آشنایی با قطعات الکترونیکی

مقاومت

سلف

خازن

دیود

ترانزیستور

۲ــ۱ــ مقاومت الکتریکی (R)[۱]

مقاومت، عنصر یا قطعه‌ی الکتریکی است که سبب محدود شدن شدت جریان تولیدشده در مدارات الکتریکی می‌شود. به‌عبارت دیگر، مقاومت با عبور جریان مخالفت می‌کند.

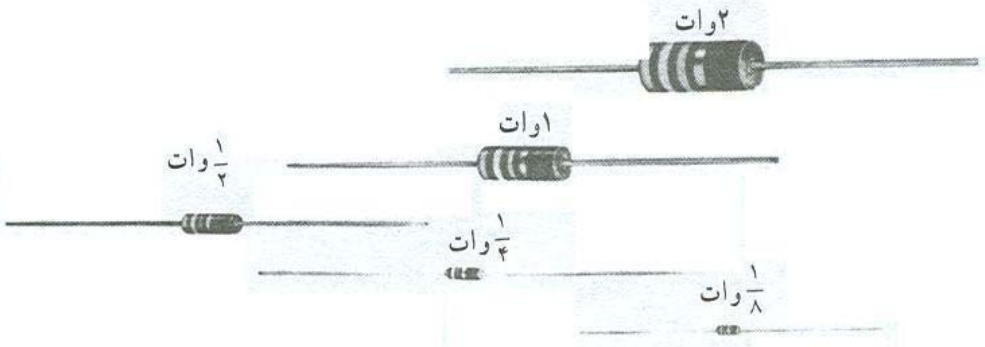
واحد مقاومت اُهم (Ω) است و آن‌را با حرف R نشان می‌دهند. مقاومت دارای انواع مختلف با ویژگی‌های خاص است که به‌طور جداگانه تشریح خواهد شد. علامت اختصاری مقاومت به‌صورت : —▭— یا —∿∿— است.

۳ــ۱ــ مشخصات مهم مقاومت‌ها

۱ــ مقدار اهمی مقاومت: مهم‌ترین مشخصه‌ی یک مقاومت مقدار آن است که بر حسب اهم (Ω)، کیلواهم (KΩ) یا مگااهم (MΩ) بیان می‌شود. مقادیر کیلو و مگا را با این ضرایب می‌توان به اهم تبدیل کرد :

$(۱\,K\Omega = ۱۰^{۳}\,\Omega \quad و \quad ۱\,M\Omega = ۱۰^{۶}\,\Omega)$

۲ــ توان مجاز: ماکزیمم توانی که مقاومت به‌طور دائم می‌تواند تحمل کند را «توان قابل‌تحمّل» گویند. این توان اغلب به‌صورت حرارت در اطراف مقاومت هدر می‌رود. ماکزیمم قدرت مجاز، به حرارت محیط، ولتاژ و جریان مقاومت بستگی دارد. مقادیر استاندارد توان مجاز در مقاومت‌های لایه‌ی کربنی در شکل «۶ــ۱» نشان داده شده است.



شکل ۶ــ۱

مقدار این توان از رابطه‌ی $P = \frac{U^{۲}}{R} = R.I^{۲}$ به‌دست می‌آید. برای بالابردن ضریب اطمینان بهتر است پس از محاسبه‌ی توان از مقاومت با توان مجاز بالاتر استفاده نمود.

۳ــ تلرانس: مقدار واقعی یک مقاومت در عمل با مقداری که به‌وسیله‌ی سازنده قید می‌شود اختلاف دارد. این اختلاف «تلرانس[۲]» یا «درصد خطا» نامیده می‌شود و آن‌را برحسب درصد بیان می‌کنند. میزان خطا بستگی به‌تکنولوژی ساخت و دقّت دستگاه‌های تولید مقاومت دارد. میزان درصد تلرانس معرف حدّ پایینی و حدّ بالایی مقدار مقاومت است؛ برای مثال اگر یک مقاومت ۱۰۰Ω دارای تلرانس ۱۰٪ باشد دارای مقداری بین ۹۰ تا ۱۱۰ اهم است که ۹۰Ω را «حدّ پایینی» و ۱۱۰Ω را «حدّ بالایی» گویند. مقدار تلرانس درمقاومت‌ها به‌صورت عدد برروی مقاومت نوشته شده یا در مقاومت‌هایی با کد رنگی به‌وسیله‌ی رنگ بیان می‌شود. مقاومت‌ها را برحسب مقدار تلرانس به‌چهار دسته تقسیم می‌نمایند :

۱ــ R= Resistor

۲ــ Tolerance

انواع مقاومت‌ها ازنظر تلرانس
- ۱ـ مقاومت‌های معمولی (دارای تلرانس ۵٪ تا ۲۰٪).
- ۲ـ مقاومت‌های نیمه‌دقیق (دارای تلرانس ۱٪ تا ۵٪).
- ۳ـ مقاومت‌های دقیق (دارای تلرانس ۰/۵٪ تا ۱٪).
- ۴ـ مقاومت‌های خیلی دقیق(دارای تلرانس کمتر از ۰/۵٪).

۱ـ انواع مقاومت‌ها

مقاومت‌های الکتریکی را به‌این‌صورت می‌توان تقسیم‌بندی نمود :

- انواع مقاومت‌ها
  - ۱ـ مقاومت‌های ثابت
    - ۱ـ کربنی
      - الف ـ لایه‌ی کربنی
    - ۲ـ لایه‌ای
      - ب ـ لایه‌ی فلزی
    - ۳ـ سیمی
      - ج ـ لایه‌ی اکسید فلز
  - ۲ـ مقاومت‌های متغیر
    - ۱ـ قابل تنظیم
      - الف ـ پتانسیومتر
      - ب ـ رئوستا
    - ۲ـ وابسته (تابع)
      - الف ـ تابع حرارت TDR
        - ۱ـ PTC
        - ۲ـ NTC
      - ب ـ تابع نور LDR
      - ج ـ تابع ولتاژ VDR
      - د ـ تابع میدان MDR

توضیح: در این تقسیم‌بندی از انواع مقاومت‌های ثابت، تنها به توضیحاتی درباره‌ی مقاومت‌های سیمی اکتفا شده و هم‌چنین از مجموعه‌ی مقاومت‌های متغیر، فقط مقاومت‌های وابسته بررسی شده است، زیرا در درس «مبانی برق» با سایر موارد آشنا شده‌اید.

۵ ـ ۱ـ مقاومت‌های ثابت

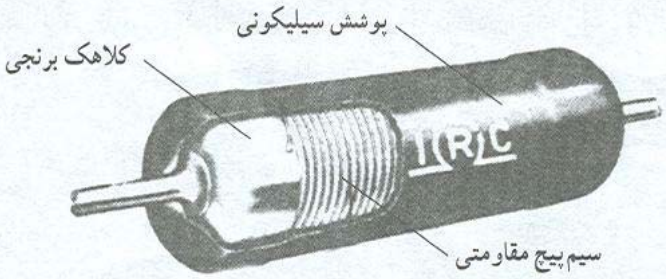
مقاومت‌های ثابت به آن‌دسته از مقاومت‌ها گفته می‌شود که مقدارشان همواره ثابت است.

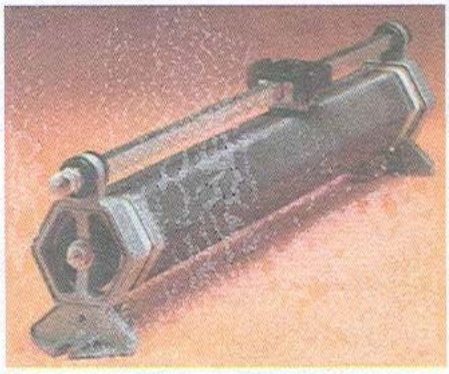
۱ـ۵ـ۱ـ مقاومت‌های سیمی: مقاومت سیمی[1] از پیچیدن طول معینی سیم مقاومت‌دار از جنس آلیاژهای مختلف نیکل بر روی استوانه‌ای عایق از جنس سرامیک ساخته می‌شود. این مقاومت عموماً برای توان‌های بالا (۲ تا ۲۵۰ وات) ساخته می‌شود. این ویژگی خاص، آن‌ها را از سایر مقاومت‌ها متمایز می‌سازد ؛ هم‌چنین انواع خاصی از مقاومت سیمی نیز برای مصارف تلرانس پایین (تا حدود ۰/۰۵٪ به‌منظور مقاومت دقیق[2]

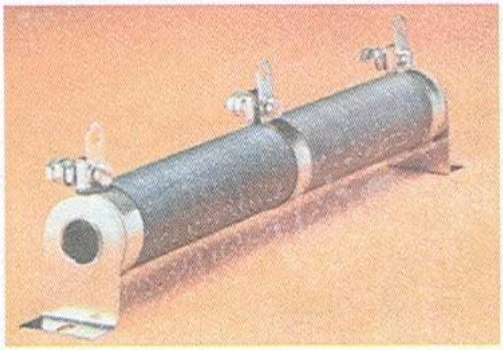
۱ـ Wire wound Resistor

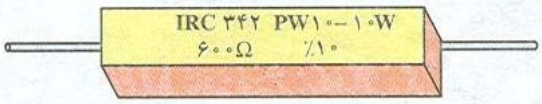
۲ـ Precision wire wound Resistor

(با توان $\frac{1}{4}$ تا ۲ وات) ساخته می‌شوند. در شکل ۷ــ۱ چند نمونه مقاومت سیمی دیده می‌شود.





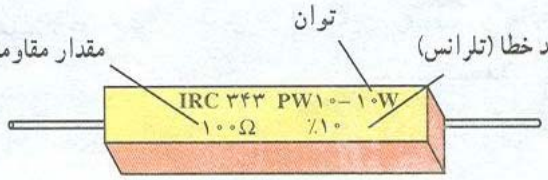




مقاومت آجری

شکل ۷ــ۱

مقاومت‌های سیمی توان ۲ وات به بالا عموماً در یک محفظه مانند سیمان با مقطع مربع ــ مستطیل شکل ساخته می‌شوند و به «مقاومت‌های آجری» معروفند. شکل خاص محفظه‌ی مقاومت‌های آجری این امکان را فراهم می‌آورد که برای خنک‌کردن بتوان آن‌ها را بر روی ورقه‌ی فلزی خنک‌کننده (رادیاتور[1]) قرار داد. مقاومت‌های آجری در مدارهای صوتی و تصویری به‌منظور کاهش‌دهنده‌ی ولتاژ استفاده می‌شوند، اما امروزه با به‌کارگیری نیمه‌هادی‌ها و پایین آمدن ولتاژ کار مدارها، از این مقاومت‌ها کم‌تر استفاده می‌گردد. یکی از ویژگی‌های خوب مقاومت سیمی این است که به هنگام سوختن شعله‌ور نشده هم‌چنین پس از سوختن، کاملاً قطع می‌شود؛ به همین‌دلیل، در بسیاری از مدارها به‌عنوان مقاومت فیوزی[2] استفاده می‌شود و به‌آن «مقاومت حفاظتی[3]» نیز می‌گویند (شکل ۸ ــ۱). زیرا این مقاومت‌ها در حالت عادی به‌صورت یک مقاومت معمولی عمل



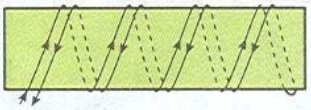
مقاومت آجری

شکل ۸ ــ۱

۱ــ Heat sink
۲ــ Fusible Resistor
۳ــ Safety Resistor

می‌کنند و چنان‌چه جریان عبوری آن از حد معینی بیش‌تر شود مانند یک فیوز قطع می‌شوند.

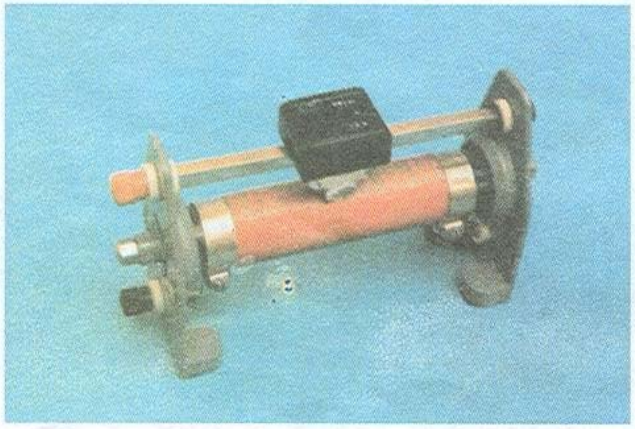
مقاومت سیمی به‌سبب «سیم‌پیچ بودن» دارای خاصیت «اندوکتانس» (خودالقایی) بوده که این نوعی عیب برای آن محسوب می‌شود. خاصیت خودالقایی حاصل در فرکانس‌های بالا مشکل ایجاد می‌کند. البته در این‌گونه موارد توانسته‌اند با روش پیچیدن سیم به‌صورت دولایی یا بی‌فیلار[1] تا حد زیادی این مشکل را برطرف نمایند. در این روش سیم‌های رفت و برگشت در کنار هم قرار گرفته و عبور جریان‌های مساوی و مخالف هم تا حد زیادی خاصیت خودالقایی را کاهش می‌دهد. در شکل ۹ــ۱ پیچیدن سیم به‌روش بی‌فیلار، روی استوانه سرامیکی نشان داده شده است.



شکل ۹ــ۱ــ پیچیدن سیم به روش دولایی (بی‌فیلار)

مقاومت‌های سیمی دارای انواع مختلفی هستند که اغلب براساس ساختمان داخلی آن‌ها نام‌گذاری شده‌اند که ازجمله می‌توان مقاومت‌های سیمی با پوشش «آلومینیومی»، «سیلیکونی» و «سرامیکی» را نام برد. مقاومت‌های سیمی در قالب مقاومت‌های متغیر نیز ساخته می‌شوند که در شکل ۱۰ــ۱ دو نمونه‌ی دیگر از آن نشان داده شده است. از مقاومت‌های سیمی در مدار تحریک مولدهای dc، در مدارات راه‌اندازی و کنترل سرعت موتورهای ac، کنترل جریان دیمرها و نظایر آن استفاده می‌شود.

الف ــ مقاومت سیمی متغیر



ب ــ مقاومت سیمی متغیر (رئوستا)

شکل ۱۰ــ۱

۱ــ Bifilar

۶ــ۱ــ مقاومت‌های متغیر

مقاومت‌های متغیر به مقاومت‌هایی اطلاق می‌شود که مقدارشان ثابت نبوده و قابل تغییر می‌باشد.

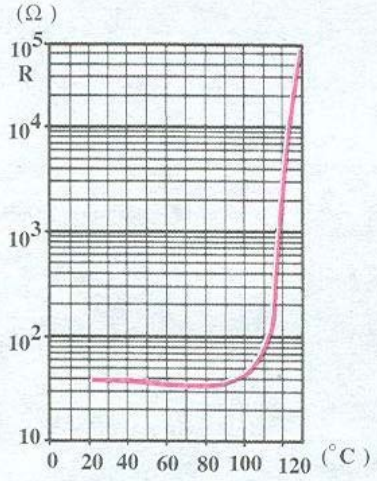
۱ــ۶ــ۱ــ مقاومت‌های متغیر وابسته : به آن دسته از مقاومت‌های متغیر «وابسته» گفته می‌شود که به‌وسیله‌ی عواملی از قبیل نور، حرارت، ولتاژ و... مقدار مقاومتشان تغییر کند. این مقاومت‌ها انواع مختلفی دارد که عبارت‌اند از :

الف ــ مقاومت‌های تابع حرارت (ترمیستور[1])

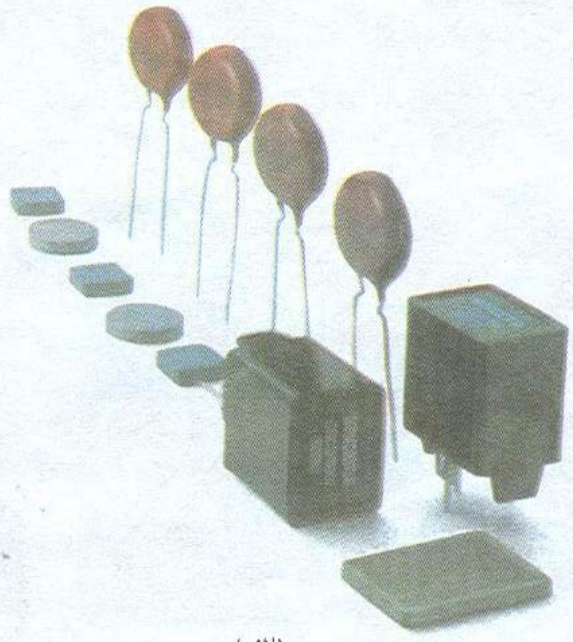
مقدار اهم این مقاومت‌ها تابع حرارت است. یعنی، در اثر حرارت میزان مقاومتشان تغییرمی‌کند. مقاومت‌های حرارتی را تحت‌عنوان «ترمیستور» می‌شناسیم. تغییرات در مقاومت به ضریب حرارتی آن که مثبت یا منفی باشد($\pm\alpha$) بستگی دارد. در این مقاومت‌ها تغییرات مقدار مقاومت نسبت به تغییرات دما خطی نیست. از این مقاومت‌ها در مدارها به‌صورت حس‌کننده[2]های حرارتی در مسیر دستگاه‌های الکتریکی نظیر موتورهای الکتریکی، کوره‌ها، سیستم‌های تهویه و تبرید استفاده می‌شود. به‌طور کلی ترمیستورها در مداراتی که دما را اندازه‌گیری یا کنترل می‌کنند به‌کار می‌روند و در دو نوع ساخته می‌شوند :

۱ــ ترمیستور با ضریب حرارتی مثبت (PTC)[3]:

PTC نوعی ترمیستور است که با افزایش دما مقدار مقاومت آن افزایش می‌یابد. مقدار اهم مقاومت‌های PTC را در دمای ۲۵°C بیان می‌کنند. هم‌چنین علاوه بر این مقدار، دمایی را که در آن مقاومت PTC دوبرابر می‌شود، قید می‌کنند. به این دما «دمای سوئیچ» می‌گویند. منحنی تغییرات مقاومت نسبت به حرارت PTC به‌همراه تصویر چند نمونه از آن در شکل ۱۱ــ۱ نشان داده شده است.



