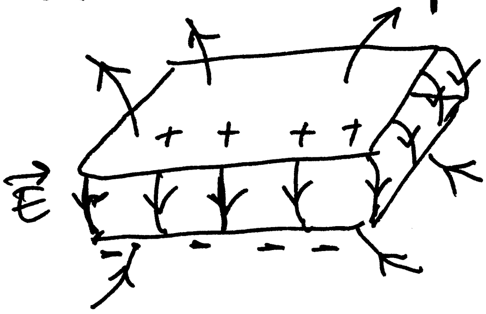
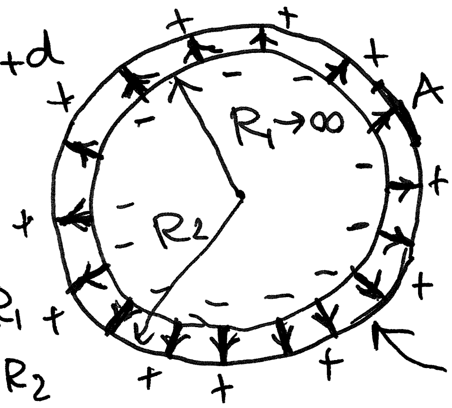
Condensador plano. Formado por duas armaduras planas, de área A, paralelas e separadas uma distância d. O campo elétrico entre as armaduras é muito maior que o campo fora. Como tal, uma boa aproximação é considerar o condensador plano como uma parte, de área A, num condensador esférico com raios muito elevados:



$R_2 = R_1 + d$

$R_1 \to \infty$

$Q_e \to \infty$



$$E = \begin{cases} 0, & r < R_1 \\ 0, & r > R_2 \\ \dfrac{k|Q_e|}{r^2}, & R_1 \le r \le R_2 \end{cases}$$

$$Q = \left(\frac{A}{4\pi R_1^2}\right) Q_e$$

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

No limite $R_1 \to \infty \Rightarrow R_2 \to \infty$ e $Q_e \to \infty$ (mas Q é finita e $d = R_2 - R_1$ também)

se: $R_1 \le r \le R_2 \Rightarrow r \to R_1$

$$E \to \frac{k}{R_1^2}\left(\frac{4\pi R_1^2}{A}\right) Q = \frac{4\pi k Q}{A} \quad \text{(constante!)}$$

$$\Delta V = \int_0^d E\, ds = \frac{4\pi k d}{A} Q$$

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

(usando $Q > 0$ e $\Delta V > 0$)

CONDENSADORES COM DIELÉCTRICO

Em qualquer condensador, com qualquer forma, se for inserido um material com constante dielétrica K entre as armaduras, o campo E entre as armaduras diminui num fator K:

$$E = \frac{E_0}{K} \quad (E_0 = \text{campo sem dielétrico})$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{\Delta V_0}{K} \qquad C = \frac{Q}{\Delta V} = K\left(\frac{Q}{\Delta V_0}\right)$$

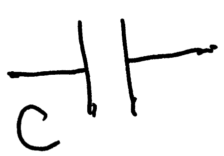
$$\Rightarrow \boxed{C = K C_0}$$

C_0 = capacidade sem dielétrico
C aumenta num fator K

O campo elétrico máximo (rigidez dielétrica) também é maior num dielétrico. Como tal, o uso do dielétrico também aumenta a voltagem máxima que o condensador suporto, sem descarregar:

$$\Delta V_{máx} = d\, E_{máx} \quad (E_{máx} = \text{rigidez dielétrica})$$

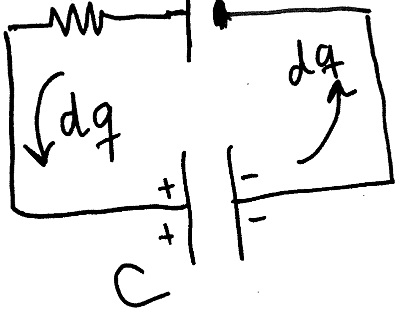
<u>Diagrama de circuito dos condensadores:</u>



a voltagem é diretamente proporcional à carga armazenada.

