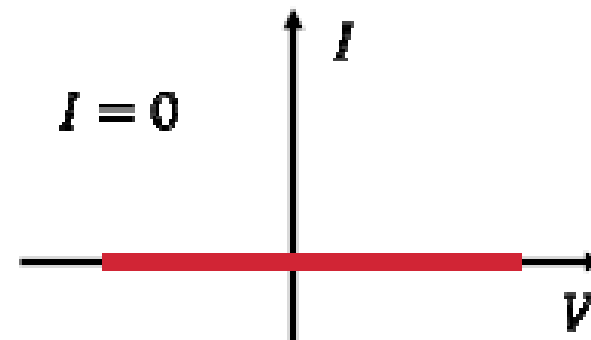
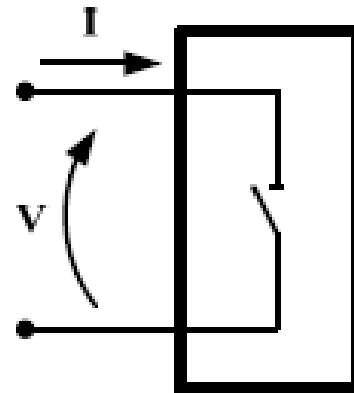
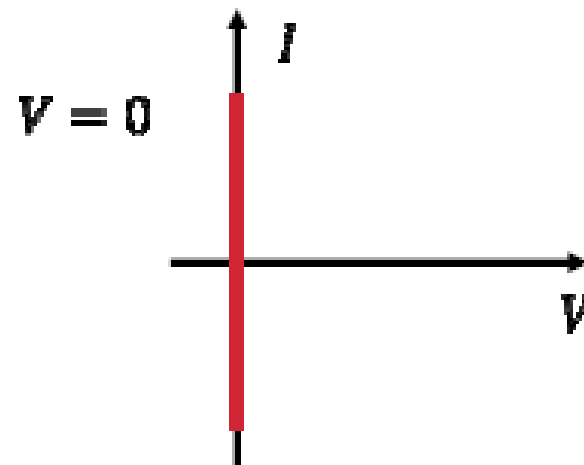
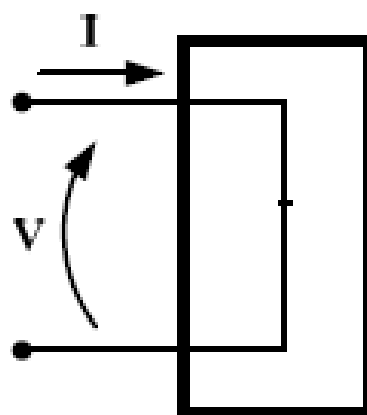


# Chaves

- Chave aberta ideal:



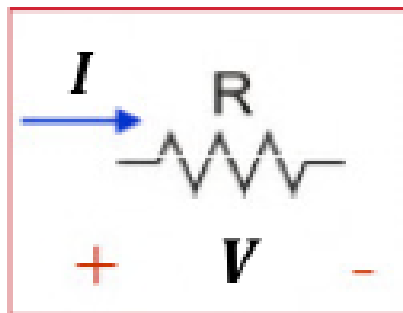
- Chave fechada ideal:



# Resistência Elétrica

- A resistência ( $R$ ) mede o grau de oposição que um corpo apresenta à passagem de corrente elétrica.

## Símbolo

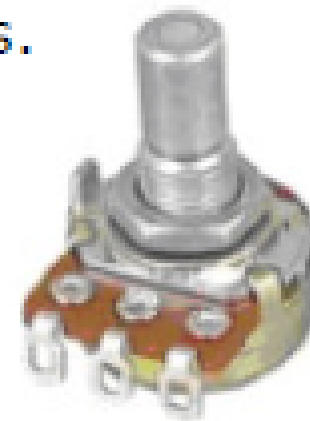


# Resistência Elétrica

- Algumas aplicações da resistência elétrica:
  - Produção de calor;
  - Redução da corrente elétrica em circuitos;
  - Acionamentos e controle de motores.



Resistor de carbono



Potenciômetro



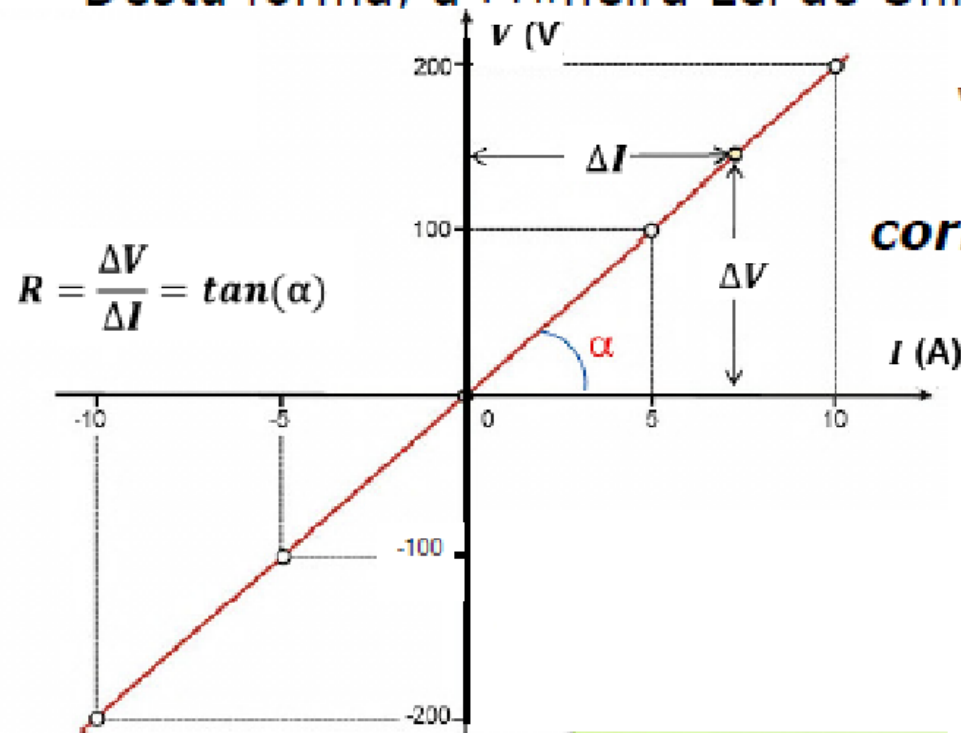
# Resistência Elétrica

- O físico alemão George S. Ohm foi pioneiro nos estudos para caracterização do fenômeno da resistência elétrica.
  - Em suma, seus experimentos consistiam em aplicar uma d.d.p em um dado material e observar a variação da corrente elétrica.



