

## Лабораторна робота № 4

### ВИМІРЮВАННЯ ЄМНОСТІ ТЕХНІЧНИХ КОНДЕНСАТОРІВ. З'ЄДНАННЯ КОНДЕНСАТОРІВ

#### Обладнання

1. Мікрокулонометр;
2. Калібратор напруги;
3. Микрофарадометр;
4. Набір конденсаторів.

#### Теоретичні відомості

Конденсатор електричний – система провідників, розділених діелектриком товщиною, набагато меншою за розміри провідників. Назва походить від латинського *condensatio* – згущення. Основна властивість конденсатора – його здатність нагромаджувати електричні заряди. Завдяки цьому вони широко застосовуються в радіотехнічних і електротехнічних пристроях.

У конденсаторах як діелектрик застосовують різні матеріали – слюду, скло, папір та ін. найдешевшими і найпоширенішими конденсаторами є паперові. Паперову стрічку просочують рідким діелектриком, а обкладки, які вужчі від стрічки й виготовлені зі станіолу, накладають з обох боків стрічки. Беруть ще одну паперову стрічку, накладають зверху та змотують у рулон. Рулон розміщують у металевій коробці та герметизують. Паперовий конденсатор позначають трьома літерами – КБГ, що означає російською мовою “конденсатор бумажный герметизированный”. Якщо за діелектрик править слюда, то складають стопку з металевих і слюдяних пластин і спресовують її. На корпусі такого конденсатора роблять позначення КСО, що російською мовою означає “конденсатор слюдяной отпрессованный”. Тепер широко застосовуються керамічні конденсатори, в яких як діелектрик застосовують п'єзокераміку. Діелектрична стала п'єзокераміки може сягати кількох тисяч, тому такі конденсатори за малих габаритів мають значну ємність. Керамічні конденсатори називають також сегнетоелектричними. Плівкові конденсатори, в яких за діелектрики правлять полістирол, тефлон та ін., мають велику електричну міцність. Проте їхня ємність зменшується з підвищенням температури.

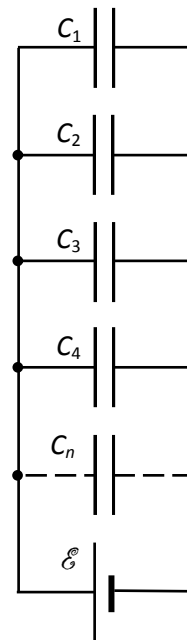
На кожному конденсаторі вказано ємність та робочу напругу. Ємність конденсатора може бути визначена, якщо виміряно накопичений заряд і напругу на його обкладках

$$C = \frac{q}{U}. \quad (4.1)$$

Якщо заряд (кількість електрики) виражати в кулонах, а напругу у вольтах, то ємність буде виражена у фарадах. На практиці користуються частковими одиницями:  $1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$  і  $1 \text{ пФ} = 10^{-12} \text{ Ф}$ .

Завдяки великій ємності знайшли широке застосування два алюмінієвих електроди, що знаходяться в електроліті із суміші борної добавки гліцерину. Конструктивно їх виготовляють так. Між тонкими просочений електролітом. При електролізі утворюється тонка плівка оксиду, товщині плівки виникає велика електрична ємність побудованого в такий

Електролітичні конденсатори мають певну полярність, їх вмикають На практиці виникає потреба сполучати конденсатори в батарею: (комбіновано). Розглянемо лише паралельне і послідовне сполучення При паралельному сполученні конденсаторів (мал. 4.1) спільною для



Мал. 4.1

електролітичні конденсатори. Вони мають кислоти ( $H_3BO_3$ ) і розчину аміаку ( $NH_4(OH)$ ) з алюмінієвими пластинами розмішують папір, яка є діелектриком. Завдяки дуже малій спосіб конденсатора.

