تاریخ آزمایش: ۱۳۹۲.۱.۲۰

گزارشکار آزمایشگاه فیزیک ۲

موضوع آزمایش:

شارژ و دشارژ خازن

اعضای گروه:

علی خداویردی پور　　رضا رزاق زاده　　محمد علی شیرین زاده

فرشاد رحیم زاده　　علی تورانچه زاده

عنوان آزمایش:

شارژ و دشارژ خازن

هدف آزمایش:

بررسی چگونگی شارژ (پرشدن) و دشارژ (تخلیه) خازن، رسم منحنی تغییرات یک خازن در حال شارژ و یا دشارژ نسبت به زمان

وسایل مورد نیاز:

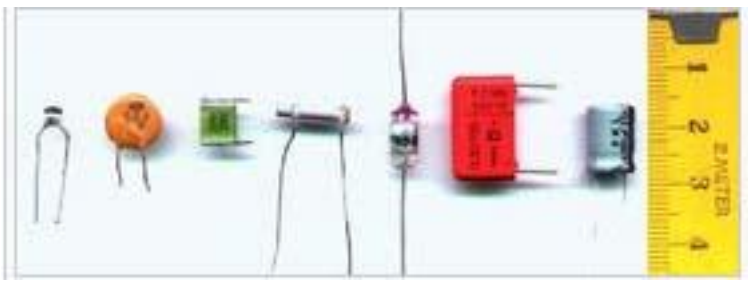
یك منبع تغذیه با ولتاژ متغیر، ولت سنج، خازن ، چند رشته سیم رابط، کرنومتر.

مقدمه

خازن:

خازن المان الکتریکی است که می‌تواند انرژی الکتریکی را توسط میدان الکترواستاتیکی (بار الکتریکی) در خود ذخیره کند .انواع خازن در مدارهای الکتریکی بکار می‌روند. خازن را با حرف C که ابتدای کلمه **C**apacitor است نمایش می‌دهند. ساختمان داخلی خازن از دو قسمت اصلی تشکیل می‌شود:

الف – صفحات هادی
ب – عایق بین هادیها (دی الکتریک)



ساختمان خازن

هرگاه دو هادی در مقابل هم قرار گرفته و در بین آنها عایقی قرار داده شود، تشکیل خازن می‌دهند. معمولا صفحات هادی خازن از جنس آلومینیوم ، روی و نقره با سطح نسبتا زیاد بوده و در بین آنها عایقی (دی الکتریک) از جنس هوا ، کاغذ ، میکا ، پلاستیک ، سرامیک ، اکسید آلومینیوم و اکسید تانتالیوم استفاده می‌شود. هر چه ضریب دی الکتریک یک ماده عایق بزرگتر باشد آن دی الکتریک دارای خاصیت عایقی بهتر است. به عنوان مثال ، ضریب دی الکتریک هوا 1و ضریب دی الکتریک اکسید آلومینیوم ۷ می‌باشد. بنابراین خاصیت عایقی اکسید آلومینیوم ۷ برابر خاصیت عایقی هوا است.

انواع خازن:

الف- خازنهای ثابت: • سرامیکی • خازنهای ورقه‌ای • خازنهای میکا • خازنهای الکترولیتی o آلومینیومی o تانتالیوم

ب- خازنهای متغیر: • واریابل • تریمر

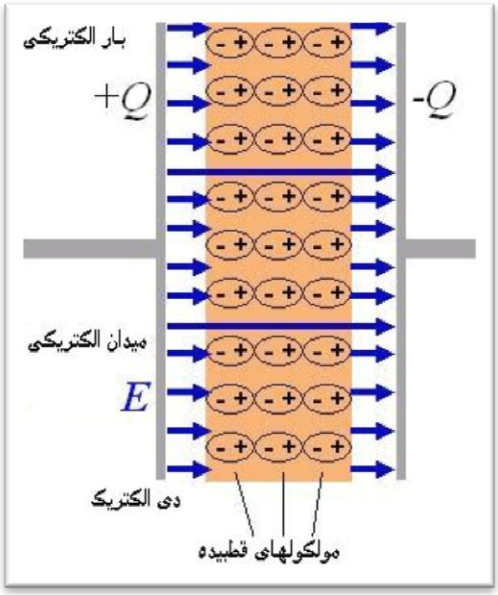
انواع خازن بر اساس شکل ظاهری آنها:

