

شارژ و دشارژ خازن



صالحیان

# هدف آزمایش: بررسی شارژ و دشارژ خازن

## تئوری آزمایش:

### ۱- شارژ خازن:

هر گاه دو سر یک خازن را به دو سر یک منبع تغذیه (باتری) وصل کنیم، و لحظه بعد آن را از منبع تغذیه جدا کنیم خازن در همان لحظه اول شارژ (پُر) می شود (انرژی الکتریکی را در خودش ذخیره می کند).

اگر سر راه خازن یک مقاومت نسبتاً بزرگی قرار دهیم، خازن با گذشت زمان شارژ می شود.

$$KVL: \epsilon - V_R - V_C = 0$$

$$\epsilon - RI - \frac{q}{C} = 0$$

$$\frac{dq}{dt} + \frac{1}{RC} q = \frac{\epsilon}{R}$$

با مل معادله دیفرانسیلی بالا، با توجه به شرایط اولیه  $q(t=0)=0$  به رابطه زیر می رسیم: که همان **معادله شارژ خازن** است.

$$V_C(t) = \epsilon \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

کمیت  $RC$  را که دارای بعد زمان است، **ثابت زمانی خازن** می نامند. و آن را با  $\tau$  نشان می دهند.

$$\tau = RC$$

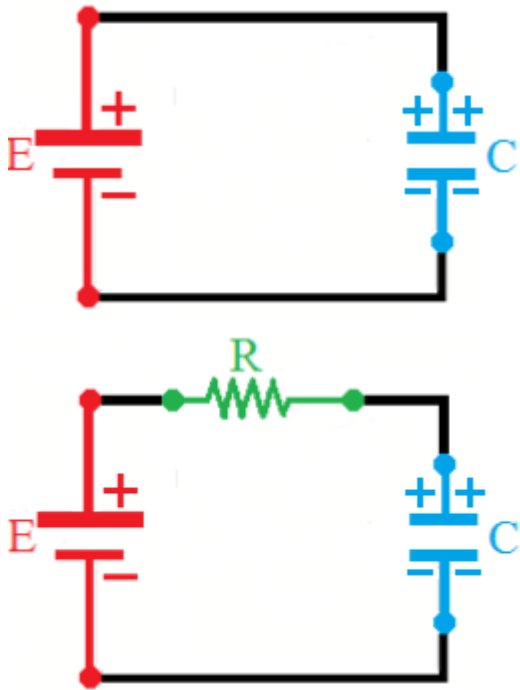
$$t = \tau \Leftrightarrow V_c = \epsilon(1 - e^{-1}) = 0.63 \epsilon$$

**نکته:** ثابت زمانی در حالت شارژ مدت زمانی است که ولتاژ دو سر خازن به ۶۳٪ ولتاژ منبع تغذیه برسد.

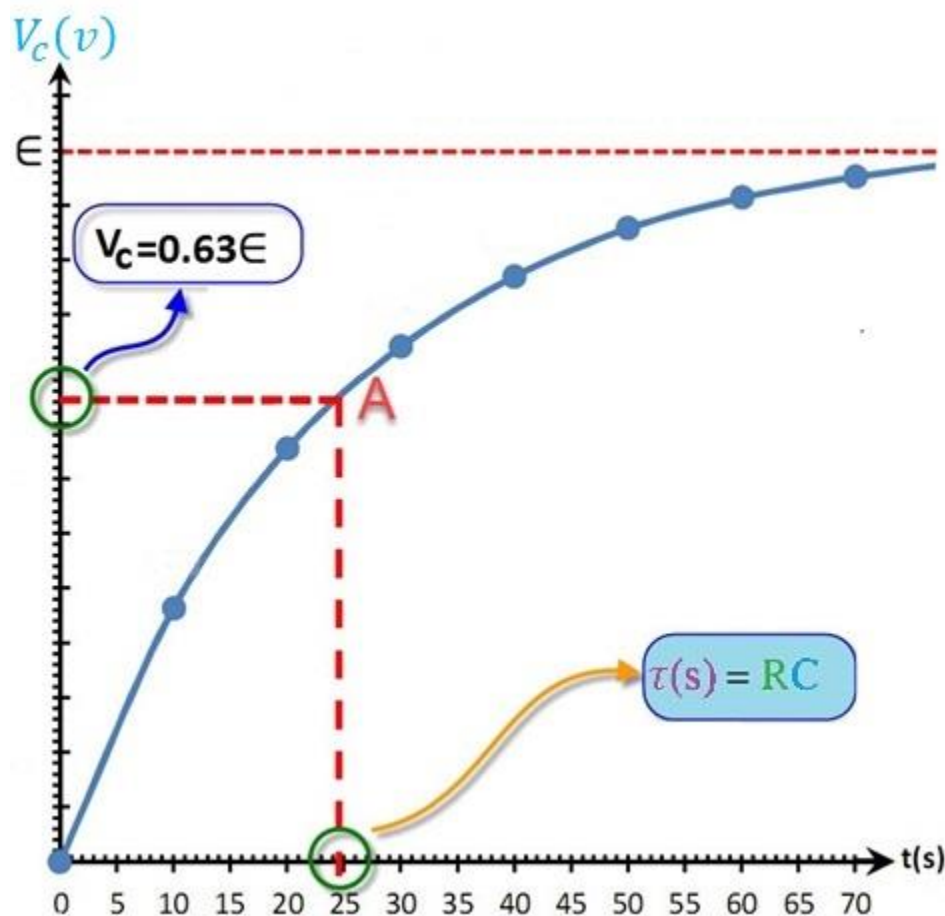
$$t \rightarrow \infty, \quad V_c = \epsilon$$

