Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Circuitos Elétricos I

Capacitores

Prof. Clovis Antonio Petry.

Florianópolis, outubro de 2020.

Curso Básico de Circuitos Elétricos I

O material do curso está disponível em:

1. Moodle para os alunos matriculados na disciplina.
2. Página do professor.
3. Canal no youtube do professor.

https://moodle.ifsc.edu.br

www.ProfessorPetry.com.br

https://www.youtube.com

INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Agenda

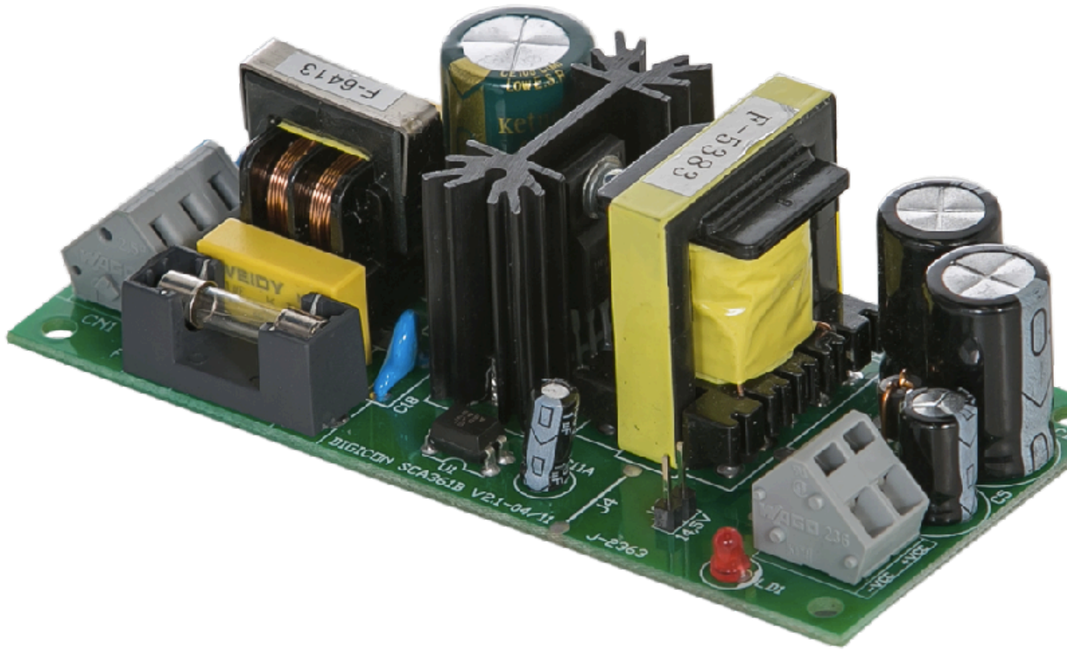
Esta aula está organizada em:

1. Campo elétrico:
   - definição;
   - capacitância.
2. Capacitores:
   - propriedades;
   - tipos;
   - identificação.
3. Associação de capacitores:
   - série;
   - paralalela;
   - série-paralela.

INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Motivação

Os capacitores são empregados com diversas finalidades na maioria dos equipamentos eletrônicos.



www.cebra.com.br

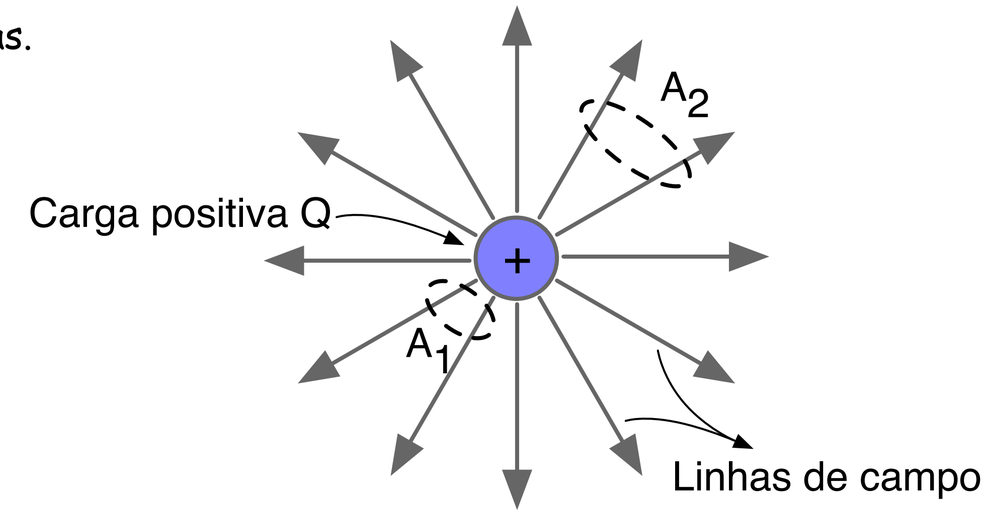
Campo Elétrico

Definição:

- O campo elétrico é uma região do espaço, geralmente na proximidade de cargas elétricas, onde se tem a presença de linhas de campo e onde ocorrem fenômenos elétricos. Assim, campo elétrico é a região de entorno de corpos carregados eletricamente, que é representado por linhas de campo, que indicam sua intensidade e direção.

