P.193 Dados: $E = 24$ V; $r = 1\ \Omega$; $U = 20$ V

a) $U = E - r \cdot i \Rightarrow 20 = 24 - 1 \cdot i \Rightarrow \boxed{i = 4\text{ A}}$

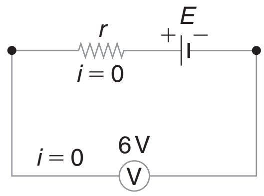
b) $Pot_g = E \cdot i \Rightarrow Pot_g = 24 \cdot 4 \Rightarrow \boxed{Pot_g = 96\text{ W}}$

$Pot_\ell = U \cdot i \Rightarrow Pot_\ell = 20 \cdot 4 \Rightarrow \boxed{Pot_\ell = 80\text{ W}}$

$Pot_d = Pot_g - Pot_\ell \Rightarrow Pot_d = 96 - 80 \Rightarrow \boxed{Pot_d = 16\text{ W}}$

c) $\eta = \dfrac{U}{E} \Rightarrow \eta = \dfrac{20}{24} \Rightarrow \eta \simeq 0{,}833 \Rightarrow \boxed{\eta \simeq 83{,}3\%}$

P.194 Sendo o voltímetro ideal, o circuito não é percorrido por corrente (circuito aberto).



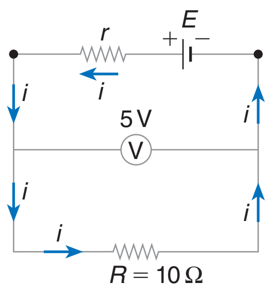
Nesse caso, a leitura do voltímetro é a própria força eletromotriz:

$U = E - r \cdot i$

$i = 0 \Rightarrow U = E$

Logo: $\boxed{E = 6\text{ V}}$

No circuito ao lado (circuito fechado pela presença do resistor R), temos:



Resistor: $U = R \cdot i \Rightarrow 5 = 10i \Rightarrow i = 0{,}5$ A

Gerador: $U = E - r \cdot i \Rightarrow 5 = 6 - r \cdot 0{,}5 \Rightarrow \boxed{r = 2\ \Omega}$

P.195 Dados: $E = 12$ V; $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

$E_{el.} = Pot_g \cdot \Delta t \Rightarrow E_{el.} = E \cdot i \cdot \Delta t \Rightarrow E_{el.} = E \cdot \Delta q \Rightarrow$

$\Rightarrow E_{el.} = 12 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow \boxed{E_{el.} = 1{,}92 \cdot 10^{-18}\text{ J}}$

P.196 Dados: $E = 100$ V; $r = 2\ \Omega$

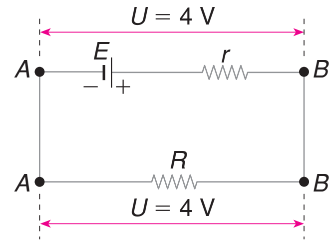
a) De $U = E - r \cdot i$, sendo $i = 0$, resulta: $\boxed{U = E = 100 \text{ V}}$

b) $i_{cc} = \dfrac{E}{r} \Rightarrow i_{cc} = \dfrac{100}{2} \Rightarrow \boxed{i_{cc} = 50 \text{ A}}$

c) Quando um gerador está em curto-circuito, a ddp entre seus terminais é nula:

$\boxed{U = 0}$

P.197 Dados: $E = 6$ V; $r = 1\ \Omega$

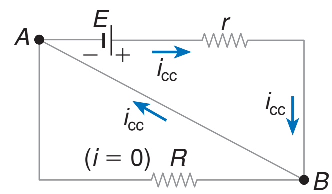


a) A tensão no resistor é a mesma que no gerador:

$U = E - r \cdot i$

$4 = 6 - 1 \cdot i$

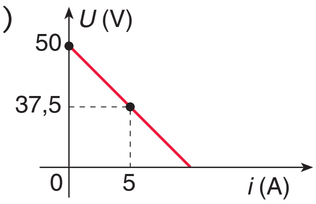
$\boxed{i = 2 \text{ A}}$



b) Ligando-se A e B por um fio de resistência nula, o resistor e o gerador ficam em curto-circuito. O resistor não é percorrido por corrente. O gerador é percorrido pela corrente de curto-circuito:

$i_{cc} = \dfrac{E}{r} \Rightarrow i_{cc} = \dfrac{6}{1} \Rightarrow \boxed{i_{cc} = 6 \text{ A}}$

P.198 (I)

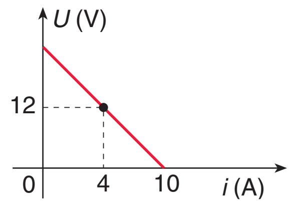


Do gráfico: $\boxed{E = 50 \text{ V}}$

$U = E - r \cdot i \Rightarrow 37{,}5 = 50 - r \cdot 5 \Rightarrow \boxed{r = 2{,}5\ \Omega}$

$i_{cc} = \dfrac{E}{r} \Rightarrow i_{cc} = \dfrac{50}{2{,}5} \Rightarrow \boxed{i_{cc} = 20 \text{ A}}$

(II)



Do gráfico: $\boxed{i_{cc} = 10 \text{ A}}$

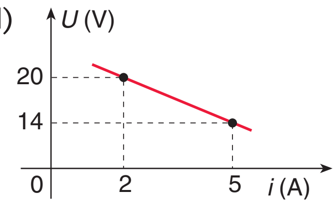
$U = E - r \cdot i \Rightarrow 12 = E - r \cdot 4$ ①

$i_{cc} = \dfrac{E}{r} \Rightarrow 10 = \dfrac{E}{r} \Rightarrow E = 10r$ ②

De ① e ②: $12 = 10r - 4r \Rightarrow \boxed{r = 2\ \Omega}$

De ②: $\boxed{E = 20 \text{ V}}$

(III)



$U = E - r \cdot i$

$20 = E - r \cdot 2$ ①

$14 = E - r \cdot 5$ ②

De ① e ②: $\boxed{r = 2\ \Omega}$ e $\boxed{E = 24 \text{ V}}$

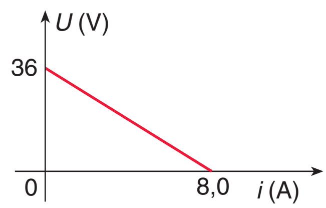
$i_{cc} = \dfrac{E}{r} \Rightarrow i_{cc} = \dfrac{24}{2} \Rightarrow \boxed{i_{cc} = 12 \text{ A}}$

P.199 Dados: $E = 36$ V; $r = 4{,}5\ \Omega$

a) O gráfico $U \times i$ é uma reta que passa pelos pontos (0, E) e (i_{cc}, 0), sendo:

$$i_{cc} = \frac{E}{r} = \frac{36}{4{,}5} \Rightarrow i_{cc} = 8{,}0\ \text{A}$$

Assim, temos:



b) $U = E - r \cdot i \Rightarrow 27 = 36 - 4{,}5 \cdot i \Rightarrow i = 2{,}0\ \text{A}$

$$Pot_\ell = U \cdot i \Rightarrow Pot_\ell = 27 \cdot 2{,}0 \Rightarrow \boxed{Pot_\ell = 54\ \text{W}}$$

P.200 Dados: $E = 6$ V; $r = 2\ \Omega$; $R = 10\ \Omega$

a) Pela lei de Pouillet, temos:

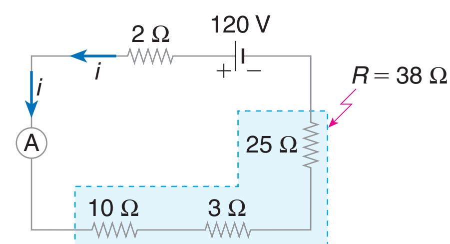
$$i = \frac{E}{R + r} \Rightarrow i = \frac{6}{10 + 2} \Rightarrow \boxed{i = 0{,}5\ \text{A}}$$

b) $E_{el.} = Pot \cdot \Delta t \Rightarrow E_{el.} = R \cdot i^2 \cdot \Delta t \Rightarrow E_{el.} = 10 \cdot (0{,}5)^2 \cdot 60 \Rightarrow \boxed{E_{el.} = 150\ \text{J}}$

P.201 Pela lei de Pouillet, temos:

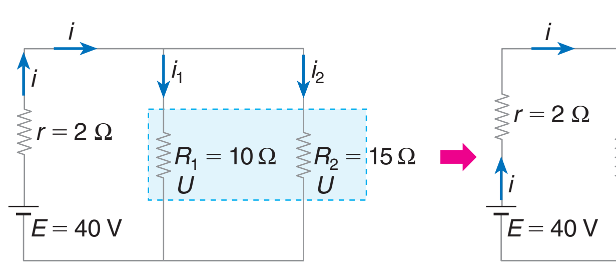
$$i = \frac{E}{R + r} \Rightarrow i = \frac{120}{38 + 2} \Rightarrow$$

$\Rightarrow \boxed{i = 3\ \text{A}}$ (indicação do amperímetro A)



