Folha 2

1) $n = 5,8 \times 10^{28}\ e^-/m^{-3}$ $I = 1,0\ A$ $d = 1,0 \times 10^{-3} m$

$v = ?$

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{n\, q_e\, A\, v\, \cancel{\Delta t}}{\cancel{\Delta t}} = n\, q_e\, A\, v \rightarrow v = \frac{I}{n\, q_e\, A}$$

$$v = \frac{1,0}{(5,8 \times 10^{28})(1,6 \times 10^{-19}) \times \pi \left(\frac{1,0 \times 10^{-3}}{2}\right)^2} \approx 1,37 \times 10^{-4}\ ms^{-1}$$

2) $$\mathcal{E} = \frac{W}{Q} = \frac{6}{3,0} = 2,0\ V$$

1→ Resistências em série

$R = R_1 + R_2$, Como as resistências são iguais, então cada uma terá uma tensão que é metade da força eletromotriz da fonte

$$V = \frac{\mathcal{E}}{2} = 1,0\ V$$

2→ Resistências em paralelo

$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1}$, O paralelo das resistências pode ser substituído por uma resistência equivalente única que liga diretamente à fonte

$$V = \mathcal{E} = 2,0\ V$$

3) 15 dias

Potência máx de cada lâmpada = 100 W = 0,1 KW

3 lâmpadas acendem 18h - 23h → 5 h

↳ 0,0674 €/ Kwh

$$Custo_T = 3 \times 0,1 \times 15 \times 5 \times 0,0674 \approx 1,52 €$$

4)

a. Potência máx da lâmpada = 60 W

Diferença de potencial máx = 120 V

Potência gasta nas condições máx.

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{120^2}{60} = 240\ \Omega \qquad I = \frac{V}{R} = \frac{120}{240} = 0,5\ A$$

Correntes de 0,5 A queimam a lâmpada

b. Como calculado na alínea anterior, $I = 0,5\ A$ e $R = 240\ \Omega$

c. $I = 0,25\ A \rightarrow P = R I^2 = 240\ (0-0,25)^2 = 15\ W$

5) $d = 0{,}362 \times 10^{-2}\ m$ $\quad \rho = 1{,}72 \times 10^{-8}\ \Omega m$ $\quad T = 20°C$

a. $R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow \frac{R}{l} = \frac{\rho}{A} = \frac{1{,}72 \times 10^{-8}}{\pi \left(\frac{0{,}362 \times 10^{-2}}{2}\right)^2} \approx 1{,}67 \times 10^{-3}\ \Omega/m$

b. $P_d = 3{,}0\ W m^{-1}$

$P = R I^2 \rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{3{,}0}{1{,}67 \times 10^{-3}}} \approx 42{,}4\ A$

c. $I = 100\ A$ $\quad P_d = 3{,}0\ W m^{-1}$

$R = \frac{P}{I^2} = \frac{3{,}0}{100^2} = 3{,}0 \times 10^{-4}\ \Omega/m$

$R = \rho \frac{l}{A} \rightarrow \frac{A}{l} = \frac{\rho}{R} = \frac{1{,}72 \times 10^{-8}}{3{,}0 \times 10^{-4}} \approx 5{,}73 \times 10^{-5}\ m^2$

$A = \pi r^2 \rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{5{,}73 \times 10^{-5}}{\pi}} \approx 4{,}27 \times 10^{-3}\ m$ $\quad d = 2r = 8{,}54 \times 10^{-3}\ m$

6)

a. $R_{in} = 75\ \Omega$ $\quad f.e.m = 10\ V$

$R = 25\ \Omega \rightarrow \mathcal{E} - (R_{in} + R) I = 0 \Leftrightarrow 10 - (75 + 25) I = 0 \Leftrightarrow I = 0{,}1\ A$