George S. Ohm  
1789-1854

- Desta forma, a Primeira Lei de Ohm enuncia que:



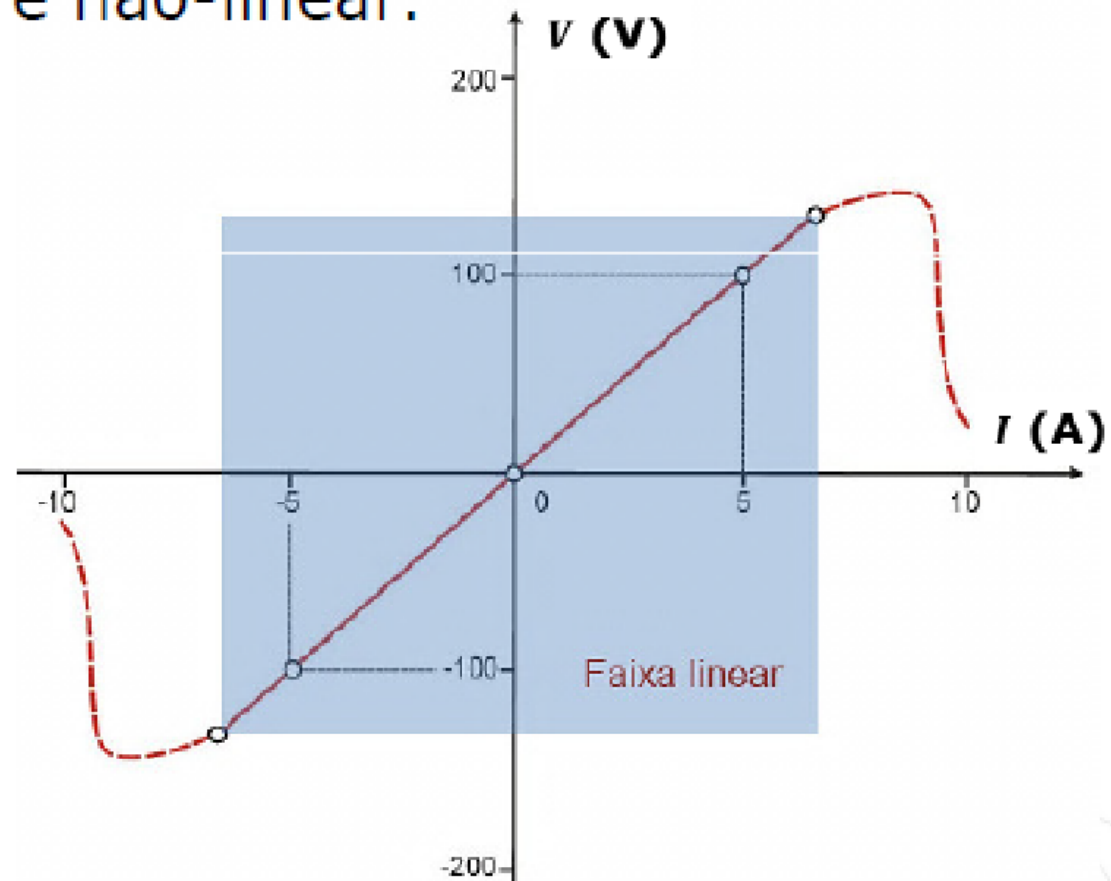
*"A **tensão** em um resistor é diretamente proporcional à **corrente** que passa pelo mesmo."*

$$R = \frac{V}{I}$$

O resistor ôhmico, nada mais é do que um resistor, cuja resistência varia linearmente

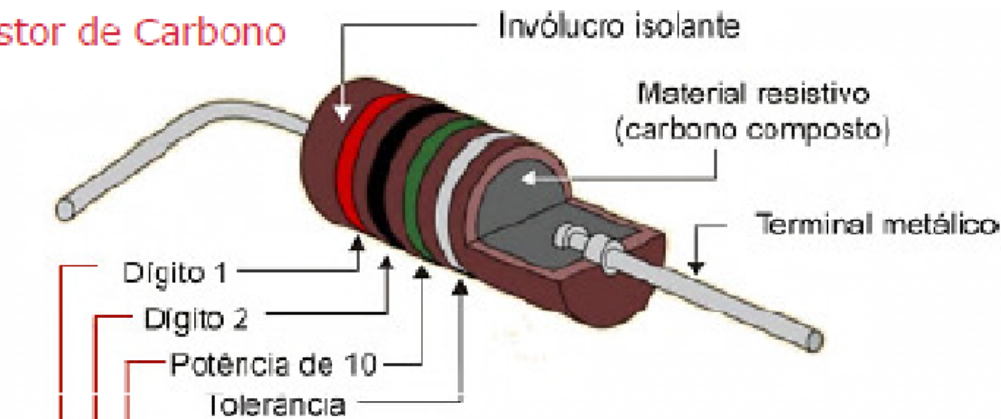
# Resistência Elétrica

- Na prática, não existem elementos perfeitamente lineares. A natureza é não-linear.
- Todavia, a menos que se diga o contrário, imagine-se que todos os elementos estão operando dentro da faixa de linearidade, sendo considerados **lineares por faixa**.



