

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TE313 - Circuitos Elétricos I



Mestranda: Jamilly Barbara Nunes

TÓPICOS

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

Associação em série de resistores

- Simplificação de circuito.
- Relações de tensão, corrente e potência.

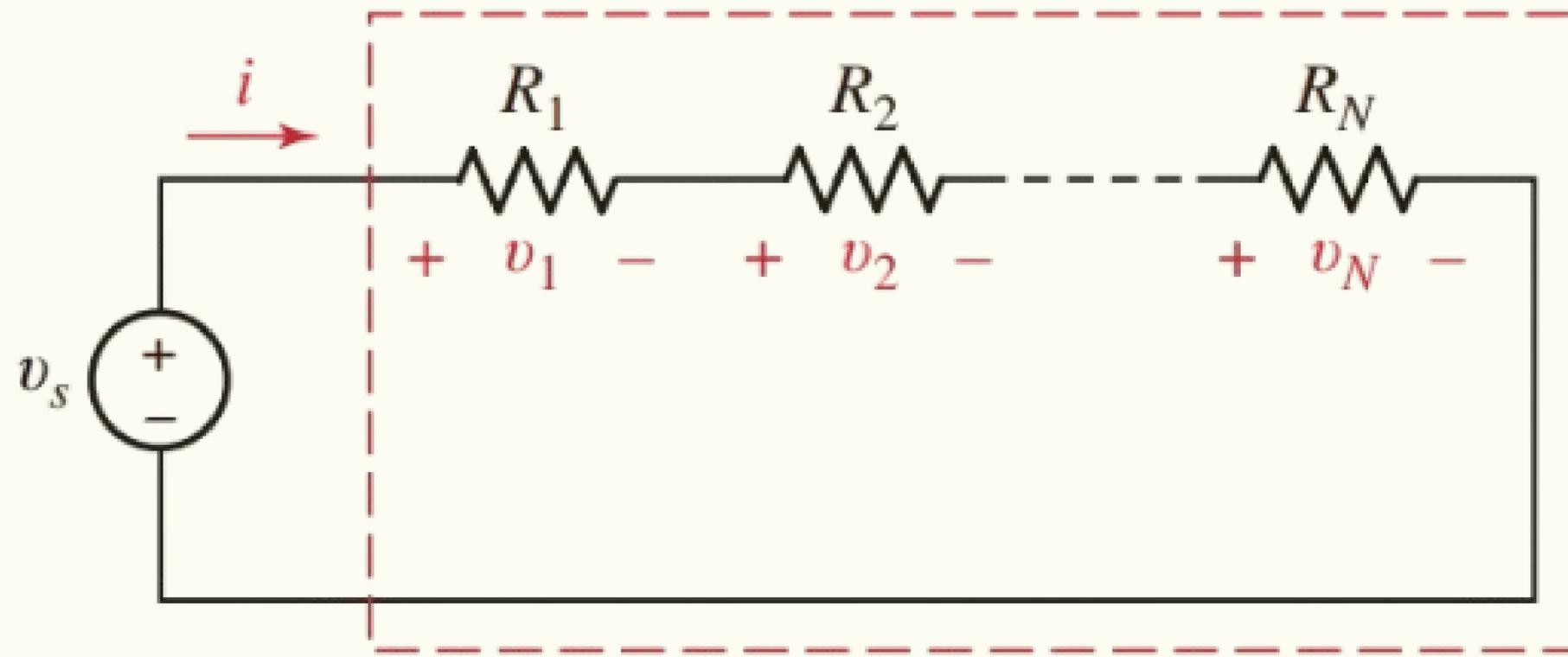


Figura 01 - Combinação de N resistores em série.

Associação em série de resistores

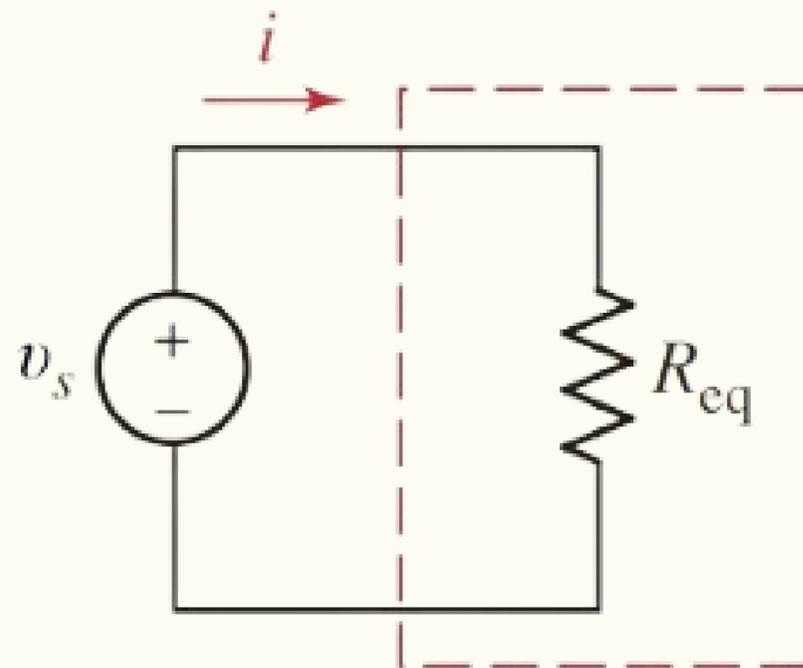
Aplicando LKT no circuito da Figura 01, temos:

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

Então, a lei de Ohm:

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

Então, analisando o circuito equivalente:



$$v_s = R_{eq} i$$

Figura 02 - Circuito elétrico equivalente.

Associação em série de resistores

Exemplo 01:

Calcular a corrente e a potência entregue pela fonte de 80V.

