

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

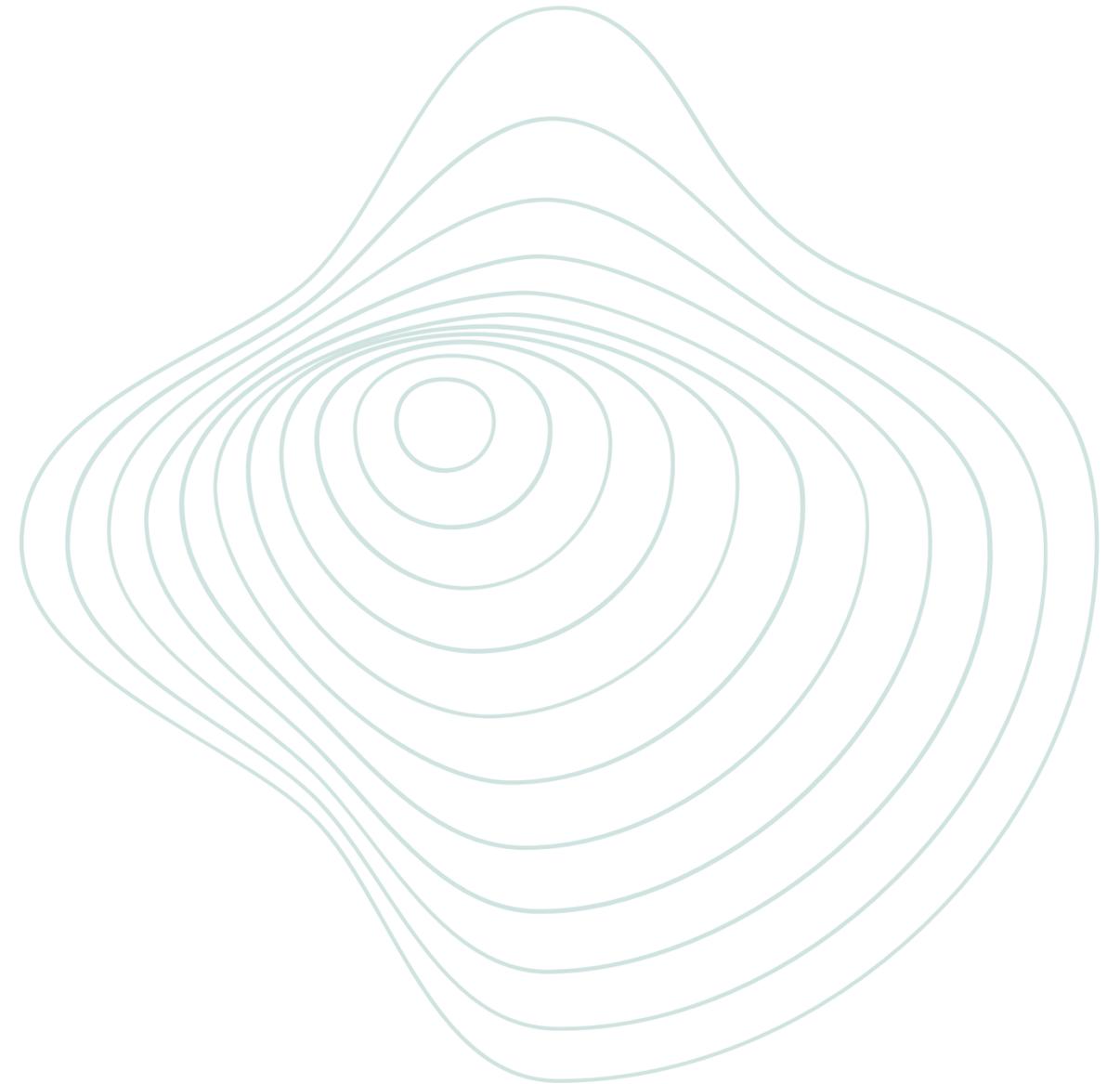
# Circuitos Elétricos I

## - TE313

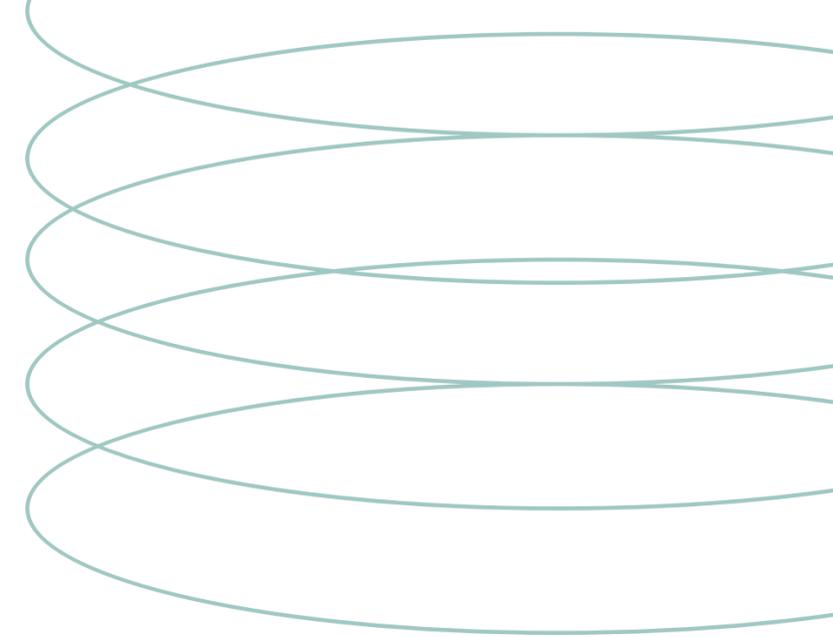
Mariana Yaeda Artuso

# Agenda

- Associação em série de resistores
- Associação em paralelo de resistores
- Divisor de tensão
- Divisor de corrente
- Amperímetros
- Voltímetros



# Associação em série de resistores



- Simplificar circuito
- Mesma corrente em todos os resistores
- Cada resistor apresenta tensão diferente em seus terminais (se  $R_1 \neq R_2$ )