# Resistência Elétrica

Resistor de Carbono

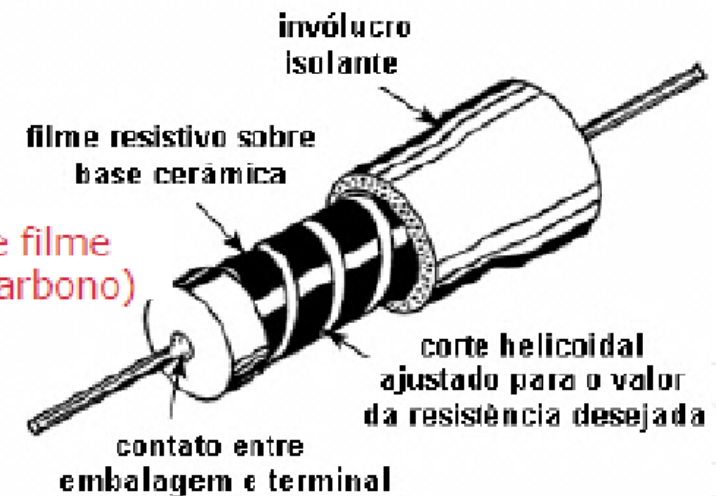


preto	0
marrom	1
vermelho	2
laranja	3
amarelo	4
verde	5
azul	6
violeta	7
cinza	8
branco	9

marrom	1%
vermelho	2%
ouro	5%
prata	10%
inexistente	20%



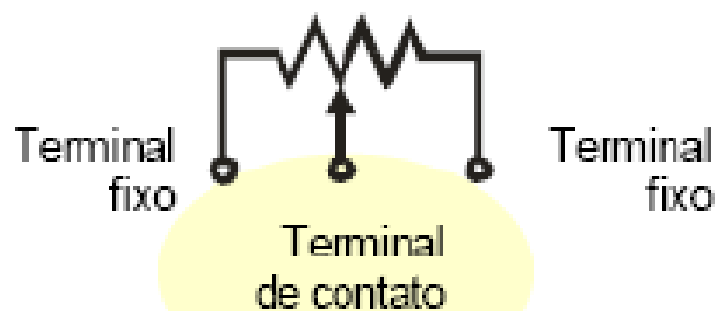
Resistor de Fio



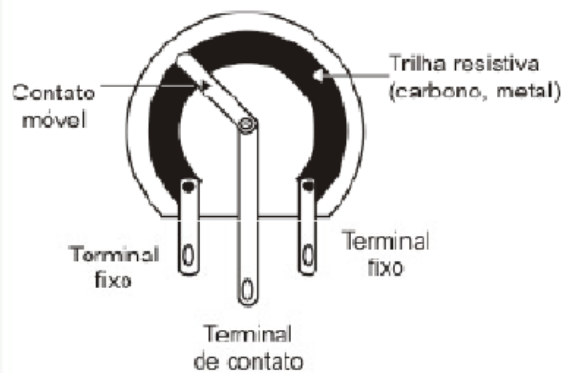
Resistor de filme (metálico, carbono)



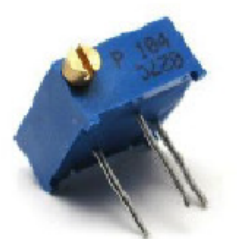
# Resistores Variáveis



**Potenciômetro de filme**



Trimpot vertical



Trimpot horizontal



Potenciômetro

# Resistividade de alguns condutores

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Material	Resistividade $\rho$ ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )	Coef. de Temperatura $\alpha_r$ ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) <sup>(1)</sup>	Densidade $\delta$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
Aço	0,0971	$11 \times 10^{-6}$	7,70
Alumínio	0,0265	0,0039	2,70
Carbono (grafite)	35,00	- 0,0005	11,34
Cobre	0,0168	0,0068	8,89
Constanta <sup>(2)</sup>	0,4900	$10^{-5}$	8,90
Germânio	$4,6 \times 10^{-5}$	- 0,05	2,27
Manganina <sup>(3)</sup>	0,4820	$2 \times 10^{-6}$	8,40
Nicromo <sup>(4)</sup>	1,500	0,0004	8,20
Silício	$6,4 \times 10^{-8}$	- 0,07	2,40
Ouro	0,0244	0,0034	19,30
Prata	0,0038	0,0038	10,50



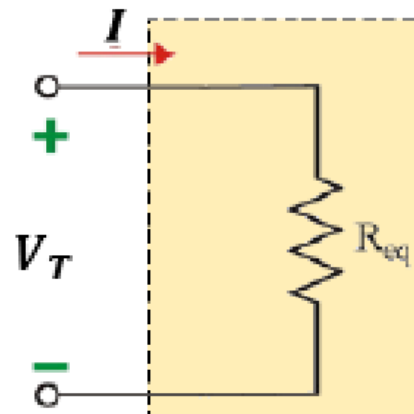
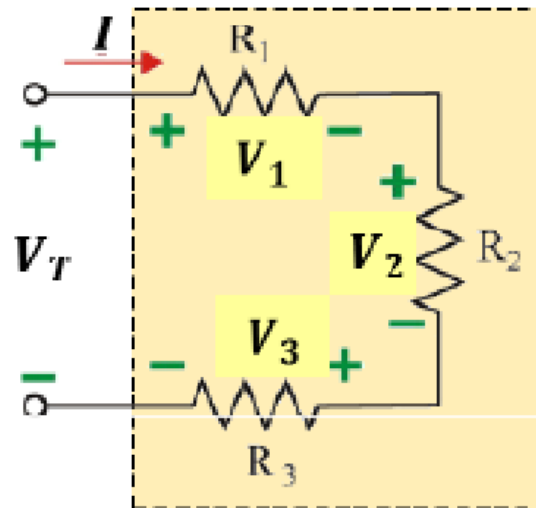
# Variação da Resistividade

- A resistividade varia com a temperatura sob a qual o material está submetido sendo dada por:

$$\rho_f = \rho_i \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

- Onde:
  - $\rho_f$  – coeficiente de temperatura final
  - $\rho_i$  – coeficiente de temperatura inicial
  - $\alpha$  – constante cujo valor depende somente do material considerado
  - $\Delta T$  – variação da temperatura

