

Monitoria - Circuitos 1

Equacionamento 2b x 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_l , $I_2 \dots$

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.

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 Kirchhoff.

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

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 (l.i.) através da aplicação da LCK. Para obter um conjunto de $(n-1)$ equações l.i., 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.

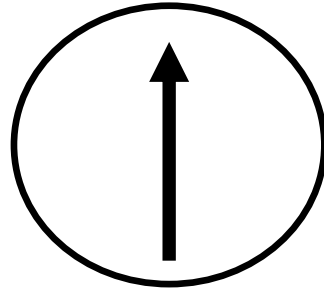
- **Malha:** é o caminho fechado obtido percorrendo elementos de circuito que não contém, dentro de si, nenhum outro caminho fechado.
- **LEIS DAS TENSÕES DE KIRCHHOFF (LTK):** a “soma” das tensões sobre os elementos que compõem um caminho fechado é zero. Para determinar os sinais, percorrer todos os 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 $2b \times 2b$

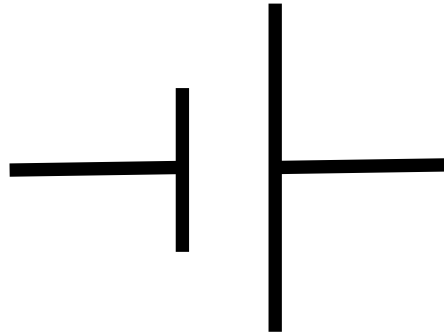
- **Enunciado:** dado um circuito conhecido, obter as tensões e correntes sobre todos os elementos.
- **Procedimento:** algoritmo $2b \times 2b$
 - 1) **Definição das incógnitas:** para um circuito contendo b elementos, definir $2b$ incógnitas da seguinte forma:
 - a) Definir uma corrente com sentido 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

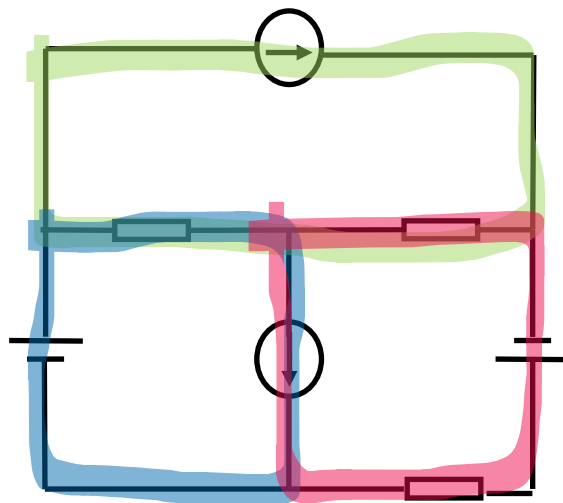
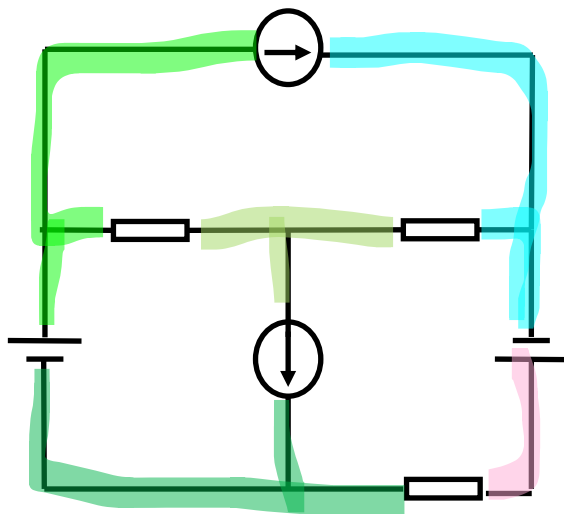