از نظر ریاضی

$$t = 5\tau \Rightarrow V_c = \epsilon(1 - e^{-5}) \approx 99.3\% \epsilon \quad (\text{فطای آن کمتر از دقت ولتمتر است})$$



تعیین ثابت زمانی شارژ فازن با استفاده از رسم نمودار ولتاژ بر حسب زمان  
تذکر: با تعیین ثابت زمانی از روی نمودار و با داشتن یکی از مقادیر  $R$  و یا  $C$  ، آن دیگری قابل محاسبه خواهد بود.



## ۲- دشارژ فازن :

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

$$q(t) = q e^{-\frac{t}{RC}}$$

با حل معادله دیفرانسیلی بالا، با توجه به شرایط اولیه  $q(t=0)=0$  به رابطه زیر رسیدیم که همان معادله دشارژ فازن است.

$$V_C(t) = \frac{q}{C} = \epsilon e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\tau = RC$$

ثابت زمانی

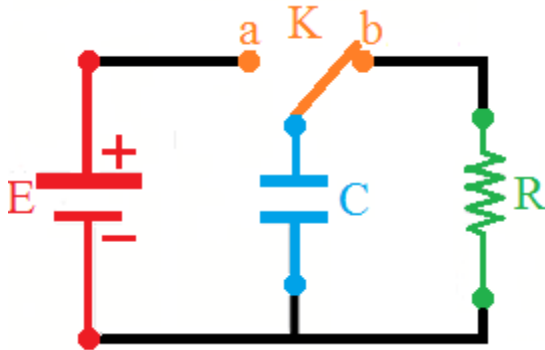
$$t = \tau \Leftrightarrow V_C = \epsilon e^{-1} = 0.37 \epsilon$$

نکته: ثابت زمانی در حالت دشارژ مدت زمانی است که ولتاژ دو سر فازن به ۳۷٪ ولتاژ منبع تغذیه برسد.

