Força eletromotriz

Flaviano Williams Fernandes

Instituto Federal do Paraná
Campus Irati

19 de Outubro de 2020

Sumário

Força eletromotriz

Para que ocorra uma corrente elétrica ao longo do circuito é necessário um dispositivo, como uma bateria ou gerador, que realize um trabalho τ afim de deslocar uma quantidade de carga Δq de um ponto a outro desse circuito. Portanto, o trabalho ε necessário para deslocar cada elemento de carga q do terminal positivo para o terminal negativo de uma bateria ou gerador pode ser dado por $\varepsilon = \frac{\tau}{\Delta q}$.

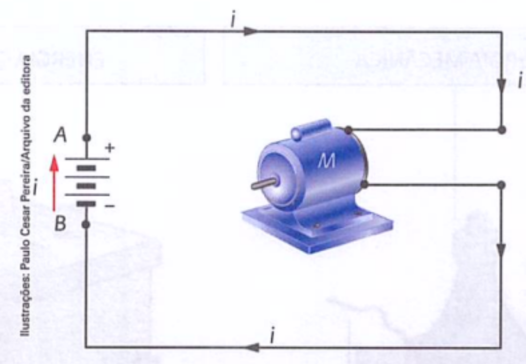
Definição de força eletromotriz (f.e.m.)

$$\varepsilon = \frac{\tau}{\Delta q}.$$

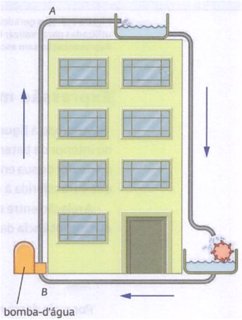
Corollary

A unidade de medida de f.e.m. no SI é J/C $\equiv$ Volts.

Analogia como o sistema mecânico



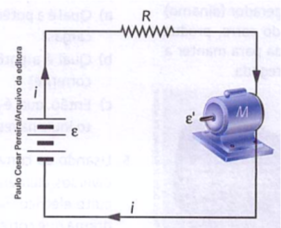
Representação da f.e.m. de uma bateria.



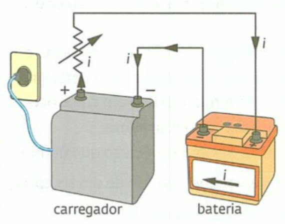
Analogia com o sistema mecânico.

Força contraeletromotriz

Um gerador de f.e.m. transfere energia às cargas que passam através dele, transformando energia química em elétrica. Um gerador contraeletromotriz (f.c.e.m.) funciona no sentido contrário ao gerador f.e.m., transformando energia elétrica em outro tipo de energia que não seja térmica.



Motor elétrico funcionando como f.c.e.m.



Bateria funcionando como f.c.e.m.

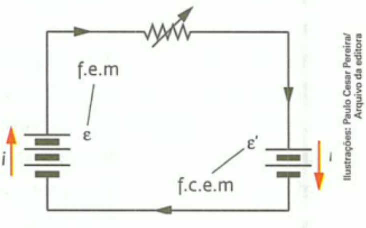


Diagrama de uma f.c.e.m. no circuito elétrico.

Potência fornecida por um gerador

Vimos que o trabalho realizado por uma bateria para deslocar uma quantidade de carga Δq é dado por $\tau = \varepsilon \Delta q$. Dividindo pelo intervalo de tempo Δt que essa carga é transferida tempos

$$\frac{\tau}{\Delta t} = \varepsilon \cdot \frac{\Delta q}{\Delta t}.$$

Pela definição de potência temos

$$P = \frac{\tau}{\Delta t},$$
$$P = \varepsilon \cdot \frac{\Delta q}{\Delta t}.$$

onde usamos a definição $i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$.

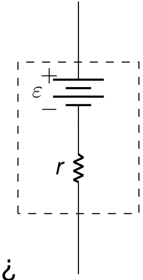
Potência elétrica de um gerador

$$P = \varepsilon \cdot i.$$

Resistência interna

Resistência interna de um dispositivo

Todo dispositivo elétrico (bateria, motor elétrico, lâmpada, etc) possui uma resistência interna associado a ele. Afim de obter a corrente elétrica no circuito, a energia elétrica dissipada por essa resistência deve ser levada em consideração.



