

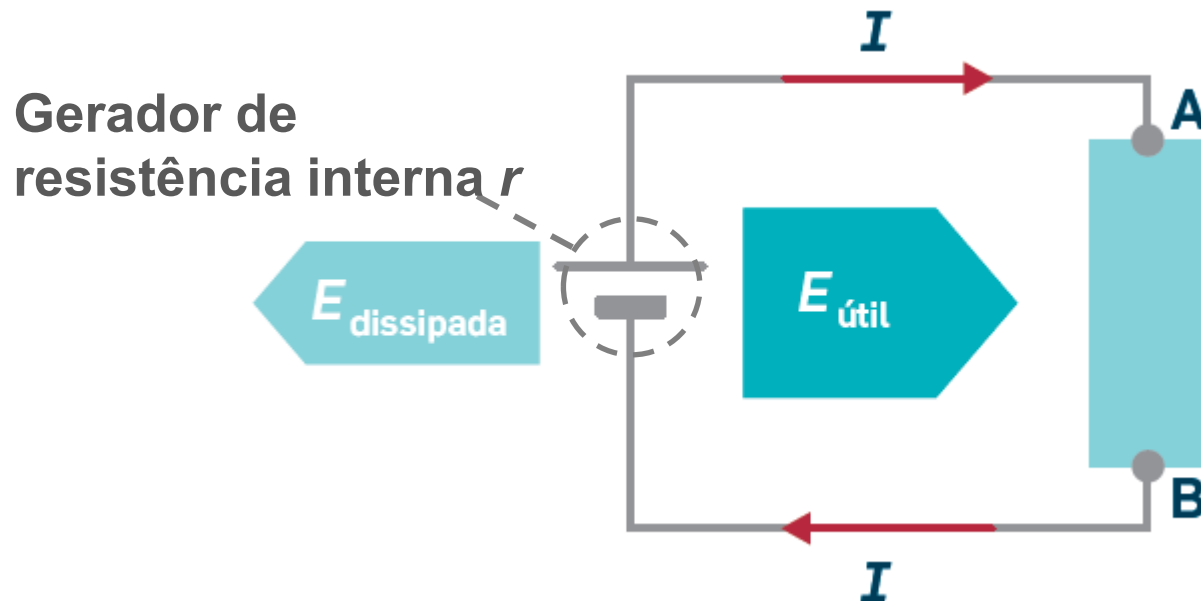


Sumário

- Força eletromotriz e resistência interna de um gerador de corrente contínua.
- Curva característica de um gerador.
- Resolução de exercícios.

Geradores de tensão contínua

Tal como os outros componentes de um circuito, um gerador também dissipa energia devido à sua **resistência interna, r** .



A energia disponibilizada por um gerador é usada pelo circuito (**energia útil**) e no aquecimento dele próprio (**energia dissipada**).

Geradores de tensão contínua

Características de um gerador

Um gerador é caracterizado pela **resistência interna**, r , e pela **força eletromotriz**, ε .

