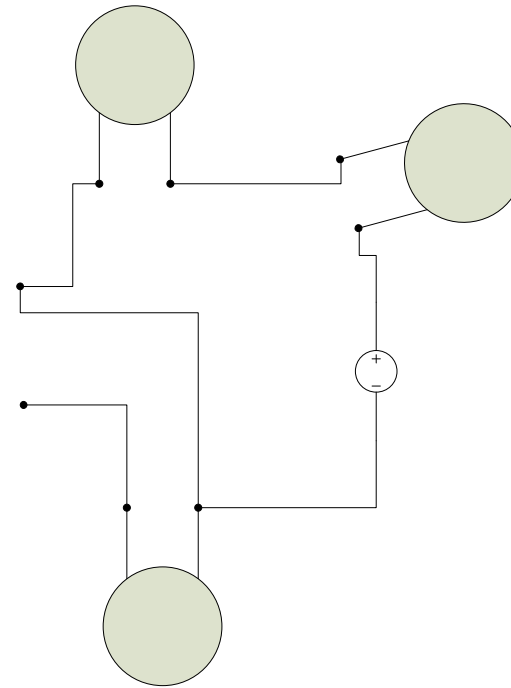
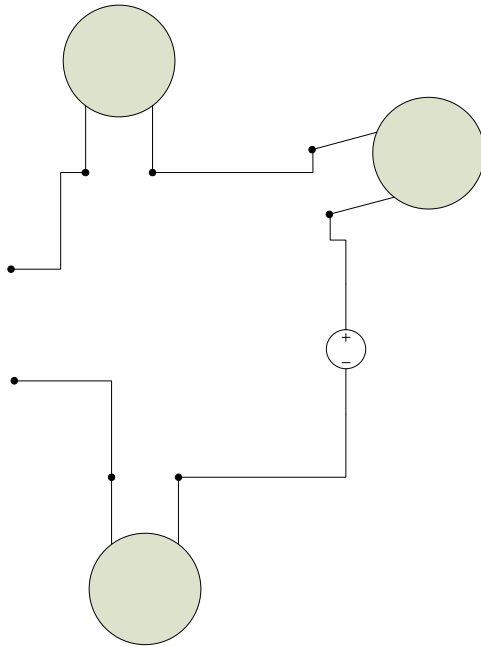


