

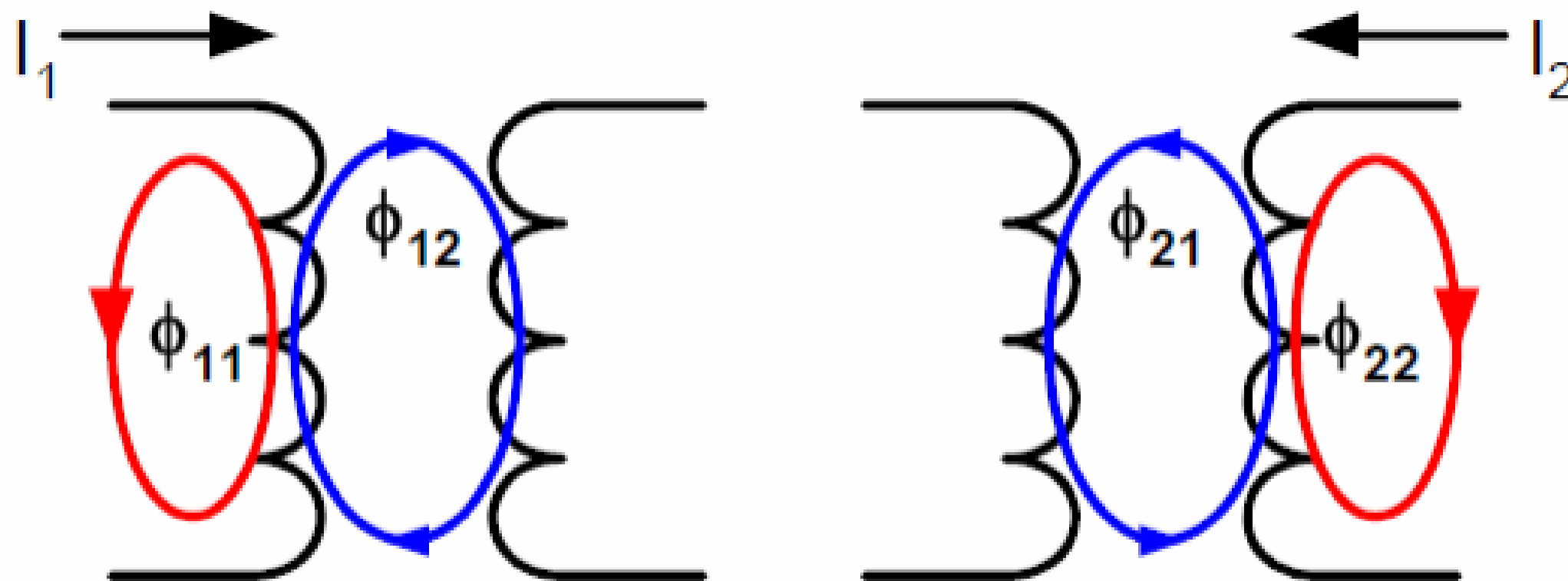
# ACOPLAMENTO MAGNÉTICO

## ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

*Prof. Me. Roberta dos S. Celestino*

## Acoplamento magnético

Quando dois circuitos magnéticos estão próximos um do outro e o **fluxo magnético de um dos circuitos enlaça o outro**, dizemos que estão **magneticamente acoplados**. Nessa situação há **transferência de energia de um para outro circuito através do campo magnético**. A variação da corrente em um produzirá uma variação de fluxo induzindo uma tensão no outro.



## Indutância ou auto indutância (L)

Indutância relação entre o fluxo e a corrente que circula no indutor multiplicado pela geometria do indutor, no caso, o número de espiras.

$$L = N \cdot \frac{\Phi}{i} \qquad V(t) = L \cdot \frac{d i(t)}{dt}$$

A tensão induzida sobre o elemento indutivo é dada pela indutância multiplicada pela variação da corrente ao longo do tempo.