منحنی مقاومت ــ حرارت یک ترمیستور PTC



(ب) (الف)

شکل ۱۱ــ۱

۲ــ ترمیستور با ضریب حرارتی منفی (NTC)[4]:

NTC نوعی ترمیستور است که با افزایش دما مقدار مقاومتش کاهش می‌یابد. یعنی این نوع مقاومت‌ها دارای ضریب حرارتی منفی هستند. در انتخاب مقاومت‌های NTC به ماکزیمم قدرت مجاز مقاومت نیز باید توجه کرد. منحنی تغییرات مقاومت نسبت به تغییرات دما در NTC به‌صورت غیرخطی و نزولی است.

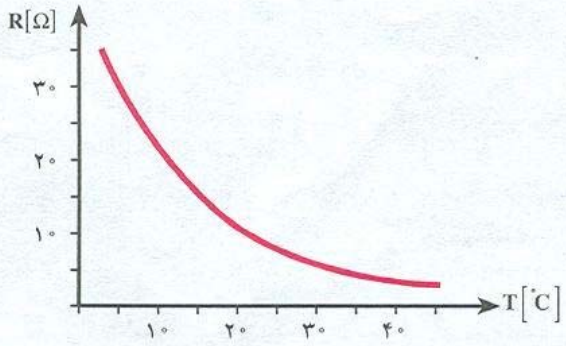
۱ــ **Tehrm**ally sensitive resi**stor** = THERMISTOR

۲ــ Sensor

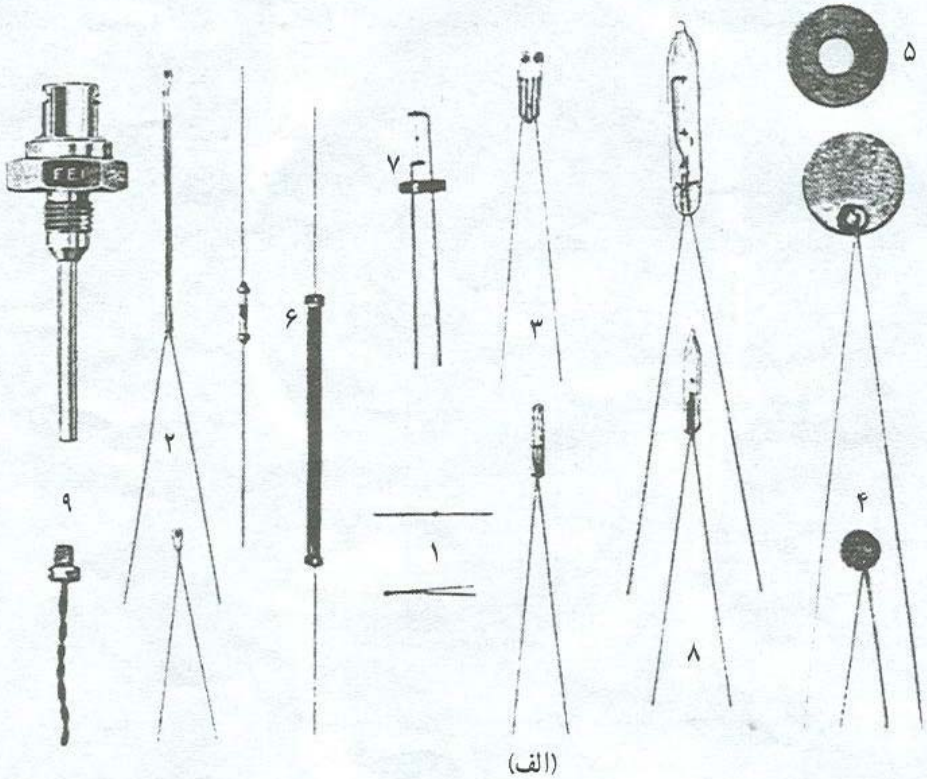
۳ــ PTC = Positive Temperature Coefficient

۴ــ NTC = Negative Temperature Coefficient

در شکل ۱۲ـ۱ منحنی مشخصه‌ی NTC و در شکل ۱۳ـ۱ چند نمونه مقاومت «NTC» همراه علامت اختصاری آن نشان داده شده است.



شکل ۱۲ـ۱



۱ـ نوع مهره‌ای
۲ـ پایه‌ی شیشه‌ای
۳ـ دارای مهره و پایه‌ی قابل تعویض
۴ـ نوع دیسکی
۵ ـ نوع واشری
۶ـ نوع میله‌ای
۷ـ نوع گازی
۸ ـ نوع شیشه‌ای (گاز ـ خلأ)
۹ـ نوع مخصوص

(الف)

(ب)

شکل ۱۳ـ۱ـ تصاویر ترمیستورهای عمومی NTC

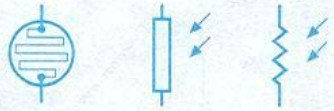
ب ـ *مقاومت‌های تابع نور (LDR)*[۲]:

مقدار مقاومت تابع نور (LDR) تابع تغییرات شدت نور تابیده شده به سطح آن است. مقاومت تابع نور در فضای تاریک دارای مقاومت خیلی زیاد (درحد مگااهم) و در روشنایی دارای مقاومت کم (درحد کیلو یا اهم) است. مقاومت‌های LDR را «فتورزیستور» هم می‌نامند. برای این که نور روی عنصر مقاومتی

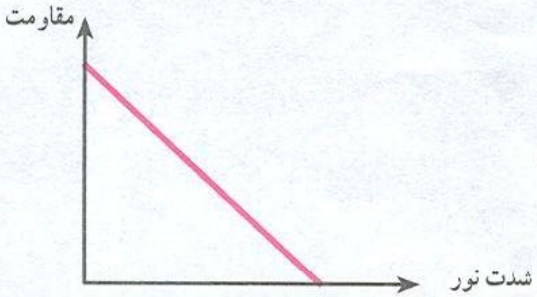
۱ـ علامت اختصاری PTC مشابه علامت اختصاری NTC است با این تفاوت که فقط به جای ـ علامت + گذاشته می‌شود.

۲ـ LDR = Light Dependent Resistor

فتورزیستور اثر گذارد معمولاً سطح ظاهری آن‌را با شیشه یا پلاستیک شفاف می‌پوشانند. در شکل ۱۴ــ۱ نمای ظاهری و علامت اختصاری و در شکل ۱۵ــ۱ منحنی تغییرات مقاومت نسبت به نور نشان داده شده است.



شکل ۱۴ــ۱ــ نمای ظاهری و علامت اختصاری یک فتورزیستور

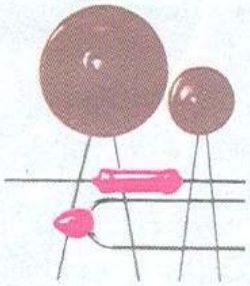


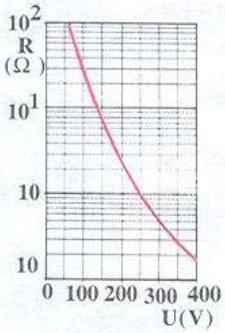
شکل ۱۵ــ۱

از این مقاومت درمدارات الکترونیکی به‌عنوان تشخیص‌دهنده‌ی نور (نورسنج) استفاده می‌شود. ازجمله کاربردهای این مقاومت استفاده‌ی آن در دوربین‌های عکاسی و کلیدهای نوری و چشم‌های الکترونیکی است.

مقاومت‌های تابع ولتاژ (VDR)[1]:

مقاومت‌های تابع ولتاژ (VDR) مقاومت‌هایی هستند که متناسب با تغییر ولتاژ مقاومت آن‌ها تغییر می‌کند تا همواره ولتاژ یکسانی در مدار وجود داشته باشد. مقاومت VDR را تحت‌عنوان «واریستور»[2] نیز می‌شناسند. مقدار اهم این مقاومت‌ها با ولتاژ رابطه‌ی معکوس دارد؛ یعنی با افزایش ولتاژ مقدار اهم آن‌ها کاهش می‌یابد. شکل ظاهری چند واریستور به‌همراه منحنی مشخصه‌ی تغییرات مقاومت نسبت به ولتاژ آن‌ها در شکل ۱۶ــ۱ نشان داده شده است.



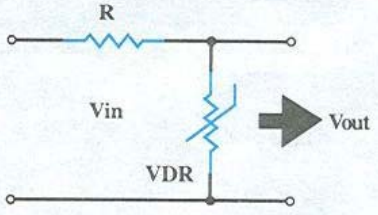


۱۶ــ۱ــ منحنی مقاومت ــ ولتاژ یک واریستور و نمای ظاهری چند واریستورمختلف

واریستورها به پلاریته ولتاژ اعمال شده وابسته نیستند که این خود مزیّتی برای این نوع مقاومت‌ها محسوب می‌شود، زیرا برای استفاده درمدارات AC بسیارمناسب هستند. ازجمله کاربردهای این مقاومت عبارت‌اند از:

الف ــ تثبیت کننده‌های ولتاژ (شکل ۱۷ــ۱).

ب ــ حفاظت مدارها در مقابل اضافه ولتاژها در لحظات

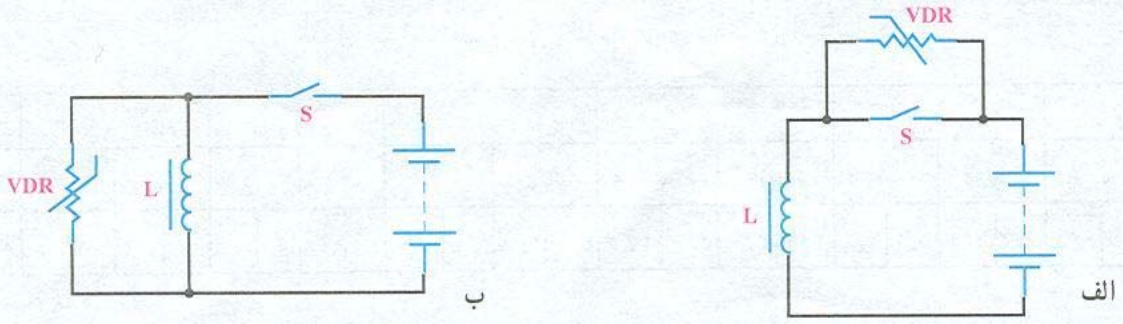


شکل ۱۷ــ۱ــ رگولاتور ولتاژ

۱ــ VDR = Voltage Dependent Resistor

۲ــ VARISTOR

قطع و وصل کلید (شکل ۱۸ــ۱).



شکل ۱۸ــ۱ــ حفاظت کلید از ولتاژ القایی سلف با استفاده از واریستور

مقاومت‌های تابع میدان مغناطیسی (MDR)[1]:

مقاومت‌های تابع میدان (MDR) به مقاومت‌هایی گفته می‌شود که به سبب اثرمیدان مغناطیسی بر آن‌ها مقدار اهمشان تغییر می‌کند. در ساخت این مقاومت‌ها از نیمه‌هادی‌هایی استفاده شده که دارای ضریب حرارتی منفی هستند؛ به همین دلیل، درصورت افزایش دما مقدار مقاومت آن‌ها کاهش می‌یابد.

۷ــ۱ــ استانداردهای مقاومت

قطعات تولیدی کارخانجات مختلف ممکن است در نقاط مختلف جهان استفاده شود؛ از این‌رو ضروری است که تمامی آن‌ها به‌منظور تولید قطعات خود ازنظر مقدار و سایر مشخصات از روش‌ها و استانداردهای خاص پیروی کنند. معمول‌ترین آن «استاندارد اروپایی» است که با حرف (E)[2] مشخص می‌شود. این استاندارد خود شامل سری‌های مختلفی است:

E_6 , E_{12} , E_{24}

همان‌گونه که گفته شد مقدار مقاومت و تلرانس ازجمله عوامل مهم انتخاب مقاومت هستند. درصد تلرانس سبب به‌وجود آمدن محدوده‌ای برای مقاومت می‌شود؛ برای مثال مقاومت ۱ کیلواهمی با تلرانس ۱۰٪ می‌تواند از مقدار ۹۰۰Ω تا ۱۱۰۰Ω داشته باشد و در واقع محدوده‌ای را می‌پوشاند. با درنظر گرفتن این مطلب می‌توان گفت: مقاومت‌هایی که در ردیف قبل و بعد از این قرار می‌گیرند طوری تلرانس برای آن‌ها محاسبه و درنظر گرفته می‌شود که محدوده‌ی مقدار مقاومت‌های دیگر را نپوشانند؛ یعنی برای مثال یاد شده مقاومت قبلی نمی‌تواند بیش‌تر از ۹۰۰Ω و مقاومت بعد از آن نیز نمی‌تواند از ۱۱۰۰Ω کم‌تر باشد.

بنابراین با توجه به میزان تلرانس مقاومت‌ها، سری‌های استانداردی مختلفی موجود است. در این‌جا سه سری استاندارد مقاومتی آمده است:

سری E_6 ــ این سری دارای ۶ قسمت و تلرانس مقاومت‌های آن ۲۰ درصد است.

سری E_{12} ــ این سری دارای ۱۲ قسمت و تلرانس مقاومت‌های آن ۱۰ درصد است.

سری E_{24} ــ این سری دارای ۲۴ قسمت و تلرانس مقاومت‌های آن ۵ درصد است.

۱ــ MDR = MAGNETIC Dependent Resistor

۲ــ از کلمه‌ی «European» به معنی اروپایی گرفته شده است.

جدول ۱ــ۱ تقسیم‌بندی هر سری را نشان می‌دهد.

جدول ۱ــ۱ــ تقسیم‌بندی یک دهه برای سه سری استاندارد

سری E_6	۱/۰				۱/۵				۲/۲				۳/۳				۴/۷				۶/۸			
سری E_{12}	۱/۰		۱/۲		۱/۵		۱/۸		۲/۲		۲/۷		۳/۳		۳/۹		۴/۷		۵/۶		۶/۸		۸/۲	
سری E_{24}	۱/۰	۱/۱	۱/۲	۱/۳	۱/۵	۱/۶	۱/۸	۲	۲/۲	۲/۴	۲/۷	۳/۰	۳/۳	۳/۶	۳/۹	۴/۳	۴/۷	۵/۱	۵/۶	۶/۲	۶/۸	۷/۵	۸/۲	۹/۱

هریک از سه سری شامل اعدادی هستند که به آن‌ها «اعداد پایه» می‌گویند و با ضرب یا تقسیم اعداد هرسری در مضارب ۱۰ می‌توان مقادیر مختلفی از این سری‌ها را به‌دست آورد. برای مثال، با داشتن عدد پایه‌ی ۱/۵ می‌توان به مقاومت‌هایی که در این سری‌ها ساخته می‌شوند، (۰/۱۵Ω، ۱/۵Ω، ۱۵Ω، ۱۵۰Ω، ۱۵۰۰Ω، ۱۵kΩ، ۱۵۰kΩ و ۱/۵MΩ) پی برد.

