



Namatek
True Education

www.namatek.com

Capacitor

معرفی جامع خازن ها و
۷ نوع پرکاربرد آن ها

فهرست مطالب

۱. خازن چیست؟
۲. تاریخچه خازن
۳. ساختار داخلی انواع خازن
۴. طرز کار خازن
۵. ظرفیت خازن
۶. نماد خازن در مدار
۷. انواع خازن
۸. کاربرد انواع خازن ها

انواع خازن از مهم ترین قطعات الکترونیکی هستند که در اکثر مدارهای طراحی شده دیده می شوند. با شناخت صحیح خازن ها، عملکرد و انواع آن ها می توان به سادگی بخش های مهمی از یک مدار الکترونیکی را تحلیل کرد. با مطالعه این مقاله و تماشای ویدیوهای آن با ساختمان داخلی خازن ها، مفهوم ظرفیت، انواع آن ها و چند نمونه کاربرد آشنا خواهید شد.

همراه ما باشید.

#1 خازن چیست؟

خازن (Capacitor) یکی از مهم ترین قطعات پسیو الکترونیکی است که دارای دو پایه (Terminal) بوده و وظیفه آن مانند باتری، ذخیره انرژی الکتریکی است ولی نحوه کار آن با باتری متفاوت است. مهم ترین تفاوت آن ها در این است که خازن ها الکترون های جدید تولید نمی کنند و تنها می توانند آن ها را ذخیره کنند. خازن ها در واقع وظیفه انباشته کردن ظرفیت الکتریکی (Capacitance) را دارند که به مفهوم نسبت بار الکتریکی ذخیره شده در یک رسانا در اثر ایجاد اختلاف پتانسیل است. طبق این اصل به خازن انباره یا Capacitor می گویند.

از خازن ها به صورت کلی برای اضافه کردن مقدار ظرفیت الکتریکی یا بار مشخص به مدار استفاده می شود.

