

ELETROTÉCNICA – CAT124

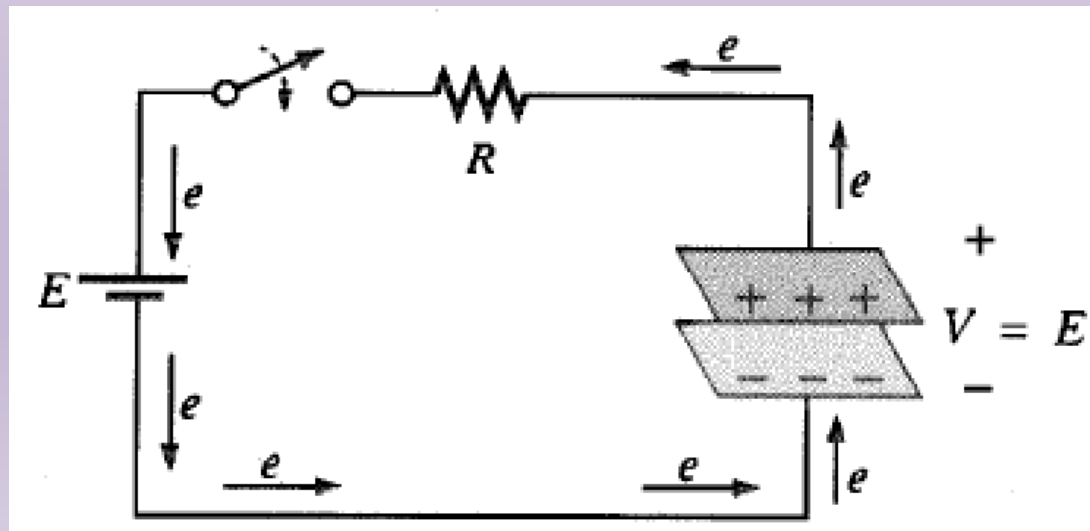
CAPACITORES

Adrielle C. Santana

Capacitores

- Considere 2 placas de material condutor separadas por um isolante (ar).
- Chave aberta = nenhuma carga nas placas.
- Chave fechada = elétrons da placa superior se atraem pelo terminal positivo da bateria. Esses elétrons são repelidos para placa inferior.

Sentido real da corrente



Capacitores

- Não há contato entre as placas, o fluxo se dá passando pela bateria.
- Essas duas placas separadas por um material isolante é um **Capacitor**.
- A **Capacitância** é a medida da quantidade de carga que o capacitor pode armazenar em suas placas.
- Quanto mais alta a capacitância, maior a quantidade de carga armazenada nas placas para uma mesma tensão aplicada.

Capacitores

- Em eletrostática, tem-se que a carga **Q** de uma carga puntiforme (esférica) é diretamente proporcional ao seu potencial elétrico **V** (d.d.p. em relação ao infinito).
- Define-se **capacitância** como a medida da capacidade de um condutor **armazenar carga** para uma dada **d.d.p.** (tensão) aplicada em seus terminais. Logo, para um condutor isolado, tem-se que:

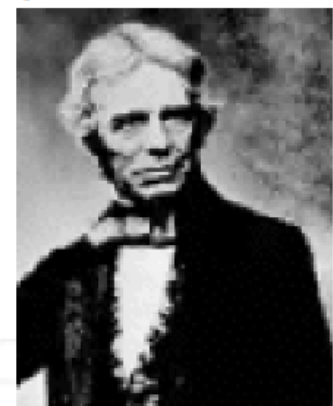
$$C = \frac{Q}{V}$$

Q – carga do condutor (C)

V – potencial elétrico do condutor (V)

C – capacitância elétrica (F).

- A unidade de capacitância no SI é o farad (F), escolhida em homenagem ao filósofo natural Michael Faraday, que estudou a indução eletromagnética em um condutor percorrido por uma corrente contínua (DC).