از سری‌های E_6 و E_{12} و E_{24} برای استاندارد نمودن ظرفیت خازن‌ها و ضریب خودالقایی سلف‌ها نیز استفاده می‌شود. البته سری‌های دیگری نیز هم‌چون E_{48} و E_{96} و E_{192} وجود دارند.

۸ ــ۱ــ تشخیص مقدار اهم مقاومت‌ها

مقدار اهم مقاومت‌ها به سه روش مشخص می‌شوند که عبارت‌اند از :

۱ــ نوارهای رنگی، ۲ــ رمزهای عددی و ۳ــ نوشتن مقدار مقاومت.

۱ــ تشخیص مقدار مقاومت با استفاده از نوارهای رنگی: مقاومت‌های توان کم دارای ابعاد کوچک هستند ؛ به همین دلیل مقدار مقاومت و تلرانس را به وسیله‌ی نوارهای رنگی مشخص می‌کنند که خود این روش به دو شکل صورت می‌گیرد :

الف ــ روش چهارنواری ب ــ روش پنج‌نواری.

روش چهارنواری که معمول‌تر هم است برای تعیین مقاومت‌های با تلرانس ۲٪ به بالا استفاده می‌شود. در این روش از دو رنگ اول برای عدد، رنگ سوم برای ضریب و رنگ چهارم برای تلرانس استفاده می‌شود. چنانچه مقاومت، رنگ چهارم نداشته باشد بی‌رنگ محسوب شده و تلرانس آن‌را ۲۰٪ درنظر می‌گیریم. روش پنج‌نواری نیز برای مقاومت‌های دقیق و خیلی دقیق (تلرانس کم‌تر از ۲٪) استفاده می‌شود.

در این روش سه رنگ اول معرف «عدد»، رنگ چهارم معرف «ضریب» و رنگ پنجم بیانگر «تلرانس» است. نوارهای رنگی مقاومت‌های چهار رنگ و پنج‌رنگ در شکل ۱۹ــ۱ نشان داده شده است.

کد رنگی براساس استاندارد IEC

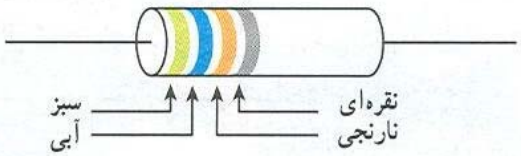
تلرانس	ضریب	عدد	عدد	عدد
نوارپنجم	نوارچهارم	نوار سوم	نوار دوم	نوار اول
	–	۰	۰	۰ سیاه
±٪۱ قهوه‌ای	۰	۱	۱	۱ قهوه‌ای
±٪۲ قرمز	۰۰	۲	۲	۲ قرمز
	۰۰۰	۳	۳	۳ نارنجی
	۰۰۰۰	۴	۴	۴ زرد
±٪۰/۵ سبز	۰۰۰۰۰	۵	۵	۵ سبز
±٪۰/۲۵ آبی	۰۰۰۰۰۰	۶	۶	۶ آبی
±٪۰/۱ بنفش		۷	۷	۷ بنفش
طلایی:۱۰		۸	۸	۸ خاکستری
نقره‌ای:۱۰۰		۹	۹	۹ سفید

تلرانس	ضریب	عدد	عدد	عدد
نوارچهارم	نوار سوم	نوار دوم	نوار اول	
	–	۰	۰	۰ سیاه
	۰	۱	۱	۱ قهوه‌ای
±٪۲ قرمز	۰۰	۲	۲	۲ قرمز
	۰۰۰	۳	۳	۳ نارنجی
	۰۰۰۰	۴	۴	۴ زرد
	۰۰۰۰۰	۵	۵	۵ سبز
	۰۰۰۰۰۰	۶	۶	۶ آبی
		۷	۷	۷ بنفش
±٪۵ طلایی	طلایی:۱۰	۸	۸	۸ خاکستری
±٪۱۰ نقره‌ای	نقره‌ای:۱۰۰	۹	۹	۹ سفید

شکل ۱۹ــ۱

باید توجه نمود که رنگ نوار اول هرگز سیاه نیست و در ضمن اگر نوار رنگی معرف ضریب، طلایی باشد ضریب ۰/۱ و اگر نقره‌ای باشد ضریب ۰/۰۱ است.

مثال ۱: نوارهای رنگی مقاومتی، مطابق شکل روبه‌رو است، مقدار مقاومت و تلرانس آن چه‌قدر است؟

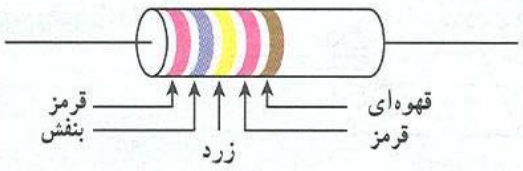


حلّ: $۵۶\times۱۰^{۳}=۵۶K\Omega\pm٪۱۰$

مثال ۲: اگر مقدار مقاومتی $۲/۲K\Omega\pm٪۵$ باشد کدهای رنگی آن‌را مشخص کنید.

حلّ: با توجه به جدول نوارهای رنگی می‌توان نوشت :

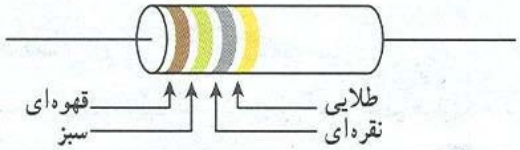
(طلایی ــ قرمز ــ قرمز ــ قرمز)



مثال ۳: مقدار مقاومت و درصد خطای شکل داده شده چقدر است؟

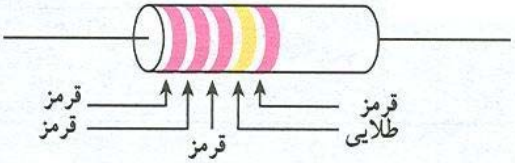
حلّ: $۲۷/۴K\Omega\pm٪۱=۲۷۴۰۰\Omega\pm٪۱$

مثال ۴: با توجه به جدول کدهای رنگی مقدار اهم و تلرانس مقاومت را تعیین کنید :



حلّ: $۱۵\times۰/۰۱=۰/۱۵\pm٪۵$

مثال ۵: مقدار اهم و تلرانس مقاومت پنج‌رنگ روبه‌رو را تعیین کنید :



حلّ : $۲۲۲ \times ۰/۱ = ۲۲/۲\Omega \pm ٪۲$

۲ــ تشخیص مقدار مقاومت با استفاده از رمز حروف:

روش دیگری که برای نشان دادن مقدار مقاومت‌ها به‌کار می‌رود استفاده از حروف خاصی است که به‌صورت رمز، مقدار و درصد تلرانس مقاومت را بیان می‌کند. در جدول ۲ــ۱ و ۳ــ۱ معانی حروفی که برای ضریب و تلرانس به‌کار می‌روند بیان شده است.

جدول ۲ــ۱ــ معنی حرف ضریب

حرف	R یا E	K	M
ضریب	$\times ۱$	$\times (۱۰)^{۳}$	$\times (۱۰)^{۶}$

در این روش حرف اول ضریب و حرف دوم تلرانس بوده، چنان‌چه مقدار عددی دارای ممیز باشد از همان حروف به‌منظور ممیّز استفاده می‌شود.

مثال ۱: مقدار و تلرانس مقاومتی که به‌صورت رمز بر روی آن ۵R۶K نوشته شده چه‌قدر است؟

حلّ: با توجه به جدول داریم : $R = ۵/۶\Omega \pm ٪۱۰$

مثال ۲: مقدار اهم و تلرانس مقاومتی که به‌صورت رمز R۲۷F نشان داده شده را تعیین کنید :

حلّ: $R = ۰/۲۷\Omega \pm ٪۱$

مثال ۳: بر روی مقاومتی به‌صورت رمز ۲M۲M نوشته شده است مقدار اهم و تلرانس آن چه‌قدر است؟

جدول ۳ــ۱ــ معنی حرف تلرانس

حرف	B	C	D	F	G	H	J	K	M
تلرانس	٪۰/۱	٪۰/۲۵	٪۰/۵	٪۱	٪۲	٪۳	٪۵	٪۱۰	٪۲۰

حلّ: $R = ۲/۲M\Omega \pm ٪۲۰$

مثال ۴: معنای حروف رمز مقاومت ۲۲KK چیست؟

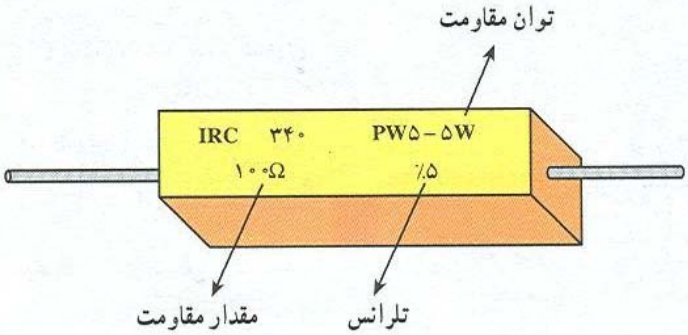
حلّ: K اول معرف $K\Omega$

K دوم معرف $\pm ٪۱۰$ تلرانس

$R = ۲۲K\Omega \pm ٪۱۰$

۳ــ تشخیص مقدار مقاومت با استفاده از مقدار نوشته شده:

در این روش مقدار مقاومت و تلرانس آن مستقیماً روی مقاومت نوشته می‌شود ؛ مانند : مقاومت شکل ۲۰ــ۱.



شکل ۲۰ــ۱

۹ــ۱ــ سلف

سلف یا سیم‌پیچ، یک قطعه الکتریکی است که از طریق پیچیدن سیم به شکل حلقه‌ای ساخته می‌شود و می‌تواند انرژی الکتریکی را به صورت میدان‌های الکترو مغناطیسی ذخیره کند. سلف از دو قسمت اصلی تشکیل شده است.

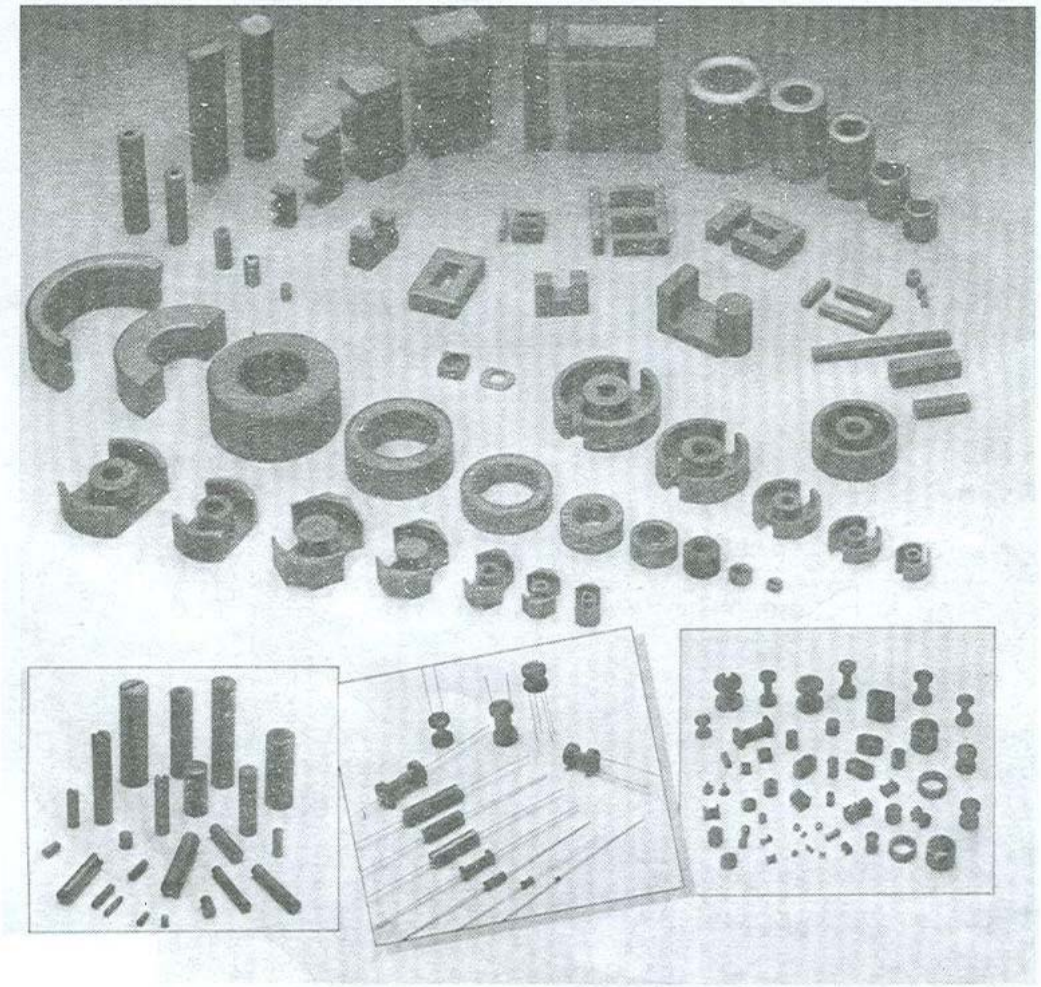
الف ــ سیم‌پیچ: سیم‌پیچ از پیچیدن طول معینی از یک سیم‌هادی با روکش عایق بر روی یک پایه‌ی عایق شکل می‌گیرد.

ب ــ هسته: قسمتی است که درون سیم‌پیچ قرار می‌گیرد

بالا (۵۰مگاهرتز به بالا) به علت استفاده از سلف‌های با خودالقایی کم جنس هسته از هوا است.

در شکل ۲۱ــ۱ نمونه‌هایی از سلف‌ها و ترانس‌های کوچک نشان داده شده است. در سلف‌های باخودالقایی زیاد در صورتی که هسته از هوا باشد ابعاد سلف بزرگ می‌شود، بنابراین، هسته‌ی مناسب در صنعت الکترونیک فریت‌ها هستند. در شکل۲۲ــ۱ تعدادی از فریت‌های آماده برای سلف‌ها و ترانسفورماتورها نشان داده شده است.

شکل ۲۱ــ۱



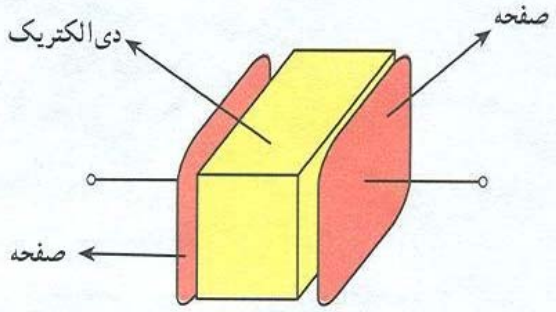
شکل ۲۲ــ۱ــ نمونه‌هایی از فریت‌های آماده برای سلف‌ها و ترانسفورماتورهای کوچک

فریت: به‌طورکلی اصطلاح «فریت» به مواد سرامیکی‌ای گفته می‌شود که دارای خواص فرومغناطیس باشند. فریتی که در سلف‌ها بیش‌تر استفاده می‌شود در شمار فریت‌های نرم[1] هستند.

۱۰ــ۱ــ خازن

خازن المانی است که انرژی الکتریکی را توسط میدان الکترواستاتیکی (بارالکتریکی) در خود ذخیره می‌نماید. ساختمان داخلی خازن از دو قسمت اصلی تشکیل شده است:

الف ــ صفحات هادی ب ــ عایق بین هادی‌ها (دی‌الکتریک).



شکل ۲۳ــ۱

بنابراین هرگاه دو هادی در مقابل هم قرار گرفته و در بین آن‌ها عایقی قرار داده شود، تشکیل خازن می‌دهند. معمولاً صفحات هادی خازن از جنس آلومینیوم، روی و نقره با سطح نسبتاً زیاد بوده و در بین آن‌ها عایقی (دی‌الکتریک) از جنس هوا، کاغذ، میکا، پلاستیک، سرامیک، اکسید آلومینیوم و اکسید تانتالیوم استفاده می‌شود.

هرچه ضریب دی‌الکتریک یک ماده‌ی عایق بزرگ‌تر باشد آن دی‌الکتریک دارای خاصیت عایقی بهتر است.

در جدول ۴ــ۱ مقدار ضریب دی‌الکتریک چند نوع عایق آمده است.

برای مثال، با دقت در جدول ۴ــ۱ می‌توان دریافت که خاصیت عایقی اکسیدآلومینیوم ۷ برابر خاصیت عایقی هوا است.

