

FÍSICA III

AULAS 8 E 9

PROFESSORA MAUREN POMALIS

mauren.pomalis@unir.br

ENG. ELÉTRICA - 3º PERÍODO

UNIR/Porto Velho

2017/1

SUMÁRIO

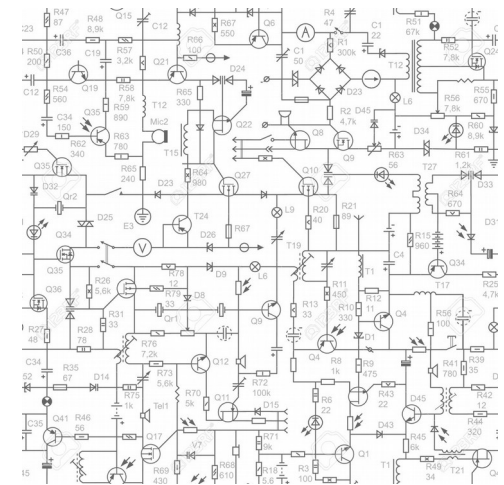
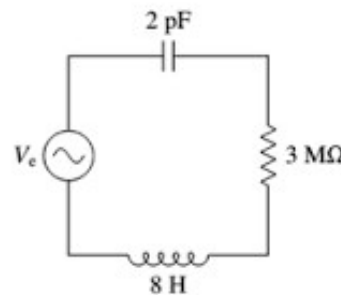
- Capacitores
- Capacitância
- Associação Paralelo
- Associação Série
- Armazenamento
- Densidade



INTRODUÇÃO

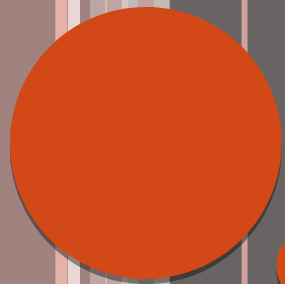
- Aplicações simples de elétrica e eletrônica:
- Qualquer circuito elétrico ou eletrônico, necessita de pelo menos um dos seguintes componentes:

- Resistor (R)
- Capacitor (C)
- Indutor (L)



- Portanto, serão estudadas as características e funcionalidades de cada um desses componentes nas próximas aulas.

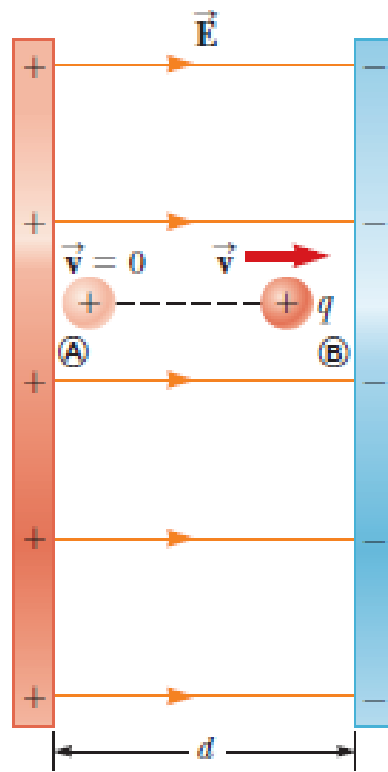




CAPACITORES

CAPACITORES

- Uma forma de produzir campo elétrico numa região, é carregar duas placas paralelas com cargas iguais e de sinais contrários. Existe diferença de potencial entre elas.



CAPACITORES

- Dois condutores isolados entre si e do ambiente, formam um capacitor, independentemente da forma geométrica deles, eles recebem o nome de placas.

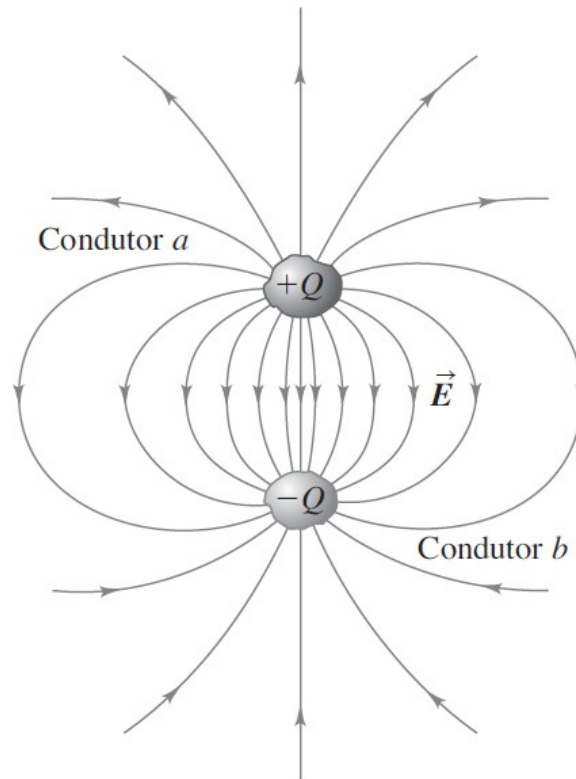


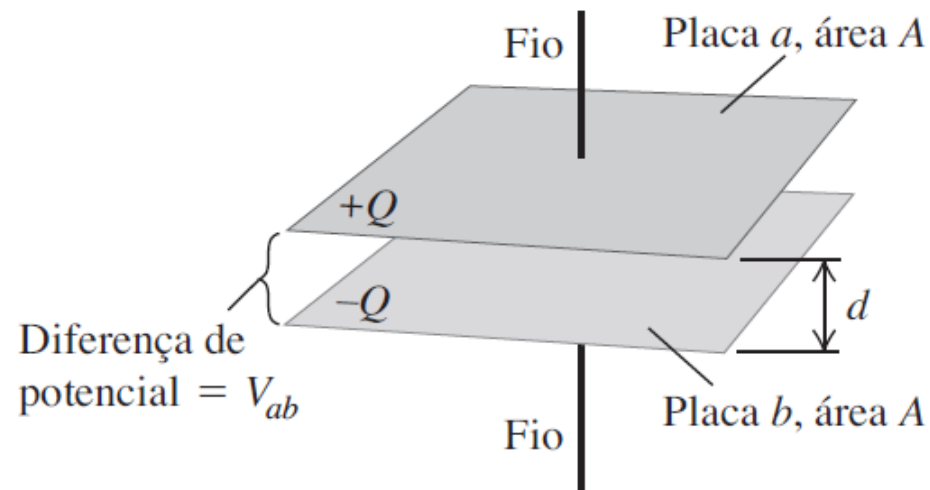
Figura 24.1 Um capacitor é constituído por qualquer par de condutores *a* e *b* isolados.