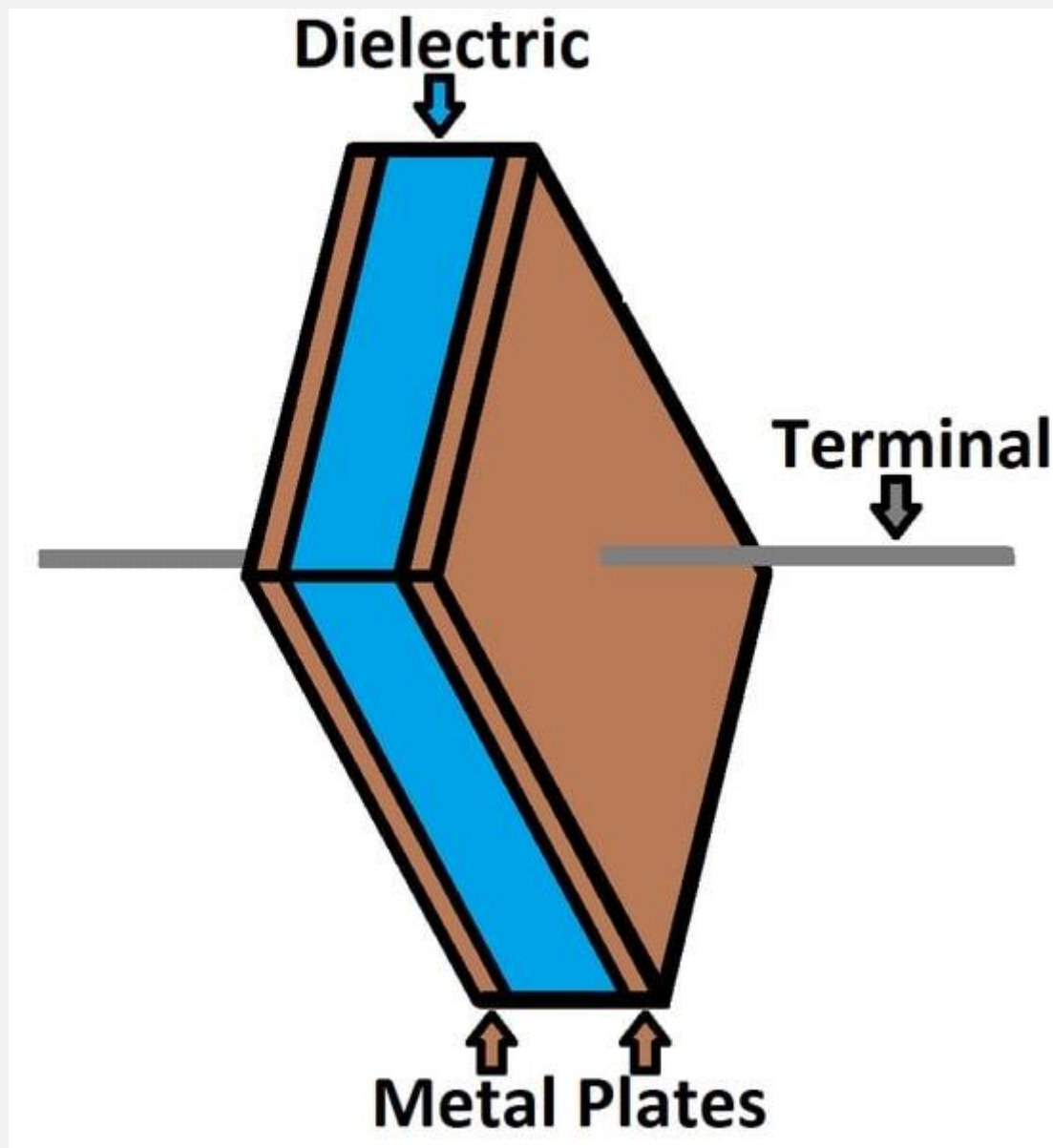
#۲ تاریخچه خازن

"اودوارد ون کلسیت" آلمانی در سال ۱۷۴۵ در پی آزمایشات طولانی به این نتیجه دست یافت که می توان با استفاده از اتصال یک ژنراتور الکترواستاتیک ولتاژ بالا به یک لیوان شیشه ای حاوی آب، انرژی الکتریکی ذخیره کرد. این اتفاق جرقه ساخته شدن خازن را در ذهن دانشمندان ایجاد کرد.



#۳ ساختار داخلی انواع خازن

به صورت کلی ساختار داخلی تمامی انواع خازن ها به این شکل است که دو صفحه رسانای الکتریسیته (Metal Plate) در آن وجود دارد که توسط یک قسمت نارسانا از هم جدا شده اند. قسمت های رسانا بنابر نیاز می توانند از جنس های فویل، فیلم نازک (صفحات بسیار نازک رسانا)، فلز متراکم و یا الکترولیت باشند. به قسمت نارسانا که همانند یک عایق الکتریکی عمل می کند، دی الکتریک (Dielectric) می گویند و این برای افزایش ظرفیت خازن دی الکتریک ها با جنس های متنوعی ساخته می شوند. از دی الکتریک های پرکاربرد می توان شیشه، سرامیک، فیلم پلاستیکی، میکا، کاغذ، هوا و صفحات اکسید شده نام برد.