$\rightarrow P = R I^2 = 25 \times 0{,}1^2 = 0{,}25\ W = 250\ mW$

$R = 50\ \Omega \rightarrow 10 - (75 + 50) I = 0 \Leftrightarrow I = 0{,}08\ A$

$\rightarrow P = 50 \times 0{,}08^2 = 320\ mW$

$R = 75\ \Omega \rightarrow 10 - (75 + 75) I = 0 \Leftrightarrow I \approx 0{,}0667\ A$

$\rightarrow P = 75 \times 0{,}0667^2 = 334\ mW$

$R = 100\ \Omega \rightarrow 10 - (75 + 100) I = 0 \Leftrightarrow I \approx 0{,}0571\ A$

$\rightarrow P = 100 \times 0{,}0571^2 = 326\ mW$

$R = 125\ \Omega \rightarrow 10 - (75 + 125) I = 0 \Leftrightarrow I \approx 0{,}05\ A$

$\rightarrow P = 125 \times 0{,}05^2 \approx 313\ mW$

b. O máx. de potência elétrica transferida é quando a resistência é igual à resistência da fonte, logo, $R = R_{in}$

7) $i_1 = \frac{2}{5} \times 1{,}0 = \frac{2}{5}$ mA $\quad i_2 = 1 - \frac{2}{5} = \frac{3}{5}$ mA

$i_3 = \frac{1}{5}$ mA $\quad i_4 = \frac{2}{5}$ mA $\quad i_5 = \frac{3}{5}$ mA

8)

a. Leis das malhas (3 equações)
Leis dos nós (3 equações)

$$\begin{cases} 10{,}0 - 5{,}0 - i_4 - 2{,}0\, i_2 - 3{,}0\, i_6 = 0 \\ 4{,}0\, i_3 - i_4 - 3{,}0\, i_5 = 0 \\ 5 - 3{,}0\, i_5 - 3{,}0\, i_1 + 2{,}0\, i_2 = 0 \\ i_6 = i_2 + i_1 \\ i_3 + i_4 = i_6 \\ i_1 = i_3 + i_5 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 2i_2 + i_4 + 3i_6 = 5 \\ 4i_3 - i_4 - 3i_5 = 0 \\ 3i_1 - 2i_2 + 3i_5 = 5 \\ i_1 + i_2 - i_6 = 0 \\ -i_3 - i_4 + i_6 = 0 \\ -i_1 + i_3 + i_5 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 1 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 4 & -1 & -3 & 0 \\ 3 & -2 & 0 & 0 & 3 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 0 \\ 5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \longrightarrow \begin{array}{l} i_1 \approx 1{,}19\text{ A} \\ i_2 \approx 0{,}14\text{ A} \\ i_3 \approx 0{,}61\text{ A} \\ i_4 \approx 0{,}72\text{ A} \\ i_5 \approx 0{,}58\text{ A} \\ i_6 \approx 1{,}33\text{ A} \end{array}$$

b. $P = RI^2 = 4{,}0 \times (0{,}61)^2 \approx 1{,}49$ W

c. $V_{AB} = -(-3i_6) - 10 = -6{,}01$ V

$V_{AC} = 2i_2 + 5 = 5{,}28$ V

9)

$$\begin{cases} 4 - 4i_1 - i_2 - 2 - i_2 = 0 \\ 4 - 4i_1 - i_3 - 2 - i_3 = 0 \\ i_1 = i_2 + i_3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 2 - 4i_2 - 4i_3 - 2i_2 = 0 \\ 2 - 4i_2 - 4i_3 - 2i_3 = 0 \\ i_1 = i_2 + i_3 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} i_2 = \frac{2 - 4i_3}{6} \\ 2 - \frac{4}{3} + \frac{8}{3} i_3 - 6i_3 = 0 \\ i_1 = i_2 + i_3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \text{———} \\ \frac{10}{3} i_3 = \frac{2}{3} \\ \text{———} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} i_2 = 0{,}2\text{ A} \\ i_3 = 0{,}2\text{ A} \\ i_1 = 0{,}4\text{ A} \end{cases}$$