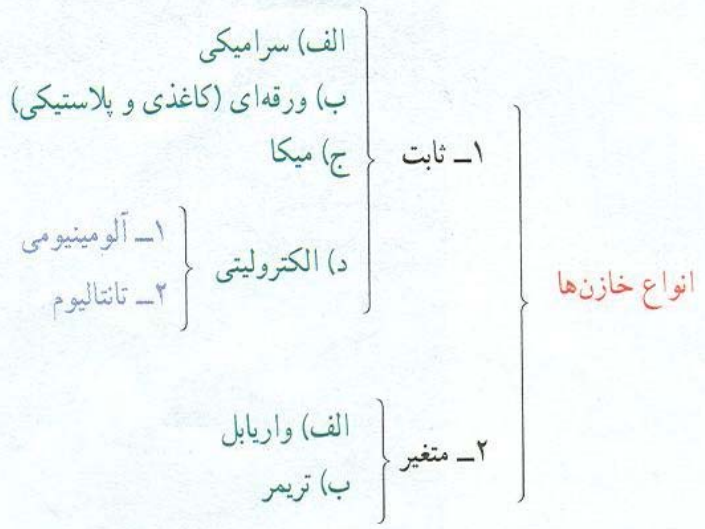
جدول ۴ــ۱ــ ضریب دی‌الکتریک چندماده

نوع عایق	ضریب دی‌الکتریک
هوا یا خلأ	۱
اکسید آلومینیوم	۷
سرامیک	۸۰۰ــ۱۲۰۰
شیشه	۵/۵ــ۱۰
میکا	۳ــ۸
روغن	۲ــ۵
پلی استر	۲/۵
کوارتز	۳/۴ ــ ۴/۲
پارافین	۲ــ۲/۲
کاغذ	۲ــ۶
فیبر	۳ــ۵
اکسید تانتالیوم	۲۶

۱ــ فرمول فریت نرم MFe_2O_4

۱۱ــ۱ــ انواع خازن‌ها

خازن‌ها به دو دسته‌ی کلی «ثابت» و «متغیر» تقسیم‌بندی می‌شوند. خازن‌های ثابت و متغیر را نیز می‌توان به این‌صورت تقسیم‌بندی نمود :



۱۲ــ۱ــ خازن‌های ثابت

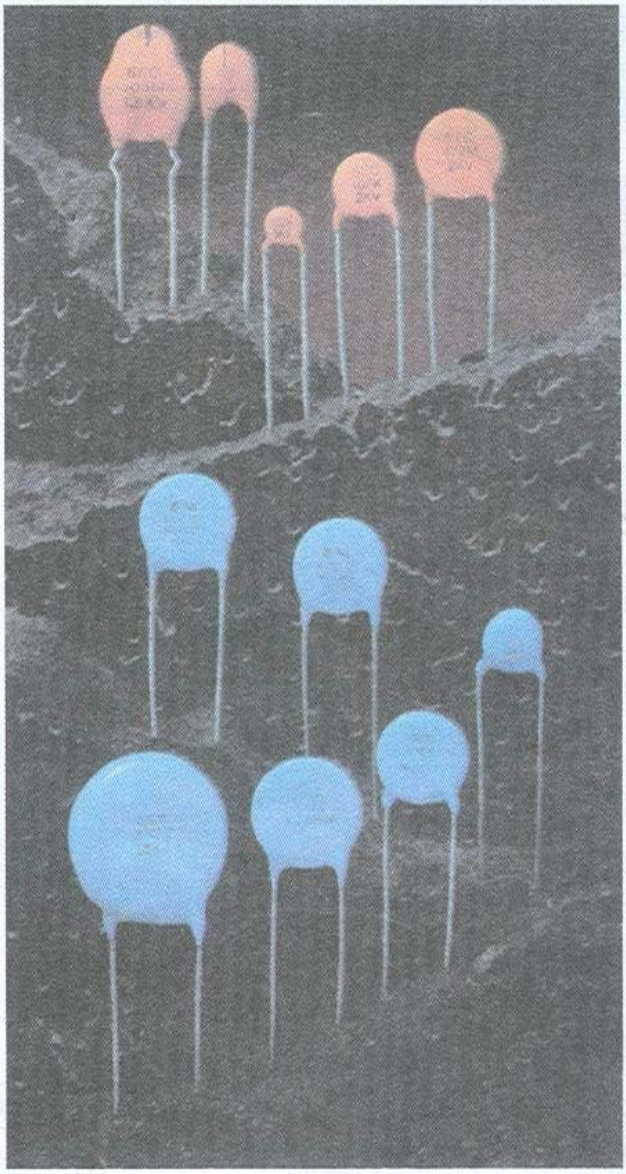
این خازن‌ها دارای ظرفیت معینی هستند که در وضعیت معمولی تغییر پیدا نمی‌کنند. خازن‌های ثابت را براساس نوع ماده‌ی دی‌الکتریک به‌کار رفته در آن‌ها تقسیم‌بندی و نام‌گذاری می‌کنند و از آن‌ها در مصارف مختلف استفاده می‌شود. از جمله این خازن‌ها می‌توان انواع «سرامیکی»، «میکا»، «ورقه‌ای» (کاغذی و پلاستیکی)، «الکترولیتی»، «روغنی»، «گازی» و نوع خاص «فیلم»[1] را نام برد.

اگر ماده‌ی دی‌الکتریک طی یک فعالیت شیمیایی تشکیل شده باشد آن‌را «خازن الکترولیتی» و در غیر این‌صورت آن را «خازن خشک» گویند. خازن‌های روغنی و گازی در صنعت برق بیش‌تر در مدارات الکتریکی برای راه‌اندازی و یا اصلاح ضریب قدرت به‌کار می‌روند. بقیه‌ی خازن‌های ثابت دارای ویژگی‌های خاصی هستند که بدان اشاره می‌کنیم :

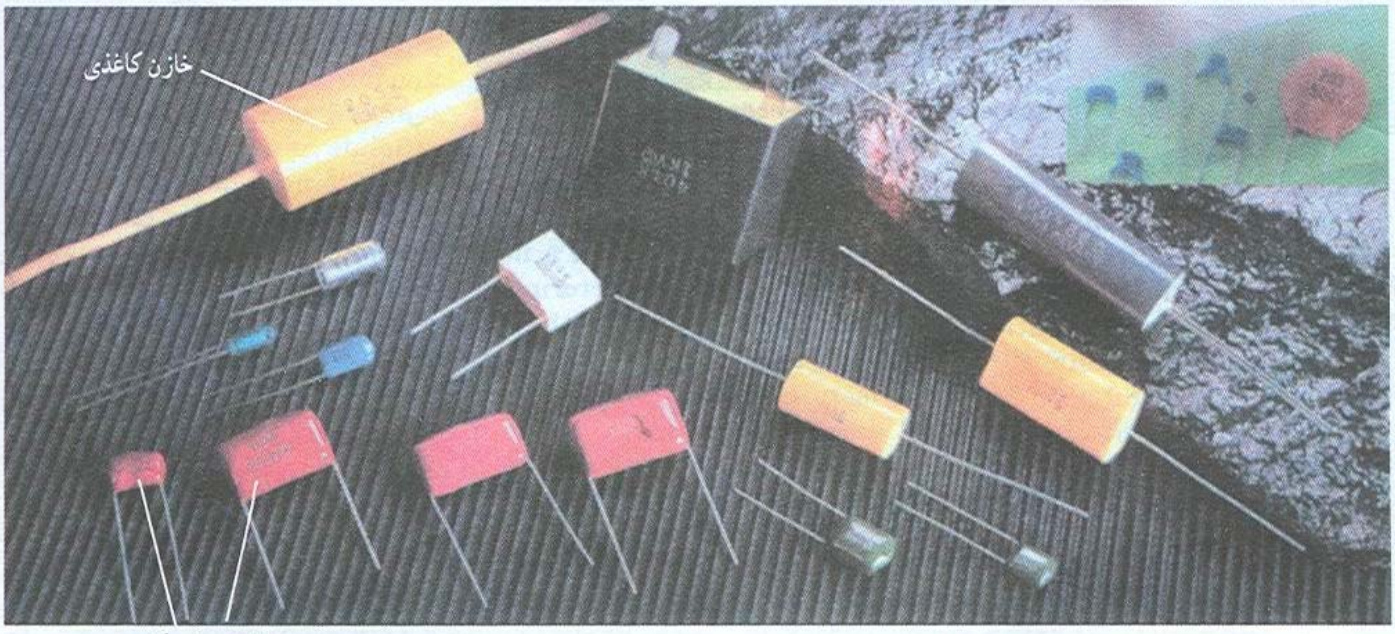
۱ــ

سرامیکی[2] معمول‌ترین خازن غیرالکترولیتی است که در آن دی‌الکتریک به‌کار رفته از جنس سرامیک است. ثابت دی‌الکتریک سرامیک بالاست ؛ از این‌رو امکان ساخت خازن‌های با ظرفیت زیاد در اندازه‌ی کوچک را در مقایسه با سایر خازن‌ها به‌وجود آورده، در نتیجه ولتاژ کار آن‌ها نیز بالا خواهد بود. ظرفیت خازن‌های سرامیکی معمولاً بین ۵ PF تا ۰/۱μF است. این نوع خازن‌به‌صورت دیسکی (عدسی) و استوانه‌ای تولید می‌شود و فرکانس کار خازن‌های سرامیکی بالای ۱۰۰ مگاهرتز است. عیب بزرگ این خازن‌ها وابسته بودن ظرفیت آن‌ها به دمای محیط است، زیرا با تغییر دما ظرفیت خازن تغییر می‌کند. از این خازن در مدارهای الکترونیکی، مانند مدارهای مخابراتی و رادیویی استفاده می‌شود. در شکل‌های ۲۴ــ۱ و ۲۵ــ۱ نمونه‌هایی از این خازن نشان داده شده است.

۱ــ Film ۲ــ Ceramic capacitor



شکل ۲۴ـ۱ ــ نمونه‌هایی از خازن سرامیکی

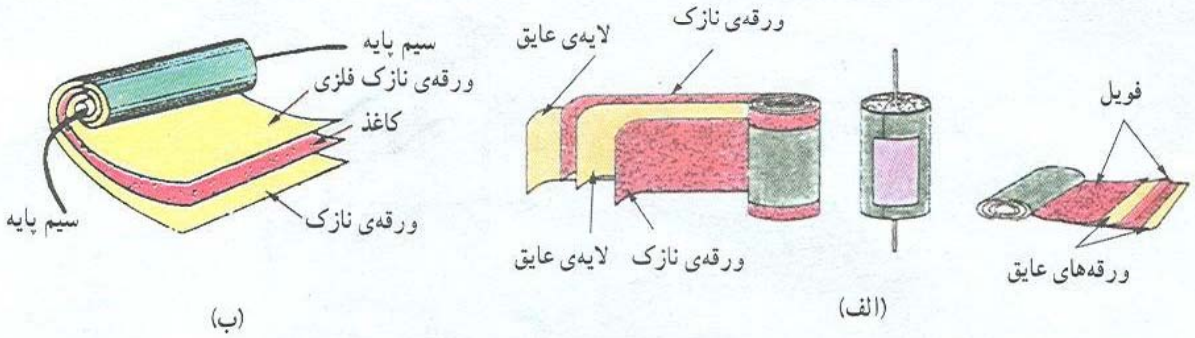


شکل ۲۵ــ۱ــ انواع خازن‌های سرامیکی و کاغذی

۲ــ۱۲ــ۱ــ خازن‌های ورقه‌ای: در خازن‌های ورقه‌ای از کاغذ و مواد پلاستیکی به سبب انعطاف‌پذیری آن‌ها، برای دی‌الکتریک استفاده می‌شود. این گروه از خازن‌ها خود به‌دو صورت ساخته می‌شوند.

الف ــ خازن‌های کاغذی: دی‌الکتریک این نوع خازن از یک صفحه‌ی نازک کاغذ متخلخل تشکیل شده که یک دی‌الکتریک مناسب درون آن تزریق می‌گردد تا مانع از جذب رطوبت گردد. برای جلوگیری از تبخیر دی‌الکتریک درون کاغذ، خازن را درون یک قاب محکم و نفوذناپذیر قرار می‌دهند.

در شکل ۲۵ــ۱ شکل ظاهری و در شکل ۲۶ــ۱ ساختمان داخلی خازن کاغذی نشان داده شده است.



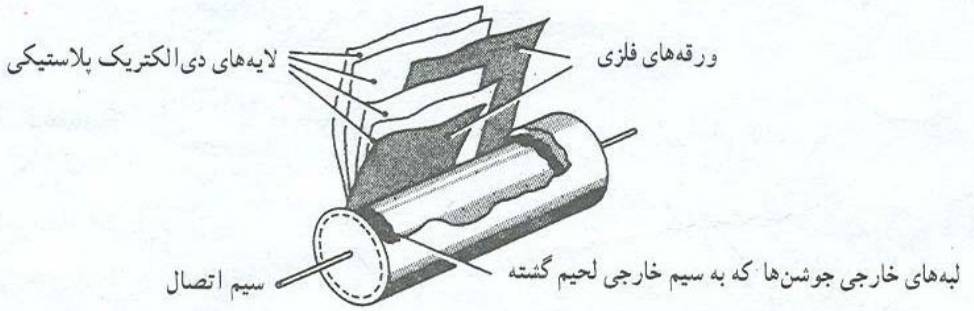
شکل ۲۶ــ۱ــ ساختمان داخلی و شکل ظاهری خازن کاغذی

خازن‌های کاغذی به علت کوچک بودن ضریب دی‌الکتریک عایق آن‌ها دارای ابعاد فیزیکی بزرگ هستند، اما از مزایای این خازن‌ها آن است که در ولتاژها و جریان‌های زیاد می‌توان استفاده کرد.

ب ــ خازن‌های پلاستیکی: در این نوع خازن از ورقه‌های نازک پلاستیک برای دی‌الکتریک استفاده می‌شود. ورقه‌های پلاستیکی همراه با ورقه‌های نازک فلزی (آلومینیومی) به‌صورت لوله، در درون قاب پلاستیکی بسته‌بندی می‌شوند.

امروزه این نوع خازن‌ها به دلیل داشتن مشخصات خوب در مدارات زیاد به‌کار می‌روند. این خازن‌ها نسبت به تغییرات دما حساسیت زیادی ندارند؛ به همین سبب از آن‌ها در مداراتی استفاده می‌کنند که احتیاج به خازنی با ظرفیت ثابت در مقابل حرارت باشد. یکی از انواع دی‌الکتریک‌هایی که در این خازن‌ها به‌کار می‌رود پلی استایرن[1] است؛ از این رو به این خازن‌ها «پلی‌استر» گفته می‌شود که از جمله رایج‌ترین خازن‌های پلاستیکی است. ماکزیمم فرکانس کار خازن‌های پلاستیکی حدود یک مگاهرتز است.

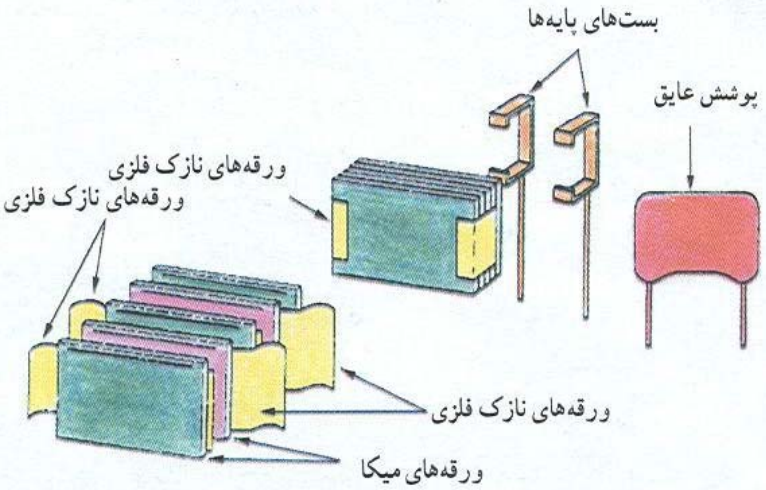
در شکل ۲۷ــ۱ ساختمان داخلی خازن پلاستیکی را می‌بینید.



شکل ۲۷ــ۱ــ ساختمان خازن پلاستیکی

۱ــ Polystyrene

۳ــ۱۲ــ۱ــ *خازن‌های میکا:* در این نوع خازن از ورقه‌های نازک میکا در بین صفحات خازن (ورقه‌های فلزی ــ آلومینیوم) استفاده می‌شود و در پایان، مجموعه در یک محفظه قرار داده می‌شوند تا از اثر رطوبت جلوگیری شود. ظرفیت خازن‌های میکا تقریباً بین ۰/۰۱ تا ۱ میکروفاراد است. از ویژگی‌های اصلی و مهم این خازن‌ها می‌توان داشتن ولتاژ کار بالا، عمر کارکرد طولانی و کاربرد در مدارات فرکانس بالا را نام برد. درشکل ۲۸ــ۱ تصویر ساختمان داخلی این خازن نشان داده شده است.



