

Licenciatura em Engenharia Informática
FSIAP – 2020/2021

Relatório Resumo

Leis de Kirchhoff e Lei de Ohm

Autores:

[1190336] [Alexandre Rosa]

[1190452] [Bruno Pereira]

Turma: 2DM **Grupo:** 02

Data: [13/11/2020]

Docente: [Lijian Meng]

25% - Procedimento experimental e dados experimentais obtidos

No âmbito da unidade curricular de Física Aplicada, realizamos o 2 trabalho laboratorial relacionado com as leis de Kirchhoff e com a lei de Ohm.

Para tal, foi utilizada uma placa de montagem, um conjunto de resistências, fios de ligação, um multímetro e uma fonte. A fonte de alimentação foi regulada a 6,0 V.

Através da energia fornecida pela fonte, estando esta ligado em paralelo com o multímetro, este permitia-nos medir as diferentes tensões nas diferentes resistências. Como tal, inicialmente fomos verificar a resistência elétrica de cada resistência, de modo a registarmos o valor experimental. De seguida, medimos a queda de tensão aos terminais da fonte, obtendo mais uma vez o valor experimental. No ponto 4,5 e 6 montamos cada circuito de acordo com as instruções dadas e registamos as quedas de tensão nas diferentes resistências e nos diferentes circuitos. Os resultados dos procedimentos referidos anteriormente encontram-se nas seguintes tabelas:

2.

Número da Resistência	Resistência elétrica
R1	46,6 Ω
R2	472 Ω
R3	328 Ω
R4	10 kΩ
R5	998 Ω

3. $V(E) = 5,98 \text{ V}$.

4.

Número da Resistência	Queda de Tensão
R1	0,368 V
R2	3,72 V
R3	1,9 V
R4	1,9 V
R5	1,9 V

5.

Número da Resistência	Queda de Tensão
R1	0 V
R2	0 V
R6	5,98 V

6.

Número da Resistência	Queda de Tensão
R1	0,026 V
R2	0,268
R5	5,69 v
R6	5,69 v

40% - Análise dos resultados

8.

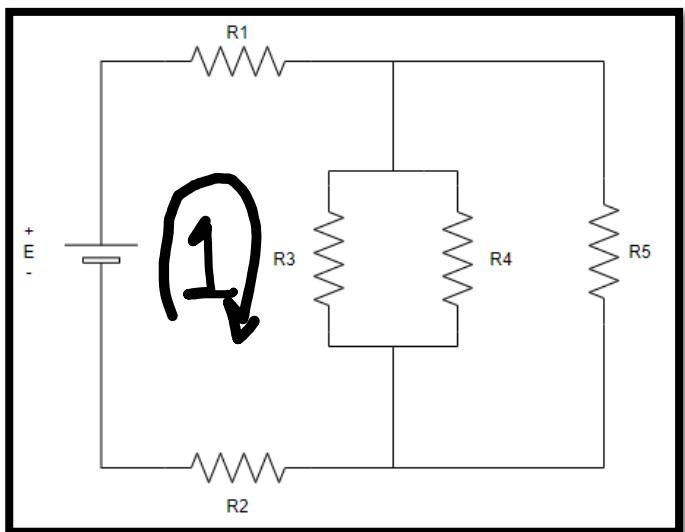


Figura 1 - Circuito Ponto 4

Como podemos ver no circuito construído no ponto 4, R_3 , R_4 e R_5 encontram-se instaladas em paralelo, logo a queda de tensão medida em cada uma é igual.

Posto isto, para provar a Lei das Malhas definimos a malha 1 com o respetivo sentido, para que o somatório das quedas de tensão no circuito seja igual a zero, $\sum V = 0$.

