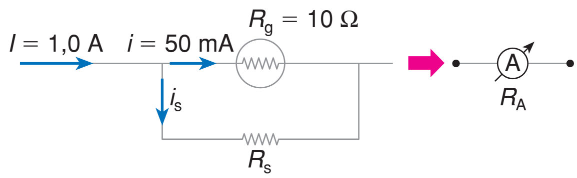
P.175 Como $i_s = I - i$, temos:

$i_s = 1,0 - 50 \cdot 10^{-3}$

$i_s = 0,95$ A

Estando o galvanômetro e o *shunt* em paralelo, temos:



$$R_g i = R_s \cdot i_s \Rightarrow 10 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = R_s \cdot 0,95 \Rightarrow \boxed{R_s \simeq 0,53\ \Omega}$$

$$\text{De } R_A = \frac{R_g \cdot R_s}{R_g + R_s} \text{ vem: } R_A = \frac{10 \cdot 0,53}{10 + 0,53} \Rightarrow \boxed{R_A \simeq 0,50\ \Omega}$$

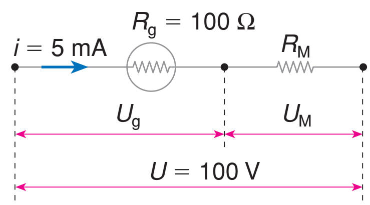
P.176 Aplicando-se a lei de Ohm ao galvanômetro, temos:

$U_g = R_g i \Rightarrow U_g = 100 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \Rightarrow U_g = 0,5$ V

Como $U = U_g + U_M$, temos:

$100 = 0,5 + U_M \Rightarrow U_M = 99,5$ V

Aplicando-se, agora, a lei de Ohm para a resistência multiplicadora, vem:

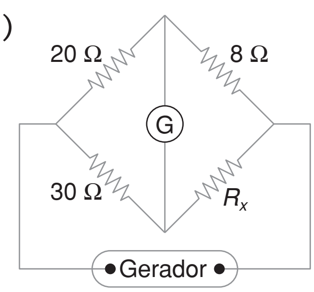


$$U_M = R_M \cdot i \Rightarrow 99,5 = R_M \cdot 5 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \boxed{R_M = 19.900\ \Omega = 19,9\ \text{k}\Omega}$$

De outro modo:

$$U = (R_g + R_M) \cdot i \Rightarrow 100 = (100 + R_M) \cdot 5 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \boxed{R_M = 19.900\ \Omega}$$

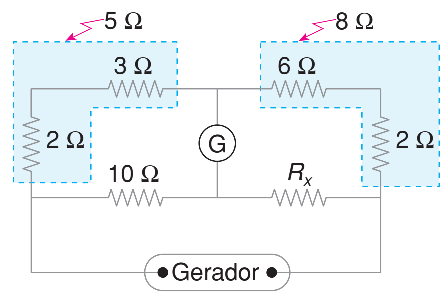
P.177 (I)



$20 \cdot R_x = 30 \cdot 8$

$\boxed{R_x = 12\ \Omega}$

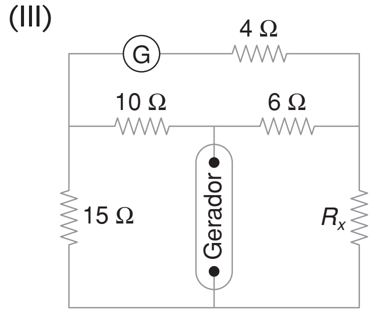
(II)



$5 \cdot R_x = 8 \cdot 10$

$\boxed{R_x = 16\ \Omega}$

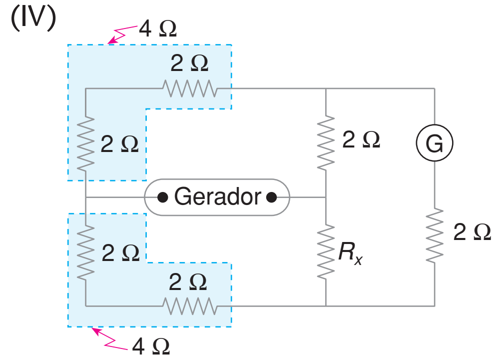
(III)



