فصل ۱۱

الکترونیک

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود :

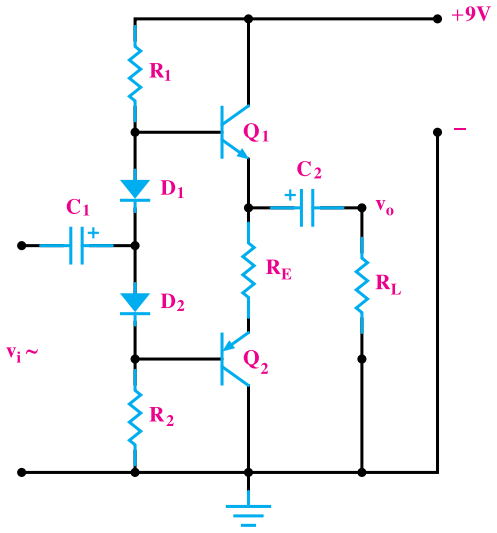
۱ــ نحوهٔ عملکرد دیود را در مدار الکتریکی توضیح دهد.

۲ــ مدار یکسوکننده را شرح دهد.

۳ــ ترمیستور و کاربرد آن را توضیح دهد.

۴ــ ترانزیستور و کاربرد آن را توضیح دهد.

۵ــ ترانس دیوسر و کاربرد آن را شرح دهد.



سیمای فصل ۱۱

- دیود
- یکسو کننده
- ترمیستوری
- محافظ بار ترمیستوری
- شیر انبساط ترمیستوری
- رله استارت ترمیستوری
- ترانزیستور
- ترانس دیوسر

آشنایی با دانشمندان

ولتا

(Alessandro Volta / ۱۷۴۵ــ۱۸۲۷)

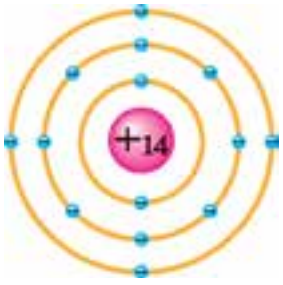
آلساندرو به سال ۱۷۴۵ در شهر کوموی ایتالیا به دنیا آمد. او فیزیک‌دانی بود که دستگاه تولیدکنندهٔ الکتریسیتهٔ ساکن را اختراع و گاز متان را کشف کرد. او به سال ۱۷۷۸ به‌عنوان استاد فلسفهٔ طبیعی در «پاویا» منصوب شد. او از دوست خود «لوییچی گالوانی» الهام گرفت و در زمینهٔ واکنش‌هایی میان فلزات ناهمگن (متفاوت) تحقیقاتی را انجام داد و در سال ۱۸۰۰ اولین باتری را اختراع کرد. امروزه نام او به‌عنوان واحد پتانسیل الکتریکی یعنی ولت به‌کار می‌رود. هم‌چنین به احترام او، پتانسیل الکتریکی بیش‌تر به نام ولتاژ شناخته می‌شود.

۱۱ــ الکترونیک

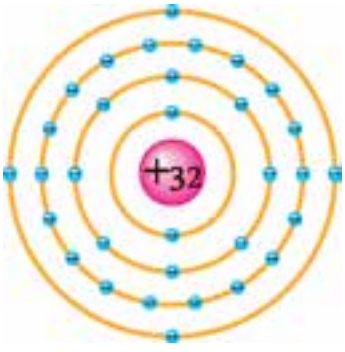
با توجه به پیشرفت سریع علوم و تکنولوژی و گستردگی سهم علم الکترونیک و تلفیق آن با اکثر رشته‌ها، مشاهده می‌شود بسیاری از دستگاه‌ها و سیستم‌های الکترومکانیکی دیگر به‌صورت الکترونیکی ساخته می‌شوند و به بازار عرضه می‌گردند. در این بین دستگاه‌های تأسیساتی نیز از این قاعده مستثنا نیستند و بسیاری از آن‌ها الکترونیکی شده‌اند. لذا تکنیسین‌های تأسیسات برای نصب، راه‌اندازی، عیب‌یابی و تعمیر و نگه‌داری این سیستم‌ها و دستگاه‌ها باید با مبانی علم الکترونیک آشنایی داشته باشند. این فصل به اختصار شما را با برخی مفاهیم و قطعات اساسی به‌کار رفته در این رشته آشنا می‌کند.

نیمه‌هادی‌ها پایه و اساس صنعت الکترونیک را تشکیل می‌دهند. از جمله نیمه‌هادی‌های مهم و پرکاربرد در الکترونیک می‌توان به سیلیسیم (Si) و ژرمانیم (Ge) اشاره کرد. در شرایط عادی نیمه‌هادی‌ها تمایلی به هدایت جریان الکتریکی ندارند.

برای این که بتوانیم از این عناصر در ساخت قطعات الکترونیکی و هدایت جریان استفاده کنیم لازم است تا آن‌ها را ناخالص کنیم.



