

# Força eletromotriz

Flaviano Williams Fernandes

Instituto Federal do Paraná  
Campus Irati

18 de junho de 2025

# Sumário

- 1 **Força eletromotriz**
- 2 **Equação do circuito**
- 3 **Apêndice**

## 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  $\tau$  afim de deslocar uma quantidade de carga  $\Delta q$  de um ponto a outro desse circuito. Portanto, o trabalho  $\varepsilon$  necessário para deslocar cada elemento de carga  $q$  do terminal positivo para o terminal negativo de uma bateria ou gerador pode ser dado por  $\varepsilon = \frac{\tau}{\Delta q}$ .

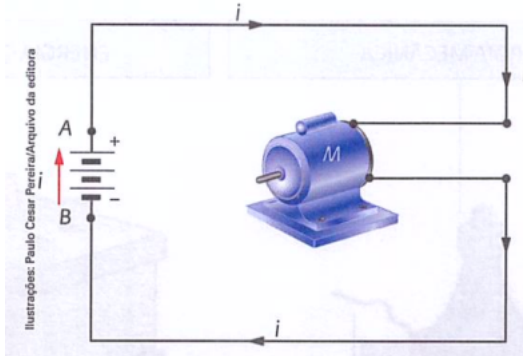
### Definição de força eletromotriz (f.e.m.)

Trabalho que a bateria realiza para transportar cada unidade de carga elétrica, ao longo do circuito, do terminal positivo para o negativo.

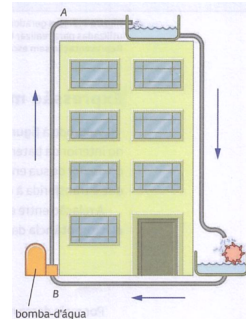
### Corollary

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

## Analogia com o sistema mecânico



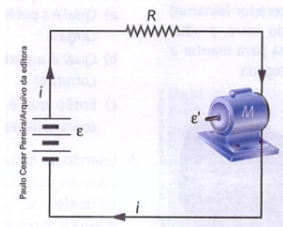
Representação da f.e.m. de uma bateria.



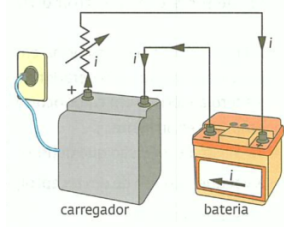
Analogia com o sistema mecânico.

## 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.

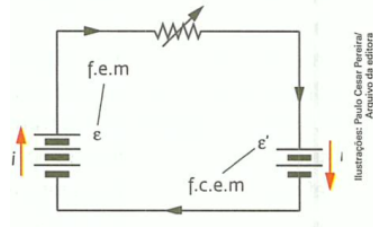


Diagrama de uma f.c.e.m. no circuito elétrico.

## Potência fornecida por uma bateria

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

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

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 uma bateria

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

## 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**.

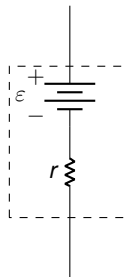


Diagrama de uma bateria contendo uma resistência interna  $r$ .

## A Lei de Kirchhoff

Podemos resumir num circuito ao lado que a cada segundo

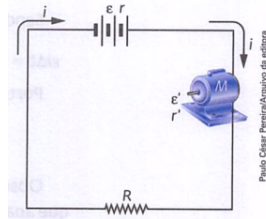
na bateria, a energia química se transforma em energia elétrica;

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 energia fornecida a cada segundo para girar o motor e aquecer o resistor deve ser equivalente a potência fornecida pela bateria.

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



Circuito contendo a bateria, motor (contendo resistência interna  $r'$ ) e resistor.

### Lei de Kirchhoff

A soma das tensões em um circuito fechado deve ser zero.



## Diferença de potencial nos terminais de uma bateria

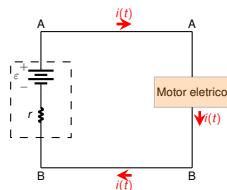
Suponha uma bateria como na figura ao lado com uma resistência interna  $r$ . Aplicando a Lei de Kihrrchoff temos

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

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

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

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



Circuito elétrico contendo a bateria e um motor elétrico.

### 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.*

## Alfabeto grego

Alfa	$A$	$\alpha$
Beta	$B$	$\beta$
Gama	$\Gamma$	$\gamma$
Delta	$\Delta$	$\delta$
Epsílon	$E$	$\epsilon, \varepsilon$
Zeta	$Z$	$\zeta$
Eta	$H$	$\eta$
Teta	$\Theta$	$\theta$
Iota	$I$	$\iota$
Capa	$K$	$\kappa$
Lambda	$\Lambda$	$\lambda$
Mi	$M$	$\mu$

Ni	$N$	$\nu$
Csi	$\Xi$	$\xi$
ômicon	$O$	$o$
Pi	$\Pi$	$\pi$
Rô	$P$	$\rho$
Sigma	$\Sigma$	$\sigma$
Tau	$T$	$\tau$
Ípsilon	$\Upsilon$	$\upsilon$
Fi	$\Phi$	$\phi, \varphi$
Qui	$X$	$\chi$
Psi	$\Psi$	$\psi$
Ômega	$\Omega$	$\omega$

## Referências

-  A. Máximo, B. Alvarenga, C. Guimarães, Física. Contexto e aplicações, v.3, 2.ed., São Paulo, Scipione (2016)<sup>1</sup>

Esta apresentação está disponível para download no endereço  
<https://flavianowilliams.github.io/education>

---

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