Gerador ideal

- Tem resistência interna nula ($r = 0$)
- $U = \varepsilon$

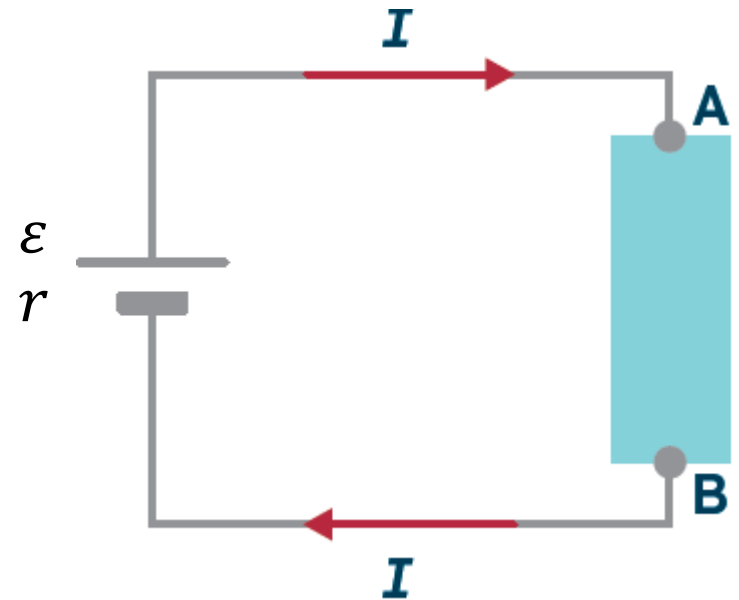
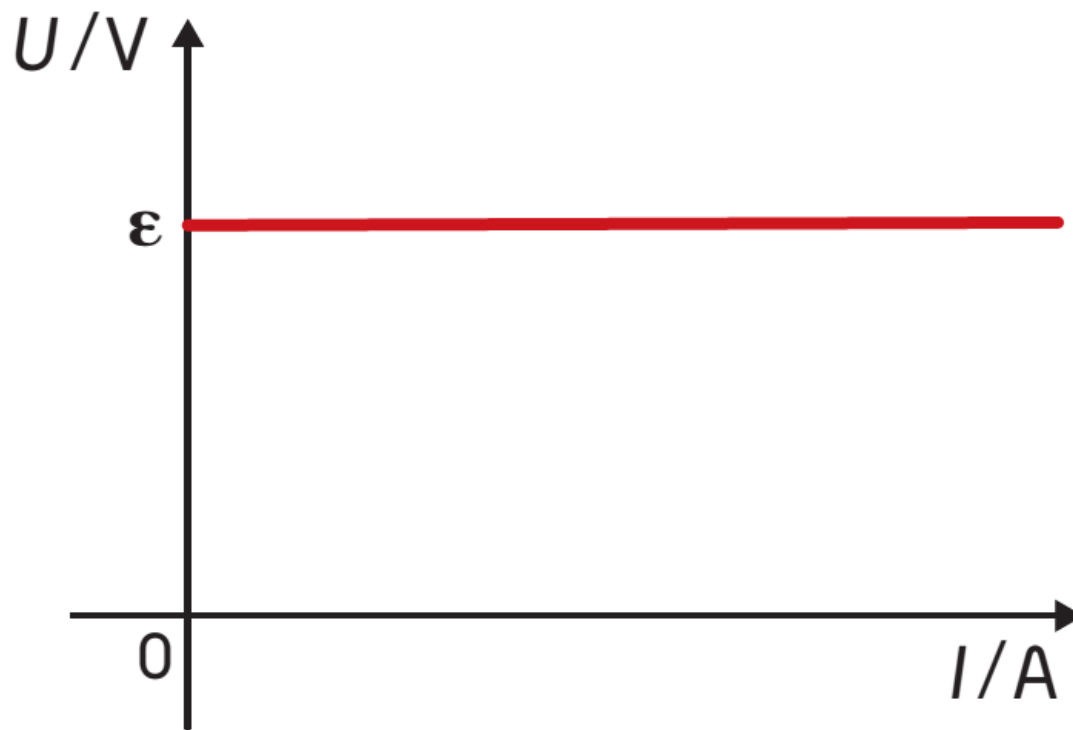


Gráfico da tensão elétrica em função da corrente elétrica para um gerador ideal.



Características de um gerador

A pilha tem a indicação de **3 V** → $\varepsilon = 3 \text{ V}$



Pilha de
Lítio.