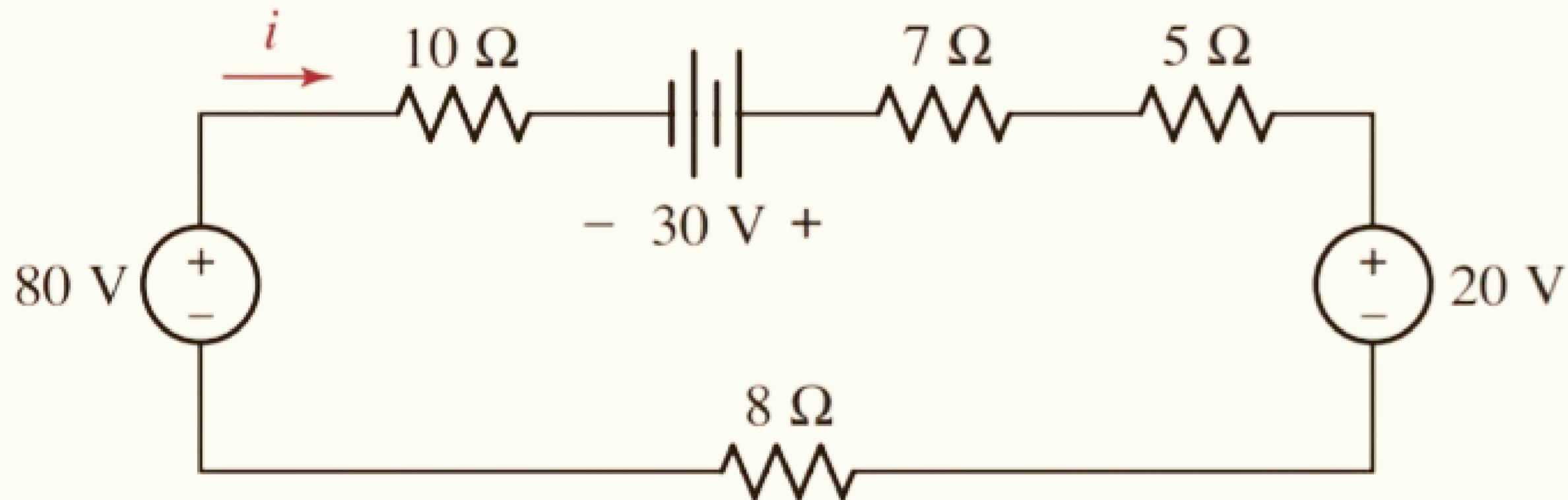


Figura 03 - Circuito em série com várias fontes e resistores.

Associação em paralelo de resistores

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

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

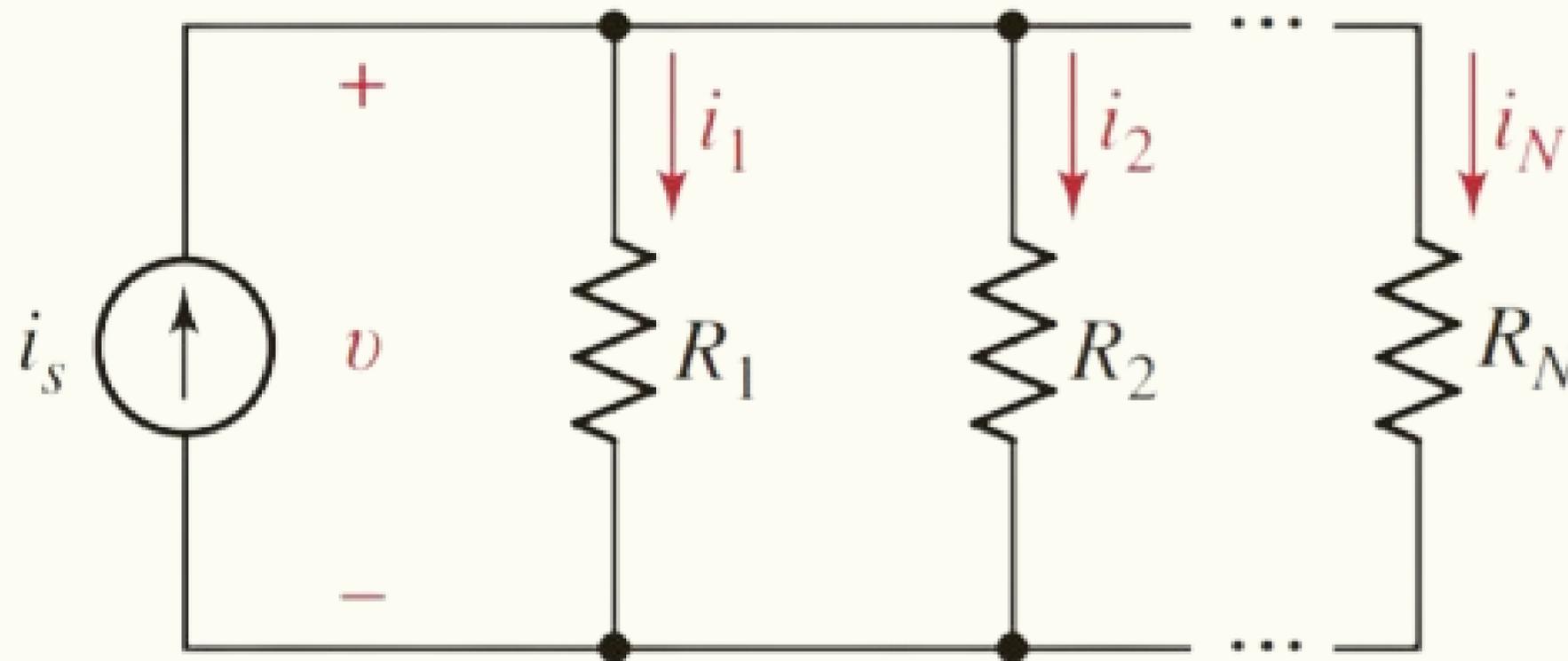


Figura 04 - Um circuito com N resistores em paralelo.

Associação em paralelo de resistores

O circuito da figura 04 conduz a seguinte equação LKC:

$$i_s = i_1 + i_2 + \dots + i_N$$

ou

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

Gerando então:

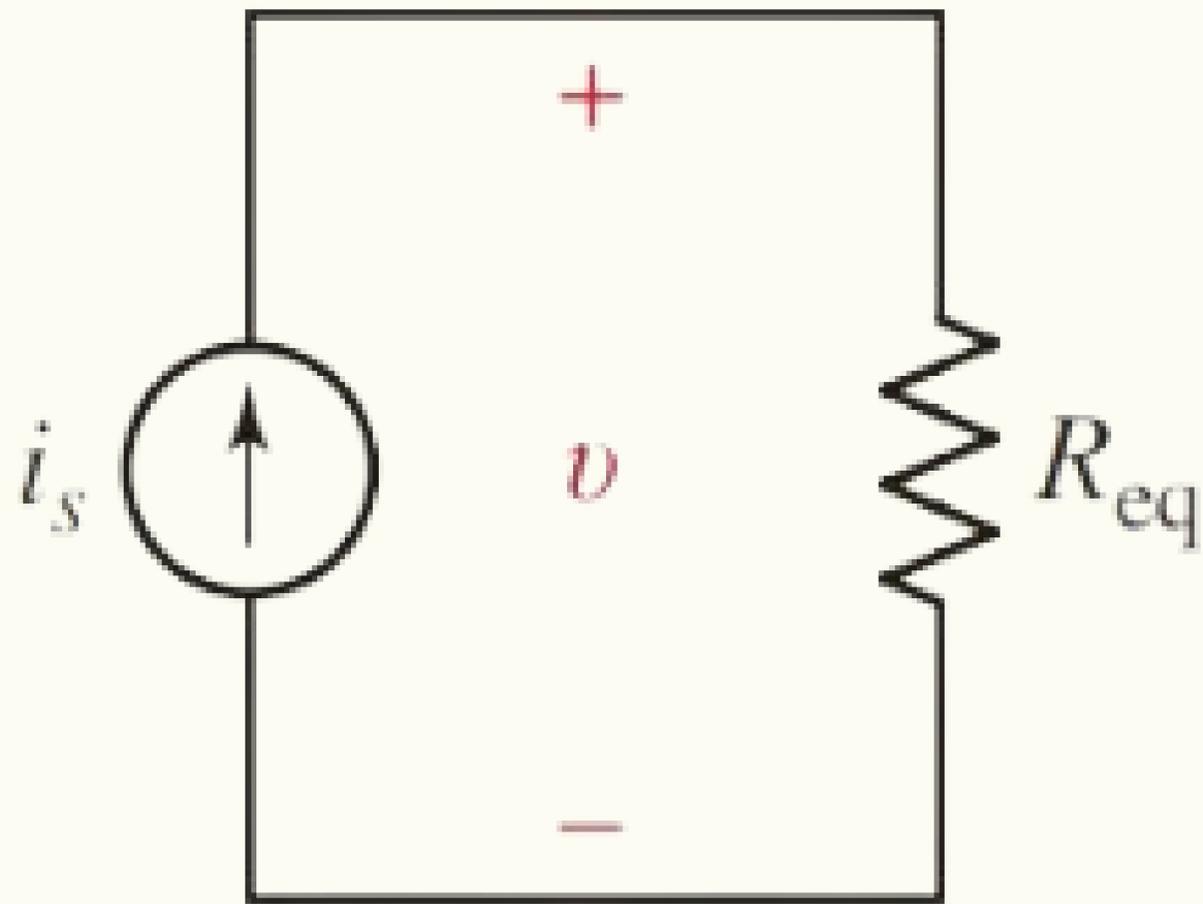
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