# Resistores em Série



$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

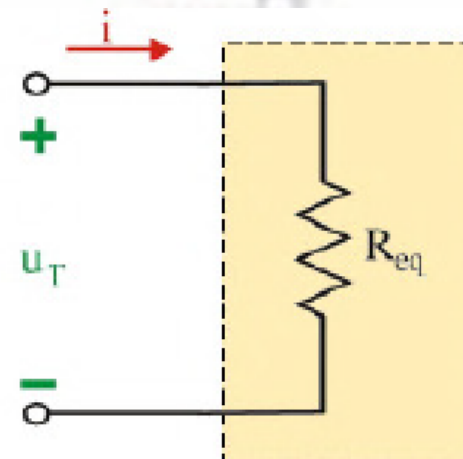
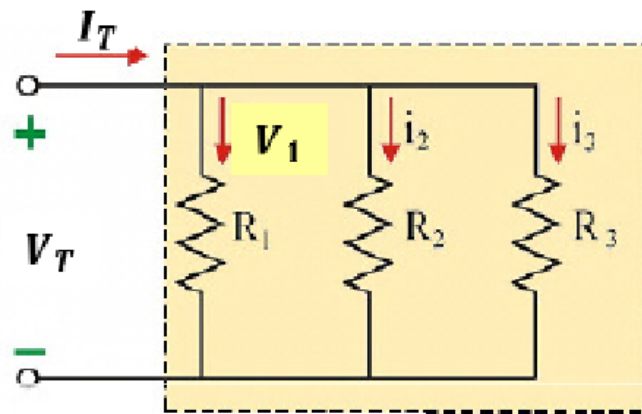
- Para  $n$  resistores em série:

*Expressão geral*

$$R_{eq} = \sum_{i=1}^n R_i$$

A resistência equivalente de uma associação de resistores em série é sempre **maior** que qualquer resistência da associação

# Resistores em Paralelo



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Expressão geral

Para 2 resistores

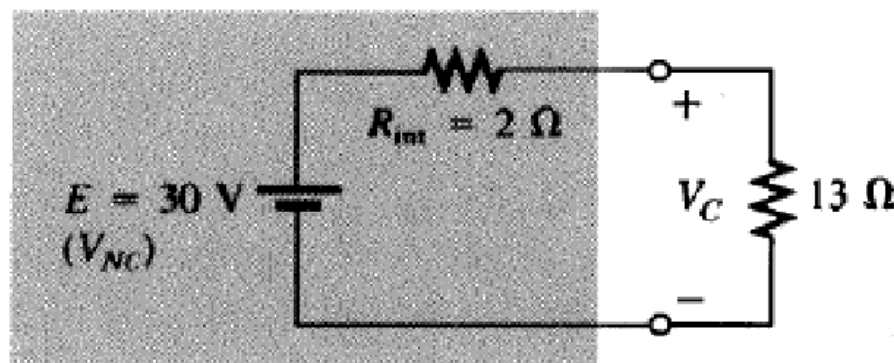
$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

A resistência equivalente de uma associação de resistores em paralelo é sempre **menor** que qualquer resistência da associação.

# Exemplo

Encontre a tensão  $V_C$  e a potência dissipada pela resistência interna se a carga for um resistor de  $13\ \Omega$ .



**Solução:**

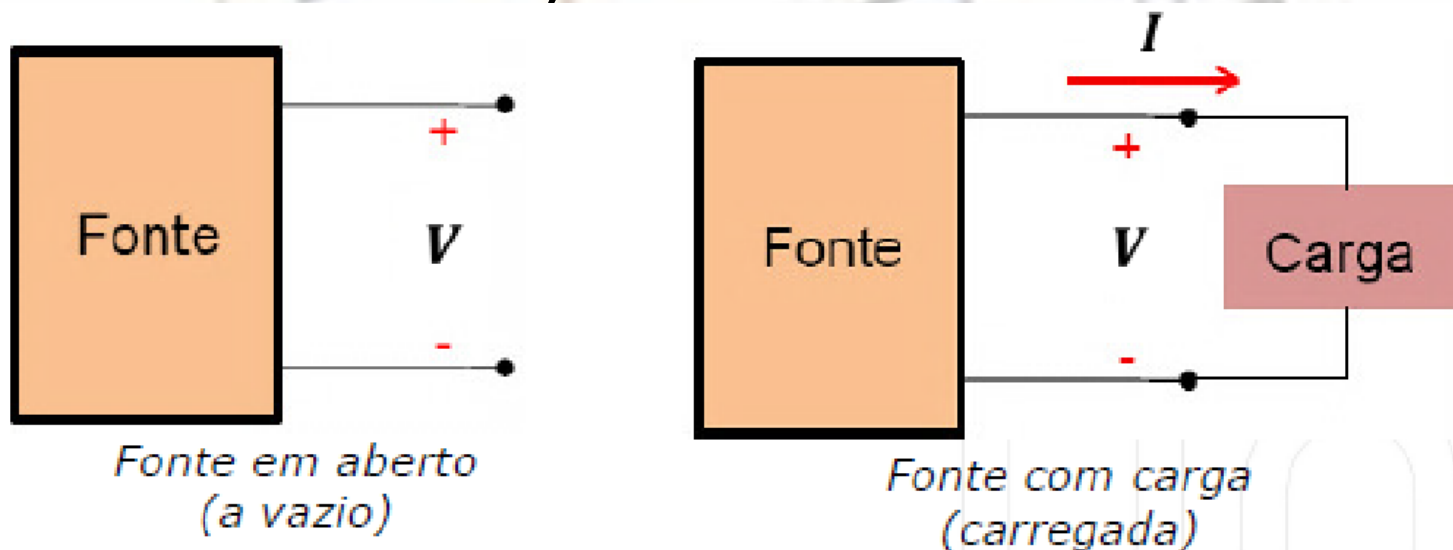
$$I_C = \frac{30\text{ V}}{2\ \Omega + 13\ \Omega} = \frac{30\text{ V}}{15\ \Omega} = 2\text{ A}$$

$$V_C = V_{SC} - I_C R_{int} = 30\text{ V} - (2\text{ A})(2\ \Omega) = 26\text{ V}$$

$$P_{\text{dissipada}} = I_C^2 R_{int} = (2\text{ A})^2 (2\ \Omega) = (4)(2) = 8\text{ W}$$

# Fontes de Alimentação

- Uma **fonte de alimentação** é um elemento capaz de entregar (alimentar) energia a um circuito elétrico.
- A alimentação é feita através da tensão que a fonte apresenta entre seus terminais de saída (fonte de tensão).