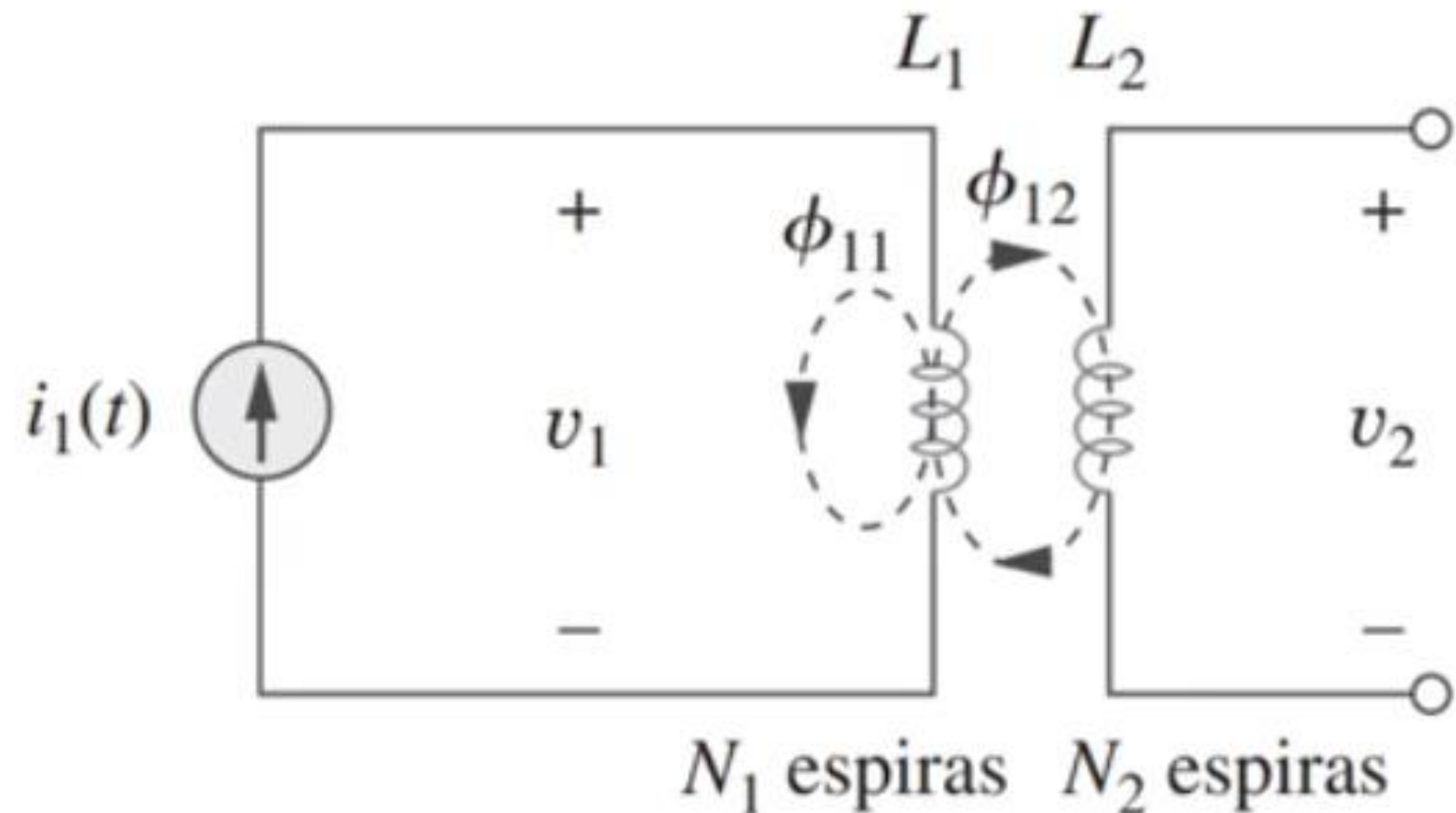
## Indutância mútua (M)

Quando dois indutores (bobinas) estão próximos, o fluxo magnético, gerado pelo fluxo de cargas, **induz uma diferença de potencial na bobina vizinha**. Este fenômeno é conhecido por **indutância mútua**.

**Indutância mútua é a capacidade de um indutor induzir tensão em um indutor vizinho.**

$$V_1(t) = M_{21} \cdot \frac{d i_2(t)}{dt}$$

$$V_2(t) = M_{12} \cdot \frac{d i_1(t)}{dt}$$



## Indutância mútua (M)

Quando dois indutores (bobinas) estão próximos, o fluxo magnético, gerado pelo fluxo de cargas, **induz uma diferença de potencial na bobina vizinha**. Este fenômeno é conhecido por **indutância mútua**.

