



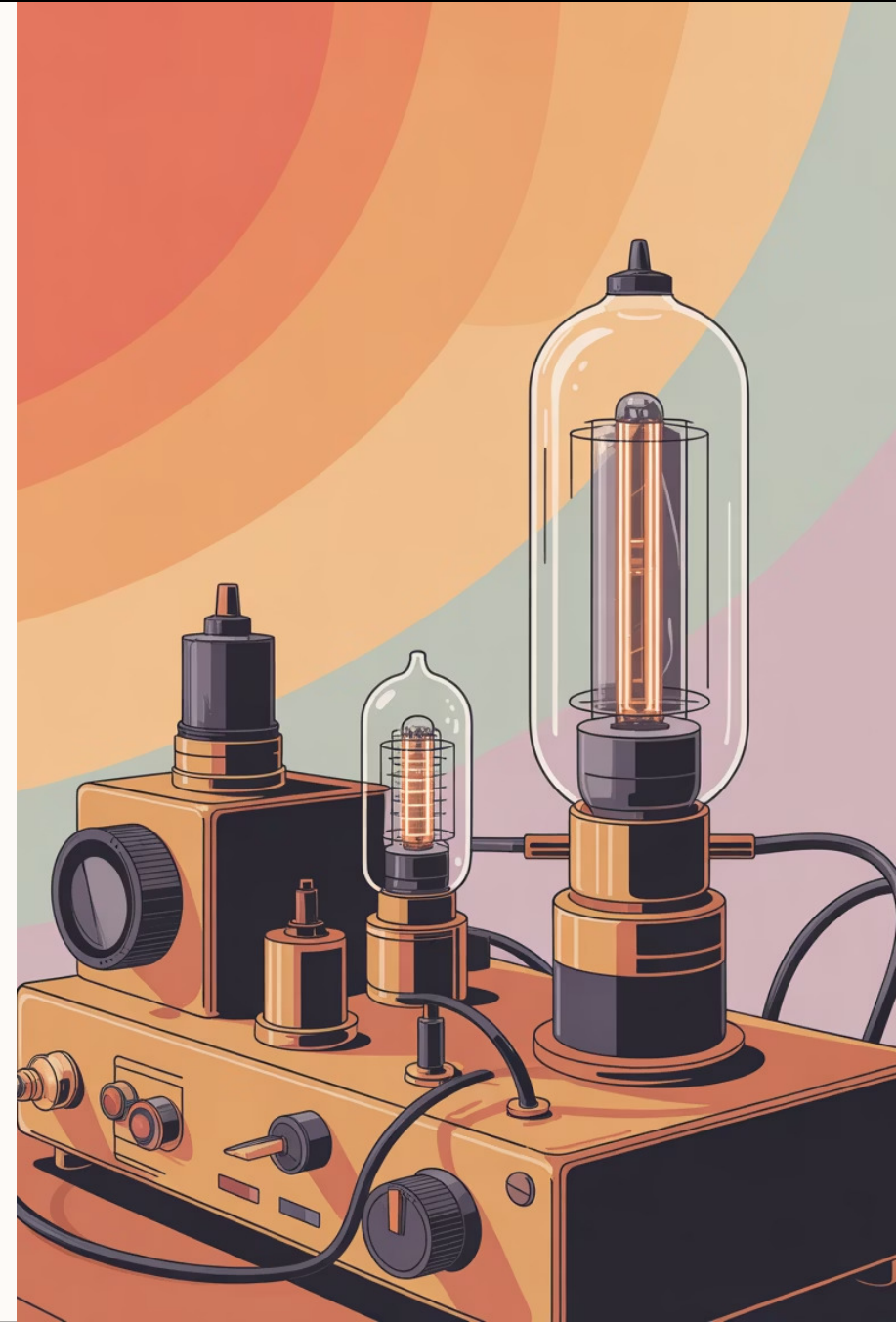
Електроємність і конденсатори: будова, принцип дії та застосування

Дослідження фундаментальних принципів електроємності та
практичного застосування конденсаторів у сучасній електроніці

Частина 1

Історія та основи конденсаторів

Від перших експериментів XVIII століття до сучасних технологій
накопичення енергії



Лейденська банка — перший конденсатор (1745)