CAPACITORES

- Quando as placas do capacitor estão carregadas com cargas iguais e de sinais diferentes, estabelece-se entre as placas uma diferença de potencial V que é proporcional à carga.

(a) Disposição das placas do capacitor



$$\Delta V = V_B - V_A$$

Figura 24.2 Um capacitor de placas paralelas carregado



CAPACITORES

- Capacitores também são chamados de condensadores.
- Alguns exemplos:



Figura 24.7 Diversos tipos de capacitores disponíveis comercialmente.



CAPACITORES

- Capacitores inseridos em circuitos tem a propriedade de acumular cargas, ou, dito de outra forma, tem a capacidade de armazenar energia elétrica.

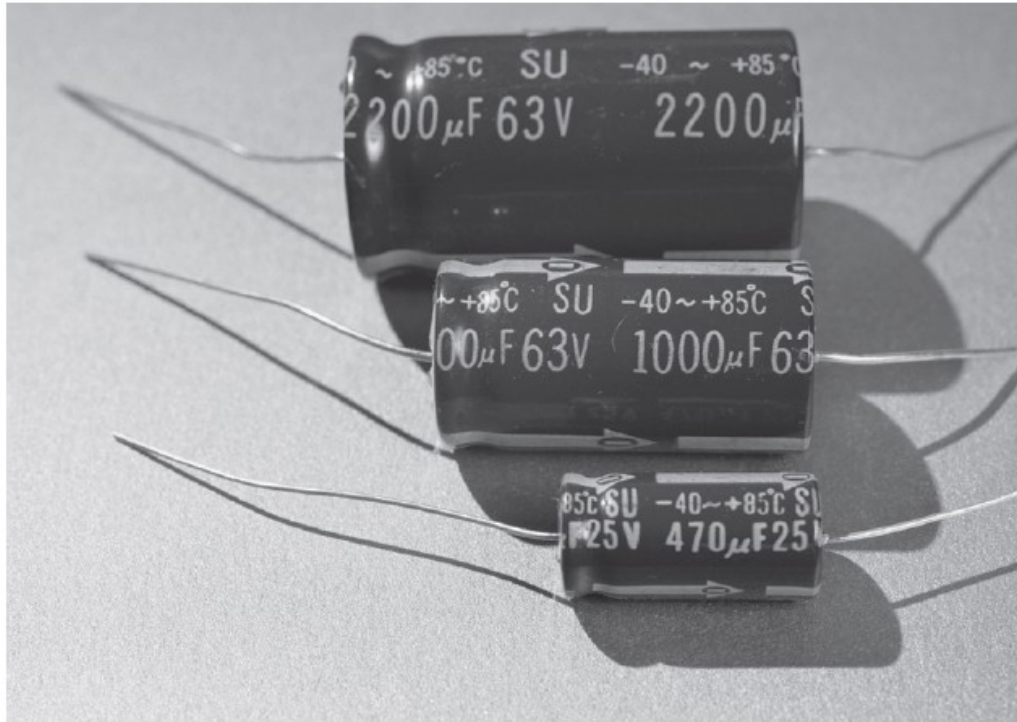
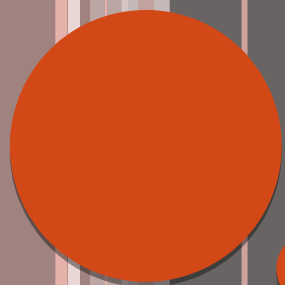


Figura 24.4 Um capacitor comercial é identificado com o valor da sua capacitância. Para esses capacitores, $C = 2200 \mu\text{F}$, $1000 \mu\text{F}$ e $400 \mu\text{F}$.





CAPACITÂNCIA

CAPACITÂNCIA

- A carga, q , e a diferença de potencial, V , para um capacitor são proporcionais uma à outra.
- A constante de proporcionalidade, C , é denominada capacitância.
- E a relação entre estes é dada por: $q=C.V$
- No sistema SI, a unidade de capacitância é o Farad:
- 1 Farad (F) = 1 Coulomb/Volt (C/V)



CAPACITÂNCIA

- Para qualquer capacitor, a capacitância C só depende da constante dielétrica do meio entre e as placas e das suas propriedades geométricas.
- Ela não depende da carga e nem da diferença de potencial.

Quick Quiz 26.1 A capacitor stores charge Q at a potential difference ΔV . What happens if the voltage applied to the capacitor by a battery is doubled to $2\Delta V$? (a) The capacitance falls to half its initial value, and the charge remains the same. (b) The capacitance and the charge both fall to half their initial values. (c) The capacitance and the charge both double. (d) The capacitance remains the same, and the charge doubles.