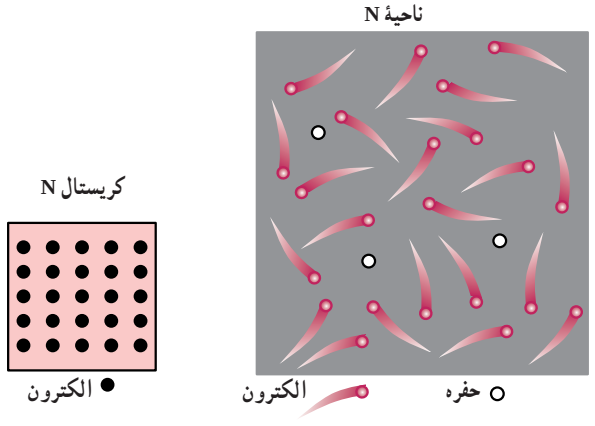
الف) سیلیسیم



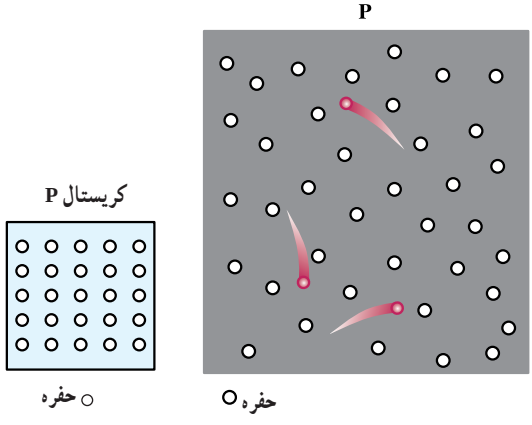
ب) ژرمانیم

شکل ۱ــ۱۱

ازاین‌رو اغلب با ترکیب عناصری خاص با این نیمه‌هادی‌ها در شرایطی قرارمی‌گیرند که در حالت ناپایدار برای گرفتن یا از دست دادن الکترون آماده هستند. اصطلاحاً به نیمه‌هادی‌های ناخالص شده نیمه‌هادی‌های نوع P (نیمه‌هادی آماده برای جذب الکترون)، نیمه‌هادی نوع N (نیمه هادی آماده برای از دست دادن الکترون) گفته می‌شود.



شکل ۲ــ۱۱



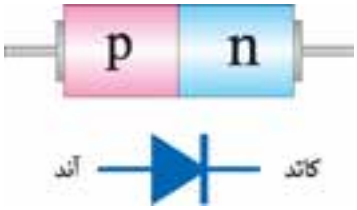
شکل ۳ــ۱۱

۱ــ۱۱ــ دیود

از اتصال این دو نوع نیمه‌هادی ناخالص شده (N و P) قطعه‌ای به نام «دیود» ساخته می‌شود. اصطلاحاً به پایهٔ نیمه‌هادی نوع P «آند» و به پایهٔ نیمه‌هادی N «کاتد» گفته می‌شود.

شکل ۴ــ۱۱

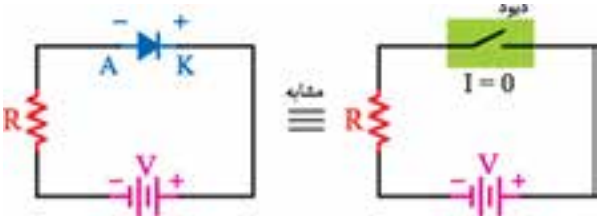
در شکل ۵ــ۱۱ تصویری از اتصال P-N علامت اختصاری دیود را مشاهده می‌کنید.



شکل ۵ــ۱۱

عملکرد دیود شبیه یک کلید است. شکل ۶ــ۱۱ مدار دیود در جریان مستقیم را نشان می‌دهد.

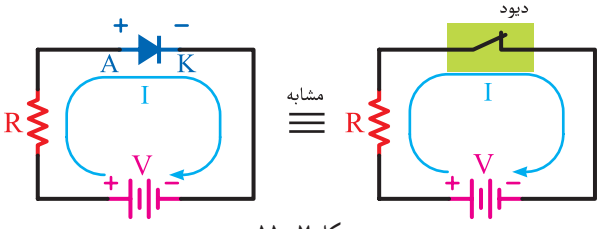
همان‌طورکه مشاهده می‌شود هرگاه قطب منفی باتری، مانند شکل ۶ــ۱۱ــ ب به آند و قطب مثبت به کاتد دیود وصل شود دیود مانند یک کلید قطع عمل کند و مدار را در حالت باز نگه می‌دارد.



الف) ب)

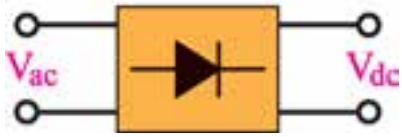
شکل ۶ــ۱۱

در صورتی که مشابه شکل ۷ــ۱۱ قطب مثبت باتری به آند و قطب منفی به کاتد دیود وصل شود دیود مشابه کلید وصل عمل می‌کند و باعث جاری شدن جریان در مدار می‌شود. به عبارت دیگر می‌توان گفت دیود وسیله‌ای است که فقط در یک جهت جریان الکتریکی را از خود عبور می‌دهد. از دیود در زمینه‌های مختلف استفاده می‌شود. یکی از آن‌ها مدارهای مبدّل جریان متناوب به جریان مستقیم است،که آن‌ها را «یکسوکننده‌ها» یا «رکتیفایر» می‌نامند. در شکل کلی علامت اختصاری مدارهای یک‌سوساز مطابق شکل ۸ ــ۱۱ است.