лише “+” на “+” і “-” на “-”. паралельно, послідовно і мішано конденсаторів. всіх конденсаторів є напруга  $U$ , а тому

$$q_1 = C_1 U, q_2 = C_2 U, q_n = C_n U.$$

$$(4.2)$$

На основі закону збереження заряду сумарний заряд батареї

$$q = \sum_{i=1}^n q_i = U \sum_{i=1}^n C_i,$$

$$(4.3)$$

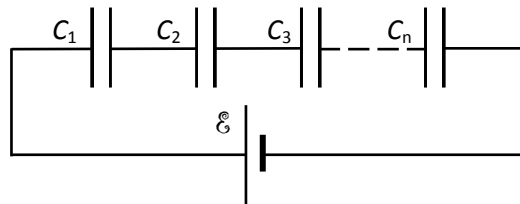
тому ємність батареї

$$C = \frac{q}{U} = \sum_{i=1}^n C_i.$$

$$(4.4)$$

При паралельному сполученні конденсаторів однакової ємності загальна ємність

$$C = nC, \quad (4.5)$$



Мал. 4.2

де  $n$  – кількість конденсаторів сполучених у батарею.

Для потреб лабораторії на основі паралельного сполучення виготовляють магазин ємностей.

Ознайомлюються з наявним магазином ємностей.

При послідовному сполученні конденсаторів (мал. 4.2) внаслідок явища електростатичної індукції однаковим для всіх конденсаторів буде заряд, що дорівнює повному заряду батареї. Тому

$$U_1 = \frac{q}{C_1}, U_2 = \frac{q}{C_2} \dots U_n = \frac{q}{C_n}. \quad (4.6)$$

Напруга батареї визначається сумою напруг на окремих конденсаторах:

$$U = \sum_{i=1}^n U_i = q \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i} . \quad (4.7)$$

Тому для всієї батареї буде справедливо:

$$\frac{1}{C} = \frac{U}{q} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i} . \quad (4.8)$$

Отже, при послідовному сполученні конденсаторів обернена загальна ємність дорівнює сумі обернених ємностей окремих конденсаторів. Якщо сполучити окремі конденсатори однакової ємності, то

$$C = C_1 / n, \quad (4.9)$$

тобто ємність батареї зменшується у стільки разів, скільки взято конденсаторів. Послідовне сполучення використовують для збільшення робочої напруги.

#### *Виконання вимірювань*

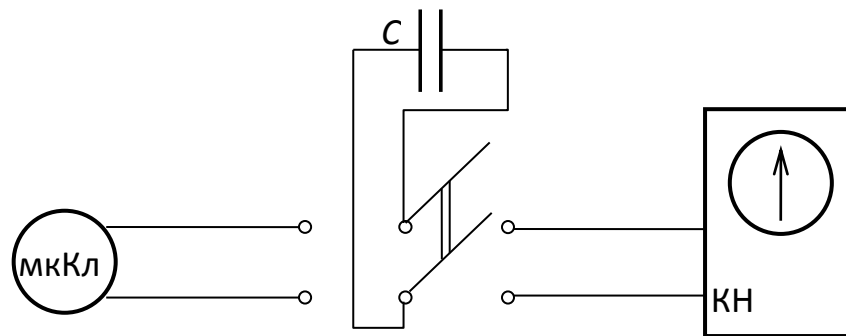
Завдання I: Дослідити залежність заряду конденсаторів від напруги при сталій ємності.

1. Скласти електричне коло згідно схеми, показаної на мал. 4.3.
2. На магазині встановити ємність 1 мкФ, на мікрокулонометрі встановити діапазон 10 мкКл.
3. На КН встановити напругу 1 В.
4. Зарядити конденсатор до напруги 1 В.
5. Розрядити конденсатор через мікрокулонометр і виміряти накопичений заряд (кількість електрики).
6. Такі вимірювання виконати, повторюючи пункти 3-5, для інших значень напруг вказаних викладачем.
7. Результати вимірювань занести до таблиці № 4.1.

$C = 1 \text{ мкФ}$

Таблиця № 4.1

Напруга $U$ , В					
Заряд $q$ , мкКл					



Мал. 4.3 Схема вимірювання ємностей конденсаторів

8. На основі одержаних даних побудувати графік залежності заряду конденсатора від напруги при сталій ємності. Зробити висновки.

Завдання II: Дослідити залежність заряду конденсатора від його ємності при сталій напрузі.