P.202 a) Para o circuito da direita temos, de acordo com a lei de Pouillet:

$$i = \frac{E}{R_p + r} \Rightarrow i = \frac{40}{6 + 2} \Rightarrow \boxed{i = 5\ \text{A}}$$



$$R_p = \frac{10 \cdot 15}{10 + 15}\ \Omega \Rightarrow R_p = 6\ \Omega$$

A tensão elétrica em R_1 é a mesma que em R_2 e é igual à tensão elétrica em R_p:

$U = R_p \cdot i \Rightarrow U = 6 \cdot 5 \Rightarrow U = 30\ \text{V}$

Cálculo de i_1:

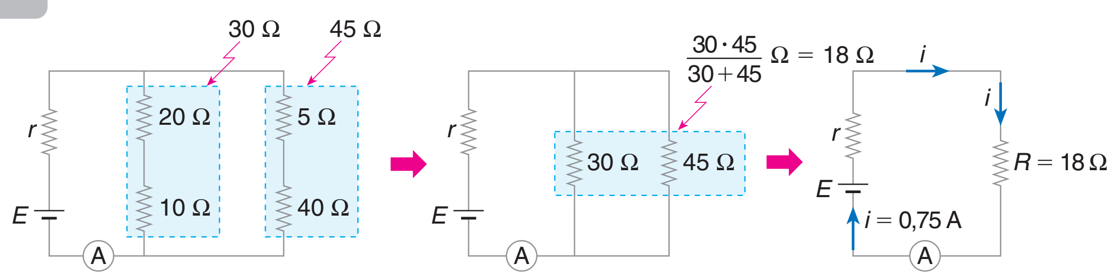
$U = R_1 \cdot i_1 \Rightarrow 30 = 10 \cdot i_1 \Rightarrow \boxed{i_1 = 3\ \text{A}}$

Cálculo de i_2:

$U = R_2 \cdot i_2 \Rightarrow 30 = 15 \cdot i_2 \Rightarrow \boxed{i_2 = 2\ \text{A}}$

b) $Pot_d = R_p \cdot i^2 \Rightarrow Pot_d = 6 \cdot 5^2 \Rightarrow \boxed{Pot_d = 150\ \text{W}}$

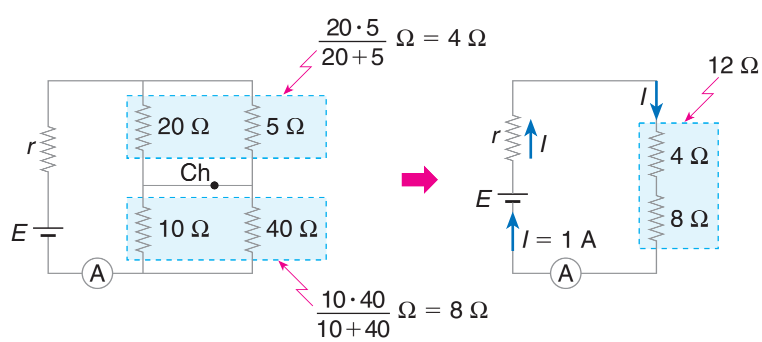
P.203 Chave Ch aberta



Pela lei de Pouillet, temos:

$$i = \frac{E}{R + r} \Rightarrow 0{,}75 = \frac{E}{18 + r} \Rightarrow E = 0{,}75 \cdot (18 + r) \quad ①$$

Chave Ch fechada



Pela lei de Pouillet, temos:

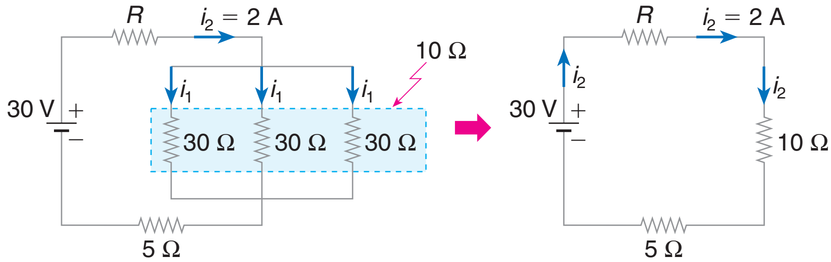
$$I = \frac{E}{R + r} \Rightarrow 1 = \frac{E}{12 + r} \Rightarrow E = 12 + r \quad ②$$

De ① e ②:

$0{,}75 \cdot (18 + r) = 12 + r \Rightarrow 13{,}5 + 0{,}75r = 12 + r \Rightarrow 1{,}5 = 0{,}25r \Rightarrow \boxed{r = 6\ \Omega}$

De ②: $E = 12 + 6 \Rightarrow \boxed{E = 18\ \text{V}}$

P.204 a)

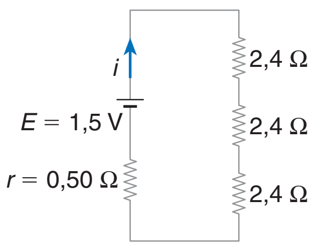


Pela lei de Pouillet, temos:

$$i_2 = \frac{E}{R + 10 + 5} \Rightarrow 2 = \frac{30}{R + 15} \Rightarrow \boxed{R = 0}$$

b) $i_2 = 3i_1 \Rightarrow 2 = 3i_1 \Rightarrow \boxed{i_1 = \frac{2}{3}\text{ A}}$

P.205 a)



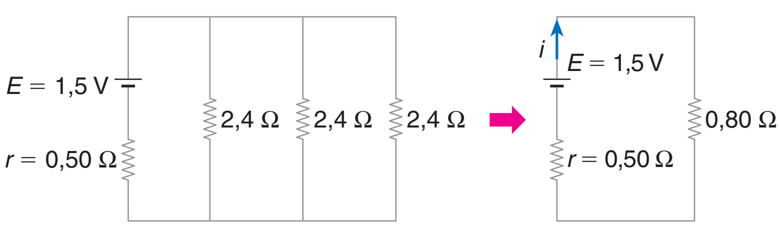
Pela lei de Pouillet, temos:

$$i = \frac{E}{r + 3R} \Rightarrow i = \frac{1{,}5}{0{,}50 + 3 \cdot 2{,}4} \Rightarrow i = \frac{15}{77}\text{ A}$$

A potência fornecida pelo gerador é igual à potência dissipada na associação em série:

$$Pot = 3 \cdot R \cdot i^2 \Rightarrow Pot = 3 \cdot 2{,}4 \cdot \left(\frac{15}{77}\right)^2 \Rightarrow \boxed{Pot \simeq 0{,}27\text{ W}}$$

b)

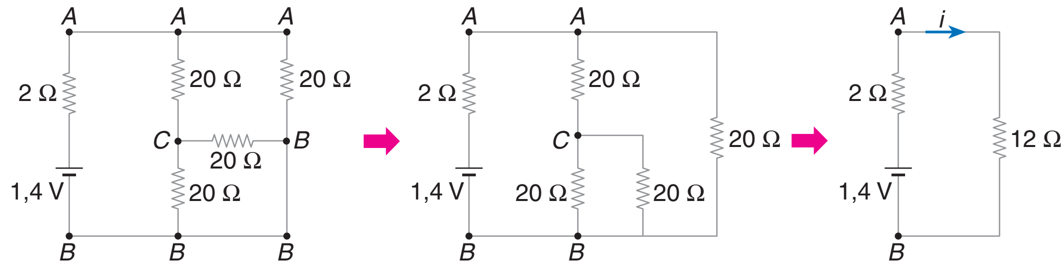


Pela lei de Pouillet, temos: $i = \dfrac{E}{r + \dfrac{R}{3}} \Rightarrow i = \dfrac{1{,}5}{0{,}50 + 0{,}80} \Rightarrow i = \dfrac{15}{13}\text{ A}$

Potência fornecida pelo gerador:

$$Pot = \frac{R}{3} \cdot i^2 \Rightarrow Pot = \frac{2{,}4}{3} \cdot \left(\frac{15}{13}\right)^2 \Rightarrow \boxed{Pot \simeq 1{,}1\text{ W}}$$

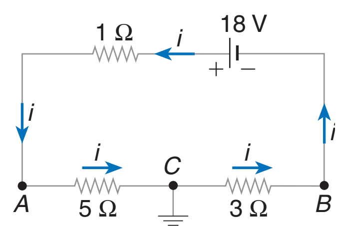
P.206



Pela lei de Pouillet: $i = \dfrac{E}{R + r} \Rightarrow i = \dfrac{1{,}4}{12 + 2} \Rightarrow i = 0{,}1\ \text{A}$

Potência elétrica total dissipada: $Pot = R_{eq.} \cdot i^2 \Rightarrow Pot = 14 \cdot (0{,}1)^2 \Rightarrow \boxed{Pot = 0{,}14\ \text{W}}$

P.207



Resistência externa:

$R = 5\ \Omega + 3\ \Omega = 8\ \Omega$

Pela lei de Pouillet, temos:

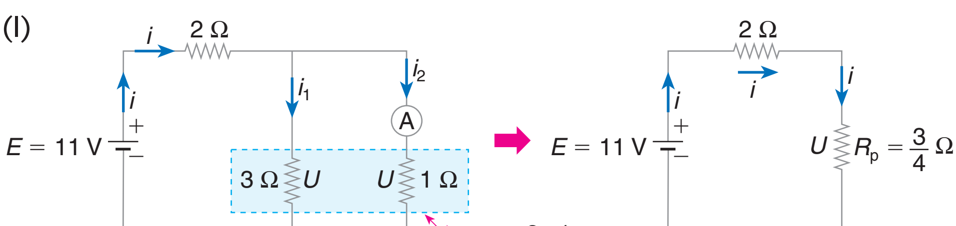
$i = \dfrac{E}{R + r} \Rightarrow i = \dfrac{18}{8 + 1} \Rightarrow i = 2\ \text{A}$

Pela lei de Ohm, temos:

$U_{AC} = V_A - V_C = R_{AC} \cdot i \Rightarrow V_A - 0 = 5 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{V_A = 10\ \text{V}}$

$U_{CB} = V_C - V_B = R_{CB} \cdot i \Rightarrow 0 - V_B = 3 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{V_B = -6\ \text{V}}$

P.208 (I)



$R_p = \dfrac{3 \cdot 1}{3 + 1}\ \Omega$

$R_p = \dfrac{3}{4}\ \Omega$

Pela lei de Pouillet, temos:

$i = \dfrac{E}{R_p + 2} \Rightarrow i = \dfrac{11}{\dfrac{3}{4} + 2} \Rightarrow i = \dfrac{11}{\dfrac{3 + 8}{4}} \Rightarrow i = 4\ \text{A}$

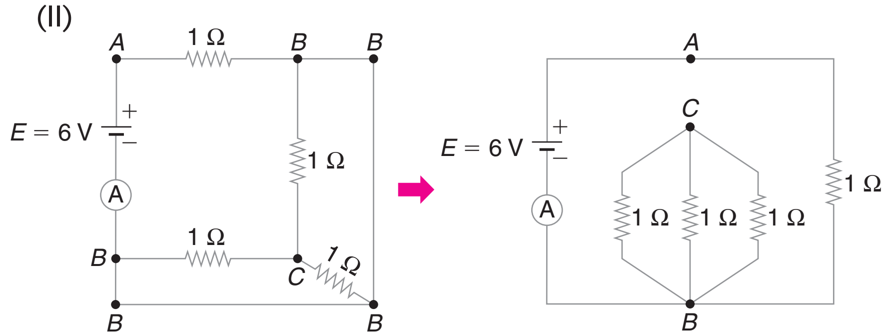
A ddp no resistor de 1 Ω é a mesma no resistor equivalente $R_p = \dfrac{3}{4}\ \Omega$:

$U = R_p \cdot i \Rightarrow U = \dfrac{3}{4} \cdot 4 \Rightarrow U = 3\ \text{V}$

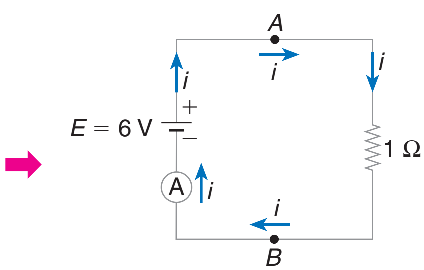
A indicação i_2 do amperímetro A será:

$U = R \cdot i_2 \Rightarrow 3 = 1 \cdot i_2 \Rightarrow \boxed{i_2 = 3\ \text{A}}$

(II)



O trecho *CB* não é percorrido por corrente e pode ser retirado do circuito



A indicação do amperímetro será: $i = \dfrac{E}{R} \Rightarrow i = \dfrac{6}{1} \Rightarrow \boxed{i = 6\ \text{A}}$

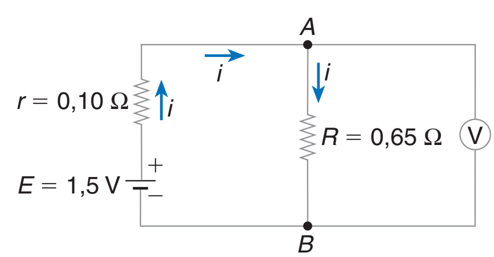
P.209 (I) Pela lei de Pouillet, temos:

$i = \dfrac{E}{R + r} \Rightarrow i = \dfrac{1{,}5}{0{,}65 + 0{,}10} \Rightarrow$

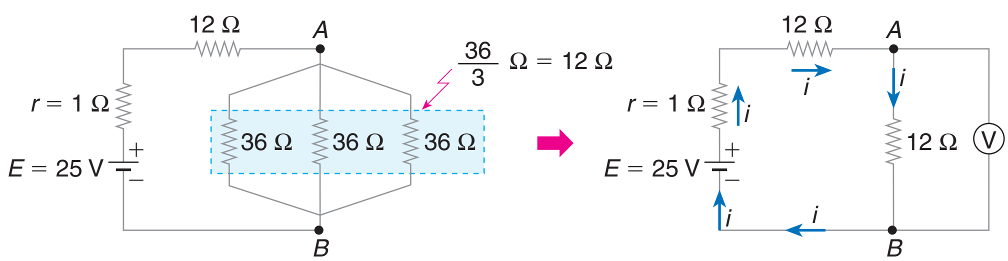
$\Rightarrow i = 2{,}0\ \text{A}$

Indicação do voltímetro:

$U = R \cdot i \Rightarrow U = 0{,}65 \cdot 2{,}0 \Rightarrow \boxed{U = 1{,}3\ \text{V}}$



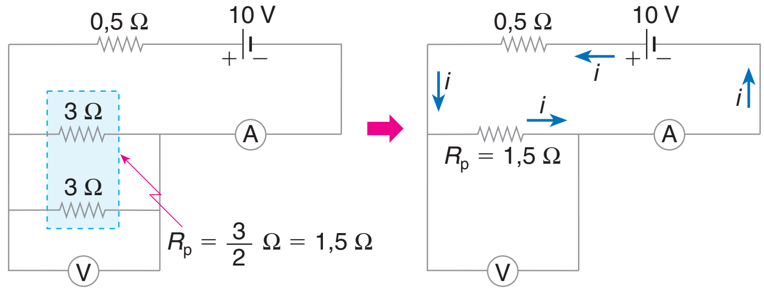
(II)



Pela lei de Pouillet, temos: $i = \dfrac{E}{R + r} \Rightarrow i = \dfrac{25}{24 + 1} \Rightarrow i = 1\ \text{A}$

A indicação do voltímetro será: $U = R_{AB} \cdot i \Rightarrow U = 12 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{U = 12\ \text{V}}$

P.210 (I)



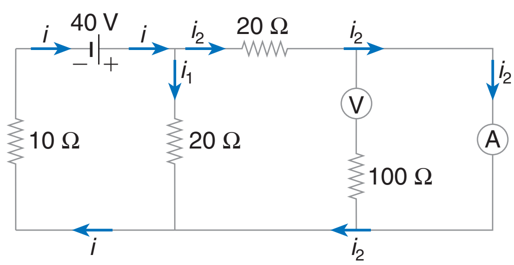
Leitura do amperímetro:

$$i = \frac{E}{R_p + r} \Rightarrow i = \frac{10}{1,5 + 0,5} \Rightarrow \boxed{i = 5\ A}$$

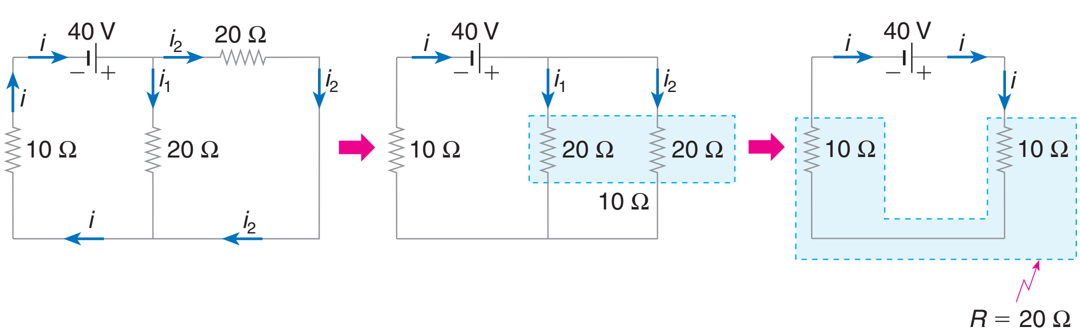
Leitura do voltímetro:

$$U = R_p \cdot i \Rightarrow U = 1,5 \cdot 5 \Rightarrow \boxed{U = 7,5\ V}$$

(II)



O voltímetro não é percorrido por corrente elétrica, pois é ideal (resistência infinita). O resistor de 100 Ω, em série com o voltímetro, também não é percorrido por corrente. O amperímetro é ideal, isto é, tem resistência nula. Assim, temos o circuito:



Pela lei de Pouillet, temos: $i = \frac{E}{R} \Rightarrow i = \frac{40}{20} \Rightarrow i = 2\ A$