۱. مسطح ۲. کروی ۳. استوانه‌ای

انواع خازن بر اساس دی الکتریک آنها: ۱. خازن کاغذی ۲. خازن الکترونیکی ۳. خازن سرامیکی ۴. خازن متغییر

شارژ یا پر کردن یک خازن

وقتی که یک خازن بی بار را به دو سر یک باتری وصل کنیم؛ الکترونها در مدار جاری می‌شوند. بدین ترتیب یکی از صفحات بار (+) و صفحه دیگر بار (-) پیدا می‌کند. آن صفحه‌ای که به قطب مثبت باتری وصل شده ؛ بار مثبت و صفحه دیگر بار منفی پیدا می‌کند. خازن پس از ذخیره کردن مقدار معینی از بار الکتریکی پر می‌شود. یعنی با توجه به اینکه کلید همچنان بسته است؛ ولی جریانی از مدار عبور نمی‌کند و در واقع جریان به صفر



می‌رسد. یعنی به محض اینکه یک خازن خالی بدون بار را در یک مدار به مولد متصل کردیم؛ پس از مدتی کوتاه عقربه گالوانومتر دوباره روی صفر بر می‌گردد. یعنی دیگر جریانی از مدار عبور نمی‌کند. در این حالت می‌گوییم خازن پرشده است.

دشارژ یا تخلیه یک خازن

ابتدا خازنی را که پر است در نظر می‌گیریم. دو سر خازن را توسط یک سیم به همدیگر وصل می‌کنیم. در این حالت برای مدت کوتاهی جریانی در مدار برقرار می‌شود و این جریان تا زمانی که بار روی صفحات خازن وجود دارد برقرار است. پس از مدت زمانی جریان صفر خواهد شد. یعنی دیگر باری بر روی صفحات خازن وجود ندارد و خازن تخلیه شده است. اگر خازن کاملا پر شود دیگر جریانی برقرار نمی‌شود و اگر خازن کاملا تخلیه شود باز هم جریانی برقرار نمی‌شود.

ظرفیت خازن (C)

نسبت مقدار باری که روی صفحات انباشته می‌شود بر اختلاف پتانسیل دو سر باتری را ظرفیت خازن گویند؛ که مقداری ثابت است.

$$C = K\varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

- C = ظرفیت خازن بر حسب فاراد
- Q = بار ذخیره شده برحسب کولن
- V = اختلاف پتانسیل دو سر مولد برحسب ولت
- ε_0 = قابلیت گذر دهی خلا است که برابر است با:

C2/N.m2 _ ۱۰-۱۲ × ۸.۸۵

- k (بدون یکا) = ثابت دی الکتریک است که برای هر ماده‌ای فرق دارد. تقریبا برای هوا و خلأ K=۱ است و برای محیطهای دیگر مانند شیشه و روغن ۱
- A = سطح خازن بر حسب m2
- d =فاصله بین دو صفه خازن بر حسب m

کاربرد خازن

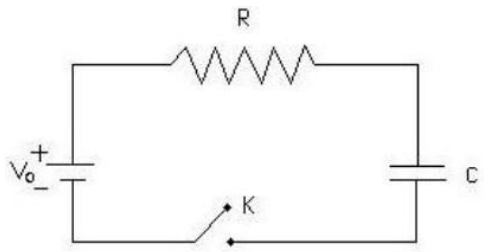
با توجه به اینکه بار الکتریکی در خازن ذخیره می‌شود؛ برای ایجاد میدان-های الکتریکی یکنواخت می‌توان از خازن استفاده کرد. خازن ها می توانند میدان های الکتریکی را در حجم های کوچک نگه دارند؛ به علاوه می‌توان از آنها برای ذخیره کردن انرژی استفاده کرد. خازن در اشکال مختلف ساخته می‌شود.