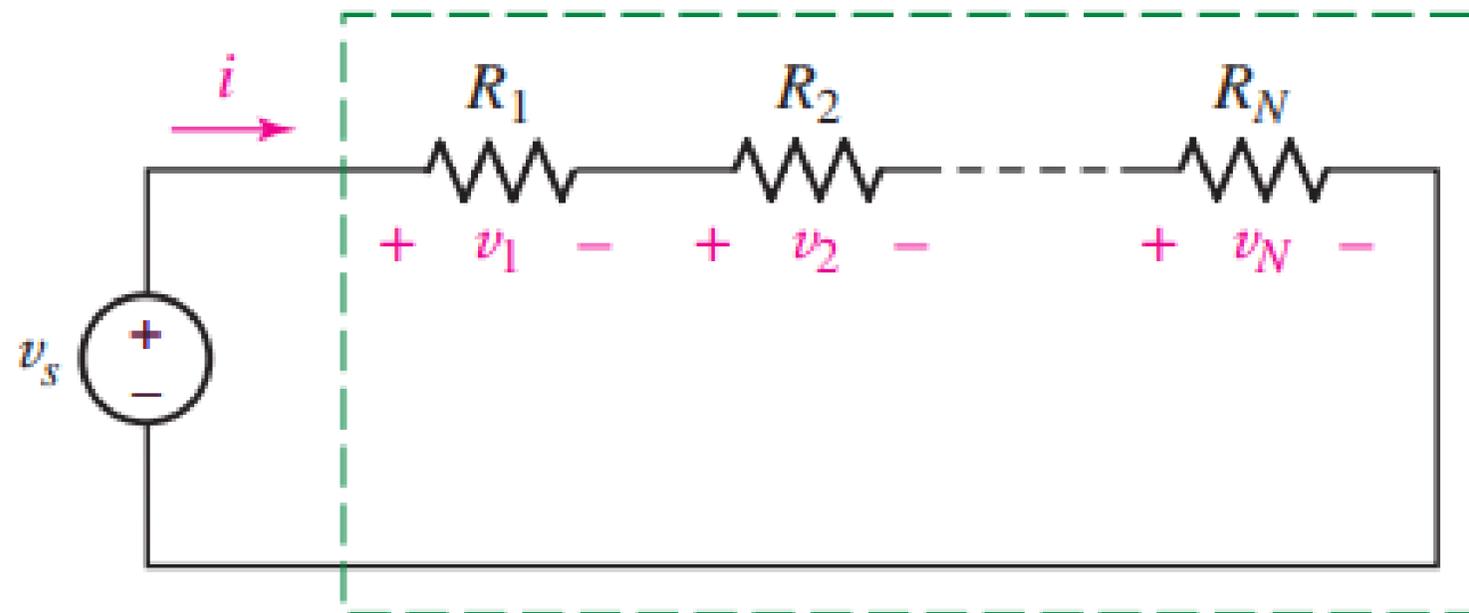


Fig. 1 - Combinação em série de  $N$  resistores

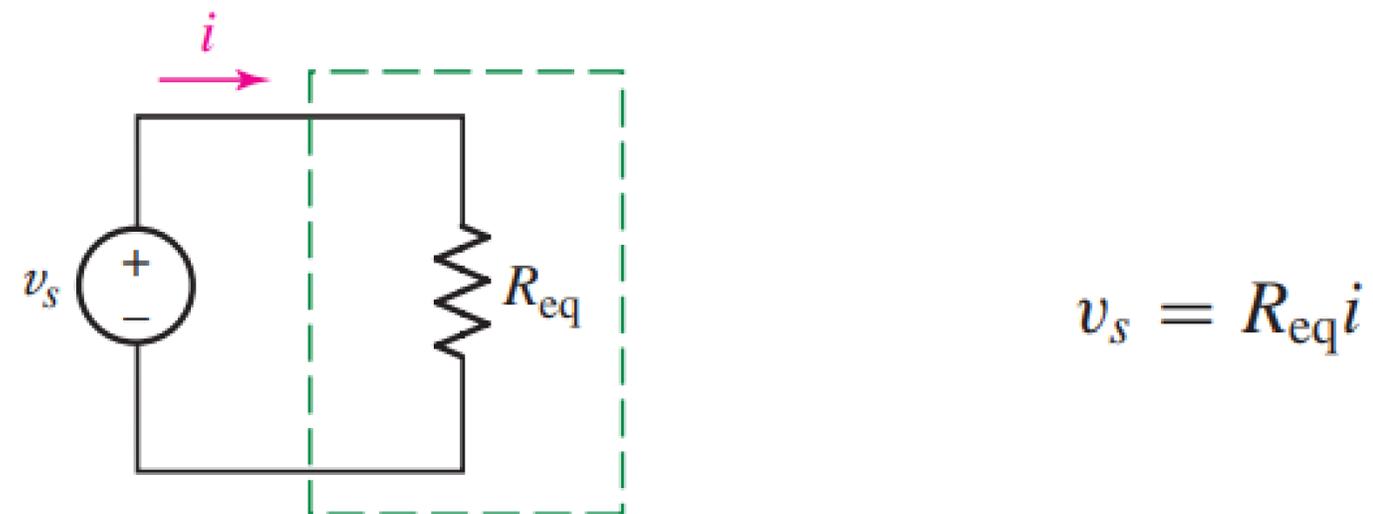
- Se aplicarmos a LTK na Figura 1:

$$v_s = v_1 + v_2 + \cdots + v_N$$

- E a lei de Ohm:

$$v_s = R_1 i + R_2 i + \cdots + R_N i = (R_1 + R_2 + \cdots + R_N) i$$

- Vemos que o circuito equivalente é dado por:



$$v_s = R_{eq} i$$

Fig. 2 - Circuito equivalente de resistores em série

# Exemplo 1

Calcular corrente e potência na fonte de 80 V

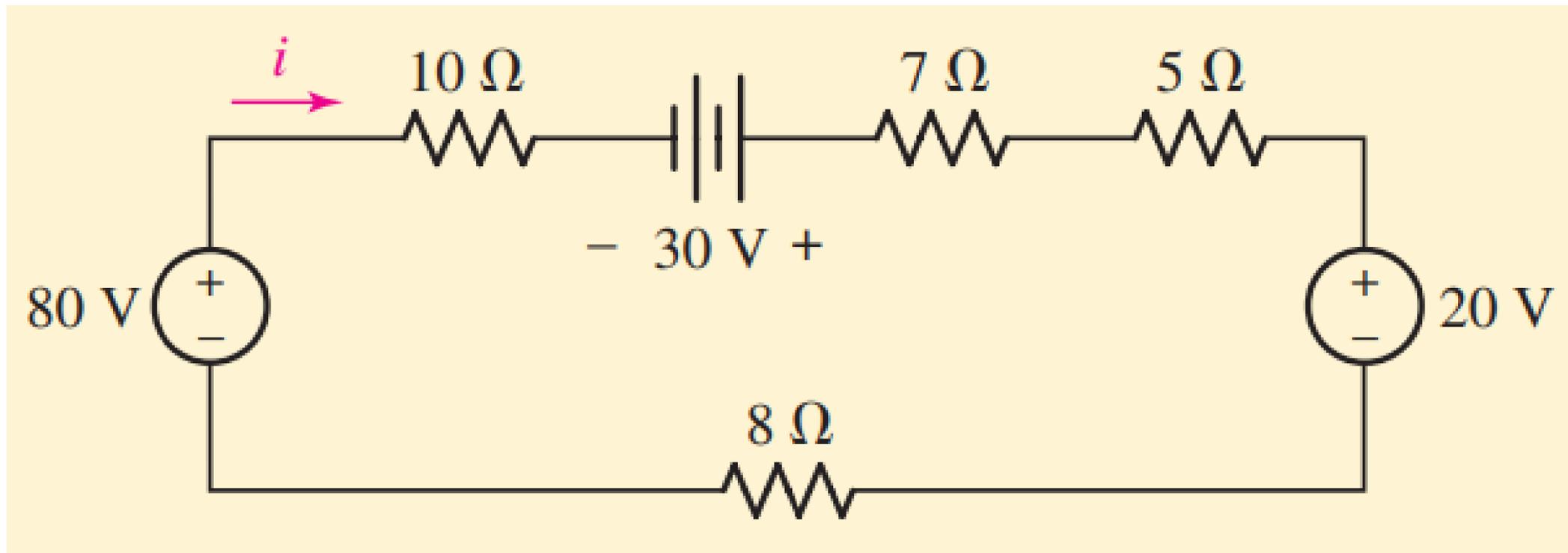


Fig. 3 - Combinação em série de resistores

# Associação em paralelo de resistores

- Resistores com ambos terminais no mesmo nó
- Mesma tensão aplicada sobre os resistores

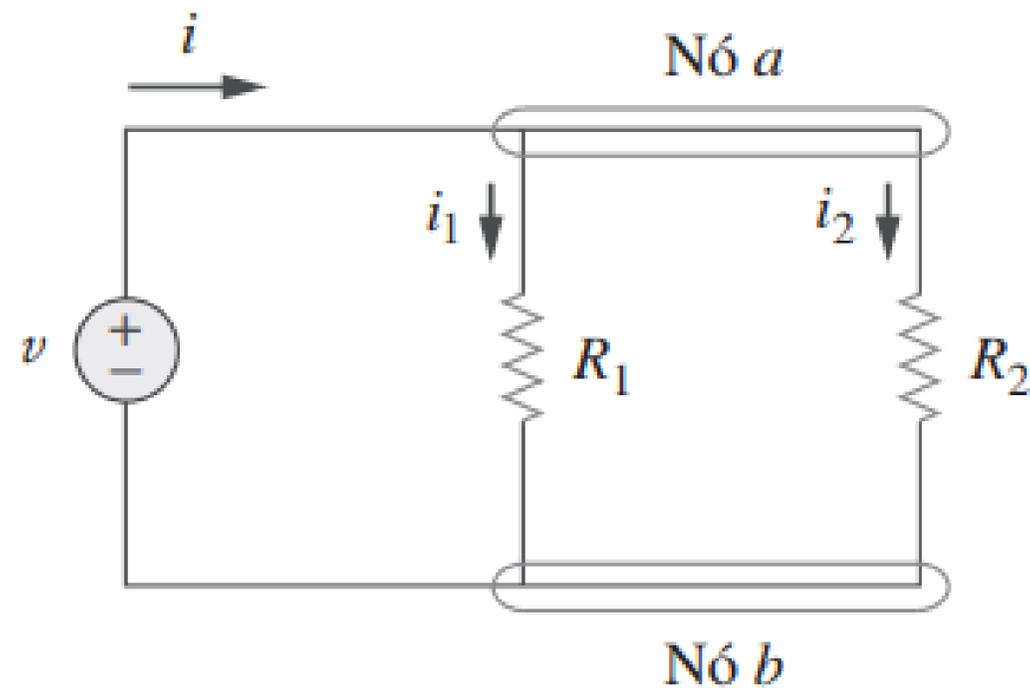
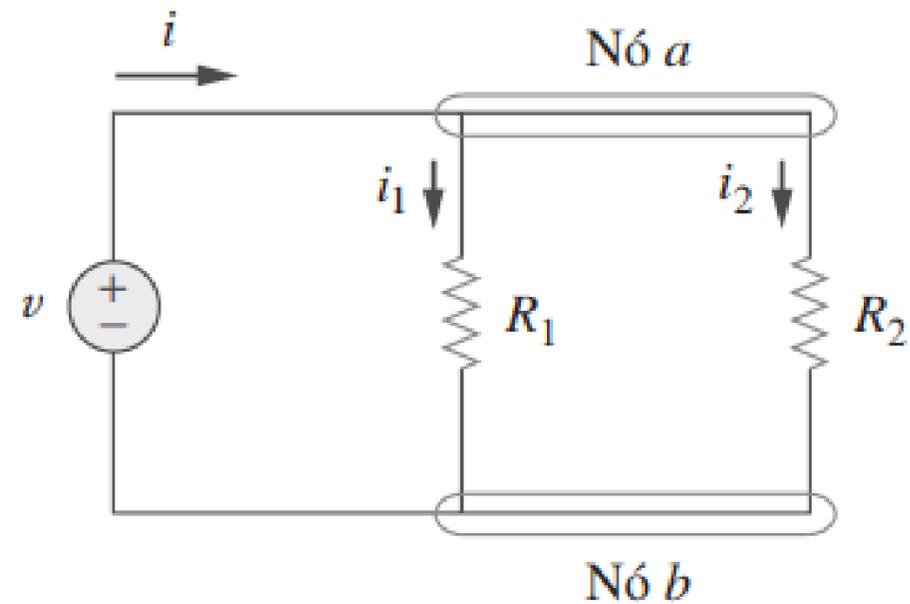


Fig. 4 - Combinação em paralelo de resistores

- Aplicando a lei de Ohm na Figura 4:



$$v = i_1 R_1 = i_2 R_2$$

$$i_1 = \frac{v}{R_1}, \quad i_2 = \frac{v}{R_2}$$

- E a LCK:

$$i = i_1 + i_2$$

- Substituindo:

$$i = \frac{v}{R_1} + \frac{v}{R_2} = v \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{v}{R_{\text{eq}}}$$

- Onde  $R_{eq}$  é a resistência equivalente dos resistores em paralelo:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$

- Que pode ser reescrito como:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

- A resistência equivalente de dois resistores em paralelo é igual ao produto de suas resistências dividido pela sua soma.

