



Capacidade e dieléctricos

Definição de condensador.

Capacidade de condensadores.

Associação de Condensadores



Cacilda Moura-DFUM

Capítulo 3(1_2)

1



Garrafas de Leyden



O dispositivo original era composto por uma garrafa de vidro com água no seu interior; com uma rolha perfurada por uma haste metálica que ficava em contacto com a água. Quando a garrafa era segurada pela mão de um operador e a haste posta em contacto com o terminal de uma máquina electrostática, uma grande quantidade de carga eléctrica era acumulada sobre as paredes da garrafa, com polaridades opostas dentro e fora.

Uma garrafa de Leyden com 111 pF de capacidade armazena tanta carga eléctrica quanto uma esfera isolada com 2 metros de diâmetro, para a mesma diferença de potencial

Inventadas por Von Musschenbroek, em Leiden (ou Leyden), Holanda, em 1745,

Cacilda Moura-DFUM

Capítulo 3(1_2)

2



condensadores: dispositivos que armazenam cargas eléctricas.

- Usadas em circuitos eléctricos: para sintonizar a frequência dos receptores de rádio; como filtros, nas fontes de potência; armazenadores de energia nas unidades de flash electrónico...
- O condensador é constituído, essencialmente, por dois condutores separados por um isolador.
- A capacidade de um condensador depende da sua forma geométrica e da natureza do material (o dieléctrico) que separa os condutores carregados.



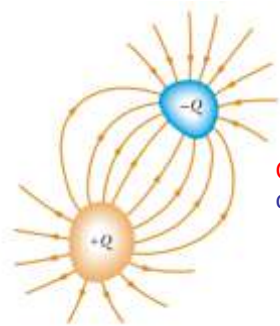
Condensador

Dois condutores carregados: carga $+Q$ e $-Q$

Diferença de Potencial: V



Capacidade do Condensador: Relação entre a carga do condensador (placas) e a diferença de potencial

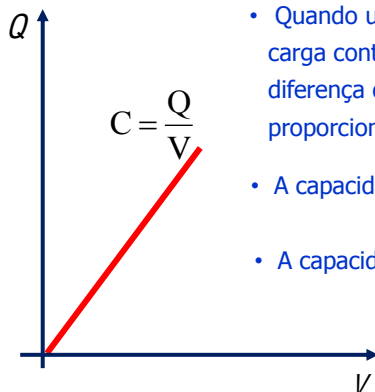


$$C = \frac{Q}{V}$$

Unidade SI: farad ($1F=1C/1V$)

Q – Valor absoluto da carga de cada uma das placas (SI: coulomb)

V – Valor absoluto da diferença de potencial entre as placas (SI: volt)



- Quando um condensador é carregado, à medida que a carga contida nas placas do condensador aumenta, a diferença de potencial entre as placas aumenta proporcionalmente.
- A capacidade é uma característica do condensador;
- A capacidade é sempre uma grandeza positiva;

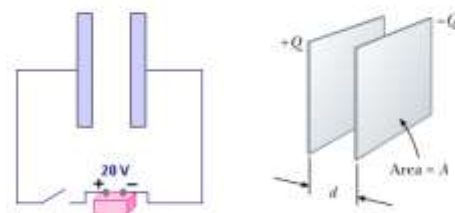
- A capacidade de um dispositivo é uma medida da quantidade de carga (energia potencial eléctrica) que o dispositivo consegue armazenar.

valores típicos de capacidade: $1\mu\text{F}$ – 1pF



Como se carrega um condensador ?

Pode-se carregar um condensador ligando os terminais de uma bateria às placas do condensador.



Quando o interruptor é fechado, do terminal negativo da bateria saem electrões que se acumulam na placa do condensador, que assim fica com carga negativa. A carga negativa desta placa “afasta” os electrões da outra placa, que se dirigem para o pólo positivo da bateria.