Propriedades das linhas de campo:

1. Intensidade dependente da carga presente;
2. Não se cruzam;
3. Saem das cargas positivas e se dirigem para as cargas negativas;
4. Apontam do corpo com maior potencial para o corpo com menor potencial elétrico;
5. Começam ou terminam perpendicularmente às superfícies carregadas.



$$D = \frac{\psi}{A}\left[\, fluxo \,/\, unidade\ área \,\right]$$

Densidade de campo elétrico

$$\psi = Q\left[\, coulombs, C \,\right]$$

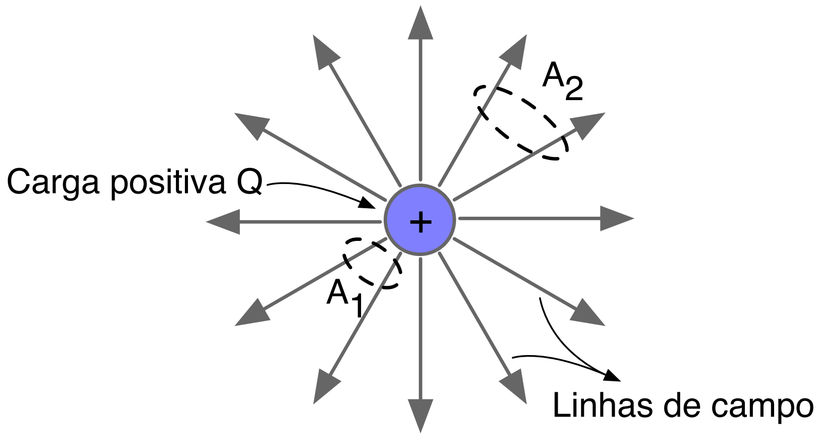
Campo elétrico = Carga elétrica

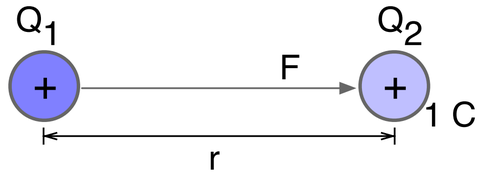
Campo Elétrico

Propriedades e origem:

$$\mathrm{E} = \frac{F}{Q}\left[\, newtons / coulomb, N / C \,\right]$$

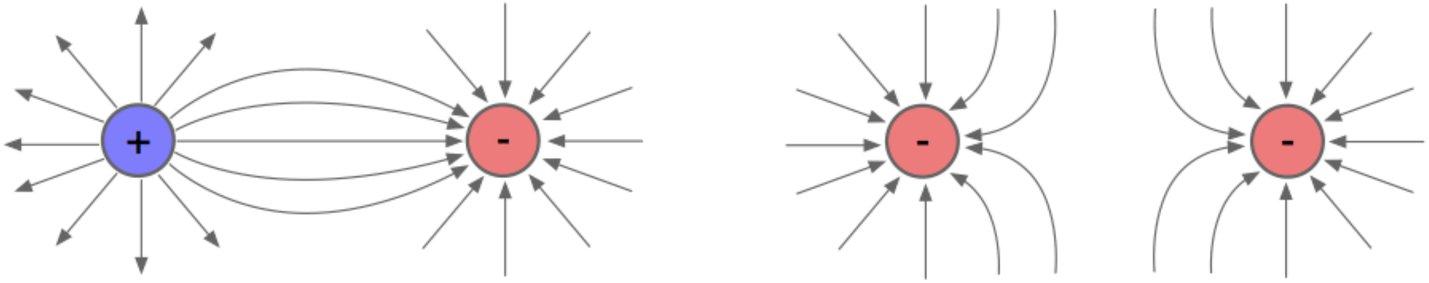
Intensidade do campo elétrico





$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} = k \cdot \frac{Q_1 \cdot 1}{r^2} = k \cdot \frac{Q_1}{r^2} = k \cdot \frac{Q}{r^2}\left[\, newtons, N \,\right]$$

$$\mathrm{E} = \frac{F}{Q} = \frac{k \cdot \frac{Q}{r^2}}{1} = k \cdot \frac{Q}{r^2}\left[\, newtons / coulomb, N / C \,\right]$$



cargas opostas *cargas iguais*

Capacitância

Definição:

- Capacitância é a medida da quantidade de carga que o capacitor pode armazenar em suas placas, ou seja, sua capacidade de armazenamento.

- Também pode ser definida a como sendo a propriedade dos materiais de armazenarem cargas elétricas. Uma alta capacitância representa uma alta capacidade de armazenamento de cargas elétricas para a mesma tensão aplicada.

- Unidade de medida de capacitância é o Farad (F). Defini-se o Farad como sendo a carga de 1 coulomb (6,242 x 10^{18} elétrons) armazenada nas placas de um capacitor quando aplicada uma tensão elétrica (diferença de potencial elétrico) de 1 volt.