01

Винахідники

Евальд фон Клейст і Пітер ван Мушенбрук незалежно створили перший пристрій для накопичення електричного заряду

03

Значення

Вперше люди змогли штучно отримати потужну електричну іскру, що започаткувало систематичне вивчення електрики

02

Конструкція

Скляна банка з металевою фольгою всередині і зовні, що дозволяла накопичувати значний електричний заряд

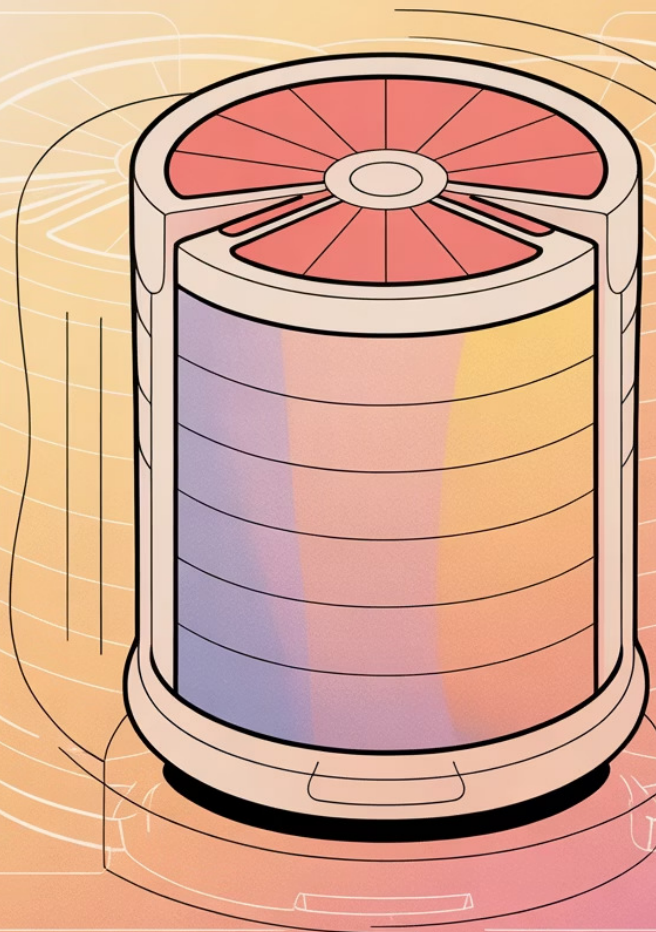




Лейденська банка — перший конденсатор XVIII століття

Револьюційний винахід, що відкрив шлях до розуміння природи електрики та створення сучасних електронних пристроїв

Capacitor



Що таке конденсатор?



Накопичувач енергії

Електронний компонент, що накопичує і зберігає електричний заряд у вигляді електричного поля



Будова

Складається з двох провідних обкладок, розділених ізоляційним матеріалом — діелектриком



Принцип

Діелектрик запобігає прямому проходженню струму між обкладками, забезпечуючи збереження заряду

Будова конденсатора

→ Обкладки (провідники)

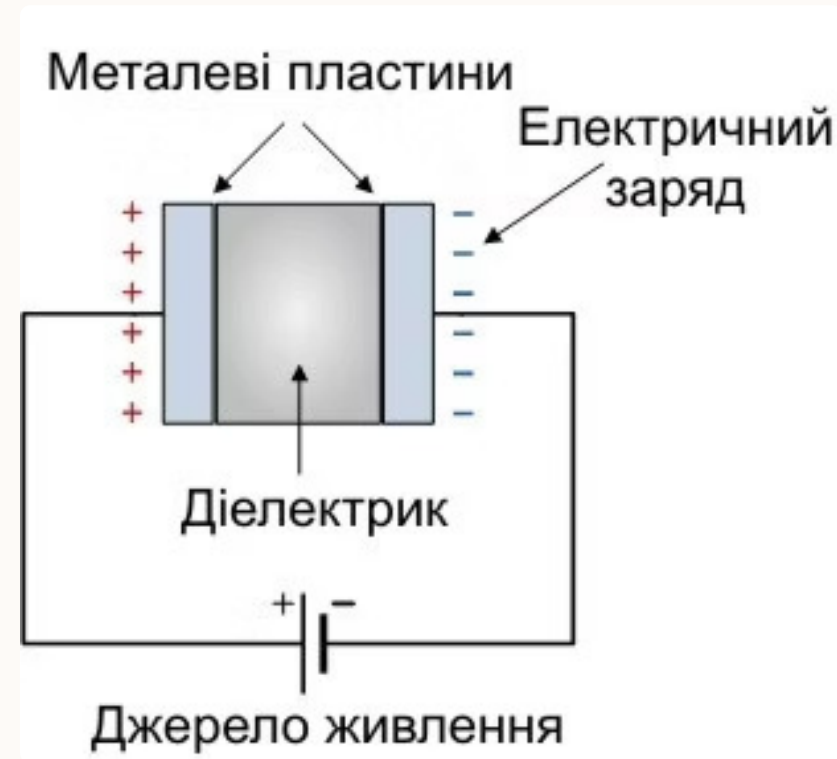
Металеві пластини або плівки, що накопичують електричний заряд протилежних знаків

