

### اجزای ساده‌ی مدار (C-L-R)

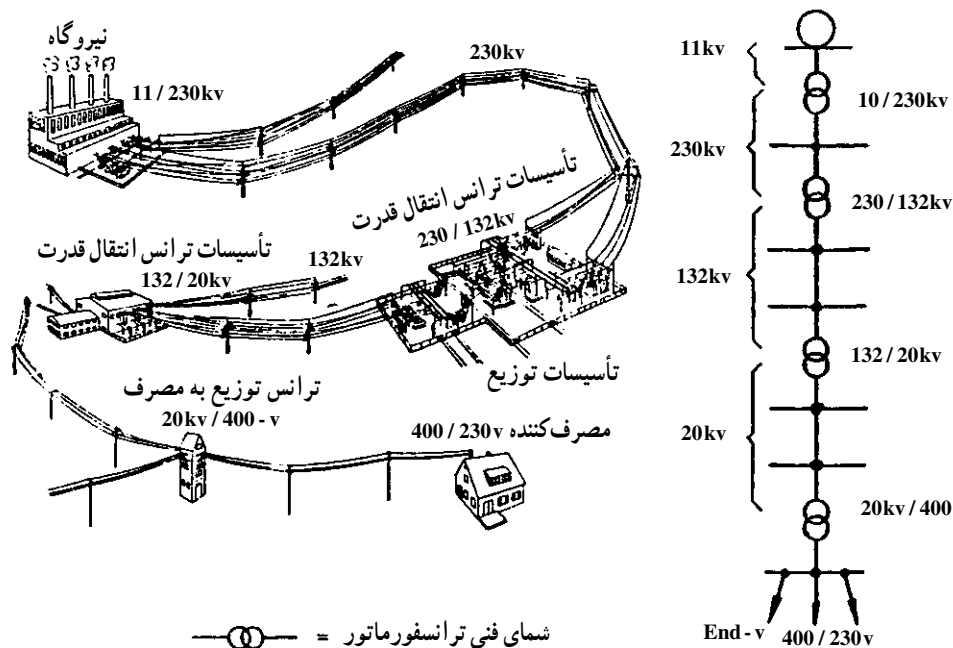
هدف‌های رفتاری: پس از پایان این درس از فراگیر انتظار می‌رود:

- ۱- حوزه‌ی عمل مدارهای قدرت و مدارهای الکترونیکی را شرح دهد.
- ۲- اجزای ساده‌ی مدارهای الکتریکی را نام ببرد.
- ۳- مقاومت را تعریف کند.
- ۴- مقاومت‌های استاندارد را نام ببرد.
- ۵- مقاومت‌های دقیق را شرح دهد.
- ۶- مقاومت وابسته به حرارت را شرح دهد و انواع آن را نام ببرد.
- ۷- مقاومت‌های وابسته به ولتاژ را تعریف کند.
- ۸- مقاومت‌های وابسته به نور را تعریف کند.
- ۹- مقاومت‌های وابسته به میدان را تعریف کند.
- ۱۰- سلف را تعریف کند و اجزای آن را نام ببرد.
- ۱۱- خازن را تعریف کند.
- ۱۲- انواع خازن‌ها را نام ببرد.
- ۱۳- انواع دی‌الکتریک خازن‌ها را نام ببرد.
- ۱۴- خازن‌های خشک را توضیح دهد.
- ۱۵- خازن‌های فرکانس بالا را شرح دهد.
- ۱۶- مشخصات خازن‌های الکترولیتی را شرح دهد.
- ۱۷- خازن‌های تانتالیوم را شرح دهد.
- ۱۸- چگونگی ثبت مشخصات خازن‌ها روی بدنه‌ی آن‌ها را توضیح دهد.

مقدمه

مسکونی با ولتاژهای بالا (۲۲۰V-۳۸۰V یا در حد کیلوولت KV) کار می‌کنند و بدنه و قطعات به کار رفته در آنها از ظرافت چندانی برخوردار نیست. اغلب این وسایل به «وسایل قدرتی» یا «الکتروتکنیکی» مشهورند.

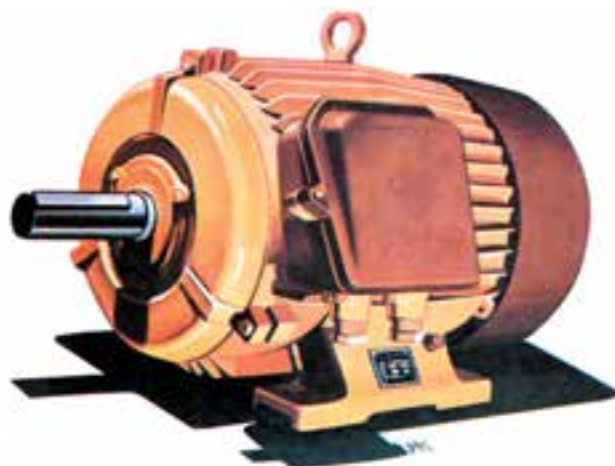
مجموعه‌ی وسایل الکتریکی‌ای که در زندگی امروزه از آنها استفاده می‌کنیم به دو گروه کلی تقسیم می‌شوند: گروه نخست، وسایلی هستند که در صنعت یا منازل



نقشه‌ی خطی شبکه‌ی برق‌رسانی و مراحل مختلف بین یک شبکه‌ی الکتریکی از تولید تا مصرف



تابولی مدارات فرمان کنتاکتوری



موتور الکتریکی

شکل ۱-۱- حوزه‌ی کاری رشته‌ی الکتروتکنیک

گروه دوم وسایلی هستند که با ولتاژ پایین کار می‌کنند و اغلب این وسایل دارای حجمی کوچک یا متوسط و اجزای ظریف هستند. این وسایل را «الکترونیکی» یا «دیجیتالی» می‌نامند.



مجموع صوتی کامل (ست set)



رایانه‌ی کیفی<sup>۱</sup>



ویدئو

تلویزیون رنگی

دوربین فیلمبرداری



تلفن الکترونیکی



پردازنده‌ی الکترونیکی



تلفن همراه



شکل ۱-۲- نمونه‌ای از وسایل الکترونیکی

<sup>۱</sup> - Laptop Computer

از صنعت برق در وسایل الکتریکی گوناگون به شکل های مختلف استفاده می شود. شاید تفکیک این دو گروه بسیار دشوار باشد. برای مثال اگر تابلوی مدار راه اندازی موتورهای dc را بررسی کنیم (مخصوصاً در قدرت های زیاد) درمی یابیم که در این تابلوها فقط قطعات و وسایل راه اندازی الکترونیکی یا الکتروتکنیکی به تنهایی موجود نیست بلکه ترکیبی از این دو وسایل در آن به کار رفته است. به همین دلیل فراگیری علمی که ترکیبی از آن دو باشد در وضعیت کنونی برای هر فرد متخصص برق ضروری است.

امروزه گرایشی به نام «الکترونیک کاربردی» یا «الکترونیک صنعتی (قدرت)» مطرح گردیده که مطالب بیان شده در آن دربرگیرنده ی قطعات الکترونیکی و کنترلی با توان بالاست. به عبارت دیگر، الکترونیک کاربردی تلفیقی از گرایش قدرت، الکترونیک و کنترل است. بخش «قدرت» به تجهیزات قدرتی ساکن و گردان برای تولید، انتقال و توزیع برق مربوط می شود و بخش الکترونیک (فرمان) با عناصری مانند نیمه هادی ها

از آن گوناگون به شکل های مختلف استفاده می شود. شاید تفکیک این دو گروه بسیار دشوار باشد. برای مثال اگر تابلوی مدار راه اندازی موتورهای dc را بررسی کنیم (مخصوصاً در قدرت های زیاد) درمی یابیم که در این تابلوها فقط قطعات و وسایل راه اندازی الکترونیکی یا الکتروتکنیکی به تنهایی موجود نیست بلکه ترکیبی از این دو وسایل در آن به کار رفته است. به همین دلیل فراگیری علمی که ترکیبی از آن دو باشد در وضعیت کنونی برای هر فرد متخصص برق ضروری است.

