

برای دریافت اطلاعات بیشتر به www.Ecu118.ir مراجعه کنید



www.IranianEcu.com

آشنایی با قطعات الکترونیکی

مقاومت

@**ECU118**

سلف

خازن

دیود

ترانزیستور

<https://telgram.me/Ecu118>

مقاومت مقدار آن است که بر حسب اهم (Ω)، کیلواهم ($K\Omega$) یا مگااهم ($M\Omega$) بیان می‌شود. مقادیر کیلو و مگا را با این ضرایب می‌توان به اهم تبدیل کرد:

$$1M\Omega = 10^6\Omega \text{ و } 1K\Omega = 10^3\Omega$$

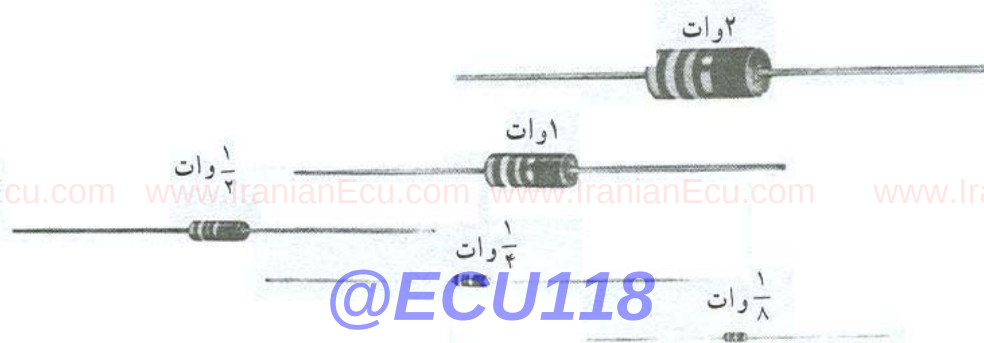
۲- توان مجاز: ماکزیمم توانی که مقاومت به‌طور دائم می‌تواند تحمل کند را «توان قابل تحمل» گویند. این توان اغلب به‌صورت حرارت در اطراف مقاومت هدر می‌رود. ماکزیمم قدرت مجاز، به حرارت محیط، ولتاژ و جریان مقاومت بستگی دارد. مقادیر استاندارد توان مجاز در مقاومت‌های لایه‌ی کربنی در شکل «۱-۶» نشان داده شده است.

۱-۲- مقاومت الکتریکی (R)

مقاومت، عنصر یا قطعه‌ی الکتریکی است که سبب محدود شدن شدت جریان تولیدشده در مدارات الکتریکی می‌شود. به عبارت دیگر، مقاومت با عبور جریان مخالفت می‌کند. واحد مقاومت اهم (Ω) است و آن را با حرف R نشان می‌دهند. مقاومت دارای انواع مختلف با ویژگی‌های خاص است که به‌طور جداگانه تشریح خواهد شد. علامت اختصاری مقاومت به صورت:  یا  است.

۱-۳- مشخصات مهم مقاومت‌ها

۱- مقدار اهمی مقاومت: مهم‌ترین مشخصه‌ی یک



شکل ۱-۶

دستگاه‌های تولید مقاومت دارد. میزان درصد تolerانس معرف حد پایینی و حد بالایی مقدار مقاومت است؛ برای مثال اگر یک مقاومت 100Ω دارای تolerانس $\pm 1\%$ باشد دارای مقداری بین 99Ω تا 101Ω اهم است که 90Ω را «حد پایینی» و 110Ω را «حد بالایی» گویند. مقدار تolerانس در مقاومت‌ها به‌صورت عدد بر روی مقاومت نوشته شده یا در مقاومت‌هایی با کد رنگی به‌وسیله‌ی رنگ بیان می‌شود. مقاومت‌ها را بر حسب مقدار تolerانس به چهار دسته تقسیم می‌نمایند:

مقدار این توان از رابطه‌ی $P = \frac{U^2}{R} = R \cdot I^2$ به دست

می‌آید. برای بالا بردن ضریب اطمینان بهتر است پس از محاسبه‌ی توان از مقاومت با توان مجاز بالاتر استفاده نمود.

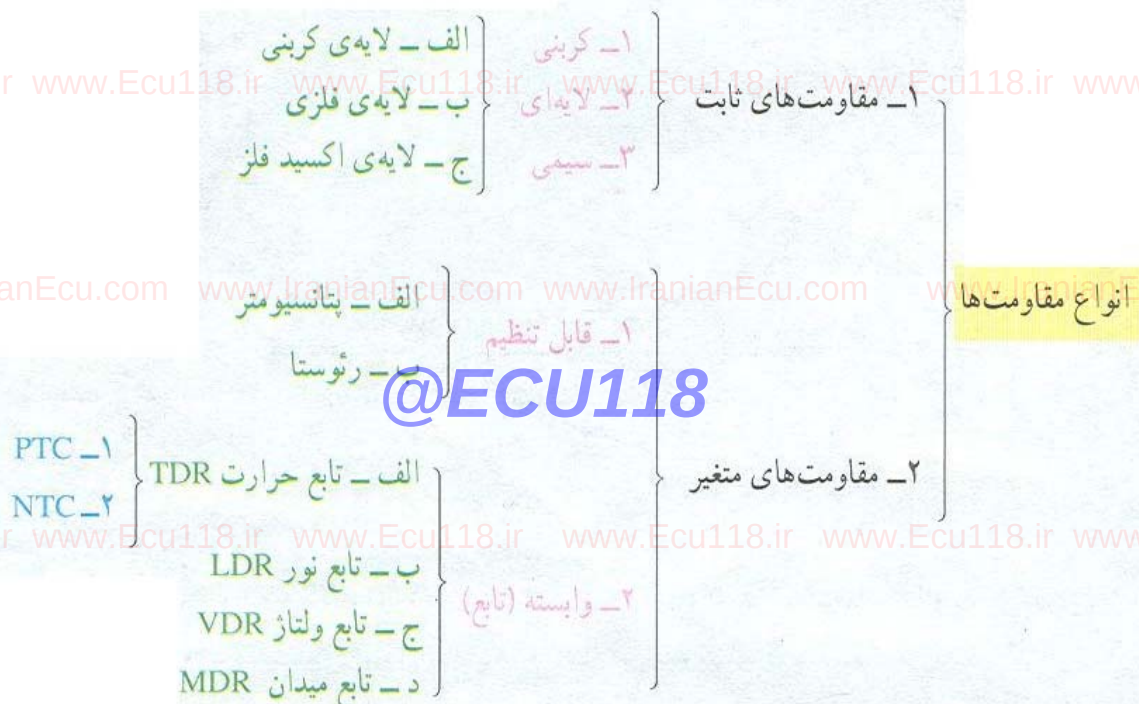
۳- تolerانس: مقدار واقعی یک مقاومت در عمل با مقداری که به‌وسیله‌ی سازنده قید می‌شود اختلاف دارد. این اختلاف «تولرانس» یا «درصد خطا» نامیده می‌شود و آن را بر حسب درصد بیان می‌کنند. میزان خطا بستگی به تکنولوژی ساخت و دقت

- انواع مقاومت ها از نظر تolerانس
- ۱- مقاومت های معمولی (دارای تolerانس ۵٪ تا ۲۰٪).
 - ۲- مقاومت های نیمه دقیق (دارای تolerانس ۱٪ تا ۵٪).
 - ۳- مقاومت های دقیق (دارای تolerانس ۰/۵٪ تا ۱٪).
 - ۴- مقاومت های خیلی دقیق (دارای تolerانس کمتر از ۰/۵٪).

۱- انواع مقاومت ها

مقاومت های الکتریکی را به این صورت می توان تقسیم بندی

نمود:



که مقدارشان همواره ثابت است.

توضیح: در این تقسیم بندی از انواع مقاومت های ثابت،

تنها به توضیحاتی درباره ی مقاومت های سیمی اکتفا شده

و هم چنین از مجموعه ی مقاومت های متغیر، فقط مقاومت های

وابسته بررسی شده است، زیرا در درس «مبانی برق» با سایر

موارد آشنا شده اید.

۱-۵-۱- مقاومت های سیمی: مقاومت سیمی^۱ از

پیچیدن طول معینی سیم مقاومت دار از جنس آلیاژهای مختلف

نیکل بر روی استوانه ای عایق از جنس سرامیک ساخته می شود.

این مقاومت عموماً برای توان های بالا (۲ تا ۲۵۰ وات) ساخته

می شود. این ویژگی خاص، آن ها را از سایر مقاومت ها متمایز

می سازد؛ هم چنین انواع خاصی از مقاومت سیمی نیز برای

مصارف تolerانس پایین (تا حدود ۰/۵٪ به منظور مقاومت دقیق^۲

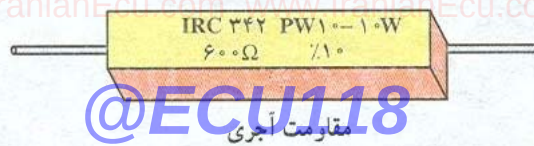
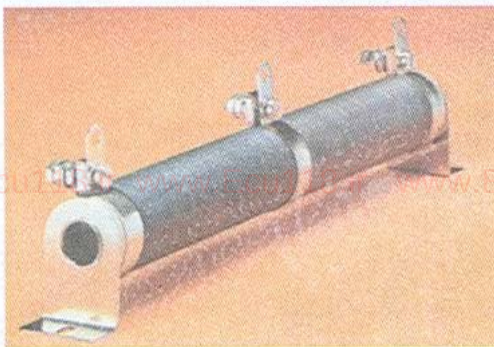
۱-۵-۱- مقاومت های ثابت

مقاومت های ثابت به آن دسته از مقاومت ها گفته می شود

^۱ - Wire wound Resistor

^۲ - Precision wire wound Resistor

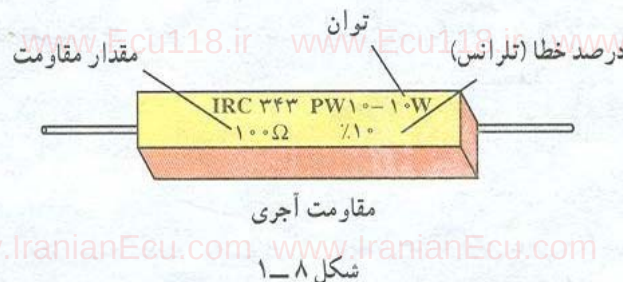
(با توان $\frac{1}{4}$ تا ۲ وات) ساخته می شوند. در شکل ۷-۱ چند نمونه مقاومت سیمی دیده می شود.



شکل ۷-۱

امروزه با به کارگیری نیمه هادی ها و پایین آمدن ولتاژ کار مدارها، از این مقاومت ها کم تر استفاده می گردد. یکی از ویژگی های خوب مقاومت سیمی این است که به هنگام سوختن شعله ور نشده هم چنین پس از سوختن، کاملاً قطع می شود؛ به همین دلیل، در بسیاری از مدارها به عنوان مقاومت فیوزی^۲ استفاده می شود و به آن «مقاومت حفاظتی»^۳ نیز می گویند (شکل ۸-۱). زیرا این مقاومت ها در حالت عادی به صورت یک مقاومت معمولی عمل

مقاومت های سیمی توان ۲ وات به بالا عموماً در یک محفظه مانند سیمان با مقطع مربع - مستطیل شکل ساخته می شوند و به «مقاومت های آجری» معروفند. شکل خاص محفظه ی مقاومت های آجری این امکان را فراهم می آورد که برای خنک کردن بتوان آن ها را بر روی ورقه ی فلزی خنک کننده (رادیاتور)^۱ قرار داد. مقاومت های آجری در مدارهای صوتی و تصویری به منظور کاهش دهنده ی ولتاژ استفاده می شوند، اما



شکل ۸-۱

۱- Heat sink

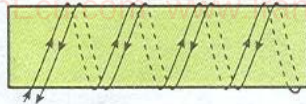
۲- Fusible Resistor

۳- Safety Resistor

سیم به صورت دولایی یا بی‌فیلار^۱ 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 ۹-۱ پیچیدن سیم به روش بی‌فیلار، روی استوانه سرامیکی نشان داده شده است.