→ Діелектрик

Ізоляційний матеріал між обкладками: повітря, кераміка, слюда, полімерні плівки, оксидні шари

→ Корпус і виводи

Захисна оболонка та металеві контакти для підключення до електричної схеми



Кожен елемент конструкції відіграє важливу роль у функціонуванні конденсатора



Принцип дії конденсатора

1

Прикладання напруги

При підключенні джерела напруги на обкладках починають накопичуватися заряди протилежних знаків

2

Утримання зарядів

Діелектрик створює електричне поле та утримує заряди, не даючи їм безпосередньо з'єднатися

3

Накопичення енергії

Конденсатор заряджається і зберігає енергію у вигляді електричного поля між обкладками

Формула електроємності конденсатора

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

 **Основна формула** визначає електроємність як відношення заряду до напруги

C — ємність

Вимірюється у фарадах (Ф) — основна одиниця електроємності

Q — заряд

Заряд на обкладці, вимірюється у кулонах (Кл)

U — напруга

Різниця потенціалів між обкладками у вольтах (В)

Формула ємності плоского конденсатора

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon \frac{S}{d}$$

$\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ Ф/м}$

Електрична стала вакууму — фундаментальна фізична константа

 ε — діелектрична проникність

Безрозмірна величина, що характеризує властивості діелектричного матеріалу

 S — площа обкладок (м^2)

Площа поверхні, що перекривається між провідними обкладками

 d — відстань між обкладками (м)

Товщина діелектричного шару, що розділяє обкладки

Енергія, накопичена в конденсаторі

$$W = \frac{CU^2}{2}$$

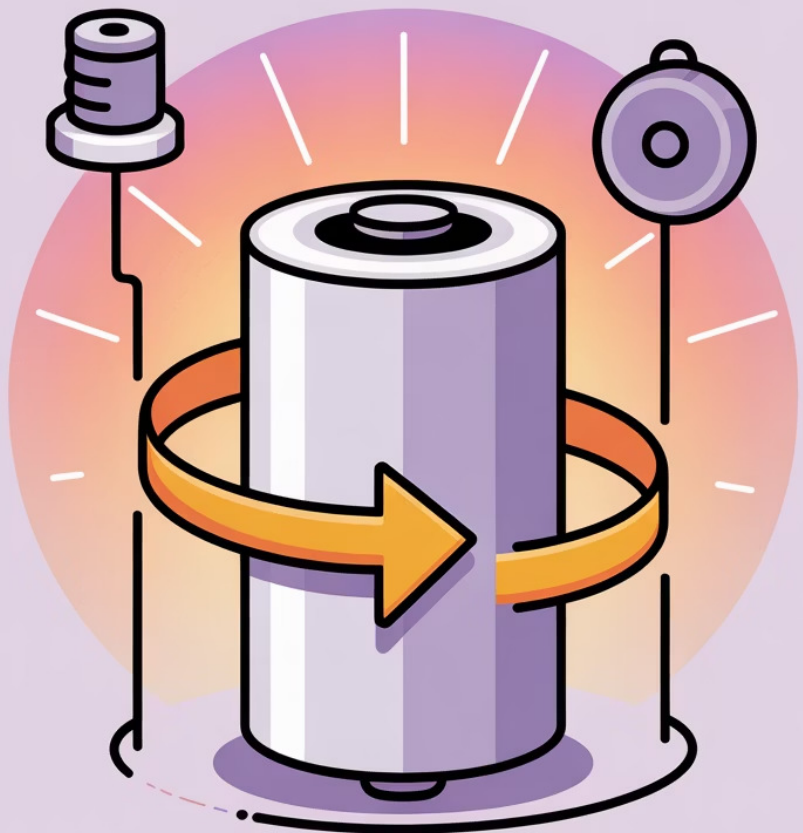
W — енергія в джоулях (Дж)

