



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 خطای نوسان‌ساز:	۳	۵.۱.
تعیین ضریب دی‌الکتریک:	۳	۵.۲.
تعیین ضریب گذردهی هوا:	۴	۵.۳.
بستگی ظرفیت خازن به فاصله بین صفحات:	۵	۵.۴.
پرسش‌ها:	۵	۶.

۱. عنوان آزمایش:

آموزش کار با اسیلوسکوپ و بررسی رابطه ضریب دی‌الکتریک.

۲. هدف آزمایش:

نحوه کار با اسیلوسکوپ و نمایش نمایش به همراه بررسی تجربی رابطه ضریب دی‌الکتریک در خازن.

۳. وسایل مورد نیاز برای آزمایش:

- نوسان‌ساز
- نوسان‌نما
- خازن
- دی‌الکتریک
- آمپر متر
- سیم رابط

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

- در ابتدا ولتاژ نوسان‌ساز را صفر کنیم سپس به مدار متصل کنیم.
- خطای ریزسنج را در ابتدا بدست آورده، سپس باقی محاسبات را با علم بر آن خطا انجام دهیم.
- از محکم بودن اتصال‌های دی‌الکتریک خازن اطمینان حاصل پیدا کنیم.

۵. شرح آزمایش:

۵/۱. اندازه گیری خطای نوسان ساز:

فرکانس مورد انتظار ما ۱۰ کیلوهرتز است، حال فرکانس واقعی را بدست آورده و سپس خطای نسبی و مطلق را بدست می آوریم.

$$T = 2 \times 50 \times 10^{-6} s \rightarrow f = \frac{1}{T} = 10^4 H = 10 kHz$$

$$f_{real} = 10.098 kHz$$

خطای مطلق برابر است با:

$$10.098 - 10 = 0.098 kHz = 98 Hz$$

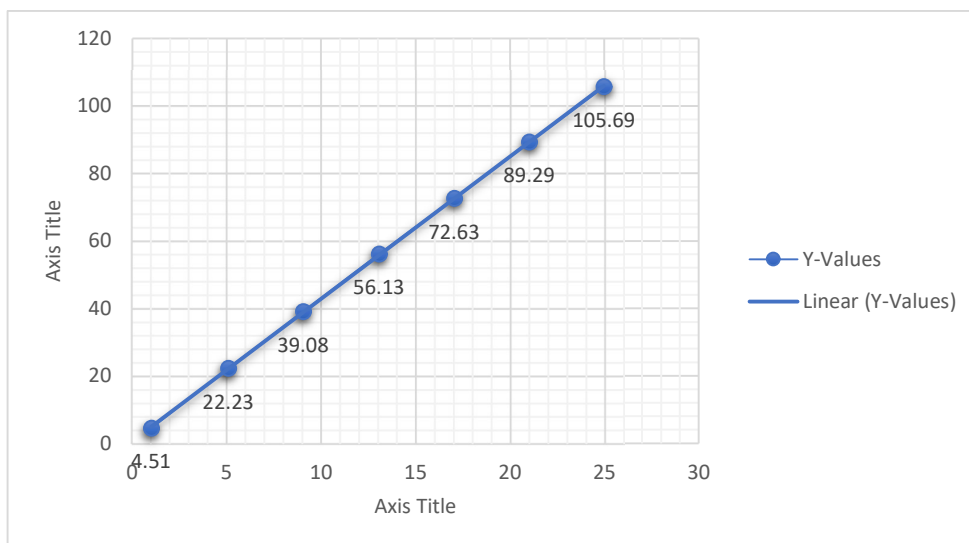
خطای نسبی:

$$\frac{10.098 - 10}{10.098} \times 100 \approx 0.97\%$$

این خطا در فرکانس تولیدی به دلیل افت ولتاژ در سیم و دیگر وسایل آزمایش است که موجب افت فرکانس نیز می شود.