مبنای الکترونیک قدرت براساس کلیدزنی عناصر نیمه هادی قدرت است. الکترونیک کاربردی (قدرت) در جایگاه مهمی از تکنولوژی پیشرفته قرار گرفته است و هم اکنون در بخش عمده ای از تجهیزات قدرت بالا، هم چون دستگاه های کنترل گرما، کنترل نور، کنترل موتور، منابع تغذیه ی سیستم های محرک وسایل نقلیه و سیستم های فشار قوی جریان مستقیم (HVDC)<sup>۲</sup> کاربرد دارد که از آن جمله است: شارژکننده های باتری، دیمرها، مخلوط کن ها، جرثقیل و بالابرها، کنترل موتورها، کنترل قطار و محرک ژنراتورها.

در شکل ۱-۳ نمای داخلی یک کارخانه نشان داده شده است. همان گونه که ملاحظه می شود، در این واحد از وسایل مختلف (الکتروتکنیکی و الکترونیکی) استفاده شده است.

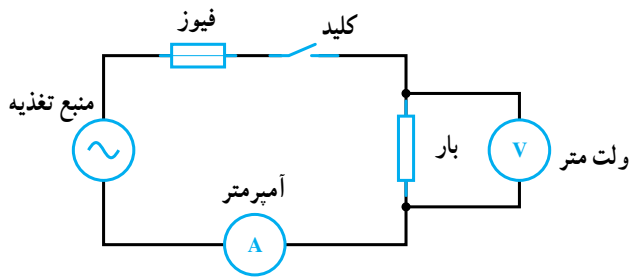
به عبارت دیگر، الکترونیک کاربردی تلفیقی از گرایش قدرت، الکترونیک و کنترل است. بخش «قدرت» به تجهیزات قدرتی ساکن و گردان برای تولید، انتقال و توزیع برق مربوط می شود و بخش الکترونیک (فرمان) با عناصری مانند نیمه هادی ها



شکل ۱-۳- نمای داخلی کارخانه تولید شیشه

در درس های تخصصی سال دوم با مفاهیم و تعاریف از آن ها در مباحث جدید از آن مفاهیم و تعاریف یاد می کنیم. خاصی آشنا شده اید که در این جا به منظور یادآوری و بهره گیری

## ۱-۱- مدار الکتریکی



شکل ۵-۱

مصرف کننده (بار) وسیله‌ای است که انرژی الکتریکی را به انرژی دیگر تبدیل می‌کند، مانند: لامپ که انرژی الکتریکی را تبدیل به انرژی نورانی و یا موتور الکتریکی که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند.

میزان توانایی انجام کار در مصرف کننده‌های الکتریکی را برحسب توان آن‌ها می‌سنجند. از جمله عواملی که در مقدار توان این مصرف کننده‌ها نقش دارد، مقدار مقاومت داخلی و نوع آن (اهمی R، سلفی XL و خازنی XC) است که در این جا هر یک از آن‌ها را معرفی می‌کنیم.

## 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 ( $\Omega$ ) است و آن را با حرف R نشان می‌دهند. مقاومت دارای انواع مختلف با ویژگی‌های خاص است که به طور جداگانه تشریح خواهد شد. علامت اختصاری مقاومت به صورت:  $\square$  یا  $\text{---}\square\text{---}$  است.

## ۱-۳- مشخصات مهم مقاومت‌ها

۱- مقدار اهمی مقاومت: مهم ترین مشخصه‌ی یک مقاومت مقدار آن است که برحسب اهم ( $\Omega$ )، کیلو اهم ( $K\Omega$ ) یا مگا اهم ( $M\Omega$ ) بیان می‌شود. مقادیر کیلو و مگا را با این ضرایب می‌توان به اهم تبدیل کرد:

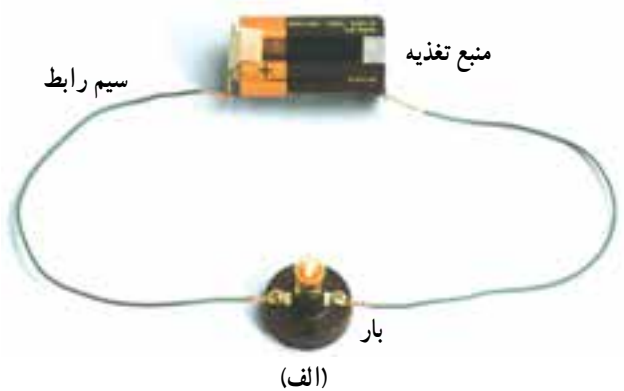
$$1\text{K}\Omega = 10^3\Omega \text{ و } 1\text{M}\Omega = 10^6\Omega$$

مسیر کاملی را که برای عبور جریان الکتریکی وجود دارد «مدار الکتریکی» گویند. هر وسیله‌ی الکتریکی برای این که بتواند کار کند ضروری است تا جریان الکتریکی از یک قطب تولید کننده (منبع) فرستاده شود و پس از عبور از وسیله‌ی مورد نظر و انجام کار به قطب دیگر مولد باز گردد.

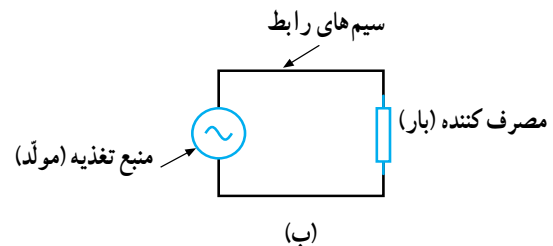
هر مدار الکتریکی از اجزای اصلی تشکیل شده است که عبارت‌اند از:

۱- منبع تغذیه (باتری - ژنراتور)، ۲- سیم‌های رابط، ۳- مصرف کننده (بار)¹.

در شکل ۱-۴ یک مدار الکتریکی کامل رسم شده است.



(الف)



(ب)

شکل ۴-۱- مدار الکتریکی کامل (بسته)

با توجه به توضیح می‌توان چنین نتیجه گرفت که در مدارهای الکتریکی اجزای دیگری هم چون کلید، فیوز و وسایل اندازه گیری به کار می‌روند که جزء عناصر اصلی یک مدار به حساب نمی‌آیند. در شکل ۵-۱ اجزای اصلی یک مدار الکتریکی به همراه اجزای فرعی آن نشان داده شده است.

۱- Load

۲- R= Resistor



$$P = \frac{V^2}{R} = R \cdot I^2$$

مقدار این توان از رابطه‌ی

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

- ۱- مقاومت‌های معمولی (دارای تولرانس  $\pm 5\%$  تا  $\pm 20\%$ ).
- ۲- مقاومت‌های نیمه دقیق (دارای تولرانس  $\pm 1\%$  تا  $\pm 5\%$ ).
- ۳- مقاومت‌های دقیق (دارای تولرانس  $\pm 0.5\%$  تا  $\pm 1\%$ ).
- ۴- مقاومت‌های خیلی دقیق (دارای تولرانس کمتر از  $\pm 0.5\%$ ).

انواع مقاومت‌ها از نظر تولرانس

#### ۱-۴ انواع مقاومت‌ها

مقاومت‌های الکتریکی را به این صورت می‌توان تقسیم‌بندی نمود:

<p>الف - لایه‌ی کربنی</p> <p>ب - لایه‌ی فلزی</p> <p>ج - لایه‌ی اکسید فلز</p>	<p>۱- کربنی</p> <p>۲- لایه‌ای</p> <p>۳- سیمی</p>	<p>۱- مقاومت‌های ثابت</p>
<p>الف - پتانسیومتر</p> <p>ب - رئوستا</p>	<p>۱- قابل تنظیم</p>	
<p>۱- PTC</p> <p>۲- NTC</p>	<p>الف - تابع حرارت TDR</p> <p>ب - تابع نور LDR</p> <p>ج - تابع ولتاژ VDR</p> <p>د - تابع میدان MDR</p>	<p>۲- مقاومت‌های متغیر</p>

انواع مقاومت‌ها

**۲- توان مجاز:** ماکزیمم توانی که مقاومت به طور دائم می‌تواند تحمل کند را «توان قابل تحمل» گویند. این توان اغلب به صورت حرارت در اطراف مقاومت هدر می‌رود. ماکزیمم قدرت مجاز، به حرارت محیط، ولتاژ و جریان مقاومت بستگی دارد. مقادیر استاندارد توان مجاز در مقاومت‌ها معمولاً  $\frac{1}{8}, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}, 1, 2, \dots$  وات است. چند نمونه مقاومت با وات‌های مختلف در شکل «۱-۶» نشان داده شده است.