$R_x \cdot 10 = 15 \cdot 6$

$\boxed{R_x = 9\ \Omega}$

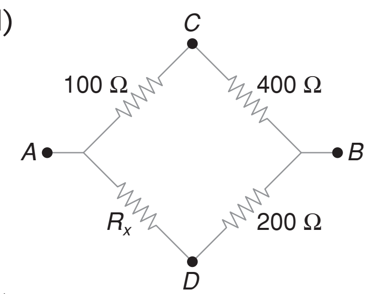
(IV)



$R_x \cdot 4 = 4 \cdot 2$

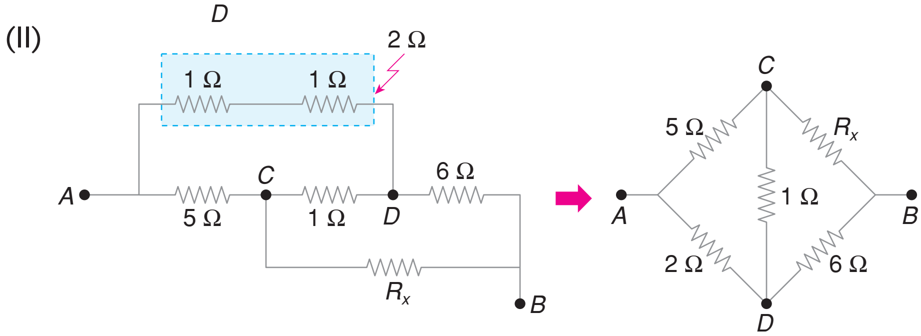
$\boxed{R_x = 2\ \Omega}$

P.178 (I)



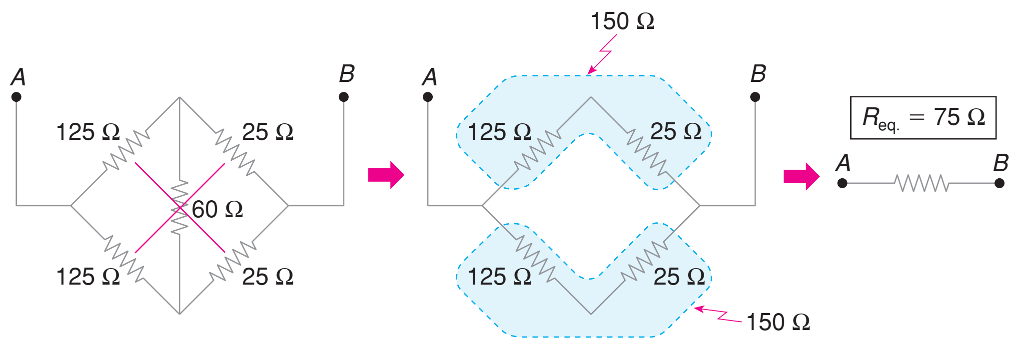
$R_x \cdot 400 = 100 \cdot 200 \Rightarrow \boxed{R_x = 50\ \Omega}$

(II)

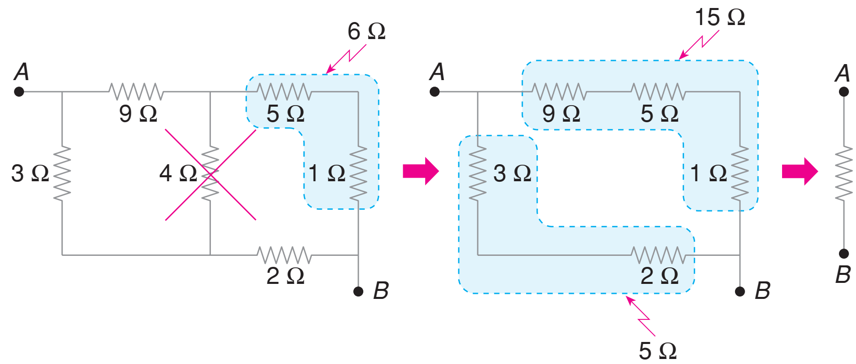


$R_x \cdot 2 = 5 \cdot 6 \Rightarrow \boxed{R_x = 15\ \Omega}$

P.179 (I) Temos uma ponte de Wheatstone em equilíbrio. Não passa corrente pelo resistor de 60 Ω que pode ser retirado do circuito:



(II) A ponte está em equilíbrio ($6\ \Omega \cdot 3\ \Omega = 9\ \Omega \cdot 3\ \Omega$). O resistor de $4\ \Omega$ não é percorrido por corrente:



$R_{eq.} = \dfrac{15 \cdot 5}{15+5}$

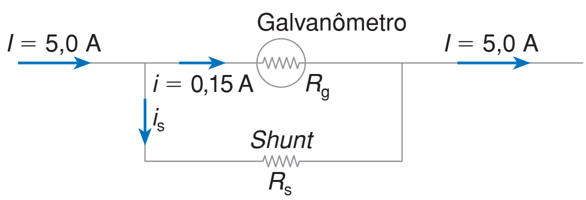
$\boxed{R_{eq.} = 3{,}75\ \Omega}$

P.180 a) Associa-se em paralelo com o galvanômetro um *shunt* de resistência R_s.

Cálculo de R_s:

$R_g i = R_s i_s \Rightarrow 0{,}25 \cdot 0{,}15 = R_s \cdot (5{,}0 - 0{,}15) \Rightarrow \boxed{R_s \simeq 0{,}0077\ \Omega}$

b) Esquema:



P.181 Associa-se em paralelo com o galvanômetro um *shunt* de resistência R_s.

Cálculo de R_s:

$R_g i = R_s \cdot i_s \Rightarrow 40 \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-3} = R_s \cdot (1{,}0 - 1{,}0 \cdot 10^{-3}) \Rightarrow \boxed{R_s \simeq 0{,}040\ \Omega}$

P.182 Associa-se em série com o galvanômetro um resistor de resistência R_M.

Cálculo de R_M:

$U_g = R_g i$

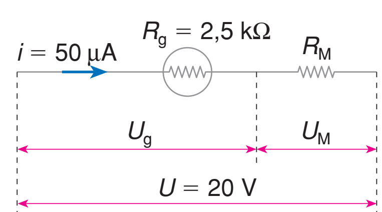
$U_g = 2{,}5 \cdot 10^3 \cdot 50 \cdot 10^{-6}$

$U_g = 0{,}125\ \text{V}$

$U = U_g + U_M \Rightarrow 20 = 0{,}125 + U_M \Rightarrow U_M = 19{,}875\ \text{V}$

$U_M = R_M \cdot i \Rightarrow 19{,}875 = R_M \cdot 50 \cdot 10^{-6} \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{R_M = 397.500\ \Omega}$



De outro modo:

$U = (R_g + R_M) \cdot i \Rightarrow 20 = (2.500 + R_M) \cdot 50 \cdot 10^{-6} \Rightarrow \boxed{R_M = 397.500\ \Omega}$

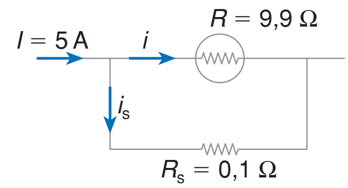
P.183 a) $R \cdot i = R_s \cdot i_s \Rightarrow 9{,}9 \cdot i = 0{,}1 \cdot i_s \Rightarrow$

$\Rightarrow i_s = 99 \cdot i$ ①

$I = i + i_s$ ②

Substituindo ① em ②, vem:

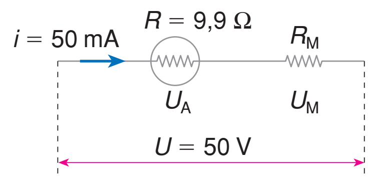
$5 = i + 99i \Rightarrow i = 0{,}050 \text{ A} \Rightarrow \boxed{i = 50 \text{ mA}}$



b) $U = (R + R_M) \cdot i$

$50 = (9{,}9 + R_M) \cdot 50 \cdot 10^{-3}$

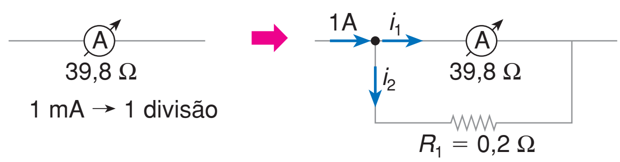
$\boxed{R_M \simeq 990\ \Omega}$ em série



P.184 a) $U = R \cdot i \Rightarrow 1{,}0 \cdot 10^{-1} = R \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \boxed{R = 1{,}0 \cdot 10^2\ \Omega}$

b) $U = (R_M + R) \cdot i \Rightarrow U = (9.900 + 100) \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \boxed{U = 10 \text{ V}}$

P.185 Para transformar o amperímetro dado em outro amperímetro, devemos associar em paralelo o resistor de resistência $R_1 = 0{,}2\ \Omega$, como esquematizado ao lado.

