فصل سوم

زمان اجرا: ۱۶ ساعت آموزشی

دیود

هدف کلی

بررسی ساختمان و کاربرد انواع دیود

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود که:

۱- اتصال PN را توضیح دهد.

۲- خصوصیات پیوند PN را توضیح دهد.

۳- بایاس مستقیم در دیود را توضیح دهد.

۴- بایاس معکوس در دیود را توضیح دهد.

۵- جریان اشباع معکوس در دیود را توضیح دهد.

۶- علامت اختصاری دیود و منحنی مشخصه‌ی آن را توضیح دهد.

۷- دیود در حالت ایده‌آل را تعریف کند.

۸- مقاومت استاتیکی و دینامیکی دیود را توضیح دهد.

۹- مدار معادل دیود معمولی را رسم کند.

۱۰- مقادیر حد در دیودها را شرح دهد.

۱۱- نحوه‌ی تشخیص پایه‌ها و سالم بودن دیود را با اهم مترعقربه‌ای و دیجیتالی توضیح دهد.

۱۲- انواع دیودها را نام ببرد.

۱۳- دیود اتصال نقطه‌ای و کاربرد آن را شرح دهد.

۱۴- اصول کار دیود زنر را شرح دهد.

۱۵- کاربرد ساده‌ای از دیود زنر را شرح دهد.

۱۶- دیود نوردهنده (LED) را شرح دهد.

۱۷- کاربرد ساده‌ای از دیود نور دهنده را شرح دهد.

۱۸- دیود خازنی را شرح دهد.

۱۹- کاربرد ساده‌ای از دیود خازنی را شرح دهد.

۲۰- فتو دیود را شرح دهد.

۲۱- کاربرد ساده‌ای از فتو دیود را شرح دهد.

۲۲- نمایشگر ال سی دی (LCD) و پلاسما را شرح دهد.

۲۳- به الگوی پرسش پاسخ دهد.

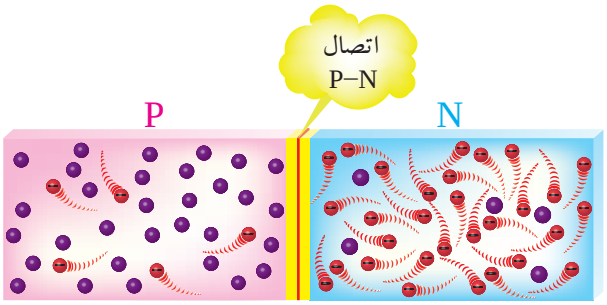
۲۴- هدف‌های مربوط به حیطه‌ی عاطفی که در فصل اول آمده است را اجرا نماید.

۳-۱ پیش گفتار

یکـی از قطعات پُر کاربـرد در مدارهای الکترونیکی دیود اسـت. دیود از پیوند دو قطعه کریسـتال نوع N و P به وجود می‌آید و در انواع مختلف سـاخته می‌شـود. در این فصل به نحوه‌ی تشـکیل پیونـد PN به عنوان دیود و مـوارد کاربرد آن می‌پردازیم. هم چنیـن انواع دیودها و نحوه‌ی امتحان کردن دیود با اهم متر و مقادیر حد دیودها از مواردی است که مورد بحث قرار می‌گیرد.

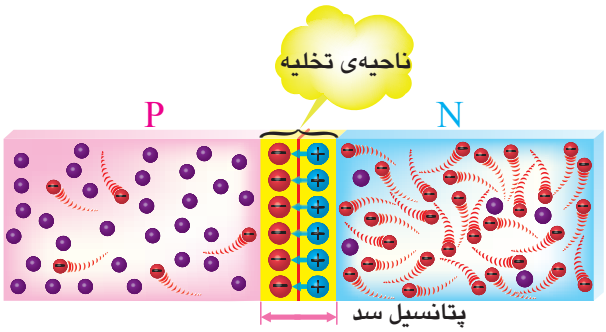
۳-۲ اتصال PN (PN Junction)

تاکنـون خصوصیت الکتریکی نیمه هادی نوع P و N را به طور جداگانه مورد بررسی قرار داده‌ایم. حال بررسی کنیـم اگر این دو نیمه هـادی را به یکدیگر پیوند دهیم[1]، چه اتفاقی می‌افتد؟ برای پاسخ دادن به این سؤال به شکل ۳-۱ توجه کنید.



شکل ۳-۱ پیوند PN

لحظـه‌ای که دو قطعه‌ی نیمه هـادی نوع P و N را به هم پیونـد می‌دهیم، از آن جایی که الکترون‌ها و حفره‌ها قابل انتقال‌انـد، الکترون‌های موجـود در نیمه‌هادی نوع N به سـبب بار الکتریکی مثبـت حفره‌ها، جذب حفره‌ها می‌گردنـد. لذا در محل اتصال نیمه هادی نوع P و N، نه الکترون آزاد وجود دارد و نه حفره. به این محل که در آن الکترون‌هـا و حفره‌ها وجود ندارند، ناحیه‌ی تخلیه یا لایه سد (Depletion Region) می‌گویند. عرض ناحیه تخلیه بسـیار کم گاهی حدود چند دهم میکرون است. اتم‌های محل پیوند PN هیچ گونـه الکترون اضافه یا کم ندارند، زیرا مدار آخر آن‌ها کامل است. لذا، می‌توان این محل را به عنوان یک عایق به حساب آورد (شکل ۳-۲).



شکل ۳-۲ لایه‌ی سد

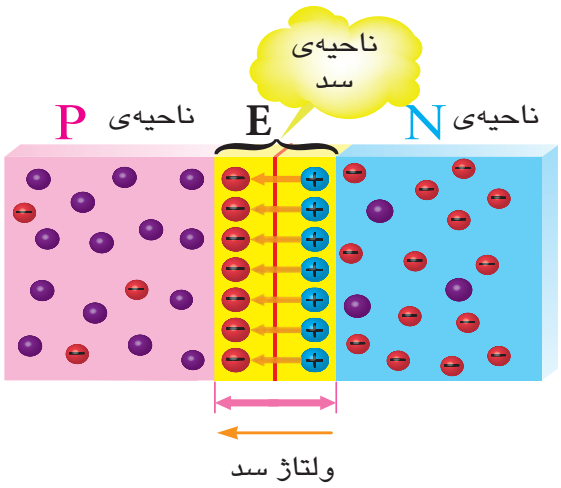
همان طور که در شکل ۳-۲ مشاهده می‌شود، ناحیه‌ی تخلیه، فاقد الکترون آزاد و حفره اسـت. اما دراین ناحیه، اتم‌هایی که الکترون از دست داده‌اند یا دریافت کرده‌اند، بـه صورت بارهای مثبت و منفـی در نیمه هادی نوع N و P باقی می‌مانند. بقیه‌ی قسـمت‌های دو نیمه‌ی هادی نوع N و P (بـه جز ناحیه‌ی تخلیه) وضـع عادی خود را حفظ می‌کنند.

در ناحیـه‌ی تخلیه، بارهای مثبـت در نیمه هادی نوع N و بارهـای منفـی در نیمه هادی نـوع P، در دو طرف لایه‌ی سـد یا لایـه‌ی عایق قـرار گرفته‌انـد. مجموعه‌ی ناحیه‌ی تخلیه، مانند یک خازن شـارژ شده عمل می‌کند. در این شرایط سطوح دو نیمه هادی به منزله‌ی دو جوشن و لایه‌ی سد به منزله‌ی عایق (دی‌الکتریک) خازن است. بنابراین بارهای مثبت و منفی بین دو جوشن یک پتانسیل تشکیل می‌دهند.

۱- منظور از پیوند دادن، اتصال مکانیکی یا چسباندن کریستال P به N نیست بلکه در هم آمیختن ملکول‌های آن‌ها با یکدیگر است که با فن‌آوری خاصی انجام می‌شود.

این پتانسیل، پتانسیل سد نام دارد؛ زیرا قادر است که از عبور الکترون‌ها و حفره‌ها از لایه‌ی سد جلوگیری کند، به عبارت دیگر میدان الکتریکی به وجود آمده در ناحیه‌ی سد، مانع عبور حامل‌های اقلیت و اکثریت موجود در کریستال‌های نوع N و نوع P به سمت یک دیگر می‌شود. این نوع پیوند PN را اصطلاحاً دیود یا دو قطبی (Diode) می‌نامند. مقدار پتانسیل سد برای دیودهای سیلیسیمی حدود ۰/۷ ولت و برای دیودهای ژرمانیمی حدود ۰/۲ ولت است. بدیهی است که ما نمی‌توانیم به طور مستقیم (مثلاً با ولت متر) این پتانسیل را اندازه بگیریم. زیرا این پتانسیل، فقط در ناحیه‌ی تخلیه به وجود می‌آید نه در دو انتهای نیمه هادی P و N که بتوانیم با ولت متر آن را اندازه بگیریم. اندازه گیری این ولتاژ را فقط می‌توان با اتصال ولتاژ خارجی، که در قسمت ۳-۵ توضیح داده خواهد شد، به دست آورد.

پتانسیل سد، یک میدان الکتریکی از نیمه هادی نوع N به طرف نوع P به وجود می‌آورد، که در شکل ۳-۳ با حرف E نشان داده شده است. فلش نیز جهت میدان را مشخص می‌کند.

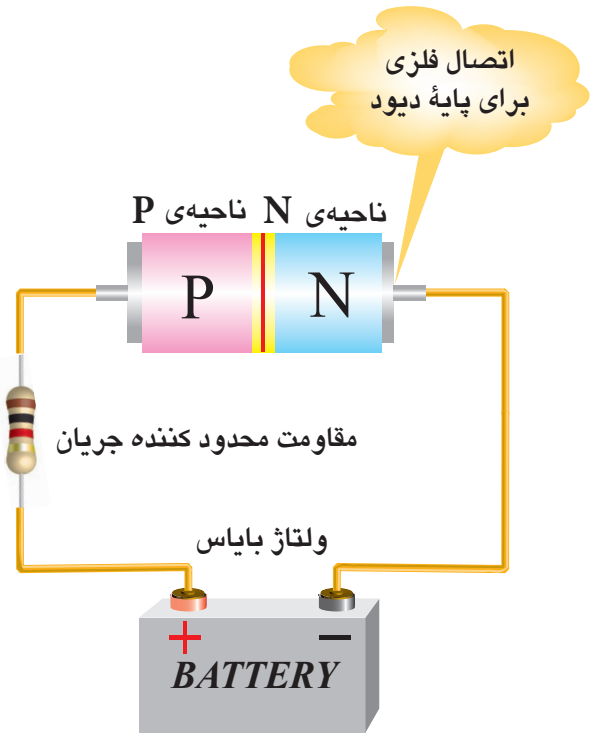


شکل ۳-۳ پتانسیل سد

۳-۳ دیود در بایاس مستقیم (Forward Bias) و بایاس معکوس (Reverse Bias)

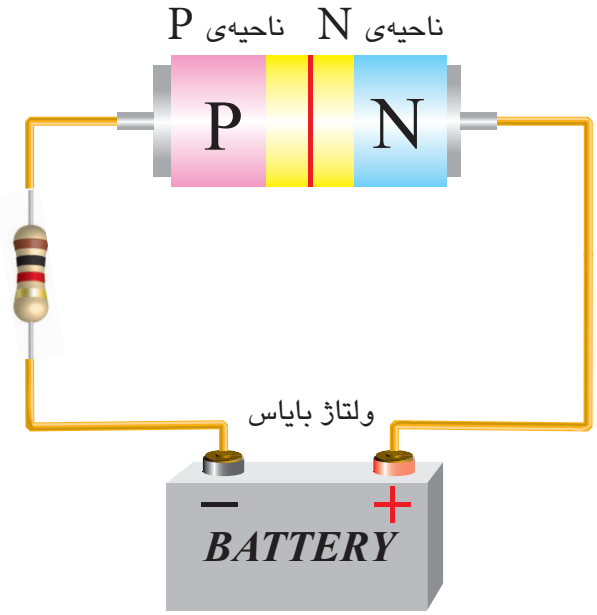
وصل کردن ولتاژ به دیود را بایاس کردن دیود می‌نامند. اتصال ولتاژ به دیود به دو صورت امکان‌پذیر است.

۳-۳-۱ بایاس مستقیم: اگر نیمه هادی نوع P را به قطب مثبت باتری و نیمه هادی نوع N را به قطب منفی آن متصل کنیم، این حالت را بایاس مستقیم می‌گویند. (شکل ۳-۴)



شکل ۳-۴ پیوند PN در بایاس موافق

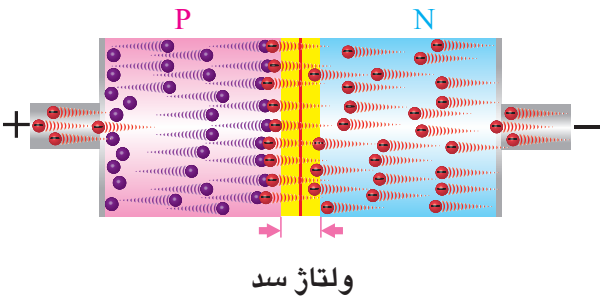
۳-۳-۲ بایاس معکوس: در صورتی که نیمه هادی نوع P را به قطب منفی باتری و نیمه‌های نوع N را به قطب مثبت آن وصل نماییم، این حالت را بایاس معکوس می‌نامند. (شکل ۳-۵)



شکل ۵-۳ پیوند PN در بایاس مخالف

۳-۳-۳ رفتار دیود در بایاس مستقیم (بایاس موافق- گرایش مستقیم):

شکل ۶-۳ اتصال یک دیود (PN) را به ولتاژ باتری در بایاس مستقیم نشان می‌دهد.



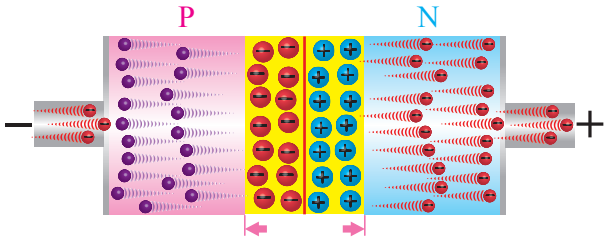
شکل ۶-۳ رفتار دیود در بایاس مستقیم

اگر در این بایاس، ولتاژ باتری بیش‌تر از پتانسیل سد باشد، میدان الکتریکی ناشی از ولتاژ باتری، میدان الکتریکی پتانسیل سد دیود را خنثا می‌کند (زیرا جهت میدان باتری، عکس میدان پتانسیل سد است). لذا منطقه‌ی تخلیه و پتانسیل سد از بین می‌رود به عبارت دیگر لایه‌ی سد، در اثر میدان الکتریکی ولتاژ باتری می‌شکند. در نتیجه، الکترون‌های آزاد واقع در نیمه‌هادی نوع N، توسط بار الکتریکی منفی باتری، به سمت محل پیوند رانده می‌شوند و از محل پیوند عبور می‌کنند و بعد از عبور از نیمه هادی نوع P، جذب پتانسیل مثبت باتری می‌گردند. در همین حال، حفره‌ها که در اثر ولتاژ مثبت باتری به سمت محل پیوند رانده شده‌اند وارد نیمه هادی نوع N می‌گردند و جذب قطب منفی باتری می‌شوند. به این ترتیب، الکترون‌ها از قطب منفی خارج می‌شوند و وارد قطب مثبت می‌گردند. یعنی در مدار، جریان برقرار می‌شود. به این نکته توجه داشته باشیم که، وقتی الکترون‌ها از محل پیوند عبور می‌کنند، وارد نیمه هادی نوع P می‌شوند و مرتباً با حفره‌ها ترکیب می‌گردند. پیوندهای تشکیل شده، به سبب میدان خارجی مرتباً شکسته می‌شود و الکترون آزاد می‌کند. الکترون آزاد شده با حفره مجاور ترکیب می‌شود، به این ترتیب با ترکیب‌های زیاد و شکسته شدن‌های مجدد پیوندها، الکترون‌ها از نیمه هادی نوع P عبور می‌کنند و جذب قطب مثبت باتری می‌گردند. بنابراین الکترون‌ها از طریق حفره‌ها به قطب مثبت می‌رسند. همان طور که حفره‌ها نیز عکس جهت حرکت الکترون‌ها، حرکت می‌کنند و جذب قطب منفی می‌شوند.

اگر نیمه هادی نوع P به قطب مثبت باتری و نیمه هادی نوع N به قطب منفی آن وصل شود و ولتاژ باتری از پتانسیل سد دیود بیش‌تر باشد، در مدار، جریان برقرار خواهد شد.

۳-۳-۴ رفتار دیود در بایاس معکوس (مخالف):

شکل ۷-۳ اتصال بایاس معکوس یک دیود را نشان می‌دهد.



شکل ۷-۳ بایاس معکوس (مخالف)

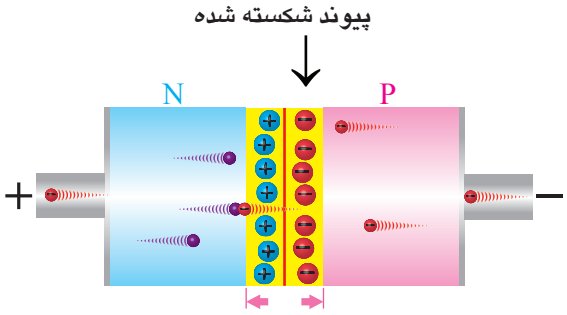
الکترون‌های آزاد واقع در نیمه هادی نوع N، به سبب پتانسیل مثبت باتری، به سمت راست و حفره‌ها نیز به دلیل پتانسیل منفی باتری، به سمت چپ کشیده می‌شوند. در این حالت، عرض ناحیه‌ی تخلیه زیادتر می‌گردد و ولتاژ باتری، پتانسیل سد را تشدید می‌کند. لذا، به دلیل افزایش پتانسیل سد و تهی‌تر شدن ناحیه‌ی تخلیه از الکترون‌ها و حفره‌ها، جریانی در مدار برقرار نخواهد شد.

اگر قطب مثبت باتری به نیمه هادی نوع N و قطب منفی باتری به نیمه هادی نوع P وصل شود، جریانی در مدار نخواهیم داشت. به عبارت دیگر، در بایاس معکوس جریانی در مدار برقرار نمی‌شود.

۳-۴ جریان اشباع معکوس در دیود

البته باید به خاطر داشته باشیم که بر اثر گرما، همواره پیوندها در حال شکسته شدن و ترکیب مجدد هستند. حال اگر دیودی در بایاس معکوس بسته شود و تعدادی از پیوندها در لایه‌ی سد شکسته شوند، چه اتفاقی خواهد افتاد؟

با توجه به شکل ۸-۳، فرض می‌کنیم یک پیوند در محل سد شکسته شده باشد، در نتیجه یک الکترون آزاد و یک حفره به وجود می‌آید.



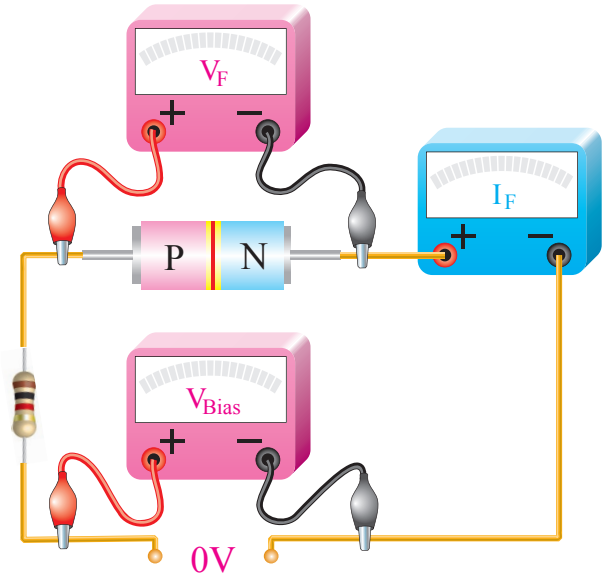
شکل ۸-۳ جریان اشباع معکوس

الکترون آزاد به سمت پتانسیل مثبت باتری کشیده خواهد شد و جذب قطب مثبت باتری می‌گردد. چون لایه‌ی سد، یک الکترون کمبود دارد، یک الکترون از قطب منفی وارد کریستال نوع P می‌شود و می‌توانیم بگوییم که حفره، جذب قطب منفی گردیده است، لذا در مدار، جریان بسیار ضعیفی به وجود می‌آید که به جریان اشباع معکوس معروف است. مقدار این جریان، به جنس نیمه هادی و گرمای محیط بستگی دارد، زیرا این جریان فقط در اثر شکستن پیوندها ایجاد می‌شود. در المان‌هایی که از سیلیسیم ساخته می‌شوند، این جریان بسیار کم است. گاهی مقدار آن از نانو آمپر تجاوز نمی‌کند. لذا در بیش‌تر موارد از آن صرف نظر می‌کنند.