Força eletromotriz, ε

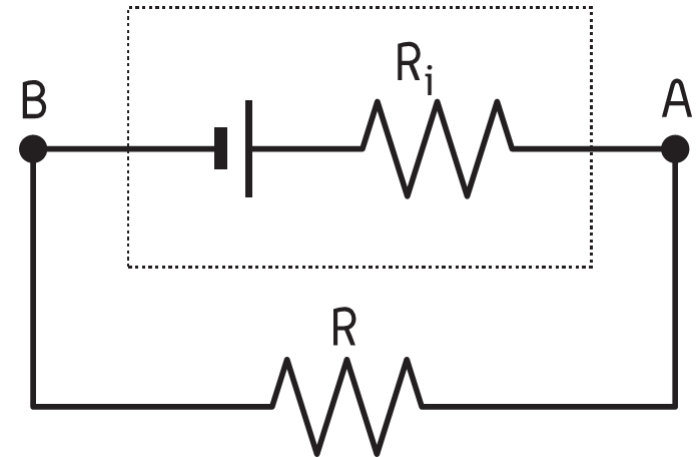
$$\varepsilon = \frac{E}{Q}$$

É a **energia disponibilizada** pelo gerador (E) por **unidade de carga** (Q).

A sua unidade no SI é o **volt** (V).

A **ddp** aplicada por um gerador num circuito fechado corresponde à diferença entre a sua força eletromotriz e a tensão elétrica decorrente da sua resistência interna.

$$U_{AB} = \mathcal{E}_{\text{Pilha}} - U_{R_i} = \mathcal{E}_{\text{Pilha}} - R_i I$$



Representação da resistência interna do gerador em circuito fechado.

Unidades no SI:

U (tensão elétrica) – V (volt)

\mathcal{E} (força eletromotriz) – V (volt)

R_i (resistência elétrica interna do gerador) – Ω (ohm)

I (corrente elétrica) – A (ampere)

$$U = \mathcal{E} - R_i I$$

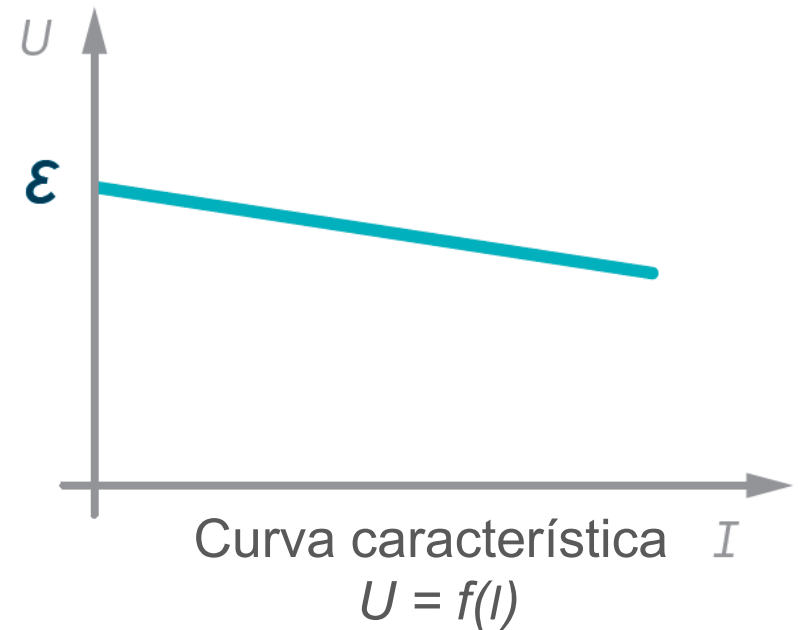
Curva característica de um gerador

Diferença de potencial nos terminais de um gerador:

$$U = \varepsilon - rI$$

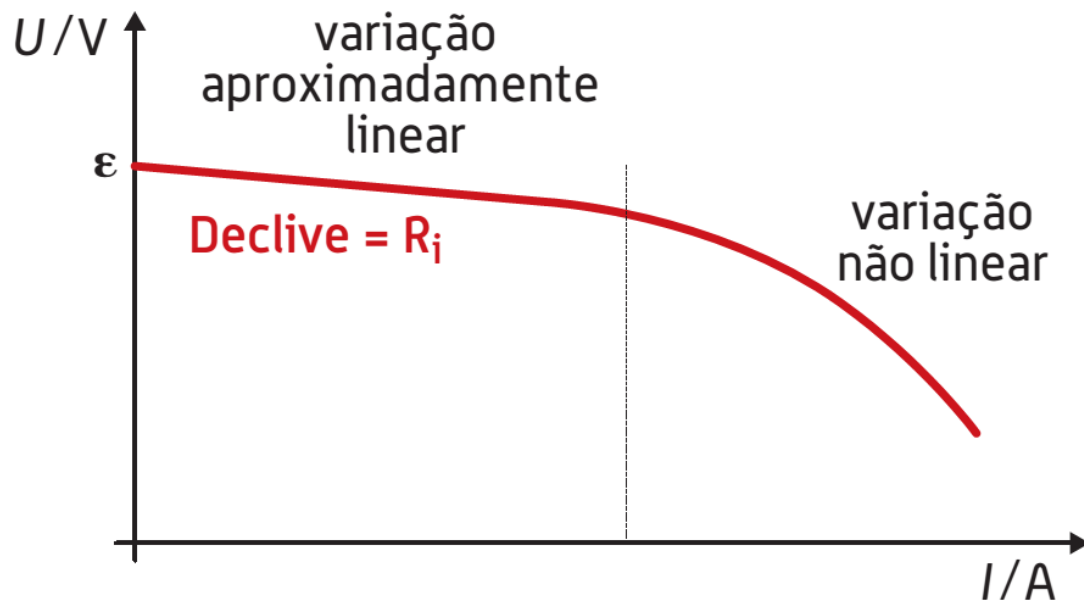
Ordenada
na origem

Módulo do
declive



- ε e r são constantes e características do gerador;
- U e I são variáveis.

Gráfico da tensão elétrica em função da corrente elétrica para um gerador real: Uma nota!