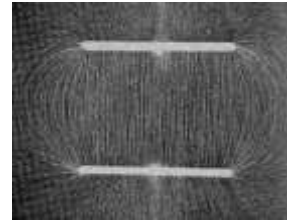
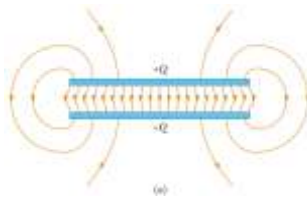
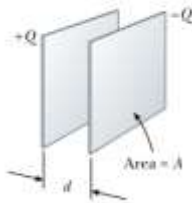
A carga acumulada nas placas vai aumentando até que a diferença de potencial entre as placas iguale a diferença de potencial entre os terminais da bateria. Quando isso acontece o movimento de cargas pára.



Como se calcula a capacidade de um condensador?

Condensadores de Placas Paralelas

De que depende?



- Duas placas planas, paralelas, da mesma área **A**, e separadas de uma distância **d**
- Uma placa com carga **+Q** e outra **-Q**, com densidade superficial de carga: $\sigma = Q/A$
- Placas muito juntas (em comparação com o comprimento e a largura das placas) \Rightarrow podemos desprezar os efeitos das extremidades e admitir que campo eléctrico uniforme entre as placas

Cacilda Moura-DFUM

Capítulo 3(1_2)

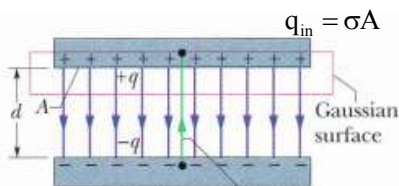
7



Campo eléctrico

Pela Lei de Gauss:

$$\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = EA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$



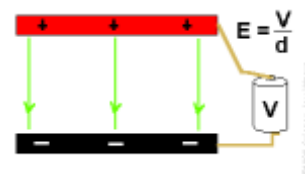
$$E^{(+)} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E^{(-)} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

Diferença de Potencial

$$V = |E|d \Leftrightarrow V = \frac{\sigma}{\epsilon_0}d \Leftrightarrow V = \frac{Qd}{\epsilon_0 A}$$



Capacidade

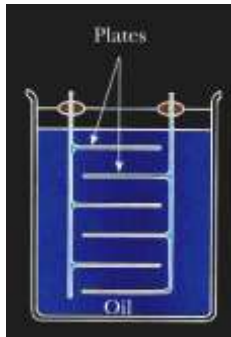
$$C = \frac{Q}{V} \Leftrightarrow \frac{Q}{\left(\frac{Qd}{\epsilon_0 A}\right)} \Leftrightarrow C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

A capacidade de um condensador de placas planas e paralelas é proporcional à área das placas e inversamente proporcional à separação entre as placas.

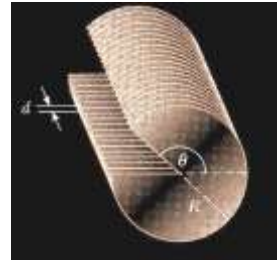
Cacilda Moura-DFUM

Capítulo 3(1_2)

8



Geralmente o que se pretende de um condensador é que tenha a maior capacidade possível e também o menor volume, no entanto, como vimos, a capacidade de um condensador é tanto maior quanto maior for o tamanho das placas.

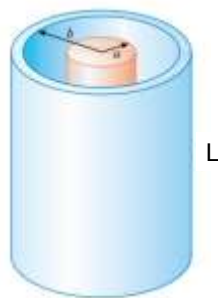


Um condensador não precisa de ser de placas planas e paralelas, os condutores que o constituem podem ter uma infinidade de formas diferentes.