- Sendo o circuito equivalente:

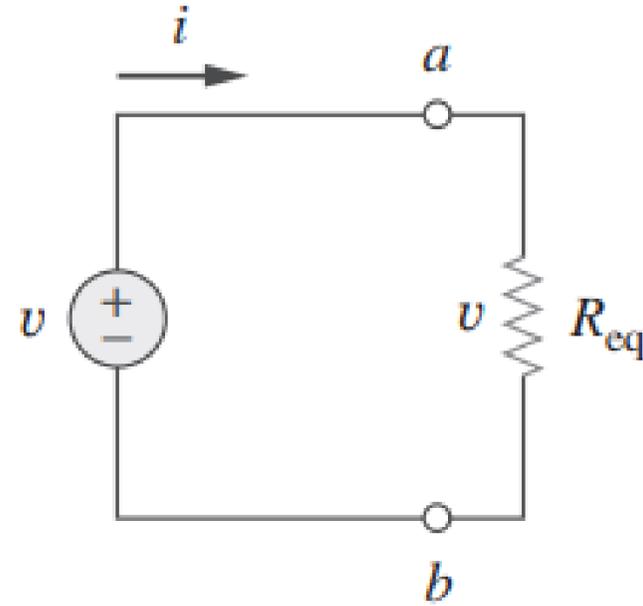


Fig. 5 - Circuito equivalente de resistores em paralelo

- Generalizando para N resistores:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

- Caso as resistências em paralelo tenham os mesmos valores::

