

Resistência interna

Objetivos

- a - Determinar a resistência interna de uma fonte de tensão.
- b - Obter a curva característica para a fonte de tensão.
- c - Determinar a resistência da carga para a máxima transferência de potência.

Equipamento e Material

- Bateria alcalina
- Bateria de chumbo
- Lâmpadas de filamento
- Reostato, 10Ω , 5.7A; 100Ω , 1.8A
- Multímetro
- Conectores

Contexto

Uma bateria real é mais complexa que uma fonte ideal de fem. A diferença de potencial entre os terminais da bateria (voltagem de operação) não é simplesmente a fem da bateria. A fig.1 mostra a dependência típica entre a tensão de operação e a corrente: à medida que a corrente aumenta, a tensão de operação diminui ligeiramente.

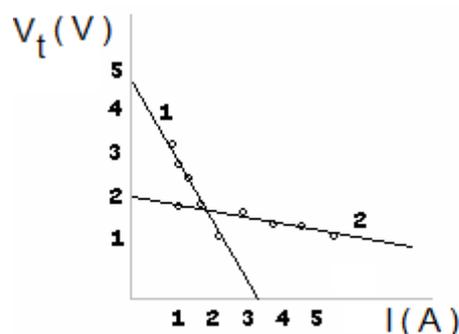


fig.1 Voltagem terminal versus corrente:
1.bateria alcalina 2.bateria de chumbo

Uma fonte ideal de fem mantém a diferença de potencial constante entre os seus terminais, independentemente da corrente.

Uma vez que o declínio na voltagem de operação é, entre limites, linear, podemos representar uma bateria real como uma fonte ideal de fem em série com um resistor, conforme ilustrado na fig.2

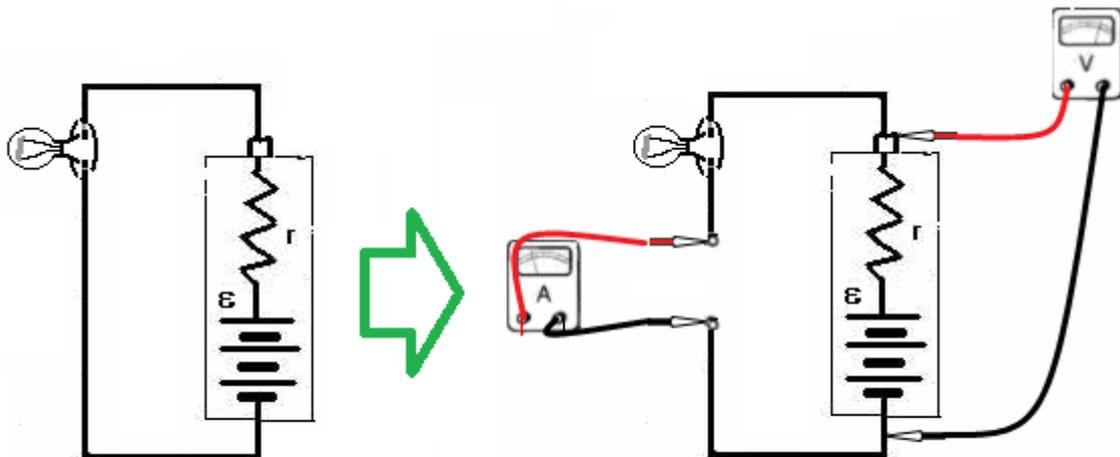


fig. 2 circuito simples com uma bateria, uma lâmpada conectados em série e a posição dos medidores no circuito.

(A resistência interna de uma bateria de chumbo de 12V é de apenas alguns milésimos de ohm).

Parte A Resistência interna de uma fonte de tensão

Precaução: - Certifique-se da correta conexão do amperímetro ao circuito. Caso haja dúvida, pergunte ao monitor. Ligar o amperímetro em paralelo pode provocar severo dano ao equipamento. Note que um amperímetro tem resistência interna muito baixa; portanto, se ligado em uma fonte de alimentação, ela irá causar um curto circuito.

Procedimento:

- a. Ligue o circuito como representado no esquema da fig.3. **L** é a lâmpada de filamento, **r** é a resistência interna da bateria.
- b. Meça a tensão terminal V_t (voltagem terminal da bateria em circuito fechado) e a corrente **I** no circuito.
- c. Desconecte um dos fios da bateria e meça a tensão em circuito aberto **emf** (ϵ). Anote este resultado.