- Em termos práticos, se tem capacitores com capacitâncias que variam desde alguns picofarads (pF = 10^{-12} F), microfarads (uF = 10^{-6} F), até supercapacitores que possuem dezenas de farads.

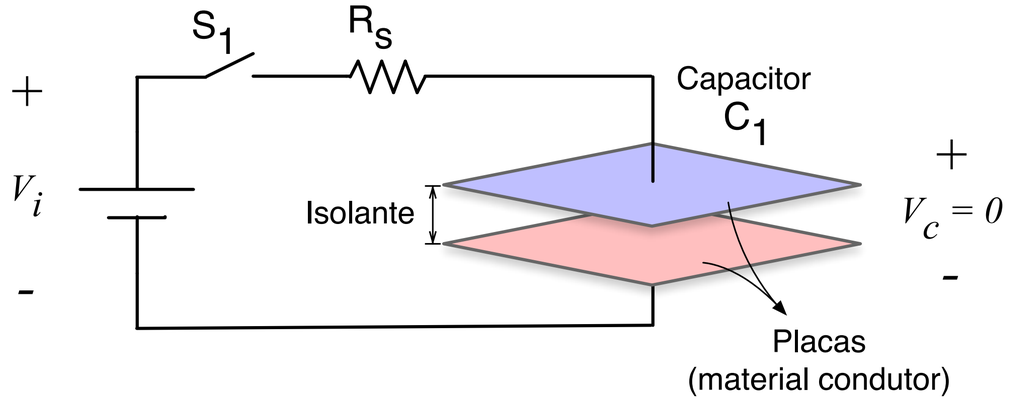
$$C = \frac{Q}{V}\left[\, farad, F \,\right]$$

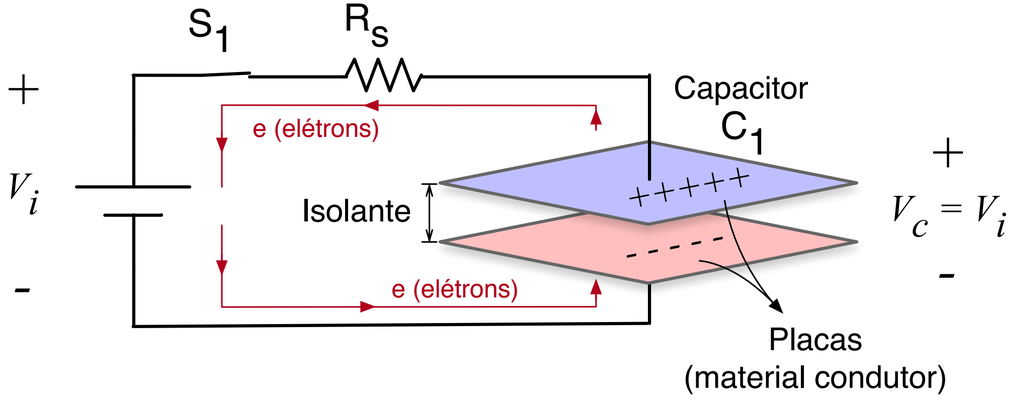
$$Q = C \cdot V\left[\, coulomb, C \,\right]$$

Capacitância

Princípio de funcionamento dos capacitores:

- Exemplo: capacitar de placas paralelas.

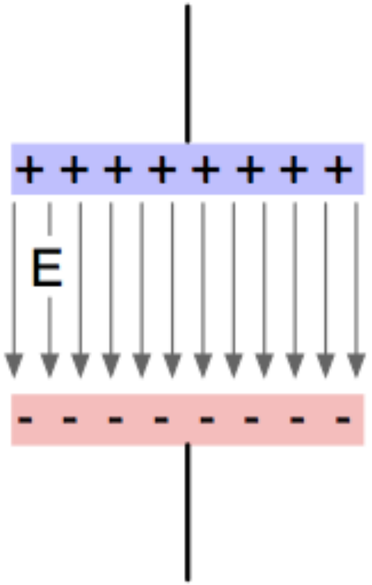




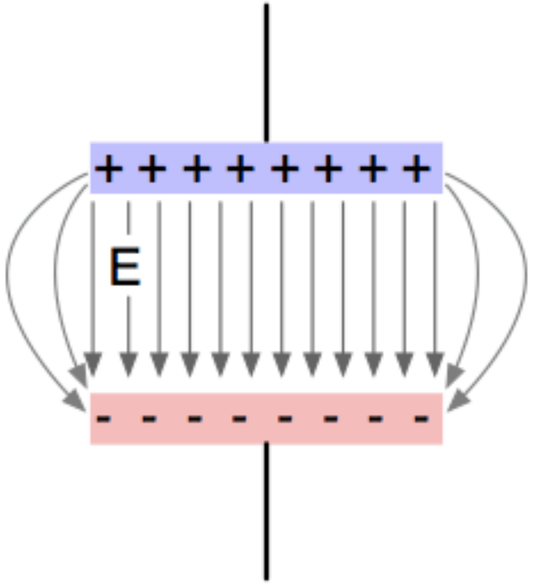
Capacitância

Campo elétrico em um capacitor de placas paralelas:

- Depende da tensão elétrica e da distância entre as placas;
- O efeito das bordas diminui a capacitância resultante.



sem efeito das bordas

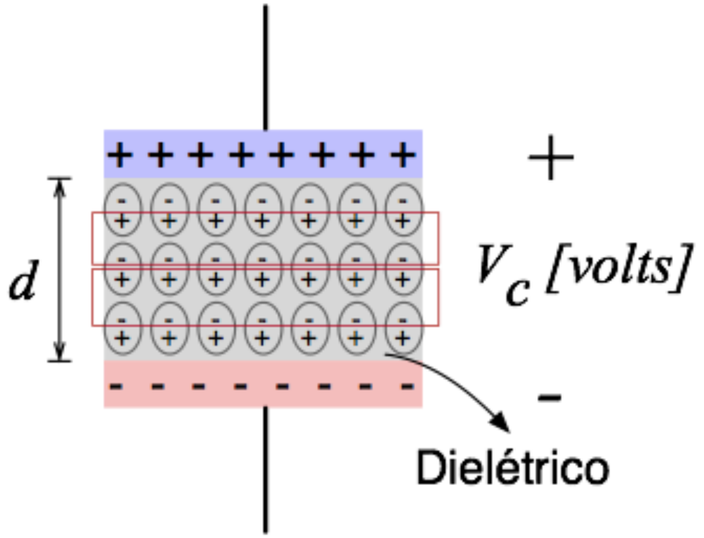


com efeito das bordas

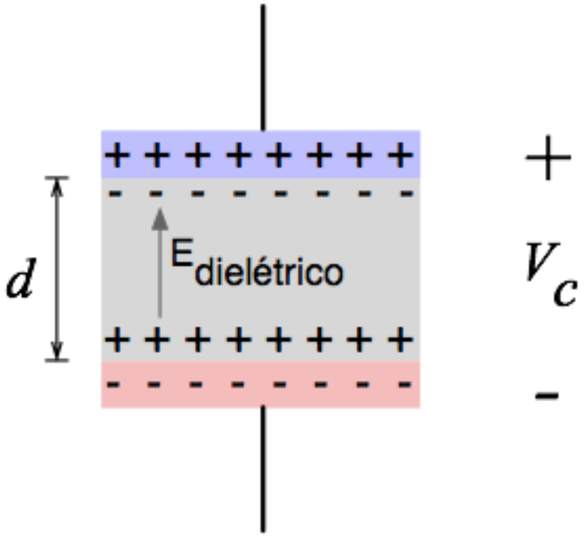
$$\mathrm{E} = \frac{V}{d}\left[volt / metro, V / m \right]$$

Capacitância

Efeito de dielétricos entre as placas:



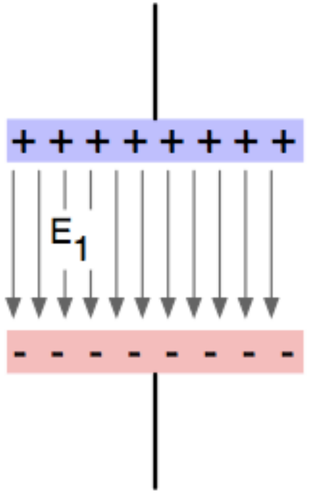
dipolos elétricos no interior do dielétrico



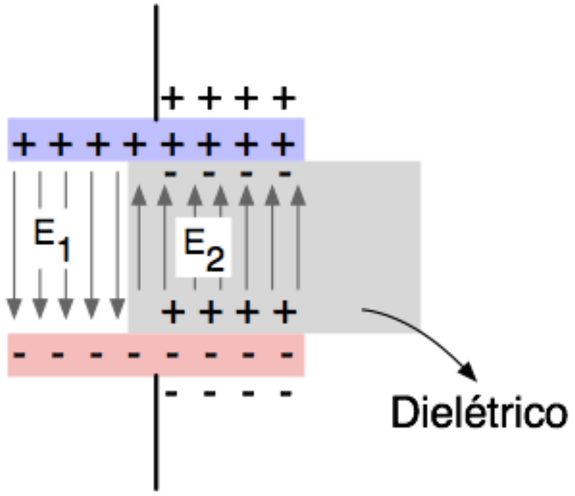
campo elétrico no interior do dielétrico

Capacitância

Efeito de dielétricos entre as placas:



dielétrico de ar



dielétrico de mica, por exemplo

$$\varepsilon = \varepsilon_o \cdot \varepsilon_r = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot \varepsilon_r \left[farads / metro, F / m \right]$$

Material	Permissividade relativa (ε_r)
Vácuo	1,0
Ar	1,0006
Mica	5,0
Porcelana	6,0
Vidro	7,5
Óxido de tântalo	30,0
Cerâmica	20,0 – 7.500,0
Titanato de bário e estrôncio	7.500,0