# **LEIS DE KIRCHOFF**

# REDES E CIRCUITOS ELÉTRICOS

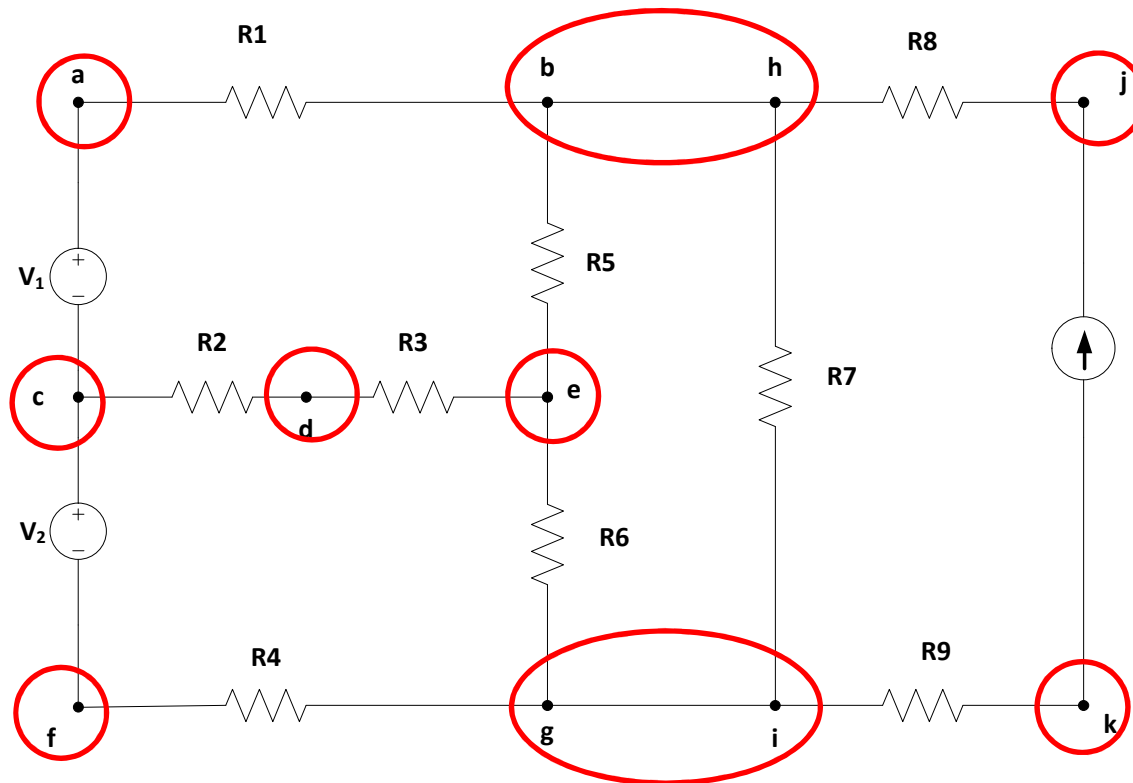
**REDE ELÉTRICA:** INTERCONEXÃO DE DOIS OU MAIS ELEMENTOS DE CIRCUITOS

**CIRCUITO ELÉTRICO:** UMA REDE ELÉTRICA QUE POSSUI PELO MENOS UM CAMINHO FECHADO



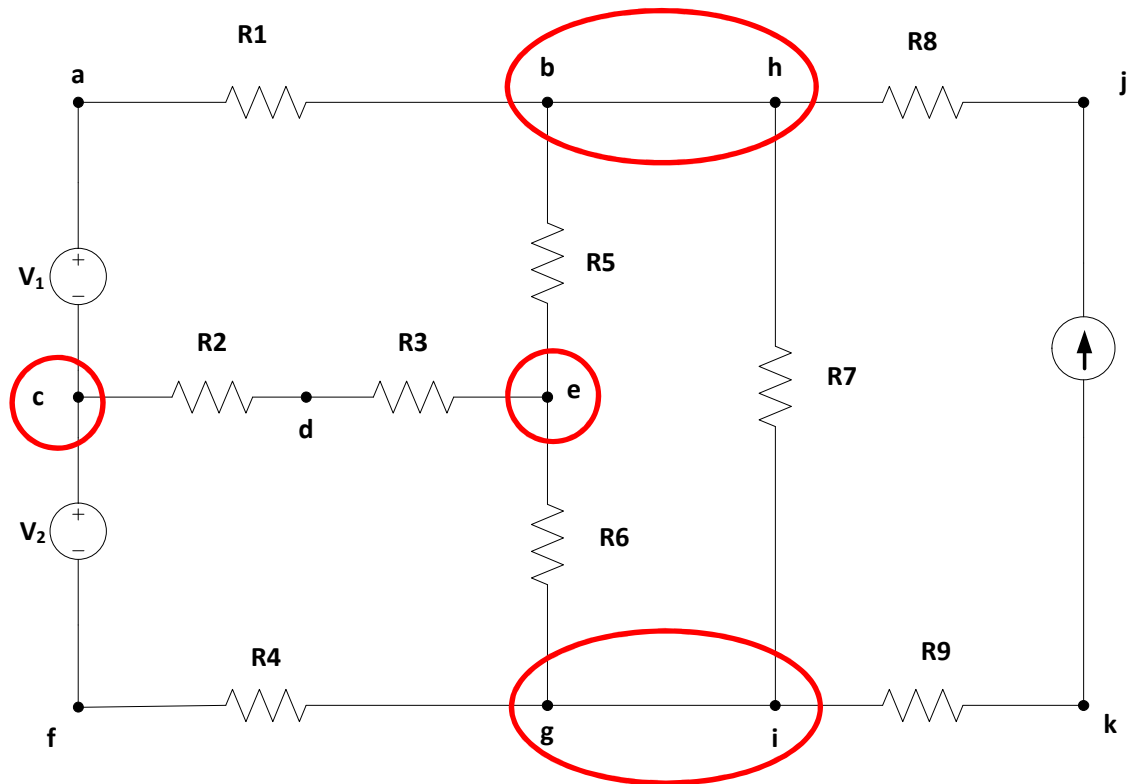
# DEFINIÇÕES E TERMINOLOGIA USADA EM ANÁLISE DE REDES E CIRCUITOS ELÉTRICOS

NÓ: PONTO AO QUAL ESTÃO LIGADOS **DOIS** OU MAIS ELEMENTOS



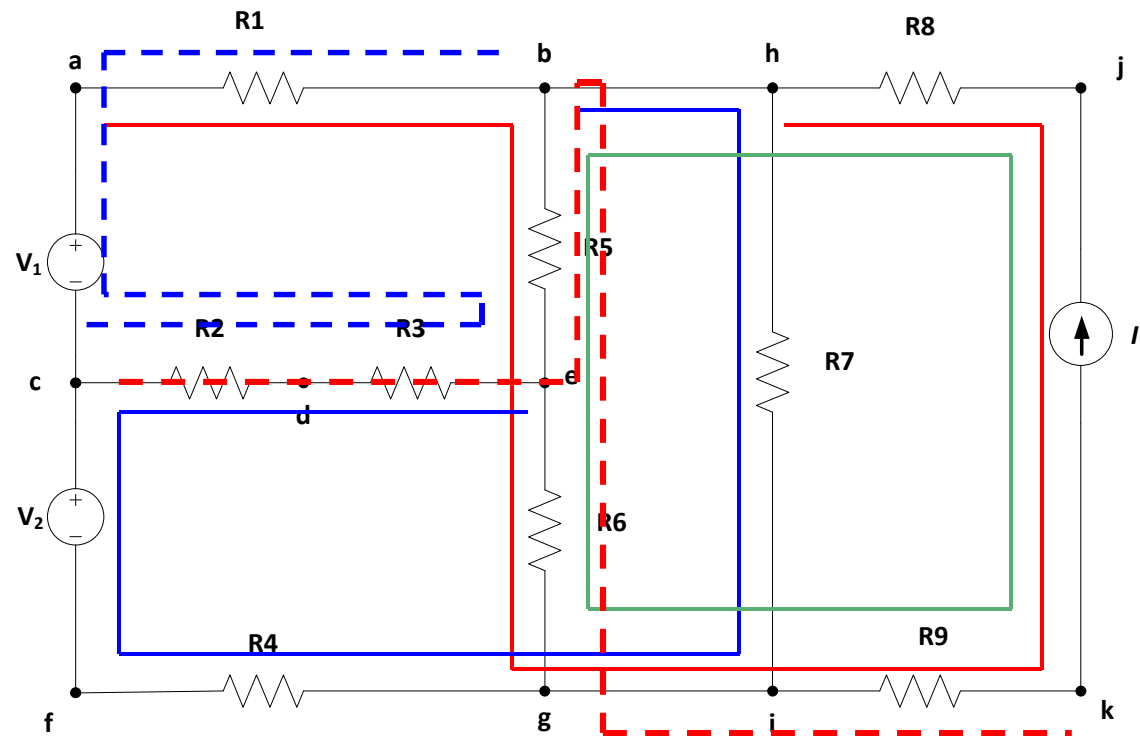
# DEFINIÇÕES E TERMINOLOGIA USADA EM ANÁLISE DE REDES E CIRCUITOS ELÉTRICOS

NÓ ESSENCIAL: PONTO AO QUAL ESTÃO LIGADOS **TRÊS** OU MAIS ELEMENTOS



