

گزارشکار آزمایشگاه فیزیک عمومی دو

شارژ و دشارژ خازن

ساعت و تاریخ: 13 تا 15، 1403/12/20

استاد: دکتر شیرین زاده

مؤلف: معراج لطفی

همکاران: علیرضا الفت، امیر محمد عبدالله پور

هدف از انجام آزمایش

بررسی پلاریته خازن ها

بررسی اثر خازن ها در مدار جریان مستقیم و رسم منحنی شارژ و دشارژ خازن

اندازه گیری مقاومت درونی گالوانومتر

وسایل مورد نیاز

دو عدد خازن، منبع تغذیه جریان مستقیم، مولتی متر، کلید، سیم های رابط

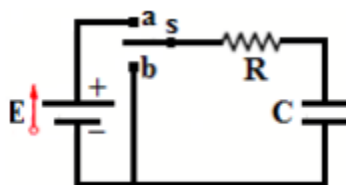
تئوری

انواع خازن

خازن ها به دو دسته قطب دار و بدون قطب تقسیم میشوند. در خازن های قطب دار فلزیت بیشتر است و در خازن های بدون قطب فلزیت کمتر است. مقاومت ها، خازن های بدون قطب هستند که سر مثبت و منفی ندارند.

شارژ خازن

مداری مانند شکل زیر را در نظر میگیریم. با وصل شدن کلید، صفحه ای از خازن که به قطب منفی باتری متصل است دارای بار منفی و صفحه ای که به قطب مثبت متصل است دارای بار مثبت خواهد شد. در زمان شارژ شدن خازن، جریان در مدار برقرار است ولی با گذشت زمان، این جریان قطع خواهد شد و اختلاف پتانسیل دو سر خازن برابر اختلاف پتانسیل باتری یا منبع تغذیه خواهد شد. با استفاده از قوانین کیرشهف میتوان نوشت:



$$\varepsilon - V_R - V_C = 0$$

$$\varepsilon - \frac{dq}{dt} R - \frac{q}{c} = 0 \Rightarrow \frac{dq}{dt} + \frac{q}{cR} = \frac{\varepsilon}{R}$$

با فرض صفر بودن بار در لحظه صفر داریم:

$$q_c(t) = C\varepsilon(1 - e^{-t/RC}) = q_0(1 - e^{-t/RC})$$

$$V_c(t) = \varepsilon(1 - e^{-t/RC})$$

$$I(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{\varepsilon}{R} e^{-t/RC}$$

$$V_c = \varepsilon(1 - e^{-1}) = 0.63\varepsilon$$

دشارژ خازن

هنگامی که خازن شارژ شود، اختلاف پتانسیل دو سر آن برابر اختلاف پتانسیل منبع تغذیه است پس خازن نمیتواند در جهت جریان منبع دشارژ شود و میتوانیم برای دشارژ آن دو سر خازن را به هم متصل کنیم یا در مدار بالا کلید را در حالت ب قرار دهیم.

$$V_R + V_C = 0 \Rightarrow \frac{dq}{dt} R + \frac{q}{C} = 0$$

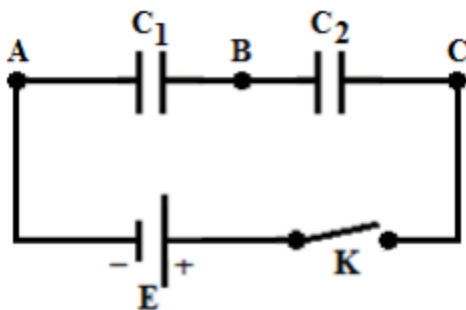
$$q_c(t) = C\varepsilon e^{-t/RC} = q_0 e^{-t/RC}$$

$$V_c(t) = \frac{q}{C} = \varepsilon e^{-t/RC}$$

$$I(t) = \frac{dq}{dt} = -\frac{\varepsilon}{R} e^{-t/RC}$$

روش انجام آزمایش

اندازه گیری اختلاف پتانسیل دو سر خازن های سری



$$Q = CV$$

$$C_t = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$Q_t = Q_1 = Q_2$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{C_2}{C_1}$$