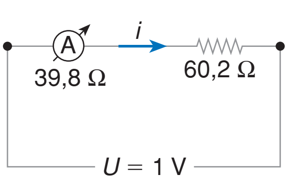


Seja 1 A a corrente que entra na associação em paralelo. Assim, temos:

$$\begin{cases} 1 = i_1 + i_2 \\ 39{,}8 i_1 = 0{,}2 i_2 \end{cases} \Rightarrow i_1 = 0{,}005 \text{ A} \Rightarrow i_1 = 5 \text{ mA}$$

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ mA} \text{ ——— } 1 \text{ divisão} \\ 5 \text{ mA} \text{ ——— } y \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{y = 5 \text{ divisões}}$$

Para transformar o amperímetro dado em um voltímetro, devemos associar em série o resistor de resistência elétrica $R_2 = 60{,}2\ \Omega$:



Seja $U = 1$ V a ddp no voltímetro.

Como $U = R \cdot i$, temos:

$1 = (39{,}8 + 60{,}2) \cdot i \Rightarrow i = 0{,}010 \text{ A} \Rightarrow i = 10 \text{ mA}$

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ mA} \text{ ——— } 1 \text{ divisão} \\ 10 \text{ mA} \text{ ——— } x \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{x = 10 \text{ divisões}}$$

P.186 a) $\boxed{U_{AB} = 0}$ (ponte em equilíbrio)

b) $U_{CD} = (R + R) \cdot i \Rightarrow 6{,}0 = (2{,}0 + 2{,}0) \cdot i \Rightarrow \boxed{i = 1{,}5\ \text{A}}$

P.187 $R \cdot 8 = 4 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{R = 5\ \Omega}$

$\boxed{i_g = 0}$ (ponte em equilíbrio)

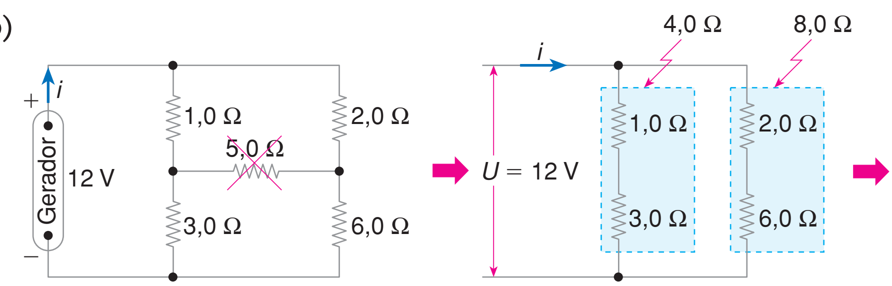
$U = (R_4 + R_8) \cdot i' \Rightarrow 60 = (4 + 8) \cdot i' \Rightarrow \boxed{i' = 5\ \text{A}}$

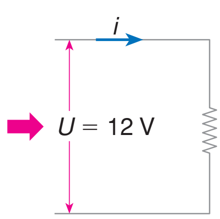
$U = (R_5 + R_{10}) \cdot i'' \Rightarrow 60 = (5 + 10) \cdot i'' \Rightarrow \boxed{i'' = 4\ \text{A}}$

$i = i' + i'' \Rightarrow \boxed{i = 9\ \text{A}}$

P.188 a) $X \cdot 1{,}0 = 2{,}0 \cdot 3{,}0 \Rightarrow \boxed{X = 6{,}0\ \Omega}$

b)





$R_{eq.} = \dfrac{8{,}0 \cdot 4{,}0}{8{,}0 + 4{,}0}$

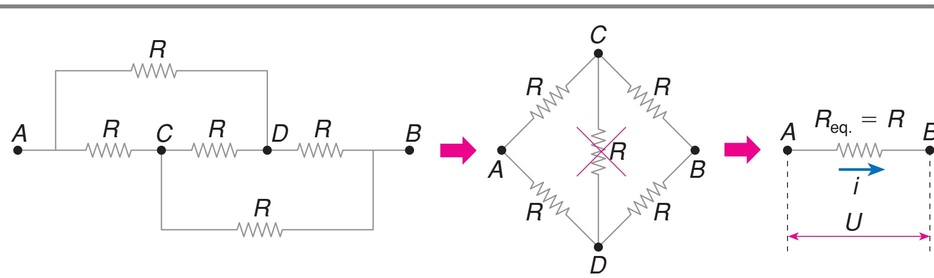
$R_{eq.} = \dfrac{8{,}0}{3{,}0}\ \Omega$