۳-۵ منحنی مشخصّه‌ی ولت- آمپر دیود در بایاس مستقیم:

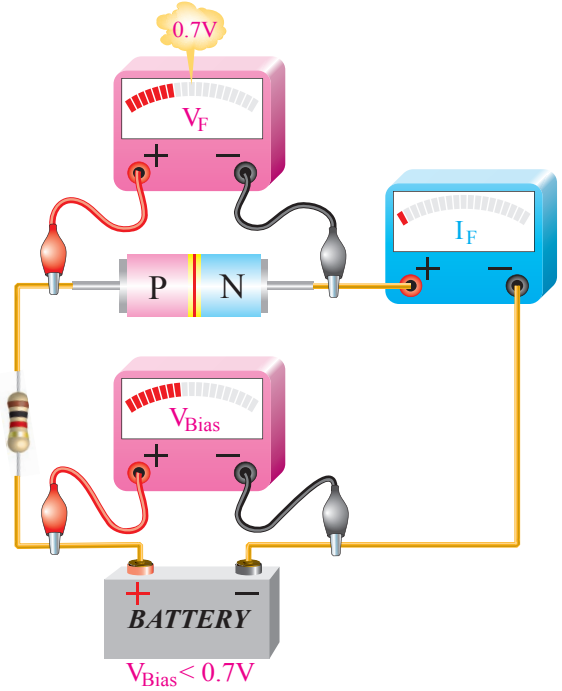
در مدار شکل ۹-۳ یک دیود در بایاس مستقیم قرار دارد. در این مدار یک میلی آمپر متر با دیود سری شده است. در ولتاژ صفر، مقدار جریان عبوری از دیود صفر است. چنان‌چه ولتاژ تغذیه را تا ۰/۵ ولت زیاد کنیم، میلی‌آمپر متر تقریباً جریانی را نشان نمی‌دهد. زمانی که ولتاژ از ۰/۵ ولت بیش‌تر می‌شود، چون جنس دیود از سیلیسیوم است،

جریان بسیار ضعیفی در مدار برقرار می‌گردد.



شکل ۹-۳ اتصال دیود به ولتاژ صفر ولت

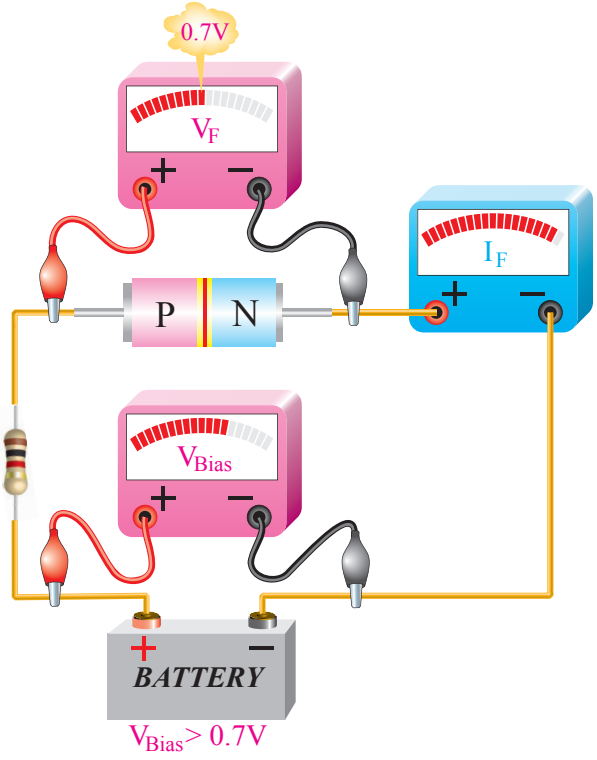
شکل ۱۰-۳ ولتاژ بایاس دیود را کم‌تر از ۰/۷ ولت و جریان ناچیز عبوری از دیود را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰-۳ ولتاژ بایاس دیود کمتر از ۰/۷ ولت

هنگامی که ولتاژ دیود به حدود ۰/۷ ولت می‌رسد، جریان به طور ناگهانی افزایش می‌یابد. زیاد شدن ناگهانی جریان، به دلیل غلبه‌ی ولتاژ خارجی بر پتانسیل سد است.

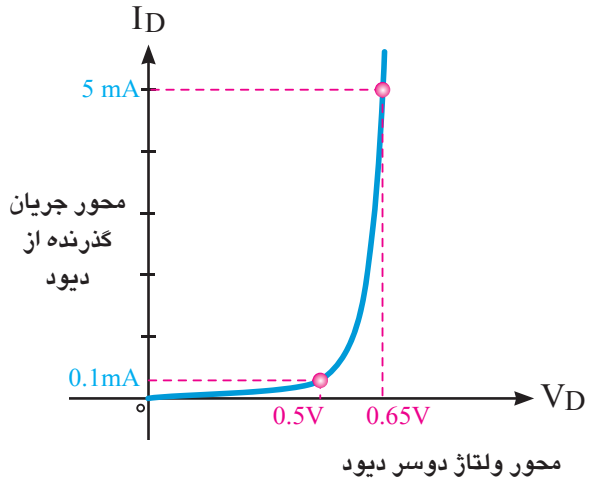
هنگامی که ولتاژ خارجی، از ولتاژ سد بیش‌تر شد، مقاومت دیود کم و جریان زیاد می‌شود. اگر این جریان محدود نشود، به سوختن دیود منجر می‌گردد. حداکثر این جریان را که به ازای آن دیود نمی‌سوزد، کارخانجات سازنده مشخص می‌نمایند. برای محدود کردن جریان عبوری از دیود، لازم است مقاومتی را با دیود سری کنیم. شکل ۱۱-۳ نشان می‌دهد که ولتاژ بایاس از ۰/۷ ولت بیش‌تر است و ولتاژ دو سر دیود تقریباً ۰/۷ ولت ثابت مانده است ولی جریان عبوری از دیود بسیار زیاد است.



شکل ۱۱-۳ هدایت دیود با ولتاژ بیش‌تر از ۰/۷ ولت

چنان‌چه مراحل فوق را برای ولتاژهای مختلف، تکرار کنیم و به ازای ولتاژهای مختلف مثلاً در پله‌های ۰/۱ ولتی (۰/۱، ۰/۲، ... ولت) جریان گذرنده از دیود را اندازه بگیریم و مقادیر را در جدولی ثبت کنیم، از روی مقادیر به دست آمده می‌توانیم نمودار $I_D - V_D$ را در یک مختصات رسم کنیم.

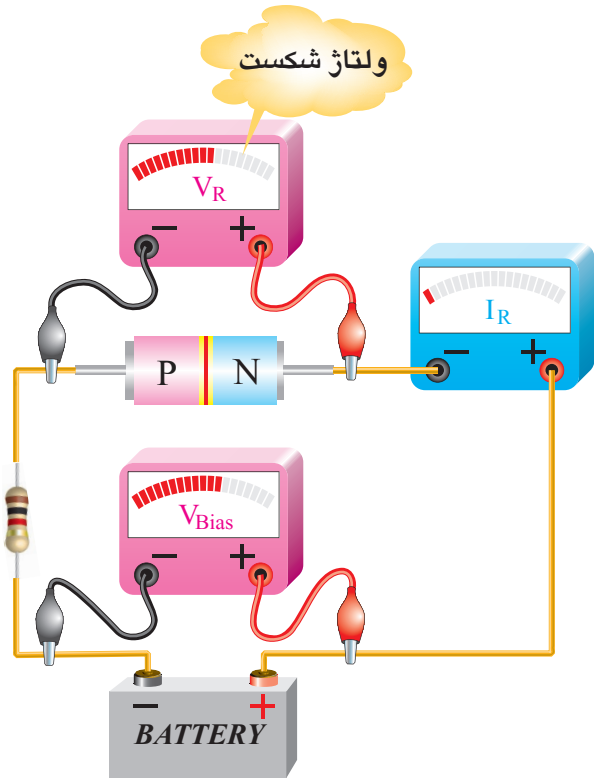
نمودار به دست آمده منحنی مشخصه ولت آمپر دیود را در بایاس مستقیم نشان می‌دهد. شکل ۱۲-۳ یک نمونه نمودار (ولت آمپر دیود) را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲-۳ منحنی مشخصه‌ی دیود

۳-۶ منحنی مشخصه‌ی ولت آمپر دیود در بایاس معکوس

اگر دیود را در بایاس معکوس اتصال دهیم و ولتاژ خارجی را زیاد کنیم، جریان بسیار ضعیفی از مدار می‌گذرد. این جریان همان جریان اشباع معکوس یا جریان نشتی دیود است. شکل ۱۳-۳ حالت بایاس معکوس دیود را نشان می‌دهد. در این شکل جریان عبوری از دیود و ولتاژ دو سر دیود را می‌توانید مشاهده کنید.



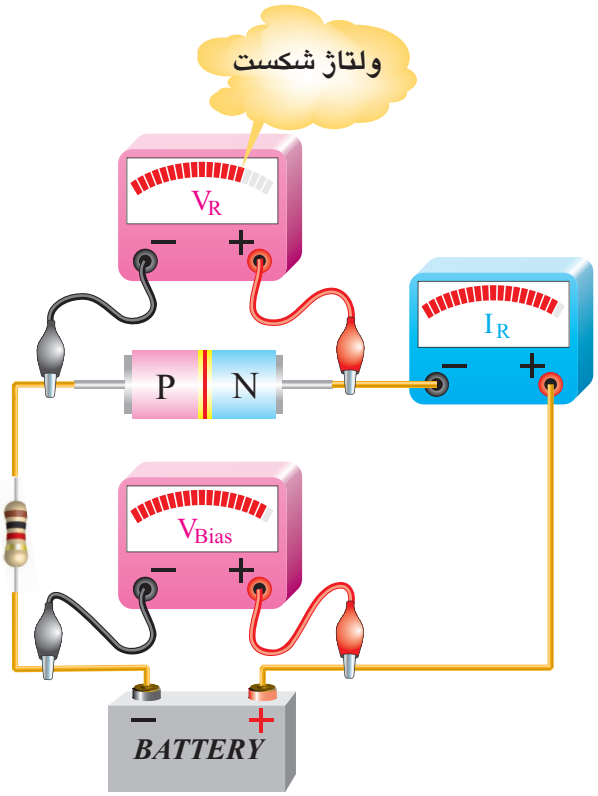
شکل ۱۳-۳ بایاس معکوس دیود

کارخانه‌های سازنده مقدار ولتاژ بیشینه قابل تحمل توسط دیود در بایاس معکوس را مشخص می‌کنند. این ولتاژ به عنوان یک مشخصه‌ی مهم در دیود معمولی به کار می‌رود. شکل ۱۴-۳ دیود را در حالتی نشان می‌دهد که مقدار ولتاژ معکوس آن به حد شکست رسیده است. در دیود معمولی اگر مقدار ولتاژ معکوس به حد شکست برسد دیود می‌سوزد.

تحقیق کنید:

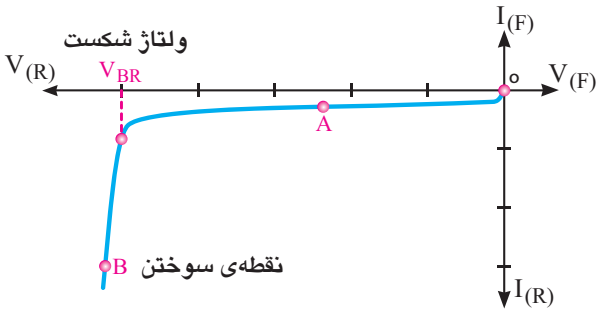
آیا از دیود می‌توان برای حفاظت دستگاه‌های الکترونیکی در مقابل اتصال ولتاژ با قطب‌های اشتباه استفاده کرد؟

تحقیق خود را به صورت یک گزارش کوتاه به کلاس ارائه نمایید.



شکل ۳-۱۴ ولتاژ دوسر دیود به حد شکست رسیده است

در شکل ۳-۱۵ منحنی مشخصه‌ی ولت آمپر دیود معمولی در گرایش معکوس نشان داده شده است.

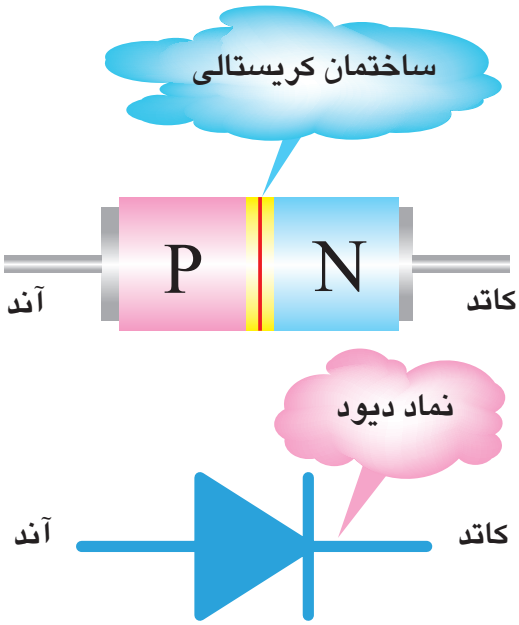


شکل ۳-۱۵ منحنی مشخصه‌ی ولت‌آمپر دیود در بایاس معکوس

نکته‌ی مهم: در صورتی که دیودهای معمولی در حالت شکست قرار گیرند آسیب می‌بینند.

۳-۷ علامت اختصاری و ساختمان ظاهری دیود معمولی

دیودهای معمولی، از نظر ظاهری به شکل‌های مختلفی ساخته می‌شوند ولی علامت اختصاری همه یک‌سان است. در شکل ۳-۱۶ ساختمان کریستالی و نماد مداری دیود نشان داده شده است.

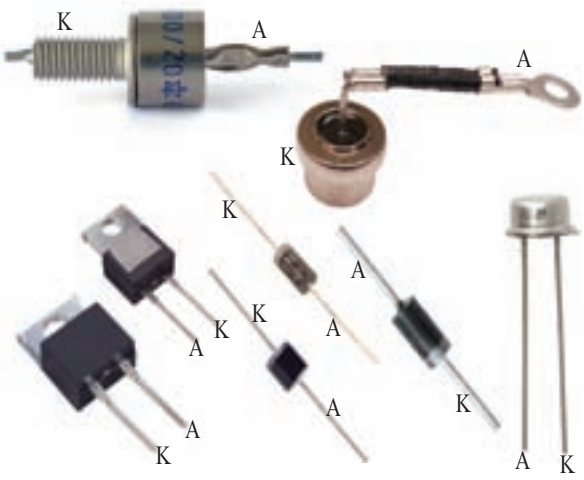


شکل ۳-۱۶ ساختمان کریستالی و نماد مداری دیود

در نماد مداری، علامت مثلث، جهت قراردادی جریان را نشان می‌دهد. نیمه هادی نوع P را آند و نیمه هادی نوع N را کاتد، نام گذاری می‌نمایند.

شکل ظاهری چند نمونه دیود را در شکل ۳-۱۷ مشاهده می‌کنید. پایه‌های آند و کاتد روی دیودها مشخص شده‌اند.

معمولاً کاتد را با یک نوار یا علامت K یا سایر علایم مشخص می‌کنند و در نمونه‌هایی که پایه به بدنه اتصال دارد، کاتد بدنه است.



شکل ۳-۱۷ شکل ظاهری چند دیود

۳-۸ دیودهای نصب سطحی

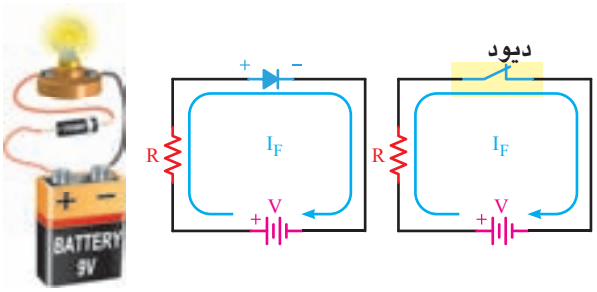
(SMD) Surface Mount Diode Package

شکل ۳-۱۸ دیودهای نصب سطحی را نشان می‌دهد. دیود نصب سطحی، روی سطح مس فیبر مدار چاپی نصب می‌شوند. این دیودها معمولاً برای عبور از سوراخ مدار چاپی پایه‌ی مستقل ندارند و مستقیماً روی سطح مس مدار چاپی لحیم می‌شوند.

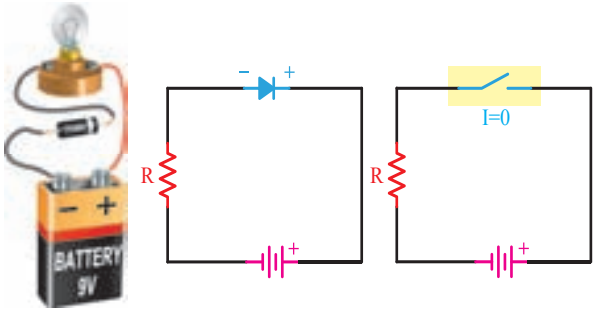
شکل ۳-۱۸ چند نمونه دیود نصب سطحی

۳-۹ بررسی دیود در حالت ایده‌آل

یک دیود در حالت ایده‌آل مانندی کلیدی است که در بایاس مستقیم به صورت کلید بسته و در بایاس معکوس به صورت کلید باز عمل می‌کند. شکل ۳-۱۹ و ۳-۲۰ دیود در بایاس مستقیم و معکوس و معادل کلیدی آن را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر در دیود ایده‌آل از ولتاژ هدایت دیود یعنی ۰/۷ ولت صرف نظر می‌کنیم.



شکل ۳-۱۹ در ولتاژ موافق دیود ایده‌آل
به صورت کلید بسته عمل می‌کند



شکل ۳-۲۰ در ولتاژ مخالف دیود ایده‌آل
به صورت کلید باز عمل می‌کند

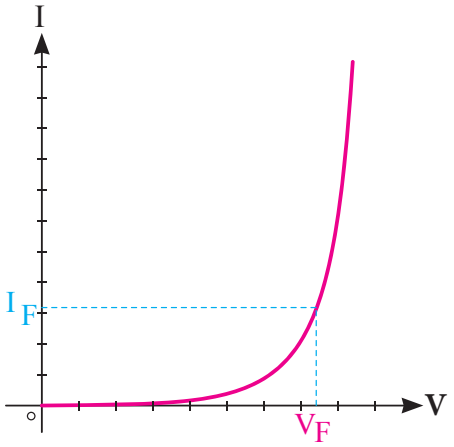
اگر چه دیود ایده‌آل در عمل وجود ندارد ولی می‌توان برای ساده‌تر شدن محاسبات، حالت‌های مختلف دیود به صورت ایده‌آل را در تشریح مدارهای الکترونیکی به کار برد. همواره در دیود واقعی هنگامی که دیود در بایاس موافق قرار دارد، از آن جریان عبور می‌کند و در دو سر آن افت ولتاژی در حدود ۰/۷ تا ۱/۵ ولت به وجود می‌آید. مقدار دقیق افت ولتاژ را کارخانه‌های سازنده‌ی دیود به ازای یک جریان معین، مشخص می‌کنند.

