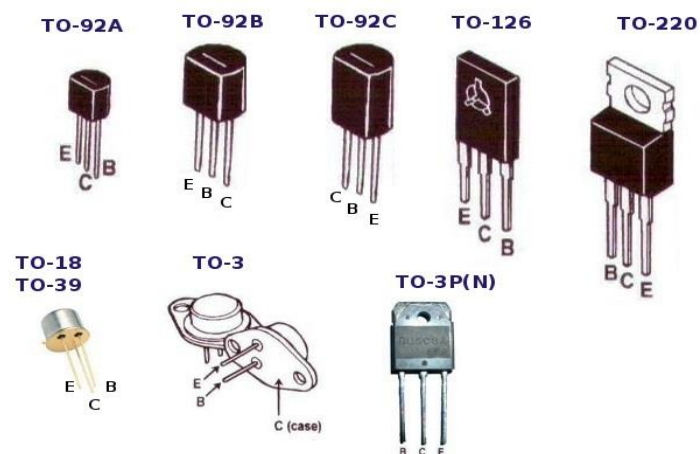
ترانزیستور نوع npn است. ب) اگر بیس به سر Com مولتی‌متر وصل شود و سر V را به دو پایه دیگر ترانزیستور وصل کنیم، در صورت نمایش ولتاژ توسط مولتی‌متر ترانزیستور نوع pnp است. برای تست ترانزیستورهای FET نیز همانند ترانزیستورهای BJT عمل می‌کنیم. پایه‌ها را دوتا دوتا تست می‌کنیم، پایه‌ای که با دو پایه دیگر مقدار داشت گیت می‌باشد. اما در اینجا بین درین و سورس تفاوتی نیست و مهم تشخیص گیت است. برای تشخیص نوع ترانزیستور اگر اگر گیت به سر V مولتی‌متر وصل بود و با دو پایه دیگر مقدار نشان داد n-ch است. در غیر اینصورت اگر بیس به سر Com مولتی‌متر وصل بود و با دو پایه دیگر مقدار نشان داد p-ch است.



شکل ۱-۱۷ ترانزیستورهای FET

انواع پکیج‌های ترانزیستور

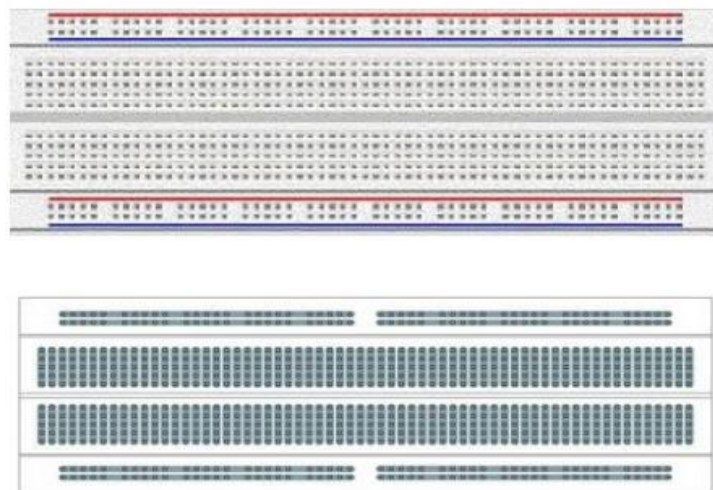
شکل (۱-۱۸) و (۱-۱۹) انواع پکیج‌های ترانزیستور را نمایش می‌دهند:



شکل ۱-۱۹) برخی از پکیج‌های ترانزیستور

۱-۲-۲- برد برد^۱

برد برد نوعی برد الکترونیکی است که به وسیله‌ی آن می‌توان قطعات الکترونیکی را به یکدیگر متصل کرد. در شکل (۱-۲۰) یک نمای کلی از دو نوع برد برد آورده شده است.



شکل ۱-۲۰) نمای کلی از برد برد

نحوه ی اتصال سوراخ‌های برد برد به یکدیگر در شکل زیر ترسیم شده است.



شکل ۱-۲۱) ساختار کلی از برد برد

برد به صورت افقی از وسط جداست. سوراخ‌های وسط به صورت عمودی پنج تایی به هم وصل هستند.

دو ردیف بالا و پایین نیز که به صورت افقی به هم وصل هستند معمولا به خاطر تعداد زیاد آنها برای VCC و GND (برای تغذیه‌ی مثبت و منفی برد) استفاده می‌شوند.

برای استفاده از آی‌سی‌ها، باید آنها را در قسمت وسط طوری قرار دهیم که پایه‌های آن در دو طرف با یکدیگر اتصال کوتاه نشوند.

آزمایش ۲: دیود

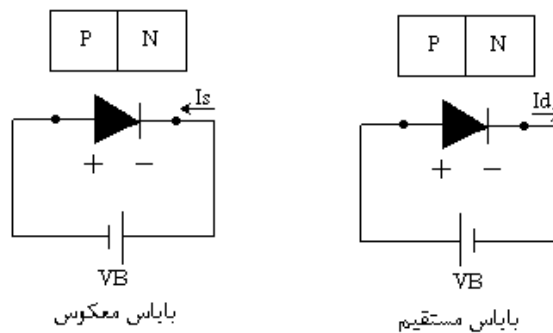
مقدمه

دیود یک قطعه الکترونیکی است که اجازه عبور جریان را فقط در یک جهت می‌دهد. دیود در یک جهت (بایاس مستقیم: آند به ولتاژ بزرگتر از کاتد وصل شود) مقاومت بسیار کمی در مقابل عبور جریان نشان می‌دهد، اما در جهت عکس (بایاس معکوس: آند به ولتاژ کمتر از کاتد وصل شود) مقاومت بالایی دارد.

تئوری آزمایش

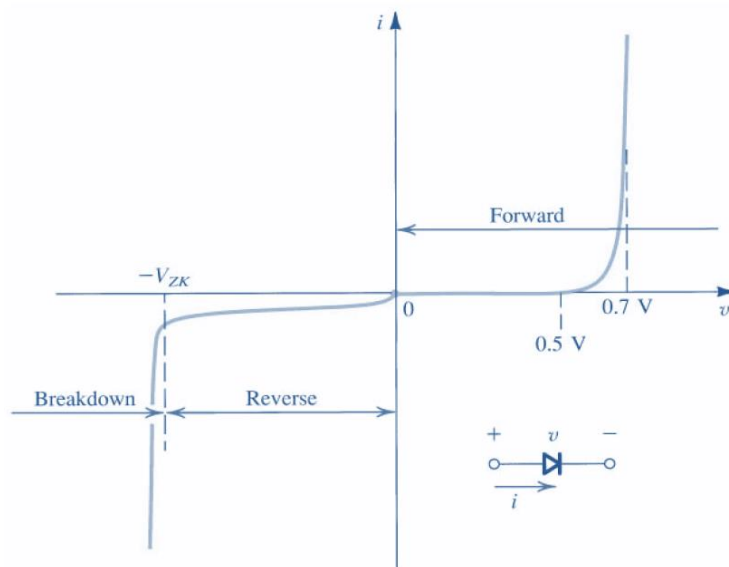
مشخصه ولتاژ-جریان دیود

برحسب اینکه منبع تغذیه به چه صورت به دیود وصل شود دو نوع بایاس داریم. بایاس مستقیم و بایاس معکوس.



شکل ۱-۲) دیود در بایاس مستقیم و معکوس

طبق نمودار جریان-ولتاژی دیود، رفتار دیود را می‌توان مورد بررسی قرار داد.



شکل ۲-۲) منحنی مشخصه دیود

رابطه بین جریان و ولتاژ دوسر دیود را معادله مشخصه دیود می‌گویند و عبارت است از:

$$I_d = I_s (e^{\frac{v}{nV_T}} - 1)$$

I_s جریان اشباع معکوس دیود است که در دیودهای سیلیکنی در حد نانوآمپر و در دیودهای ژرمانیمی

در حد میکروآمپر می‌باشد. $V_T = \frac{KT}{q}$ ولتاژ حرارتی است و در دمای معمولی 25.8mV می‌باشد.

K ثابت بولتزمن و q مقدار بار الکتریکی یک الکترون می‌باشد.

$$K = 1.38 * 10^{-23}$$

$$q = 1.6 * 10^{-19}$$

ولتاژ آستانه برای دیودهای سیلیکنی حدود 0.6V و برای دیودهای ژرمانیمی در حد 0.2V است.

ولتاژ شکست معکوس دیود

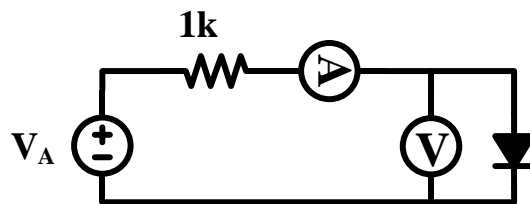
چنانچه ولتاژ معکوس دیود روی دیود را به حدی افزایش دهیم که جریان دیود بطور ناگهانی شروع به

افزایش نماید، پدیده‌ی شکست رخ داده است. ولتاژی که در آن این پدیده شروع می‌شود ولتاژ شکست

معکوس دیود نامیده می‌شود.

شبه سازی

۱- به کمک نرم افزار PSpice مدار شکل زیر را ببندید. دیود را D1N4007، مقاومت را 1K، میزان ولتاژ منبع DC را روی مقادیر جدول ارائه شده قرار داده و جدول را کامل کنید.



شکل ۲-۳) بایاس مستقیم دیود-شبه سازی

۲- با استفاده از ولتاژ و جریان دیود، I_s را محاسبه نمایید. مقدار r_d (مقاومت دینامیکی) و R_{dc}

(مقاومت استاتیکی) را محاسبه و در جدول کامل نمایید؟

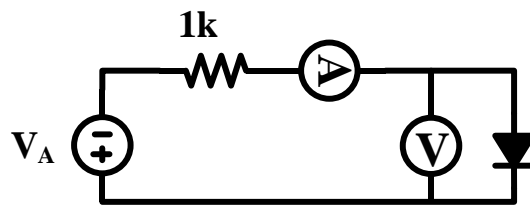
جدول ۱-۲ نتایج پیش گزارش

$V_A(V)$	0.5	0.75	1	3	5	7	10
$V_D(mV)$							
$I_D(mA)$							
I_s							
R_{dc}							
r_d							

۳- به کمک نرم افزار PSpice مدار شکل زیر را که دیود به صورت بایاس معکوس است را ببندید.

دیود را D1N4007، مقاومت را 1K، میزان ولتاژ منبع DC را روی مقادیر جدول تنظیم کرده

و جدول را کامل کنید.



شکل ۲-۴) بایاس معکوس دیود-شبه سازی

جدول ۲-۲ نتایج پیش گزارش

$V_A(V)$	1	10	50	80	90
$V_D(mV)$					
$I_D(mA)$					
I_s					
R_{dc}					
r_d					

۱- با استفاده از ولتاژ و جریان دیود، I_s را محاسبه نمایید. مقدار r_d را محاسبه و در جدول کامل

نمایید؟

۲- با ذکر دلیل بگویید مقاومت دیده شده توسط اهم‌متر در بایاس مستقیم و معکوس، مقاومت

استاتیکی دیود است یا دینامیکی؟

مراحل آزمایش

۱- با استفاده از یک مولتی‌متر موارد خواسته شده در جدول زیر را به دست آورید؟

جدول ۳-۲

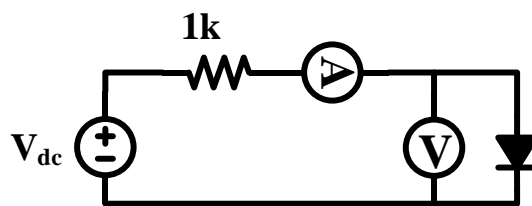
دیود	ولتاژ آستانه	جنس دیود	سالم بودن	تشخیص پایه ها
1N4007			-	-

زیر 5.6V			-	-
یک مدل دیود ژرمانیم			-	-

۲- مدار شکل (۴-۲) را بسته با تغییر ولتاژ منبع تغذیه DC، جریان دیود را روی مقادیرهای نوشته شده

در جدول تنظیم کنید، سپس ولتاژ دیودها را در جدول (۴-۲) یادداشت نمایید.

توجه: مقدار ولتاژ منبع تغذیه DC را روی کمترین مقدار قرار دهید سپس به مدار وصل کنید.