Cálculos efetuados:

Pela lei das malhas, temos $\sum V = 0$ e pela lei de Ohm, temos $V = RI$, então:

$$E_{\text{pilha}} = R_1 i_1 + R_2 i_2 + (R_3 \parallel R_4 \parallel R_5) i_3 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow E_{\text{pilha}} = V_1 + V_2 + V_3 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 5,98 = 0,368 + 1,90 + 3,72 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 5,98 \approx 5,988$$

calculo teórico do circuito do ponto 4:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}} = 47 + 470 + \frac{1}{\frac{1}{330} + \frac{1}{10K} + \frac{1}{1K}} = \\ = 517 + \frac{1}{4,13 \times 10^{-3}} = 759,1 \Omega$$

$$I_{pilh} = \frac{V}{R} \Rightarrow I_{pilha} = \frac{6,00}{759,1 \Omega} = 7,9 \times 10^{-3} A$$

$$V_1 = R_1 \times I = 47 \times 7,9 \times 10^{-3} = 0,37 V$$

$$V_2 = R_2 \times I = 470 \times 7,9 \times 10^{-3} = 3,71 V$$

$$R_{paralelo} = \frac{1}{\frac{1}{330} + \frac{1}{10K} + \frac{1}{1K}} = \frac{1}{4,13 \times 10^{-3}} = 242,1 \Omega$$

$$V_3 = V_4 = V_5 = 242,1 \times 7,9 \times 10^{-3} = 1,912 V$$

$$\therefore \text{erro}(V_1) = \frac{|0,37 - 0,368|}{0,37} \times 100 \approx 0,54\%$$

$$\therefore \text{erro}(V_2) = \frac{|3,71 - 3,72|}{3,71} \times 100 \approx 0,27\%$$

$$\therefore \text{erro}(V_3/V_4/V_5) = \frac{|1,912 - 1,900|}{1,912} \times 100 \approx 0,63\%$$

9.

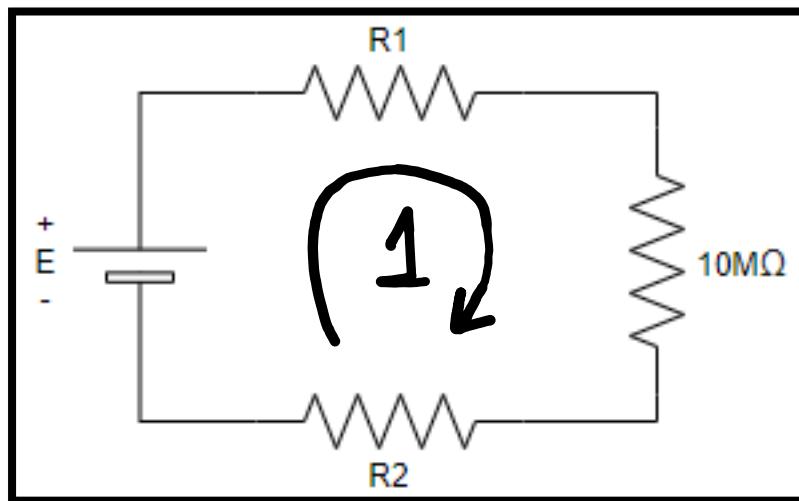


Figura 2 - Circuito Ponto 5

Na figura acima está representado o circuito do ponto 5 com a malha 1 e o seu sentido.
Pela lei das Malhas $\sum V = 0$ e pela Lei de Ohm $V = RI$, provamos que:

Pela lei das malhas, temos $\sum V = 0$ e pela lei de Ohm, temos $V = RI$. Então:

$$E = R_1 i_1 + R_2 i_2 + R_6 i_6 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow E = V_1 + V_2 + V_6 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 5,98 = 0 + 0 + 5,98 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 5,98 = 5,98$$

$$\% \text{ erro} = \frac{|5,98 - 5,98|}{5,98} \times 100 = 0 \%$$

Cálculo Teórico - Circuito Ponto 5

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + (10 \times 10^6) \Omega$$

$$= 47 + 470 + (10 \times 10^6)$$

$$= 1,00005 \times 10^7 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{6}{1,00005 \times 10^7} = 6 \times 10^{-7} A$$

$$\circ V_1 = 47 \times 6 \times 10^{-7} = 2,82 \times 10^{-5} V$$

$$\circ V_2 = 470 \times 6 \times 10^{-7} = 2,82 \times 10^{-4} V$$

$$\circ V_{(10\Omega)} = 10 \times 10^6 \times 6 \times 10^{-7} = 6 V$$

$$\% \text{ erro } (V_1) = \frac{10 - (2,82 \times 10^{-5})}{2,82 \times 10^{-5}} \times 100 = 100\%$$

$$\% \text{ erro } (V_2) = \frac{10 - (2,82 \times 10^{-4})}{2,82 \times 10^{-4}} \times 100 = 100\%$$

$$\% \text{ erro } (10\Omega) = \frac{|5,98 - 6|}{6} \times 100 = 2\%$$

10.