- Resposta: d



CAPACITÂNCIA

- Para que se consiga carregar um capacitor a prática usual é inseri-lo num circuito elétrico com uma bateria.
- Um circuito elétrico é um caminho no qual uma corrente elétrica pode fluir.
- Exemplo de circuito e seu diagrama esquemático (ou unifilar):

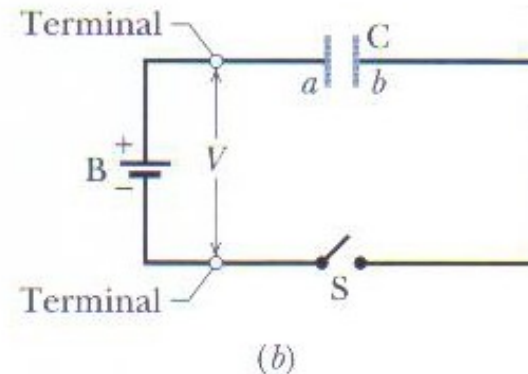
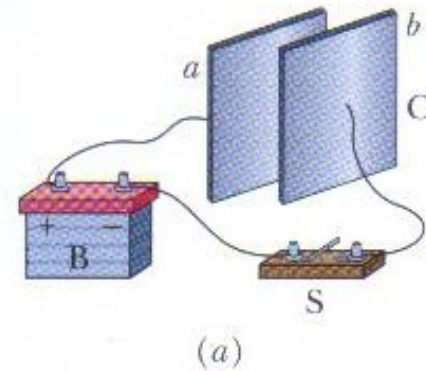


FIG. 25-4 (a) Circuito formado por uma bateria B, uma chave S e as placas a e b de um capacitor C. (b) Diagrama esquemático no qual os elementos do circuito são representados por símbolos.

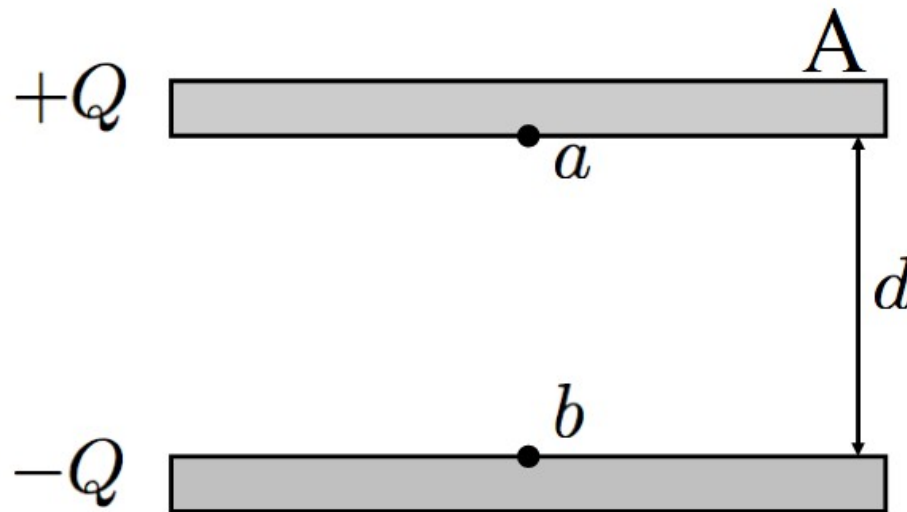




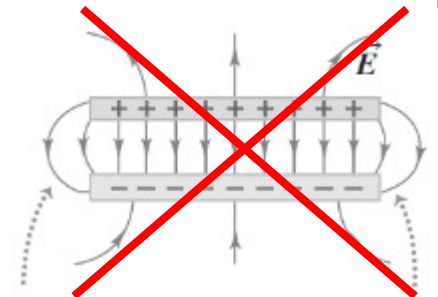
TIPOS DE CAPACITORES E CÁLCULO DA CAPACITÂNCIA

CAPACITOR DE PLACAS PARALELAS

- Quando a distância entre as placas é muito menor que as suas dimensões, o efeito de distorção da borda pode ser desprezado.

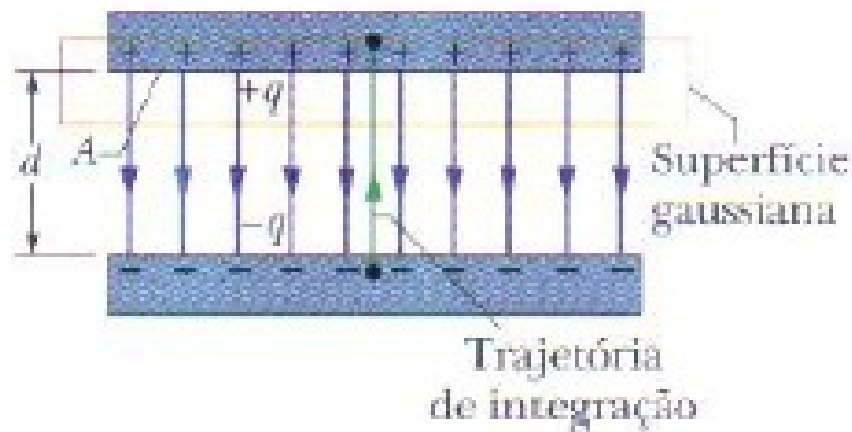


$$d \ll \sqrt{A}$$



CAPACITOR DE PLACAS PARALELAS

- Cálculo da capacitância em placas paralelas



$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (\text{capacitor de placas paralelas}).$$



CAPACITOR CILÍNDRICO

- Capacitor cilíndrico em seção transversal.
- Para o cálculo, insere-se uma superfície gaussiana cilíndrica entre as circunferências.

