

آزمایشگاه فیزیک 2-آزمایش 4 : شارژ و دشارژ خازن؛ اتصال سری و موازی خازن‌ها

فیلم های آموزشی مورد نیاز:

- شارژ و دشارژ خازن- اتصال سری و موازی خازن ها
- نحوه استفاده از شبیه ساز برای آزمایش شارژ و دشارژ خازن

توجه- برای درک بهتر مفاهیم آزمایش، مشاهده فیلم های آموزشی الزامی است.

برای دسترسی به فیلم ها و فایل های شبیه ساز از طریق لینک زیر اقدام نمایید:

<https://shahroodut.ac.ir/fa/schools/index.php?id=S009&page=97>

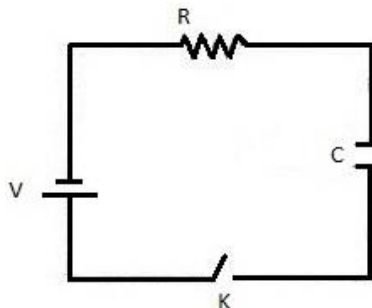
- شارژ و دشارژ خازن

هدف آزمایش : بررسی چگونگی شارژ (پرشدن) و دشارژ (تخلیه) خازن، رسم منحنی تغییرات ولتاژ یک خازن در حال شارژ یا دشارژ نسبت به زمان، به دست آوردن ثابت زمانی وسایل مورد نیاز : باتری، خازن، مقاومت، کرونومتر، ولت‌متر، سیم رابط.

تئوری آزمایش :

اگر صفحات یک خازن (که نوع ساده آن از دو صفحه فلزی موازی که توسط عایقی از هم جدا شده‌اند تشکیل شده) را به ولتاژ ثابت یک باتری وصل کنیم، تحت این اختلاف پتانسیل بر روی صفحات خازن مقداری بار با علامت مخالف ذخیره می‌شود. بار ذخیره شده در خازن با ولتاژ اعمال شده متناسب بوده و از رابطه $q = CV$ بدست می‌آید. در این رابطه C را ظرفیت خازن می‌نامند.

ظرفیت خازن به جنس عایق بین صفحات، مساحت صفحات و فاصله آنها بستگی دارد. واحد ظرفیت کولن بر ولت یا فاراد بوده و واحدهای کوچکتر آن میکروفاراد (10^{-6} فاراد) و پیکوفاراد (10^{-12} فاراد) می‌باشند.



چنانچه خازنی مانند شکل مقابل در مدار قرار گیرد، با بستن کلید k جریانی در مدار برقرار گردیده و بارهای الکتریکی تحت اختلاف پتانسیل خازن از طریق مدار بین صفحات خازن جابجا می‌شوند. این جریان تا وقتی که ولتاژ خازن (V_c) برابر با ولتاژ باتری (V_o) گردد برقرار است.

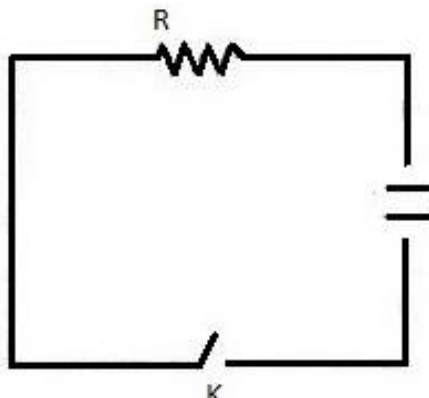
بنابراین با بستن کلید k اختلاف پتانسیل دو سر خازن پس از مدتی از صفر به مقدار ماکزیمم V_o می‌رسد. یعنی اگر ضمن باردار شدن ولتاژ خازن لحظه به لحظه اندازه‌گیری شود، مشاهده می‌گردد که ولتاژ به تدریج زیاد می‌شود؛ این در حالی است که شدت جریان کاهش می‌یابد.