Corrente



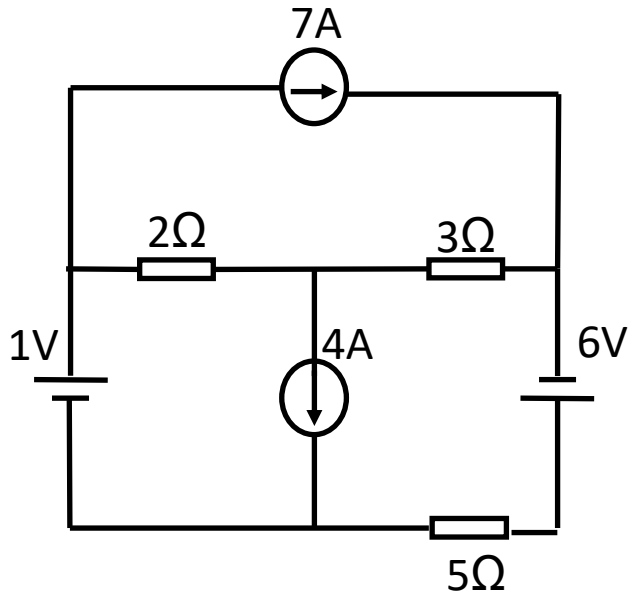
+ -
Tensão



Definições Iniciais



Exemplo 1

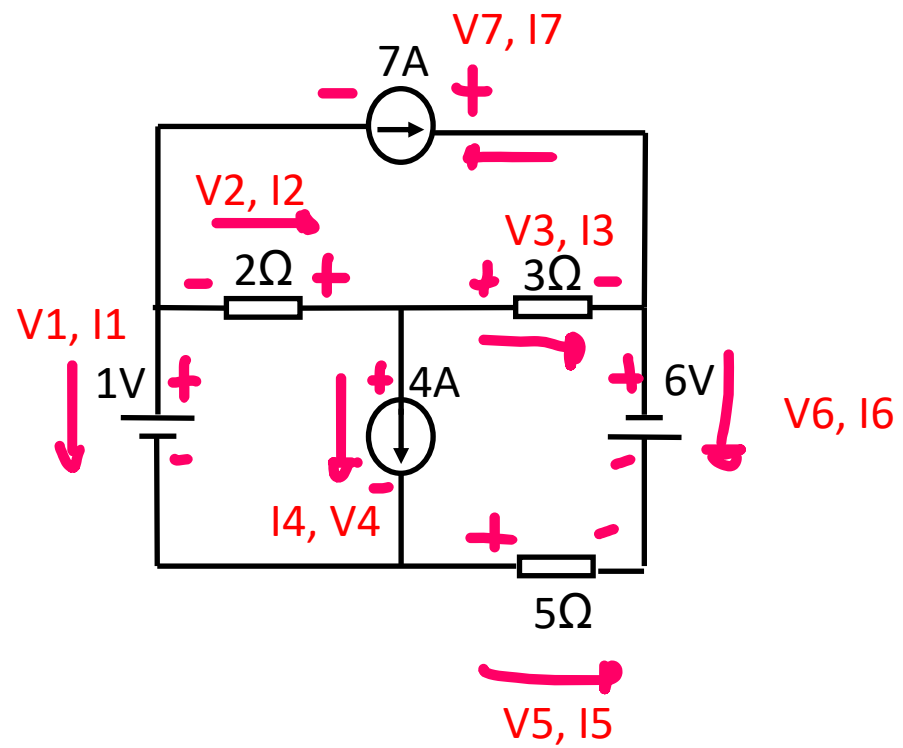


Enunciado: dado um circuito conhecido, obter as tensões e correntes sobre todos os elementos.

Procedimento: algoritmo $2b \times 2b$

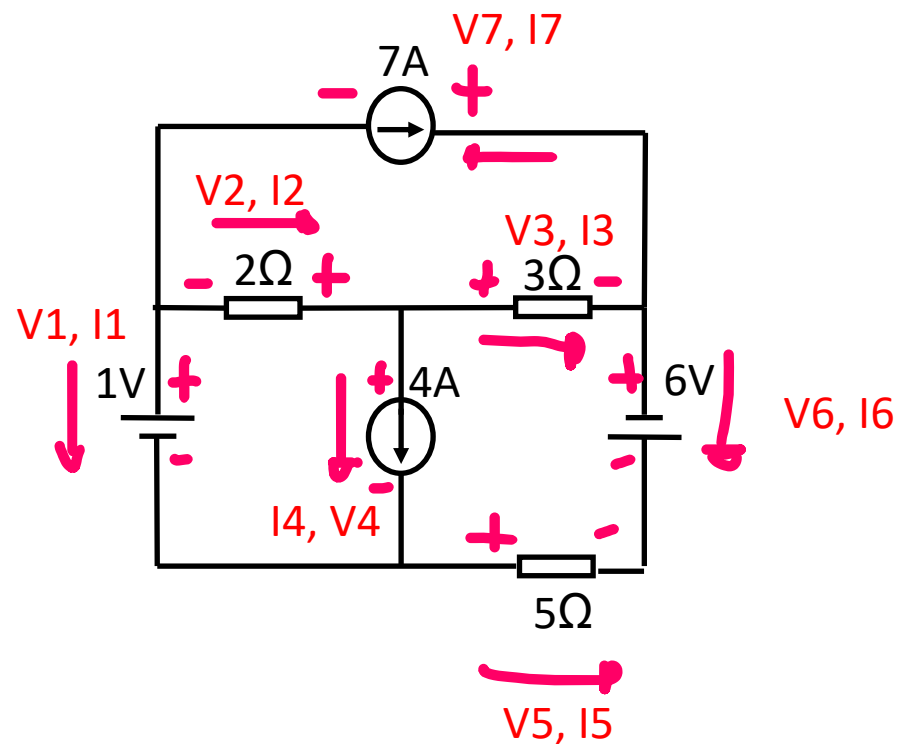
1) Definição das incógnitas: para um circuito contendo b elementos, definir $2b$ incógnitas da seguinte forma:

- 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) $I_1, I_2, I_3, I_3, I_5, I_6, I_7$

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)

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

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

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

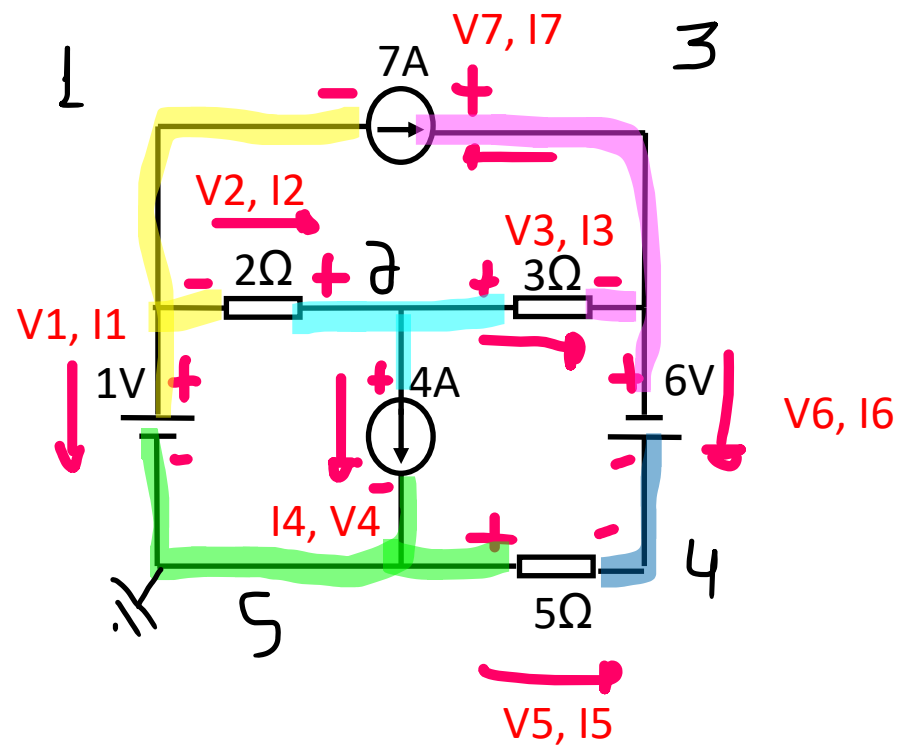
$$V5 = +5 \cdot I5 \quad (4) \quad U=RI$$