EM SÍNTESE

**Gerador ligado só a um
voltímetro**

$$I_r \approx 0$$

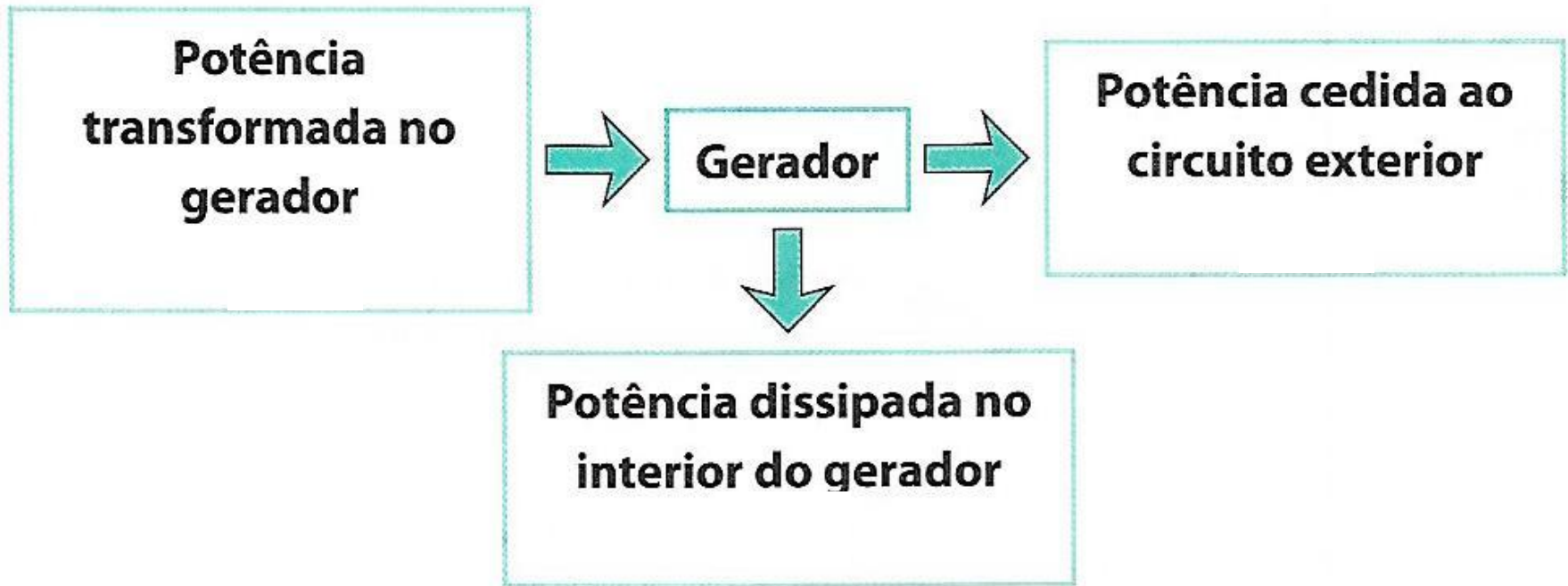
$$U \approx \varepsilon$$

**Gerador que fornece
energia a um circuito
elétrico fechado**

$$I \neq 0$$

$$U < \varepsilon$$

Num circuito elétrico há conservação da energia:



Balanço energético num circuito

Num circuito elétrico há conservação da energia:

$$P_{\text{gerador}} = P_{\text{útil}} + P_{\text{dissipada}}$$

$$\Leftrightarrow \varepsilon I = UI + rI^2$$

$$\Leftrightarrow \varepsilon = U + rI$$

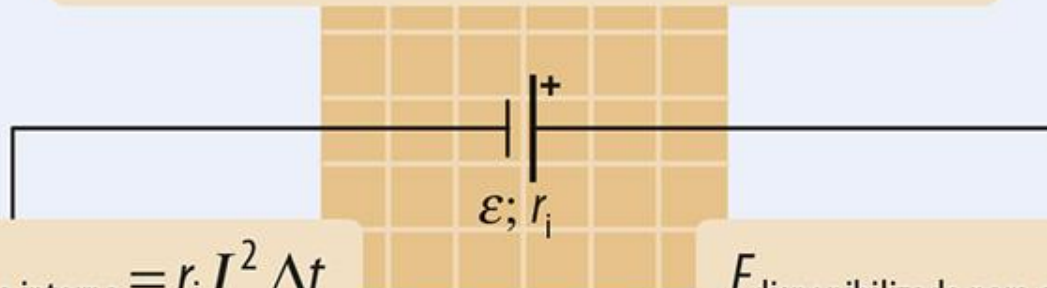
$$\Leftrightarrow U = \varepsilon - rI$$

$$P_{\text{gerador}} = \varepsilon I$$

$$P_{\text{útil}} = UI$$

$$P_{\text{dissipada}} = rI^2$$

$E_{\text{n\~{a}o el\~{e}trica transformada em el\~{e}trica no gerador} = \varepsilon I \Delta t$



$E_{\text{dissipada na resist\~{e}ncia interna} = r_i I^2 \Delta t$

$E_{\text{disponibilizada para o circuito} = U I \Delta t$



$E_{\text{dissipada na resist\~{e}ncia exterior} = R I^2 \Delta t$

Conservação da energia num circuito com gerador e resistências

$$UI \Delta t = \varepsilon I \Delta t - r_i I^2 \Delta t$$

Potência útil do gerador...

$$P_u = \varepsilon I - r_i I^2$$

Tensão nos terminais do gerador

$$U = \varepsilon - r_i I$$

... que é totalmente dissipada na resistência exterior

$$P_u = UI = RI^2$$

: Δt

: I

Um exercício

Uma pilha com uma força eletromotriz de 1,5 V gera no circuito uma corrente de 0,8 A. Determine a resistência interna da pilha sabendo que a tensão elétrica nos seus terminais, quando o circuito está fechado, é 1,2 V.

Proposta de resolução

$$\text{Sendo: } U = \varepsilon - R_i I \Leftrightarrow R_i = \frac{\varepsilon - U}{I} = \frac{1,5 - 1,2}{0,8}$$

Substituindo os valores tem-se: $R_i = 0,4 \Omega$

Exercício proposto

Qual é a força eletromotriz apresentada por um gerador que aplica uma tensão elétrica de 8,55 V ao circuito fechado, sabendo que a sua resistência interna é 0,5 Ω e a corrente elétrica no circuito é 0,9 A.