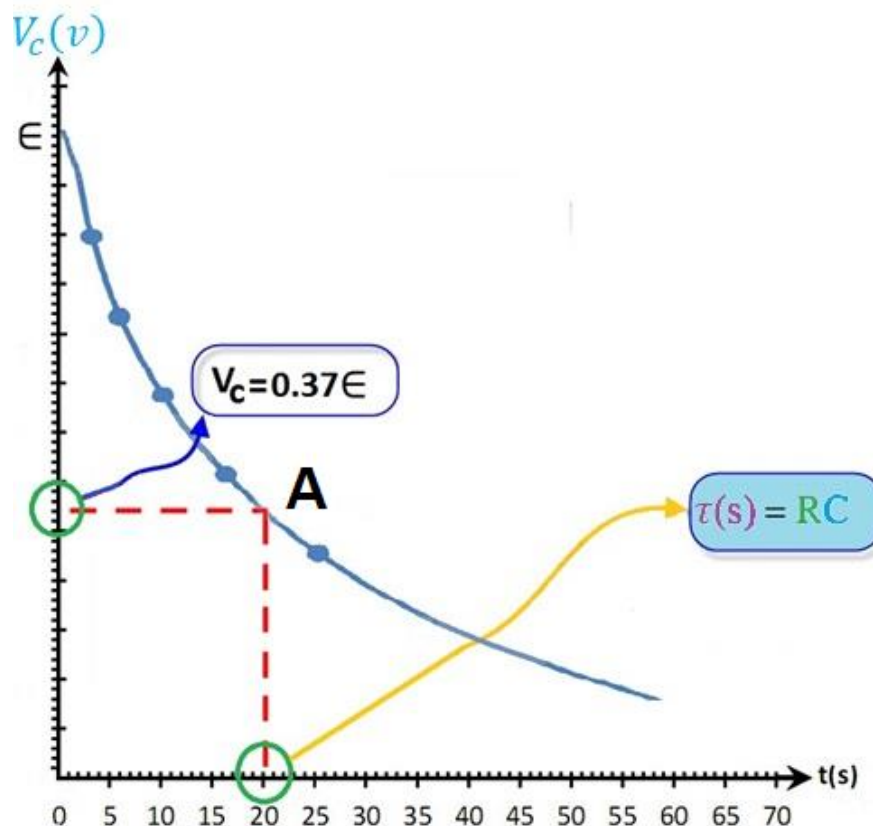
$$t \rightarrow \infty, \quad V_C = 0$$

از نظر ریاضی

$$t = 5\tau \Rightarrow V_C = \epsilon e^{-5} \approx 0.6\% \epsilon \quad (\text{خطای آن کمتر از دقت ولتمتر است})$$



تعیین ثابت زمانی دشوارتر فازن با استفاده از رسم نمودار ولتاژ بر مسب زمان تذکر: با تعیین ثابت زمانی از روی نمودار و با داشتن یکی از مقادیر  $R$  و یا  $C$  ، آن دیگری قابل محاسبه خواهد بود.