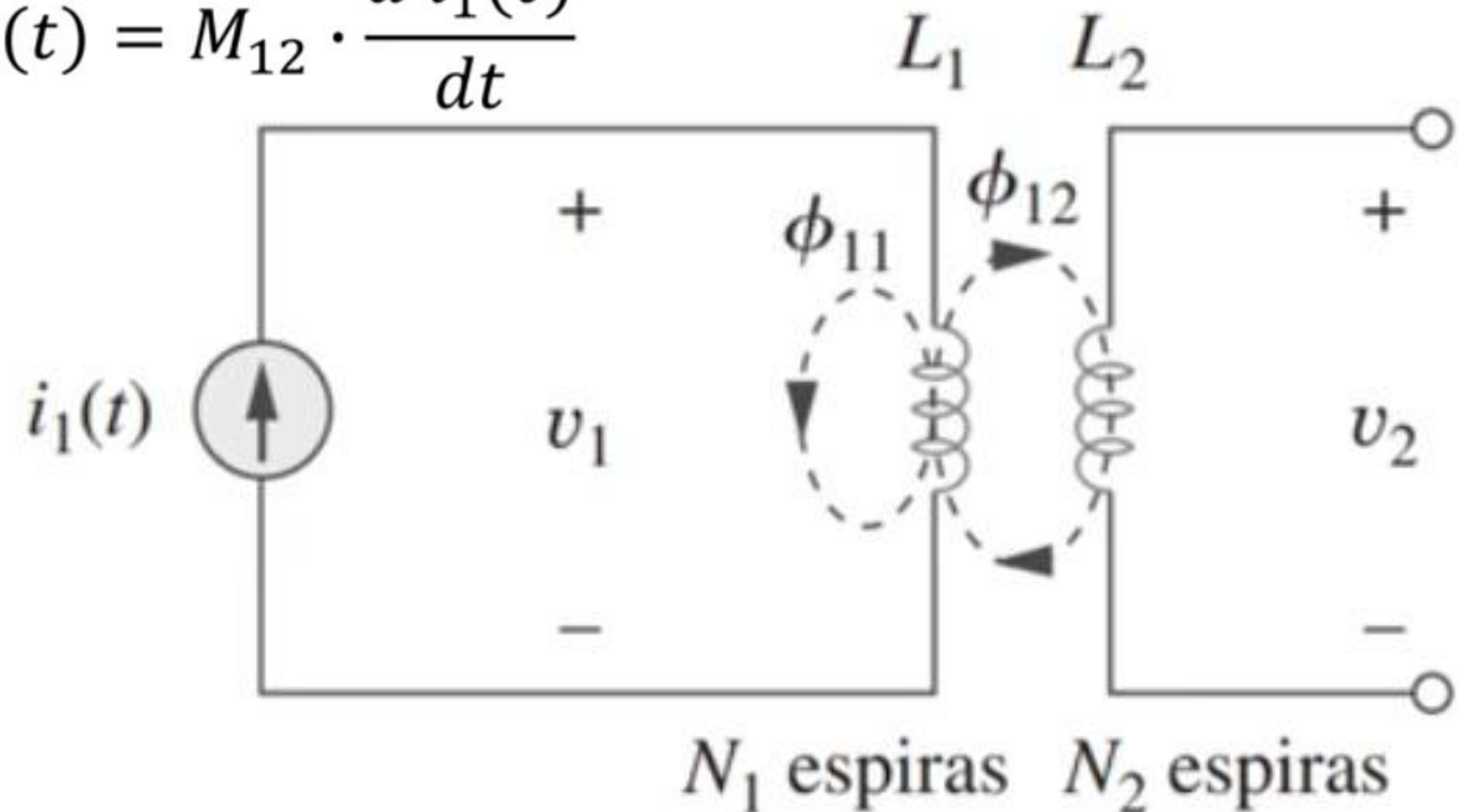
**Indutância mútua é a capacidade de um indutor induzir tensão em um indutor vizinho.**

$$V_1(t) = M_{21} \cdot \frac{d i_2(t)}{dt}$$

$$M = K \cdot \sqrt{L_1 \cdot L_2}$$

K – Constante de acoplamento –  
varia de 0 a 1

$$V_2(t) = M_{12} \cdot \frac{d i_1(t)}{dt}$$



## Indutância mútua (M)

Considere dois indutores próximos entre si. Assumimos que há uma fonte geradora conectada ao primeiro indutor e nenhuma fonte conectada ao segundo. Os indutores possuem indutância (ou autoindutância)  $L_1$  e  $L_2$  e número de espiras iguais a  $N_1$  e  $N_2$ .

