

گزارش کار آزمایش شماره ۴ - آزمایشگاه فیزیک پایه ۲

تهیه و تنظیم:

مبین خیری [۱۷.۹۹۴۴۲۱] (مهندسی کامپیوتر)

متین سجادی [۲۵.۱۴۰۱۴۴۲۱] (مهندسی کامپیوتر)

این آزمایش در ساعت ۹:۰۰ صبح روز سه شنبه، ۲۱ اسفند ۱۴۰۳ انجام شد.

ابزار و وسایل مورد نیاز:

- دو خازن در ظرفیت‌های مختلف
- ولت‌متر الکترونیکی
- منبع تغذیه
- کرنومتر

هدف آزمایش:

- به دست آوردن ظرفیت خازن در حالت‌های تک، سری و موازی
- رسم منحنی‌های شارژ و دشارژ

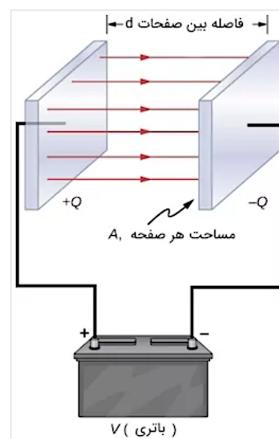
تئوری آزمایش:

خازن چیست و چگونه کار می‌کند؟

«خازن» (Capacitor) یک عضو مهم در صنایع الکترونیک است. وظیفه اصلی خازن ذخیره انرژی الکتریکی است. وقتی که دو سر یک خازن را به یک اختلاف پتانسیل وصل می‌کنید بار الکتریکی را در صفحات خود ذخیره می‌کند و در صورت نیاز آن را به مدار بازمی‌گرداند. گرچه خازن‌ها انواع و شکل‌های مختلفی دارند اما اصول کار آن‌ها یکسان است.

اجزای اصلی خازن چیست؟

ساده‌ترین نوع خازن از دو صفحه رسانا که هماندازه و موازی با یکدیگر هستند و فاصله اندکی بین آن‌ها وجود دارد، تشکیل شده‌اند. برای درک بهتر به شکل زیر توجه کنید:



ظرفیت یک خازن مسطح مناسب با اجزا آن به صورت زیر است:

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

عوامل به کار رفته در رابطه فوق به شرح زیر است:

- C : ظرفیت خازن

- ϵ_0 : ثابت گذردهی

- A : مساحت یکی از صفحات خازن

- d : فاصله بین صفحات خازن

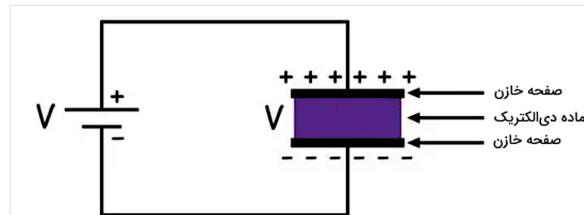
فضای بین صفحات خازن معمولاً خالی است اما خازن‌های هستند که یک ماده عایق بنابر کاربرد خاص، بین صفحات خازن قرار می‌گیرد که آن را به اصطلاح دی‌الکتریک می‌گویند.

خازن چگونه کار می‌کند؟

مطابق شکل زیر، وقتی اختلاف پتانسیل به خازن متصل می‌شود آن صفحه خازن که به پایه مثبت منبع تغذیه متصل است دارای بار مثبت می‌شود و صفحه دیگر که به پایه منفی منبع تغذیه متصل است دارای بار منفی می‌شود. اگر ماده دی‌الکتریک در خازن باشد مانع انتقال بارهای الکتریکی بین صفحات خازن می‌شود.

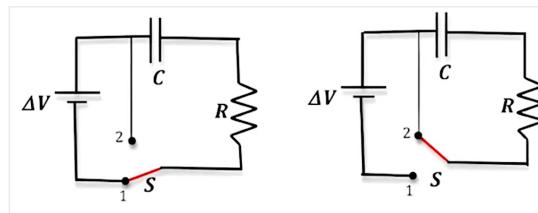
معنی شارژ خازن چیست؟

گفتیم که خازن چیست و چگونه کار می‌کند اما در ادامه می‌خواهیم یکی از اصلی‌ترین تعریف‌ها یعنی شارژ خازن را بیان کنیم. وقتی خازن به اصطلاح شارژ می‌شود یک اختلاف پتانسیل در دو سر صفحات خازن به وجود می‌آید و این اختلاف پتانسیل به صورت نمایی افزایش پیدا می‌کند تا هنگامی که برابر اختلاف پتانسیل منبع تغذیه شود.



