

Monitoria - Circuitos 1

Equacionamento $2b \times 2b$ sem fonte controlada

Definição: Análise de circuito elétrico

- Dado um C.E. conhecido, obter a corrente e a tensão sobre cada um dos seus elementos. Por circuito elétrico conhecido, entende-se que:
 - - é fornecido o esquemático contendo os símbolos e as conexões entre os terminais de elementos;
 - - para cada elemento de 2 terminais presente no circuito, conhece-se 1 equação, chamada de característica, que relaciona a corrente e a tensão sobre ele.

A análise é feita através do seguinte procedimento:

- 1) Definição das incógnitas: para um circuito contendo b bipolos, definir $2b$ incógnitas da seguinte forma:
 - 1.a) Para cada um dos b elementos, definir uma corrente sobre ele, escolhendo um sentido arbitrário (há sempre duas possibilidades) e chamando-a de I (letra i em maiúsculo) com um índice (letra ou número qualquer). Ex: I_a , I_b , I_1 , I_2 ...

Definição: Análise de circuito elétrico

1.b) para cada um dos b elementos, definir uma tensão sobre ele, escolhendo uma polaridade arbitrária (há sempre 2 possibilidades) e chamando-a de V com um índice qualquer.

3) Resolver o sistema algébrico linear de $2b$ equações em $2b$ incógnitas ($2b \times 2b$) obtido no passo 2.

2) obter um conjunto de $2b$ equações linearmente independentes (li) entre si nas $2b$ incógnitas definidas no passo 1. Nesse momento, destaca-se que, para a realização desse passo 2, é fundamental conhecer o comportamento de cada elemento presente no circuito e as leis de Kirchoff.

Leis de Kirchhoff

Nó: é um ponto que conecta 2 ou mais terminais de elementos diferentes.

LEI DAS CORRENTES DE KIRCHHOFF (LCK): a soma das correntes que entram em um nó é igual à soma das correntes que saem desse mesmo nó.

Informação importante: em um circuito com n nós, é possível obter $(n-1)$ equações linearmente independentes ($\sum i = 0$) através da aplicação da LCK. Para obter um conjunto de $(n-1)$ equações $\sum i = 0$, aplicar a LCK uma vez em cada nó, exceto em um nó, sendo que a escolha de qual nó onde não aplicar a LCK é arbitrária.

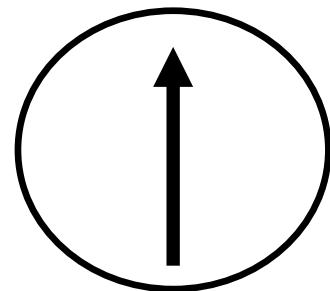
- Malha: é o caminho fechado obtido percorrendo elementos de circuito que não contém, dentro de si, nenhum outro caminho fechado.
- LEIS DAS TENSÕES DE KIRCHHOFF (LTK): a “soma” das tensões sobre os elementos que compõem um caminho fechado é zero. Para determinar os sinais, percorrer todos os elementos de um mesmo caminho fechado no mesmo sentido (horário ou anti-horário). Será positivo para a tensão sobre o elemento se o primeiro terminal encontrado for + da sua polaridade. Será - caso contrário.

Formulação Básica para Circuitos $2b \times 2b$

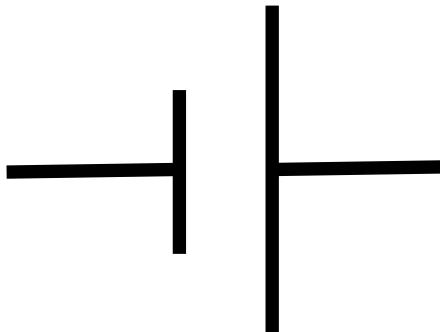
- Enunciado: dado um circuito conhecido, obter as tensões e correntes sobre todos os elementos.
 - Procedimento: algoritmo $2b \times 2b$
- 1) Definição das incógnitas: para um circuito contendo b elementos, definir $2b$ incógnitas da seguinte forma:
 - a) Definir uma corrente com sentido arbitrário para cada um dos b elementos do circuito.
 - b) Definir uma tensão com polaridade arbitrária para cada um dos b elementos do circuito.
 - 2) Obter um conjunto de $2b$ equações l.i. nas $2b$ incógnitas definidas no passo 1 da seguinte forma:
 - a) Obter a equação característica de cada um dos b elementos do circuito, obtendo b equações l.i.
 - b) Aplicar as leis de kirchhoff para obter b equações l.i. da seguinte forma:
 - b.1) obter $(n-1)$ equações l.i. aplicando a LCK uma vez em cada um dos n nós do circuito, exceto em um nó (a escolha do nó onde não aplicar é arbitrário).
 - b.2) obter l equações l.i. aplicando a LTK uma vez em cada uma das l malhas do circuito.
 - IMPORTANTE: em circuitos contendo apenas bipolos, sempre vale a equação topológica $b = (n-1)+l$.
 - 3) Resolver o sistema algébrico linear de $2b$ equações em $2b$ incógnitas ($2b \times 2b$) obtido no passo 2.

