



# آزمایشگاه فیزیک عمومی ۲

دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف

دستیار آموزشی: سرکار خانم صدری

پاییز ۱۴۰۲



دوشنبه صبح - گروه A۴

معین آعلی - ۴۰۱۱۰۵۵۶۱

امیرحسین صوری - ۴۰۱۱۰۶۱۸۲

## فهرست عناوین

|   |   |      |
|---|---|------|
| عنوان آزمایش:   | ۲ | ۱.   |
| هدف آزمایش:   | ۲ | ۲.   |
| وسایل مورد نیاز برای آزمایش:                            | ۲ | ۳.   |
| نکاتی که باید حین آزمایش مورد توجه قرار گیرند:          | ۲ | ۴.   |
| شرح آزمایش:   | ۳ | ۵.   |
| اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل یک خازن باردار با ولت‌متر:   | ۳ | ۵.۱. |
| رسم منحنی باردار شدن خازن و تعیین مقاومت داخلی ولت‌متر: | ۳ | ۵.۲. |
| رسم منحنی بی‌بار شدن خازن و تعیین مقاومت داخلی ولت‌متر: | ۴ | ۵.۳. |
| بررسی تجربی ظرفیت معادل خازن‌های سری:                   | ۵ | ۵.۴. |
| بررسی تجربی ظرفیت معادل خازن‌های موازی:                 | ۶ | ۵.۵. |

## ۱. عنوان آزمایش:

بررسی تجربی باردار شدن و بی‌بار شدن خازن‌ها و ظرفیت معادل خازن‌های سری و موازی.

## ۲. هدف آزمایش:

در این آزمایش ما ابتدا پر و خالی شدن یک خازن را در نظر گرفتیم تا به درستی رابطه داده شده برای ولتاژ دو سر خازن در زمان‌های داده شده پی ببریم. سپس طی دو مرحله ظرفیت معادل خازن‌هایی که به دو صورت سری یا موازی بسته شده بودند را محاسبه کردیم.

## ۳. وسایل مورد نیاز برای آزمایش:

- منبع تغذیه DC
- دو عدد خازن
- ولت‌متر
- کرنومتر (زمان‌سنج)
- سیم رابط

## ۴. نکاتی که باید حین آزمایش مورد توجه قرار گیرند:

- برای آزمایش‌های بررسی روند باردار شدن خازن، ابتدا خازن تخلیه باشد.
- برای آزمایش‌های بررسی روند تخلیه بار خازن، ابتدا خازن کامل شارژ شده باشد.
- با برخورد دستمان به خازن باعث تخلیه آن نشویم.
- از درست بودن مدار مطمئن شویم.
- کرنومتر را دقیقاً هنگام شروع آزمایش start کنیم.

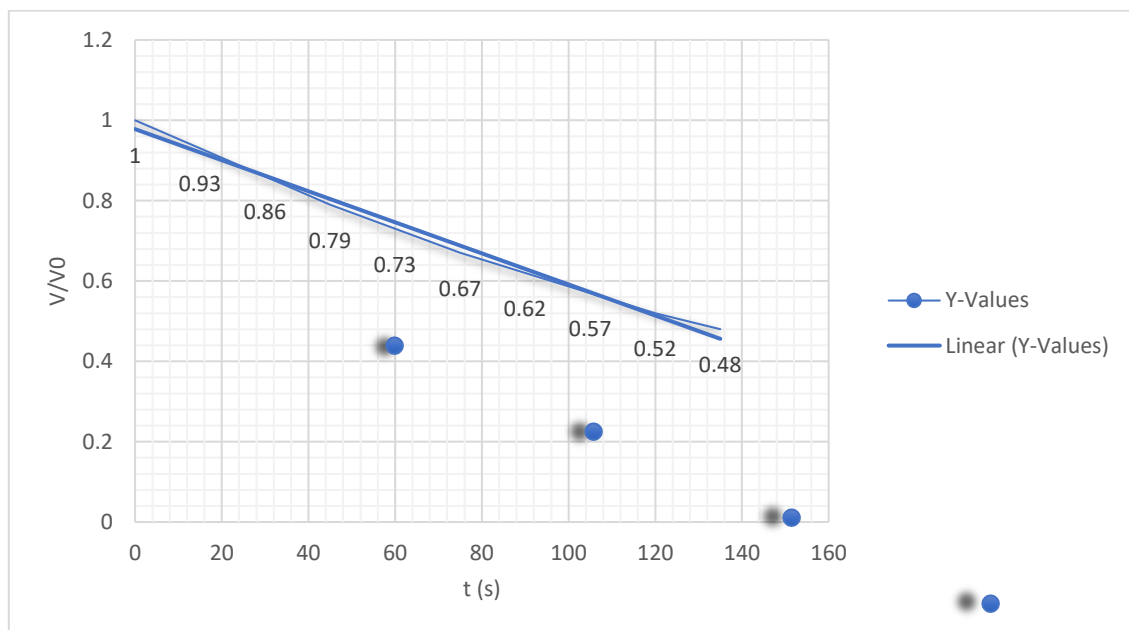
## ۵. شرح آزمایش:

۵/۱. اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل یک خازن باردار با ولت‌متر:

ابتدا می‌توان نتیجه گرفت که خازن موازی با یک مقاومت با سرعت بسیار زیادی تخلیه می‌شود؛ به همین خاطر از ولت‌متر غیرایده‌آل استفاده کردیم (که مقاومت بسیار بسیار زیادی دارد) تا دشارژ شدن با سرعت کمتری اتفاق بیفتد و بتوانیم آن را مشاهده کنیم. علاوه بر اتصال خازن به صورت موازی با مقاومت، می‌توان دو سر آن را با سیم (بدون مقاومت) به یکدیگر وصل کرد تا دشارژ اتفاق بیفتد. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که بدن انسان مانند یک مقاومت عمل کرده و در صورت اتصال دست‌ها با دو سر خازن، بخشی از بار خازن تخلیه می‌شود و اختلاف پتانسیل دو سر آن کاهش می‌یابد؛ به همین خاطر باید مراقب باشیم در طول آزمایش دستمان با دو سر خازن تماس پیدا نکند.

۵/۲. رسم منحنی باردار شدن خازن و تعیین مقاومت داخلی ولت‌متر:

| T(t)             | ۰     | ۱۵   | ۳۰   | ۴۵   | ۶۰   | ۷۵   | ۹۰   | ۱۰۵  | ۱۲۰  | ۱۳۵  |
|------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| V(V)             | ۱۰.۱۳ | ۹.۷۰ | ۸.۹۳ | ۸.۲۲ | ۷.۵۷ | ۶.۹۵ | ۶.۴۰ | ۵.۸۹ | ۵.۴۱ | ۴.۹۸ |
| V/V <sub>0</sub> | ۱.۰۰  | ۰.۹۳ | ۰.۸۶ | ۰.۷۹ | ۰.۷۳ | ۰.۶۷ | ۰.۶۲ | ۰.۵۷ | ۰.۵۲ | ۰.۴۸ |



با توجه به رابطه :

$$V = V_0 - V_C = V_0(e^{\frac{-t}{RC}})$$

$$m = \frac{-1}{RC} = \frac{-1}{R_1 C_1} \longrightarrow R_1 = \frac{-1}{m C_1}$$

$$\bar{x} = \frac{0+15+30+45+60+75+90+115+120+135}{10} = 61.1$$

$$m = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) y_i}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{-71.775}{18562.5} \approx -3.86 \times 10^{-3}$$

$$R_1 = \frac{-1}{3.86 \times 10^{-3} \times 20 \times 10^{-6}} = 12,953,367.87 \approx 12.95 \times 10^6 \Omega$$

حال درصد خطای مقاومت‌ها را می‌یابیم:

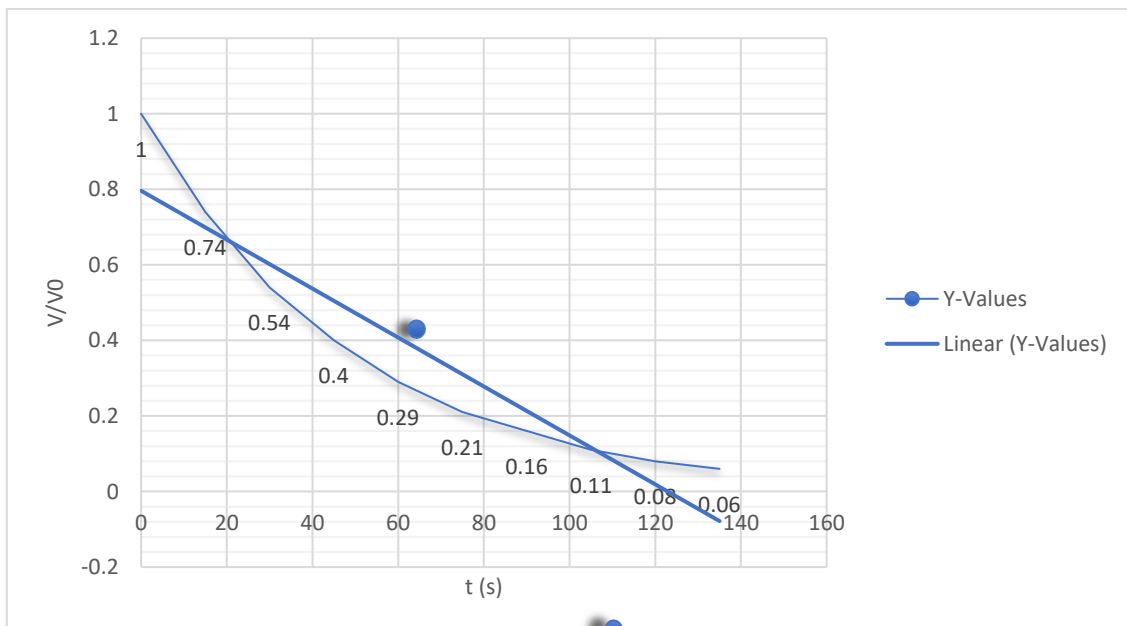
$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2}{2} = \frac{12.95 \times 10^6 + 38.64 \times 10^6}{2} \approx 25.80 \times 10^6$$

$$\frac{|R_1 - \bar{R}|}{2} \times 100 = 49.8\%$$

$$\frac{|R_2 - \bar{R}|}{2} \times 100 = 49.7\%$$

۵/۳. رسم منحنی بی‌بار شدن خازن و تعیین مقاومت داخلی ولت‌متر:

| T(t)             | ۰     | ۱۵   | ۳۰   | ۴۵   | ۶۰   | ۷۵   | ۹۰   | ۱۰۵  | ۱۲۰  | ۱۳۵  |
|------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| V(V)             | ۱۰.۱۳ | ۷.۵۰ | ۵.۴۹ | ۴.۰۲ | ۲.۹۵ | ۲.۱۴ | ۱.۵۸ | ۱.۱۵ | ۰.۸۴ | ۰.۶۱ |
| V/V <sub>۰</sub> | ۱.۰۰  | ۰.۷۴ | ۰.۵۴ | ۰.۴۰ | ۰.۲۹ | ۰.۲۱ | ۰.۱۶ | ۰.۱۱ | ۰.۰۸ | ۰.۰۶ |