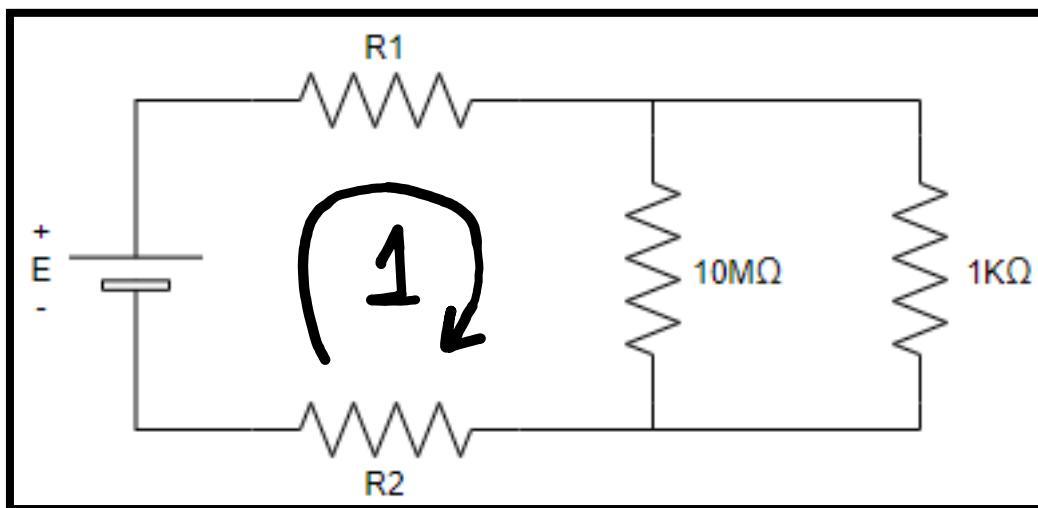


Figura 2 - Circuito Ponto 6

Tal como no ponto 8 com a malha 1 e o seu sentido, como a resistência de $10M\Omega$ e a de $1K\Omega$ estão em paralelo, a tensão em ambas é a mesma, logo para o cálculo da lei das malhas fazemos:

$$E = R_1 I + R_2 I + (10M\Omega // 1K\Omega) I.$$

Cálculos efetuados:

Pela lei das malhas, temos $\sum V = 0$ e pela lei de Ohm, temo $V = RI$. Então:

$$E = R_1 i_1 + R_2 i_2 + (R_5 // R_6) i_5 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow E = V_1 + V_2 + V_5 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 5,98 = 0,026 + 0,268 + 5,69 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 5,98 \approx 5,984$$

$$\% \text{ erro} = \frac{|5,984 - 5,98|}{5,98} \times 100 = \frac{4 \times 10^{-3}}{5,98} \times 100 \approx 0,067 \%$$

Cálculo teórico do circuito do ponto 6:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \frac{1}{\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6}} = 47 + 470 + \frac{1}{\frac{1}{1K} + \frac{1}{10M}} = \\ = 517 + \frac{1}{1,00 \times 10^{-3}} = 1517 \Omega$$

$$I_{pilha} = \frac{V}{R} \Rightarrow I_{pilha} = \frac{6,00}{1517} \Leftrightarrow I_{pilha} = 4,0 \times 10^{-3} A$$

$$V_1 = R_1 \times I = 47 \times 4,0 \times 10^{-3} = 0,188 V$$

$$V_2 = R_2 \times I = 470 \times 4,0 \times 10^{-3} = 1,88 V$$

$$R_{paralelo} = \frac{1}{\frac{1}{1K} + \frac{1}{10M}} = 999,952$$

$$V_5 = V_6 = 999,9 \times 4,0 \times 10^{-3} = 4,00 V$$

$$\% \text{ erro}(V_1) = \left| \frac{0,188 - 0,026}{0,188} \right| \times 100 \approx 86,2 \%$$

$$\% \text{ erro}(V_2) = \left| \frac{1,88 - 0,268}{1,88} \right| \times 100 \approx 85,7 \%$$

$$\% \text{ erro}(V_5/V_6) = \left| \frac{4,00 - 5,69}{4,00} \right| \times 100 \approx 42,2 \%$$

11.