تئوری آزمایش:

اگر به صفحات یک خازن (که نوع ساده آن از دو صفحه موازی که توسط عایقی از هم جدا شده اند، تشکیل شده است) ولتاژ ثابت یک باتری (منبع تغذیه) وصل شود، مقداری بار از این باتری به صفحات خازن منتقل شده و در آن ذخیره می شود این بار ذخیره شده متناسب با ولتاژ اعمال شده بوده و از رابطه $q=CV$ پیروی می کند. در این رابطه C را که ضریب تناسب است ظرفیت خازن نامیده و به صورت زیر بیان می شود:

$$C = \frac{\text{باری که هر صفحه بدست می آورد}}{\text{پتانسیلی که در عرض هر صفحه وجود دارد}}$$

ظرفیت خازن به جنس عایق بین صفحات، مساحت و فاصله آنها بستگی دارد، واحد ظرفیت کولن بر ولت یا فاراد بوده و واحد های کوچکتر آن میکرو فاراد (10^{-6} فاراد) و پیکو فاراد (10^{-12} فاراد) می باشد.

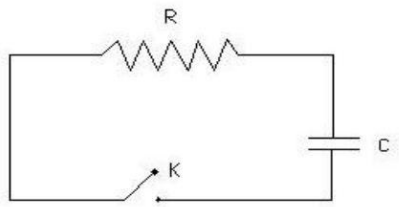


شکل (۱)

در مداری مطابق شکل (۱) با بستن کلید K جریانی در مدار برقرار گردیده و بارهای الکتریکی از باتری به طرف خازن جریان پیدا می کنند. چون در مسیر باتری و خازن یک مقاومت قرار گرفته، پس از بستن کلید K خازن بلافاصله بار دار نخواهد شد بلکه بارها، کم کم بر روی جوشن های خازن جمع می شوند. این جریان تا وقتی که ولتاژ V_c برابر ولتاژ باتری (V_o) گردد برقرار است. بنابراین با بستن کلید K اختلاف پتانسیل دو سر خازن پس از مدتی از صفر به مقدار ماکزیمم V_o می رسد، یعنی اگر ضمن باردار شدن

ولتاژ خازن لحظه به لحظه اندازه گیری شود مشاهده می گردد که ولتاژ به تدریج زیاد می شود در صورتی که شدت جریان کاهش می یابد.

زیاد شدن تدریجی ولتاژ در حین شارژ از رابطه $V_c = V_o(1 - e^{\frac{-1}{RC}})$ پیروی می کند که در این رابطه C ظرفیت خازن و R مقاومتی است مه سر راه باتری و خازن قرار گرفته (مطابق شکل ۱) بنا به تعریف، زمان رسیدن ولتاژ دو سر خازن به ۰.۶۳ولتاژ اعمال شده را ثابت زمانی گفته و با τ نشان می دهند، مقدار τ برابر حاصل ضرب RC بوده که از رابطه بالا قابل محاسبه است چنانچه بعد از پر شدن کامل خازن، باتری را از مدار حذف نموده و کلید K را ببندیم بار خازن به تدریج تخلیه شده و تغییرات ولتاژ دو سر خازن از رابطه $V_c = V_o e^{-t/RC}$ تبعیت می کند (مدار شکل ۲).



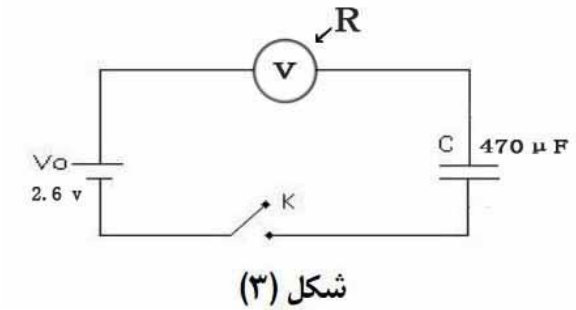
شکل (۲)

روش آزمایش

الف) شارژ خازن:

۱- ابتدا خازن $470\ \mu F$ را که در اختیار داریم کاملا تخلیه می کنیم (برای این کار کافی است دو سر خازن را با یک سیم به هم وصل کنیم).