Ou em condutância como:

$$G_{eq} = G_1 + G_2 + \dots + G_N$$

Associação em paralelo de resistores

Circuito simplificado equivalente:



Notação simplificada

$$R_{eq} = R_1 \parallel R_2 \parallel R_3$$

Figura 05 - Circuito elétrico equivalente.

Associação em paralelo de resistores

Caso especial

$$R_{\text{eq}} = R_1 \parallel R_2$$

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

De maneira mais simples

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



Atenção a generalização

$$R_{\text{eq}} \not\propto \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Associação em paralelo de resistores

Exemplo 02:

Determine v no circuito da Figura 06 .

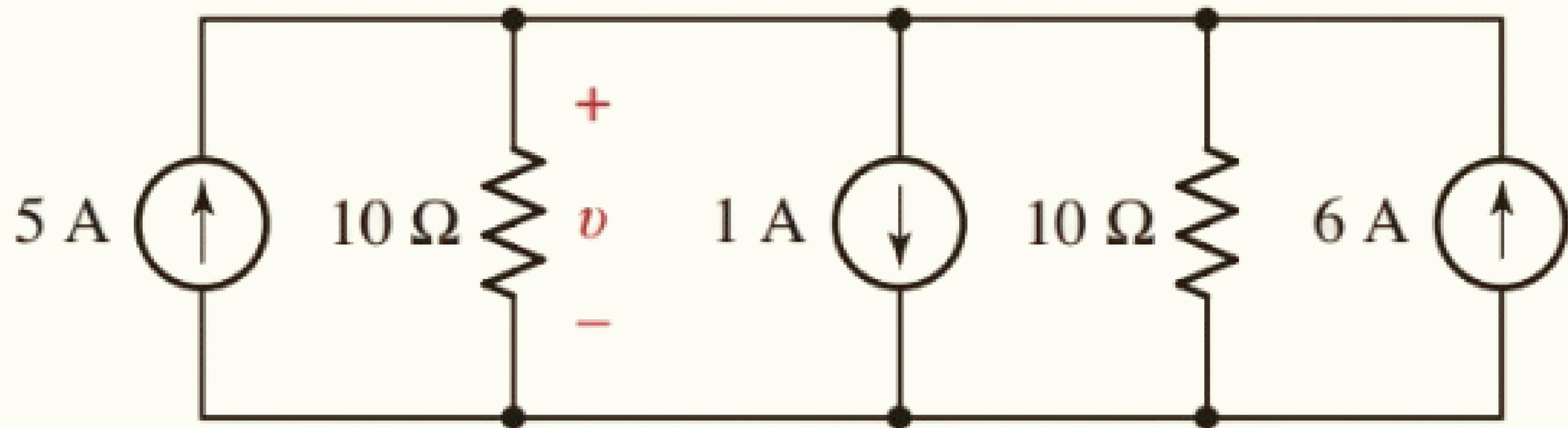


Figura 06 - Circuito em paralelo com várias fontes e resistores.

Transformação estrela-triângulo

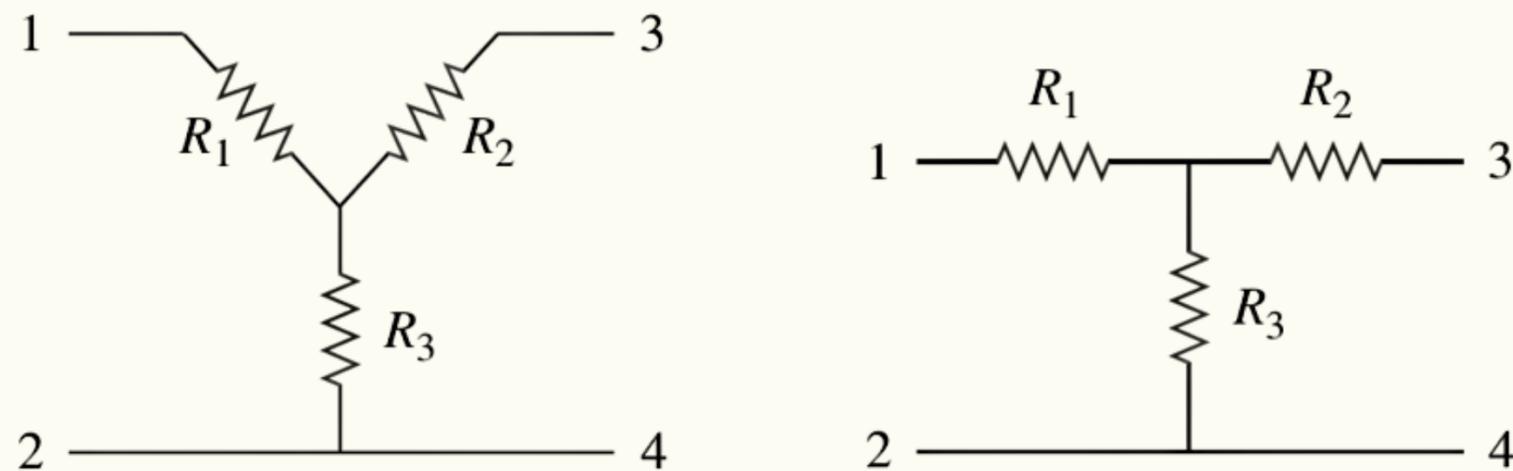


Figura 07 - Rede de resistores em topologia estrela (Y) ou T.