$$R_{eq} = \frac{R}{N}$$

# Exemplo 2

Calcular resistência equivalente

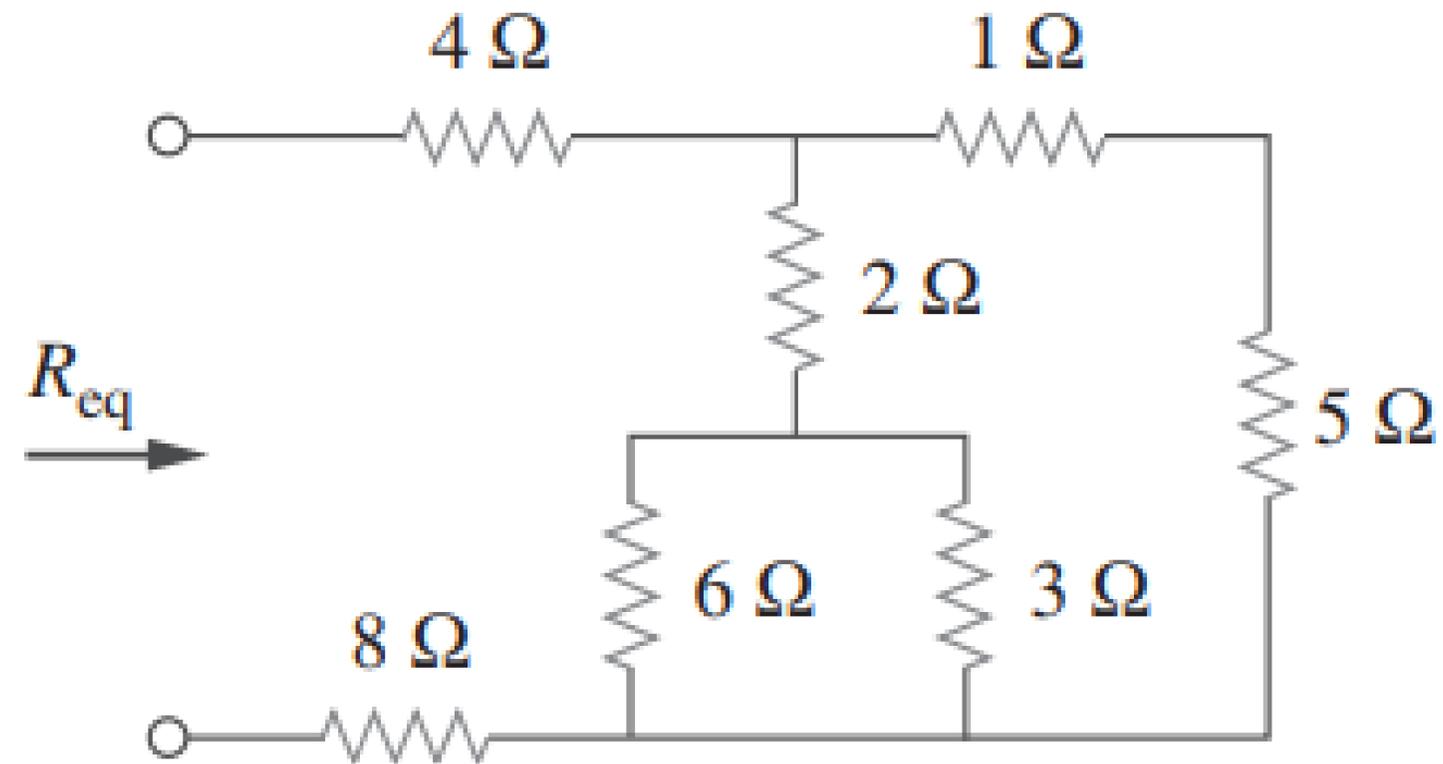


Fig. 6 - Circuito do exemplo 2

# Transformação estrela-triângulo

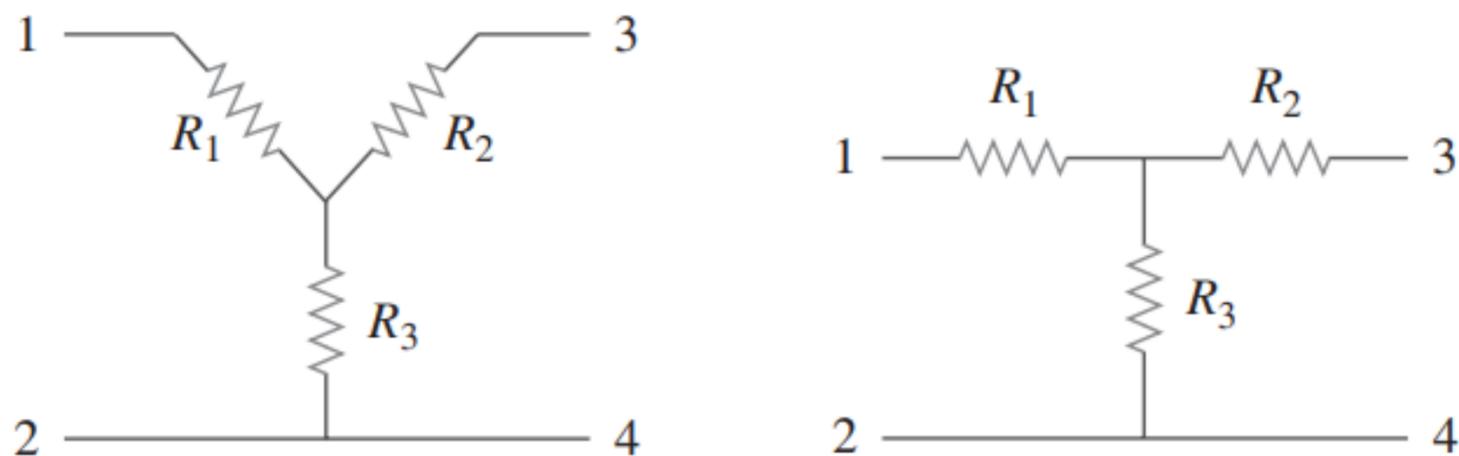


Fig. 7 - Rede de resistores em topologia estrela (Y) ou T

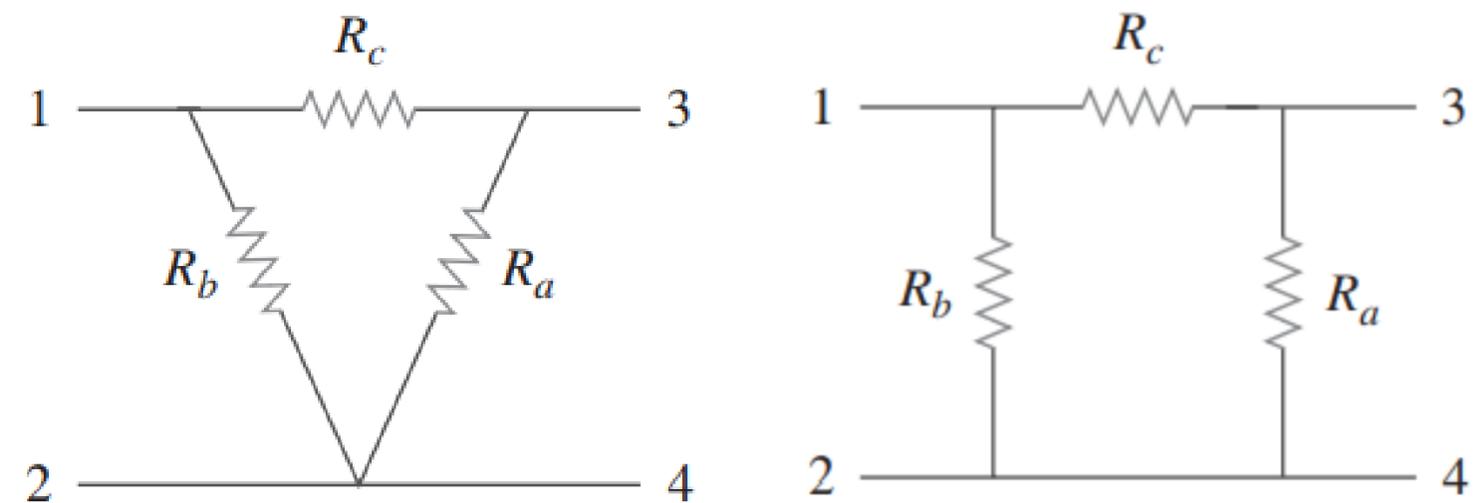


Fig. 8 - Rede de resistores em topologia triângulo (delta) ou pi (T)