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

مقاومت سیمی به سبب «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 این گونه موارد توانسته‌اند با روش پیچیدن



شکل ۹-۱ پیچیدن سیم به روش دولایی (بی‌فیلار)

متغیر نیز ساخته می‌شوند که در شکل ۱۰-۱ 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.

مقاومت‌های سیمی دارای انواع مختلفی هستند که اغلب براساس ساختمان داخلی آن‌ها نام‌گذاری شده‌اند که از جمله می‌توان مقاومت‌های سیمی با پوشش «آلومینیومی»، «سیلیکونی» و «سرامیکی» را نام برد. مقاومت‌های سیمی در قالب مقاومت‌های



ب- مقاومت سیمی متغیر (رئوستا)



الف- مقاومت سیمی متغیر

شکل ۱۰-۱

۱-۶- مقاومت‌های متغیر

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

۱-۶-۱- مقاومت‌های متغیر وابسته: به آن دسته از مقاومت‌های متغیر «وابسته» گفته می‌شود که به وسیله‌ی عواملی از قبیل نور، حرارت، ولتاژ و... مقدار مقاومتشان تغییر کند.

این مقاومت‌ها انواع مختلفی دارد که عبارت‌اند از:

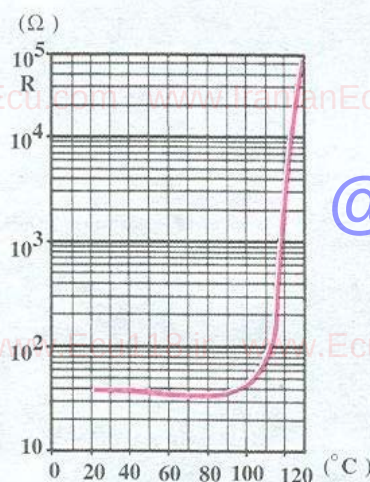
الف- مقاومت‌های تابع حرارت (ترمیستور)

مقدار اهم این مقاومت‌ها تابع حرارت است. یعنی، در اثر حرارت میزان مقاومتشان تغییر می‌کند. مقاومت‌های حرارتی را تحت عنوان «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 به صورت حس‌کننده‌های 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 به کار می‌روند و در دو نوع ساخته می‌شوند:

۱- ترمیستور با ضریب حرارتی مثبت (PTC):

PTC نوعی ترمیستور است که با افزایش دما مقدار مقاومت آن افزایش می‌یابد. مقدار اهم مقاومت‌های PTC را در دمای 25°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 به همراه تصویر چند نمونه از آن در شکل ۱-۱۱ نشان داده شده است.



منحنی مقاومت - حرارت یک ترمیستور PTC

@ECU118



(الف)

(ب)

شکل ۱-۱۱

۲- ترمیستور با ضریب حرارتی منفی (NTC):

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 قدرات مجاز مقاومت نیز باید توجه کرد. منحنی تغییرات مقاومت نسبت به تغییرات دما در NTC به صورت غیرخطی و نزولی است.

۱- Thermally sensitive resistor = THERMISTOR

۲- Sensor

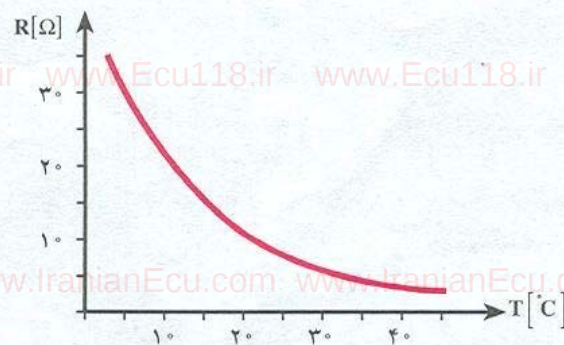
۳- PTC = Positive Temperature Coefficient

۴- NTC = Negative Temperature Coefficient

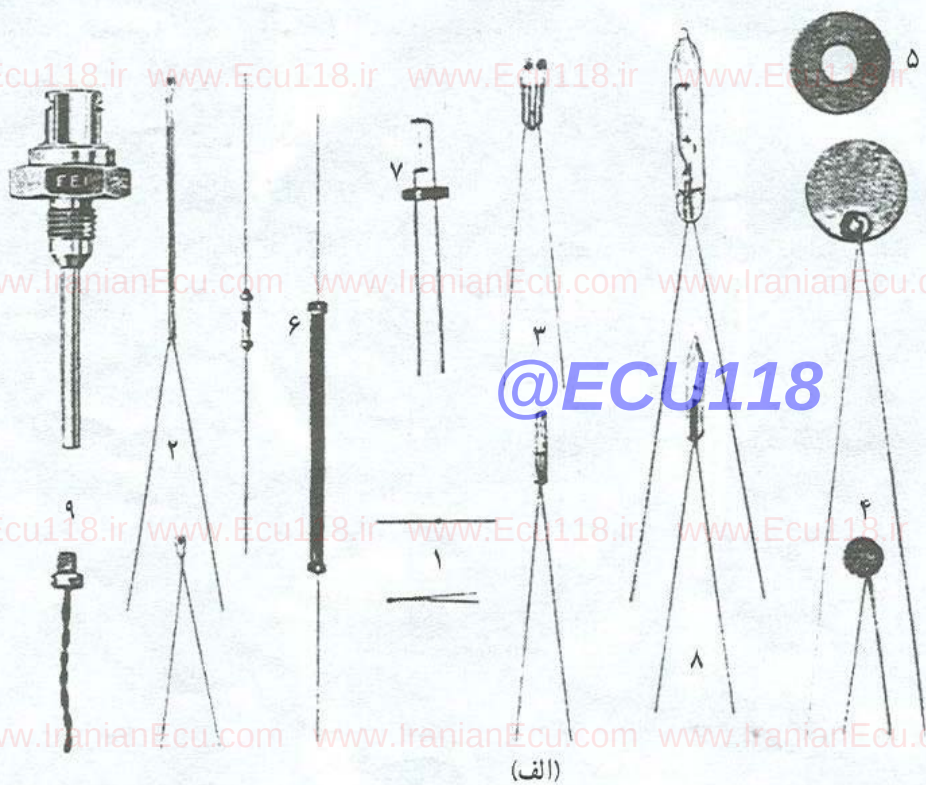
نشان داده شده است.

در شکل ۱۲-۱ منحنی مشخصه NTC و در شکل

۱۳-۱ چند نمونه مقاومت «NTC» همراه علامت اختصاری آن



شکل ۱۲-۱



۱- نوع مهره‌ای

۲- پایه‌ی شیشه‌ای

۳- دارای مهره و پایه‌ی قابل تعویض

۴- نوع دیسکی

۵- نوع واشری

۶- نوع میله‌ای

۷- نوع گازی

۸- نوع شیشه‌ای (گاز - خلا)

۹- نوع مخصوص

@ECU118



(ب)

شکل ۱۳-۱ تصاویر ترمیستورهای عمومی NTC

دارای مقاومت خیلی زیاد (در حد مگا اهم) و در روشنایی دارای

مقاومت کم (در حد کیلو یا اهم) است. مقاومت‌های LDR را

«فتورزیستور» هم می‌نامند. برای این که نور روی عنصر مقاومتی

ب- مقاومت‌های تابع نور (LDR):

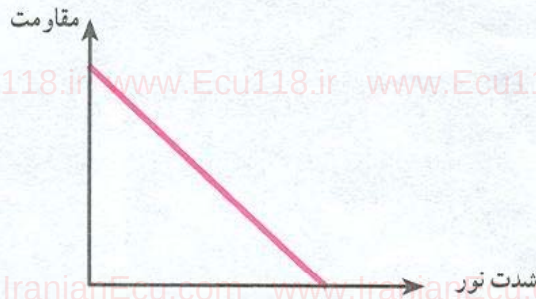
مقدار مقاومت تابع نور (LDR) تابع تغییرات شدت نور

تابیده شده به سطح آن است. مقاومت تابع نور در فضای تاریک

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

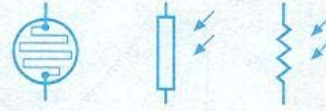
۲- LDR = Light Dependent Resistor

علامت اختصاری و در شکل ۱-۱۵ منحنی تغییرات مقاومت نسبت به نور نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۵

فتورزیستور اثر گذارد معمولاً سطح ظاهری آن را با شیشه یا پلاستیک شفاف می پوشانند. در شکل ۱-۱۴ نمای ظاهری و

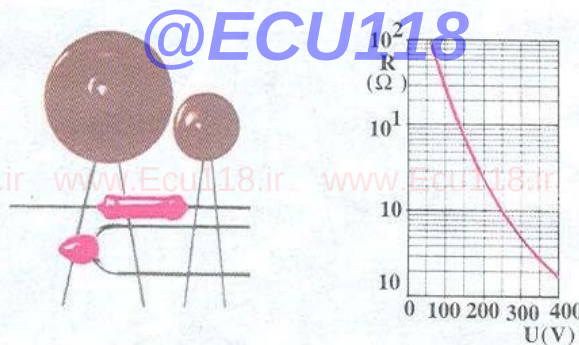


شکل ۱-۱۴- نمای ظاهری و علامت اختصاری یک فتورزیستور

یکسانی در مدار وجود داشته باشد. مقاومت VDR را تحت عنوان «واریستور»^۲ نیز می شناسند. مقدار اهم این مقاومت ها با ولتاژ رابطه ی معکوس دارد؛ یعنی با افزایش ولتاژ مقدار اهم آن ها کاهش می یابد. شکل ظاهری چند واریستور به همراه منحنی مشخصه ی تغییرات مقاومت نسبت به ولتاژ آن ها در شکل ۱-۱۶ نشان داده شده است.

از این مقاومت در مدارات الکترونیکی به عنوان تشخیص دهنده ی نور (نورسنج) استفاده می شود. از جمله کاربردهای این مقاومت استفاده ی آن در دوربین های عکاسی و کلیدهای نوری و چشم های الکترونیکی است. مقاومت های تابع ولتاژ (VDR):^۱

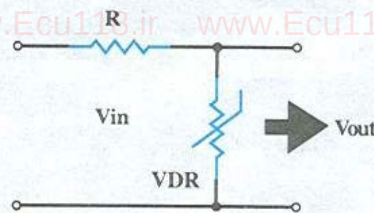
مقاومت های تابع ولتاژ (VDR) مقاومت هایی هستند که متناسب با تغییر ولتاژ مقاومت آن ها تغییر می کند تا همواره ولتاژ



شکل ۱-۱۶- منحنی مقاومت - ولتاژ یک واریستور و نمای ظاهری چند واریستور مختلف

کاربردهای این مقاومت عبارت اند از:
الف - تثبیت کننده های ولتاژ (شکل ۱-۱۷).
ب - حفاظت مدارها در مقابل اضافه ولتاژها در لحظات

واریستورها به پلاریته ولتاژ اعمال شده وابسته نیستند که این خود مزیتی برای این نوع مقاومت ها محسوب می شود، زیرا برای استفاده در مدارات AC بسیار مناسب هستند. از جمله

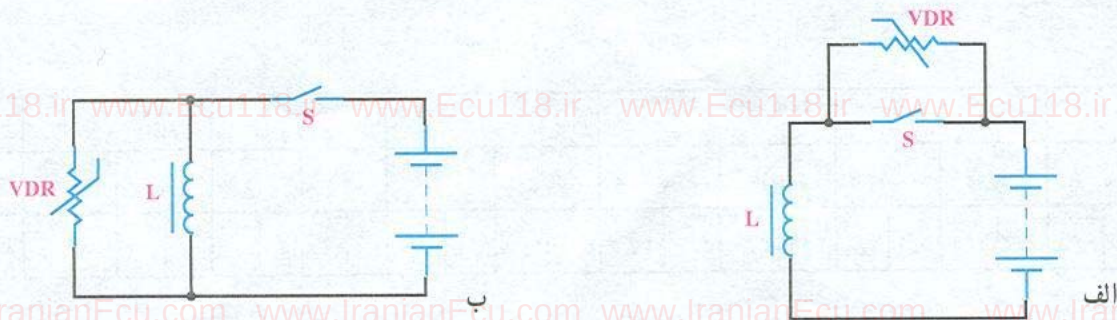


شکل ۱-۱۷- رگولاتور ولتاژ

^۱ - VDR = Voltage Dependent Resistor

^۲ - VARISTOR

قطع و وصل کلید (شکل ۱۸-۱).