۵/۲. تعیین ضریب دی الکتریک:

$f(kHz)$	۱.۰۰۱	۵.۰۹۱	۹.۰۴۸	۱۳.۰۷۶	۱۷.۰۴۸	۲۱.۰۲۵	۲۴.۹۷۷
$I(\mu A)$	۴.۵۱	۲۲.۲۳	۳۹.۰۸	۵۶.۱۳	۷۲.۶۳	۸۹.۲۹	۱۰۵.۶۹



با توجه به داده های فوق شیب خط تقریباً برابر با ۵ است، پس:

$$m \approx 5 \frac{\mu A}{kHz}$$

حال ظرفیت خازن را محاسبه می کنیم:

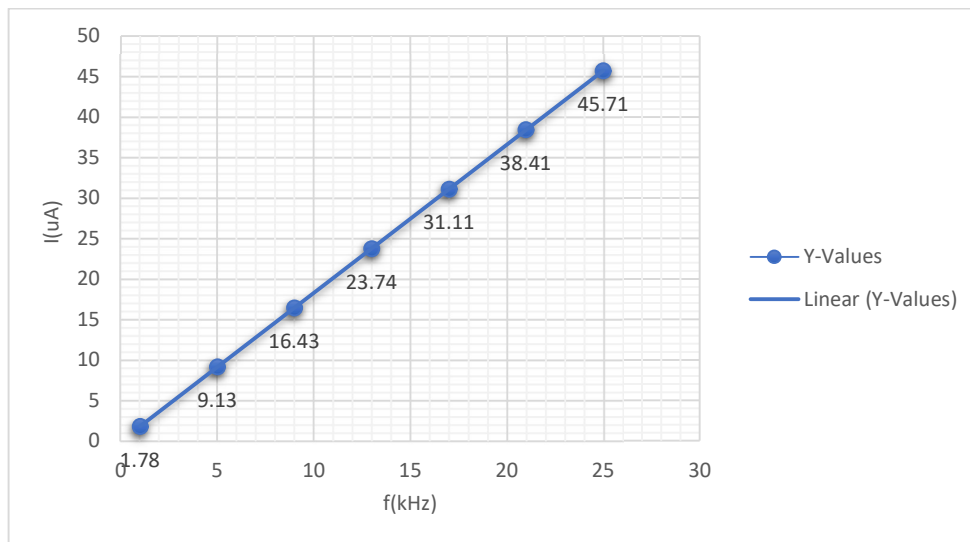
$$X_c = \frac{1}{C_\omega} = \frac{V}{I} \rightarrow I = VC_\omega \rightarrow \frac{I}{f} = 2\pi VC$$

$$C = \frac{m}{2\pi V} = \frac{5 \times 10^{-9}}{2\pi \times 4} \approx 0.19 \times 10^{-9} F$$

$$C = \frac{k\epsilon A}{d} \rightarrow k = \frac{Cd}{\epsilon A} = \frac{2.8 \times 10^{-3} \times 0.19 \times 10^{-9}}{314 \times 10^{-4} \times 8.85 \times 10^{-12}} \approx 1.9$$

۵/۳. تعیین ضریب گذردهی هوا:

$f(\text{kHz})$	۱.۰۰۰	۵.۰۰۹	۸.۹۸۸	۱۲.۹۹۹	۱۷.۰۰۶	۲۰.۹۹۰	۲۴.۹۹۶
$I(\mu A)$	۱.۷۸	۹.۱۳	۱۶.۴۳	۲۳.۷۴	۳۱.۱۱	۳۸.۴۱	۴۵.۷۱



با توجه به داده‌های فوق، شیب نمودار تقریباً برابر است با ۱.۸۲.

$$m = \frac{I}{f} = 1.82 \frac{\mu A}{kHz}$$

حال همانند قسمت قبل، ظرفیت خازن را می‌یابیم:

$$X_c = \frac{1}{C\omega} = \frac{V}{I} \rightarrow I = VC\omega \rightarrow \frac{I}{f} = 2\pi VC$$

$$C = \frac{m}{2\pi V} = \frac{1.82 \times 10^{-9}}{2\pi \times 4} \approx 7.2 \times 10^{-11} F$$