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

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

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

$$b = 7$$



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

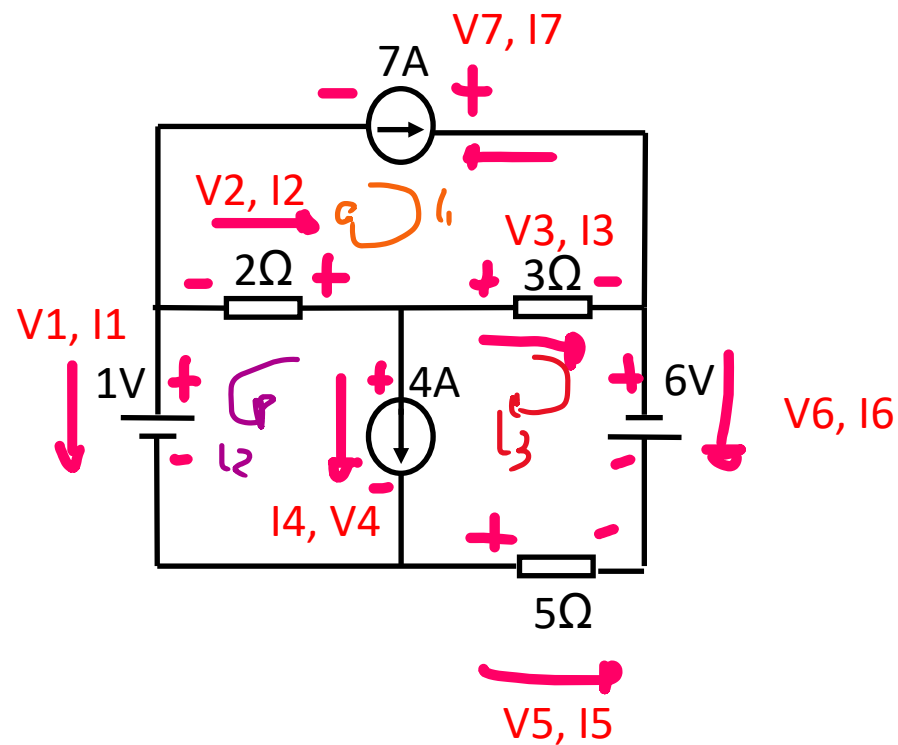
NÓ 1: $I_7 = I_2 + I_1$ (8)

NÓ 2: $I_2 = I_3 + I_4$ (9)

NÓ 3: $I_3 = I_6 + I_7$ (10)

NÓ 4: $I_5 + I_6 = 0$ (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: $V_2 - V_7 - V_3 = 0$ (12) —

L2: $V_1 - V_4 + V_2 = 0$ (13) —

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

$$J = 3$$

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)