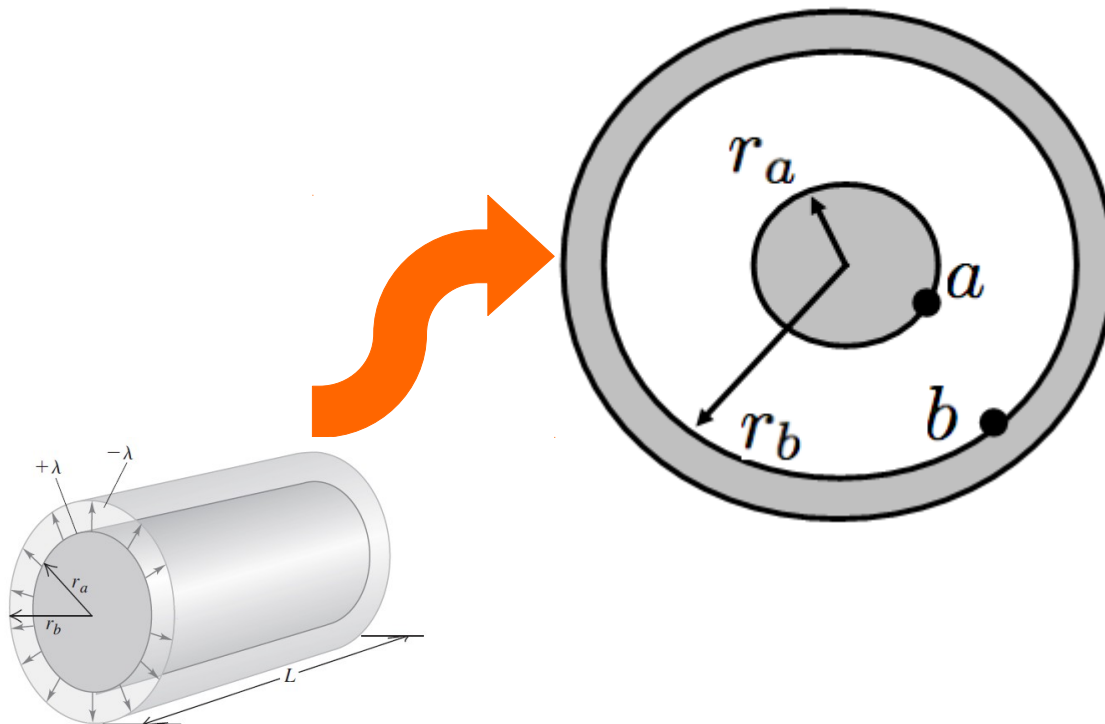
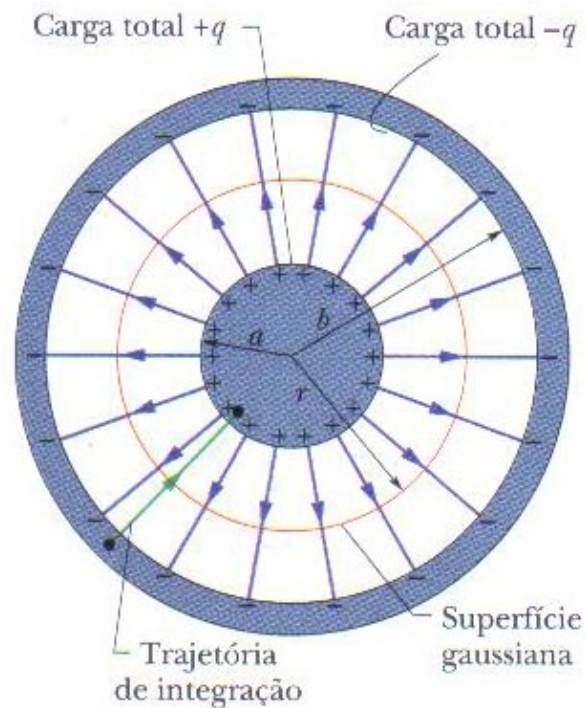


Figura 24.6 Um capacitor cilíndrico longo. A densidade de carga linear λ é considerada positiva nesta figura. O módulo da carga em um comprimento L de ambos os cilindros é igual a λL .



CAPACITOR CILÍNDRICO

- Cálculo capacitância



$$C = 2\pi\epsilon_0 \frac{L}{\ln(b/a)} \quad (\text{capacitor cilíndrico})$$



CAPACITOR ESFÉRICO

- Cálculo capacitância

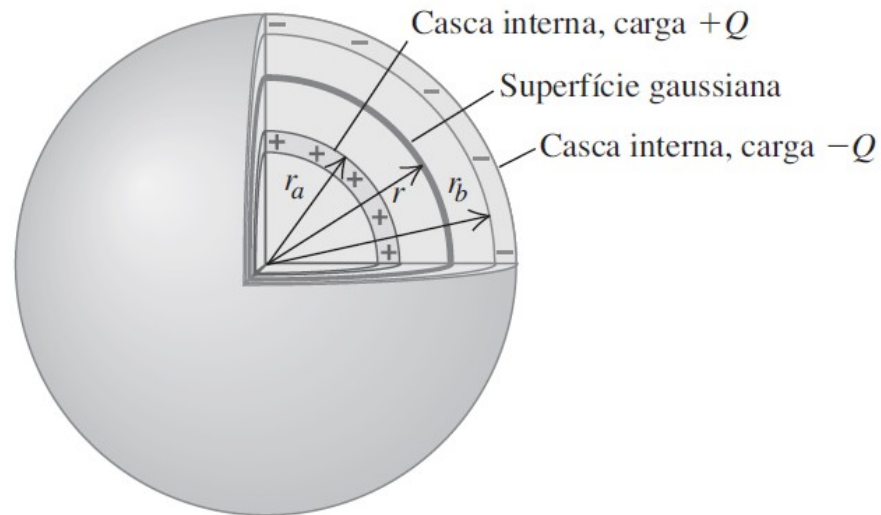


Figura 24.5 Um capacitor esférico.

