

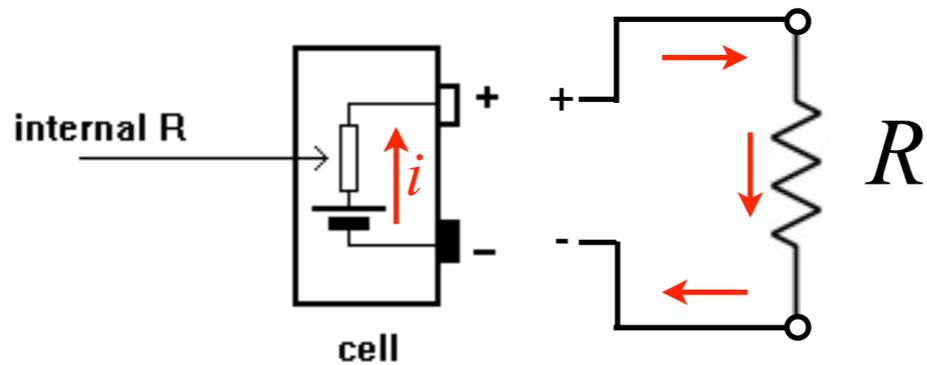
# Laboratório 4: Resistência interna da fonte de tensão

Qualquer fonte de energia elétrica, capaz de estabelecer uma diferença de potencial elétrico (ou força eletromotriz) em um circuito é chamado, genericamente, de uma fonte de tensão.



A f.e.m. é definida como:  $\epsilon = \frac{dW}{dq}$

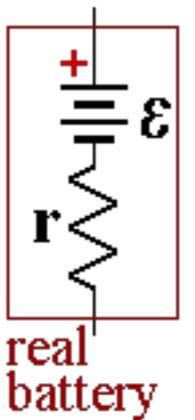
$dW$  é o trabalho realizado pela fonte sobre uma quantidade infinitesimal de carga positiva  $dq$  para move-la através de uma d.d.p. crescente.



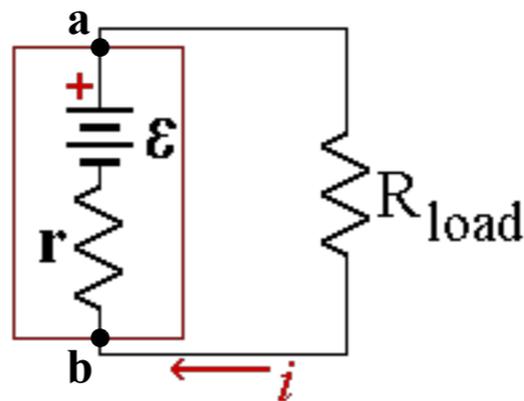
Nem toda a energia gerada pela fonte pode ser utilizada.

Uma parte é dissipada na própria fonte.

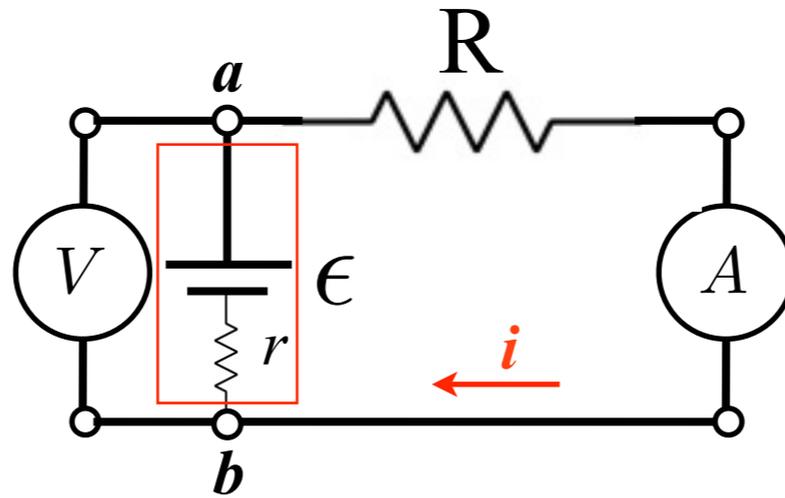
Essa dissipação é associada a uma resistência interna da fonte



Qualquer bateria real tem uma resistência interna  $r$  que reduz a tensão quando ela é ligada a uma carga.



$$V_a - V_b = \epsilon - ri$$



Potência total dissipada pela fonte:  $P_t = \frac{dW}{dt}$

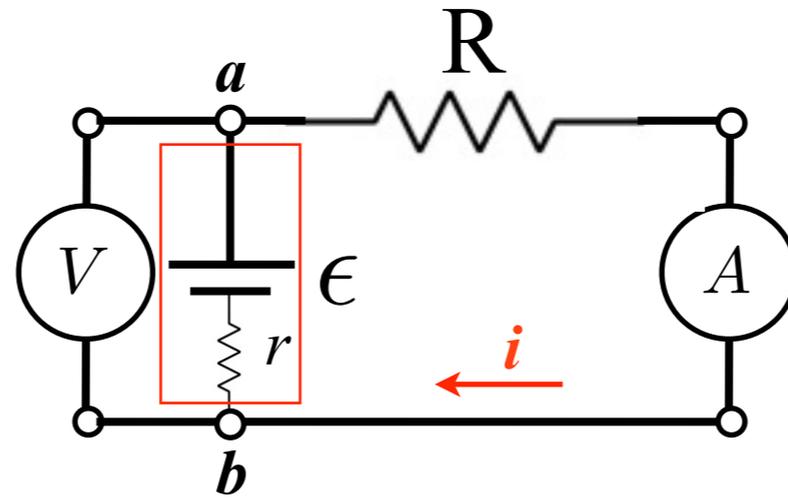
Por outro lado:  $dW = \epsilon dq \Rightarrow P_t = \epsilon \frac{dq}{dt} = \epsilon i$