Michael Faraday
(1791 – 1867)

Capacitores

- Em um capacitor de **placas planas paralelas**, tem-se uma d.d.p. entre as placas dada por:

$$V = Ed$$

E – campo elétrico entre as placas (V/m)
 d – distancia entre as placas (m)

- Pela Lei de Gauss, obtém-se um campo elétrico E em cada placa:

$$E = \frac{Q}{2\epsilon_0 A}$$

ϵ_0 – permissividade elétrica do vácuo (F/m)
 A – área de uma placa (m²)

- Sendo o campo resultante no interior das placas:

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 A} \quad \xrightarrow{\text{d.d.p.}} \quad V = \frac{Qd}{\epsilon_0 A}$$

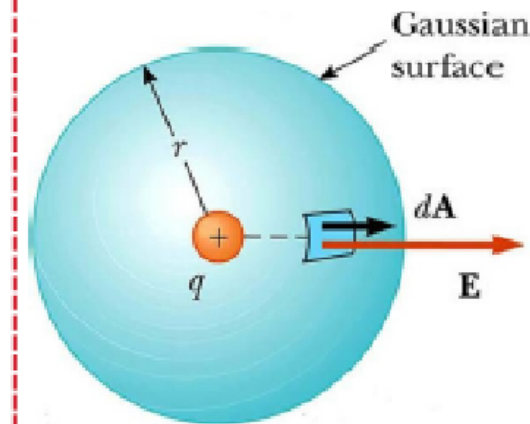
- Desta forma, pode-se calcular a capacitância entre as placas do capacitor:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$

ϵ_r – permissividade elétrica relativa ou constante dielétrica (F/m).

Lei de Gauss

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$



Capacitores

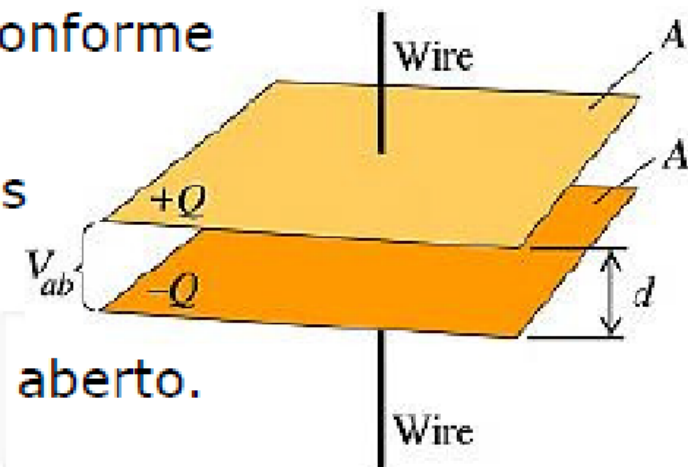
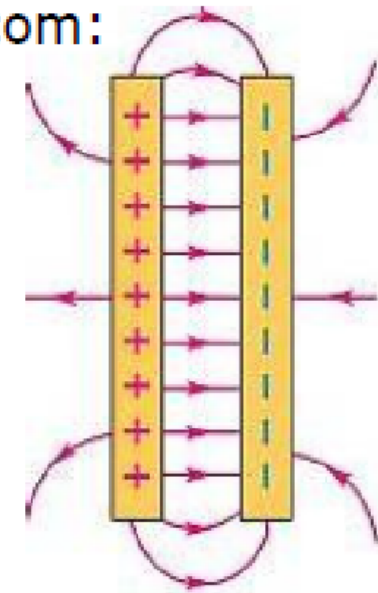
- Logo, a capacitância no capacitor está relacionada com:

- a área;
- a distância entre as placas;
- a permissividade elétrica no vácuo;
- a constante dielétrica ou permissividade relativa do isolante.

- Quando conectado a uma fonte CC, tem-se que o capacitor terá uma d.d.p. aplicada às suas placas.

- O que provoca a sua polarização e o posterior acúmulo de cargas (carregamento) positivas e negativas em suas respectivas placas, conforme a polaridade da fonte.