Capacitores

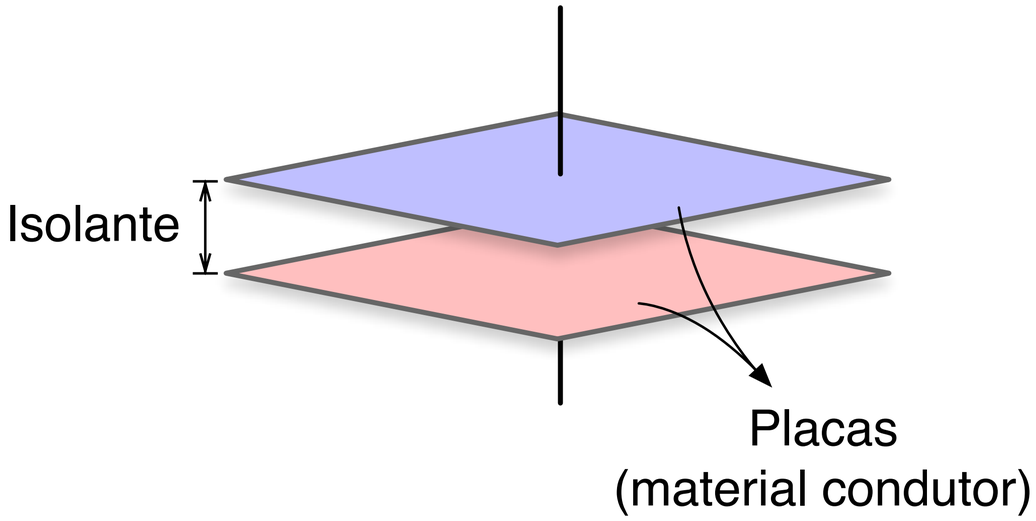
A capacitância depende de:

- Permissividade do dielétrico;
- Área das placas;
- Distância entre as placas.

$$C = \varepsilon \cdot \frac{A}{d} \left[farad, F \right]$$

$$C = \varepsilon \cdot \frac{A}{d} = \varepsilon_o \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d} = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d} \left[farad, F \right]$$

$$\frac{C}{C_o} = \frac{\varepsilon \cdot \frac{A}{d}}{\varepsilon_o \cdot \frac{A}{d}} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} = \varepsilon_r \rightarrow C = \varepsilon_r \cdot C_o$$

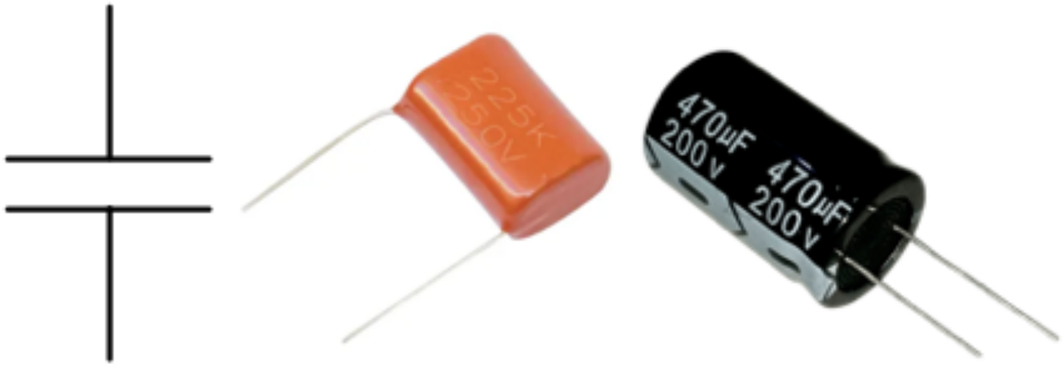


Capacitor de placas paralelas

Capacitores

Tipos de capacitores:

- Quanto a capacitância;
- Quanto ao material do dielétrico e características construtivas.



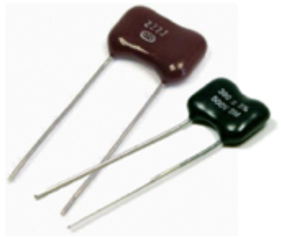
fixo

ajustável

Capacitores

Tipos de capacitores:

- Quanto a capacitância;
- Quanto ao material do dielétrico e características construtivas.



mica

poliéster

cerâmica

smd

tântalo

polipropileno

alumínio

eletrolítico

óleo

Despolarizado (ac)

supercapacitor

Capacitores

Identificação da capacitância:

cerâmica – Ex. 1

cerâmica – Ex. 2

smd

Exemplo 1:
22 = 22 pF

Exemplo 2:
103 = 10 x 1.000 pF = 10 nF

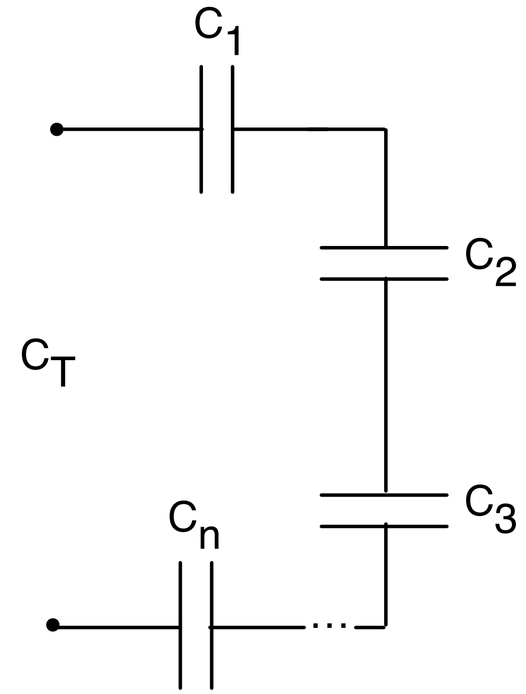
Exemplo 3:
106 = 10 x 1.000.000 = 10 uF x 25 V

Valor	Multiplicador
0	1
1	10
2	100
3	1.000
4	10.000
5	100.000
6	1.000.000

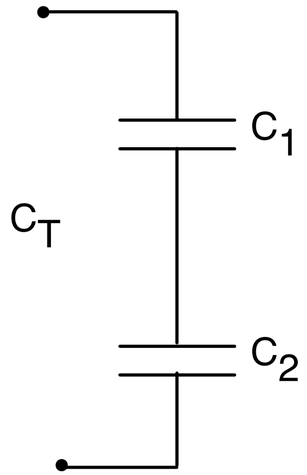
Letra	Tolerância
B	± 0,1%
C	± 0,25%
D	± 0,5%
E	± 0,5%
F	± 1%
G	± 2%
H	± 3%
J	± 5%
K	± 10%
M	± 20%
N	± 0,05%
P	+ 100%, - 0%
Z	+ 80%, - 20%

Associação de Capacitores

Circuito série:



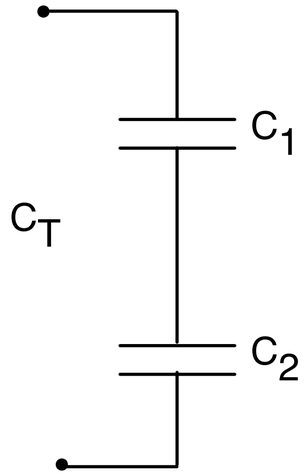
$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_n}}$$



$$C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Associação de Capacitores

Circuito série:



$$C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

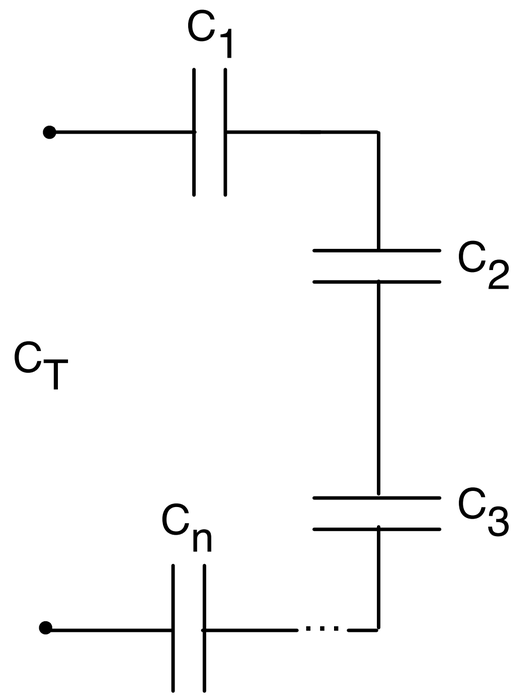
Exemplo 1:

- Um capacitor de 100 uF é associado em série com outro capacitor de 100 uF. Qual a capacitância resultante?

Neste caso, como a capacitância de ambos os capacitores é igual, o resultado será a metade, ou seja, 50 uF.

Associação de Capacitores

Circuito série:



$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_n}}$$

Exemplo 2:

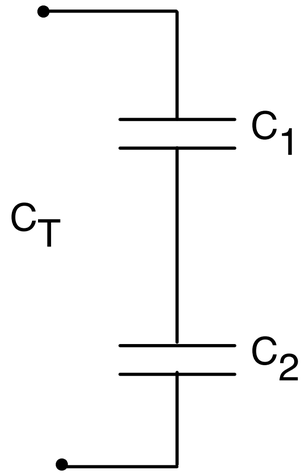
- Três capacitores de 330 uF são conectados em série. Qual a capacitância resultante?