Mas: $i_1 = i_2 = \frac{i}{2} = 1\ A$

Logo, a leitura do amperímetro é: $\boxed{i_2 = 1\ A}$

Leitura do voltímetro:

Sejam A e B os terminais do voltímetro. Assim, temos:

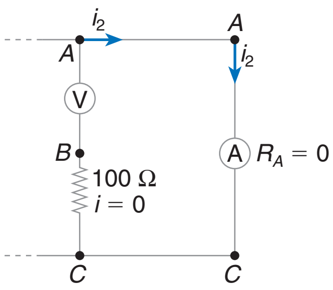
$U_{AB} = U_{AC} + U_{CB}$

Mas:

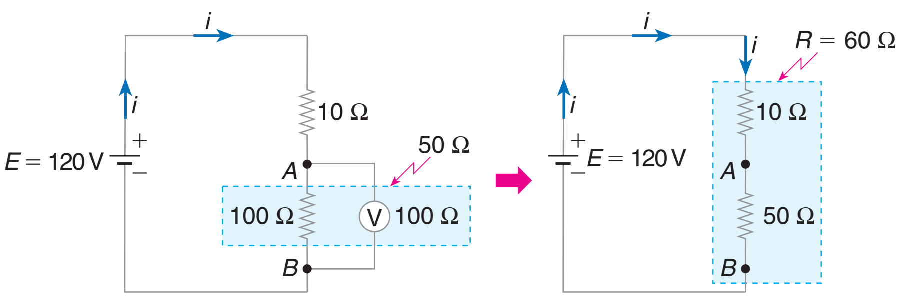
$U_{AC} = 0$, pois $R_A = 0$

$U_{CB} = 0$, pois $i = 0$

Logo: $\boxed{U_{AB} = 0\ \text{V}}$



P.211



Pela lei de Pouillet, temos: $i = \dfrac{E}{R} \Rightarrow i = \dfrac{120}{60} \Rightarrow i = 2\ \text{A}$

Leitura registrada no voltímetro:

$$U_{AB} = R_{AB} \cdot i \Rightarrow U_{AB} = 50 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{U_{AB} = 100\ \text{V}}$$

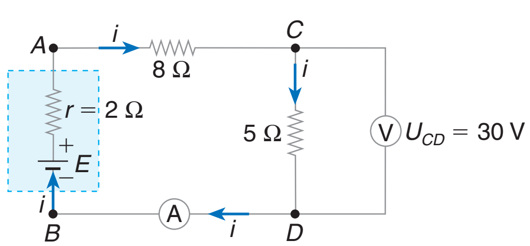
P.212 Com a chave aberta, o voltímetro indica a própria força eletromotriz E do gerador: $E = 2$ V. Com a chave fechada, temos, de acordo com a lei de Pouillet:

$$i = \frac{E}{R + r} \Rightarrow 0{,}1 = \frac{2}{18 + r} \Rightarrow \boxed{r = 2\ \Omega}$$

P.213 a) $U_{CD} = R_{CD} \cdot i$

$30 = 5 \cdot i$

$\boxed{i = 6\ \text{A}}$



b) Pela lei de Pouillet, temos:

$$i = \frac{E}{R + r} \Rightarrow 6 = \frac{E}{13 + 2} \Rightarrow E = 90\ \text{V}$$

$$i_{cc} = \frac{E}{r} \Rightarrow i_{cc} = \frac{90}{2} \Rightarrow \boxed{i_{cc} = 45\ \text{A}}$$

P.214 a) O amperímetro A_1 indica a intensidade total da corrente. Sendo $i_3 = i_2 = 0,5$ A, pois $R_3 = R_2 = 50\ \Omega$, temos:

$$i_1 = i_2 + i_3 \Rightarrow i_1 = 0,5 + 0,5 \Rightarrow \boxed{i_1 = 1\text{ A}}$$

b) Com a chave S aberta, A_1 e A_2 indicam intensidades iguais de corrente, pois ficam em série.

Chave aberta: $i'_1 = \dfrac{E}{R_1 + R_2} \Rightarrow i'_1 = \dfrac{E}{100}$ ①

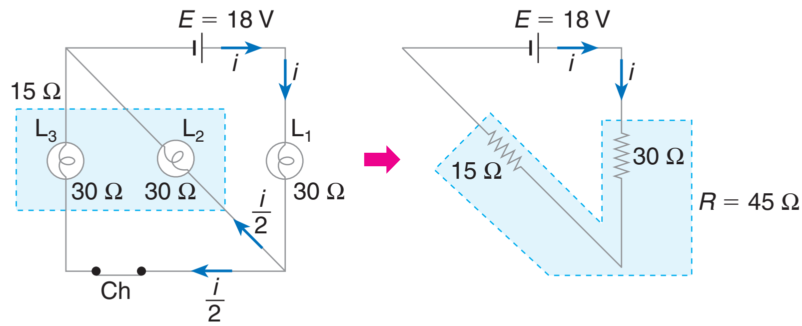
Chave fechada:

$$i_1 = \frac{E}{R_1 + \dfrac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}} \Rightarrow 1 = \frac{E}{50 + \dfrac{50 \cdot 50}{50 + 50}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{E}{50 + 25} \Rightarrow E = 75\text{ V} \quad ②$$

Substituindo ② em ①, temos: $i'_1 = \dfrac{75}{100} \Rightarrow \boxed{i'_1 = 0,75\text{ A}}$

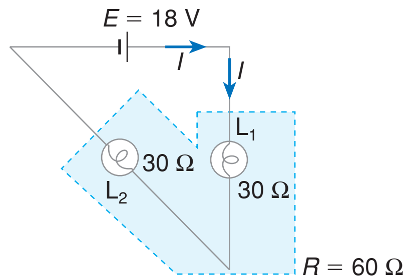
P.215 a) Chave Ch fechada



Pela lei de Pouillet, temos: $i = \dfrac{E}{R} \Rightarrow i = \dfrac{18}{45} \Rightarrow i = 0,4$ A

Pela lâmpada L_2 passa uma corrente de intensidade: $\boxed{\dfrac{i}{2} = 0,2\text{ A}}$

b) Chave Ch aberta



$I = \dfrac{E}{R} \Rightarrow I = \dfrac{18}{60} \Rightarrow I = 0,3$ A

Sendo $I < i$, concluímos que, abrindo a chave Ch, **o brilho da lâmpada L_1 diminui.**

P.216 Do gráfico, temos:

$E = 12\text{ V}$

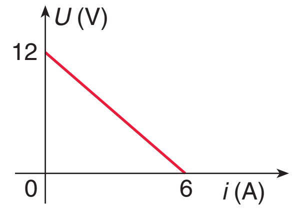
$i_{cc} = 6\text{ A} \Rightarrow \dfrac{E}{r} = 6 \Rightarrow \dfrac{12}{r} = 6 \Rightarrow r = 2\ \Omega$

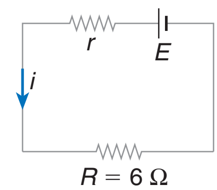
Pela lei de Pouillet, temos:

$i = \dfrac{E}{R + r} \Rightarrow i = \dfrac{12}{6 + 2} \Rightarrow i = 1{,}5\text{ A}$

A potência dissipada no resistor vale:

$Pot = R \cdot i^2 \Rightarrow Pot = 6 \cdot (1{,}5)^2 \Rightarrow \boxed{Pot = 13{,}5\text{ W}}$





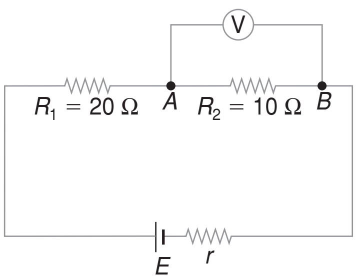
P.217 Aplicando a lei de Ohm entre os pontos A e B, temos:

$U = R_2 \cdot i \Rightarrow 10 = 10 \cdot i \Rightarrow i = 1\text{ A}$

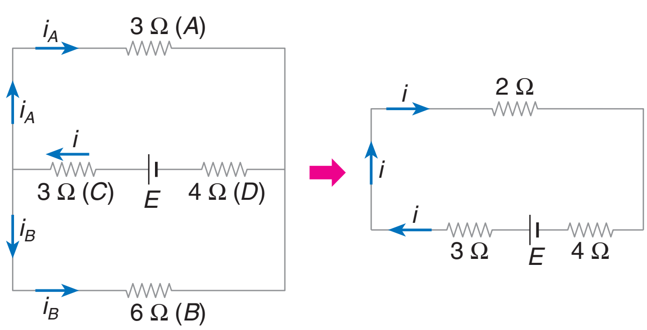
Pela lei de Pouillet, temos:

$i = \dfrac{E}{R_1 + R_2 + r} \Rightarrow 1 = \dfrac{32}{20 + 10 + r} \Rightarrow r = 2\ \Omega$

$Pot_d = r \cdot i^2 \Rightarrow Pot_d = 2 \cdot 1^2 \Rightarrow \boxed{Pot_d = 2\text{ W}}$