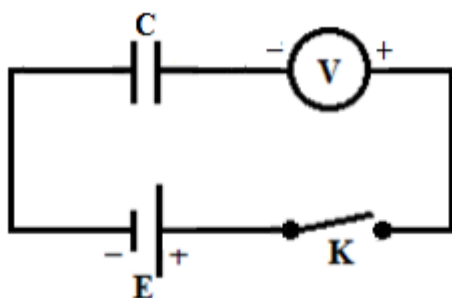
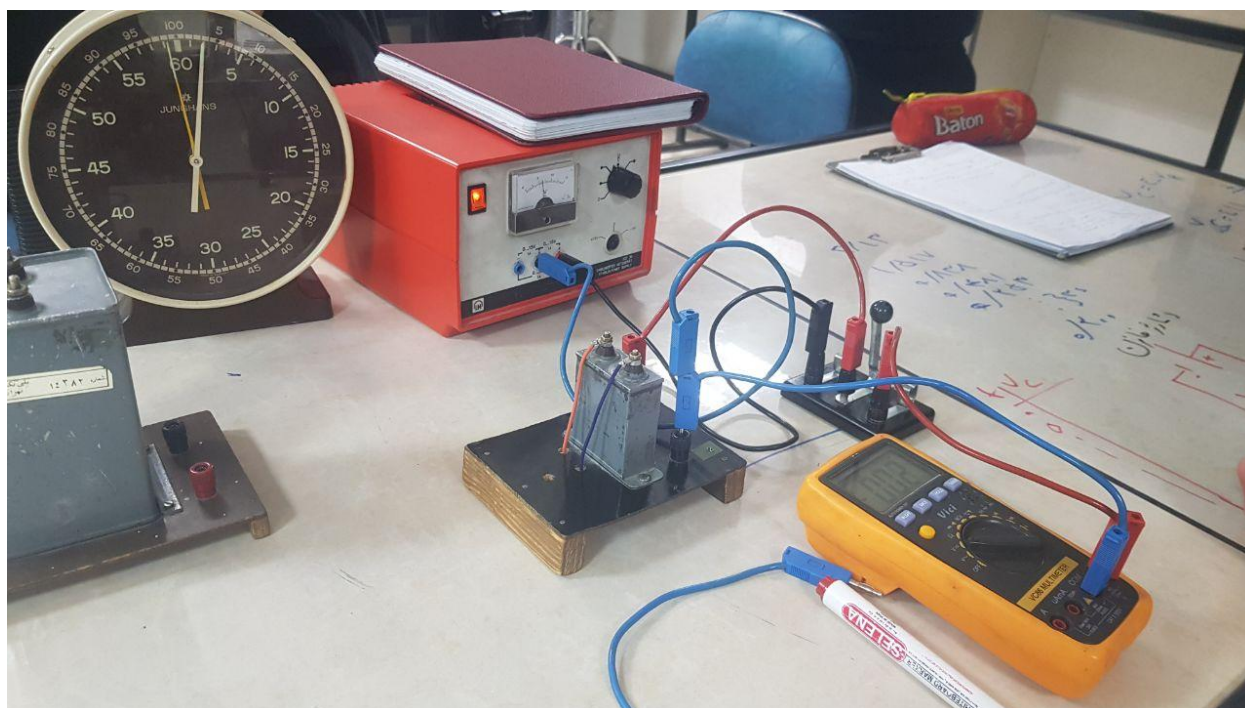
شارژ خازن

برای رسم نمودار اختلاف پتانسیل دو سر خازن بر حسب زمان از رابطه زیر استفاده میکنیم. در زمان های مختلف از صفر تا 200 ثانیه، مقدار اختلاف پتانسیل های اندازه گیری شده را یادداشت میکنیم. این مقدار از اختلاف پتانسیل منبع تغذیه شروع شده و تا صفر ادامه پیدا میکند.

$$V_C = \varepsilon - V$$

این اندازه گیری را برای چهار حالت متفاوت تکرار میکنیم. در حالت اول و دوم برای خازن دو و پنج میکروفاراد و در حالت سه و چهار برای حالتی که دو خازن به صورت موازی و سری بسته شده اند.