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



ESFERA ISOLADA

- Cálculo capacitância: para determinar a capacitância neste caso, reescrevemos a equação do cálculo do capacitor esférico da seguinte forma:

$$C = 4\pi\epsilon_0 \frac{a}{1 - a/b}.$$

Fazendo $a = R$ e $b \rightarrow \infty$, obtemos:

$$C = 4\pi\epsilon_0 R \quad (\text{esfera isolada}).$$



CAPACITORES

- Testes

TESTE 2 No caso de capacitores carregados pela mesma bateria, a carga armazenada pelo capacitor aumenta, diminui ou permanece a mesma nas situações a seguir? (a) A distância entre as placas de um capacitor de placas paralelas aumenta. (b) O raio do cilindro interno de um capacitor cilíndrico aumenta. (c) O raio da casca externa de um capacitor esférico aumenta.

- Respostas: a)diminui b)aumenta c)diminui

TESTE 3

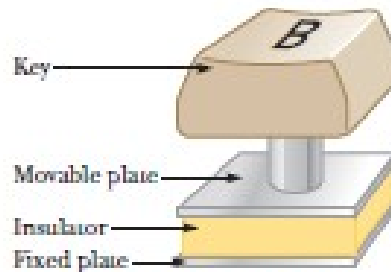


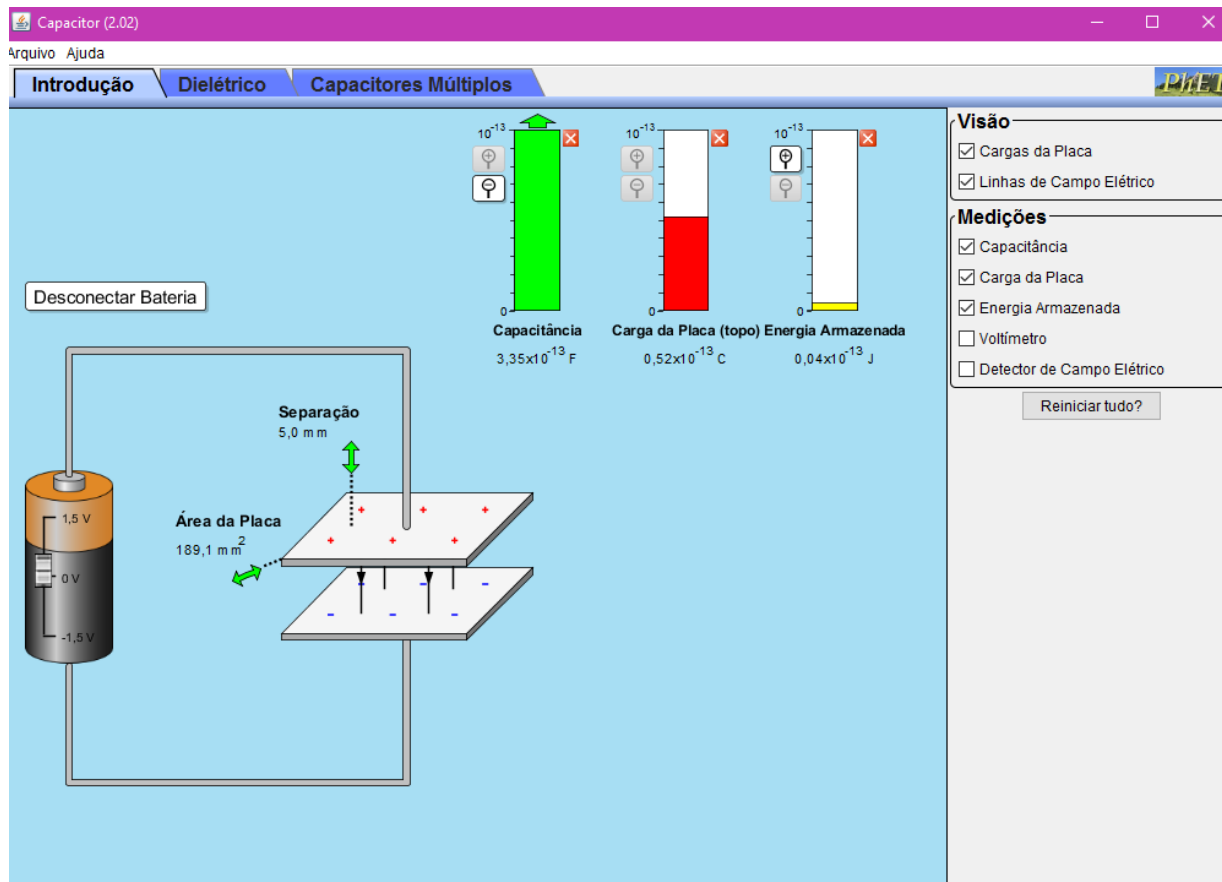
Figure 26.3 (Quick Quiz 26.2)
One type of computer keyboard button.

- Resposta: distância d diminui;
- diferença de potencial diminui;
- q aumenta.



