فصل اول

دیود

پیش آزمون

۱- پیـــش از اختـــراع قطعات نیمه‌هادی در الکترونیک، از چه قطعاتی اســـتفاده می‌گردید و در این رابطه چه مشکلاتی وجود داشت؟

۲- پنج قطعه الکترونیکی که می شناسید نام ببرید.

۳- دیودها در برق صنعتی، چه کاربردهایی دارند؟

۴- چند نوع دیود را می‌شناسید؟

۵- دیودها را چگونه به مدارهای برق صنعتی، متصل می‌نمایند؟

۶- دیودهای معیوب را چگونه می‌توان تشخیص داد؟

۷- تفاوت جریان AC و DC را توضیح دهید.

۸- آیا جریان‌های AC و DC به یک‌دیگر قابل تبدیل می‌باشند؟

۹- چرا در مدارات برقی مخصوصاً مدارات الکترونیکDC، ثابت نگاه داشتن ولتاژ مهم می‌باشد؟

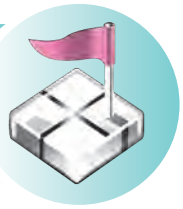
۱۰- چه عواملی در تغییرات ولتاژ خروجی تغذیه مدارات الکتریکی تاثیر دارند؟

الف) نوسانات ولتاژ ورودی تغذیه ب) مدت زمان استفاده ازمدارات

ج) تغییرات مقداربار‌درخروجی تغذیه د) موارد الف و ج

۱۱- آیا قطعات الکترونیک با یک کاربرد، ولی با ظاهرهای متفاوت وجود دارند؟

۱۲- نمادهای فنی قطعات به چه منظوری طراحی گردیده‌اند؟



هدف کلی فصل:
شناخت وبررسی عملکرد دیود

هدف‌های رفتاری
پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

۱- ساختمان اتمی عناصر را تشریح کند.

۲- نیمه‌هادی‌های خالص راشرح دهد.

۳- نحوه‌ی به‌وجود آمدن نیمه‌هادی‌های نوع N و P را شرح دهد.

۴- نماد مداری دیود رانشان دهد.

۵- قراردادن دیود در بایاس مستقیم راشرح بدهد و به‌صورت عملی نشان دهد.

۶- قراردادن دیود در بایاس معکوس دیود را شرح بدهد و به‌صورت عملی نشان دهد.

۷- ناحیه شکست دیود را نشان داده و نحوه‌ی به‌وجود آمدن آن راشرح دهد.

۸- دیود ایده‌آل راشرح دهد.

۹- مدار یکسوساز نیم‌موج راشناسایی نموده وشرح دهد.

۱۰- مدار یکسوساز تمام‌موج با ترانس سر وسط را شناسایی نموده وشرح دهد.

۱۱- مدار یکسوساز پل را شناسایی نموده و شرح دهد.

۱۲- دلیل استفاده از صافی خازنی راشرح دهد و نحوه‌ی انتخاب آن را توضیح دهد.

۱۳- نحوه‌ی انتخاب دیودهای یکسوساز را در مدارات شرح دهد.

۱۴- دیود زنر و کاربرد آن را شرح دهد.

۱۵- دلیل و نحوه‌ی استفاده آی‌سی‌های رگولاتور راشرح دهد.

۱۶- دیود نوری LED (Light Emitting Diode) را شرح دهد.

۱۷- تست و آزمایش سلامت دیود را انجام دهد.

۱۸- مدار تثبیت ولتاژ با دیود زنر و آی‌سی رگولاتور را طراحی و ایجاد نماید.

مدت زمان آموزش بر حسب ساعت

زمان تئوری	زمان عملی	زمان کل
۸	۱۲	۲۰

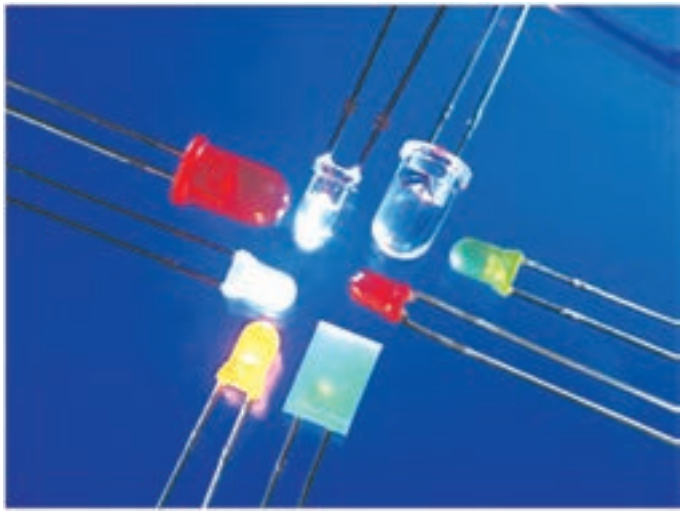
مقدمه

امروزه در اطراف خود دستگاه‌های الکترونیکی فراوانی را مانند دستگاه‌های صوتی، تصویری، خانگی و صنعتی می‌توان یافت که در آن‌ها از قطعاتی با ساختار نیمه‌هادی استفاده شده و قابل مشاهده است. این قطعات تحول عظیمی را در دانش الکترونیک به‌وجود آورده‌اند.

پیش از اختراع نیمه‌هادی‌ها برای انجام عملیات کنترلی در مدارات الکترونیک از قطعاتی به نام لامپ‌های خلأ استفاده می‌شد. این قطعات که به شکل یک حباب شیشه‌ای بوده و ساختمان آن با گرم شدن فیلامان داخل آن صورت می‌پذیرفت بسیار گرمازا و دارای تلفات زیادی بوده و همیشه وجود آن‌ها، با توجه به معایب نام‌برده بر روی بردهای الکترونیکی مشکل‌ساز بوده است. بنابراین مخترعین همواره به دنبال راهی بودند که قطعه‌ای جایگزین برای آن در نظر بگیرند تا بتوانند عملیات کنترل عبور جریان را در مدارها به‌وسیله آن انجام دهند.

دانشمندان با بررسی وضعیت مواد از نظر هدایت الکتریکی به موادی دست یافتند که نه مانند هادی‌ها جریان الکتریکی را هدایت می‌نمود و نه به اندازه عایق‌ها از عبور جریان الکتریکی جلوگیری می‌کرد که آن را نیمه‌هادی نامیدند. با توجه به این‌که دانشمندان این رشته توانستند امکانات تولید نیمه‌هادی‌ها را به‌وجود آورند، اقدام به تولید انواع نیمه‌هادی‌ها نمودند، به‌گونه‌ای که بتوان از آن‌ها در ساختمان قطعاتی مانند دیود، ترانزیستور، قطعات چند لایه و حتی IC[1]ها استفاده نمود.

با استفاده از قطعات نام‌برده مدارات الکترونیکی به‌راحتی برای حجم‌ها و کاربردهای مختلف ساخته شدند که یکی از پرکاربردترین این مدارات، مدارات الکترونیک صنعتی می‌باشد. در این فصل ما ضمن معرفی روش شکل‌گیری ساختمان نیمه‌هادی‌ها، روش به‌وجود آمدن دیودها و انواع آن را تشریح کرده و پس از معرفی شکل و نمادهای فنی آن به شما نشان می‌دهیم که چه‌گونه از دیودها در مدارات الکترونیک استفاده می‌گردد و درنهایت با کاربردی دیگر برای این قطعه در ساخت مدارهایی برای تبدیل جریان متناوب (AC) به مستقیم (DC) به‌منظور مصرف‌کننده‌هایی که احتیاج به جریان مستقیم دارند آشنا می‌گردیم.

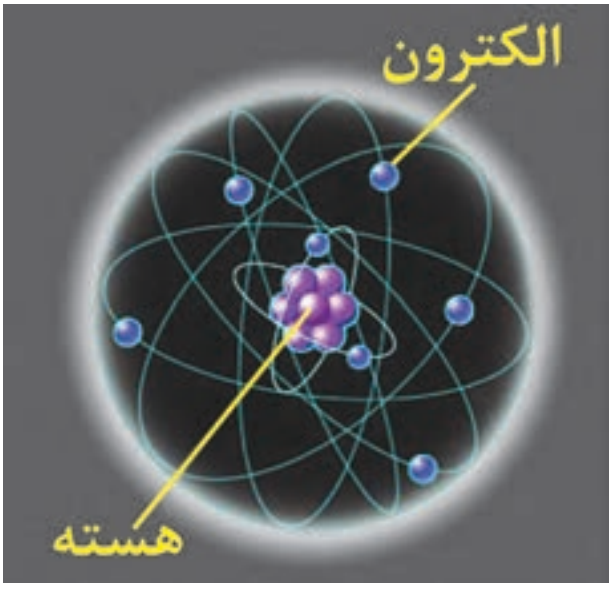


۱. Integrated Circuit

۱-۱ نیمه‌هادی‌های خالص

۱-۱-۱ ساختمان اتم

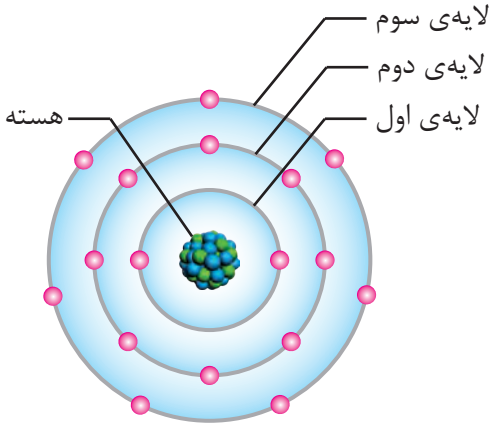
همه‌ی عناصری که در طبیعت یافت می‌شوند از مجموعه‌ای از اتم‌ها تشکیل گردیده‌اند که اگر ساختمان هر یک از اتم‌های آن‌ها را مورد بررسی قرار دهیم، خواهیم دید از مجموعه الکترون‌ها و هسته ساخته شده‌اند که خود هسته نیز شامل ذرات پروتون و نوترون می‌باشد. (شکل ۱-۱)



شکل ۱-۱- داخل یک اتم

نحوه‌ی قرارگیری این مجموعه به گونه‌ای است که الکترون‌ها در مدارهای منظم به دور هسته در حال گردش می‌باشند و نیروی گریز از مرکز، باعث فاصله به‌وجود آمده الکترون‌ها از هسته و نیروی جاذبه هسته مانع دور شدن آن‌ها از هسته خواهد شد. به آخرین مدار یا لایه‌ی الکترون‌هایی که به دور هسته می‌چرخند *لایه والانس یا ظرفیت* و الکترون‌های آن‌را *الکترون‌های والانس یا ظرفیت* می‌گویند. بنابراین در شکل ۱-۲ لایه سوم لایه والانس می‌باشد. (شکل ۱-۴)

با توجه به فاصله زیاد الکترون‌های والانس با هسته عوامل فیزیکی مختلفی مانند گرما می‌تواند این الکترون‌ها را از مدار خود خارج ساخته و الکترون آزاد به‌وجود آورد.



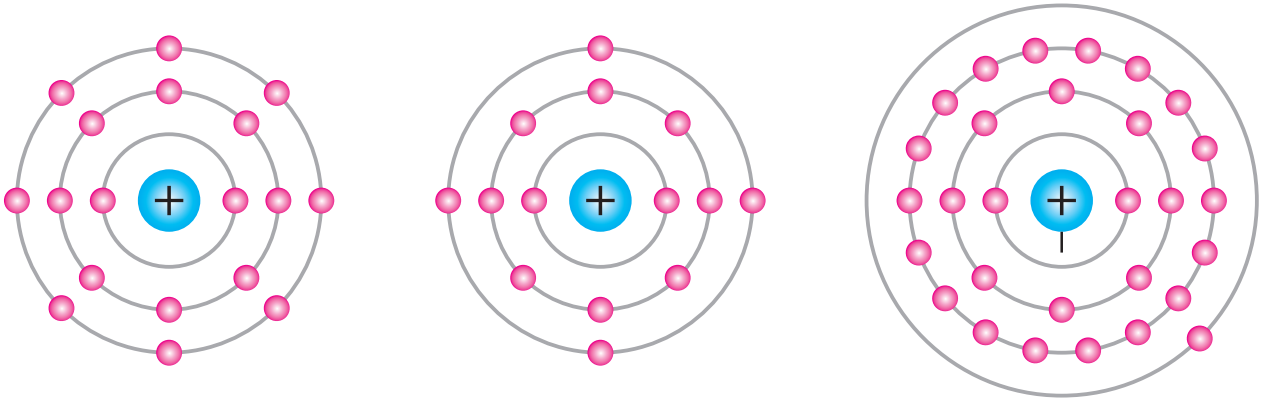
شکل ۱-۲

۱-۱-۲ اجسام از نظر هدایت الکتریکی

تعداد الکترون‌های لایه‌ی والانس که عامل وابستگی آن‌ها نسبت به هسته می‌باشد، توانایی‌های متفاوتی را در اجسام از نظر ایجاد الکترون آزاد به‌وجود آورده است. این امر اجسام را ازنظر هدایت الکتریکی به سه دسته کلی *هادی‌ها*، *عایق‌ها* و *نیمه‌هادی‌ها* تقسیم نموده است.

به نحوی که هادی‌ها به خوبی جریان الکتریکی را از خود عبور می‌دهند، عایق‌ها جریان الکتریکی را از خود عبور نمی‌دهند و نیمه‌هادی‌ها، تحت شرایط خاصی جریان الکتریکی را از خود عبور می‌دهند. علت آن است که این مواد از نظر لایه والانس نیز بایک‌دیگر، تفاوت‌هایی دارند که در شکل ۱-۳ نشان داده شده است.

هادی‌ها که اغلب فلزات را شامل می‌شوند، در لایه آخر آن‌ها معمولا سه الکترون وجود دارد و با توجه به



۱- توزیع الکترون‌ها در لایه‌های اتم مس (هادی یا رسانا)

۲- توزیع الکترون‌ها در نیمه‌هادی اتم سیلیسیم

۳- توزیع الکترون‌ها در عایق یا نارسانا (اتم آرگن)

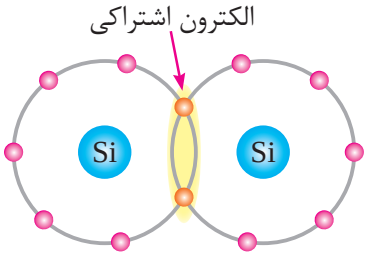
شکل ۳-۱

این‌کـه به راحتی الکترون‌هـای والانس آن از مدار آخر آزاد می‌گردند، رسـاناهای خوبی به شمار می‌آیند و در نقطه‌ی مقابل آن‌ها، عایق‌ها مانند پلاسـتیک، شیشـه و سـرامیک، کـه در لایه آخر معمـولا از چهار الکترون بیش‌تر و حداکثر هشـت الکترون را دارا می‌باشـند و با توجه به نداشتن الکترون آزاد جریان برق را از خود عبور نمی‌دهند.

در لایه آخر نیمه‌هادی‌های خالص مانند سیلیسـیم و ژرمانیـم تنها چهار الکتـرون والانس یافت می‌گردد . ویژگـی این عناصر به گونه‌ای اسـت که در دمای صفر مطلق (۲۷۳°C-) عایق هستند، ولی در دمای معمولی (۲۵°C+)، دمـای محیط منجر به آزاد شـدن الکترون درآن‌هـا می‌گـردد و اندکـی هدایـت الکتریکی در آن به‌وجود می‌آید.

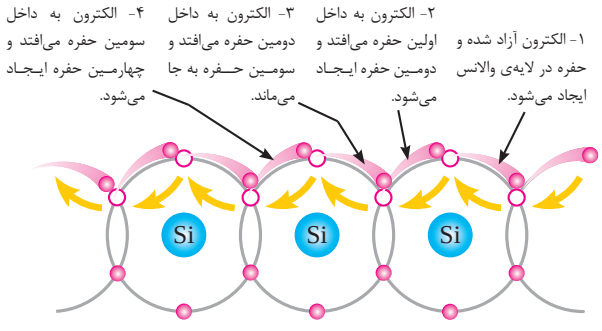
۳-۱-۱ پیوند کوالانسی

چهـار الکتـرون موجود در لایه آخر سـاختمان اتم نیمه‌هادی‌هایی مانند سیلیسیم و ژرمانیم با الکترون‌های لایه آخر اتم‌های مجاور خود پیوندی اشتراکی را به‌وجود می‌آورند که به آن پیوند کووالانسی می‌گویندو منجر به ایجاد ساختمان کریستالی عنصر خواهد شد، لذا با توجه به این پیوند درلایه آخر هر اتم هشـت الکترون به‌وجود می‌آیدکـه تکمیل این لایه، پیوند مسـتحکمی را ایجاد خواهدکرد.



شکل ۴-۱

اکنـون اگر دمای محیـط از صفرمطلق (۲۷۳°C-) افزایـش یابد، یک الکترون از ایـن پیوند رها گردیده و الکترون آزادی به‌وجود خواهد آمد و مکان خالی شـده آن که حفره نام دارد، می‌تواند از اتم پیوند مجاور خود توسط یک الکترون آزاد دیگر پُر شود و این حرکت به‌طور نامنظم درسرتاسر نیمه‌هادی، برای اتم‌های مجاور ادامه یابد. شکل ۵-۱ این وضعیت رانشان داده است.



شکل ۵-۱

این وضعیت را با اعمال پتانسیل الکتریکی به دو سر کریستال نیمه‌هادی مربوطه نیز می‌توانیم به‌وجود آوریم و جریان الکترون‌ها و حفره‌ها را بین دوقطب پتانسیل الکتریکی مشاهده کنیم.