شکل ۱-۶

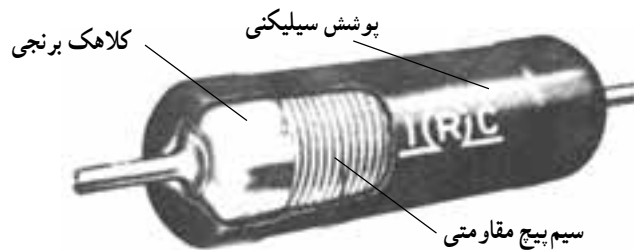
توضیح: در این تقسیم‌بندی از انواع مقاومت‌های ثابت، تنها به توضیحاتی درباره‌ی مقاومت‌های سیمی اکتفا شده و هم‌چنین از مجموعه‌ی مقاومت‌های متغیر، فقط مقاومت‌های وابسته بررسی شده است، زیرا در درس «مبانی برق» با سایر موارد آشنا شده‌اید.

## ۵-۱- مقاومت‌های ثابت

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

### ۱-۵-۱- مقاومت‌های سیمی: مقاومت سیمی<sup>۱</sup> از

پسچیدن 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 تفرانس پایین (تا حدود ۵٪<sup>۲</sup> به منظور مقاومت دقیق<sup>۳</sup> (با توان  $\frac{1}{4}$  تا ۲ وات) ساخته می‌شوند. در شکل ۱-۷ چند نمونه مقاومت سیمی دیده می‌شود.



شکل ۱-۷- چند نمونه مقاومت سیمی

مدارهای صوتی و تصویری به منظور کاهش دهنده‌ی 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 همین دلیل، در بسیاری از مدارها به‌عنوان مقاومت

مقاومت‌های سیمی توان ۲ وات به بالا عموماً در یک محفظه مانند سیمان با مقطع مربع - مستطیل شکل ساخته می‌شوند و به «مقاومت‌های آجری» معروفند. شکل خاص محفظه‌ی مقاومت‌های آجری این امکان را فراهم می‌آورد که برای خنک کردن آن‌ها را بر روی ورقه‌ی فلزی خنک‌کننده (رادیاتور<sup>۳</sup>) قرار داد. مقاومت‌های آجری در

۱- Wire wound Resistor

۲- Precision wire wound Resistor

۳- Heat sink

متغیر نیز ساخته می‌شوند که در شکل ۱-۱ 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.



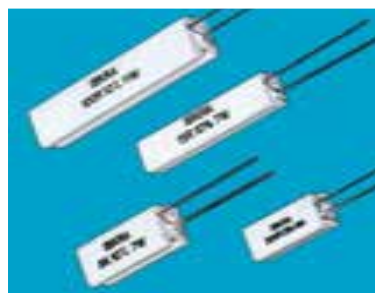
الف - مقاومت سیمی متغیر



ب - مقاومت سیمی متغیر (رئوستا)

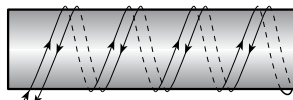
شکل ۱-۱

فیوزی<sup>۱</sup> استفاده می‌شود و به آن «مقاومت حفاظتی<sup>۲</sup>» نیز می‌گویند (شکل ۸-۱). این مقاومت‌ها در حالت عادی به صورت یک مقاومت معمولی عمل می‌کنند و چنان‌چه جریان عبوری آن از حد معینی بیش‌تر شود مانند یک فیوز قطع می‌شوند.



شکل ۸-۱ - مقاومت آجری

مقاومت سیمی به سبب «سیم پیچ 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 به صورت دولایی یا بی‌فیلار<sup>۳</sup> 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.



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

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

۱- Fusible Resistor

۲- Safety Resistor

۳- Bifilar



## ۱-۶- مقاومت‌های متغیر

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

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:

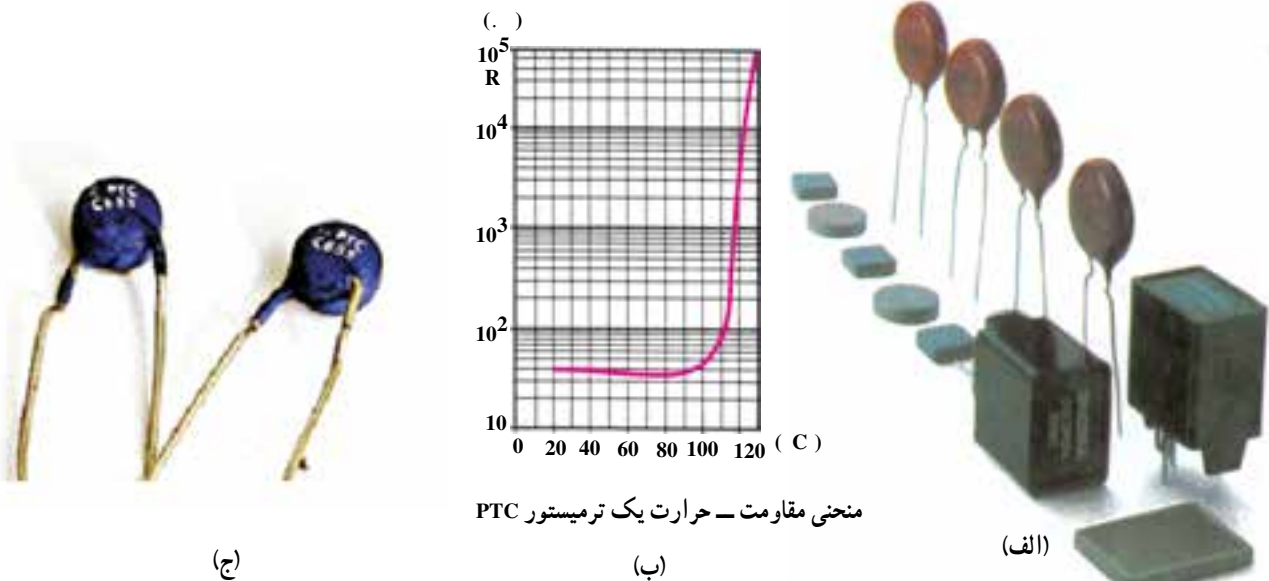
### الف- مقاومت‌های تابع حرارت (ترمیستور)

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 (.) 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 C ۲۵ 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.