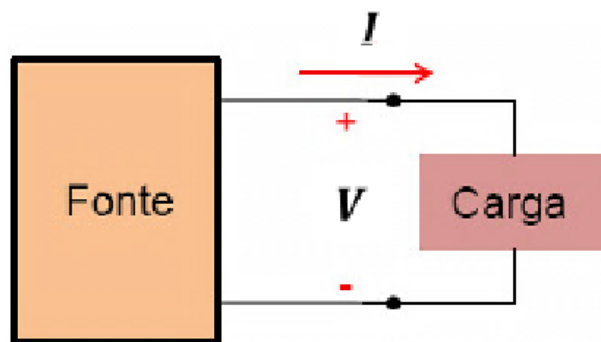
# Fontes de Alimentação

- Tradicionalmente, atribui-se o termo fonte de alimentação a uma fonte de tensão. Todavia, não se pode esquecer que um circuito pode possuir **fontes de corrente**.
- Qual é a diferença entre elas?
  - **Fonte de tensão** (ideal): a tensão se mantém para qualquer variação de corrente.
  - **Fonte de corrente** (ideal): a corrente se mantém para qualquer variação de tensão.

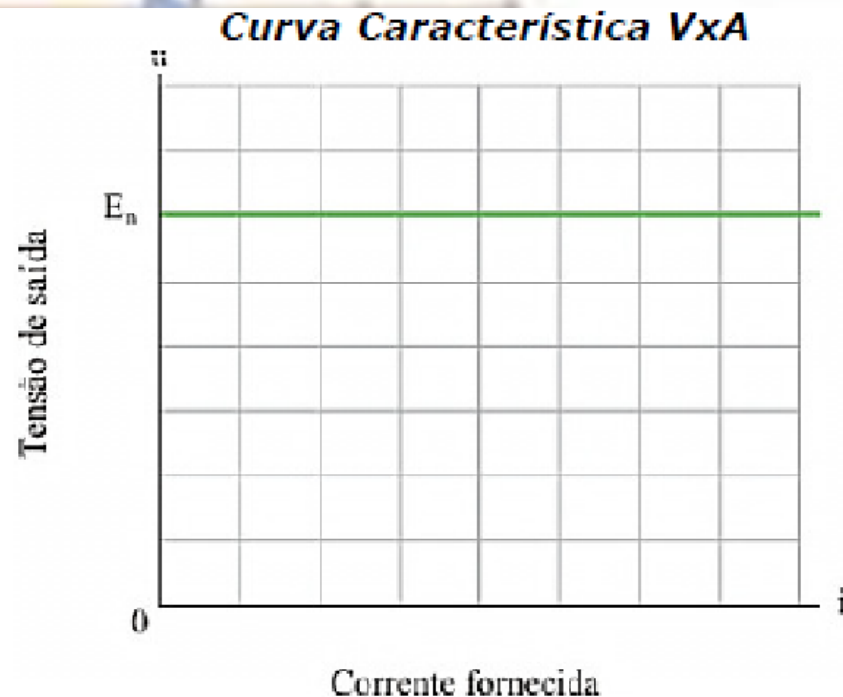


# Fontes de Tensão Ideal

- Entende-se por **fonte de tensão ideal**, a fonte de tensão que é capaz de manter o seu valor de tensão para qualquer carga, i.e., a quantidade de corrente elétrica drenada desta fonte pode ser infinita.