۱-۲ نیمه‌هادی‌های نوع N و P

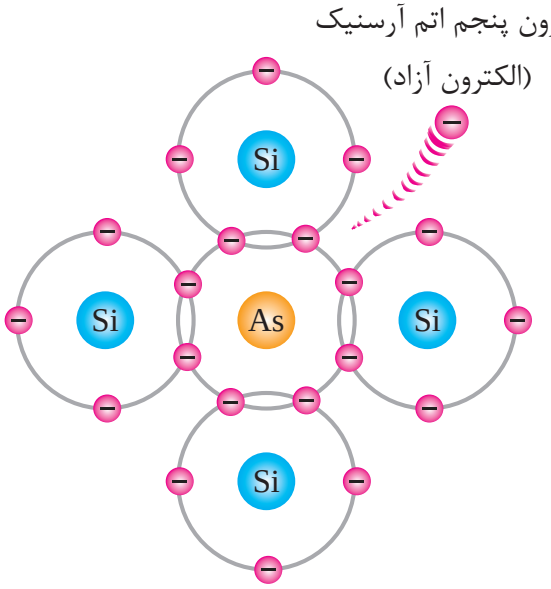
۱-۲-۱ ناخالص کردن نیمه‌هادی‌ها

با توجه به این‌که برای به‌کارگیری نیمه‌هادی‌ها درساخت قطعات الکترونیک، نمی‌توان منتظر تغییرات دما گردید وحتی جریان به‌وجود آمده در نیمه‌هادی زیاد قوی نمی‌باشد، لازم است برای ساخت یک نیمه‌هادی خوب آن‌ها را ناخالص نمود، که این کار در کارخانه‌های ساخت نیمه‌هادی با تزریق اتم پنج ظرفیتی که در لایه‌ی والانس آن پنج الکترون و سه ظرفیتی که در لایه‌ی والانس آن سه الکترون وجود دارد صورت می‌پذیرد.

شکل ۶-۱- کارخانجات تولید نیمه‌هادی

۱-۲-۳ نیمه‌هادی نوع N

همان‌گونه که در شکل۷-۱ نشان داده شده است اگر نیمه‌هادی‌های خالصی را با عناصری که دارای اتم‌های پنج ظرفیتی می‌باشد، مانند آرسنیک ناخالص کنند، مشاهده می‌شود که از پیوند کووالانسی آن یک الکترون اضافه به‌وجود خواهد آمد، که این الکترون مدام از مدار والانس یک اتم به اتم دیگر، حرکت نامنظمی را به‌وجود می‌آورد و هرگز در سراسر عنصر پایدار نمی‌گردد. بنابراین درکل این نیمه‌هادی، جریان ضعیفی از الکترون‌ها به‌وجود خواهد آمد. با توجه به این‌که تعداد الکترون‌ها از حفره‌ها دراین نیمه‌هادی بیشتر است، می‌توانیم بگوییم: *الکترون‌ها حامل‌های اکثریت وحفره‌ها حامل‌های اقلیت می‌باشند وکریستال به‌وجود آمده از نوع نیمه‌هادی نوع N می‌باشد.*

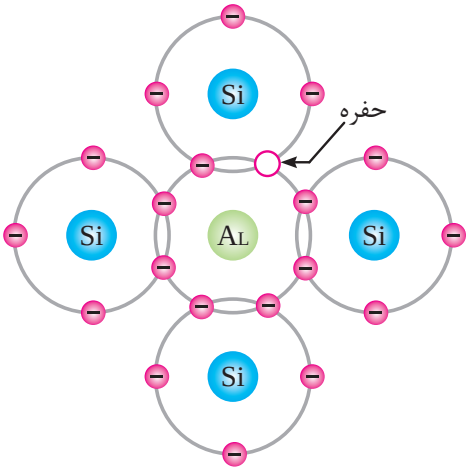


شکل ۷-۱- ایجاد نیمه‌هادی نوع N

۱-۲-۴ نیمه‌هادی نوع P

ولی با توجه به شکل ۸-۱ اگر ایجاد این ناخالصی توسط یک عنصر با اتم‌های سه ظرفیتی مانند آلومینیم صورت پذیرد، این بار در پیوند کووالانسی آن، از چهار پیوند موجود، یکی از پیوندها ناقص بوده و حفره‌ای به‌وجود خواهد آمد که در سراسر عنصر الکترون‌های لایه‌های والانس اتم‌های مجاور سعی می‌کنند آن‌ها را پُر کنند و هرگز پایداری به‌وجود نخواهد آمد؛ این امر نیز باعث به‌وجود آمدن جریان ضعیفی خواهد شد که حفره‌ها باعث آن بوده‌اند. بنابراین با توجه به این‌که

تعـداد حفره‌ها از الکترون‌ها درایـن نیمه‌هادی بیش‌تر اسـت می‌توانیـم بگوییم: *حفره هـا حامل‌های اکثریت و الکترون‌ها، حامل‌های اقلیت می‌باشـند و کریسـتال به‌وجود آمده، از نیمه‌هادی نوع P می‌باشد.*

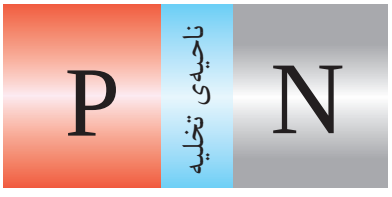


شکل ۸-۱- ایجاد نیمه‌هادی نوع P

۱-۳ ساختمان و نماد مداری دیود

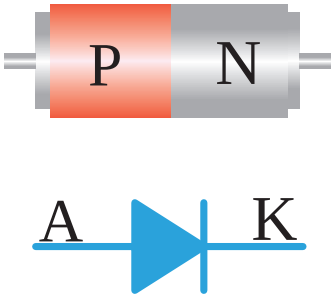
۱-۳-۱ اتصال نیمه‌هادی‌های N و P

هرگاه دو کریستال نیمه‌هادی P و N را به یک‌دیگر اتصـال بدهنـد، در محـل اتصـال الکترون‌هـای آزاد نیمه‌هادی N به سـرعت جذب حفره‌های نیمه‌هادی P خواهند شـد و درمحل اتصال مربوطه با توجه به توازن به‌وجود آمده، ناحیه تخلیه ایجاد خواهد گردید که عرض آن چند دهم میکرون اسـت که در این ناحیه هیچ گونه الکترون آزاد و یا حفره وجود ندارد، ولی در نواحی دیگر نیمه‌هادی‌ها، شرایط به همان شکلی که بوده است باقی می‌ماند. (شکل۹-۱)



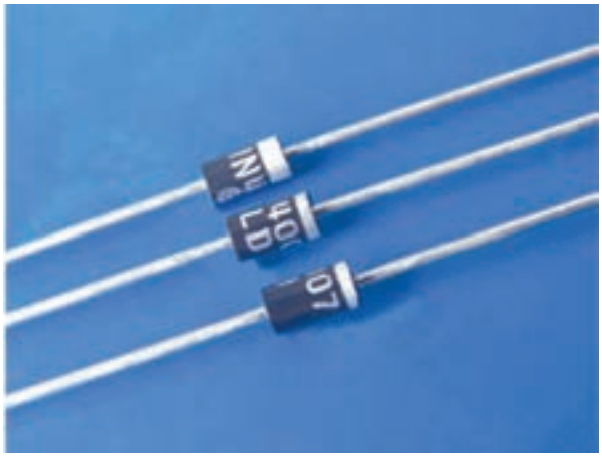
شکل ۹-۱- ایجاد ناحیه تخلیه

اتصـال این دو کریسـتال نیمه‌هادی بـا توجه به شـرایطـی که به‌وجود مـی‌آورد، منجر بـه قطعـه‌ای پرکاربـرد خواهد شـد کـه بـه آن دیـود (Diode) می‌گویند و آن‌را با نمـاد (شـکل ۱۰-۱) در نقشه‌های فنی مشخص می‌نمایند.



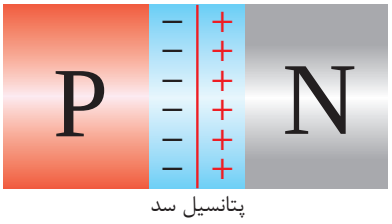
شکل ۱۰-۱- پایه‌های دیود

اتصـال به‌وجود آمده در محفظـه‌ای قرار گرفته و به شـکل ۱۱-۱ به عنوان دیود در اختیار مصرف کنندگان آن قرار می‌گیرد.



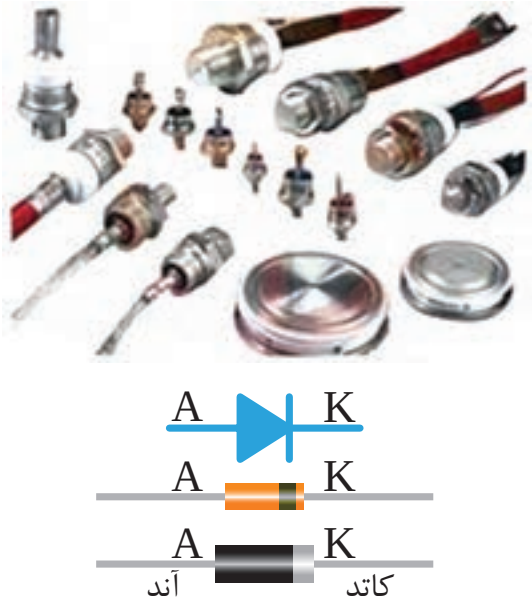
شکل ۱۱-۱- چند نوع دیود

با توجه به شرایط عایقی که در ناحیه تخلیه به‌وجود آمده اسـت و وجود بارهـای مثبت و منفی در دو طرف این ناحیه، پتانسـیل سـد نیزبه‌وجود خواهـد آمد که برای نیمه‌هادی سیلیسـیم ۰/۷ولت و ژرمانیم ۰/۲ ولت می‌باشد.



شکل ۱۲-۱- پتانسیل سد دیود

دیودها با اشکال و ابعاد مختلفی توسط کارخانه‌های تولید قطعات الکترونیکی تولید می‌شوند که نمونه‌هایی از آن در شکل ۱۳-۱ نشان داده شده است و متناسب با نوع کاربرد، کارخانه‌های مربوطه با ارائه برگه‌ی داده وکاتالوگ‌های لازم محصولات خود را به طراحان مدارات الکترونیکی معرفی می‌نمایند.



شکل ۱۳-۱- انواع دیود و پایه‌های آن

ابعاد دیود و نحوه قرار گرفتن آن برای تولید کنندگان این قطعه که می‌تواند شرایط کاربرد مربوطه را تغییردهد بسیار مهم می‌باشد و چه بسا این موضوع در قیمت تمام شده‌ی آن نیز تاثیر می‌گذارد.

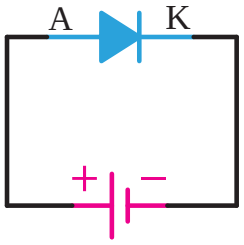
امروزه دیودهای SMD با ابعادی بسیار کوچک به بازار ارائه می‌گردد.

همان‌گونه که در شکل ۱۰ -۱ مشخص شده است پایه‌ای از دیود که به نیمه‌هادی نوع P متصل می‌گردد آند و پایه‌ای که به نیمه‌هادی نوع N متصل است کاتد نامیده می‌شود. این قطعه درمدارات می‌تواند در دو وضعیت بایاس مستقیم و بایاس معکوس به‌کار گرفته شود.

۱-۴ بایاس مستقیم دیود

با اتصال یک منبع ولتاژ به یک دیود، اصطلاحاً آن‌را بایاس نموده‌اند. حال اگر این اتصال به نحوی باشد که قطب مثبت به آند و قطب منفی به کاتد وصل شده باشد بایاس مربوطه را بایاس مستقیم گویند. (شکل۱۴-۱)

در این صورت الکترون‌ها ازقطب منفی به نیمه‌هادی N وارد گردیده و سپس به طرف حفره‌های نیمه‌هادی P رانده می‌شوند و پس از آن جذب قطب مثبت منبع خواهند شد و در مدار جریان الکتریکی به‌وجود خواهد آمد.

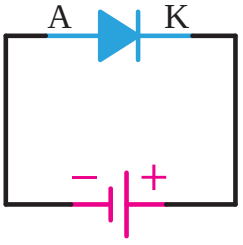


شکل ۱۴-۱- دیود در بایاس موافق

توجه داشته باشید که شرط به‌وجود آمدن جریان الکتریکی در مدار بایاس مستقیم دیود، افزایش ولتاژ منبع، از پتانسیل سد می‌باشد تا ناحیه تخلیه از بین برود. (برای نیمه‌هادی سیلیسیم ۰/۷ولت و ژرمانیم ۰/۲ ولت)

۱-۵ بایاس معکوس دیود

مخالف شرایط فوق را در بایاس معکوس دیود می‌توانیم بیابیم. یعنی وضعیتی که قطب مثبت به کاتد و قطب منفی به آند وصل گردیده است. (شکل۱۵-۱)



شکل ۱۵-۱- دیود در بایاس مخالف

در این وضعیت با توجه به این که الکترون‌های آزاد نیمه‌هادی N جذب قطب مثبت و الکترون‌های قطب منفی حفره‌های نیمه‌هادی نوع P را پُر می‌کنند، مشاهده می‌شود که عرض ناحیه‌ی تخلیه افزایش یافته و هر چه ولتاژ منبع افزایش یابد جریانی در مدار برقرار نخواهد شد و حتی افزایش ولتاژ منجر به سوختن دیود خواهد شد.

۱-۶ تست و آزمایش دیود

با توجه به این‌که در ساخت دیودها از پیوند نیمه‌هادی‌های P و N استفاده می‌گردد این پیوند در بعضی شرایط برای دیود می‌تواند دردسر آفرین باشد.

یکی از این موارد، باز شدن این پیوند می‌تواند باشد؛ در این شرایط کارآیی دیود از بین خواهد رفت که اصطلاحا می‌گویند دیود سوخته است.

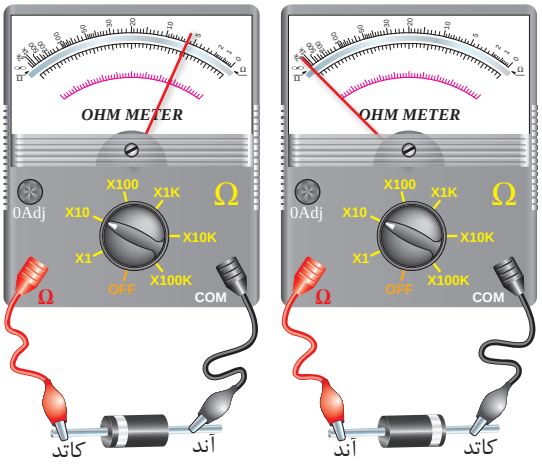
یکی از عواملی که می‌توان این مورد را پدید آورد عبور جریان بیش از حد مجاز در بایاس موافق و یا مخالف از دیود می‌باشد که حرارت محیط اطراف قطعه نیز می‌تواند در تسریع آن موثر باشد.

علائم معیوب شدن یک دیود بجز مواردی که در ظاهر دیود تاثیر می‌گذارد، اغلب با چشم قابل تشخیص نیست.

دیودهایی که وضعیت ظاهری آن‌ها تغییر کرده است اغلب آتش گرفته، سیاه شده‌اند و یا از وسط به دو نیم تقسیم می‌شوند. پس همان‌طور که بیان شد تحت این شرایط دیگر قابل استفاده نیستند. چرا که هیچ‌گونه جریانی را از خود عبور نمی‌دهند. ولی همان‌گونه که گفته شد برای دیودهایی از داخل معیوب شده‌اند و این عیب با چشم قابل تشخیص نیست، استفاده از اهم‌متر پیشنهاد می‌گردد. ضمن آن‌که تجهیزاتی برای این کار نیز ساخته شده است. در صورتی‌که از سلامت دیود مطمئن نباشیم، استفاده از آن دیود در مدارات کار عاقلانه‌ای نیست.

۱-۶-۱ آزمایش توسط اهم متر عقربه‌ای

برای تست یا آزمایش دیود توسط مولتی‌متر عقربه‌ای، سلکتور مولتی‌متر عقربه‌ای را بر روی ×۱۰۰ اهم قرار دهید تا مولتی‌متر شما به یک اهم‌متر دقیق تبدیل گردد، سپس سر سیم‌های اهم‌متر را به دو سر دیود وصل نمایید. بار دیگر سر سیم‌های قرمز و مشکی اهم‌متر را جابه‌جا کرده و در این حالت بدون آن‌که سرهای دیود را جابه‌جا کنید، آن‌را به دو سر دیود متصل نمایید. با توجه به شکل۱۶-۱ مشاهده خواهید کرد که در یک وضعیت اهم‌متر مقاومت کم و در هنگامی که سیم‌ها را جابه‌جا می‌کنید، مقاومت بسیار زیادی را اهم‌متر نشان می‌دهد. تحت این شرایط مطمئن خواهیم بود که دیود دراین تست سالم می‌باشد و به غیر از شرایطی که مشاهده کردید، دیود سوخته و غیر قابل استفاده می‌باشد. مثلاً در هر دو جهت یک مقدار نشان داده شود. و یا در هر دو جهت اتصال کوتاه باشد و یا هیچ گونه اتصالی وجود نداشته باشد.



