

Associação de capacitores

Resumo

Capacitores em série

Da mesma forma que foi possível construir as ideias de associação de resistores, também é possível construir associação de capacitores. Então, observe a imagem 1 que representa um circuito com uma associação de capacitores em série:

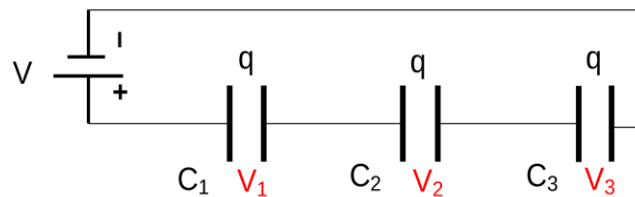


Figura 1: Associação de capacitores em série

A carga $+Q$ que transita pelo circuito começará a se acumular no primeiro capacitor C_1 , carregando a primeira placa positivamente e induzindo a segunda placa a ficar carregada negativamente até que o capacitor alcance seu valor máximo ($+Q$). Logo em seguida, a carga $+Q$ continuará o seu trajeto, carregando o segundo capacitor C_2 , repetindo o processo feito em C_1 e assim sucessivamente até passar por todos os capacitores. Podemos dizer então que, na associação em série, todos os capacitores presentes em um circuito elétrico são percorridos pelo mesmo valor $+Q$ fornecido pela ddp.

Como vimos anteriormente, o Capacitor é dito totalmente carregado quando o seu valor de ddp for máximo e, para cada capacitor, existirá o seu próprio valor de ddp (apesar dos capacitores possuírem o mesmo Q , seus valores de capacitância C não são necessariamente iguais). Logo, a ddp total do circuito pode ser descrita como a soma de todas as ddps.

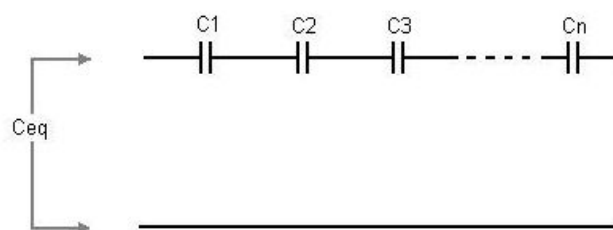


Figura 2: Capacitor equivalente

Construir uma ddp total significa construir um Capacitor equivalente, então teremos apenas um capacitor no circuito que representa todos, como é demonstrado na figura 2. Calculando a ddp total:

$$U_t = U_1 + U_2 + U_3$$

Utilizando a equação $U = \frac{Q}{C}$ e atribuindo essa igualdade para todas as ddp's:

$$\frac{Q}{C_{eq}} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

NOTA: No caso de uma associação de dois capacitores em série:

$$C_{eq} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Capacitores em paralelo

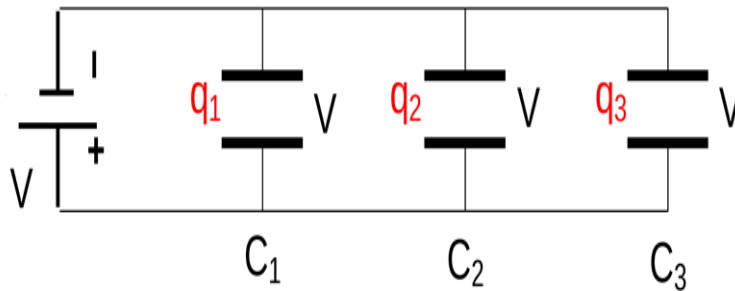


Figura 3: Associação de capacitores em paralelo

No caso de uma associação em paralelo, a carga $+Q$ tem um comportamento similar a da corrente elétrica em associação de resistores, se dividindo nos pontos do circuito onde possuem divisórias e se unindo no final, formando a carga $+Q$ novamente. Logo, haverá parte da carga da ddp (na imagem essas "partes" foram nomeadas de Q_1 , Q_2 e Q_3) sendo acumulada em cada capacitor do circuito.

Observa-se que os capacitores são alimentados pelo mesmo valor de ddp e cada um possui seu valor de capacitância e carga acumulada. Logo, a carga total do circuito pode ser descrita da seguinte maneira:

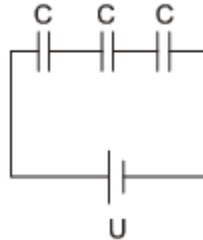
$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$C_{eq}U = C_1U + C_2U + C_3U$$

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

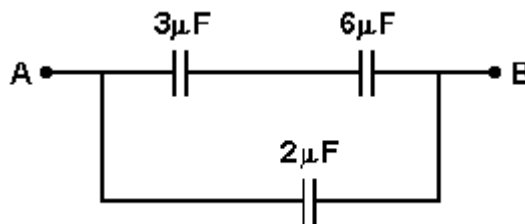
Exercícios

1. Qual a capacitância equivalente do circuito abaixo?



- a) $3C$.
- b) C^3 .
- c) $C/3$.
- d) $3C/2$.
- e) $2C/3$.