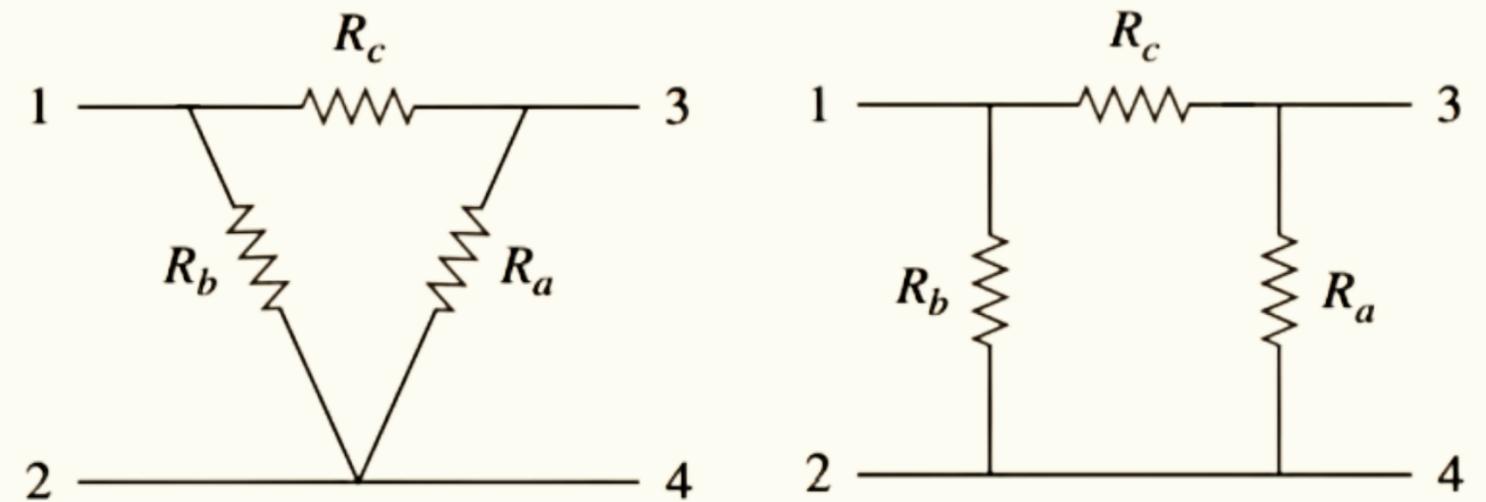


Figura 08 - Rede de resistores em topologia triângulo (delta) ou pi (π)

Conversão triângulo para estrela

Circuito simplificado equivalente:

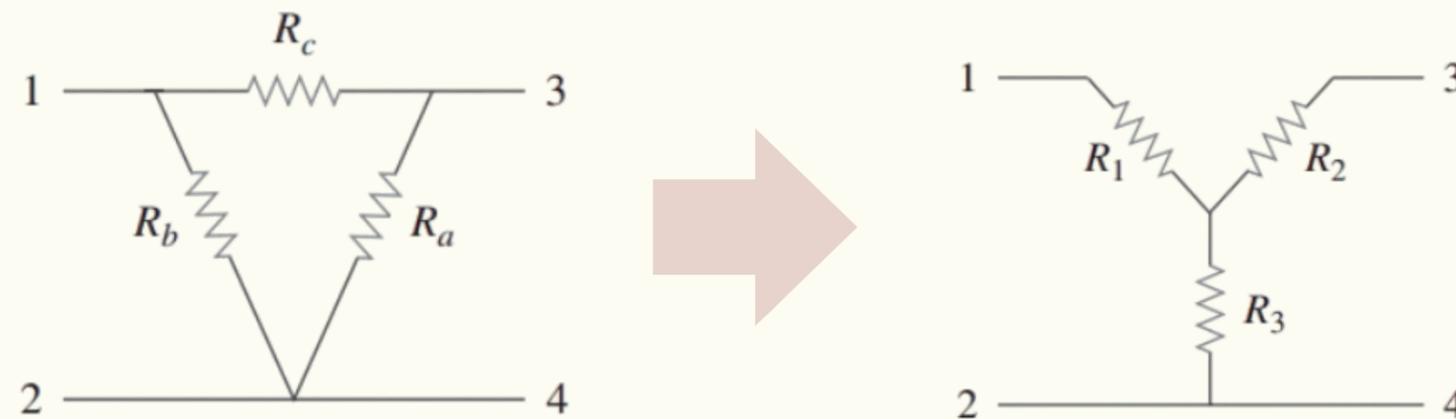


Figura 09 - Conversão de triângulo para estrela.

Faz-se uma sobreposição das redes

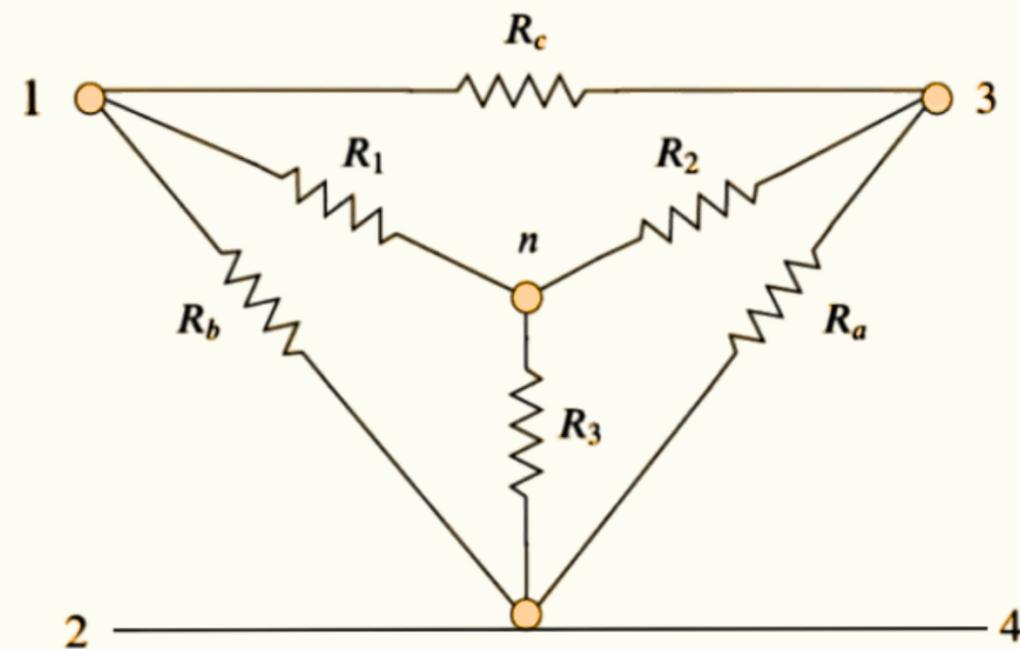


Figura 10 - Modelo Sobreposto.