شکل ۱۶-۱- تست دیود با اهم‌متر عقربه‌ای

با توجه به شکل ۱۶-۱، باطری داخلی اهم‌متر می‌تواند دیود را در بایاس موافق یا مخالف قرار دهد. در مدار داخلی اهم‌متر باطری و سیم‌های قرمز و مشکی اهم‌متر باطری با دیود سری خواهد شد. در این شرایط می‌توان توضیح داد که در وضعیتی که اهم‌متر مقاومت کمی را نشان داده است، دیود در بایاس موافق قرار گرفته و در این ارتباط سیم مشکی اهم‌متر به پایه آند دیود و سیم قرمز به پایه کاتد دیود اشاره می نماید. بنابراین به این وسیله پایه‌های دیود را به‌وسیله اهم‌متر عقربه‌ای نیز علاوه بر مشاهده خط کمربندی دور دیود که به کاتد اشاره نموده است تشخیص داده‌ایم.

در اهم‌مترهای عقربه‌ای که امروزه در بازار یافت می‌شود می‌توانیم وضعیت تست دیود را نیز که با علامت فنی دیود بر روی یکی ازحالات مختلف کلید سلکتور وجود دارد مشاهده کنیم. طبیعی است که کاربران در استفاده از این قبیل اهم‌مترها به سادگی می‌توانند عملیات تست و تشخیص پایه‌های دیود را انجام دهند.

۲-۶-۱ آزمایش توسط اهم‌متر دیجیتالی

مولتی‌مترهای دیجیتالی نیز دستگاه‌های جدیدتری می‌باشند که از طریق بخش اهم‌متر و یا تست دیود آن‌ها، می‌توان دیودها را تست نموده و پایه‌های آن‌ها را تشخیص داد.

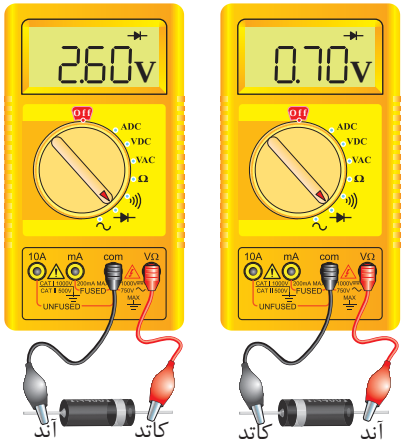
در مولتی مترهای دیجیتالی، وضعیتی را در سلکتور برای تست دیود در نظر گرفته اند. دراین حالت برای تست دیود توسط مولتی متر دیجیتالی کافی است سلکتور انتخاب وضعیت آن را در وضعیت تست دیود قرارداده (شکل۱۷-۱) وسیم‌های قرمز و مشکی را در دو جهت مختلف به ترتیب به دو سر دیود مربوطه ارتباط دهید.

شکل ۱۷-۱- وضعیت آزمایش دیود با مولتی‌متر دیجیتالی

همان‌گونه که در شکل ۱۸-۱ مشاهده می‌گردد، در یکی از وضعیت‌های ارتباط مولتی‌متر مقاومت کم و پس از جابه‌جایی دو سر سیم مقاومت بسیار زیادی مشاهده می‌گردد.

اکنون می‌دانید که تحت شرایطی که مقدار مقاومت

نشـــان داده شده مقدار کمتری می‌باشد، دیود در بایاس موافـــق و در شـــرایط برعکـــس که مقاومـــت بیش‌تری مشاهده گردیده است دیود در بایاس معکوس قرار گرفته اســـت. ولی در تست انجام شـــده، نکته مهمی به چشم می‌خورد و آن این‌که برخلاف مولتی‌متر عقربه‌ای زمانی که دیود در بایاس موافق می‌باشـــد، ســـیم قرمز به آند و سیم مشکی به کاتد دیود اشاره می‌نماید و این به دلیل اصـــلاح مدار داخلی مولتی‌متر در اتصال ســـری باطری آن با دیود می‌باشـــد تا کاربر بتواند نتیجه را در شرایط بهتری مشـــاهده نماید و کمتردچار شک و ابهام گردد. در عملیات تســـت دیود اگر مشاهده گردد که در هر دو وضعیت اتصال کوتاه نشـــان داده می‌شـــود و یا مقاومت یکسان و زیادی به چشم می‌خورد قطعاً دیود سوخته و آسیب دیده است و دیگر قابل استفاده نمی‌باشد.



شکل ۱۸-۱- تست دیود با مولتی‌متر دیجیتالی

آزمایش شماره ۱
رفتار دیود در بایاس مستقیم

زمان: ۶۰ دقیقه

هـــدف از آزمایـــش: مشـــاهده رفتار دیـــود در بایاس مستقیم به وسیله‌ی یک لامپ ۱۲ولت.

شـــرح آزمایش: دراین آزمایش با قرار دادن یک دیود به‌صورت بایاس مستقیم درمسیر لامپ ۱۲ولت در حالی که توسط یک منبع جریان مستقیم (DC) متغیر تغذیه می‌شود مشاهده می‌کنید که لامپ مربوطه در ولتاژهای نزدیک ۱۲ولت روشن شده و در اندازه‌گیری ولتاژ دو سر لامپ، ولتاژ به‌دست آمده ۰/۷ ولت نسبت به ولتاژ اعمال شده به مدار، توسط منبع تغذیه کم‌تر است. این موضوع می‌تواند شـــرایطی را که خروجی یک جریان متناوب در نیم‌سیکل مثبت به‌وجود می‌آورد را نشان دهد.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش:

نام و مشخصات تجهیزات و قطعات	تعداد / مقدار
منبع تغذیه جریان مستقیم (DC) متغیر صفر تا ۱۵ ولت	۱ دستگاه
سیم رابط با گیره سوسماری	۲ رشته
لامپ ۱۲ ولت اتومبیل	۱ عدد
دیود ۱N۴۰۰۱	۱ عدد
مولتی متر دیجیتالی	۱ دستگاه

توجـــه: در تمامی مراحـــل تغییرات ولتاژ برای آزمایش از ولوم تغییر ولتاژ Fine نیز در منبع تغذیه اســـتفاده گردد تا تغییرات ولتاژ بسیار جزئی بوده و فرصت مشاهده نتیجه امکان‌پذیر باشد.

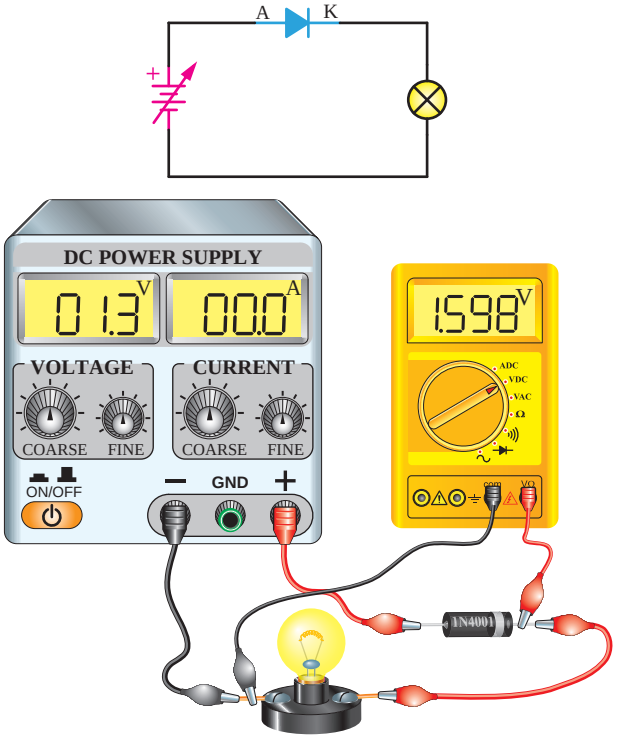
مراحل اجرای آزمایش:

۱- وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

۲- مداری مطابق شکل ۱۹-۱ ببندید.

۳- منبع تغذیه‌ی DC را بر روی صفر ولت قرار دهید.

۴- منبع را روشن کرده و ولتاژ را به آرامی تا ۱۲ولت افزایش دهید و به نور لامپ و مقدار ولتاژ بر روی ولت‌متر نگاه کنید.



شکل ۱۹-۱- مدار آزمایش شماره ۱ بایاس موافق دیود

سوال (۱)- به چه دلیل ولتاژ نشان داده شده دو سر لامپ قبل از ۰/۷ ولت بسیار ناچیز است؟

سوال (۲)- چرا ولتاژ اندازه‌گیری شده دو سر لامپ درتمامی مقادیر ۰/۷ولت نسبت به مقدار منبع تغذیه کم‌تر است؟

سوال (۳)- آیا می‌توانید این مدار را تحت شرایطی به‌طور کامل ببندید که حتی با اعمال ۱۲ولت هرگز لامپ روشن نشود؟

سوال (۴)- خلاصه عملیاتی که در این آزمایش انجام داده‌اید شرح دهید.

سوال (۵)- نتایج حاصل از این آزمایش را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

- شرح تئوری و عملی آزمایش را در دفتر گزارش‌کار خود بنویسید.

- ولتاژهای دو سر لامپ و دیود را اندازه‌گیری کرده و یادداشت نمایید.

آزمایش شماره ۲
رفتار دیود در بایاس معکوس

زمان: ۶۰ دقیقه

هدف از آزمایش: مشاهده رفتار دیود در بایاس معکوس به‌وسیله یک لامپ ۱۲ولت و ولت‌متر.

شرح آزمایش: در این آزمایش با به‌کارگیری یک لامپ ۱۲ولت که توسط یک منبع جریان مستقیم (DC) تغذیه می‌شود در حالی که در مسیر آن یک دیود در بایاس معکوس قرار گرفته است، مشاهده می‌کنید که به ازای هیچ یک ازمقادیر ولتاژ خروجی منبع، هرگز لامپ روشن نخواهد شد. هم‌چنین در ولتاژهای بالای ۰/۷ولت یا کم‌تر از آن ولتاژ اندازه‌گیری شده دو سرلامپ نیز مقدار قابل ملاحظه‌ای نخواهد بود که این موضوع می‌تواند شرایطی را که خروجی یک جریان متناوب درنیم‌سیکل منفی به‌وجود می‌آورد را نشان دهد.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش:

نام و مشخصات تجهیزات و قطعات	تعداد / مقدار
منبع تغذیه جریان مستقیم (DC) متغیر صفر تا ۱۵ ولت	۱ دستگاه
سیم رابط با گیره سوسماری	۳ رشته
لامپ ۱۲ ولت اتومبیل	۱ عدد
دیود ۱N۴۰۰۱	۱ عدد
مولتی متر دیجیتالی	۱ دستگاه

توجه: در تمامی مراحل تغییرات ولتاژ برای آزمایش از ولوم تغییر ولتاژ Fine نیز در منبع تغذیه استفاده گردد تا تغییرات ولتاژ بسیار جزئی بوده و فرصت مشاهده نتیجه امکان‌پذیر باشد.

مراحل اجرای آزمایش:

۱- وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

۲- مداری مطابق شکل ۲۰-۱ ببندید.

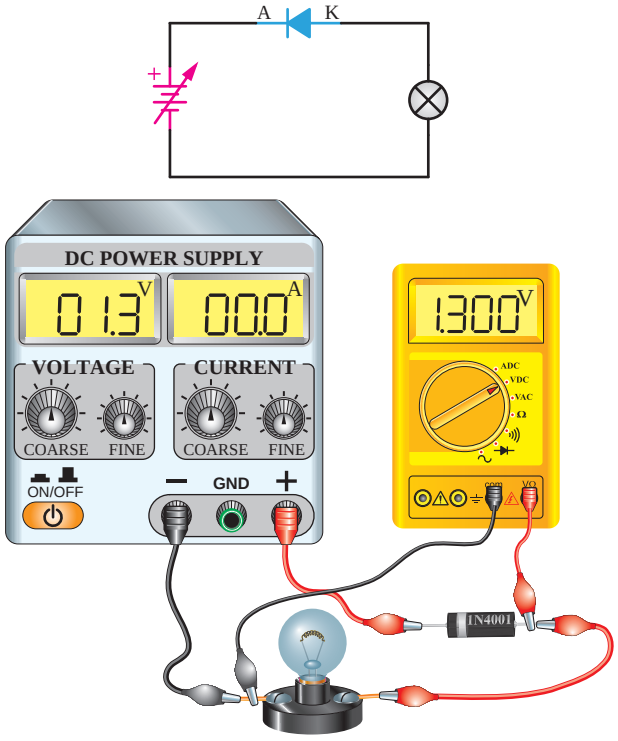
۳- منبع تغذیه‌ی DC را بر روی صفر ولت قرار دهید و ولت‌متر را دو سر لامپ قرار دهید.

۴- منبع را روشن کرده و ولتاژ را به آرامی تا ۱۲ولت افزایش دهید و به نور لامپ و مقدار ولتاژ بر روی ولت‌متر نگاه کنید.

سوال (۱)- به چه دلیل لامپ روشن نمی‌شود؟

سوال (۲)- چرا به ازای مقادیر مختلف ولتاژ منبع تغذیه، همواره ولت‌متر مقدار قابل ملاحظه‌ای را اندازه‌گیری نمی‌نماید؟

سوال (۳)- آیا می‌توانید این مدار را تحت شرایطی به‌طور کامل ببندید، ولی لامپ روشن شود؟



شکل ۲۰-۱- مدار آزمایش شماره ۲ بایاس معکوس دیود

سوال(۴)- خلاصه عملیاتی که در این آزمایش انجام داده‌اید شرح دهید.

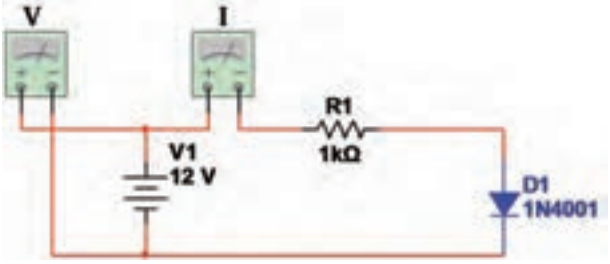
سوال(۵)- نتایج حاصل از این آزمایش را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

- شرح تئوری و عملی را در دفتر گزارش کار خود نوشته و ولتاژهای دو سر لامپ و دیود را اندازه‌گیری نموده و یادداشت کنید.

۱-۷ شکست دیود

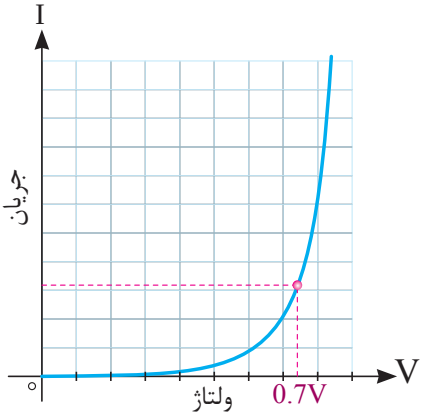
می‌توان با استفاده از یک مقاومت و دیود مداری مانند شکل ۲۱-۱ را ایجاد نمود به نحوی که دیود در بایاس موافق قرارگیرد. پس از آن ولتاژ را از صفر تا ۱۲ولت افزایش می‌دهیم و در این حالت تغییرات ولتاژ را توسط یک ولت‌متر و تغییرات جریان را توسط یک آمپرمتر اندازه‌گیری می‌کنیم. این تغییرات ولتاژ و جریان به ازاء هر نیم ولت افزایش در یک جدول

ثبت می‌گردد و پس از آن تغییرات ولتاژ بر روی محور افقی و تغییرات جریان بر روی محور عمودی یک نمودار نقطه‌یابی می‌گردد.



شکل ۲۱-۱- مدار دیود در بایاس موافق

مشاهده خواهیم کرد که افزایش جریان تا قبل از رسیدن به ولتاژ سد بسیار کم بوده و پس از آن به ناگهان افزایش می‌یابد. نمودار به‌دست آمده این تغییرات را بر روی محور مختصات، منحنی ولت آمپر دیود گویند که در شکل ۲۲-۱ نشان داده شده است.

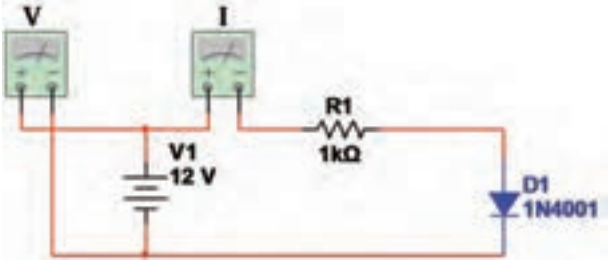


شکل ۲۲-۱- منحنی ولت آمپر دیود در بایاس موافق

در این منحنی مشاهده می‌گردد که افزایش جریان در مقابل تغییرات صعودی ولتاژ عمدتاً پس از رسیدن ولتاژ به ۰/۷ ولت به‌وجود آمده است که این افزایش برای دیودهای از جنس ژرمانیم بر روی ۰/۲ولت صورت می‌پذیرد.

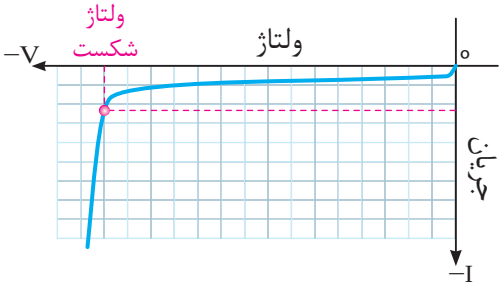
منحنی‌های ولت آمپر دیودها برای بررسی وضعیت آن در شرایط مختلف توسط کارخانه‌های سازنده نیز ارائه می‌گردد.