شکل ۴-۲ دیود در بایاس مستقیم-آزمایش

جدول ۴-۲

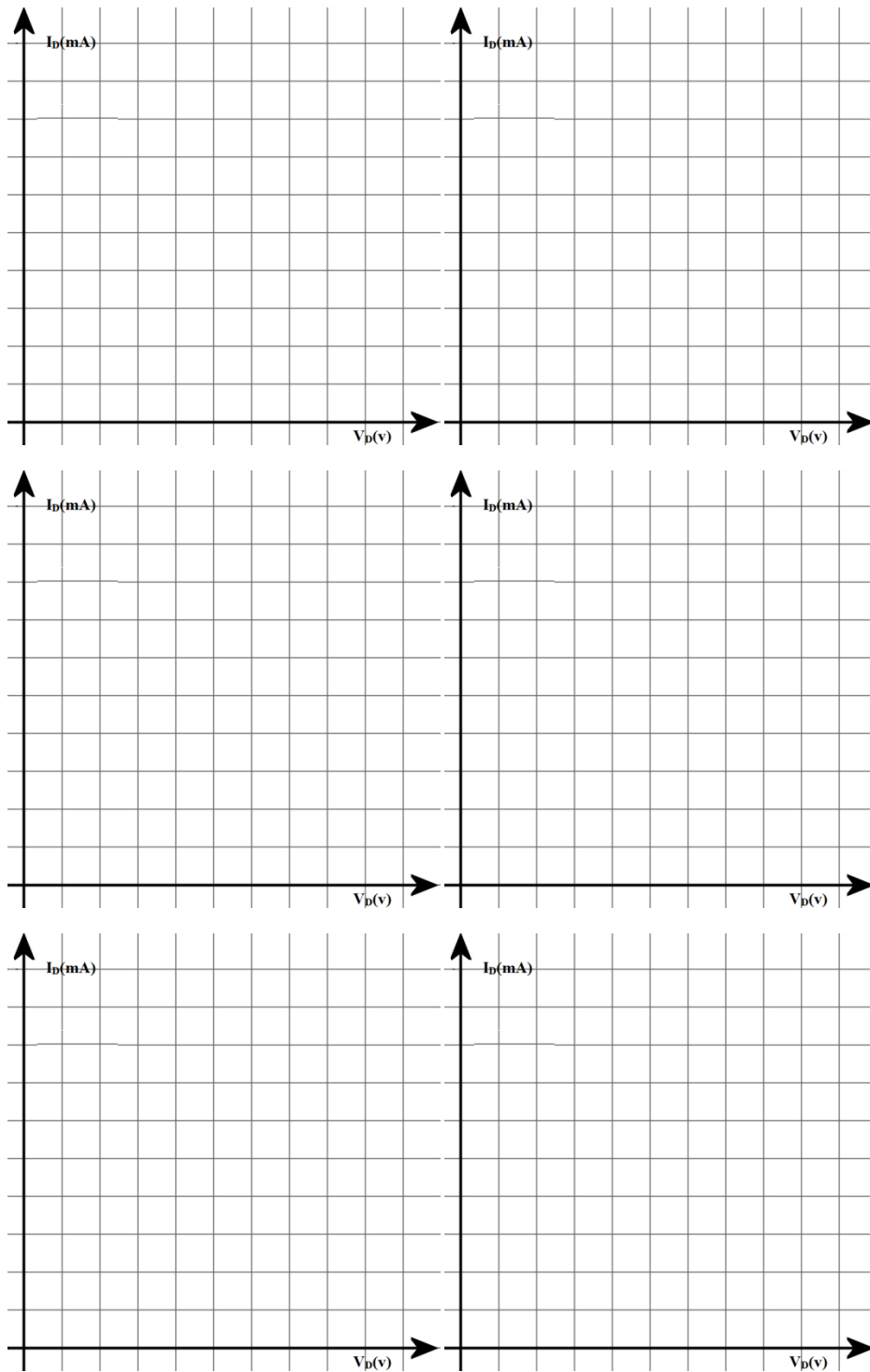
I_D (mA)		۰/۵	۱	۲	۴	۶	۸
V_D	1N4007						
	دیود زیر 5.6V						
	دیود ژرمانیم						

دیود مورد نظر را با یک دیود نورانی تعویض کرده و جدول زیر را کامل کنید؟

جدول ۵-۲ بایاس مستقیم LED

I_D (mA)		0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.5
V_D	LED قرمز رنگ						
V_D	LED سبز رنگ						
V_D	LED آبی رنگ						

۳- با توجه به جدول، منحنی مشخصه دیودها را رسم کنید.

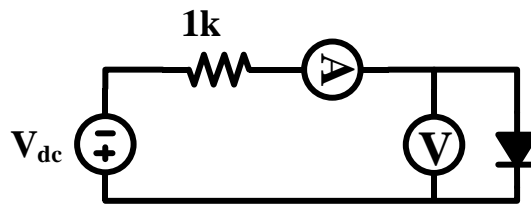


۴- ولتاژ آستانه را برای هر دیود، به ازای جریان ۱ میلی آمپر در جدول قبل مشخص کنید.

۵- برای رنگ‌های دیگر LED ولتاژ آستانه را به ازای جریان ۱ میلی‌آمپر مشخص نمایید. آیا رنگ‌های مختلف ولتاژ آستانه یکسان دارند؟

منحنی مشخصه دیود در حالت بایاس معکوس

۶- در مدار شکل زیر دیود در بایاس معکوس می باشد مدار را بسته، سپس جدول را کامل نمایید.



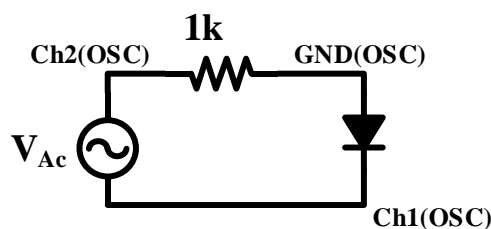
شکل ۲-۵ دیود در بایاس معکوس - آزمایش

جدول ۲-۶ بایاس معکوس دیود

V_D		0.2	0.5	1	2	4	6
$I_D (\mu A)$	1N4001-7						
	دیود ژرمانیم						

۷- منحنی مشخصه دیود در اسیلوسکوپ

در این قسمت از آزمایش قصد داریم منحنی جریان - ولتاژ دیود را روی اسیلوسکوپ رسم نماییم. مدار زیر را بسته و تنظیمات مربوط به سیگنال ژنراتور و اسیلوسکوپ را طبق آزمایش تنظیم نمایید.



شکل ۲-۶ رسم منحنی مشخصه دیود روی اسیلوسکوپ

سیگنال ژنراتور را یک سینوسی با دامنه ی ۵ ولتی با فرکانس ۱۰۰ هرتز تنظیم کنید هدف از این کار سویپ ولتاژ روی دیود است.

کانال یک اسیلوسکوپ را طبق پلاریته ی نشان داده شده به دو سر دیود وصل کنید در این حالت این کانال بیانگر ولتاژ دو سر دیود با پلاریته ی منفی است برای اصلاح پلاریته ی آن از منوی مربوط به کانال یک آن را اینورت کنید.

کانال دو مربوط به اسیلوسکوپ را طبق پلاریته ی نشان داده شده به دو سر مقاومت وصل کنید در این حالت چون اندازه ی مقاومت برابر یک کیلو اهم است رابطه ی مستقیم با ضریب یک بین ولتاژ و جریان آن وجود دارد و از آنجا که دیود و مقاومت سری هستند کانال دوم نشانگر مقدار جریان دیود خواهد بود. در این حالت اگر از منوی Display حالت نملیش را از Y-T روی X-Y قرار دهیم محور افقی کانال یک و محور عمودی کانال دوم خواهد بود و از انجایی که کانال یک نشانگر ولتاژ دو سر دیود و کانال دوم نشانگر جریان دیود است منحنی رسم شده منحنی جریان-ولتاژی دیود خواهد بود.

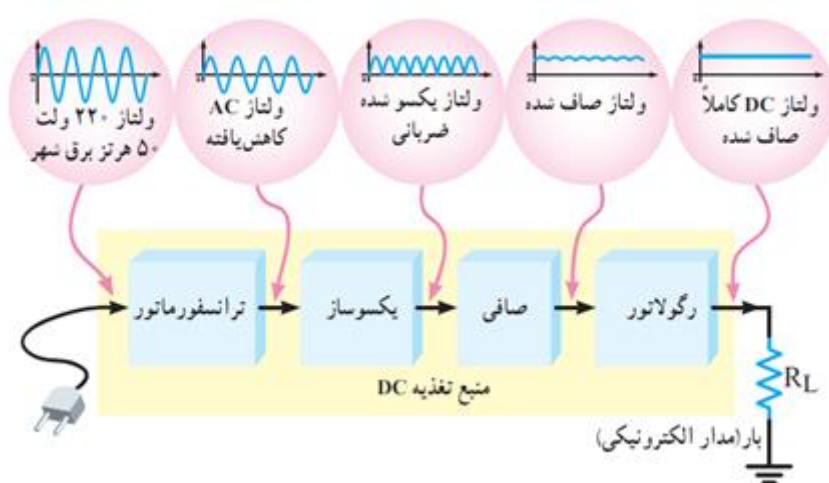
سوالات

- ۱- آیا نتایج تئوری، شبیه سازی و نتایج به دست آمده در آزمایشگاه با هم یکی است؟ در صورت وجود اختلاف دلیل آن را شرح دهید.

آزمایش ۳: یکسوسازها

مقدمه

در اکثر مدارها و دستگاه‌های الکترونیکی، برای تامین انرژی و توان مصرفی سیستم، نیاز به منابع تغذیه مستقیم می‌باشد. منابع تغذیه مستقیم، برق شهر را به ولتاژ DC تبدیل می‌کنند. شکل زیر بلوک دیاگرام کلی یک منبع تغذیه مستقیم را نشان می‌دهد. یکسوسازها یکی از اجزای اصلی منابع تغذیه مستقیم هستند.



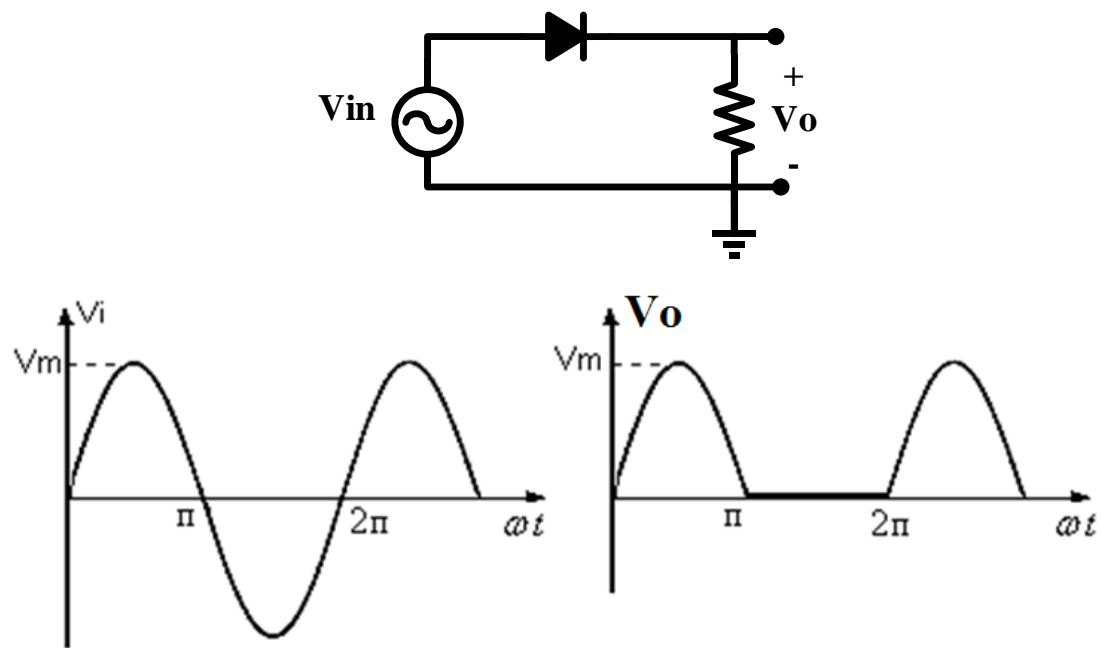
شکل ۱-۳ بلوک دیاگرام یک منبع تغذیه

تئوری آزمایش

یکسوساز نیم موج^۱

همانطور که در شکل (۲-۳) دیده می‌شود، هنگامی که ورودی مثبت است دیود بصورت مستقیم بایاس شده (اتصال کوتاه می‌شود) و شکل موج ورودی و خروجی برابرند (با فرض دیود ایده آل). اما به محض اینکه موج ورودی منفی شد دیود بصورت معکوس بایاس شده (قطع می‌شود) خروجی صفر می‌شود. حداقل اندازه ولتاژ معکوس دیود باید برابر با V_m باشد، زیرا زمانی که دیود قطع است تمامی ولتاژ ورودی روی آن ظاهر می‌شود.

^۱Half Wave Rectifier



شکل ۳-۲ یکسوساز نیم موج

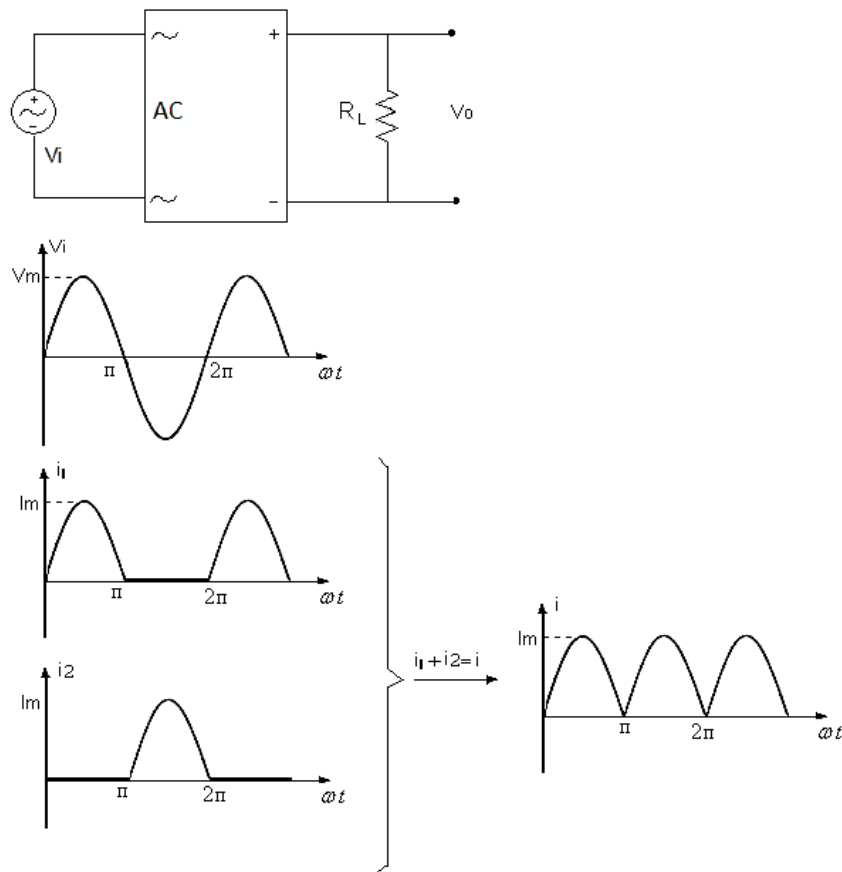
یکسوساز تمام موج^۱

شکل (۳-۳) عملکرد یکسوساز تمام موج را نشان می دهد. در یکسوساز تمام موج از دو دیود استفاده شده است، نیم سیکل مثبت را یک دیود و نیم سیکل منفی را دیود دیگر هدایت می کند. حداقل اندازه ولتاژ معکوس دیود باید برابر با $2V_m$ باشد، بنابراین در انتخاب دیود باید دقت شود که حداکثر ولتاژ معکوس آن از $2V_m$ بیشتر باشد تا دیودها آسیب نبینند.