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 قدرت

مجاز مقاومت نیز باید توجه کرد. منحنی تغییرات مقاومت نسبت به تغییرات دما در NTC به صورت غیرخطی و نزولی است. در شکل ۱-۱۲ منحنی مشخصه‌ی NTC و یک نمونه مقاومت NTC و در شکل ۱-۱۳ چند نمونه مقاومت «NTC»

۱- Thermally sensitive resistor = THERMISTOR

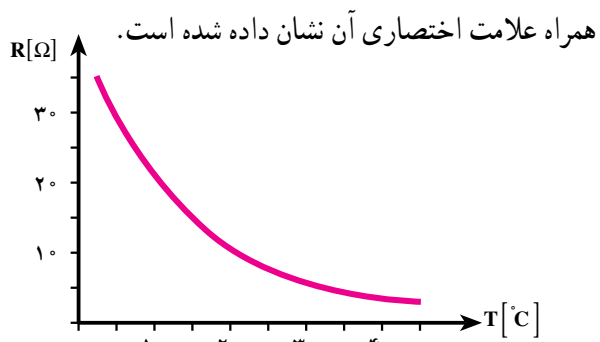
۲- Sensor

۳- PTC = Positive Temperature Coefficient

۴- NTC = Negative Temperature Coefficient

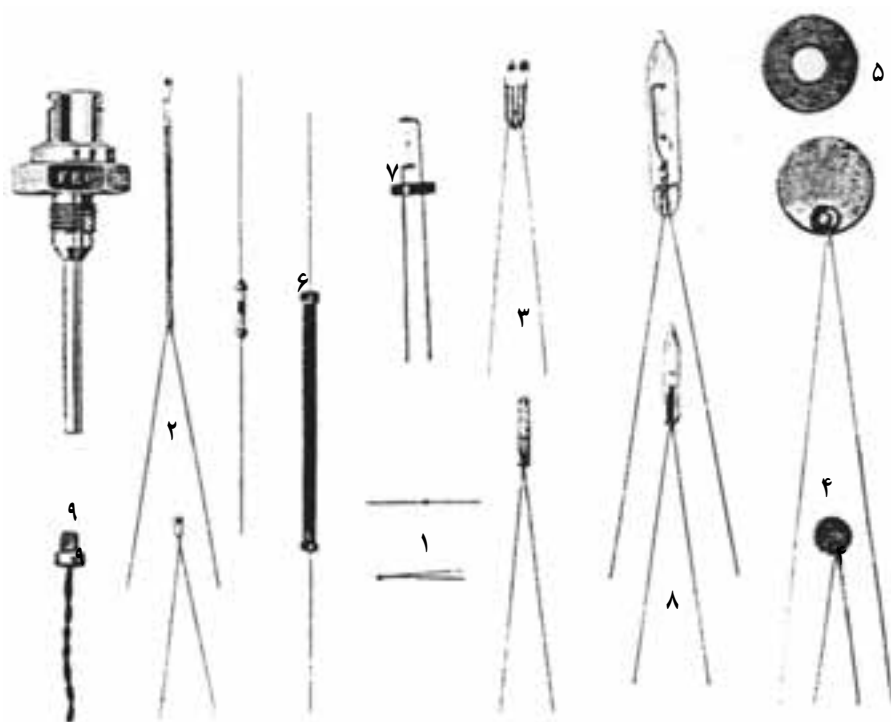


(ب)



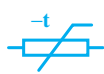
(الف)

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 - خلأ)
- ۹- نوع مخصوص

(الف)



(ب)

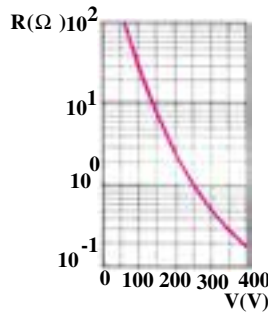
شکل ۱۳-۱- تصاویر ترمیستورهای عمومی NTC

دارای مقاومت خیلی زیاد (درحد مگا اهم) و در روشنایی دارای  
مقاومت کم (درحد کیلو یا اهم) است. مقاومت‌های LDR را  
«فتورزیستور» هم می‌نامند. برای این که نور روی عنصر مقاومتی

ب - مقاومت‌های تابع نور (LDR)<sup>۲</sup>:  
مقدار مقاومت تابع نور (LDR) تابع تغییرات شدت نور  
تابیده شده به سطح آن است. مقاومت تابع نور در فضای تاریک

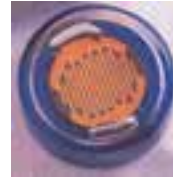
۱- علامت اختصاری PTC مشابه علامت اختصاری NTC است با این تفاوت که فقط به جای - علامت + گذاشته می‌شود.

۲- LDR = Light Dependent Resistor



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

فتورزیستور اثر گذارد معمولاً سطح ظاهری آن را با شیشه یا پلاستیک شفاف می پوشانند. در شکل ۱-۱۴- نمای ظاهری و علامت اختصاری و در شکل ۱-۱۵- منحنی تغییرات مقاومت نسبت به نور نشان داده شده است.

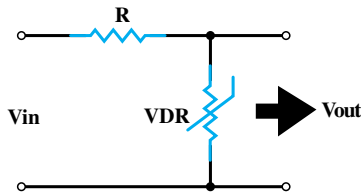


شکل ۱-۱۴- نمای ظاهری و علامت اختصاری یک فتورزیستور

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 کاربردهای این مقاومت عبارت اند از:

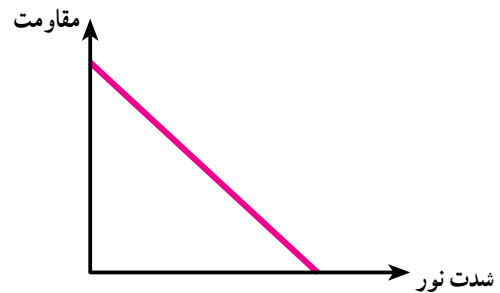
الف - تثبیت کننده های ولتاژ (شکل ۱-۱۷).

در مدار شکل ۱-۱۷ با تغییر ولتاژ ورودی، ولتاژ خروجی ( $V_{out}$ ) ثابت می ماند زیرا به عنوان مثال اگر ولتاژ ورودی افزایش یابد، مقاومت VDR کم می شود و جریان عبوری از مدار را زیاد می کند. زیاد شدن جریان، باعث افزایش افت ولتاژ دوسر مقاومت R می شود، به این ترتیب ولتاژ اضافی ورودی در دوسر R ظاهر می شود و  $V_{out}$  را ثابت نگه می دارد.



شکل ۱-۱۷- رگولاتور ولتاژ

ب - حفاظت مدارها در مقابل اضافه ولتاژها در اثر قطع و وصل کلید.



شکل ۱-۱۵

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.

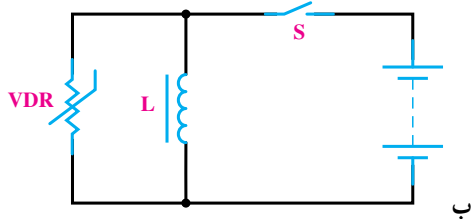
### مقاومت های تابع ولتاژ ( $VDR$ ):<sup>۱</sup>

مقاومت های تابع ولتاژ ( $VDR$ ) مقاومت هایی هستند که متناسب با تغییر ولتاژ مقاومت آن ها تغییر می کند تا همواره ولتاژ یکسانی در مدار وجود داشته باشد. مقاومت VDR را تحت عنوان «واریستور»<sup>۲</sup> 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.

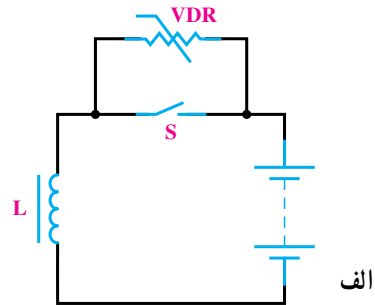
۱- VDR = Voltage Dependent Resistor

۲- VARISTOR

طریق VDR بسته می‌شود و کلید را در مقابل ولتاژ القایی سلف حفاظت می‌کند.



طبق شکل ۱۸-۱ در هنگام قطع یا وصل کلید، جریان مدار تغییر می‌کند و ولتاژ القایی زیادی توسط سیم‌پیچ ایجاد می‌شود. این ولتاژ مقدار اهم VDR را کم می‌کند و مدار از



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

همان‌گونه که گفته شد مقدار مقاومت و تیرانس از جمله عوامل مهم انتخاب مقاومت هستند. درصد تیرانس سبب به وجود آمدن محدوده‌ای برای مقاومت می‌شود؛ برای مثال مقاومت ۱ کیلو اهمی با تیرانس ۱۰٪ می‌تواند از مقدار  $900\ \Omega$  تا  $1100\ \Omega$  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 تیرانس 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  $900\ \Omega$  و مقاومت بعد از آن نیز نمی‌تواند از  $1100\ \Omega$  کم‌تر باشد.