Proposta de resolução

$$\text{Sendo: } U = \varepsilon - R_i I$$

$$\varepsilon = U + R_i I$$

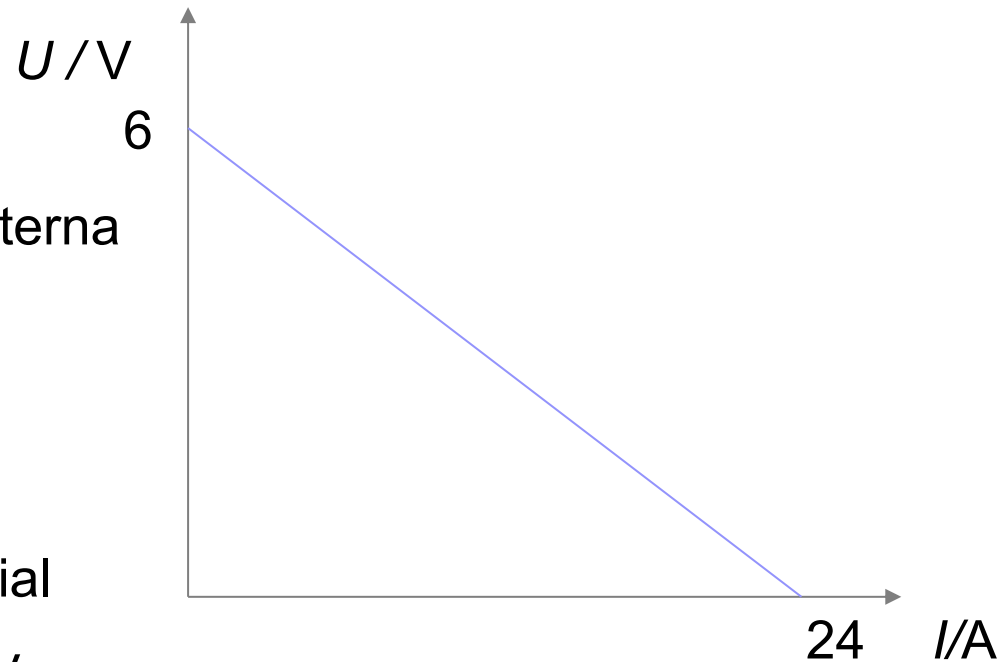
Substituindo os valores tem-se:

$$\varepsilon = 8,55 + 0,5 \times 0,9 = 9 \text{ V}$$

Atividade

O gráfico seguinte representa a curva característica de um gerador.

- a) Qual o valor da resistência interna do gerador?
- b) Qual é a corrente no circuito quando a diferença de potencial nos terminais do gerador é 4 V.



Atividade

O gráfico seguinte representa a curva característica de um gerador.