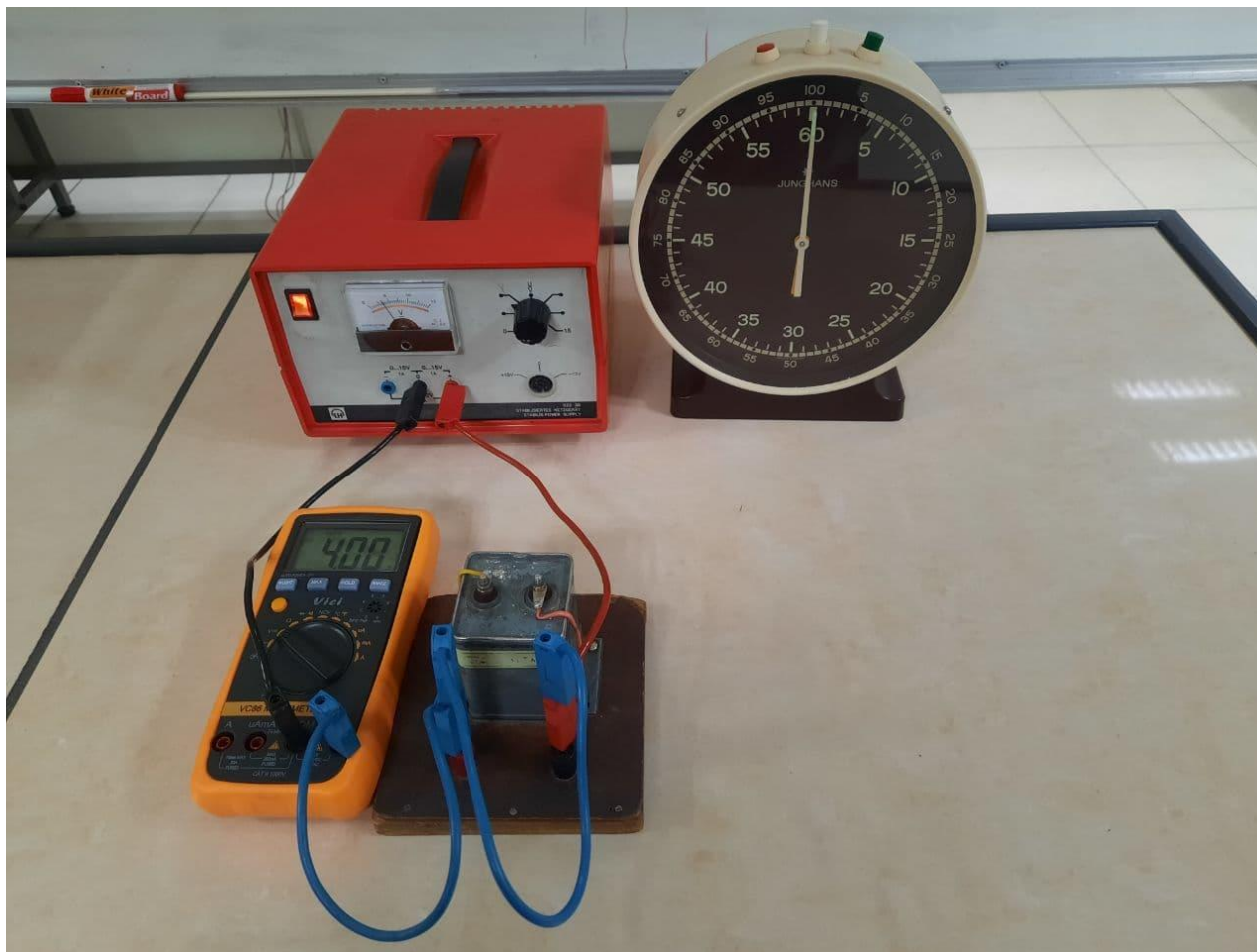


**وسایل آزمایش: کرونومتر، یک عدد فازن، منبع تغذیه DC، ولتمتر(مولتی متر) و سیم های رابط**



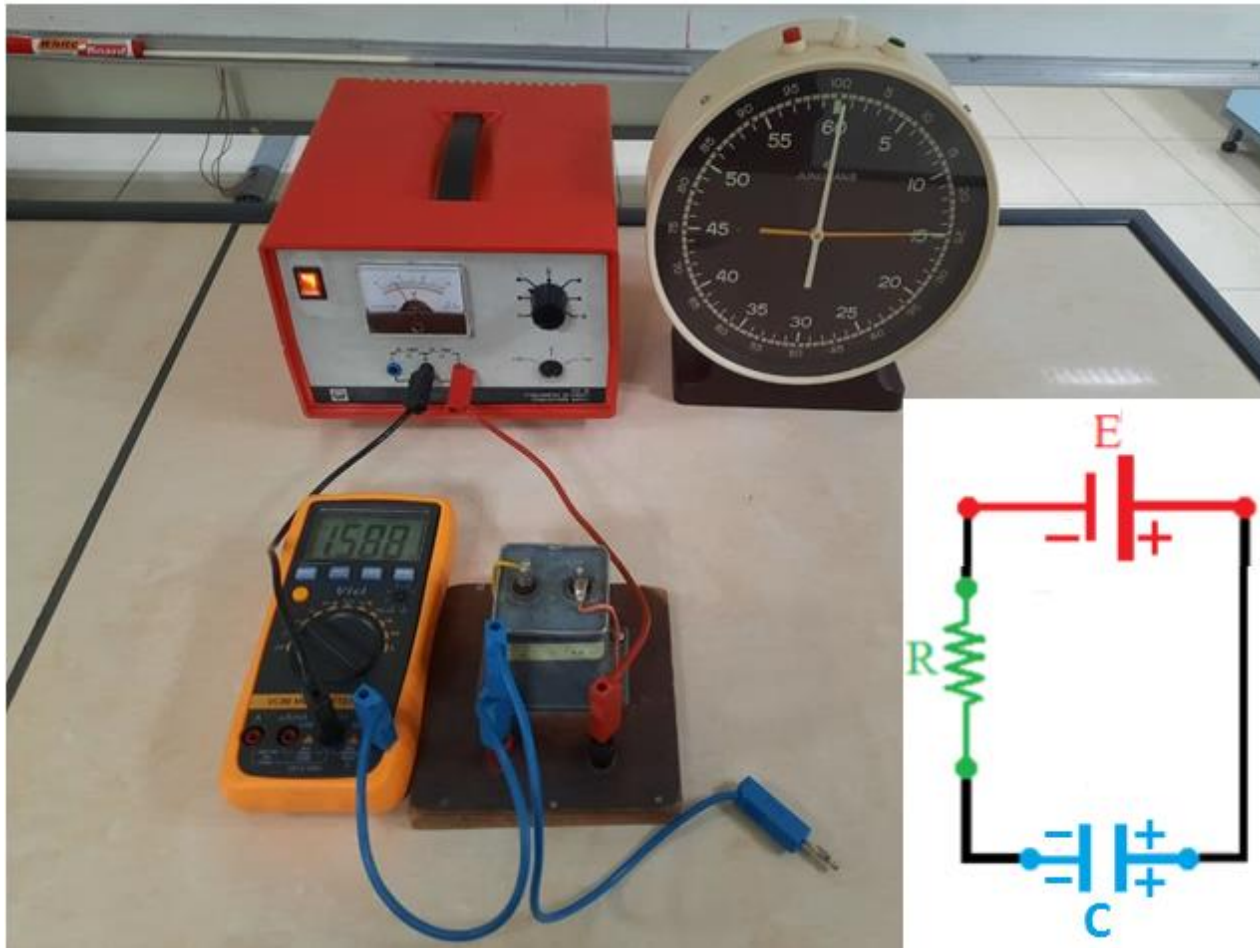
روش انجام آزمایش: هر یک از آزمایشهای شارژ و دشارژ فازن در دو مرحله انجام می شود  
شارژ فازن-الف): دو سر فازن اتصال کوتاه شده است (ولتметр کماکان ولتاژ دو سر منبع را نشان می دهد)