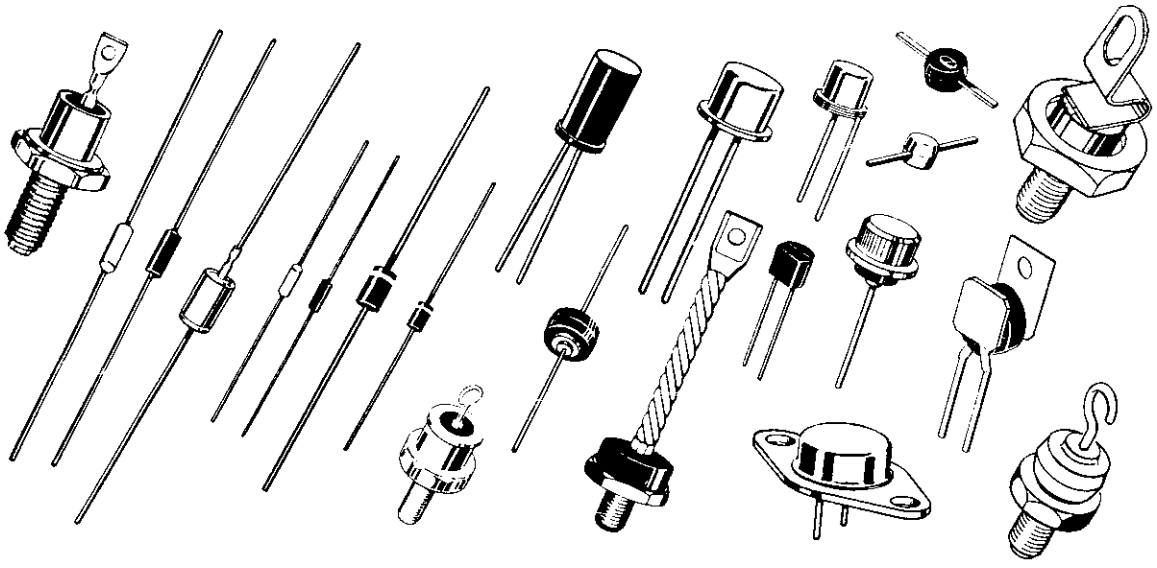
شکل ۷ــ۱۱

یکسوساز (رکتیفایر)



شکل ۸ــ۱۱

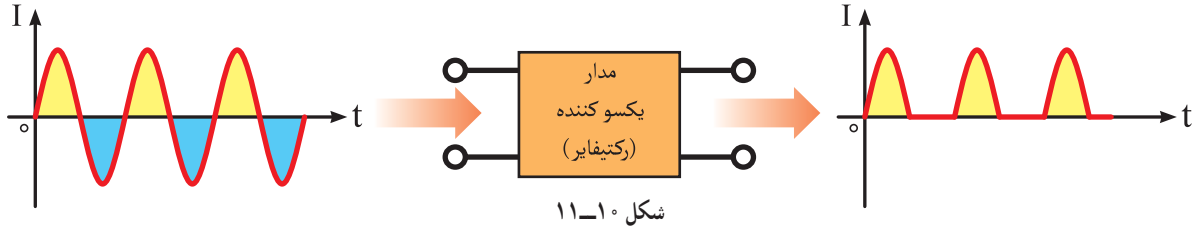
تصویر چند نمونه دیود را درشکل ۹ــ۱۱ مشاهده می‌کنید.



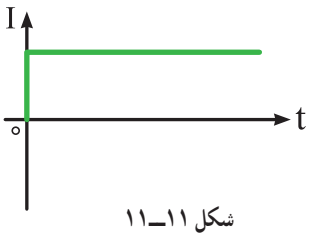
شکل ۹ــ۱۱

۲ــ۱۱ــ مدار یکسوکننده

هرگاه بتوانیم قسمت منفی یک موج متناوب را توسط مدار الکتریکی حذف کنیم، اصطلاحاً به موج به‌دست آمده «موج یک‌سوشده» و به مدار آن «مدار یک‌سوساز» گویند (شکل ۱۰ــ۱۱). همان‌طوری که می‌دانید موج DC (جریان مستقیم) به امواجی گفته می‌شود که در طول مدت زمان استفاده از آن‌ها جهت و دامنه‌شان مشابه شکل ۱۱ــ۱۱ تغییر نمی‌کند.

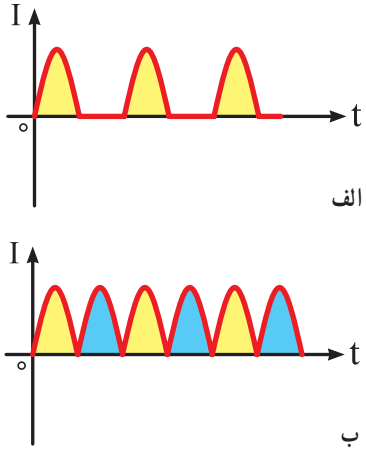


شکل ۱۰ــ۱۱



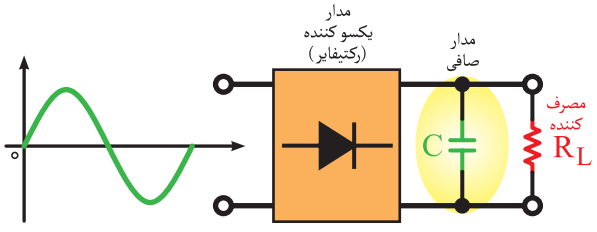
شکل ۱۱ــ۱۱

با کمی دقت در شکل ۱۲ــ۱۱ــ الف مشاهده می‌شود که شکل موج یک مدار یک‌سوساز گرچه دارای جهت ثابت (بالای محور افقی) است اما مقدار آن دائماً در حال تغییر است. اصطلاحاً به شکل موج‌های مشابه شکل ۱۲ــ۱۱ــ ب موج دی‌سی (DC) ضربانی گفته می‌شود.