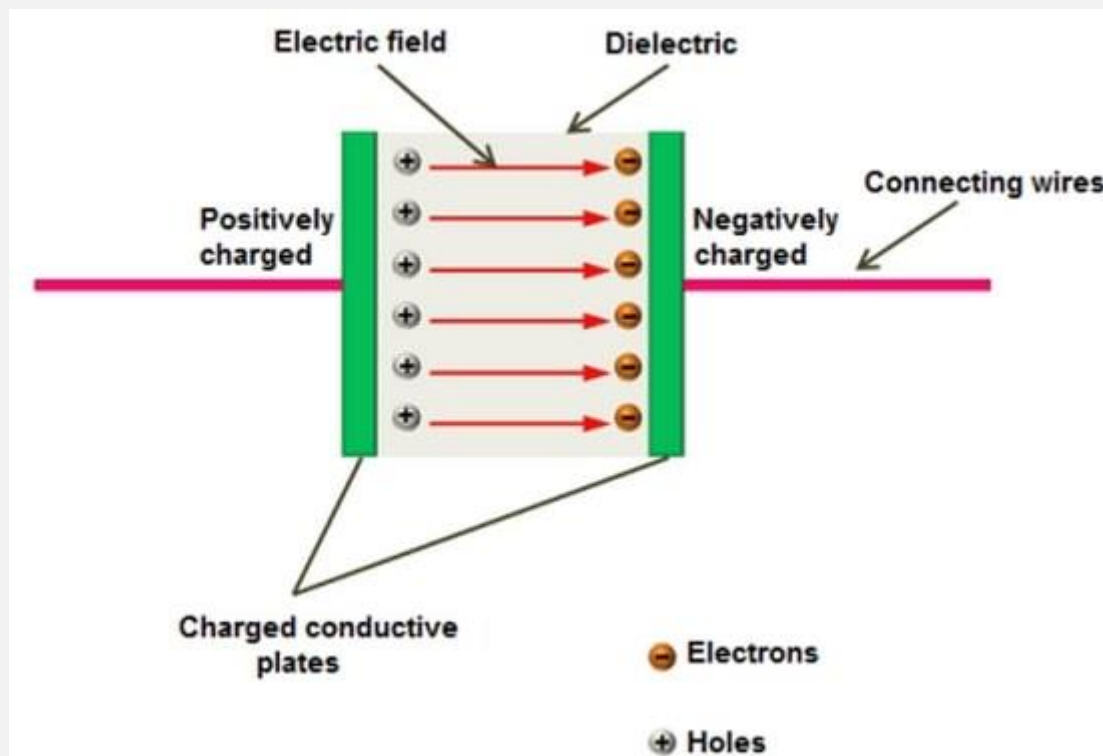


خازن های ایده آل برخلاف مقاومت های الکتریکی، هیچ انرژی ای را اتلاف نمی کنند. البته میزان بسیار کمی اتلاف در خازن های واقعی و عملی ساخته شده وجود دارد که به علت ناچیز بودن معمولا در نظر گرفته نمی شوند. تفاوت در شکل قرارگیری صفحات کنار یکدیگر و جنس دی الکتریک ها عامل اصلی ایجاد انواع خازن است. صفحات رسانا محل جمع شدن بارهای الکتریکی و در واقع ذخیره شدن انرژی الکتریکی هستند.

#۴ طرز کار انواع خازن

همانطور که در بخش قبلی بیان کردیم، در انواع خازن ها دو صفحه فلزی محل ذخیره بارها هستند که به دو صورت بار مثبت و منفی خالص (Positively & Negatively Charged) ایجاد می شوند. دی الکتریک باعث عدم عبور جریان از یک صفحه خازن به دیگری می شود. نکته حائز اهمیت این است که میزان بار در دو صفحه یکسان است ولی از لحاظ علامتی مخالف یکدیگر هستند. طبق تعریف میدان الکتریکی به دلیل حضور دو صفحه با بار مخالف رو به روی هم، بین آن دو و در درون دی الکتریک یک میدان الکتریکی (Electric Field) ایجاد می شود. اگر با میدان الکتریکی به طور کامل آشنا نیستید مقاله زیر زمان مناسبی برای یادگیری است.

ذخیره بیشتر بارها و جذب شدن از سمت صفحه مخالف توسط میدان ایجاد شده اتفاق می افتد و باعث عملکرد کلی خازن می شود که به شارژ شدن معروف است.