حال اگر مانند شکل ۲۳-۱ تغییرات ولتاژ را تحت شرایطی ایجاد نماییم که دیود در بایاس مخالف قرار گرفته است، یعنی منبع را در جهت عکس حالت قبل قرار دهیم، در این حالت مشاهده خواهد شد که افزایش ولتاژ به میزان قابل توجهی افزایش جریان را به دنبال نخواهد داشت؛ ولی با رسیدن ولتاژ به مقداری مشخص که به آن ولتاژ شکست می‌گویند جریان به مقدار قابل توجهی به یک‌باره در جهت منفی افزایش می‌یابد.



شکل ۲۳-۱- مدار دیود در بایاس مخالف

ثبت تغییرات ولتاژ وجریان و انتقال آن بر روی محور مختصات منحنی مشخصه ولت آمپر شکل ۲۴-۱ را به‌وجود می‌آورد که دلیل منفی بودن ولتاژ و جریان، در بایاس معکوس قرارگرفتن دیود بوده و شرایط با توجه به منحنی مشخصه بایاس مستقیم به این شکل ترسیم خواهد شد.



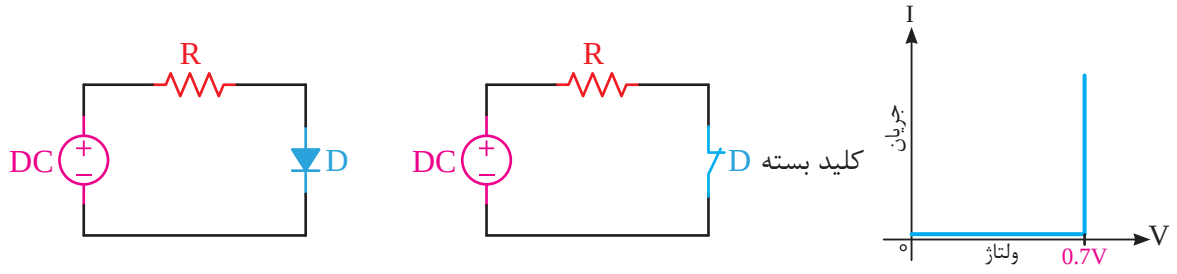
شکل۲۴-۱- منحنی ولت آمپر دیود در بایاس مخالف

به این منحنی، منحنی شکست دیود نیز می‌گویند که توسط کارخانه‌های سازنده نیز به بازار مصرف دیود ارائه می‌گردد.

۱-۸ دیود ایده‌آل

اکنـــون با توجه به بررســـی عملکرد دیـــود به خوبی می‌دانیم که دیودها در بایاس موافق پس از گذشـــتن از مرز ولتاژ سد به خوبی جریان را از خود عبورخواهند داد و مانند یک کلید بسته عمل می‌کنند. (شکل۲۵-۱)

بـــا توجه به ایـــن واکنش دیود، اگـــر از حالت نمایی افزایـــش جریـــان صرف‌نظر کنیـــم، افزایـــش جریان را می‌توانیم به شـــکل یک خط عمـــودی در نظر بگیریم و تحت شـــرایطی که تصمیم به برقـــراری جریان در مدار داریم از این امکان دیود استفاده گردد.

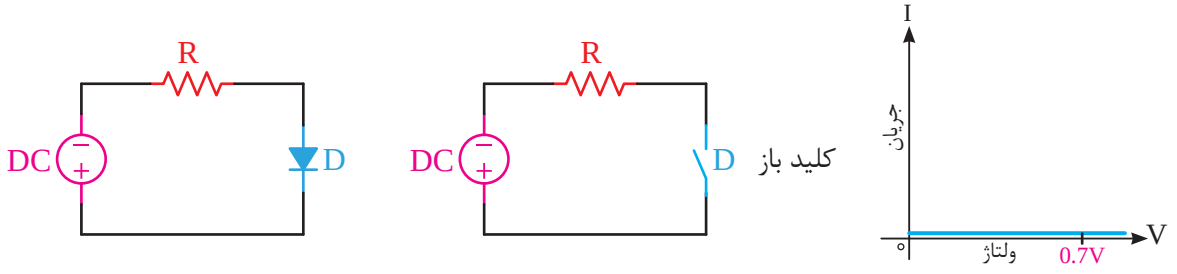


شکل ۲۵-۱- دیود ایده‌آل در بایاس موافق یا وصل

این وضعیت را در شـــکل۲۶-۱ بایاس مخالف، یعنی زمانـــی کـــه آند به قطـــب منفی منبع و کاتـــد به قطب مثبت منبع متصل گردیده است، به‌صورت یک کلید باز مشـــاهده خواهیم کرد و در این وضعیت عبور جریان در مدارصورت نمی‌پذیرد.

همان‌طور که در شکل نشـــان داده شده است، عدم عبور جریـــان در این مدار به‌صورت یـــک خط افقی در نمودار ولت آمپر نشان داده شده است.

این شرایط فقط به‌صورت ایده‌آل در نظر گرفته شده اســـت، در حالی که در عمل هرگـــز نمودارهای مربوطه به این شـــکل نخواهد بود و قصد معرفی در این وضعیت صرفـــا به منظور آشـــنایی با نحوه‌ی قطـــع و وصل دیود می‌باشد.

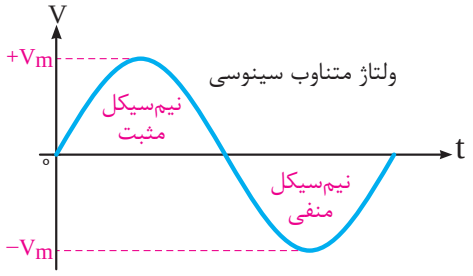


شکل ۲۶-۱- دیود ایده‌آل در بایاس مخالف یا قطع دیود

این موضوع مصرف دیودها را در کاربردهای کلیدی بسیار حائز اهمیت می‌نماید، به نحوی که با یک طراحی مناســـب اگر آند نســـبت به کاتـــــد مثبت‌تر گردد، در بایاس موافق و در صورتی‌که کاتد نسبت به آند مثبت‌تر گـــردد، دیود در بایاس مخالف قـــرار خواهد گرفت. این کاربـــرد را در طراحی‌هـــای مدارات دیجیتـــال می‌توان یافت.

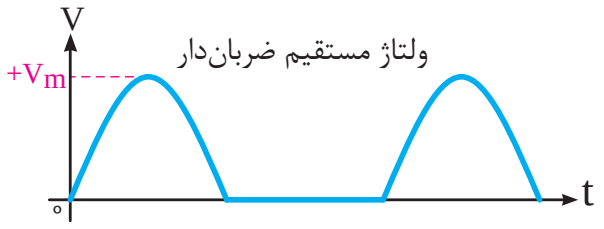
۹-۱ یکسوساز نیم موج

خـوب می‌دانیـم که ولتـاژ متنـاوب (AC) و ولتاژ مسـتقیم (DC) دو روش تولید درمنابع تولید کننده‌ی ولتاژ می‌باشـند. ولی با توجه بـه این‌که تغذیه موردنیاز مدارات الکترونیک عموماً ولتاژ مستقیم می‌باشد و انتقال ایـن انرژی از جایی به جای دیگـر دارای تلفات زیادی می‌باشد و مقرون به صرفه نیست. بنابراین همواره انرژی متناوب را از جایی به جای دیگر منتقل می‌نمایند (برق شهر) و در محل مصرف برای تبدیل آن از ولتاژ متناوب به ولتاژ مستقیم عمل می‌گردد.

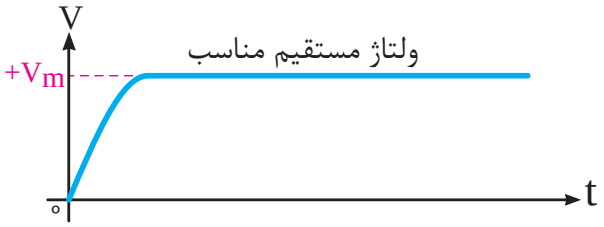


شکل ۲۷-۱- ولتاژ AC

همان‌گونه که در شـکل ۲۷-۱ مشـاهده می‌گردد، ولتاژ تولید شـده توسـط منابع متنـاوب، دارای دونیم سیکل مثبت و منفی می‌باشـند. در حالی که در منابع تولید ولتـاژ مستقیـم ما انتظار داریم، مانند شکل ۲۸-۱الف نیم سـیـکل منفی حـذف گردیده و در مرحله بعدی تا حد امکان، مانند شکل ۲۸-۱ب نوسانات مثبت نیز حذف گردد و به شکل خط صاف تبدیل گردد. تحت این شرایط خروجی DC خواهیم داشت که برای مصرف کنندگان DC مورد استفاده قرار می‌گیرد.



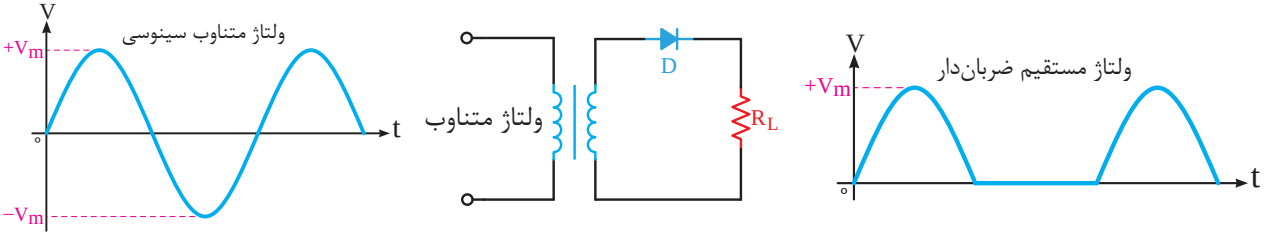
شکل ۲۸-۱ الف- حذف نیم‌سیکل منفی



شکل ۲۸-۱ ب- ولتاژ DC

در قـدم اول، به دلیل آن‌که دیودها درباياس مخالف هدایت نمی‌کنند، قطعه‌ی مناسـبی هستند که بتوانیم توسط آن‌ها نیم سـیکل‌های منفی را حذف کنیم، چرا که یک منبع متناوب مانند یک منبع مستقیم است که مرتـب قطب‌های مثبت و منفـی آن تغییر می‌کند و با ایجاد مداری مانند شکل ۲۹-۱ که به آن یکسوساز نیم موج می‌گویند، می‌توان نیم سیکل‌های منفی را حذف و خروجی مستقیم ضربان دار تولید نمود.

ایـن خروجـی ماننـد شـکل ۲۸-۱الف می‌باشـد. درخروجی این مدار دیگر قطب‌های مثبت و منفی تغییر نمی‌کند و همواره خروجی کاتد دیود قطب مثبت و سر دیگر ترانس قطب منفی خواهد بود.



شکل ۲۹-۱- یکسوساز نیم‌موج

برای جابه‌جـا نمودن قطب‌هـای خروجی DC این مدار لازم است جهت قرار گرفتن دیود در مدار را تغییر دهیم. در این حالت خروجی آند دیود قطب منفی و سر دیگر ترانس قطب مثبت خواهد بود. رعایت این قطب‌ها در مصرف کننده‌ها، بسیار مهم بوده و عدم رعایت آن به مصرف کننده آسیب خواهد رساند.

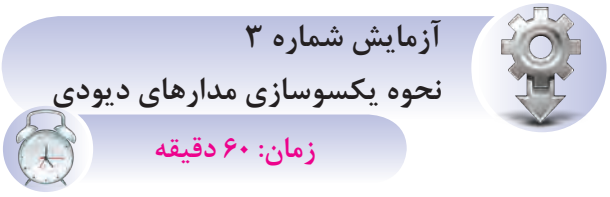
بـا توجه به این‌کـه در این مدارخروجـی به‌صورت نیم‌موج یکسـو شده است، اگر خروجی این مدار توسط یـک ولت‌متـر DC اندازه‌گیری شـود، ولت‌متـر مقدار متوسـط را نشان خواهد داد و اگر مقدار ماکزیمم دامنه ولتاژ خروجی ترانس را بدانیم، با تقسـیم آن به π مقدار DC و یا متوسط به‌دست خواهد آمد.

$$V_{ave} = V_{dc} = \frac{V_m}{\pi}$$

۱-۹-۱ معایب مدار یکسوساز نیم‌موج

از آنجایی که مدار به کار گرفته شده در شکل ۱-۲۹ دارای خروجی ضربان‌دار می‌باشـد و فاصله بین دو قله نیم‌سـیکل‌های مثبت به اندازه‌ی یک نیم سیکل منفی خالی می‌باشـد، در این روش کیفیـت قابل ملاحظه‌ای مشـاهده نمی‌شـود و به‌کارگیری خروجـی این تغذیه برای سیستم‌های الکترونیکی متداول نیست؛ بنابراین با حذف این فاصله می‌توان کیفیت خروجی مدار یکسوساز را بهینه نمود.

به‌کارگیـری چنیـن خروجی DC در سیسـتم‌های صوتی و مخابراتی مانند تلویزیون و رادیو ایجاد پارازیت خواهد نمود و در سیسـتم‌های دیجیتال منجر به ایجاد پالس‌های خطا می‌گردد هم‌چنین در سیستم‌هایی که با تولید امواج سر و کار دارند، تغییرات فرکانس را به دنبال خواهد داشـت. بنابراین این خروجی فقط برای مدارات ساده و آسیب ناپذیر مانند شارژ باطری می‌تواند کاربرد داشته باشد.



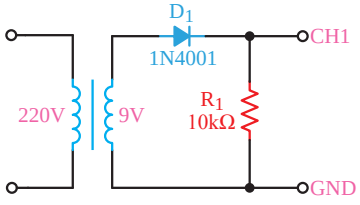
آزمایش شماره ۳

نحوه یکسوسازی مدارهای دیودی

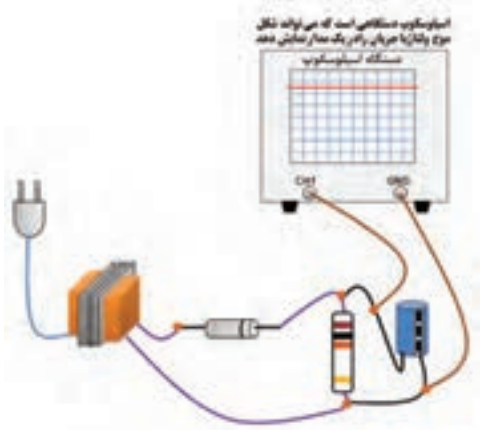
زمان: ۶۰ دقیقه

هدف از آزمایش: مشاهده و اندازه‌گیری نتایج خروجی یک مدار یکسوساز نیم‌موج دیودی با صافی خازنی.

شـرح آزمایـش: در این آزمایش بـا اتصال یک دیود به ثانویه، یک ترانس کاهنده مشـاهده خواهیم کرد. در حالی که قبـلاً در ثانویه ترانس جریان متناوب دریافت می‌کردیـم، اکنون با قرار گرفتن دیـود در خروجـی آن جـریـان مسـتقیم دریافت می‌کنیم. وجـود یک خازن ظرفیـت بـالا در خروجـی می‌تواند کیفیـت بهتری را همان‌گونه که در شـکل ۱-۲۸ نشـان داده شده است ایجاد نماید. برای مشـاهده دقیق خروج از دسـتگاهی به نام اسیلوسـکوپ که در شـکل نشان داده شده است اسـتفاده می‌گردد که در این شکل خط صافی که مبین جریان DC می‌باشد نشان داده شده است.



الف- شماتیک مدار



شـکل ۳۰- ۱- شکل موج خروجی یکسوساز نیم‌موج بر روی اسیلوسکوپ

در این آزمایش ولتمتر دیجیتالی را در وضعیت DC قرارداده و خروجی را اندازه‌گیری می‌کنیم، با اندازه‌گیری ولتاژ قبل از دیود ولتمتر AC مقدار ولتاژ را نشان خواهد داد. ولی با قرار دادن ولتمتر در وضعیت DC مقدار قابل توجهی اندازه‌گیری نخواهد شد که این موضوع دال بر وجود جریان AC قبل از دیود می‌باشد. ولی اگر این آزمایش پس از دیود صورت پذیرد فقط در وضعیت DC ولتمتر، مقدارDC قابل اندازه‌گیری می‌باشد.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش:

نام و مشخصات تجهیزات و قطعات	تعداد / مقدار
دیود 1N4001	۱ عدد
مولتی‌متر دیجیتال	۱ دستگاه
سیم رابط با گیره سوسماری	۳ رشته
مقاومت 10KΩ	۱ عدد
خازن 470µF / 25V	۱ عدد
ترانسفورماتور 220V-9V / 300mA	۱ عدد

مراحل اجرای آزمایش:

۱- وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

۲- مدار شکل ۳۰-۱ را ببندید.

۳- ولتمتر را بر روی تنظیم اندازه‌گیری ولتاژ DC قرارداده و ولتاژ دو سر مقاومت ۱۰ کیلواهم را اندازه‌گیری کنید و مقدار آن را یادداشت نمایید.

۴- ولتمتر را در همان شرایط به دو سر خروجی ترانس وصل کرده و مقدار را اندازه‌گیری کنید و آن‌را یادداشت نمایید.

۵- ولتمتر را در شرایط اندازه‌گیری ولتاژ AC قرار داده و مقدار خروجی ترانس را اندازه‌گیری کنید و یادداشت نمایید.

۶- ولتمتر را در همان شرایط به دو سر مقاومت وصل کرده و مقدار را اندازه‌گیری کرده و یادداشت نمایید.