شکل ۱۸-۱- حفاظت کلید از ولتاژ القایی سلف با استفاده از واریستور

مقاومت‌های تابع میدان مغناطیسی (MDR):^۱

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

۷-۱- استانداردهای مقاومت

قطعات تولیدی کارخانجات مختلف ممکن است در نقاط مختلف جهان استفاده شود؛ از این رو ضروری است که تمامی آن‌ها به منظور تولید قطعات خود از نظر مقدار و سایر مشخصات از روش‌ها و استانداردهای خاص پیروی کنند. معمول‌ترین آن «استاندارد اروپایی» است که با حرف (E)^۲ مشخص می‌شود. این استاندارد خود شامل سری‌های مختلفی است:

@ECU118

E 6 , E 12 , E 24

بنابراین با توجه به میزان تolerانس مقاومت‌ها، سری‌های استاندارد مختلفی موجود است. در این جا سه سری استاندارد مقاومتی آمده است:

سری E₆ - این سری دارای ۶ قسمت و تolerانس مقاومت‌های آن ۲۰ درصد است.

سری E_{۱۲} - این سری دارای ۱۲ قسمت و تolerانس مقاومت‌های آن ۱۰ درصد است.

سری E_{۲۴} - این سری دارای ۲۴ قسمت و تolerانس مقاومت‌های آن ۵ درصد است.

همان‌گونه که گفته شد مقدار مقاومت و تolerانس از جمله عوامل مهم انتخاب مقاومت هستند. درصد تolerانس سبب به وجود آمدن محدوده‌ای برای مقاومت می‌شود؛ برای مثال مقاومت ۱ کیلو اهمی با تolerانس ۱۰٪ می‌تواند از مقدار ۹۰۰Ω تا ۱۱۰۰Ω داشته باشد و در واقع محدوده‌ای را می‌پوشاند. با در نظر گرفتن این مطلب می‌توان گفت: مقاومت‌هایی که در ردیف قبل و بعد از این قرار می‌گیرند طوری تolerانس برای آن‌ها محاسبه و در نظر 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.

۱- MDR = MAGNETIC Dependent Resistor

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

جدول ۱-۱- تقسیم‌بندی یک دهه برای سه سری استاندارد

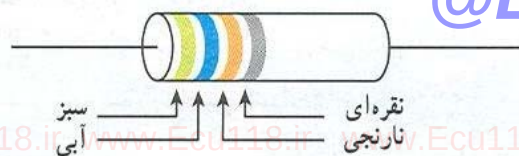
۱- نوارهای رنگی، ۲- رمزهای عددی و ۳- نوشتن مقدار مقاومت.



کد رنگی براساس استاندارد IEC

تولرانس	ضریب	عدد	عدد	تولرانس	ضریب	عدد	عدد
نوار پنجم	نوار چهارم	نوار سوم	نوار دوم	نوار اول	نوار پنجم	نوار چهارم	نوار سوم
سیاه	سیاه	سیاه	سیاه	سیاه	سیاه	سیاه	سیاه
قهوه‌ای	قهوه‌ای	قهوه‌ای	قهوه‌ای	قهوه‌ای	قهوه‌ای	قهوه‌ای	قهوه‌ای
±۲٪	±۲٪	±۲٪	±۲٪	±۲٪	±۲٪	±۲٪	±۲٪
نارنجی	نارنجی	نارنجی	نارنجی	نارنجی	نارنجی	نارنجی	نارنجی
زرد	زرد	زرد	زرد	زرد	زرد	زرد	زرد
±۰/۵٪	±۰/۵٪	±۰/۵٪	±۰/۵٪	±۰/۵٪	±۰/۵٪	±۰/۵٪	±۰/۵٪
سبز	سبز	سبز	سبز	سبز	سبز	سبز	سبز
±۰/۲۵٪	±۰/۲۵٪	±۰/۲۵٪	±۰/۲۵٪	±۰/۲۵٪	±۰/۲۵٪	±۰/۲۵٪	±۰/۲۵٪
آبی	آبی	آبی	آبی	آبی	آبی	آبی	آبی
±۰/۱٪	±۰/۱٪	±۰/۱٪	±۰/۱٪	±۰/۱٪	±۰/۱٪	±۰/۱٪	±۰/۱٪
بنفش	بنفش	بنفش	بنفش	بنفش	بنفش	بنفش	بنفش
طلایی	طلایی	طلایی	طلایی	طلایی	طلایی	طلایی	طلایی
±۱۰٪	±۱۰٪	±۱۰٪	±۱۰٪	±۱۰٪	±۱۰٪	±۱۰٪	±۱۰٪
نقره‌ای	نقره‌ای	نقره‌ای	نقره‌ای	نقره‌ای	نقره‌ای	نقره‌ای	نقره‌ای
±۱٪	±۱٪	±۱٪	±۱٪	±۱٪	±۱٪	±۱٪	±۱٪
سفید	سفید	سفید	سفید	سفید	سفید	سفید	سفید

شکل ۱۹-۱



@ECU118

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 تولرانس آن چه قدر است؟

$$\text{حل: } 56 \times 10^3 = 56K\Omega \pm 1\%$$

مثال ۲: اگر مقدار مقاومتی $2/2K\Omega \pm 5\%$ باشد کدهای رنگی آن را مشخص کنید.

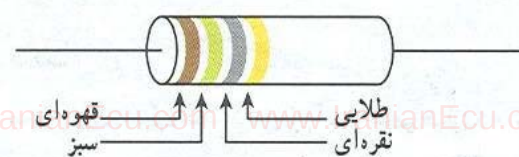
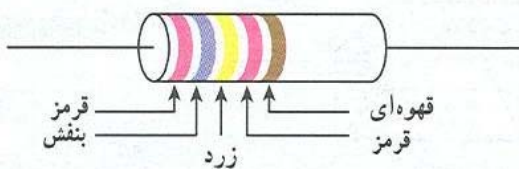
حل: با توجه به جدول نوارهای رنگی می‌توان نوشت: (طلایی - قرمز - قرمز - قرمز)

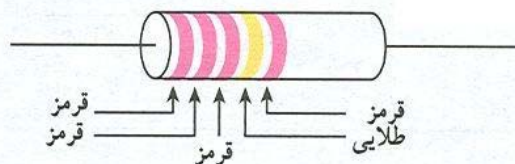
مثال ۳: مقدار مقاومت و درصد خطای شکل داده شده چقدر است؟

$$\text{حل: } 27400\Omega \pm 1\% = 27/4K\Omega \pm 1\%$$

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

$$\text{حل: } 15 \times 10^{-1} = 1/5 \pm 5\%$$





مثال ۵: مقدار اهم و تیرانس مقاومت پنج رنگ روبه‌رو را تعیین کنید:

$$\text{حل: } 222 \times 10^{-1} = 22 / 2 \Omega \pm 2\%$$

و درصد تیرانس مقاومت را بیان می‌کند. در جدول ۱-۲ و ۱-۳ معانی حروفی که برای ضرب و تیرانس به کار می‌روند بیان شده است.

۲- تشخیص مقدار مقاومت با استفاده از رمز حروف: روش دیگری که برای نشان دادن مقدار مقاومت‌ها به کار می‌رود استفاده از حروف خاصی است که به صورت رمز، مقدار

جدول ۱-۳- معنی حرف تیرانس

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

جدول ۱-۲- معنی حرف ضرب

حرف	R یا K	K	M
ضرب	$\times 1$	$\times (10)^3$	$\times (10)^6$

شده است مقدار اهم و تیرانس آن چه قدر است؟

$$\text{حل: } R = 2 / 2 M \Omega \pm 2\%$$

مثال ۴: معنای حروف رمز مقاومت ۲۲KK چیست؟

حل: K اول معرف $K \Omega$

K دوم معرف $10\% \pm$ تیرانس

$$R = 22 K \Omega \pm 10\%$$

۳- تشخیص مقدار مقاومت با استفاده از مقدار

نوشته شده: در این روش مقدار مقاومت و تیرانس آن مستقیماً

روی مقاومت نوشته می‌شود؛ مانند: مقاومت شکل ۱-۲.

در این روش حرف اول ضرب و حرف دوم تیرانس بوده، چنانچه مقدار عددی دارای ممیز باشد از همان حروف به منظور ممیز استفاده می‌شود.

مثال ۱: مقدار و تیرانس مقاومتی که به صورت رمز بر روی

آن ۵R۶K نوشته شده چه قدر است؟

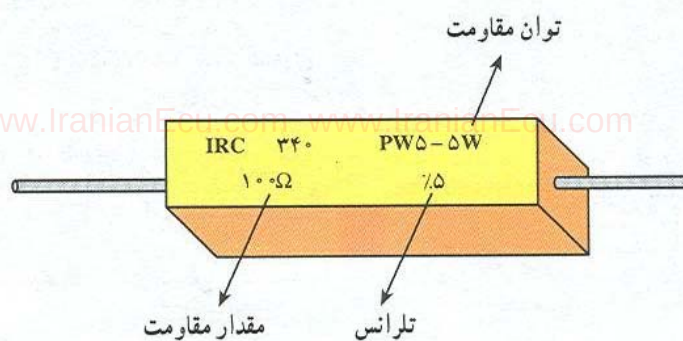
$$\text{حل: با توجه به جدول داریم: } R = 5 / 6 \Omega \pm 10\%$$

مثال ۲: مقدار اهم و تیرانس مقاومتی که به صورت رمز

R۲۷F نشان داده شده را تعیین کنید:

$$\text{حل: } R = 27 \Omega \pm 1\%$$

مثال ۳: بر روی مقاومتی به صورت رمز ۲M۲M نوشته



شکل ۱-۲۰

اصلی تشکیل شده است.

الف - سیم پیچ: سیم پیچ از پیچیدن طول معینی از یک

سیم هادی با روکش عایق بر روی یک پایه‌ی عایق شکل می‌گیرد.