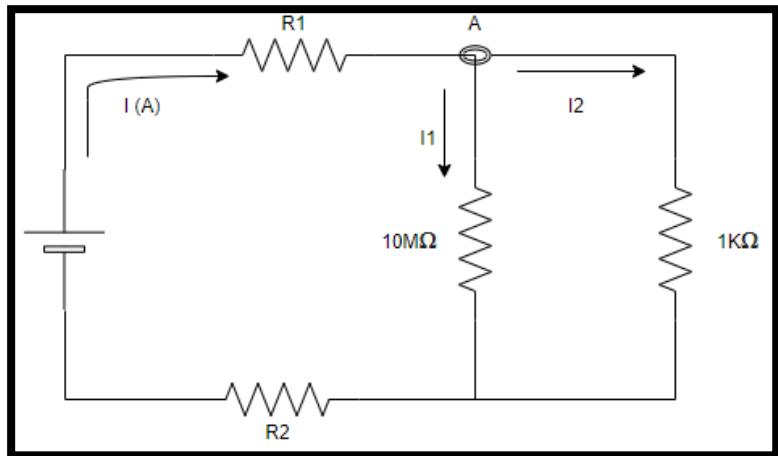


Figura 3 - Circuito Ponto 6

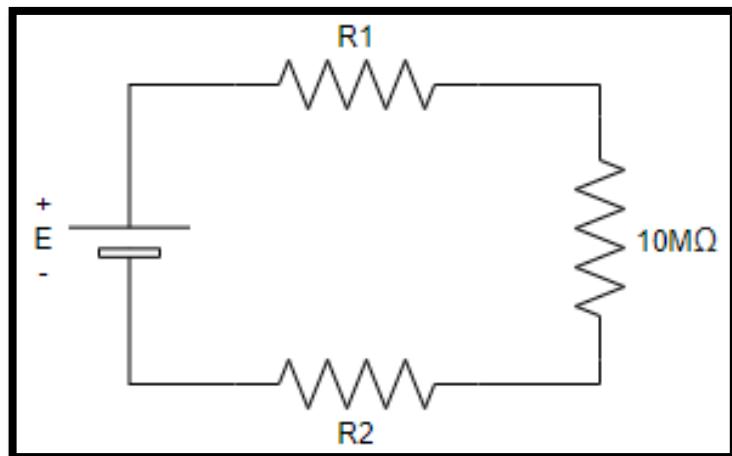


Figura 2 - Circuito Ponto 5

Como podemos ver na figura 3, a intensidade da corrente divide-se no nó A, ou seja, $I = I_1 + I_2$. Posto isto, a intensidade da corrente é mais baixa na resistência de $10M\Omega$ e na resistência de $1K\Omega$.

No entanto, na figura 2, a intensidade da corrente I que entra no circuito é igual nas 3 resistências, sendo a mesma que sai.

Pela lei de Ohm, $V = RI$ conseguimos perceber que as diferenças verificadas no ponto 9 e 10 se deve ao facto da tensão na resistência de $10M\Omega$ ser mais baixa o que provoca um registo de tensão tanto em R_1 como em R_2 , o que não acontecia no ponto 9.

12.