Definição de fontes - Independentes

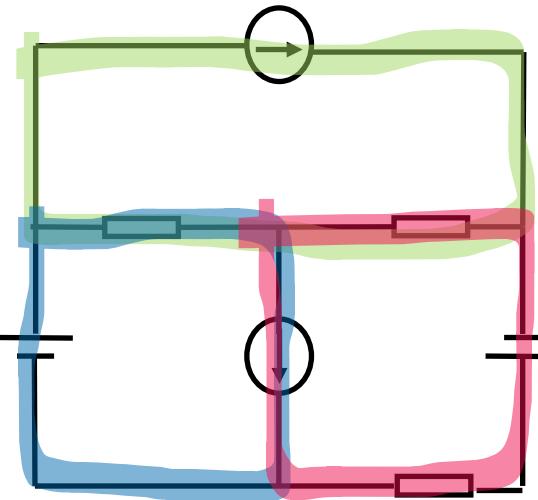
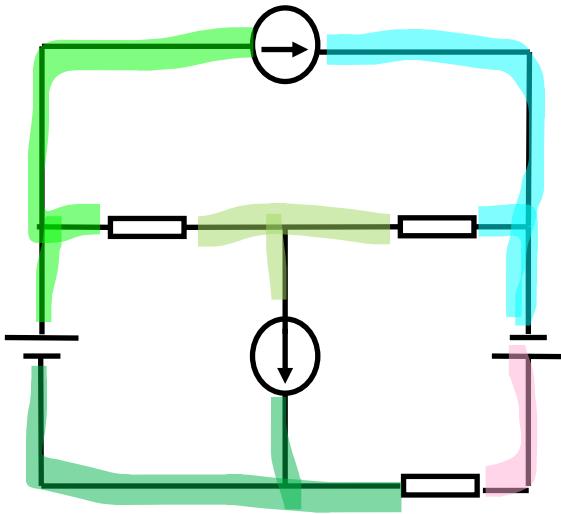
Corrente