ب - هسته: قسمتی است که درون سیم پیچ قرار می‌گیرد

سلف یا سیم پیچ، 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

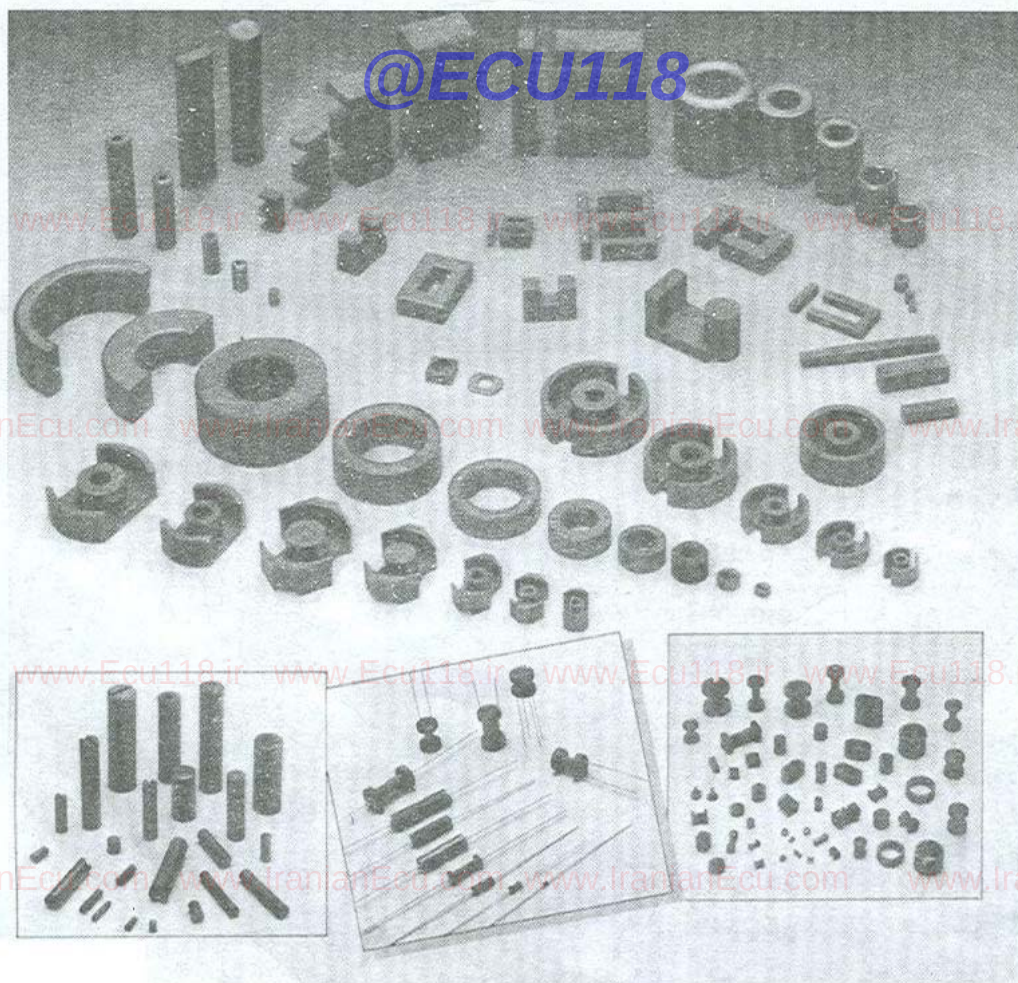
۹-۱- سلف

هسته از هوا باشد ابعاد سلف بزرگ می شود، بنابراین، هسته‌ی مناسب در صنعت الکترونیک فریت‌ها هستند. در شکل ۱-۲۲ تعدادی از فریت‌های آماده برای سلف‌ها و ترانسفورماتورها نشان داده شده است.

بالا (۵۰ مگاهرتز به بالا) به علت استفاده از سلف‌های با خودالقایی کم جنس هسته از هوا است. در شکل ۱-۲۱ نمونه‌هایی از سلف‌ها و ترانس‌های کوچک نشان داده شده است. در سلف‌های با خودالقایی زیاد در صورتی که



شکل ۱-۲۱



شکل ۱-۲۲ نمونه‌هایی از فریت‌های آماده برای سلف‌ها و ترانسفورماتورهای کوچک

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 (دی الکتریک) از جنس هوا، کاغذ، میکا، پلاستیک، سرامیک، اکسید آلومینیوم و اکسید تانتالیوم استفاده می‌شود.

هرچه ضریب دی الکتریک یک ماده‌ی عایق بزرگ‌تر باشد آن دی الکتریک دارای خاصیت عایقی بهتر است. در جدول ۴-۱ مقدار ضریب دی الکتریک چند نوع عایق آمده است.

برای مثال، با دقت در جدول ۴-۱ می‌توان دریافت که خاصیت عایقی اکسید آلومینیوم ۷ برابر خاصیت عایقی هوا است.

جدول ۴-۱- ضریب دی الکتریک چند ماده

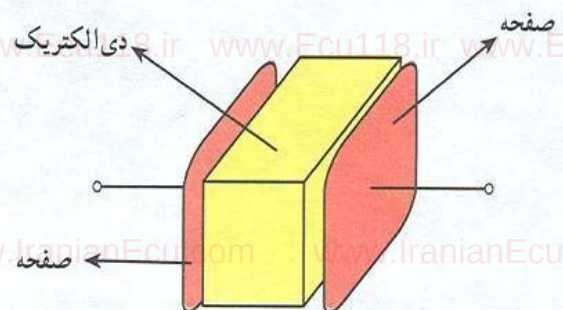
نوع عایق	ضریب دی الکتریک
هوا یا خلأ	۱
اکسید آلومینیوم	۷
سرامیک	۸۰۰-۱۲۰۰
شیشه	۵/۵-۱۰
میکا	۳-۸
روغن	۲-۵
پلی استر	۲/۵
کوارتز	۳/۴-۴/۲
پارافین	۲-۲/۲
کاغذ	۲-۶
فیبر	۳-۵
اکسید تانتالیوم	۲۶

فریت: به طور کلی اصطلاح «فریت» به مواد سرامیکی ای گفته می‌شود که دارای خواص فرومغناطیس باشند. فریتی که در سلف‌ها بیش‌تر استفاده می‌شود در شمار فریت‌های نرم هستند.

۱-۱۰- خازن

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

الف - صفحات هادی ب - عایق بین هادی‌ها (دی الکتریک).



شکل ۲۳-۱

@ECU118

می شوند. خازن های ثابت و متغیر را نیز می توان به این صورت تقسیم بندی نمود :

۱۱-۱ انواع خازن ها

خازن ها به دو دسته ی کلی «ثابت» و «متغیر» تقسیم بندی



۱۲-۱ خازن های ثابت

۱-

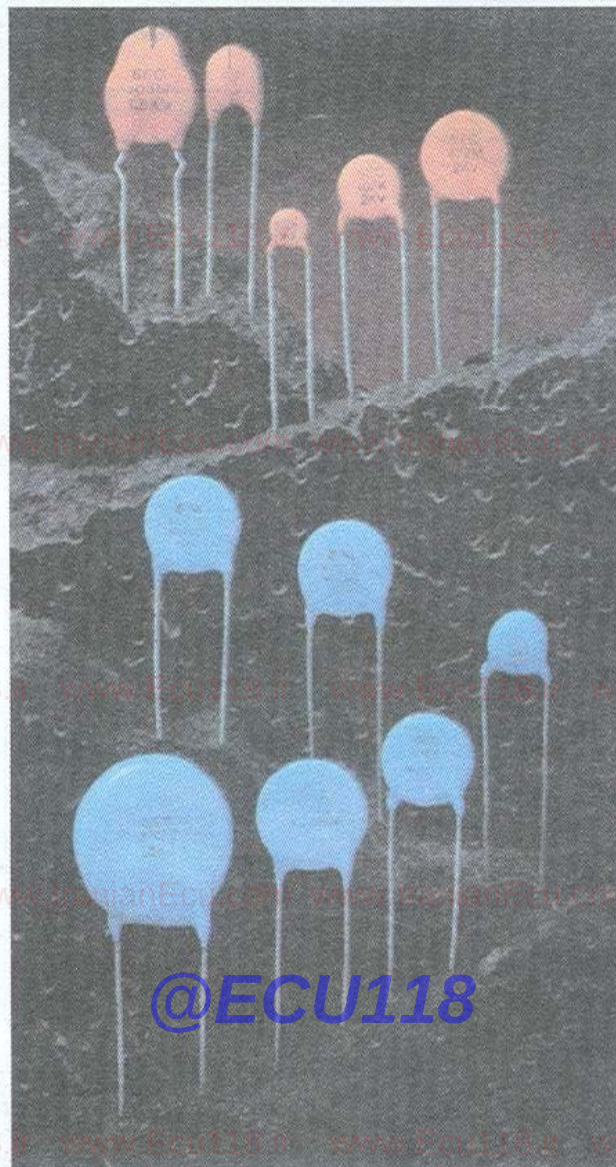
سرامیکی معمول ترین خازن غیرالکترولیتی است که در آن دی الکتریک به کار رفته از جنس سرامیک است. ثابت دی الکتریک سرامیک بالاست؛ از این رو امکان ساخت خازن های با ظرفیت زیاد در اندازه ی کوچک را در مقایسه با سایر خازن ها به وجود آورده، در نتیجه ولتاژ کار آن ها نیز بالا خواهد بود. ظرفیت خازن های سرامیکی معمولاً بین ۵ PF تا ۱۰۰ μF است. این نوع خازن به صورت دیسکی (عدسی) و استوانه ای تولید می شود و فرکانس کار خازن های سرامیکی بالای ۱۰۰ مگاهرتز است. عیب بزرگ این خازن ها وابسته بودن ظرفیت آن ها به دمای محیط است، زیرا با تغییر دما ظرفیت خازن تغییر می کند. از این خازن در مدارهای الکترونیکی، مانند مدارهای مخابراتی و رادیویی استفاده می شود. در شکل های ۱-۲۴ و ۱-۲۵ نمونه هایی از این خازن نشان داده شده است.

این خازن ها دارای ظرفیت معینی هستند که در وضعیت معمولی تغییر پیدا نمی کنند. خازن های ثابت را براساس نوع ماده ی دی الکتریک به کار رفته در آن ها تقسیم بندی و نام گذاری می کنند و از آن ها در مصارف مختلف استفاده می شود. از جمله این خازن ها می توان انواع «سرامیکی»، «میکا»، «ورقه ای» (کاغذی و پلاستیکی)، «الکترولیتی»، «روغنی»، «گازی» و نوع خاص «فیلم»^۱ را نام برد.

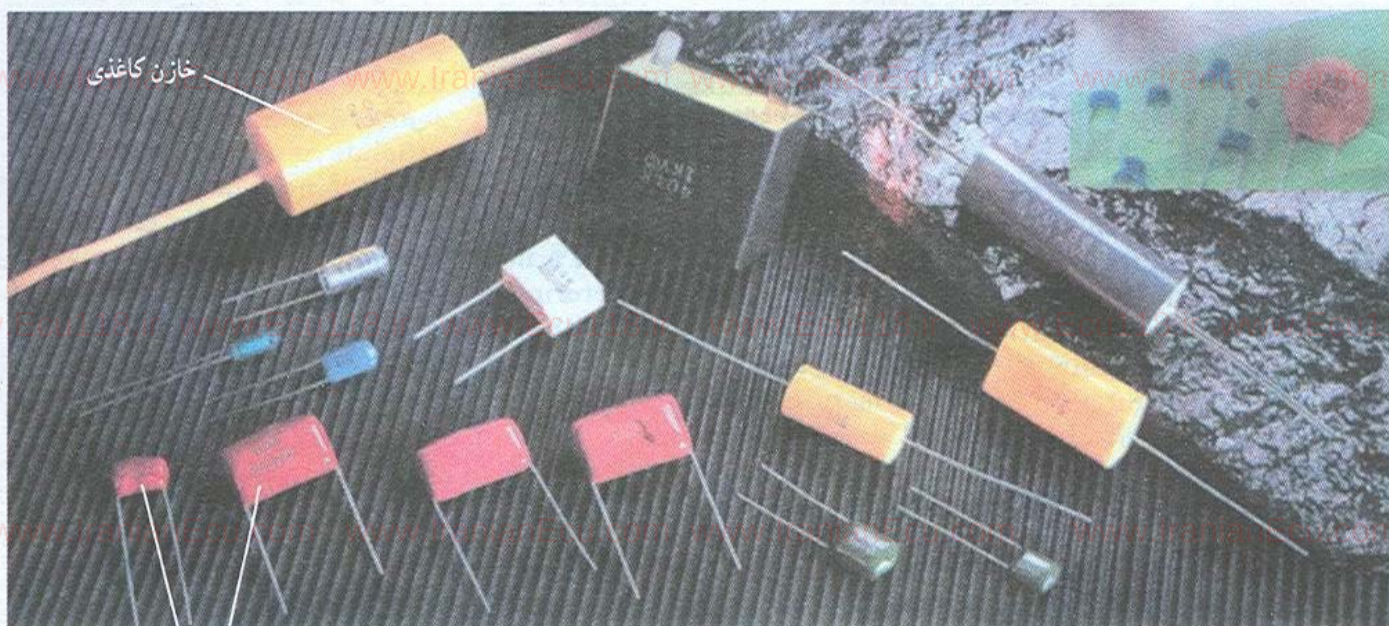
اگر ماده ی دی الکتریک طی یک فعالیت شیمیایی تشکیل شده باشد آن را «خازن الکترولیتی» و در غیر این صورت آن را «خازن خشک» گویند. خازن های روغنی و گازی در صنعت برق بیش تر در مدارات الکتریکی برای راه اندازی و یا اصلاح ضریب قدرت به کار می روند. بقیه ی خازن های ثابت دارای ویژگی های خاصی هستند که بدان اشاره می کنیم :