دو نوع یکسوساز تمام موج داریم:

۱- یکسوساز با ترانس سر وسط دار

۲- یکسوساز با پل دیودی



شکل ۳-۳) یکسوساز تمام موج با پل دیودی

۳-۱-۱- ولتاژ ریپل

دامنه ی تغییرات مقدار ولتاژ خروجی را ریپل می گویند. شکل (۳-۴) مفهوم ولتاژ ریپل را نشان می دهد.



شکل ۳-۴) ولتاژ ریپل

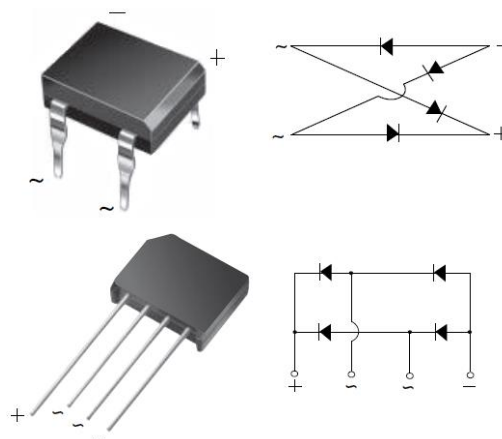
ضریب ریبیل برابر است با:

$$r = \frac{V_{rms(ripple)}}{V_{dc}} = \frac{\text{خروجی متناوب جز موثر مقدار}}{\text{خروجی موثر مقدار}}$$

یکسوکننده پل

یکسوکننده پل^۱ در حقیقت یک نوع یکسوکننده تمام موج است. دو پایه با علامت متناوب، پایه‌های ورودی بوده که به سیگنال AC وصل می‌شود و دو پایه دیگر که با علامت مثبت و منفی مشخص شده‌اند پایه‌های یکسوشده جریان خروجی است که به بار متصل می‌شود. و حداکثر ولتاژ معکوس هر دیود آن

برابر V_m است. شکل (۵-۳)



شکل (۵-۳) پل دیودی (آی سی های موجود در بازار)

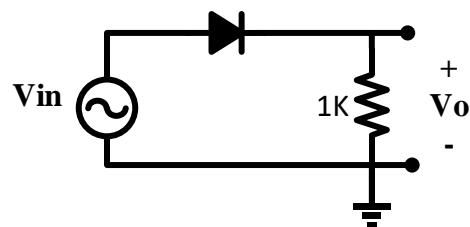
با اعمال خازن به خروجی یکسو کننده، ولتاژ خروجی صاف تر شده و تغییرات آن را به صورت شکل زیر کم می‌کند:



شکل ۳-۶) منحنی شارژ و دشارژ خروجی

۱-۱- شبیه سازی

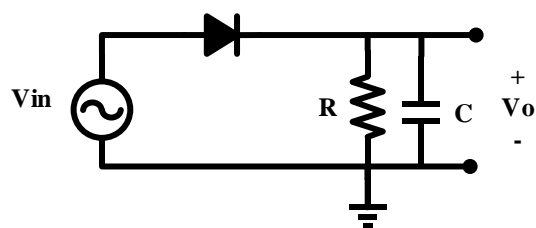
۱- به کمک نرم افزار PSpice مدار شکل (۳-۷) را ببندید. دیود D1N4007، مقاومت 1K، ولتاژ ورودی یک سینوسی با دامنه ۵ ولت و فرکانس 100Hz اعمال نمایید.



شکل ۳-۷) مدار یکسوساز نیم موج- شبیه سازی

۲- شکل موجهای قبل و بعد از دیود و دو سر دیود را رسم نمایید.

۳- به کمک نرم افزار PSpice مدار شکل (۳-۸) را ببندید. دیود D1N4007، ولتاژ ورودی یک سینوسی با دامنه ۵ ولت اعمال کرده و جدول زیر را کامل کنید.



شکل ۳-۸ مدار یکسوساز نیم موج با صافی خازنی - شبیه سازی

R	0.1k	1k	2.2	5.6	10	22
C	4.6u	4.6u	4.6u	50u	50u	50u
f	100Hz	100Hz	100Hz	1KHz	1KHz	1KHz
V _o (dc)						
V _r						
r						

یکسوساز دیودی تمام موج را بسته و جدول مربوطه را کامل کنید.

مدار یکسوساز تمام موج با صافی خازنی - شبیه سازی

R	0.1k	1k	2.2	5.6	10	22
C	4.6u	4.6u	4.6u	50u	50u	50u
f	100Hz	100Hz	100Hz	1KHz	1KHz	1KHz
V _o (dc)						
V _r						
r						

مقایسه یکسوسازها-پیش گزارش

	یکسوساز نیم موج	یکسوساز تمام- موج (باترانس)	یکسوساز پل
مقدار پیک خروجی			
مقدار متوسط ولتاژ خروجی			
مقدار پیک ولتاژ معکوس اعمال شده به دیود			
فرکانس موج خروجی			

۴- شکل موج‌های قبل و بعد از دیود و دو سر دیود را رسم نمایید.

۵- بعد از انجام دو قسمت فوق و با توجه به مطالب یکسوسازها، جدول مربوطه را کامل نمایید (با

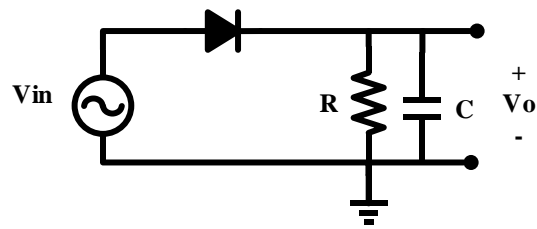
فرض اینکه ولتاژ پیک ورودی را V_p و فرکانس آن را F_{in} در نظر بگیریم).

۳-۲- مراحل آزمایش

۱- مدار زیر را ببندید. سیگنال ژنراتور را به گونه‌ای تنظیم نمایید که دامنه ولتاژ ورودی 5V باشد.

بدون اتصال خازن به مدار ابتدا شکل موج خروجی را در فرکانس‌های مختلف مشاهده کنید

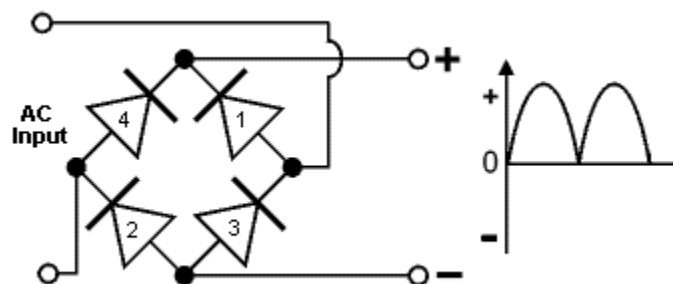
و دامنه پیک خروجی را یادداشت نمایید.



شکل ۳-۹ مدار یکسوساز نیم موج با صافی خازنی - آزمایش

خازن را به مدار اعمال کرده و جدول زیر را کامل کنید.

R	0.1k	1k	2.2	5.6	10	22
C	4.6u	4.6u	4.6u	50u	50u	50u
f	100Hz	100Hz	100Hz	1KHz	1KHz	1KHz
Vo(dc)						
Vr						



شکل ۳-۱۰ یکسوساز تمام موج با پل دیود-آزمایش

مدار یکسوساز پل دیودی را بسته و شکل موج خروجی را مشاهده نمایید و مقدار متوسط و پیک خروجی را یادداشت نمایید.

یک خازن با اندازه های مختلف به خروجی اعمال کرده و جدول زیر را کامل کنید:

R	0.1k	1k	2.2	5.6	10	22
C	4.6u	4.6u	4.6u	50u	50u	50u
f	100Hz	100Hz	100Hz	1KHz	1KHz	1KHz
Vo(dc)						
Vr						

سوالات

۱- آیا نتایج تئوری، شبیه سازی و نتایج به دست آمده در آزمایشگاه با هم یکی است؟ در

صورت وجود اختلاف دلیل آن را شرح دهید.

آزمایش ۴: مدارهای دیودی

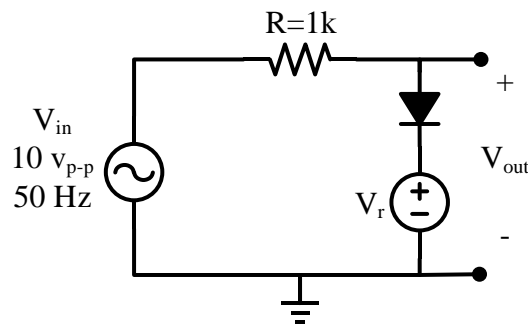
مقدمه

در بسیاری از سیستم ها نیاز به مداراتی داریم تا بتوانیم از اضافه ولتاژ جهت جلوگیری از آسیب به سیستم محافظت کنیم بنابراین نیاز به طراحی مداراتی داریم تا توسط آن در صورت افزایش یا کاهش بیش از حد ولتاژ، از آن جلوگیری کند. به این مدارات مدارات محدود کننده ولتاژی می گویند.

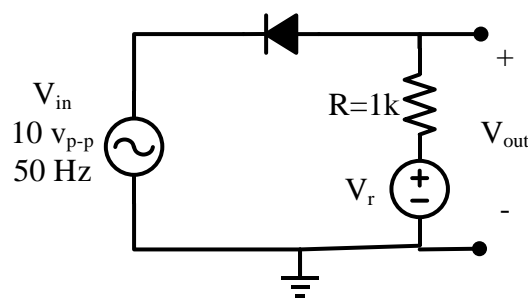
تئوری آزمایش

مدارات زیر را تحلیل کرده و تابع مشخصه انتقالی آن را رسم نمایید. نحوه ی کار هر مدار را شرح داده و نحوه ی محدود کردن ولتاژ خروجی را بررسی نمایید.

مدارات محدود کننده:



شکل ۴-۱) مدار محدود کننده موازی



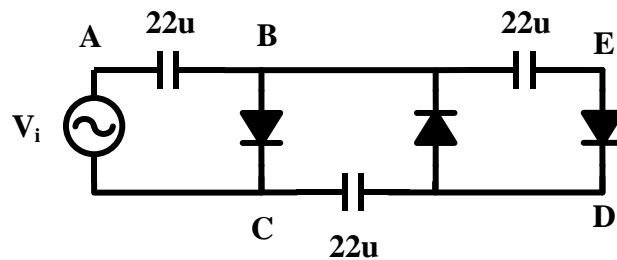
شکل ۴-۲) مدار محدود کننده سری

در این مدارات V_r را صفر، $+2$ و -2 اعمال کنید و نتایج را بررسی نمایید. سپس جهت دیود را بر عکس کرده و مراحل را تکرار کنید.

مدار چند برابر کننده ولتاژ:

مدار شکل (۳-۴) را تحلیل کرده، و شکل موج نقاط AB، CD، AE را رسم کنید. کارکرد مدار را توضیح دهید.

دامنه ولتاژ ورودی 5V و فرکانس آن 200Hz اعمال شود.



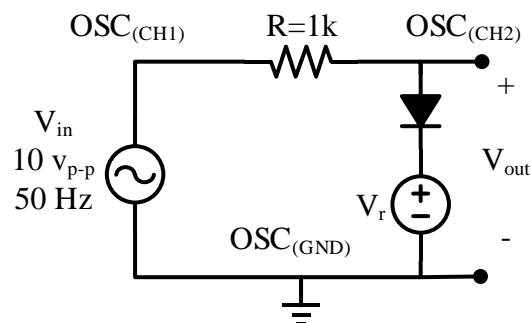
شکل (۳-۴) مدار چند برابر کننده ولتاژ

شبیه سازی

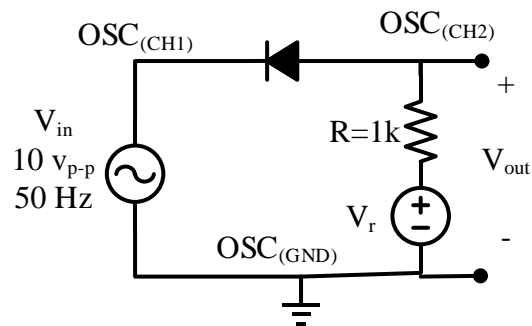
با استفاده از نرم افزار Pspice مدارات ارائه شده را شبیه سازی کرده و شکل موج V_{in} و V_{out} را برای همه ی حالات رسم نمایید.

مراحل آزمایش:

مدارات ارائه شده را در آزمایشگاه ببینید و نتایج خروجی را بررسی نمایید.
برای تمام حالات ورودی و خروجی را به صورت همزمان روی اسیلوسکوپ مشاهده نمایید.
دو کانال اسیلوسکوپ را به صورت زیر به مدارات ارائه شده وصل کنید تا بتوانید منحنی تابع مشخصه را روی اسیلوسکوپ ببینید.



شکل (۴-۴) مشاهده نمودار مشخصه مدار محدود کننده موازی روی اسیلوسکوپ



شکل ۴-۵) مشاهده نمودار مشخصه مدار محدود کننده سری روی اسیلوسکوپ

سوالات

- ۱- آیا نتایج تئوری، شبیه سازی و نتایج به دست آمده در آزمایشگاه با هم یکی است؟ در صورت وجود اختلاف دلیل آن را شرح دهید.

