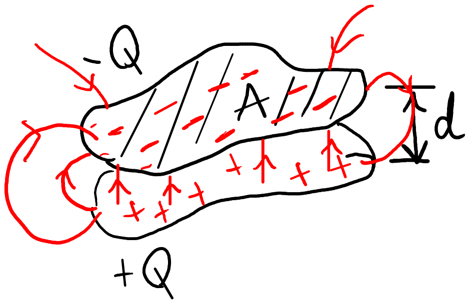
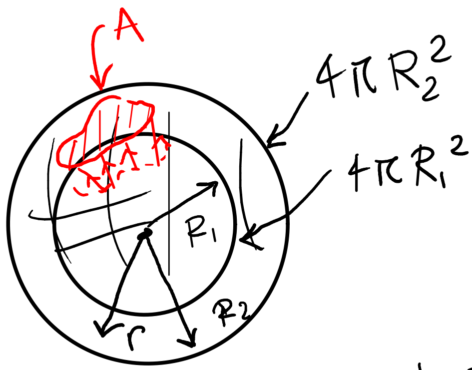
CONDENSADOR PLANO



Duas superfícies condutoras planas, identicas e paralelas, com área A, à uma distância d.

Aproximação: condensador esférico



carga distribuída uniformemente

a aproximação é boa no limite:

$R_1 \to \infty$, $R_2 \to \infty$

$(R_2 - R_1 = d)$

Q_e = carga na esfera.

Q = carga na área A

$$\frac{Q}{Q_e} = \frac{A}{4\pi R_1^2} \Rightarrow Q_e = \frac{4\pi R_1^2}{A} Q$$

dentro do condensador esférico

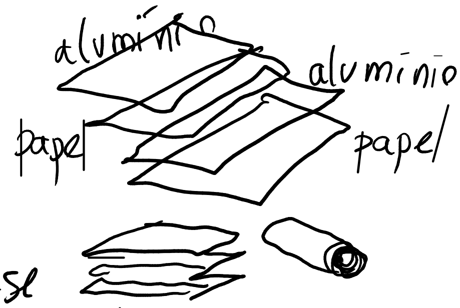
$$E(r) = \frac{kQ_e}{r^2} = \frac{k}{r^2}\left(\frac{4\pi R_1^2}{A}\right) Q \qquad R_1 < r < R_2$$

$R_1, R_2 \to \infty \qquad r \to R_1 \quad (r \to R_2)$

$$\Rightarrow \boxed{E(r) = \frac{4\pi k Q}{A}} \quad \text{(constante!)}$$

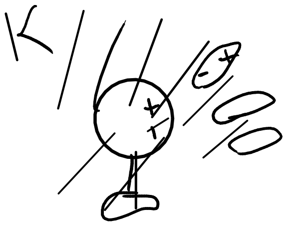
$$\Delta V = \int_{\text{arm.}1}^{\text{armad.}2} E(r)\,dr = \frac{4\pi k Q}{A}\int_1^2 dr = \frac{4\pi k Q}{A} d$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \Rightarrow \boxed{C_{plano} = \frac{A}{4\pi k d}}$$



entre as armaduras costuma colocar-se um isolador (dielétrico) para evitar o contacto entre as armaduras, e aumentar a capacidade.

Capacidade com dielétrico (com constante K)



sem dielétrico: $Q \rightarrow E_0 \rightarrow \Delta V_0 \rightarrow C_0 = \frac{Q}{\Delta V_0}$
(0)

com dielétrico: $Q \rightarrow E = \frac{E_0}{K} \rightarrow \Delta V = \frac{\Delta V_0}{K} \rightarrow C = \frac{Q}{\Delta V}$

$$\boxed{C = K C_0} \quad K \geq 1 \Rightarrow C \geq C_0$$

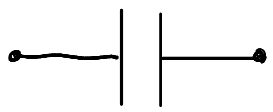
outra vantagem: rigidez dielétrica do dielétrico maior que a do ar.