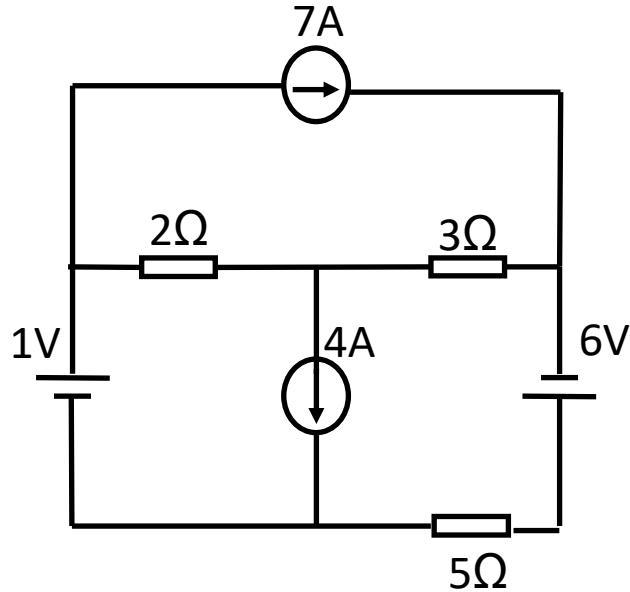
+ -
Tensão



Definições Iniciais



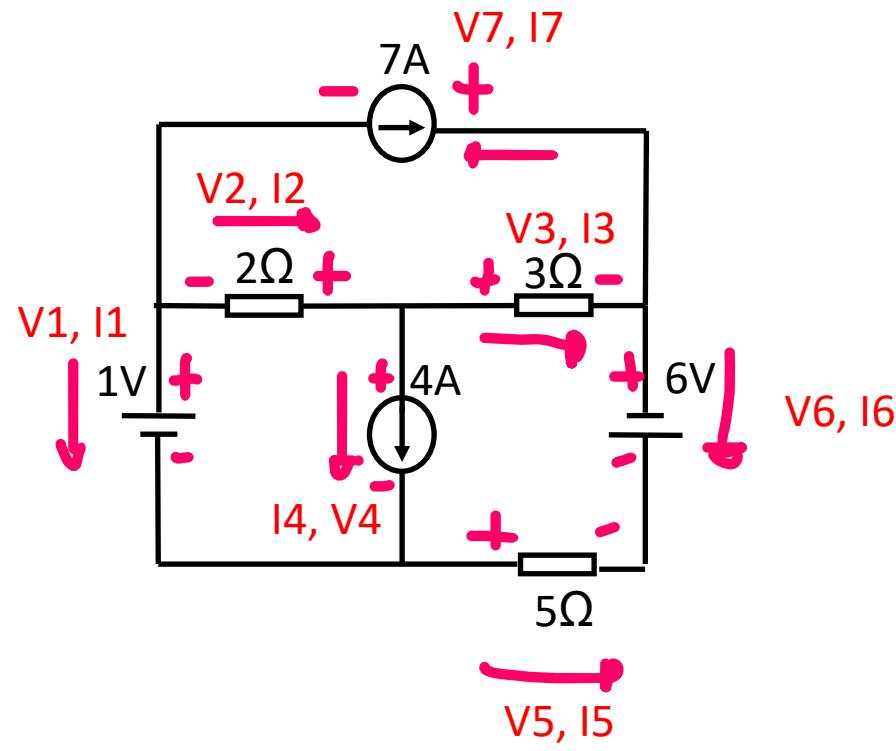
Exemplo 1



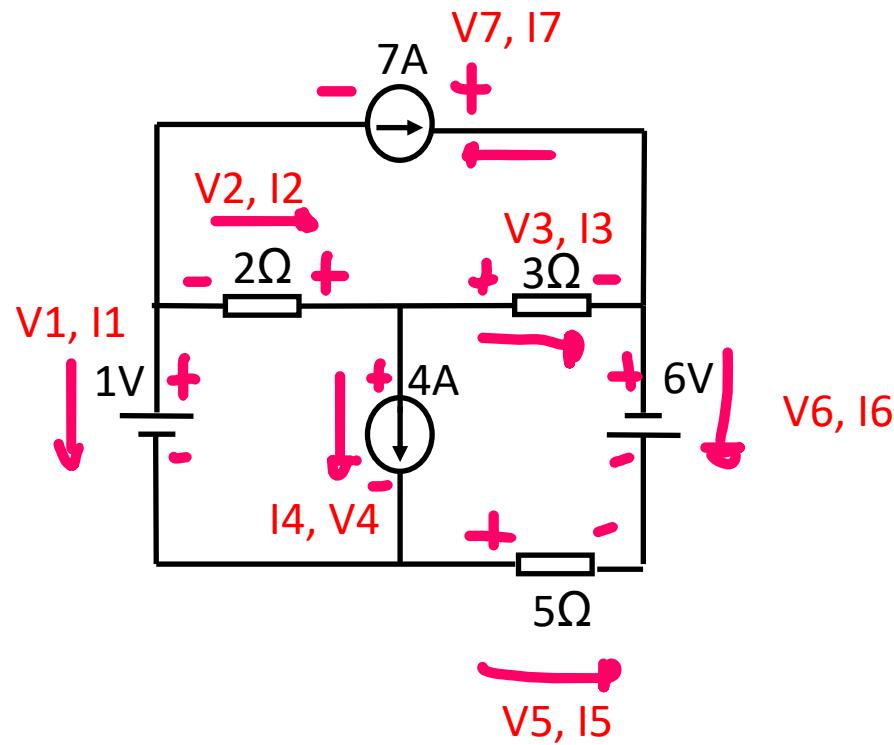
Enunciado: dado um circuito conhecido, obter as tensões e correntes sobre todos os elementos.

Procedimento: algoritmo $2b \times 2b$

- 1) Definição das incógnitas: para um circuito contendo b elementos, definir $2b$ incógnitas da seguinte forma:
 - a) Definir uma corrente com sentido arbitrário para cada um dos b elementos do circuito.
 - b) Definir uma tensão com polaridade arbitrária para cada um dos b elementos do circuito.



- IA) $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7$
 IB) $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7$



- 2) Obter um conjunto de $2b$ equações l-i nas $2b$ incógnitas definidas no passo 1 da seguinte forma:
 a) Obter a equação característica de cada um dos b elementos do circuito, obtendo b equações l-i.

2A)

$$V1 = +1V \quad (1)$$

$$V3 = +3*I3 \quad (2) \quad U=RI$$

$$I4 = 4A \quad (3)$$

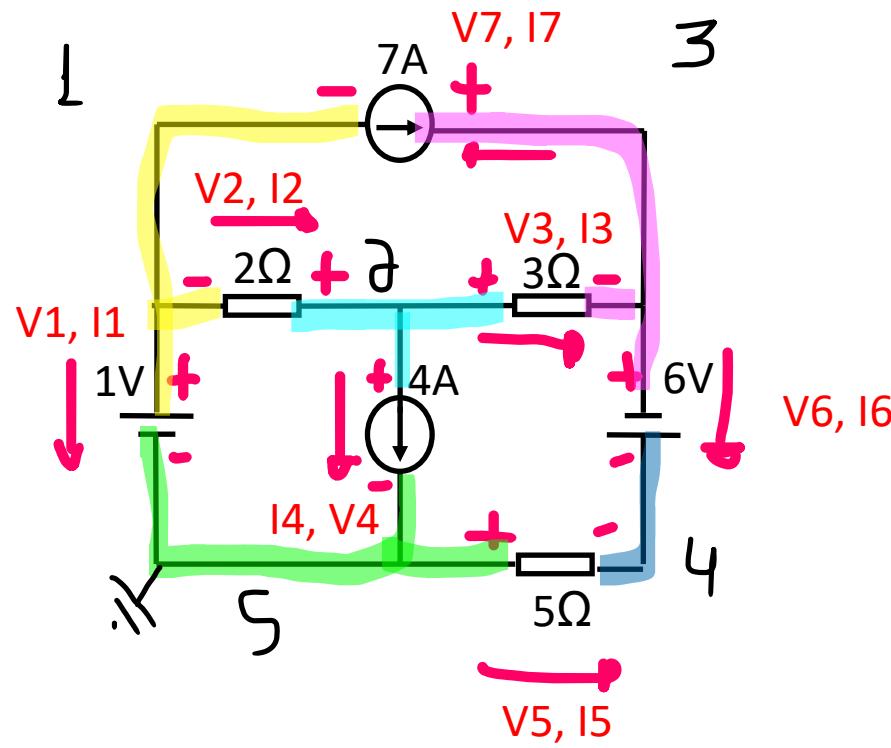
$$V5 = +5*I5 \quad (4) \quad U=RI$$

$$V6 = -6V \quad (5)$$

$$I7 = -7A \quad (6)$$

$$V2 = -2*I2 \quad (7) \quad U=RI$$

$$\text{J} = 7$$



2) Aplicar as leis de kirchhoff para obter b equações
l.i. da seguinte forma:

b.1) obter $(n-1)$ equações l.i. aplicando a LCK uma vez em cada um dos n nós do circuito, exceto em um nó (a escolha do nó onde não aplicar é arbitrário).

b.2) obter l equações l.i. aplicando a LTK uma vez em cada uma das l malhas do circuito.