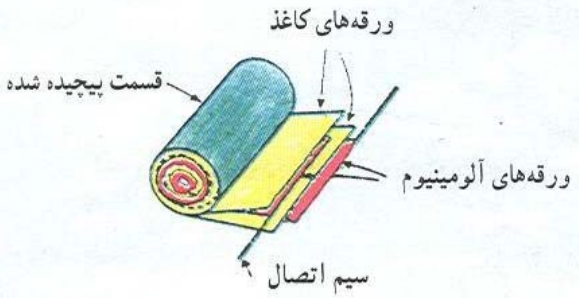
شکل ۲۸ــ۱ــ ساختمان داخلی خازن میکا

۴ــ۱۲ــ۱ــ *خازن‌های الکترولیتی:* از خازن‌های الکترولیتی به‌دلیل قابلیتی که در ساخت آن‌ها وجود دارد برای ظرفیت‌های بالا استفاده می‌کنند. داشتن ظرفیت زیاد در آن‌ها ناشی از به‌کار بردن یک لایه‌ی دی‌الکتریک نازک با ضخامت تقریبی کم (یک نانومتر) است. چنین لایه‌ای به وسیله‌ی یک عمل شیمیایی (اکسیداسیون) بر روی فلزات مناسب همچون آلومینیوم و تانتالیوم تشکیل می‌شود. در اکثر خازن‌های الکترولیتی پلاریته مثبت و منفی مشخص شده است و اصطلاحاً گفته می‌شود این خازن‌ها «قطبی» هستند. به همین سبب، هنگام کار با این نوع خازن‌ها باید دقت نمود، زیرا اگر خازن به‌صورت معکوس اتصال داده شود دی‌الکتریک آن از بین رفته و خازن تبدیل به یک هادی می‌شود؛ سپس محلول الکترولیت خازن تجزیه می‌گردد و در اثر گاز ایجاد شده در محفظه، منفجر می‌شود.

امروزه نوع خاصی خازن الکترولیتی ساخته شده است که پلاریته ندارد و می‌توان در هر دو جهت (در ولتاژ AC) استفاده نمود. از این خازن‌ها در مدارات راه‌انداز موتورها و مدارات نوسان‌ساز صوتی استفاده می‌شود. خازن‌های الکترولیتی در دو نوع «آلومینیومی» و «تانتالیومی» ساخته می‌شوند.

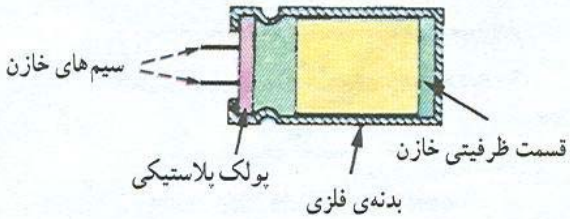
الف ــ خازن آلومینیومی: این خازن، همانند خازن‌های ورقه‌ای از دو ورقه‌ی آلومینیومی تشکیل شده است. یکی از این ورقه‌ها که لایه‌ی اکسید روی آن ایجاد می‌شود «آند» نامیده می‌شود و ورقه‌ی آلومینیومی دیگر نقش کاتد را دارد.

ساختمان داخلی آن بدین‌صورت است که دو ورقه‌ی آلومینیومی به همراه دو لایه‌ی کاغذ متخلخل که در بین آن‌ها قرار دارند همزمان پیچیده شده و سیم‌های اتصال نیز به انتهای ورقه‌های آلومینیومی متصل می‌شوند. در شکل ۲۹ــ۱ نحوه‌ی پیچیدن ورقه‌ها را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲۹ــ۱ــ طرز قرارگرفتن ورقه‌های آلومینیوم

پس از پیچیدن ورقه‌ها آن را درون یک الکترولیت مناسب که شکل‌گیری لایه‌ی اکسید را سرعت می‌بخشد غوطه‌ور می‌سازند تا دو لایه‌ی کاغذ متخلخل از الکترولیت پر شوند. سپس کل مجموعه را درون یک قاب فلزی قرار داده و با یک پولک پلاستیکی که سیم‌های خازن از آن می‌گذرد محکم بسته می‌شود.

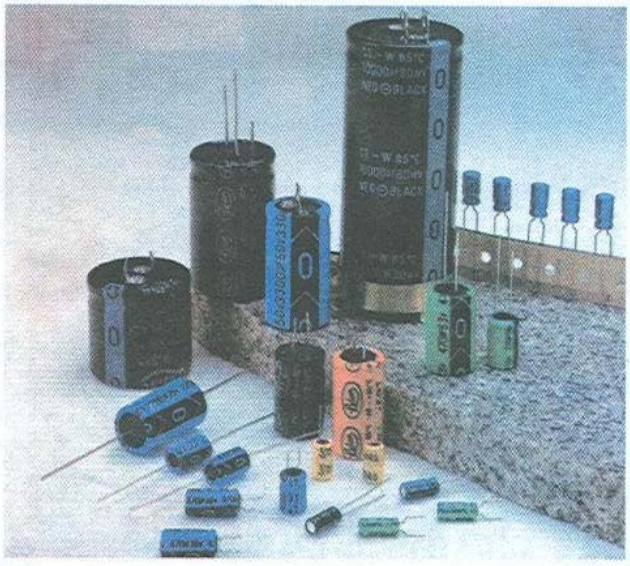


شکل ۳۰ــ۱ــ ساختمان داخلی خازن الکترولیتی

هنگامی که ترمینال آند (صفحه آلومینیومی خالص‌تر) به قطب مثبت و کاتد به قطب منفی یک منبع ولتاژ متصل می‌شوند در اثر واکنش شیمیایی بر روی ورقه‌ی آند یک لایه‌ی عایق اکسید آلومینیوم تشکیل می‌شود. ولتاژ کار خازن متناسب با ضخامت لایه‌ی اکسید است.

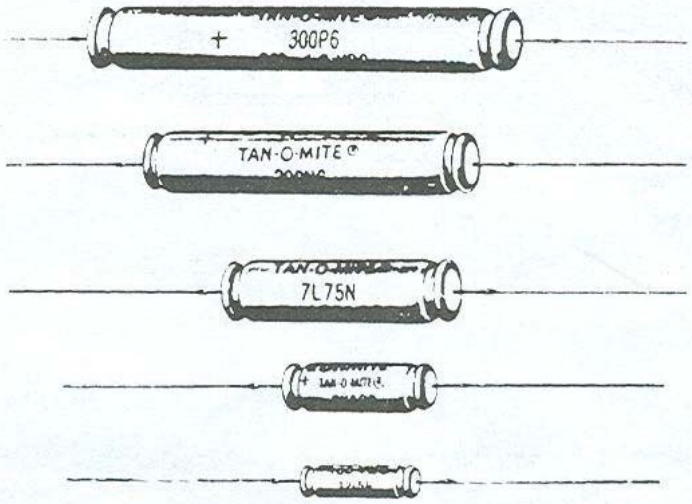
از معایب خازن‌های الکترولیتی آلومینیومی می‌توان به تبخیر و خارج شدن الکترولیت از پولک پلاستیکی و بالا بودن جریان نشتی اشاره کرد. از جمله ویژگی‌های خوب این خازن‌ها داشتن ظرفیت زیاد نسبت به حجمشان است. از این خازن‌ها در منابع تغذیه و مدارهای فیلتر (صافی) استفاده می‌شود. پایه‌ی منفی (کاتد) خازن‌های الکترولیتی را با نواری مشخص می‌کنند که علامت منفی (–) را نشان می‌دهد.

در شکل ۳۱ــ۱ اندازه‌های مختلفی از خازن‌های آلومینیومی و علایم اختصاری آن نشان داده شده است.



شکل ۳۱ــ۱ــ نمونه‌هایی از خازن‌های الکترولیتی

ب ــ *خازن‌های تانتالیوم:* در این نوع خازن به‌جای آلومینیوم از فلز تانتالیوم استفاده می‌شود. زیاد بودن ثابت دی‌الکتریک اکسید تانتالیوم نسبت به اکسید آلومینیوم (حدوداً ۳ برابر) سبب می‌شود خازن‌های تانتالیومی نسبت به نوع آلومینیومی در حجم مساوی دارای ظرفیت بیش‌تری باشند.



شکل ۳۲ــ۱ــ شکل ظاهری چند خازن تانتالیوم

محاسن خازن تانتالیومی نسبت به نوع آلومینیومی بدین قرار است :

الف ــ ابعاد کوچکتر، ب ــ جریان نشتی کم‌تر، ج ــ عمر کارکرد طولانی.

از جمله معایب این نوع خازن‌ها در مقایسه با خازن‌های آلومینیومی عبارت‌اند از :

الف ــ خازن‌های تانتالیوم گران‌تر هستند،

ب ــ نسبت به افزایش ولتاژ اعمال شده در مقابل ولتاژ مجاز آن، هم‌چنین معکوس شدن پلاریته حساس‌ترند،

ج ــ قابلیت تحمل جریان‌های شارژ و دشارژ زیاد را ندارند،

د ــ خازن‌های تانتالیوم دارای محدودیت ظرفیت هستند (حداکثرتا ۳۳۰ میکروفاراد ساخته می‌شوند).

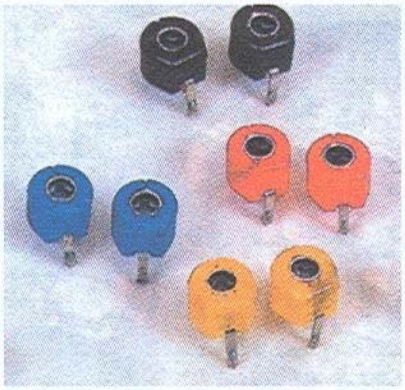
۱۳ــ۱ــ خازن‌های متغیر

به‌طورکلی با تغییر سه عامل می‌توان ظرفیت خازن را تغییر داد : «فاصله‌ی صفحات»، «سطح صفحات» و «نوع دی‌الکتریک».

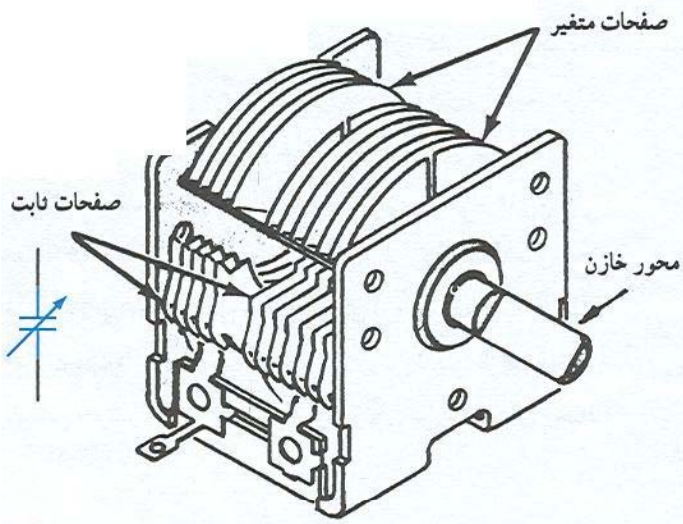
اساس کار خازن متغیر بر مبنای تغییر سطح مشترک صفحات خازن یا تغییر ضخامت دی‌الکتریک است، همان‌گونه که پیش از این مشاهده کردیم ظرفیت یک خازن نسبت مستقیم با سطح مشترک دو صفحه‌ی خازن دارد. خازن‌های متغیر عموماً از نوع عایق هوا یا پلاستیک هستند. در شکل ۳۳ــ۱ دو نوع خازن متغیر را به همراه علایم اختصاری آن‌ها مشاهده می‌کنید. نوعی که به وسیله‌ی دسته‌ی متحرک (محور) عمل تغییر ظرفیت انجام می‌شود «واریابل»[1] نامند و در نوع دیگر این عمل به وسیله‌ی پیچ گوشتی صورت می‌گیرد که به آن «تریمر»[2] گویند. محدوده‌ی تغییرات ظرفیت خازن‌های واریابل ۱۰ تا ۴۰۰ پیکوفاراد و در خازن‌های تریمر از ۵ تا ۳۰ پیکوفاراد است. از این خازن‌ها در گیرنده‌های رادیویی برای تنظیم فرکانس ایستگاه رادیویی استفاده می‌شود.

۱ــ Variable

۲ــ Terimer



الف ــ انواع خازن‌های تریمر و علامت اختصاری آن



ب ــ ساختمان یک خازن متغیر (واریابل) و علامت اختصاری آن

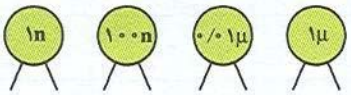
شکل ۳۳ــ۱

۱۴ــ۱ــ تشخیص مقدار ظرفیت خازن

برای تعیین ظرفیت خازن‌ها از سه روش استفاده می‌شود که عبارت‌اند از :

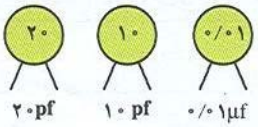
۱ــ نوشتن مقدار ظرفیت ۲ــ رمزهای عددی ۳ــ نوارهای رنگی.

۱ــ تشخیص ظرفیت با کمک مقدار نوشته شده: در این حالت مقدار عدد ظرفیت و واحد آن عیناً بر روی بدنه‌ی خازن قید می‌شود که در این صورت ابهامی برای خواندن مقدار ظرفیت وجود ندارد (شکل ۳۴ــ۱).



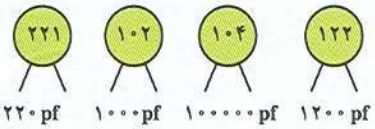
شکل ۳۴ــ۱

۲ــ روش رمزهای عددی: در اغلب مواقع واحد ظرفیت بر روی بدنه‌ی خازن قید نمی‌شود. در این صورت چنان‌چه این عدد از یک کوچک‌تر باشد ظرفیت برحسب «میکروفاراد» و چنان‌چه عدد بزرگ‌تر از یک باشد ظرفیت برحسب «پیکوفاراد» است (شکل ۳۵ــ۱).



شکل ۳۵ــ۱

در حالتی که عدد ظرفیت بزرگ‌تر از واحد است ــ به‌ویژه در مورد خازن‌های سرامیکی و عدسی ۱۰۰ پیکوفاراد به بالا ــ معمولاً عدد ظرفیت به‌صورت یک عدد سه‌رقمی مشخص می‌شود که دو رقم اول «عدد» و رقم سوم «ضریب» (تعداد صفر) رامشخص می‌کند (شکل ۳۶ــ۱).



شکل ۳۶ــ۱

برای نمونه، در این روش عدد ۱۰۱ به معنی ۱۰۰ پیکوفاراد و عدد ۴۷۳ به معنی ۴۷۰۰۰ پیکو یا ۴۷ نانوفاراد است. قواعد فوق در اکثر موارد از طرف سازندگان رعایت می‌شود.

۳ــ تشخیص مقدار ظرفیت با کمک نوارهای رنگی:

مقدار ظرفیت خازن‌ها گاهی به وسیله‌ی نوارها یا نقطه‌های رنگی مشخص می‌شود. معانی رنگ‌ها برای ارقام و ضرایب، همانند معانی رنگ‌ها در مقاومت‌هاست، اما روش تعیین ظرفیت خازن، تلرانس و ولتاژ کار از روی نوارهای رنگی در خازن‌های مختلف تفاوت دارند؛ به همین دلیل در این‌جا برای نمونه فقط جدول نوارهای رنگی و نحوه‌ی قرائت در خازن‌های تانتالیوم درج گردیده است.

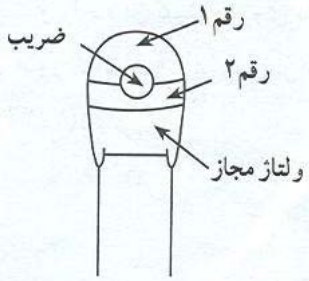
۱۵ــ۱ــ نوارهای رنگی خازن‌های تانتالیوم

تعیین مقدار ظرفیت خازن‌های تانتالیوم روش مخصوصی دارد که در جدول ۵ ــ۱ چگونگی محاسبه‌ی ظرفیت این نوع خازن‌ها مشخص شده است:

جدول ۵ ــ۱ــ جدول خازن تانتالیوم

رنگ	رقم ۱	رقم ۲	ضریب	ولتاژ مجاز
سیاه	ــ	۰	۱ میکروفاراد	۱۰ ولت
قهوه‌ای	۱	۱	۱۰ میکروفاراد	ــ
قرمز	۲	۲	۱۰۰ میکروفاراد	ــ
نارنجی	۳	۳	ــ	ــ
زرد	۴	۴	ــ	۶/۳ ولت
سبز	۵	۵	ــ	۱۶ ولت
آبی	۶	۶	ــ	۲۰ ولت
بنفش	۷	۷	ــ	ــ
خاکستری	۸	۸	۰/۰۱	۲۵ ولت
سفید	۹	۹	۰/۱	۳۰ ولت
صورتی	ــ	ــ	ــ	۳۵ ولت

خازن تانتالیوم



مثال: با توجه به کدهای رنگی مشخص شده در شکل روبه‌رو، ظرفیت خازن تانتالیوم را تعیین کنید.