توجه داشته باشید که ولتمترهای AC مقدار موثر ولتاژ متناوب را اندازه‌گیری می کنند و برای به‌دست آوردن Vm باید مقدار به‌دست آمده را تقسیم بر ۰/۷۰۷ نمود. در صورتی که بخواهیم مقدار V_{dc} را به‌دست آوریم می‌توانیم از فرمول $V_{ave} = V_{dc} = \frac{V_m}{\pi}$ ***استفاده کنیم.***

سوال (۱)- به چه دلیل نتیجه ولتاژ اندازه‌گیری شده دو سر مقاومت، تحت شرایطی که ولتمتر را در وضعیت DC و AC قرار می‌دهیم متفاوت است؟

سوال (۲)- آیا با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده در وضعیت‌های مختلف، می‌توانید مقدار ۳/۵۴ ولت را از طریق فرمول تحقیق نمایید؟

سوال (۳)- به چه دلیل نتیجه ولتاژ اندازه‌گیری شده دو سر ترانس تحت شرایطی که ولتمتر را در وضعیت DC و AC قرار می‌دهیم متفاوت است؟

سوال (۴)- خلاصه عملیاتی که در این آزمایش انجام داده‌اید شرح دهید.

سوال (۵)- نتایج حاصل از این آزمایش را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

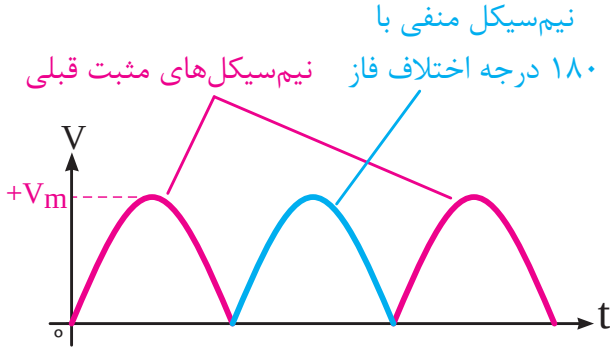
- شرح تئوری و عملی آزمایش را درگزارش‌کار خود بنویسید.

- ولتاژ اندازه‌گیری شده دو سر مقاومت را دردو وضعیت AC و DC در گزارش‌کار خود یادداشت نمایید.

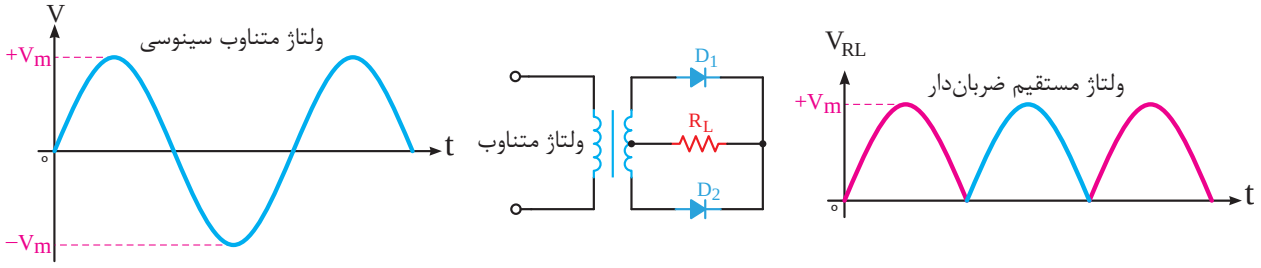
- مقادیر اندازه‌گیری شده درعملیات ۶ و۷ آزمایش را در گزارش کار یادداشت نمایید.

۱-۱۰ یکسوساز تمام‌موج با ترانس سروسط

به منظور رفع مشکلات مدار یکسوساز نیم‌موج باید تغییرات لازم را به نحوی ایجاد نمود که نیم‌سیکل منفی حذف شده در خروجی را با ایجاد ۱۸۰ درجه اختلاف فاز در بخش مثبت قراردهیم، تا به عنوان یک نیم‌سیکل مثبت ما بین دونیم سیکل مثبت قبلی مانند شکل ۱-۳۱ قرار گیرد و بتوان ضربان‌های متوالی را مشاهده نمود. تحت این شرایط، از خروجی استفاده کاملاً مفید گردیده است و تا حدودی معایب مدار قبل برطرف خواهد گردید.



شکل ۱-۳۱- نحوه اصلاح DC خروجی



شکل ۱-۳۲- یکسوساز نیم‌موج با ترانس سر وسط

براساس این نیاز قطعه‌ای که در الکترونیک می‌تواند این اختلاف فاز را ایجاد کند یک ترانس دارای سر وسط می‌باشد که هریک از خروجی‌های دو سر آن در ابتدا و یا انتهایی آن نسبت به سر وسط ۱۸۰ درجه اختلاف فاز دارد.

در مدارشکل ۱-۳۲ محل اتصال کاتدهای دیودها قطب مثبت مدار و سر وسط ترانس به عنوان سر منفی خواهد بود و در صورتی که بخواهیم جای قطب‌ها عکس این حالت باشد، باید جهت دیودها را عوض کنیم و فراموش نکنیم استفاده از ترانس سه سر در این مدار الزامی است.

با توجه به این‌که یکسوسازی انجام شده در این مدار به‌صورت تمام موج است، مقدار DC یا متوسط اندازه‌گیری شده توسط ولتمتر DC همواره دو برابر مقدار DC اندازه‌گیری شده در مدار یکسوساز نیم‌موج می‌باشد:

$$V_{ave} = V_{dc} = \frac{۲V_m}{\pi}$$

۱-۱۰-۱ معایب مدار یکسوساز تمام‌موج

در مدار یکسوساز نیم‌موج شکل ۱-۳۲ مشاهده گردید که وجود ترانس سه‌سر، امری است الزامی و این خود به عنوان نقطه ضعف برای این مدار تلقی می‌گردد که می‌تواند در برخی موارد یا امکان تهیه ترانس سه‌سر میسر نگردد و یا مقرون به صرفه نباشد.

در این روش حتی نحوه بستن سرهای ترانس به مدار بسیار حائز اهمیت می‌باشد و در صورت اشتباه استفاده کننده، می‌تواند دردسرساز باشد. بنابراین باید

به دنبال راه‌حلی گشت که بدون نیاز به ترانس سه‌سر بتوان عمل یکسوسازی را در خروجی با همین کیفیت به‌وجود آورد.

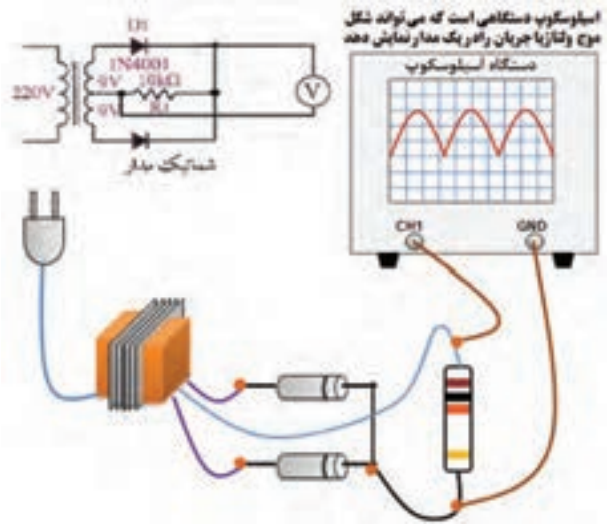
آزمایش شماره ۴
مدار یکسوساز تمام‌موج

زمان: ۱۲۰ دقیقه

هدف از آزمایش: مشاهده و اندازه‌گیری نتایج خروجی یک مدار یکسوساز تمام‌موج دیودی با صافی خازنی.

شرح خلاصه آزمایش: در این آزمایش با اتصال دو دیود به ثانویه یک ترانس کاهنده جریان مستقیم دریافت می‌کنیم، این درحالی بود که قبل از اتصال دیودها به ترانس جریان AC قابل دریافت بود. با توجه به شکل ۳۳-۱ وجود یک خازن ظرفیت بالا در دو سر خروجی مدارمی‌تواند کیفیت بهتری را ایجاد نماید.

برای مشاهده دقیق خروجی از دستگاهی به نام اسیلوسکوپ که در شکل ۳۳-۱ نشان داده شده است استفاده می‌گردد که در این شکل خروجی DC ضربان‌دار که هنوز به آن خازن متصل نگردیده است نشان داده شده است و در صورتی که در خروجی، خازن قرار گیرد یک خط صاف حاصل می‌گردد. برای به‌دست آوردن مقدارخروجی DC دراین آزمایش ولت‌متر را در وضعیت DC قرار داده و خروجی را اندازه‌گیری می‌کنیم، با اندازه‌گیری ولتاژ قبل از دیود ولت‌متر DC مقداری را نشان نخواهد داد ولی ولت‌متر AC نشان می‌دهد.



شکل ۳۳-۱- شکل‌موج خروجی یکسوساز تمام‌موج روی اسیلوسکوپ

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش:

نام و مشخصات تجهیزات و قطعات	تعداد / مقدار
دیود 1N4001	۲ عدد
مولتی‌متر دیجیتال	۱ دستگاه
سیم رابط با گیره سوسماری	۴ رشته
مقاومت 10KΩ	۱ عدد
خازن 470µF / 25V	۱ عدد
ترانسفورماتور 220V-9+9V/300mA	۱ عدد

مراحل اجرای آزمایش:

۱- وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

۲- مدار شکل ۳۴-۱ را ببندید.

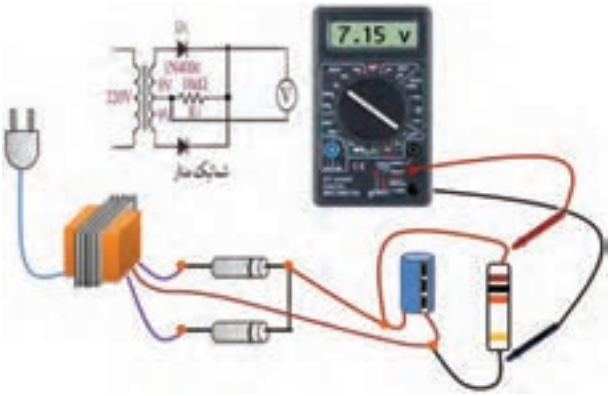
۳- ولت‌متر را بر روی تنظیم اندازه‌گیری ولتاژ DC قرار داده و ولتاژ دو سر مقاومت ۱۰کیلواهم را اندازه‌گیری کنید و مقدار آن راياداشت نمایید.

۴- ولت‌متر را در همان شرایط به دو سر خروجی ترانس وصل کرده و مقدار را اندازه‌گیری کنید و آن را یادداشت نمایید. (سر وسط و سر کناری)

۵- ولت‌متر را در شـرایط اندازه‌گیری ولتاژ AC قرار داده و مقـدار خروجـی ترانس را اندازه‌گیـری کنید و یادداشت نمایید.

۶- ولت‌متر را در همان شـرایط به دو سـر مقاومت وصـل کرده و مقـدار را اندازه‌گیری کرده و یادداشـت نمایید.

۷- جهـت دیودها را برعکس نمـوده و تغییر حالت خروجی را مشاهده کنید.



شکل۳۴-۱- طریقه بستن مدار یکسوساز تمام‌موج

توجـه داشـته باشـید کـه ولت‌مترهای AC مقدار موثر ولتاژ متنـاوب را اندازه‌گیری می‌کنند و برای به‌دسـت آوردن Vm باید مقدار به‌دست آمده را تقسـیم بر ۰/۷۰۷ نمـود. در صورتی که بخواهیم مقدارVdc را به‌دسـت آوریـم، می‌توانیم از فرمول $V_{ave} = V_{dc} = \frac{۲V_m}{\pi}$ استفاده کنیم.

سوال (۱)- به چه دلیل نتیجه ولتاژ اندازه‌گیری شده دو سر مقاومت، تحت شرایطی که ولت‌متر را در وضعیت DC و AC قرار می‌دهیم متفاوت است؟

سوال (۲)- آیا با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده در وضعیت‌های مختلف، می‌توانیـد مقدار ۷/۵۱ ولت را از طریق فرمول تحقیق نمایید؟

سـوال (۳)- بـه چه دلیل نتیجه ولتـاژ اندازه‌گیری شده دو سـر ترانس، تحت شـرایطی که ولت‌متر را در وضعیت DC و AC قرار می‌دهیم متفاوت است؟

سوال(۴)- خلاصه عملیاتی که در این آزمایش انجام داده‌اید شرح دهید.

سـوال(۵)- نتایـج حاصل از این آزمایـش را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

- شرح تئوری و عملی آزمایش را در گزارش‌کار خود یادداشت کنید.

- ولتـاژ اندازه‌گیری شـده دو سـر مقاومـت را در دو وضعیـت AC و DC در گزارش‌کار خود یادداشـت نمایید.

- مقادیر اندازه‌گیری شده در عملیات ۴ و ۵ آزمایش را در گزارش‌کار یادداشت نمایید.

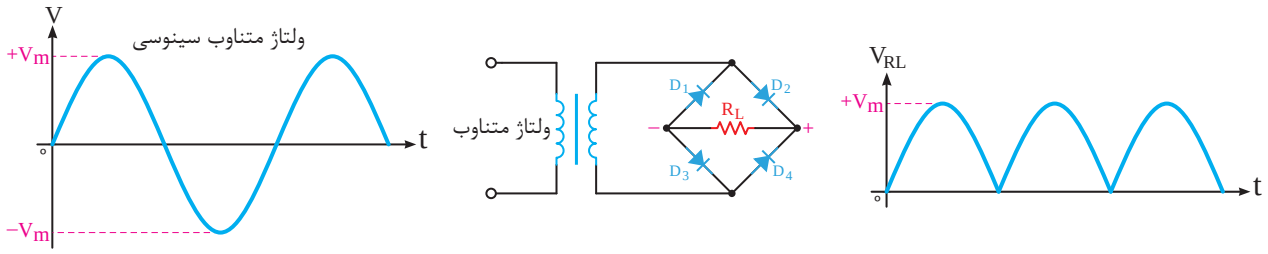
۱۱-۱ یکسوسازپل

برای رفع مشـکل مدار یکسوساز تمام‌موج با بستن چهار دیود به صورت شکل ۳۵-۱ که اصطلاحاً به آن پل می‌گویند می‌توان از ترانس دو سر نیز بهره گرفت.

در این روش اسـتفاده کننده دیگر به جهت اشـتباه سـرهای ترانس نگرانی ندارد و می‌تواند آن را به راحتی به مدارمتصـل نماید. البته در این مـدار تعداد دیودها افزایش یافته است.

در این مدار نیز یکسوسازی به‌صورت تمام‌موج انجام می‌شـود و قطب‌هـای مثبت و منفی در شـکل ۳۵-۱ نشان داده شده اسـت. خروجی مدار نیز به‌صورت DC ضربان‌دار می باشـد و با استفاده از ولت‌متر DC مقدار اندازه‌گیری شـده مقدار متوسـط دامنه ماکزیمم ولتاژ خروجی ترانس می‌باشد و می‌توان مقدار آن‌را از فرمول زیر محاسبه نمود.

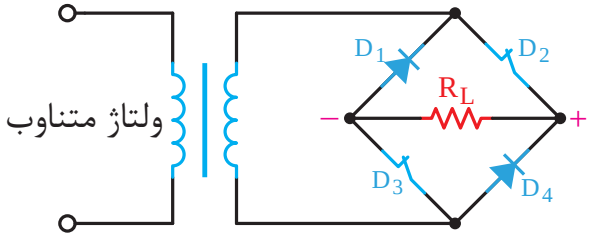
$$V_{ave} = V_{dc} = \frac{۲V_m}{\pi}$$



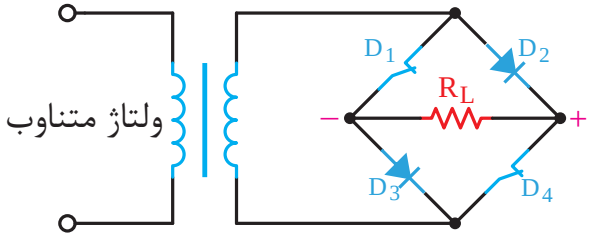
شکل ۳۵-۱- یکسوساز پل

۱-۱۱-۱ نحوه عملکرد مدار یکسوساز پل

درمدار دیودی شکل ۳۵-۱ در یک نیم سیکل اول دیودهای D۲ و D۳ (شکل ۳۶-۱-الف در بایاس موافق قرار گرفته و مثل دو کلید بسته عمل خواهد کرد و دیودهای D۱ و D۴ در بایاس مخالف قرار خواهند گرفت و مثل دو کلید باز خواهد بود و در نیم‌سیکل دوم شرایط عکس خواهد شد.



شکل ۳۶-۱-الف

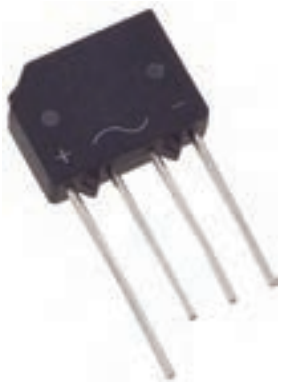


شکل ۳۶-۱-ب

در نیم‌سیکل دوم دیودهای D۱ و D۴ (شکل۳۶-۱-ب) در بایاس موافق قرار گرفته و مثل دوکلید بسته عمل خواهد کرد یعنی دیودهای هادی خواهند شد و دو دیود D۲ و D۳ در بایاس مخالف قرار گرفته و قطع خواهند بود.