۳-۱۰ مقاومت استاتیکی و دینامیکی دیود معمولی

۳-۱۰-۱ مقاومت استاتیکی: مقاومت اهمی در یک

دیود از تقسیم افت ولتاژ دو سر دیود بر جریان عبوری از آن به‌دست می‌آید. مقاومت دیود در مقابل عبور جریان مستقیم و متناوب فرق می‌کند. مقاومت دیود در مقابل عبور جریان مستقیم را مقاومت استاتیکی می‌نامند و مقدار آن را از رابطه‌ی زیر به دست می‌آورند. (شکل ۲۱-۳)

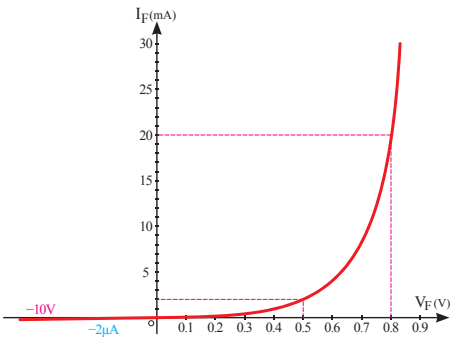
$$r_{dc} = \frac{V_F}{I_F}$$



شکل ۲۱-۳ نمایش مقاومت استاتیکی

مقدار مقاومت استاتیکی یک دیود مشخص، به ازای جریان مستقیم عبوری معین از آن ثابت است.

مثال ۱-۳: برای مشخصه‌ی شکل ۲۲-۳، مقاومت استاتیکی (DC) را در جریان‌های $-2\mu A, 2mA, 20mA$ به دست آورید.



شکل ۲۲-۳ مربوط به مثال ۱-۳

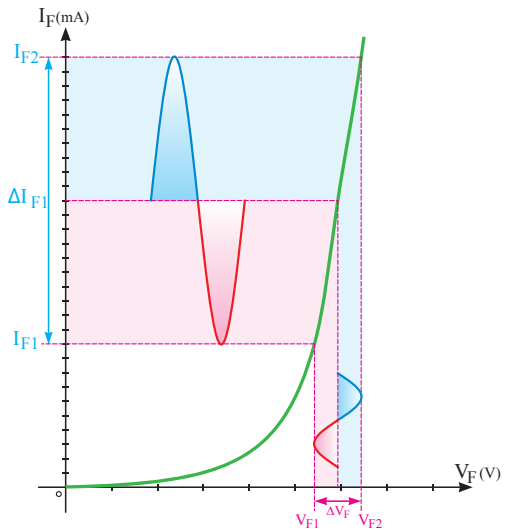
حل:

$$I_F = 20mA \xrightarrow{\text{منحنی}} V_F = 0/8V$$
$$r_{dc} = \frac{V_F}{I_F} = \frac{0/8V}{20mA} = 40\Omega$$

$$I_F = 2mA \xrightarrow{\text{منحنی}} V_F = 0/5V$$
$$r_{dc} = \frac{V_F}{I_F} = \frac{0/5V}{2mA} = 250\Omega$$

$$I_F = -2\mu A \xrightarrow{\text{منحنی}} V_F = -10V$$
$$r_{dc} = \frac{V_F}{I_F} = \frac{-10V}{-2\mu A} = 5M\Omega$$

۲-۱۰-۳ مقاومت دینامیکی: مقاومت دیود در مقابل جریان متناوب را، مقاومت دینامیکی می‌نامند و آن را از رابطه زیر به دست می‌آورند. (شکل ۲۳-۳)



شکل ۲۳-۳ نمایش مقاومت دینامیکی

مقاومت دینامیکی دیود $r_{ac} = \frac{V_{F2} - V_{F1}}{I_{F2} - I_{F1}} = \frac{\Delta V_F}{\Delta I_F}$

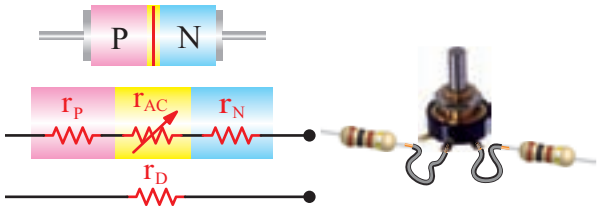
تغییرات ولتاژ یا جریان را با دلتا (Δ) نشان می‌دهند.

مقاومت دینامیکی در اثر تغییر مقاومت لایه‌ی سد به دلیل تغییرات حاصل از جریان متناوب به وجود می‌آید و مقدار آن در اثر افزایش ولتاژ خارجی کم می‌شود.

۳-۱۱ مقاومت‌های معادل دیود در شرایط AC

در هردیود عملاً سه نوع مقاومت وجود دارد. یکی مقاومت مربوط به لایه‌ی N (r_N) و دیگری مقاومت مربوط به لایه‌ی P (r_P) و سومی مربوط به مقاومت دینامیکی لایه‌ی سد (r_{AC}) است. مجموعه این مقاومت‌ها را r_D می‌نامند. (شکل ۳-۲۴)

$r_{ac} = r_d = \frac{\Delta V_F}{\Delta I_F}$ مقاومت دینامیکی r_d dynamic



$r_D = r_P + r_{AC} + r_N$ مقاومت دیود r_D Diode resistance

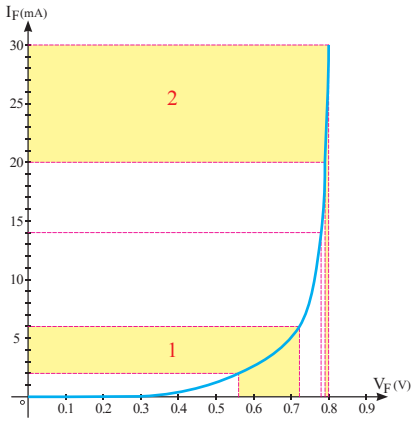
شکل ۳-۲۴ نمایش مدار معادل مقاومتی یک اتصال PN

r_N مقاومت اهمی سطح نیمه هادی نوع N، که مقدار آن ثابت است (مقدار آن بسیار کم است).

r_P مقاومت اهمی سطح نیمه هادی نوع P، که مقدار آن ثابت است. (مقدار آن بسیار کم است).

r_{ac} مقاومت اهمی لایه‌ی سد که مقدار آن تابع ولتاژ بایاس است.

مثال ۳-۲: برای مشخصهٔ شکل ۳-۲۵ مطلوب است:



شکل ۳-۲۵ شکل مربوط به مثال ۳-۲

الف) مقاومت AC برای ناحیه‌ی ۱

ب) مقاومت AC برای ناحیه‌ی ۲

ج) مقایسه مقاومت نواحی ۱ و ۲

حل:

الف) برای ناحیه ۱

$$\Delta V_F = ۰/۷۲ - ۰/۵۷ = ۰/۱۵V$$
$$\Delta I_F = ۶ - ۲ = ۴mA$$
$$r_{ac_۱} = \frac{\Delta V_F}{\Delta I_F} = \frac{۰/۱۵}{۴} = ۳۷/۵\Omega$$

ب) برای ناحیه‌ی ۲

$$\Delta V_F = ۰/۸ - ۰/۷۸ = ۰/۰۲V$$
$$\Delta I_F = ۳۰ - ۲۰ = ۱۰mA$$
$$r_{ac_۲} = \frac{\Delta V_F}{\Delta I_F} = \frac{۰/۰۲}{۱۰} = ۲\Omega$$

ج) مقایسه‌ی مقاومت دینامیکی نواحی ۱ و ۲

$$\text{نسبت مقاومت‌ها} = \frac{۳۷/۵}{۲} \cong ۱۹$$

۳-۱۲ مدار معادل دیود معمولی

همان طور که دیدیم، یک دیود دارای یک مقاومت اهمی $r_D = r_N + r_P + r_{ac}$ و یک پتانسیل سد حدود ۰/۶ ولت برای نیمه هادی نوع سیلیسیومی و ۰/۲ ولت برای نیمه هادی نوع ژرمانیمی است. در ضمن، دیود می‌تواند

فقـط در یک جهت، جریان را عبـور دهد. لذابا توجه به مطالب بالا می‌توان مدار معادل دیود را به صورت شـکل ۳-۲۶ نشان داد.

شکل ۳-۲۶ مدار معادل دیود

۳-۱۳ الگوی پرسش

۳-۱۳-۱ اتصّال PN را توضیح دهید.

۳-۱۳-۲ خصوصیات اتصّال PN را بنویسید.

۳-۱۳-۳ پتانسیل سد را تعریف کنید. مقدار آن برای ژرمانیم چقدر است؟

۳-۱۳-۴ شکل ظاهری و نماد دیود را رسم کنید.

۳-۱۳-۵ منحنی مشـخصه‌ی ولت آمپر دیود معمولی را برای ژرمانیم و سیلیسیم رسم کنید.

۳-۱۳-۶ مقاومـت اسـتاتیکی ودینامیکـی دیود را تعریف کنیدو روابط مربوط را بنویسید.

۳-۱۳-۷ مدار معادل دیود معمولی را بکشید.

۳-۱۴ مقادیر حد در دیودها

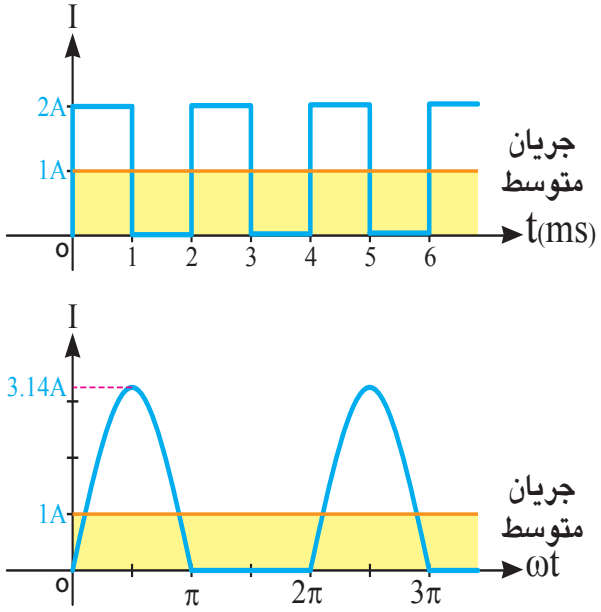
به طور کلّـی، هر دیود برای جریان عبوری مسـتقیم و ولتاژ معکوسِ مشـخصّی، سـاخته می‌شود، که با توجّه بـه نوع کار مـورد نظر، از نظـر جریان عبـوری و ولتاژ معکوس، می‌توان شـماره‌ی دیود دل‌خـواه را با توجّه به جداول مشـخصّات الکتریکی دیودها یـا کاتالوگ‌های مربوطه انتخاب کرد. کارخانه‌های سـازنده، مشـخصّات زیـادی از دیودها را در اختیار قرار می‌دهند که بسـته به نـوع طرّاحی، می‌توان از آن‌ها اسـتفاده نمود. در ذیل، به تعدادی از مشـخصّات الکتریکی دیودها، که بیش‌تر در طرّاحی یک سو کننده‌ها به کار می‌رود، اشاره می‌شود:

الف) مشـخصه‌های جریان: مشخصه‌های جریان، مقادیـری از جریان هسـتند که در بایـاس موافق از دیود عبور می‌کننـد. کارخانه‌ی سـازنده حداکثر مقدار مجاز آن‌هـا را در اختیار مصرف کنندگان قـرار می‌دهد. اگر مقادیـری که از دیود عبور می‌کند از مقادیر اعلام شـده توسـط کارخانه‌ی سـازنده بیش‌تر باشـد، دیود آسیب می‌بیند. مهم‌ترین مشخصه‌های جریان عبارت اند از:

۳-۱۴-۱ ماکزیمم جریان مسـتقیم یا متوسط دیود (I_F): مقـدار ماکزیمم جریان عبوری مسـتقیم، عبارت اسـت از مقدار جریان dc یا متوسـط که مُجاز هستیم از دیود عبور دهیم. در صورتی کـه بر اثرعبور این جریان، حرارت ایجاد شده در اتصّال PN، در هوای آزاد به خوبی نتواند دفع شـود باید دیود را روی گرماگیر نصب نمود. لازم اسـت یادآوری کنیم که اگر قرار باشـد دیود روی گرماگیر نصب شود، کارخانه‌ی سازنده مشخص می‌کند. معمولاً دیودهایی روی گرماگیر نصب می‌شـوند که بدنه فلـزی دارند. بدنه‌ی دیود، گاهی آند دیود و گاهی کاتد دیود می‌باشد. شـکل ۳-۲۷ نمونه‌هایی از دیود که روی گرماگیر نصب شده است را نشان می‌دهد.

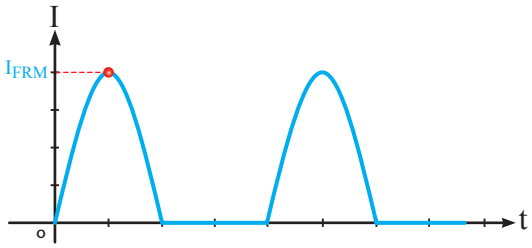
شکل ۳-۲۷ دو نمونه دیود نصب شده روی گرماگیر

در شکل ۳-۲۸ متوسـط جریان دو نوع سیگنال نشان داده شده است.



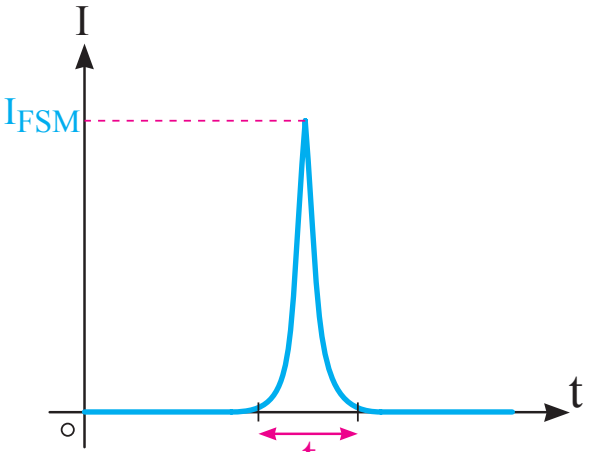
شکل ۲۸-۳ نمایش جریان متوسط دیود (I_F)

۳-۱۴-۲ ماکزیمم جریان تکراری (I_{FRM}): ماکزیمم جریان تکراری، عبارت است از حداکثر دامنه‌ی جریانی که به صورت تکرار سیکل‌ها در دیود جاری می‌گردد. (شکل ۲۹-۳)



شکل ۲۹-۳ دامنه‌ی ماکزیمم جریان تکراری

۳-۱۴-۳ ماکزیمم جریان لحظه‌ای (I_{FSM}): عبارت است از حداکثر جریانی غیر تکراری که دیود می‌تواند در لحظه‌ای بسیار کوتاه (حدود چند میکرو ثانیه یا میلی ثانیه) تحمّل کند. (شکل ۳۰-۳) اگر این جریان چند بار پشت سر هم به دیود اعمال شود، دیود ممکن است بسوزد.



شکل ۳۰-۳ دامنه‌ی ماکزیمم جریان لحظه‌ای

I_F= **Forward Current**

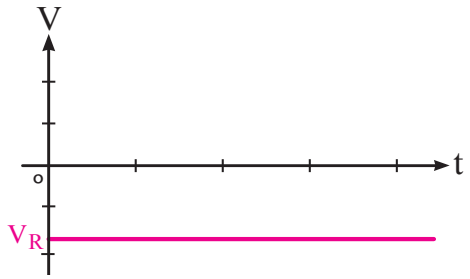
I_{FRM}= **Maximum Repetitive Forward Current**

I_{FSM} = **Maximum Surge Forward Current**

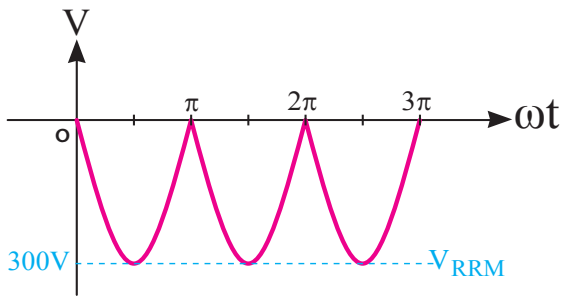
ب) مشخصه‌های ولتاژ: مشخصه‌های ولتاژ مقادیری از انواع ولتاژها هستند که در بایاس معکوس دیود مطرح می‌شوند. کارخانه‌های سازنده حداکثر مقدار مجاز این ولتاژها را در اختیار مصرف کنندگان قرار می‌دهند. اگر مقادیری که به دیود اعمال می‌شود از مقادیر اعلام شده توسط کارخانه‌ی سازنده بیش‌تر باشد، احتمال آسیب دیدن دیود زیاد است. مهم‌ترین مشخصه‌های ولتاژ عبارت‌اند از:

۳-۱۴-۴ ماکزیمم ولتاژ معکوس مجاز (V_R): ماکزیمم ولتاژ معکوس مجاز، عبارت است از حداکثر ولتاژی که در بایاس معکوس، دو سر دیود قرار می‌گیرد. این ولتاژ می‌تواند جمع ولتاژهای لحظه‌ای و ثابت یا ماکزیمم دامنه‌ی سیکل‌های تکراری باشد. معمولاً کارخانجات سازنده، حداکثر ولتاژ معکوس مجاز که در دو سر دیود قرار می‌گیرد را برای ولتاژهای ثابت و

ولتاژهای متناوب به طـور جداگانه در اختیار می‌گذارند و علامـت V_R را برای ولتاژهای ثابت و علامت V_{RM} را برای ولتاژهای متناوب به کار می‌برند. (شکل‌های ۳۱-۳ و ۳۲-۳)



شکل ۳۱-۳ ماکزیمم ولتاژ معکوس دیود

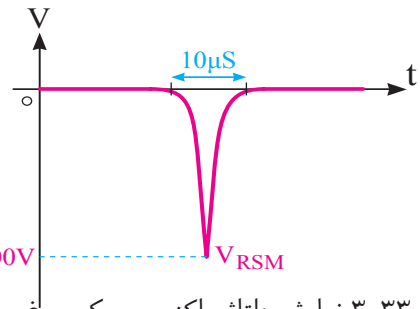


شکل ۳۲-۳ نمایش ماکزیمم ولتاژ معکوس تکراری برای دیود (V_{RRM})

۳-۱۴-۵ ماکزیمـم ولتاژ معکـوس غیر تکراری (V_{RSM}):

حداکثـر ولتاژی اسـت که دیـود می‌تواند به صورت غیر تکراری در بایاس معکوس تحمل کند و در صورت تکرار، دیود آسیب می‌بیند.

شکل ۳۳-۳ شکل V_{RSM}را نشان می‌دهد.



شکل ۳۳-۳ نمایش ولتاژ ماکزیمم معکوس غیر تکراری (V_{RSM})

V_R= Reverse Voltage

V_{RSM}= Maximum Reverse Surge Voltage

۳-۱۵ کتاب اطلاعات (Data Book) و برگه‌ی اطلاعات (Data Sheet) چیست؟

همـان طور که اشـاره شـد کلیه‌ی قطعـات از جمله قطعات نیمه هادی مانند دیودهـا دارای مقادیر حد مجاز هسـتند. برای مثال، ولتاژ معکوس بیشـینه‌ی دو سر دیود از مقادیـری اسـت که باید توسـط کارخانه‌ی سـازنده مشخص شود. موارد دیگری از قبیل جریان متوسط بیشینه (ماکزیمم)، جریان اشـباع معکـوس و ... نیز وجود دارد که باید توسـط کارخانه‌ی سازنده ارائه گردد. این مقادیر معمولاً در کتاب اطلاعات (Data Book) یا در برگه‌ی اطلاعات (Data Sheet) درج می‌شود. کتاب و برگه‌ی اطلاعات معمولاً در دسترس مصرف کننده و طراح قرار می‌گیرد. هـم چنین افراد می‌توانند از طریق سـایت‌های اینترنتی مانند All Data sheet.com به این اطلاعات دسـت یابند. برگه‌های اطلاعاتی به صورت‌های مختلف عرضه می‌شوند که تعدادی از آن به شرح زیر است.

دسـته‌ی اول: آن بخش از برگه‌های اطلاعاتی که در این گروه قرار دارند معمولاً دارای مشـخصات عمده و کاربردی قطعات هستند. معمولاً قطعات براساس شماره و الفبا تقسیم‌بندی می‌شوند و در هر صفحه تعدادی قطعه جای می‌گیرد. این مجموعه در کتابی به نام کتاب اطلاعات (Data Book) ثبـت می‌شـود. از نمونـه‌ی کتاب‌های اطلاعات می‌توان کتـاب Towers International را نام برد که در آن مشـخصات عمومی متجاوز از بیست هـزار قطعه‌ی نیمه هـادی قـرار دارد. از کتاب اطلاعات

(Data Book) بـرای پیدا کردن قطعـات جای گزین استفاده می کنند.