$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} = \frac{1}{\frac{1}{330\mu} + \frac{1}{330\mu} + \frac{1}{330\mu}} = \frac{1}{\frac{3}{330\mu}} = \frac{330\mu}{3} = 110\mu F$$

$$C_T = \frac{C}{n}$$

Associação de Capacitores

Circuito série:



$$C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

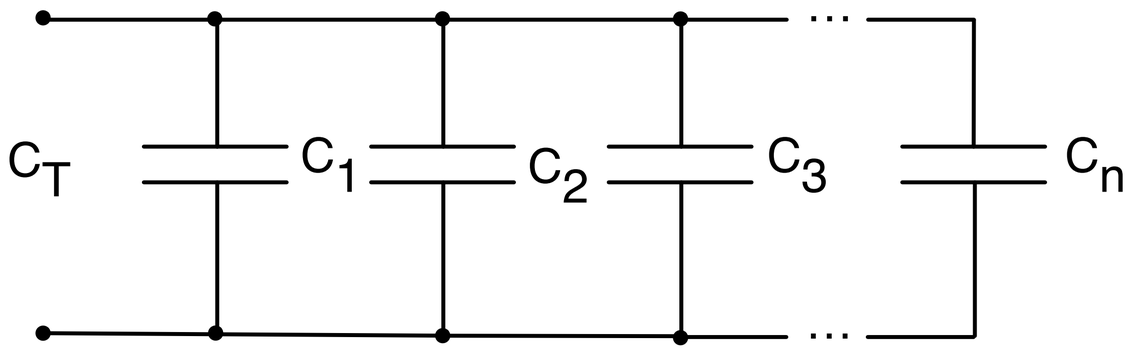
Exemplo 3:

- Dois capacitores que suportam 50 V são ligados em série. Qual a tensão suportada pela associação destes capacitores?

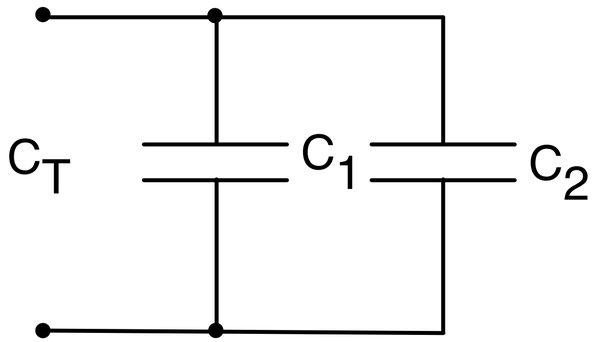
A tensão resultante é a soma das tensões individuais, ou seja 50 + 50 = 100 V.

Associação de Capacitores

Circuito paralelo:



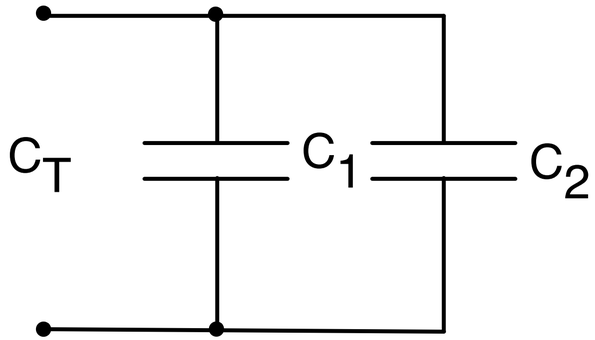
$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots C_n$$



$$C_T = C_1 + C_2$$

Associação de Capacitores

Circuito paralelo:



$$C_T = C_1 + C_2$$

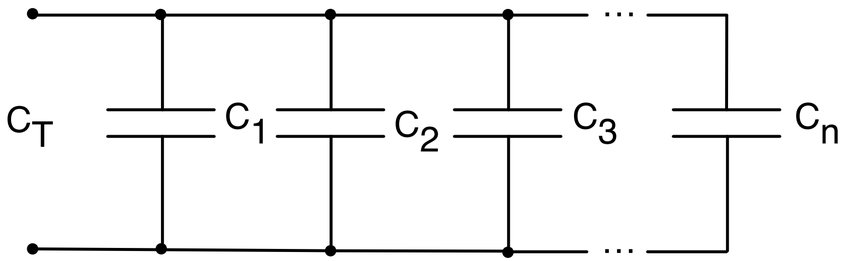
Exemplo 4:

- Um capacitor de 100 uF é associado em paralelo com outro capacitor de 100 uF. Qual a capacitância resultante?

Neste caso, como a capacitância será a soma das capacitâncias individuais, ou seja, 100 + 100 = 200 uF.

Associação de Capacitores

Circuito paralelo:



$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots C_n$$

Exemplo 5:

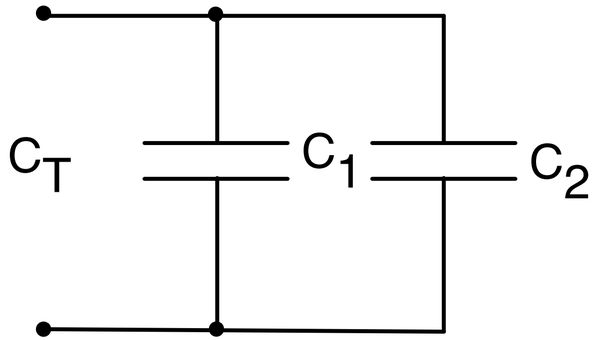
- Três capacitores de 330 uF são conectados em paralelo. Qual a capacitância resultante?