P.218



Do sistema:

$\begin{cases} 3 \cdot i_A = 6 \cdot i_B \\ i_A + i_B = i \end{cases}$

vem:

$i_A = \dfrac{2i}{3}$ e $i_B = \dfrac{i}{3}$

Calculemos as potências dissipadas pelos resistores:

$Pot_A = 3 \cdot \left(\dfrac{2i}{3}\right)^2 \Rightarrow Pot_A = \dfrac{4i^2}{3}$

$Pot_B = 6 \cdot \left(\dfrac{i}{3}\right)^2 \Rightarrow Pot_B = \dfrac{2i^2}{3}$

$Pot_C = 3i^2$

$Pot_D = 4i^2$

Dessas igualdades, concluímos que o resistor de 4 Ω dissipa maior potência. Portanto:

$Pot = Ri^2 \Rightarrow 4 = 4i^2 \Rightarrow i = 1\text{ A}$

Pela lei de Pouillet, temos:

$i = \dfrac{E}{r + R} \Rightarrow 1 = \dfrac{E}{3 + 4 + 2} \Rightarrow \boxed{E = 9\text{ V}}$

P.219 Dados: $E = 1{,}5$ V; $r = 0{,}2\ \Omega$

$E_s = 4 \cdot E \Rightarrow E_s = 4 \cdot 1{,}5 \Rightarrow \boxed{E_s = 6\ \text{V}}$

$r_s = 4 \cdot r \Rightarrow r_s = 4 \cdot 0{,}2 \Rightarrow \boxed{r_s = 0{,}8\ \Omega}$

P.220 Dados: $E = 12$ V; $r = 1{,}2\ \Omega$

$E_p = E \Rightarrow \boxed{E_p = 12\ \text{V}}$

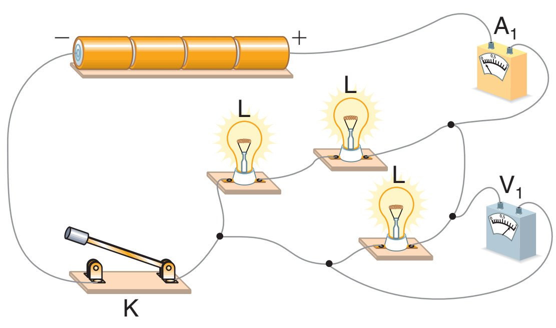
$r_p = \dfrac{r}{3} \Rightarrow r_p = \dfrac{1{,}2}{3} \Rightarrow \boxed{r_p = 0{,}4\ \Omega}$

P.221 Do gráfico, temos que, para uma pilha, $i = 5\ \text{mA} = 5 \cdot 10^{-3}$ A. É dado ainda que $E = 1{,}5$ V.

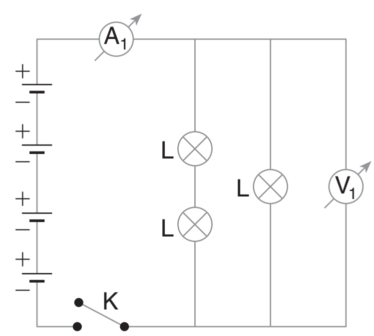
Pela lei de Pouillet, temos:

$i = \dfrac{E}{r} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-3} = \dfrac{1{,}5}{R} \Rightarrow \boxed{R = 300\ \Omega}$

P.222 a) Nas figuras abaixo, temos o circuito dado e seu esquema:



Circuito dado

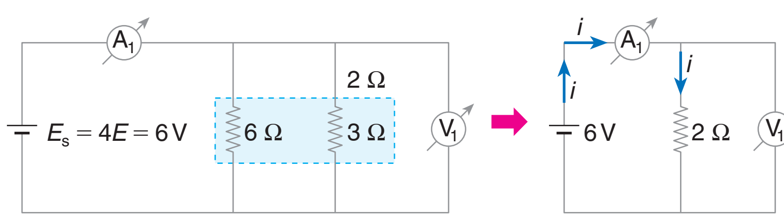


Esquema

b) Cada lâmpada tem a inscrição 6 V — 12 W. Com esses dados, podemos calcular a resistência elétrica de cada lâmpada:

$$Pot = \frac{U^2}{R_L} \Rightarrow 12 = \frac{6^2}{R_L} \Rightarrow R_L = 3\ \Omega$$

Temos:



Leitura de A_1:

$$i = \frac{E}{R} \Rightarrow i = \frac{6}{2} \Rightarrow \boxed{i = 3\ \text{A}}$$

Leitura de V_1:

$$U = R \cdot i \Rightarrow U = 2 \cdot 3 \Rightarrow \boxed{U = 6\ \text{V}}$$

P.223 Dados: $E = 4{,}5$ V; $i_{cc} = 0{,}5$ A

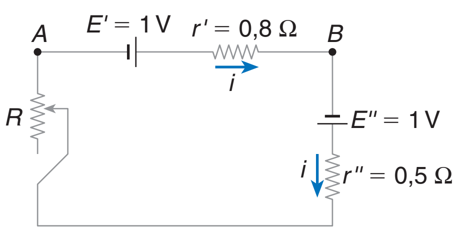
Como se trata de uma associação em paralelo:

$$\boxed{E_p = E = 4{,}5\ \text{V}}$$

$$i_{cc} = \frac{E}{r} \Rightarrow 0{,}5 = \frac{4{,}5}{r} \Rightarrow r = 9\ \Omega$$

$$r_p = \frac{r}{5} \Rightarrow r_p = \frac{9}{5} \Rightarrow \boxed{r_p = 1{,}8\ \Omega}$$

P.224



$U_{AB} = E' = r' \cdot i$

Como $U_{AB} = 0$, vem:

$0 = E' - r' \cdot i$

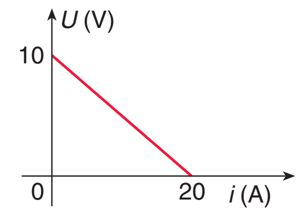
$1 = 0{,}8 \cdot i$

$i = 1{,}25$ A

Pela lei de Pouillet, temos:

$$i = \frac{E' + E''}{R + r' + r''} \Rightarrow 1{,}25 = \frac{1 + 1}{R + 0{,}8 + 0{,}5} \Rightarrow \boxed{R = 0{,}3\ \Omega}$$

P.225 a) Do gráfico, temos:



$\boxed{E = 10\text{ V}}$

$i_{cc} = 20\text{ A} \Rightarrow \dfrac{E}{r} = 20 \Rightarrow \dfrac{10}{r} = 20 \Rightarrow \boxed{r = 0{,}5\ \Omega}$

b) $Pot_{\ell(\text{máx.})} = \dfrac{E^2}{4r} \Rightarrow Pot_{\ell(\text{máx.})} = \dfrac{10^2}{4 \cdot 0{,}5} \Rightarrow \boxed{Pot_{\ell(\text{máx.})} = 50\text{ W}}$

P.226 Dados: $E = 6$ V; $r = 2\ \Omega$; reostato: de 0 a 12 Ω

Nas condições de máxima potência lançada, a resistência externa do circuito é igual à resistência interna do gerador:

$R_{\text{ext.}} = r \Rightarrow \dfrac{3 \cdot R}{3 + R} = 2 \Rightarrow 3R = 6 + 2R \Rightarrow \boxed{R = 6\ \Omega}$

Pela lei de Pouillet, temos:

$i = \dfrac{E}{R_{\text{ext.}} + r} \Rightarrow i = \dfrac{E}{r + r} \Rightarrow i = \dfrac{E}{2r} \Rightarrow i = \dfrac{6}{2 \cdot 2} \Rightarrow \boxed{i = 1{,}5\text{ A}}$

P.227 a) Com a chave C aberta, o voltímetro indica a própria força eletromotriz E do gerador: $\boxed{E = 12\text{ V}}$

b) Com a chave C fechada, temos: $U = 10$ V e $I = 100$ A

Aplicando a lei de Ohm ao resistor, vem:

$U = R \cdot I$

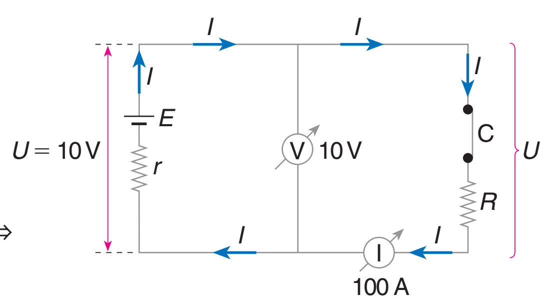
$10 = R \cdot 100$

$\boxed{R = 0{,}10\ \Omega}$

Da equação do gerador, vem:

$U = E - r \cdot I \Rightarrow 10 = 12 - r \cdot 100 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{r = 0{,}02\ \Omega}$



P.228 Dados: $E = 1{,}5$ V; lâmpada: 1,5 V — 2,0 A

a) $Pot = U \cdot i \Rightarrow Pot = 1{,}5 \cdot 2{,}0 \Rightarrow \boxed{Pot = 3{,}0\text{ W}}$

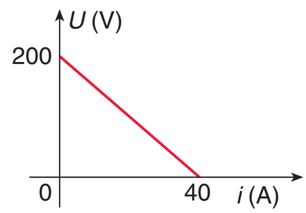
b) Na prática, isso não ocorre, pois a pilha possui resistência elétrica interna não nula.