$$V_1 = +1V \quad (1)$$

$$V_3 = +3 \cdot I_3 \quad (2) \quad U=RI$$

$$I_4 = 4A \quad (3)$$

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

$$V_6 = -6V \quad (5)$$

$$I_7 = -7A \quad (6)$$

$$V_2 = -2 \cdot I_2 \quad (7) \quad U=RI$$

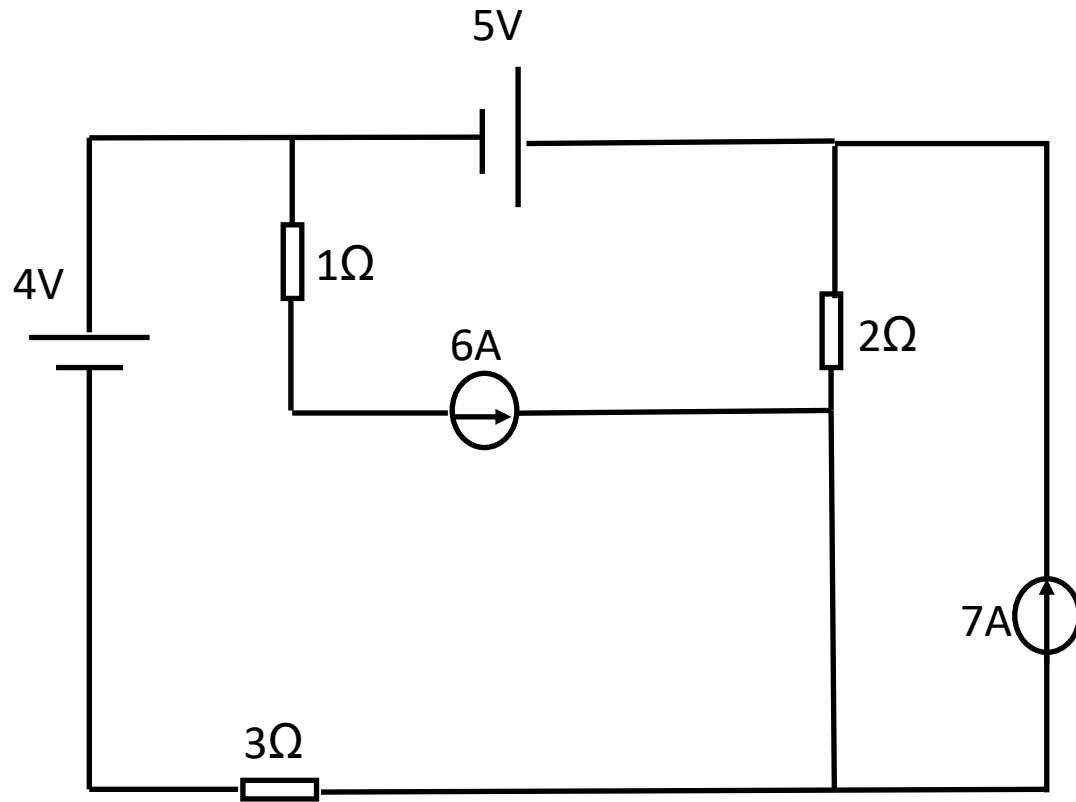
2B2) LTK

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

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

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

Exemplo 2

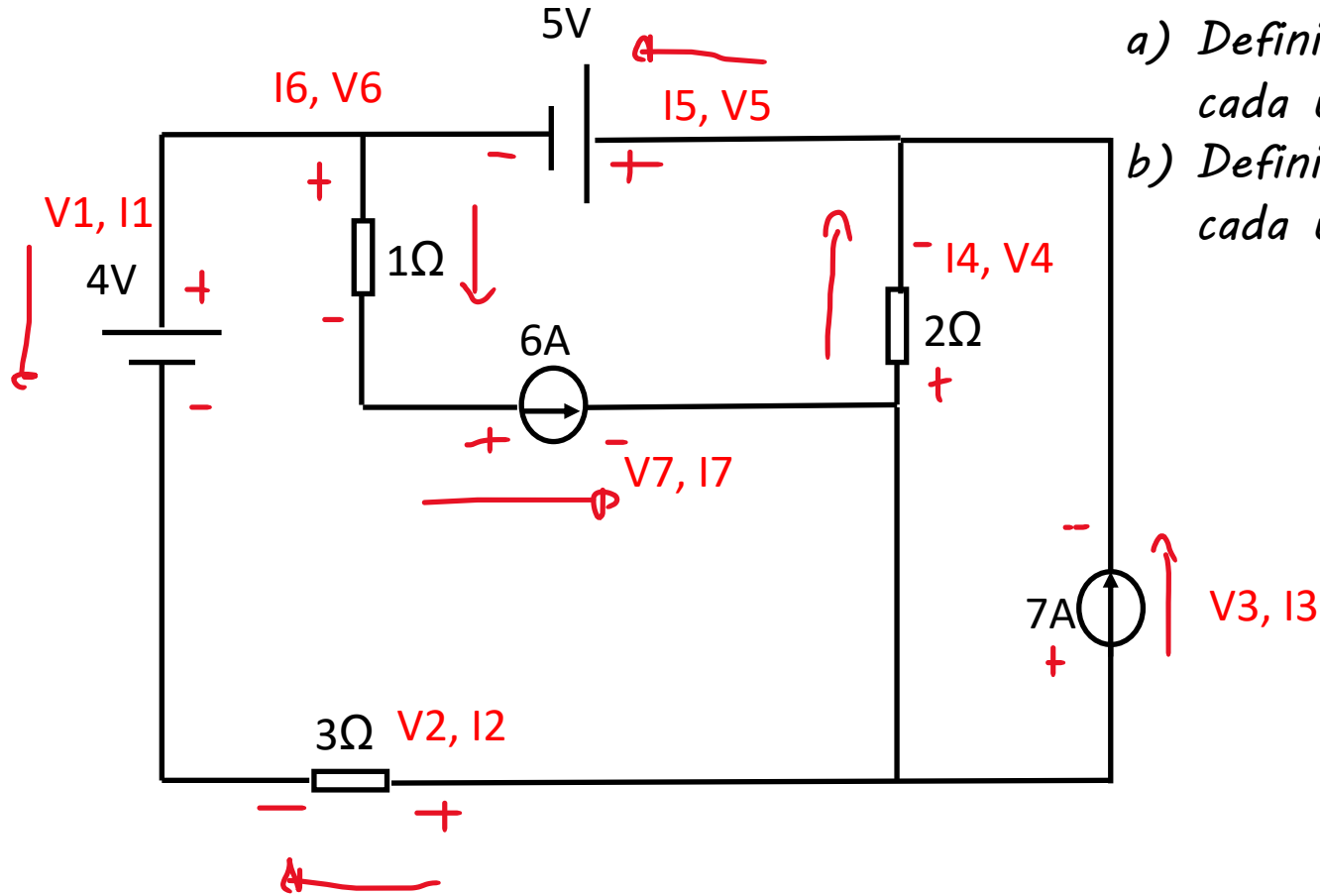


Exemplo 2

Procedimento: algoritmo $2b \times 2b$

1) Definição das incógnitas: para um circuito contendo b elementos, definir $2b$ incógnitas da seguinte forma:

- Definir uma corrente com sentido arbitrário para cada um dos b elementos do circuito.
- Definir uma tensão com polaridade arbitrária para cada um dos b elementos do circuito.