Конденсатор може миттєво віддавати накопичену енергію, що робить його незамінним у багатьох застосуваннях



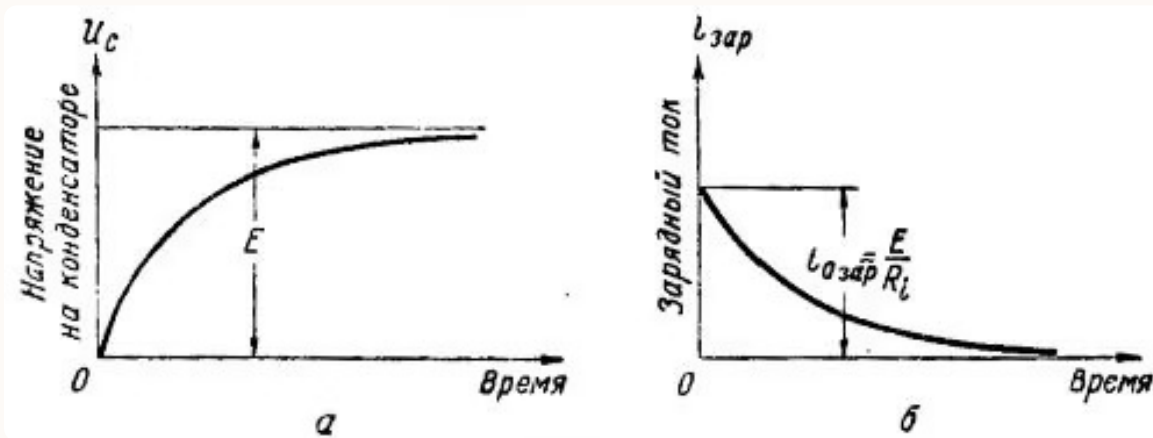
Енергія зберігається у електричному полі між обкладками

Capacitor



Схематичне зображення заряджання і розряджання конденсатора

Циклічний процес накопичення та вивільнення електричної енергії у конденсаторі



Задачі на розрахунок плоского конденсатора

01

Аналіз умов

Визначте відомі величини: площу обкладок (S), відстань між ними (d) та діелектричну проникність матеріалу (ϵ) з таблиць або умов задачі.

02

Вибір формули

Для плоского конденсатора використовуйте формулу: $C = \epsilon_0 \epsilon \frac{S}{d}$, де ϵ_0 — електрична стала.

03

Підстановка значень

Переконайтеся, що всі величини переведені в одиниці СІ (метри, квадратні метри) для коректних розрахунків.

04

Розрахунок та одиниці

Обчисліть значення ємності та запишіть результат у фарадах (Ф), за необхідності використовуючи кратні або частинні одиниці (мкФ, нФ, пФ).



Задачі

1. Базова задача

Площа обкладок плоского конденсатора становить $S = 0,02 \text{ м}^2$.

Відстань між ними $d=1\text{мм}$. Діелектрик – повітря ($\epsilon \approx 1$). Знайти ємність конденсатора.

2. З діелектриком

Між обкладками плоского конденсатора з площею $S = 100 \text{ см}^2$ і відстанню $d = 0,5 \text{ мм}$ вставлено скло з діелектричною проникністю $\epsilon=5$. Обчислити ємність конденсатора.

3. Конденсатор під напругою

Конденсатор ємністю, обчисленою в задачі 1, підключили до джерела напруги $U = 200 \text{ В}$. Знайти:

1. Заряд на обкладках q .
2. Енергію електричного поля конденсатора W .

4. Заміна діелектрика

Між обкладками площею $S = 0,01 \text{ м}^2$ і відстанню $d = 2 \text{ мм}$ спочатку є повітря, а потім вставляють діелектрик з $\varepsilon = 2,5$.