$V_{AB} = 4 - 4i_1 = 2{,}4$ V

10) $V = RI \Rightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{6}{100 \times 10^3 + 200 \times 10^3} = 2 \times 10^{-5}$ A

$V_{100k\Omega} = R_{100k\Omega} \times I = 100 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-5} = 2$ V

$V = \frac{(R /\!/ R_V)}{(R /\!/ R_V) + 200 \times 10^3} \times 6 \qquad R /\!/ R_V = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_V}$

$R_v = 100 \times 10^3\ \Omega$ $\qquad R /\!/ R_v = \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_v}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{100\times10^3} + \frac{1}{100\times10^3}\right)^{-1} = 50\ 000\ \Omega$

$V = \frac{50000}{50000 + 200\times10^3} \times 6 = 1,2\ V$ $\qquad E(\%) = \frac{2 - 1,2}{2} \times 100 = 40\ \%$

$R_v = 10,0 \times 10^6\ \Omega$ $\qquad R /\!/ R_v = \left(\frac{1}{100\times10^3} + \frac{1}{10\times10^6}\right) = 99,01 \times 10^3\ \Omega$

$V = \frac{99,01\times\cancel{10^3}}{99,01\times\cancel{10^3} + 200\times\cancel{10^3}} \times 6 = 1,99\ V$ $\qquad E(\%) = \frac{2 - 1,99}{2} \times 100 = 0,5\%$

11) $12\ V \qquad I_{máx} = 10\ mA \qquad V_{Led} = 0,6\ V$

$R = \frac{\overbrace{V - V_{Led}}^{\text{máx de tensão q o Led aguenta}}}{I_{max}} = \frac{12 - 0,6}{10\times10^{-3}} = 1,14 \times 10^3\ \Omega$

12) $A = 100,0\ mm^2 = 100,0\times10^{-6}\ m^2 = 1\times10^{-4}\ m^2 \qquad d_1 = 5,0\times10^{-3}\ m$

Constante dielétrica relativa $= \varepsilon_r = 3$

$C = \varepsilon \frac{A}{d}$ • Sem pressionar tecla: $C_1 = (\varepsilon_r \times \varepsilon_0)\frac{A}{d} = 3\times8,85\times10^{-12}\ \frac{10^{-4}}{5,0\times10^{-3}} = 5,31\times10^{-13}\ F$

• Pressionando a tecla: $C_2 = 20,0\times10^{-12}\ F$

$C = C_1 + C_2 = 5,31\times10^{-13} + 20,0\times10^{-12} = 2,05\times10^{-11}\ F$

$C = 3\times8,85\times10^{-12}\ \frac{10^{-4}}{d_2} \Rightarrow d_2 = \frac{3\times8,85\times10^{-16}}{2,05\times10^{-11}} \approx 1,30\times10^{-4}\ m$

$\Delta d = d_1 - d_2 = 5,0\times10^{-3} - 1,30\times10^{-4} = 4,87\times10^{-3}\ m = 4,87\ mm$

13) $C = 200\ \mu F = 200\times10^{-6}\ F = 2\times10^{-4}\ F \qquad V = 300\ V \qquad P = 30\ MW = 30\times10^6\ W$

$V_{bala} = 1000\ m\,s^{-1} \qquad d = ? \qquad I = \frac{P}{V} = \frac{30\times10^6}{300} = 1\times10^5\ A$

$Q = C\,V = 2\times10^{-4} \times 300 = 0,06\ C$

$I = \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{I} = \frac{0,06}{1\times10^5} = 6\times10^{-7}\ s$

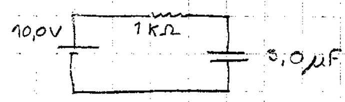
$v = \frac{d}{t} \Rightarrow d = v\,t = 1000 \times 6\times10^{-7} = 6\times10^{-4}\ m$