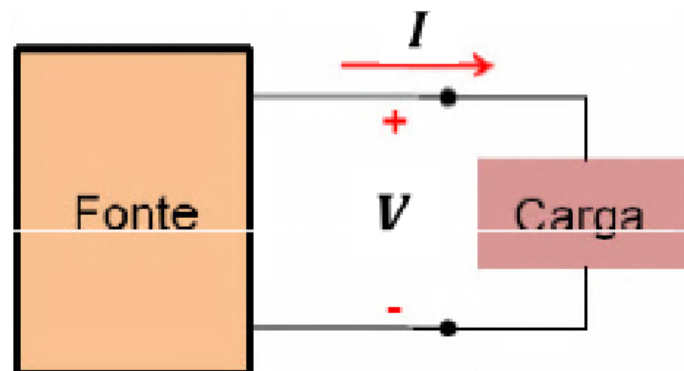


*Tensão constante  
independente da  
corrente drenada*



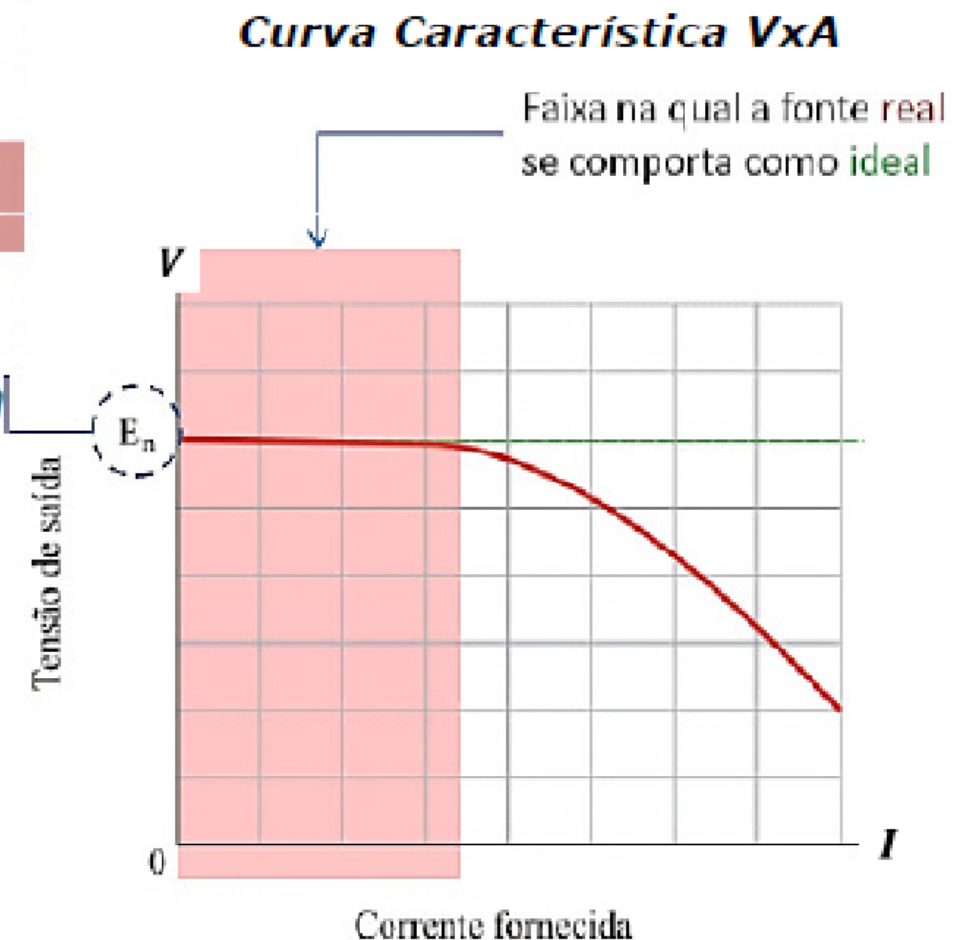
# Fontes de Tensão Real

- Em uma **fonte de tensão real**, a tensão nominal fornecida se mantém até uma determinada carga.



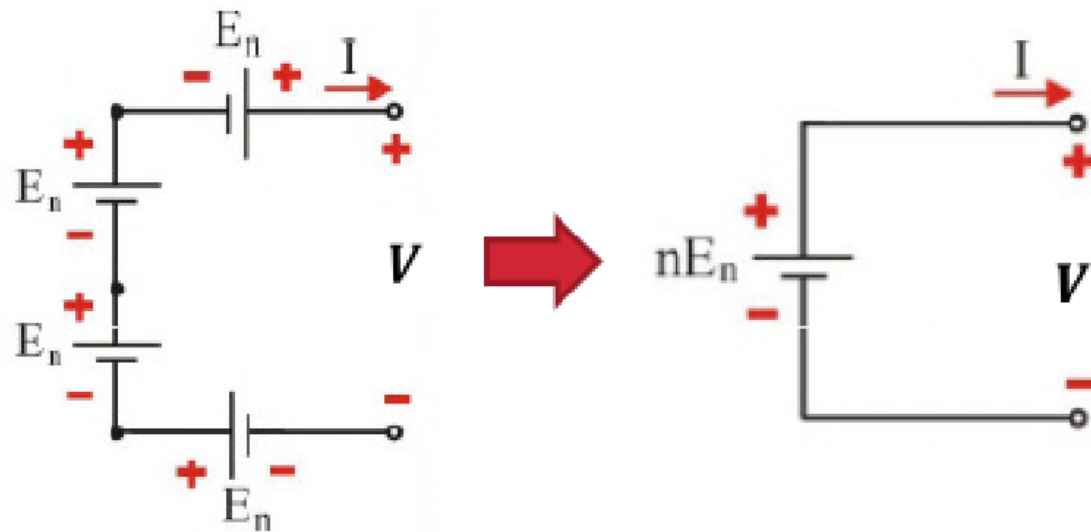
**Tensão nominal:** tensão medida quando a fonte está em aberto.

À medida que a carga exige mais corrente, a tensão de saída diminui.



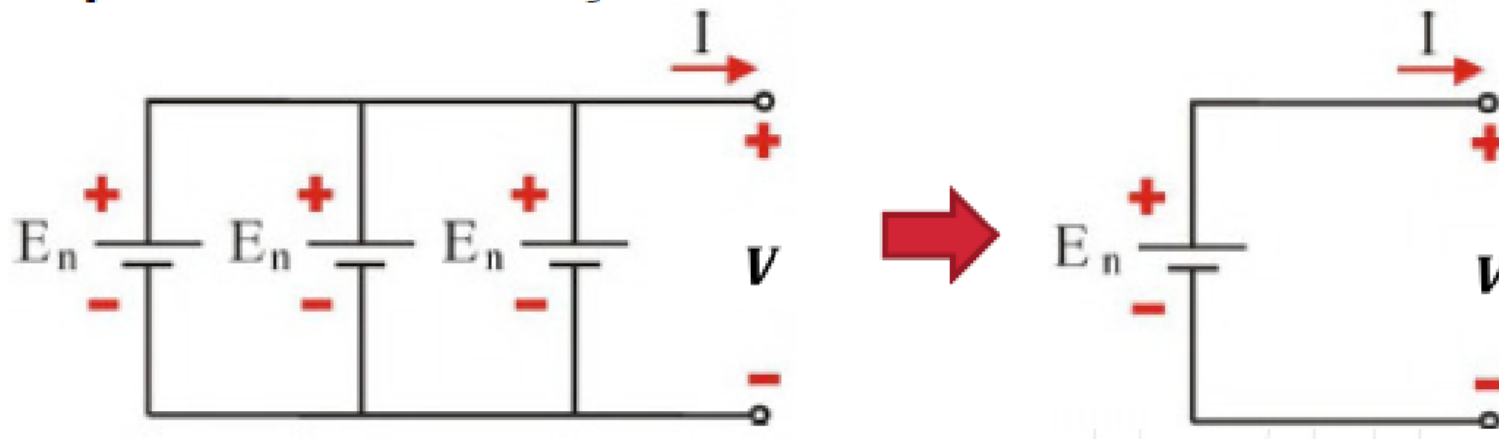
# Associação de Fontes de Tensão

- **Em série:** aumento da tensão nos terminais da associação.