۱-۱۲ پل دیود

در مدارهای تغذیه مدار یکسوساز پل بسیار رایج است و کاربردهای فراوانی دارد، بنابراین با توجه به این موضوع سازندگان قطعات الکترونیک قطعه کاملی را در یک بسته که در آن چهار دیود جاسازی شده است، ارائه داده‌اند که اصطلاحا به آن پل‌دیود می‌گویند. (شکل ۳۷-۱)



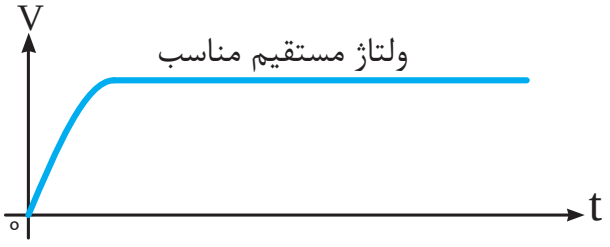
شکل ۳۷-۱- شمای ظاهری پل‌دیود

این قطعه دارای چهار پایه می‌باشد که دو تا از آن‌ها با علامت (~) مشخص شده است و این دو پایه بدون جهت به دو سر ثانویه ترانس متصل می‌گردند و دو پایه دیگر که یکی با علامت (+)مشخص شده است خروجی مثبت مدار یکسوساز و دیگری که با علامت (–) مشخص شده است خروجی منفی یکسوساز می‌باشد.

۱-۱۳ صافی خازنی

تا کنـــون درخروجی مدارات یکسوســـازی که مورد بررسی قرار گرفت مشاهده گردید که در بهترین حالت، موفـــق به دریافت ولتاژ DC ضربان‌دار شـــدیم که وجود ضربان‌های مذکور نیز می‌تواند برای بســـیاری از مدارات الکترونیـــک دردسرســـاز باشـــد. بنابراین لازم اســـت با اســـتفاده از یک خازن ظرفیت بالا که معمولا خازن‌های الکترولیتی مانند شـــکل ۳۸-۱می‌باشـــند، ضربان‌های مربوطه را حتی‌المقدور حذف و شکل خروجی را به یک خط صاف همانند شکل۳۹-۱ نزدیک نماییم.

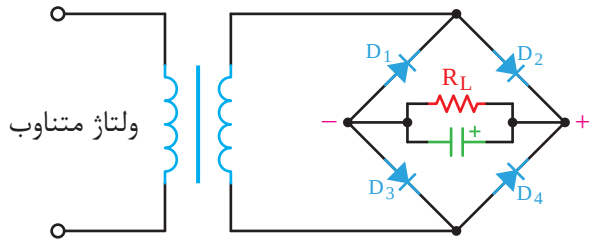
شکل ۳۸-۱- خازن‌های الکترولیتی با ظرفیت بالا



شـــکل ۳۹-۱- تبدیل مورد نیـــاز DC ضربان‌دار به DC کاملا صاف

همان‌گونـــه که در شـــکل ۴۰-۱ نشـــان داده شـــده اســـت برای به‌کارگیری خازن صافی لازم است آن را در خروجی مدار یکسوســـاز قرار دهیم. بـــا توجه به این‌که خازن‌های الکترولیتی دارای قطب می‌باشـــند، نحوه قرار گرفتن خازن باید به گونه‌ای باشـــد که در اتصال آن به خروجی مدار یکسوســـاز قطب‌های آن رعایت گردد. در غیر این‌صورت منجر به ترکیدن خازن خواهد شد.

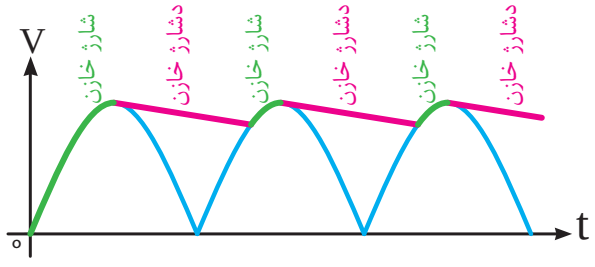
خـــازن صافی برای خروجی کلیه مدارات یکسوســـاز نیز قابل استفاده می‌باشد.



شکل ۴۰-۱- نحوه اتصال خازن صافی

۱-۱۳-۱ عملکرد خازن صافی

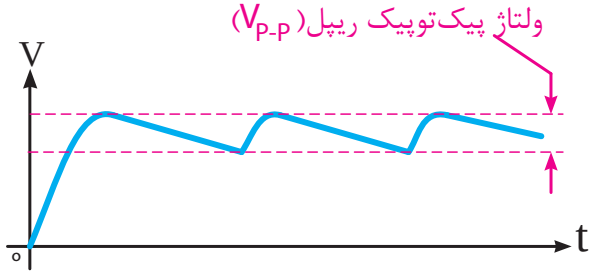
عملکرد خازن صافی در خروجی مدارات یکسوســـاز تمام‌موج و یا پل مانند یک جبران کننده می‌باشـــد که در شـــرایط نزول دامنه ولتاژ اقدام بـــه جبران نموده، از نزول ناگهانی جلوگیری می‌نماید. بنابراین همان‌گونه که در شکل ۴۱-۱ نشان داده شده است با افزایش ولتاژ در روند صعودی نیم‌سیکل اول خازن شارژ شده و در سیر نزولی آن خازن دشـــارژ می‌گردد و تحت هیچ شرایطی در هر یک از شیب‌های نزولی شکل موج اجازه نمی‌دهد تغییرات نزولی ولتاژ درخروجی تاثیر بگذارد.



شکل ۴۱-۱- عملکرد خازن صافی بر روی DC ضربان‌دار خروجی یکسوساز

۲-۱۳-۱ ریپل‌های خروجی

با حذف شیب‌های صعودی و نزولی خروجی ضربان‌دار یکسوساز نتیجه حاصله ریپل‌های شکل ۴۲-۱ به‌دست خواهد آمد که ریپل‌های بوجود آمده با توجه به کاهش مقاومت بار دارای پیک‌توپیک بیش‌تر و افزایش مقاومت بار پیک‌توپیک کم‌تری به‌دست خواهد آمد. یعنی مقدار پیک‌توپیک ریپل وابسته به مقدار جریان خروجی خواهد بود، زیرا در شارژ و دشارژ خازن تاثیر خواهد گذاشت.



شکل ۴۲-۱- ریپل‌های خروجی صافی

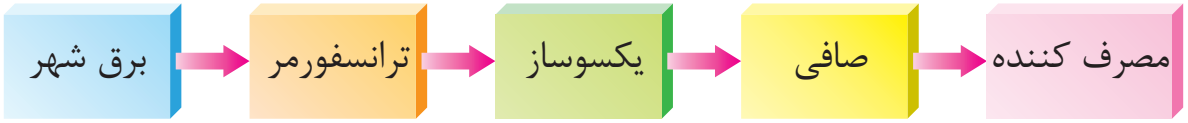
راه‌حل از بین بـردن ریپل‌ها و صاف کردن خروجی یکسوسـاز DC اسـتفاده از خازنی با ظرفیت خیلی بالا می‌باشـد که این کار از نظر فنی زیاد معقول نمی‌باشـد زیرا تحت این شرایط ولتاژ لحظه‌ای دیود افزایش خواهد یافت و حتی این موضوع می‌تواند باعث سـوختن دیود شـود بنابراین باید مقدار خازن با دقت متناسـب با بار به‌کارگرفته شده محاسبه گردد.

به این منظور اگر مقـدار ولتاژ پیک‌توپیک (Vp-p) ریپل اندازه‌گیری شود (شکل ۴۲-۱)، می‌توان با استفاده از فرمـول مقابل مقدار خازن مورد نیاز برحسـب فاراد به‌طور دقیق محاسبه کرد.

$$C = \frac{\text{جریان خروجی}}{\text{فرکانس موج یکسو شده} \times V_{P-P}}$$

اکنون با نگاه به شـکل ۴۳-۱ توالی و مراحل تبدیل AC به DC را به خوبی می‌توانید ببینید.

در این روند تبدیل بخش‌های مورد نیاز، از برق شهر تا مصرف کننده به خوبی مشاهده می‌گردد.



شکل ۴۳-۱- تبدیل AC به DC

آزمایش شماره ۵

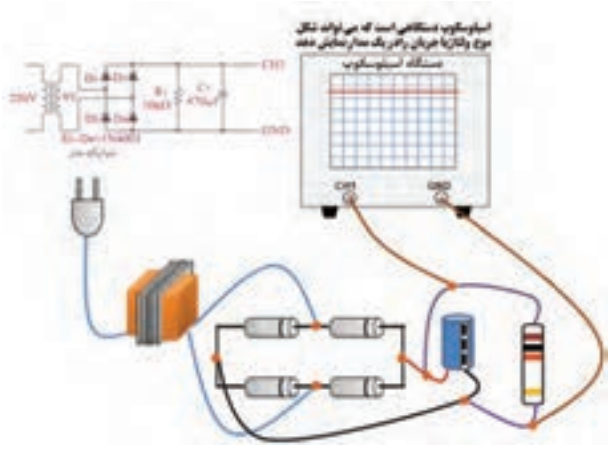
آزمایش مدار یکسوساز پل

زمان: ۱۲۰ دقیقه

هدف: مشاهده و اندازه‌گیری نتایج خروجی یک مدار یکسوساز پل با صافی خازنی.

شـرح آزمایش: دراین آزمایش بـا اتصال چهار دیود به شـکل پل مطابق شـکل ۴۴-۱ به دو سر ثانویه یک ترانـس کاهنده جریـان DC ضربان‌داری را مشـاهده خواهیم کرد. وجـود یک خازن ظرفیت بالا در خروجی می‌توانـد کیفیت بهتری را ایجاد نماید. برای مشـاهده دقیق خروجی از دسـتگاهی به نام اسیلوسـکوپ که در شکل نشـان داده شده است، اسـتفاده می‌گردد که در این شـکل خـط صافی که مبین جریان DC می‌باشـد نشان داده شده اسـت. مقاومت ۱۰کیلواهمی به عنوان مصرف کننده در نظرگرفته شـده است و کاهش مقدار این مقاومت بـه منزله افزایش مصرف، در مصرف‌کننده می‌باشد که این امر منجر به افزایش ریپل‌های خروجی گردیده و لازم اسـت مقدار ظرفیت خازن صافی مطابق

فرمول محاسبه مقدار خازن حذف ریپل افزایش یابد.



شکل ۴۴-۱- شکل موج خروجی یکسوساز پل با صافی خازنی روی اسیلوسکوپ

بـرای به‌دسـت آوردن مقدار خروجـی DC در این آزمایـش ولت‌متر را در وضعیت DC قرارداده و خروجی را اندازه‌گیری می‌کنیم، با اندازه‌گیری ولتاژ قبل از دیود ولت‌متر DC مقداری را نشـان نخواهد داد ولی ولت‌متر AC نشان خواهد داد.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش:

نام و مشخصات تجهیزات و قطعات	تعداد / مقدار
دیود 1N4001	۴ عدد
مولتی‌متر دیجیتال	۱ دستگاه
سیم رابط با گیره سوسماری	۴ رشته
مقاومت 10KΩ	۱ عدد
خازن 470µF / 25V	۱ عدد
ترانسفورماتور 220V-9V / 300mA	۱ عدد

مراحل اجرای آزمایش:

۱- وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

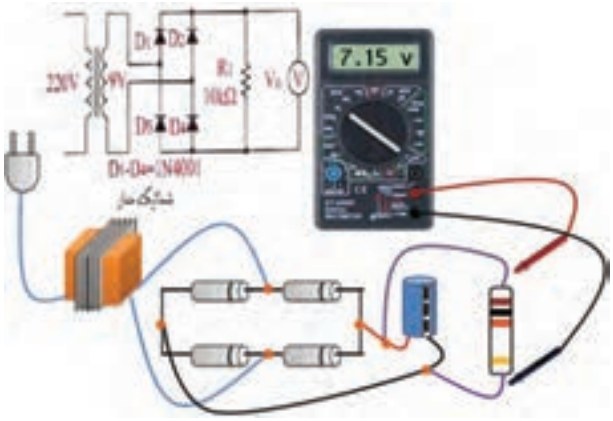
۲- مدار شکل ۴۵-۱ را ببندید.

۳- ولت‌متـر را بـر روی تنظیـم اندازه‌گیـری ولتاژ DC قـرار داده و ولتاژ دو سـر مقاومـت ۱۰کیلواهم را اندازه‌گیری کنید و مقدار آن را یادداشت نمایید.

۴- ولت‌متـر را در همان شـرایط به دو سـر ثانویه ترانس وصـل کرده و مقدار را اندازه‌گیری کنید و آن را یادداشت نمایید.

۵- ولت‌متر را در شـرایط اندازه‌گیری ولتاژ AC قرار داده و مقـدار خروجـی ترانس را اندازه‌گیـری کنید و یادداشت نمایید.

۶- ولت‌متر را در همان شـرایط به دوسـر مقاومت وصـل کرده و مقـدار را اندازه‌گیری کرده و یادداشـت نمایید.



شکل۴۵-۱- طریقه بستن مدار یکسوساز پل

توجـه داشـته باشـید کـه ولت‌مترهای AC مقدار موثر ولتاژ متنـاوب را اندازه‌گیری می‌کنند و برای به‌دسـت آوردن Vm باید مقدار به‌دست آمده را تقسـیم بر ۰/۷۰۷ نمـود. در صورتی که بخواهیم مقـدارVdc را به‌دسـت آوریم می‌توانیـم از فرمول $V_{ave} = V_{dc} = \frac{۲V_m}{\pi}$ استفاده کنیم.

سوال (۱)- به چه دلیل نتیجه ولتاژ اندازه‌گیری شده دو سر مقاومت تحت شرایطی که ولت‌متر را در وضعیت DC و AC قرار می‌دهیم متفاوت است؟

سوال (۲)- آیا با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده در وضعیت های مختلف می‌توانید مقدار ۷/۵۱ ولت را از طریق فرمول تحقیق نمایید؟

سوال (۳)- به چه دلیل نتیجه ولتاژ اندازه‌گیری شده دو سر ترانس تحت شرایطی که ولت‌متر را در وضعیت DC و AC قرار می‌دهیم متفاوت است؟

سوال(۴)- خلاصه عملیاتی که در این آزمایش انجام داده‌اید شرح دهید.

سوال(۵)- نتایج حاصل از این آزمایش را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

- ولتاژ اندازه‌گیری شده دو سر مقاومت رادر دو وضعیت AC و DC در گزارش‌کار خود یادداشت نمایید.

- مقادیر اندازه‌گیری شده در عملیات ۴ و ۵ آزمایش را در گزارش‌کار یادداشت نمایید.

۱-۱۴ نحوه انتخاب دیودهای یکسوساز

دیودهای به‌کار گرفته شده در یکسوسازها باید با توجه به مقادیر حد آن‌ها برای استفاده در مدارات مورد نظر انتخاب گردند تا عمر بیش‌تری داشته باشند و آسیب نبینند.

شکل ۴۶-۱- دیود معمولی

مقادیر حد به دو دسته کلی مشخصه‌های جریان و مشخصه‌های ولتاژ تقسیم می‌گردند که به شرح هر یک می‌پردازیم.

الف- مشخصه‌های جریان

• ***جریان متوسط:*** این جریان در کتاب‌های فنی با I_F مشخص می‌گردد و توسط یک آمپرمتر DC قابل اندازه‌گیری می‌باشد، و به مقدار مجاز جریانی اشاره می‌نماید که برای دیود در بایاس موافق آسیب جدی را به‌وجود نخواهد آورد.

• ***جریان ماکزیمم:*** این جریان در کتاب‌های فنی با I_M مشخص گردیده است و به استفاده کننده یادآوری می‌کند که این مقدار جریان با فواصل ۱۰میلی‌ثانیه قطع و مجددا وصل، برای دیود قابل تحمل است و بیش از آن امکان آسیب دیدن دیود امکان‌پذیر است. ومی‌توان آن را ماکزیمم جریان تکراری نیز نامید.

• ***ماکزیمم جریان لحظه‌ای غیرتکراری:*** این جریان در کتاب‌های فنی با I_{FSM} [۱] معرفی می‌گردد و به جریانی اشاره می‌کند که دیود فقط برای یک بار درفاصله زمانی خیلی کوتاه می‌تواند تحمل کند و بیش از آن این جریان دیود را معیوب خواهد کرد.

ب- مشخصه‌های ولتاژ

• ***ماکزیمم ولتاژ معکوس تکراری:*** این ولتاژ با V_{RRM} درکتاب‌های فنی معرفی گردیده است و با توجه به این‌که در بایاس معکوس، ولتاژی معکوس به دیود اعمال می‌گردد، این مقدار به حداکثر ولتاژی اشاره می‌کند که در این بایاس معکوس موجبات آسیب دیود را فراهم نخواهدآورد.

• ***ماکزیمم ولتاژ معکوس غیرتکراری:*** این ولتاژ درکتب فنی با V_{RSM} [۲] مشخص شده است و به حداکثر ولتاژ قابل تحمل دیود در بایاس معکوس برای یک لحظه کوتاه اشاره می‌کند.

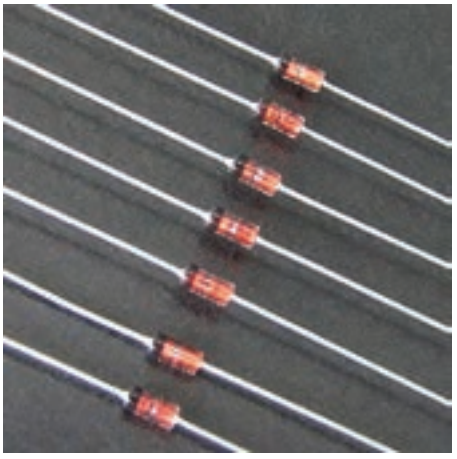
---

۱. جریان ضربه‌ای مستقیم I_{FSM}: Forward Surge Current

۲. ماکزیمم ولتاژ معکوس ضربه‌ای V_{RSM}: Voltage Reverse Surge Maximum

۱-۱۵ دیود زنر

اگـر به منحنی ولت-آمپر دیود در بایاس مخالف که در شـکل ۱-۲۴ نشان داده شـده است دقت نمایید، به نکتـه قابل توجهی خواهیم رسـید و آن این‌که دیود با رسـیدن ولتاژ دو سر آن به مقدار ولتاژ شکست، ناگهان هـادی می‌گردد و ولتاژ همواره ثابـت خواهد ماند. این امر موجب گردید که سـازندگان دیود اقدام به سـاخت دیـودی کنند که در بایاس مخالف با رسـیدن به ولتاژ شکسـت، آسـیب ندیده بتوان از آن در بایاس معکوس برای ثابت نگاه داشـتن ولتاژ در مدارات اسـتفاده نمود. دراین نوع دیود، به مقدار ولتاژ شکست دیود، ولتاژ زنری نام نهادند که براساس نام مخترع آن می‌باشد.