$$\bar{x} = \frac{0+15+30+45+60+75+90+115+120+135}{10} = 61.1$$

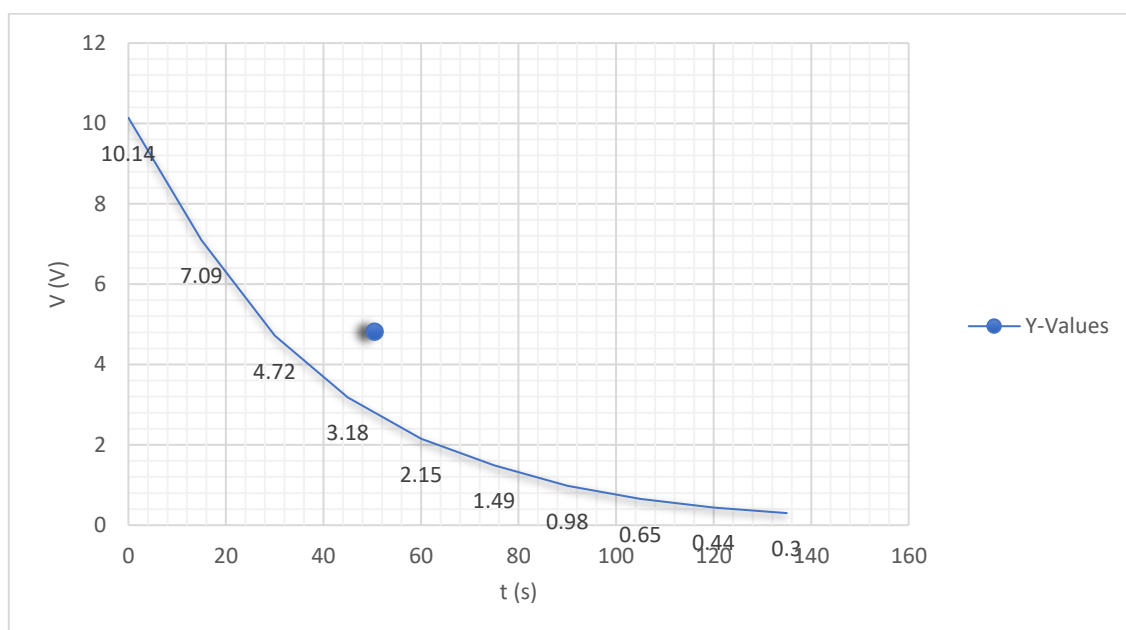
$$m = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) y_i}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{-120.225}{18562.5} \approx -6.47 \times 10^{-3}$$

$$R_1 = \frac{-1}{-6.47 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-6}} = 38,639,876.35 \approx 38.64 \times 10^6 \Omega$$

۵/۴. بررسی تجربی ظرفیت معادل خازن‌های سری:  
اندازه‌گیری‌های زیر در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد:

|       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| t (s) | ۰     | ۱۵   | ۳۰   | ۴۵   | ۶۰   | ۷۵   | ۹۰   | ۱۰۵  | ۱۲۰  | ۱۳۵  |
| V (V) | ۱۰.۱۴ | ۷.۰۹ | ۴.۷۲ | ۳.۱۸ | ۲.۱۵ | ۱.۴۹ | ۰.۹۸ | ۰.۶۵ | ۰.۴۴ | ۰.۳۰ |

بر این اساس سعی می‌کنیم نمودار V بر حسب t را رسم کنیم:



با توجه به روابط مربوطه:

$$V_c = \frac{V}{e} = \frac{10.14}{e} = 3.73$$

زمانی که  $V = 3.73$  است همان  $\tau$  را نشان می‌دهد:

$$\frac{4.72 - 3.18}{30 - 50} = \frac{4.72 - 3.73}{30 - \tau} \rightarrow \frac{1.54}{-20} = \frac{0.99}{30 - \tau} \rightarrow \tau = 42.86 \text{ s}$$

$$\bar{C} = \frac{\tau}{R} = \frac{42.86}{25.80 \times 10^6} = 1.66 \mu F$$

حالا به کمک رابطه مربوطه مقدار ظرفیت معادل خازن‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{20 \times 10^{-6}} + \frac{1}{4 \times 10^{-6}} \rightarrow C = 3.33 \mu F$$