دسـته‌ی دوم: در ایـن دسـته معمـولاً اطلاعـات بیش‌تری از قطعات در یک یا دو صفحه عرضه می‌شـود. شکل ظاهری، مشخصات مهم، مقادیر مجاز ویژگی‌های حرارتـی، نمودارها و ... از جمله اطلاعاتی اسـت که در برگـه‌ی اطلاعاتـی (Data Sheet) درج می‌شـود. بـا استفاده از این برگه‌های اطلاعات می‌توان انتخاب قطعه و طراحی‌های اولیه را انجام داد.

دسته‌ی سـوم: در این گروه اطلاعات کامل‌تری از قطعه را در اختیار می‌گذارند و مدارهای کاربردی و عملی آن را نیز ارائه می‌نماینـد. منحنی‌های تغییرات جریان در اثر حرارت، فرکانس و... نیز از جمله مواردی است که در برگه‌های اطلاعات (Data Sheets) می‌آید. در شـکل ۳-۳۴ یک صفحه از برگه‌ی اطلاعات دیود ۱N۴۰۰۱ تا ۱N۴۰۰۷ را به زبان اصلی مشاهده می‌کنید.

نکتـه‌ی مهـم: معمـولاً قطعـات الکترونیکی را براسـاس اسـتانداردهای خاصـی شـماره گـذاری می‌کنند و شـماره‌ی اختصاص داده شـده به قطعه را روی آن درج می‌نمایند. غالباً در کتاب‌های اطلاعات (Data Books) نحوه‌ی شماره گذاری قطعات مشخص می‌شود.

قابل توجه هنرآموزان محترم:
هنرجویـان نبایـد اطلاعـات مربـوط بـه برگه‌ی اطلاعاتـی را به خاطر بسـپارند، بلکه با اسـتفاده از آن‌ها باید بتوانند اطلاعات لازم را استخراج نمایند.

FACTORY NAME
SEMICONDUCTOR

1N4001-1N4007

DO-41
COLOR BAND DENOTES CATHODE

Features
- Low forward voltage drop
- High surge current capability

General Purpose Rectifiers

Absolute Maximum Ratings* T_A=25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_{RRM}	Peak Repelitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current 375" lead lenght @ T_A=75°C	1.0							A
I_{FSM}	Non-repelilive Peak Forward Surge Current 83 ms Single Half Sine-wave	30							A
T_{Stge}	Storage Temperature Range	-55 to +175							°C
T_j	Operating Junction Temperature	-55 to +175							°C

*These rating are limiting value above which serviceability of any semiconductor may be impaired.

Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
P_D	Power Dissipation	3.0	W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	°C/W

Electrical Characteristics

Symbol	Parameter	Device							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_F	Forward Voltage @ 1.0 A	1.1							V
I_{FF}	Maximum Full Load Reverse Current Full Cycle T_A=75°C	30							µA
I_R	Reverse Current @ rated V_R T_A=25°C	5.0							µA
	T_A=100°C	500							µA
C_T	Total Capacitance V_R=4.0 V, F=1.0 MHz	15							pF

شکل ۳-۳۴ یک نمونه از برگه‌ی اطلاعات (Data Sheet) به زبان اصلی

نمونه‌ی ارائه شـده در این کتاب در دسته‌ی دوم قرار دارد. در این برگه‌ی اطلاعات موارد ارائه شـده به شـرح زیر است.

۳-۱۵-۱ مشخصات عمده و مهم (Feature): این قسـمت تقریباً جنبه‌ی تبلیغاتی دارد و کارخانه‌ی سازنده در آن شـماره‌ی قطعه، شـکل ظاهـری، توانایی تحمل در مقابـل جریان‌هـای ناگهانـی و ضربه‌ای و ... توسـط کارخانه‌ی سـازنده را ارائه می‌دهد. در شـکل ۳۵-۳این قسـمت به زبان اصلی و ترجمه‌ی آن را ملاحظه می‌کنید. توجه داشـته باشـید کلیه‌ی واژه‌های انگلیسـی و مفهوم ترجمه‌ی این نمونه برگه‌ی اطلاعات را باید به طور کامل یـاد بگیرید تا با مراجعه به برگـه اطلاعات به زبان اصلی بتوانید اطلاعات مورد نیاز خود را به دست آورید.

SEMICONDUCTOR
نیمه‌هادی

شماره‌ی دیود
1N4001-1N4007

شکل ظاهری دیود

DO-41
COLOR BAND DENOTES CATHODE
نوع بدنه DO۴۱ نوار رنگی کاتد را نشان می‌دهد

Features مشخصات مهم

•Low forward voltage drop ❋ افت ولتاژ موافق کم

•High surge current capability ❋ توانایی تحمل جریان‌های ضربه‌ای و ناگهانی زیاد

General Purpose Rectifiers
دیودهای کاربرد عمومی

شکل ۳۵-۳ بخشی از برگه‌ی اطلاعات

۳-۱۵-۲ مقادیر بیشینه‌ی (ماکزیمم) مجاز مطلق (Absolute Maximum Rating): در این قسمت مقادیری داده می‌شود که هرگز نباید قطعه‌ی الکترونیکی با بیش‌تر از این مقادیر کار کند. در بسیاری از موارد توصیه می‌شود مقادیر در نظر گرفته شده برای کار مداوم را کم‌تر از مقدار ماکزیمم مطلق مجاز در نظر بگیرند. در شکل ۳-۳۶ این قسمت از برگه‌ی اطلاعات را به زبان اصلی و با ترجمه‌ی فارسی آن ملاحظه می‌کنید.

Absolute Maximum Ratings* T_A=25°C unless otherwise noted

مقادیر ماکزیمم مطلق مجاز*

t_a درجه حرارت محیط (ambient) ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد در نظر گرفته شده مگر در مواردی که مشخص شده است.

Symbol	Parameter	نماد	مشخصه (پارامتر)
V_{RRM}	Peak Repetative Reverse Voltage	V_{RRM}	مقدار ولتاژ پیک ماکزیمم تکراری
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current 375" lead lenght @ T_A=75°C	$I_{F(AV)}$	مقدار جریان متوسط موافق. طول پایه ۰/۳۷۵ اینچ در درجه حرارت TA = 75°C
I_{FSM}	Non-Repetative Peak Forward Surge Current 83 ms Single Half Sine-wave	I_{FSM}	جریان غیر تکراری ناگهانی ماکزیمم در جهت موافق
T_{Stge}	Storage Temperature Range	T_{Stg}	ماکزیمم درجه حرارت نگهداری در انبار
T_j	Operating Junction Temperature	T_j	ماکزیمم درجه حرارت محل پیوند (اتصال)

Value							Units	مقدار							واحد
4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
50	100	200	400	600	800	1000	V	50	100	200	400	600	800	1000	V ولت
1.0							A	1							A آمپر
30							A	30							A آمپر
-55 to +175							°C	-55 +175							درجه‌ی سانتی‌گراد
-55 to +175							°C	-55 +175							درجه‌ی سانتی‌گراد

*These rating are limiting value above which serviceability of any semiconductor may be impaired.

❋ مقادیر داده شده در جدول، مقادیر حد ماکزیمم است که اگر در شرایط کار از این حد تجاوز کند، ممکن است قطعه‌ی نیمه‌هادی آسیب ببیند.

شکل ۳-۳۶ مقادیر ماکزیمم مطلق

۳-۱۵-۳ مشخصه‌های حرارتی: (Thermal Characteristics)

در این قسمت مشخصه‌هایی از قبیل توان تلف‌شده، مقاومت تبادل حرارتی قطعه‌ی نیمه هادی با محیط داده می‌شود. مقاومت تبادل حرارتی را بر حسب درجهٔ سانتی‌گراد بر وات مشخص می‌کنند. در شکل ۳-۳۷ این قسمت از برگه‌ی اطلاعات (Data Sheet) مربوط به دیودهای ۱N۴۰۰۱ تا ۱N۴۰۰۷ را ملاحظه می‌کنید.

تحقیق کنید:

ویژه‌ی دانش‌آموزان علاقه‌مند:

تفاوت مقادیر ماکزیمم مطلق
Absolute maximum Rating
را با مشخصه‌های کار دیود
Operating Characteristics
مقایسه کنید و نتایج را به صورت یک گزارش در قالب پاورپوینت به کلاس ارائه دهید.

Thermal Characteristics مشخصه‌های حرارتی

Symbol	Parameter
P_D	Power Dissipation
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient

Value	Units
3.0	W
50	°C/W

نماد	مشخصه (پارامتر)
P_D	تلفات توان
$R_{\theta JA}$	مقاومت حرارتی محل اتصال با محیط

مقدار	واحدها
3	وات
50	درجه‌ی سانتی‌گراد بر وات

شکل ۳۷-۳ مشخصه‌های حرارتی

۳-۱۵-۴ مشخصه‌های الکتریکی: در این قسمت، مشخصه‌های الکتریکی از قبیل افت ولتاژ موافق در جریان مشخص، حداکثر جریان معکوس در شرایط مشخص، ظرفیت خازنی محل پیوند (اتصال سد) دیود و... تعیین می‌شود. شکل ۳۸-۳ مشخصه‌های الکتریکی مربوط به دیودهای ۱N۴۰۰۱ تا ۱N۴۰۰۷ را نشان می‌دهد.

Electrical Characteristics

مشخصه‌های الکتریکی درجه حرارت محیط (T_a =25°C) ۲۵ درجه سانتی‌گراد، مگر مشخص شده باشد.

Symbol	Parameter	
V_F	Forward Voltage @ 1.0 A	
I_{FF}	Maximum Full Load Reverse Current Full Cycle	T_A=75°C
I_R	Reverse Current @ rated V_R	T_A=25°C T_A=100°C
C_T	Total Capacitance	V_R=4.0 V, F=1.0 MHz

Device							Units
4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
1.1							V
30							µA
5.0 500							µA µA
15							pF

نماد	مشخصه
V_F	ولتاژ موافق در جریان یک آمپر
I_{FF}	حداکثر جریان بار کامل در جهت مخالف دریک سیکل کامل
I_R	مقدار جریان معکوس در مقدار ولتاژ ماکزیمم معکوس V_R در درجه حرارت محیط مشخص
C_T	ظرفیت خازنی پیوند در ولتاژ مخالف و فرکانس مشخص

مقدار							واحدها
4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
1.1							V
30							µA
5 500							µA µA
15							pF

شکل ۳۸-۳ مشخصه‌های الکتریکی دیودهای ۱N۴۰۰۱ تا ۱N۴۰۰۷

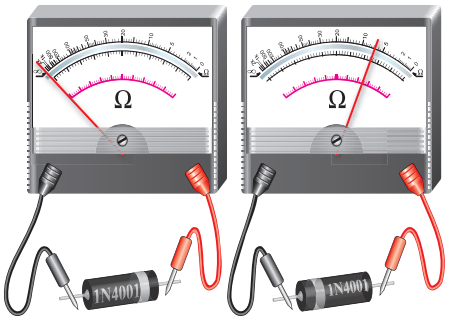
تمرین

۱- با مراجعه به یکی از کتاب‌های اطلاعات دیود که در اختیار دارید مشخصات فنی دیودهای ۱N۴۰۰۱ تا ۱N۴۰۰۷ را استخراج کنید و آن‌ها با مشخصات داده شده در این کتاب مقایسه کنید.

۲- با مراجعه به سایت "Data Sheet" در اینترنت مشخصات فنی دیودهای فوق را به دست آورید و آن‌ها را با مشخصات داده شده در این کتاب مقایسه کنید.

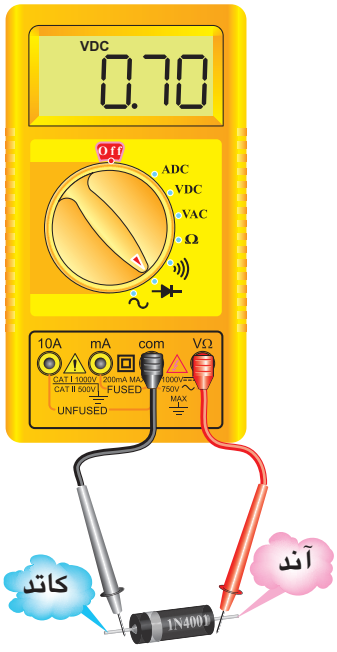
۳-۱۶ تشخیص پایه‌ها و سالم بودن دیود با مولتی‌متر

۳-۱۶-۱ استفاده از اهم متر عقربه‌ای: سالم بودن یک دیود را به راحتی می‌توان با یک اهم متر قطبی مشخّص کرد. اهم متر قطبی، اهم متری است که ترمینال‌های + و – آن از داخل به ترتیب به قطب‌های مثبت و منفی باتری داخلی اهم متر متصل است. یعنی ترمینال‌های مشخص شده روی اهم متر همان قطب‌های باتری داخلی است. دیود را به ترمینال‌های اهم متر قطبی، وصل می‌کنیم (سلکتور اهم متر روی R×۱۰۰ باشد) اگر عقربه حرکت کرد و اهم کمی را نشان داد، اتصّال دیود را معکوس می‌کنیم. این بار، عقربه نباید حرکت کند. یعنی باید مقاومت بی‌نهایت را نشان دهد. پس هدایت دیود از یک جهت و هدایت نکردن آن در جهت دیگر، دلیل بر سالم بودن آن است. اکنون برای شناسایی پایه‌های آن، حالتی را که اهم متر اهم کمی را نشان می‌دهد، در نظر می‌گیریم. پایه‌ای که به قطب مثبت اهم متر قطبی وصل شده است آند و پایه دیگر کاتد خواهد بود. در صورتی که مقاومت دیود از هر دو طرف کم باشد، مفهوم آن این است که دو سر دیود از داخل به هم وصل شده است و بر عکس، اگر مقاومت دیود از هر دو طرف بی‌نهایت باشد دیود از داخل قطع شده است. شکل ۳۹-۳ طرز آزمایش دیود را نشان می‌دهد.



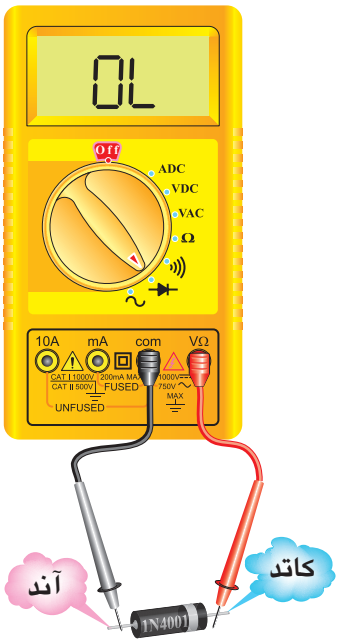
شکل ۳۹-۳ نحوه‌ی آزمایش سالم بودن دیود

۳-۱۶-۲ استفاده از مولتی متر دیجیتالی: اغلب مولتی مترهای دیجیتالی دارای وضعیت تست دیود هستند. هرگاه کلید سلکتور مولتی‌متر دیجیتالی را در وضعیت تست دیود قرار دهیم و دیود را به گونه‌ای به مولتی‌متر وصل کنیم که مولتی متر دیجیتالی دیود را در بایاس موافق قرار دهد، مولتی متر ولتاژ بایاس دو سر دیود را نشان می‌دهد. این ولتاژ برای دیودهای سیلیسیومی حدود ۰/۷ ولت و برای دیودهای از جنس ژرمانیم حدود ۰/۲ ولت است. شکل ۴۰-۳ این حالت را نشان می‌دهد.



شکل ۴۰-۳ آزمایش دیود در ولتاژ موافق

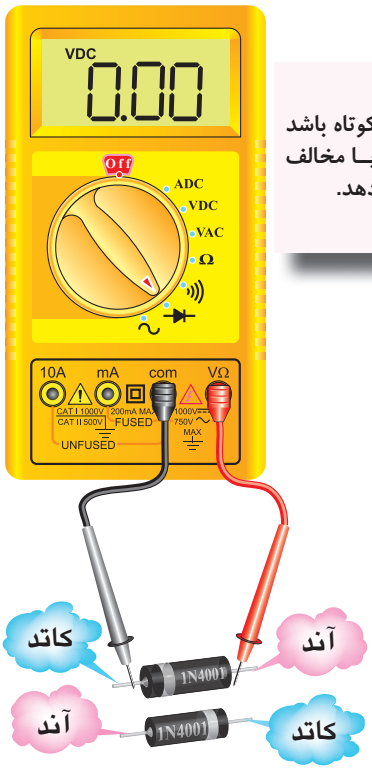
اگر دیود در بایاس مخالف قرار گیرد، مولتی‌متر ولتاژ بایاس مخالف دو سر دیود را که همان ولتاژ داخلی دستگاه است، نشان می‌دهد. این ولتاژ ممکن است با توجه به نوع مولتی متر بین ۱/۵ تا ۳ ولت باشد. در برخی مولتی مترها علامتی مطابق شکل ۴۱-۳ روی صفحه نمایشگر مولتی متر ظاهر می‌شود.



شکل ۴۱-۳ آزمایش دیود در ولتاژ مخالف

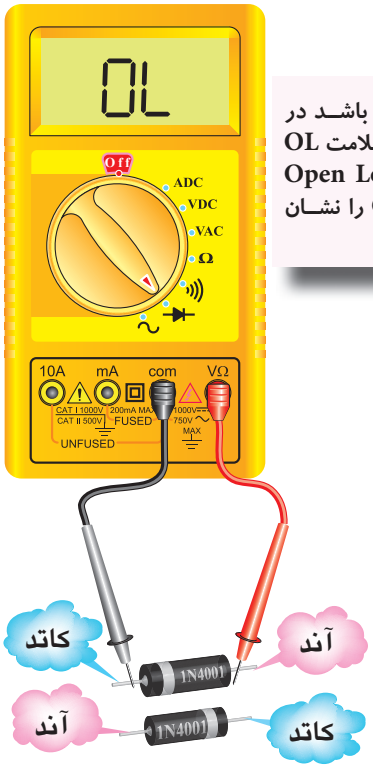
در صورتی که سیم منفی (سیم مشترک یا Com) مولتی متر به کاتد و سیم مثبت آن به آند دیود معیوب وصل شود اگر دیود قطع باشد علامت OL و اگر دیود اتصال کوتاه باشد عدد 0 یا علامت دیگری را نشان می‌دهد. (شکل‌های ۴۲- ۳ و ۴۳-۳)

آرامش، رعایت نکات ایمنی، توجه به اهداف تعیین شده و اجرای دقیق مراحل کار، از مواردی است که منجر به موفقیت شما در رسیدن به شغل ایده‌آل می‌شود.



اگر دیود اتصال کوتاه باشد در ولتاژ موافق یا مخالف صفر را نشان می‌دهد.

شکل ۳-۴۲ دیود معیوب اتصال کوتاه شده است



اگر دیود قطع باشد در هر دو حالت علامت OL به معنی Open Loop یا Open Load را نشان می‌دهد.

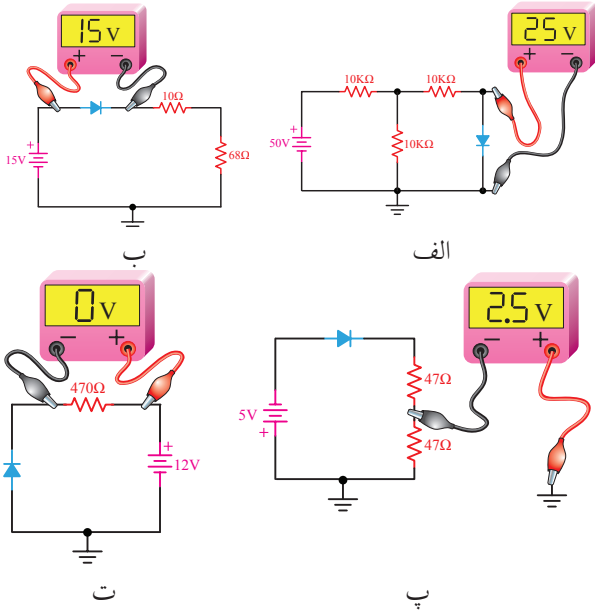
شکل ۳-۴۳ دیود قطع

۳-۱۷ الگوی پرسش

۳-۱۷-۱ مقادیر حد در دیودها را نام ببرید.