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 = 330\mu + 330\mu + 330\mu = 3 \cdot 330\mu = 990\mu F$$

$$C_T = n \cdot C$$

Associação de Capacitores

Circuito paralelo:



$$C_T = C_1 + C_2$$

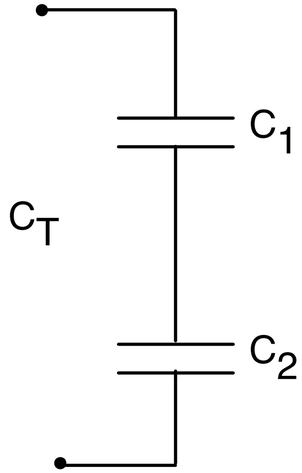
Exemplo 6:

- Dois capacitores que suportam 50 V são ligados em paralelo. Qual a tensão suportada pela associação destes capacitores?

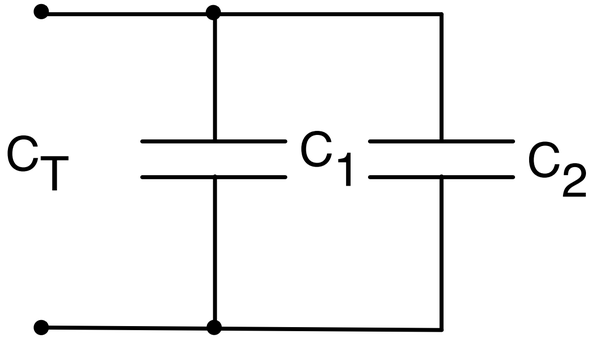
A tensão resultante é igual a tensão individual dos capacitores, ou seja 50 V.

Associação de Capacitores

Circuito série-paralelo:

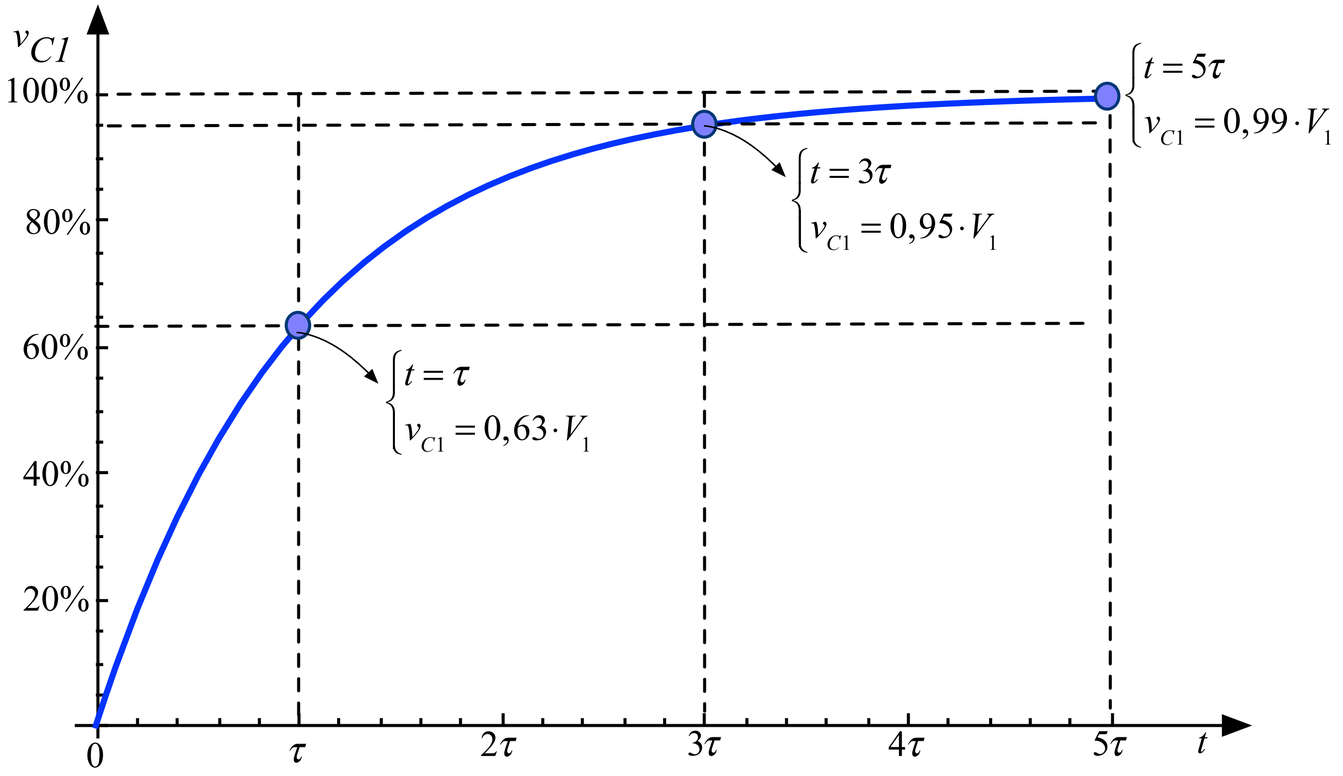


$$C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$



$$C_T = C_1 + C_2$$

INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Próxima Aula

Análise de circuitos com capacitores