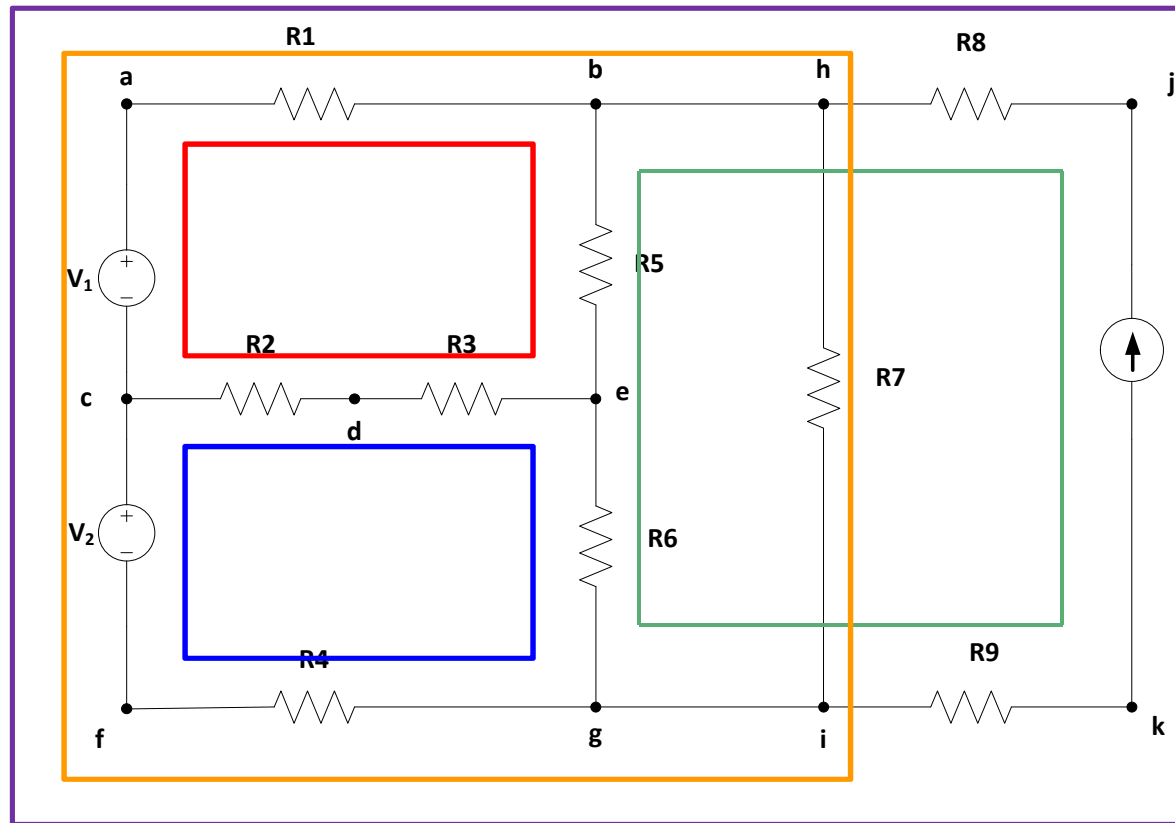
# DEFINIÇÕES E TERMINOLOGIA USADA EM ANÁLISE DE REDES E CIRCUITOS ELÉTRICOS

**CAMINHO:** SEQUÊNCIA DE ELEMENTOS LIGADOS ENTRE SI NA QUAL NENHUM ELEMENTO É INCLUÍDO MAIS DO QUE UMA VEZ.



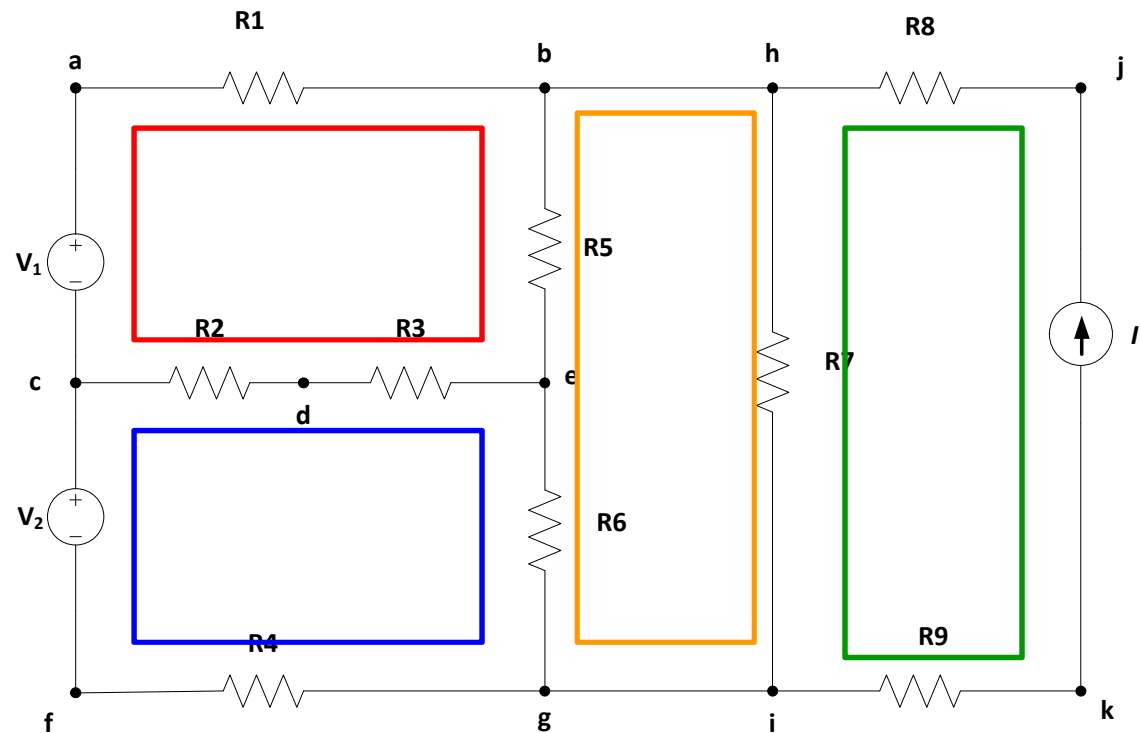
# DEFINIÇÕES E TERMINOLOGIA USADA EM ANÁLISE DE REDES E CIRCUITOS ELÉTRICOS

**LAÇO:** É UM CAMINHO FECHADO, ONDE O ÚLTIMO NÓ COINCIDE COM O PRIMEIRO  
(PARA CIRCUITOS PLANARES, ESTA TAMBÉM É A DEFINIÇÃO DE MALHA)