شکل ۱۲ــ۱۱ــ شکل موج‌های DC ضربانی

برای حذف نوسان‌های (ضربان‌ها) یک موج DC ضربانی و تبدیل آن به یک موج DC ثابت باید از مدار یا عنصر دیگری غیر از یک‌سوکننده‌ها استفاده کرد. در الکترونیک به این عناصر «مدارهای صافی» یا «فیلتر» گفته می‌شود در اغلب مدارهای یک‌سوکننده از یک خازن که به‌صورت موازی با مصرف‌کننده قرار می‌گیرد برای صاف کردن موج‌های ضربانی استفاده می‌شود.



شکل ۱۳ــ۱۱

۳ــ۱۱ــ ترمیستورها[1]

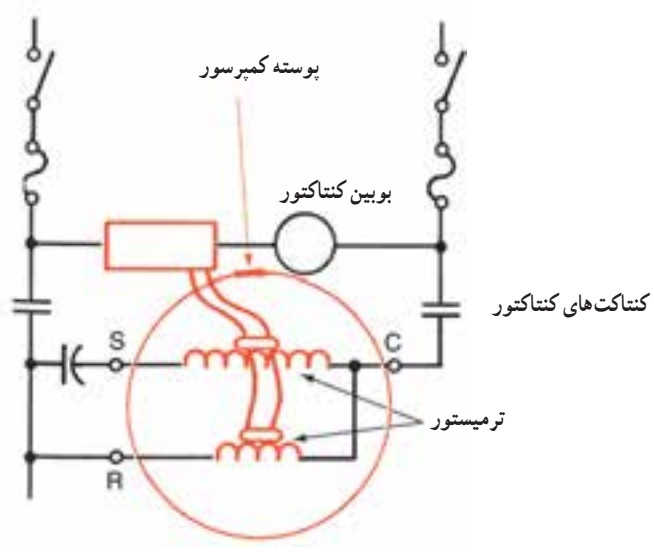
به نوعی از مقاومت‌ها گفته می‌شود که به درجه حرارت حساس هستند. مقاومت ترمیستور با تغییر دما تغییر می‌کند. دو نوع ترمیستور وجود دارد. نوع PTC که در آن افزایش دما موجب افزایش مقاومت ترمیستور می‌شود. نوع NTC که در آن افزایش دما موجب کاهش مقاومت ترمیستور می‌گردد (شکل ۱۴ــ۱۱).

شکل ۱۴ــ۱۱ــ چند نمونه ترمیستور

۱ــ۳ــ۱۱ــ محافظ بار اضافی ترمیستوری : یکی از کاربردهای ترمیستور حفاظت موتور در مقابل بار اضافی است ترمیستور در میان سیم‌پیچی‌های موتور قرار می‌گیرد. هنگامی که دمای سیم‌پیچی از مقدار تعیین شده تجاوز می‌کند، مقاومت ترمیستور تغییر می‌کند. این تغییر مقاومت در یک مدار محافظ الکترونیک باعث باز شدن مدار موتور می‌شود. در شکل ۱۵ــ۱۱

۱– Thermal Resistor

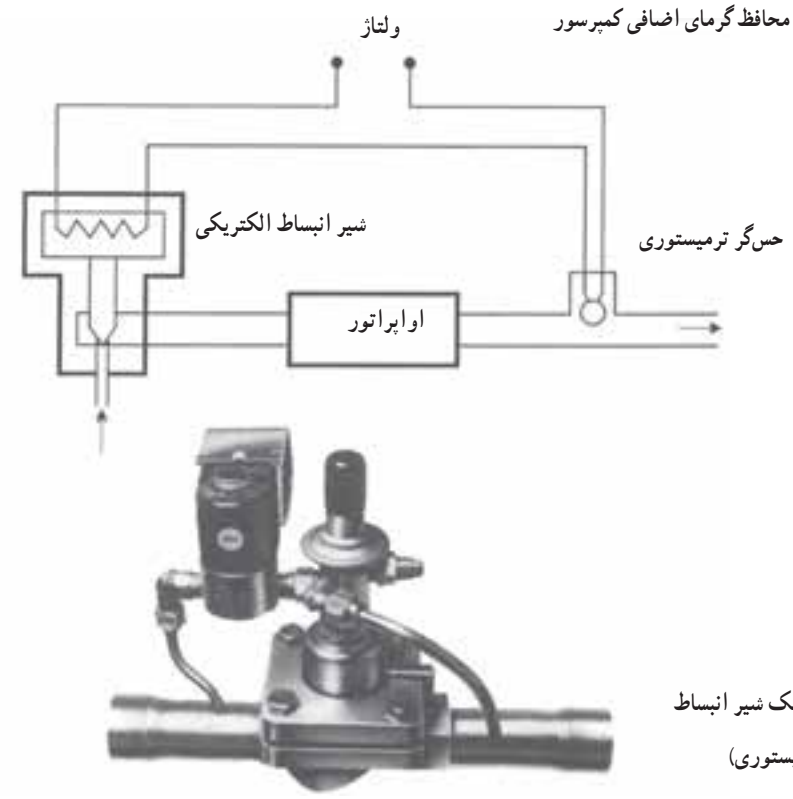
یک ترمیستور در بین پیچی‌های الکتروموتور قرار گرفته است وقتی دمای سیم‌پیچی از حد معین بیش‌تر می‌شود مقاومت آن کم شده، باعث عبور جریان بیش‌تر از یک بوبین مغناطیسی می‌شود و با افزایش میدان مغناطیسی کنتاکتی را قطع می‌کند که باعث قطع جریان بوبین کنتاکتور می‌شود قطع جریان بوبین موجب باز شدن کنتاکت کنتاکتور شده و برق الکتروموتور قطع می‌شود.