- Quando a tensão (d.d.p.) entre as placas do capacitor for igual à tensão da fonte, o fluxo de elétrons se interrompe e o capacitor se comporta como um circuito aberto.



Capacitores

- Para um capacitor **cilíndrico placas concêntricas**, tem-se:

$$dV = -E_R \cdot dr$$

E_R – campo elétrico resultante entre as placas (V/m)
 dr – distancia (raio) diferencial entre as placas (m)

Pela Lei de Gauss, para $r_1 < r < r_2$ obtém-se um campo elétrico E entre placas:

$$E_R = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r L}$$

ϵ_0 – permissividade elétrica do vácuo (F/m)
 L – comprimento do condutor (m)

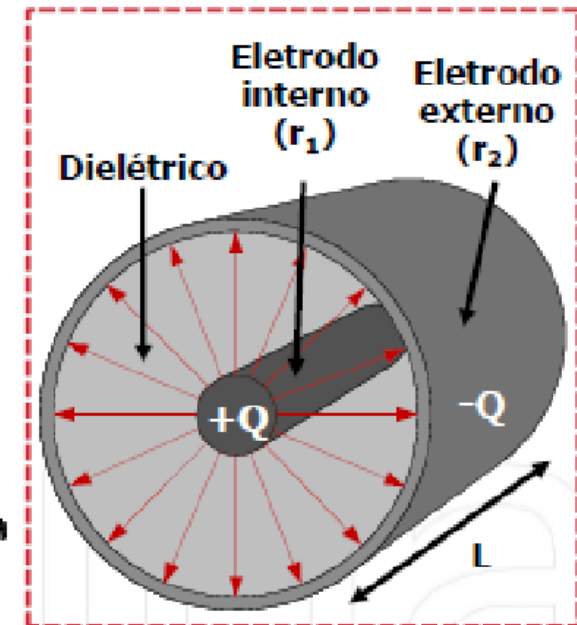
- A **d.d.p.** entre as placas é dada por:

$$V = \int_{r_1}^{r_2} dV = \int_{r_1}^{r_2} E_r \cdot dr = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r L} \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r L} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

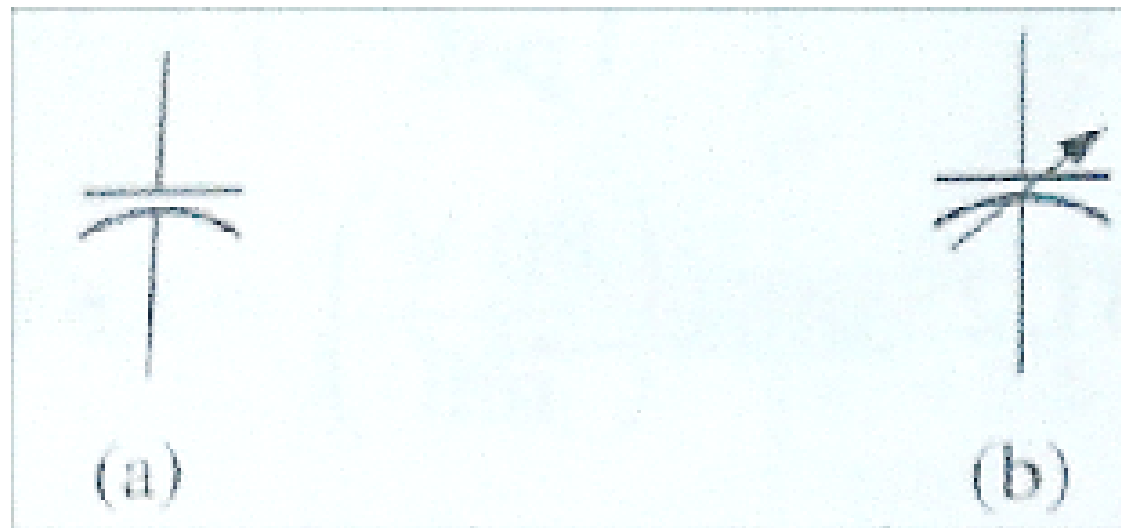
- Desta forma, pode-se calcular a capacitância entre as placas do capacitor por:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln(r_2/r_1)} = \frac{2\pi\epsilon_0 \epsilon_r L}{\ln(r_2/r_1)}$$

ϵ_r – permissividade elétrica relativa ou constante dielétrica (F/m).