# Conversão triângulo para estrela

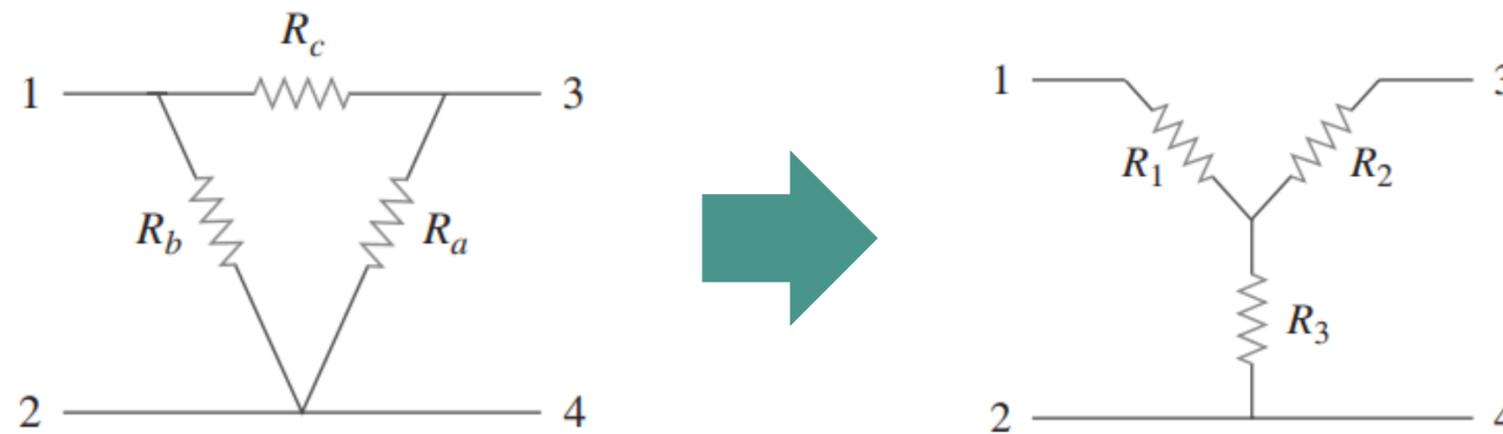


Fig. 9 - Conversão de triângulo para estrela

- É feita uma sobreposição das redes

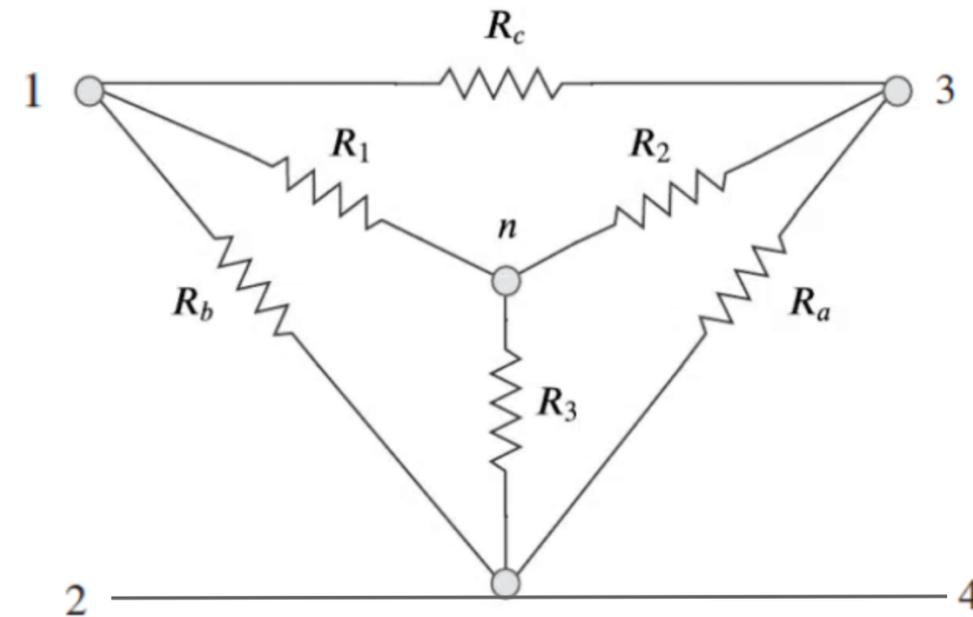


Fig. 10 - Modelo sobreposto

- Considerando que temos  $R_a$ ,  $R_b$  e  $R_c$  e desejamos obter  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ :

$$R_{12} = R_1 + R_3 = \frac{R_b(R_a + R_c)}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_{13} = R_1 + R_2 = \frac{R_c(R_a + R_b)}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_{34} = R_2 + R_3 = \frac{R_a(R_b + R_c)}{R_a + R_b + R_c}$$

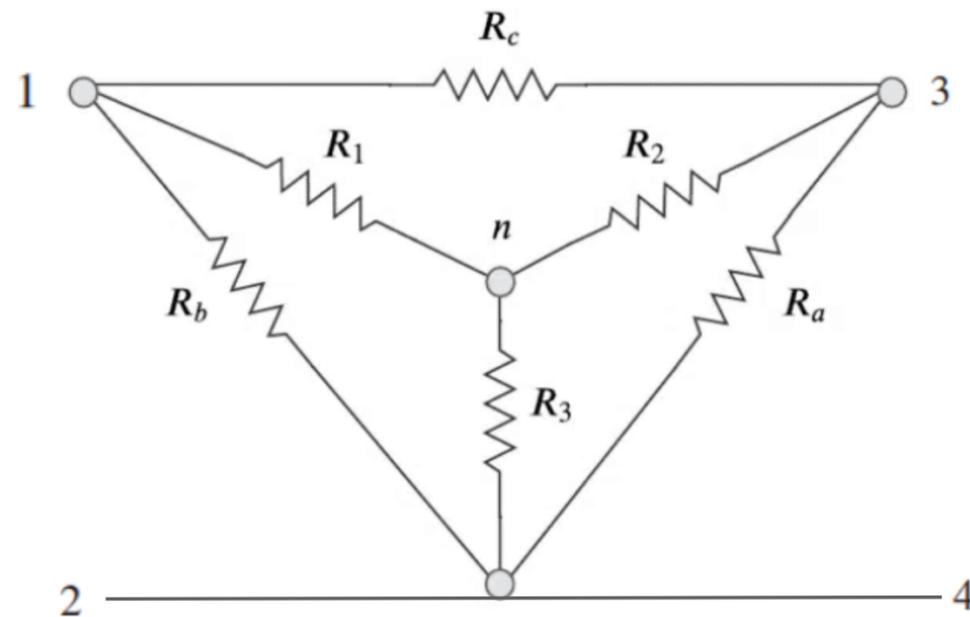
$$R_1 = \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_2 = \frac{R_c R_a}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_3 = \frac{R_a R_b}{R_a + R_b + R_c}$$

# Conversão estrela para triângulo

- Considerando que temos  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  e desejamos obter  $R_a$ ,  $R_b$  e  $R_c$ :



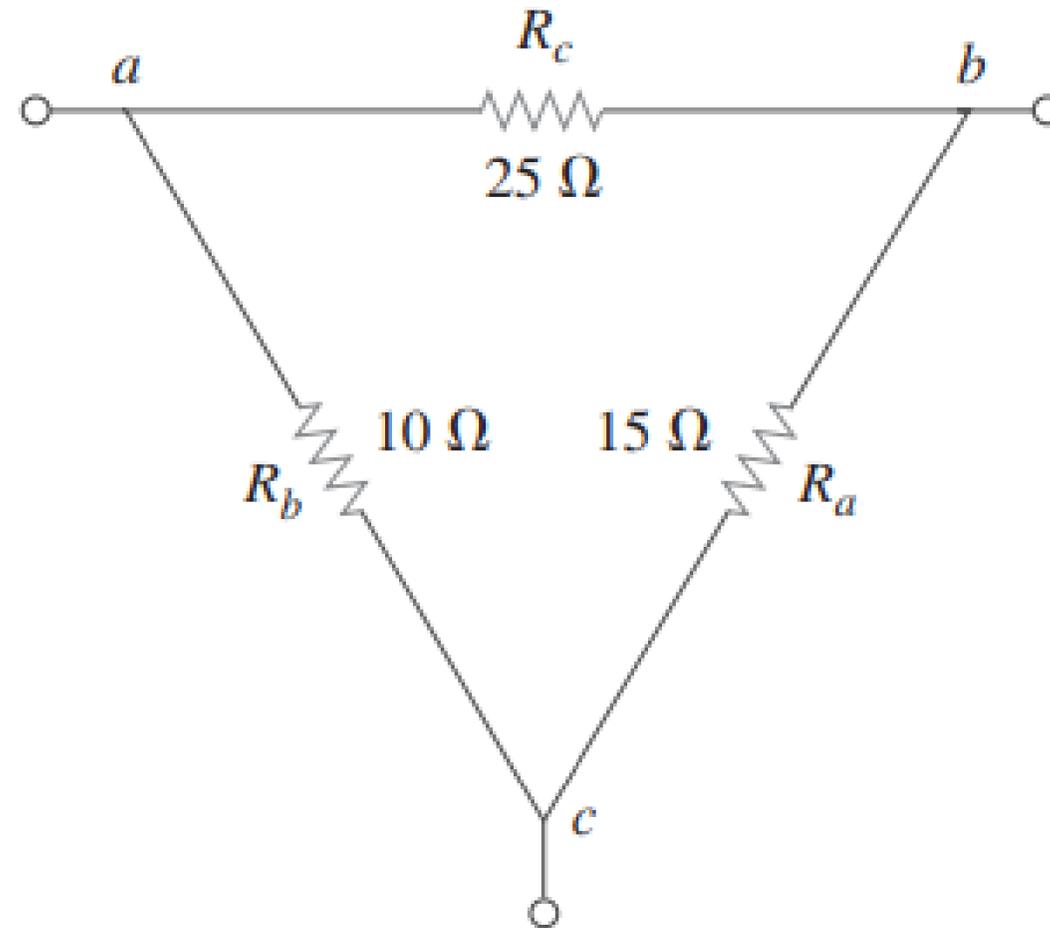
$$R_a = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1}$$

