

آزمایش شماره ۴

بررسی رفتار خازن در مدارهای D.C

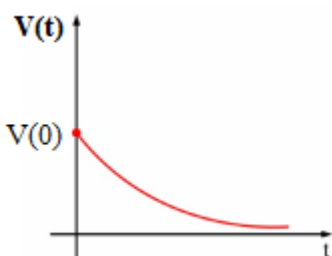
یادآوری

وقتی یک خازن به منبع ولتاژ جریان مستقیم وصل می‌شود، ابتدا جریان نسبتاً بزرگی در مدار جریان می‌یابد و خازن رفته رفته شارژ می‌شود تا ولتاژ دو سر آن به مقدار ثابتی که به آن مقدار نهایی می‌گوییم، برسد. در همین حالت، جریان مدار هم بتدریج کوچک می‌شود تا وقتی که خازن کاملاً شارژ شود و جریان مدار به صفر می‌رسد. پس از این فرآیند که حدود ۵ ثابت زمانی طول می‌کشد، خازن در مدار مانند یک کلید باز عمل می‌کند. وقتی ۵ ثابت زمانی سپری می‌شود، در اصطلاح می‌گویند مدار به حالت پایدار یا ماندگار خود رسیده است. ثابت زمانی فقط مختص مدارهای مرتبه اول است و بطوری که هر مدار پس از مدت زمانی در حدود ۴ الی ۵ برابر آن به مقدار دائمی یا ماندگار خود می‌رسد و برابر است با :

$$\tau \text{ (بر حسب ثانیه)} = \begin{cases} R_{eq}^{\Omega} \times C^F & \Rightarrow \text{ برای مدار R.C} \\ L^H / R_{eq}^{\Omega} & \Rightarrow \text{ برای مدار R.L} \end{cases}$$

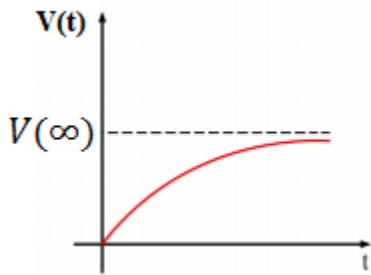
پس در مدارهای جریان مستقیم و در حالت ماندگار، خازن شارژ شده با ولتاژی ثابت به صورت یک کلید باز عمل می‌کند. (R_{eq} مقاومت معادل دیده شده از دو سر خازن یا سلف است و از این به بعد به زمانهای بزرگتر از 5τ می‌گوییم بینهایت. البته بینهایت فیزیکی؛ یعنی ممکن است این بینهایت کمتر از میلی ثانیه هم باشد.) در ضمن هر پاسخی در مدارهای مرتبه اول به صورت نمایی است و برای انواع پاسخ ها به صورت زیر می‌تواند باشد:

(a) شکل موج ولتاژ ورودی صفر، ولتاژ اولیه خازن (یعنی $t=0$) را $V(0)$ در نظر می‌گیریم و در این زمان خازن با یک مقاومت R بسته می‌شود:



$$V(t) = V(0) \times e^{-\frac{t}{\tau}}$$

(b) شکل موج ولتاژ حالت صفر، در صورتیکه خازن توسط یک مقاومت R به منبع ولتاژ (V_{Source}) بطور سری وصل شود:

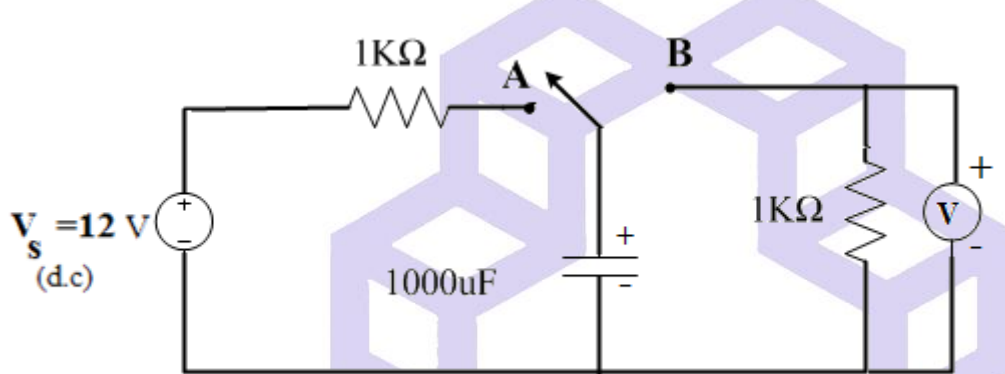


$$V(t) = V(\infty) \times \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

شرح آزمایش

(۴-۱) مشاهده شارژ و دشارژ خازن:

مدار شکل زیر را با استفاده از منبع ولتاژ ایده آل ببندید. یک ولت‌متر در دو سر خازن قرار دهید.



الف) در حالت A ولتاژ دوسر خازن V_C چقدر است؟ و با کدامیک از روابط a یا b آنرا اثبات می‌کنید.

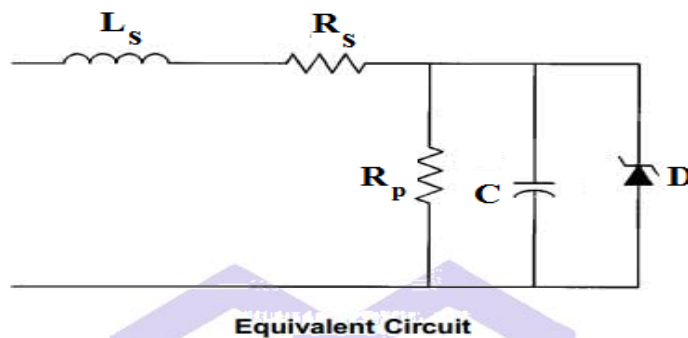
ب) کلید را در وضعیت B قرار دهید و وضعیت دشارژ خازن را مشاهده نمایید. سرعت شارژ و دشارژ خازن را در دو حالت مختلف کلید با هم بررسی نمایید.

سؤال

در حالت B پس از گذشت مدت قابل ملاحظه از زمان، ولتاژ دوسر خازن V_C چقدر است؟ با کدامیک از روابط a یا b آنرا اثبات می‌کنید.

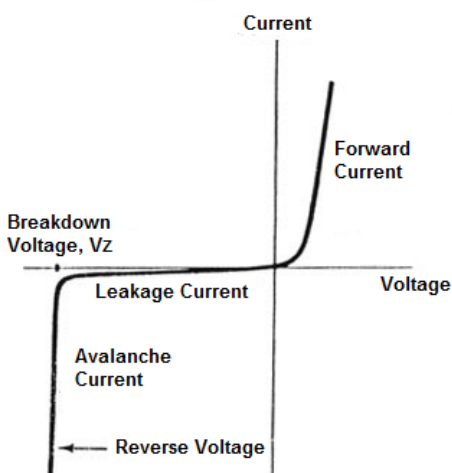
۴-۲) محاسبه جریان Leakage خازن الکترولیتی:

با دانستن اینکه خازن شما 1000 میکرو فاراد است دیتاشیت (*Data sheet*) آنرا (در صورت امکان از روی اطلاعات خازن یا نام کارخانه سازنده خازن) از اینترنت دانلود کرده، مطالب درج شده را مطالعه نموده سپس توضیحات آنرا در پیش گزارش خود قبل از انجام آزمایش بنویسید. از طرفی می‌دانیم خازن‌هایی که در اختیار داریم ایده‌آل نیستند، برای مدل سازی دقیق خازن‌های الکترولیتی، مدار معادل یا داخلی آنرا به صورت زیر در نظر می‌گیریم.