ϵ : _____ V_{ab} : _____ I: _____

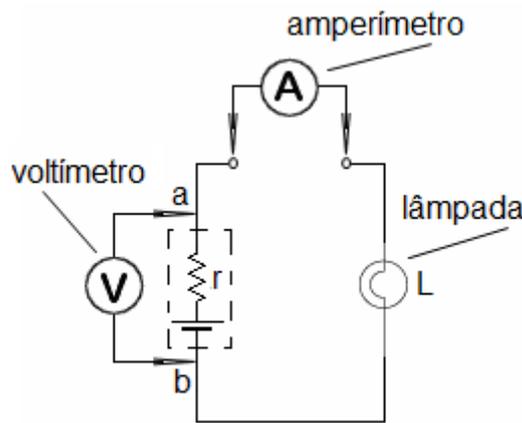


fig. 3 teste para a bateria

- d. Ligue outra lâmpada em paralelo à primeira, e repita a leitura da corrente e tensão.

ϵ : _____ V_{ab} : _____ I: _____

Cálculos:

Para cada conjunto de dados determine ($r = V / I$). Compare os dois conjunto de resultados.

r (utilizando o conjunto de dados para uma lâmpada) _____

r (utilizando o conjunto de dados para duas lâmpadas) _____

Estes valores devem representar a resistência interna da bateria. Verifique a página web de alguns dos fabricantes de baterias informação sobre o que a resistência interna deve ser para uma bateria nova.

e. Repita o experimento para o caso de uma bateria nova.

Parte B curva característica para a fonte de tensão.

Procedimento

a- Conecte o resistor variável R_L à fonte de tensão como representa o diagrama da fig.4. (Utilize o reostato de 100Ω ou o reostato de 10Ω para altas correntes).

Nota prática: - Antes de completar o circuito o reostato deve ser ajustado para seu valor máximo de resistência. Isto permite que a corrente deva ser aumentada enquanto a resistência do reostato é reduzida. Se você iniciar com o reostato em resistência zero existe a possibilidade de que a corrente inicial demasiada resulte em prejuízos para um ou mais componente do circuito.

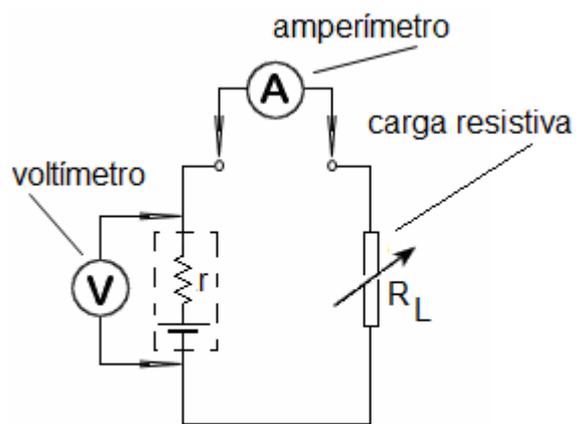


fig. 4 circuito prático para obter característica corrente/voltagem

b- Varie a resistência do reostato e complete a tabela.

tabela de dados bateria	
R_L	_____
V_t	_____
I	_____
P	_____

tabela de dados pilha	
R_L	_____
V_t	_____
I	_____
P	_____

Nota: - Para medir o valor da resistência o reostato deve ser desconectado do circuito.

d-Faça o gráfico V_t versus I . Para isto, utilize um analisador gráfico qualquer. O que poderá ser obtido é ilustrado na fig.1.

e-A partir do gráfico determine: - A fem (ϵ); a corrente de curto-circuito I_S ; a resistência interna r da fonte.

f-Combinando o resultado de suas anotações, obtenha o diagrama de potência da fonte de tensão e determine a máxima potência transferida. O que poderá ser obtido é ilustrado na fig.6.