$$R_b = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_2}$$

$$R_c = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3}$$

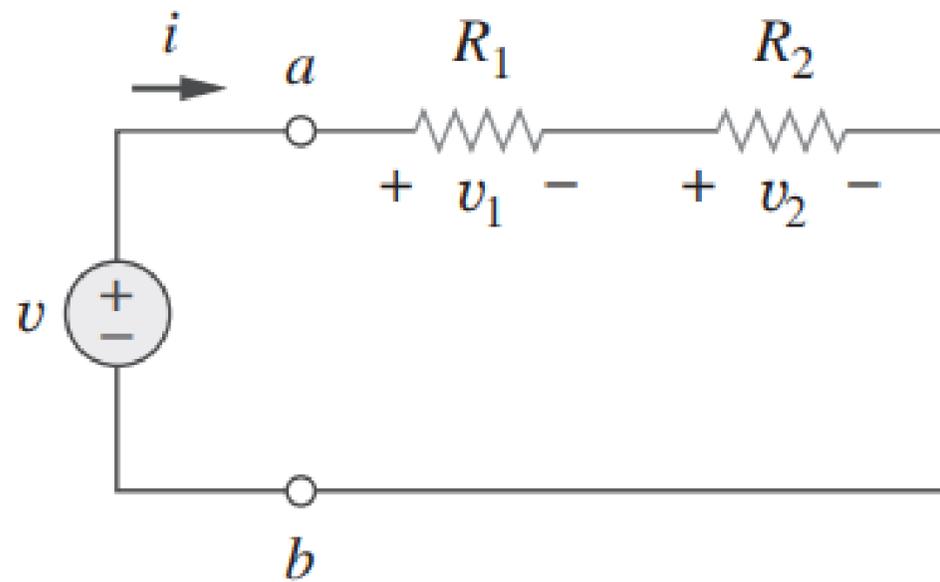
# Exemplo 3

Converta a rede delta em uma rede Y equivalente.



# Divisor de tensão

- A tensão aplicada é dividida entre os resistores na proporção direta de suas resistências



- Sendo:  $v_1 = iR_1$ ,  $v_2 = iR_2$

$$i = \frac{v}{R_1 + R_2}$$

- Substituindo, obtemos:

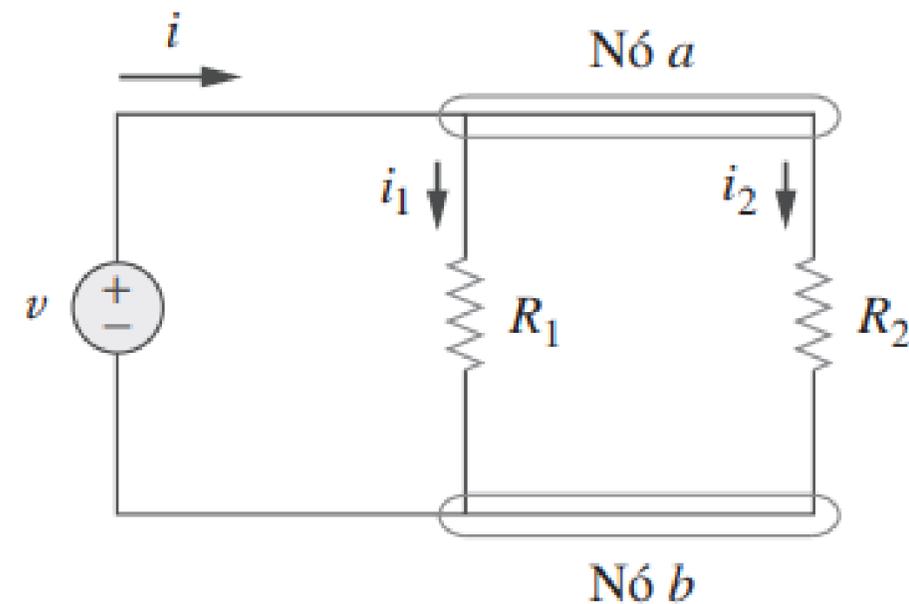
$$v_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} v, \quad v_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v$$

- Generalizando para N resistores:

$$v_n = \frac{R_n}{R_1 + R_2 + \dots + R_N} v$$

# Divisor de corrente

- A corrente total  $i$  é compartilhada pelos resistores na proporção inversa de suas resistências



- Sendo:

$$R_{\text{eq}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

- E:

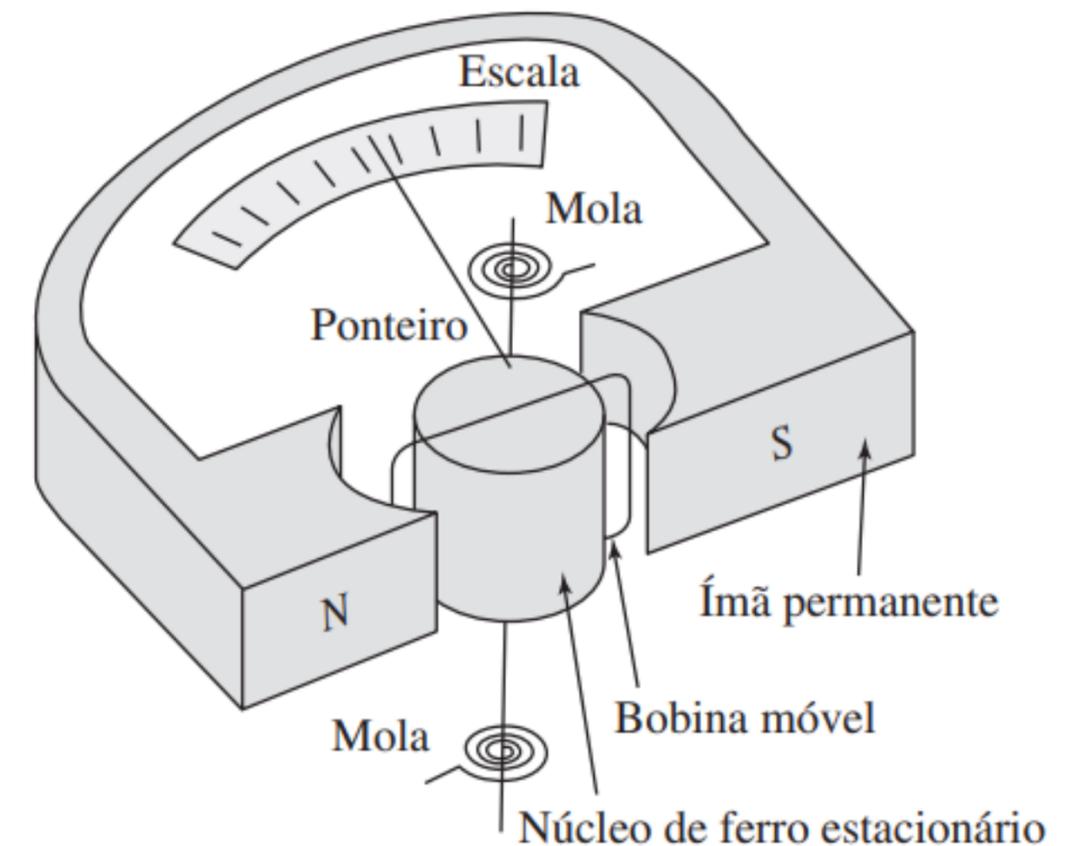
$$v = i R_{\text{eq}} = \frac{i R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