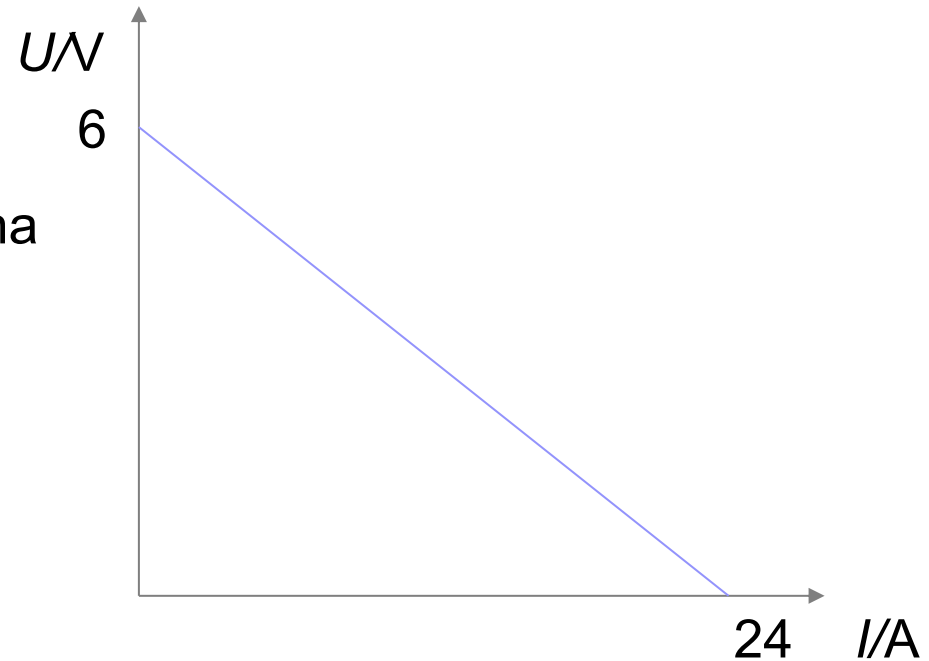
RESOLUÇÃO

a) Qual o valor da resistência interna do gerador?

O módulo do declive dá-nos o valor da resistência interna do gerador:

$$\text{declive} = \frac{0 - 6}{24 - 0} = -0,25$$

$$r = 0,25 \Omega$$



Atividade

O gráfico seguinte representa a curva característica de um gerador.

RESOLUÇÃO

- b) Qual é a corrente no circuito quando a diferença de potencial nos terminais do gerador é 4 V.

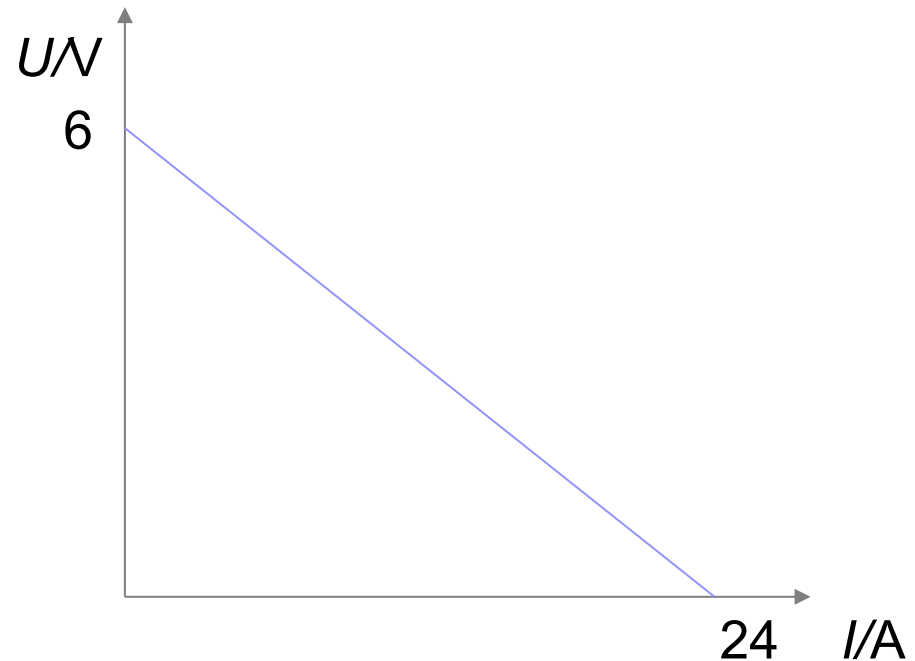
$$U = \varepsilon - rI$$

$$r = 0,25 \Omega \text{ (da alínea anterior)}$$

$$\varepsilon = 6 \text{ V} \longrightarrow \text{A ordenada na origem do gráfico}$$

$$U = 6 - 0,25 I$$

$$4 = 6 - 0,25 I \Leftrightarrow I = 8 \text{ A}$$



Os condutores ôhmicos, R , esquematizados no circuito possuem todos a mesma resistência de 30Ω . Tendo em atenção os dados da figura 2,