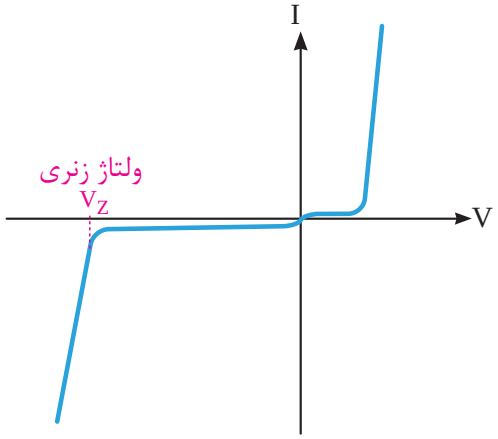


شکل ۱-۴۷- شمای ظاهری دیود زنر

ایـن دیود که ازهمان اتصال P و N سـاخته شـده اسـت در بایـاس موافق مانند یک دیـود معمولی رفتار خواهـد کرد. در شـکل ۱-۴۷ دیودهای زنـر با قابلیت جریان پایین مشـاهده می‌گردد. ایـن دیود را می‌توان در انواع جریان‌های بالاتر نیز که برحسـب وات معرفی می‌گردند یافت.

۱-۱۶ وظیفه دیود زنر

با توجه به شـکل منحنی ولت-آمپر (شـکل۱-۴۸) مشـاهده می‌گردد که دیود در بایاس موافق پس از ۰/۷ ولـت برای سیلیسـیم و ۰/۲ ولت بـرای ژرمانیم هادی گردیده اسـت و در بایاس مخالـف در ناحیه ولتاژ زنری ولتاژ ثابت گردیده اسـت. بنابرایـن دیود زنر همواره در بایاس مخالف کاربرد دارد و وظیفه آن ثابت نگاه داشتن ولتاژ می‌باشد.

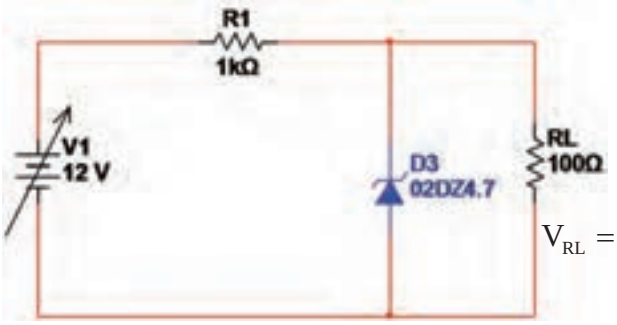


شکل ۱-۴۸- منحنی ولت آمپر دیود زنر

سازندگان این دیود براساس استانداردهای مشخص، دیودهای مربوطه را با ولتاژهای زنری مختلفی ساخته و به بازار ارائه می‌دهند.

کاربرد خاص دیود زنر منجر به طراحی مدار شـکل ۱-۴۹ گردیده اسـت. واضح اسـت کـه از این دیود در ایـن مدار بـرای ثابت نگاه داشـتن ولتاژ دو سـر بار یا مصرف‌کننـده در مقابل تغییـرات مصرف یا جریان بار

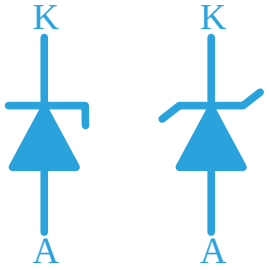
و یا حتی نوسانات ولتاژ ورودی استفاده می‌شود. برای استفاده از این قطعه به منظور مصرف کننده‌های مختلف که مورد استفاده قرار می‌گیرد کارخانه‌های سازنده اقدام به ساخت دیودهای زنر با توان‌های مختلف نموده‌اند که ابعاد و جثه دیود نیز خود به توان قابل تحمل دیود اشاره می‌کند.



شکل ۴۹-۱- مدار رگولاتور ولتاژ با دیود زنر

۱-۱۶-۱ نماد فنی دیود زنر

با توجه به تفاوت‌های دیود زنر با دیود معمولی و کاربرد آن شکل فنی این دیود در مدارات که تا حدودی برگرفته از منحنی ولت-آمپر آن می‌باشد به شکل ۵۰-۱ می‌باشد. این علامت در کشورهای مختلف اروپایی، آمریکایی و ژاپنی نیز با اندکی اختلاف ترسیم می‌گردد و همه‌ی آن‌ها اشاره به دیود زنر می‌نماید.



شکل ۵۰-۱- نمادهای فنی دیود زنر

ساخت دیودهای زنر دارای استانداردهای مختلفی می‌باشد که می‌تواند به سری‌های مقادیر آن اشاره نمود که برای توان‌های مختلف برحسب وات متفاوت می‌باشد.

در جدول ۱-۱ تعدادی از این دیودهای زنر براساس ولتاژ و توان آن که از سری استاندارد E24 می‌باشد نشان داده شده است.

توجه: دیودهای زنر معمولا از ولتاژ ۲/۴ تا ۲۰۰ ولت تولید می‌گردد که همگی تابعی از استانداردهای E12 و یا E24 می‌باشند. سری E12 دارای ۱۰درصد تولرانس و سری E24 دارای ۵درصد تولرانس می‌باشد.

جدول ۱-۲- استانداردهای دیودی

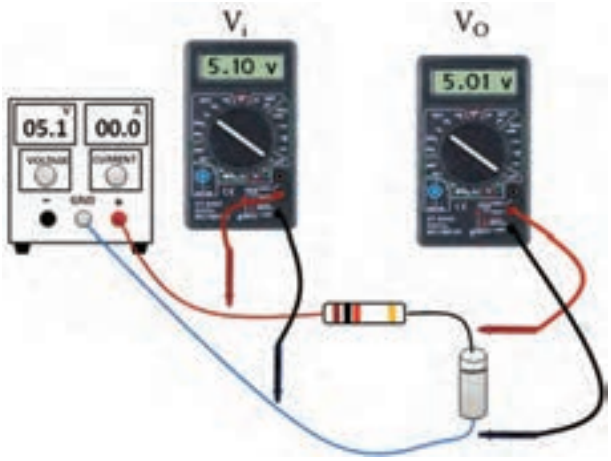
ولتاژهای مختلف استاندارد E24	توان زنر
5.1v - 5.4v - 6.2v - 6.8v - 10v 11v - 12v - 15v - 20v - 100v 200v	۰/۵ وات
4.7v - 5.1v - 6.2v - 6.8v - 7.5v 8.2v - 9.1v - 10v - 11v - 12v 13v - 15v - 18v - 20v - 22v 24v - 27v - 30v - 33v - 36v 39v - 43v - 47v - 51v - 56v - 62v 68v - 75v - 100v - 200v	۱/۳ وات
2.7v - 3v - 3.3v - 3.6v - 3.9v 4.3v - 4.7v - 5.1v - 5.6v - 6.2v 6.8v - 7.5v - 8.2v - 9.1v - 10v 11v - 12v - 13v - 15v - 16v	۵ وات

آزمایش شماره ۶

آزمایش مدار رگولاتور ولتاژ دیود زنر

زمان: ۱۵۰ دقیقه

هدف: مشاهده رفتار خروجی مدار رگولاتور ولتاژ با استفاده از دیود زنر تحت شرایطی که ولتاژ ورودی مدار در حال تغییرات باشد.



شکل ۵۱-۱- مدار رگولاتور ولتاژ با استفاده از دیود زنر

همان‌گونه که در شکل ۵۱-۱ نشان داده شده است توسط دو ولت‌متر در ورودی و خروجی مدار پس از تغییرات ولتاژ ورودی مشاهده می‌کنیم که چگونه ولتاژ خروجی همواره ثابت باقی می‌ماند.

در این آزمایش با توجه به این‌که تصمیم داشته‌ایم که ولتاژ خروجی بر روی پنج ولت ثابت بماند دیود زنر را ۵/۱ ولت در نظر گرفته‌ایم و مقاومت یک کیلواهم به منظور محدود کردن جریان و جلوگیری از سوختن دیود زنر در نظر گرفته شده است. در این مدار مصرف‌کننده یا بار مورد نظر به دو سر دیود زنر وصل می‌گردد و با توجه به ثابت بودن ولتاژ دوسر دیود زنر ولتاژ دو سر بار نیز همواره ثابت خواهد ماند.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش:

نام و مشخصات تجهیزات و قطعات	تعداد / مقدار
منبع تغذیه DC با ولتاژ صفر تا ۱۵ ولت ۱A	۱ دستگاه
مولتی‌متر دیجیتال	۲ دستگاه
سیم رابط با گیره سوسماری	۴ رشته
مقاومت 1KΩ	۱ عدد
دیود زنر 5.1V	۱ عدد

مراحل اجرای آزمایش:

۱- وسایل مورد نیاز آزمایش را از انبار تحویل بگیرید.

۲- مداری مطابق شکل ۵۲-۱ ببندید.

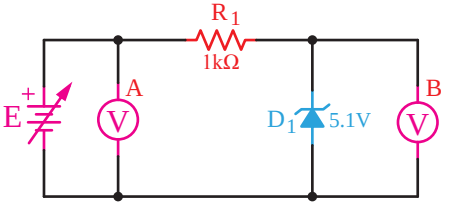
۳- منبع تغذیه را روشن کنید.

۴- ولت‌مترها را بر روی اندازه‌گیری ولتاژ DC و اتوماتیک قرار دهید و آن‌ها را روشن کنید.

۵- ولتاژ ورودی را بر اساس Vi در جدول ۱-۱ تغییر داده و ولتاژ ولت‌متر B را خوانده و به ازای ورودی مربوطه در ستون Vo یادداشت کنید.

نکات مهم در انجام آزمایش:

- در طول مدت اندازه‌گیری برای خواندن مقدار ولتاژ ورودی یا Vi از ولت‌متر A و ولتاژ خروجی Vo از ولت‌متر B استفاده نمایید.
- از این رگولاتور ولتاژ برای جریان‌های زیر ۱۰۰mA استفاده می‌گردد.
- از این رگولاتور برای مصرف‌کننده‌های با جریان متغیر استفاده نمی‌شود.
- توان دیود زنر باید متناسب با توان مصرف‌کننده در نظر گرفته شود.
- افت ولتاژ دوسر مقاومت باید طوری تنظیم گردد که ولتاژ بعد از آن که به دیود زنر می‌رسد، بیش‌تر از ولتاژ نامی دیود زنر باشد.



شکل ۵۲-۱- شماتیک مدار رگولاتور ولتاژ با دیود زنر

جدول ۲-۱

ولتاژ خروجی Vo	ولتاژ ورودی Vi
	۵v
	۶v
	۷v
	۸v
	۹v
	۱۰v
	۱۱v
	۱۲v
	۱۳v
	۱۴v
	۱۵v

سوال (۱)- چگونه می‌توانیم ولتاژ خروجی رگولاتور را تغییر دهیم؟

سوال (۲)- چگونه می‌توانیم از این رگولاتور برای جریان‌های بیش‌تر استفاده کنیم؟

سوال (۳)- خلاصه عملیاتی که در این آزمایش انجام داده‌اید شرح دهید.

سوال (۴)- نتایج حاصل از این آزمایش را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

- شرح تئوری و عملی آزمایش را در گزارش‌کار خود بنویسید.

- جدول ۲-۱ را به گزارش‌کار خود انتقال دهید.

۱-۱۷ آی‌سی‌های رگولاتور[1]

۱-۷۱-۱ عمل تثبیت ولتاژ

استفاده از دیود زنر به منظور تثبیت ولتاژ نیازمند یک محاسبه خاص بر اساس نوسانات جریان خروجی و ولتاژ ورودی می‌باشد که طراحان مدارات تثبیت کننده، با توجه به فرمول‌های طراحی مقادیر توان دیود زنر و مقاومت سری شده با آن محاسبات آن‌را انجام می‌دهند.

پس از محاسبه مقادیر قطعات و بستن مدار ۱-۵۲ مشاهده خواهد شد که ضمن دشواری این محاسبات، این مدار فقط برای جریان‌های پایین قابل استفاده خواهد بود و تولرانس‌های موجود نیز در دیود زنر و مقاومت از دقت این محاسبه خواهد کاست.

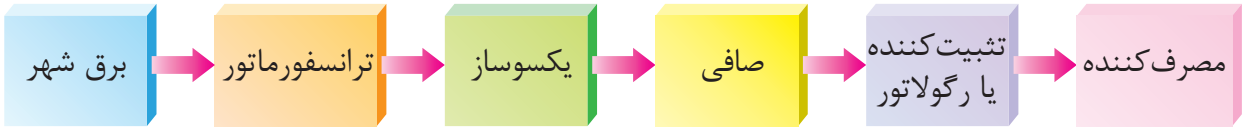
بنابراین لازم است به منظور افزایش دوام و کیفیت مدار از مدارات پیچیده‌تری که در آن‌ها ترانزیستور تقویت جریان به‌کار رفته است استفاده نماییم. به منظور تثبیت ولتاژ و جریان نیز بهترین مدارات تثبیت کننده مدارات تثبیت کننده‌ی دارای فیدبک و نمونه‌گیر می باشد که توسط یک مدار مقایسه‌کننده و ولتاژ مبنا[2] که با استفاده از همان دیود زنر ساخته شده است طراحی می‌گردد. این گونه مدارات دارای پیچیدگی خاصی است که باید توسط یک طراح خوب الکترونیک و با استفاده از فرمول‌های رایج محاسبه گردد.

بنابراین با توجه به شکل ۱-۵۳ خط تولید خروجی DC با مدارتثبیت کننده ولتاژ یا رگولاتور تکمیل می‌گردد و می‌توان خروجی DC مناسب و قابل استفاده‌ای را در اختیار مصرف‌کننده قرار داد.

---

۱. Regulator (تثبیت کننده)

۲. Reference (مبنا)

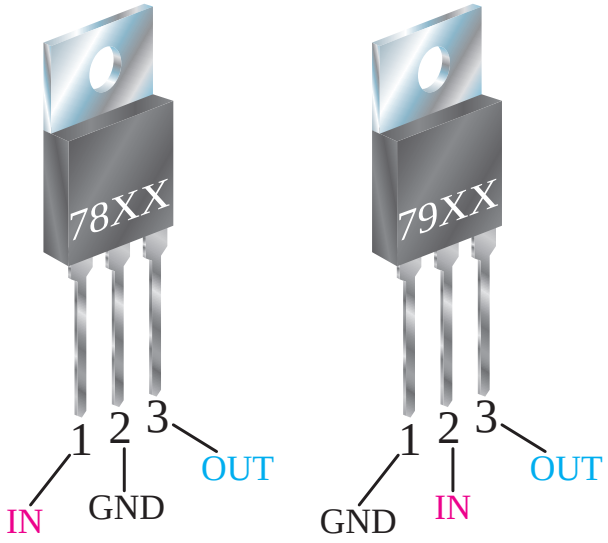


شکل ۵۳-۱- خط تولید تبدیل AC به DC

۲-۱۷-۱ استفاده از آی‌سی‌های رگولاتور

با توجه به دشواری‌هایی که در خصوص طراحی تثبیت کننده کامل ولتاژ خروجی ذکر گردید تولید کنندگان قطعات الکترونیک، یک مدارکامل تثبیت کننده را درون جعبه‌ای جا داده و نام آی‌سی رگولاتور را برای آن در نظر گرفتند.

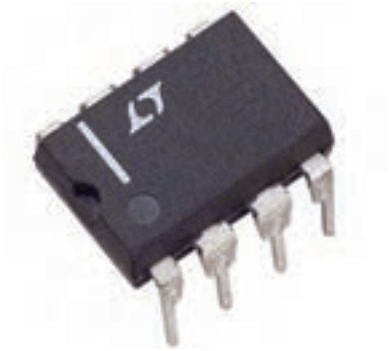
این آی‌سی‌های به‌صورت تخت (شکل ۵۴-۱)، قابلمه‌ای یا بدنه فلزی (شکل ۵۵-۱) و یا به‌صورت آی‌سی‌های متداول DIP (شکل ۵۶-۱) در دو نوع ثابت و متغیر به بازار ارائه گردید که در (شکل ۵۴-۱) نوع تخت ثابت آن مشاهده می‌گردد.



شکل ۵۴-۱- آی‌سی رگولاتور تخت ثابت

همان‌گونه که در شکل ۵۴-۱مشاهده می‌گردد شماره این آی‌سی‌ها با عدد 78 و 79 آغاز می‌گردند که سری 78 مربوط به آی‌سی‌های رگولاتور با خروجی مثبت و سری 79 مربوط به آی‌سی‌های رگولاتور با خروجی منفی می‌باشد و دو رقم بعدی که در شکل به‌صورت ×× نشان داده شده است به ولتاژ خروجی آی‌سی اشاره می‌نماید. مثلاً آی‌سی 7812 یک آی‌سی رگولاتور تخت ثابت با خروجی مثبت ۱۲ ولت می‌باشد ولی 7905 یک آی‌سی تخت ثابت با خروجی منفی ۵ ولت می‌باشد.