14) $C = 5{,}0 \times 10^{-6}$ F $\qquad \mathcal{E} = 10{,}0$ V

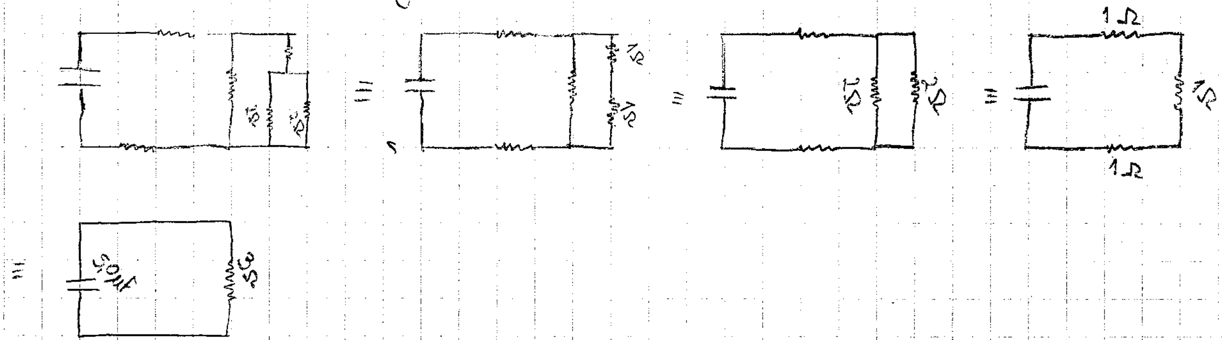
a. Para o circuito de carga (à esquerda do condensador), as 2 resistências podem ser substituídas pela R_{eq}

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{2K} + \frac{1}{2K}\right)^{-1} = 1\,k\Omega$$

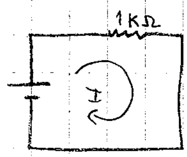
Circuito de carga



Para o circuito de descarga



b. $t = 0$ s $\rightarrow$ Condensador na malha da carga



$$10 - (1 \times 10^3)I = 0 \Leftrightarrow I = \frac{10}{1 \times 10^3} \Leftrightarrow I = 10\text{ mA}$$

c. • Após a carga do condensador $\rightarrow I = 0$ mA

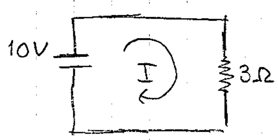
• ddp nos terminais do condensador = fonte $\rightarrow V_c = 10{,}0$ V

• Carga total armazenada no condensador $\rightarrow Q = VC = 10 \times 5{,}0 \times 10^{-6} = 5{,}0 \times 10^{-5}$ C $= 50\,\mu$C

d. $t_{carga} = R_{carga}\, C = 1000 \times 5 \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-3}$ s

e. De acordo com b. e c., a intensidade de carga da corrente de 10 mA ($t = 0$ s) e 0mA no fim da carga. $\rightarrow$ A meio da carga deve haver uma intensidade de corrente média $\rightarrow$ 5 mA.

f. condensador $\Rightarrow$ fonte



$$10 - 3I = 0 \Leftrightarrow I = \frac{10}{3} \Rightarrow I \approx 3{,}33\text{ A}$$

g. $t_{descarga} = R_{descarga}\, C = 3 \times 5{,}0 \times 10^{-6} = 1{,}5 \times 10^{-5}$ s

15) constante de tempo → $R\,C$

→ Se o voltímetro tem R_V não infinita → Resistências em paralelo

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_V}\right)^{-1} = \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$$

$$t = \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}\, C$$

16)

a. Se S está aberto, só há corrente na malha externa ($i_3 = 0$ A) → $I = I_1 = I_2$