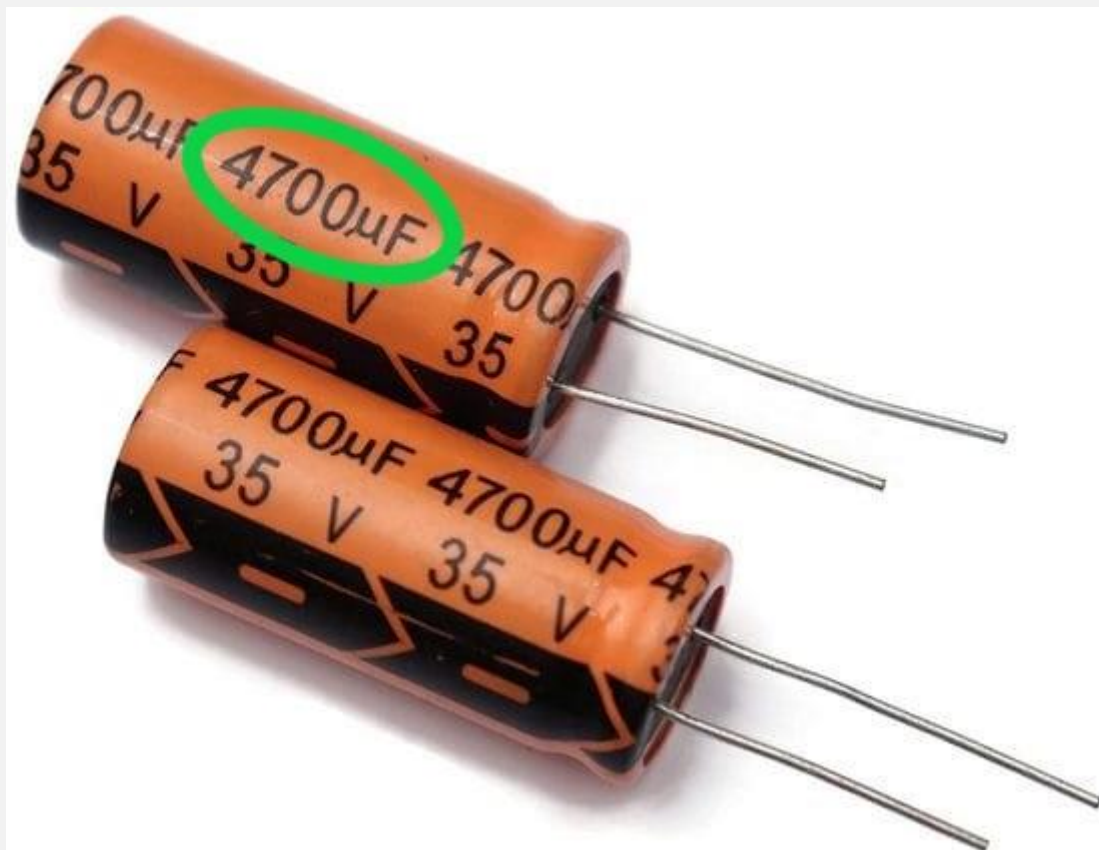


جریان از سوی منبع در مدار جاری است و در صورتی که خازن مدت زمان کافی در مدار باشد کاملاً شارژ شده و این جریان را مسدود می‌کند. به همین علت است که از خازن‌ها برای حذف جریان الکتریکی مستقیم (DC) در مدارهای الکتریکی استفاده می‌کنند. به عبارتی دیگر می‌توان گفت خازن‌ها در مدارهای DC به صورت مدار باز (Open circuit) عمل می‌کنند.

#۵ ظرفیت خازن

ظرفیت هر خازن میزان توانایی آن در ذخیره انرژی الکتریکی را نشان می‌دهد. واحد اندازه‌گیری ظرفیت خازن در دستگاه SI فاراد (F) است؛ اما از آنجاییکه فاراد میزان ظرفیت بسیار بالایی است، خازن‌های متداول با

یکاهای اندازه گیری کوچک تر مثل میکرو فاراد (μF) یا نانو فاراد (nF) ساخته می شوند.



برای دریافت لیست مقادیر استاندارد ظرفیت اینجا کلیک کنید. برای تعریف مقدار یک فاراد باید بگوییم که خازنی با ظرفیت یک فاراد می تواند به ازای یک ولت ولتاژ ورودی، یک کولن بار الکتریکی ذخیره کند. یک کولن مقدار بار الکتریکی است که به ازای جریان الکتریکی ثابت یک آمپر، در یک ثانیه انتقال داده می شود.

مطابق آنچه در بالا گفته شد ظرفیت یک خازن مساوی با نسبت بار ذخیره شده در آن (Q) به اختلاف پتانسیل اعمال شده بر آن (V) است.

$$C = Q/V$$

اما توجه داشته باشید که C برای هر خازن یک مقدار ثابت است و با تغییر ولتاژ این مقدار بار ذخیره شده است که متفاوت خواهد بود نه مقدار ظرفیت خازن. و این مقدار ثابت براساس نوع دی الکتریک، مساحت صفحات رسانا و فاصله آن ها از یک دیگر محاسبه می شود.

#۵-۱ فرمول های خازن

طبق محاسبات انتگرالی و با استفاده از فرمول ولتاژ مابین صفحه های خازن که دارای مساحت A و فاصله d نسبت به یکدیگر هستند می توان به رابطه زیر برای ظرفیت خازن دست پیدا کرد:

$$C = k\epsilon_0 A/d$$

که در آن k ثابت دی الکتریک است که متناسب با نوع آن تغییر می کند و برای مثال برای هوا $k=1$ است.