Ï»¿

Diagrama de uma bateria contendo uma resistência interna r.

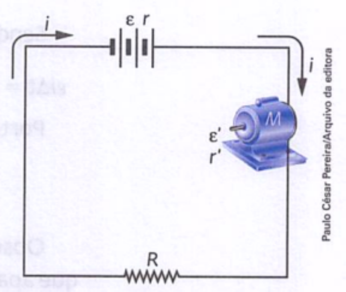
A Lei de Kirchhoff

Podemos resumir num circuito ao lado que a cada segundo

- Na bateria, a energia química se transforma em energia elétrica;
- No resistor, a energia elétrica se transforma em energia térmica;
- No motor, a energia elétrica se transforma em energia mecânica.

Portanto, pela Lei da conservação da energia, a potência necessária para girar o motor e aquecer o resistor deve ser equivalente a potência fornecida pela bateria.

$$\underbrace{\varepsilon i}_{(Bateria)} = \underbrace{\varepsilon' i + r' i^2}_{(Motor)} + \underbrace{R i^2}_{(Resistor)} \,,$$



Lei de Kirchhoff

A soma dos potenciais em um circuito fechado deve ser zero.

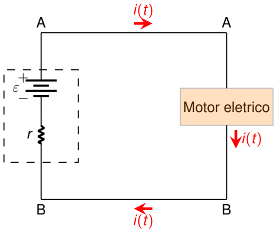
Diferença de potencial nos terminais de um gerador

Suponha uma bateria como na figura ao lado com uma resistência interna r. Aplicando a Lei de Kihrchoff temos

$$\varepsilon i = V_{AB} i + r i^2,$$

$$V_{AB} i = \varepsilon i - r i^2,$$

$$\boxed{V_{AB} = \varepsilon - ri.}$$



ï»¿

Onde $V_{AB} i$ é a potência real da bateria e V_{AB} a sua ddp.

Corollary

Num circuito onde a bateria possui resistência interna considerável, a potência que irá fornecer ao circuito será menor que aquela cuja resistência é praticamente zero.

Transformar um número em notação científica

Corollary

Passo 1: *Escrever o número incluindo a vírgula.*

Passo 2: *Andar com a vírgula até que reste somente um número diferente de zero no lado esquerdo.*

Passo 3: *Colocar no expoente da potência de 10 o número de casas decimais que tivemos que "andar"com a vírgula. Se ao andar com a vírgula o valor do número diminuiu, o expoente ficará positivo, se aumentou o expoente ficará negativo.*

Exemplo

$$6\,590\,000\,000\,000\,000,0 = 6{,}59 \times 10^{15}$$

Conversão de unidades em uma dimensão

$$
\begin{tikzcd}[column sep=huge]
\mathrm{p}\_ \arrow[r, bend right, "\times 10^{-3}"'] & \mathrm{n}\_ \arrow[l, bend right, "\times 10^{3}"'] \arrow[r, bend right, "\times 10^{-3}"'] & \mathrm{\mu}\_ \arrow[l, bend right, "\times 10^{3}"'] \arrow[r, bend right, "\times 10^{-3}"'] & \mathrm{m}\_ \arrow[l, bend right, "\times 10^{3}"'] \arrow[r, bend right, "\times 10^{-1}"'] & \mathrm{c}\_ \arrow[l, bend right, "\times 10^{1}"'] \arrow[r, bend right, "\times 10^{-1}"'] & \mathrm{d}\_ \arrow[l, bend right, "\times 10^{1}"'] \arrow[r, bend right, "\times 10^{-1}"'] & \_ \arrow[l, bend right, "\times 10^{1}"']
\end{tikzcd}
$$

$$1 \text{ mm} = 1 \times 10^{(-1)\times 2} \text{ dm} \rightarrow 1 \times 10^{-2} \text{ dm}$$

$$2,5 \text{ g} = 2,5 \times 10^{(1)\times 3} \text{ mg} \rightarrow 2,5 \times 10^{3} \text{ mg}$$

$$10 \ \mu\text{C} = 10 \times 10^{[(-3)\times 1 + (-1)\times 3]} \text{ C} \rightarrow 10 \times 10^{-6} \text{ C}$$