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

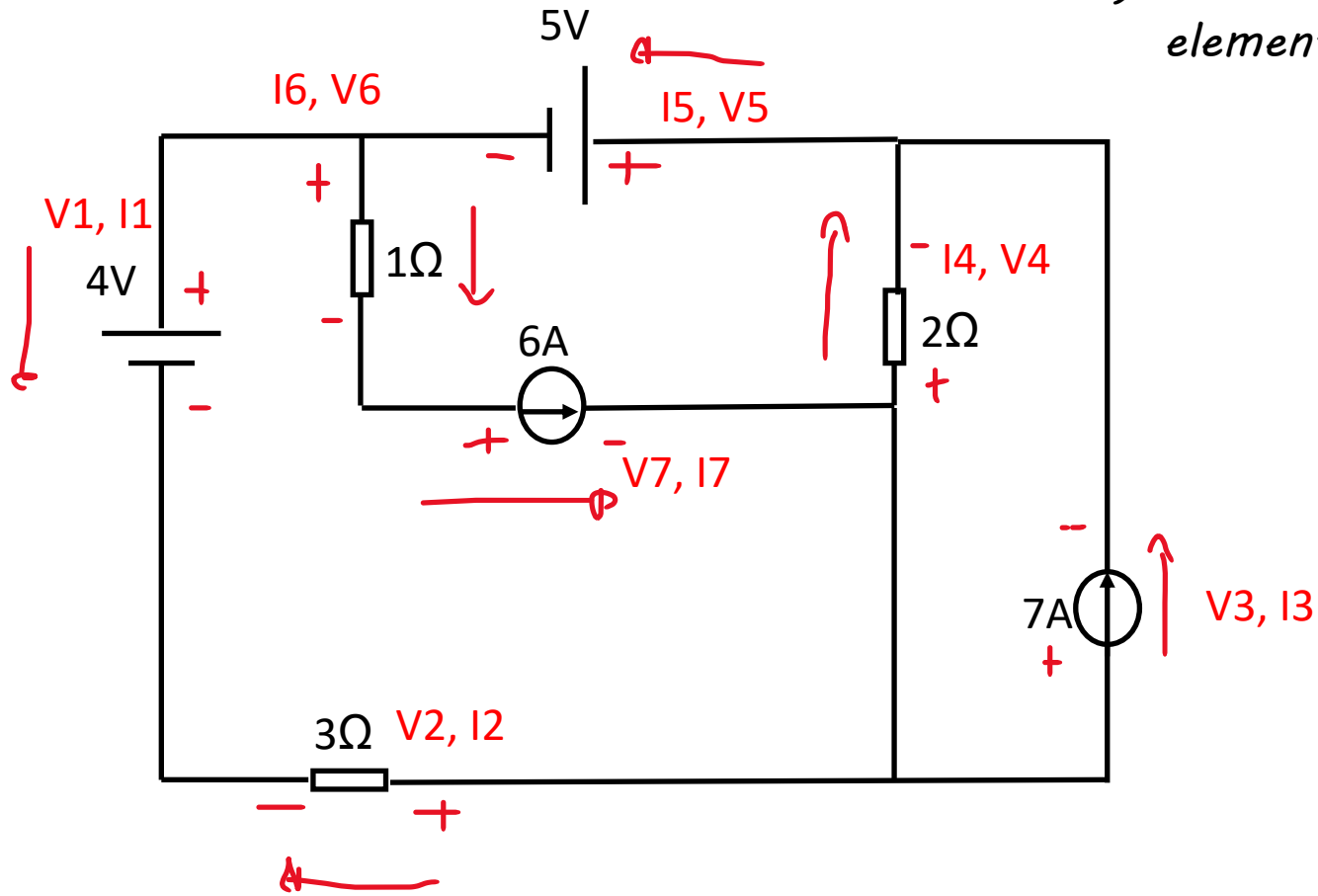
CORRENTE: $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7$

7 ELEMENTOS = 14EQ

Exemplo 2

2) Obter um conjunto de $2b$ equações 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.