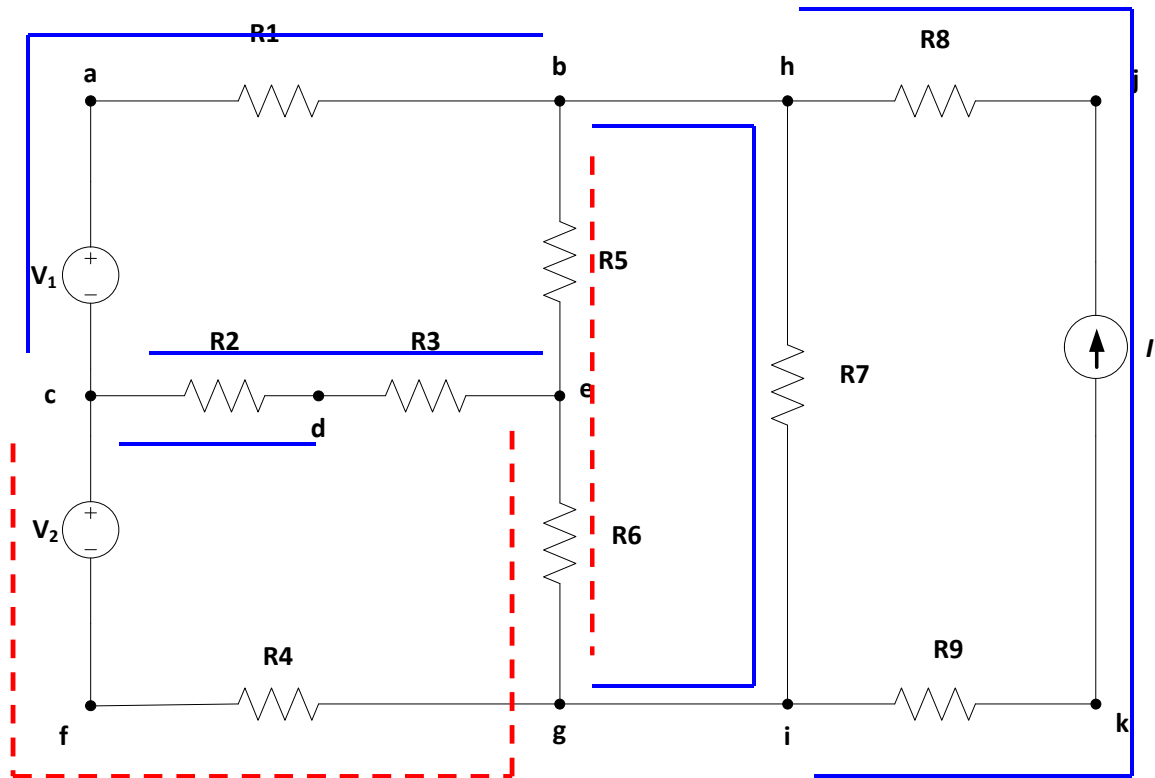
# DEFINIÇÕES E TERMINOLOGIA USADA EM ANÁLISE DE REDES E CIRCUITOS ELÉTRICOS

**MALHA SIMPLES:** É UM CAMINHO FECHADO (LAÇO) O QUAL NÃO INCLUI DENTRO DELE NENHUM OUTRO CAMINHO



# DEFINIÇÕES E TERMINOLOGIA USADA EM ANÁLISE DE REDES E CIRCUITOS ELÉTRICOS

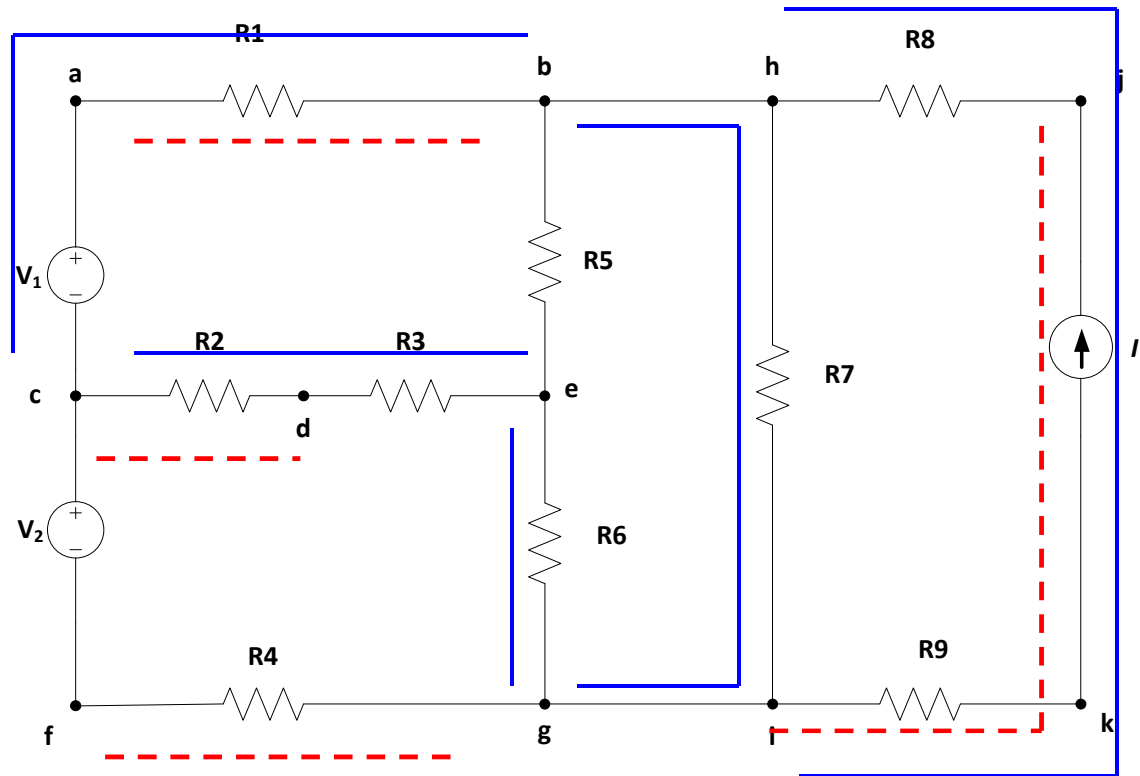
**RAMO:** CAMINHO QUE LIGA DOIS NÓS, SENDO QUE AO LONGO DO RAMO A CORRENTE ELÉTRICA É A MESMA.