У скільки разів зміниться ємність конденсатора?

5. Комбінована (підвищена складність)

Плоский конденсатор з обкладками площею $S = 50 \text{ см}^2$, відстанню $d = 0,5 \text{ мм}$, заповнений діелектриком ($\varepsilon = 4$), підключили до джерела напруги $U = 100 \text{ В}$.

Знайти:

1. Ємність конденсатора.
2. Заряд на обкладках.
3. Енергію поля.
4. Поверхневу густину заряду $\sigma = \frac{q}{S}$.

Практичне застосування конденсаторів



Фільтрація сигналів

Згладжування пульсацій у блоках живлення, фільтрація шумів та небажаних частот у електронних схемах



Накопичення енергії

Тимчасове зберігання енергії для фотовспишок, лазерних імпульсів, зварювальних апаратів



Радіотехніка

Коливальні контури у радіоприймачах, передавачах, системах бездротового зв'язку



Захист електроніки

Захист від стрибків напруги, електростатичних розрядів, стабілізація живлення

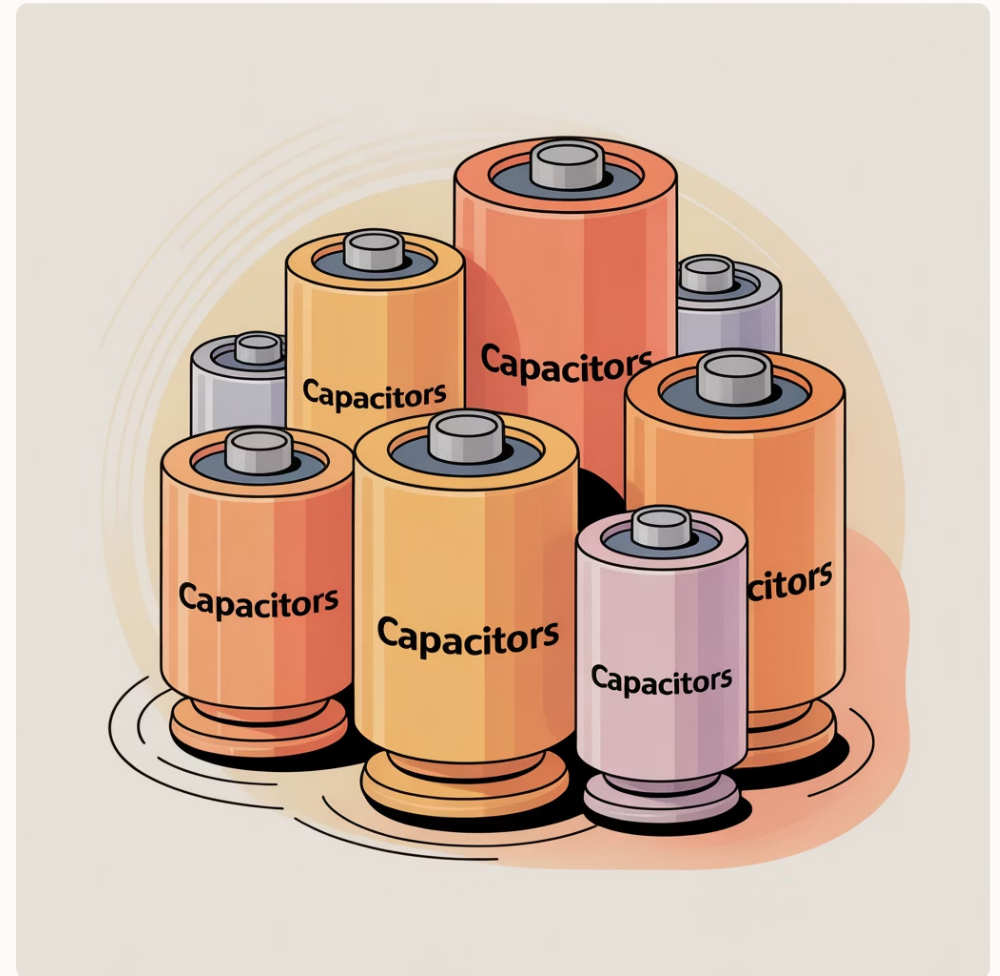
Різновиди конденсаторів за будовою та діелектриком