fig.6

gráfico P versus R_L para uma fonte do laboratório

Ilustração
Ajuste de Impedâncias

circuito aberto

$R_L = \infty$
 $I = 0, V_t = \epsilon = 100V$

curto-circuito

$R_L = 0$
 $I_S = \epsilon / R_i = 20A, V_t = 0$

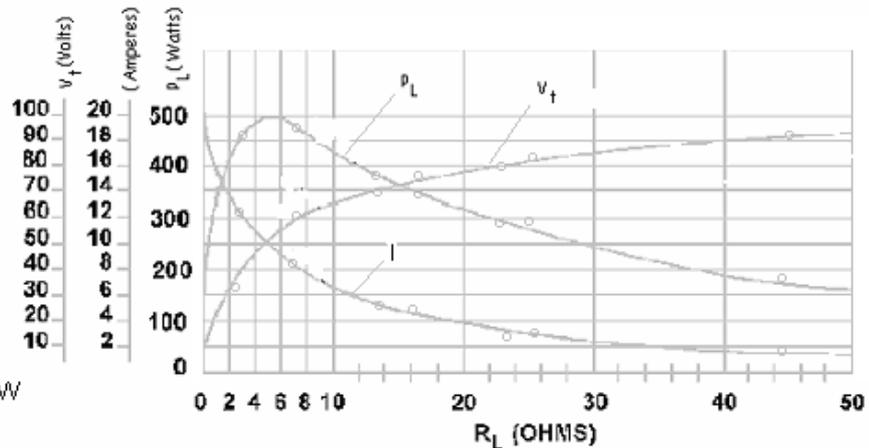
Power matching

$R_L = R_i$

$I = I_S / 2 = 20/2 = 10A$

$V_t = \epsilon/2 = 100/2 = 50V$

$P = V_t I = 50V \cdot 10A = 500W$



ANEXO

A tensão entre os terminais de uma fonte pode ser representada em função da corrente pela curva da fig.7: $V_t = \epsilon - I r$

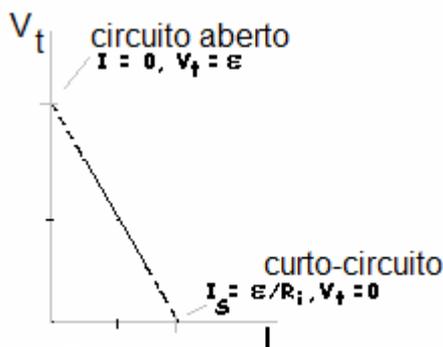


fig.7 Diagrama corrente-voltagem

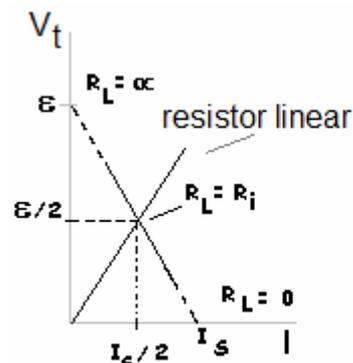


fig.8 Característica corrente/voltagem para uma fonte

Combinando o gráfico da fig.7 com gráfico corrente-voltagem de um segundo dispositivo, pode-se encontrar graficamente a corrente e a voltagem entre os terminais quando os dois forem conectados.

A fig.8 mostra o gráfico V-I de uma fonte e de um resistor.

Quando o resistor for conectado através da fonte a ddp deve ser a mesma e ambos conduzirão a mesma corrente.

O ponto de interseção dos gráficos é o ponto de operação da fonte e suas coordenadas dão a ddp entre os terminais e a corrente. Esse método é ainda mais útil para um dispositivo não linear quando a solução analítica do problema é difícil ou mesmo impossível.

A corrente no circuito da fig.4, é – Pela Lei de Kirchhoff $I = \varepsilon / (r + R_L)$

Observe que a dissipação de potência $\varepsilon \cdot I$ da fonte aparece, parcialmente, como aquecimento joule no resistor externo e como aquecimento joule na bateria ,

$$\varepsilon \cdot I = I^2 \cdot r + I^2 \cdot R_L.$$

A resistência R_L é a carga (resistiva) da bateria. A potência dissipada em R_L é $P = I^2 \cdot R_L = \varepsilon^2 R_L / (r + R_L)^2$

O valor máximo de P ocorre quando $R_L = r$, fig.8. Portanto a máxima potência transferida é a que corresponde a uma carga resistiva igual à resistência interna da fonte. Resultado análogo ocorre também em circuitos complexos e é conhecido como ajuste de impedâncias.

Referências:

Young & Freedman, Física, São Paulo, Addison Wesley, 2009

Hesnick, Robert Halliday e Krane Kenneth, Física, Livros técnicos e Científicos Editora S.A. Rio-RJ, 1996.

Sears, Francis Weston, Física, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1981.

<http://ualr.edu/dcwold/phys2122/p23man/p23man.html>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Electricity>

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/HFrame.html>

<http://www.educyclopedia.be/education/chemistryjavalist.htm>