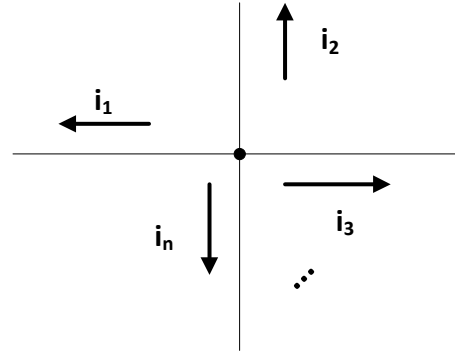
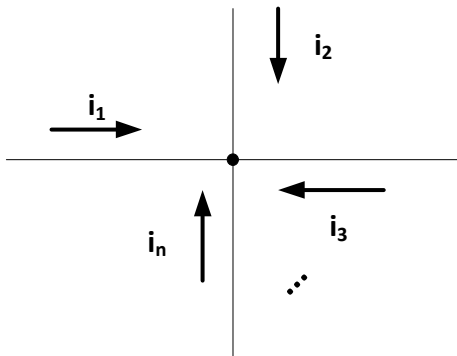
# DEFINIÇÕES E TERMINOLOGIA USADA EM ANÁLISE DE REDES E CIRCUITOS ELÉTRICOS

**RAMO ESSENCIAL:** CAMINHO QUE LIGA DOIS NÓS ESSENCIAIS SEM PASSAR POR OUTRO NÓ ESSENCIAL. (NORMALMENTE, O TERMO RAMO É CONFUNDIDO COM RAMO ESSENCIAL)

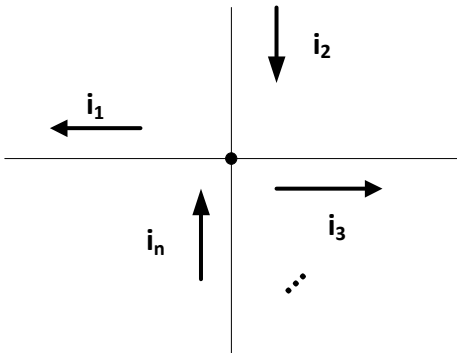


# LEIS DE KIRCHHOFF

**LEIS DE KIRCHHOFF DAS CORRENTES (LKC):** A SOMA ALGÉBRICA DAS CORRENTES EM QUALQUER NÓ DE UM CIRCUITO É SEMPRE NULA



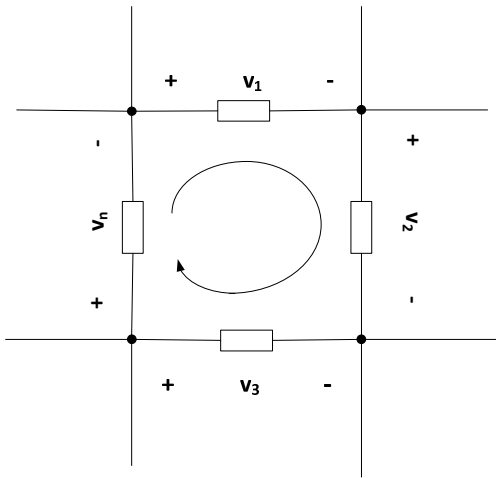
$$\sum_{k=1}^n i_k = 0$$



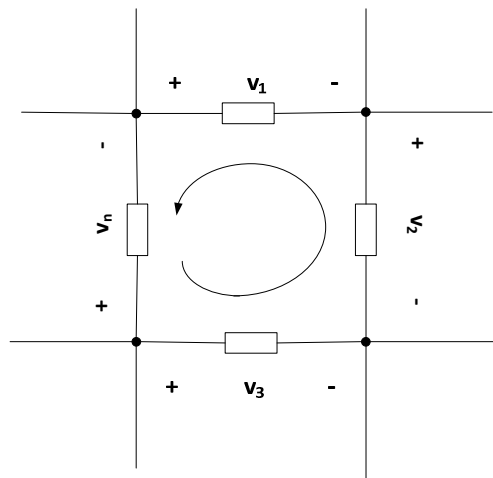
$$\sum i_{entram} - \sum i_{saem} = 0$$

# LEIS DE KIRCHHOFF

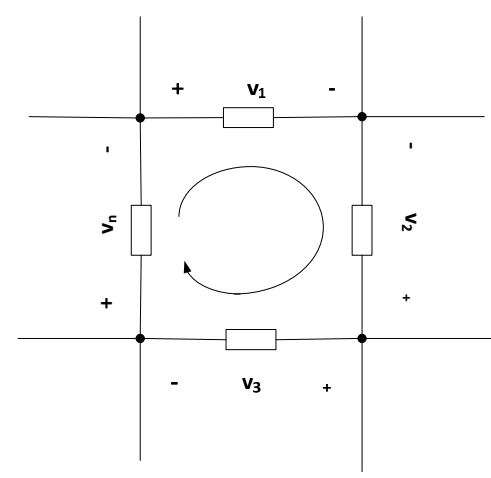
**LEI DE KIRCHHOFF DAS TENSÕES (LKT):** A SOMA ALGÉBRICA DAS TENSÕES EM QUALQUER CAMINHO FECHADO (LAÇO OU MALHA) DE UM CIRCUITO É SEMPRE NULA.



$$\sum_{k=1}^n v_k = 0$$



$$\sum_{k=1}^n -v_k = \sum_{k=1}^n v_k = 0$$

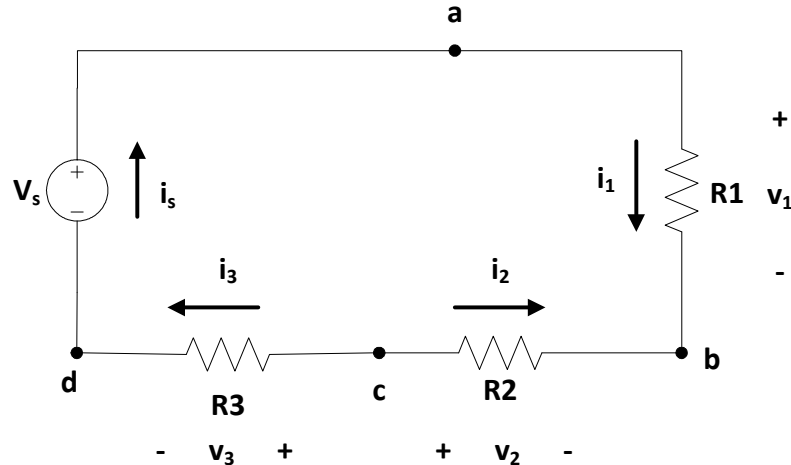


$$\sum v_{k+} - \sum v_{k-} = 0$$

# RESOLUÇÃO DE CIRCUITOS

RESOLVER UM CIRCUITO É DETERMINAR AS TENSÕES E CORRENTES DE **TODOS** OS ELEMENTOS DO CIRCUITO

## ABORDAGEM SISTEMÁTICA PARA RESOLUÇÃO DE CIRCUITOS



**b**: número de ramos

**n**: número de nós

número de incógnitas =  $2 \cdot \mathbf{b}$  – número de fontes independentes

número de equações dos elementos (bipolos) =  $\mathbf{b}$  – número de fontes independentes