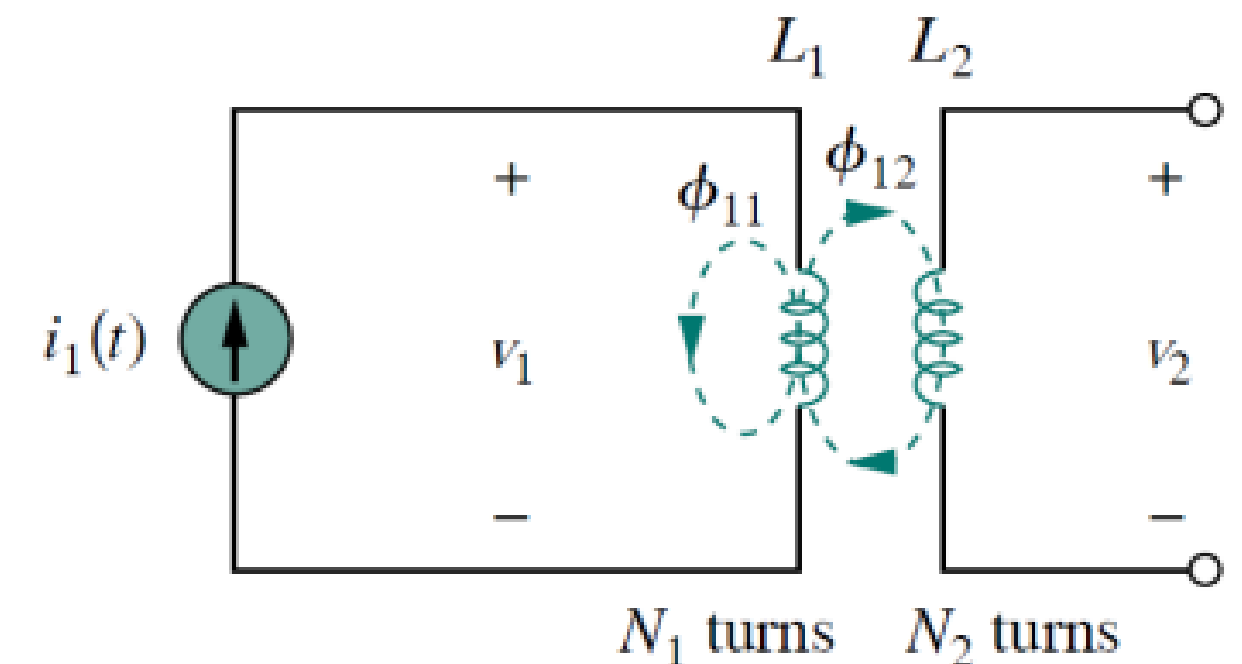
O fluxo magnético  $\phi_1$  possui 2 componentes, cada uma relacionada a um dos indutores:

$$\phi_1 = \phi_{11} + \phi_{12}$$

$$v_1(t) = N_1 \frac{d\phi_1}{dt} \quad e \quad v_2(t) = N_2 \frac{d\phi_{12}}{dt}$$

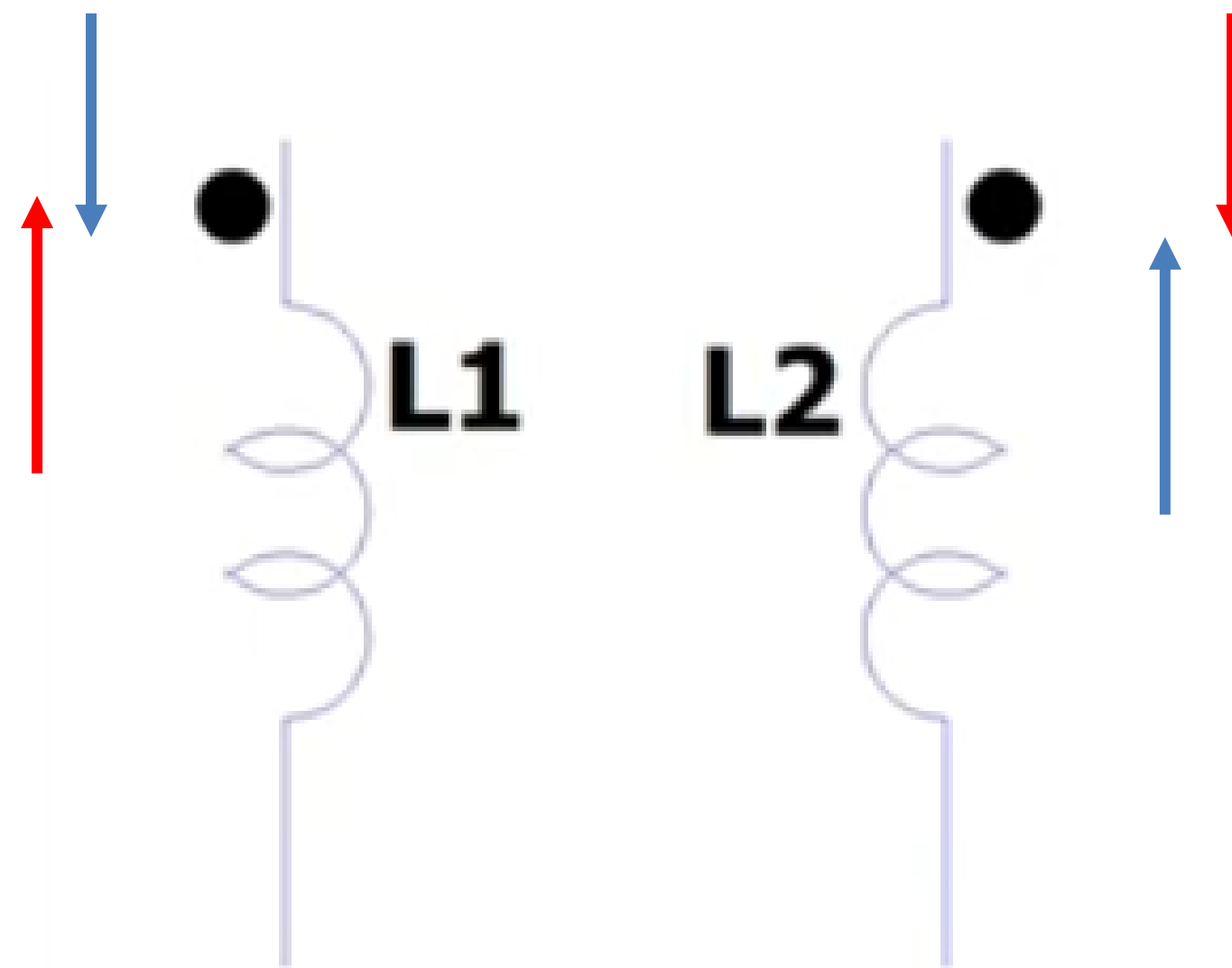
$$v_1(t) = N_1 \frac{d\phi_1}{di_1} \frac{di_1}{dt} \rightarrow v_1(t) = L_1 \frac{di_1}{dt} \quad v_2(t) = N_2 \frac{d\phi_{12}}{di_1} \frac{di_1}{dt} \rightarrow v_2(t) = M_{21} \frac{di_1}{dt}$$