$U = R_{eq.} \cdot i$

$12 = \dfrac{8{,}0}{3{,}0} \cdot i$

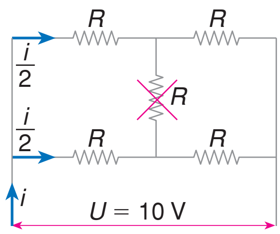
$\boxed{i = 4{,}5\ \text{A}}$

P.189



$U = R_{eq.} \cdot i \Rightarrow U = 10 \cdot 2{,}0 \Rightarrow \boxed{U = 20\ \text{V}}$

P.190 a) Com a chave Ch aberta, temos uma ponte de Wheatstone em equilíbrio:

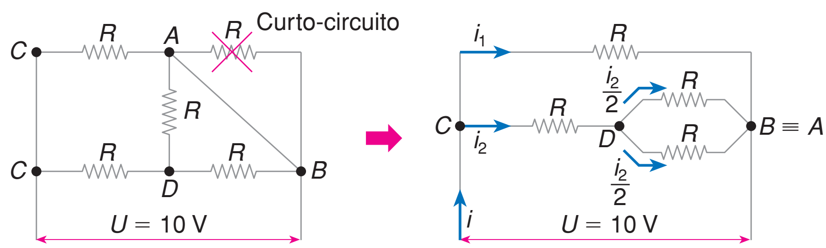


$U = (R + R) \cdot \frac{i}{2} \Rightarrow 10 = (10 + 10) \cdot \frac{i}{2} \Rightarrow \boxed{\frac{i}{2} = 0{,}50 \text{ A}}$

Observação:

As 4 lâmpadas apresentam mesmo brilho.

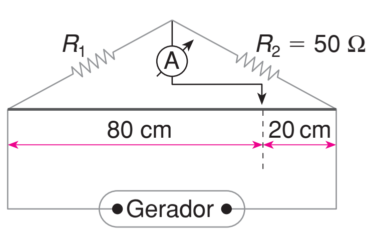
b) Com a chave Ch fechada:



Sendo $i_1 > i_2$, observamos que a lâmpada que apresenta o segundo maior brilho é a situada entre *C* e *D*, percorrida pela corrente i_2.

$U = \left(R + \frac{R}{2}\right) \cdot i_2 \Rightarrow 10 = \left(10 + \frac{10}{2}\right) \cdot i_2 \Rightarrow 10 = 15 \cdot i_2 \Rightarrow \boxed{i_2 \simeq 0{,}67 \text{ A}}$

P.191 a)



b) No esquema do item **a**, temos:

$R_1 \cdot 20 = 50 \cdot 80 \Rightarrow R_1 = 200\ \Omega$

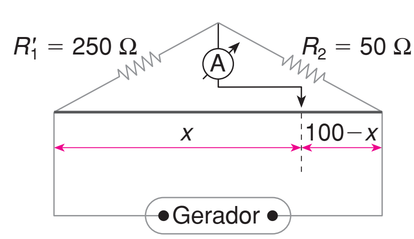
Por aquecimento, R_1 aumenta 25%, passando para $R_1' = 250\ \Omega$.

Na nova posição de equilíbrio:

$250 \cdot (100 - x) = 50 \cdot x$

$300 \cdot x = 25.000$

$\boxed{x \simeq 83 \text{ cm}}$



P.192 a) Trata-se de uma ponte em equilíbrio:

$R \cdot R_1 = R_2 \cdot R_1 \Rightarrow R = R_2 = 108\ \Omega$

$R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \theta) \Rightarrow 108 = 100 \cdot (1 + 4 \cdot 10^{-3} \cdot \theta) \Rightarrow \boxed{\theta = 20\ °C}$

b) $U_{CD} = (R + R_2) \cdot i \Rightarrow U_{CD} = (108 + 108) \cdot 5{,}0 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \boxed{U_{CD} = 1{,}08\ V}$