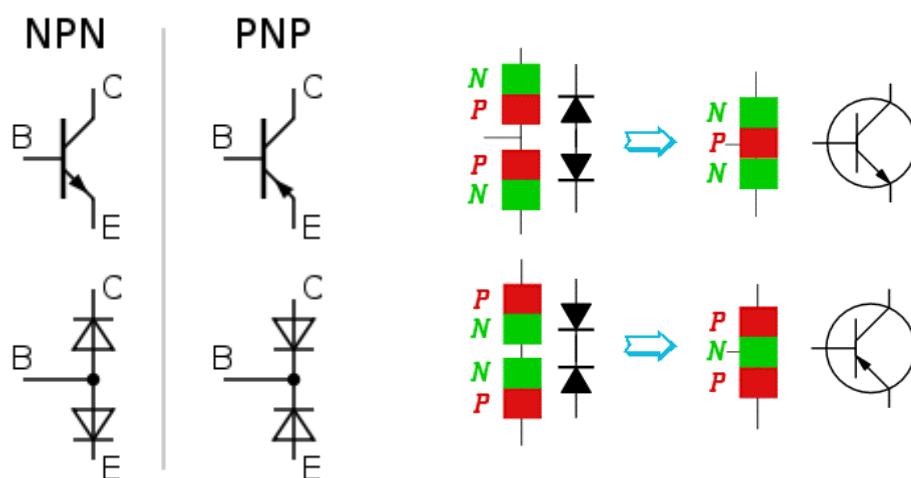
آزمایش ۵: آشنایی با ترانزیستور BJT و مدارات بایاس

مقدمه

یکی از مهمترین قطعات الکترونیکی، ترانزیستور می‌باشد. ترانزیستور یکی از ادوات نیمه رسانا است که از مواد نیمه رسانایی مانند سیلیسیم و ژرمانیم ساخته شده است. یک ترانزیستور در ساختار خود دارای پیوندهای نوع N و نوع P می‌باشد.

ترانزیستورهای جدید به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند: ترانزیستورهای اتصال دوقطبی (BJT) و ترانزیستورهای اثر میدانی (FET). ترانزیستور دوقطبی دارای سه پایه با نام های امیتر، کلکتور و بیس است.

امیتر در NPN الکترون‌ها (حفره‌ها را در PNP) به بیس تزریق می‌کند و کلکتور آنها را از بیس جمع می‌کند. مدار شکل زیر، نماد معادل یک ترانزیستور دوقطبی را نشان می‌دهد. از همین مدار معادل می‌توان برای تشخیص پایه بیس، امیتر و کلکتور ترانزیستور استفاده می‌شود. چون نوع دیفویز بیس با امیتر و کلکتور متفاوت است بنابراین بیس و دو پایه ی دیگر مانند دیود عمل می‌کند. بنابراین با استفاده از مولتی متر می‌توان نوع و پایه های ترانزیستور را تشخیص داد.



شکل ۵-۱) نماد معادل یک ترانزیستور

حال با مشخص بودن بیس ترانزیستور، می‌توان نوع آنرا تشخیص داد. حالتی را در نظر بگیرید که مولتی متر در حالت دیودی بایاس مستقیم را نشان می‌دهد، اگرسیم مثبت مولتی متر به پایه بیس متصل باشد ترانزیستور از نوع NPN می‌باشد و اگر سیم منفی مولتی متر به پایه بیس متصل می‌باشد ترانزیستور از نوع PNP می‌باشد. دلیل این پدیده را ذکر کنید.

حال با تشخیص پایه بیس و نوع ترانزیستور می‌توان پایه‌های آمیتر و کلکتور ترانزیستور را تشخیص داد. برای مثال در یک ترانزیستور NPN، سیم مثبت مولتی متر را به پایه بیس متصل کرده و سپس سیم منفی مولتی متر را هر بار به یکی از دو پایه دیگر وصل کرده و مقدار ولتاژ آستانه آنها را یادداشت کنید. پایه‌ای که نسبت به بیس ولتاژ آستانه ی کمتر را نشان می‌دهد **کلکتور** می‌باشد. برای ترانزیستور PNP نیز به همین طریق عمل شود.

بایاس ترانزیستور

در مدار بایاس ترانزیستور، هدف، بدست آوردن نقطه کار ترانزیستور (V_{CE} و I_C) در ناحیه مورد نظر می‌باشد.

ترانزیستور دوقطبی دارای ۳ ناحیه کاری می‌باشد:

۱. ناحیه قطع ۲. ناحیه اشباع ۳. ناحیه فعال (کاری یا خطی)

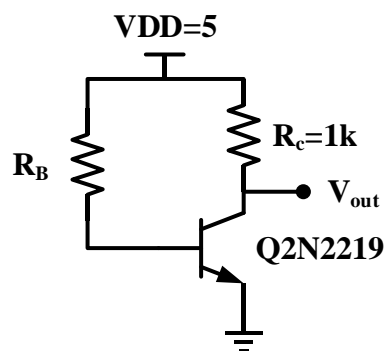
ناحیه قطع حالتی است که ترانزیستور در آن ناحیه غیر فعال بوده و جریانی بین کلکتور و آمیتر جاری نمی‌شود.

ناحیه اشباع ناحیه ای است که در آن هر دو پیوند بیس آمیتر و بیس کلکتور بایاس مستقیم هستند و در این حالت از ترانزیستور به عنوان سوئیچی که در حالت وصل است استفاده می‌شود.

هدف از بایاس ترانزیستور در ناحیه فعال استفاده از آن به عنوان تقویت کننده است.

سه نوع بایاس مد نظر می باشد:

بایاس توسط مقاومت در بیس:



شکل ۵-۲) بایاس ترانزیستور توسط یک مقاومت

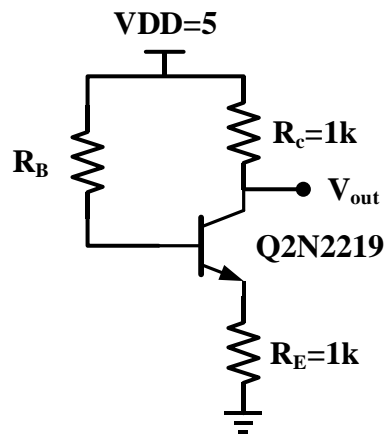
مدار را طوری بایاس کنید که که جریان ۱ میلی آمپر از کلکتور عبور کند. مقادیر ولتاژها را به دست آورید.

آیا مدار بایاس شده از مشخصات ترانزیستور مستقل است؟

بایاس توسط مقاومت در بیس و اضافه کردن مقاومت در امیتر:

مدار زیر را طوری بایاس کنید که جریان کلکتور یک میلی آمپر بوده و مقادیر ولتاژها و جریان تمامی

نودها را حساب کنید؟

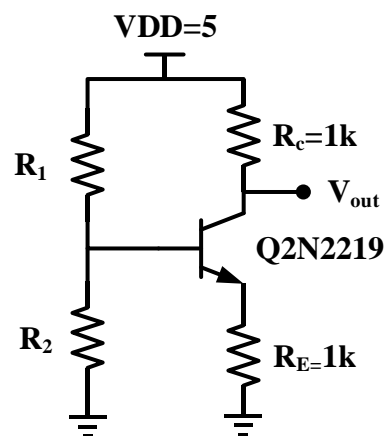


شکل ۵-۳) بایاس ترانزیستور با مقاومت امیتر

آیا با فرض نامعلوم بودن مقاومت امیتر می توان آن را طوری طراحی کرد که جریان کلکتور مستقل

از تغییرات ترانزیستور (مستقل از تغییرات β) باشد؟

بایاس ترانزیستور توسط مدار خود بایاس:



شکل ۵-۴) بایاس ترانزیستور توسط مدار خود بایاس

مدار را طوری طراحی کنید جریان یک میلی آمپر از کلکتور عبور کند و مدار نسبت به تغییرات

ترانزیستور حساس نباشد.

منبع تغذیه V_{CC} بوسیله دو مقاومت R_1 و R_2 ولتاژ بیس ترانزیستور را تأمین می‌کند. مقاومت‌های R_C و R_E مقاومت‌های بایاس ترانزیستور هستند.

شبیه‌سازی:

هر سه مدار پیشنهادی برای بایاس ترانزیستور در ناحیه فعال را شبیه‌سازی کرده و دمای مربوط به شبیه‌سازی را تغییر دهید. سپس جدول مربوط به آن را کامل کنید:

بایاس با یک مقاومت در بیس

Temp	10	20	27	30	50	80
I_B						
I_C						
V_B						
V_{out}						

بایاس با یک مقاومت در امیتر

Temp	10	20	27	30	50	80
I_B						
I_C						
V_B						
V_{out}						

بایاس با مدار خود بایاس

Temp	10	20	27	30	50	80
I_B						
I_C						
V_B						
V_{out}						

مراحل آزمایش

هر سه مدار پیشنهادی برای بایاس ترانزیستور در ناحیه فعال را ببندید. عبور جریان باعث گرم تر شدن ترانزیستور می شود و این قضیه می تواند باعث تغییر نقطه ی کار ترانزیستور شود جدول زیر را برای هر مدار قبل و بعد از افزایش دمای توسط هویه کامل کنید.

توجه: بعد از بستن هر مدار صبر کنید تا ترانزیستور به دمای معمولی برسد سپس مدار بعدی را ببندید. و اینکه از هویه در شرایط مساوی برای هر مدار استفاده کنید.

Temp	قبل از تغییرات دما	بعد از تغییرات دما
V_{out}		
β		

Temp	قبل از تغییرات دما	بعد از تغییرات دما
V_{out}		
β		

Temp	قبل از تغییرات دما	بعد از تغییرات دما
V_{out}		
β		

سؤالات:

- ۲- آیا نتایج تئوری، شبیه سازی و نتایج به دست آمده در آزمایشگاه با هم یکی است؟ در صورت وجود اختلاف دلیل آن را شرح دهید.
- ۳- چرا نقطه کار یک ترانزیستور برای طراح مهم می باشد؟
- ۴- نحوه پیدا کردن پایه های یک ترانزیستور دوقطبی را با استفاده از تست دیودی اهم متر توضیح دهید.
- ۵- چرا یک ترانزیستور BJT را در ناحیه فعال معکوس بایاس نمی کنند؟
- ۶- معادله خط بار DC را برای هر مدار ارائه کنید؟

آزمایش ۶: تقویت کننده امیتر مشترک

مقدمه

در الکترونیک برای ساخت تقویت کننده‌ها استفاده از ترانزیستور از ساختارهای مختلفی استفاده می‌شود. این ساختارها بسته به اینکه ورودی و خروجی به کدام پایه‌ی ترانزیستور وصل می‌شود نام گذاری می‌شود. با توجه به اینکه ترانزیستور دو قطبی یک المان سه پایه است به سه طریق می‌توان به آن ورودی را تزریق و خروجی گرفت و یک پایه بین ورودی و خروجی مشترک است که توسط آن پایه این ساختارها نام گذاری می‌شوند. این سه ساختار عبارتند از:

۱- امیتر مشترک

۲- بیس مشترک

۳- کلکتور مشترک

در ساختار امیتر مشترک:

۱- ورودی به بیس ترانزیستور وصل می‌شود.

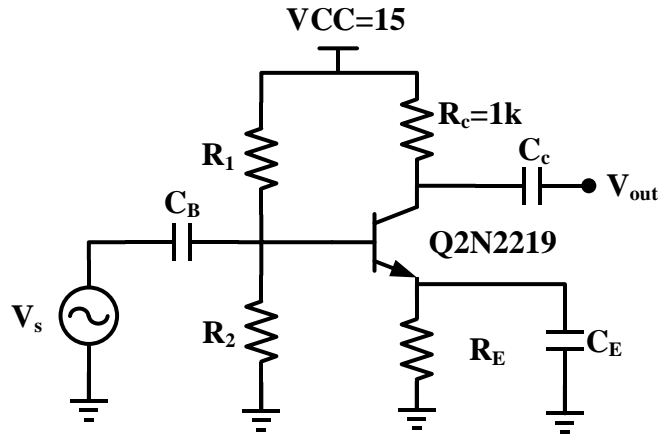
۲- خروجی از کلکتور ترانزیستور گرفته می‌شود.

۳- امیتر بین ورودی و خروجی مشترک است.

گین این تقویت کننده با افزایش مقاومت بار و افزایش جریان نقطه‌ی کار، می‌تواند افزایش یابد به شرطی که ترانزیستور از ناحیه فعال خراج نشود.

تئوری آزمایش:

در شکل (۱-۶) مدار تقویت کننده امیتر مشترک نشان داده شده است:



شکل ۱-۶) تقویت کننده امیتر مشترک

در این تقویت کننده سیگنال ورودی به بیس اعمال شده و خروجی از کلکتور ترانزیستور گرفته می شود. خازن C_E ، خازن بای پاس و خازن C_B ، خازن کوپلاژ است که مولفه AC و DC را از هم جدا می کند.

مدار امیتر مشترک را برای سه شرط زیر طراحی کنید:

- ۱- بهره ولتاژ مدار برابر ۱۰۰ باشد.
- ۲- مدار نسبت به تغییرات ترانزیستور حساس نباشد.
- ۳- مدار برای حداکثر تغییرات متقارن در خروجی بایاس شده باشد (نقطه کار در وسط خط بار کلی باشد).

$$V_{CC} = 15 \text{ v}, \quad R_C = 1 \text{ k}\Omega$$

$$C_B = 47 \text{ }\mu\text{F}, \quad C_C = 47 \text{ }\mu\text{F}, \quad C_E = 100 \text{ }\mu\text{F}, \quad Q = 2\text{N}2219$$

$$\beta_{av} = 150, \quad \beta_{min} = 100$$

ابتدا از بهره ولتاژ مقدار جریان عبوری را تعیین کرده و سپس با توجه به حداکثر تغییرات متقارن در خروجی مقاومت امیتر به دست می آید. با توجه به این مقادیر و شرط سوم می توان R_1 و R_2 را به دست آورد.

برای تعیین مقادیر خازن C_B ، در فرکانس مورد نظر برای ورودی باید بتواند با کمترین تلفات V_s را به بیس ترانزیستور انتقال دهد (امپدانس آن در مقابل امپدانس دیده شده از بیس قابل صرف نظر باشد)

برای تعیین مقادیر خازن C_E ، در فرکانس مورد نظر برای ورودی باید بتواند امیتر ترانزیستور را از لحاظ AC زمین یعنی امیتر ترانزیستور فقط دارای ولتاژ DC باشد (امپدانس آن در مقابل امپدانس امیتر قابل صرف نظر باشد)

برای مدار طراحی شده مقادیر مقاومت ورودی و خروجی را به دست آورید؟

$$R_{in} = \quad R_{out} =$$

شبه سازی

مدار طراحی شده را در Pspice شبیه سازی کرده و موارد نظر را کامل کنید.