- 2.



A carga elétrica que a associação de capacitores abaixo armazena, quando estabelecemos entre A e B a ddp de 22 V, é:

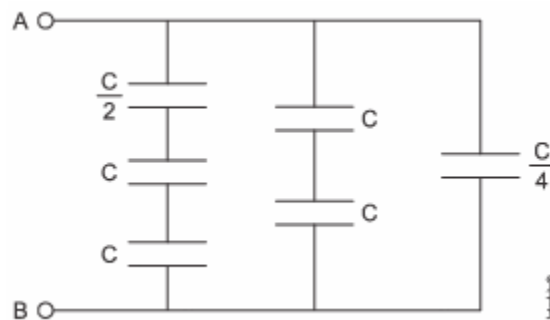
- a) 22 μC .
- b) 33 μC .
- c) 44 μC .
- d) 66 μC .
- e) 88 μC .

3. Considere dois capacitores com diferentes capacitâncias, ligados em paralelo e conectados a uma bateria. É correto afirmar que, após carregados,
- a) a tensão entre os terminais do de maior capacitância é menor.
 - b) a tensão entre os terminais dos dois capacitores é a mesma.
 - c) a corrente fornecida pela bateria é sempre maior que zero.
 - d) a corrente fornecida pela bateria é sempre menor que zero.
 - e) a corrente fornecida pela bateria é sempre igual a zero.

4. Três capacitores, de placas paralelas, estão ligados em paralelo. Cada um deles tem armaduras de área A , com espaçamento d entre elas. Assinala a alternativa que contém o valor da distância entre as armaduras, também de área A , de um único capacitor, de placas paralelas, equivalente à associação dos três.
- a) $d/3$.
 - b) $3d$.
 - c) $(3d)/2$.
 - d) $(2d)/3$.
 - e) $(4d)/3$.
5. Considere dois capacitores, $C_1 = 2 \mu\text{F}$ e $C_2 = 3 \mu\text{F}$, ligados em série e inicialmente descarregados. Supondo que os terminais livres da associação foram conectados aos polos de uma bateria, é correto afirmar que, após cessar a corrente elétrica,
- a) as cargas nos dois capacitores são iguais e a tensão elétrica é maior em C_2 .
 - b) a carga é maior em C_2 e a tensão elétrica é igual nos dois.
 - c) as cargas nos dois capacitores são iguais e a tensão elétrica é maior em C_1 .
 - d) a carga é maior em C_1 e a tensão elétrica é igual nos dois.
 - e) tanto a carga quanto a tensão elétrica são iguais em C_1 e C_2 .
6. Capacitores são componentes eletrônicos que têm por função básica armazenar cargas elétricas e, conseqüentemente, energia potencial elétrica. Em circuitos elétricos compostos apenas por capacitores, eles podem ser associados em série, em paralelo ou de forma mista. Em relação às características desses tipos de associação, quando associadas em série,
- a) os capacitores armazenam cargas iguais.
 - b) os capacitores submetem-se sempre à mesma diferença de potencial.
 - c) a carga total estabelecida na associação é igual a soma das cargas de cada capacitor.
 - d) a capacitância equivalente da associação é igual à soma das capacitâncias individuais.
 - e) os capacitores armazenam diferentes.
7. (Enem 2ª aplicação 2016) Um cosmonauta russo estava a bordo da estação espacial MIR quando um de seus rádios de comunicação quebrou. Ele constatou que dois capacitores do rádio de $3 \mu\text{F}$ e $7 \mu\text{F}$ ligados em série estavam queimados. Em função da disponibilidade, foi preciso substituir os capacitores defeituosos por um único capacitor que cumpra a mesma função.
- Qual foi a capacitância, medida em μF , do capacitor utilizado pelo cosmonauta?
- a) 0,10
 - b) 0,50
 - c) 2,1
 - d) 10
 - e) 21

8. O capacitor equivalente de uma associação em série, constituída por 3 capacitores iguais, tem capacitância $2 \mu\text{F}$, utilizando-se 2 destes capacitores para montar uma associação em paralelo, a mesma apresentará uma capacitância de
- a) $3 \mu\text{F}$.
 - b) $6 \mu\text{F}$.
 - c) $12 \mu\text{F}$.
 - d) $18 \mu\text{F}$.
 - e) $20 \mu\text{F}$.