Lei das malhas: $12 - 9 - I(3+4+5+3) = 0 \Leftrightarrow 14I = 3 \rightarrow I \approx 0,21$ A

b. $\begin{cases} 12 + 4i_3 - (3+4)i_1 = 0 \\ 9 + 4i_3 + (3+5)i_2 = 0 \\ i_2 = i_1 + i_3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -7i_1 + 4i_3 = -12 \\ 8i_2 + 4i_3 = -9 \\ i_1 - i_2 + i_3 = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} i_1 \approx 0,93 \text{ A} \\ i_2 \approx -0,44 \text{ A} \\ i_3 \approx -1,37 \text{ A} \end{cases}$

c. $I = 0,2$ A $\quad V_{ab} = 12 - (3+4) \times 0,2 = 10,6$ V

17)

a. $\begin{cases} 8 - 6i_1 - \cancel{6} - 2i_2 + \cancel{6} = 0 \\ 6 - 12 + 4i_3 - 2i_2 = 0 \\ i_1 = i_2 + i_3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 6i_1 + 2i_2 = 8 \\ -2i_2 + 4i_3 = 6 \\ i_1 - i_2 - i_3 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 3i_1 + i_2 = 4 \\ -i_2 + 2i_3 = 3 \\ i_1 - i_2 - i_3 = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} i_1 = 1,36 \text{ A} \\ i_2 = -0,09 \text{ A} \\ i_3 = 1,45 \text{ A} \end{cases}$

Na $R = 4\,\Omega \rightarrow I = 1,45$ A

b. $P = V I_1 = 8 \times 1,36 = 10,88$ W

c. $V_{ab} = 12 - 4 \times 1,45 = 6,2$ V

18)

a. K desligado, só temos a malha exterior

Resistências de $8\,\Omega \rightarrow R_{eq} = \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{8}\right)^{-1} = 4\,\Omega$

Lei das malhas → $12 + 6 - I(4+3+1+4) = 0 \Leftrightarrow I = 1,5$ A

b. $\begin{cases} 12 - 4i_1 + 6i_2 - 10 - 4i_1 = 0 \\ 10 - 6i_2 - 3i_3 + 6 - i_3 = 0 \\ i_3 = i_1 + i_2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 8i_1 - 6i_2 = 2 \\ 6i_2 + 4i_3 = 16 \\ i_1 + i_2 - i_3 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 4i_1 - 3i_2 = 1 \\ 3i_2 + 2i_3 = 8 \\ i_1 + i_2 - i_3 = 0 \end{cases}$

$i_1 \approx 1,12$ A $(4\,\Omega)$; $i_2 \approx 1,15$ A $(6\,\Omega)$; $i_3 \approx 2,27$ A $(1\,\Omega)$

c. $t = 60 \times 60 = 3600$ s

$P = R I^2 = 6 \times (1,15)^2 = 7,935$ W

$E = P \Delta t = 7,935 \times 3600 = 2,86 \times 10^4$ J

19) $E = 60\,V$ $C = 50\,mF = 50\times10^{-3}\,F$

a. $t = 2\,s$ $V_C = 20\,V$ $t_{carga} = ?$

Carga → $V(t) = V_{max}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \Leftrightarrow 20 = 60\left(1 - e^{\frac{2}{\tau}}\right) \Leftrightarrow 20 = 60 - 60\,e^{-\frac{2}{\tau}} \Leftrightarrow 60\,e^{-\frac{2}{\tau}} = 40$

$\Leftrightarrow e^{-\frac{2}{\tau}} = \frac{4}{6} \Leftrightarrow -\frac{2}{\tau} = \ln\left(\frac{4}{6}\right) \rightarrow \tau = \frac{-2}{\ln\left(\frac{4}{6}\right)} \approx 4{,}93\,s$

b. $t = 30\,s$ $V_C = 36{,}5\,V$

Descarga → $V(t) = V_{max}\,e^{-\frac{t}{\tau}} \Leftrightarrow 36{,}5 = 60\,e^{-\frac{30}{\tau}} \Leftrightarrow -\frac{30}{\tau} = \ln\left(\frac{36{,}5}{60}\right) \rightarrow \tau = \frac{-30}{\ln\left(\frac{36{,}5}{60}\right)} \approx 60{,}36\,s$