شکل ۱۵ــ۱۱ــ محافظ گرمای اضافی کمپرسور

۲ــ۳ــ۱۱ــ شیر انبساط ترمیستوری[1] : کاربرد دیگر ترمیستور استفاده از آن در ساختمان شیرهای ترموستاتیک است که به جای بالب ترموستاتیک در خروجی اواپراتور، یک ترمیستور قرارگرفته است در شکل ۱۶ــ۱۱ از یک هیتر روی شیر انبساط استفاده شده است که در مدار الکتریکی آن یک ترمیستور سری شده است این ترمیستور در محل خروجی اواپراتور قرار گرفته است. اگر دمای گاز خروجی از اواپراتور (سوپرهیت) کم شود مقاومت ترمیستور زیاد می‌شود و جریان کمتری از هیتر عبور می‌کند و سوزن شیر در جهت بسته شدن عمل می‌کند و مقدار ماده سرمازای ورودی به اواپراتور کاهش می‌یابد. اگر دمای گاز خروجی از اواپراتور یعنی سوپرهیت زیاد شود مقاومت ترمیستور کم می‌شود جریان عبوری از هیتر بیش‌تر شده سوزن شیر در جهت باز شدن مسیر عبور ماده سرمازا عمل کرده ماده سرمازای بیش‌تری وارد اواپراتور می‌شود.

لازم به تذکر است به‌جای هیتر می‌توان از کویل مغناطیسی استفاده کرد.

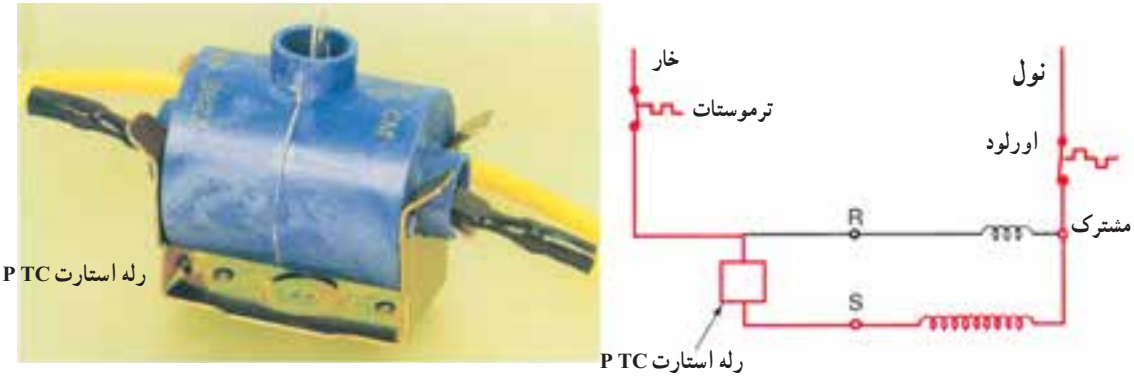


شکل ۱۶ــ۱۱ــ شماتیک شیر انبساط الکتریکی (ترمیستوری)

۱–Electric Expansion Valve

۳ــ۳ــ۱۱ــ رله استارت ترمیستوری[1]: شکل ۱۷ــ۱۱

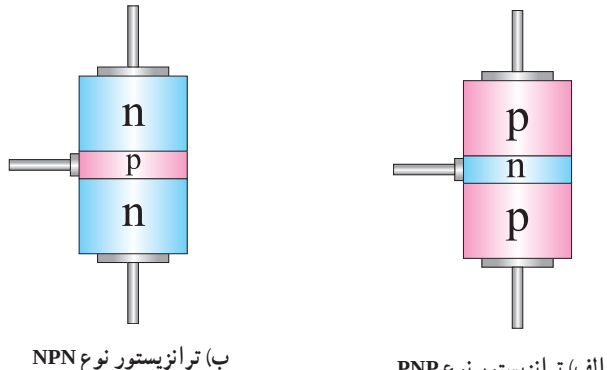
رله ترمیستوری و مدار الکتریکی آن را نشان می‌دهد. وقتی کمپرسور بیکار است رله سرد است و مقاومت بسیار کم شبیه کلید بسته (وصل) است وقتی ولتاژ اعمال می‌شود سیم‌پیچ استارت و سیم‌پیچ اصلی همزمان برقدار می‌شوند و کمپرسور راه‌اندازی می‌شود در چند ثانیه جریانی که از سیم‌پیچ استارت و رله عبور می‌کند باعث گرم شدن بیش از حد رله می‌شود در نتیجه مقاومت ترمیستور خیلی زیاد شده و مانند کلید باز عمل می‌کند و سیم‌پیچ استارت را از مدار خارج می‌کند.