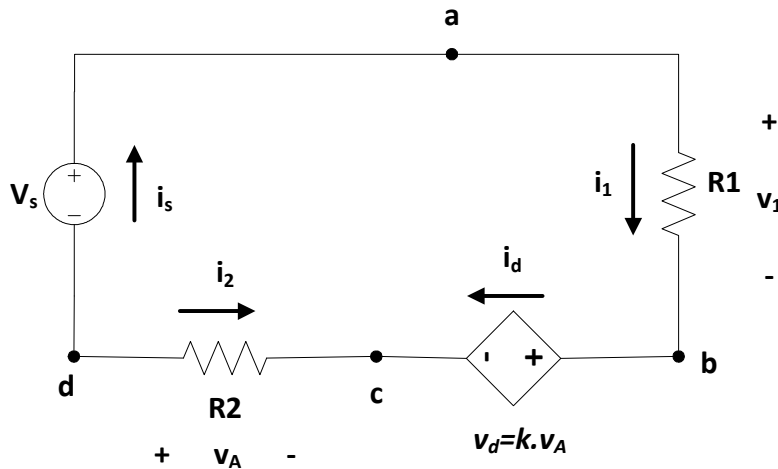
número de equações nodais independentes (LKC) =  $\mathbf{n} - 1$

número de equações de tensões necessárias (LKT) =  $\mathbf{b} - (\mathbf{n} - 1)$

$$\mathbf{R}_1 \cdot \mathbf{I}_{\text{dipolos}} = \mathbf{V}_{\text{fontes}} \implies \mathbf{I}_{\text{dipolos}} = \mathbf{R}_1^{-1} \cdot \mathbf{V}_{\text{fontes}} \implies \mathbf{V}_{\text{dipolos}} = \mathbf{R}_2 \cdot \mathbf{I}_{\text{dipolos}}$$

# RESOLUÇÃO DE CIRCUITOS

## CIRCUITOS COM FONTES DEPENDENTES



### ABORDAGEM SISTEMÁTICA

**b**: número de ramos

**n**: número de nós

número de incógnitas =  $2 \cdot \mathbf{b}$  – número de fontes independentes

equações dos elementos + equações de fontes dependentes =  $\mathbf{b}$  – nº de fontes indep.

número de equações nodais independentes (LKC) =  $\mathbf{n} - 1$

número de equações de tensões necessárias (LKT) =  $\mathbf{b} - (\mathbf{n} - 1)$

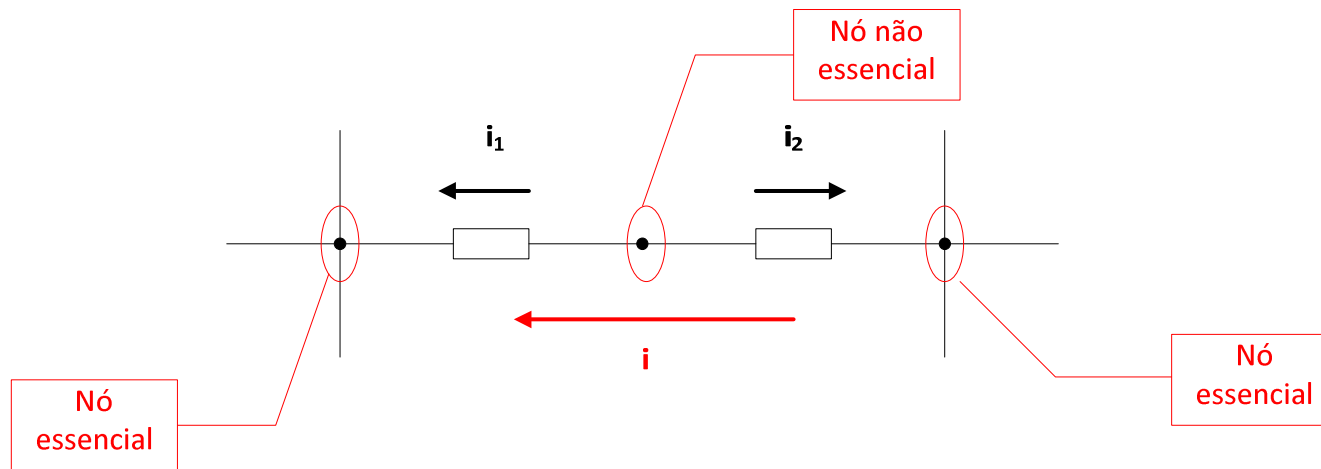
$$\mathbf{R}_1 \cdot \mathbf{I}_{\text{dipolos}} = \mathbf{V}_{\text{fontes}} \implies \mathbf{I}_{\text{dipolos}} = \mathbf{R}_1^{-1} \cdot \mathbf{V}_{\text{fontes}} \implies \mathbf{V}_{\text{dipolos}} = \mathbf{R}_2 \cdot \mathbf{I}_{\text{dipolos}}$$