۳-۱۷-۲ شکل جریان I_{FSM} را رسم کنید.

۳-۱۷-۳ در هر یک از شکل‌های ۳-۴۴ الف تا ت با توجه به مقدار ولتاژ دو سر ولت متر شرح دهید که آیا دیودها سالم هستند یا معیوب؟ در صورت معیوب بودن باز هستند یا اتصال کوتاه؟



شکل ۳-۴۴ مربوط به تست سالم یا معیوب بودن دیود

۳-۱۷-۴ در دسته‌ی اول برگه‌ی اطلاعات چه مشخصاتی ارائه می‌شود؟

۳-۱۷-۵ با توجه به برگه‌ی اطلاعات مربوط به دیود ۱N۴۰۰۱ تا ۱N۴۰۰۷ ($I_{F(AV)}$ و I_{FSM}) آن‌ها چند آمپر است؟

اجرای کار نرم افزاری

با استفاده از نرم‌افزار مولتی سیم نحوه‌ی آزمایش دیود را روی انواع دیودها تجربه کنید.

ویژه‌ی دانش‌آموزان علاقه‌مند:

با استفاده از باتری، لامپ یا LED و کلید دستگاهی را بسازید که توسط آن بتوانید سالم بودن دیود را آزمایش کنید.

۳-۱۸ انواع دیودهای نیمه هادی و نمایشگرها

انواع متعددی از دیودهای با پیوند PN وجود دارند که از لحاظ نوع کار، مشخصّه و زمینه‌ی کاربرد با هم متفاوت‌اند. از انواع این دیودها، می‌توان دیود اتصال نقطه‌ای، دیود زنر، دیود نور دهنده LED، دیود واراکتور، فتو دیود، دیود شاتکی، دیود منتشر کننده‌ی اشعه‌ی مادون قرمز، دیود لیزری و دیود جریان ثابت را نام برد. از LED، LCD و پلاسما در صفحه‌های نمایشگر استفاده می‌کنند.

۳-۱۹ دیود یکسو کننده‌ی معمولی (Rectifiers Diods):

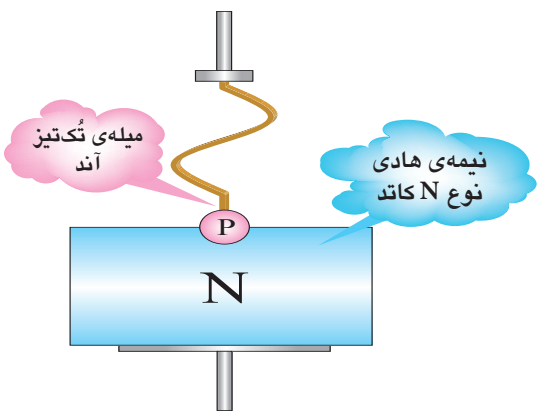
این نوع دیود برای یک سوسازی یا یک طرفه کردن ولتاژهای متناوب (معمولاً سینوسی) به کار می‌رود و با جریان متوسط (I_F) حدود ۵۰mA تا ۱۰۰۰ آمپر ساخته می‌شود. دیودهای یک‌سوکننده‌ی معمولی در محدوده فرکانس ۵۰ یا ۶۰ هرتز کار می‌کنند. لذا برای یک‌سوسازی فرکانس‌های بالاتر باید از دیودهای سریع استفاده شود. شکل ۳-۴۵ چند نمونه از دیود یکسو کننده‌ی معمولی را نشان می‌دهد.

شکل ۳-۴۵ چند نمونه دیود یک‌سو کننده‌ی معمولی

۳-۲۰ دیود اتصال نقطه‌ای: (Point Contact Diode)

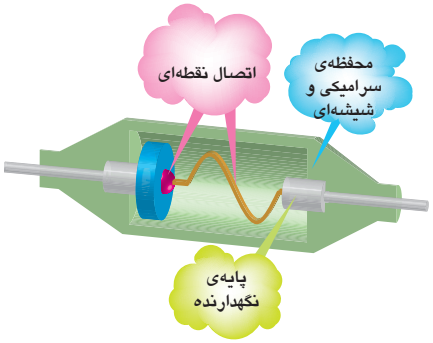
دیودهای معمولی در بایاس معکوس، یک ظرفیت خازنی در حدود PF را ایجاد می‌نمایند. اگر بخواهیم این دیودها را در فرکانس‌های بالا به کار ببریم، به دلیل ظرفیت خازنی در بایاس معکوس، جریان از مدار عبور می‌کند. زیرا در فرکانس بالا مقاومت معکوس دیود، کم می‌شود. از این رو، باید ظرفیت خازنی دیودهایی را که در فرکانس بالا به کار می‌روند کم نمود. برای کم کردن ظرفیت خازن، ساده‌ترین راه، کم کردن سطح اتصّال هادی‌هاست. لذا دیودهای اتصّال نقطه‌ای را برای فرکانس‌های بالا و جریان‌های کم می‌سازند. شکل ۳-۴۶ ساختمان ساده‌ی یک دیود اتصّال نقطه‌ای را نشان می‌دهد.

برای ساختن این دیود، کریستال نیمه هادی نوع N را معمولاً از جنس ژرمانیم انتخاب می‌کنند و یک سیم نازک مخصوص که خاصیت فنری داشته باشد به آن می‌چسبانند، سپس یک جریان ضربه‌ای قوی از آن عبور می‌دهند. در اثر این عمل اولاً کریستال نوع N ذوب می‌شود و نُک سیم در داخل آن قرار می‌گیرد. ثانیاً در اطراف آن یک ناحیه‌ی بسیار کوچک P ایجاد می‌گردد.



شکل ۳-۴۶ نمایش ساخت دیود اتصال نقطه‌ای

علت تبدیل نیمه هادی نوع N به P آن اســت که در اثــر عبور این جریان از نُک ســیم، اتم‌های خارجی وارد کریســتال می‌شــوند و آن را به P تبدیل می‌نمایند. شکل ۳-۴۷ ساختمان داخلی این دیود رانشان می‌دهد.



شکل ۳-۴۷ نمایش داخلی دیود اتصال نقطه‌ای

از ایــن دیود برای فرکانس‌های زیاد، در آشکارســازی و مخلوط کنندگی استفاده می‌شود. شماره گذاری دیود اتصال نقطه‌ای را معمولاً توسط نوارهای رنگی انجام می‌دهند.

۳-۲۱ دیود زنر (Zener Diode):

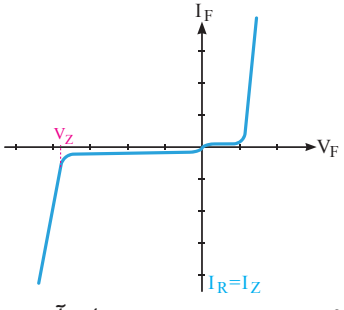
۳-۲۱-۱ ســاختمان دیود زنر: دیود زنر، مانند دیود معمولی از دو نیمه هادی نوع P و N ساخته می‌شود. اگر یــک دیود معمولی را در بایــاس معکوس اتصّال دهیم و ولتاژ معکوس را اضافه نماییم، در یک ولتاژ خاص، دیود در بایاس معکوس نیز شــروع به هدایت می‌کند، ولتاژی کــه دیود در بایاس مخالف، شــروع به هدایت می‌کند به ولتاژ زنر معروف اســت. این ولتــاژ در دیودهای معمولی نســبتاً زیاد است. زنر نام شخصی اســت که اوّلین بار در سال ۱۹۳۳ این پدیده را کشف کرد.

پدیده‌ی زنــر در جهت معکوس، و با ولتاژ زیادی که عمــلاً در ناحیــه‌ی تخلیه قرار می‌گیــرد رخ می‌دهد زیرا میــدان الکتریکی $\vec{E}$ بســیار قوی در این ناحیــه به وجود می‌آیــد. این میدان قوی، قادر خواهــد بود که پیوندهای سد را بشکند. در نتیجه‌ی شکسته شدن سد، الکترون آزاد و حفره ایجاد می‌شود. الکترون‌های آزاد بر اثر این میدان قوی، ســرعت می‌گیرند و می‌توانند با برخورد به اتم‌های دیگر، الکترون‌های دیگری را نیز آزاد کند. به این طریق، در اثــر این پدیده‌ی زنجیــری، تعداد زیــادی از پیوندها شکســته می‌شــود و در دیود جریان جاری می‌گردد. این پدیده شبیه جریان اشباع معکوس است، با این تفاوت که تعداد پیوندهای شکسته شــده، بر اثر گرما نبوده، بلکه به سبب میدان قوی‌ای است که در دو سر آن قرار می‌گیرد. این پدیده را شکست بهمنی می‌نامند.

در دیودهای زنر، با تنظیم ناخالصی، می‌توان شکســته شدن پیوندها را با میدان‌های مختلف (در نتیجه ولتاژهای مختلــف) کنترل کــرد. بنابرایــن با ایــن روش می‌توان دیودهایی ســاخت که به ازای یک ولتاژ معین در بایاس معکوس، جریان در مدار بر قرار کنند.

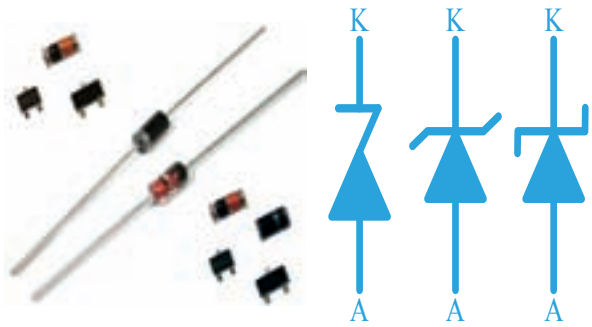
ولتــاژی که دیود زنر، بــه ازای آن در بایاس معکــوس، هادی می‌شــود به ولتــاژ زنر معروف است.

جنــس نیمه هــادی به کار برده شــده در دیــود زنر، سیلیسیم است. این دیود در بایاس مستقیم مانند یک دیود معمولی عمل می‌کند. شــکل ۳-۴۸ منحنی مشــخصّه‌ی ولت – آمپر یک دیود زنر را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۴۸ منحنی مشخصه‌ی ولت‌آمپر دیود زنر

دیـود زنر، در بایاس معکوس اسـتفاده می‌شـود و با توجـه به این که ولتاژ زنر تقریبـاً در جریان‌های مختلف معکـوس ثابت اسـت. از این خاصیت جالـب زنر، برای تثبیت ولتاژ می‌توان اسـتفاده نمود. نمادهای مداری دیود زنر را در مدارهای الکترونیکی مطابق شکل ۴۹-۳- الف نشان می‌دهند. در شکل ۴۹-۳- ب شکل چند نمونه دیود زنر را مشاهده می‌کنید.



ب الف

شکل ۴۹-۳ نماد مداری و شکل چند نمونه دیود زنر

۲-۲۱-۳ اسـتاندارد ولتاژهای زنر: ولتاژ دیودهای زنـر را معمولاً در دو اسـتاندارد E۱۲ و E۲۴ می‌سـازند با ایـن توضیح کـه سـری E۲۴ رایج‌تر اسـت. معمولاً سـاخت ولتاژ زنر از ۲/۴ ولت شروع می‌شـود و تا ولتاژ ۲۰۰ ولت ادامه می‌یابد. مقدار ولتاژ زنر سـری‌های فوق، مانند استاندارد مقاومت‌هاست. سـری E۱۲ را با تلرانس ۱۰ درصد و سـری E۲۴ را با تلرانس ۵ درصد می‌سازند. معمولاً مقدار تلرانس را روی بدنه‌ی دیود زنر می‌نویسند. بـرای تلرانـس ۵ درصد از حرف C و بـرای تلرانس ۱۰ درصد از حرف D اسـتفاده می‌کنند. مثلاً ولتاژ دیودزنر "BZX ۳۲/C۳ V۹"، ۳/۹ ولـت و تلرانـس آن (C)۵ درصد است. در نام‌گذاری دیود، علامت V به جای ممیز به کار می‌رود.

۳-۲۱-۳ ضریب حرارتی دیود زنر: مقدار ولتاژ دیود زنر در اثر گرما تغییر می‌کند. کارخانه‌های سـازنده برای هر دیود زنر ضریبی می‌دهنـد که آن را ضریب حرارتی دیود می‌نامند و با T_C نشـان می‌دهند. این ضریب مقدار تغییـر ولتاژ زنـر را به ازای تغییر یک درجه سـانتی گراد تعیین می‌کند.

۴-۲۱-۳ توان زنر: جریانی که در بایاس معکوس، از دیود زنر عبور می‌کند اگر زیاد شود به سوختن دیود منجر می‌شـود. زیرا این جریان باعث می‌شـود در محل اتصال PN حرارت بـه وجود آید. مقدار جریان ماکزیممی که دیـود به ازای آن معیوب نمی‌شـود، به تـوان دیود زنر و ولتاژ شکسـت زنر بستگی دارد. توان زنر طبق قانون اهم،

آقای دکتر کلارنس ملوین زِنِر
Clarence Melvin Zener

دکتـرای فیزیـک، اسـتاد دانشـگاه متولد ۱۹۰۵، مخترع خاصیت شکسـت زنر و دیود زِنر است. او در سن ۸۷ سالگی در سال ۱۹۹۳ رخت از دنیا بر بست.

بـرای کسـب اطلاعـات بیشـتر در مـورد زندگی‌نامه و فعالیت‌های این دانشمند می‌توانید از طریـق درج نـام وی در یکـی از موتورهـای جستجو مانند Yahoo یا google اقدام کنید.

از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$P_z = V_z . I_z$$

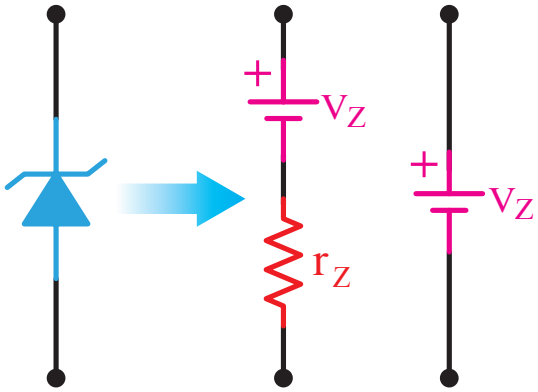
هـر دیود زنـر، برای تـوان ماکزیمم خاصی سـاخته می‌شـود کـه این تـوان ماکزیمـم معمـولاً ۰/۱۵ W – ۰/۲۵ W – ۰/۳ W – ۰/۴ W – ۰/۵ W – ۰/۷۵ W – ۱ W – ۱/۳ W – ۲ W – ۳ W – ۵ W – ۱۰ W، ... و ۵۰ W است. بنابراین، با مشخص بودن توان ماکزیمم زنر و ولتاژ زنر، می‌توان حداکثر جریان مجاز را از رابطه‌ی زیر به دست آورد.

$$I_{ZMax} = \frac{P_{ZMax}}{V_z}$$

۳-۲۱-۵ مدار معادل دیود زنر: همان طور که گفته شد، دیود زنر در بایاس معکوس به کار می‌رود، لذا مدار معادل کامل آن، شـامل یک مقاومت کوچک دینامیکی (r_Z) و یـک ولتاژ dc مسـاوی با ولتاژ زنر (V_Z) اسـت. مقدار r_Z از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

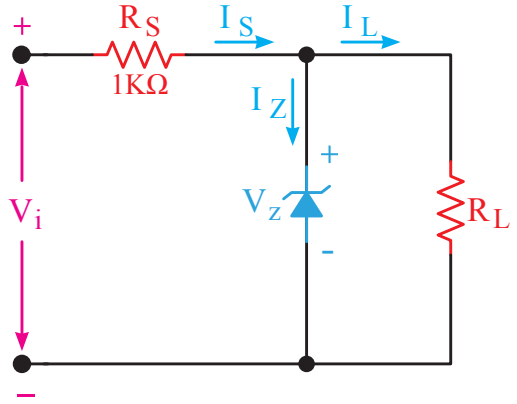
$$r_z = \frac{\Delta V_z}{\Delta I_z}$$

در صورتی که کلیه‌ی مقاومت‌های خارجی متصل به دیود، نسـبت به r_Z بزرگ باشـد، از مقاومت معادل زنر (r_Z) صرف نظر می‌شـود. شکل ۳-۵۰ مدار معادل کامل دیود زنر و بدون r_Z را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۵۰ مدار معادل کامل و تقریبی دیود زنر

۳-۲۱-۶ کاربردهـای دیود زنر: عادی‌ترین کاربرد دیود زنر، اسـتفاده از آن در تولید یک ولتاژ مبنای ثابت برای مقایسه و تغذیه است. ساده‌ترین مداری که می‌تواند یک ولتاژ نسبتاً ثابتی بدهد، در شکل ۳-۵۱ نشان داده شده اسـت. در این مدار به ازای تغییرات بار (R_L) یا تغییرات ولتـاژ ورودی (V_i) می‌توان در محـدوده‌ی معیّنی، ولتاژ خروجی ثابت دریافت کرد.



شکل ۳-۵۱ تثبیت کننده زنری

۳-۲۲ دیود جریان ثابت (Constant Current Diode)

این دیود کـه به آن رگولاتور جریان گفته می‌شـود برعکـس دیود زنر که ولتاژ دو سـر آن ثابـت و جریان عبـوری از آن تغییر می‌کند، جریان را ثابت نگه می‌دارد.

به عبارت دیگر از ایـن دیود می‌توان به عنوان رگولاتور جریان استفاده کرد. نماد مداری این دیود در شکل ۵۲-۳ رسم شده است.

شکل ۵۲-۳ نماد مداری دیود جریان ثابت

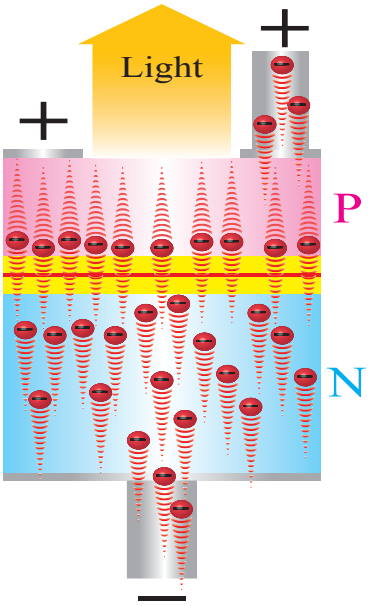
دیـود جریان ثابت همیشـه در بایاس مسـتقیم به کار می‌رود و جریـان ثابت آن معمـولاً از ولتاژی در حدود ۱/۵ تا ۶ ولت شروع می‌شود. مقدار جریان ثابت این نوع دیود را با I_p مشـخص می‌کنند. مقدار I_p بسـتگی به نوع دیود دارد.

جریـان ثابـت دیودهـای ۱N۵۳۱۴ و ۱N۵۲۸۳ ۲۲۰μA تا ۷mA/۴است. دیود ۱N۵۳۰۵ دارای جریان ثابت ۲mA اسـت. با تغییر ولتاژ بیـن ۲ تا ۱۰۰ ولت این جریـان همـواره ثابت می‌مانـد. چون جریـان ثابت این دیودهـا کم اسـت، در مدارهایی بـه کار می‌روند که به جریـان ثابت کمی نیاز دارند، نظر به این که دیود جریان ثابت در جهت معکوس دارای ولتاژ شکسـت بسـیار کم و در حدود ۱ ولت اسـت هیـچ گاه نباید از آن در بایاس معکوس استفاده شود.