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

سری  $E_6$  - این سری دارای ۶ قسمت و تیرانس مقاومت‌های آن ۲۰ درصد است.

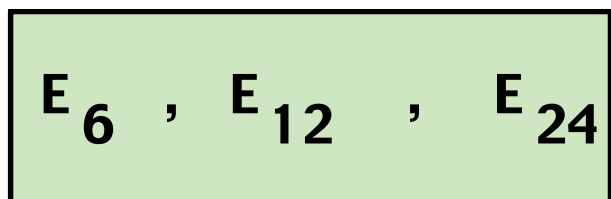
سری  $E_{12}$  - این سری دارای ۱۲ قسمت و تیرانس مقاومت‌های آن ۱۰ درصد است.

سری  $E_{24}$  - این سری دارای ۲۴ قسمت و تیرانس مقاومت‌های آن ۵ درصد است.

**مقاومت‌های تابع میدان مغناطیسی (MDR):<sup>۱</sup>**  
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.

## ۱-۷- 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) مشخص می‌شود. این استاندارد خود شامل سری‌های مختلفی به شرح زیر است:



<sup>۱</sup>- MDR = MAGNETIC Dependent Resistor

<sup>۲</sup>- از کلمه‌ی «European» به معنی اروپایی گرفته شده است.

جدول ۱-۱ تقسیم‌بندی هر سری را نشان می‌دهد.

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

۶/۸		۴/۷				۳/۳			۲/۲		۱/۵		۱/۰		سری E <sub>۶</sub>									
۸/۲		۶/۸		۵/۶		۴/۷		۳/۹		۳/۳		۲/۷		۲/۲		سری E <sub>۱۲</sub>								
۹/۱	۸/۲	۷/۵	۶/۸	۶/۲	۵/۶	۵/۱	۴/۷	۴/۳	۳/۹	۳/۶	۳/۳	۳/۰	۲/۷	۲/۴	۲/۲	۲	۱/۸	۱/۶	۱/۵	۱/۳	۱/۲	۱/۱	۱/۰	سری E <sub>۲۴</sub>

### ۱- تشخیص مقدار مقاومت با استفاده از نوارهای

رنگی: مقاومت‌های توان کم دارای ابعاد کوچک هستند به همین دلیل مقدار مقاومت و تolerانس را به وسیله‌ی نوارهای رنگی مشخص می‌کنند که خود این روش به دو شکل صورت می‌گیرد:

الف- روش چهارنوار ب- روش پنج‌نوار.

روش چهارنوار که معمول‌تر هم است برای تعیین مقاومت‌های با تolerانس ۲٪ به بالا استفاده می‌شود. در این روش از دو رنگ اول برای عدد، رنگ سوم برای ضریب و رنگ چهارم برای تolerانس استفاده می‌شود. چنانچه مقاومت، رنگ چهارم نداشته باشد بی‌رنگ محسوب شده و تolerانس آن را ۲۰٪ در نظر می‌گیریم. روش پنج‌نوار نیز برای مقاومت‌های دقیق و خیلی دقیق (تولرانس کم‌تر از ۲٪) استفاده می‌شود.

در این روش سه رنگ اول معرف «عدد»، رنگ چهارم معرف «ضریب» و رنگ پنجم بیانگر «تولرانس» است. نوارهای رنگی مقاومت‌های چهار رنگ و پنج‌رنگ در شکل ۱-۱۹ نشان داده شده است.

هریک از سه سری شامل اعدادی هستند که به آن‌ها «اعداد

پایه» می‌گویند و با ضرب یا تقسیم اعداد هر سری در مضارب ۱۰ می‌توان مقادیر مختلفی از این سری‌ها را به دست 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<sub>۶</sub> و E<sub>۱۲</sub> و E<sub>۲۴</sub> برای استاندارد نمودن ظرفیت خازن‌ها و ضریب خودالقایی سلف‌ها نیز استفاده می‌شود. البته سری‌های دیگری نیز هم چون E<sub>۴۸</sub> و E<sub>۹۶</sub> و E<sub>۱۹۲</sub> وجود دارند.

### ۸-۱- تشخیص مقدار اهم مقاومت‌ها

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

۱- نوارهای رنگی

۲- رمزهای عددی

۳- نوشتن مقدار مقاومت



تولانس	ضریب	عدد	عدد	تولانس	ضریب	عدد	عدد
نوار اول	نوار دوم	نوار سوم	نوار چهارم	نوار اول	نوار دوم	نوار سوم	نوار پنجم
سیاه	سیاه	سیاه	سیاه	سیاه	سیاه	سیاه	سیاه
قهوه‌ای	قهوه‌ای	قهوه‌ای	قهوه‌ای	قهوه‌ای	قهوه‌ای	قهوه‌ای	قهوه‌ای ±۱
قرمز	قرمز	قرمز	قرمز ±۲	قرمز	قرمز	قرمز	قرمز ±۲
نارنجی	نارنجی	نارنجی	نارنجی	نارنجی	نارنجی	نارنجی	نارنجی
زرد	زرد	زرد	زرد	زرد	زرد	زرد	زرد
سبز	سبز	سبز	سبز	سبز	سبز	سبز	سبز ±۰/۵
آبی	آبی	آبی	آبی	آبی	آبی	آبی	آبی ±۰/۲۵
بنفش	بنفش	بنفش	بنفش	بنفش	بنفش	بنفش	بنفش ±۰/۱
خاکستری	خاکستری	خاکستری	خاکستری ±۵	خاکستری	خاکستری	خاکستری	خاکستری
سفید	سفید	سفید	سفید ±۱۰	سفید	سفید	سفید	سفید

شکل ۱۹-۱

باید توجه نمود که رنگ نوار اول هرگز سیاه نیست و در ضمن اگر رنگ نوار 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 تولانس آن چه قدر است؟

حل:  $۵۶ \times ۱۰^۳ = ۵۶K\Omega \pm ۱۰$

مثال ۲: اگر مقدار مقاومتی  $۲/۲K\Omega \pm ۵$  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؟

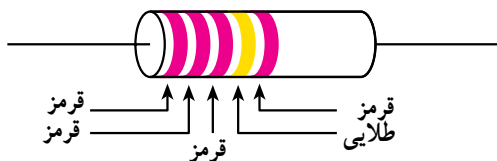
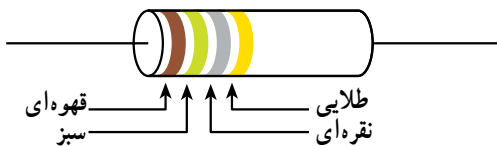
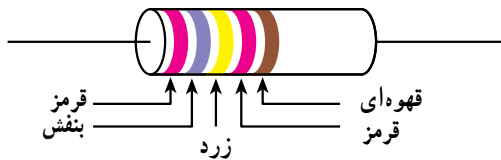
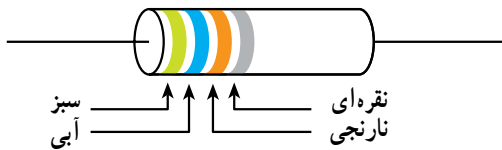
حل:  $۲۷/۴K\Omega \pm ۱ = ۲۷۴۰۰\Omega \pm ۱$

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

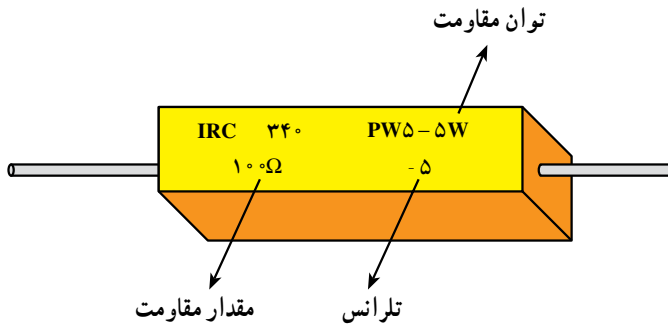
حل:  $۱۵ \times ۰/۰۱ = ۰/۱۵\Omega \pm ۵$

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

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



۳- تشخیص مقدار مقاومت با استفاده از مقدار نوشته شده: در این روش مقدار مقاومت و تolerانس آن مستقیماً روی مقاومت نوشته می‌شود؛ مانند مقاومت شکل ۱-۲۰.