Capacitores

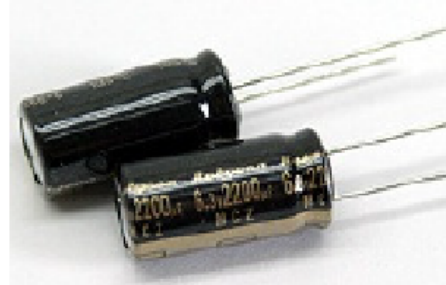


Símbolo para capacitores fixos (a) e variáveis (b).

Capacitores



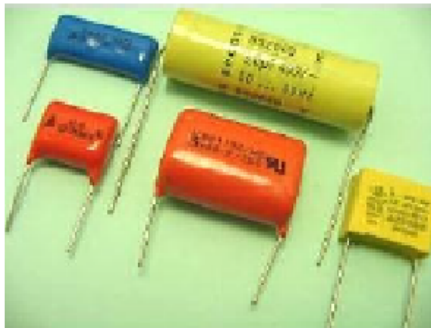
Tântalo (compacto, dispositivo de baixa voltagem, de até $100\mu\text{F}$ aproximadamente);



Eletrolítico (de alta potência, compacto mas com muita perda, na escala de $1\mu\text{F}$ - $1000\mu\text{F}$)



Poliéster (de aproximadamente 1nF até $1\mu\text{F}$)



Polipropileno (baixa perda, alta tensão, resistente a avarias)



Poliestireno (geralmente na escala de pF)



Cerâmica (valores baixos até cerca de $1\mu\text{F}$)