شکل ۱۷ــ۱۱ــ رله استارت ترمیستوری (رله سنگی) کمپرسور یخچال

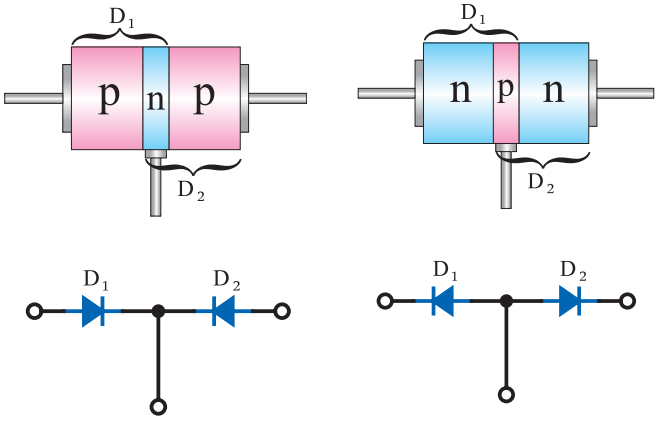
۴ــ۱۱ــ ترانزیستور[2]

از اتصال سه نیمه‌هادی نوع P و N ترانزیستور ساخته می‌شود. نحوهٔ قرار گرفتن نیمه هادی‌های P و N درکنار هم به دو صورت است. از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت دو نوع ترانزیستور PNP و NPN مطابق شکل ۱۸ــ۱۱ می‌توان ساخت.



ب) ترانزیستور نوع NPN — الف) ترانزیستور نوع PNP

شکل ۱۸ــ۱۱



ب) ترانزیستور نوع PNP — الف) ترانزیستور نوع NPN

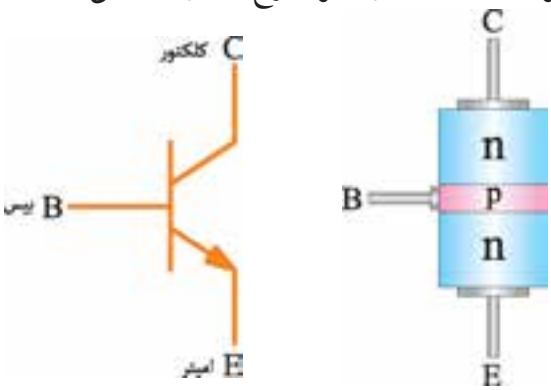
شکل ۱۹ــ۱۱

همان‌طوری که قبلاً نیز اشاره شد از اتصال P و N یک دیود ساخته می‌شود. بر همین اساس می‌توان برای هر نوع ترانزیستور یک مدار معادل دیودی مطابق شکل ۱۹ــ۱۱ رسم کرد.

ترانزیستور دارای سه پایه به نام‌های «امیتر»[3] (E) یعنی منتشرکننده؛ «بیس»[4] (B) یعنی پایه و «کلکتور»[5] (C) یعنی جمع‌کننده است.

۱ PTC Starat Re ay ۲ Trans stor ۳ Em tter ۴ Base ۵ Co ector

شکل ۲۰ــ۱۱ تصویری از وضعیت پایه‌های ترانزیستور به همراه علامت اختصاری هردو نوع آن‌ها را نشان می‌دهد.



الف ب

شکل ۲۰ــ۱۱

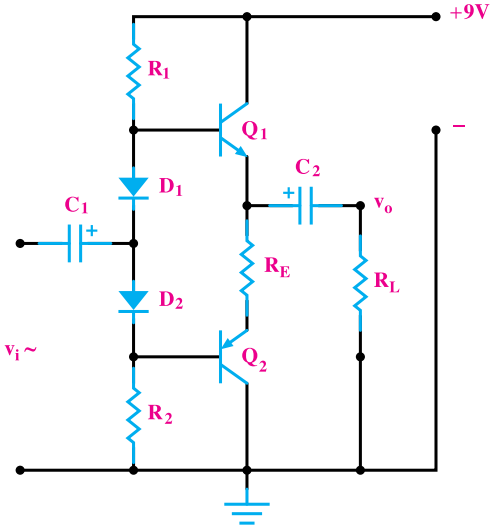
از ترانزیستور در مدارهای الکترونیکی به‌صورت تقویت‌کنندهٔ جریان؛ ولتاژ یا هر دو عامل و هم‌چنین قطع و وصل مدارها استفاده می‌شود. در شکل ۲۱ــ۱۱ تصویری از چند نوع ترانزیستور مشاهده می‌کنید.

الف

ب

شکل ۲۱ــ۱۱

شکل۲۲ــ۱۱ــ الف یک نمونه نقشهٔ الکترونیکی و شکل ۲۲ــ۱۱ــ ب تصویر یک نمونه برد الکترونیکی شوفاژهای دیواری را نشان می‌دهد.