За геометрією:

- Плоскі (паралельні пластини)
- Циліндричні (рулонні)
- Сферичні (рідко використовуються)

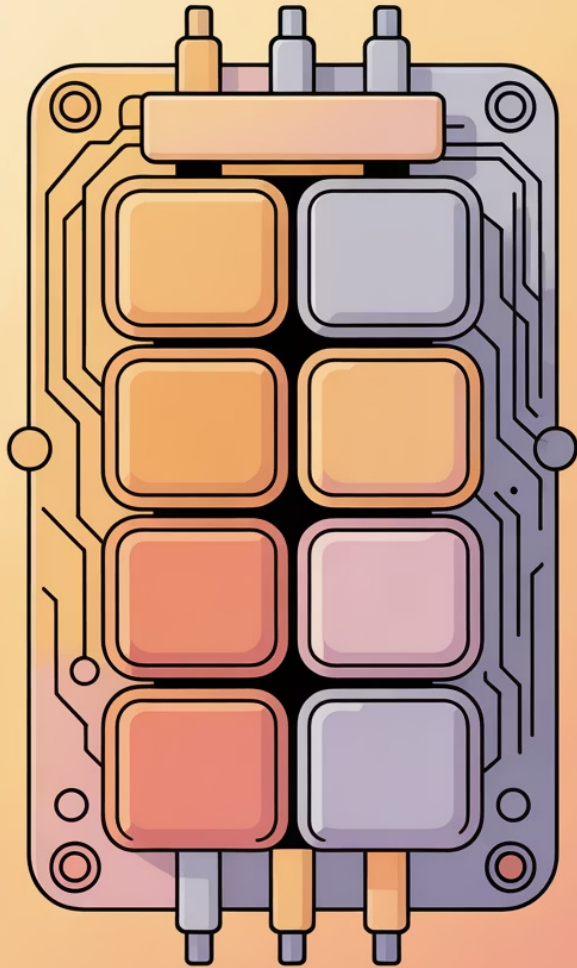
За типом діелектрика:

- Керамічні
- Електролітичні
- Полімерні (плівкові)
- Слюдяні
- Паперові



Різноманітність конструкцій дозволяє оптимізувати конденсатори для специфічних застосувань

Power Supply



Електролітичні конденсатори

Характеристики

Висока ємність (до декількох тисяч мкФ),
полярні — мають
позитивний і негативний
виводи

Застосування

Фільтри живлення,
згладжуючі ланцюги,
низькочастотні кола
аудіоапаратури

Обмеження

Обмежена робоча напруга,
температурний діапазон,
термін служби 5-15 років

Керамічні конденсатори

Переваги

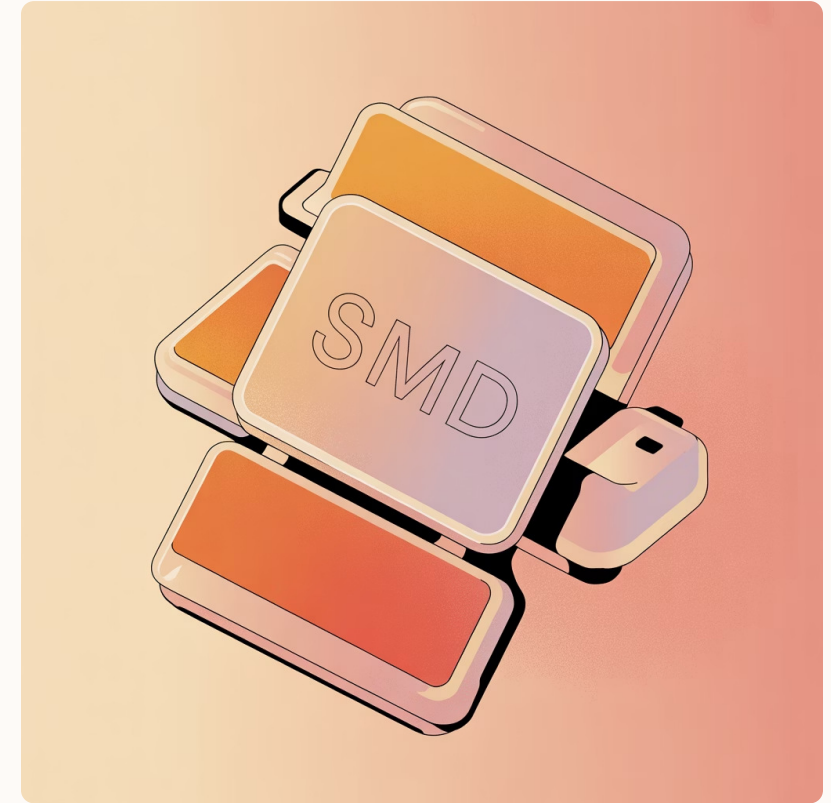
Неполярні, стабільні характеристики, низькі втрати, широкий частотний діапазон