۲- مداری مطابق شکل (۳) درست می کنیم (کلید K حتما باز باشد) ولتمتر را به صورت سری در مدار می بندیم تا به عنوان یک مقاومت در مدار عمل کرده و زمان شارژ خازن را طولانی کند تا مناسب اندازه گیری در آزمایش باشد و هم بتوانیم ولتاژ خازن را به وسیله آن اندازه بگیریم.



شکل (۳)

$C = 470\ \mu F$

$R = 11 \times 10^6\ \Omega$

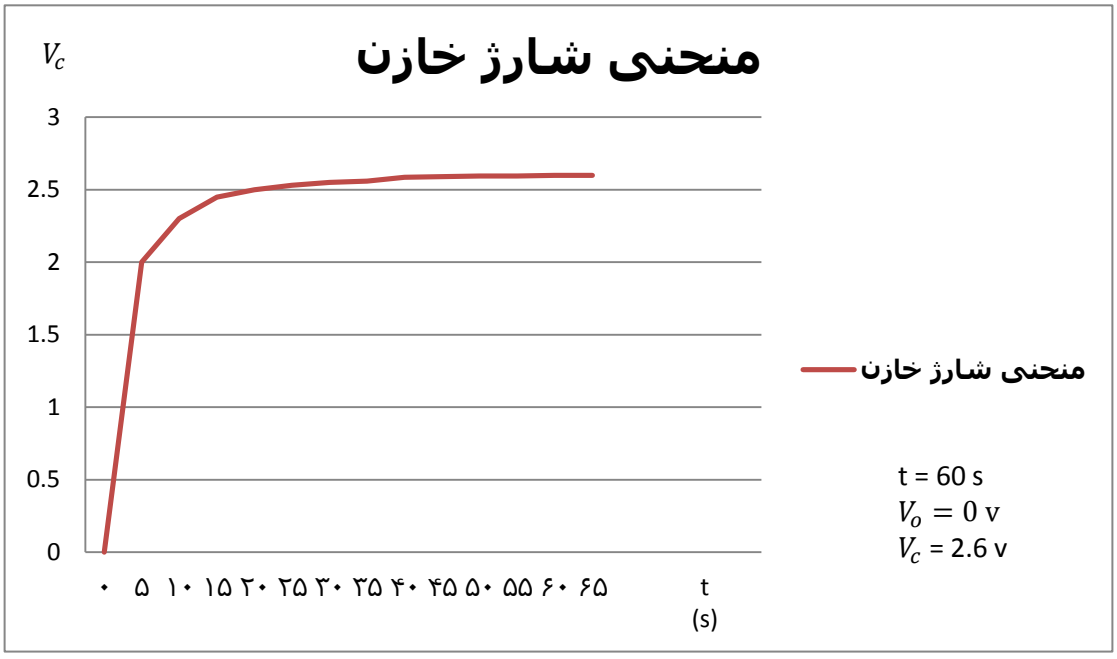
$V_o = 2.6\ v$

۳- کلید K را بسته و همزمان با بستن آن کرنومتر را به کار می اندازیم. سپس هر ۵ ثانیه به ۵ ثانیه ولتاژ را از روی ولتمتر خوانده و ثبت می کنیم.

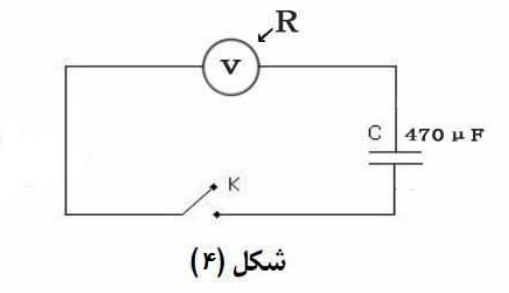
نتیجه (شارژ):

در هنگام شارژ ولتاژی که ولت متر (V_o) نشان می دهد ولتاژ دو سر مقاومت خود ولت متر است پس طبق قانون کیرشهف می توانیم با کم کردن V_o را از ۷ منبع ولتاژ خازن (V_c) بدست آوریم.