$$error = \bar{C} - C = 1.66 - 3.33 = -1.67 \mu F$$

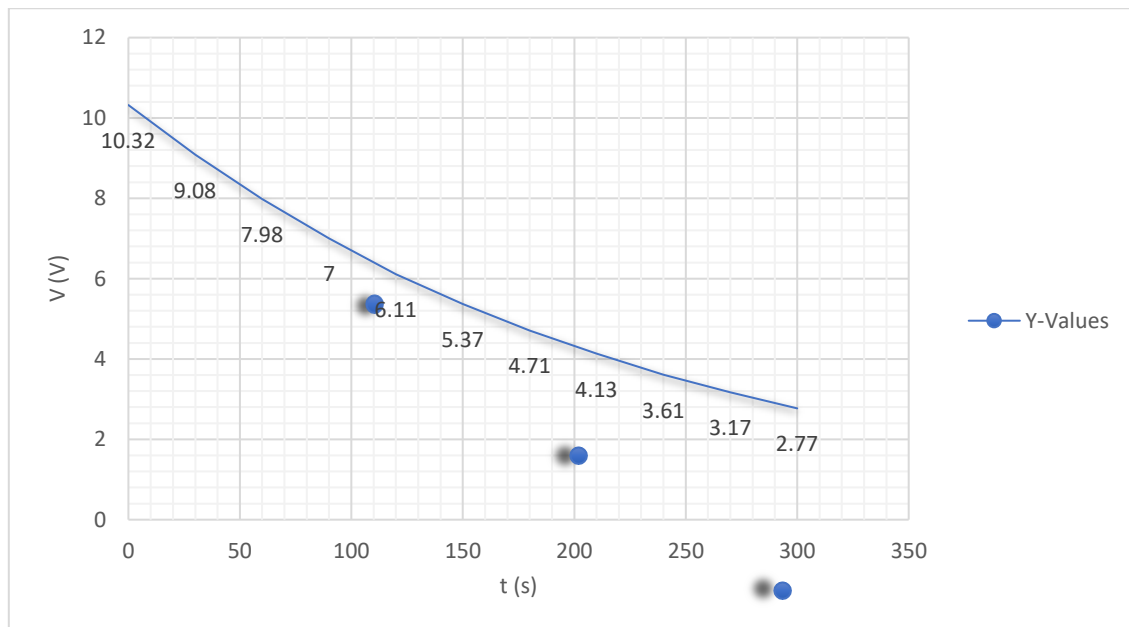
$$error\ percentage = \frac{\bar{C} - C}{C} \times 100 = 50.15\%$$

۵/۵. بررسی تجربی ظرفیت معادل خازن‌های موازی

اندازه‌گیری‌های زیر در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد:

| t (s) | ۰     | ۳۰   | ۶۰   | ۹۰   | ۱۲۰  | ۱۵۰  | ۱۸۰  | ۲۱۰  | ۲۴۰  | ۲۷۰  | ۳۰۰  |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| V (V) | ۱۰.۳۲ | ۹.۰۸ | ۷.۹۸ | ۷.۰۰ | ۶.۱۱ | ۵.۳۷ | ۴.۷۱ | ۴.۱۳ | ۳.۶۱ | ۳.۱۷ | ۲.۷۷ |

بر این اساس سعی می‌کنیم نمودار V بر حسب t را رسم کنیم:



با توجه به روابط مربوطه:

$$V_c = \frac{V}{e} = \frac{10.32}{e} = 3.80$$

زمانی که  $V = 3.80$  است همان  $\tau$  را نشان می‌دهد:

$$\frac{4.13 - 3.61}{210 - 240} = \frac{4.13 - 3.80}{210 - \tau} \rightarrow \frac{0.52}{-30} = \frac{0.33}{210 - \tau} \rightarrow \tau = 229.04 s$$

$$\bar{C} = \frac{\tau}{R} = \frac{229.04}{25.80 \times 10^6} = 8.88 \mu F$$

حالا به کمک رابطه مربوطه مقدار ظرفیت معادل خازن‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$C = C_1 + C_2 = 20 \times 10^{-6} + 4 \times 10^{-6} = 24 \mu F$$

$$error = \bar{C} - C = 8.88 - 24 = -15.12$$

$$\text{error percentage} = \frac{\bar{C} - C}{C} \times 100 = 63\%.$$