۳-۲۳ دیود نور دهنده (LED)

Light Emitting Diode

همان طور که از نامش پیداسـت، این دیود مولد نور اسـت. دیود نور دهنده، از دو قطعه‌ی نیمه هادی نوع P و N تشکیل شده است. هرگاه این دیود، در بایاس مستقیم قرار گیرد و شدت جریان به اندازه‌ی کافی باشد، دیود، از خـود نور تولید می‌کند. نور تولیدی در محل اتصال PN به وجود می‌آید. (شکل ۵۳-۳)



شکل ۵۳-۳ تولید نور توسط LED

نـور تولیدی به جنس به کار برده شـده‌ی نیمه هادی بسـتگی دارد و معمـولاً به رنگ مادون قرمـز (نامرئی)، قرمز، نارنجی، سبز و زرد (مرئی) ساخته می‌شود. نوعی از این دیودها نسـبت به بقیه‌ی دیودها نور بیش‌تری را تولید می‌کند.[۱] نور تولیده شـده به صـورت پالس‌های نورانی، کـه از ترکیـب الکترون و حفـره به وجـود می‌آید، در محل پیوند ظاهر می‌شـود. لازم اسـت یادآوری شود که این عمل برای دیودهـای معمولی نیز اتفاق می‌افتد، ولی فرکانس نور یا پالس‌های تولید شـده در حدی نیست که قابل رؤیت باشد. در شکل‌های ۵۴-۳ و ۵۵-۳ چند نمونه LED و سـاختمان داخلی و نماد مداری آن‌ها نشان داده شده است.

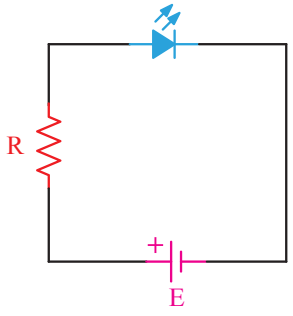
۱- جنس LEDهای پر نور از گالیم ارسنید (Ga As) یا گالیم فسفات (Ga P) و گالیم ارسنید فسفات (Ga As P) هستند.

شکل ۳-۵۴ نمونه‌هایی از انواع LED

نماد مداری

شکل ۳-۵۵ نماد مداری و ساختمان داخلی LED

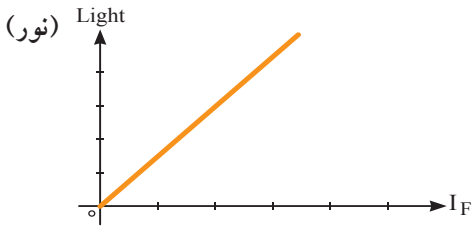
۳-۲۳-۱ بایاس LED: چنانچه مطابق شکل ۳-۵۶، LED را در بایاس مستقیم قرار دهیم و جریانی در حدود ۲ تا ۲۰ میلی آمپر را از آن بگذرانیم، LED از خود نور پخش می‌کند. همواره برای محدود کردن جریان و ممانعت از سوختن دیود باید مقاومتی را با LED سری کنیم.



شکل ۳-۵۶ نحوه‌ی بایاس نمودن LED

هنگام عبور جریان از LED ولتاژی معادل ۱/۷ تا ۳/۳ ولت در دو سر آن افت می‌کند. مقدار دقیق این افت ولتاژ به نوع LED و جریان عبوری از آن بستگی دارد.

بیش‌ترین نور در محل پیوند PN به وجود می‌آید زیرا ترکیب بین الکترون و حفره در محل پیوند به مراتب از نقاط دیگر دیود بیش‌تر است. منحنی تغییرات نور دیود نور دهنده، نسبت به جریان عبوری از آن در شکل ۳-۵۷ نشان داده شده است.



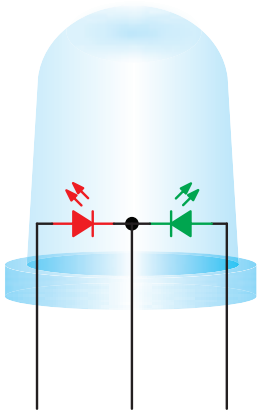
شکل ۳-۵۷ منحنی دیود نور دهنده

همان طوری که منحنی نشان می‌دهد، منحنی کاملاً خطی است. بنابراین با دیود LED می‌توان سیگنال‌های الکتریکی را به نور تبدیل نمود، بدون آن که در نور به دست آمده تغییر حالت به وجود آید.

۳-۲۳-۲ ساختار ظاهری LED: مقدار نوری که از دیود خارج می‌شود به وسیله‌ی شکل فیزیکی آن کنترل می‌گردد. ساختار نیم کره‌ای، قادر است نور بیش‌تری پخش کند. از این رو LED با ساختار نیم کره‌ای بیش‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل ۳-۵۸ چند نمونه ساختار ظاهری LED نشان داده شده است.

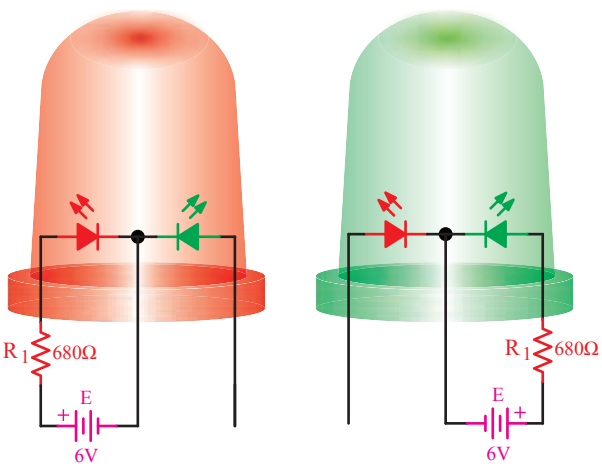
شکل ۳-۵۸ ساختار چند نمونه LED

۳-۲۳-۳ LEDهای دورنگ: ساختار این نوع LEDها معمولاً ترکیبی از دو LED مجزا به رنگ‌های سبز و قرمز است که در داخل قطعه معمولی جاسازی شده است. LEDهای دو رنگ دارای سه پایه هستند که یکی از پایه‌ها مشترک و دو پایه دیگر هر کدام مربوط به LEDهای قرمز و سبز است. (شکل ۵۹-۳)



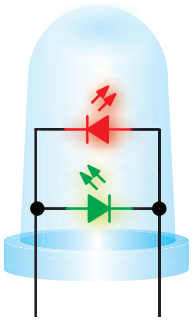
شکل ۵۹-۳ LED دو رنگ

در شکل ۶۰-۳ نحوه‌ی روشن کردن LED سبز و قرمز را مشاهده می‌کنید.



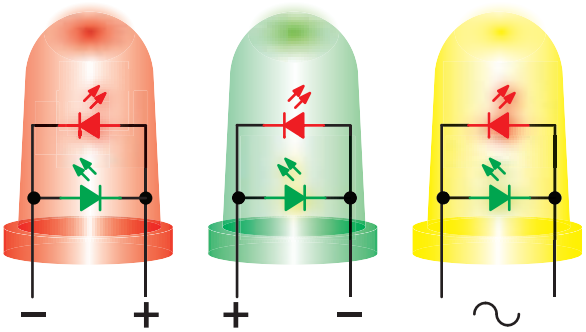
شکل ۶۰-۳ نحوه‌ی اتصال ولتاژ به LEDها

نوع دیگری از LED نیز وجود دارد که دو پایه هستند و سه رنگ مختلف را تولید می‌کنند. (۶۱-۳)



شکل ۶۱-۳ ساختمان داخلی LED دو پایه سه رنگ

در شکل ۶۲-۳ نحوه‌ی تولید رنگ‌های قرمز، سبز و زرد را مشاهده می‌کنید.



شکل ۶۲-۳ نحوه‌ی روشن شدن LED به رنگ‌های قرمز، سبز و زرد

تحقیق کنید:

نحوه‌ی روشن شدن LED شکل ۶۲-۳ را بررسی کنید و برای آن گزارش بنویسید.

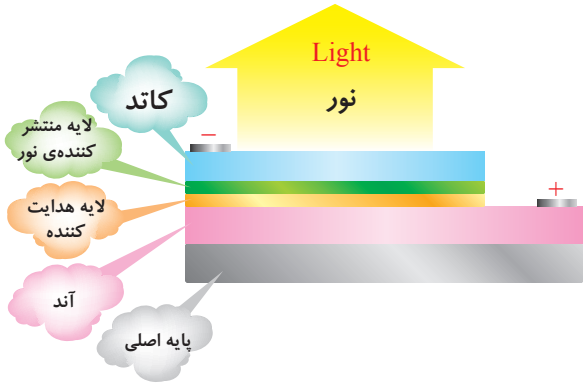
۳-۲۳-۴ LEDهای با نور فوق‌العاده زیاد: نوع دیگری از LED به نام Ultra Bright LED ساخته شده است که میزان نوردهی آن فوق‌العاده زیاد است و ده‌ها برابر یک LED معمولی نور تولید می‌کند. این LEDها در رنگ‌های آبی، سبز، قرمز و سفید در بازار یافت می‌شود. (شکل ۶۳-۳)

شکل ۳-۶۳ یک نمونه LED با نور فوق العاده زیاد

۳-۲۳-۵ سایر کاربردها: استفاده از LEDهای پر نور امروزه در سطح بسیار گسترده‌ای توسعه یافته است. استفاده از ریسه‌های LED، ترمز اتومبیل، تابلوی روان و نور تزیینی، تعدادی از موارد کاربرد LEDهای پر نور است. آرایه‌های LED پر نور سفید به تدریج جای‌گزین لامپ‌های فلورسنت می‌شوند، زیرا این نوع LEDها به راحتی در هوای بد نورافشانی می‌کنند و عمر آن‌ها ۱۰۰ برابر بیش‌تر است. LEDهای پر نور سفید و رنگی به خانه‌ها، مغازه‌ها و مراکز تجاری نیز وارد شده‌اند و در آینده‌ی نه چندان دور جای لامپ‌های کنونی را خواهند گرفت. هم چنین این نوع LEDها وارد صنایع اتومبیل‌سازی نیز شده‌اند. به زودی شاهد این مسئله خواهیم بود که در چراغ‌های جلوی خودروهاLEDهای پر نور استفاده شود. توجه داشته باشید که از ترکیب مقادیر مشخصی نور قرمز، سبز و آبی، به آسانی می‌توانید نور سفید تولید کنید.

۳-۲۴ LEDهای ارگانیک Organic LED (OLED)

کلمه‌ی ارگانیک به معنی سازگار بودن با محیط و بدن انسان است. LEDهای ارگانیک از دو یا سه لایه مواد ارگانیک پلی‌مری ساخته شده‌اند که در اثر اعمال ولتاژ می‌توانند نور تولید کنند. LEDهای ارگانیک نور را به صورت الکترو فسفرسانس (مشابه لامپ‌های فلورسنت) تولید می‌کنند. رنگ نور بستگی به جنس لایه‌ای دارد که از آن نور منتشر می‌شود. در شکل ۳-۶۴ ساختمان داخلی یک نمونه OLED را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۶۴ ساختمان داخلی یک نمونه OLED دو لایه

هنگامی که جریانی بین آند و کاتد برقرار می‌شود، در لایه‌ی منتشر کننده، الکترون، و در لایه‌ی هدایت کننده، حفره به وجود می‌آید. الکترون‌های پخش شده از لایه‌ی منتشر کننده‌ی الکترون در نزد یکی محل پیوند بین دو لایه مجدداً با هم ترکیب می‌شوند. در اثر این ترکیب انرژی به صورت نور آزاد می‌گردد و از لایه‌ی شفاف سطحی عبور می‌کند. در صورتی که آند و پایه‌ی اصلی نیز از مواد شفاف ساخته شوند، نور از هر دو طرف پخش می‌شود. در این حالت می‌توانیم از OLED ها برای صفحات نوردهنده‌ی دو طرفه استفاده کنیم. برای ساختن OLED ها امروزه به راحتی می‌توان مانند پخش جوهر روی یک صفحه، OLED ها را روی پایه اصلی قرار

داد. این تکنولوژی باعث شـده است که بتوانند صفحات بزرگ نمایشگر را با لایه‌های بسیار نازک طراحی و تولید کنند.

۳-۲۵ برتری‌های LED بر لامپ معمولی

بـا ورود LED بـه دنیـای الکترونیک، ابتـدا تصور می‌شـد که این قطعات صرفاً می‌توانند به جای لامپ‌های کوچک جایگزین شـوند ولی به مرور زمان دریافتند که این قطعه می‌تواند کارآیی‌های بسـیار زیادتری را داشـته باشد. پاره‌ای از مزایای LED نسبت به لامپ‌های معمولی به شرح زیر است.

۱- کوچک بودن و نیاز به فضای کم داشتن

۲- محکم بودن و داشـتن عمـر طولانی (حدود صد هزار ساعت کار).

۳- قطع و وصل سریع نور.

۴- تلفات حرارتی کم.

۵- ولتاژ کار کم، بین ۱/۷ تا ۳/۳ ولت.

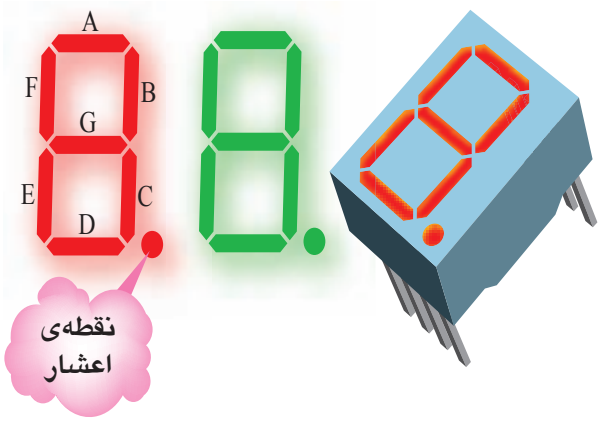
۶- جریان کم، حدود چند میلی آمپر با نور قابل رؤیت.

۷- توان کم، حدود ۱۰ تا ۱۵۰ میلی وات.

۳-۲۶ نمایشگرها

۳-۲۶-۱ نمایشگر هفت قطعه‌ای (7- Segment)

اگـر هفت قطعـه LED را بـه فرم خـاص کنار هم قرار دهند، به شـکل عدد 8 انگلیسـی در می‌آید که به وسـیله‌ی آن می‌توان اعداد از ۰ تا ۹ انگلیسی و نیز برخی حروف نظیر A، B، C، d، E و F را نمایش داد. شـکل ظاهری نمایشـگر ۷ قطعه‌ای با نقطه‌ی اعشـار را در شکل ۳-۶۵ مشاهده می‌کنید.



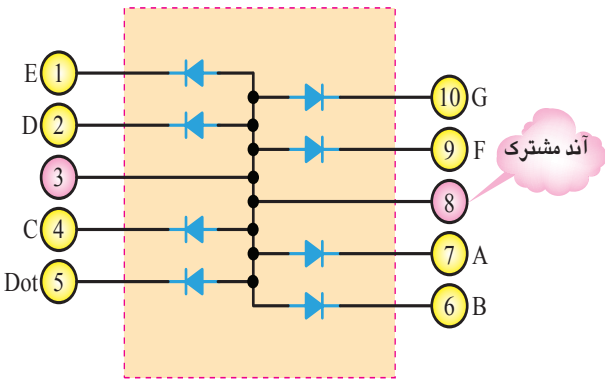
شکل ۳-۶۵ نمایشگر هفت قطعه‌ای

نمایشـگر ۷ قطعـه‌ای بـه دو صورت آند مشـترک (Common Anode) و کاتد مشترک (Common Cathode) ساخته می‌شوند.

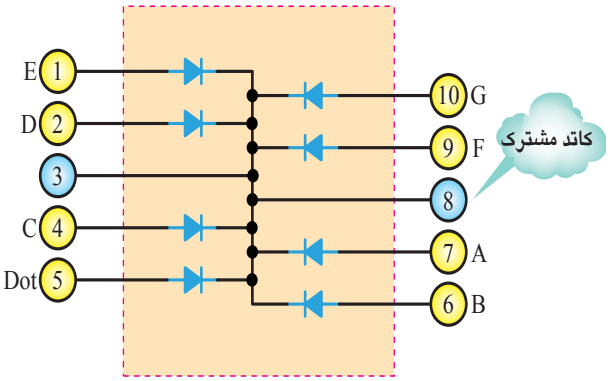
اجرای کار نرم افزاری

انـواع دیودهـای موجـود در نرم‌افـزار را شناسـایی و آن‌ها را برای هنرجویان به نمایش در آورید.

شـکل‌های ۳-۶۶ و ۳-۶۷ نمایشـگر ۷ قطعـه‌ای آند مشترک و کاتد مشترک را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۶۶ ۷-Seg آند مشترک



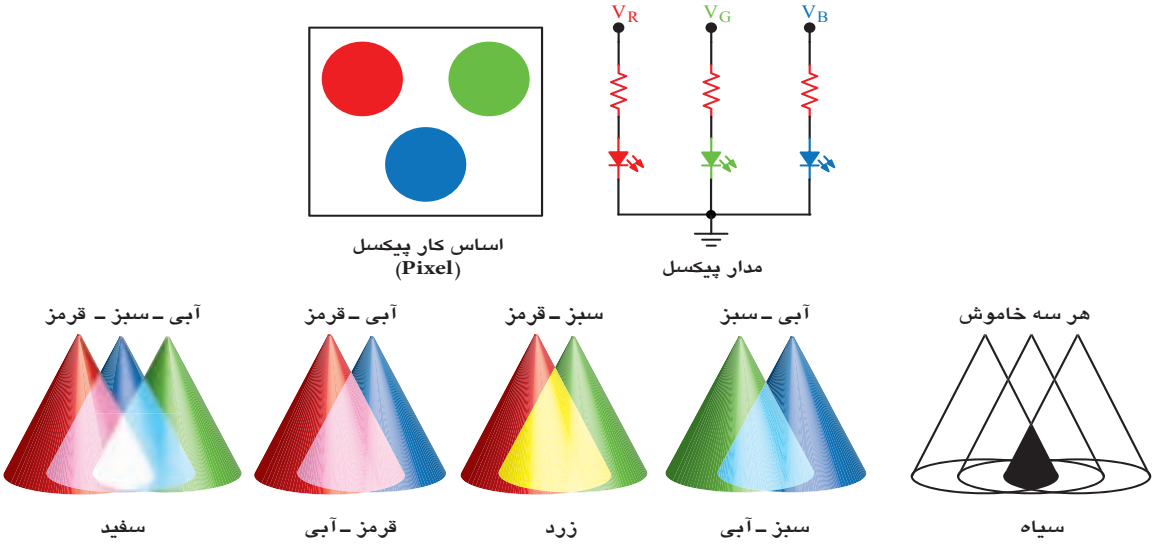
شکل ۳-۶۷ Seg 7 – کاتد مشترک

تحقیق کنید:

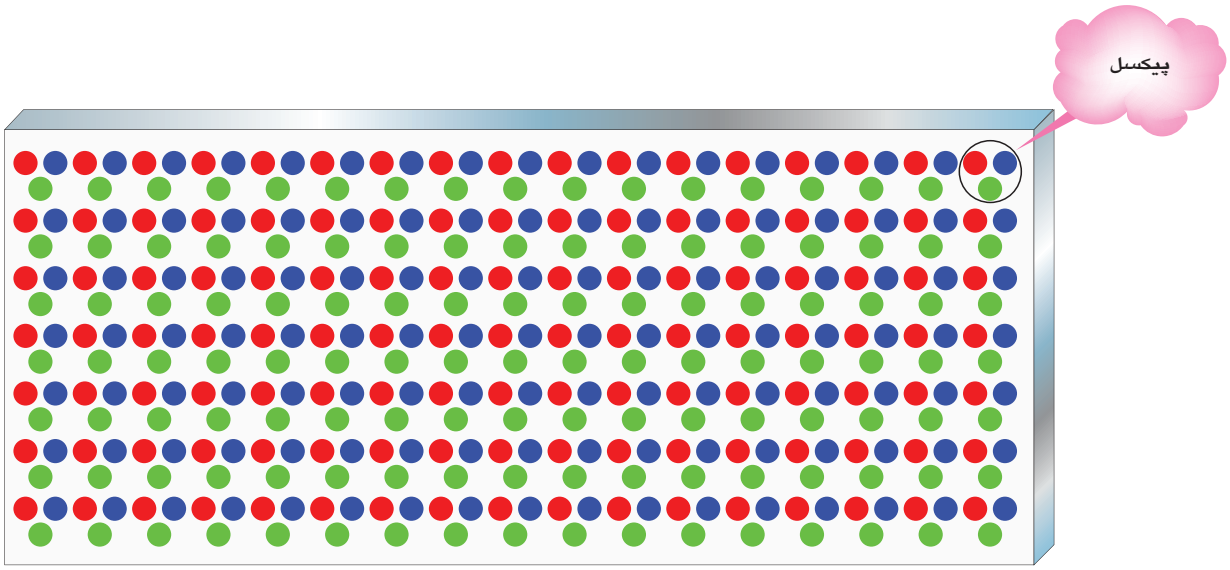
مدار اتصال نمایشگر هفت قطعه‌ای را برای ساختن اعداد ۱ تا ۱۰ ترسیم کنید و در مورد نحوه‌ی عملکرد مدار گزارش بنویسید.

