

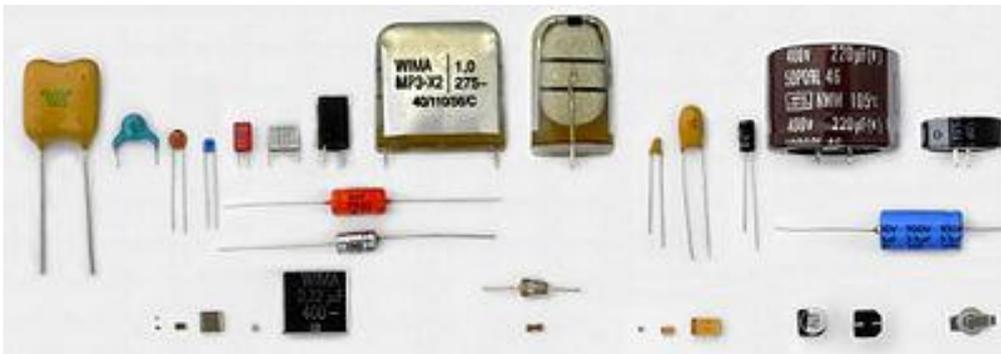
## Урок № 22

**Тема уроку:** З'єднання конденсаторів.

**Мета уроку:**

- навчальна –розібрати види конденсаторів та види їх з'єднання; встановити переваги та недоліки кожного типу з'єднання; навчити учнів розв'язувати стандартні задачі з даної теми;
- розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці;
- виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

### Матеріал до уроку Види конденсаторів



Залежно від свого **призначення** конденсатори поділяються на конденсатори:



**постійної ємності**



**змінної ємності**



За **типом діелектрика** конденсатори поділяються на:



**паперові**



**слюдяні**



**повітряні**



**електролітичні**



**керамічні**



Електролітичні



Керамічні

За формою обкладинок конденсатори поділяються на:



плоскі



циліндричні



сферичні

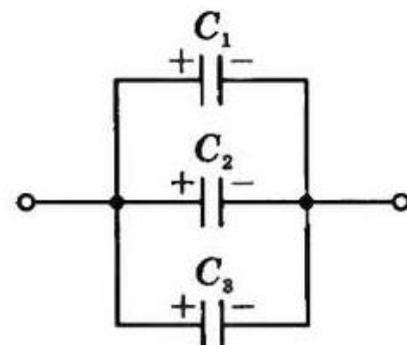


## Види з'єднання конденсаторів

Кожен конденсатор характеризується *ємністю* та *максимальною робочою напругою*  $U_{max}$ . Якщо напруга на конденсаторі значно перевищує  $U_{max}$ , то відбувається *пробій* - між обкладками конденсатора виникає іскра, яка руйнує ізоляцію.

Щоб одержати необхідну електроємність за певної робочої напруги, конденсатори з'єднують між собою в батареї, застосовуючи при цьому *паралельне*, *послідовне* та *змішане з'єднання*. Для простоти сприйняття розглядаємо батарею, яка складається з трьох конденсаторів електроємностями  $C_1, C_2, C_3$  відповідно. Зверніть, однак, увагу, що закономірності, які будуть одержані, справджуються й для батареї, що містить *будь-яку кількість конденсаторів*.

У разі паралельного з'єднання конденсаторів позитивно заряджені обкладки всіх конденсаторів з'єднують в один вузол, а негативно заряджені - в інший вузол. У такому випадку загальний заряд  $q$



батареї конденсаторів дорівнює алгебраїчній сумі зарядів окремих конденсаторів:

$$q = q_1 + q_2 + q_3$$

де  $q_1, q_2, q_3$  - заряд першого, другого та третього конденсаторів відповідно.

З'єднані в один вузол обкладки являють собою один провідник, тому потенціали обклабок і різниця потенціалів (напруга) між обкладками всіх конденсаторів однакові:

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

Отже, у випадку паралельного з'єднання: конденсаторів допустима робоча напруга батареї визначається робочою напругою одного конденсатора.

Оскільки  $q = CU$ ,  $q_1 = C_1U$ ,  $q_2 = C_2U$ ,  $q_3 = C_3U$ , то  $CU = C_1U + C_2U + C_3U$

Отже, загальна електроємність батареї, яка складається з трьох паралельно з'єднаних конденсаторів, становить:

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

У разі послідовного з'єднання

конденсатори з'єднують між собою різнойменно зарядженими обкладками. У цьому випадку потенціали різнойменно заряджених обклабок розміщених поряд конденсаторів є однаковими. Завдяки явищу електростатичної індукції також однаковим для всіх конденсаторів буде й заряд, який дорівнюватиме заряду батареї.