حلّ: با توجه به جدول کدهای رنگی می‌توان نوشت:

ظرفیت خازن $C = ۱۵ \times ۱۰^{۲} = ۱۵۰۰ \mu F$

ولتاژ خازن $U = ۶/۳ V$

انواع دیود

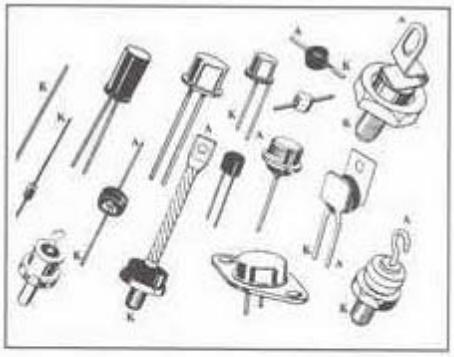
به کمک نیمه هادی نوع P و N می توان انواع دیودها را با کاربرد های ویزه ساخت . در ادامه بحث بعضی از این دیودها را به اختصار مورد بررسی قرار می دهیم .

دیود یکسو کننده معمولی : این دیود برای یکسو سازی ی یک طرفه کردن ولتازهای متناوب به کار می رود این دیود ها برای جریانهای متوسط (If) حدود ۵۰۰ma تا ۱۰۰۰ ساخته می شوند . دیودهای یکسو کننده معمولی فقط می توانند در محدوده فرکانس ۵۰ تا ۶۰ هرتز کار کنند و برای یکسو سازی در فرکانسهای بالا باید از دیودهای سریع گران قیمت هستند و در بازار به سادگی یافت نمی شوند استفاده کرد .

دیود اتصال نقطه ای : این دیود یرای یکسو سازی ولتاز متناوب در فرکانسهای خیلی زیاد ساخته می شود جنس این دیود زرمانیم است و برای آشکار سازی امواج دریافت شده در رادیو و تلویزیون به کار میرود . شکل ظاهری این دیود با سایر دیودها فرق چندانی ندارد ولی سابقا" بدنه انها را شیشه ای می ساختند . این این دیودها جریان خیلی کمی را میتوانند تحمل کنند.

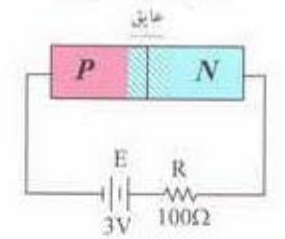
دیود خازنی : وقتی یک اتصال PN (دیود) در بایاس معکوس قرار می گیرد یک لایه سد یعنی لایه ای که هیچ بار الکتریکی و یا الکترون در آن وجود ندارد . بین دو سطح نیمه هادی نوع Pو N به وجود می آید ولتاز معکوس بیشتر باشد عرض لایه سد نیز بیشتر میشود بنابراین با تغییرات ولتاز معکوس دو سر خازن عرض لایه ای سد نیز تغییر میکند . این حالت را می توان بعنوان یک خازن متغییر در نظر گرفت . دو نیمه هادی نوع P و N به عنوان دو جوشن خازن و لایه ی سد دی الکتریک خازن عمل می کند. بنابراین دیود خازنی یا وارکتور یک اتصال PN است که در حالت معکوس به کار می رود . با تغییر ولتاز معکوس دو سر این نوع دیود ظرفیت خازنی آن تغییرمی کند ظرفیت دیود های خازنی از محدوده ی پیکوفاراد است .

دیود شاتکی : دیود های معمولی اتصال PN نمی توانند خیلی سریع قطع و وصل شوند برای بالا بردن سرعت قطع و وصل در یک دیود بعنوان مثال چند میلیارد بار در ثانیه از دیودهای شاتکی استفاده می کنند . دیودهای شاتکی از نیمه هادی و فلز ساخته می شوند و به علت قابلیت هدایت االکتریکی زیاد فلز زمان تاخیر این نوع دیودها بسیار کم است .

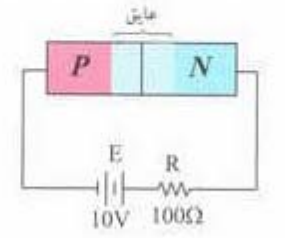


نمونه‌هایی از دیودهای معمولی یکسوکننده در آمپرهای مختلف

یک نمونه دیود اتصال نقطه‌ای



اتصال PN در بایاس معکوس



هرقدر ولتاژ معکوس دوسر دیود بیشتر باشد عرض لایه‌ی سد نیز بیشتر می‌شود.

دیودهای نور دهنده (LED) : LEDها دیودهای مخصوصی هستند که اگر در بایاس موافق (مستقیم) قرار گیرند و جریان حدود ۲ تا ۲۰ میلی آمپر از آن عبور کند از خود نور ساطع می کنند ساختمان داخلی یک LED از یک اتصال PN و یک انعکاس دهنده نور تشکیل شده است

نور ساطع شده از LED ها به رنگ های قرمز . زرد شبز و آبی است شکل فیزیکی قسمت نور دهنده این دیودها را به صورت نیم کروی . مربعی و مثلثی می سازند . از دیودهای LED به عنوان لامپ سیگنال در مدارها و دستگاهای الکترونیکی استفاده می شود.

هنگام عبور از جریان از LED ولتازهای معادل1.7 تا 3.3 ولت دو سر LED افت می کند . مقدار دقیق افت ولتاز بستگی به مقدار جریانی دارد که از دیود عبور می کند.

یکی از موارد کاربرد دیود نور دهنده نمایش الفبای عددی شامل اعداد از صفر تا نه است . برای این منظور یک قطعه الکترونیکی متشکل از هفت عدد دیود نور دهنده مطابق شکل می سازد . با خاموش و روشن کردن قطعات مختلف به سادگی میتوان اعداد صفر تا نه را روی نمایشگربه وجود آورد . به این قطعه الکترونیکی سون – سگمنت می گویند.

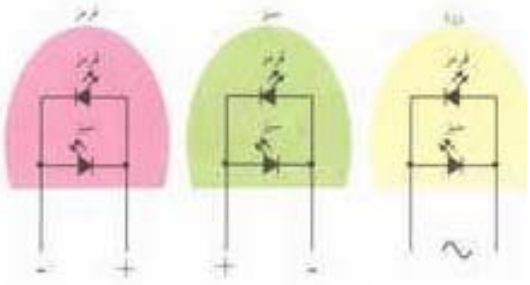
سون – سگمنت ها را به صورت آند مشترک و کاتد مشترک می سازند.

قطعه دیگری شامل ۳۵ عدد دیود نور دهنده که به صفحه نمایش ماتریسی معروف است. با این نمایشگر ماتریسی می توان اعداد و حروف الفبا را نشان داد .

به تازگی LED های دو رنگ نیز به بازار عرضه شده اند . این نوع LEDها در حقیقت دو عدد LED مجزا معمولا به رنگ سبز و قرمز است این دیودها دارای سه پایه هستند که یکی از پایه ها مشترک بوده و دو پایه دیگر هر کدام مربوط به یکی از دیودها ست.

نوع دیگری از LEDها وجود دارند که دو پایه هستند و سه رنگ مختلف تولید می کنند .

علامت‌های قراردادی دیود خازنی اند
علامت قراردادی دیود تانکی
یک نمونه LED
ساختمان داخلی یک LED
نمونه‌هایی از انواع LED
علامت قراردادی دیود نورده‌نده

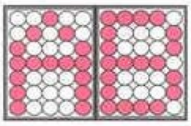


نحوه روشن شدن LED به رنگ‌های قرمز، سبز و نارنجی

یک نمونه LED با نور فوق‌العاده زیاد

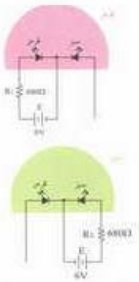
رنگ نور منتشر شده	ولتاژ DC موافق V_F برحسب ولت	
	نامی	حداکثر
آبی	۳/۵	۴
سبز	۳/۵	۴
قرمز	۲	۲/۵
شرایط	$I_F = 20\ mA$	

نمایش حرف Z



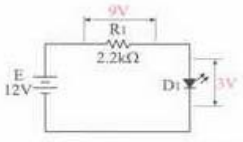
صفحه نمایش ماتریسی

LED دو رنگ

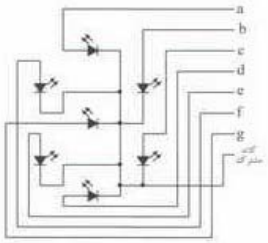


نحوه‌ی روشن شدن LED به رنگ قرمز و سبز

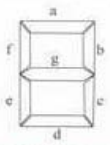
ساختمان داخلی LED دو پایه سه رنگ



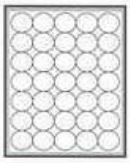
نمایش افت ولتاژ در دو سر LED



ساختمان داخلی سون ـ سگمنت (کاتد مشترک)



شکل ظاهری سون ـ سگمنت



نامگذاری دیودها

برای نامگذاری دیودها از سه روش مهم زیر استفاده می کنند:

۱- روش امریکایی

۲- روش اروپایی

۳- روش ژاپنی

الف – روش امریکایی : در این روش دیودها به وسیله علامت 1N مشخص می شوند . بعد از 1N شماره دیود نوشته می شود مانند 1N4001 یا 1N60 می باشد.

ب – روش اروپایی : در این روش در گذشته تمام دیودها را با حروف OA و یا تعداد شماره مشخص می کردند مانند : OA34

از سال ۱۹۶۰ به بعد روش نامگذاری به صورت زیر تغییر کرد . دیودهایی که در مدارات رادیو و تلویزیون به کار با دو حرف و سه شماره مشخص می شوند و دیودهایی که کاربرد آنها در مدارات مخصوص می باشد با سه حرف و سه شماره مشخص می شوند . در روش دو حرفی و سه شماره ای معانی حروف به شرح زیر می باشد :

حرف اول: مشخص کننده جنس نیمه هادی بکار رفته در دیود می باشد . حرف A برای دیود از جنس سیلیسیم و حرف C برای گالیم ارسنید و حرف D برای ایتدیم و حرف R برای انتیموان بکار میرود.

حرف دوم : مشخص کننده نوع دیود می باشد. حرف A برای دیود معمولی کم قدرت و حرف B برای دیود خازنی و حرف Y برای دیود های یکسو کننده پر قدرت و حرف Z برای دیودهای زنر بکار می رود . بعد از حروف شماره دیود آورده می شود.

مثال : BA148 دیود معمولی یکسوکننده سیلیسیومی و BB105 دیود خازنی سیلیسیومی

AEY18 دیود تونلی BXY29 دیود چند برابر کننده فرکانس

BY179 دیود یکسو کننده قدرت BZX29 دیود زنر

ج – روش ژاپنی : در این روش نامگذاری از عدد ۱و حرف S که به دنبال آن می آید استفاده می شود و به دنبال آن شماره خواهد آمد که در این روش جنس و نوع دیود مشخص نمی باشد و با مراجعه به کتاب مشخصات

می توان مشخصات دیود را به دست آورد .

مثال : 1S310 دیود وارکتورو 1S3010A دیود زنر می باشد. در اغلب موارد برای دیود های زنر حرف A

در آخر شماره قرار می گیرد.

مقادیر حد در دیودها : مهمترین مشخصه های الکتریکی دیودها که بیشتر در طراحی به کار میرود به شرح زیر می

می باشد :

۱- **ماکزیمم ولتاژ معکوس مجاز (Vr)** : حداکثر ولتاژ معکوسی که در بایاس مخالف در دو سر دیود میتواند قرار گیرد. این ولتاژ می تواند جمع ولتاژ های لحظه ای یا ثابت و یا ماکزیمم دامنه سیکلهای تکراری باشد. علامت Vr برای ولتاژهای ثابت و Vrm برای ولتاژ های متناوب بکار میرود.

۲- **ماکزیمم جریان مستقیم یا متوسط دیود (If)** : مقدار جریان مستقیم یا متوسط که در گرایش مستقیم مجاز هستیم از دیود عبور دهیم .

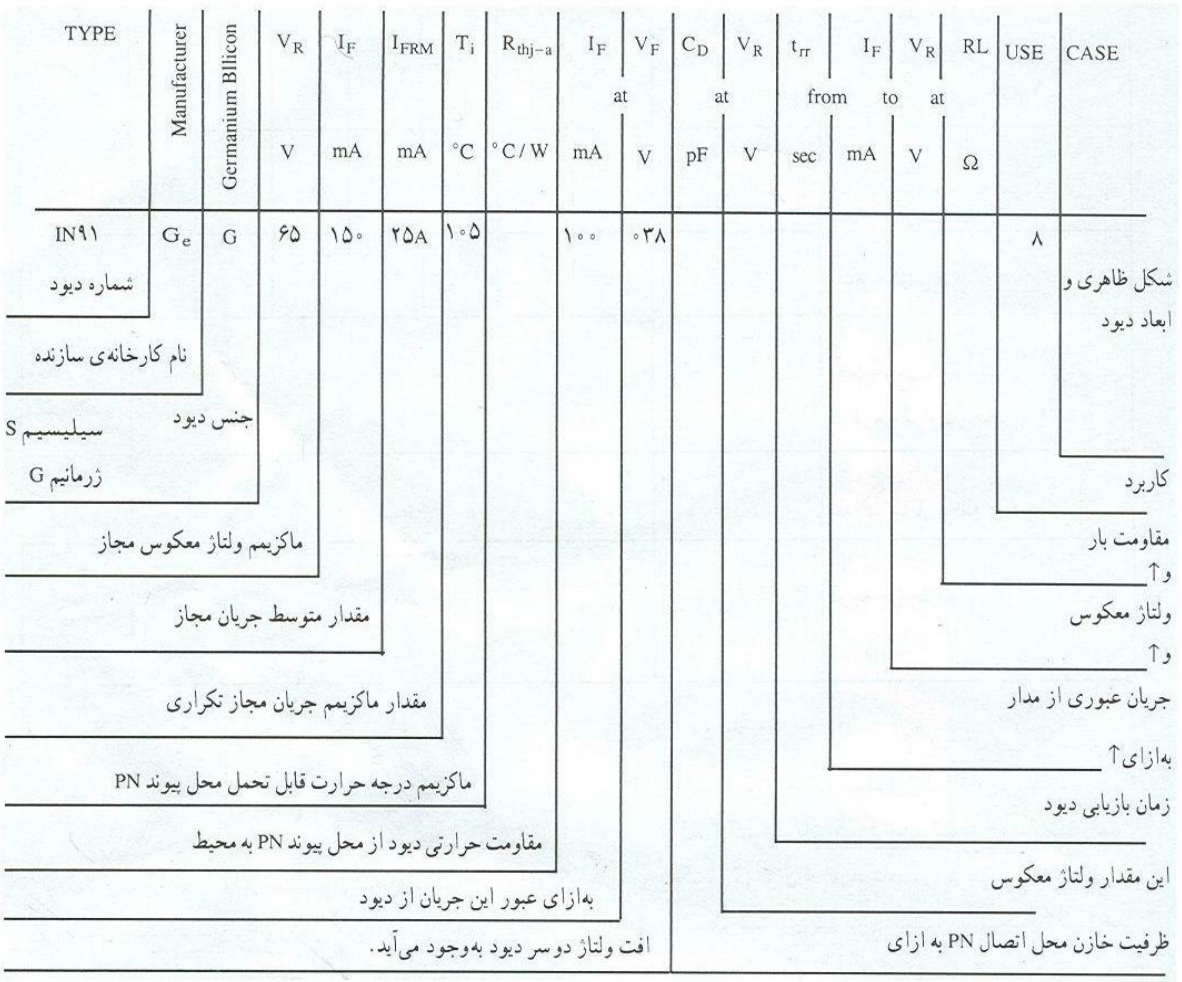
۳- **ماکزیمم جریان تکراری (I frm)** : حداکثر دامنه جریانی است که به صورت تکرار سیکلها در دیود جاری می گردد .

۴- **ماکزیمم جریان لحظه ای (I fsm)** : عبارتست از حداکثر جریانی که دیود در لحظه ای بسیار کوتاه (حدود چند میکرو ثانیه یا میلی ثانیه) می تواند تحمل کند.