نقطه کار ترانزیستور را اندازه گیری کنید.

$$I_C = \quad I_B = \quad V_{out} = \quad V_B =$$

$$V_{CE} = \quad V_{BE} = \quad \beta =$$

ناحیه کاری ترانزیستور و مقدار سوئینگ خروجی را تعیین کنید.

بهره مدار را در فرکانس دو کیلو هرتز به دست آورید. (چون این مدار یک تقویت کننده است و از انجاییکه به ورودی یک سینوسی اعمال کرده ایم انتظار داریم خروجی یک سینوسی باشد بنابراین دامنه ی سیگنال ورودی را باید طوری تنظیم کنیم که در خروجی یک سینوسی داشته باشیم) از تقسیم دامنه ی خروجی بر دامنه ی ورودی بهره به دست می آید.

خروجی و ورودی را زیر هم رسم کرده و اختلاف فاز آنها را نسبت به هم به دست آورید.

۱-۶- مراحل آزمایش

۱- مدار شکل (۷-۱) را با مقادیر زیر ببینید:

۲- نقطه کار ترانزیستور را اندازه گیری کنید.

$$I_C = \quad I_B = \quad V_{out} = \quad V_B = \quad ۳-$$

$$V_{CE} = \quad V_{BE} = \quad \beta =$$

۴- سیگنال ژنراتور را روی فرکانس 2KHz تنظیم کنید. دامنه آنرا تا حد امکان زیاد کنید به شرطی

که خروجی سینوسی باقی بماند. (به این ترتیب حداکثر سوینگ خروجی به دست می آید).

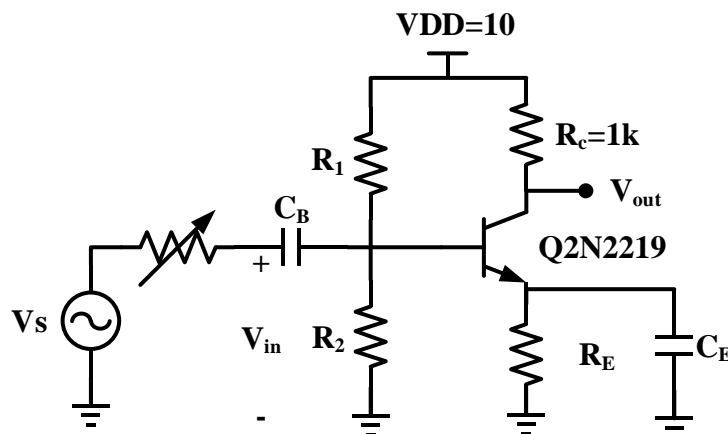
۵- با استفاده از مقادیر بدست آمده در گام دوم، مقدار بهره مدار را بدست آورید.

۶- با تغییر فرکانس از مقادیر خیلی کم تا چند کیلوهرتز تغییرات گین را اندازه گیری کنید؟

اندازه گیری مقادیر مقاومت ورودی و خروجی مدار امیتر مشترک:

مدار بسته شده در قسمت قبل یک پتانسیومتر به ورودی آن اعمال کنید. در ابتدا پتانسیومتر

را در حالت کمینه خود قرار دهید:

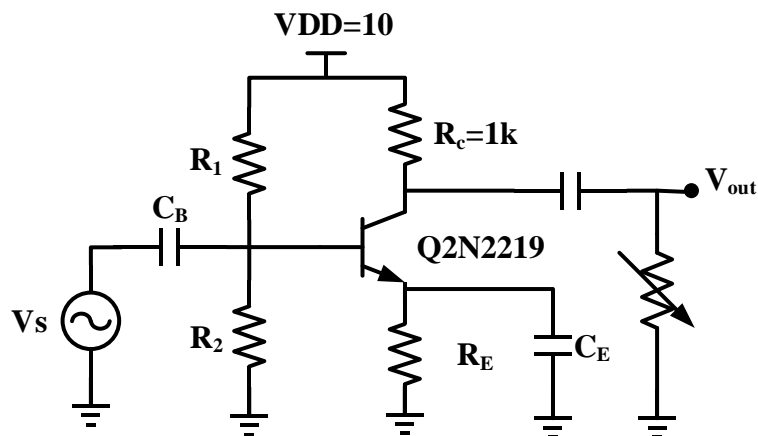


شکل (۶-۲) اندازه گیری مقاومت ورودی مدار امیتر مشترک

منبع ورودی را در بیشترین مقدار خود به صورتی که ماکزیمم تغییرات متقارن در خروجی

داشته باشیم تنظیم کنید.

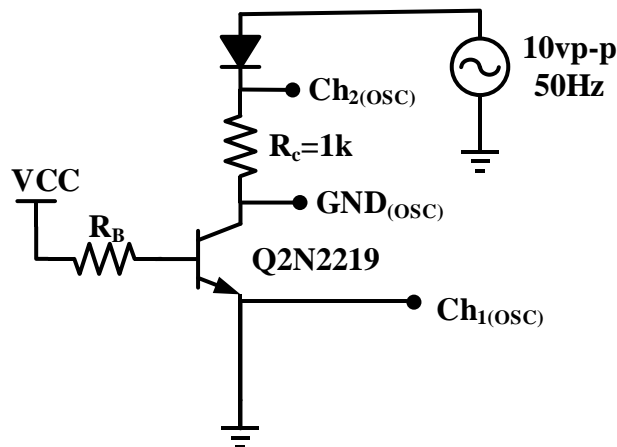
مقدار دامنه ی سیگنال موجود در V_{in} را اندازه گیری کنید. سپس با افزایش مقدار پتانسیومتر دامنه ی V_{in} را به نصف مقدار آن برسانید. پتانسیومتر را از مدار بیرون آورده و مقدار آن را اندازه گیری کنید این مقدار برابر امپدانس ورودی مدار امیتر مشترک است. چرا؟ برای به دست آوردن مقدار مقاومت خروجی پتانسیومتر را از مدار خارج کرده و مدار را به حالت اولیه در آورید. مقدار ورودی را طوری تنظیم کنید که بیشترین تغییرات متقارن در خروجی داشته باشید. پتانسیومتر را در مقدار ماکزیمم خروجی قرار به صورت شکل زیر به مدار اعمال کنید:



شکل ۶-۳) اندازه گیری مقاومت خروجی مدار امیتر مشترک

به دست آوردن منحنی مشخصه ی ترانزیستور در حالت امیتر مشترک:

برای به دست آوردن منحنی مشخصه ی ترانزیستور در ساختار امیتر مشترک باید جریان کلکتور را بر حسب ولتاژ کلکتور-امیتر رسم نماییم برای این منظور مدار طراحی شده را به صورت زیر به دو کانال اسیلوسکوپ وصل می کنیم.



شکل ۴-۶) به دست آوردن منحنی مشخصه ترانزیستور در حالت امیتر مشترک روی اسیلوسکوپ

از آنجایی که می خواهیم محور افقی نمایان گر ولتاژ کلکتور- امیتر ترانزیستور باشد کانال اول اسیلوسکوپ را به امیتر و زمین آن را به کلکتور وصل می کنیم. به این ترتیب محور افقی نمایان گر ولتاژ امیتر کلکتور خواهد بود برای نشان دادن ولتاژ کلکتور امیتر کانال یک را از منوی آن اینورت می کنیم. محور عمودی در مشخصه ی ساختار امیتر مشترک بیانگر جریان کلکتور است. برای نشان دادن آن در صفحه ی اسیلوسکوپ کانال دوم را به دو سر مقاومت کلکتور وصل می کنیم که ولتاژ دو سر آن معادل جریان عبوری از کلکتور است.

از منوی Display، آن را در حالت XY قرار می دهیم. شکل نشان داده شده باید مانند مشخصه ی ترانزیستور در حالت امیتر مشترک باشد.

سؤالات:

۱- آیا نتایج تئوری، شبیه سازی و نتایج به دست آمده در آزمایشگاه با هم یکی است؟ در صورت وجود اختلاف دلیل آن را شرح دهید.

۲- گین مدار را به دو طریق محاسبه کنید:

✓ وقتی که منبع ورودی را اندازه گرفته و بعد به مدار وصل کرده اید.

✓ بهره مدار وقتی که آن را از نسبت ولتاژ کلکتور به ولتاژ بیس به دست آورده اید.

آیا در این دو حالت بهره متفاوت است؟ چرا؟

۳- چرا مقدار پتانسیومتر برابر مقاومت ورودی و خروجی مدار امیتر مشترک است؟

۴- توضیح دهید چرا از مدار ارائه شده را برای نشان دادن منحنی مشخصه ترانزیستور استفاده

کردیم؟ آیا می‌توانید مداری ساده‌تر پیشنهاد دهید؟

۵- چرا در فرکانس‌های پایین، با تغییر فرکانس گین تغییر می‌کند؟

آزمایش ۷: تقویت کننده بیس مشترک

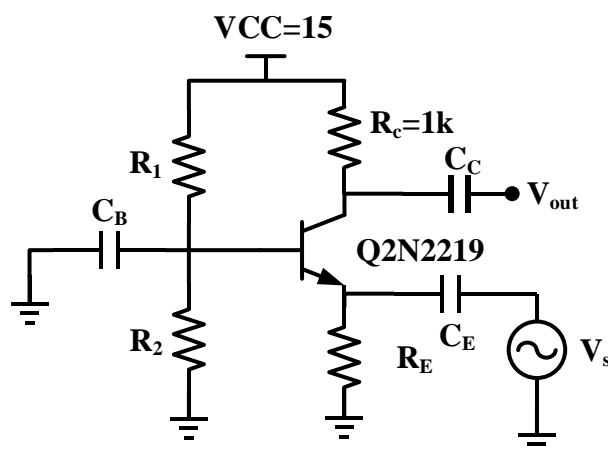
مقدمه

در ساختار بیس مشترک:

- ۱- ورودی به امیتر ترانزیستور وصل می شود.
- ۲- خروجی از کلکتور ترانزیستور گرفته می شود.
- ۳- بیس بین ورودی و خروجی مشترک است.

تئوری آزمایش:

در شکل (۱-۷) مدار تقویت کننده بیس مشترک نشان داده شده است:



شکل ۱-۷ تقویت کننده بیس مشترک

در این تقویت کننده سیگنال ورودی به امیتر اعمال شده و خروجی از کلکتور ترانزیستور گرفته می شود. خازن C_E ، خازن کوپلاژ است که مولفه AC و DC را از هم جدا می کند و خازن C_B ، خازن بای پس می باشد.

مدار بیس مشترک را برای سه شرط زیر طراحی کنید:

- ۱- بهره ولتاژ مدار برابر ۱۰۰ باشد.
- ۲- مدار نسبت به تغییرات ترانزیستور حساس نباشد.

۳- مدار برای حداکثر تغییرات متقارن در خروجی بایاس شده باشد (نقطه کار در وسط خط بار کلی باشد).

$$V_{CC} = 15 \text{ v}, \quad R_C = 1 \text{ k}\Omega$$

$$C_B = 100 \text{ }\mu\text{F}, \quad C_E = C_C = 47 \text{ }\mu\text{F}, \quad \beta_{av} = 150, \quad \beta_{min} = 100,$$

$$Q = 2N2219$$

ابتدا از بهره ولتاژ مقدار جریان عبوری را تعیین کرده و سپس با توجه به حداکثر تغییرات متقارن در خروجی مقاومت امیتر به دست می آید. با توجه به این مقادیر و شرط سوم می توان R_1 و R_2 را به دست آورد.

برای تعیین مقادیر خازن C_E ، در فرکانس مورد نظر برای ورودی باید بتواند با کمترین تلفات V_s را به امیتر ترانزیستور انتقال دهد (امپدانس آن در مقابل امپدانس دیده شده از امیتر قابل صرف نظر باشد)

برای تعیین مقادیر خازن C_B ، در فرکانس مورد نظر برای ورودی باید بتواند بیس ترانزیستور را از لحاظ AC زمین کند یعنی بیس ترانزیستور فقط دارای ولتاژ DC باشد (امپدانس آن در مقابل امپدانس بیس قابل صرف نظر باشد)

مقادیر مقاومت ورودی و خروجی را با توجه به مقادیر المان های طراحی شده حساب کنید؟

$$R_{in} =$$

$$R_{out} =$$

شبه سازی

مدار طراحی شده را در Pspice شبه سازی کرده و موارد نظر را کامل کنید.

نقطه کار ترانزیستور را اندازه گیری کنید.

$$I_C = \quad I_B = \quad V_{out} = \quad V_B =$$

$$V_{CE} = \quad V_{BE} = \quad \beta =$$

ناحیه کاری ترانزیستور و مقدار سوپینگ خروجی را تعیین کنید.

بهره مدار را در فرکانس دو کیلو هرتز به دست آورید. (چون این مدار یک تقویت کننده است و

از انجاییکه به ورودی یک سینوسی اعمال کرده ایم انتظار داریم خروجی یک سینوسی باشد

بنابراین دامنه ی سیگنال ورودی را باید طوری تنظیم کنید که در خروجی یک سینوسی داشته

باشیم) از تقسیم دامنه ی خروجی بر دامنه ی ورودی بهره به دست می آورید.

خروجی و ورودی را زیر هم رسم کرده و اختلاف فاز آنها را نسبت به هم به دست آورید.

مراحل آزمایش

مدار شکل (۷-۱) را با مقادیر زیر و مقادیر طراحی شده ببندید:

۱- نقطه کار ترانزیستور را اندازه گیری کنید.

$$I_C = \quad I_B = \quad V_{out} = \quad V_B =$$

$$V_{CE} = \quad V_{BE} = \quad \beta =$$

۲- سیگنال ژنراتور را روی فرکانس 2KHz تنظیم کنید. دامنه آنرا تا حد امکان زیاد کنید به شرطی

که خروجی سینوسی باقی بماند. (به این ترتیب حداکثر سوپینگ خروجی به دست می آید)

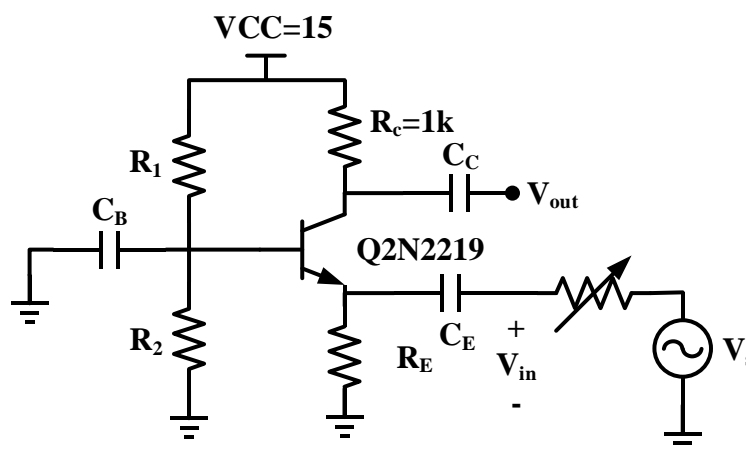
۳- با استفاده از مقادیر بدست آمده در گام دوم، مقدار بهره مدار را بدست آورید.

