



Namatek
True Education

Capacitor

شناخت انواع خازن

www.namatek.com

فهرست مطالب

۱. خازن چیست؟ (What is Capacitor)
۲. تاریخچه خازن
۳. ساختار داخلی انواع خازن
۴. طرز کار خازن
۵. ظرفیت خازن
۶. نماد مداری انواع خازن
۷. آشنایی با انواع خازن
۸. کاربرد خازن ها

هر مهندس و یا علاقه مند به الکترونیک قطعاً بارها انواع خازن ها را روی بردهای الکترونیکی مشاهده کرده است. اما سوال اینجاست که کاربرد این قطعه مهم و پایه ای الکترونیک چیست، از چه ساختاری تشکیل شده، چطور کار می کند و انواع آن کدام اند؟

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؟ (What is Capacitor)

انواع خازن ها یکی از مهمترین قطعات پسیو الکترونیکی هستند که دارای دو پایه (ترمینال) بوده و وظیفه آن ها 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

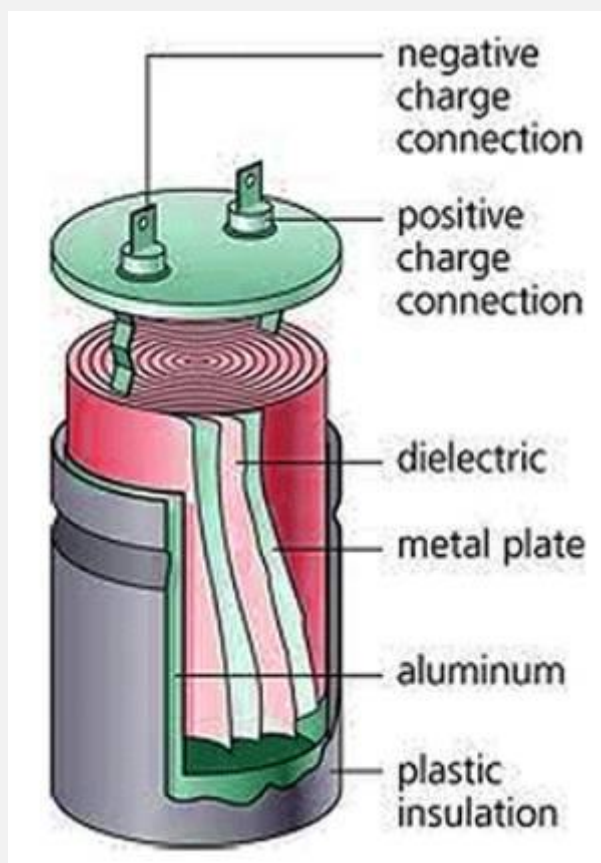
"اودوارد ون کلسیت" آلمانی در سال ۱۷۴۵ در پی آزمایشات طولانی به این نتیجه دست یافت که می توان با استفاده از اتصال یک ژنراتور الکترو استاتیک ولتاژ بالا به یک لیوان شیشه ای حاوی آب، انرژی الکتریکی ذخیره کرد. این اتفاق جرقه ساخته شدن خازن را در ذهن دانشمندان ایجاد کرد.



#۳ ساختار داخلی انواع خازن

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

خازن های ایده آل برخلاف مقاومت الکتریکی، هیچ انرژی ای را اتلاف نمی کنند. البته میزان بسیار کمی اتلاف در خازن های واقعی و عملی ساخته شده وجود دارد.



تفاوت در شکل قرارگیری صفحات 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 است.

#۴ طرز کار خازن

همانطور که در بالا گفته شد در انواع خازن ها دو صفحه فلزی محل ذخیره بارها هستند که به دو صورت بار مثبت و منفی خالص 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 بار صفحه رو به رو 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 ایجاد می شود. اگر با میدان الکتریکی به طور کامل آشنا نیستید مقاله زیر زمان مناسبی برای یادگیری است.

این میدان باعث ذخیره بیشتر بارها و جذب شدن از سمت صفحه مخالف می شود 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 این جریان را مسدود می کند. به همین علت است که از خازن ها برای حذف جریان الکتریکی مستقیم در مدارهای الکتریکی استفاده می کنند.

#۵ ظرفیت خازن

ظرفیت خازن میزان توانایی آن در ذخیره انرژی الکتریکی را نشان می دهد. واحد اندازه گیری ظرفیت خازن در دستگاه SI فاراد (F) است؛ اما از آنجاییکه فاراد میزان ظرفیت بسیار بالایی است، خازن های متداول با یکاهای اندازه گیری کوچک تر مثل میکرو فاراد یا نانو فاراد ساخته می شوند.



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.

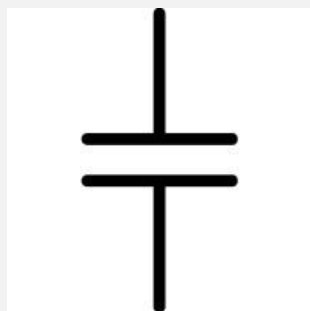
اگر خازن ها به صورت موازی به یکدیگر وصل شده باشند، یعنی تمامی صفحات مثبت آن ها به هم و تمامی صفحات منفی شان نیز به یکدیگر متصل شده باشند و همگی یک ولتاژ یکسان داشته باشند، ظرفیت معادل آن ها مساوی است با مجموع ظرفیت تک تک خازن ها.