$$M_{21} = N_2 \frac{d\phi_{12}}{di_1} \rightarrow \text{Indutância Mútua}$$



## Regra do ponto

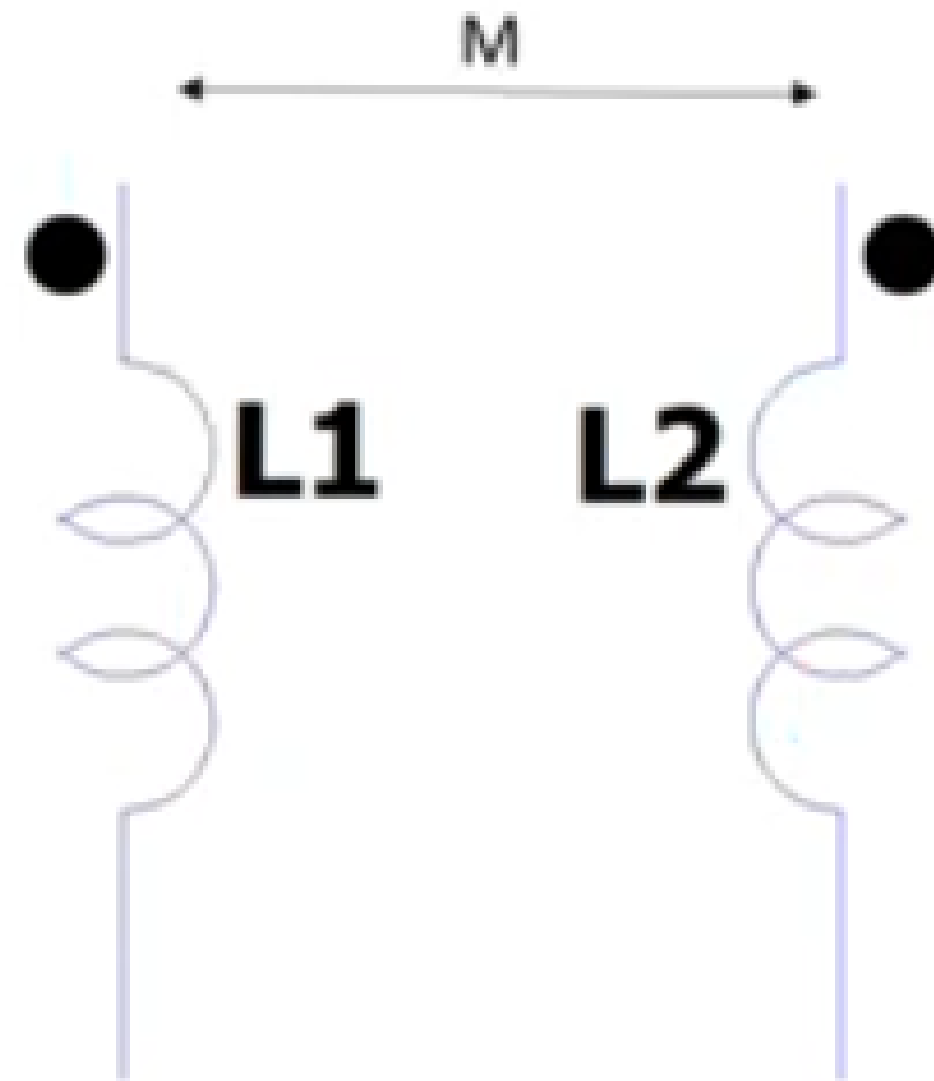
Se a corrente entra pelo ponto do elemento excitante. Então a corrente induzida sai pelo ponto do elemento excitado.