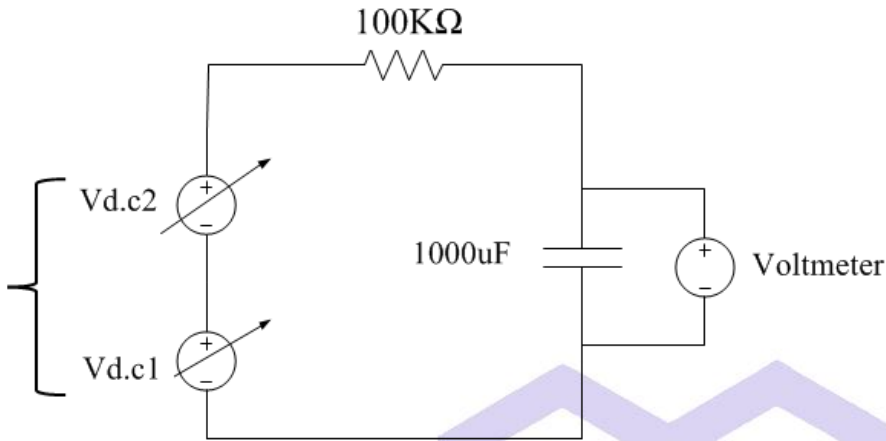
یک سلف سری (L_s = equivalent series inductance) و یک مقاومت سری (R_s = equivalent series resistance) می‌گویند. ولی معمولاً در مدل‌سازی از سلف سری صرف‌نظر می‌کنیم و تنها این مقاومت سری را در نظر می‌گیریم. این مقاومت سری در بحث تلفات و همچنین ریپل ولتاژ خازن نقش مهمی دارد و نکته مهم این است که در خازن‌های الکترولیتی این مقدار بزرگتر از مقدار خازن‌های سرامیکی و پلی استر است. مقدار ولتاژ دیود زنر وابسته به دمای محیط است و در دمای زیر ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد (محیط سرد)، تقریباً دو برابر ولتاژ کاری درج شده روی خازن الکترولیتی (Working Voltage) است.

Zener Diode I-V Characteristics Curve



شرح آزمایش

با استفاده از دو منبع ولتاژ DC بصورت سری مدار زیر را ببندید. ولتاژ دو منبع را طوری تنظیم نمایید که به اندازه ولتاژ کاری روی خازن (Working Voltage) برسد.



الف) بعد از گذشت مدت ۵ الی ۱۰ دقیقه، مقدار ولتاژ تثبیت شده دوسر خازن چقدر است؟

ب) از روی V_C مقدار مقاومت موازی در مدار معادل خازن یعنی $R_p = R_{Leakage}$ را بدست آورید.

ج) جریان $I_{Leakage}$ را محاسبه نمایید. این جریان چه چیزی را نشان می‌دهد. سپس مقدار آنرا با مقداری که دیتاشیت درج شده است، مقایسه نمایید.

د) در صورت وجود یک آمپر متر در مدار ولتاژ ورودی را تا چه مقدار می‌توان افزایش داد؟ از روی مقدار جریان آیا می‌توانید به مقدار ولتاژ کاری خازن برسید؟ چگونه. مدار مورد نظر را طرح نموده و آنرا ببندید.

سؤال

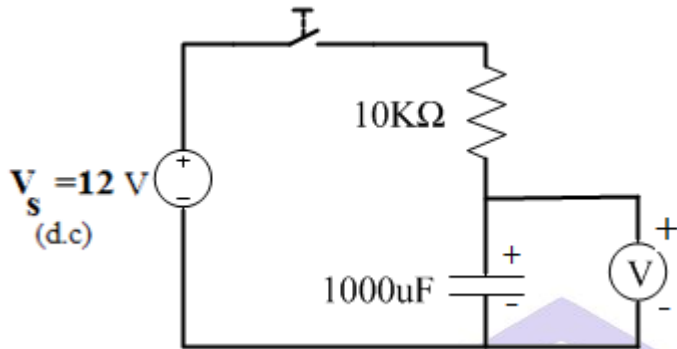
۱) با توجه به مدار معادل خازن، علل ترکیدن خازن الکترولیتی چیست؟

۲) مدار دیگری را برای بدست آوردن جریان Leakage پیشنهاد دهید و آنرا در آزمایشگاه ببندید.