تخلیه خازن چیست؟

اگر بارهای خازن شارژ شده‌ای را تخلیه کنیم به اصطلاح «دشارژ» خازن گفته می‌شود.



در شکل صفحه‌ی قبلاً که یک مدار با منبع تغذیه مستقیم و یک خازن و مقاومت در آن وجود دارد. در شکل چپ که کلید S در حالت ۱ قرار دارد، باتری در مدار متصل است و خازن در حال شارژ شدن است. در شکل راست که کلید S در حالت ۲ قرار داده شده است، اتصال باتری در مدار قطع می‌شود و در نتیجه بارهای خازن به وسیله مقاومت تخلیه «دشارژ» می‌شود.

مدار شارژ و دشارژ خازن باید چگونه باشد؟

مدار شارژ و دشارژ خازن یکی از مدارهای مهم و پرکاربرد در الکترونیک است که برای این فرآیند ها استفاده می‌شود. خازن‌ها از جمله اجزای اساسی در بسیاری از ادوات الکتریکی و الکترونیکی هستند و نیاز به مدارهای شارژ و دشارژ مناسب دارند تا به درستی عمل کنند.

مدار شارژ و همین طور دشارژ باید به گونه‌ای طراحی شود که عملکرد خازن را بهینه کند و از خطرات مرتبط با شارژ و دشارژ خازن جلوگیری کند. این مدار باید از عناصری نظیر مقاومت‌ها، دیودها، ترانزیستورها و سوئیچ‌ها استفاده کند تا فرآیند مربوطه را کنترل کند.

برای ایجاد یک مدار شارژ و دشارژ ایمن و با عملکرد بهینه، لازم است مدار دارای محافظت‌های لازم برای جلوگیری از اتصال‌های نادرست، افزایش جریان و ولتاژ بیش از حد، و حفاظت از خطرات احتمالی باشد. همچنین، مدار باید دارای سیستم کنترلی مناسب برای مدیریت شارژ و دشارژ مربوط به خازن باشد تا از عمر خازن و عملکرد مدار بهینه برخوردار باشد.

در نهایت، طراحی یک مدار برای این منظور نیازمند دقت و دانش فنی است تا عملکرد بهینه و ایمنی مدار تضمین شود.

رعایت نکات ایمنی هنگام شارژ یا دشارژ خازن

شارژ و دشارژ خازن بایستی در چارچوب یک سری نکات ایمنی انجام شود، تا خطرات و مشکلات پیرو آن به کلی برطرف گردد. موارد زیر اگر به درستی رعایت شوند، خطری همچون برق گرفتگی وجود نداشته و با ایمنی به درستی رعایت می‌گردد، به موارد زیر توجه نمایید:

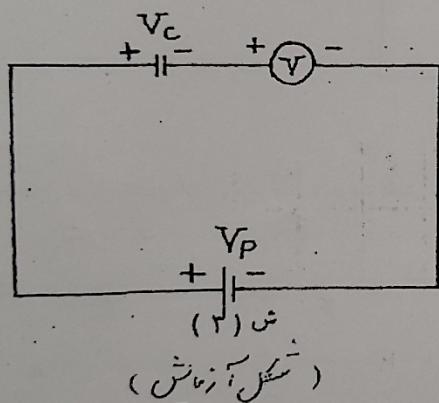
- قبل از هر کاری، از قطع بودن تغذیه برق خازن مطمئن شوید. این کار می‌تواند خطرات برق گرفتگی را کاهش دهد.
- از ابزارهای مناسب استفاده کنید و حتماً از مقاومت‌های مناسب برای محدود کردن جریان الکتریکی در هنگام شارژ و دشارژ خازن بهره جویید.
- اطمینان حاصل کنید که ولتاژ خازن به حداقل میزان ممکن رسیده است. قبل از هر عملیات شارژ یا دشارژ، خازن را تخلیه کنید.
- از وسایل ایمنی مانند عایق‌ها، دستکش‌ها و عینک‌های ایمنی استفاده کنید. این اقدامات می‌توانند از صدمات جسمی و چشمی جلوگیری کنند.
- از دستگاه‌های حفاظتی بهره جویید، برای محدود کردن جریان الکتریکی و کنترل شارژ و دشارژ خازن، محافظت جریان الکتریکی و محافظت ولتاژ جزو تجهیزات مهم و ضروری هستند.
- توصیه می‌شود قبل از شروع به کار، دستورالعمل‌ها و راهنمایی‌های تولید کننده را به دقت مطالعه کنید و به آنها عمل نمایید.