## Impedância mútua

Se a corrente entra pelo ponto do elemento excitante. Então a corrente induzida sai pelo ponto do elemento excitado.

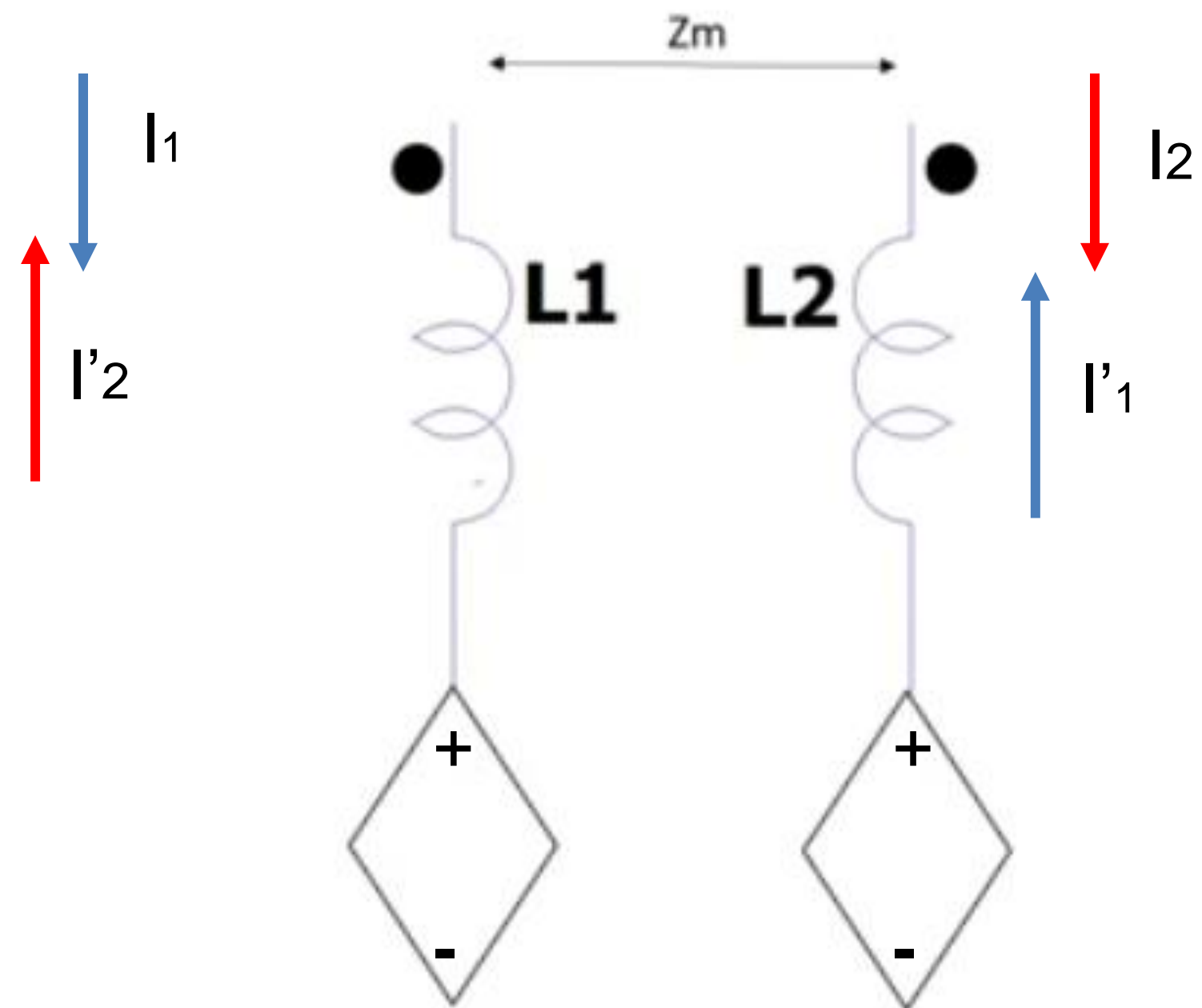
$$Z_m = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot M$$