9.



Na associação de capacitores, esquematizada acima, a capacitância está indicada na figura para cada um dos capacitores. Assim, a capacitância equivalente, entre os pontos A e B no circuito, é

- a) C .
 - b) $2C$.
 - c) $3C$.
 - d) $4C$.
 - e) $8C$.
10. Considere dois capacitores ligados em série e conectados a uma bateria. Um dos capacitores tem capacitância maior que a do outro. É correto afirmar que a capacitância equivalente
- a) é menor que qualquer uma das capacitâncias individuais.
 - b) é maior que qualquer uma das capacitâncias individuais.
 - c) tem valor entre as duas capacitâncias da associação.
 - d) depende da tensão na bateria.
 - e) depende do valor da corrente elétrica.

Gabarito

1. C

Os capacitores estão em série.

$$C_{eq} = \frac{C}{n} = \frac{C}{3}$$

2. E

A capacitância equivalente C será:

$$C = \frac{3 \times 6}{3 + 6} + 2 = 4 \mu F$$

Encontramos a carga elétrica Q pela seguinte relação:

$$Q = CV$$

$$Q = 4 \mu F \cdot 22V$$

$$Q = 88 \mu C.$$

3. B

Dois capacitores de diferentes capacitâncias, ligados em paralelo, ficam submetidos à mesma tensão e adquirem cargas diferentes.

4. A

O capacitor equivalente de área A e distância entre as placas d' que está em paralelo com os três capacitores C de área A e distância d vale:

$$C_{eq} = 3C$$

$$\frac{\epsilon A}{d'} = 3 \frac{\epsilon A}{d}$$

$$d' = d/3$$

5. C

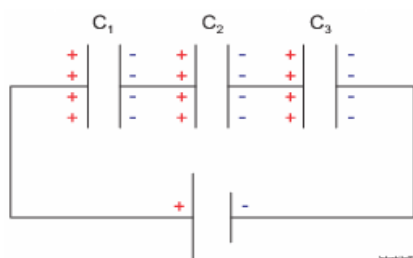
Capacitores em série carregam-se com a mesma carga.

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow C_1 U_1 = C_2 U_2 \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{3}{2} \Rightarrow U_1 = 1,5 U_2 \Rightarrow U_1 > U_2.$$

6. A

Em uma associação em série de capacitores, todos estão ligados em um único ramo do circuito, conforme representado na figura abaixo, devido às características dessa associação, a carga elétrica acumulada nas placas dos capacitores é sempre igual (em módulo). Já a diferença de potencial entre eles é diferente. E a capacitância em série é feita da seguinte forma:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$



7. C

Como os capacitores estavam ligados em série, a capacitância do capacitor equivalente é dada por:

$$C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3 \cdot 7}{3 + 7} \Rightarrow C_{eq} = 2,1 \mu F.$$

8. C

Para a associação em série:

$$C_s = \frac{C}{3} \Rightarrow C = 3 C_s \Rightarrow C = 3 \cdot 2 \Rightarrow C = 6 \mu F.$$

Para a associação em paralelo:

$$C_p = 2 C = 2 \cdot 6 \Rightarrow C_p = 12 \mu F.$$

9. A

Cálculo das capacitâncias em série:

$$\frac{1}{C_1} = \frac{2}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{4}{C} \therefore C_1 = \frac{C}{4}$$

$$\frac{1}{C_2} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C} \therefore C_2 = \frac{C}{2}$$

Cálculo da capacitância em paralelo (capacitância equivalente):

$$C_{eq} = \frac{C}{4} + \frac{C}{2} + \frac{C}{4} = \frac{C + 2C + C}{4} = \frac{4C}{4} \therefore C_{eq} = C$$

10. A

Para dois capacitores de capacitâncias C_1 e C_2 associados em série, a capacitância equivalente é:

$$C_{eq} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}.$$

Supondo que a capacitância equivalente seja maior ou igual que a capacitância de um deles:

$$C_{eq} \geq C_1 \Rightarrow \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} \geq C_1 \Rightarrow \frac{C_2}{C_1 + C_2} \geq 1. \text{ Sendo } C_1 \text{ e } C_2 \text{ números positivos, a desigualdade obtida é } \underline{\text{absurda}}. \text{ Logo,}$$

para dois capacitores associados em série, a capacitância equivalente da associação é menor que qualquer uma das capacitâncias individuais.