Отже:

$$q = q_1 = q_2 = q_3$$

Напруга на батареї послідовно з'єднаних конденсаторів дорівнює сумі напруг на окремих конденсаторах:

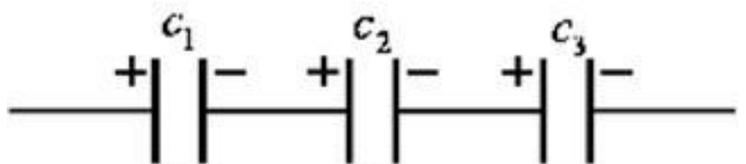
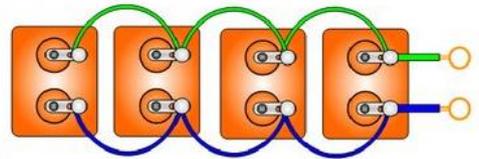
$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

Оскільки  $U = \frac{q}{C}$ ;  $U_1 = \frac{q}{C_1}$ ;  $U_2 = \frac{q}{C_2}$ ;  $U_3 = \frac{q}{C_3}$ , то  $\frac{q}{C} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3}$  отже, величина, обернена загальній електроємності

батареї, що складається з трьох послідовно з'єднаних конденсаторів, дорівнює:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

У разі послідовного з'єднання конденсаторів ємність батареї менша, ніж ємність конденсатора з мінімальною ємністю. Завдяки цьому збільшується допустима робоча напруга батареї порівняно з допустимою робочою напругою окремого конденсатора.



Наведені співвідношення можна узагальнити для батарей, які містять будь-яку кількість конденсаторів.

Зверніть увагу:

1) Якщо батарея містить  $n$  паралельно з'єднаних конденсаторів електроємністю  $C'$  кожен, то:

$$C = nC'$$

2) Якщо батарея містить  $n$  послідовно з'єднаних конденсаторів електроємністю  $C'$  кожен, то:

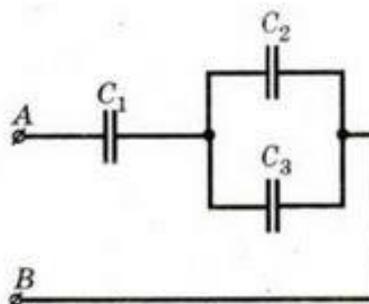
$$\frac{1}{C} = \frac{n}{C'} \quad \text{або} \quad C = \frac{C'}{n}$$

### Закріплення нових знань і вмінь

**Задача 1.** Три конденсатори ємностями  $C_1 = 0,2$  мкФ,  $C_2 = C_3 = 0,4$  мкФ з'єднані між собою, як показано на малюнку, і приєднані до джерела постійного струму  $U_{AB} = 250$  В. Визначити загальний електричний заряд, заряд і різницю потенціалів на кожному з конденсаторів.

Дано:	СІ
$U_{AB} = 250$ В	
$C_1 = 0,2$ мкФ	$0,2 \cdot 10^{-6}$ Ф
$C_2 = C_3 = 0,4$ мкФ	$0,4 \cdot 10^{-6}$ Ф
$q - ?$ $q_1 - ?$ $q_2 - ?$ $q_3 - ?$ $U_1 - ?$ $U_2 - ?$ $U_3 - ?$	

Аналіз фізичної проблеми



Пошук математичної моделі

Загальний заряд визначимо за формулою  $q = CU_{AB}$ , де  $C$  - ємність батареї конденсаторів, яку визначимо з формули змішаного з'єднання,

$$C = \frac{C_1 (C_2 + C_3)}{C_1 + C_2 + C_3} = \frac{2C_1 C_2}{C_1 + 2C_2}$$

Заряд, накопичений батареєю:

$$q = \frac{2C_1 C_2}{C_1 + 2C_2} U_{AB}$$

Підставимо числові значення:

$$q = \frac{2 \cdot 0,2 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \cdot 10^{-6}}{0,2 \cdot 10^{-6} + 2 \cdot 0,4 \cdot 10^{-6}} \cdot 250 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ (Кл)}$$

Заряд першого конденсатора такий же, як і загальний заряд,  $q_1 = q$ , а заряди на двох інших конденсаторах  $q_2 = q_3 = q/2$ . Отже, заряди на окремих конденсаторах:  $q_2 = q_3 = 2 \cdot 10^{-5}$  (Кл).

Знаючи ємність і заряд кожного конденсатора, можемо визначити різницю потенціалів на їх обкладках.

$$U_1 = \frac{q_1}{C_1}$$
$$U_1 = \frac{4 \cdot 10^{-5}}{0,2 \cdot 10^{-6}} = 200 \text{ (В)}$$

$$U_2 = U_3 = \frac{q_2}{C_2}$$
$$U_2 = U_3 = \frac{2 \cdot 10^{-5}}{0,4 \cdot 10^{-6}} = 50 \text{ (В)}$$

*Перевірка розмірності*

$$[q] = \frac{\Phi \cdot \Phi}{\Phi + \Phi} \text{ В} = \frac{\Phi^2}{\Phi} \text{ В} = \Phi \cdot \text{В} = \frac{\text{Кл}}{\text{В}} \text{ В} = \text{Кл}$$

$$[q_2] = [q_3] = \text{Кл}$$

$$[U_1] = [U_2] = [U_3] = \frac{\text{Кл}}{\text{В}} = \text{В}$$

**Відповідь:**  $q = 4 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$ ;  $q_2 = q_3 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$ ;  $U_1 = 200 \text{ В}$ ;  $U_2 = U_3 = 50 \text{ В}$ .

### **Домашнє завдання**

Написати конспект. Опрацювати параграф §5 с.26-28, виконати впр.6,8 підручника 2.