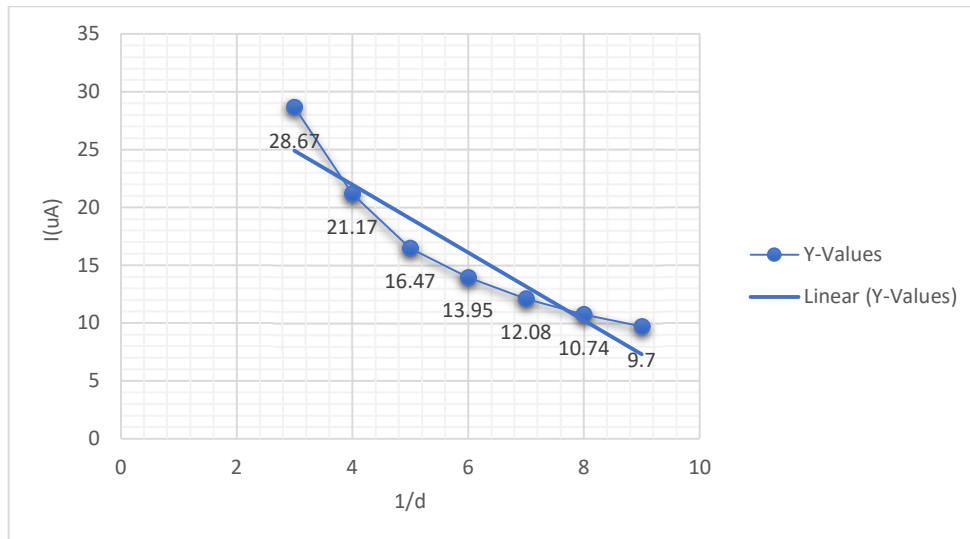
$$C = \frac{k\epsilon A}{d} \rightarrow k = \frac{Cd}{\epsilon A} = \frac{7.2 \times 10^{-11} \times 2.8 \times 10^{-3}}{314 \times 10^{-4}} \approx 6.42 \times 10^{-12} F/m$$

همانطور که می‌بینیم به دلیل وجود خطا در آزمایش، مقدار ضریب گذردهی الکتریکی هوا نسبت به خلا کمتر به دست آمده است:

$$\epsilon - \epsilon_0 = (6.42 - 8.85) \times 10^{-12} = -2.43 \times 10^{-12} F/m$$

۵/۴. بستگی ظرفیت خازن به فاصله بین صفحات:

$d(mm)$	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
$I(\mu A)$	۲۸.۶۷	۲۱.۱۷	۱۶.۴۷	۱۳.۹۵	۱۲.۰۸	۱۰.۷۴	۹.۷۰



همانطور که در نمودار میبینیم، جریان نسبت به معکوس d به صورت خطی تغییر میکند؛ این یعنی با فاصله بین صفحات نسبت عکس دارد. چون ظرفیت خازن با جریان رابطه مستقیم دارد، بنابراین نتیجه میشود که ظرفیت خازن با فاصله بین صفحات آن رابطه عکس دارد.

۶. پرسش‌ها:

- با قرار دادن یک مقاومت بر سر جریان می توانیم ولتاژ دو سر آن را اندازه بگیریم و سپس با تقسیم این ولتاژ بر مقدار مقاومت جریان را بدست می آوریم.
- در این آزمایش خطاهایی مثل خطای اسیلوسکوپ به دلیل نداشتن مقاومت بی نهایت و ظرفیت خازنی بسیار کم و خلای اسیلاتور مثل سینوسی نبودن سیگنال و خطای ریز سنج و همچنین ایده آل نبودن مقاومت اهمی خازن و یکنواخت نبودن دی الکتریک و یکنواخت نبودن میدان در لبه های خازن وجود دارد. همچنین خطای آزمایشگر هم میتواند یکی از دلایل ایجاد مقادیر متفاوت از واقعیت باشد.