با استفاده از قانون دوم کیرشهوف (KVL) می‌توان نشان داد که افزایش تدریجی ولتاژ دو سر خازن حین شارژ شدن، از رابطه (1) پیروی می‌کند.

$$V_c = V_o(1 - e^{\frac{-t}{RC}}) \quad (1)$$

در این رابطه C ظرفیت خازن و R مقاومت مدار است. بنا به تعریف زمان لازم برای رسیدن ولتاژ دو سر خازن به $0/63$ ولتاژ اعمال شده (یعنی $V_o[1 - e^{-1}]$) را ثابت زمانی گفته و با τ نمایش می‌دهند. همانطور که از رابطه (1) مشخص است، مقدار τ برابر حاصل ضرب $\tau = RC$ است. چنانچه بعد از پر شدن کامل خازن باطری را از مدار حذف کنیم، با بستن کلید k بار خازن به تدریج تخلیه می‌شود. در این صورت تغییرات ولتاژ دوسر خازن از

رابطه (2) تبعیت می‌کند.



$$V_c = V_o e^{\frac{-t}{RC}} \quad (2)$$

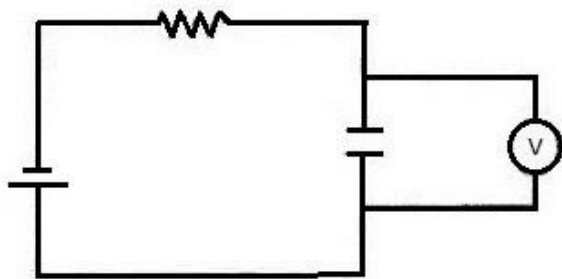
همانطور که از رابطه (2) مشخص است با گذشت یک ثابت زمانی ($\tau = RC$)، ولتاژ دو سر خازن به $0/37$ ولتاژ اولیه کاهش می‌یابد.

$$(e \approx 2.718)$$

اجرای آزمایش :

الف) شارژ خازن :

کاری که در این بخش از آزمایش انجام می‌گیرد اینست که ابتدا یک مدار RC متوالی بسته و خازن را شارژ می‌کنیم. در حین شارژ شدن خازن، ولتاژ دو سر مدار را در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری می‌کنیم. سپس با رسم نمودار ولتاژ بر حسب زمان و زمان متناظر با 0.63 ولتاژ نهایی را تعیین می‌کنیم. این مقدار همان $\tau = RC$ است. از آنجا که مقدار R مشخص است بنابراین می‌توانیم ظرفیت خازن را بدست آوریم.



(1) با استفاده از دیتاهای خود مدار شکل مقابل را ببندید.

(2) همانطور که در فیلم آموزشی نحوه استفاده

از شبیه‌ساز توضیح داده شده سیستم را

Run کرده و تغییرات ولتاژ دو سر خازن را در

طول زمان ثبت کنید. (این کار را تا جایی

ادامه دهید که ولتاژ دو سر خازن حدود 2-1

ولت کمتر از ولتاژ منبع تغذیه گردد)

(3) با استفاده از نتایج بدست آمده منحنی دشارژ خازن (منحنی ولتاژ بر حسب زمان) را روی

کاغذ میلی‌متری رسم کنید.

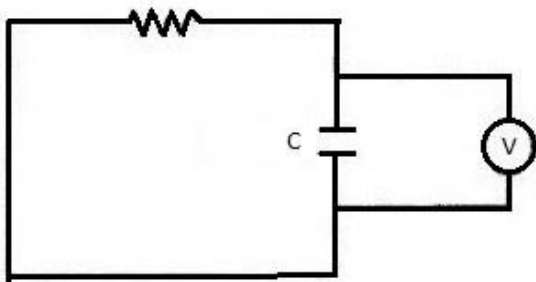
(4) از روی نمودار رسم شده و رابطه (1) ثابت زمانی و ظرفیت خازن را به دست آورید.