2 B 1) LCK

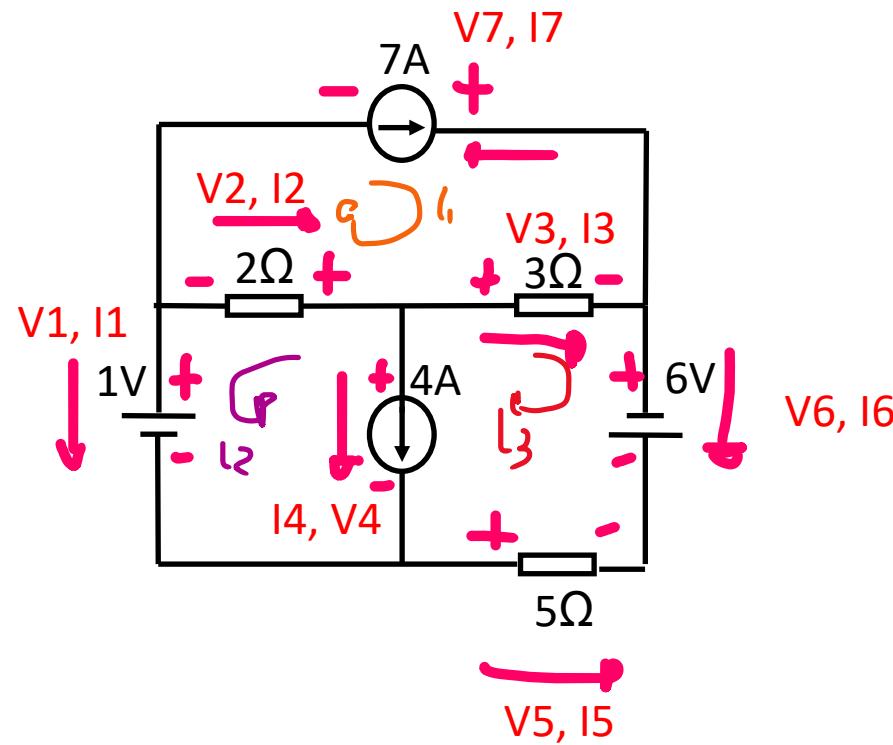
$$\text{NÓ 1: } I_7 = I_2 + I_1 \quad (8)$$

$$\text{NÓ 2: } I_2 = I_3 + I_4 \quad (9)$$

$$\text{NÓ 3: } I_3 = I_6 + I_7 \quad (10)$$

$$\text{NÓ 4: } I_5 + I_6 = 0 \quad (11)$$

$$m = 4$$



2) Aplicar as leis de kirchhoff para obter b equações
l.i. da seguinte forma:

b.1) obter $(n-1)$ equações l.i. aplicando a LCK
uma vez em cada um dos n nós do circuito,
exceto em um nó (a escolha do nó onde não
aplicar é arbitrário).

b.2) obter l equações l.i. aplicando a LTK uma
vez em cada uma das l malhas do circuito.

2B2) LTK

$$L1: V2 - V7 - V3 = 0 \quad (12)$$

$$L2: V1 - V4 + V2 = 0 \quad (13)$$

$$L3: V3 + V6 - V5 - V4 = 0 \quad (14)$$

$$\oint = 3$$

Equacionamento final exemplo 1

2 B 1) LCK

$$\text{NÓ 1: } I_7 = I_2 + I_1 \quad (8)$$

$$\text{NÓ 2: } I_2 = I_3 + I_4 \quad (9)$$

$$\text{NÓ 3: } I_3 = I_6 + I_7 \quad (10)$$

$$\text{NÓ 4: } I_5 + I_6 = 0 \quad (11)$$

2A)