روش انجام آزمایش:

بخش اول: اندازه‌گیری ظرفیت خازن‌ها در حالت‌های تک، سری و موازی

الف) مدار شکل ۳ را تشکیل دهید

ب) هر بار یکی از مقاومتها را در مداره قرار داده با روشن کردن منبع تغذیه و زدن کرنومتر زمان شارژ و سپس دشارژ را در جدولهای مربوط بنویسید. به خاطر داشته باشد که پس از زدن منبع تغذیه ولتاژ را از روی ولتمتر خوانده و یادداشت کنید. دقیق کنید که در شارژ خازن در روی ولتمتر الکترونیکی شاخص DC + و در دشارژ شاخص DC - را انتخاب تا در هر دو حالت حرکت عقربه از راست به چپ باشد.



پ) خازنها را به صورت موازی بسته و در این حالت ظرفیت معادل خازنها را بدست آورید.

ج) شارژ و دشارژ را برای حالت‌های سری و موازی انجام دهید و در جدول مربوطه یادداشت کنید (مخصوص فیزیک)

بخش دوم: رسم منحنی‌های شارژ و دشارژ

۲. رسم منحنی‌های شارژ و دشارژ.

الف) با توجه به جدولهای شارژ در حالت‌های مختلف روی کاغذ میلیمتری منحنی V_C (شارژ خازن را بر حسب زمان رسم کنید و با استفاده از ثابت زمانی که در لحظه $t = 0$ ولتاژ خازن ۰.۶۳ ولتاژ منبع می‌شود T را از روی منحنی بدست آورید و از آنجا C را محاسبه کنید.

ب) با توجه به جدولهای دشارژ هر یک از حالتها منحنی V_C را بر حسب t زمان روی یک کاغذ نیمه لگاریتمی رسم کنید. منحنی دشارژ روی کاغذ نیمه لگاریتمی بصورت یک خط راست خواهد بود. با استفاده از روابط زیر می‌توان J را بدست آورد:

$$V_C = V_P e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\log v_c = \log_{10} v_p - \frac{t}{J} \log_{10} e \quad (6)$$

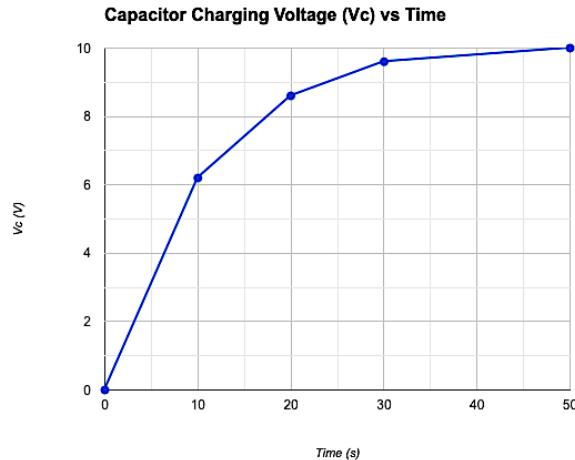
رابطه ۶ روی یک کاغذ لگاریتمی نمایش یک خط راست با ضریب زاویه $\frac{\log_{10} e}{J}$ است با ساختن یک مثلث ضریب زاویه را میتوان بدست آورد . با درنظر گرفتن $\log_{10} e = 0.43$ قابل محاسبه است . طول اضلاع مثلث را باید با خط کش اندازه گرفت . بعد از بدست اوردن J میتوان C را بدست آورد . یک ثابت زمانی حالت دشارژ مدت زمانی است که ولتاژ خازن به ۰.۳۷ ولتاژ منبع میرسد که در این لحظه $J=t$ می باشد .