$\tau = R_t C \rightarrow R_t = R_1 + R_2$

$60{,}36 = (R_1 + R_2)\times 50\times10^{-3} \Leftrightarrow R_1 + R_2 = 1207{,}2$

Não se consegue discriminar os valor de R_1 e R_2

20)

a. $R_{eq} = 1 + \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{6}\right)^{-1} = 1 + 3 = 4\,\Omega$ (No ramo da fonte de 14 V, existe 1 resistência de 1 Ω e um paralelismo de 2 resistências de 6 Ω)

b. $\begin{cases} 10 - 6i_2 - 2i_1 = 0 \\ 14 - i_3 + 2i_1 - 3i_3 = 0 \\ i_2 = i_1 + i_3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 2i_1 + 6i_2 = 10 \\ -2i_1 + 4i_3 = 14 \\ i_1 - i_2 + i_3 = 0 \end{cases} \rightarrow i_1 = -1\,A\ ;\ i_2 = 2\,A\ ;\ i_3 = 3\,A$

c. $V_{CD} = 1i_3 - 10 = -7\,V$

21)

a. $C_1 = 4\times10^{-6}\,F$ $C_2 = 15\times10^{-6}\,F$ } em série

$C_S = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{4\times10^{-6}} + \frac{1}{15\times10^{-6}}\right)^{-1} = 3{,}16\times10^{-6}\,F$

$C_S = 3{,}16\times10^{-6}\,F$ $C_3 = 12\times10^{-6}\,F$ } em paralelo

$C_T = C_S + C_3 = 3{,}16\times10^{-6} + 12\times10^{-6} = 15{,}16\times10^{-6}\,F = 15{,}16\,\mu F$

b. $V_{AB} = 200\,V$

$C_3 = 12\times10^{-6}\,F \rightarrow Q = VC = 200\times12\times10^{-6} = 2{,}4\times10^{-3}\,C$

Como C_3 está ligado a C_1 e C_2 (ligados em série), então a carga deste 2 condensadores será igual

$C_S = 3{,}16\times10^{-6}\,F$

$Q = 200\times3{,}16\times10^{-6} = 6{,}32\times10^{-4}\,C$

c. $E = \frac{1}{2} C_{eq} V^2 = \frac{1}{2} \times 15,16 \times 10^{-6} \times 200^2 = 0,303\ J$

22)

malha esquerda ↙ malha direita ↙

a. em série → 3 resistências de 18 pF ou de 6 pF

$$C_{eq_1} = \left(\frac{1}{18 \times 10^{-12}} + \frac{1}{18 \times 10^{-12}} + \frac{1}{18 \times 10^{-12}} \right)^{-1} \approx 6,0 \times 10^{-12}\ F$$

$$C_{eq_2} = \left(\frac{1}{6 \times 10^{-12}} + \frac{1}{6 \times 10^{-12}} + \frac{1}{6 \times 10^{-12}} \right)^{-1} = 2,0 \times 10^{-12}\ F$$

$$C_{BD} = C_{eq_1} + C_{eq_2} + 4\,pF = 6,0 \times 10^{-12} + 2,0 \times 10^{-12} + 4 \times 10^{-12} = 12 \times 10^{-12} = 12\,pF$$

b. série BCD: $C_{eq_2} = 2,0 \times 10^{-12}\ F$

Paralelo BCD com 4 pF: $C_{eq_3} = (2,0 \times 10^{-12}) + (4 \times 10^{-12}) = 6 \times 10^{-12} = 6\,pF$