۴- ورودی و خروجی مدار را در اسیلوسکوپ با استفاده از دو پروب نمایش داده و اختلاف فاز آنها را به دست آورید.

۵- با تغییر فرکانس از مقادیر خیلی کم تا چند کیلوهرتز تغییرات گین را اندازه گیری کنید؟

اندازه گیری مقادیر مقاومت ورودی و خروجی مدار بیس مشترک:

به مدار بسته شده در قسمت قبل یک پتانسیومتر به ورودی آن اعمال کنید. در ابتدا پتانسیومتر را در حالت کمینه خود قرار دهید:

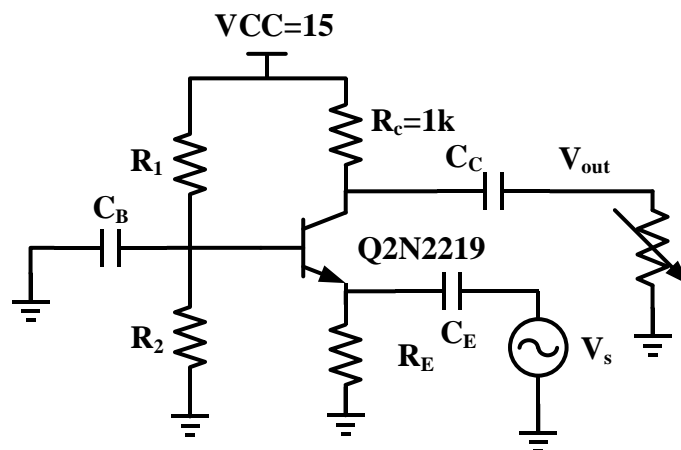


شکل ۷-۲) اندازه گیری مقاومت ورودی مدار بیس مشترک

منبع ورودی را در بیشترین مقدار خود به صورتی که ماکزیمم تغییرات متقارن در خروجی داشته باشیم تنظیم کنید.

مقدار دامنه ی سیگنال موجود در V_{in} را اندازه گیری کنید. سپس با افزایش مقدار پتانسیومتر دامنه ی V_{in} را به نصف مقدار آن برسانید. پتانسیومتر را از مدار بیرون آورده و مقدار آن را اندازه گیری کنید این مقدار برابر امپدانس ورودی مدار بیس مشترک است. چرا؟

برای به دست آوردن مقدار مقاومت خروجی پتانسیومتر را از مدار خارج کرده و مدار را به حالت اولیه در آورید. مقدار ورودی را طوری تنظیم کنید که بیشترین تغییرات متقارن در خروجی داشته باشید. این مقدار را یادداشت کرده و سپس پتانسیومتر را در مقدار ماکزیمم خروجی قرار به صورت شکل زیر به مدار اعمال کنید:



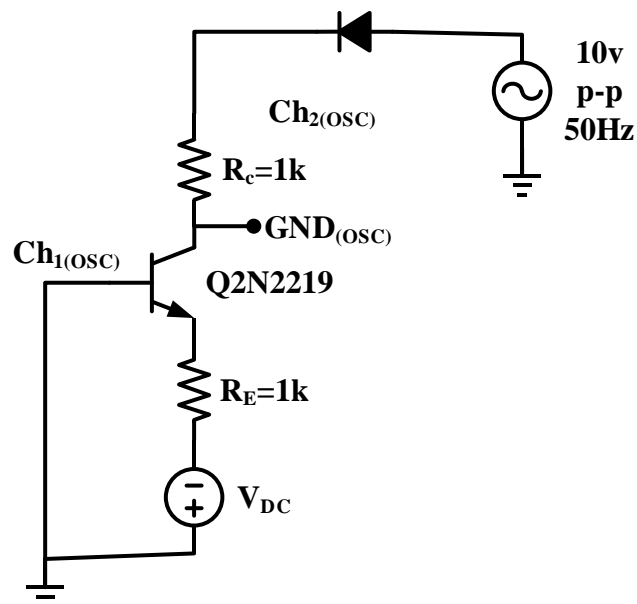
شکل ۷-۳) اندازه گیری مقاومت خروجی مدار بیس مشترک

به دست آوردن منحنی مشخصه ی ترانزیستور در حالت بیس مشترک:

برای به دست آوردن منحنی مشخصه ی ترانزیستور در ساختار بیس مشترک باید جریان کلکتور

را بر حسب ولتاژ کلکتور-بیس رسم نماییم برای این منظور مدار طراحی شده را به صورت زیر

به دو کانال اسیلوسکوپ وصل می کنیم.



شکل ۷-۴) رسم منحنی مشخصه ترانزیستور در حالت بیس مشترک

از آنجایی که می‌خواهیم محور افقی نمایانگر ولتاژ کلکتور- بیس ترانزیستور باشد کانال اول اسیلوسکوپ را به بیس و زمین آن را به کلکتور وصل می‌کنیم. به این ترتیب محور افقی نمایانگر ولتاژ بیس کلکتور خواهد بود برای نشان دادن ولتاژ کلکتور بیس کانال یک را از منوی آن اینورت می‌کنیم. محور عمودی در مشخصه‌ی ساختار بیس مشترک بیانگر جریان کلکتور است. برای نشان دادن آن در صفحه‌ی اسیلوسکوپ کانال دوم را به دو سر مقاومت کلکتور وصل می‌کنیم که ولتاژ دو سر آن معادل جریان عبوری از کلکتور است.

از منوی Display، آن را در حالت XY قرار می‌دهیم. شکل نشان داده شده باید مانند مشخصه‌ی ترانزیستور در حالت امیتر مشترک باشد. به ازای مقادیر مختلف V_{DC} خروجی را مشاهده نمایید.

سؤالات:

۱- آیا نتایج تئوری، شبیه‌سازی و نتایج به دست آمده در آزمایشگاه با هم یکی است؟ در صورت وجود اختلاف دلیل آن را شرح دهید.

۲- گین مدار را به دو طریق محاسبه کنید:

✓ وقتی که منبع ورودی را اندازه گرفته و بعد به مدار وصل کرده اید.

✓ بهره مدار وقتی که آن را از نسبت ولتاژ کلکتور به ولتاژ امیتر به دست آورده اید.

چرا در این دو حالت بهره متفاوت است؟

۳- چرا دیود در مدار مربوط به رسم منحنی مشخصه قرار داده شده است؟

۴- چرا در فرکانس‌های پایین، با تغییر فرکانس گین تغییر می‌کند؟

آزمایش ۸: ساختار کلکتور مشترک

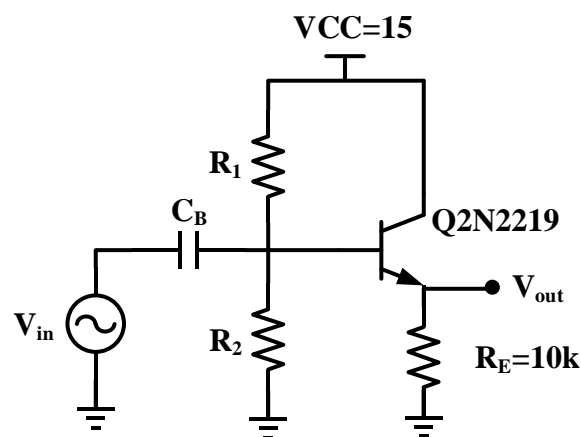
مقدمه

در ساختار کلکتور مشترک:

- ۱- ورودی به بیس ترانزیستور وصل می شود.
- ۲- خروجی از امیتر ترانزیستور گرفته می شود.
- ۳- کلکتور بین ورودی و خروجی مشترک است.

تئوری آزمایش:

در شکل (۸-۱) مدار تقویت کننده کلکتور مشترک نشان داده شده است:



شکل ۸-۱ تقویت کننده کلکتور مشترک

در این تقویت کننده سیگنال ورودی به بیس اعمال شده و خروجی از امیتر ترانزیستور گرفته می شود. خازن C_B ، خازن کوپلاژ است که مولفه AC و DC را از هم جدا می کند.

مدار کلکتور مشترک را برای شرایط زیر طراحی کنید:

✓ بهره ولتاژ مدار برابر ۰.۹۵ باشد.

✓ مدار نسبت به تغییرات ترانزیستور حساس نباشد.

ابتدا از بهره ولتاژ مقدار جریان عبوری را تعیین کرده و سپس با توجه به عدم حساسیت به پارامترهای ترانزیستور مقاومت معادل بیس به دست می آید. با به دست آوردن ولتاژ معادل تونن بیس، می توان R_1 و R_2 را به دست آورد.

برای تعیین مقادیر خازن C_B ، در فرکانس مورد نظر برای ورودی باید بتواند با کمترین تلفات V_{in} را به بیس ترانزیستور انتقال دهد (امپدانس آن در مقابل امپدانس دیده شده از بیس قابل صرف نظر باشد)

شبه سازی

مدار طراحی شده را در Pspice شبیه سازی کرده و موارد نظر را کامل کنید.
نقطه کار ترانزیستور را اندازه گیری کنید.

$$I_C = \quad I_B = \quad V_{out} = \quad V_B =$$

$$V_{BE} = \quad \beta =$$

ناحیه کاری ترانزیستور و مقدار سوپینگ خروجی را تعیین کنید.

بهره مدار را در فرکانس دو کیلو هرتز به دست آورید.

خروجی و ورودی را زیر هم رسم کرده و اختلاف فاز آنها را نسبت به هم به دست آورید.

۸-۱- مراحل آزمایش

مدار شکل (۸-۱) را با مقادیر زیر و مقادیر طراحی شده ببینید:

$$V_{CC} = 15 \text{ v}, \quad R_E = 10 \text{ k}\Omega$$

$$C_B = 100 \mu\text{F}, \quad Q = 2\text{N}2219$$

۱- نقطه کار ترانزیستور را اندازه گیری کنید.

$$I_C = \quad I_B = \quad V_{out} = \quad V_B =$$

$$V_{BE} = \quad \beta =$$

۲- سیگنال ژنراتور را روی فرکانس 2KHz تنظیم کنید. دامنه آنرا تا حد امکان زیاد کنید به شرطی

که خروجی سینوسی باقی بماند. (به این ترتیب حداکثر سوپینگ خروجی به دست می آید)

۳- با استفاده از مقادیر بدست آمده در گام دوم، مقدار بهره مدار را بدست آورید.

۴- ورودی و خروجی مدار را در اسیلوسکوپ با استفاده از دو پروب نمایش داده و اختلاف فاز آنها

را به دست آورید.

۵- با تغییر فرکانس از مقادیر خیلی کم تا چند کیلوهرتز تغییرات گین را اندازه گیری کنید؟

سؤالات:

۱- آیا نتایج تئوری، شبیه سازی و نتایج به دست آمده در آزمایشگاه با هم یکی است؟ در

صورت وجود اختلاف دلیل آن را شرح دهید.

۲- گین مدار را به دو طریق محاسبه کنید:

✓ وقتی که منبع ورودی را اندازه گرفته و بعد به مدار وصل کرده اید.

✓ بهره مدار وقتی که آن را از نسبت ولتاژ کلکتور به ولتاژ بیس به دست آورده اید.

آیا در این دو حالت بهره متفاوت است؟ چرا؟

۳- چرا در فرکانس های پایین، با تغییر فرکانس گین تغییر می کند؟

آزمایش ۹: ترانزیستور اثر میدانی (FET)

مقدمه

ترانزیستور اثر میدان، دسته‌ای از ترانزیستورها هستند که مبنای کار کنترل جریان، توسط یک میدان الکتریکی انجام می‌گیرد. با توجه به اینکه در این ترانزیستورها تنها یک نوع حامل بار (الکترون آزاد یا حفره) در ایجاد جریان الکتریکی دخالت دارد، به این نوع ترانزیستورهای تک‌قطبی می‌گویند که در مقابل ترانزیستورهای دوقطبی (که حامل‌های اکثریت و اقلیت همزمان در آن‌ها نقش دارند) قرار می‌گیرند.

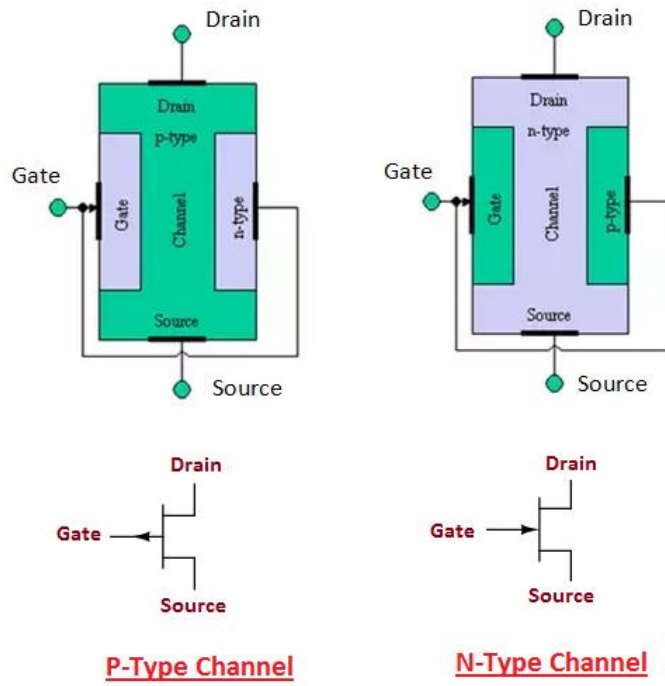
ترانزیستورهای اثر میدان دارای سه پایه سورس، درین و گیت هستند. این دسته از ترانزیستورها خود به دو گروه MOSFET و JFET تقسیم می‌شوند. در این نوع ترانزیستورها، برخلاف ترانزیستورهای دو قطبی پیوندی که کنترل جریان امیتر - کلکتور با جریان ورودی به بیس صورت می‌گیرد، کنترل جریان سورس - درین با اعمال ولتاژ به گیت صورت می‌گیرد.