$$v_c = \frac{v_p}{e} = 0.37 v_p$$

جدول شارژ خازن ۱ :

T زمان	0 S	10 S	20 S	30 S	50 S
V_p ولتاژ منبع	10 V	10 V	10 V	10 V	10 V
V ولتاژ ولت متر	10 V	3.8 V	1.4 V	0.4 V	0 V
$V_C = V_p - V$	0 V	6.2 V	8.6 V	9.6 V	10 V

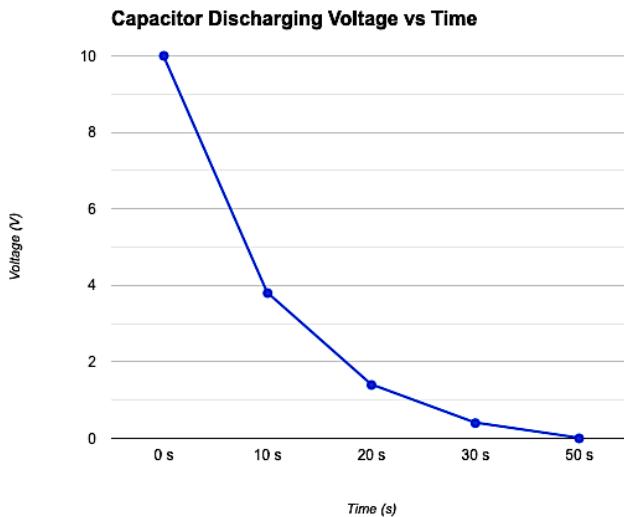
نمودار میله ای جهت نمایش بهتر داده های جمع آوری شده :



جدول دشارژ خازن ۱ :

T	0 S	10 S	20 S	30 S	50 S
V	10 V	3.8 V	1.4 V	0.4 V	0 V

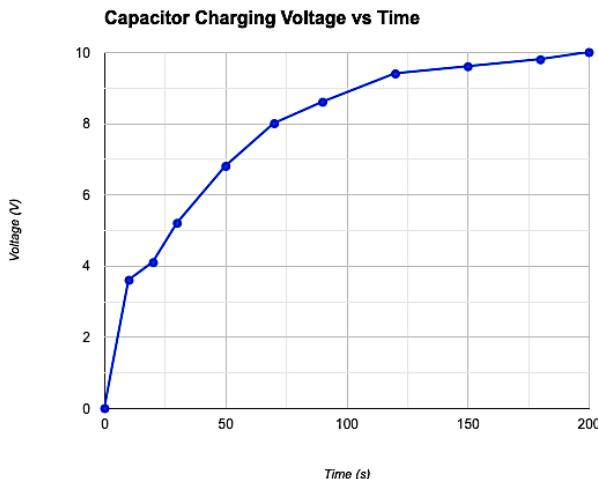
نمودار میله‌ای جهت نمایش بهتر داده‌های جمع‌آوری شده:



جدول شارژ خازن ۲:

T زمان	0 S	10 S	20 S	30 S	50 S	70 s	90 S	120 S	150 S	180 s	200 S
V_p ولتاژ منبع	10 V	10 V	10 V	10 V	10 V	10 V	10 V	10 V	10 V	10 V	10 V
V ولتاژ ولت‌متر	10 V	7.6 V	6.2 V	4.8 V	3.2 V	2 V	1.4 V	0.6 V	0.4 V	0.2 V	0 V
$V_C = V_p - V$	0 V	3.6 V	4.1 V	5.2 V	6.8 V	8 V	8.6 V	9.4 V	9.6 V	9.8 V	10 V