۱- Film

۲- Ceramic capacitor

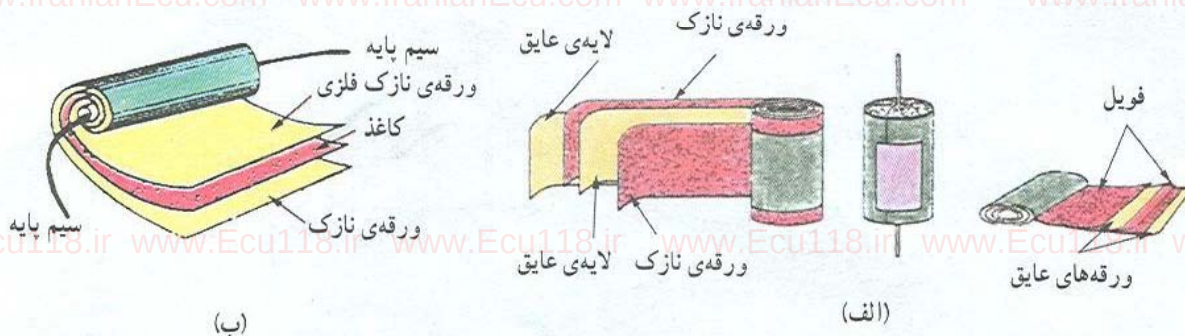


شکل ۲۴-۱ نمونه‌هایی از خازن سرامیکی



شکل ۲۵-۱ انواع خازن‌های سرامیکی و کاغذی

دی الکتریک مناسب درون آن تزریق می گردد تا مانع از جذب رطوبت گردد. برای جلوگیری از تبخیر دی الکتریک درون کاغذ، خازن را درون یک قاب محکم و نفوذناپذیر قرار می دهند. در شکل ۱-۲۵ شکل ظاهری و در شکل ۱-۲۶ ساختمان داخلی خازن کاغذی نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۶- ساختمان داخلی و شکل ظاهری خازن کاغذی

۱-۲-۲- خازن های ورقه ای: در خازن های ورقه ای از کاغذ و مواد پلاستیکی به سبب انعطاف پذیری آن ها، برای دی الکتریک استفاده می شود. این گروه از خازن ها خود به دو صورت ساخته می شوند.

الف - خازن های کاغذی: دی الکتریک این نوع خازن از یک صفحه ی نازک کاغذ متخلخل تشکیل شده که یک

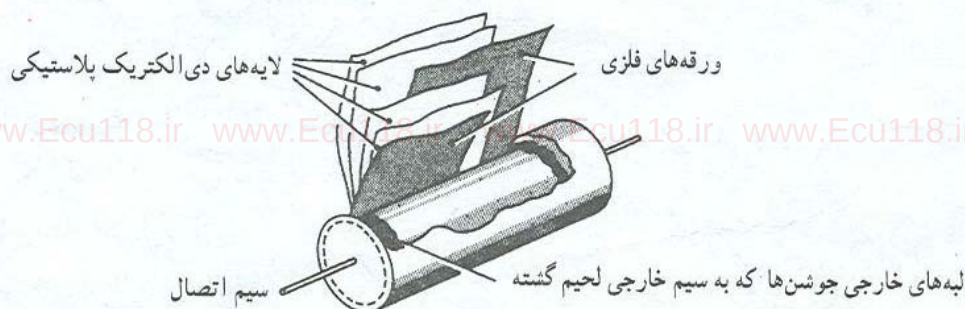
حساسیت زیادی ندارند؛ به همین سبب از آن ها در مداراتی استفاده می کنند که احتیاج به خازنی با ظرفیت ثابت در مقابل حرارت باشد. یکی از انواع دی الکتریک هایی که در این خازن ها به کار می رود پلی استایرن^۱ است؛ از این رو به این خازن ها «پلی استر» گفته می شود که از جمله رایج ترین خازن های پلاستیکی است. ماکزیمم فرکانس کار خازن های پلاستیکی حدود یک مگاهرتز است.

در شکل ۱-۲۷ ساختمان داخلی خازن پلاستیکی را می بینید.

خازن های کاغذی به علت کوچک بودن ضریب دی الکتریک عایق آن ها دارای ابعاد فیزیکی بزرگ هستند. اما از مزایای این خازن ها آن است که در ولتاژها و جریان های زیاد می توان استفاده کرد.

ب - خازن های پلاستیکی: در این نوع خازن از ورقه های نازک پلاستیک برای دی الکتریک استفاده می شود. ورقه های پلاستیکی همراه با ورقه های نازک فلزی (آلومینیومی) به صورت لوله، در درون قاب پلاستیکی بسته بندی می شوند.

امروزه این نوع خازن ها به دلیل داشتن مشخصات خوب در مدارات زیاد به کار می روند. این خازن ها نسبت به تغییرات دما

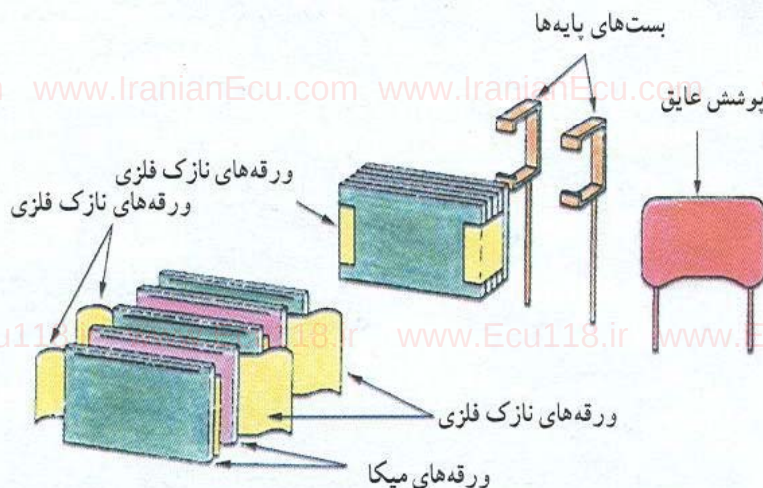


شکل ۱-۲۷- ساختمان خازن پلاستیکی

^۱ - Polystyrene

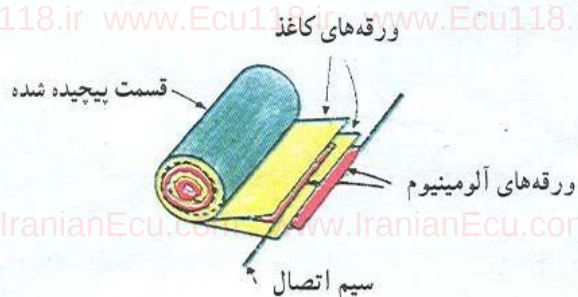
ویژگی‌های اصلی و مهم این خازن‌ها می‌توان داشتن ولتاژ کار بالا، عمر کارکرد طولانی و کاربرد در مدارات فرکانس بالا را نام برد. در شکل ۱-۲۸ تصویر ساختمان داخلی این خازن نشان داده شده است.

۱-۱۲-۳ خازن‌های میکا: در این نوع خازن از ورقه‌های نازک میکا در بین صفحات خازن (ورقه‌های فلزی - آلومینیوم) استفاده می‌شود و در پایان، مجموعه در یک محفظه قرار داده می‌شوند تا از اثر رطوبت جلوگیری شود. ظرفیت خازن‌های میکا تقریباً بین ۱٪ تا ۱ میکروفاراد است. از



شکل ۱-۲۸- ساختمان داخلی خازن میکا

نوع «آلومینیومی» و «تانالیومی» ساخته می‌شوند.
الف- خازن آلومینیومی: این خازن، همانند خازن‌های ورقه‌ای از دو ورقه‌ی آلومینیوم 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 بدین صورت 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 ۱-۲۹ نحوه‌ی پیچیدن ورقه‌ها را ملاحظه می‌کنید.



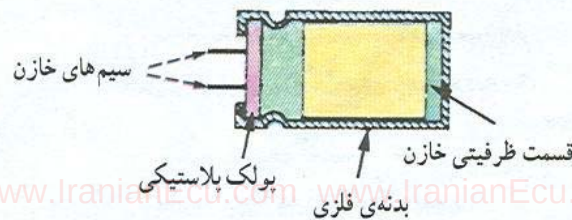
شکل ۱-۲۹- طرز قرار گرفتن ورقه‌های آلومینیوم

۱-۱۲-۴ خازن‌های الکترولیتی: از خازن‌های الکترولیتی به دلیل قابلیتی که در ساخت آن‌ها وجود دارد برای ظرفیت‌های بالا استفاده می‌کنند. داشتن ظرفیت زیاد در آن‌ها ناشی از به کار 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 به صورت 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 موتورهای و مدارات نوسان‌ساز صوتی استفاده می‌شود. خازن‌های الکترولیتی در دو

مجموعه را درون یک قاب فلزی قرار داده و با یک پولک
پلاستیکی که سیم‌های خازن از آن می‌گذرد محکم بسته می‌شود.

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



شکل ۱-۳۰- ساختمان داخلی خازن الکترولیتی

نشانی 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 ۱-۳۱ اندازه‌های مختلفی از خازن‌های
آلومینیومی و علایم اختصاری آن نشان داده شده است.

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.

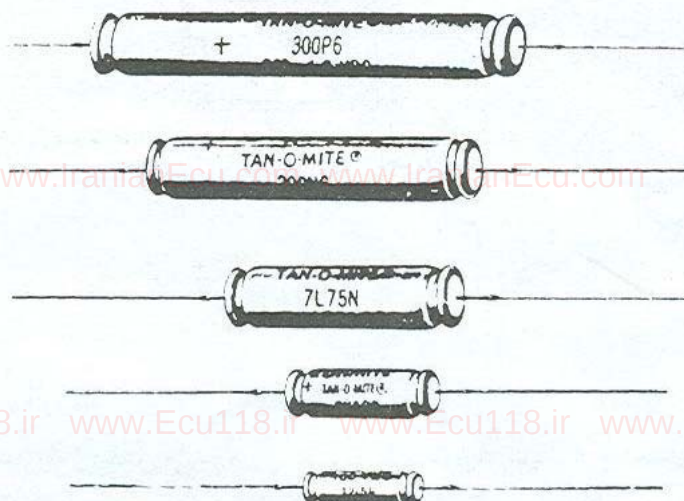
از معایب خازن‌های الکترولیتی آلومینیومی می‌توان به تبخیر
و خارج شدن الکترولیت از پولک پلاستیکی و بالا بودن جریان



شکل ۱-۳۱- نمونه‌هایی از خازن‌های الکترولیتی

۳ برابر) سبب می شود خازن های تانتالیوم نسبت به نوع آلومینیومی در حجم مساوی دارای ظرفیت بیش تری باشند.