$$V_1 = +1V \quad (1) \qquad V_6 = -6V \quad (5)$$

$$V_3 = +3*I_3 \quad (2) \quad U=RI \qquad I_7 = -7A \quad (6)$$

$$I_4 = 4A \quad (3) \qquad V_2 = -2*I_2 \quad (7) \quad U=RI$$

$$V_5 = +5*I_5 \quad (4) \quad U=RI$$

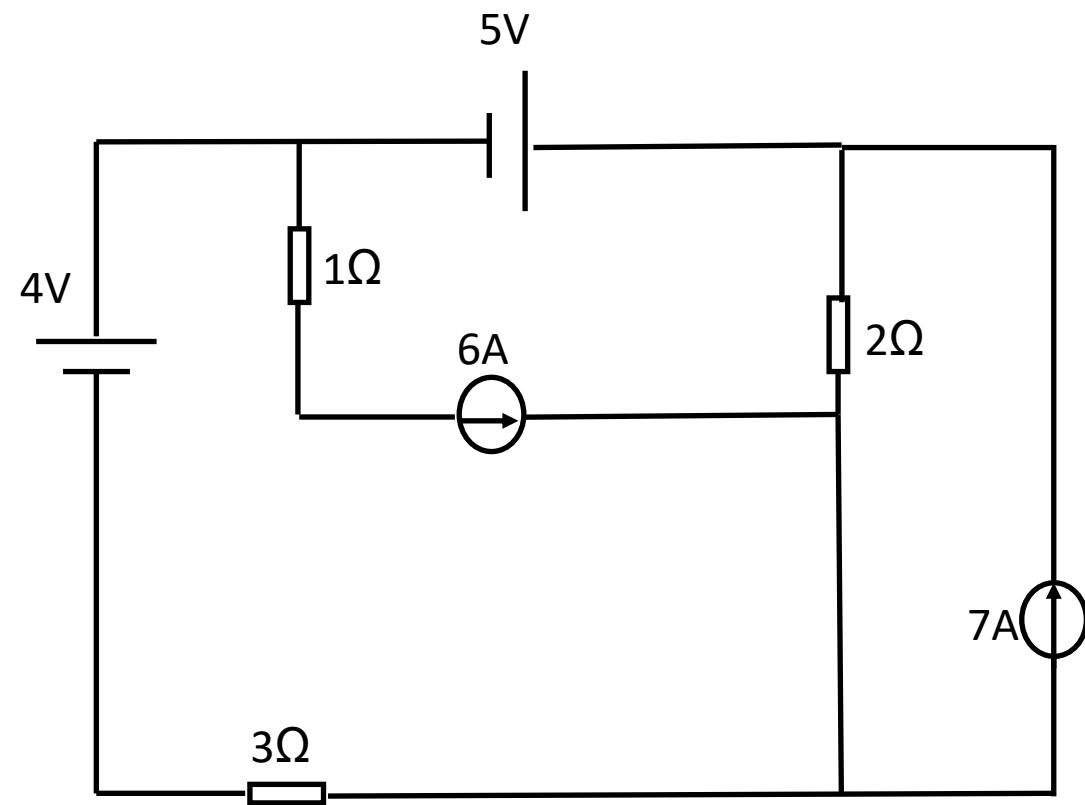
2B2) LTK

$$L1: V_2 - V_7 - V_3 = 0 \quad (12)$$

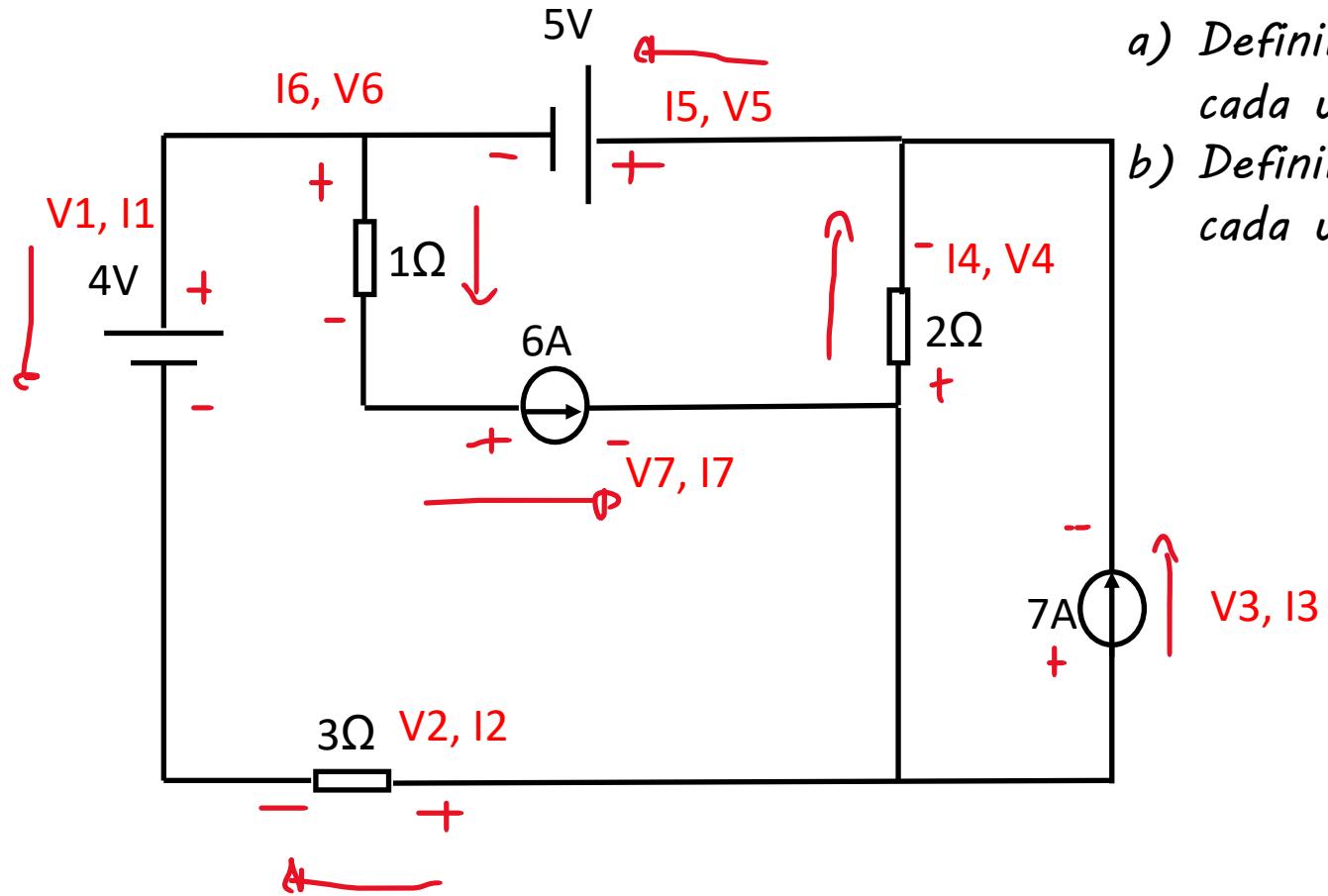
$$L2: V_1 - V_4 + V_2 = 0 \quad (13)$$

$$L3: V_3 + V_6 - V_5 - V_4 = 0 \quad (14)$$