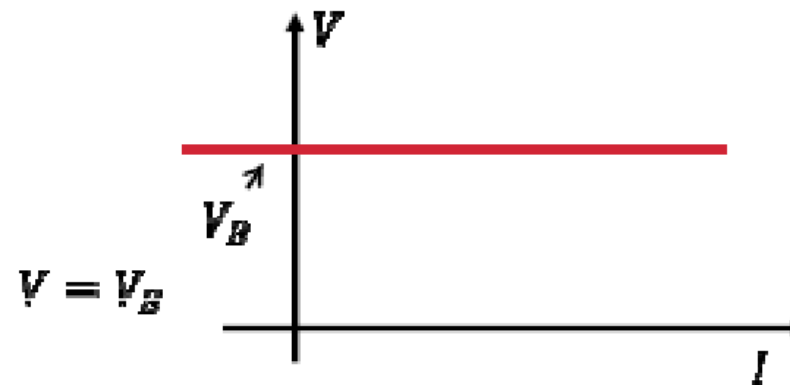
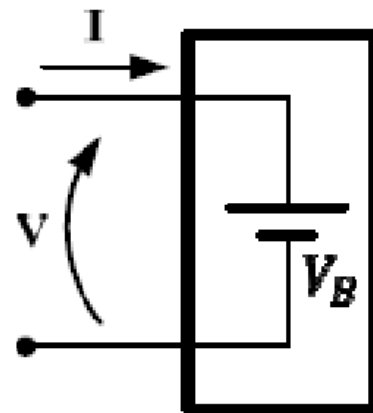
*Em qualquer um dos casos é importante verificar a polaridade das fontes.*

- **Em paralelo:** estabilização da tensão nos terminais da associação.

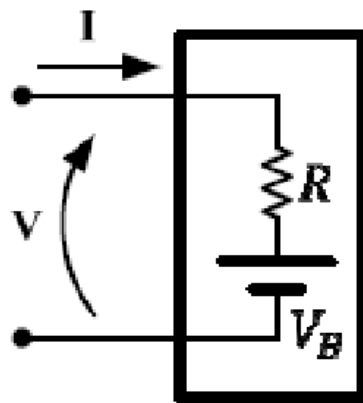


# Curvas Características

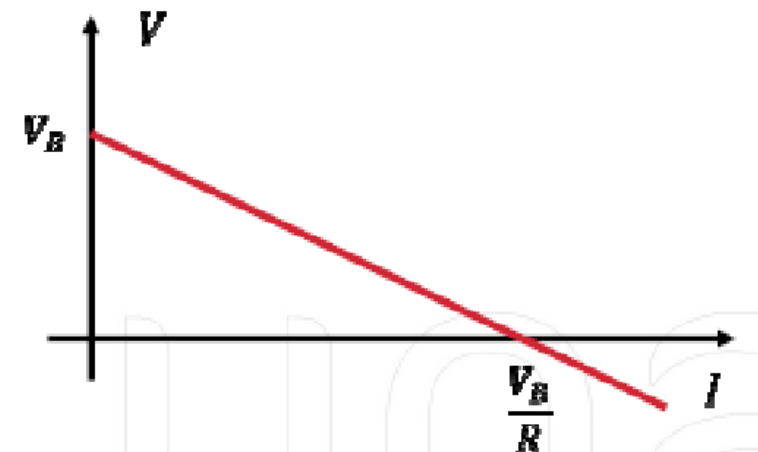
- **Fonte de tensão ideal:** resistência nula na saída.



- **Fonte de tensão real:** resistência em série na saída da fonte.

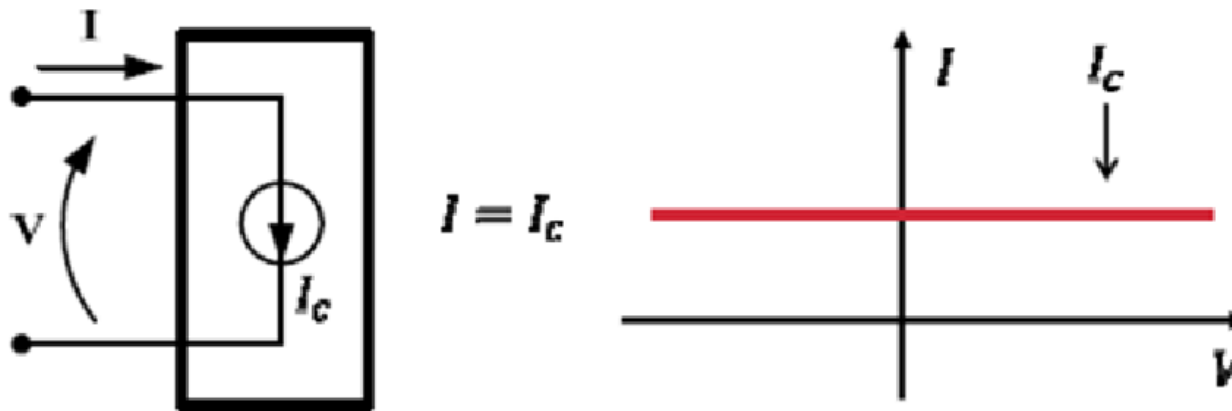


$$V = -RI + V_B$$

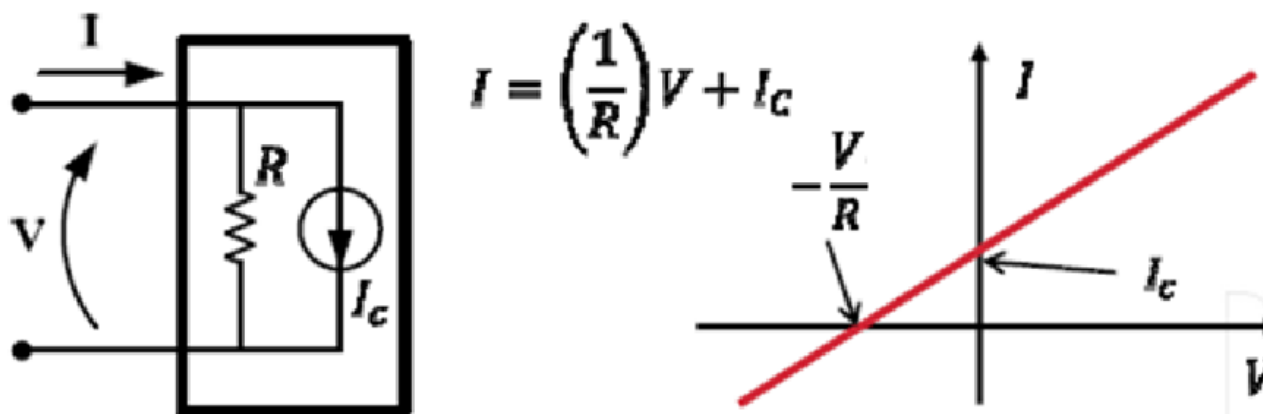


# Curvas Características

- **Fonte de corrente ideal:** resistência nula na saída.