$$\epsilon \pm \Delta\epsilon = 4.00 \pm 0.01(v)$$





**شارژ خازن-ب):** در حالتی که دو سر خازن باز شده است، به طور همزمان کرومومتر را بکار می اندازیم. در این حالت زمان و ولتاژ منبع تغذیه را به طور همزمان قرائت می کنیم و درون جدول یادداشت می کنیم و ولتاژ دو سر خازن را از رابطه  $V_C = E - V_R$  بدست می آوریم.





## جدول شارژ فازن

$$\epsilon \pm \Delta\epsilon = 4.00 \pm 0.01(v)$$

$t(s)$	$V_R(v)$	$V_c = \epsilon - V_R(v)$
0	4.00	
5	3.02	
10	2.28	
15	1.53	
20	1.29	
25	1.03	
30	0.80	
35	0.65	
40	0.53	
45	0.43	
50	0.37	
55	0.31	
60	0.27	
65	0.23	
70	0.20	

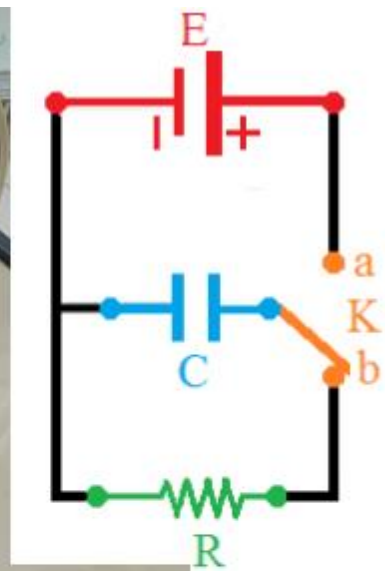
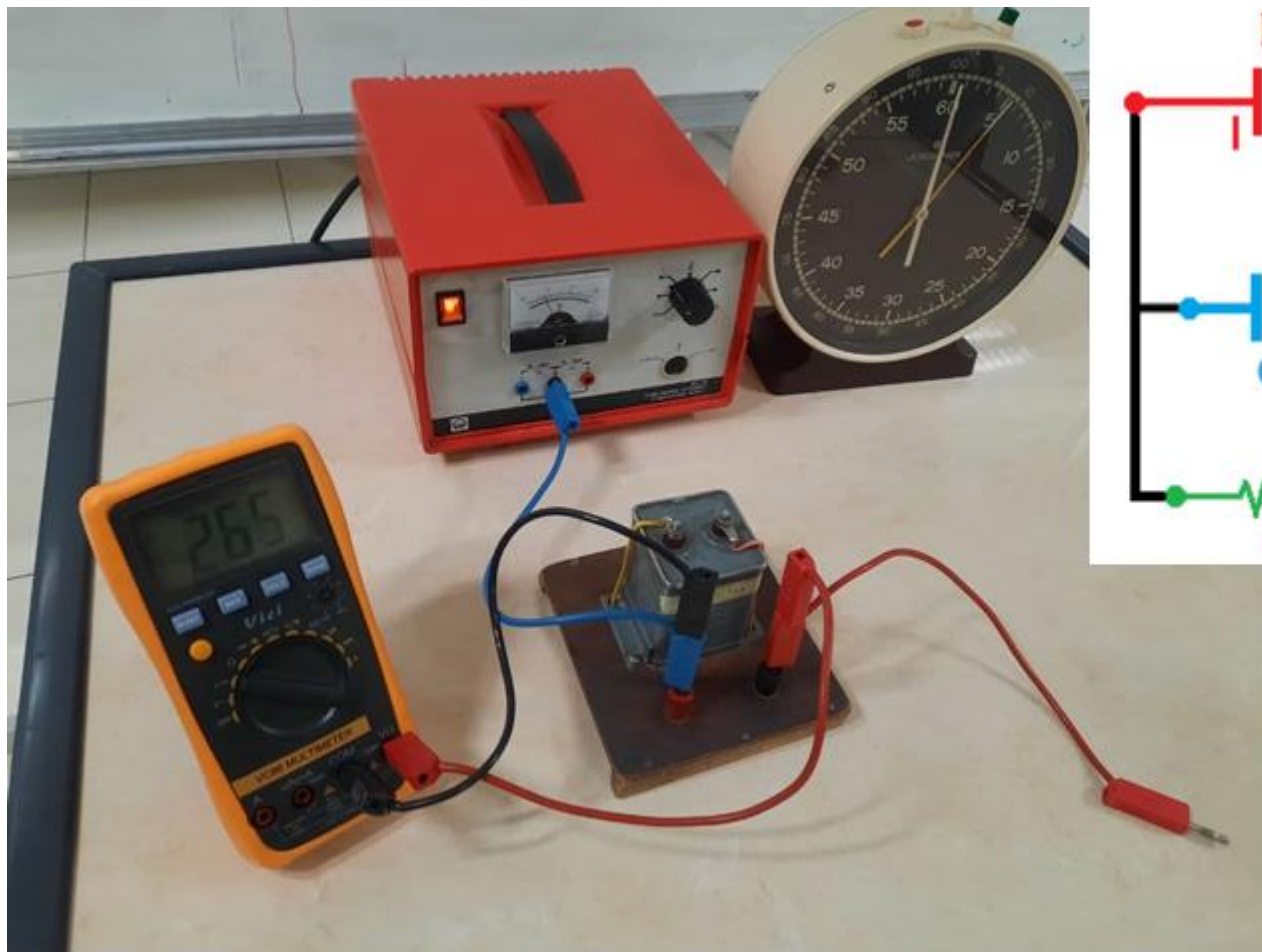
دشارژ خازن-الف):

دو سر خازن به دو سر منبع تغذیه متصل شده است (در این حالت ولت‌متر کماکان نیروی محرکه منبع تغذیه را نشان می‌دهد)

$$\epsilon \pm \Delta\epsilon = 4.00 \pm 0.01 (v)$$



دشارژ فازن-ب):  
دو سر فازن از دو سر منبع تغذیه جدا شده است.



# جدول دشارژ فازن

$$\epsilon \pm \Delta\epsilon = 4.00 \pm 0.01(v)$$

$t(s)$	$V_R(v)$	$V_c = V_R(v)$
0	4.00	
5	3.41	
10	2.96	
15	2.58	
20	2.26	
25	1.98	
30	1.76	
35	1.58	
40	1.44	
45	1.30	
50	1.19	
55	1.09	
60	1.00	
65	0.92	
70	0.84	

- نمودار شارژ و دشارژ فازن را بر روی کاغذ میلیمتری (در یک دستگاه مختصات) رسم کنید.
- ثابت زمانی هر یک از منحنی های شارژ و دشارژ فازن را تعیین کنید.

$$\tau_{\text{شارژ}} = ?$$

$$\tau_{\text{دشارژ}} = ?$$

- ظرفیت فازن را در هر دو حالت (شارژ و دشارژ فازن) بدست آورید. برای انجام اینکار مقاومت درونی ولتمتر  $R_V = 7.5 M\Omega$  بگیرید.