در FET نوع N زمانی که گیت نسبت به سورس مثبت باشد جریان از درین به سورس عبور می‌کند. در FET نوع P زمانی که گیت نسبت به سورس منفی باشد جریان از سورس به درین عبور می‌کند. FET ها معمولاً بسیار حساس بوده و حتی با الکتریسیته ساکن بدن نیز تحریک می‌گردند به همین دلیل نسبت به نویز بسیار حساس هستند.

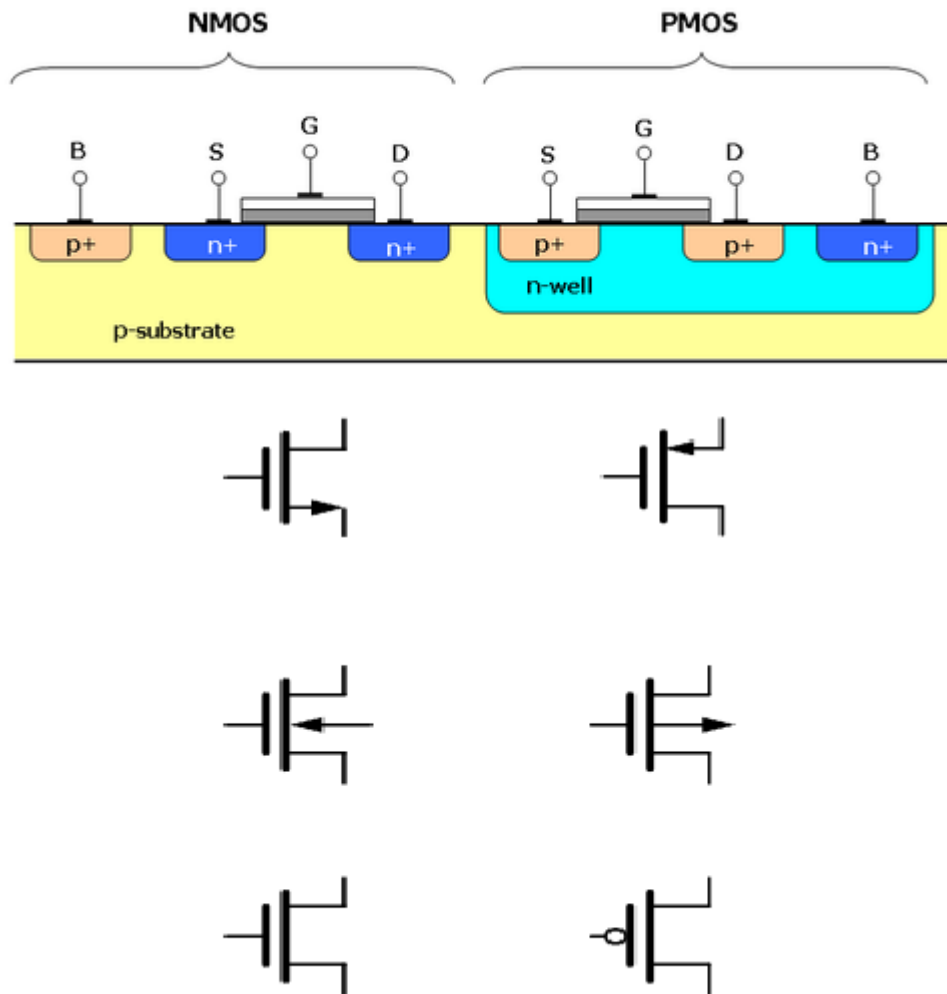
در مقایسه با ترانزیستورهای پیوندی، ترانزیستورهای اثر میدان را می‌توان یک وسیله‌ی حساس به ولتاژ دانست که امپدانس ورودی آن بسیار بسیار زیاد (در حدود 10^{14} اهم) است.

ساختار کلی ترانزیستورهای JFET و MOSFET نشان داده شده است با ولتمتر پایه‌های آن را

چگونه می‌توان تشخیص داد؟



شکل ۹-۱) ساختار کلی JFET



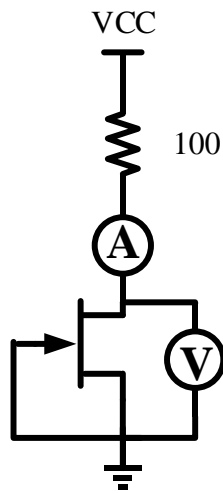
شکل ۹-۲) ساختار کلی MOS

تئوری آزمایش:

دیتا شیت دو نوع ترانزیستور از نوع MOSFET و JFET را دانلود کرده، پایه ها و مشخصات آن را

بررسی کنید.

مدارات زیر را شبیه سازی کرده و جدول مربوط به هر کدام را کامل کنید.



شکل ۹-۳) به دست آوردن مشخصات مربوط به JFET

با تغییر VCC جدول زیر را کامل کنید.

VDS	0	0.5	1	1.5	2	3	4	5	6
ID									

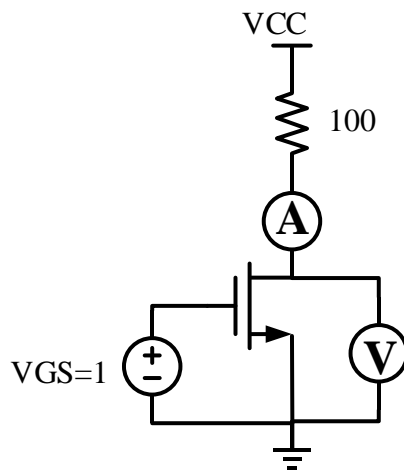
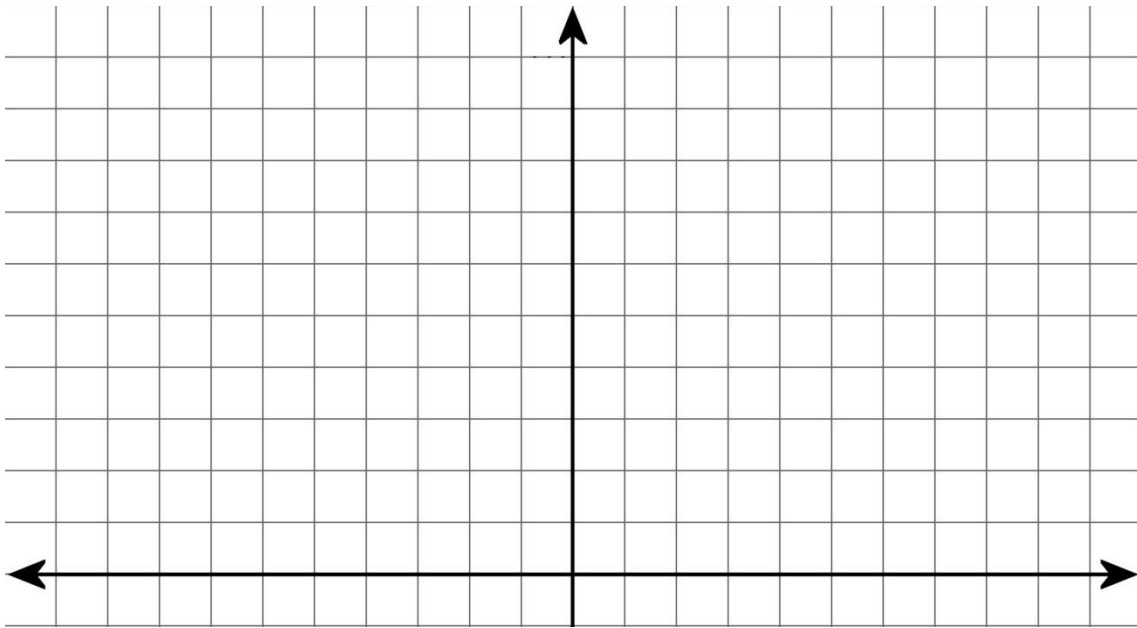
سپس روی کاغذ شطرنجی منحنی مشخصه را رسم کرده و V_p و I_{DSS} را محاسبه کنید.

در ناحیه اشباع:

$$I_{DS} = I_{DSS} \left[1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right]^2$$

در منطقه خطی:

$$I_D = \frac{2I_{DSS}}{V_P^2} \left(V_{GS} - V_P - \frac{V_{DS}}{2} \right) V_{DS}$$



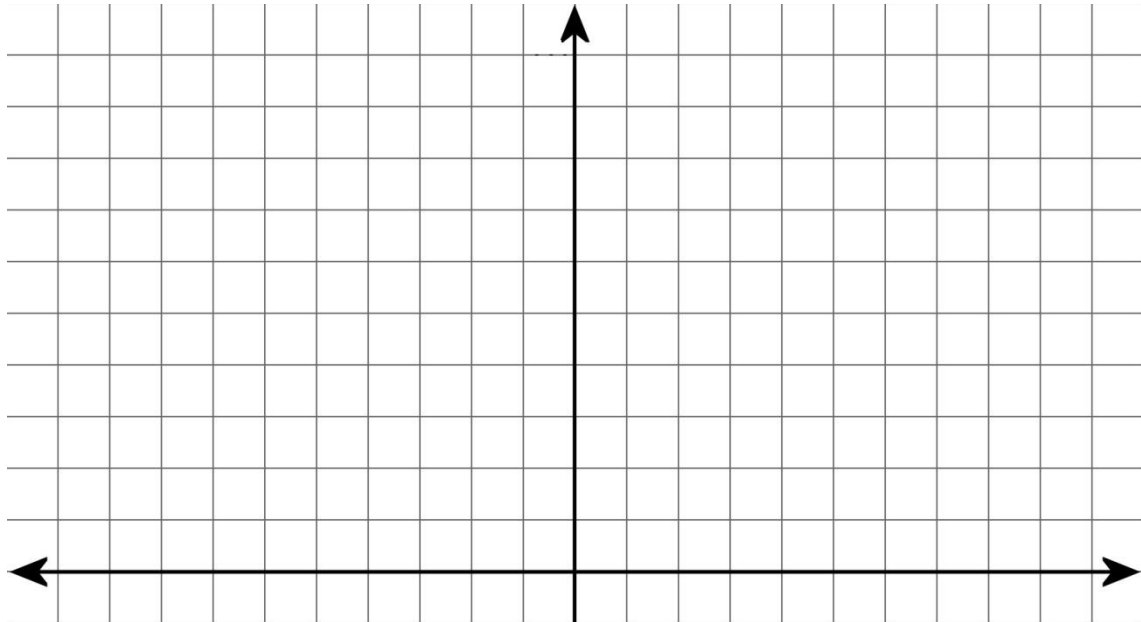
شکل ۹-۴) به دست آوردن مشخصات ترانزیستور MOS

با تغییر V_{CC} جدول زیر را کامل کنید.

VDS	0	0.5	1	1.5	2	3	4	5	6
ID									

سپس روی کاغذ شطرنجی منحنی مشخصه را رسم کرده و V_{th} و K را محاسبه کنید.

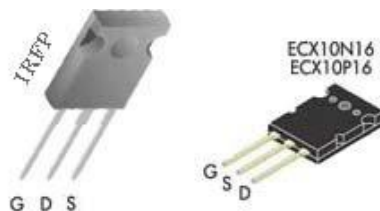
$$I_D = \begin{cases} 0 & V_{GS} \leq V_T, \text{ Cut-off} \\ \frac{1}{2}\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_T)^2 & V_{DS} \geq V_{GS} - V_T, \text{ Saturation} \\ \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} [(V_{GS} - V_T)V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2}] & V_{DS} \leq V_{GS} - V_T, \text{ Triode region} \end{cases}$$



مراحل انجام آزمایش

تست و بایاس ترانزیستور FET

در شکل زیر پکیج کلی یک ماسفت نمایش داده شده است. در تست کردن یک FET با استفاده از مولتی متر دیجیتال، نکات کلی زیر را در نظر بگیرید:



شکل ۹-۵) بسته بندی FET

۱) در این روش کلیه مراحل با استفاده از تست دیودی مولتی متر استفاده می شود لذا سلکتور مولتی متر را بر روی تست دیود قرار دهید.

۲) هنگام تست نباید ماسفت با دست تماس پیدا کند. به دلیل ایجاد الکتریسیته ساکن ابتدا بار ذخیره شده در FET که بر اثر دست زدن به پایه هایش ایجاد شده تخلیه کنید باید سه پایه FET توسط قسمت فلزی پیچ گشتی دسته دار اتصال کوتاه شود برای جلوگیری از الکتریسیته ساکن بهتر است این کار روی یک میز چوبی انجام شود.

بعد از تشخیص پایه های ترانزیستور توسط دیتا شیت مراحل زیر را برای تشخیص سالم بودن (و به همین ترتیب تشخیص پایه ها) انجام دهید:

۵) نحوه تست در جداول زیر خلاصه شده است.

جدول ۹-۱ نحوه تست کردن JFET

P-CHANNEL	مراحل
مولتی متر باید بوق بزند	سیم مشکی به گیت سیم قرمز به سورس
مولتی متر باید بوق بزند	سیم قرمز به درین سیم مشکی به سورس
مولتی متر باید بوق بزند	سیم مشکی به درین سیم قرمز به سورس

N-CHANNEL	مراحل
مولتی متر باید بوق بزند	سیم مشکی به سورس سیم قرمز به گیت
مولتی متر باید بوق بزند	سیم قرمز به درین سیم مشکی به سورس

مولتی متر باید بوق بزند	سیم مشکی به درین سیم قرمز به سورس
-------------------------	--------------------------------------

در سایر حالات اتصال باز نشان می دهد.