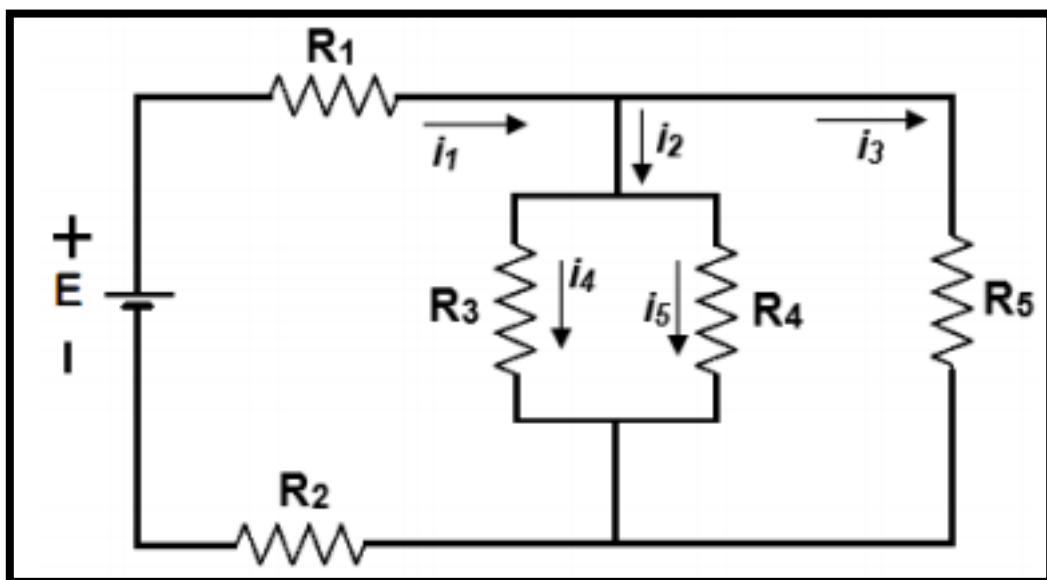


Figura 4 - Circuito Ponto 4

Cálculos efetuados:

⑫ Pela lei dos nós $\sum I_{\text{entrada}} = \sum I_{\text{saída}}$, logo
 $i_1 = i_2 + i_3$ e $i_2 = i_4 + i_5$

$$i_1 = \frac{V_1}{R_1} \Leftrightarrow i_1 = \frac{0,368}{46,6} \Rightarrow i_1 = 7,9 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$i_4 = \frac{V_3}{R_3} \Leftrightarrow i_4 = \frac{1,9}{328} \Rightarrow i_4 = 5,8 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$i_5 = \frac{V_4}{R_4} \Leftrightarrow i_5 = \frac{1,9}{10 \times 10^3} \Rightarrow i_5 = 1,9 \times 10^{-4} \text{ A}$$

$$i_2 = 5,8 \times 10^{-3} + 1,9 \times 10^{-4} \Rightarrow i_2 = 5,99 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$i_1 = i_2 + i_3 \Leftrightarrow i_3 = i_1 - i_2 \Rightarrow i_3 = 7,9 \times 10^{-3} - 5,99 \times 10^{-3} \Rightarrow i_3 = 1,91 \times 10^{-3} \text{ A}$$

25% - Resposta às questões (colocadas no guião)

Questão 1 – Sim, todos os voltímetros afetam o circuito que estão a medir de qualquer maneira.

Como o voltímetro é sempre ligado em paralelo com o componente que está a medir, qualquer corrente que passe por ele é alterada. Para que o voltímetro não interferisse na corrente do circuito, o voltímetro teria de possuir uma resistência interna infinita.

No caso do circuito do ponto 5, em que estariamos a utilizar um voltímetro ideal, a lei das malhas seria:

$$E = R_1I + R_2I + R_6I \Leftrightarrow I = \frac{E}{R_1I + R_2I + R_6I}$$

No caso do circuito do ponto 5 realizado na atividade laboratorial, a equação das malhas seria:

$$E = R_1I + R_2I + R_6I + R_{voltímetro}I \Leftrightarrow I = \frac{E}{R_1I + R_2I + R_6I + R_{voltímetro}I}$$

Através das duas leis das malhas apresentadas anteriormente, concluímos que a utilização de um voltímetro em paralelo faz diminuir a corrente elétrica do circuito, pois medimos a queda de tensão em cada resistência.

Questão 2 -

A lei das malhas para o circuito do ponto 6 é a seguinte:

$$E = R_1 I + (R_5 // R_6) I + R_2 I \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow E = V_1 + V_6 + V_2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 5,98 = 0,026 + 5,69 + 0,268 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 5,98 \approx 5,984$$