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 :

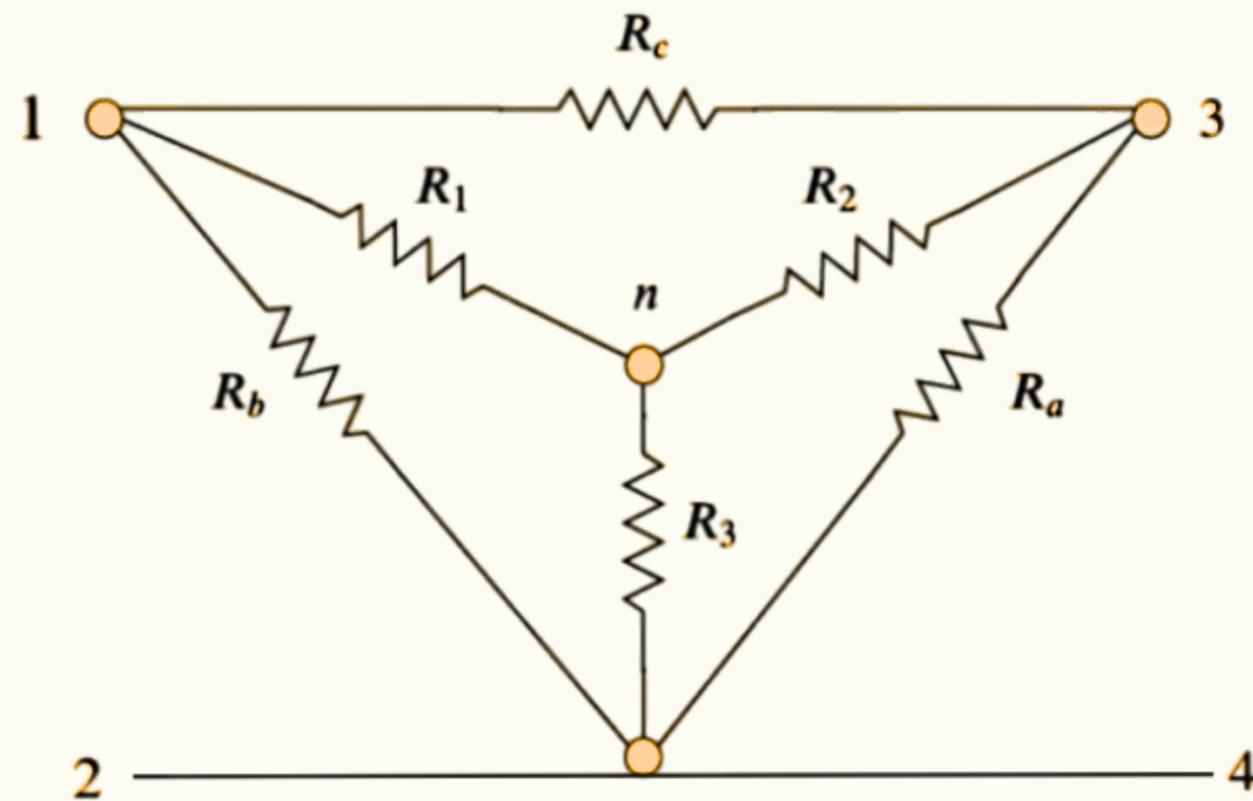


Figura 10 - Modelo Sobreposto.

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

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

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

Conversão triângulo para estrela

Exemplo 03:

Converta a rede delta em uma rede Y equivalente.

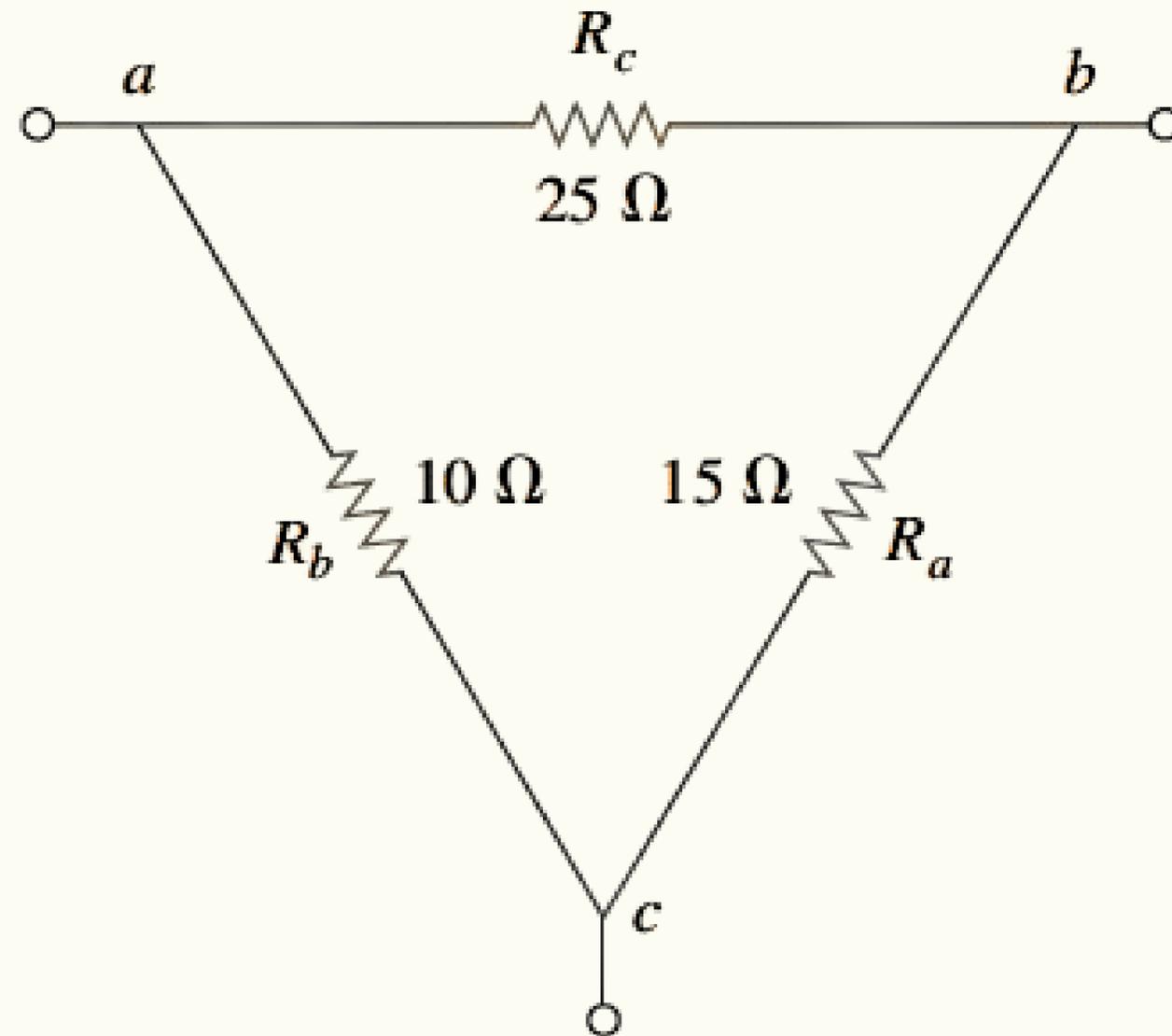


Figura 11 - Rede Δ original.