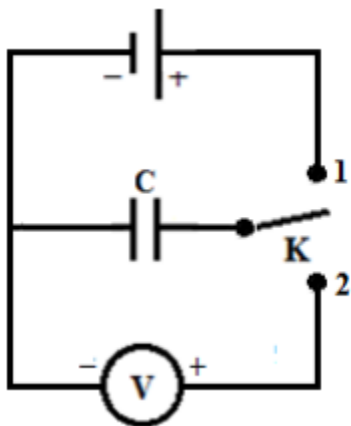
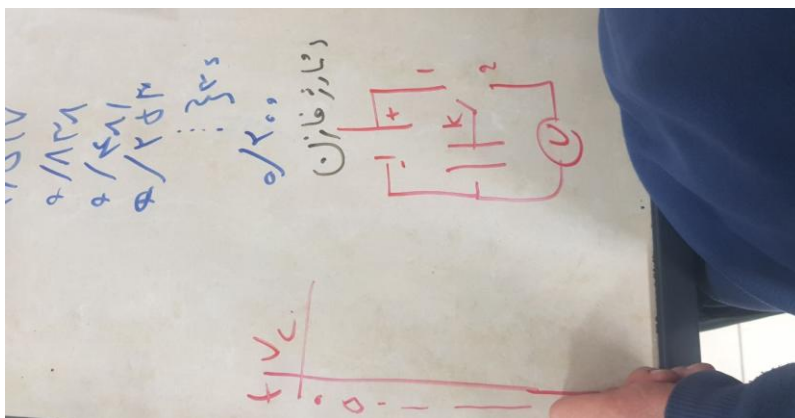
مدار را به صورت زیر میبندیم:



مدار هنگام انجام آزمایش

دشارژ خازن

برای بررسی و رسم منحنی دشارژ خازن، ابتدا خازن را شارژ میکنیم. وقتی کلید در حالت یک قرار بگیرد خازن شارژ میشود سپس کلید را در حالت دو قرار میدهیم و خازن شروع به تخلیه شدن در مقاومت درونی ولت متر میشود. مدار را به صورت زیر میندیم:



$$\tau = RC$$



جدول ها

t	V1 2 μ F	$V_C = \varepsilon - V$	V2 5 μ F	$V_C = \varepsilon - V$
0	7	0	7	0
5	5.4	1.6	6.4	0.60
10	4	3	5.7	1.30
15	2.9	4.1	5.1	1.90
20	2.2	4.8	4.6	2.4
25	1.5	5.5	4	3
30	1.2	5.8	3.6	3.4
35	0.93	6.07	3.2	3.8
40	0.70	6.30	2.8	4.2
45	0.54	6.46	2.5	4.5
50	0.43	6.57	2.2	4.8
55	0.32	6.68	2	5
60	0.25	6.75	1.8	5.2
65			1.6	5.4
70			1.4	5.6
75			1.32	5.68
80			1.21	5.79
85			1.1	5.90
90			1	6
95			0.92	6.08
100			0.83	6.17
105			0.77	6.23
110			0.71	6.29
115			0.65	6.35
120			0.60	6.4
125			0.56	6.44
130			0.51	6.49
135			0.48	6.52
140			0.45	6.55
145			0.41	6.59
150			0.38	6.62
155				
160				
165				
170				
175				
180				
185				
190				
195				
200				