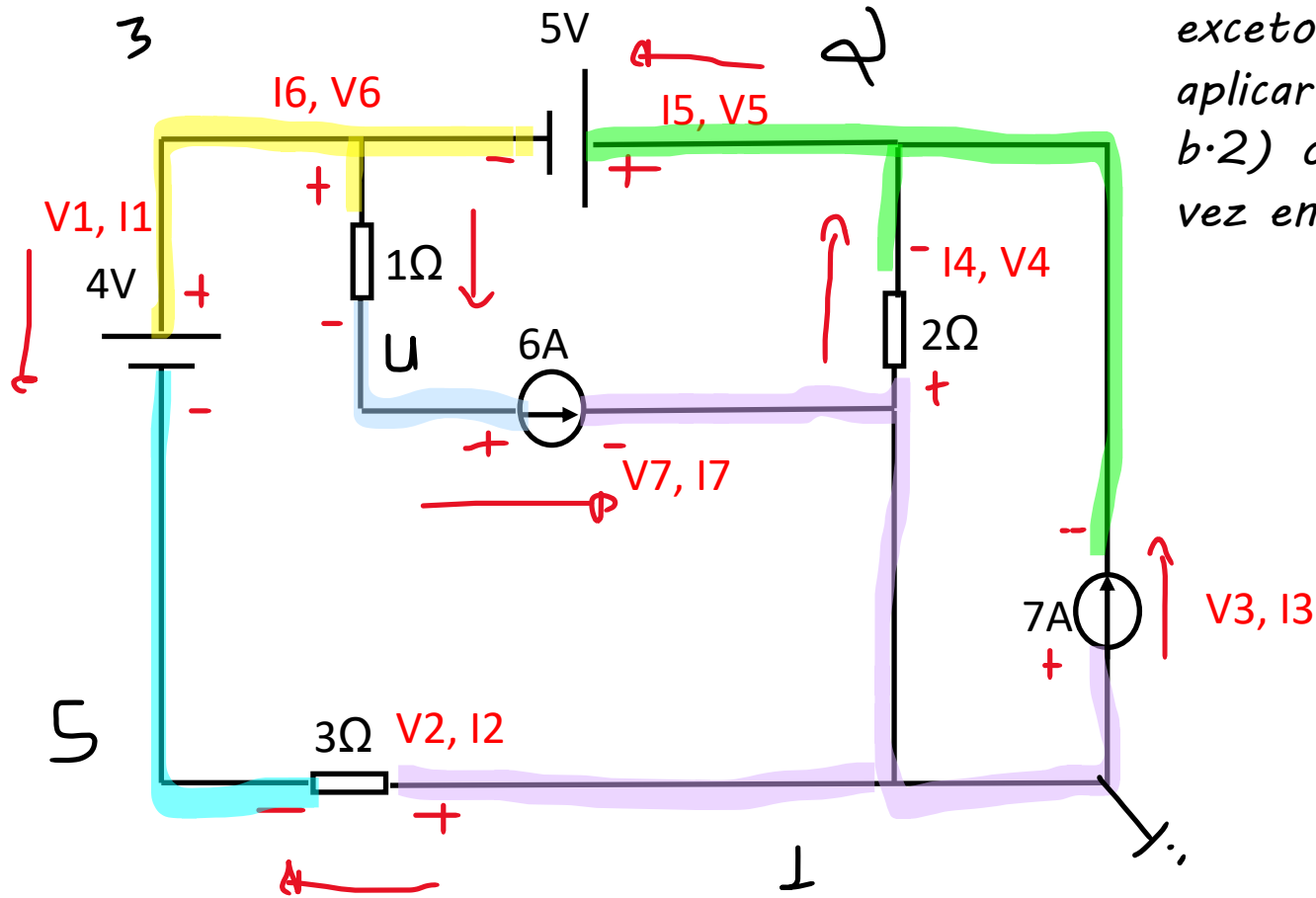
- 1) $V_1 = 4V$
- 2) $V_2 = 3 \cdot I_2$
- 3) $I_3 = 7A$
- 4) $V_4 = 2 \cdot I_4$
- 5) $V_5 = 5V$
- 6) $V_6 = 1 \cdot I_6$
- 7) $I_7 = 6A$