ϵ_0 ضریب گذردهی الکتریکی خلا است که همیشه یک مقدار ثابت مساوی 8.85×10^{-12} (کولن به توان دو بر نیوتون متر مربع) است. انرژی ذخیره شده در انواع خازن از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$W = 1/2 CV^2$$

#۵-۲ محاسبه خازن های سری و موازی در مدار

از آنجایی که ظرفیت خازن به ساختار داخلی آن وابسته است، در عمل مقادیر محدودی از ظرفیت قابل دستیابی است و به همین علت در یک

مدار الکترونیکی برای رسیدن به میزان ظرفیت مورد نظر لازم است تا از اتصال چند خازن به یکدیگر استفاده کنیم.

اگر خازن ها به صورت موازی به یکدیگر وصل شده باشند، یعنی تمامی صفحات مثبت آن ها به هم و تمامی صفحات منفی شان نیز به یکدیگر متصل شده باشند و همگی یک ولتاژ یکسان داشته باشند، ظرفیت معادل آن ها مساوی است با مجموع ظرفیت تک تک خازن ها.

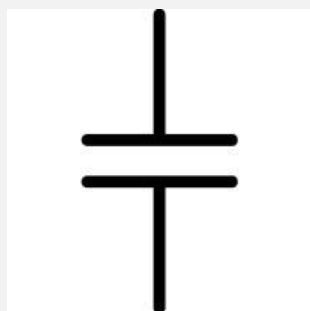
$$... + C_t = \sum C_i = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$$

اگر خازن ها را به صورت سری به هم متصل کنیم، یعنی صفحه مثبت هر خازن به منفی خازن بعدی وصل باشد و ولتاژ اعمال شده به مدار با مقادیر متفاوت دو سر آن ها قرار بگیرد، معکوس ظرفیت معادل آن ها مساوی است با مجموع معکوس تمام ظرفیت ها.

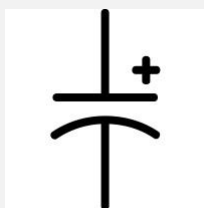
$$1/C_t = \sum 1/C_i = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + ...$$

#۶ نماد خازن در مدار

در مدارها برای نمایش انواع خازن از نماد زیر استفاده می شود:



از این سمبل مداری معمولاً برای خازن هایی استفاده می کنیم که قطب مثبت و منفی (پلاریته) آن ها در مدار مهم نیست. برای خازن هایی که جهت قرار گیری آن ها در مدار مهم است از نماد زیر استفاده می شود که سرانحدار نمایش دهنده سر منفی خازن و سر با "+" نمایشگر سر مثبت خازن برای اتصال به ولتاژ ورودی است.



#۷ انواع خازن

خازن ها هم مثل سایر قطعات الکترونیکی بر اساس شکل ظاهری شان به دو دسته کلی اس ام دی و دیپ تقسیم می شوند.

دسته بندی اصلی خازن ها براساس جنس دی الکتریک، جنس رسانا ها و نوع قرار گرفتن قطعات در کنار یکدیگر است که منجر به تولید انواع بسیار متنوعی می شود.

دسته بندی دیگر انواع خازن براساس ساختار داخلی به این شکل است:

۱. خازن های ثابت

۲. خازن های متغیر

طبق این تقسیم بندی همانطور که از اسامی شان پیداست تمام انواع خازن موجود در دسته اول با یک مقدار ظرفیت از قبل تعیین شده، تولید می شوند و در دسته دوم کاربر توانایی تغییر مقدار ظرفیت خازن را دارد.

#۱-۷ انواع خازن ثابت

این دسته از خازن ها شامل مدل های بسیار متنوع با ظرفیت های گوناگونی می شود که براساس نوع دی الکتریک داخلی متفاوت هستند. از جمله مهم ترین این خازن ها را می توان به دسته های زیر اشاره کرد:

۱) خازن سرامیکی (Ceramic Capacitor)

این نوع خازن ها یکی از متداول ترین نوع خازن های مورد استفاده در الکترونیک هستند که دی الکتریک آن ها از جنس سرامیک است. به دلیل بالا بودن ضریب عایقی سرامیک این نوع خازن می تواند در سایز بسیار کوچک دارای ظرفیت بالایی باشد. برای مثال مهم ترین و شناخته شده ترین خازن در این دسته خازن های عدسی هستند.