۳-۲۶-۲ نمایشگرهای ترکیبی LED:

امروزه LED ها به طور گسترده برای نمایش پیام‌ها، علائم بزرگ و کوچک در فضاهای داخلی و خارجی حتی به عنوان تلویزیون صفحه بزرگ به کار می‌رود. نمایش سیگنال‌ها می‌تواند به صورت چند رنگ یا تمام رنگی باشد. در نمایشگرهای تمام رنگی از گروه‌های LED فشرده با نور زیاد که تشکیل نقطه‌ی نورانی رنگی را می‌دهند استفاده می‌شود. این نقاط رنگی را پیکسل (Pixel) می‌گویند. پیکسل‌ها از سه رنگ قرمز (Red ـ R) سبز (Green ـ G) و آبی (Blue ـ B) شکل می‌گیرند که اصطلاحاً آن را RGB می‌نامند. به عبارت دیگر RGB می‌تواند سه رنگ قرمز، سبز و آبی را تولید کند. از ترکیب این سه رنگ طیف رنگی نورهای مختلف به وجود می‌آید. نمونه‌ای از LEDهای سه گانه RGB را در شکل ۳-۶۸ مشاهده می‌کنید. در LEDهای RGB، میزان شدت نور، رنگ نور و طیف نور به جریان‌های موافقی بستگی دارد که از هر یک از LEDهای قرمز (R)، سبز (G) و آبی (B) می‌گذرد. از ترکیب پیکسل‌های (سلول‌های تصویر) LED سه رنگ (RGB)، صفحه نمایش‌های بزرگ شکل می‌گیرد. پیکسل‌های LED را که در صفحه‌ی نمایش‌های بزرگ به کار می‌رود، در شکل ۳-۶۸ ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳-۶۸ مثال‌هایی در ترکیب مساوی رنگ‌های اصلی برای تولید سایر رنگ‌ها

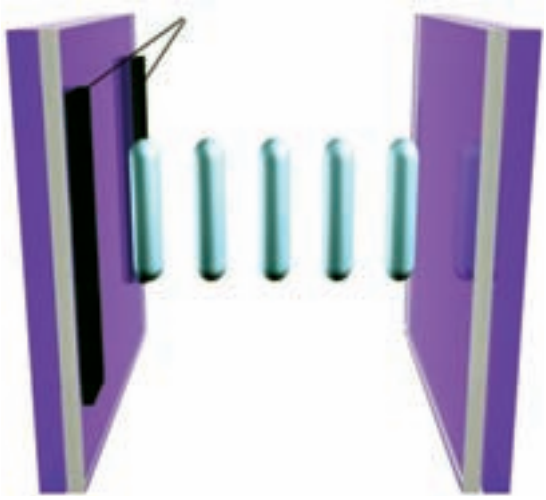


شکل ۳-۶۸ پیکسل‌های LED ی به کار رفته در صفحه‌ی نمایش‌های بزرگ

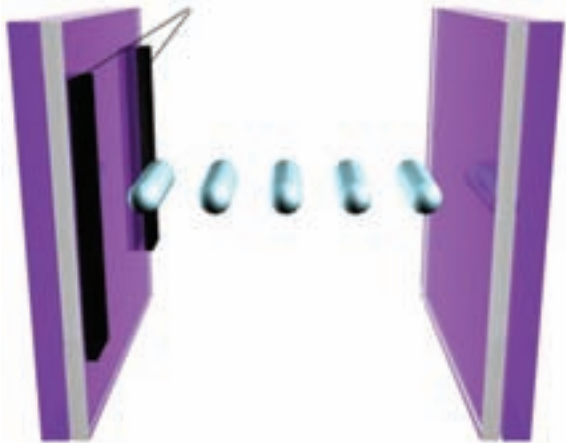
۳-۲۶-۳ LCD (Liquid Crystal Display):

LCD بـه معنـای صفحه نمایش کریسـتال مایع اسـت. کریسـتال مایع موادی هستند که در ظاهر به صورت مایع بـه نظر می‌آیند ولی ملکول‌های آن‌ها نسـبت به یکدیگر آرایش خاصی دارند. کریسـتال مایع در بین مایع و جامد قـرار دارد. با اندکی حرارت به صـورت مایع در می‌آید و بـا اندکی سـرما به حالـت معمول خود بـر می‌گردد. برخی از این مواد به جریان الکتریسـته حسـاس هستند و مولکول‌های آن‌ها متناسـب با ولتاژ اعمالـی تغییر زاویه می‌دهند. چون طبق شـکل ۳-۶۹ هـر مولکول مانند میله اسـت. لذا اگر ولتاژی حدود ۶ تـا ۱۲ ولت به الکترودها داده شـود، ترکیب موجود مولکول‌ها و ضریب انکسـار ناحیه به هـم می‌ریزد و تغییر می‌کند. بـه این ترتیب نور را در جهـات مختلف منعکـس می‌نماید و در این حالت ناحیـه‌ای که مولکول‌های آن به هم ریخته اسـت کدرتر به نظر می‌رسد.

شکل ۳-۷۰ تغییر جهت مولکول‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۶۹ ملکول‌های در جهت طبیعی قرار دارند



شکل ۳-۷۰ ملکول‌های تغییر جهت داده‌اند

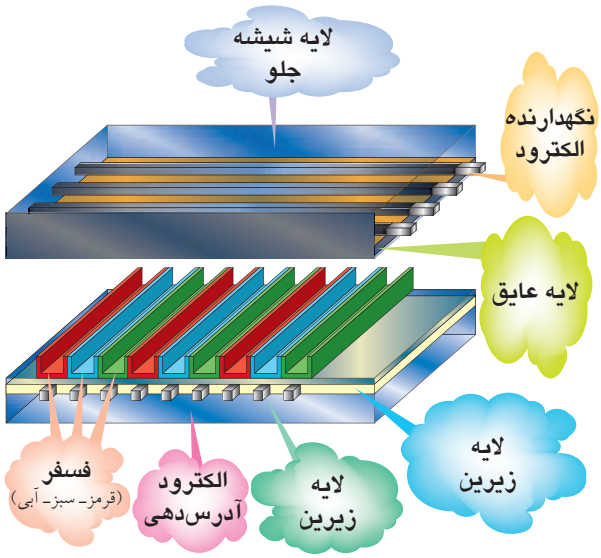
بحث روی کریستال مایع بسیار مفصل و متنوع است. در این مبحث هدف فقط آشنایی با کریستال مایع است.

برای دسترسی به اطلاعات بیش‌تر در مورد LCD ها می‌توانید به سایت‌های مرتبط مراجعه نمایید

۳-۲۶-۴ صفحه‌ی نمایش پلاسما: بنابر تعریف، برای ماده سه حالت جامد، مایع و گاز وجود دارد. علاوه بر سه حالت، حالت چهارمی نیز فرض می‌شود که آن را پلاسما می‌نامند. اگر تا به حال یک لامپ مهتابی را شکسته باشید حتماً جز مقداری گرد سفید رنگ خطرناک چیز دیگری مشاهده نکرده‌اید. وقتی مهتابی روشن است چنین به نظر می‌رسد که ماده‌ای نورانی درون لامپ قرار دارد. حالتی که مواد داخل لامپ مهتابی، پس از روشن شدن، به خود می‌گیرند حالت پلاسما نامیده می‌شود. واژه پلاسما به گاز یونیزه شده گفته می‌شود. می‌دانیم در عمل یونیزاسیون، همه یا بخش قابل توجهی از ماده یک یا چند الکترون از دست می‌دهد و به یون مثبت تبدیل می‌شود. به عبارت دیگر، اتم‌ها به یون‌های مثبت و الکترون‌های منفی تجزیه شده‌اند.

۳-۲۶-۵ صفحه‌ی نمایش پلاسما (PDP): (Plasma Display Panel)

صفحه‌ی نمایش پلاسما از دو صفحه‌ی شیشه‌ای که در مقابل هوا نفوذ ناپذیر هستند، تشکیل می‌شود. فاصله‌ی بین این دو صفحه توسط لایه‌هایی از هم مجزا شده‌اند و بین آن‌ها گازهایی مانند هلیوم، نئون یا گزنون تزریق شده است. با اعمال ولتاژ به هر سلول، گاز بین دو صفحه دشارژ می‌شود و نور UV (Ultra Violet) یا همان ماوراء بنفش تولید می‌کند. از آن جا که بین دو لایه سلول‌هایی از مواد فسفرسانس در سه رنگ قرمز، سبز و آبی یعنی: «RGB (R=Red – G=Green – B= Blue)» وجود دارد. با برخورد نور ماوراء بنفش به این مواد، نور مرئی رنگی و قابل رؤیت از سلول خارج می‌گردد. شکل ۳-۷۱ تصویری از لامپ تصویر پلاسما را نمایش می‌دهد.



شکل ۳-۷۱ تصویری از داخل صفحه‌ی نمایش پلاسما

۳-۲۷ تفاوت‌های LCD و پلاسما

۳-۲۷-۱ کنتراست تصویر و سطح رنگ مشکی:

در LCD به دلیل وجود نور پس زمینه ایجاد رنگ مشکی به طور کامل و صددرصد امکان‌پذیر نیست، البته با پیشرفت فناوری این مورد در حال بهبود یافتن است. در پلاسما پس زمینه وجود ندارد و هر سلول نور مورد نیاز را تولید می‌کند. لذا کنتراست تصویر (درجه اختلاف میان تاریک‌ترین و روشن‌ترین رنگ- تمایز نور) در پلاسما از LCD بسیار بیش‌تر است.

۳-۲۷-۲ وضوح تصویر: هر دو محصول فناوری وضوح بالایی را ایجاد می‌کنند، ولی در LCD در اندازه‌های کوچک امکان ایجاد وضوح بالا بیش‌تر است.

۳-۲۷-۳ زاویه‌ی دید: یکی از مشکلات LCD زاویه‌ی دید آن است. وقتی از کناره‌ها یا بالا و پائین به تصویر نگاه می‌کنید سطوح روشنایی و رنگ متفاوت است. در پلاسما این مسئله کم‌تر رخ می‌دهد و ساختن تلویزیون و نمایشگر با زاویه‌ی دید بالاتر، راحت‌تر است.

۳-۲۷-۴ عمق تصویر: سبب فناوری خاص پلاسما، تصاویر در پلاسما سه بعدی و عمیق‌تر به نظر می‌رسند. تصاویر در LCD اندکی تخت‌تر هستند.

۳-۲۷-۵ روشنایی تصویر: در LCD برای ایجاد نور از یک منبع نور جداگانه استفاده می‌شود. لذا می‌توان میزان نور آن را به سادگی و با توجه به نور محیطی که تلویزیون در آن قرار دارد کم یا زیاد کرد. در پلاسما هر سلول منحصراً نور مورد نیاز خود را تولید می‌کند لذا مشاهده‌ی تصاویر در محیط‌های پر نور و در فضای آزاد اندکی سخت‌تر می‌شود. به همین دلیل غالباً از LCD به صورت تلویزیون‌های تبلیغاتی در محیط‌های پر نور استفاده می‌کنند.

۳-۲۷-۶ پخش تصاویر با حرکت سریع: در تصاویری که دارای صحنه‌هایی با حرکت سریع هستند سایه‌ای از فریم قبلی رو صفحه LCD باقی می‌ماند. پلاسما اساساً این مشکل را ندارد.

۳-۲۷-۷ طول عمر: طول عمر LCD حدود ۶۰۰۰۰ ساعت کار است در صورتی که طول عمر پلاسما کم‌تر است. یادآوری می‌شود کارخانه‌های سازنده مدعی هستند که در مدل‌های جدید پلاسما طول عمر به ۶۰۰۰۰ ساعت نیز رسیده است.

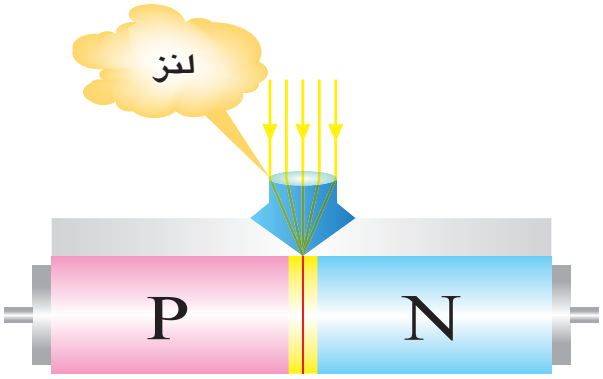
۳-۲۷-۸ ابعاد: ساختن پلاسما در ابعاد کوچک چندان به صرفه نیست. بر عکس ساختن LCD در اندازه‌های بزرگ پُر هزینه است. لذا، برای تصاویر با ابعاد بزرگ، پلاسما ارجحیت دارد.

۳-۲۷-۹ مصرف توان: LCD به دلیل این که دارای منبع نور جداگانه است برای تولید نور انرژی زیادی صرف نمی‌کند، در صورتی که پلاسما تلفات بیش‌تری دارد. لذا در مواردی که مصرف انرژی اهمیت زیادی دارد، LCD به صرفه‌تر است.

۳-۲۷-۱۰ وزن: تلویزیون‌های LCD نسبت به تلویزیون‌های پلاسما سبک‌تر است لذا حمل و نقل و نصب آن‌ها روی دیوار آسان‌تر است.

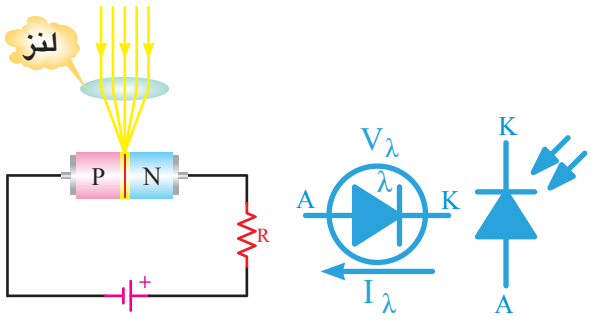
۳-۲۸ فتو دیود (Photo Diode)

ساختمان فتو دیود، مانند یک دیود معمولی با اتصّال PN است، با این تفاوت که محل پیوند PN را، جهت تابانیدن نور به آن از مواد پلاستیکی سیاه، نمی‌پوشانند. این ناحیه توسّط شیشه یا پلاستیک شفاف پوشیده می‌شود تا نور بتواند به آسانی به آن بتابد. روی اکثر فتو دیودها، یک لنز بسیار کوچک نصب می‌شود تا نور تابانیده شده به آن را متمرکز کند و به محل پیوند برساند. (شکل ۳-۷۲)



شکل ۳-۷۲ فتو دیود همراه با لنز

فتو دیود همیشه در بایاس معکوس به کار می‌رود و با تابش نـور به محل پیوند آن، جریان معکوس آن افزایش می‌یابد. افزایش جریان به علت شکسـتن پیوندها با انرژی نور اسـت. شـکل ۳-۷۳ نماد و بایاس این دیود را نشـان می‌دهد.

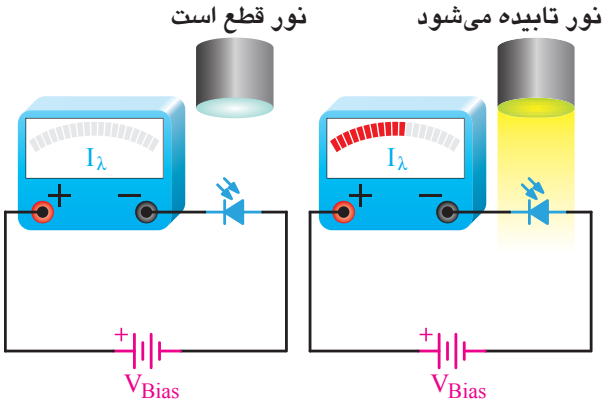


شکل ۳-۷۳ نماد و بایاس فتو دیود

در شـکل ۳-۷۴ شـکل ظاهری چند نمونـه فتو دیود نشان داده شده است.

شکل ۳-۷۴ شکل ظاهری چند نمونه فتو دیود

در فتو دیود هر چه نور تابانیده شده به محل پیوند PN بیش‌تر باشد مقدار جریان معکوس آن نیز بیش‌تر می‌شود. برعکس، هر قدر نور تابانیده شده به آن کم‌تر باشد مقدار جریان معکوس آن کم‌تر می‌شود. (شکل ۳-۷۵)



هنگامی که نور تولید می‌شود مقاومت کاهش می‌یابد و جریان زیاد می‌شود.

هنگامی که نور وجود ندارد جریان معکوس بسیار کم است.

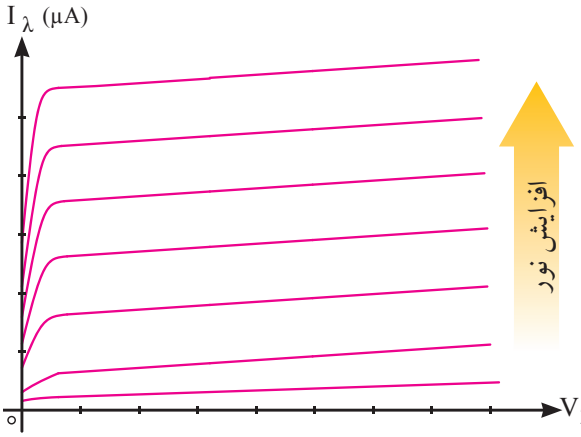
شکل ۳-۷۵ تأثیر نور در عبور جریان از فتو دیود

اجرای کار نرم افزاری

انواع دیودهای نوردهنـده، فتو دیود، هفت قطعه‌ای را در نرم‌افزار شناسـایی کنید و آن‌ها را برای هنرجویان به نمایش در آورید.

در شکل ۳-۷۶ منحنی مشخّصه یک فتو دیود به ازای طول موج ثابت و شدت روشنایی‌های مختلف رسم شده اسـت. همان طوری که از منحنی پیداست در یک نور با طول موج مشخص، با افزایش شدت نور، جریان I_λ زیاد می‌شـود. این جریان به‌ازای ولتاژهای مختلف معکوسی که در دو سر دیود قرار دارد تقریباً ثابت می‌ماند. بنابراین مقدار I_λ آن فقط به نور تابانیده شـده به محل پیوند PN

بستگی دارد. در ضمن، همیشه حدود چند دهم ولت ولتاژ دو سر اتصّال PN، در حالت بدون بایاس به وجود می‌آید.



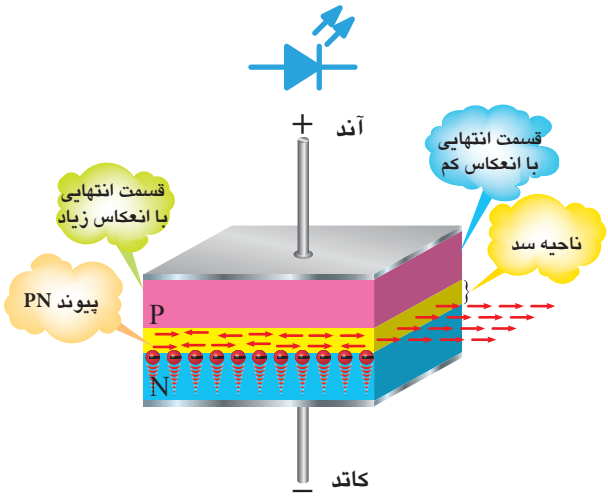
شکل ۳-۷۶ منحنی مشخصه‌ی فتو دیود به ازای تغییرات شدت روشنایی

از این دیود برای تشخیص نور و هم چنین سنجش نور در دستگاه‌های نورسنج، شمارش سریع یا سویچ کردن و موارد مشابه دیگر استفاده می‌شود. ولتاژ معکوس این دیودها، حدود ۵۰-۲۰ ولت و توان آن‌ها حدود چند صد میلی وات و جریان معکوس آن‌ها در تاریکی حدود چند نانو آمپر است. برای مثال المان شماره‌ی TIL ۴۱۳ یک فتو دیود است که ولتاژ معکوس آن ۳۰ ولت و توان آن ۱۵۰ میلی وات و جریان معکوس آن در تاریکی حدود ۵ نانو آمپر است (این همان جریان اشباع معکوس در دیودهای معمولی است).