ب - خازن های تانتالیوم: در این نوع خازن به جای آلومینیوم از فلز تانتالیوم استفاده می شود. زیاد بودن ثابت دی الکتریک اکسید تانتالیوم نسبت به اکسید آلومینیوم (حدوداً



شکل ۳۲-۱- شکل ظاهری چند خازن تانتالیوم

داد: «فاصله ی صفحات»، «سطح صفحات» و «نوع دی الکتریک»

محاسن خازن تانتالیومی نسبت به نوع آلومینیومی بدین قرار است:

اساس کار خازن متغیر بر مبنای تغییر سطح مشترک صفحات خازن یا تغییر ضخامت دی الکتریک است، همان گونه که پیش از این مشاهده کردیم ظرفیت یک خازن نسبت مستقیم با سطح مشترک دو صفحه ی خازن دارد. خازن های متغیر عموماً از نوع عایق هوا یا پلاستیک هستند. در شکل ۳۳-۱ دو نوع خازن متغیر را به همراه علائم اختصاری آن ها مشاهده می کنید. نوعی که به وسیله ی دسته ی متحرک (محور) عمل تغییر ظرفیت انجام می شود «واریابل» نامند و در نوع دیگر این عمل به وسیله ی پیچ گوشتی صورت می گیرد که به آن «تریمر»^۲ گویند. محدوده ی تغییرات ظرفیت خازن های واریابل ۱۰ تا ۴۰۰ پیکوفاراد و در خازن های تریمر از ۵ تا ۳۰ پیکوفاراد است. از این خازن ها در گیرنده های رادیویی برای تنظیم فرکانس ایستگاه رادیویی استفاده می شود.

الف - ابعاد کوچکتر، ب - جریان نشتی کم تر، ج - عمر کارکرد طولانی. از جمله معایب این نوع خازن ها در مقایسه با خازن های آلومینیومی عبارت اند از:

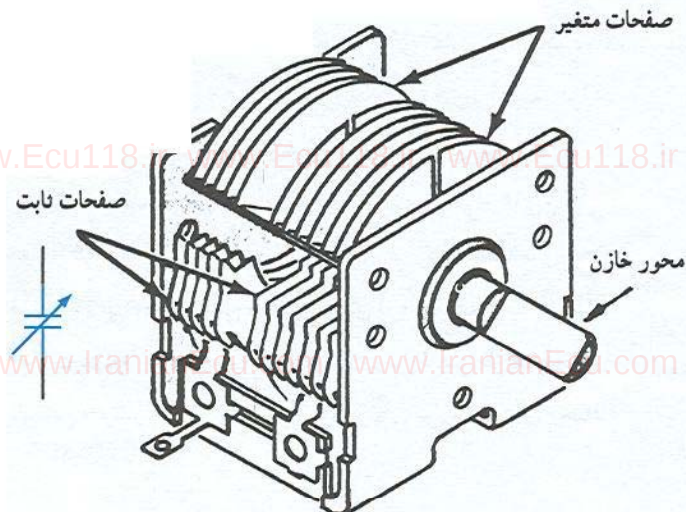
الف - خازن های تانتالیوم گران تر هستند،
ب - نسبت به افزایش ولتاژ اعمال شده در مقابل ولتاژ مجاز آن، هم چنین معکوس شدن پلارایته حساس ترند،
ج - قابلیت تحمل جریان های شارژ و دشارژ زیاد را ندارند،
د - خازن های تانتالیوم دارای محدودیت ظرفیت هستند (حداکثر تا ۳۳۰ میکروفاراد ساخته می شوند).

۱۳-۱- خازن های متغیر

به طور کلی با تغییر سه عامل می توان ظرفیت خازن را تغییر

۱- Variable

۲- Trimmer



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



الف - انواع خازن‌های تریمر و علامت اختصاری آن

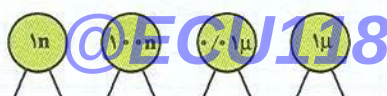
شکل ۱-۳۳

۱- تشخیص ظرفیت با کمک مقدار نوشته شده:

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 ۱-۳۴).

۱-۱۴- تشخیص مقدار ظرفیت خازن

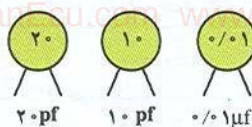
برای تعیین ظرفیت خازن‌ها از سه روش استفاده می‌شود که عبارت‌اند از:
۱- نوشتن مقدار ظرفیت ۲- رمزهای عددی ۳- نوارهای رنگی.



شکل ۱-۳۴

چنانچه عدد بزرگ‌تر از یک باشد ظرفیت برحسب «پیکوفاراد» است (شکل ۱-۳۵).

۲- 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



شکل ۱-۳۵

در حالتی که عدد ظرفیت بزرگ‌تر از واحد است - به‌ویژه در مورد خازن‌های سرامیکی و عدسی ۱۰۰ پیکوفاراد به بالا - معمولاً عدد ظرفیت به صورت یک عدد سه‌رقمی مشخص

می‌شود که دو رقم اول «عدد» و رقم سوم «ضریب» (تعداد صفر) را مشخص می‌کند (شکل ۱-۳۶).



شکل ۱-۳۶

تفاوت دارند؛ به همین دلیل در این جا برای نمونه فقط جدول نوارهای رنگی و نحوه ی قرائت در خازن های تانتالیوم درج گردیده است.

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 می شود.

۳- تشخیص مقدار ظرفیت با کمک نوارهای رنگی:

مقدار ظرفیت خازن ها گاهی به وسیله ی نوارها یا نقطه های رنگی مشخص می شود. معانی رنگ ها برای ارقام و ضرایب، همانند معانی رنگ ها در مقاومت هاست، اما روش تعیین ظرفیت خازن، تیرانس و ولتاژ کار از روی نوارهای رنگی در خازن های مختلف

۱۵-۱- نوارهای رنگی خازن های تانتالیوم

تعیین مقدار ظرفیت خازن های تانتالیوم روش مخصوصی دارد که در جدول ۵-۱ چگونگی محاسبه ی ظرفیت این نوع خازن ها مشخص شده است:

جدول ۵-۱- جدول خازن تانتالیوم

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

خازن تانتالیوم



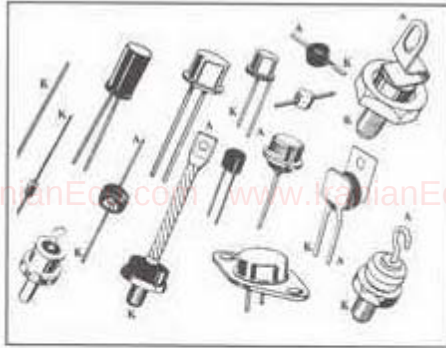
مثال: با توجه به کدهای رنگی مشخص شده در شکل روبه رو، ظرفیت خازن تانتالیوم را تعیین کنید.

حل: با توجه به جدول کدهای رنگی می توان نوشت:

$$C = 15 \times 10^2 = 1500 \mu F \text{ ظرفیت خازن}$$

$$U = 6/3 V \text{ ولتاژ خازن}$$

انواع دیود



نمونه‌هایی از دیودهای معمولی یکسوکننده در آمپرهای مختلف

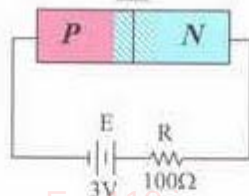
به کمک نیمه هادی نوع P و N می توان انواع دیودها را با کاربرد های ویژه ساخت . در ادامه بحث بعضی از این دیودها را به اختصار مورد بررسی قرار می دهیم .

دیود یکسو کننده معمولی : این دیود برای یکسو سازی ی یک طرفه کردن ولتاژهای 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 .

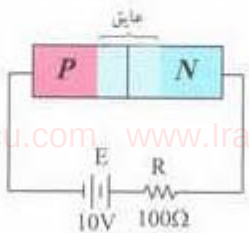
دیود اتصال نقطه ای : این دیود برای یکسو سازی ولتاژ متناوب در فرکانسهای خیلی زیاد ساخته می شود جنس این دیود زرمانیم است و برای آشکار سازی امواج دریافت شده در رادیو و تلویزیون به کار میرود . شکل ظاهری این دیود با سایر دیودها فرق چندانی ندارد ولی سابقاً" بدنه آنها را شیشه ای می ساختند . این دیودها جریان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



یک نمونه دیود اتصال نقطه ای عایق



اتصال PN در بایاس معکوس



در هر قدر ولتاژ معکوس دوسر دیود بیشتر باشد عرض لایه ی سد نیز بیشتر می شود.

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 P و N به وجود می آید ولتاژ معکوس بیشتر باشد عرض لایه سد نیز بیشتر میشود بنابراین با تغییرات ولتاژ 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 ای الکتریک خازن عمل می کند. بنابراین دیود خازنی یا وارکتور یک اتصال PN است که در حالت معکوس به کار می رود . با تغییر ولتاژ 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 میلیار بار در ثانیه از دیودهای شاتکی استفاده می کنند . دیودهای شاتکی از نیمه هادی و فلز ساخته می شوند و به علت قابلیت هدایت الکتریکی زیاد فلز زمان تاخیر این نوع دیودها بسیار کم است .



دیودهای نور دهنده (LED) :

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 سبز 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 دستگاههای الکترونیکی استفاده می شود.

هنگام عبور از جریان از LED ولتاژهای معادل 1.7 تا 3.3 ولت دو سر LED افت می کند . مقدار دقیق افت ولتاژ بستگی به مقدار جریانی دارد که از دیود عبور می کند.

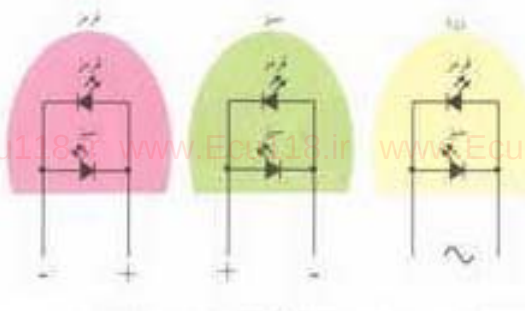
یکی از موارد کاربرد دیود نور دهنده نمایش الفبای عددی شامل اعداد از صفر تا نه است . برای این منظور یک قطعه الکترونیکی متشکل از هفت عدد دیود نور دهنده مطابق شکل می سازد . با خاموش و روشن کردن قطعات مختلف به سادگی میتوان اعداد صفر تا نه را روی نمایشگر به وجود آورد . به این قطعه الکترونیکی سون - سگمنت می 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 معمولاً 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 است. نوع دیگری از LEDها وجود دارند که دو پایه هستند و سه رنگ مختلف تولید می کنند

@ECU118



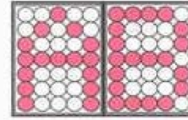
خواه روشن شدن LED به رنگ های قرمز، سبز و نارنجی



یک نمونه LED با نور فوق العاده زیاد



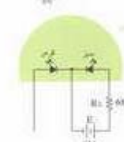
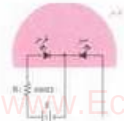
نمایش حرف Z



صفحه نمایش ماتریسی



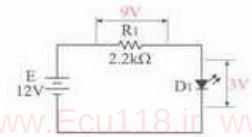
LED در رنگ



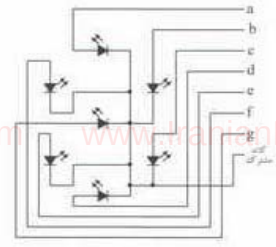
نمونه‌ای روشن شدن LED به رنگ قرمز و سبز



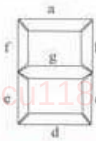
ساختار داخلی LED دو پایه سه رنگ



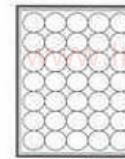
نمایش آفت و نواز در دو سر LED



ساختار داخلی سون - سگنت (کاتد مشترک)



شکل ظاهری سون - سگنت



رنگ نور منتشر شده	ولتاژ DC موافق V_f بر حسب ولت	
	نامی	حد اکثر
آبی	۳/۵	۴
سبز	۳/۵	۴
قرمز	۲	۲/۵
شرایط	$I_f = 20 \text{ mA}$	

@ECU118

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 یکسو کننده 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 ۱ و 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

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 سیکل های تکراری

باشد. علامت Vr برای ولتاژ های 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.



