

Лекція № 6

Тема: Електрична ємність провідників. Конденсатор. Основні поняття.

План

1. Поняття електричної ємності провідників.
2. Конденсатор. Основні поняття.
3. Діелектрична проникність.

Поняття електричної ємності провідників.

Ємність є однією з найважливіших властивостей провідників. Збільшення заряду у визначену кількість разів, у стільки ж разів збільшує напруженість, яку створює поле, а відповідно і потенціал таким чином можна записати:

де C – деяка постійна величина, яка називається ємністю провідника;

Q - величина заряду;

U - потенціал тіла;

φ -

$$C = \frac{Q}{\varphi}$$

$$C = \frac{Q}{U}$$

Ємність провідника – це фізична величина, яка характеризує здатність провідника накопичувати електричний заряд і дорівнює відношенню заряду провідника до його потенціалу.

Або електричною ємністю тіла називають його здатність утримувати на собі електричний заряд при потенціалі, що дорівнює 1 В.

Ємність такого провідника, збільшення заряду якого на 1 Кл призводить до підвищення його потенціалу на 1 В, така одиниця називається – **фарадою**, або така ємність при якій тіло здатне утримувати на собі 1 Кл електричного заряду при потенціалі 1 В.

Фарада дуже велика одиниця, тому на практиці використовують більш менші:

$$1 \text{ мкф} = 10^{-6} \text{ ф};$$

$$1 \text{ пф} = 10^{-12} \text{ ф}$$

Величина електричної ємності тіла визначається їх зовнішньою поверхнею. Електрони, які попадають на поверхню тіла під дією зовнішніх сил, відштовхуються полями власних електронів даного тіла і не маючи можливості проникнути в середину тіла, залишаються на його поверхні. Отже, чим більше зовнішня поверхня тіла, тим більше можна надати йому заряд при одному й

тому ж потенціалі, а якщо тіло утримує більше заряд – ємність у нього більше.

1. Конденсатор. Основні поняття.

Для отримання порівняно великих по величині електричних зарядів, виготовляють спеціальні прилади, що називають **конденсаторами** (елемент електричного кола, призначений для використання його ємності). **Конденсатор** (рос. *конденсатор*, англ. *condenser, capacitor*; нім.

– система з двох чи більше електродів (*обкладок*), які розділені діелектриком, товщина якого менша у порівнянні з розміром обкладок. Така система має взаємну ємність і здатна зберігати електричний заряд. У 1745 році в Лейдені німецький фізик Евальд Юрген фон Клейст та голландський фізик Пітер ван Мушенбрук створили перший конденсатор – «лейденську банку».

Характеристики конденсаторів:

- **Номінальна напруга** Іншою не менш важливою характеристикою конденсаторів є номінальна напруга – значення напруги, яке позначається на конденсаторі, при якому він може працювати у заданих умовах під час строку служби із збереженням параметрів у допустимих межах.
- **Питома ємність** Конденсатори також характеризуються питомою ємністю – відношення ємності до об'єму (або маси) конденсатора.
- **Ємність** Основною характеристикою конденсатора є його електрична ємність (точніше *номінальна ємність*), яка визначає накопичений заряд. Типові значення ємності конденсаторів складають від одиниць пікофарад до сотень мікрофарад. Але існують конденсатори з ємністю десятків фарад.
- **Полярність** Більшість конденсаторів із оксидним діелектриком (електролітичні) мають уніполярну провідність, внаслідок чого їх експлуатація можлива тільки при позитивному потенціалі аноду.

● **Тангенс кута втрат** Втрати енергії в конденсаторі визначаються втратами у діелектрику та обкладках. При протіканні змінного струму через конденсатор, вектори напруги і струму зсунуті на кут $\pi/2 - \delta$ (δ – кут діелектричних втрат). При відсутності втрат $\delta = 0$. Тангенс кута втрат визначається відношенням активної потужності P_a до реактивної P_r при синусоїдній напрузі визначеної частоти. Величина, зворотна $\text{tg } \delta$, називається добротністю конденсатора.

● **Електричний опір ізоляції конденсатора** Електричний опір ізоляції – це опір конденсатора постійному струму, яке визначається співвідношенням $R_{iz} = U / I_{вум}$, где U – напруга, що спрямована на конденсатор, $I_{вум}$ – струм витоку.