CAPACITORES

○ Simulador



https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/capacitor-lab





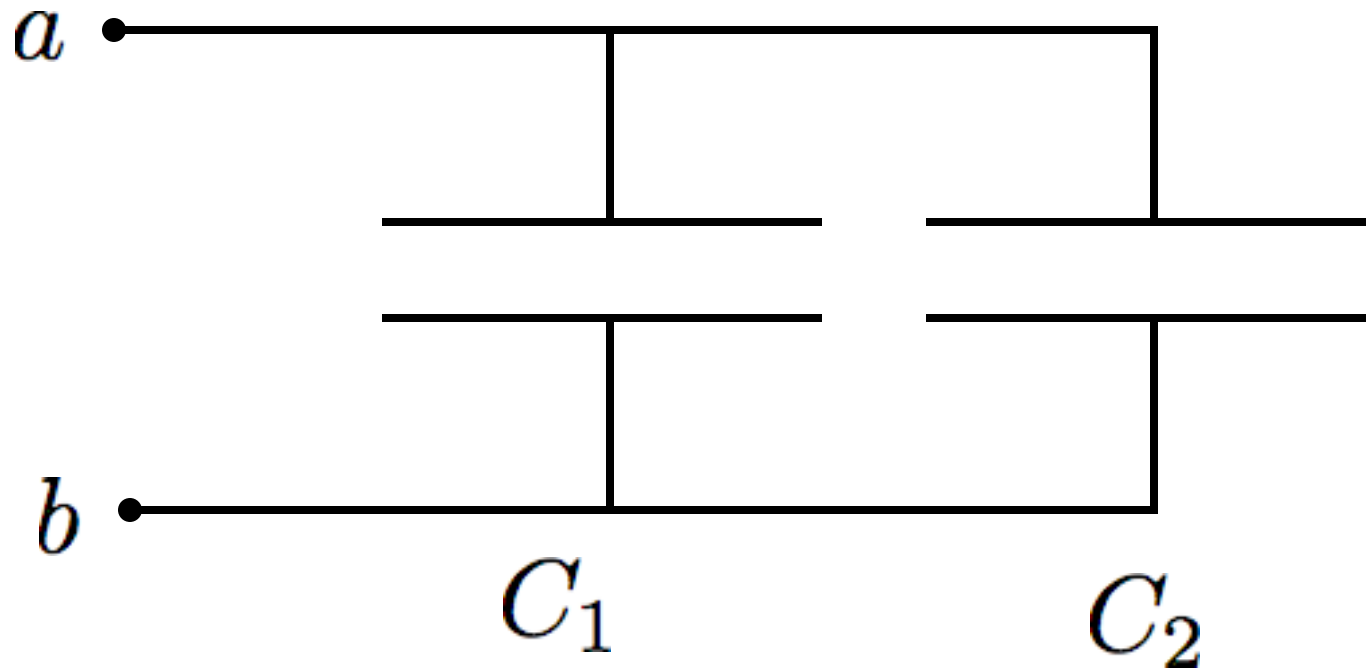
COMBINAÇÃO DE CAPACITORES

COMBINAÇÃO DE CAPACITORES

- Num circuito podemos fazer o equivalente de C quando há mais de um capacitor (C).
- As duas combinações básicas de associação são:
 - série
 - paralelo.



CAPACITORES EM PARALELO

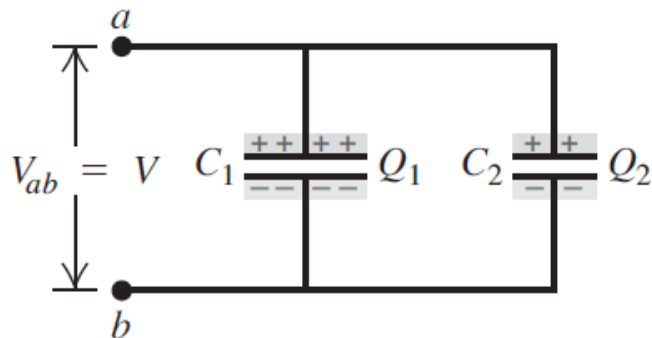


CAPACITORES EM PARALELO

(a) Dois capacitores ligados em paralelo

Capacitores em paralelo:

- Os capacitores possuem o mesmo potencial V .
- A carga em cada capacitor depende da sua capacitância: $Q_1 = C_1V$, $Q_2 = C_2V$.



(b) O capacitor equivalente

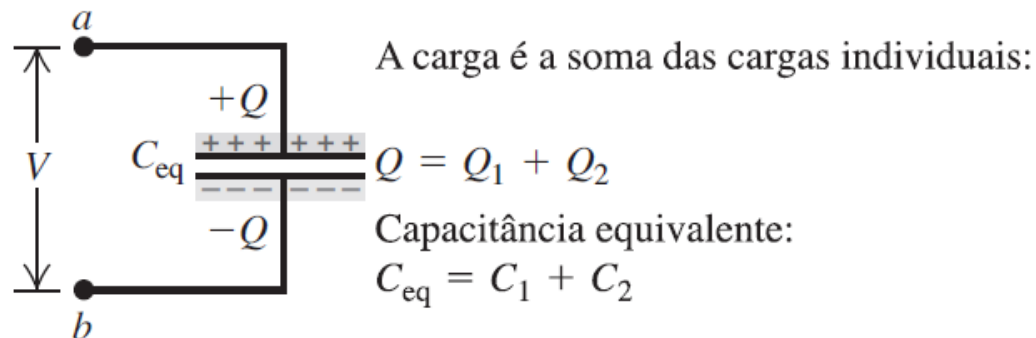


Figura 24.9 Ligação paralela entre dois capacitores.



CAPACITORES EM PARALELO

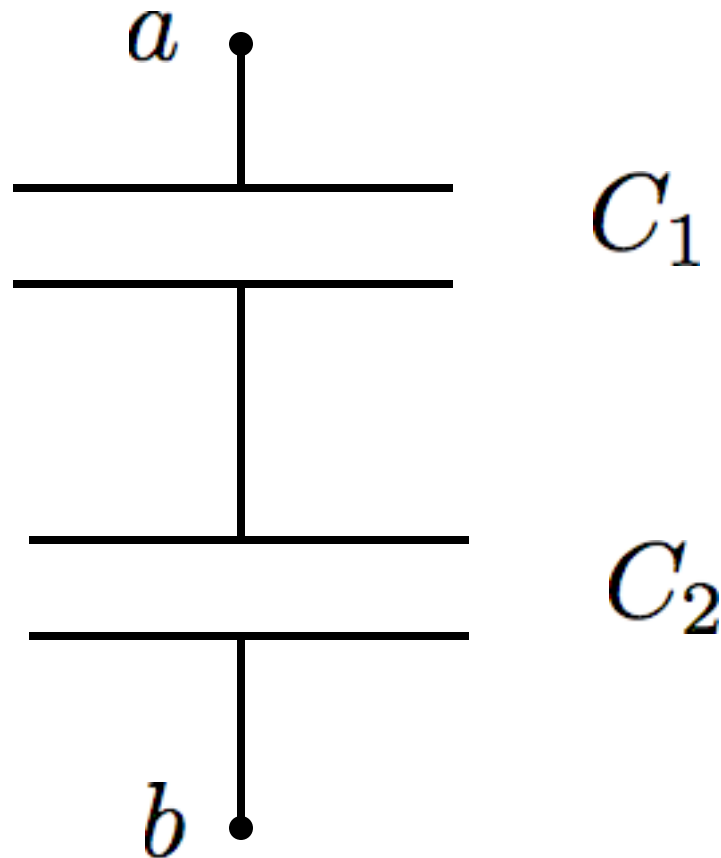
- $C_{\text{eq}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$ (parallel combination)