الف ــ نقشهٔ یک مدار الکترونیکی به همراه قطعات

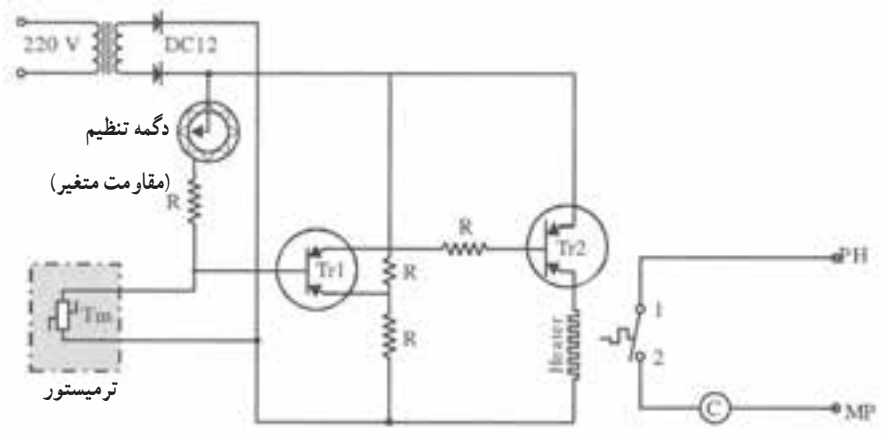
ب ــ برد الکترونیکی شوفاژ دیواری

شکل ۲۲ــ۱۱

۵ــ۱۱ــ ترموستات دیجیتالی (Digital Thermostat)

ترموستات‌های دیجیتالی در مدارهای فرمان سیستم‌های سرمایش و یا گرمایش اطاق و محلی که بایستی درجه حرارت آن کنترل گردد استفاده می‌شوند.

در این ترموستات سنسور درجه حرارت همان ترمیستورها (مقاومت‌های تابع حرارت) می‌باشند که در مدار یک کیت الکترونیکی قرار می‌گیرند شکل ۲۳ــ۱۱ نمونه‌ای از مدار آن را نشان می‌دهد.



شکل ۲۳ــ۱۱ــ مدار داخلی ترموستات دیجیتالی

در مدار فوق یک ترمیستور حس‌کنندهٔ درجهٔ حرارت (TM) برای کنترل دمای اطاق به‌کار رفته است. کنترل‌کنندهٔ دما روی درجه حرارت دلخواه تنظیم می‌شود. هرگاه دمای اطاق بالاتر از میزان تنظیم ترموستات برسد مقاومت ترمیستور کم شده و جریان بیش‌تری از آن عبور می‌کند و این جریان به ترانزیستورهای Tr_1 و Tr_2 رفته و از آن‌جا تقویت می‌گردد و در نهایت به هیتر رسیده و آن را گرم می‌کند. با گرم شدن هیتر کنتاکت حرارتی ۱ به ۲ بسته شده و مدار بوبین C کامل می‌گردد که این بوبین می‌تواند به یک موتور کمپرسور یا یک موتور فن‌کویل فرمان دهد و آن را روشن نماید. و زمانی که درجه حرارت اطاق به میزان کافی پایین آمد، مقاومت ترمیستور افزایش می‌یابد و برق هیتر قطع می‌گردد و دو کنتاکت ۱ به ۲ باز شده و مدار بوبین نیز قطع می‌گردد و نهایتاً مدار کمپرسور یا فن‌کویل نیز قطع می‌شود. ترمیستورسنسوری بسیار حساس است و درجه حرارت فضای اطاق را در حد معینی ثابت نگه می‌دارد و دقت آن در حدود کسری از یک درجه حرارت می‌باشد.

۶ــ۱۱ــ ترانس‌دیوسر

ترانس دیوسر به وسایل مختلفی اطلاق می‌شود که در مقابل تغییرات یک نوع انرژی حساس‌اند و از این حساسیت آن‌ها می‌توان برای کنترل نوع دیگری از انرژی استفاده نمود. ترانس دیوسرها ممکن است تحت تأثیر فشار، درجهٔ حرارت، حرکت سیال‌ها، ارتعاش، ولتاژ الکتریکی و سایر انواع انرژی کار کند.

یک جریان متغیر ضعیفی راکه از ترانس دیوسر می‌گذرد می‌توان توسط یک تقویت‌کننده تقویت نمود و سپس این جریان تقویت شده را برای به‌کار انداختن یک نشان‌دهنده یا یک مدار کنترل‌کننده به کار برد. یک نمونه کاربرد ترانس دیوسر در شکل ۲۴ــ۱۱ نشان داده شده است. در این مورد یک ترانس دیوسر حساس به فشار در کنار لولهٔ A که حامل مایع تحت فشار است کار گذاشته شده است. ترانس دیوسر B تغییرات فشار را به تغییرات جریان الکتریکی تبدیل می‌کند. در تقویت‌کنندهٔ C جریان الکتریکی تقویت می‌شود و سپس به D که یک رله است

وارد می‌گردد و رلهٔ مزبور تغییرات ضعیف فشار را به یک ثبات نشان‌دهندهٔ فشار، لامپ، اسیلوسکوپ یا نشان‌دهنده‌های دیگر منتقل می‌کند.