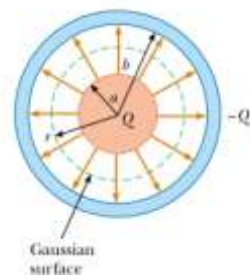
Condensador Cilíndrico

Pela Lei de Gauss:



$$E = k \frac{2Q}{Lr} \quad a < r < b$$

$$V = 2k \frac{Q}{L} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$$



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

$$C = \frac{L}{2k \ln\left(\frac{b}{a}\right)}$$



Condensador Esférico

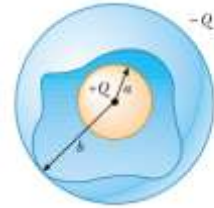
Pela Lei de Gauss:



$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

$$a < r < b$$

$$V = kQ \frac{b-a}{ab}$$



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

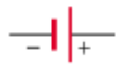
$$C = 4\pi\epsilon_0 \frac{ab}{(b-a)}$$



Simbologia



Condensador



Bateria (fonte de potencial)

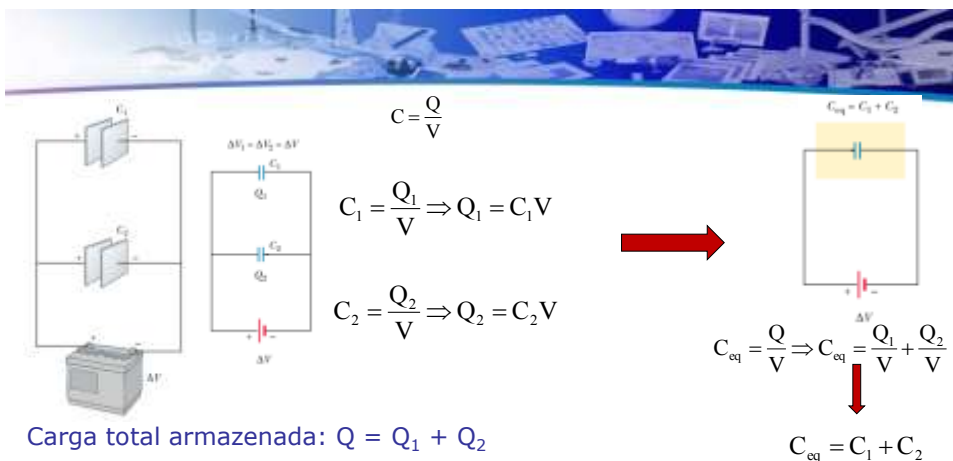
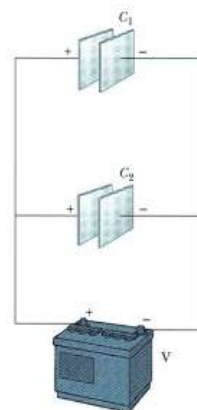


Interruptor

Associação de condensadores - Condensador equivalente

Associação em paralelo

- As placas da esquerda ligam-se ao terminal (+) da bateria, estando, por isso, ao mesmo V.
- As placas da direita estão ligadas ao terminal (-) da bateria, ao mesmo V.
- Ligando o condensador ao circuito \Rightarrow transferência de e^- , através da bateria, das placas da esquerda (+) para as da direita (-)
- A energia química interna, armazenada na bateria, converte-se em energia eléctrica.
- O fluxo de carga cessa quando V entre as placas do condensador for igual a V aos terminais da bateria.



Um condensador que seja equivalente ao conjunto C_1 e C_2 , terá que ter uma capacidade, C_{eq} que quando carregado com a mesma carga, apresente a mesma diferença de potencial aos terminais.

Associação de Condensadores em paralelo: $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$

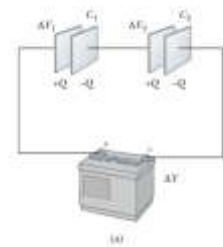
A capacidade do condensador equivalente num associação em paralelo é maior que a capacidade dos condensadores individuais



- Na ligação dos condensadores em série, a carga deve ser a mesma em todas as placas.