شکل ۱-۲۰

### ۹-۱- سلف

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 الکترومغناطیسی ذخیره کند. سلف از دو قسمت 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 تا مسیر مناسبی برای میدان مغناطیسی فراهم آورد. در فرکانس‌های 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 هسته از هوا باشد ابعاد سلف بزرگ می‌شود، بنابراین، هسته‌ی مناسب در صنعت الکترونیک فریت‌ها هستند. در شکل ۱-۲۲ تعدادی از فریت‌های آماده برای سلف‌ها و ترانسفورماتورها نشان داده شده است. از سیم پیچ‌ها در ساختمان ترانسفورماتورها، موتورهای الکتریکی، فیلترها، بلندگو، میکروفون، گوشی و غیره استفاده می‌شود.

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

جدول ۱-۲- معنی حرف ضریب

حرف	R یا E	K	M
ضریب	×۱	×(۱۰) <sup>۳</sup>	×(۱۰) <sup>۶</sup>

جدول ۱-۳- معنی حرف تolerانس

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

در این روش حرف اول نشان‌دهنده ضریب و حرف دوم تolerانس مقاومت است، چنانچه مقدار عددی مقاومتی دارای ممیز باشد از حرف اول علاوه بر مفهوم ضریب به عنوان ممیز هم استفاده می‌شود.

**مثال ۱:** مقدار و تolerانس مقاومتی که به صورت رمز بر روی آن  $5R6K$  نوشته شده چه قدر است؟

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

**مثال ۲:** مقدار اهم و تolerانس مقاومتی که به صورت رمز

$R2VF$  نشان داده شده را تعیین کنید:

**حل:**  $R = 0/27\Omega \pm 1\%$

**مثال ۳:** بر روی مقاومتی به صورت رمز  $2M2M$  نوشته

شده است مقدار اهم و تolerانس آن چه قدر است؟

**حل:**  $R = 2/2M\Omega \pm 20\%$

**مثال ۴:** معنای حروف رمز مقاومت  $22KK$  چیست؟

**حل:** K اول معرف  $K\Omega$

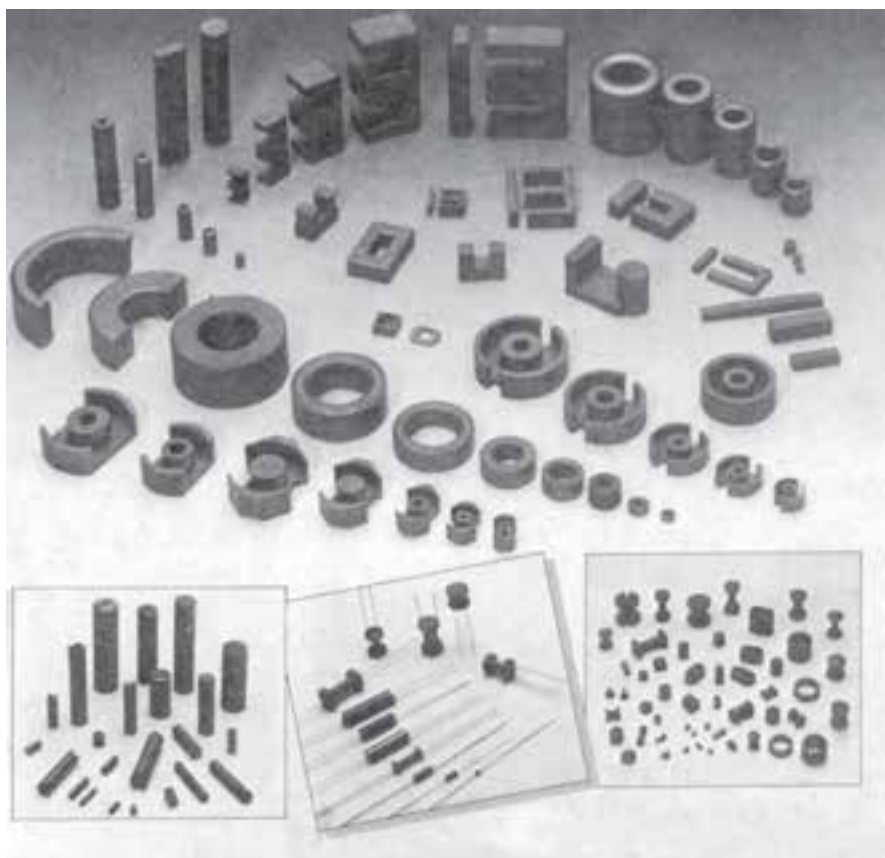
K دوم معرف  $10\% \pm$  تolerانس

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

فریت: به طور کلی اصطلاح «فریت» به مواد سرامیکی ای در سلف‌ها بیش‌تر استفاده می‌شود در شمار فریت‌های نرم<sup>۱</sup> گفته می‌شود که دارای خواص فرومغناطیس باشند. فریتی که هستند.



شکل ۲۱-۱



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

<sup>۱</sup> فرمول فریت نرم  $MFe_2O_4$

## ۱۰-۱-۱-۱ خازن

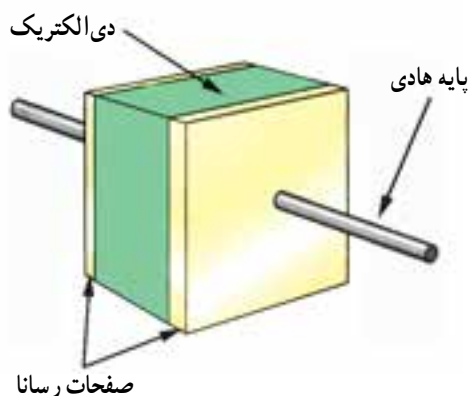
در جدول ۱-۴ مقدار ضریب دی الکتریک چند نوع عایق آمده است.

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

خازن المانی است که انرژی الکتریکی را توسط میدان الکترواستاتیکی (بار الکتریکی) در خود ذخیره می نماید. ساختمان داخلی خازن از دو قسمت اصلی تشکیل شده است :  
الف - صفحات هادی ب - عایق بین هادی ها (دی الکتریک).

جدول ۱-۴ - ضریب دی الکتریک چند ماده

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



شکل ۱-۲۳

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

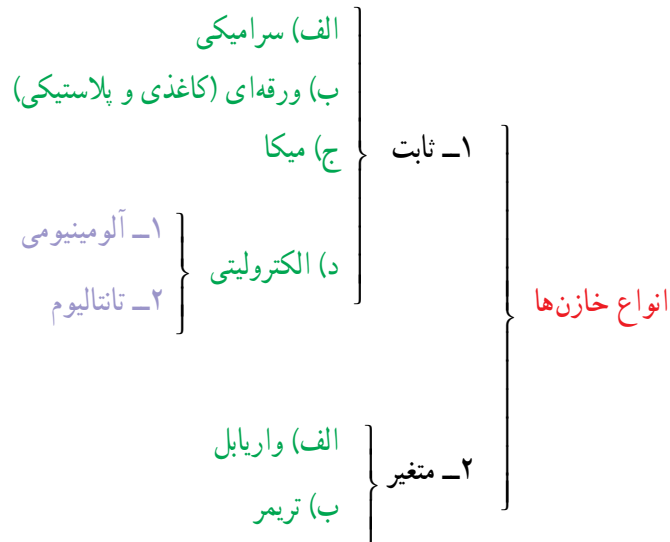
هرچه ضریب دی الکتریک یک ماده ی عایق بزرگ تر باشد آن دی الکتریک دارای خاصیت عایقی بهتر است.