Divisor de tensão

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

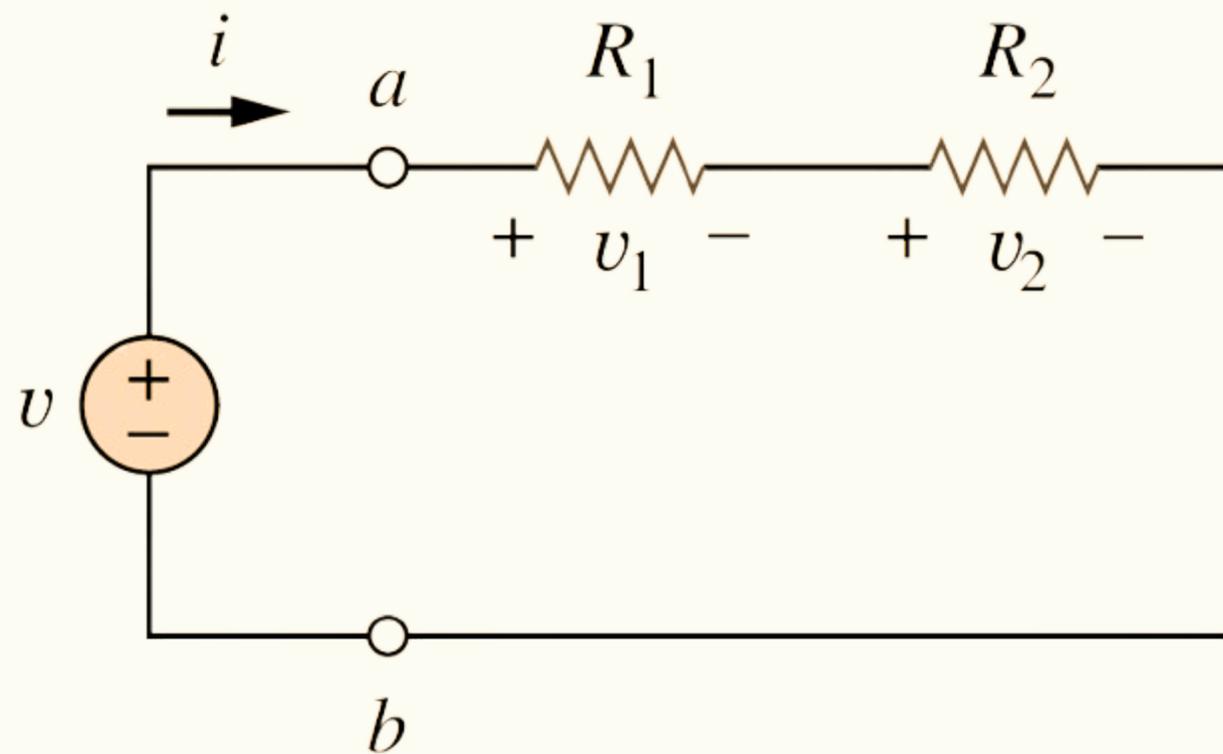


Figura 12 - Um circuito com um único laço e dois resistores em série.

- 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:

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

Divisão de corrente

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

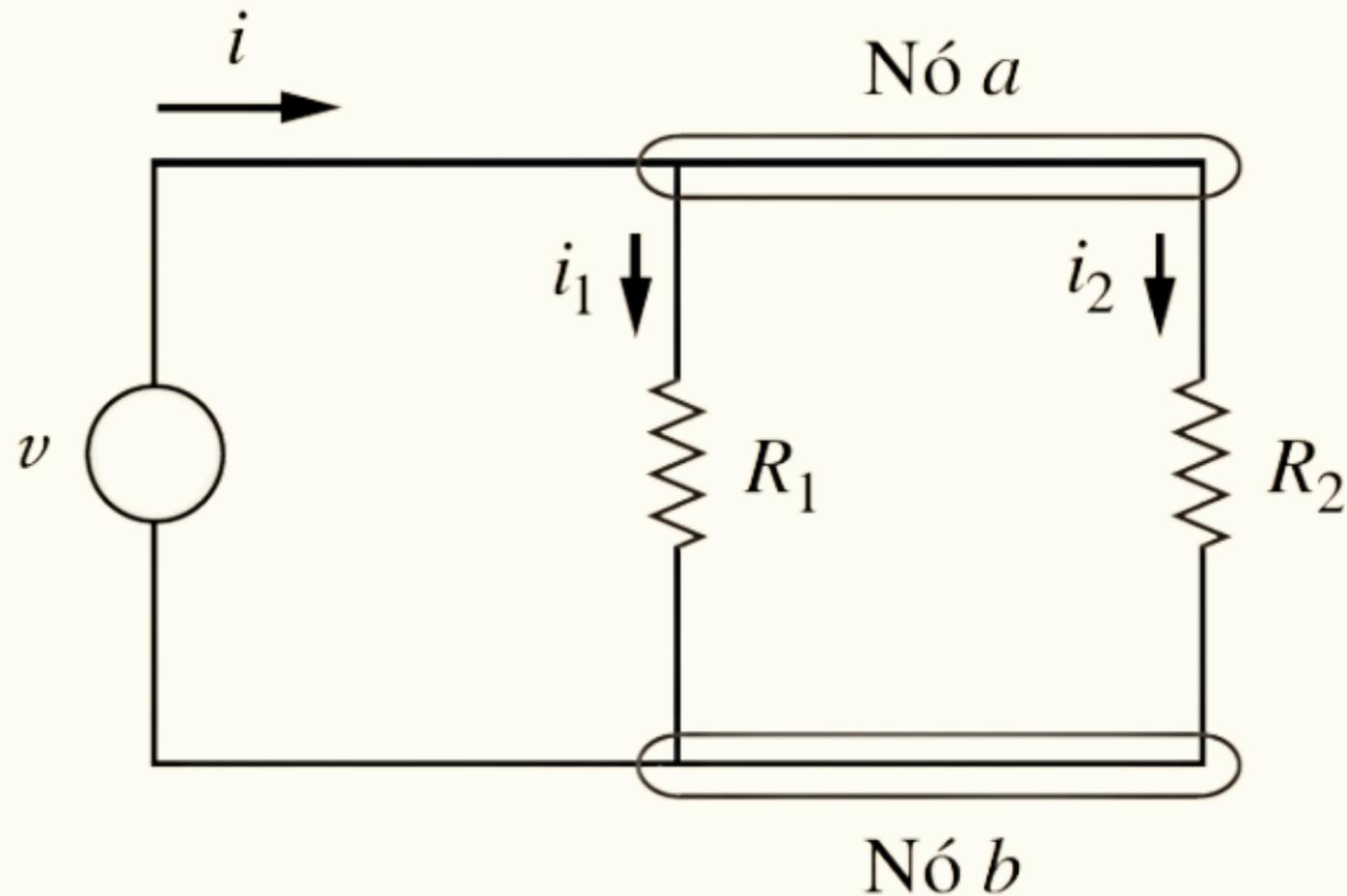


Figura 13 - Dois resistores em paralelo.