خازن عدسی



این خازن ها در ظاهر شبیه عدس هستند به همین دلیل آن ها را خازن عدسی نامیده اند. در بین خازن های مختلف این مدل می تواند کوچک ترین ابعاد را داشته باشد و هر چقدر ظرفیت آن بالاتر باشد، ابعاد آن نیز بزرگتر است. نکته مهم درباره این مدل این است که جهت پلاریته آن فرقی ندارد.

ظرفیت خازن های عدسی

مقدار ظرفیت این خازن به دو روش ذکر می شود:

۱. مقدار و یکای سنجش آن به وضوح روی بدنه ذکر شده اند.

مثل: (220nF) معادل ۲۲۰ نانو فاراد

۲. فقط عدد روی آن نوشته شده که به صورت پیش فرض با واحد پیکو فاراد (pF) است.

مثل: (۱۸۰) که معادل ۱۸۰ پیکوفاراد است.

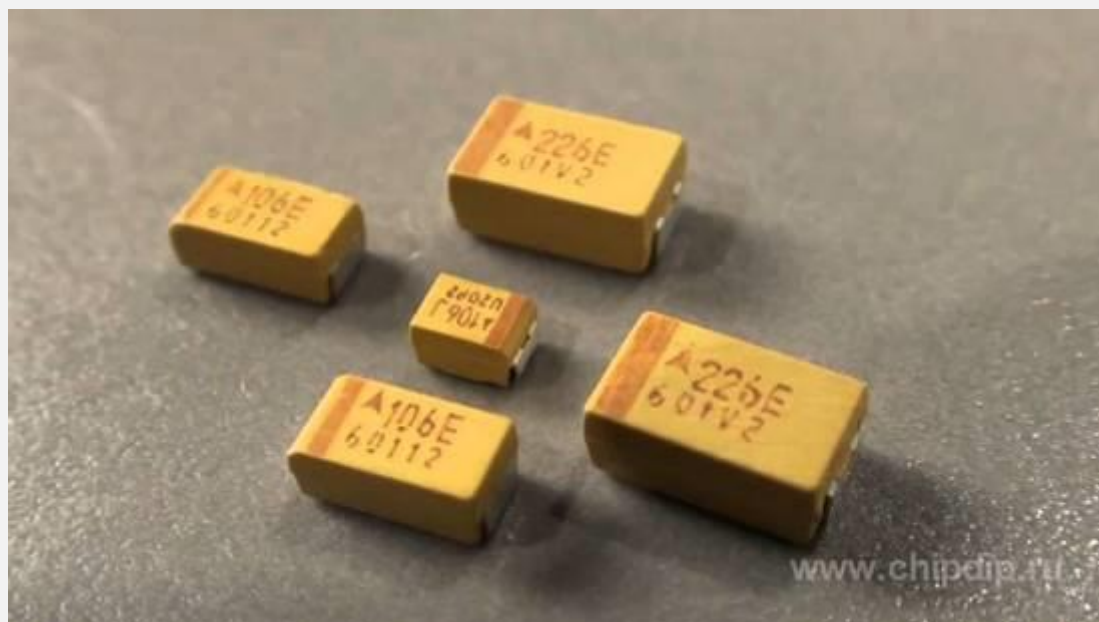
(۲) خازن الکتrolیتی (Electrolytic Capacitor)



این نامگذاری هم به علت جنس دی الکتریک خازن است که براساس حضور الکتrolیت ها و واکنش شیمیایی آن ها با یکی از صفحات خازن کار می کند. توجه داشته باشید که در خازن های الکتrolیت جهت اعمال کردن ولتاژ بسیار حائز اهمیت است. اگر از آن ها برعکس استفاده کنید قطعه سریعاً متلاشی می شود.

از جمله مهم ترین این خازن ها می توان مدل های زیر را نام برد:

- خازن تانتالیومی (Tantalum capacitor)



- خازن آلومینیومی (Aluminum capacitor)



نوع تانتالیومی با ساختار SMD با اسامی A,B,C,D بر پایه ابعاد نام گذاری می شود. به این خازن ها تانتال نیز گفته می شود. جهت ولتاژ اعمال شده در این خازن ها بسیار مهم است و برعکس سایر مدل های الکترولیتی است. باید توجه داشته باشید که در این خازن ها خط مشخص شده در یک سمت مشخص کننده پایه مثبت است.