جدول ۹-۲) نحوه تست کردن ماسفت

P-MOS	مراحل
مولتی متر نباید بوق بزند	از گیت به هر دو پایه ی دیگر
مولتی متر رنج دیودی را نشان می دهد.	سیم قرمز به درین سیم مشکی به سورس
مولتی متر نباید بوق بزند	سیم قرمز به گیت سیم مشکی به سورس

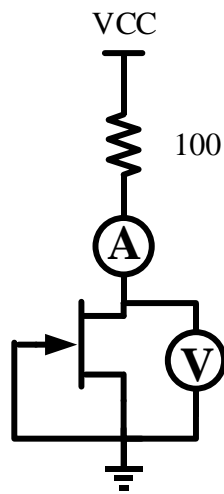
N-MOS	مراحل
مولتی متر نباید بوق بزند	از گیت به هر دو پایه ی دیگر
مولتی متر نباید بوق بزند	سیم قرمز به درین سیم مشکی به سورس
مولتی متر رنج دیودی را نشان می دهد.	سیم قرمز به گیت سیم مشکی به سورس

در سایر حالات ممکن باید اتصال باز را نشان دهد.

دو نوع JFET و MOSFET نوع P و N موجود در آزمایشگاه را تست کنید.

منحنی مشخصه ی JFET و MOS:

مدارات زیر را ببندید و منحنی مشخصه هر مدار را روی کاغذ شطرنجی رسم کنید.

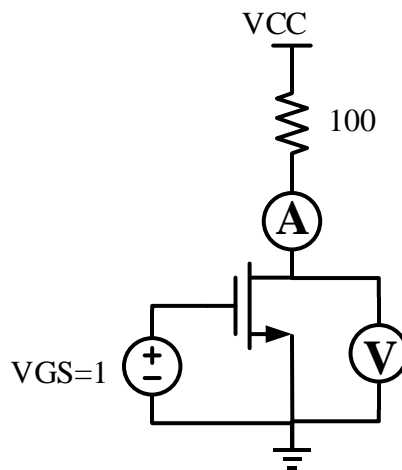
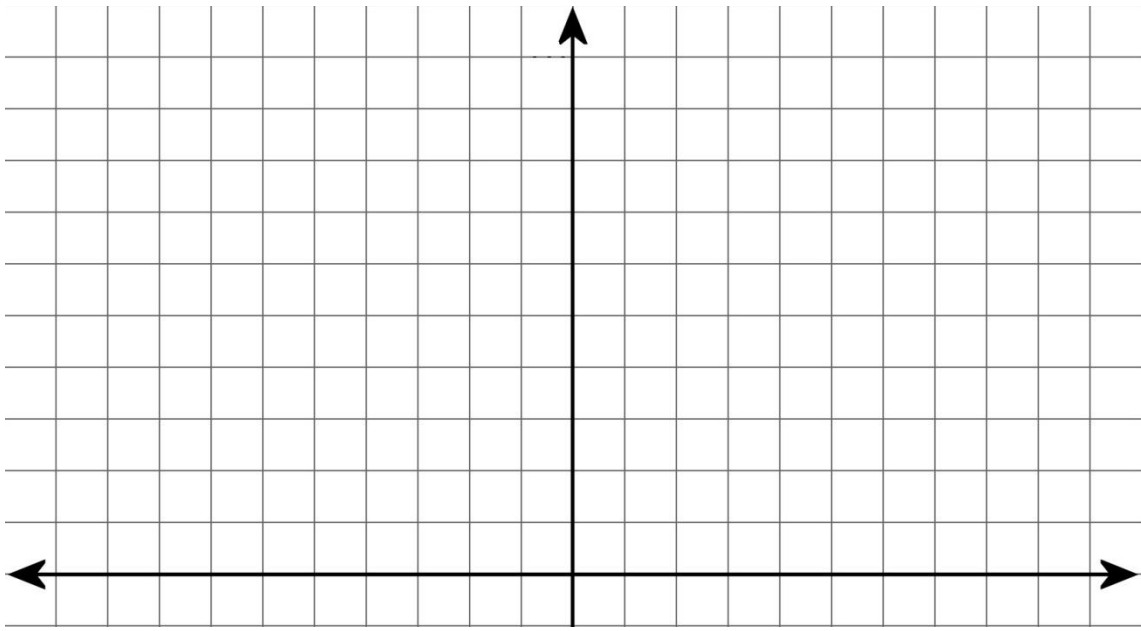


شکل ۹-۶) به دست آوردن مشخصه JFET در آزمایشگاه

با تغییر VCC جدول زیر را کامل کنید.

VDS	0	0.5	1	1.5	2	3	4	5	6
ID									

سپس روی کاغذ شطرنجی منحنی مشخصه را رسم کرده و V_{th} و K را محاسبه کنید.

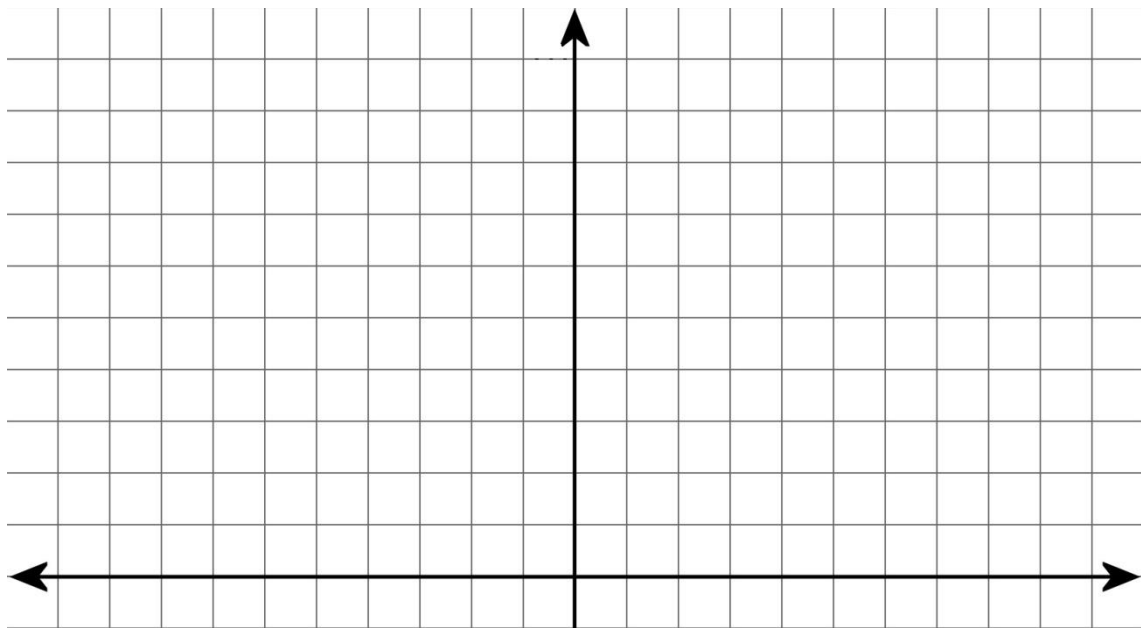


شکل ۹-۷) به دست آوردن مشخصه MOS در آزمایشگاه

با تغییر V_{CC} جدول زیر را کامل کنید.

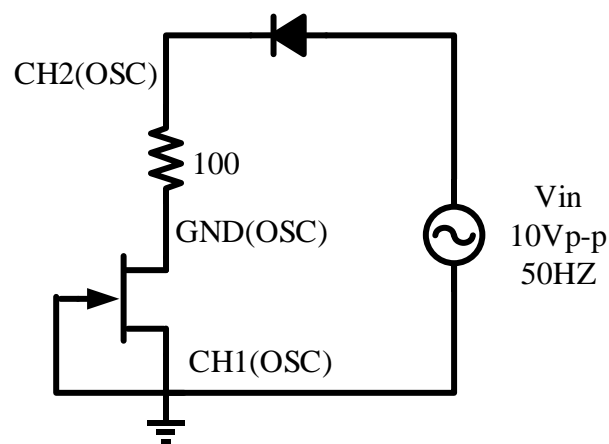
VDS	0	0.5	1	1.5	2	3	4	5	6
ID									

سپس روی کاغذ شطرنجی منحنی مشخصه را رسم کرده و V_{th} و K را محاسبه کنید.



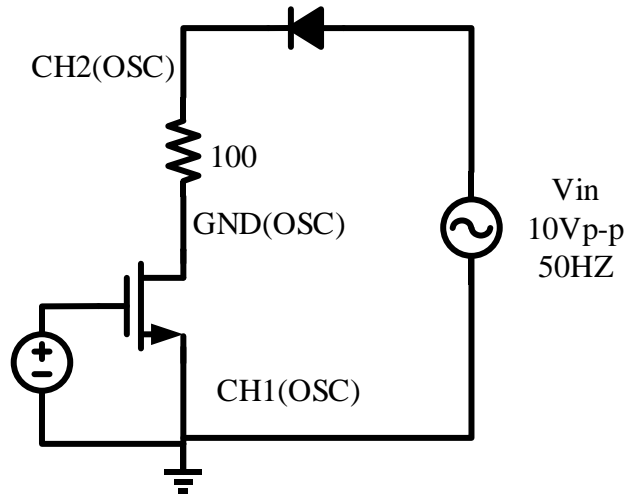
منحنی مشخصه روی اسیلوسکوپ:

مدار زیر را بسته و منحنی مشخصه JFET را روی اسیلوسکوپ مشاهده نمایید. ولتاژ گیت- سورس را تغییر داده و مشاهدات خود را ثبت نمایید.



شکل ۹-۸) رسم مشخصه JFET در آزمایشگاه در اسیلوسکوپ

به همین ترتیب مدار زیر را ببندید و منحنی مشخصه آن را روی اسیلوسکوپ مشاهده نمایید.



شکل ۹-۹) رسم مشخصه MOS در آزمایشگاه در اسیلوسکوپ

سوالات

- ۱- مزایا و معایب ماسفت را نسبت به ترانزیستور دوقطبی ذکر نمایید.
- ۲- آیا اعداد به دست آمده از طریق دیتا شیت، شبیه سازی و آزمایش برای مشخصات ترانزیستور یکی است؟ در صورت اختلاف دلایل آن را پیدا کنید.

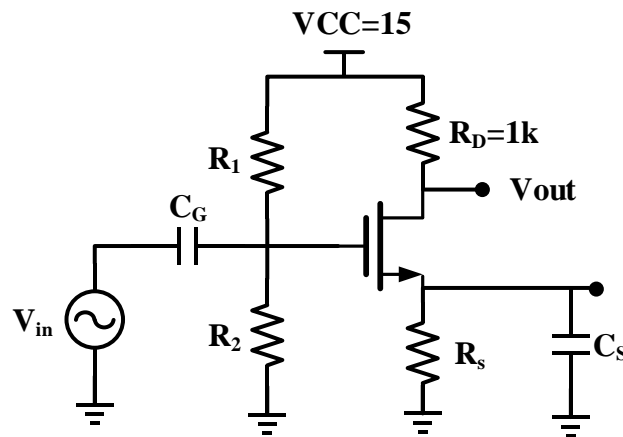
آزمایش ۱۰: تقویت کننده ترانزیستور اثر میدانی (FET)

مقدمه

از ترانزیستورهای MOSFET علاوه بر خاصیت سویچ زنی به عنوان تقویت کننده نیز استفاده می شود. هدف از این آزمایش طراحی یک تقویت کننده با استفاده از MOSFET است.

تئوری آزمایش

مدار زیر را طوری طراحی کنید که مشخصات زیر به دست آید:



شکل ۱۰-۱) تقویت کننده سورس مشترک با MOS

$$V_{CC} = 15 \text{ v}, \quad R_D = 1 \text{ k}\Omega$$

$$C_G = 47 \text{ }\mu\text{F}, \quad C_S = 100 \text{ }\mu\text{F}, \quad A_V = 50$$

- ✓ گین مدار ۵۰ باشد.
- ✓ حداکثر تغییرات متقارن در خروجی داشته باشیم.
- ✓ نسبت مقاومت های ورودی را با استفاده از نقطه ی کار ترانزیستور به دست آورید.

شبه سازی

مدار طراحی شده را در Pspice شبیه سازی کرده و موارد نظر را کامل کنید.

نقطه کار ترانزیستور را اندازه گیری کنید.

$$I_D =$$

$$V_{out} =$$

$$V_G =$$

$$V_{GS} =$$

ناحیه کاری ترانزیستور و مقدار سوپینگ خروجی را تعیین کنید.

بهره مدار را در فرکانس دو کیلو هرتز به دست آورید.

خروجی و ورودی را زیر هم رسم کرده و اختلاف فاز آنها را نسبت به هم به دست آورید.

۱۰-۱- مراحل آزمایش

مدار طراحی شده را ببندید:

نقطه کار ترانزیستور را اندازه گیری کنید.

$$I_D = \quad V_{out} = \quad V_{GS} =$$

سیگنال ژنراتور را روی فرکانس 2KHz تنظیم کنید. دامنه آنرا تا حد امکان زیاد کنید به شرطی

که خروجی سینوسی باقی بماند. (به این ترتیب حداکثر سوپینگ خروجی به دست می آید)

با استفاده از مقادیر بدست آمده در گام دوم، مقدار بهره مدار را بدست آورید.

ورودی و خروجی مدار را در اسیلوسکوپ با استفاده از دو پروب نمایش داده و اختلاف فاز آنها

را به دست آورید.

با تغییر فرکانس از مقادیر خیلی کم تا چند کیلوهرتز تغییرات گین را اندازه گیری کنید؟

سؤالات:

۱- آیا نتایج تئوری، شبیه سازی و نتایج به دست آمده در آزمایشگاه با هم یکی است؟ در

صورت وجود اختلاف دلیل آن را شرح دهید.

۲- گین مدار را به دو طریق محاسبه کنید:

✓ وقتی که منبع ورودی را اندازه گرفته و بعد به مدار وصل کرده اید.

✓ بهره مدار وقتی که آن را از نسبت ولتاژ کلکتور به ولتاژ بیس به دست آورده اید.

آیا در این دو حالت بهره متفاوت است؟ چرا؟

۳- چرا در فرکانس های پایین، با تغییر فرکانس گین تغییر می کند؟

۴- در صورت بای پس نکردن مقاومت R_S بهره چقدر می شود؟