- Sendo:

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

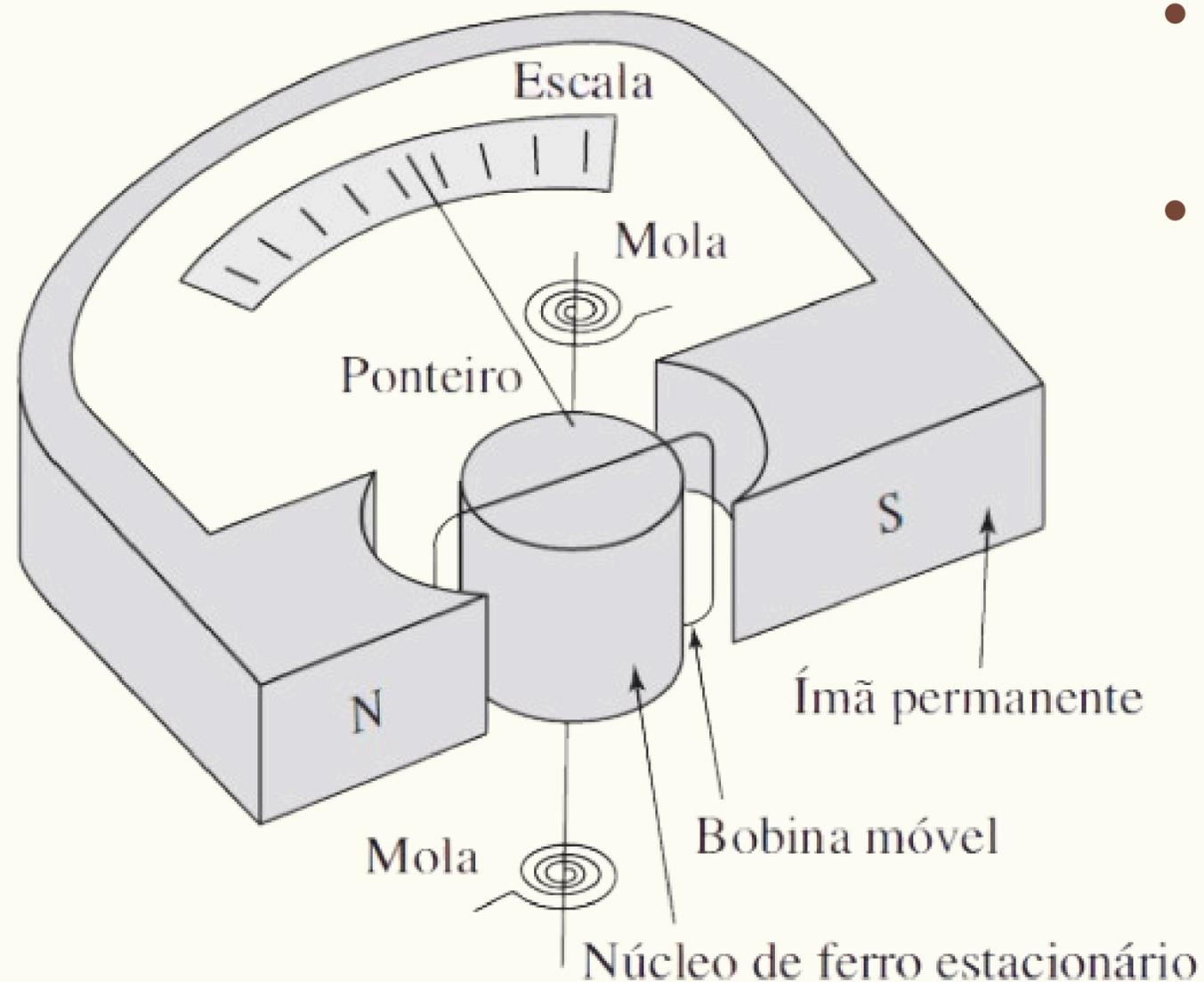
- E:

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

- Obtivemos:

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

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.

Figura 14- Galvanômetro de d'Arsonval.

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.

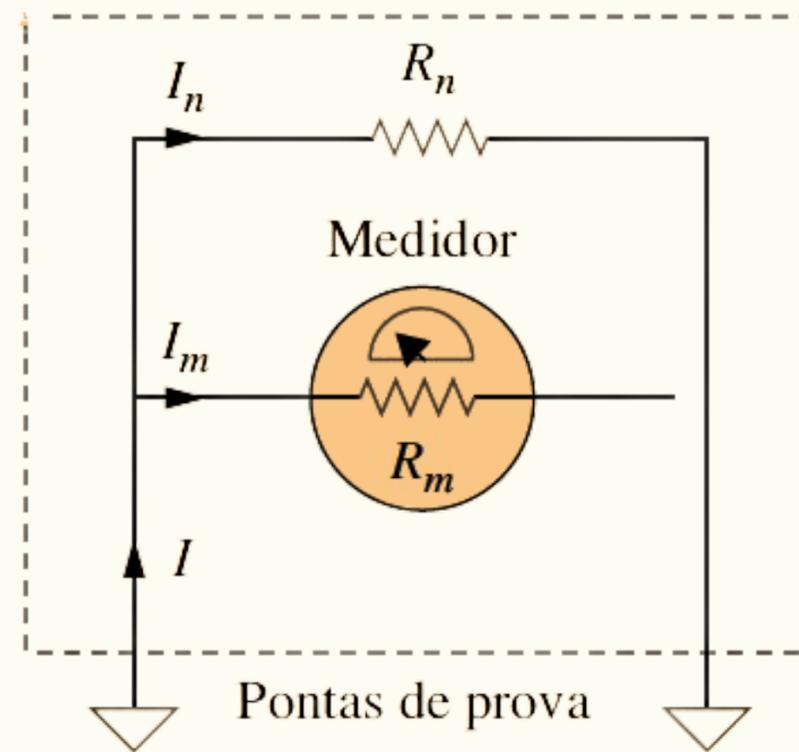


Figura 15 - Amperímetro modelo de uma escala.