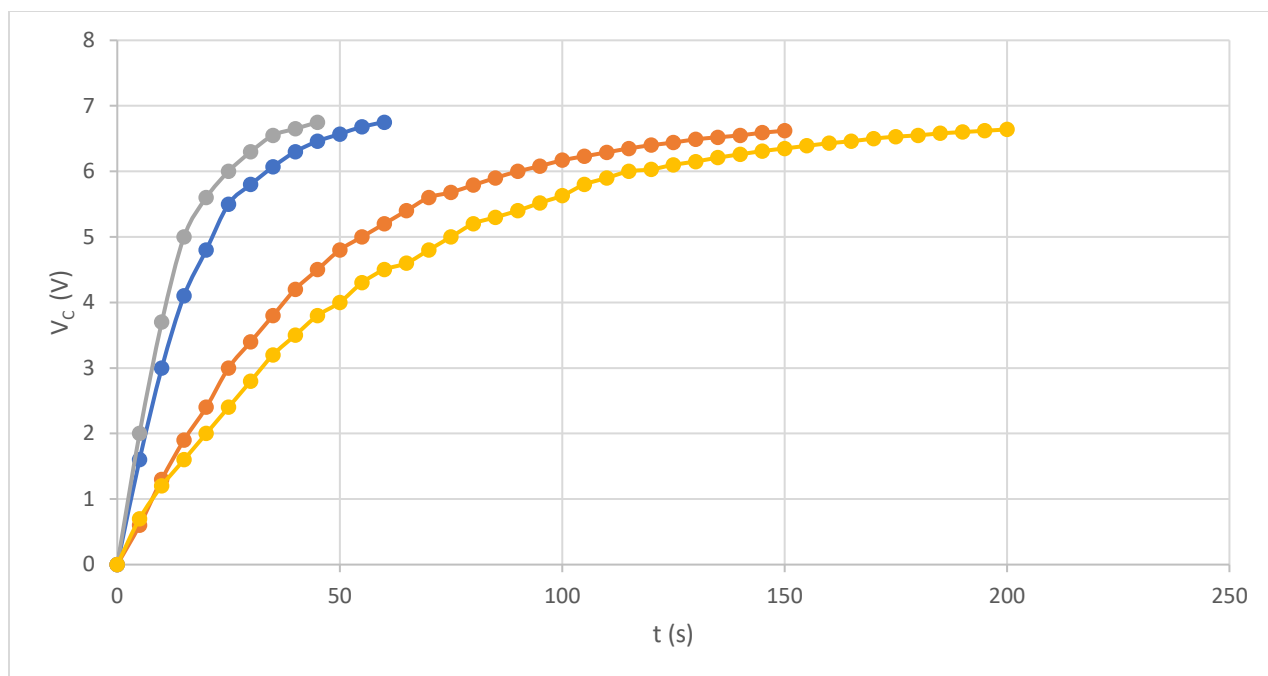
جدول 1 - اختلاف پتانسیل خازن های دو و پنج میکرو فارادی هنگام شارژ

t	سری 1.43μF	$V_C = \varepsilon - V$	موازی 7μF	$V_C = \varepsilon - V$
0	7	0	7	0
5	5	2	6.3	0.7
10	3.3	3.7	5.8	1.2
15	2	5	5.4	1.6
20	1.4	5.6	5	2
25	1	6	4.6	2.4
30	0.70	6.3	4.2	2.8
35	0.45	6.55	3.8	3.2
40	0.35	6.65	3.5	3.5
45	0.25	6.75	3.2	3.8
50			3	4
55			2.7	4.3
60			2.5	4.5
65			2.4	4.6
70			2.2	4.8
75			2	5
80			1.8	5.2
85			1.7	5.3
90			1.6	5.4
95			1.48	5.52
100			1.37	5.63
105			1.2	5.8
110			1.1	5.9
115			1	6
120			0.97	6.03
125			0.9	6.1
130			0.85	6.15
135			0.79	6.21
140			0.74	6.26
145			0.69	6.31
150			0.65	6.35
155			0.61	6.39
160			0.57	6.43
165			0.54	6.46
170			0.50	6.5
175			0.47	6.53
180			0.45	6.55
185			0.42	6.58
190			0.40	6.60
195			0.38	6.62
200			0.36	6.64