t (s)	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵
V_o	۰.۶	۰.۳	۰.۱۵	۰.۱	۰.۰۷	۰.۰۵	۰.۰۴	۰.۰۲	۰.۰۱	٤	٤	۰	۰
V_c	۲	۲.۳	۲.۴۵	۲.۵	۲.۵۳	۲.۵۵	۲.۵۶	۲.۵۸	۲.۵۹	۲.۵۹	۲.۵۹	۲.۶	۲.۶



RC=T → V=0.63 v



شکل (۴)

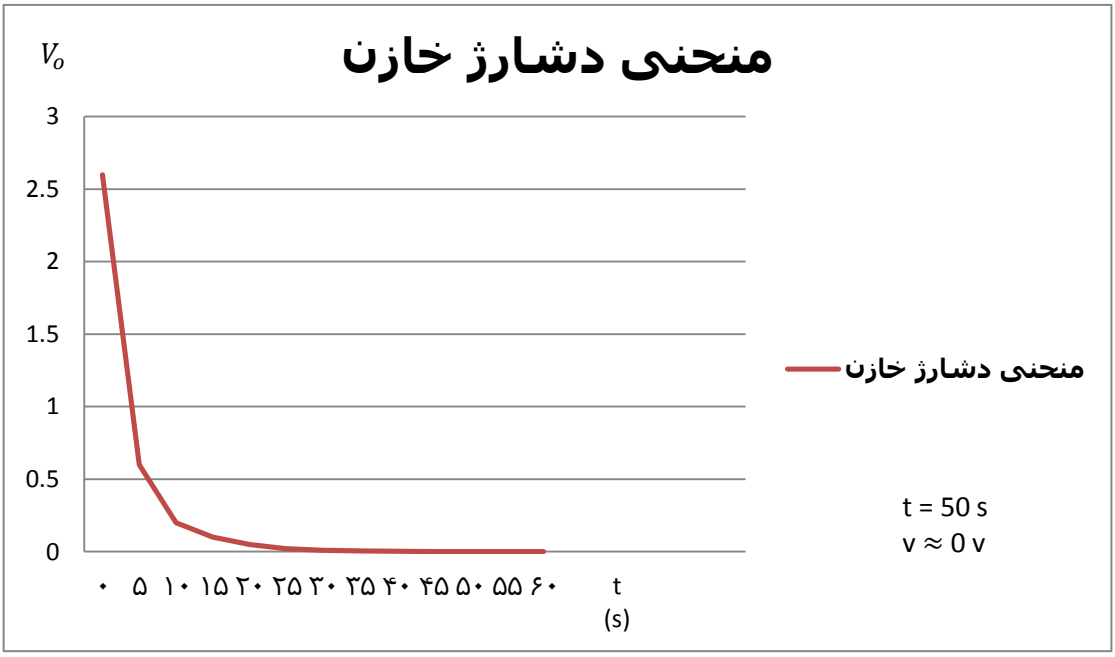
ب) دشارژ خازن:

۱- بعد از اینکه مطمئن شدیم خازن کاملا شارژ شده است آن را در مداری مطابق شکل (۴) قرار می دهیم (کلید K حتما باز باشد).

۲- کلید K را بسته و همزمان کرنومتر را به کار می اندازیم سپس هر ۵ ثانیه ولتاژ را خوانده و ثبت می کنیم.

نتیجه (دشارژ خازن):

$t\ (s)$	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵	۷۰
V	۰.۶	۰.۱۵	۰.۱	۰.۰۵	۰.۰۲	۰.۰۱	۰.۰۵	ε	ε	۰	۰	۰	۰	۰



RC=T → V=0.37 v

عوامل ایجاد خطا:

در این آزمایش عوامل مختلفی می توانند باعث ایجاد خطا شوند که از جمله آنها میتوان به خطاهای انسانی در هنگام کار با کرنومتر و قرائت ولتمتر، دقیق نبودن وسایل اندازه گیری و پایین بودن دقت اندازه گیری آنها از جمله ولتمتر که خود می تواند باعث افزایش خطای انسانی هم شود و عوامل محیطی موثردر آزمایش، اشاره کرد.

منابع:

http://roshd.ir http://tebyan.net http://sme91.loxblog.com http://daneshnameh.roshd.ir