۳-۴) شارژ شدن خازن بر حسب زمان:

مدار زیر را بسته و دقت داشته باشید قبل از اتصال کلید، خازن کاملاً تخلیه شده باشد. سپس مقادیر خواسته شده را در زمان‌های مورد نظر یادداشت نمایید.

(راهنمایی: از یک ولت‌متر برای خواندن V_C استفاده نمایید و همچنین برای محاسبه جریان می‌توانید از فرمول استفاده نمایید.)

$$I_C = \frac{V_S - V_C}{R = 10K}$$


T(sec)	0	5	10	20	30	40	50	60	80	100
$V_C(v)$										
$I_C(mA)$										

سؤال

(۱) با رسم منحنی یا مشخصه $V_C(t)$ ، τ (مقدار ثابت زمانی) مدار را بدست آورید. دلیل تفاوت بین مقادیر عملی و

محاسبات تئوری τ در چیست؟

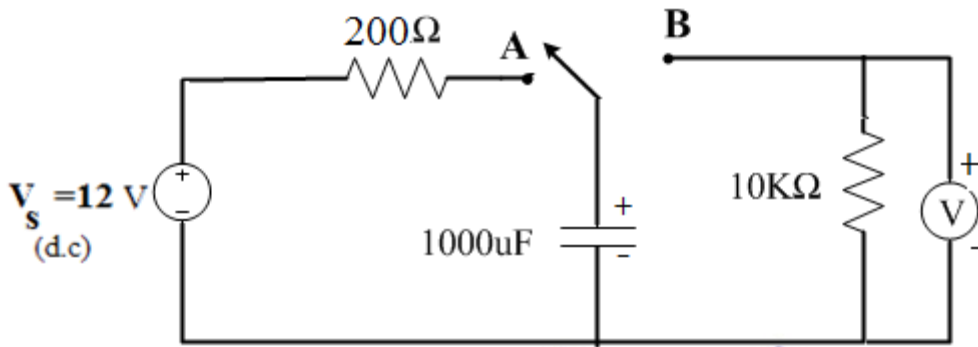
(۲) در چه زمانی خازن به مقدار حالت پایدار خود می‌رسد؟

(۳) برای بدست آوردن جریان چرا از آمپر متر استفاده نشده است؟

۴-۴) دشارژ شدن خازن بر حسب زمان:

حال مدار زیر را بسته و اول کلید را در حالت A قرار داده و کمی صبر کنید تا خازن به اندازه ولتاژ منبع شارژ شود. سپس کلید را به وضعیت B برگردانید تا خازن به عنوان یک منبع ولتاژ جداگانه عمل کند. حال با اندازه‌گیری ولتاژ در زمانهای مشخص جدول را کامل نمایید.

(توجه: به نکاتی که در قسمت (۳-۴) توضیح داده شده است توجه کرده و به همان صورت آزمایش را انجام دهید.)



T(sec)	0	5	10	20	30	40	50	60	80	100
$V_C(v)$	12									
$I_C(mA)$										

سؤال

(۱) با رسم منحنی یا مشخصه $V_C(t)$ (ولتاژ بر حسب زمان)، τ (مقدار ثابت زمانی) مدار را بدست آورید. سپس با مقدار تئوری آن مقایسه نمایید.

(۲) در چه زمانی مقدار جریان به حداقل مقدار خود می‌رسد؟ این موضوع به چه مفهوم است؟

(۳) نقش قطع و وصل کردن کلید در مداراتی که از المانهای ذخیره‌کننده انرژی استفاده می‌شود را توضیح دهید.