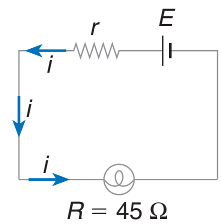
P.229 a) Do gráfico, temos:

$E = 200$ V

$i_{cc} = 40 \text{ A} \Rightarrow \dfrac{E}{r} = 40 \Rightarrow$

$\Rightarrow \dfrac{200}{r} = 40 \Rightarrow r = 5\ \Omega$





Pela lei de Pouillet, temos:

$$i = \frac{E}{R + r} \Rightarrow i = \frac{200}{45 + 5} \Rightarrow \boxed{i = 4\text{ A}}$$

b) $U = E - r \cdot i \Rightarrow U = 200 - 5 \cdot 4 \Rightarrow U = 180$ V

$$\eta = \frac{U}{E} \Rightarrow \eta = \frac{180}{200} \Rightarrow \eta = 0{,}90 \Rightarrow \boxed{\eta = 90\%}$$

c) $Pot = R \cdot i^2 \Rightarrow Pot = 45 \cdot 4^2 \Rightarrow \boxed{Pot = 720\text{ W}}$

P.230 a) Do gráfico, obtemos:

$E = 1{,}5$ V; $U = 1{,}2$ V; $i = 1{,}0$ A

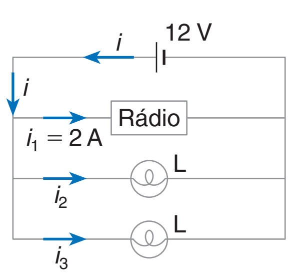
Usando a equação do gerador:

$$U = E - r \cdot i \Rightarrow 1{,}2 = 1{,}5 - r \cdot 1{,}0 \Rightarrow \boxed{r = 0{,}30\ \Omega}$$

b) Para $R = 1{,}7\ \Omega$, a lei de Pouillet fornece:

$$i = \frac{E}{R + r} \Rightarrow i = \frac{1{,}5}{1{,}7 + 0{,}30} \Rightarrow \boxed{i = 0{,}75\text{ A}}$$

P.231



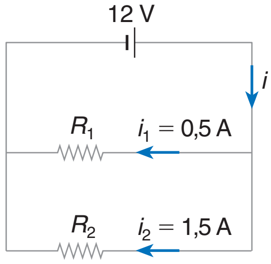
a) Cada lâmpada (12 V — 48 W) é percorrida por corrente de intensidade:

$$i_2 = i_3 = \frac{Pot}{U} \Rightarrow i_2 = i_3 = \frac{48}{12} \Rightarrow i_2 = i_3 = 4\text{ A}$$

$$i = i_1 + i_2 + i_3 \Rightarrow i = 2 + 4 + 4 \Rightarrow \boxed{i = 10\text{ A}}$$

b) $i = \dfrac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = i \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta q = 10 \cdot 3{,}6 \cdot 10^3 \Rightarrow \boxed{\Delta q = 3{,}6 \cdot 10^4\text{ C}}$

P.232 a) Os resistores são percorridos por correntes de intensidades diferentes. Logo, estão associados em paralelo.



$i = i_1 + i_2$

$i = 0,5 + 1,5$

$i = 2,0$ A

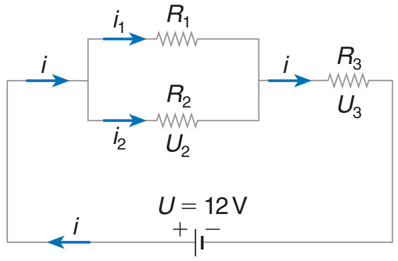
Em $\Delta t = 5$ min, temos:

$\Delta q = i \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta q = 2,0 \cdot 5 \cdot 60 \Rightarrow \boxed{\Delta q = 600 \text{ C}}$

b) A potência total dissipada pelos resistores é a potência que a bateria lança no circuito:

$$Pot = U \cdot i \Rightarrow Pot = 12 \cdot 2,0 \Rightarrow \boxed{Pot = 24 \text{ W}}$$

P.233 a) Analisando os valores das correntes que percorrem os resistores R_1, R_2 e R_3, notamos que R_3 é percorrido pela maior corrente (100 mA) e que é a soma das correntes que percorrem R_2 (80 mA) e R_1 (20 mA). Concluímos, então, que R_1 e R_2 estão associados em paralelo e essa associação está em série com R_3. Assim, temos:



b) Cálculo da ddp no resistor R_2:

$$U_2 = R_2 \cdot i_2 \Rightarrow U_2 = 25 \cdot 80 \cdot 10^{-3} \Rightarrow U_2 = 2 \text{ V}$$

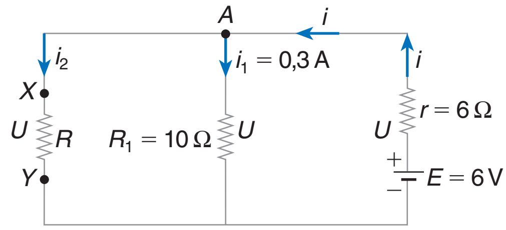
A ddp em R_1 é a mesma que em R_2:

$$U_2 = R_1 \cdot i_1 \Rightarrow 2 = R_1 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \boxed{R_1 = 100 \ \Omega}$$

A ddp em R_3 é: $U_3 = U - U_2 = 12 - 2 \Rightarrow U_3 = 10$ V

Assim: $U_3 = R_3 \cdot i \Rightarrow 10 = R_3 \cdot 100 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \boxed{R_3 = 100 \ \Omega}$

P.234 Os elementos do circuito estão sob mesma tensão U.



Resistor R_1:

$U = R_1 \cdot i_1 \Rightarrow U = 10 \cdot 0,3 \Rightarrow U = 3$ V

Gerador:

$U = E - r \cdot i \Rightarrow 3 = 6 - 6i \Rightarrow i = 0,5$ A

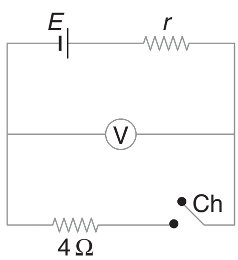
No ponto A, temos:

$i = i_1 + i_2 \Rightarrow 0,5 = 0,3 + i_2 \Rightarrow i_2 = 0,2$ A

Resistor R:

$U = R \cdot i_2 \Rightarrow 3 = R \cdot 0,2 \Rightarrow \boxed{R = 15\ \Omega}$

P.235



Quando a chave Ch está aberta, a indicação do voltímetro é a fem E do gerador.

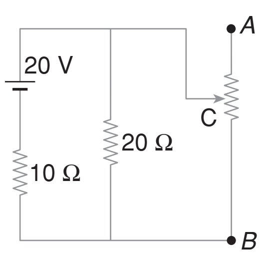
Fechando-se Ch, a indicação passa a $\frac{E}{3}$. Nessas condições, temos:

No gerador: $\frac{E}{3} = E - r \cdot i \Rightarrow \frac{2E}{3} = r \cdot i$ ①

No resistor: $\frac{E}{3} = 4 \cdot i$ ②

Dividindo ① por ②, temos: $2 = \frac{r}{4} \Rightarrow \boxed{r = 8\ \Omega}$

P.236



Quando o cursor está em B, o gerador fica em curto-circuito.

$i_{cc} = \frac{E}{r} \Rightarrow i_{cc} = \frac{20\text{ V}}{10\ \Omega} \Rightarrow \boxed{i_{cc} = 2,0\text{ A}}$

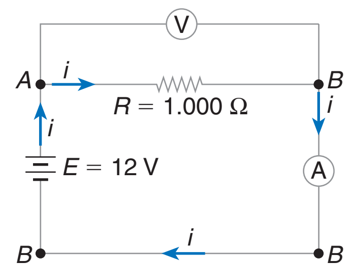
Para que a corrente no gerador seja metade daquela encontrada na situação anterior, a resistência externa deve ser igual a 10 Ω. Desse modo, R_{CB} deve ser 20 Ω, pois está em paralelo com outra resistência de 20 Ω.

Logo, o cursor C deve ser colocado no ponto médio do reostato AB.