Exemplo 2



Exemplo 2



Procedimento: algoritmo $2b \times 2b$

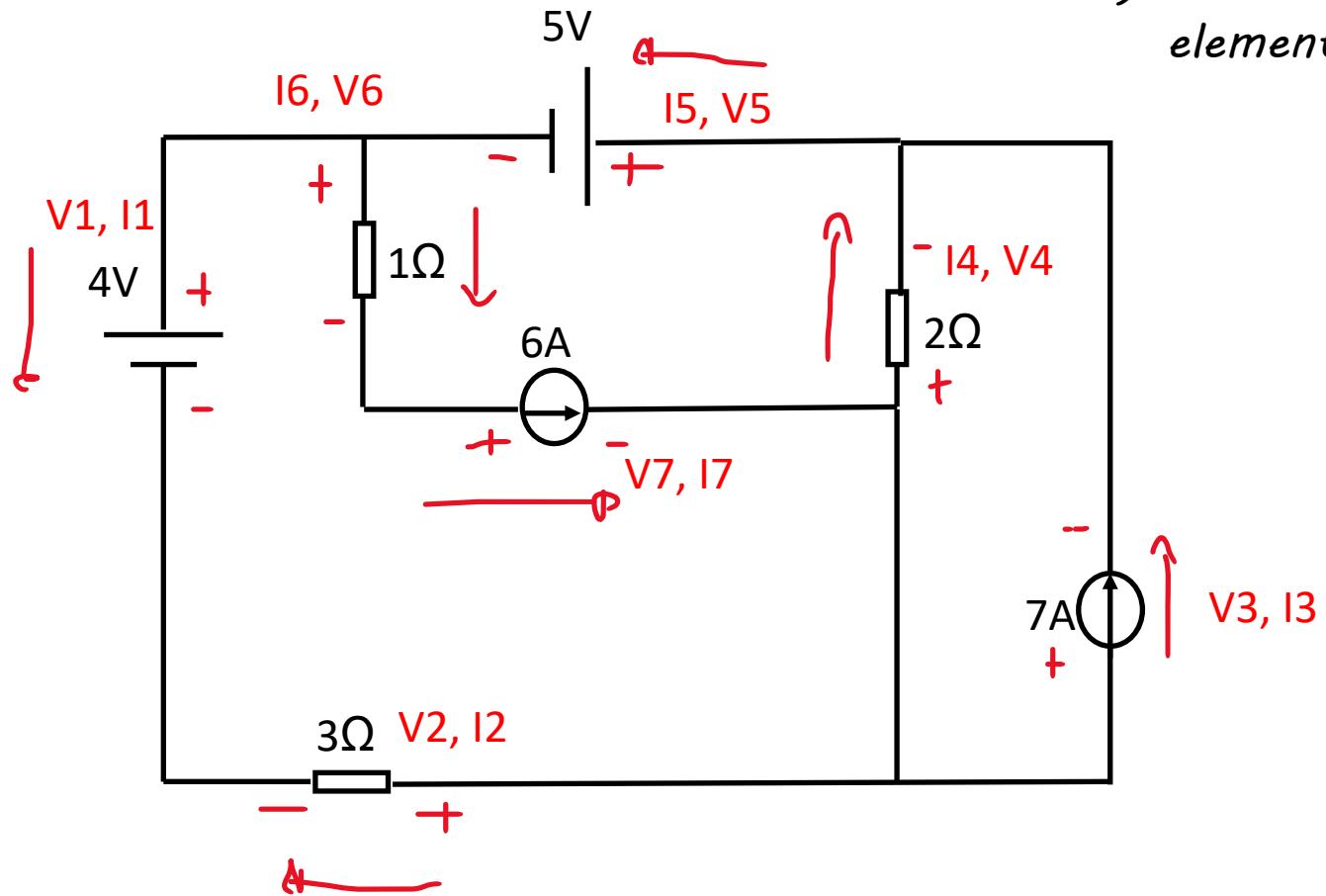
- 1) Definição das incógnitas: para um circuito contendo b elementos, definir $2b$ incógnitas da seguinte forma:
 - a) Definir uma corrente com sentido arbitrário para cada um dos b elementos do circuito.
 - b) Definir uma tensão com polaridade arbitrária para cada um dos b elementos do circuito.