**توجه:** نیازی نیست هنرجویان اعداد مندرج در جدول ۱-۴ را به خاطر بسپارند. در صورت طرح سؤال لازم است جدول در اختیار هنرجو قرار گیرد.

## ۱-۱۱- انواع خازن‌ها

می‌شوند. خازن‌های ثابت و متغیر را نیز می‌توان به این صورت تقسیم‌بندی نمود:

خازن‌ها به دو دسته کلی «ثابت» و «متغیر» تقسیم‌بندی



## ۱-۱۲- خازن‌های ثابت

### ۱-۱۲-۱- خازن‌های سرامیکی: خازن

سرامیکی<sup>۱</sup> معمول‌ترین خازن غیرالکترولیتی است که در آن دی‌الکتریک به کار رفته از جنس سرامیک است. ثابت دی‌الکتریک سرامیک بالاست؛ از این رو امکان ساخت خازن‌های با ظرفیت زیاد در اندازه‌ی کوچک را در مقایسه با سایر خازن‌ها به وجود آورده، در نتیجه ولتاژ کار آن‌ها نیز بالا خواهد بود. ظرفیت خازن‌های سرامیکی معمولاً بین ۵ PF تا ۱۰۰ μF/ است. این نوع خازن به صورت 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 ۱-۲۴ و ۱-۲۵ نمونه‌هایی از این خازن نشان داده شده است.

این خازن‌ها دارای ظرفیت معینی هستند که در وضعیت معمولی تغییر پیدا نمی‌کنند. خازن‌های ثابت را براساس نوع ماده‌ی دی‌الکتریک به کار 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»<sup>۱</sup> را نام برد.

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

۱- Film

۲- Ceramic capacitor





شکل ۲۵-۱- انواع خازن‌های سرامیکی و کاغذی



شکل ۲۴-۱- نمونه‌هایی از خازن سرامیکی



(الف)



(ب)

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

## ۲-۱۲-۱- خازن‌های ورقه‌ای: در خازن‌های ورقه‌ای

از کاغذ و مواد پلاستیکی به سبب انعطاف‌پذیری آن‌ها، برای دی‌الکتریک استفاده می‌شود. این گروه از خازن‌ها خود به دو صورت ساخته می‌شوند.

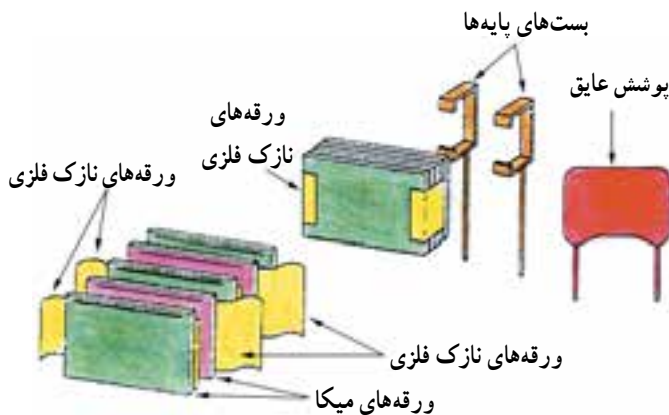
### الف- خازن‌های کاغذی: دی‌الکتریک این نوع خازن

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 ۲۵-۱ شکل ظاهری و در شکل ۲۶-۱ ساختمان

داخلی خازن کاغذی نشان داده شده است.

خازن‌های میکا تقریباً بین ۰/۱ 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. در شکل ۱-۲۸ تصویر ساختمان داخلی این خازن نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۸- ساختمان داخلی خازن میکا

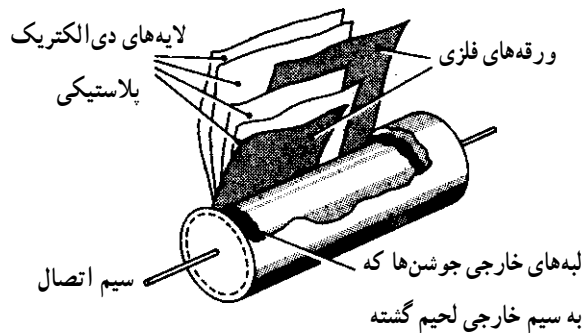
#### ۴-۱۲-۱- خازن‌های الکترولیتی: از خازن‌های

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

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 از آن‌ها استفاده کرد.

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

امروزه این نوع خازن‌ها به دلیل داشتن مشخصات خوب در مدارات زیادی به کار 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 به کار می‌رود پلی استایرن<sup>۱</sup> است؛ از این رو به این خازن‌ها «پلی استرن» گفته می‌شود که از جمله رایج‌ترین خازن‌های پلاستیکی است. ماکزیم فرکانس کار خازن‌های پلاستیکی حدود یک مگاهرتز است. در شکل ۱-۲۷ ساختمان داخلی خازن پلاستیکی را می‌بینید.



شکل ۱-۲۷- ساختمان خازن پلاستیکی

**۳-۱۲-۱- 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

هنگامی که ترمینال آند (صفحه آلومینیومی خالص تر) 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 ۱-۳۱ اندازه‌های مختلفی از خازن‌های آلومینیومی و علائم اختصاری آن نشان داده شده است.

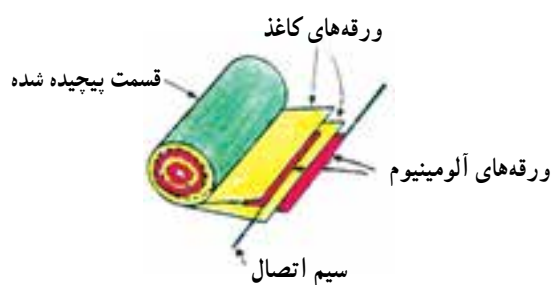


شکل ۱-۳۱- نمونه‌هایی از خازن‌های الکترولیتی و علائم اختصاری آن‌ها

**ب- خازن‌های تانتالیوم:** در این نوع خازن به جای 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.

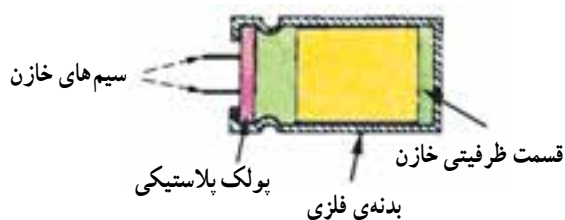
نمود. از این خازن‌ها در مدارات راه‌انداز موتورها و مدارات نوسان‌ساز صوتی استفاده می‌شود. خازن‌های الکترولیتی در دو نوع «آلومینیومی» و «تانتالیومی» ساخته می‌شوند.

**الف- 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 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

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.

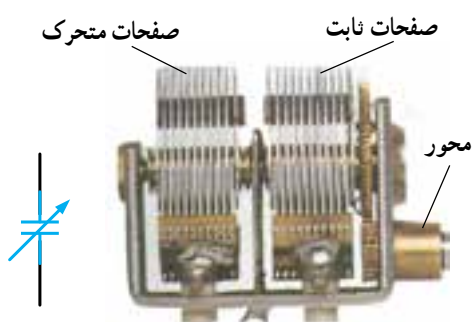


شکل ۱-۳۰- ساختمان داخلی خازن الکترولیتی

که به آن «تریمر»<sup>۲</sup> 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.



الف - انواع خازن‌های تریمر و علامت اختصاری آن



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

شکل ۳۳-۱

### 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.

۱- 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



شکل ۳۲-۱ - شکل ظاهری چند خازن تانتالیوم

محاسن خازن تانتالیومی نسبت به نوع آلومینیومی بدین قرار است:

الف - ابعاد کوچکتر ب - جریان نشتی کم تر ج - عمر کارکرد طولانی.