یادآوری می‌شود که فتو رزیستانس نیز می‌تواند در بعضی موارد جایگزین فتو دیود شود، زیرا مقاومت هر دو تابع نور می‌باشد. تفاوت این دو المان، در سرعت کار آن‌ها است. فتو دیود سرعت عمل بسیار بیش‌تری نسبت به فتو رزیستانس دارد. البته ناگفته نماند که فتو دیود می‌تواند در محدوده‌ی فرکانس وسیع‌تری، نیز نسبت به فتو رزیستانس کار کند.

۳-۲۹ دیود لیزری (Laser Diode)

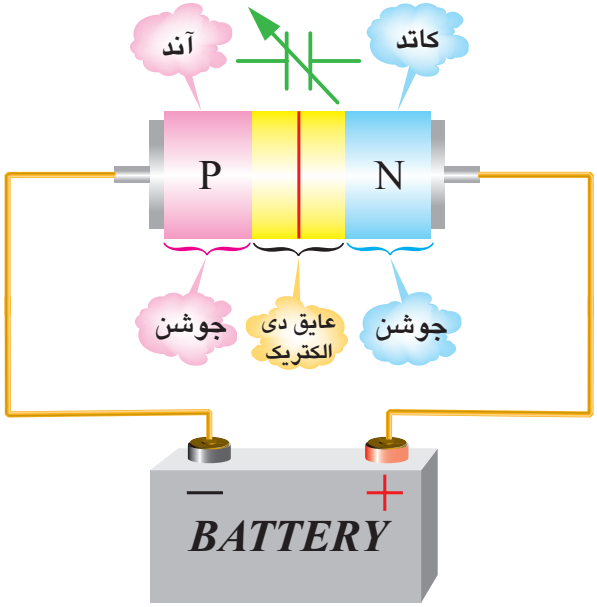
دیود لیزری دیودی است که می‌تواند نور تک رنگ تولید کند. نور لیزر را نور ذاتی یا نور خالص نیز می‌نامند. زیرا نور پخش شده یک نور با طول موج مشخص است. ساختمان داخلی و نماد دیود لیزری را در شکل ۳-۷۷ مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۷۷ ساختمان داخلی و نماد دیود لیزری

۳-۳۰ دیود خازنی (واراکتور) (Varactor)

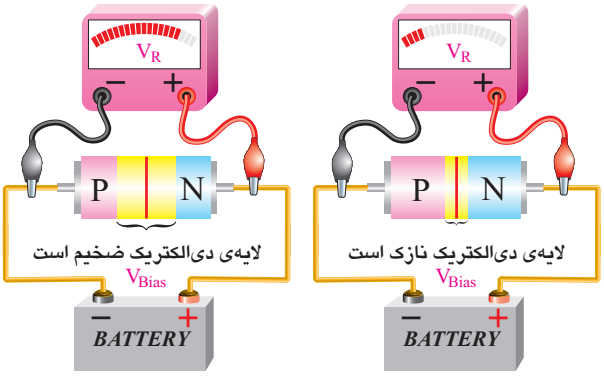
دیود خازنی، مانند یک دیود معمولی است و از دو قطعه نیمه هادی نوع P و N، که معمولاً از جنس سیلیسیم است، ساخته می‌شود. همان طور که قبلاً یاد گرفتیم، یک دیود معمولی، بدون بایاس در محل پیوند یک لایه سد دارد. این لایه به صورت یک عایق بین نیمه هادی P و N قرار می‌گیرد. اگر دو نیمه هادی P و N را به عنوان دو هادی و لایه‌ی سد را به عنوان عایق به حساب بیاوریم، این مجموعه عملاً یک خازن است که در منطقه‌ی تخلیه به وجود می‌آید. ظرفیت خازن منطقه‌ی تخلیه حدود پیکوفاراد (PF) است (شکل ۳-۷۸).



ولتاژ بایاس

شکل ۳-۷۸ ایجاد ظرفیت خازنی در دیود واراکتور

اگـر دیود را در بایاس معکـوس به کار ببریم، عرض ناحیه‌ی تخلیه بیش‌تر می‌شـود و عایق بین دو نیمه هادی نیـز افزایش می‌یابـد، در نتیجه ظرفیت خـازن آن کم‌تر می‌گـردد. بنابراین، می‌توان با تغییر مقدار ولتاژ معکوس، ظرفیّت خازن را تغییر داد. شکل‌های ۳-۷۹-الف و شکل ۳-۷۹-ب تغییـر عرض ناحیه‌ی تخلیه را، با توجه به ولتاژ بایاس معکوس، نشان می‌دهد.

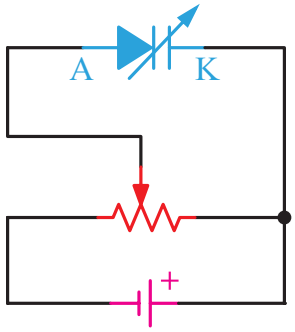


الف ـ ولتاژ معکوس کم‌تر
خاصیت خازنی بیش‌تر

ب ـ ولتاژ معکوس بیش‌تر
خاصیت خازنی کم‌تر

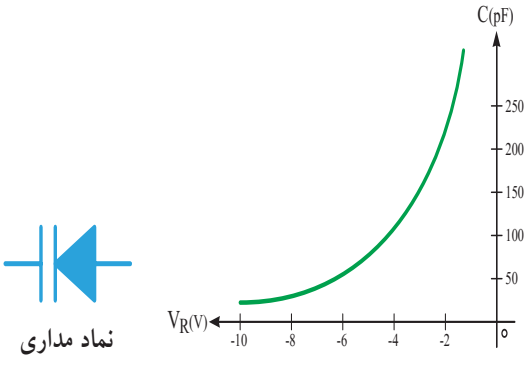
شکل ۳-۷۹ تغییر عرض ناحیه‌ی تخلیه با توجه به ولتاژ بایاس معکوس

پـس دیـود خازنی همیشـه در بایاس معکـوس قرار می‌گیرد. دیود خازنی، اندکی با دیودهای معمولی تفاوت دارد. اوّلاً جریان اشباع معکوس آن فوق‌العاده کم است، در ثانی، سـطح دو نیمه هادی را طوری انتخاب می‌کنند که حداکثر بتواند خازنی بـا ظرفیّت ۲/۵ نانوفاراد، ایجاد کنـد. دیودهای خازنی با ظرفیـت PF ۳۰۰، از رایج‌ترین انواع این دیودها هسـتند. شـکل ۳-۸۰ مدار معادل دیود واراکتور را با تغذیه معکوس نشان می‌دهد.



شکل ۳-۸۰ رفتار دیود واراکتور به صورت خازن متغیر در بایاس معکوس

از ایـن دیودهـا، در مـدارات رادیـو و تلویزیون به صورت یک خازن متغیر اسـتفاده می‌شـود، زیرا حجمی بسـیار کم، ظریف و محکم دارند. شـکل ۳-۸۱ منحنی تقریبی ظرفیّت خازن نسبت به ولتاژ معکوس و نماد دیود خازنی را نشان می‌دهد.



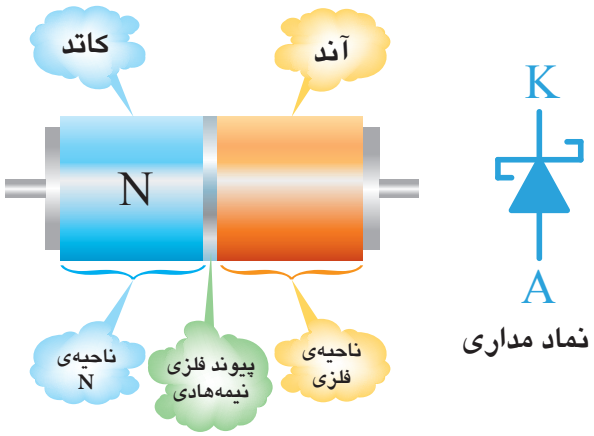
نماد مداری

شکل ۳-۸۱ منحنی ظرفیت ـ ولتاژ معکوس و نماد مداری دیود خازنی

۳-۳۱ دیود شاتکی (Schottky)

دیودهای معمولی اتصال PN، نمی‌توانند خیلی سریع قطع و وصل شـوند. برای بالا بردن سـرعت قطع و وصل در یـک دیود برای مثال چند میلیارد بار در ثانیه، از دیود شاتکی استفاده می‌کنند.

دیـود شـاتکی از نیمه هادی و فلز سـاخته می‌شـود. نظـر به این که قابلیت هدایت الکتریکی فلز زیاد اسـت، زمان تأخیر این نوع دیود بسـیار کم است. ساختمان دیود شاتکی و علامت قراردادی آن در شکل ۳-۸۲ نشان داده شده است.



شکل ۳-۸۲ ساختمان و نماد دیود شاتکی

همیشـه بـه این موضـوع فکـر می‌کنم که انعطـاف پذیر بودن مـن، رمز موفقیـت من در ایجاد صمیمت بیش‌تر با دیگران است.

۳-۳۲ الگوی پرسش

۳-۳۲-۱ خصوصیـات و اصـول کار دیـود زنـر را توضیح دهید.

۳-۳۲-۲ برتری‌هـای LED بـر لامـپ معمولی را بنویسید.

۳-۳۲-۳ دیود واراکتور در چه بایاسی کار می‌کند؟ عامل متغیر در دیود واراکتور را نام ببرید؟

۳-۳۲-۴ فتـو دیـود در چـه بایاسـی کار می‌کند؟ چگونگـی تغییر جریان معکوس با تابـش نور را توضیح دهید.

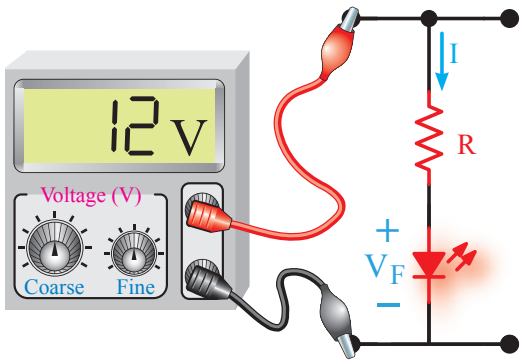
۳-۳۲-۵ چـه المانی می‌تواند جای‌گزیـن فتو دیود شود؟ نام ببرید.

۳-۳۲-۶ بـرای نوشـتن هر یک از اعـداد و حروف شـکل ۳-۸۳ کدام LEDهـا در 7 – Segment باید روشن شود؟

شکل ۳-۸۳ روشن کردن 7 – segment

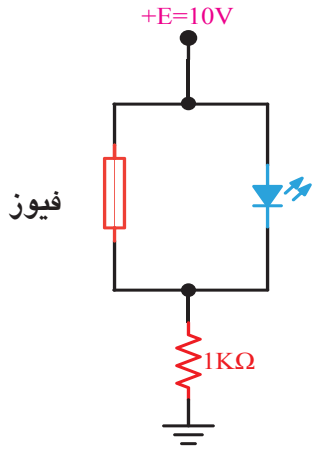
۳-۳۲-۷ در شـکل ۳-۸۴ در صورتی که ولتاژ تغذیه E=۱۲ ولت باشـد، مقدار R را طوری محاسـبه کنید که LED نور مناسب داشته باشد.

$VF = ۳V \quad , \quad I = ۱۰mA$



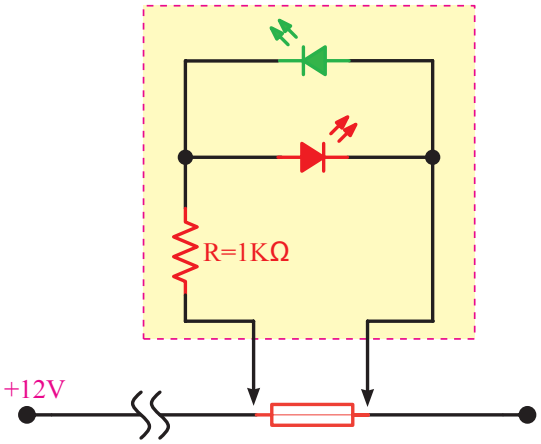
شکل ۳-۸۴ محاسبه‌ی مقاومت سری با LED

۳-۳۲-۸ در شکل ۳-۸۵، در صورتی که فیوز بسوزد یا سالم باشد، در نور LED چه تغییری به وجود می‌آید؟ شرح دهید.



شکل ۳-۸۵ فیوز موازی با LED

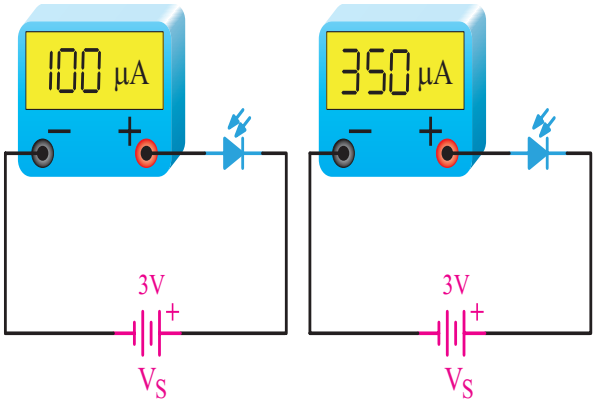
۳-۳۲-۹ در مدار شکل ۳-۸۶ اگر فیوز سوخته یا سالم باشد، در نور LED چه تغییری ایجاد می‌شود؟ شرح دهید. دو LED که به طور معکوس بسته شده‌اند چه نقشی در مدار دارند؟



شکل ۳-۸۶ تست فیوز توسط LED

۳-۳۲-۱۰ در صورتی که مقاومت معکوس یک فتو دیود ۲۰۰ کیلو اهم باشد و ولتاژ معکوس متصل شده به دو سر آن ۱۰ V در نظر گرفته شود، چه جریانی از فتو دیود می‌گذرد؟

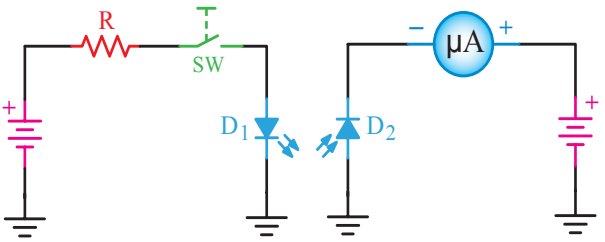
۳-۳۲-۱۱ مقدار مقاومت معکوس هر یک از فتو دیودهای شکل ۳-۸۷ را محاسبه کنید.



الف ب

شکل ۳-۸۷ محاسبه‌ی مقاومت فتو دیود

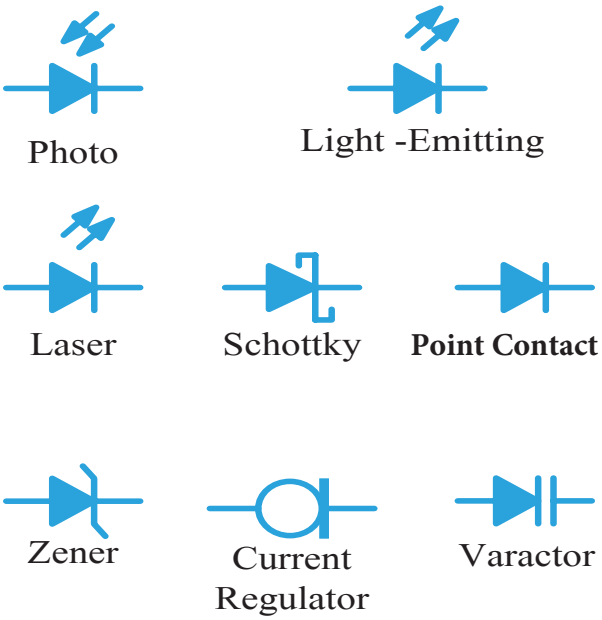
۳-۳۲-۱۲ در شکل ۳-۸۸ چنان چه کلید SW_1 بسته شود ،در صورتی که دیودهای D_1 و D_2 از نظر نوری به هم کوپل شده باشند ،چه تغییری در جریان میکرو آمپر متر رخ می‌دهد؟



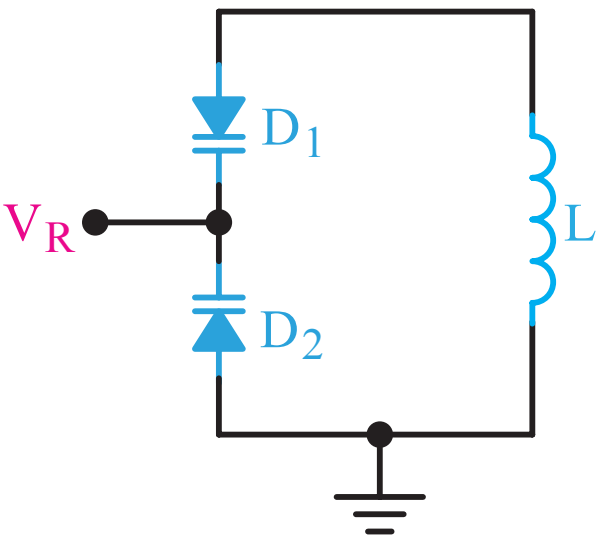
شکل ۳-۸۸ کوپل نوری توسط دیود

۳-۳۲-۱۳ هر یک از دیودهای شکل ۳-۸۹ در چه بایاسی می‌توانند عمل کنند (موافق یا مخالف)؟

۳-۳۲-۱۴ در شکل ۳-۹۰ پلاریته‌ی V_R مثبت است یا منفی؟ افزایش V_R بر ظرفیت خازن دیودهای خازنی D_1 و D_2 چه تأثیری دارد؟



شکل ۸۹-۳ تعیین نوع بایاس در دیودها



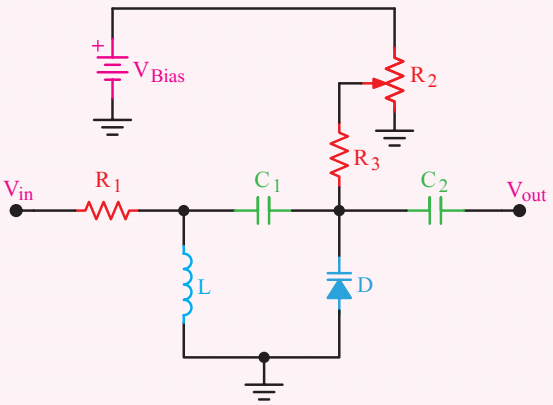
شکل ۹۰-۳ تغییر ظرفیت دیود خازنی توسط ولتاژ بایاس

فکر کنید:

آیا یک خیابان یک طرفه، شیر یک طرفه‌ی آب‌گرمکن می‌توانند مثال‌هایی از رفتار دیود باشند؟ درباره‌ی آن توضیح دهید. در ضمن مثال‌های دیگری را بیابید که با دیود قابل مقایسه باشد.

ویژه‌ی هنرجویان علاقه‌مند:

۳-۳۲-۱۵ در شکل ۹۱-۳ تغییر پتانسیومتر R_2 چه تأثیری بر ظرفیت دیود خازنی D دارد؟ شرح دهید. کاربرد این مدار را توضیح دهید.



شکل ۹۱-۳ نحوه‌ی تغییر ظرفیت دیود خازنی در یک مدار کاربردی

تحقیق کنید:

- با مراجعه به منابع مختلف موارد کاربرد انواع دیودهای انتشار نوری، نوری، اتصال نقطه‌ای، شاتکی، لیزر، زنر، ورکتور، رگولاتور جریان، قدرت و سیگنال تحقیق کنید و گزارشی به صورت پاورپوینت تهیه نمایید و آن‌را به کلاس ارائه دهید.
- نوع دیگری از دیود اتصال نقطه‌ای وجود دارد که آن‌را PIN Switching Diode می‌نامند. در مورد این نوع دیود و کاربرد آن تحقیق کنید.