TENSÃO: $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7$

CORRENTE: $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7$

7 ELEMENTOS = 14EQ

Exemplo 2

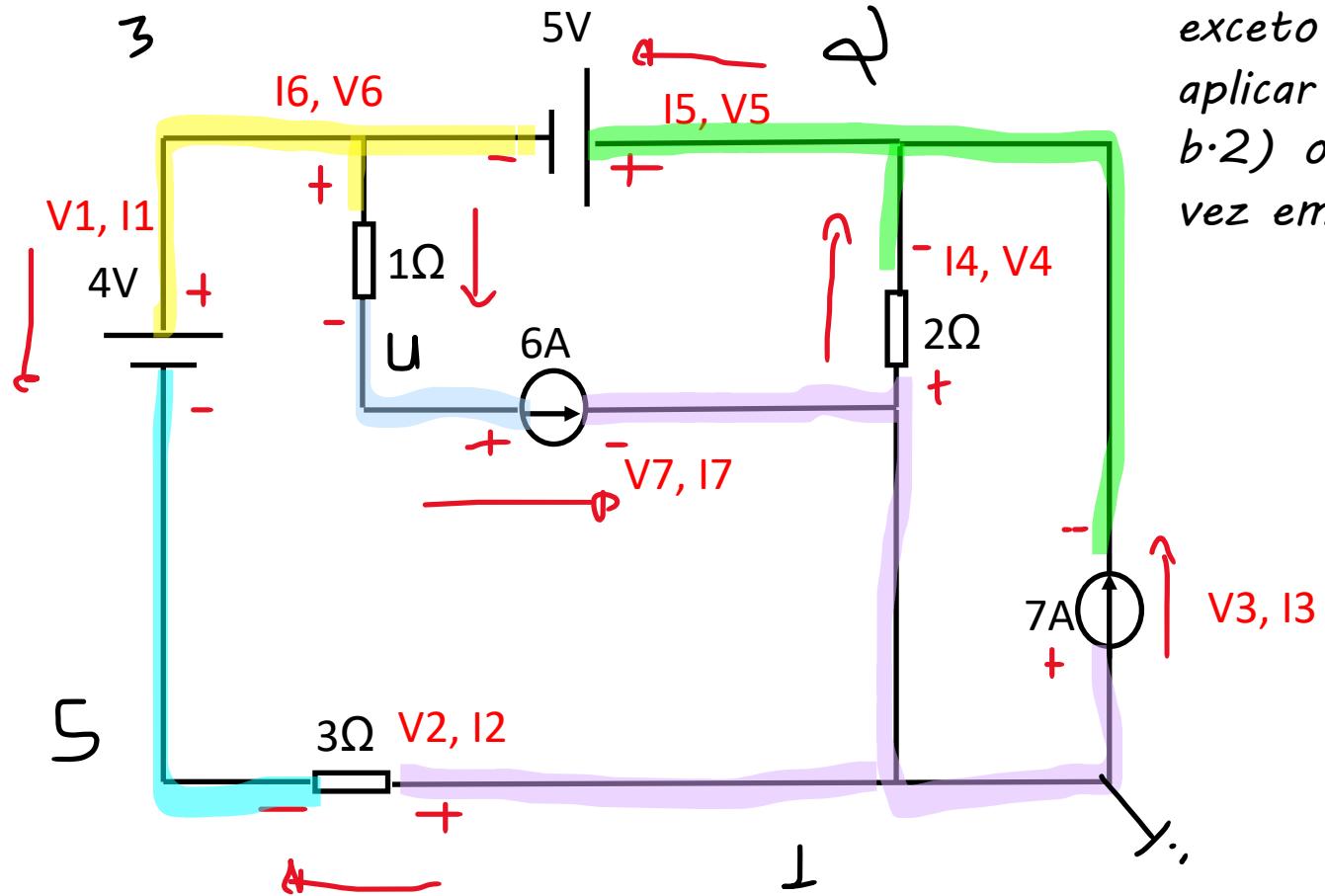


2) Obter um conjunto de $2b$ equações $I \cdot i$ nas $2b$ incógnitas definidas no passo 1 da seguinte forma:

a) Obter a equação característica de cada um dos b elementos do circuito, obtendo b equações $I \cdot i$:

- 1) $V_1 = 4V$
- 2) $V_2 = 3 \cdot I_2$
- 3) $I_3 = 7A$
- 4) $V_4 = 2 \cdot I_4$
- 5) $V_5 = 5V$
- 6) $V_6 = 1 \cdot I_6$
- 7) $I_7 = 6A$

Exemplo 2



2) Aplicar as leis de kirchhoff para obter b equações l.i. da seguinte forma:

b.1) obter $(n-1)$ equações l.i. aplicando a LCK uma vez em cada um dos n nós do circuito, exceto em um nó (a escolha do nó onde não aplicar é arbitrário).

b.2) obter l equações l.i. aplicando a LTK uma vez em cada uma das l malhas do circuito.