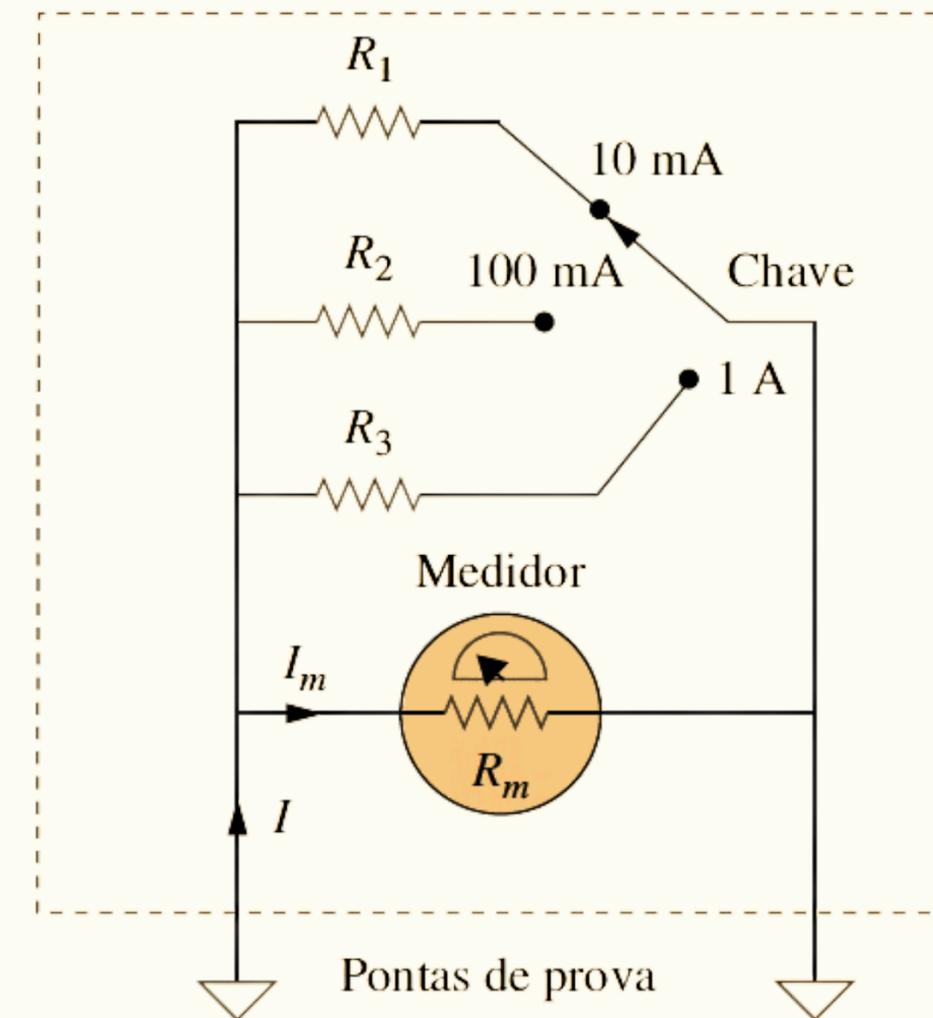


Figura 16 - Amperímetro modelo de uma escala.

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 .

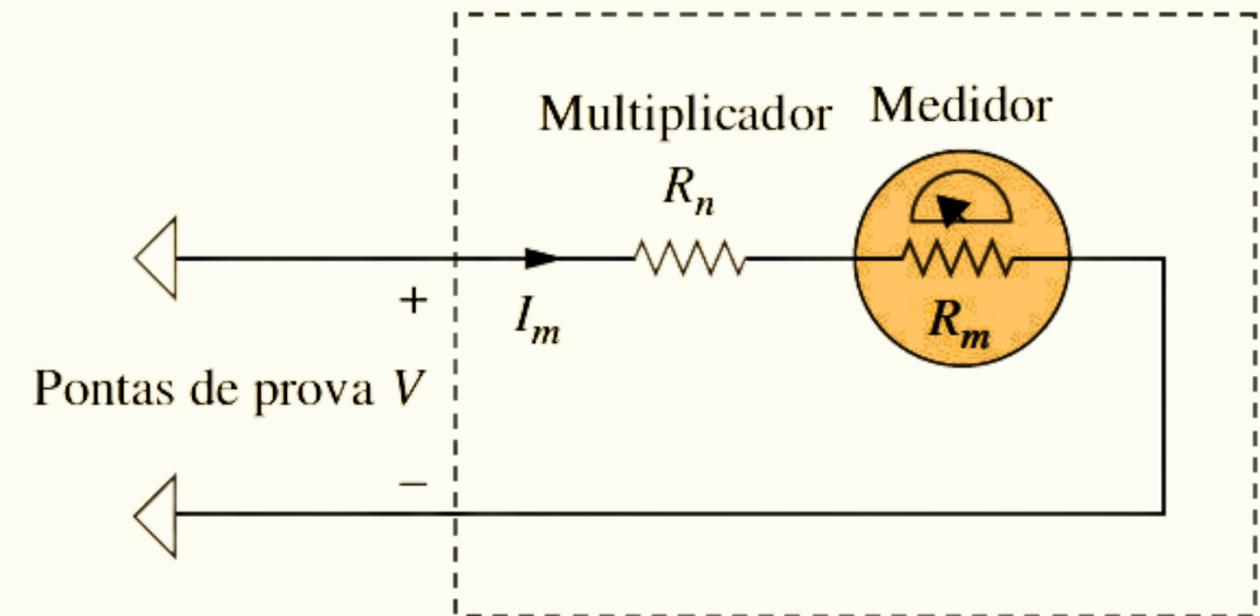


Figura 17 - Voltímetros modelo de uma escala.

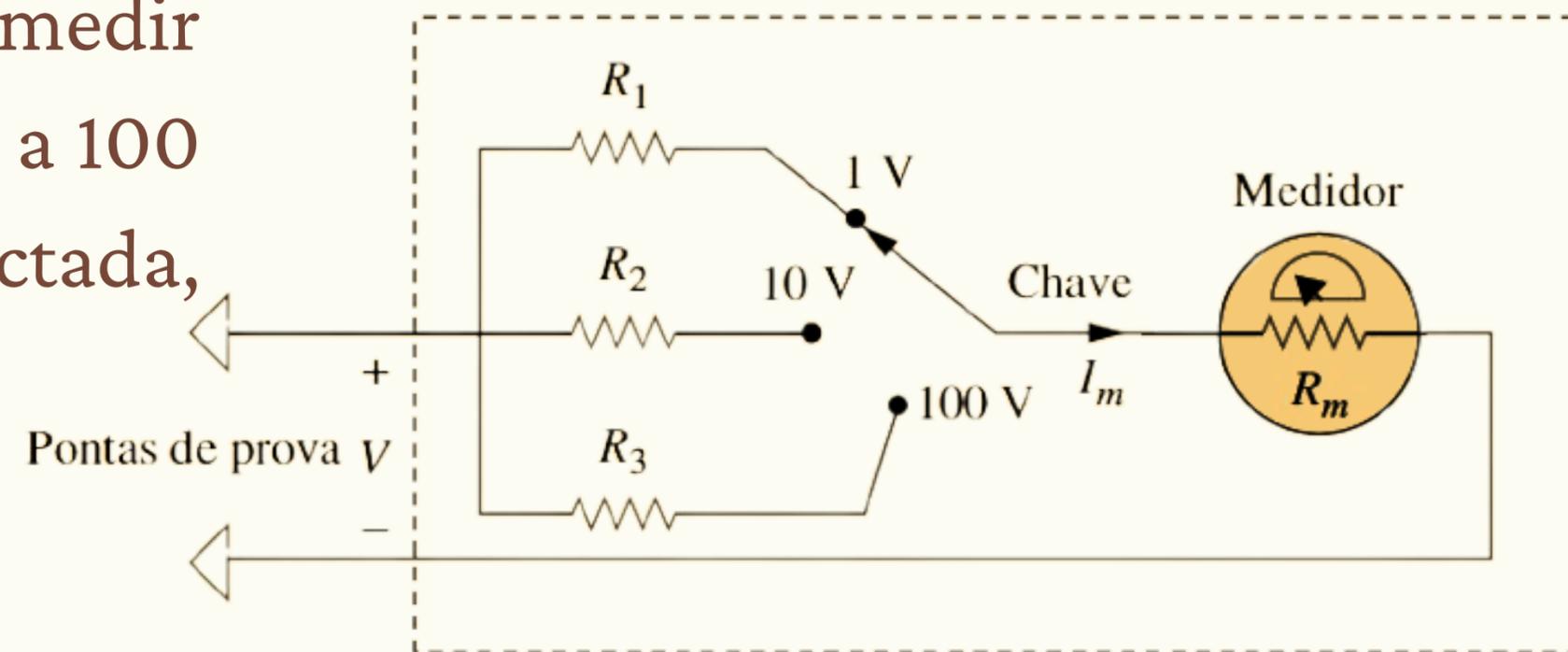


Figura 18 - Voltímetro modelo multiescala.

OBRIGADA PELA ATENÇÃO

Contato

 jamilly.nunes@ufpr.com