تشخیص پایه های مثبت و منفی خازن الکترولیتی

روش اول استفاده از پایه های خازن است که پایه منفی کوتاه تر است ولی این روش زیاد قابل اعتماد نیست چون ممکن است پایه ها بنا بر مصرف چیده شوند.

روش دوم و مناسب تر توجه به نوار طوسی رنگ با علامت منفی روی آن است که نشانگر پایه منفی می باشد.

محاسبه ظرفیت خازن الکتrolیتی

مقدار ظرفیت این نوع به صراحت بیان می شود.

مثل 470pF

نکته مهم دیگر در مورد این مدل از انواع خازن ها این است که سطح ولتاژ قابل تحمل این خازن ها روی بدنه آن ها ذکر شده است و اگر ولتاژ با سطح بالاتر اعمال کنید باز هم بدنه قطعه متلاشی خواهد شد. علت این محدودیت بخاطر نزدیک بودن دو صفحه رسانای خازن به هم و امکان جرقه زدن در ولتاژهای بالا است. برای مثال مقدار 16V روی بدنه این خازن محدودیت ولتاژ اعمال شده به 16V ولت را اعلام می کند. دقت کنید که این ولتاژ به معنی ولتاژ کاری نیست و این خازن ها در هر ولتاژ پایین تری هم کار می کنند. هرچه قدر خازن بزرگتر یا با ظرفیت کمتر باشد این ولتاژ بیشتر خواهد بود.

۳) خازن های ورقه ای (Paper Capacitors)



خازن های ورقه ای دارای دی الکتریک های نازک و نرم مثل ورقه کاغذ، پلاستیک یا میکا هستند که به شکل ورقه ای بین صفحات رسانا قرار گرفته و به شکل استوانه پیچیده می شوند.

(۴) ابر خازن ها (Super Capacitor)



همانطور که تا اینجا متوجه شدید خازن های معمولی به کار گرفته شده در مدارهای الکترونیکی دارای ظرفیت های بسیار کوچکی هستند. در برخی از کاربردهای خازن به ظرفیت های بسیار بالا در حد کیلو فاراد (kF) نیاز

است به همین دلیل دانشمندان نسل جدیدی از خازن های ساخته شده با فناوری نانو را عرضه کرده اند که به عنوان ابر خازن شناخته می شوند.

۵) خازن میکا نقره (Silver Mica Capacitor)



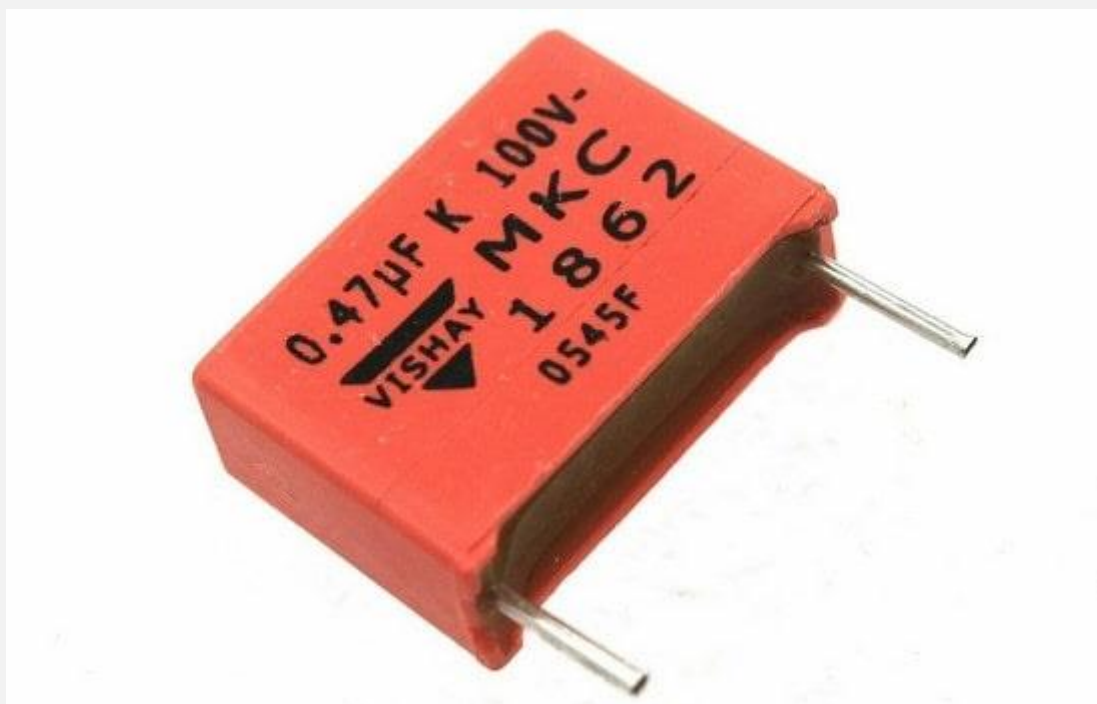
این نوع خازن ها دارای پایداری نسبتا بیشتری در مقایسه با سایر انواع خازن هستند و دقت بسیار بالا و تلفات بسیار ناچیزی دارند. از خازن های میکا نقره ای در مصارف و کاربردهای فرکانس رادیویی استفاده می شود و حداکثر تا رنج ۱۰۰۰ pF ظرفیت دارند. اما علی رغم کاربردی بودن آن ها، معمولا نسبت به سایر مدل های معرفی شده کمتر رایج هستند.