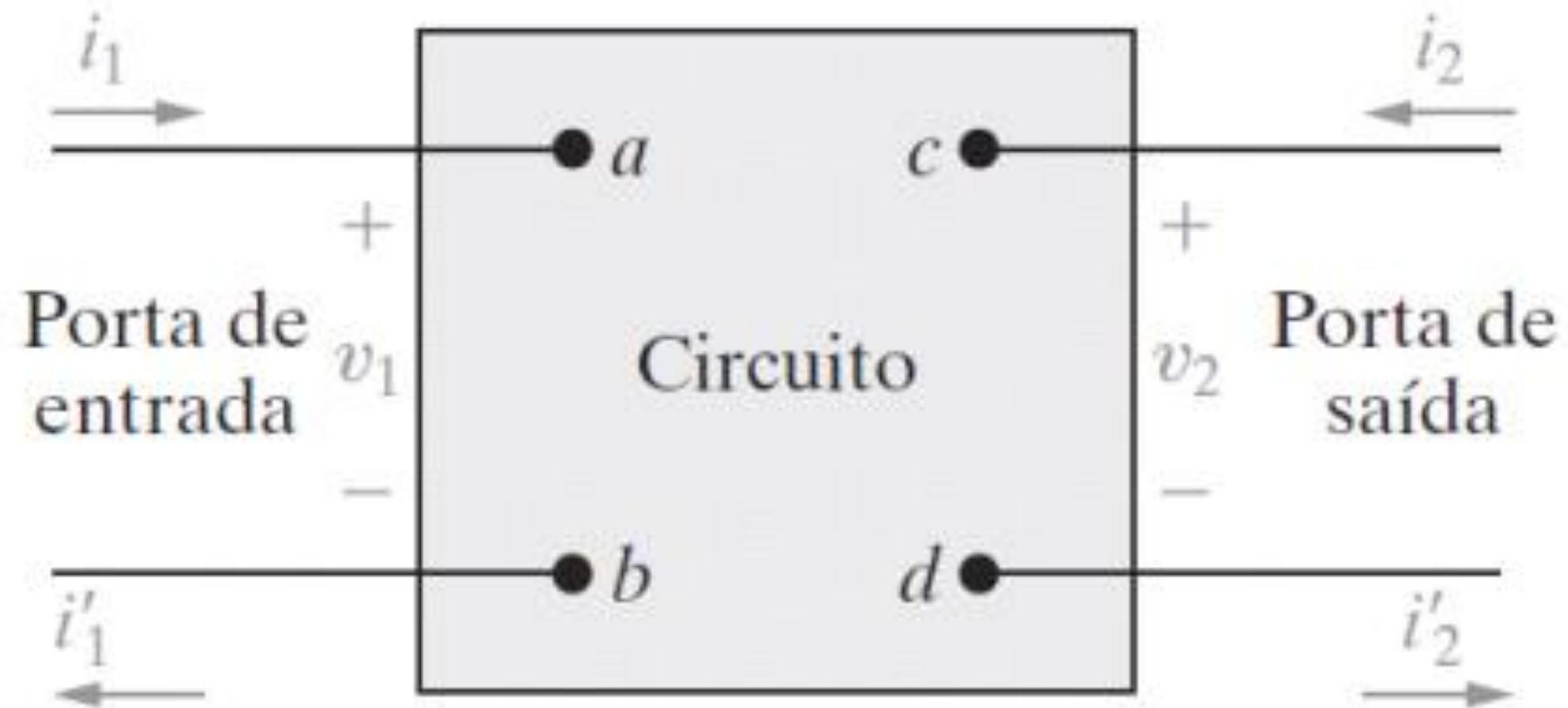
# Tensão Induzida

$$V = Z \cdot I$$



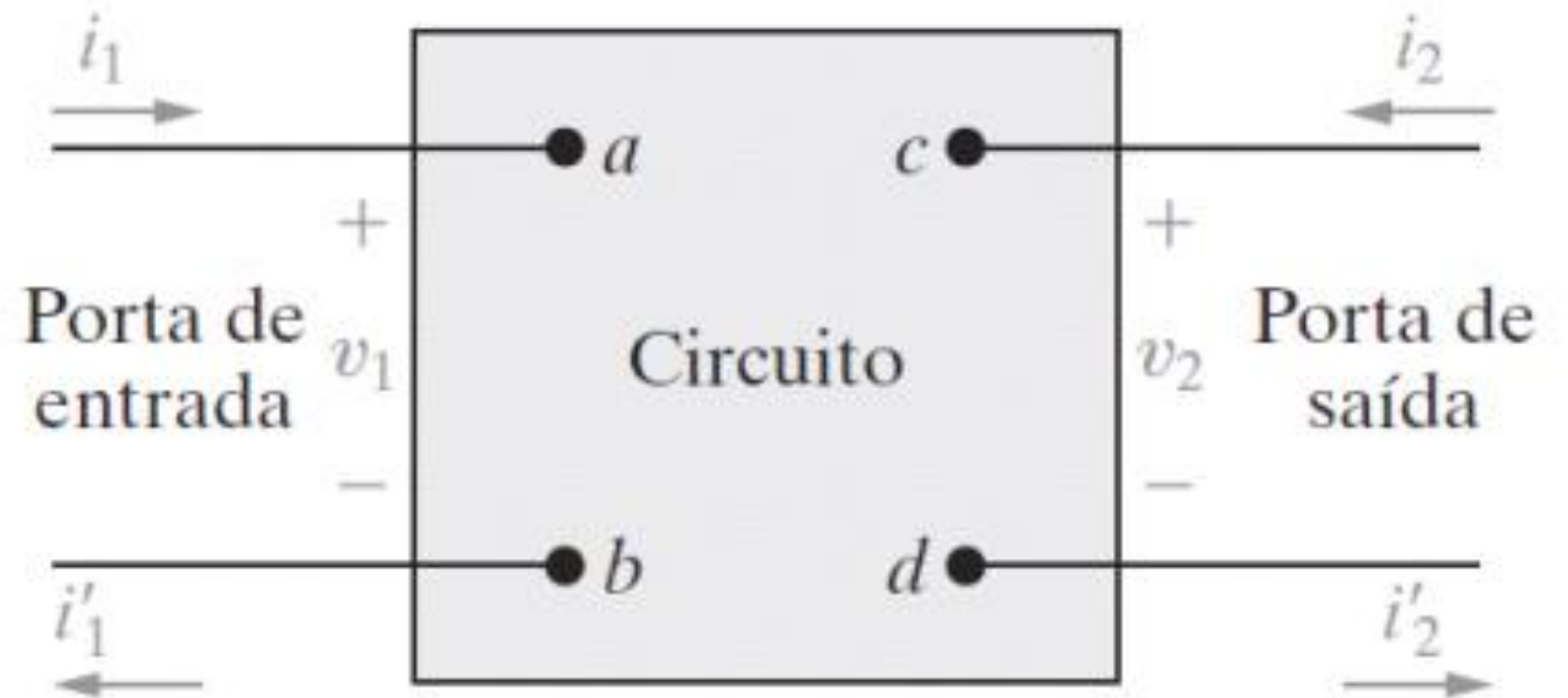
# Quadripólos

Duas portas separadas para entrada e saída com quatro terminais.



# Quadripólos

Para circuitos lineares sem fontes:



$$V_1 = z_{11}I_1 + z_{12}I_2$$

$$V_2 = z_{21}I_1 + z_{22}I_2$$

Z – Parâmetro impedância

## Parâmetros Impedância

Os parâmetros impedância podem ser calculados através de circuitos abertos nas portas de entrada e de saída.

$$V_1 = z_{11}I_1 + z_{12}I_2$$

$$V_2 = z_{21}I_1 + z_{22}I_2$$

Aplicando um circuito aberto na porta de saída (2) temos  $I_2 = 0$  :

- Razão da tensão  $V_1$  pela corrente  $I_1$  :  $z_{11} = \left. \frac{V_1}{I_1} \right|_{I_2=0}$
- Razão da tensão  $V_2$  pela corrente  $I_1$  :  $z_{21} = \left. \frac{V_2}{I_1} \right|_{I_2=0}$

Aplicando um circuito aberto na porta de entrada (1) temos  $I_1 = 0$  :

- Razão da tensão  $V_1$  pela corrente  $I_2$  :  $z_{12} = \left. \frac{V_1}{I_2} \right|_{I_1=0}$
- Razão da tensão  $V_2$  pela corrente  $I_2$  :  $z_{22} = \left. \frac{V_2}{I_2} \right|_{I_1=0}$

## Parâmetros Impedância

Caso topologia conhecida:  
Análise de malha:

Malha 1:

$$12I_1 + 6(I_1 + I_2) = V_1$$

Malha 2:

$$6(I_1 + I_2) + 3I_2 = V_2$$

Parâmetros:

$$\begin{aligned} z_{11} &= 18\Omega & z_{12} &= 6\Omega \\ z_{21} &= 6\Omega & z_{22} &= 9\Omega \end{aligned}$$