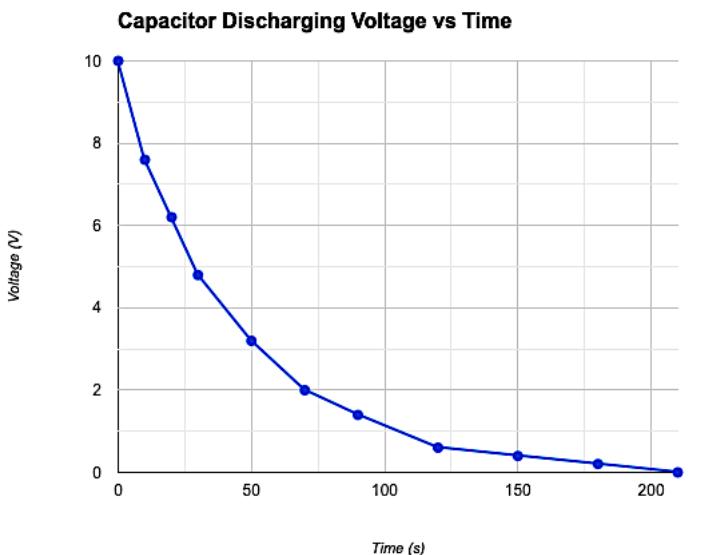
نمودار میله‌ای جهت نمایش بهتر داده‌های جمع‌آوری شده:



جدول دشارژ خازن ۲:

T (S)	0 S	10 S	20 S	30 S	50 S	70 S	90 S	120 S	150 S	180 S	210 S
V (ولت)	10 V	7.6 V	6.2 V	4.8 V	3.2 V	2 V	1.4 V	0.6 V	0.4 V	0.2 V	0 V

نمودار میله‌ای جهت نمایش بهتر داده‌های جمع‌آوری شده:



نتیجه‌گیری:

در این آزمایش، با بررسی رفتار خازن در حالت‌های مختلف، به درک عمیق‌تری از نحوه عملکرد خازن‌ها دست یافتیم:

منحنی شارژ:

- به طور کلی، منحنی شارژ خازن به صورت نمایی است.
- در ابتدای شارژ، سرعت شارژ خازن بالا است و به مرور زمان کاهش می‌یابد.
- دلیل این امر، افزایش ولتاژ دوسر خازن با گذشت زمان است.
- با افزایش ولتاژ، جریان عبوری از خازن کاهش می‌یابد.
- زمانی که ولتاژ دوسر خازن به ولتاژ منبع تغذیه برسد، فرآیند شارژ متوقف می‌شود.

منحنی دشارژ:

- به طور کلی، منحنی دشارژ خازن به صورت خطی است.
- در ابتدای دشارژ، سرعت دشارژ خازن بالا است و به مرور زمان کاهش می‌یابد.
- دلیل این امر، کاهش ولتاژ دوسر خازن با گذشت زمان است.
- با کاهش ولتاژ، جریان عبوری از خازن نیز کاهش می‌یابد.
- زمانی که ولتاژ دوسر خازن به صفر برسد، فرآیند دشارژ متوقف می‌شود.

نکات قابل توجه:

- شکل دقیق منحنی‌های شارژ و دشارژ به عوامل مختلفی مانند نوع خازن، مقدار ولتاژ منبع تغذیه و مقاومت مدار بستگی دارد.
- در آزمایشگاه، برای رسم منحنی‌های شارژ و دشارژ خازن از وسایلی مانند ولتمتر، کرنومتر و اسیلوسکوپ استفاده می‌شود.

نکات کلیدی:

- ظرفیت خازن در حالت سری، همیشه از هر یک از خازن‌ها به تنها ی کمتر است.
- ظرفیت خازن در حالت موازی، همیشه از هر یک از خازن‌ها به تنها ی بیشتر است.
- منحنی شارژ خازن به صورت نمایی و منحنی دشارژ به صورت خطی است.
- شکل دقیق منحنی‌های شارژ و دشارژ به عوامل مختلفی مانند نوع خازن، مقدار ولتاژ منبع تغذیه و مقاومت مدار بستگی دارد.
- منحنی‌های شارژ و دشارژ خازن در کاربردهای مختلف مدارهای فیلتر، مدارهای زمان‌سنج و مدارهای تقویت‌کننده استفاده می‌شوند.

منابع استفاده شده برای تهیه این گزارش:

- i. <https://www.wikipedia.org/>
- ii. <https://blog.faradars.org/capacitor/>
- iii. <https://tahatrans.com/%D8%B4%D8%A7%D8%B1%DA%98-%D9%88-%D8%AF%D8%B4%D8%A7%D8%B1%DA%98-%D8%AE%D8%A7%D8%B2%D9%86/>
- iv. دستورکار آزمایشگاه فیزیک پایه ۲، گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه

پایان.