Conversão de unidades em duas dimensões

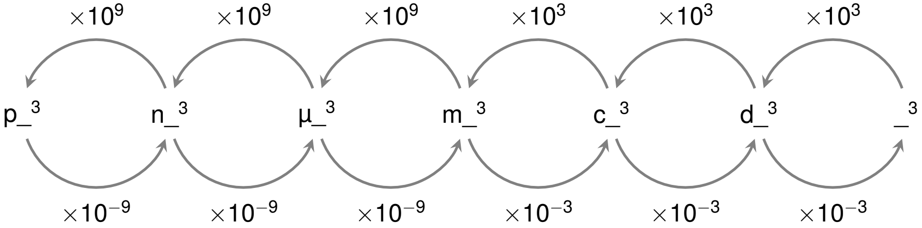
$$\begin{tikzcd}
\text{p_}^2 \arrow[r, bend right, "\times 10^{-6}"'] & \text{n_}^2 \arrow[l, bend right, "\times 10^{6}"'] \arrow[r, bend right, "\times 10^{-6}"'] & \text{µ_}^2 \arrow[l, bend right, "\times 10^{6}"'] \arrow[r, bend right, "\times 10^{-6}"'] & \text{m_}^2 \arrow[l, bend right, "\times 10^{6}"'] \arrow[r, bend right, "\times 10^{-2}"'] & \text{c_}^2 \arrow[l, bend right, "\times 10^{2}"'] \arrow[r, bend right, "\times 10^{-2}"'] & \text{d_}^2 \arrow[l, bend right, "\times 10^{2}"'] \arrow[r, bend right, "\times 10^{-2}"'] & \text{_}^2 \arrow[l, bend right, "\times 10^{2}"']
\end{tikzcd}$$

$$1\ \text{mm}^2 = 1 \times 10^{(-2)\times 2}\ \text{dm}^2 \rightarrow 1 \times 10^{-4}\ \text{dm}^2$$

$$2,5\ \text{m}^2 = 2,5 \times 10^{(2)\times 3}\ \text{mm}^2 \rightarrow 2,5 \times 10^{6}\ \text{mm}^2$$

$$10\ \mu\text{m}^2 = 10 \times 10^{[(-6)\times 1 + (-2)\times 3]}\ \text{m}^2 \rightarrow 10 \times 10^{-12}\ \text{m}^2$$

Conversão de unidades em três dimensões



$$1\ \text{mm}^3 = 1 \times 10^{(-3)\times 2}\ \text{dm}^3 \rightarrow 1 \times 10^{-6}\ \text{dm}^3$$

$$2,5\ \text{m}^3 = 2,5 \times 10^{(3)\times 3}\ \text{mm}^3 \rightarrow 2,5 \times 10^{9}\ \text{mm}^3$$

$$10\ \mu\text{m}^3 = 10 \times 10^{[(-9)\times 1+(-3)\times 3]}\ \text{m}^3 \rightarrow 10 \times 10^{-18}\ \text{m}^3$$

Alfabeto grego

Alfa	A	α
Beta	B	β
Gama	Γ	γ
Delta	Δ	δ
Epsílon	E	ϵ,ε
Zeta	Z	ζ
Eta	H	η
Teta	Θ	θ
Iota	I	ι
Capa	K	κ
Lambda	Λ	λ
Mi	M	μ
Ni	N	ν
Csi	Ξ	ξ
ômicron	O	o
Pi	Π	π
Rô	P	ρ
Sigma	Σ	σ
Tau	T	τ
Ípsilon	Υ	υ
Fi	Φ	ϕ,φ
Qui	X	χ
Psi	Ψ	ψ
Ômega	Ω	ω

Referências

A. Máximo, B. Alvarenga, C. Guimarães, Física. Contexto e aplicações, v.3, 2.ed., São Paulo, Scipione (2016)[1]

Esta apresentação está disponível para download no endereço
https://flavianowilliams.github.io/teaching

[1] Todas as figuras ilustrativas não referenciadas no texto foram extraídas de Alvarenga et al[1]