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

اگر خازن ها به صورت سری به هم متصل شده باشند، 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.

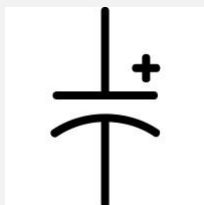
#۶ نماد مداری انواع خازن

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



استفاده از این سمبل مداری معمولاً برای خازن هایی است که قطب مثبت و منفی (پلاریته) آن ها در مدار مهم نیست و برای خازن هایی که جهت قرار گیری آن ها در مدار مهم است از مدار زیر استفاده می شود که

سر انحناء دار نمایش دهنده سر منفی خازن و سر با + نمایشگر سر مثبت خازن برای اتصال به ولتاژ ورودی است.



#۷ آشنایی با انواع خازن

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

خازن ها براساس جنس دی الکتریک، جنس رسانا ها و نوع قرار گرفتن قطعات در کنار یکدیگر می توان در اشکال و انواع بسیار متنوعی ساخت. 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.

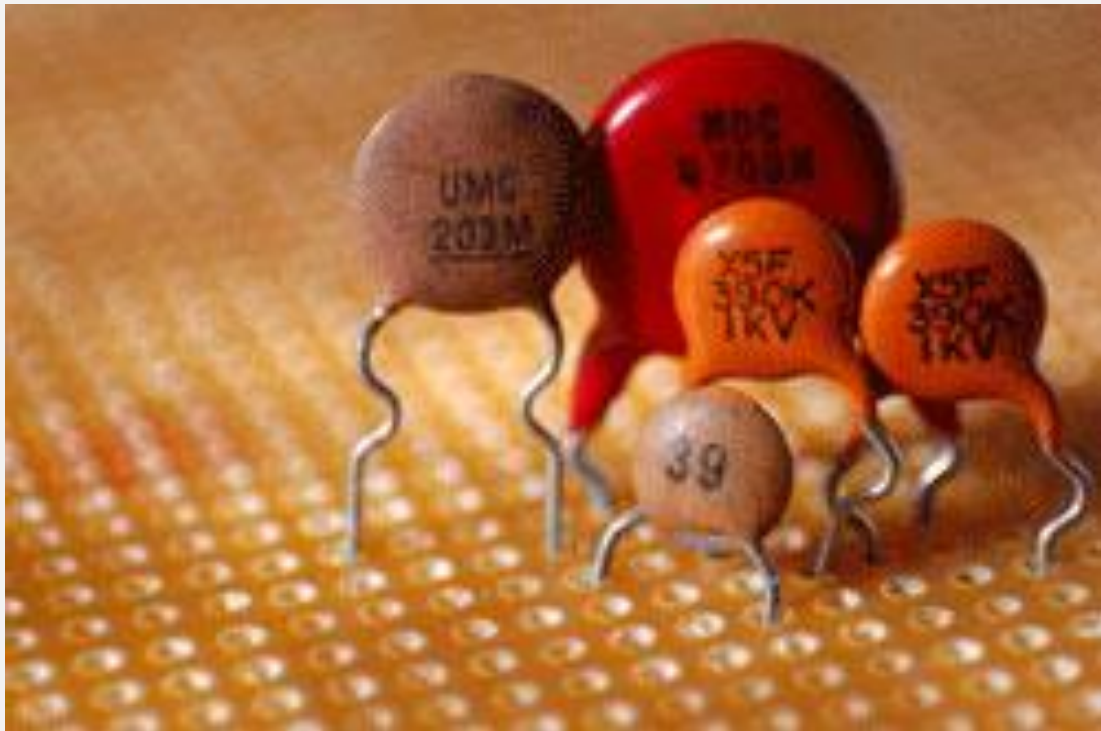
#۷-۱ انواع خازن ثابت

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

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 به آن ها عدسی گفته می شود. در بین خازن های مختلف این مدل کوچکترین ابعاد را دارد و هر چقدر ظرفیت آن بالاتر باشد، ابعاد آن 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



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 مدل های خازن تانتالیومی و خازن آلومینیومی هستند.



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. 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 ی 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 الکترولیتی

مقدار ظرفیت این نوع به صراحت بیان می شود.

مثلاً: $pF470$

نکته مهم دیگر در مورد این مدل از انواع خازن:

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 ۱۶ ۷ محدودیت ولتاژ اعمال شده به ۱۶ 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. هرچقدر خازن بزرگتر یا با ظرفیت کمتر باشد این ولتاژ بیشتر خواهد بود.

۳) خازن های ورقه ای

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.

#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

#۷-۳ ابر خازن ها

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 (Super Capacitor) شناخته می شوند.

#۸ کاربرد خازن ها

خازن ها کاربرد های زیادی برای اهداف متفاوت دارند. و 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

آن 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 تاخیر ها، اصلاح ضریب قدرت و فیلتر کردن امواجی که هنگام یکسو سازی ac به dc رخ می دهد، استفاده می شود.