● **Температурний коефіцієнт ємності (ТКЄ)** ТКЄ – це параметр, який

характеризує залежність ємності конденсатора від температури. Практично ТКЄ визначають як відношення зміни ємності конденсатора при зміні температури на 1°C. Але ТКЄ визначається не для всіх типів конденсаторів.

Класифікація конденсаторів:

- **Конденсатори з газоподібним діелектриком;**
- **Конденсатори з рідким діелектриком;**
- **Конденсатори з твердим неорганічним діелектриком:** скляні, слюдяні, керамічні, тонкошарові із неорганічних плівок;
- **Конденсатори з твердим органічним діелектриком:** паперові, металопаперові, плівочні, комбіновані;

• **Електролітичні та оксидо-напівпровідникові конденсатори.** Такі конденсатори відрізняються від інших типів перш за все своєю величезною питомою ємністю. В якості діелектрика використовується оксидний шар на металі, який є анодом. Друга обкладка (катод) – це або електроліт (у електролітичних конденсаторах) або шар напівпровідника (у оксиднонапівпровідникових), нанесений безпосередньо на оксидний шар. Анод виготовляється, в залежності від типу конденсатора, з алюмінієвої, ніобієвої чи танталової фольги.

Використання конденсаторів

- Конденсаторам знаходиться використання практично у всіх галузях електротехніки.
- Конденсатори використовуються як фільтри при перетворенні змінного струму на постійний.
- При з'єднанні конденсатора з катушкою індуктивності утворюється коливальний контур, який використовується у пристроях прийому-передачі.
- За допомогою конденсаторів можна отримувати імпульси великої потужності, наприклад, у фотоспалахах.
- Оскільки конденсатор здатний довгий час зберігати заряд, то його можна використовувати в якості елемента пам'яті.

Найпростішим конденсатором являється плоский конденсатор, який складається з двох однакових металевих пластин, розділених шаром повітря, або іншого матеріалу, в якому не має вільних електронів. Такі матеріали називають **діелектриками**. Особливість плоского конденсатора у порівнянні з іншими конденсаторами в тому, що електричне поле між його пластинами рівномірне, тобто напруженість такого поля в будь-якій точці однакова. Рівномірне поле зображають однаковою густиною стрілок. Електричні заряди

на пластинах конденсатора розташовуються тільки на одній стороні (внутрішній) під дією електричних сил тяжіння, що виникають.

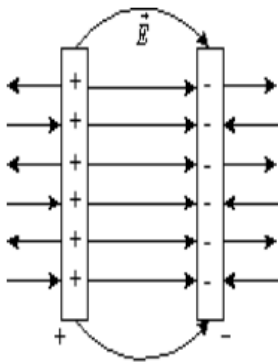
Електрична ємність плоского конденсатора, яку розуміють як ємність однієї з пластин (будь-якої) визначають за формулою:

$$C = \frac{\epsilon \cdot S}{d}$$

Де S – однієї сторони пластини в m^2 ;

d – відстань між пластинами в м ;

ϵ – діелектрична проникність ізолюючого шару.



Схематичне зображення плоского конденсатора.

Якщо одні й ті ж самі заряджені тіла при незмінній відстані між ними, помістити у вакуумі і в будь-якому іншому середовищі (ізолюючому), наприклад у воді, то сили взаємодії будуть різними, у воді сили у 81 раз менше ніж у вакуумі. На взаємодію між зарядженими впливає і середовище в якому вони знаходяться. Для врахування впливу середовища введено величину, яку називають діелектричною проникністю середовища. Так середовище, яке відрізняється від вакууму, завжди зменшує сили взаємодії між зарядженими тілами, то у формулі закону Кулона діелектричну проникність вводять у знаменник:

$$F = q_1 \cdot q_2 / \epsilon \cdot r^2$$

Діелектрична проникність для різних діелектриків, у відповідності з прийнятою у нас системою одиниць вимірювання, може бути представлена як добуток двох співмножників:

$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$$

Де ϵ_0 – діелектрична проникність вакууму, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл/В·м;

ϵ_r відносна проникність, яка представляє собою число, що вказує у скільки разів діелектрична проникність середовища більше діелектричної проникності вакууму.