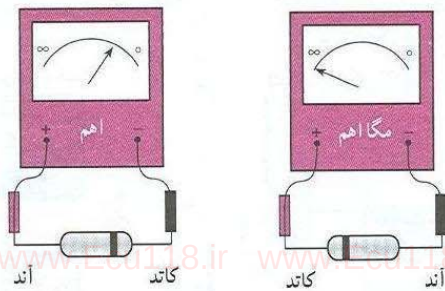
جدول ۲-۲

واحد	IN4001	IN4002	IN4003	IN4004	IN4005	IN4006	IN4007	حروف اختصاری	
ولت V	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	V_{RRM} V_{RWM} V_R	حداکثر ولتاژ معکوس تکراری حداکثر ولتاژ معکوس در حال کار حداکثر ولتاژ معکوس DC
ولت V	۶۰	۱۲۰	۲۴۰	۴۸۰	۷۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰	V_{RSM}	ولتاژ ماکزیمم معکوس غیر تکراری
ولت V	۳۵	۷۰	۱۴۰	۲۸۰	۴۲۰	۵۶۰	۷۰۰	$V_{R(rms)}$	ولتاژ معکوس مؤثر
آمپر A	۱/۰							I_F	معدل جریان یکسو شده در بایاس موافق در درجه حرارت محیط $T_A = 75^\circ C$
آمپر A	۳۰ (for 1 cycle)							I_{FSM}	حداکثر جریان لحظه ای غیر تکراری
درجه سانتی گراد $^{\circ}C$	-۶۵ to +۱۷۵							T_j	درجه حرارت پیوند

@ECU118

TYPE	Manufacturer	Germanium Bllicon	V_R	I_F	I_{FRM}	T_i	R_{thj-a}	I_F	V_F	C_D	V_R	t_{rr}	I_F	V_R	RL	USE	CASE
			V	mA	mA	°C	°C/W	at	at	at	at	from	to	at	Ω		
IN۹۱	G _e	G	۶۵	۱۵۰	۲۵A	۱۰۵		۱۰۰	۰.۳۸							۸	شکل ظاهری و ابعاد دیود
نام کارخانه‌ی سازنده			کاربرد														
جنس دیود																	
سیلیسیم S			مقاومت بار و ولتاژ معکوس و ولتاژ عبوری از مدار به ازای ↑ زمان بازیابی دیود این مقدار ولتاژ معکوس ظرفیت خازن محل اتصال PN به ازای														
زرمانیم G																	
ماکزیم ولتاژ معکوس مجاز			مقدار متوسط جریان مجاز														
مقدار ماکزیم جریان مجاز تکراری																	
ماکزیم درجه حرارت قابل تحمل محل پیوند PN			مقاومت حرارتی دیود از محل پیوند PN به محیط														
مقاومت حرارتی دیود از محل پیوند PN به محیط																	
به ازای عبور این جریان از دیود			افت ولتاژ دوسر دیود به وجود می آید.														

@ECU118



استفاده از اهم متر عقربه ای: اگر اهم متر عقربه ای 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 اهم متر، اهم کم و در حالت دیگر اهم متر، اهم زیاد را نشان می دهد واضح است در حالت اهم کم دیود به وسیله ی باتری داخلی اهم متر در بایاس مستقیم قرار گرفته است و در حالتی که اهم متر اهم زیاد را نشان می دهد دیود در بایاس معکوس قرار گرفته است که اصطلاحاً گفته می شود: «دیود از یک طرف راه می دهد و از طرف دیگر راه نمی دهد»

کلید سلکتور مولتی متر دیجیتالی را در وضعیت تست دیود قرار دهیم و دیود به وسیله ی مولتی متر در بایاس موافق قرار بگیرد مولتی متر دیجیتالی ولتاژ بایاس دیود را نشان می دهد که این ولتاژ برای دیودهای سیلیکونی حدود ۰/۷ ولت و برای دیودهای جنس ژرمانیم حدود ۰/۲ ولت است. شکل ۱-۲ این حالت نشان می دهد.

اگر دیود در بایاس مخالف قرار گیرد، مولتی متر ولتاژ بایاس مخالف اعمال شده به وسیله ی دستگاه را در دو سر دیود نشان می دهد. این ولتاژ ممکن است ۱/۵ تا ۳ ولت باشد. در شکل ۲-۲ این حالت را مشاهده می کنید.

در حالتی که اهم متر اهم کم را نشان می دهد مثبت واقعی اهم متر به آند دیود و منفی واقعی اهم متر به کاتد دیود اتصال دارد. به این ترتیب، می توان آند و کاتد دیود را تعیین نمود. البته مقدار مقاومتی که اهم متر نشان می دهد به انتخاب کلید سلکتور اهم متر بستگی دارد.

اگر دیود معیوب باشد، ممکن است قطع شده باشد؛ در این صورت، در هر دو حالت اتصال اهم متر، اهم متر بی نهایت را نشان می دهد. اگر دیود معیوب اتصال کوتاه شده باشد، در هر دو حالت اتصال اهم متر، اهم متر اهم صفر را نشان می دهد. استفاده از مولتی متر دیجیتالی: اغلب مولتی مترهای دیجیتالی دارای وضعیت تست دیود هستند. هرگاه



شکل ۲-۲



شکل ۱-۲

وضع اتصال مولتی متر به دیود، روی صفحه ی آن ولتاژ باتری داخلی نشان داده می شود. در شکل 3-2 این دو حالت دیده می شود.

پس در حالتی که مولتی متر ولتاژ بایاس موافق دیود را نشان می دهد، سیم منفی (سیم مشترک یا Com) روی کاتد و سیم مثبت به آن دیود وصل است. اگر دیود ناسالم و قطع باشد، در هر دو

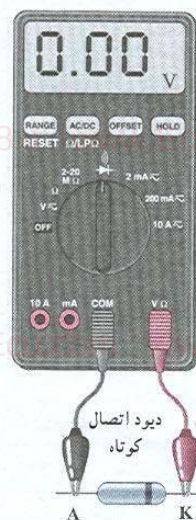
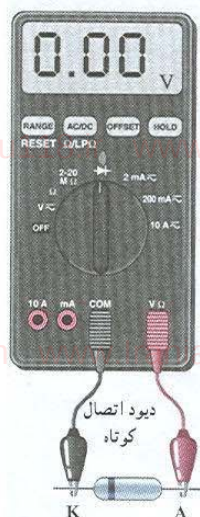


شکل 3-2

اگر دیود اتصال کوتاه باشد در هر دو وضع اتصال مولتی متر به دیود روی صفحه ی دستگاه ولتاژ صفر نشان داده خواهد شد.

در شکل 4-2 این حالت نشان داده شده است.

@ECU118



شکل 4-2

ترانزیستور

ترانزیستورهای جدید همگی از نوع سیلیکون می باشند، و به صورت $p-n-p$ و $n-p-n$ ارائه شده اند. ترانزیستورها کاربردهای بسیار متنوعی دارند، اما موارد زیر بیشتر کاربردهای معمول آنها را شامل می شوند:

ترانزیستورهای خطی: به ترانزیستورهایی گفته می شود، که در مدارهای خطی (مانند تقویت کننده های ولتاژ پایین) مورد استفاده قرار می گیرند.

ترانزیستورهای کلیدی: ترانزیستورهایی که فقط برای قطع و وصل جریان طراحی شده اند، 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 می شوند).

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

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

خلاصه ای از مشخصه های معمول تعدادی از ترانزیستورهای متداول در جدول ۷-۲ ذکر شده اند.

جدول ۷-۲

نوع ترانزیستور	BC109	BC184L	BC212L	TIP31A	TIP3055
ماده 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_{c0})	۳۶۰ میلی وات	۳۰۰ میلی وات	۳۰۰ میلی وات	۴۰ وات	۹۰ وات
حداکثر جریان کلکتور (I_{c0})	۱۰۰ میلی آمپر	۲۰۰ میلی آمپر	۲۰۰ میلی آمپر	۲ آمپر	۱۵ آمپر
حداکثر ولتاژ کلکتور-امیتر (V_{CE0})	۲۰ ولت	۳۰ ولت	۵۰ ولت	۶۰ ولت	۶۰ ولت
حداکثر ولتاژ کلکتور-بیس (V_{CBO})	۳۰ ولت	۴۵ ولت	۶۰ ولت	۶۰ ولت	۱۰۰ ولت
بهره جریان (h_{FE})	۲۰۰-۸۰۰	۲۵۰	۶۰-۳۰۰	۱۰۰-۶۰	۵-۳۰
فرکانس ترانزیستور	۲۵۰ مگاهرتز	۱۵۰ مگاهرتز	۲۰۰ مگاهرتز	۸ مگاهرتز	۸ مگاهرتز

++

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.

در این سیستم ، نامگذاری ترانزیستور را با عدد ۲ شروع کرده و به

دنبال آن حرف S را می آورند. بعد از حرف و عدد S۲ ، یکی از چهار حرف A ، B ، C و D را قرار می دهند که هر یک مفاهیمی به شرح زیر دارند:

@ECU118

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 ، نیز 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 آن را به دست آورد . در این سیستم 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 شماره 2SC829 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.

: 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 ترانزیستور 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 دهنده 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، S و یا U استفاده می نمایند که معانی هر یک از این حروف به شرح زیر می باشد :

@ECU118

C: ترانزیستور کم قدرت – فرکانس کار کم .

D: ترانزیستور قدرت – فرکانس کار کم .

F: ترانزیستور کم قدرت – فرکانس کار زیاد .

L: ترانزیستور قدرت – فرکانس کار زیاد

S: ترانزیستور کم قدرت بعنوان سویچ بکار می رود .

U: ترانزیستورهای قدرت بعنوان سویچ 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 ظاهری 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.

در این روش نامگذاری ، ترانزیستورهای سه قطبی را با

حرف و عدد 2N مشخص می سازند . با تعداد رقم بعنوان شماره سری به دنبال آن می آید .

حرف N 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

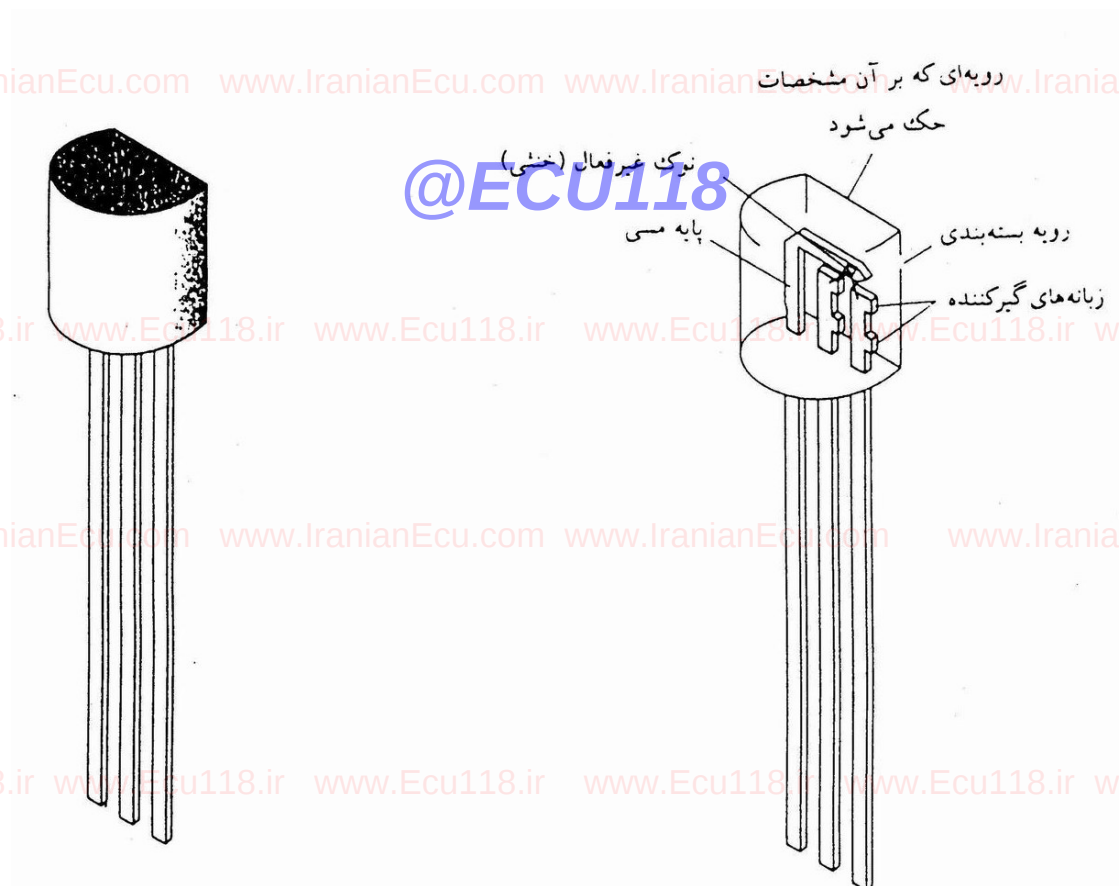
المان و همچنین مشخصات الکتریکی آن را باید به دست آورد . مثال :