Série entre C_{eq_3} com 2 x 18 pF (entre A e D): $C_{eq_4} = \left(\frac{1}{18 \times 10^{-12}} + \frac{1}{18 \times 10^{-12}} + \frac{1}{6 \times 10^{-12}} \right)^{-1} = 3,6 \times 10^{-12} = 3,6\,pF$

$C_{AB} = C_{eq_4} + 18\,pF = (3,6 + 18)\,pF = 21,6\,pF$

c.

$$C_{AC} = \left(\frac{1}{C_{AB}} + \frac{1}{C_{BC}} \right)^{-1}$$

$C_{AB} = 21,6\ pF$ (alínea b)

Para C_{BC}:

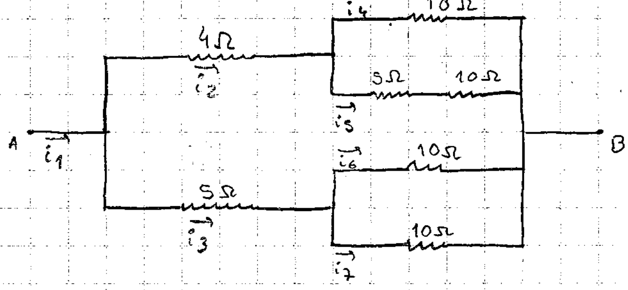
→ série de 4 pF, 6 pF, 6 pF: $\left(\frac{1}{4 \times 10^{-12}} + \frac{1}{6 \times 10^{-12}} + \frac{1}{6 \times 10^{-12}} \right)^{-1} = 1,72 \times 10^{-12} = 1,72\,pF$

→ paralelo de 6 pF com 1,72 pF: $C_{BC} = 6 \times 10^{-12} + 1,72 \times 10^{-12} = 7,72 \times 10^{-12} = 7,72\,pF$

$$C_{AC} = \left(\frac{1}{21,6 \times 10^{-12}} + \frac{1}{7,72 \times 10^{-12}} \right)^{-1} = 5,69 \times 10^{-12} = 5,69\,pF$$

23) $R_{eq} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{10,0} + \frac{1}{10} \right)^{-1} = 5\,\Omega$

$R_1 = 4 + \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{5+10} \right)^{-1} \approx 10,0\,\Omega$ $\quad$ $R_2 = 5 + \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right)^{-1} = 10\,\Omega$



• circuito equivalente total

$$I_1 = \frac{V}{R} = \frac{12}{5} = 2,4\ A$$

Como i_2 e i_3, ao ramificarem-se, vêm à sua frente uma resistência 10 Ω, $i_2 = i_3 = \frac{i_1}{2}$

$i_2 = i_3 = 1,2\,A$

i_3 tem 2 ramificações com 1 resistência 10 Ω cada, $i_6 = i_7 = \frac{i_3}{2}$

$i_6 = i_7 = 0,6\ A$

$i_5 = \frac{15}{25} \times i_2 = 0,72\ A$ $\qquad i_4 = i_2 - i_5 = 0,48\ A$ ← lei dos nós

24) $E = 30,0\ V$ $\qquad R_1 = R_2 = 14\ \Omega$ $\qquad R_3 = R_4 = R_5 = 6,0\ \Omega$

$R_6 = 2,0\ \Omega$ $\qquad R_7 = 1,5\ \Omega$

$$R_{eq_1} = \left(\frac{1}{14} + \frac{1}{14}\right)^{-1} + \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{6}\right)^{-1} = 7 + 3 = 10\ \Omega$$ ← esquerda da fonte

$$R_{eq_2} = 1,5 + \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{2}\right)^{-1} = 1,5 + 1,5 = 3\ \Omega$$ ← direita da fonte

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{R_{eq_1}} + \frac{1}{R_{eq_2}}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{3}\right)^{-1} \approx 2,31\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{30,0}{2,31} \approx 13,0\ A$$