Capacitores



Capacitores



Capacitores



Capacitores



Capacitores de AT em ensaio de descargas parciais

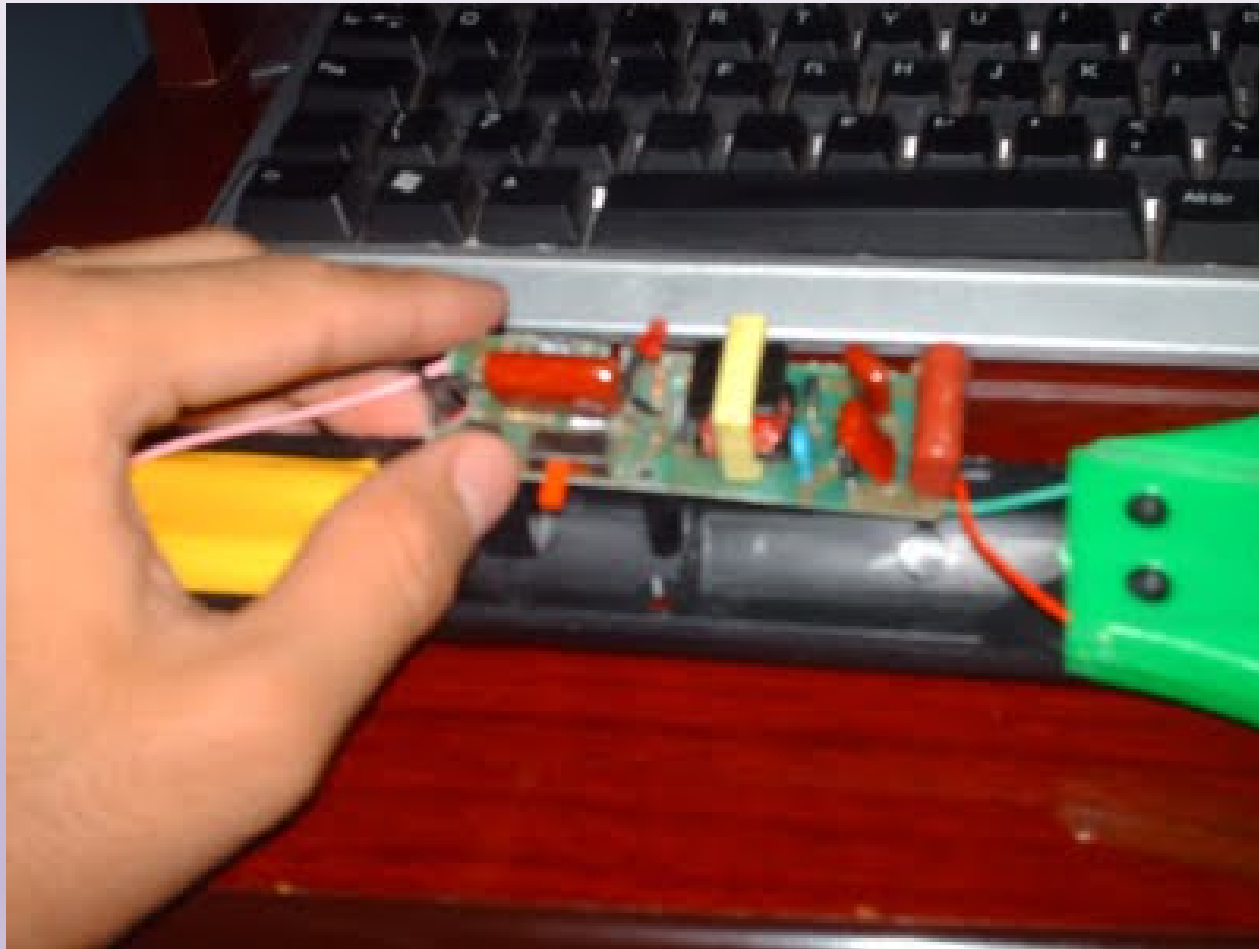


Capacitores de AT utilizado em nobreaks

Capacitores de AT para regulação de Fator de Potência.



Capacitores



Carregamento de Capacitores

- No processo de carregamento de um capacitor, uma corrente $i(t)$ flui enquanto a carga flui de uma placa para outra. Lembrando que a corrente elétrica é dada por:

$$i = \frac{dq}{dt} \approx \frac{\Delta q}{\Delta t} \longrightarrow q(t) = Cv(t) \xrightarrow{\text{Substituindo}} \boxed{i = C \frac{dv}{dt}}$$

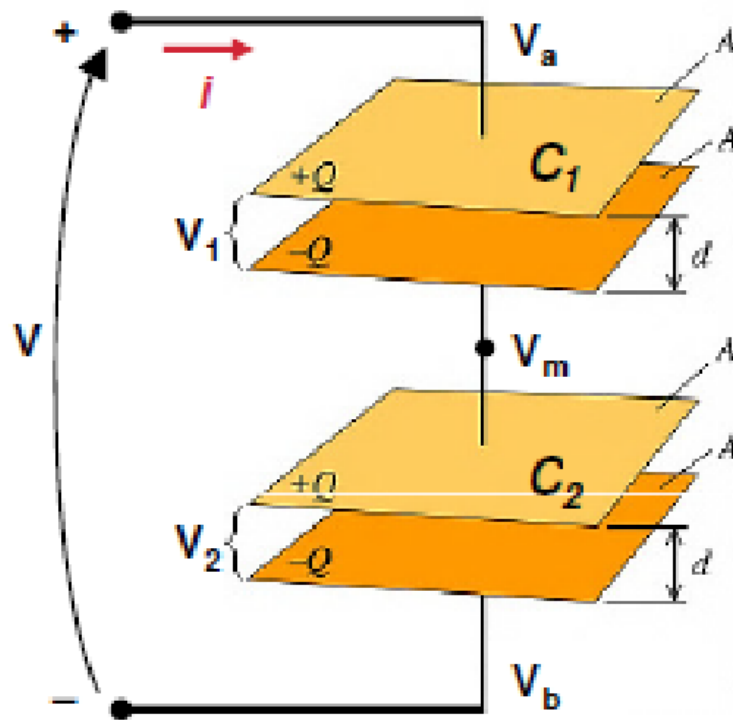
- Sendo a tensão em um capacitor de capacitância C dada por:

$$\boxed{v = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i \, d\tau}$$

A tensão sobre um capacitor não pode variar instantaneamente

- A medida em que a corrente flui de um terminal (+) para (-), ela faz com que o terminal (+) tenha uma tensão positiva relativa ao terminal (-).

Capacitores em Série



Capacitância equivalente é dada por:

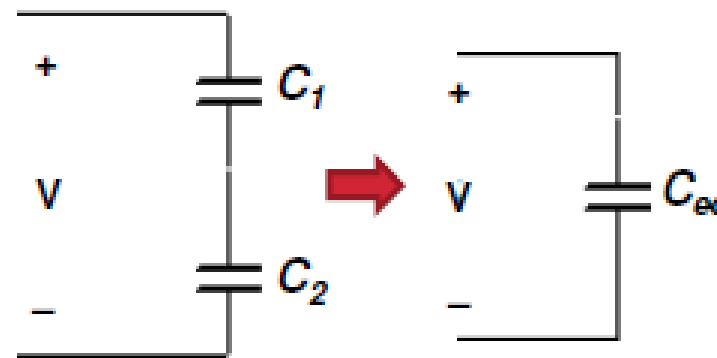
$$C_{eq} = \frac{Q}{V} \quad \xrightarrow{\text{Igualando } V} \quad \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

Logo, a capacitância em série é dada por:

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

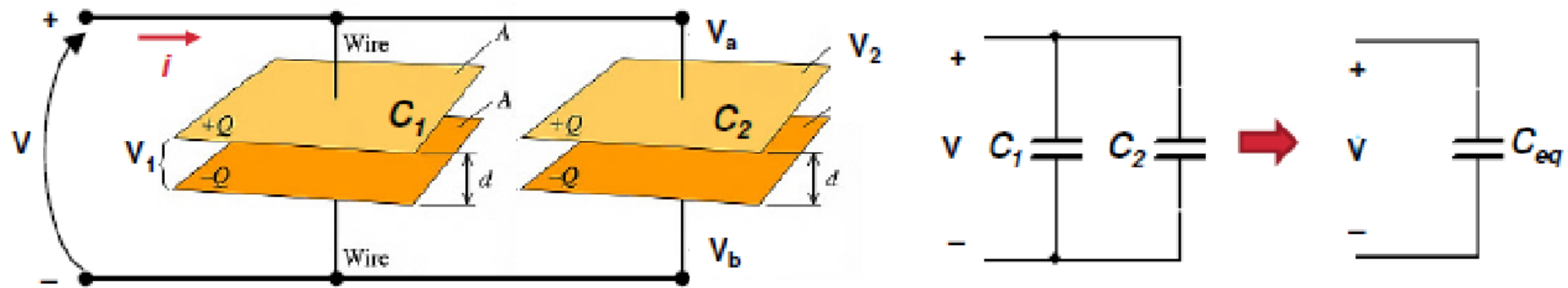
$$\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

Expressão geral



A capacitância equivalente de uma associação de capacitores em série é sempre **menor** que qualquer capacitância da associação.

Capacitores em Paralelo



$$C_{eq} = C_1 + C_2$$

$$C_{eq} = \sum_{i=1}^n C_i$$

Expressão geral

- Logo, a capacitância em paralelo é dada por:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

A capacitância equivalente de uma associação de capacitores em paralelo é sempre **maior** que qualquer capacitância da associação