- $C_{\text{eq}} = \sum_{j=1}^n C_j$ (n capacitores em paralelo)

- Exemplo



CAPACITORES EM SÉRIE



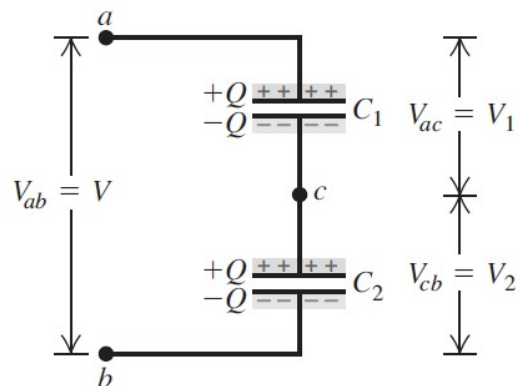
CAPACITORES EM SÉRIE

(a) Dois capacitores ligados em série

Capacitores em série:

- Os capacitores possuem a mesma carga Q .
- A soma das diferenças de potencial é:

$$V_{ac} + V_{cb} = V_{ab}$$



(b) O capacitor equivalente

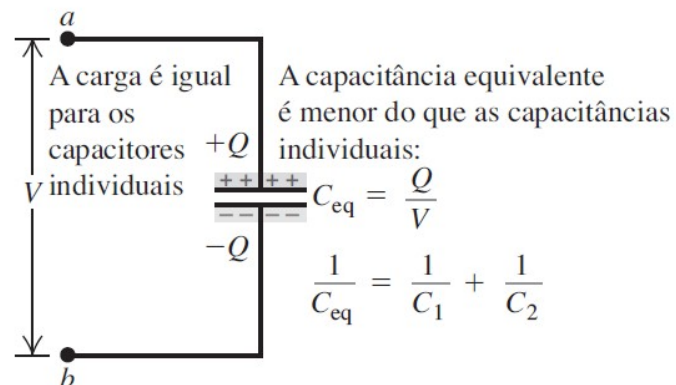


Figura 24.8 Ligação em série de dois capacitores.



CAPACITORES EM SÉRIE

- $$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots \quad (\text{series combination})$$

- $$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{C_j} \quad (n \text{ capacitores em série}).$$

- Exemplo



EXEMPLO

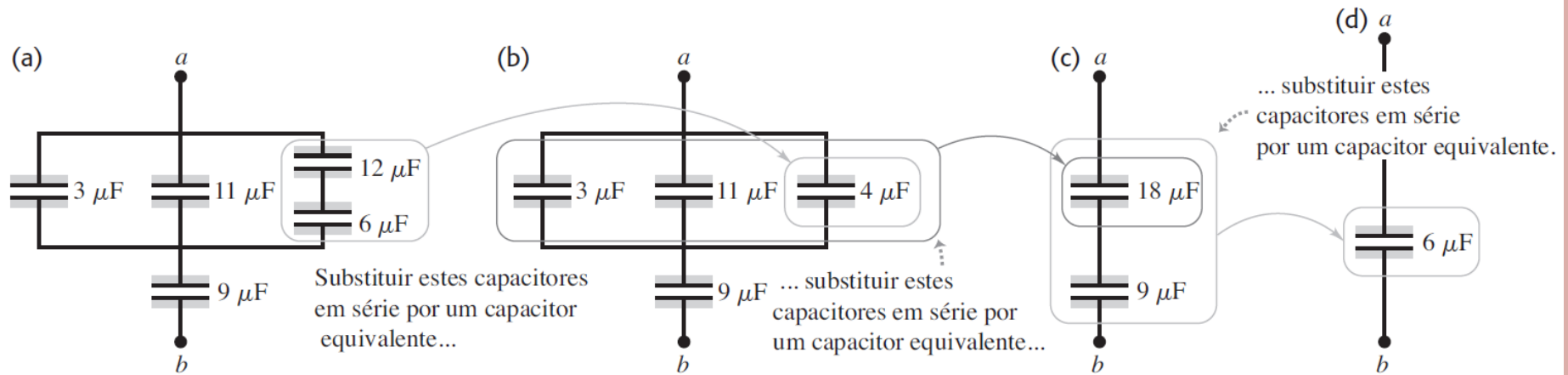
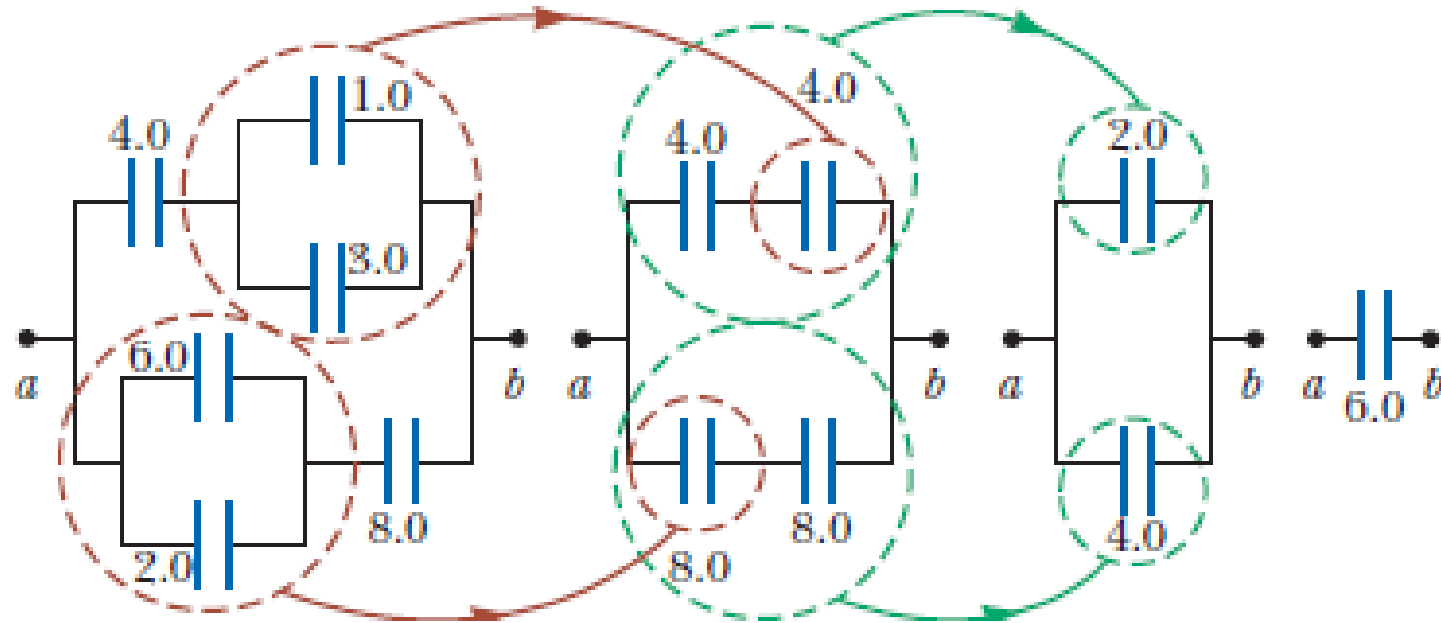