ب) دشارژ خازن :

کاری که در این بخش از آزمایش انجام می‌گیرد اینست که ابتدا خازن را شارژ می‌کنیم. سپس آن را با یک مقاومت به صورت سری قرار داده و ولتاژ دو سر خازن در طی زمان دشارژ شدن آن را بدست می‌آوریم. با رسم نمودار ولتاژ بر حسب زمان و زمان متناظر با 0.37 ولتاژ اولیه، $\tau = RC$ تعیین می‌گردد. از آنجا که مقدار R مشخص است بنابراین می‌توانیم ظرفیت خازن را بدست آوریم.

(1) همانطور که در فیلم آموزشی توضیح داده شده ابتدا یک مدار شامل مقاومت، خازن و منبع تغذیه DC را به صورت سری ببندید؛ به طوری که ولتاژ منبع تغذیه V_0 باشد.

(2) پس از آنکه خازن به میزان V_0 شارژ شد، منبع تغذیه را جدا کنید. سپس مقاومت و خازن را بهم وصل کرده و تغییرات ولتاژ دو سر خازن را در طول زمان ثبت کنید. (این کار را آنقدر ادامه دهید تا ولتاژ دو سر خازن به کمتر از یک ولت برسد)



(3) با استفاده از نتایج بدست آمده منحنی

دشارژ خازن (منحنی ولتاژ بر حسب زمان)

را روی کاغذ میلی‌متری رسم کنید.

(4) با استفاده از نمودار رسم شده و رابطه (2)

ثابت زمانی را به دست آورده و از روی آن

ظرفیت خازن را محاسبه کنید.

- اتصال سری و موازی خازن ها :

ظرفیت معادل دو خازن که به طور سری به هم وصل شده‌اند از رابطه $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ و ظرفیت

معادل دو خازن موازی از رابطه $C = C_1 + C_2$ بدست می‌آید.

ج) خازن‌های موازی :

(1) برای تحقیق رابطه $C = C_1 + C_2$ ، با استفاده از دیتاهای خود مداری مطابق شکل زیر بسته

و خازن‌ها را شارژ کنید.

(2) به همان شیوه که در فیلم آموزشی توضیح داده

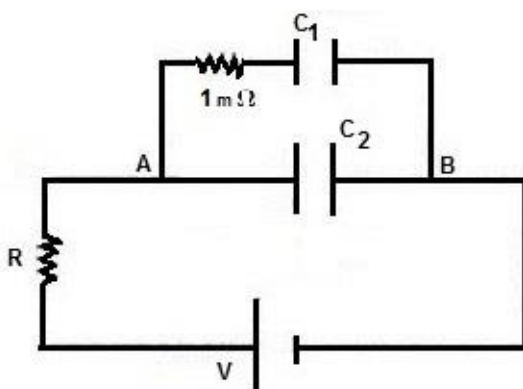
شده، تغییرات ولتاژ بین دو نقطه A و B را در

طول زمان ثبت کنید.

(3) با استفاده از این داده‌ها نمودار ولتاژ بر حسب

زمان را روی کاغذ میلیمتری رسم نمائید.

(4) از روی نمودار بدست آمده و رابطه (1) ثابت



زمانی را محاسبه کرده و مقدار ظرفیت معادل C را از رابطه $\tau = RC$ بدست آورید. این مقدار را با مقداری که از رابطه $C = C_1 + C_2$ محاسبه می‌شود، مقایسه کنید.

(د) خازن‌های سری :

(1) برای تحقیق رابطه $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ ، با استفاده از دیتاهای خود مداری مطابق شکل زیر بسته و خازن‌ها را شارژ کنید.

(2) به همان شیوه که در فیلم آموزشی توضیح داده شده، تغییرات ولتاژ بین دو نقطه A و B را در طول زمان ثبت کنید.

(3) با استفاده از این داده‌ها نمودار ولتاژ برحسب زمان را روی کاغذ میلیمتری رسم نمایید.

(4) از روی نمودار بدست آمده و رابطه (1) ثابت زمانی را محاسبه کرده و مقدار ظرفیت معادل

C را از رابطه $\tau = RC$ بدست آورید. این مقدار را با مقداری که از رابطه $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

محاسبه می‌شود، مقایسه کنید.