- Obtemos:

$$i_1 = \frac{R_2 i}{R_1 + R_2}, \quad i_2 = \frac{R_1 i}{R_1 + R_2}$$

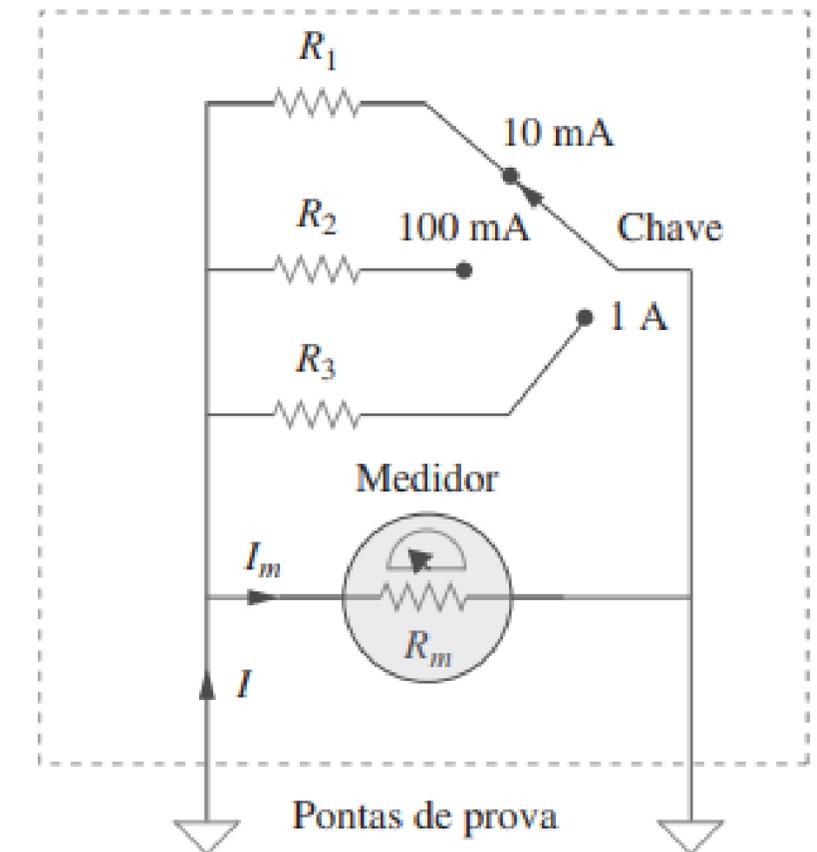
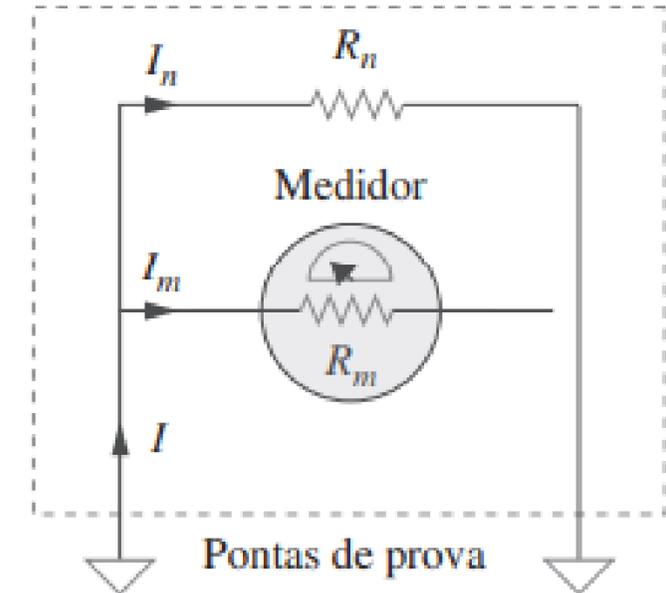
# Galvanômetro de d'Arsonval

- Uma bobina de núcleo de ferro móvel montada sobre um pivô entre os polos de um ímã permanente.
- Quando a corrente passa pela bobina, ela cria um torque que faz o ponteiro sofrer uma deflexão, e seu nível determina a deflexão do ponteiro, que é registrada em uma escala associada ao galvanômetro.



# Amperímetros

- O amperímetro mede a corrente que passa pela carga e é conectado em série com ela
- Resistência  $R_m$  é, deliberadamente, projetada para ser muito pequena
- Para possibilitar a multiescala, são conectados resistores shunt em paralelo com  $R_m$ , que permitem que o medidor meça nas escalas de 0 a 10 mA, 0 a 100 mA ou 0 a 1 A, dependendo se a chave estiver conectada a  $R_1$ ,  $R_2$  ou  $R_3$ , respectivamente.



# Voltímetros

- Instrumento utilizado para medir tensão
- Consiste em um galvanômetro de d'Arsonval em série com um resistor cuja resistência  $R_m$  é, deliberadamente, projetada para ser muito grande
- O voltímetro multiescala é capaz de medir tensões de 0 V a 1 V, 0 V a 10 V ou 0 V a 100 V, dependendo se a chave estiver conectada, respectivamente, a  $R_1$ ,  $R_2$  ou  $R_3$ .