شکل ۵۵-۱- آی‌سی رگولاتور قابلمه‌ای



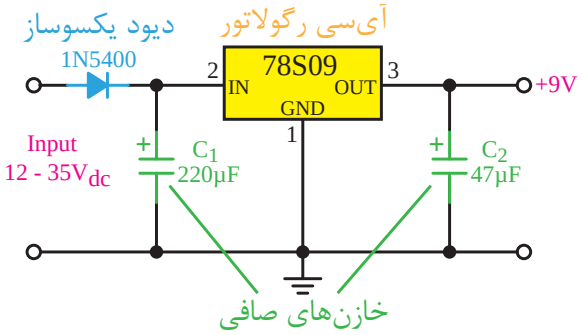
شکل ۵۶-۱- آی‌سی رگولاتور نوع DIP

پایه های ورودی و خروجی آی‌سی رگولاتور در شکل ۵۴-۱ مشخص گردیده است و با توجه به شکل ۵۷-۱ مشاهده می‌گردد که همواره یک پایه بین ورودی و خروجی مشترک می‌باشد. در مدار آی‌سی رگولاتور شکل ۵۷-۱- خروجی مثبت ۹ ولت را ارائه می‌گردد.

در این شکل نوسانات ولتاژ ورودی بین ۱۲ تا ۳۵

ولت پیش بینی گردیده است و به منظور افزایش کیفیت خروجی و سلامت آی‌سی در ورودی و خروجی آی‌سی، خازن‌های صافی نیز به‌کار برده شده است.

آی‌سی‌های رگولاتور متغیر توسط یکی از پایه‌های آن که ADJ[1] نامیده می‌شود به‌وسیله یک مقاومت متغیر برای ولتاژهای مختلف قابل تنظیم می‌باشد. شماره این آی‌سی‌ها اغلب با حروف LM آغاز می‌گردد و در مدارات الکترونیک دارای کاربرد فراوانی می‌باشد.



شکل ۵۷-۱- مدار آی‌سی رگولاتور

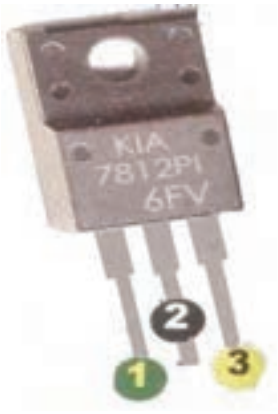
آزمایش شماره ۷

آزمایش مدار تثبیت ولتاژ با آی‌سی رگولاتور

زمان: ۱۵۰ دقیقه

هدف: مشاهده رفتارخروجی مدار تثبیت‌کننده ولتاژ با استفاده از آی‌سی رگولاتور تحت شرایطی که ولتاژ ورودی مدار در حال تغییرات باشد.

شرح آزمایش: همان‌گونه که در شکل ۵۹-۱ نشان داده شده است توسط ولت‌متر در ورودی تغییرات ولتاژ در ورودی و یک ولت‌متر تغییرات ولتاژ در خروجی را مشاهده خواهیم کرد. ازطریق شکل ۵۸-۱ پایه‌های آی‌سی رگولاتور قابل مشاهده می‌باشد که پایه‌های آن با شماره‌هایی مشخص گردیده‌اند که نام هر یک در زیر آمده است.



۱- ورودی IN

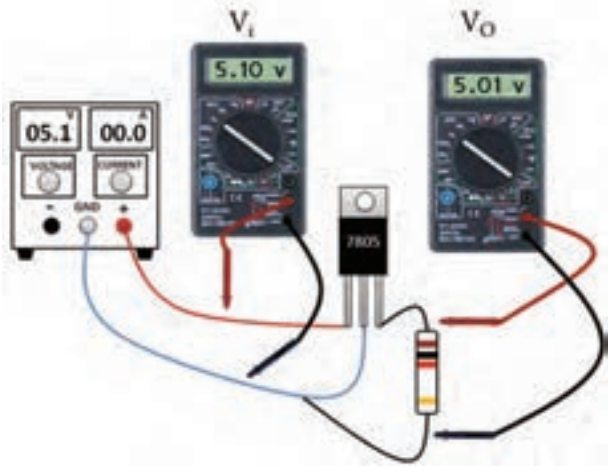
۲- مشترک GND

۳- خروجی OUT

شکل ۵۸-۱- پایه‌های آی‌سی رگولاتور ۱۲ ولت

در این آزمایش مشاهده خواهیم کرد که ولتاژ خروجی به‌غیر از زمانی که ولتاژ ورودی کم‌تر از ولتاژ آی‌سی رگولاتور می‌باشد همواره ثابت است.

ولتاژ خروجی آی‌سی‌های رگولاتور از دو رقم سمت راست عدد چهار رقمی روی آی‌سی مشخص می‌گردد (7805).



شکل ۵۹-۱- مدار آی‌سی رگولاتور

۱. ADJ: Adjustment

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش:

نام و مشخصات تجهیزات و قطعات	تعداد / مقدار
منبع تغذیه DC با ولتاژ صفر تا ۱۵ ولت ۱A	۱ دستگاه
مولتی‌متر دیجیتال	۲ دستگاه
سیم رابط با گیره سوسماری	۴ رشته
مقاومت 1KΩ	۱ عدد
آی‌سی رگولاتور 7805	۱ عدد

مراحل اجرای آزمایش:

۱- وسایل مورد نیاز آزمایش را از انبار تحویل بگیرید.

۲- مدارشکل ۵۹-۱ را ببندید.

۳- منبع تغذیه را روشن کنید.

۴- ولت‌مترها را بر روی اندازه‌گیری ولتاژ DC و اتوماتیک قرار دهید و آن‌ها را روشن کنید.

ولتاژ ورودی را بر اساس Vi در جدول ۳-۱ تغییر داده و ولتاژ ولت‌متر خروجی را خوانده و به ازای ورودی مربوطه در ستون Vo یادداشت کنید.

جدول ۳-۱

ولتاژ خروجی Vo	ولتاژ ورودی Vi
	۴v
	۵v
	۶v
	۷v
	۸v
	۹v
	۱۰v
	۱۱v
	۱۲v
	۱۳v
	۱۴v

توجه:

- در طول مدت اندازه‌گیری برای خواندن مقدار ولتاژ Vi از ولت‌متر ورودی استفاده نمایید.
- برای استفاده از این مدار، ولتاژ ورودی مدار باید بیش‌تر از ولتاژ آی‌سی رگولاتور باشد.
- از این رگولاتور ولتاژ برای جریان‌های تا 1A استفاده می‌گردد.
- از این رگولاتور برای مصرف‌کننده‌های با جریان متغیر نیز استفاده می‌شود.
- توان آی‌سی رگولاتور باید متناسب با توان مصرف کننده در نظر گرفته شود.
- مقاومت یک کیلواهم به عنوان مصرف‌کننده در نظر گرفته شده است.

سوال (۱)- چگونه می‌توانیم ولتاژ خروجی رگولاتور را تغییر دهیم؟

سوال (۲)- چگونه می‌توانیم از این رگولاتور برای جریان‌های بیش‌تر استفاده کنیم؟

سوال (۳)- چگونه می‌توان از این آی‌سی رگولاتور خروجی متفاوت با مقداری که بر روی آن نوشته است به‌دست آورد؟

سوال (۴)- خلاصه عملیاتی که در این آزمایش انجام داده‌اید شرح دهید.

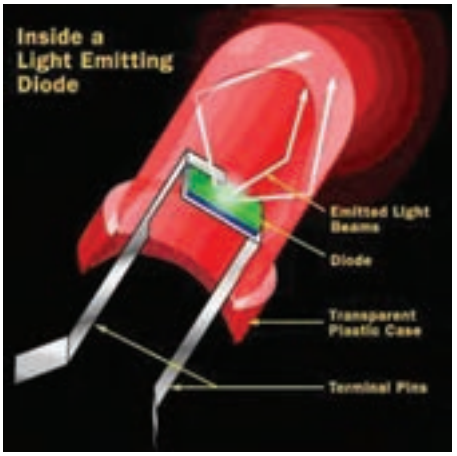
سوال (۵)- نتایج حاصل از ایـن آزمایش را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

- شرح تئوری و عملی آزمایش را در گزارش‌کار خود بنویسید.

- جدول ۳-۲ رابه گزارش‌کار خود انتقال دهید.

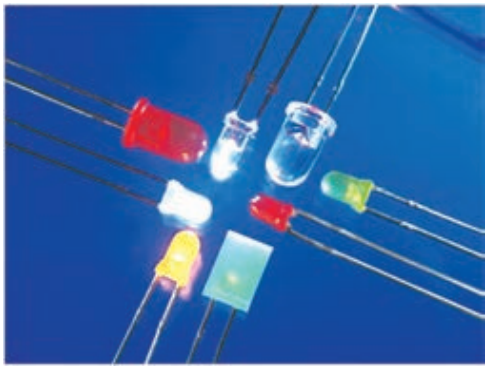
۱-۱۸ دیود نوری LED

ایـن دیودها دارای همان اتصال P و N می‌باشـند. ولی با این تفاوت که با قرار دادن آن‌ها در بایاس موافق توسـط یـک منبع DC در حـدود ۲ولت می‌تـوان نور زیبایی را از آن مشاهده کرد. در ساختمان این دیودها از عناصری مانند فسفر، ارسنیک و گالیم استفاده می‌گردد که با ترکیب این عناصر می‌توان نورهای مختلفی مانند سبز قرمز و یا زرد را مشاهده نمود.



شکل ۶۰-۱- ساختمان دیود LED

جریان مصرفی این دیودها حدود ۲ تا ۲۰میلی‌آمپر می‌باشـد و به اشـکال مختلفی مانند شکل ۶۱-۱ انواع این دیود را به‌صـورت گِرد، مربعی، مثلثی و نیم‌کره که با ابعاد مختلف سـاخته می‌شـود را نشـان می‌دهد و با توجه به نور ساطع شده از آن کاربردهای مختلفی مانند نشان دهنده، هشدار دهنده و یا روشنایی دهنده را دارا می‌باشد.



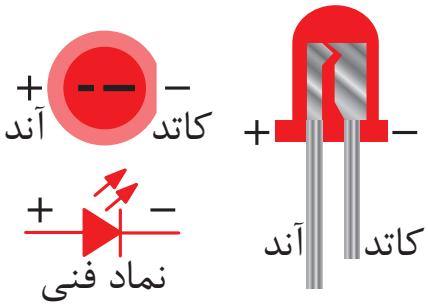
شکل ۶۱-۱- انواع دیود LED

یکـی از کاربردهـای جالب دیود LED در سـاخت ماتریس‌هـای LED می‌باشـد که توسـط آن امکانات نوشـتاری نیز فراهم گردیده اسـت و اغلب برای معرفی به‌صورت تابلو و یا تبلیغات مورد اسـتفاده قرار می‌گیرد. دیودهـای نوری با توجه به شـدت نورآن‌هـا نیز از نظر قیمت متفاوت می‌باشند (شکل ۶۲-۱) و در نوع دیگری از آن‌ها نور سـاطع شده مادون قرمز بوده و به‌طور کلی مرئی نیست که در چشم‌های الکترونیکی کاربرد دارند.

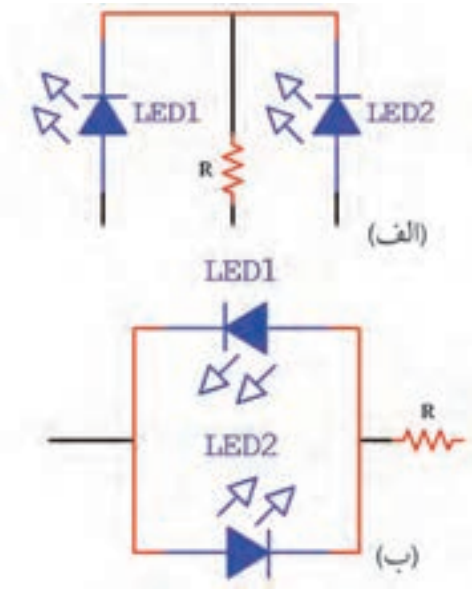
شکل ۶۲-۱- نور LED

برای استفاده ازدیودهای LED باید آن‌ها را در بایاس موافق قرار داد. شـکل ظاهری و پایه‌های این قطعه در در شـکل ۶۳-۱ نشـان داده شده اسـت. بنابراین برای راه‌انـدازی آن‌ها لازم اسـت پایه‌های کاتد (-) و آند (+) آن‌ها به منبع تغذیه DC صحیح متصل گردد تا بتوان نور آن را مشـاهده نمود. در شکل ۶۳-۱ مشاهده می‌گردد

که پایه آند نسبت به کاتد بلندتر می‌باشد و بر روی بدنه دیود کنار پایه کاتد برش پَخ مانندی به منظور تشخیص سریع پایه کاتد دیود پیش‌بینی شده است.



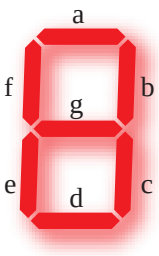
شکل ۶۳-۱ پایه های دیود LED



شکل ۶۴-۱- ساختن LEDهای دورنگ

علامت فنی این دیود نیز که در شکل۶۳-۱ نشان داده شده است که برای نقشه های فنی مورد استفاده قرار می گیرد. با قرار دادن دو دیود در یک محفظه نیز می توان مطابق شکل ۶۴-۱ (الف) سه پایه خارج کرده و هر بار با تحریک LED۱ یا LED۲ دو نور با رنگ های مختلف ایجاد کرد یا در شکل ۶۴-۱ (ب) با اتصال دو دیود در جهت مخالف همدیگر با اتصال منبع DC و عوض کردن پلاریته منبع نورها با رنگ های مختلف دریافت کرد. با استفاده از هفت دیود LED می‌توان اعداد را به‌صورت انگلیسی نمایش داد. همان‌گونه که در شکل ۶۵-۱ مشاهده می‌شود هریک ازاین LEDها با نام‌های a تا g مشخص گردیده‌اند و با قرارگرفتن کنار هم اعداد صفر تا ۹ را نمایش می‌دهند. به این هفت قطعه سون سگمنت گفته می‌شود. در جدول نشان داده شده در شکل ۶۵-۱ می‌توانید LEDهایی را که لازم است برای نشان دادن هریک از ارقام روشن شود مشاهده نمایید. با قراردادن چند سون‌سگمنت درکنار یک‌دیگر می‌توان اعداد دو، سه و یا چند رقمی را نمایش داد، هم‌چنین اگر محل قرار گرفتن LEDها را تغییر دهیم حروف لاتین را می‌توان نمایش داد.

Outputs from the 4026 counter and display driver IC							
Sequence	a	b	c	d	e	f	g
0	●	●	●	●	●	●	
1		●	●				
2	●	●		●	●		●
3	●	●	●	●			●
4		●	●			●	●
5	●		●	●		●	●
6	●		●	●	●	●	●
7	●	●	●				
8	●	●	●	●	●	●	●
9	●	●	●	●		●	●
● = LED on. The labels a-g refer to the segments of a display; output h is used to drive other counters.							



7-segment display

شکل ۶۵-۱- سون‌سگمنت

شکل ۶۶-۱- انواع سون‌سگمنت

آزمون پایانی

۱- نیمه‌هادی‌های نوع N و P چگونه ساخته می‌شوند؟ شرح دهید.

۲- به منظور هدایت الکتریکی دیود باید پایه ..... نسبت به ..... دیود مثبت‌تر گردد.

۳- پتانسیل سد برای نیمه‌هادی‌های سیلیسیم ..... ولت و برای نیمه‌هادی‌های ژرمانیم ..... ولت می‌باشد.

۴- تفاوت دیود ایده‌آل و دیود غیر ایده‌آل را بیان کنید.

۵- کدام‌یک از دیودهای زیر در بایاس مخالف به‌کار می‌رود؟

الف) دیود سیلیسیم ب) دیود ژرمانیم ج) دیود زنر د) دیود LED

۶- در عملیات تشخیص پایه‌های دیود توسط مولتی‌مترهای عقربه‌ای سیم قرمز به ..... و سیم مشکی به ..... اشاره می‌نماید.

۷- در کدام‌یک از روش‌های یکسوسازی، نیم‌سیکل منفی در خروجی مثبت می‌شود؟

الف) نیم موج ب) تمام موج ج) پل د) روش‌های ب و ج

۸- در کدام‌یک از روش‌های یکسوسازی، باید حتما از ترانس سه سر استفاده نمود؟

الف) نیم موج ب) تمام موج ج) پل د) روش‌های ب و ج

۹- وظیفه خازن صافی را شرح دهید.

۱۰- در به‌کارگیری خازن به عنوان صافی از چه نوع خازنی استفاده می‌گردد؟

الف) ظرفیت کم ب) ظرفیت متوسط ج) ظرفیت بالا د) از هر نوع خازنی که بتوان

۱۱- به منظور انتخاب دیود متناسب با کاربرد مورد نظر، جریان متوسط را تعریف کنید.

۱۲- اندازه دیودهای زنر بر چه مشخصه‌ای از دیود دلالت می‌کند؟

۱۳- اشکال استفاده از مدارات رگولاتور ساده با دیود زنر چیست؟

۱۴- دو رقم اول ازسمت چپ در آی‌سی‌های رگولاتور به چه مشخصه‌ای اشاره می‌نماید؟

۱۵- دو رقم اول ازسمت راست در آی‌سی‌های رگولاتور به چه مشخصه‌ای اشاره می‌نماید؟