$$C_1 = \frac{\tau_{\text{شارژ}}}{R_V}$$

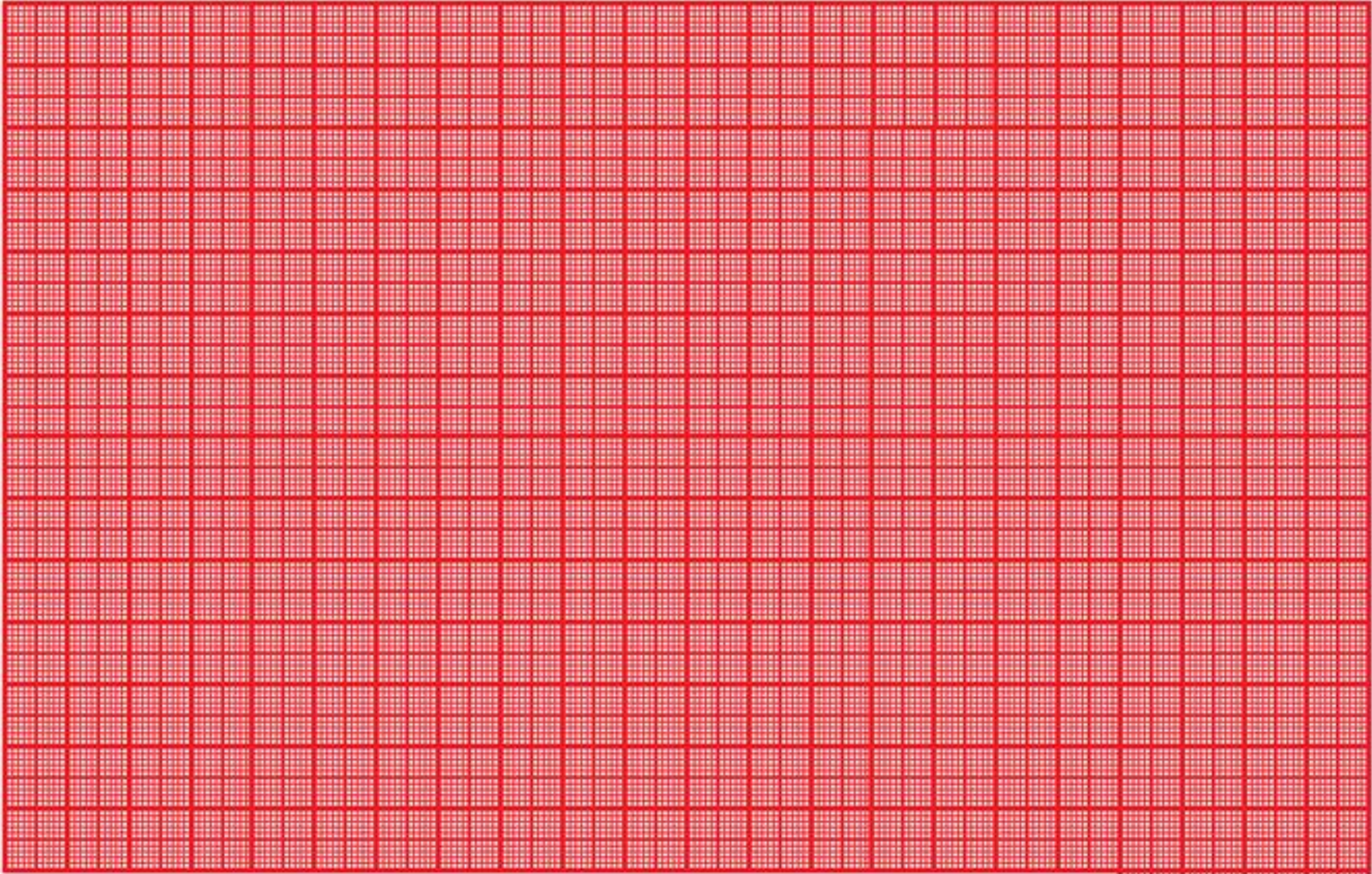
$$C_2 = \frac{\tau_{\text{دشارژ}}}{R_V}$$

- با استفاده از روش میانگین گیری برای C مناسبه خطا کنید.



رسم نمودار  $V_c - t$  در حالت شارژ

رسم نمودار  $V_c - t$  در حالت دشارژ





## قابل توجه دانشجویان محترم

لطفاً بر اساس نتایج بدست آمده، گزارش کار تنظیم کنید و مداخلت تا شروع کلاس بعدی به آدرس فواسته شده ارسال کنید.

متشکره