Figura 24.10 (a) Um conjunto de capacitores conectados entre os pontos *a* e *b*. (b) Os capacitores de $12\ \mu\text{F}$ e $6\ \mu\text{F}$, que estavam ligados em s\u00e9rie em (a), foram substit\u00fados por um capacitor equivalente de $4\ \mu\text{F}$. (c) Os capacitores de $3\ \mu\text{F}$, $11\ \mu\text{F}$ e $4\ \mu\text{F}$, que estavam ligados em paralelo em (b), foram substit\u00fados por um capacitor equivalente de $18\ \mu\text{F}$. (d) Finalmente, os capacitores de $18\ \mu\text{F}$ e $9\ \mu\text{F}$, que estavam ligados em s\u00e9rie em (c), foram substit\u00fados pelo capacitor equivalente de $6\ \mu\text{F}$.



EXEMPLO



ATENÇÃO **Energia do campo elétrico é energia potencial elétrica** É um erro conceitual comum supor que a energia do campo elétrico seja uma nova forma de energia, diferente da energia potencial elétrica descrita anteriormente. Isso *não* é verdade; trata-se simplesmente de outro modo de interpretar a energia potencial elétrica. Podemos considerar a energia de um dado sistema de cargas como uma propriedade dividida por todas as cargas, ou então podemos considerar a energia uma propriedade do campo elétrico criado pelas cargas. Qualquer uma das duas interpretações conduz ao mesmo valor da energia potencial.



ARMAZENAMENTO DE ENERGIA NUM CAMPO ELÉTRICO

- Capacitores inseridos em circuitos tem a propriedade de acumular cargas, ou, dito de outra forma, tem a capacidade de armazenar energia elétrica. O trabalho de transferir as cargas de uma placa à outra é feita através de uma bateria (devido à sua reserva de energia química).
- O trabalho necessário para carregar um capacitor se transforma na energia potencial elétrica U do campo elétrico que existe entre as placas.
- Podemos recuperar energia **descarregando** o capacitor através do circuito elétrico.

$$W = \int dW = \frac{1}{C} \int_0^q q' dq' = \frac{q^2}{2C}.$$

$$U = \frac{q^2}{2C} \quad (\text{energia potencial})$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \quad (\text{energia potencial})$$



DENSIDADE DE ENERGIA

- A energia potencial por unidade de volume no espaço entre as placas, dada por u .

$$u = \frac{U}{Ad} = \frac{CV^2}{2Ad}$$

($C = \epsilon_0 A/d$), esse resultado pode ser escrito na forma

$$u = \frac{1}{2} \epsilon_0 \left(\frac{V}{d} \right)^2.$$

$$u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \quad (\text{densidade de energia})$$



BIBLIOGRAFIA

- HALLIDAY, Resnick. Física 3. 4ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 1996.
- TIPLER, Paul. Física Volume 2. 5ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2006.
- MICKELVEY, J. P. Física. São Paulo. Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2000, v.2.
- NUSSSENSWEIG, Moises. Curso de Física básica 3. São Paulo. Editora Blucher Ltda, 1997.
- SEARS E ZEMANSKY, Física 3. São Paulo. Addison Wesley, 2003, v3.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- CHAVES, Alaor. Física Básica – Eletromagnetismo. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2007.
- HALLIDAY, Resnick. Física 3. 8ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2009.
- CROWELL, Benjamin. Electricity and Magnetism. California, USA. Ed. Light and Matter, 2002.
- SERWAY, R.A.& JEWETT, J.W. Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics. 8ª edição. Ed Brooks/Cole Cengage, 2010.
- ULABY, Fawwaz T. Eletromagnetismo para engenheiros. Porto Alegre/RS. Editora Bookman, 2007. (original da Universidade de Michigan).