P.237 a) Leitura de A

$$i = \frac{E}{R} \Rightarrow i = \frac{12}{1.000} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow i = 12 \cdot 10^{-3}\ \text{A} \Rightarrow \boxed{i = 12\ \text{mA}}$$



Leitura de V

É a tensão U_{AB} em R, que é igual a E:

$$U_{AB} = E \Rightarrow \boxed{U = 12\ V}$$

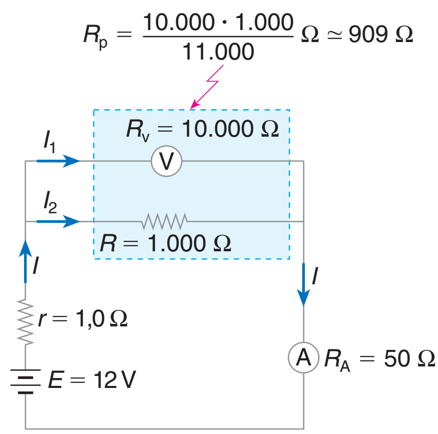
b) Pela lei de Pouillet, temos:

$$I = \frac{E}{R_p + R_A + r}$$

$$I = \frac{12}{909 + 50 + 1{,}0}$$

$I \simeq 0{,}0125$ A

$I \simeq 12{,}5$ mA



Leitura de A

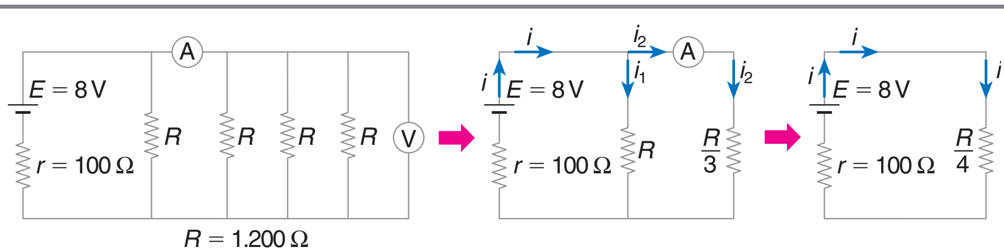
$$\boxed{I \simeq 12{,}5\ \text{mA}}$$

Leitura de V

$$U = R_p \cdot I \Rightarrow U \simeq 909 \cdot 12{,}5 \cdot 10^{-3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{U \simeq 11{,}4\ \text{V}}$$

P.238



Pela lei de Pouillet, temos: $i = \dfrac{E}{\dfrac{R}{4} + r} \Rightarrow i = \dfrac{8}{300 + 100} \Rightarrow i = \dfrac{8}{400} \Rightarrow i = \dfrac{1}{50}$ A

b) Leitura no voltímetro:

$$U = \frac{R}{4} \cdot i \Rightarrow U = 300 \cdot \frac{1}{50} \Rightarrow \boxed{U = 6\ \text{V}}$$

a) Leitura no amperímetro:

$$i_2 = \frac{U}{\frac{R}{3}} \Rightarrow i_2 = \frac{6}{400} \Rightarrow \boxed{i_2 = 15\ \text{mA}}$$

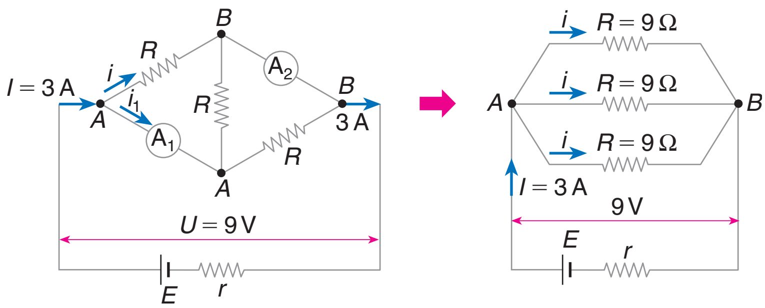
P.239 Dados: $R = 9\ \Omega$; $r = 1\ \Omega$; $I = 3$ A; $U = 9$ V

a) $U = E - r \cdot I \Rightarrow 9 = E - 1 \cdot 3 \Rightarrow \boxed{E = 12\ \text{V}}$

A potência total dissipada é a potência total gerada pelo gerador:

$$Pot_g = E \cdot i \Rightarrow Pot_g = 12 \cdot 3 \Rightarrow \boxed{Pot_g = 36\ \text{W}}$$

b)



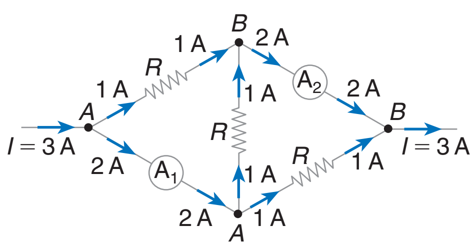
Cada resistor de resistência R é percorrido por uma corrente de intensidade:

$$i = \frac{U}{R} = \frac{9\ \text{V}}{9\ \Omega} = 1\ \text{A}$$

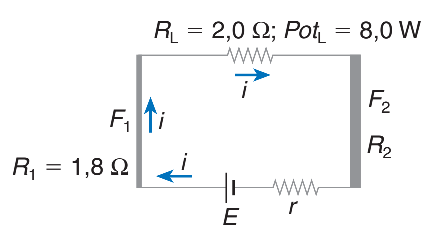
Logo, o amperímetro A_1 é percorrido por uma corrente i_1.

$$i_1 = I - i \Rightarrow i_1 = 3\ \text{A} - 1\ \text{A} \Rightarrow \boxed{i_1 = 2\ \text{A}}$$

O mesmo ocorre com o amperímetro A_2, como se percebe pelo seguinte esquema:



P.240 a) $Pot_L = R_L \cdot i^2 \Rightarrow 8{,}0 = 2{,}0 i^2 \Rightarrow \boxed{i = 2{,}0\ \text{A}}$



b) $R_1 = \rho \cdot \dfrac{L}{A} \Rightarrow R_1 = \rho \cdot \dfrac{L}{\dfrac{\pi d^2}{4}} \Rightarrow R_1 = \dfrac{4\rho L}{\pi d^2}$

$R_2 = \rho \cdot \dfrac{L}{\dfrac{\pi 9 d^2}{4}} \Rightarrow R_2 = \dfrac{4\rho L}{9\pi d^2} \Rightarrow$

$\Rightarrow R_2 = \dfrac{R_1}{9} \Rightarrow R_2 = \dfrac{1{,}8\ \Omega}{9} \Rightarrow R_2 = 0{,}2\ \Omega$

$Pot_2 = R_2 \cdot i^2 \Rightarrow Pot_2 = 0{,}2 \cdot (2{,}0)^2 \Rightarrow \boxed{Pot_2 = 0{,}8\ \text{W}}$

c) $V_M = (R_1 + R_L + R_2) \cdot i \Rightarrow$

$\Rightarrow V_M = (1{,}8 + 2{,}0 + 0{,}2) \cdot 2{,}0 \Rightarrow \boxed{V_M = 8{,}0\ \text{V}}$

P.241 a) Para que a lâmpada funcione em suas especificações (6 V; 1,5 W), a intensidade de corrente através dela será:

$$Pot = U \cdot i \Rightarrow i = \frac{Pot}{U} \Rightarrow i = \frac{1,5\ W}{6\ V} \Rightarrow \boxed{i = 0,25\ A}$$

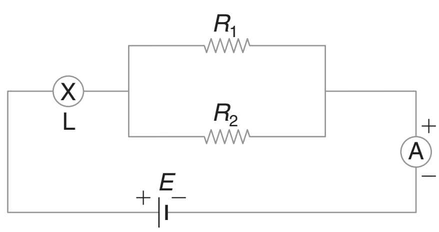
b) A ddp fornecida pelo gerador é 36 V e a lâmpada funciona normalmente com 6 V. Nessas condições, a associação de resistores R_1 e R_2 deve ser ligada em série com a lâmpada, ficando sob ddp de 30 V.

A resistência equivalente da associação é:

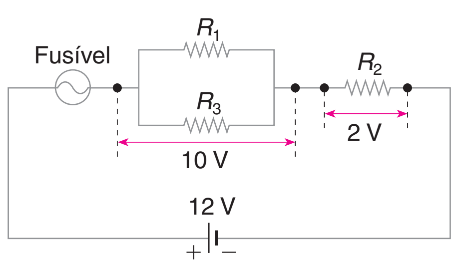
$$R_{eq.} = \frac{U}{i} \Rightarrow R_{eq.} = \frac{30\ V}{0,25\ A} \Rightarrow R_{eq.} = 120\ \Omega$$

Desse modo, os resistores R_1 e R_2, de resistências iguais a 240 Ω, devem ser associados em paralelo.

Assim, temos o circuito:



P.242 a) Os resistores R_1 e R_3 devem estar sob a mesma tensão de 10 V e, portanto, serão ligados em paralelo. Essa associação deverá ser ligada em série com R_2 (2 V). O fusível deve proteger toda a associação. Assim, temos:



b) Vamos calcular as resistências dos resistores:

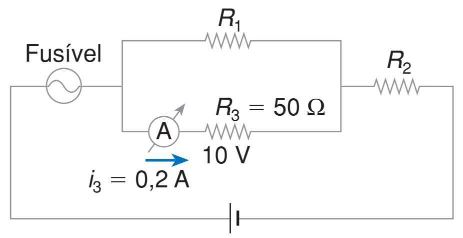
$$Pot = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{Pot}$$

$$R_1 = \frac{(10)^2}{8} \Rightarrow R_1 = 12,5\ \Omega$$

$$R_3 = \frac{(10)^2}{2} \Rightarrow R_3 = 50\ \Omega$$

$$R_2 = \frac{(2)^2}{2} \Rightarrow R_2 = 2\ \Omega$$

O amperímetro deve ser colocado em série com o resistor R_3.