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

Energia elétrica num condensador



Quando o condensador, descarregado, for ligado a uma bateria, a cada intervalo infinitesimal, dt, o cátodo fornece carga dq numa armadura,

e o ânodo retira carga dq da outra armadura.
O condensador acumula carga que aumenta, até o instante em que $\Delta V = \frac{Q}{C}$ aumente até o valor da f.e.m. $\mathcal{E}$.
Se num instante houver já carga total q no condensador ($q < C\mathcal{E}$), a carga dq que entra na armadura com carga $+q$, mas a carga dq que sai da armadura com carga $-q$, acrescenta energia:

$$dU = V_+ dq - V_- dq = \Delta V dq = \frac{q}{C} dq$$

A energia que ficará armazenada no condensador, quando este atingir a sua carga final Q (estado estacionário) é:

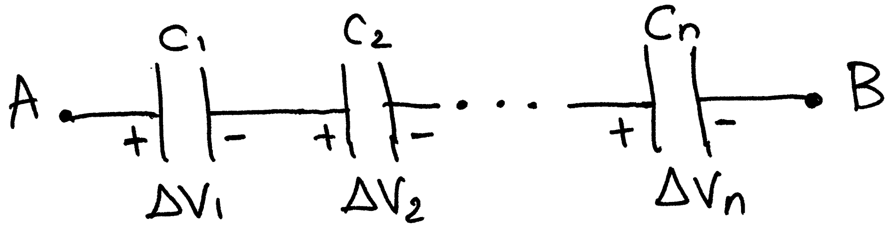
$$U = \int_0^Q \frac{q}{C} dq = \frac{1}{2}\left(\frac{Q^2}{C}\right)$$

que pode ser escrito também em função de ΔV:

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

tal como uma pilha, o condensador armazena carga e energia que pode ser usada para alimentar circuitos.
A diferença das pilhas, a energia do condensador é $\frac{1}{2} Q \Delta V$, e não $Q\mathcal{E}$ como nas pilhas, porque o condensador tem uma força eletromotriz que diminui proporcionalmente à carga armazenada Q. A vantagem é que o condensador carrega/descarrega rapidamente.

CONDENSADORES EM SÉRIE



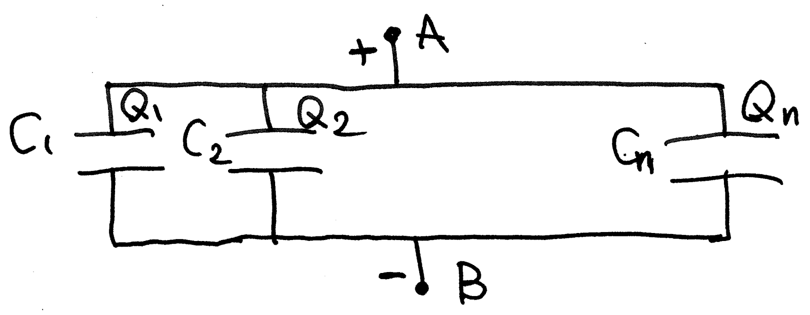
$$V_A - V_B = \Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \dots + \Delta V_n$$

A carga armazendda em todos os condensadores é a mesma (Q)

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

$$\Rightarrow \boxed{C_s = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}\right)^{-1}}$$

CONDENSADORES EM PARALELO



$$\Delta V = V_A - V_B = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \dots = \Delta V_n$$

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

$$\Rightarrow \boxed{C_p = C_1 + C_2 + \dots + C_n}$$

Nos circuitos com baterias e condensadores, pode encontrar-se ΔV e Q em cada condensador, usando o mesmo método usado nos circuitos com resistências.

Em vez da lei de Ohm, usa-se $\Delta V = \frac{Q}{C}$