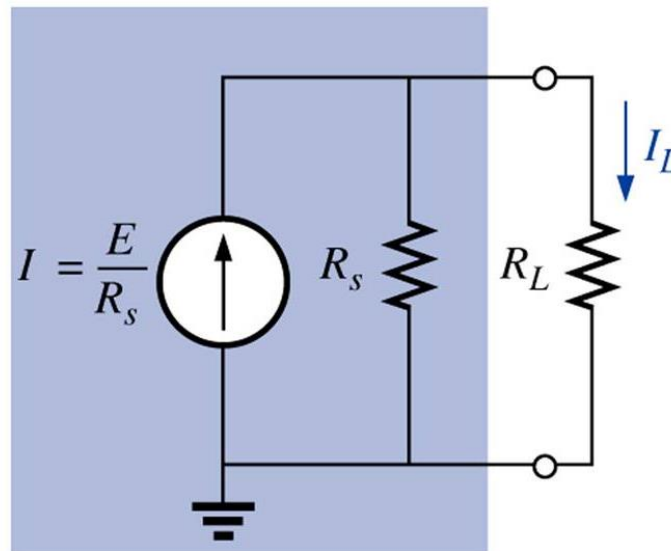
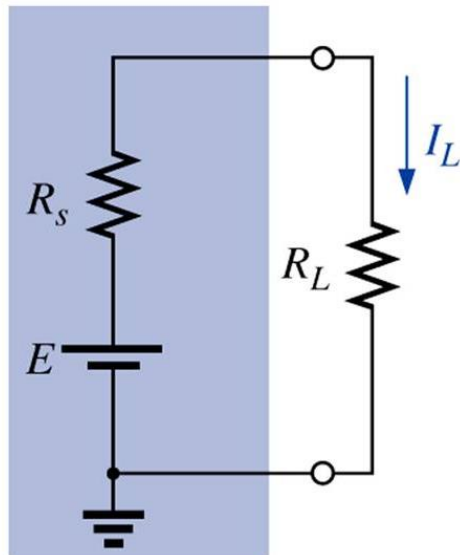


- **Fonte de corrente real:** resistência em paralelo na saída da fonte.



## 3.6 – TRANSFORMAÇÃO DE FONTES

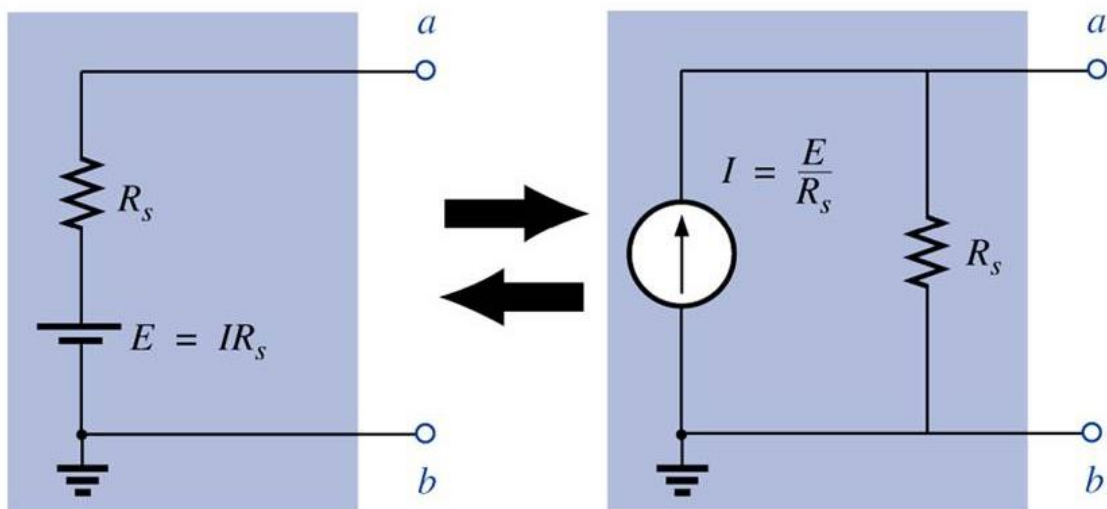
- DEPENDENDO DO TIPO DE ANÁLISE, UM CIRCUITO APENAS COM FONTES DE CORRENTE OU APENAS COM FONTES DE TENSÃO PODE SER PREFERÍVEL.
- POR ISSO, TORNA-SE CONVENIENTE, ÀS VEZES, A CONVERSÃO DE UMA FONTE DE CORRENTE EM UMA FONTE DE TENSÃO EQUIVALENTE OU VICE-VERSA.
- PARA A TRANSFORMAÇÃO, CADA **FONTE DE TENSÃO** DEVE TER UMA RESISTÊNCIA INTERNA EM **SÉRIE**, E CADA **FONTE DE CORRENTE** DEVE TER UMA RESISTÊNCIA INTERNA EM **PARALELO**.
- A FIGURA A SEGUIR MOSTRA A TRANSFORMAÇÃO DE UMA **FONTE DE TENSÃO** EM UMA **FONTE DE CORRENTE** EQUIVALENTE.





## 3.6 – TRANSFORMAÇÃO DE FONTES

- NA TRANSFORMAÇÃO DE UMA FONTE DE TENSÃO EM UMA FONTE DE CORRENTE EQUIVALENTE, O MESMO RESISTOR DA FONTE DE TENSÃO ESTÁ EM PARALELO COM A FONTE DE CORRENTE IDEAL, E O VALOR DA FONTE DE CORRENTE IDEAL É IGUAL AO VALOR DA FONTE DE TENSÃO IDEAL DIVIDIDO POR ESSE RESISTOR.
- A SETA DA FONTE DE CORRENTE É EM DIREÇÃO AO TERMINAL POSITIVO DA FONTE DE TENSÃO.



- ESSA EQUIVALÊNCIA É APLICADA APENAS A CIRCUITOS EXTERNOS CONECTADOS A ESSAS FONTES – AS TENSÕES E CORRENTES NESSE CIRCUITO EXTERNO SERÃO AS MESMAS PARA AMBAS AS FONTES, MAS INTERNAMENTE ESSAS FONTES NÃO SÃO EQUIVALENTES.