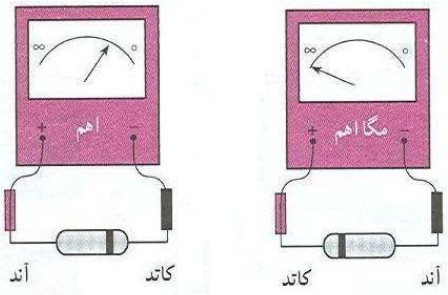
۵- **ماکزیمم درجه حرارت** : حداکثر درجه حرارت قابل تحمل در محل پیوند می باشد.

جدول ۲ــ۲

	حروف اختصاری	IN4001	IN4002	IN4003	IN4004	IN4005	IN4006	IN4007	واحد
حداکثر ولتاژ معکوس تکراری حداکثر ولتاژ معکوس در حال کار حداکثر ولتاژ معکوس DC	V_{RRM} V_{RWM} V_R	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	ولت V
ولتاژ ماکزیمم معکوس غیرتکراری	V_{RSM}	۶۰	۱۲۰	۲۴۰	۴۸۰	۷۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰	ولت V
ولتاژ معکوس مؤثر	$V_{R(rms)}$	۳۵	۷۰	۱۴۰	۲۸۰	۴۲۰	۵۶۰	۷۰۰	ولت V
معدل جریان یکسو شده در بایاس موافق در درجه حرارت محیط TA = 75°C	I_F	۱/۰							آمپر A
حداکثر جریان لحظه‌ای غیرتکراری	I_{FSM}	۳۰(for۱cycle)							آمپر A
درجه حرارت پیوند	Tj	−۶۵to+۱۷۵							C° درجه سانتی‌گراد


TYPE
Manufacturer
Germanium Bllicon
V_R
I_F
I_{FRM}
T_j
R_{thj-a}
I_F at
V_F
C_D at
V_R
t_{rr} from
I_F to
V_R at
RL
USE
CASE
V
mA
mA
°C
°C / W
mA
V
pF
V
sec
mA
V
Ω
IN۹۱
G_e
G
۶۵
۱۵۰
۲۵A
۱۰۵
۱۰۰
۰۳۸
۸
شماره دیود
نام کارخانه‌ی سازنده
جنس دیود
سیلیسیم S
ژرمانیم G
ماکزیمم ولتاژ معکوس مجاز
مقدار متوسط جریان مجاز
مقدار ماکزیمم جریان مجاز تکراری
ماکزیمم درجه حرارت قابل تحمل محل پیوند PN
مقاومت حرارتی دیود از محل پیوند PN به محیط
به‌ازای عبور این جریان از دیود
افت ولتاژ دوسر دیود به‌وجود می‌آید.
ظرفیت خازن محل اتصال PN به ازای
این مقدار ولتاژ معکوس
زمان بازیابی دیود
به‌ازای ↑
جریان عبوری از مدار
و ↑
ولتاژ معکوس
و ↑
مقاومت بار
کاربرد
شکل ظاهری و
ابعاد دیود

استفاده از اهم‌متر عقربه‌ای: اگر اهم‌متر عقربه‌ای را به دو سر دیود وصل کرده و اهم آن را اندازه بگیرید، سپس اتصال دیود را برعکس کرده مجدداً اهم آن را اندازه بگیرید در یک حالت اهم‌متر، اهم کم و در حالت دیگر اهم‌متر، اهم زیاد را نشان می‌دهد واضح است در حالت اهم‌کم دیود به‌وسیله‌ی باتری داخلی اهم‌متر در بایاس مستقیم قرارگرفته است و در حالتی که اهم‌متر اهم زیاد را نشان می‌دهد دیود در بایاس معکوس قرار گرفته است که اصطلاحاً گفته می‌شود : «دیود از یک طرف راه می‌دهد و از طرف دیگر راه نمی‌دهد



در حالتی که اهم‌متر اهم کم را نشان می‌دهد مثبت واقعی اهم‌متر به آند دیود و منفی واقعی اهم‌متر به کاتد دیود اتصال دارد. به این‌ترتیب، می‌توان آند و کاتد دیود را تعیین نمود. البته مقدار مقاومتی که اهم‌متر نشان می‌دهد به انتخاب کلید سلکتور اهم‌متر بستگی دارد.

اگر دیود معیوب باشد، ممکن است قطع شده باشد ؛ در این صورت، در هر دو حالت اتصال اهم‌متر، اهم‌متر اهم بی‌نهایت را نشان می‌دهد. اگر دیود معیوب اتصال کوتاه شده باشد، در هر دو حالت اتصال اهم‌متر، اهم‌متر اهم صفر را نشان می‌دهد.

استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی: اغلب مولتی‌مترهای دیجیتالی دارای وضعیت تست دیود هستند. هرگاه کلید سلکتور مولتی‌متر دیجیتالی را در وضعیت تست دیود قرار دهیم و دیود به‌وسیله‌ی مولتی‌متر در بایاس موافق قرار بگیرد مولتی‌متر دیجیتالی ولتاژ بایاس دیود را نشان می‌دهد که این ولتاژ برای دیودهای سیلیکنی حدود ۰/۷ ولت و برای دیودهای ۰۱ جنس ژرمانیم حدود ۰/۲ ولت است. شکل 2 ـ 1 این حالت نشان می‌دهد.

شکل 2-1

اگر دیود در بایاس مخالف قرار گیرد، مولتی‌متر ولتاژ بایاس مخالف اعمال شده به‌وسیله‌ی دستگاه را در دو سر دیود نشان می‌دهد. این ولتاژ ممکن است ۱/۵ تا ۳ ولت باشد. در شکل 2 ـ 2 این حالت را مشاهده می‌کنید.

شکل 2-2

پس در حالتی که مولتی‌متر ولتاژ بایاس موافق دیود را نشان می‌دهد، سیم منفی (سیم مشترک یا Com) روی کاتد و سیم مثبت به آند دیود وصل است. اگر دیود ناسالم و قطع باشد، در هر دو وضع اتصال مولتی‌متر به دیود، روی صفحه‌ی آن ولتاژ باتری داخلی نشان داده می‌شود. در شکل 2-3 این دو حالت دیده می‌شود.

شکل 2-3

اگر دیود اتصال کوتاه باشد در هر دو وضع اتصال مولتی‌متر به دیود روی صفحه‌ی دستگاه ولتاژ صفر نشان داده خواهد شد. در شکل 2-4 این حالت نشان داده شده است.

شکل 2-4

ترانزیستور

ترانزیستورهای جدید همگی از نوع سیلیکون می‌باشند، و به‌صورت n-p-n و p-n-p ارائه شده‌اند. ترانزیستورها کاربردهای بسیار متنوعی دارند، اما موارد زیر بیشتر کاربردهای معمول آنها را شامل می‌شوند:

ترانزیستورهای خطی: به ترانزیستورهایی گفته می‌شود، که در مدارهای خطی (مانند تقویت‌کننده‌های ولتاژ پایین) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ترانزیستورهای کلیدی: ترانزیستورهایی که فقط برای قطع و وصل جریان طراحی شده‌اند.

ترانزیستورهای پرقدرت: ترانزیستورهایی هستند که توان قابل تحمل بسیار زیادی دارند (این قطعات نیز معمولاً به ۲ گروه، یعنی مناسب برای فرکانسهای صوتی، و مناسب برای فرکانسهای رادیویی، تقسیم می‌شوند).

ترانزیستورهای مخصوص فرکانس رادیویی: ترانزیستورهایی هستند، که اختصاصاً برای کار در فرکانسهای بالا طراحی شده‌اند.

ترانزیستورهای ولتاژ بالا: این ترانزیستورها اختصاصاً برای تحمل ولتاژهای بسیار زیاد طراحی شده‌اند.

خلاصه‌ای از مشخصه‌های معمول تعدادی از ترانزیستورهای متداول در جدول ۷-۲ ذکر شده‌اند.

جدول ۷-۲

نوع ترانزیستور	BC109	BC184L	BC212L	TIP31A	TIP3055
مادهٔ مورد استفاده	سیلیکون	سیلیکون	سیلیکون	سیلیکون	سیلیکون
ساختار	n-p-n	n-p-n	p-n-p	n-p-n	n-p-n
نوع بسته	TO18	TO92	TO92	TO220	TAB
حداکثر توان تلفاتی کلکتور (P_C)	۳۶۰ میلی‌وات	۳۰۰ میلی‌وات	۳۰۰ میلی‌وات	۴۰ وات	۹۰ وات
حداکثر جریان کلکتور (I_C)	۱۰۰ میلی‌آمپر	۲۰۰ میلی‌آمپر	۲۰۰- میلی‌آمپر	۳ آمپر	۱۵ آمپر
حداکثر ولتاژ کلکتور ـ امیتر (V_{CEO})	۲۰ ولت	۳۰ ولت	۵۰- ولت	۶۰ ولت	۶۰ ولت
حداکثر ولتاژ کلکتور ـ بیس (V_{CBO})	۳۰ ولت	۴۵ ولت	۶۰- ولت	۶۰ ولت	۱۰۰ ولت
بهرهٔ جریان (h_{FE})	۲۰۰-۸۰۰	۲۵۰	۶۰-۳۰۰	۱۰-۶۰	۵-۳۰
فرکانس ترانزیستور	۲۵۰ مگاهرتز	۱۵۰ مگاهرتز	۲۰۰ مگاهرتز	۸ مگاهرتز	۸ مگاهرتز

++

نامگذاري ترانزيستورها

برای نامگذاری ترانزیستورها ، سه روش مشهور در دنیا وجود دارد . گرجه تعدادی از کارخانه جات در گوشه و کنار دنیا از سیستم نامگذاری خاصی استفاده می نمایند. آن سه روش ، عبارتند از :

- نامگذاری روش ژاپنی
- نامگذاری روش اروپایی
- نامگذاری روش آمریکایی

اینک نامگذاری هر یک از سه روش فوق توضیح داده خواهد شد.

نامگذاري روش ژاپني : در این سیستم ،نامگذاری ترانزیستور را با عدد ۲ شروع کرده و به دنبال آن حرف S را می اورند. بعد از حرف و عدد ۲S ، یکی از چهار حرف A ، B، C و D را قرار می دهند که هر یک مفاهیمی به شرح زیر دارند:

۱- حرف A نشان دهنده ترانزیستور از نوع PNP بوده و در فرکانسهای بالا ، نیز می تواند کار کند (hf) .

۲- حرف B نشان دهنده ترانزیستور از نوع PNP بوده و در فرکانسهای کم ، نبز می تواند کار کند (lf) .

۳- حرف C نشان دهنده ترانزیستور از نوع NPN بوده و در فرکانسهای بالا ، نیز می تواند کار کند .

۴- حرف D نشان دهنده ترانزیستور از نوع NPN بوده و در فرکانسهای کم ، نیز می تواند کار کند .

بعد از این حروف تعداد ۲ ، ۳ یا ۴ رقم عدد قرار می گیرد که با مراجعه به جدول ، میتوان مقادیر مشخصه های الکتریکی ان را به دست آورد . در این سسیستم حروف روی ترانزیستور ، مشخص کننده جنس نیمه هادی بکار رفته (ژرمانیم یا سیلیسیم) و همچنین حدود قدرت آن می باشد مثلا المان سه پایه ای به شماره2SC829 نشان دهنده ترانزیستور از نوع NPN با محدوده فرکانسی بالا میباشد . لازم به ذکر است که بر. روی اکثر ترانزیستورها ، حرف 2S را قید نمی نمایند ، مثلا C829 همان 2SC829 می باشد.

نامگذاري روش اروپايي : در نامگذاری روش اروپایی ، تا سال ۱۹۶۰، ترانزیستور را با حرف OC و OD و با دو ، سه یا چهار عدد به دنبال آن مشخص می کردند ، که OC برای ترانزیستور های کم قدرت و OD برای ترانزیستورهای قدرت بکار می رفت . مانند OC72. در این روش نامگذاری ، نوع ترانزیستور (NPN-PNP) و یا جنس نیمه هادی بکار رفته و یا محدوده فرکانسی آن مشخص نبود .

از سال ۱۹۶۰ به بعد ، سیستم نامگذاری ترانزیستورها تغییر کرد . بدین نحو که ترانزیستورر های بکار رفته در رادیو و تلویزیون و یا در وسایل الکترونیکی عمومی بیشتر با دو حرف و سه شماره ، و ترانزیستورهای خاص ، با سه حرف و دو شماره مشخص می شوند. مانند ترانزیستور شماره BUX38 که این ترانزیستور در فرکانسهای رادیویی با جریان و ولتاژ زیاد بکار برده می شود . در این مبحث روش نامگذاری با دو حرف و سه شماره گفته خواهد می شود .

حرف اول در این روش ، نشان د هنده جنس نیمه هادی است که اگر از ژرمانیم باشد با حرف A و اگر سیلیسیم باشد با حرف B مشخص می نمایند.

حروف دوم را از حروف C ،D،F،L،Sو یا U استفاده می نمایند که معانی هر یک از این حروف به شرح زیر می باشد :

C: ترانزیستور کم قدرت – فرکانس کار کم .
D: ترانزیستور قدرت - فرکانس کار کم .
F: ترانزیستورکم قدرت – فرکانس کار زیاد .
L: ترانزیستورقدرت – فرکانس کار زیاد
S: ترانزیستور کم قدرت بعنوان سوییچ بکار می رود .
U: ترانزیستورهای قدرت بعنوان سوییچ بکار می رود .

سه شماره بعد ، نشان دهنده سری ترانزیستور می باشد که با استفاده از این ترانزیستور و جدول مشخصات الکتریکی ترانزیستور را بدست آورد . بعنوان مثال مشخصات ظا هری ترانزیستور BC107 به این شرح است :

B: جنس ترانزیستور از سیلیکون می باشد .
C: ترانزیستور کم قدرت بوده و در فرکانس کم می تواند کار کند

مشخصات الکتریکی را با مراجعه به کتاب مشخصات ترانزیستور و پیدا کردن جدول مربوطه به دست آورید . و یا مشخصات ظاهری ترانزیستور BF480 ، ترانزیستور کم قدرت بوده ،جنس آن از سیلیسیم و با فرکانس زیاد (1GHz) نیز می تواند کار کند . در این سیستم نامگذاری نوع ترانزیستور (npn-pnp) از روی حروف ترانزیستور مشخص نیست.