Indicação do amperímetro:

$$U = R_3 \cdot i_3 \Rightarrow 10 = 50 \cdot i_3 \Rightarrow \boxed{i = 0,2\text{ A}}$$

O cálculo de i_3 pode ser feito também por meio da potência que R_3 dissipa:

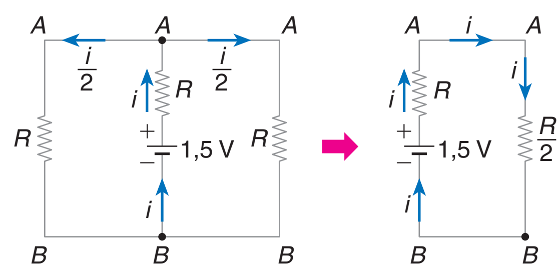
$$Pot_3 = U \cdot i_3 \Rightarrow 2 = 10 \cdot i_3 \Rightarrow \boxed{i_3 = 0,2\text{ A}}$$

P.243 a) Pela lei de Pouillet, temos:

$$i = \frac{E}{R + \frac{R}{2}} \Rightarrow i = \frac{1,5}{\frac{3R}{2}} \quad ①$$

Sendo $U_{AB} = \frac{R}{2} \cdot i$, temos:

$$U_{AB} = \frac{R}{2} \cdot \frac{1,5}{\frac{3R}{2}} \Rightarrow \boxed{U_{AB} = 0,50\text{ V}}$$



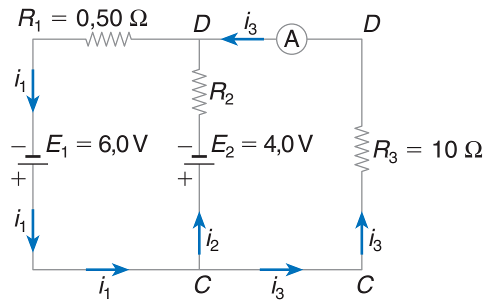
b) Substituindo $R = 100\ \Omega$ em ①, resulta:

$$i = \frac{1,5}{\frac{3 \cdot 100}{2}} \Rightarrow i = \frac{1,0}{100}\text{ A} \Rightarrow i = 0,010\text{ A} \Rightarrow \boxed{i_1 = 10\text{ mA}}$$

P.244 a) $U_{CD} = R_3 \cdot i_3$

$U_{CD} = 10 \cdot 0{,}50$

$\boxed{U_{CD} = 5{,}0\ \text{V}}$



b) $U_{CD} = E_1 - R_1 \cdot i_1$

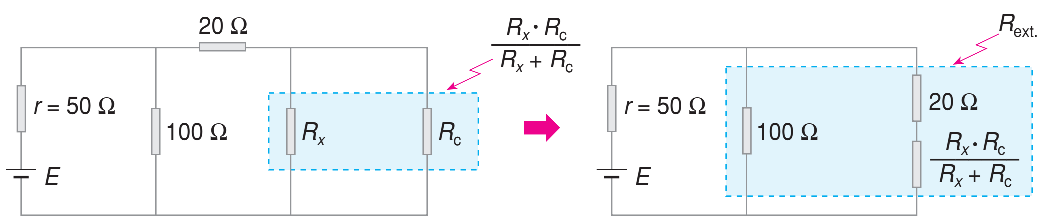
$5{,}0 = 6{,}0 - 0{,}50 \cdot i_1$

$i_1 = 2{,}0\ \text{A}$

Sendo o gerador ideal, a potência elétrica fornecida (potência elétrica lançada no circuito) coincide com a potência elétrica total gerada:

$Pot_\ell = Pot_g = E_1 \cdot i_1 \Rightarrow Pot_\ell = Pot_g = 6{,}0 \cdot 2{,}0 \Rightarrow \boxed{Pot_\ell = Pot_g = 12\ \text{W}}$

P.245 Calculemos inicialmente a resistência externa do circuito:



$$R_{ext.} = \frac{\left(\dfrac{R_x \cdot R_c}{R_x + R_c} + 20\right) \cdot 100}{\dfrac{R_x \cdot R_c}{R_x + R_c} + 120}$$

Sendo $R_{ext.} = r = 50\ \Omega$, vem:

$$\frac{\left(\dfrac{R_x \cdot R_c}{R_x + R_c} + 20\right) \cdot 100}{\dfrac{R_x \cdot R_c}{R_x + R_c} + 120} = 50$$

$$2 \cdot \left(\frac{R_x \cdot R_c}{R_x + R_c} + 20\right) = \frac{R_x \cdot R_c}{R_x + R_c} + 120$$

$2 \cdot R_x \cdot R_c - 40R_x + 40R_c = R_x \cdot R_c + 120R_x + 120R_c$

$R_x \cdot R_c - 80R_x = 80R_c$

$$\boxed{R_x = \frac{80R_c}{R_c - 80}}$$

De acordo com o enunciado, $100\ \Omega \leq R_c \leq 400\ \Omega$.

Substituindo os valores extremos de R_c, obtemos:

- $R_c = 100\ \Omega \Rightarrow R_x = 400\ \Omega$
- $R_c = 400\ \Omega \Rightarrow R_x = 100\ \Omega$

Desses resultados, vem: $\boxed{100\ \Omega \leq R_x \leq 400\ \Omega}$

P.246 a) Vamos calcular a potência elétrica que cada resistor dissipa sob ddp de 9,0 V, isto é, a pilha é nova. De $Pot = \frac{U^2}{R}$, temos:

$$Pot_1 = \frac{(9{,}0)^2}{100} \Rightarrow Pot_1 = 0{,}81\ \text{W}$$

$$Pot_2 = \frac{(9{,}0)^2}{200} \Rightarrow Pot_2 = 0{,}405\ \text{W}$$

$$Pot_3 = \frac{(9{,}0)^2}{300} \Rightarrow Pot_3 = 0{,}27\ \text{W}$$

Logo, a potência elétrica total dissipada é:

$$Pot = Pot_1 + Pot_2 + Pot_3 \Rightarrow Pot = 0{,}81 + 0{,}405 + 0{,}27 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Pot = 1{,}485\ \text{W} \Rightarrow \boxed{Pot \simeq 1{,}5\ \text{W}}$$

b) A menor das potências é 0,27 W. Para potências menores do que 0,27 W os resistores deixam de acender. Para o resistor de 200 Ω, temos:

$$Pot = \frac{U^2}{R} \Rightarrow 0{,}27 = \frac{U^2}{200} \Rightarrow \boxed{U \simeq 7{,}3\ \text{V}}$$

P.247 a) De $R = \rho \cdot \frac{L}{A}$ e sendo $R = 100\ \Omega$; $L = 5\ \text{mm} = 5 \cdot 10^{-3}\ \text{m}$;

$A = 10 \cdot 10^{-3}\ \text{m} \times 10 \cdot 10^{-6}\ \text{m} = 10^{-7}\ \text{m}^2$, temos:

$$100 = \rho \cdot \frac{5 \cdot 10^{-3}}{10^{-7}} \Rightarrow \boxed{\rho = 2{,}0 \cdot 10^{-3}\ \Omega \cdot \text{m}}$$

b) Reduzindo a espessura à metade, a área A fica reduzida à metade e as resistências elétricas dobram.

P.248 a) $n = 5.000 \cdot 150 = 750.000 \Rightarrow \boxed{n = 750 \text{ mil eletroplacas}}$

b) $R_{eq.} = 5.000 \cdot r \Rightarrow R_{eq.} = 5.000 \cdot 0{,}30 \Rightarrow \boxed{R_{eq.} = 1.500\ \Omega}$

c) $R_{total} = \frac{R_{eq.}}{150} = \frac{1.500\ \Omega}{150} \Rightarrow \boxed{R_{total} = 10\ \Omega}$

d) $i = \frac{E}{R_{total} + R_{água}} \Rightarrow i = \frac{5.000 \cdot 0{,}15}{10 + 740} \Rightarrow i = 1\ \text{A}$

$$Pot = R_{total} \cdot i^2 \Rightarrow Pot = 10 \cdot 1^2 \Rightarrow \boxed{Pot = 10\ \text{W}}$$

P.249 Aplicando $U = E - r \cdot i$ às duas situações descritas, temos:

$$\begin{cases} 8{,}0 = E - r \cdot 2{,}0 \\ 5{,}0 = E - r \cdot 5{,}0 \end{cases}$$

Resolvendo o sistema: $r = 1{,}0\ \Omega$ e $E = 10\ \text{V}$

Quando o gerador está fornecendo potência elétrica máxima, a corrente que o atravessa vale:

$$i = \frac{i_{cc}}{2} \Rightarrow i = \frac{E}{2r} \Rightarrow i = \frac{10}{2 \cdot 1{,}0} \Rightarrow \boxed{i = 5{,}0\ \text{A}}$$