# RESOLUÇÃO DE CIRCUITOS

## SIMPLIFICAÇÕES

RAMOS (DIPOLOS) LIGADOS A NÓS NÃO ESSENCIAIS

RAMOS (DIPOLOS) EM SÉRIE



$$i = i_1 = -i_2$$

Basta determinar  $i$  que tem-se  $i_1$  e  $i_2$

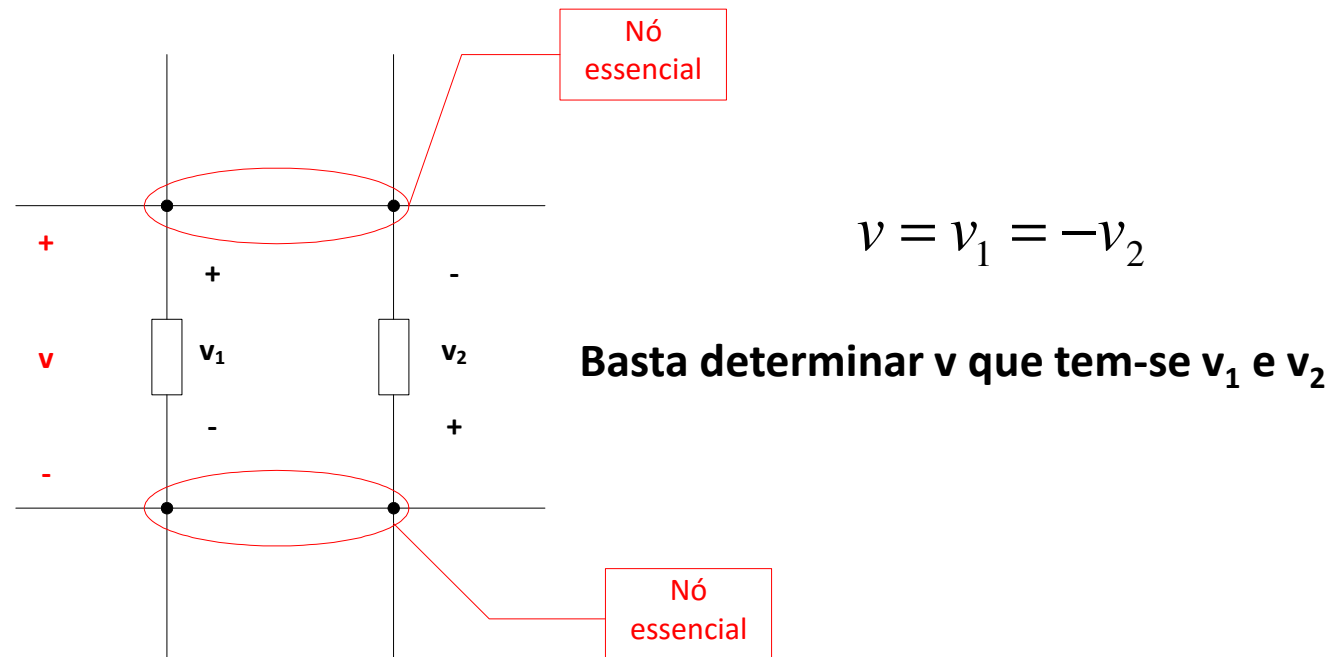
Portanto, reduz-se o número de CORRENTES a serem determinadas

# RESOLUÇÃO DE CIRCUITOS

## SIMPLIFICAÇÕES

RAMOS LIGADOS AO MESMO PAR DE NÓS:

**RAMOS (DIPOLOS) EM PARALELO**

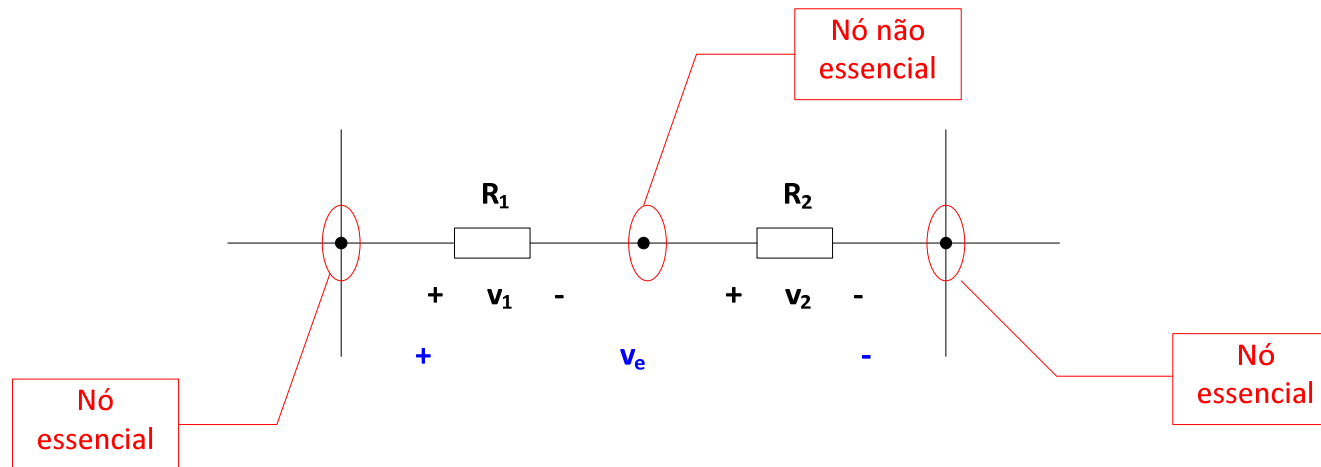


Portanto, reduz-se o número de TENSÕES a serem determinadas

# RESOLUÇÃO DE CIRCUITOS

## SIMPLIFICAÇÕES

### TENSÕES DOS RAMOS ESSENCIAIS



$$v_e = v_1 + v_2 \quad v_1 = v_e \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad v_2 = v_e \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Basta determinar as tensões dos nós essenciais que todas as outras podem ser determinadas a partir delas

Portanto, reduz-se o número de EQUAÇÕES DE TENSÕES (LKT) a serem determinadas



# RESOLUÇÃO DE CIRCUITOS

RESOLVER UM CIRCUITO É DETERMINAR AS TENSÕES E CORRENTES DE  
**TODOS** OS ELEMENTOS DO CIRCUITO

**ABORDAGEM SISTEMÁTICA PARA RESOLUÇÃO DE CIRCUITOS MAIS COMPLEXOS**

$b_e$ : número de ramos essenciais

$n_e$ : número de nós essenciais

número de equações nodais independentes necessárias (LKC) =  $n_e - 1$

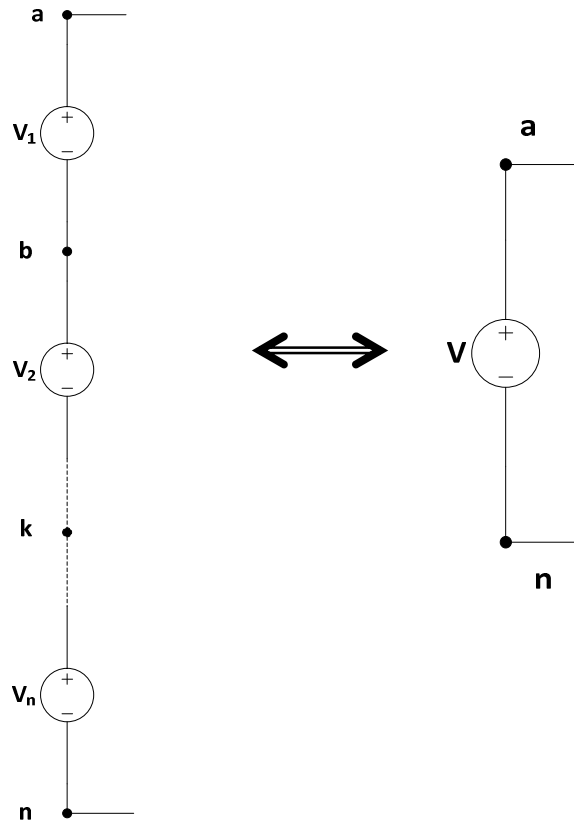
número de equações de tensões necessárias (LKT) =  $b_e - (n_e - 1)$