Associação em série

- Quando a bateria é ligada, há transferência de electrões da placa esquerda (+) de C_1 para placa direita (-) de C_2 .



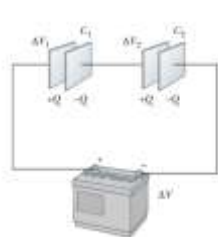
- À medida que essa carga negativa se acumula na placa direita de C_2 , uma quantidade equivalente de carga negativa é forçada a sair da placa da esquerda de C_2 , que fica com um excesso de carga (+)

- A carga negativa que sai de C_2 acumula-se na placa da direita de C_1 , e uma quantidade correspondente de carga negativa sai da placa da esquerda de C_1 .

- Todas as placas da direita ganham uma carga (-Q); todas as placas da esquerda ganham uma carga (+Q)



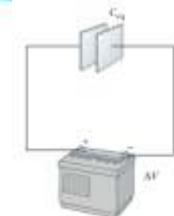
$$Q = Q_1 = Q_2$$



$$C_1 = \frac{Q_1}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{Q}{C_1}$$

$$C_2 = \frac{Q_2}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{Q}{C_2}$$

$$V = V_1 + V_2$$



$$C_{eq} = \frac{Q}{V} \Rightarrow C_{eq} = \frac{Q}{V_1 + V_2}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

Um condensador equivalente ao conjunto C_1 e C_2 , terá que ter uma capacidade, C_{eq} , que quando carregado com a mesma carga, apresente a mesma diferença de potencial aos terminais.

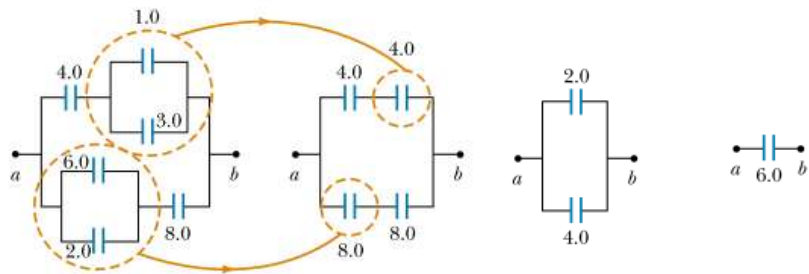
Associação de Condensadores em série:

A capacidade do condensador equivalente numa associação em série é menor que a capacidade dos condensadores individuais

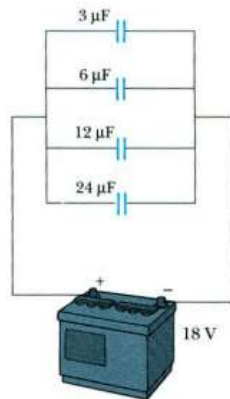
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$



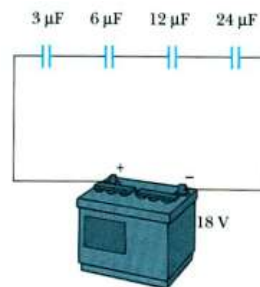
Exemplo 1: - Determinar a capacidade equivalente, entre os pontos **a** e **b**, do circuito representado. (todos os valores da capacidade estão em unidades de μF)



Exemplo 2: - Determinar a capacidade equivalente, dos circuitos A e B. Calcular a carga do condensador com capacidade $C = 12 \mu\text{F}$



A



B



Condensadores são dispositivos que armazenam cargas eléctricas.

A capacidade de um condensador depende da sua forma geométrica e da natureza do material (o dieléctrico) que separa os condutores carregados.

Capacidade do Condensador é uma relação entre a carga do condensador (placas) e a diferença de potencial $C = \frac{Q}{V}$

A capacidade de um condensador de placas planas e paralelas é proporcional à área das placas e inversamente proporcional à separação entre as placas. $C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$

Associação de Condensadores em paralelo: $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$

Associação de Condensadores em série: $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$