1. На КН встановити напругу 10 В.
2. На магазині встановити ємність 0,2 мкФ.
3. Зарядити магазин до напруги 10 В.
4. Виміряти заряд (кількість електрики) накопичений на магазині ємностей.
5. Виміряти заряд (кількість електрики), повторюючи пункти 2-4, при інших значеннях ємності магазину вказаних викладачем.
6. Результати вимірювань занести до таблиці № 4.2

$U=10\text{ В}$

Таблиця № 4.2

Ємність магазину $C$ , мкФ					
Заряд $q$ , мкКл					

7. На основі одержаних даних побудувати графік залежності заряду конденсатора від його ємності при сталій напрузі.

Завдання III: Виміряти ємність трьох конденсаторів з наявного набору.

1. Замість магазину ємностей приєднати конденсатор невідомої ємності.
2. Зарядити його до напруги 1 В. На мікрокулонометрі встановити діапазон 100 мкКл.
3. Розрядити конденсатор через мікрокулонометр. Якщо відхилення стрілки незначне, то змінити діапазон мікрокулонометра або змінити напругу так, щоб стрілка мікрокулонометра відхилилася більш як на половину шкали.

4. Результати вимірювань і обчислень занести до таблиці № 4.3. Зробити висновки.

Таблиця № 4.3

Конденсатор №	Напруга на конденсаторі $U$ , В	Заряд конденсатора $q$ , мкКл	Ємність конденсатора, мкФ		Похибка	
			Обчислена $C_{Обч}$	Номинальна $C_{Ном}$	Абсолютна, мкФ	Відносна, %

Завдання IV: Виміряти ємності мікрофардометром.

1. Виміряти ємність наявних конденсаторів мікрофардометром. Порівняти з даними одержаними при вимірюванні мікрокулонометром та із значеннями, вказаними на корпусі конденсаторів.
2. Результати занести до таблиці № 4.4. Зробити висновки.

Таблиця № 4.4

№ конденсатора $i$	1	2	3	4	5	6	7
$C_i$ , мкФ							
$\Delta C_i$ , мкФ							
$\gamma_{C_i}$ , %							

3. З'єднати три конденсатори (задані викладачем) паралельно, виміряти ємність і порівняти одержані результати з теоретично обчисленими значеннями.
4. З'єднати три конденсатори (задані викладачем) послідовно, виміряти ємність і порівняти одержані результати з теоретично обчисленими значеннями.
5. Результати занести до таблиці № 6.2. Зробити висновки.

Таблиця № 6.2

Конденсатори № __, __, __	Обчислена ємність	Виміряна ємність

Послідовне з'єднання	$C_{ОбчПосл, мкФ}$	$\Delta C_{ОбчПосл, мкФ}$	$C_{ВимПосл, мкФ}$	$\Delta C_{ВимПосл, мкФ}$
Паралельне з'єднання	$C_{ОбчПар, мкФ}$	$\Delta C_{ОбчПар, мкФ}$	$C_{ВимПар, мкФ}$	$\Delta C_{ВимПар, мкФ}$

#### *Контрольні питання*

1. Дати означення конденсатору. В яких одиницях вимірюється електроємність конденсаторів?
2. Класифікації технічних конденсаторів.
3. Які основні параметри технічних конденсаторів?
4. За якою формулою визначають ємність конденсатора?
5. Закони послідовного та паралельного сполучення ємностей.

#### *Рекомендована література*

1. Кучерук І. М., Горбачук І. Т., Луцик П. П. Загальний курс фізики у 3 т.: Навч. посіб. – К.: Техніка, 2001. – Т.2. Електрика і магнетизм. – С. 60–64.
2. Цілінко М. Г. Саморобні електронні прилади в лабораторному практикумі з електрики і магнетизму: Навч. посіб. – К.: ІСДО, 1995. – С. 39–48.
3. Цілінко М. Г., Прокопнеко М. М., Цілінко О. М. Мікрокулонометр і калібратори струму та напруги в лабораторному практикумі: Навч. посіб. – Житомир: ПП Євенок О. О., 2006. – С. 40-45.

#### *Висновки*

---



---



---



---



---



---



---