$E_{máx} \longrightarrow \Delta V_{máx} \longrightarrow Q_{máx} = C \Delta V_{máx}$

se $\Delta V > \Delta V_{máx} \Rightarrow$ queima-se o dielétrico

ENERGIA ARMAZENADA NUM CONDENSADOR

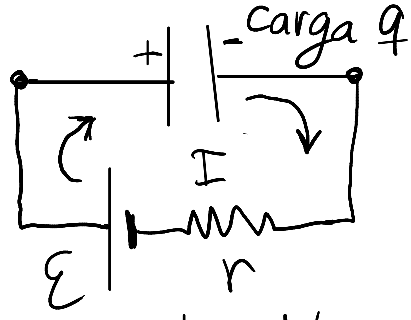
Estado inicial



$Q=0 \Rightarrow \Delta V=0$

$U=0$ (energia armazenada)

Estado transitório



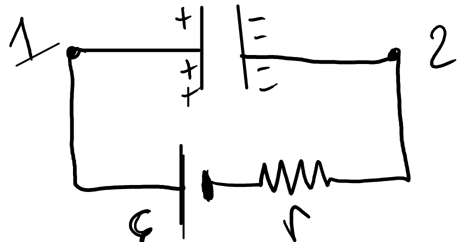
num intervalo dt
entrar carga $+dq = I\,dt$
numa armadura, e carga
$-dq = I\,dt$ na outra armadura
(ΔV aumenta)

aumento da energia.

$$dU = dq\,V_+ - dq\,V_- = dq\,(V_+ - V_-) = \Delta V\,dq$$

(>0)

Estado estacionário: $\Delta V = \mathcal{E} \Rightarrow I=0$



Q permanece constante

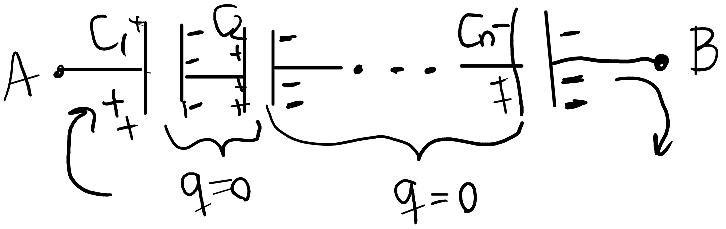
$Q = C\mathcal{E}$

$$U = \int_0^{\text{final}} dU = \int_0^{Q} \Delta V\,dq = \int_0^{Q} \frac{q}{C}\,dq = \frac{1}{C}\left(\frac{q^2}{2}\right)_{q=0}^{q=Q}$$

$$\boxed{U = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}C\Delta V^2 = \frac{1}{2}Q\Delta V}$$

em qualquer estado

CONDENSADORES EM SÉRIE (no mesmo ramo)



$$Q_1 = Q_2 = \cdots = Q_n$$

$$\Delta V = |V_A - V_B| = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \cdots + \Delta V_n$$

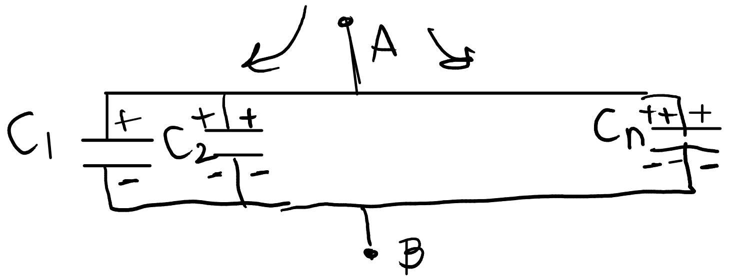
$$= \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \cdots + \frac{Q}{C_n} \Rightarrow \Delta V = Q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n}\right)$$

$$\Delta V = \frac{Q}{C_s} \qquad \boxed{\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n}}$$

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

$R \rightarrow \Delta V = RI$

CONDENSADORES EM PARALELO . n ramos entre os mesmos 2 pontos



$$Q_1 \neq Q_2 \neq \cdots \neq Q_n$$

$$\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \cdots = \Delta V_n$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_n = C_1 \Delta V + C_2 \Delta V + \cdots + C_n \Delta V$$

$$Q = (C_1 + C_2 + \cdots + C_n)\Delta V \Rightarrow \boxed{C_p = \sum_{i=1}^{n} C_i}$$

ULTRACONDENSADORES (supercapacitor)

capacidades de kF