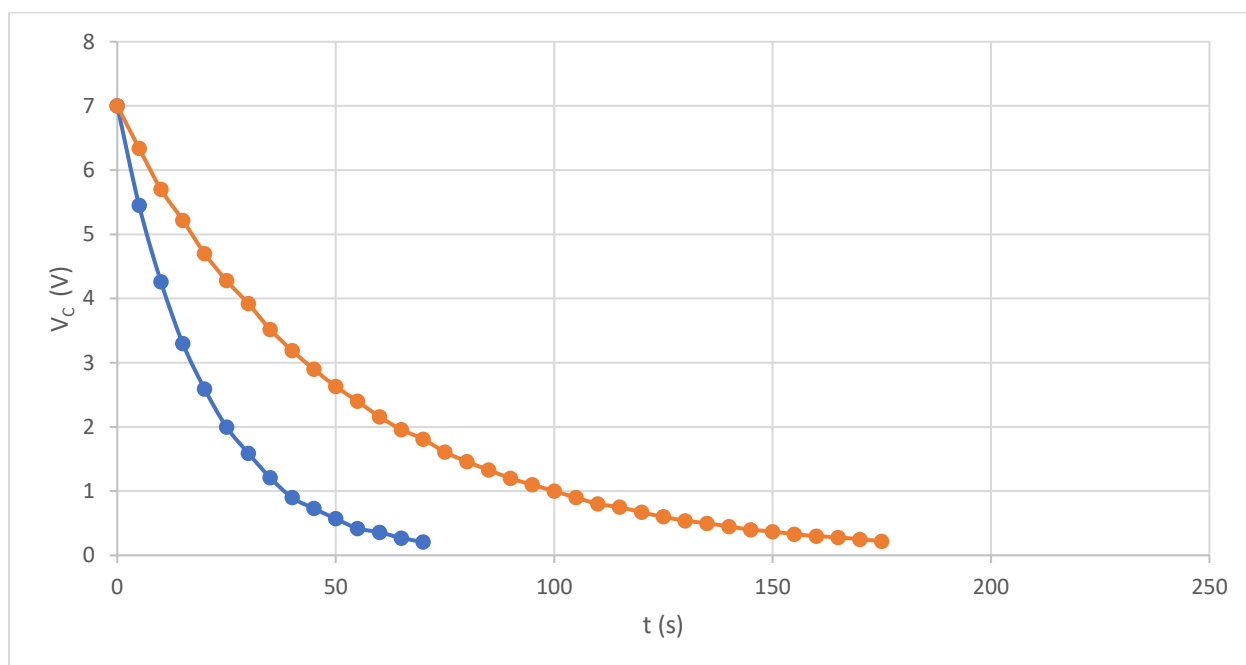
جدول 2 - اختلاف پتانسیل خازن های سری و موازی هنگام شارژ

t	V1 2 μ F	V2 5 μ F
0	7	7
5	5.45	6.34
10	4.26	5.70
15	3.30	5.22
20	2.59	4.7
25	2	4.28
30	1.59	3.92
35	1.21	3.52
40	0.90	3.19
45	0.73	2.9
50	0.57	2.63
55	0.42	2.40
60	0.36	2.16
65	0.27	1.96
70	0.21	1.81
75		1.61
80		1.46
85		1.33
90		1.20
95		1.1
100		1
105		0.9
110		0.8
115		0.75
120		0.67
125		0.6
130		0.54
135		0.5
140		0.45
145		0.4
150		0.37
155		0.33
160		0.3
165		0.28
170		0.25
175		0.22
180		
185		
190		
195		
200		

جدول 3 - اختلاف پتانسیل خازن ها هنگام دشارژ



نمودار 1 - شارژ خازن، منحنی آبی برای خازن 2 میکرو فارادی، نارنجی برای 5 میکرو فارادی، خاکستری برای سری و زرد برای موازی



نمودار 2 - دشارژ خازن، منحنی آبی برای خازن دو میکرو فارادی و منحنی نارنجی برای خازن پنج میکرو فارادی

به دست آوردن ثابت زمانی در حالت شارژ

$$V_C = \varepsilon(1 - e^{-1}) = 0.63\varepsilon = 0.63 \times 7 = 4.41$$

خازن	$2\mu\text{F}$	$5\mu\text{F}$	موازی	سری
τ	17.5s	44s	13s	58s

به دست آوردن مقاومت درونی ولت متر

$$\tau = RC \rightarrow R = \frac{\tau}{C} = \frac{17.5}{2 \times 10^{-6}} = 8.75 M\Omega$$

$$\tau = RC \rightarrow R = \frac{\tau}{C} = \frac{44}{5 \times 10^{-6}} = 8.8 M\Omega$$

$$R_{avg} = 7.775 M\Omega$$