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

الف - خازن‌های تانتالیوم گران‌تر هستند،  
ب - نسبت به افزایش ولتاژ اعمال شده در مقابل ولتاژ مجاز آن، هم‌چنین معکوس شدن پلاریته حساس‌ترند،  
ج - قابلیت تحمل جریان‌های شارژ و دشارژ زیاد را ندارند،  
د - خازن‌های تانتالیوم دارای محدودیت ظرفیت هستند (حداکثراً ۳۳ میکروفاراد ساخته می‌شوند).

### ۱-۱۳ - خازن‌های متغیر

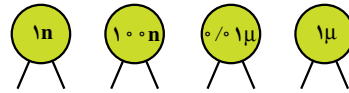
به‌طور کلی با تغییر سه عامل می‌توان ظرفیت خازن را تغییر داد: «فاصله‌ی صفحات»، «سطح صفحات» و «نوع دی‌الکتریک».

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 ۳۳-۱ دو نوع خازن متغیر را به همراه علامت اختصاری آن‌ها مشاهده می‌کنید. نوعی را که به وسیله‌ی دسته‌ی متحرک (محور) عمل تغییر ظرفیت انجام می‌شود «واریابل»<sup>۱</sup> نامند و در نوع دیگر این عمل به وسیله‌ی پیچ‌گوشی صورت می‌گیرد

۱- Variable

۲- Trimmer

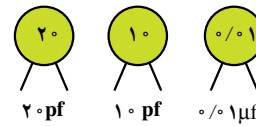
ظرفیت وجود ندارد (شکل ۱-۳۴).



شکل ۱-۳۴

۲- روش رمزهای عددی: در اغلب مواقع واحد ظرفیت

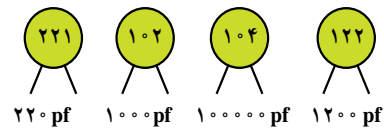
بر روی بدنه‌ی خازن قید نمی‌شود. در این صورت چنانچه این عدد از یک کوچک‌تر باشد ظرفیت برحسب «میکروفاراد» و چنانچه عدد بزرگ‌تر از یک باشد ظرفیت برحسب «پیکوفاراد» است (شکل ۱-۳۵).



شکل ۱-۳۵

در حالتی که عدد ظرفیت بزرگ‌تر از واحد است (به‌ویژه

در مورد خازن‌های سرامیکی و عدسی و برای 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

برای نمونه، در این روش عدد ۱۰۱ به معنی ۱۰۰ پیکوفاراد

و عدد ۴۷۳ به معنی ۴۷۰۰۰ پیکوفاراد یا ۴۷ نانوفاراد است.

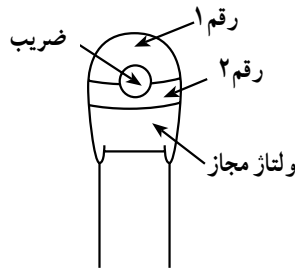
قواعد فوق در اکثر موارد از طرف سازندگان رعایت می‌شود.

۳- 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، تفرانس 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.

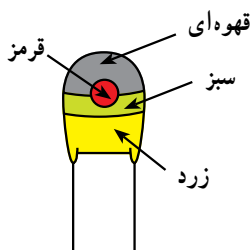
## ۱-۱۵- نوارهای رنگی خازن‌های تانتالیوم

تعیین مقدار ظرفیت خازن‌های تانتالیوم روش مخصوصی دارد که با توجه به شکل و جدول ۵-۱ چگونگی محاسبه‌ی ظرفیت این نوع خازن‌ها 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	قهوه‌ای
-	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	۰/۱	۸	۸	خاکستری
۳۰ ولت	۰/۱	۹	۹	سفید
۳۵ ولت	-	-	-	صورتی



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

حل: با توجه به جدول کدهای رنگی می‌توان نوشت:

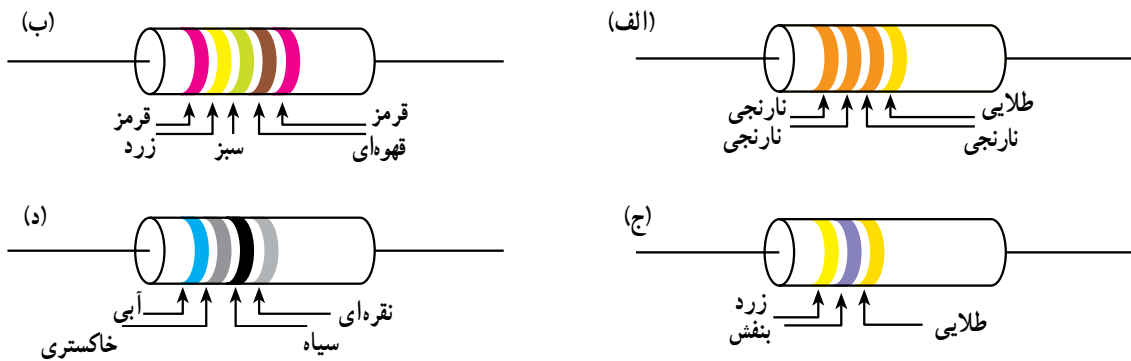
$$C = 15 \times 10^2 = 1500 \mu F \text{ ظرفیت خازن}$$

$$V = 6 / 37 \text{ ولتاژ خازن}$$



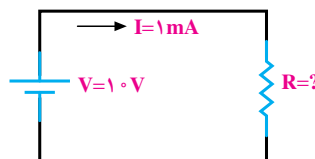


- ۱- در بحث الکترونیک کاربردی منظور از بخش قدرت و فرمان در مدارهای الکتریکی چیست؟
- ۲- منظور از تolerانس در مقاومت‌ها چیست و به چند گروه تقسیم‌بندی می‌شود؟
- ۳- مقاومت حفاظتی به چه مقاومت‌هایی گفته می‌شود؟ چرا؟
- ۴- اصطلاح «بی‌فیلار» در مقاومت‌های سیمی به چه معناست؟
- ۵- مقاومت‌های PTC و NTC به چه مقاومت‌هایی گفته می‌شود؟
- ۶- محدوده‌ی تغییرات مقاومتی فتورزیستور چه قدر بوده، نحوه‌ی عملکرد آن چگونه است؟
- ۷- سری‌های استاندارد  $E_{24}$ ،  $E_{12}$ ،  $E_6$  بیانگر چه مفهومی هستند؟ مختصراً توضیح دهید.
- ۸- مقدار و تolerانس مقاومت‌های زیر را تعیین کنید.



- ۹- در مدار شکل زیر اگر بخواهیم جریان مدار  $1 \text{ mA}$  باشد چه مقاومتی مناسب است؟ (از نظر اهم و

توان).



- ۱۰- چرا در سری  $E_{12}$  ضریب  $1/1$  و یا در سری  $E_{24}$  ضریب  $1/4$  وجود ندارد؟

- ۱۱- مقدار اهم و تolerانس مقاومت‌های زیر را تعیین کنید:

الف -  $4KJ$

ب -  $1M$

ج -  $10G$

د -  $68KM$

- ۱۲- سلف را تعریف کرده، توضیح دهید چرا در فرکانس‌های بالا سلف‌ها را بدون هسته‌ی آهنی

می‌سازند؟

- ۱۳- منظور از دی‌الکتریک چیست؟ چهار دی‌الکتریک مناسب را نام ببرید.

- ۱۴- از جمله معایب خازن‌های سرامیکی چیست؟ کاربرد این خازن‌ها در کجاست؟
- ۱۵- انواع خازن‌های ورقه‌ای را نام برده، به اختصار درباره‌ی هر یک توضیح دهید.
- ۱۶- خازن‌های قطبی به چه خازن‌هایی گفته می‌شود؟ چرا؟
- ۱۷- ساختمان داخلی انواع خازن‌های الکترولیتی را به اختصار توضیح داده، دو مورد از خصوصیات آن‌را بنویسید.
- ۱۸- خازن‌های تریمر و واریابل چگونه خازن‌هایی هستند؟
- ۱۹- ظرفیت خازن‌های زیر را تعیین کنید.