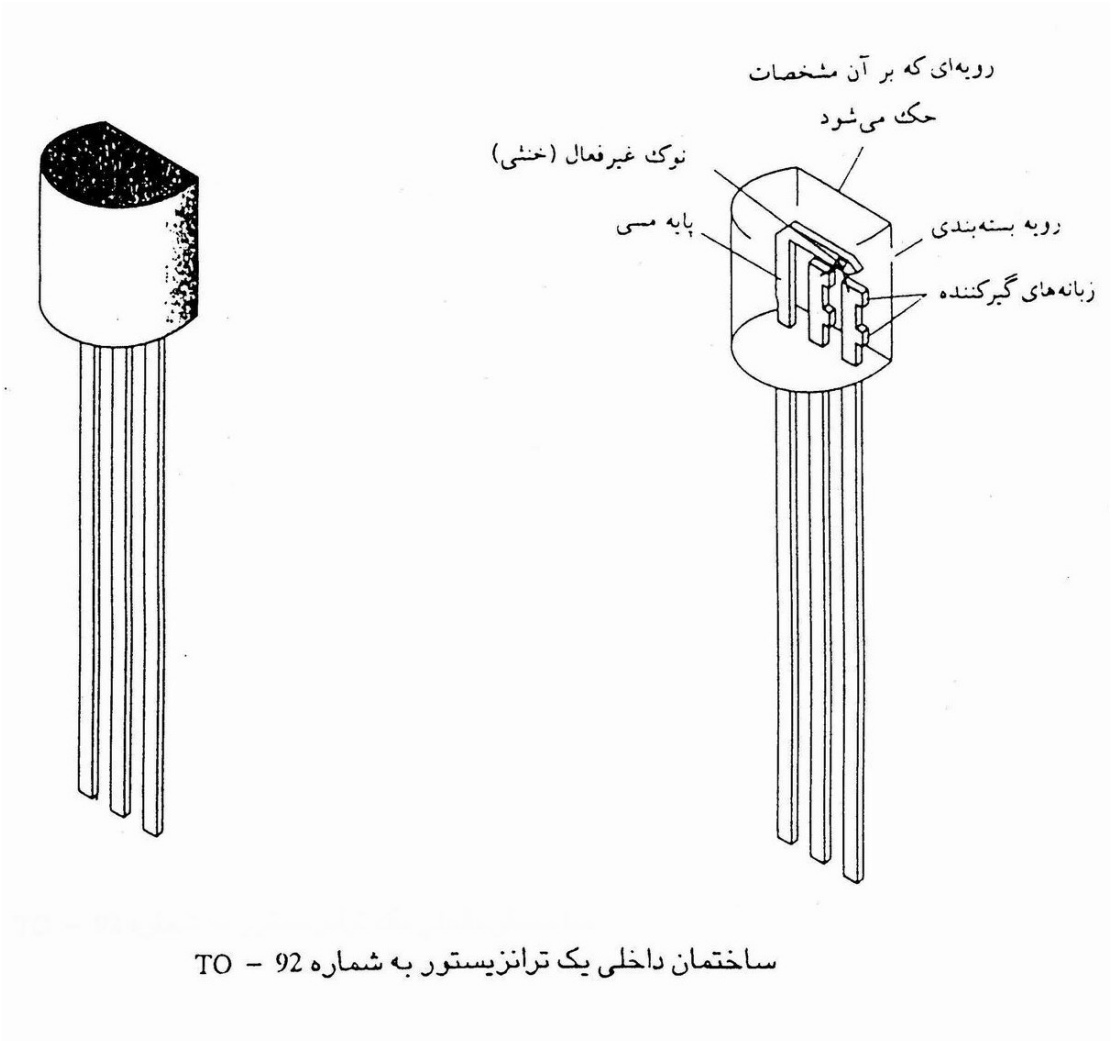
نامگذاري به روش امريكايي: در این روش نامگذاری ، ترانزیستورو المانهای سه قطبی را با حرف و عدد 2N مشخص می سازند . با تعداد رقم بعنوان شماره سری به دونبال آن می آید . حرفN و عدد 2 فقط المانهای سه قطبی را از المانهای دو قطبی (مانند دیود) مشخص می سازد . با توجه به شماره های بعدی که به دنبال آن می آورند و با توجه به جدول مشخصات المانها ،نوع المان و همچنین مشخصات الکتریکی آن را باید به دست آورد . مثال :

ترانزیستور قدرت (npn) که در فرکانس های کم کار می کند = 2N3055

ترانزیستور تک اتصالی(UJT) = 2N2646

تریستور = 2N1842

ترایاک = 2N6139

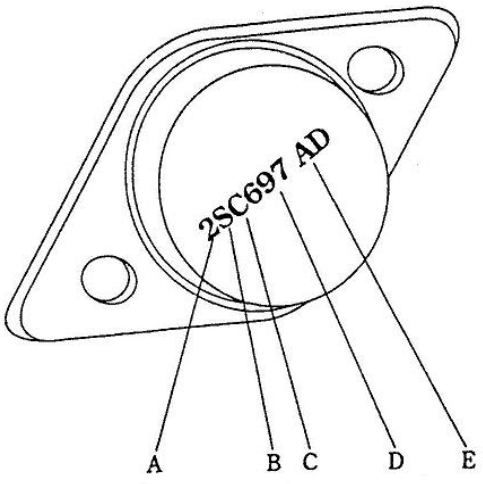


ساختمان داخلی یک ترانزیستور به شماره TO – 92

سبکهای مختلف ترانزیستورها عبارتند از کوچک ، متوسط ، بزرگ و نوع تثبیت کننده . با استفاده از شماره ترانزیستور می توانید اطلاعات مختلفی در مورد آن بدست اورید . در این میان می توان نوع مناسب بودن برای فرکانسهای پایین یا بالا را نام برد. همچنین می توانید FET ،SCR ، ترایاک ، MOSFET، و یا اپتو ایزولاتور ها را تشخیص دهید .

- A: این عدد نوع ترانزیستور را مشخص کرده و بکی کمتر از تعداد پایه های فعال موجود در قطعه می باشد.
- B: ژاپنی (EIAJ) یا آمریکایی (EIA) بودن آنرا مشخص می کند .
- C: کاربرد ترانزیستور و NPN یا PNP بودن انرا مشخص می کند .
- 2N: نشان دهنده ترانزیستور ، SCR،FET و یا ترایاک می باشد.
- 2SA: ترانزیستور PNP فرکانس بالا
- 2CB: ترانزیستور PNP فرکانس پایین
- 2SC: ترانزیستور NPN فرکانس بالا.
- 2SD: ترانزیستور NPN فرکانس پایین
- 2SJ : FET از نوع P-Channel
- 2SK: FET از نوع N-Channel
- 3SK: MOSFET از نوع N-Channel
- 3N: MOSFET ، ترایاک دوتایی
- 4N: اپتو ایزولاتور یا اپتو کوپلر

با نگاه کردن به شماره ترانزیستور متوجه می شوید که نوع آن NPN یا PNP است و برای چه فرکانسی مناسب میباشد . حرف پ۱سوندی که بعد از آخرین عدد می آید نشاندهنده نمونه بهبود یافته در مقایسه با سایر ترانزیستورها می باشد.توجه داشته باشید اگر حرف B یا C به عنوان پسوند مورد استفاده قرار گرفته باشند ترانزیستورهای مزبور بسیار بهتر از ترانزیستورهای مشابه با پسوند A می باشند.

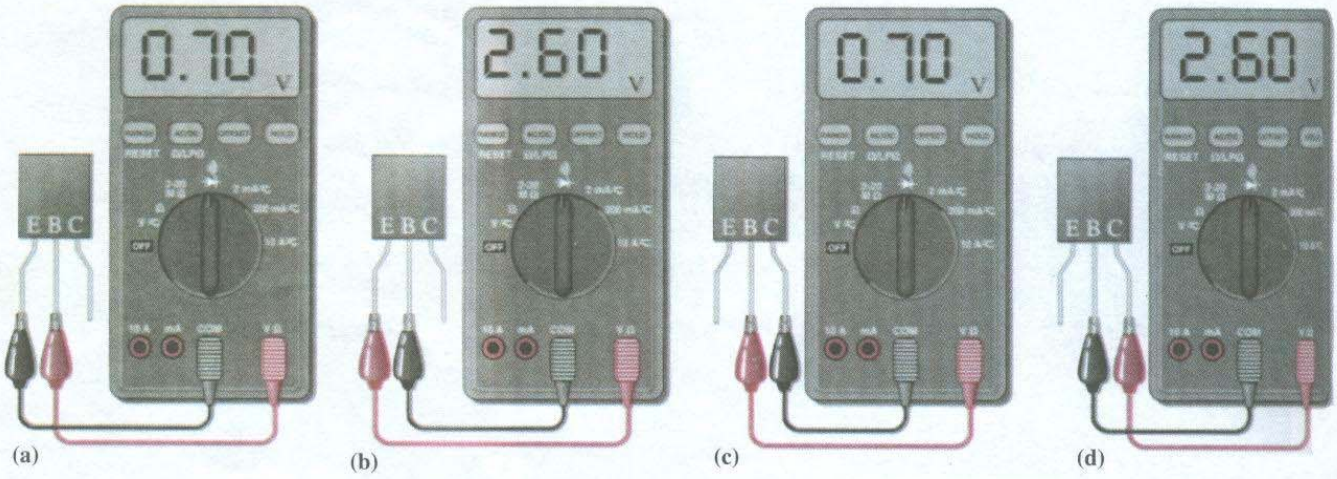


کُد 2SC نشان‌دهندهٔ این است که ترانزیستور از نوع فرکانس بالا و NPN است.

تعیین پایه‌ها و نوع ترانزیستور به‌کمک اهم‌متر

استفاده از اهم‌متر عقربه‌ای: چون هر ترانزیستور معادل دو دیود است می‌توان با استفاده از این خاصیت برای تشخیص بیس استفاده نمود. یک پایه در ترانزیستور وجود دارد که نسبت به دو پایه‌ی دیگر مانند یک دیود عمل می‌کند ؛ یعنی اهم‌متر از یک جهت اهم کم را نشان می‌دهد و با عوض کردن سیم‌های اهم‌متر، مقدار مقاومت نشان داده شده به‌وسیله‌ی اهم‌متر، زیاد است، این پایه بیس ترانزیستور است. با مشخص‌شدن بیس نوع ترانزیستور را می‌توان تعیین نمود. حالتی که اهم‌متر اهم کم را نشان می‌دهد اگر سیم منفی واقعی اهم‌متر به‌بیس وصل باشد نوع ترانزیستورمثبت (PNP) است. اگر در حالت اهم کم سیم مثبت واقعی اهم‌متر به بیس وصل باشد نوع ترانزیستور منفی (NPN) است. برای تعیین کلکتور و امیتر ترانزیستور می‌توان مقاومت بین بیس و دو پایه‌ی دیگر را اندازه گرفت. مقاومت بیس کلکتور کم‌تر از مقاومت بیس امیتر است.

استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی: از مولتی‌متر دیجیتالی در وضعیت آزمایش دیود برای آزمایش ترانزیستور استفاده می‌کنند. مانند حالت آزمایش دیود، وقتی دیود بیس‌امیتر یا دیود بیس‌کلکتور در بایاس موافق قرارگیرند ولتاژ بایاس موافق دیود روی صفحه نمایش نشان داده خواهد شد. در بایاس مخالف ولتاژ بایاس مخالف دیود روی صفحه‌ی نمایش ظاهر می‌شود. در شکل زیر حالت‌های گوناگون را مشاهده می‌کنید.



تست بایاس موافق پیوند BE — تست بایاس مخالف پیوند BE — تست بایاس موافق پیوند BC — تست بایاس مخالف پیوند BC

در یک ترانزیستور معیوب اگر اتصال بیس‌امیتر یا اتصال بیس کلکتور آن قطع باشد در این‌صورت مولتی‌متر ولتاژ بایاس مخالف را نشان می‌دهد. در شکل این حالت نشان داده شده است.

در صورت اتصال کوتاه بودن بیس‌امیتر یا بیس کلکتور مولتی‌متر ولتاژ «صفر» را نشان خواهد داد

مقادیر حد در ترانزیستور و استفاده از برگه‌ی داده‌ها

هر ترانزیستور نیز برای مقادیر الکتریکی مشخصی ساخته می‌شود. اگر مقادیر الکتریکی بیش‌از اندازه‌ای باشد که کارخانه‌ی سازنده تعیین کرده است، ترانزیستور آسیب می‌بیند. برخی از این مقادیر الکتریکی که «مقادیر حد» نام دارند، عبارت‌اند از :

۱ــ $V_{CE\,max}$: این پارامتر حداکثر ولتاژ مجاز بین کلکتور و امیتر ترانزیستور را مشخص می‌کند.

۲ــ $V_{CB\,max}$: نشان‌دهنده‌ی حداکثر ولتاژ مجاز معکوس بین کلکتور و بیس ترانزیستور است.

۳ــ $V_{EB\,max}$: ولتاژ قابل‌تحمل دیود بیس امیتر ترانزیستور را در حالت معکوس بیان می‌کند.

۴ــ $I_{C\,max}$: نشانگر حداکثر جریان مجاز کلکتور ترانزیستور است.

۵ ــ P_{max} : حداکثر توان قابل‌تحمل برای ترانزیستور است که به‌صورت حرارت تلف می‌شود.

۶ــ TJ° : حداکثر درجه‌ی حرارتی است که در محل اتصال کلکتور بیس یک ترانزیستور می‌تواند تحمل کند.

۷ــ فرکانس حد f_g : مقدار فرکانسی است که β به‌ازای آن به‌اندازه‌ی $\frac{۱}{\sqrt{۲}}$ یا $-۳dB$ کم‌تر از فرکانس صفر هرتز می‌شود.

۸ ــ فرکانس قطع f_T : مقدار فرکانسی است که به‌ازای آن $\beta = ۱$ می‌شود.

در جدول نمونه‌ای از جدول مشخصات حد ترانزیستورها و سایر اطلاعات آن آورده شده است. این جدول مربوط به کتاب«Tower's international Transistor selector» است.

Transistor Number	PM OA LT	Package	LEAD INFO	VEB MAX	VCE MAX	VEB MAX	I_C MAX	T_J MAX	PTOT	F_T MIN	C_{OB} MAX	H_{FE}	H_{FE} BZAS	USE	MFR	EUR EQUIV	USA EQUIV
BC ۱۰۷	NS	TO۱۸	L۰۱	۵۰	۴۵	۶	۱۰۰mA	۱۷۵C	۳۰۰ mWF	۱۵۰M	۵P	۱۱۰ MN	۲mA	ALG	MUB	BC ۱۰۷	۲N ۹۲۹

شماره‌ی ترانزیستور

نوع و جنس ترانزیستور
N = NPN
P = PNP
سیلیسیم = S
ژرمانیوم = G

شکل ظاهری و ابعاد مراجعه شود به ضمیمه‌ی C

اطلاعات مربوط به پایه‌های ترانزیستور ــ به ضمیمه‌ی B مراجعه شود

حداکثر ولتاژ کلکتور ــ بیس

حداکثر ولتاژ کلکتور ــ امیتر

حداکثر ولتاژ معکوس امیتر ــ بیس

حداکثر جریان کلکتور

حداکثر درجه حرارت مجاز محل پیوند برحسب درجه سانتی‌گراد

حداکثر توان مجاز ترانزیستور C : با گرماگیر در هوای آزاد در ۲۵°C
MW= میلی‌وات F= درهوای آزاد در ۲۵°C H: در هوای آزاد با گرماگیر فلزی
W= وات

معادل امریکایی

معادل اروپایی

نام کارخانه‌ی سازنده

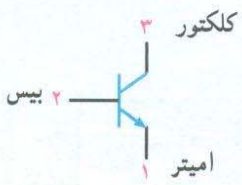
کاربرد

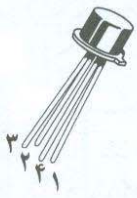
ضریب تقویت جریان به‌ازای این جریان بایاس

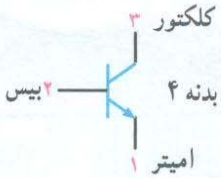
حداکثر ظرفیت خازن بین لایه‌ی بیس و کلکتور
P = پیکو فاراد N = نانوفاراد

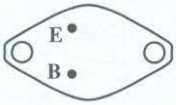
فرکانس قطع ترانزیستور مگاهرتز = M
کیلوهرتز = K گیگاهرتز = G

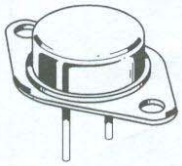
چند نمونه از بسته‌بندی ترانزیستور و پایه‌های آن

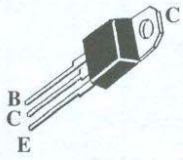


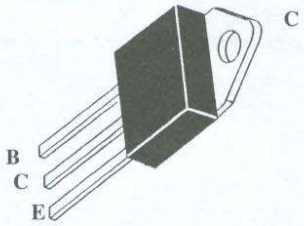


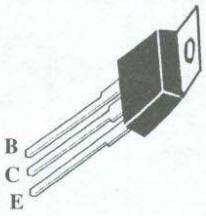


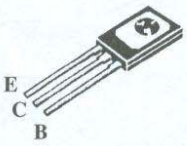


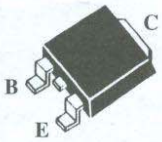




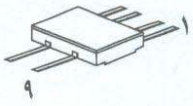


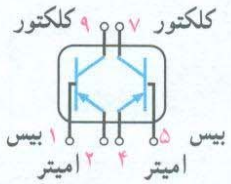




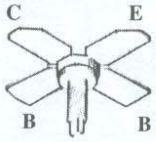


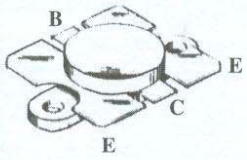
تکنولوژی نصب سطحی SMT[۲]

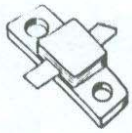


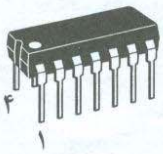


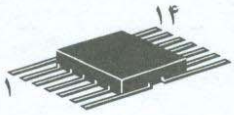
نوع تخت دوطرفه DIP[۱]

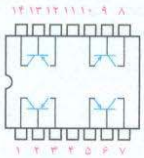




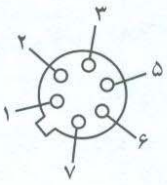


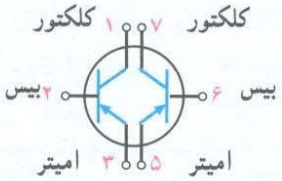


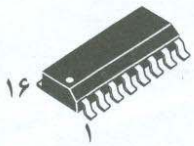


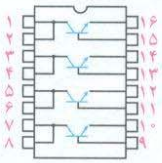


چهار ترانزیستور در محفظه‌ی دوطرفه و تخت









چهار ترانزیستور در یک محفظه برای نصب سطحی

۱ــ DIP = Dual in line package

۲ــ SMT = Surface Mounted Technology