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

ترانزیستور تک اتصال (UJT) = 2N2646

تریستور = 2N1842

ترایاک = 2N6139

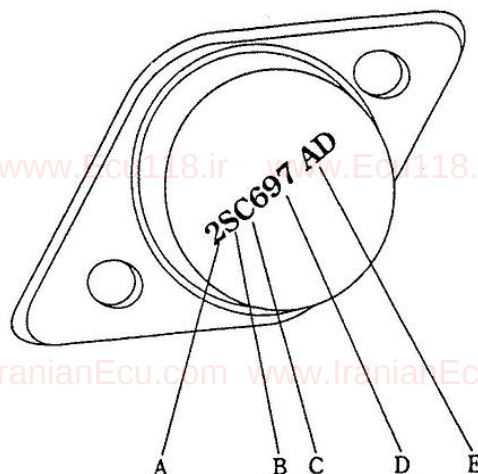


ساختمان داخلی یک ترانزیستور به شماره 92 - TO

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 آورید . در این میان می توان نوع مناسب بودن برای فرکانسهای پایین یا بالا را نام برد. همچنین می توانید SCR، FET ، ترایاک ، MOSFET ، و یا اپتو ایزولاتور ها را تشخیص دهید .

- A: این عدد نوع ترانزیستور را مشخص کرده و یکی 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 آنرا 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 پ اسوندی 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.

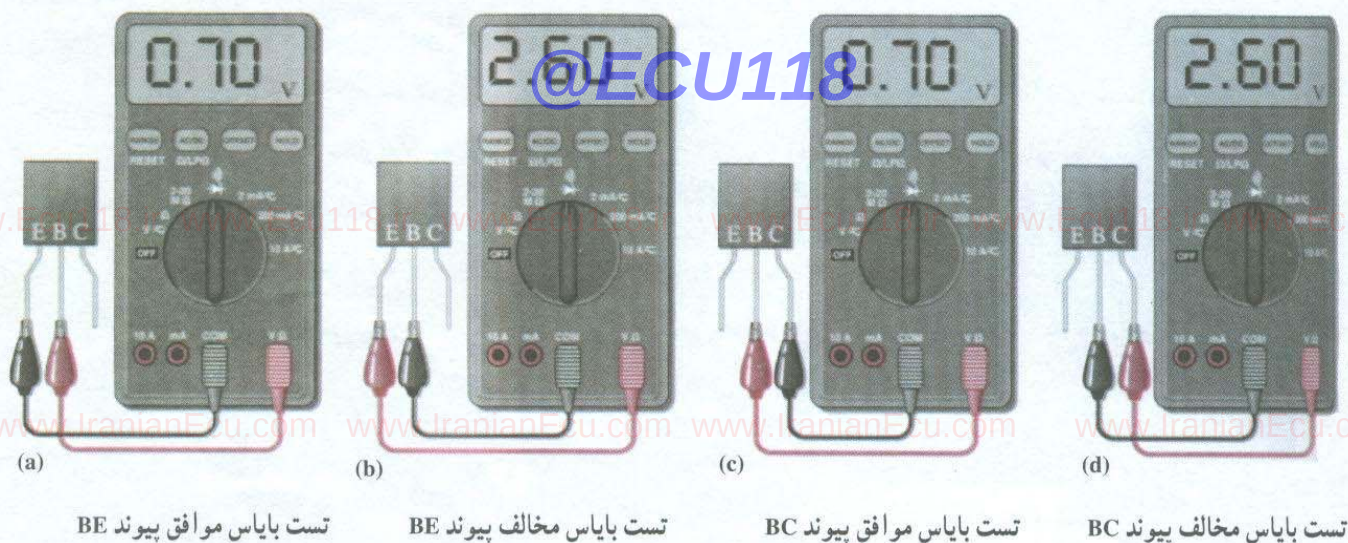


نکته 2SC نشان دهنده این است که ترانزیستور از نوع فرکانس بالا و NPN است.

تعیین پایه‌ها و نوع ترانزیستور به کمک 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 به وسیله‌ی اهم‌متر، زیاد است، این پایه بیس ترانزیستور است. با مشخص شدن بیس نوع ترانزیستور را می‌توان تعیین نمود. حالتی که اهم‌متر اهم کم را نشان می‌دهد اگر سیم منفی واقعی اهم‌متر به بیس وصل باشد نوع ترانزیستور مثبت (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 دیجیتال: از مولتی‌متر دیجیتالی در وضعیت آزمایش دیود برای آزمایش ترانزیستور استفاده می‌کنند. مانند حالت آزمایش دیود، وقتی دیود بیس امیتر یا دیود بیس کلکتور در بایاس موافق قرار گیرند 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.



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

در صورت اتصال کوتاه بودن بیس آمیتر یا بیس کلکتور مولتی متر 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 بیش از اندازه‌ای باشد که کارخانه‌ی سازنده تعیین کرده است، ترانزیستور آسیب می‌بیند. برخی از این مقادیر الکتریکی که «مقادیر حد» نام دارند، عبارت‌اند از:

- ۱- V_{CEmax} : این پارامتر حداکثر ولتاژ مجاز بین کلکتور و آمیتر ترانزیستور را مشخص می‌کند.
- ۲- V_{CBmax} : نشان‌دهنده‌ی حداکثر ولتاژ مجاز معکوس بین کلکتور و بیس ترانزیستور است.
- ۳- V_{EBmax} : ولتاژ قابل تحمل دیود بیس آمیتر ترانزیستور را در حالت معکوس بیان می‌کند.
- ۴- I_{Cmax} : نشانگر حداکثر جریان مجاز کلکتور ترانزیستور است.
- ۵- P_{max} : حداکثر توان قابل تحمل برای ترانزیستور است که به‌صورت حرارت تلف می‌شود.
- ۶- T_J° : حداکثر درجه‌ی حرارتی است که در محل اتصال کلکتور بیس یک ترانزیستور می‌تواند تحمل کند.

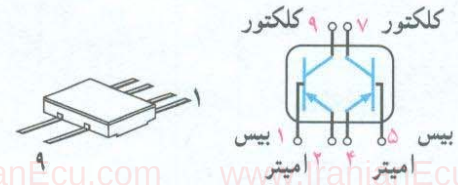
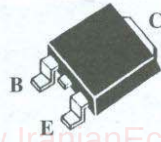
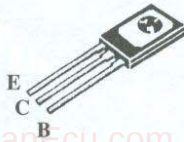
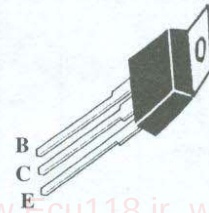
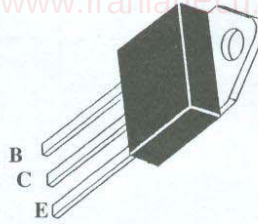
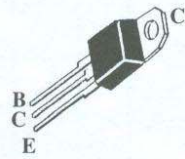
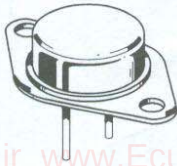
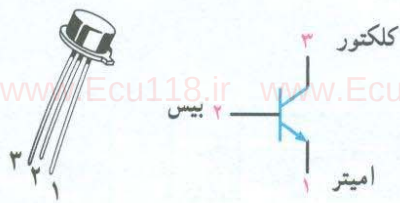
۷- **فرکانس حد** f_g : مقدار فرکانسی است که β به‌ازای آن به‌اندازه‌ی $\frac{1}{\sqrt{3}}$ یا ۳dB - کم‌تر از فرکانس صفر هرتز می‌شود.

۸- **فرکانس قطع** f_T : مقدار فرکانسی است که به‌ازای آن $\beta = 1$ 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
نوع و شماره و جنس ترانزیستور		معادل امریکایی															
ترانزیستور																	
N = NPN P = PNP S = سیلیسیم G = ژرمانیوم		معادل اروپایی															
شکل ظاهری و ابعاد مراجعه شود به ضمیمه ی C																	
اطلاعات مربوط به پایه های ترانزیستور - به ضمیمه ی B مراجعه شود		نام کارخانه ی سازنده															
حداکثر ولتاژ کلکتور - بیس																	
حداکثر ولتاژ کلکتور - امیتر		کاربرد															
حداکثر ولتاژ معکوس امیتر - بیس																	
حداکثر جریان کلکتور		ضریب تقویت جریان به ازای این جریان بایاس															
حداکثر درجه حرارت مجاز محل پیوند برحسب درجه سانتی گراد																	
حداکثر توان مجاز ترانزیستور C: با گرماگیر در هوای آزاد در ۲۵°C H: در هوای آزاد با گرماگیر فزنی F= در هوای آزاد در ۲۵°C W= وات		حداکثر ظرفیت خازن بین لایه ی بیس و کلکتور P = پیکو فاراد N = نانوفاراد															
		فرکانس قطع ترانزیستور M = مگاهرتز K = کیلوهرتز G = گیگاهرتز															

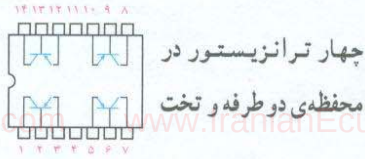
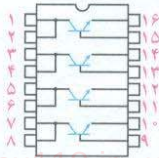
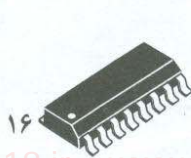
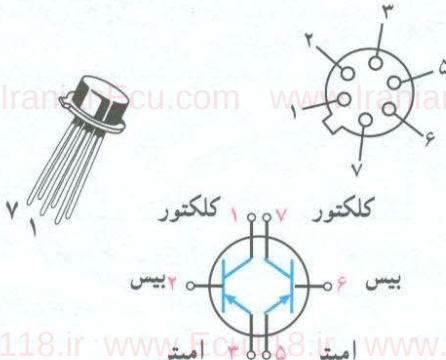
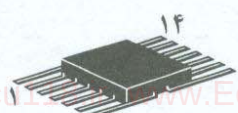
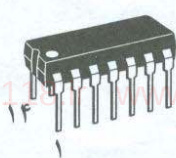
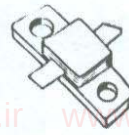
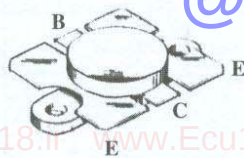
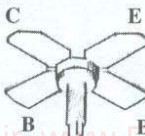
@ECU118

چند نمونه از بسته‌بندی ترانزیستور و پایه‌های آن



تکنولوژی نصب سطحی SMT^۱

نوع تخت دو طرفه DIP^۲



چهار ترانزیستور در یک محفظه برای نصب سطحی

^۱ DIP = Dual in line package

^۲ SMT = Surface Mounted Technology