A estas equações, agrega-se as equações dos elementos e fontes dependentes do circuito

# RESOLUÇÃO DE CIRCUITOS

## OUTRAS SIMPLIFICAÇÕES

### FONTES DE TENSÃO INDEPENDENTES EM SÉRIE

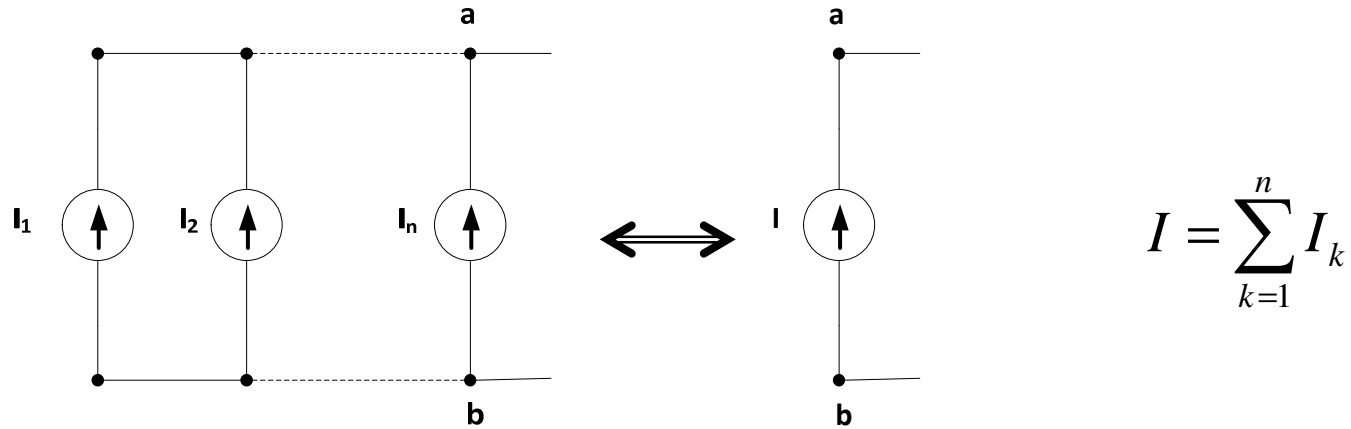


$$V = \sum_{k=1}^n V_k$$

# RESOLUÇÃO DE CIRCUITOS

## OUTRAS SIMPLIFICAÇÕES

### FONTES DE CORRENTE INDEPENDENTES EM PARALELO

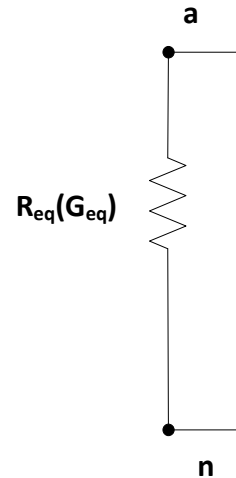
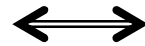
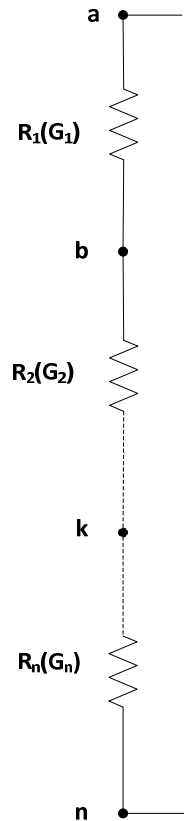


$$I = \sum_{k=1}^n I_k$$

# RESOLUÇÃO DE CIRCUITOS

## OUTRAS SIMPLIFICAÇÕES

### RESISTÊNCIAS (CONDUTÂNCIAS) EM SÉRIE



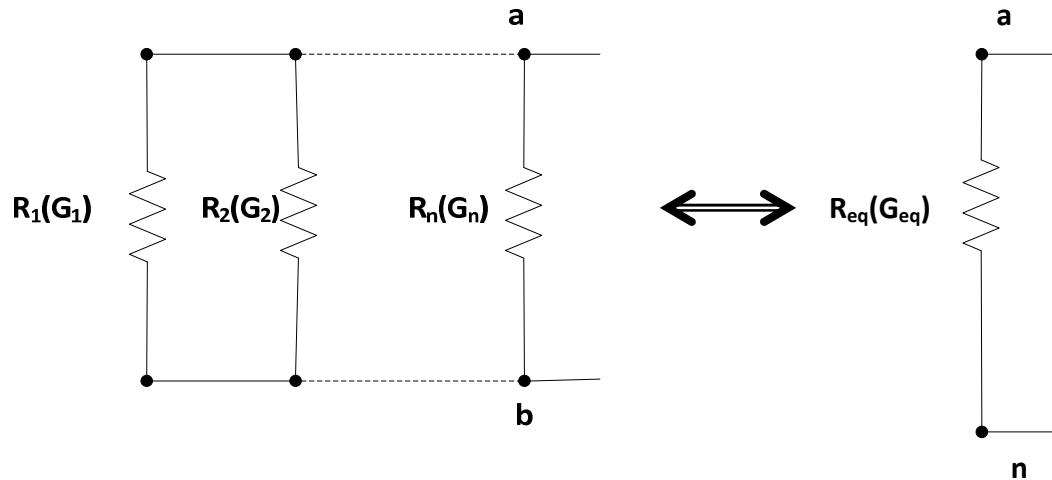
$$R_{eq} = \sum_{k=1}^n R_k$$

$$\frac{1}{G_{eq}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{G_k}$$

# RESOLUÇÃO DE CIRCUITOS

## OUTRAS SIMPLIFICAÇÕES

### RESISTÊNCIAS (CONDUTÂNCIAS) EM PARALELO



$$G_{eq} = \sum_{k=1}^n G_k$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}$$