Застосування

Високочастотні кола, радіоапаратура, цифрова електроніка, розв'язувальні ланцюги

Ємність

Зазвичай невеликі ємності від пікофарадів до одиниць мікрофарадів



✓ **Найпоширеніші** в сучасній електроніці завдяки надійності та доступності

Конденсатори змінної ємності

1 Принцип роботи

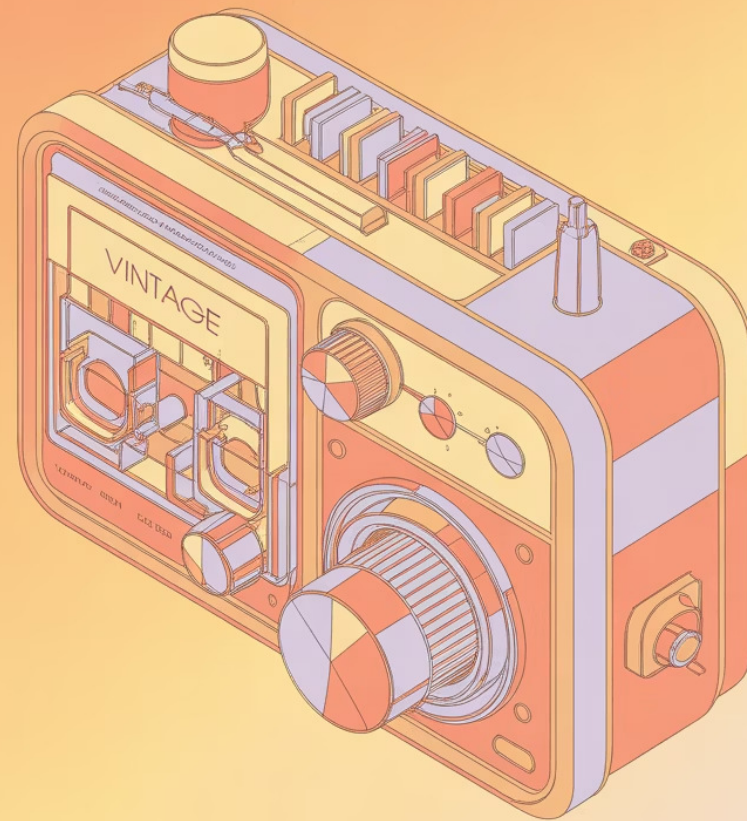
Регулювання ємності зміною площі перекриття обкладок або відстані між ними