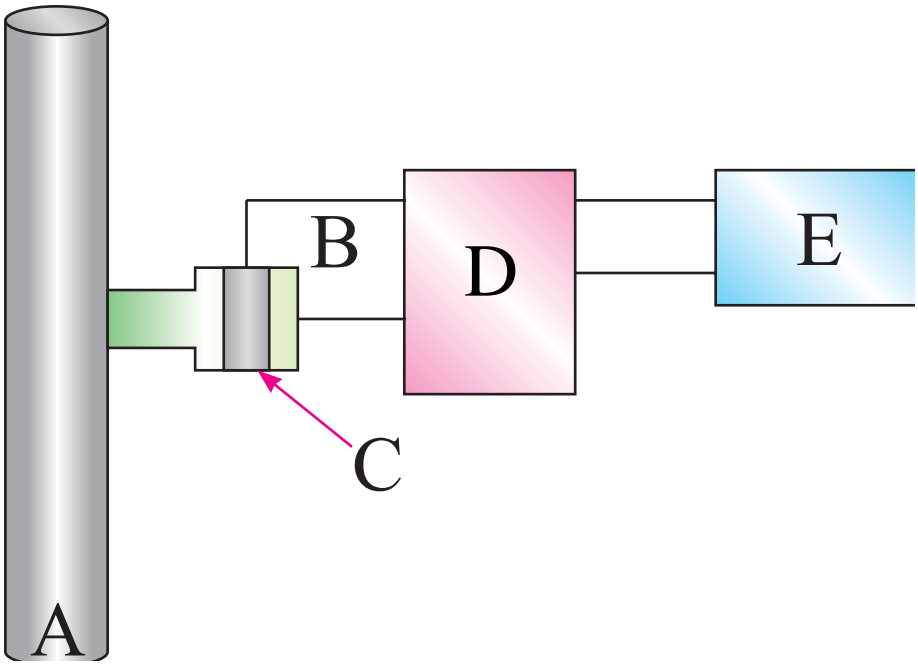
A ــ لولهٔ حامل مایع تحت فشار

B ــ ترانس‌دیوسر

C ــ کریستال

D ــ تقویت‌کننده

E ــ وسیلهٔ ثبت‌کننده یا نشان‌دهندهٔ فشار



شکل ۲۴ــ۱۱ــ یک مورد نمونهٔ کاربرد ترانس دیوسر

سنسور فشار در پکیج شوفاژ دیواری یکی از کاربردهای ترانس دیوسر است که از آن برای تشخیص زمان بهره‌برداری از شیر آب گرم مصرفی استفاده می‌شود. هنگام باز شدن شیر آب گرم و عبور آب سرد از محل نصب این سنسور و ایجاد اختلاف فشار در طرفین دیافراگم با ارسال پیام به برد الکترونیک، وضعیت شیر سه‌راهه موتوری آب را تغییر داده باعث هدایت آب گرم رادیاتور به مبدل گرمایی شده و امکان استفاده از آب گرم مصرفی را فراهم می‌آورد.

پرسش‌های فصل یازدهم

◄پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱ــ برای حذف نوسان‌های موج DC شده در یک‌سوسازها خازن چگونه اتصال می‌یابد؟

الف) سری　　ب) موازی　　ج) سری ــ موازی　　د) ستاره

۲ــ در کدام یک افزایش دما موجب افزایش مقاومت می‌شود؟

الف) ترانزیستور　　ب) ترمیستور　　ج) ترانس دیوسر　　د) دیود

۳ــ کدام یک از موارد زیر زمینهٔ کار برای ترانزیستور نیست؟

الف) تقویت ولتاژ　　ب) تقویت فرکانس　ج) تقویت جریان　د) قطع و وصل مدارها

◄پرسش‌های پرکردنی

۴ــ در دیودها به پایهٔ نیمه‌هادی نوع P ..... و به پایهٔ نیمه‌هادی نوع N ..... گفته می‌شود.

۵ــ برای حذف نوسان‌های یک موج دی‌سی (DC) ضربانی از مدارهای ..... یا ..... استفاده می‌شود.

۶ــ از اتصال سه نیمه‌هادی نوع N و P به صورت pnp یک..... ساخته می‌شود.

۷ــ از ترانزیستور در ..... شوفاژ دیواری استفاده شده است.

◄پرسش‌های درست و نادرست

۸ ــ نیمه‌هادی‌های نوع P آماده برای جذب الکترون و نیمه‌هادی‌های نوع N آماده برای از دست دادن الکترون هستند.　　درست ☐　نادرست ☐

۹ــ هرگاه قطب منفی باتری به آند و قطب مثبت آن به کاتد دیود وصل شود، دیود مانند یک کلید وصل عمل می‌کند.　　درست ☐　نادرست ☐

۱۰ــ از دیودها برای تبدیل جریان متناوب به جریان مستقیم استفاده می‌شود.　درست ☐　نادرست ☐

۱۱ــ در ترمیستور نوع PTC افزایش گرما باعث افزایش مقاومت می‌شود.　درست ☐　نادرست ☐

◄پرسش‌های تشریحی

۱۲ــ دو مدار الکتریکی ترسیم کنید که در یکی از آن‌ها دیود جریان برق را هدایت کند و در مدار دیگر جریان برق را هدایت نکند.

۱۳ــ ترانزیستور چگونه ساخته می‌شود؟ انواع آن را با رسم شکل نشان دهید.

۱۴ــ ترانس دیوسر چیست؟ چندنمونهٔ آن رانام ببرید.

۱۵ــ چگونگی استفاده از ترمیستور برای حفاظت از جریان زیاد را توضیح دهید.

۱۶ــ ترمیستور و انواع آن را شرح دهید.
۱۷ــ شیر انبساط ترمیستوری را از روی شکل توضیح دهید.
۱۸ــ رله استارت ترمیستوری را از روی مدار توضیح دهید.
۱۹ــ کاربرد ترانس‌دیوسر در شوفاژ دیواری را توضیح دهید.
۲۰ــ کاربرد ترانس دیوسر را از روی شکل ۲۴ــ۱۱ توضیح دهید.