LCK

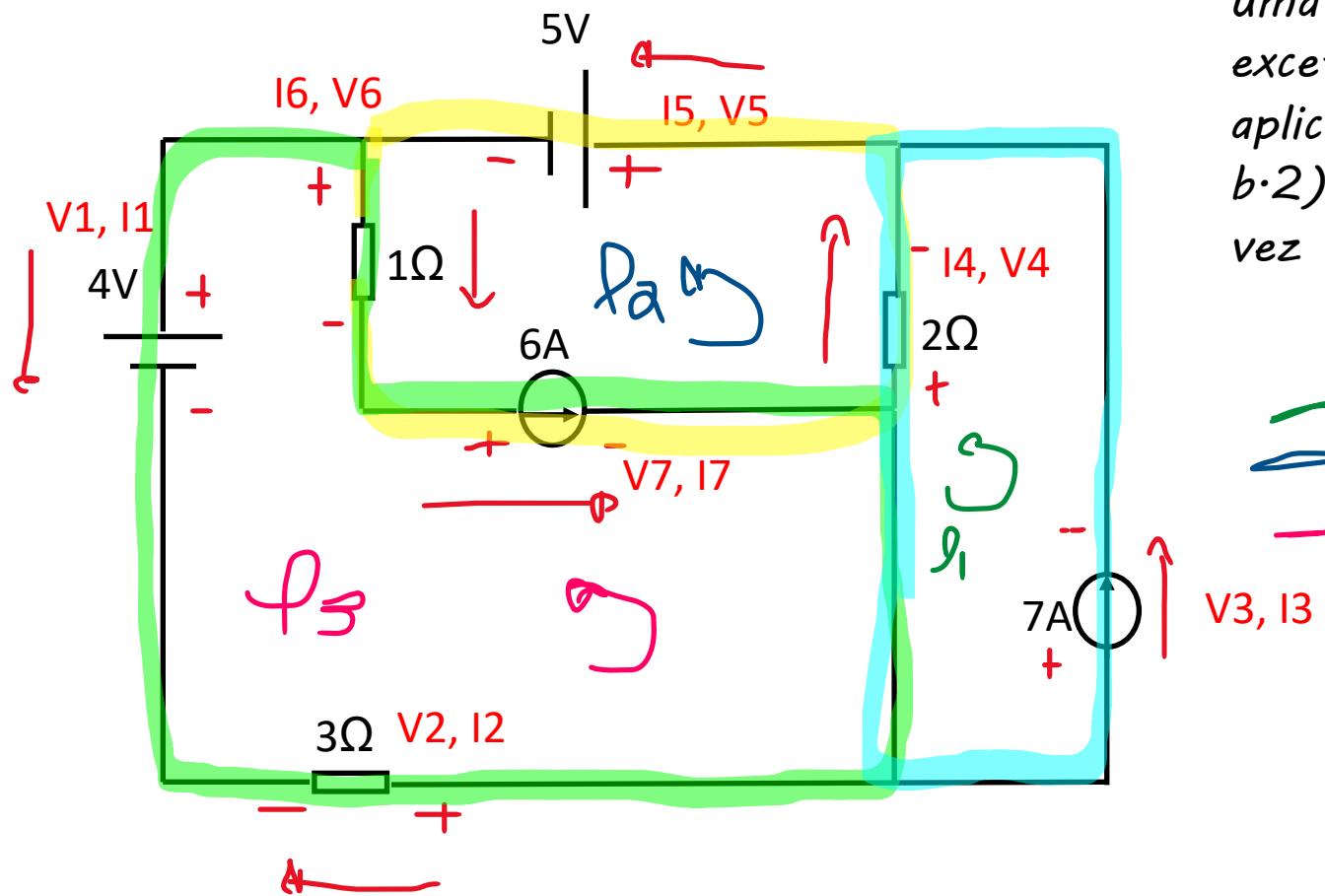
$$8) \text{ NÓ 2: } I_3 + I_4 = I_5$$

$$9) \text{ NÓ 3: } I_5 = I_6 + I_1$$

$$10) \text{ NÓ 5: } I_1 + I_2 = 0$$

$$11) \text{ NÓ 4: } I_6 = I_7$$

Exemplo 2



2) Aplicar as leis de kirchhoff para obter b equações
1-i. da seguinte forma:

b.1) obter $(n-1)$ equações 1-i. aplicando a LCK uma vez em cada um dos n nós do circuito, exceto em um nó (a escolha do nó onde não aplicar é arbitrário).

b.2) obter l equações 1-i. aplicando a LTK uma vez em cada uma das l malhas do circuito.

LTK

$$12) V_3 - V_4 = 0 \text{ (L1)}$$

$$13) V_4 + V_5 + V_6 + V_7 = 0 \text{ (L2)}$$

$$14) -V_6 + V_1 - V_2 - V_7 = 0 \text{ (L3)}$$

Equacionamento final exemplo 2

- 1) $V_1 = 4V$
- 2) $V_2 = 3*I_2$
- 3) $I_3 = 7A$
- 4) $V_4 = 2*I_4$
- 5) $V_5 = 5V$
- 6) $V_6 = 1*I_6$
- 7) $I_7 = 6A$

LTK

- 12) $V_3 - V_4 = 0 \text{ (L1)}$
- 13) $V_4 + V_5 + V_6 + V_7 = 0 \text{ (L2)}$
- 14) $-V_6 + V_1 - V_2 - V_7 = 0 \text{ (L3)}$

LCK

- 8) NÓ 2: $I_3 + I_4 = I_5$
- 9) NÓ 3: $I_5 = I_6 + I_1$
- 10) NÓ 5: $I_1 + I_2 = 0$
- 11) NÓ 4: $I_6 = I_7$