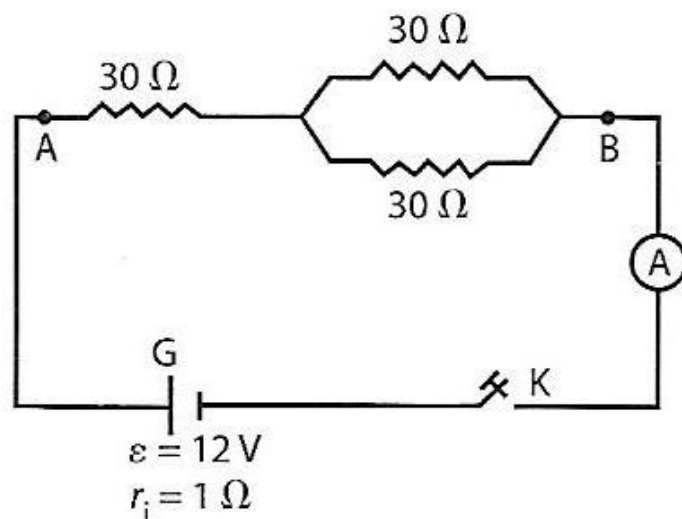


Figura 2

1. calcule a intensidade da corrente no circuito principal e em cada um dos resistores;
2. determine a diferença de potencial entre os pontos A e B;
3. calcule o rendimento do gerador.



Uma dedução!

Geradores de tensão contínua

Energia útil

Energia fornecida pelo gerador ao circuito elétrico

$$E_{\text{útil}} = U I \Delta t$$

Energia dissipada

Energia dissipada no gerador

$$E_{\text{dissipada}} = r I^2 \Delta t$$

r – resistência interna do gerador

Geradores de tensão contínua

Energia e potência do gerador

A partir da expressão da força eletromotriz:

$$\varepsilon = \frac{E_{\text{gerador}}}{Q}$$

$$\Leftrightarrow E_{\text{gerador}} = \varepsilon Q \quad \blacktriangleleft \quad Q = I\Delta t$$

$$\Leftrightarrow E_{\text{gerador}} = \varepsilon I\Delta t$$

Geradores de tensão contínua

Energia e potência do gerador

A energia do gerador é dada por:

$$E_{\text{gerador}} = \varepsilon I \Delta t$$

Dividindo pelo intervalo de tempo, obtêm-se a potência do gerador:

$$P_{\text{gerador}} = \varepsilon I$$

Balço energético num circuito

Num circuito elétrico há conservação da energia:

$$E_{\text{gerador}} = E_{\text{útil}} + E_{\text{dissipada}}$$

$$\Leftrightarrow P_{\text{gerador}} \Delta t = P_{\text{útil}} \Delta t + P_{\text{dissipada}} \Delta t$$

$$\Leftrightarrow P_{\text{gerador}} = P_{\text{útil}} + P_{\text{dissipada}}$$

$$E_{\text{gerador}} = \varepsilon I \Delta t$$

$$P_{\text{gerador}} = \varepsilon I$$

$$E_{\text{útil}} = UI \Delta t$$

$$P_{\text{útil}} = UI$$

$$E_{\text{dissipada}} = r I^2 \Delta t$$

$$P_{\text{dissipada}} = r I^2$$

Balanço energético num circuito

Num circuito elétrico há conservação da energia:

$$P_{\text{gerador}} = P_{\text{útil}} + P_{\text{dissipada}}$$

$$\Leftrightarrow \varepsilon I = UI + rI^2$$

$$\Leftrightarrow \varepsilon = U + rI$$

$$\Leftrightarrow U = \varepsilon - rI$$

$$E_{\text{gerador}} = \varepsilon I \Delta t$$

$$P_{\text{gerador}} = \varepsilon I$$

$$E_{\text{útil}} = UI \Delta t$$

$$P_{\text{útil}} = UI$$

$$E_{\text{dissipada}} = rI^2 \Delta t$$

$$P_{\text{dissipada}} = rI^2$$