۶) خازن شیشه ای (Glass Capacitor)



همانطور که از نامگذاری این قطعات پیداست از دی الکتریک شیشه ای برای ساخته شدن آن ها استفاده می شود. با توجه به خواص شیشه این خازن ها دارای تلفات بسیار کم و عملکرد بسیار سطح بالایی دارند. خازن های شیشه ای توانایی عبور جریان های بالای فرکانس رادیویی را دارند. به علت کاربری خاص و ساختار آن ها، معمولا این نوع خازن گران قیمت تر از انواع خازن هستند.

(۷) خازن پلی کربنات (Polycarbonate capacitor)



این نوع خازن ها دارای سطح تحمل بسیار بالایی هستند و در کاربردهایی که علاوه بر عملکرد عالی خازن نیاز به قابلیت اطمینان است استفاده می شوند. خازن های پلی کربنات این توانایی را دارند که مقدار ظرفیت خودشان را در مدت زمان بسیار طولانی حفظ کنند. آن ها همچنین می توانند در بازه دمایی ۵۵- تا ۱۲۵+ درجه سانتی گراد، عملکرد مناسبی داشته باشند که نسبت به سایر انواع خازن ها بازه بسیار بزرگی است. اما علی رغم تمام این ویژگی های متمایز کننده این خازن ها هم در بازار زیاد رایج نیستند.

#۷-۲ انواع خازن متغیر

برای تغییر ظرفیت یک خازن باید سه پارامتر اصلی تشکیل دهنده آن را تغییر داد به همین علت در خازن های متغیر یک یا چند مورد از این پارامتر ها قابل تغییر هستند.

- فاصله صفحات
- سطح صفحات
- نوع دی الکتریک

#۸ کاربرد انواع خازن ها

خازن ها کاربرد های زیادی برای اهداف متفاوت دارند. پایه و اساس این کاربردها عملکرد اصلی خازن یعنی عبور جریان AC (متناوب) و عدم اجازه عبور به جریان های DC (مستقیم) است.

از جمله کاربردهای مهم انواع خازن ها می توان موارد زیر را نام برد:

۱. ذخیره انرژی
۲. حافظه های دیجیتال (digital memory)
۳. نیرو های پالسی (pulsed power) و سلاح
۴. تهویه مطبوع (power conditioning)
۵. جداسازی اجزای ac و dc یک سیگنال
۶. استارتر موتور
۷. پردازش سیگنال
۸. سنسور

خازن ها برای جلوگیری از آسیب هنگام خاموش شدن دستگاه هایی که از یک منبع نیرو جدا شده اند، بار الکتریکی (شارژ الکتریکی) آن دستگاه را

فراهم می کنند. خازن ها همچنین به منظور جلوگیری از تاخیرها، اصلاح ضریب قدرت و فیلتر کردن امواجی که هنگام یکسو سازی ac به dc رخ می دهد، استفاده می شود.