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) NÓ 2: $I_3 + I_4 = I_5$

9) NÓ 3: $I_5 = I_6 + I_1$

10) NÓ 5: $I_1 + I_2 = 0$

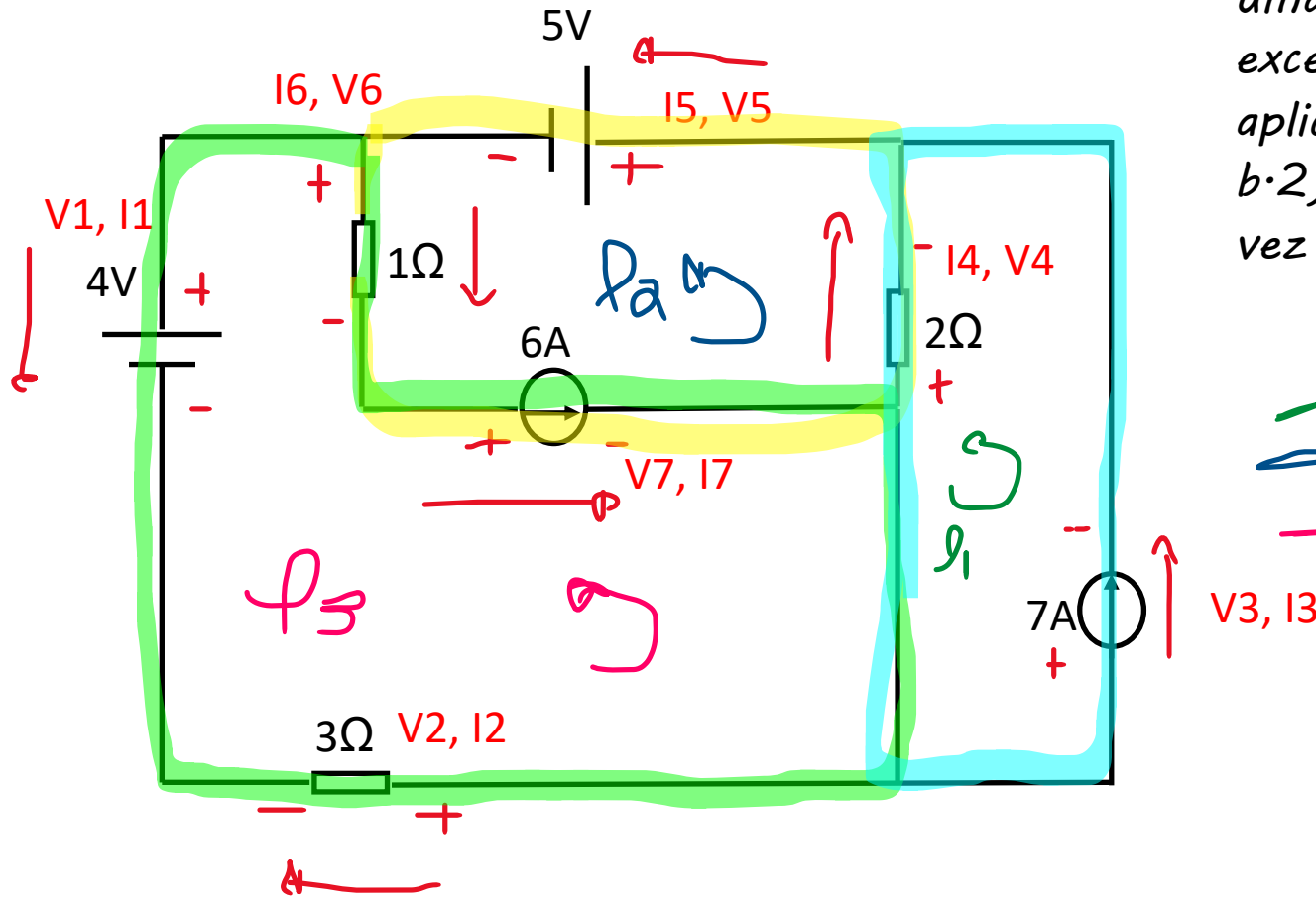
11) NÓ 4: $I_6 = I_7$

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.



LTK

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

Equacionamento final exemplo 2

- 1) $V1 = 4V$
- 2) $V2 = 3 \cdot I2$
- 3) $I3 = 7A$
- 4) $V4 = 2 \cdot I4$
- 5) $V5 = 5V$
- 6) $V6 = 1 \cdot I6$
- 7) $I7 = 6A$

LCK

- 8) NÓ 2: $I3 + I4 = I5$
- 9) NÓ 3: $I5 = I6 + I1$
- 10) NÓ 5: $I1 + I2 = 0$
- 11) NÓ 4: $I6 = I7$

LTK

- 12) $V3 - V4 = 0$ (L1)
- 13) $V4 + V5 + V6 + V7 = 0$ (L2)
- 14) $-V6 + V1 - V2 - V7 = 0$ (L3)