2 Механізм

Поворотні пластини, що змінюють ефективну площу конденсатора

3 Застосування

Налаштування частоти у радіоприймачах, антенних системах, генераторах



З'єднання конденсаторів у схемах

Послідовне з'єднання

Загальна ємність менша за найменшу ємність окремого конденсатора

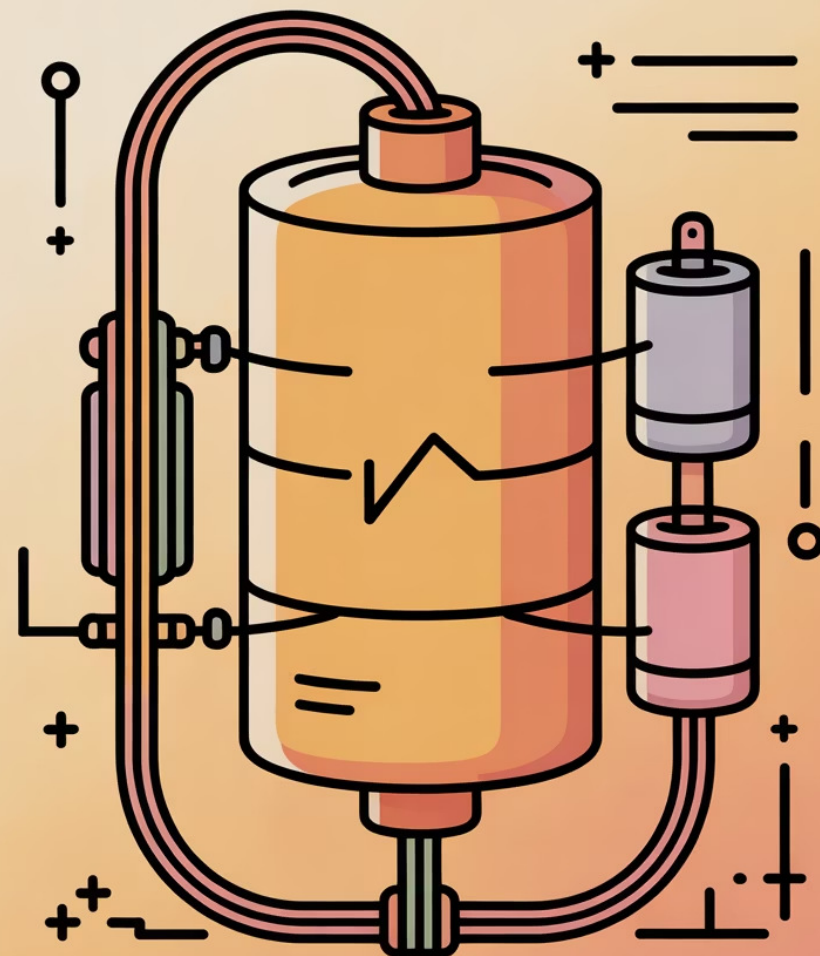
$$\frac{1}{C_{\text{заг}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$$

Паралельне з'єднання

Загальна ємність дорівнює сумі всіх ємностей

$$C_{\text{заг}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

Різні способи з'єднання дозволяють досягти потрібних параметрів схеми



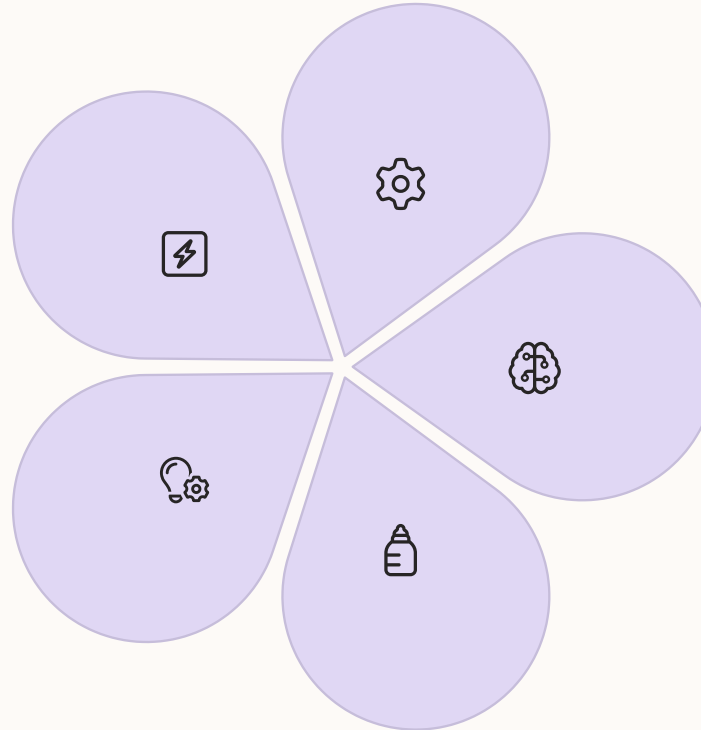
Висновок

Накопичення енергії

Ключовий принцип

Технологічний прогрес

Від Лейденської банки до
суперконденсаторів



Різноманітність типів

Для кожного застосування

Електроніка

Незамінний компонент

Фізичні закони

Математичний опис

Конденсатори залишаються фундаментальною основою сучасної електроніки, забезпечуючи ефективне керування електричною енергією у найрізноманітніших пристроях