Potência útil é a potência efetivamente disponível para o circuito:

$$P_u = P_t - \boxed{r i^2} = \epsilon i - r i^2 = (\epsilon - r i) i = V i = \boxed{R i^2}$$

↑ Potência dissipada na fonte
 ↑ Potência dissipada fora da fonte

Como  $V = R i \Rightarrow P_u = \frac{V^2}{R}$



Tendo em vista as definições de  $P_t$  e  $P_u$ , e que  $i = \frac{\epsilon}{r + R}$

é possível escrever  $P_t = \frac{\epsilon^2}{r + R}$  ;  $P_u = R \left( \frac{\epsilon}{r + R} \right)^2$

Considere que  $\epsilon$  e  $r$  sejam fixos e mostre que  $P_u(R)$  é máximo em  $R=r$ .

$$\frac{\partial P_u}{\partial R} = 0$$

Como o valor máximo de  $P_u$  ocorre quando  $r=R$ ,

$$P_u^{max} = P_u(R = r) = \frac{\epsilon^2}{4r}$$

Define-se o rendimento  $\eta$  da fonte pela razão

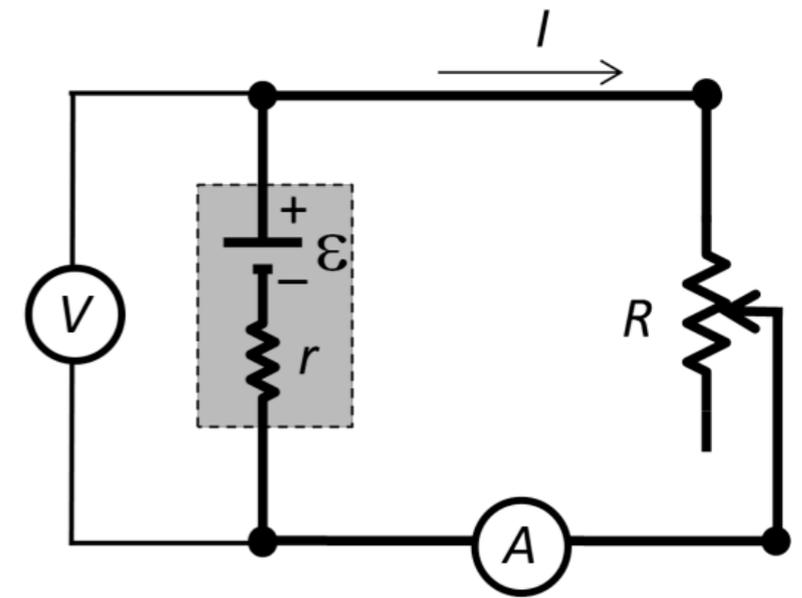
$$\eta = \frac{P_u}{P_t}$$

Mostre que  $\eta = \frac{V}{\epsilon}$  e, no caso, que

$$\eta = \frac{R}{R + r}$$

## Atividade 1:

Monte o circuito ilustrado na figura utilizando o resistor com resistência variável



A fonte de tensão DC tem uma resistência interna  $r$ .

A d.d.p. nos terminais da fonte  $V = Ri$  .

Entretanto,  $i = \frac{\epsilon}{r + R}$

Sendo assim,  $V = \frac{R\epsilon}{r + R} = \frac{\epsilon}{1 + \frac{r}{R}}$

## Questões:

- a) Em que limite a d.d.p.  $V$  medida nos terminais da fonte de tensão é igual à f.e.m.?
- b) O que deve acontecer com a leitura do amperímetro quando aumentamos o valor de  $R$ ?
- c) O que deve ocorrer com a leitura no voltímetro ( $V$ ), quando aumentamos o valor de  $R$ ?

Justifique as suas respostas.



- Trace o gráfico  $V \times i$  utilizando escalas que permitam a extrapolação até 2,0V.

Indique os erros experimentais das medidas por barras no gráfico.

Como  $V = \epsilon - ri$ , esse gráfico deve ser uma reta.

- Obtenha os valores de  $\epsilon$  e  $r$  a partir do gráfico  $V \times i$ .
- Trace os gráficos de  $P_t \times R$  e  $P_u \times R$  no mesmo par de eixos, utilizando a mesma escala.
- A partir do gráfico  $P_u \times R$  estime o valor de  $R$  para o qual a função  $P_u(R)$  é máxima. O valor obtido para  $r$  é compatível com o obtido anteriormente à partir do gráfico  $V \times i$ ?

Qual dos dois métodos para a obtenção da resistência interna  $r$  oferece melhor resultado? Justifique a sua resposta.

- O rendimento  $\eta$  do gerador de tensão é constante? O que acontece  $\eta$  quando  $R$  aumenta?  $\eta$  alcança 100%?
- Mostre que a situação de potência útil máxima corresponde a  $R = r$  e rendimento de 50%.