A lei dos nós é a seguinte:

$$\sum I_{\text{entrada}} = \sum I_{\text{saída}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow i_1 = i_5 + i_6 = i_2$$

$$i_1 = \frac{0,026}{46,6} \Leftrightarrow i_1 = 5,58 \times 10^{-4} A$$

$$i_2 = \frac{0,268}{472} \Leftrightarrow i_2 = 5,68 \times 10^{-4} A$$

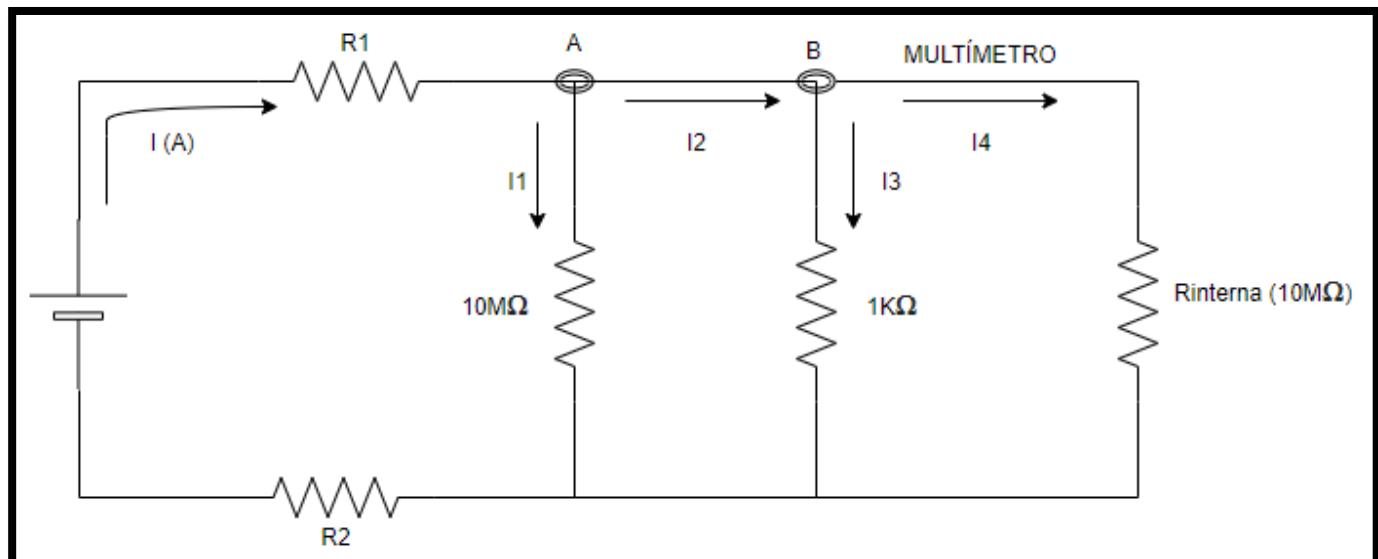
$$i_5 = \frac{5,69}{492} \Leftrightarrow i_5 = 5,7 \times 10^{-3} A$$

$$i_6 = \frac{5,69}{10 \times 10^6} \Leftrightarrow i_6 = 5,69 \times 10^{-7} A$$

$$i_5 + i_6 = 5,7 \times 10^{-3} + 5,69 \times 10^{-7} = 5,70 \times 10^{-3}$$

$$i_1 \neq i_5 + i_6 \neq i_2$$

Pelos cálculos efetuados, conseguimos observar que a lei das malhas se verifica, mas a lei dos nós não se verifica, logo as leis de Kirchhoff não se verificam totalmente.



Através da figura, também conseguimos perceber o porquê de a lei dos nós não se verificar: I(A) "divide-se" em I1 e I2, enquanto que I2 se "divide" em I3 e I4, devido à presença do multímetro.

Relativamente à corrente entregue pela fonte ao circuito, podemos concluir que esta sofre alterações uma vez que como o multímetro está ligado em paralelo com o circuito, este afeta a intensidade da corrente fornecida pela fonte pois não sendo um multímetro ideal, apresenta uma resistência interna ($10M\Omega$). $I_{fonte} = \frac{V_{fonte}}{R_{entrada}}$

Questão 3 -

Questão 3

$$P_{fonte} = V_{fonte} I_{fonte}$$

$$I_{fonte} = \frac{V_{fonte}}{R_{eq}}$$

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \right)^{-1} \approx 759,52\Omega$$

$$P_{fonte} = \frac{(598)^2}{759,56} = 4,7 \times 10^{-2} W$$

Pela lei da conservação da energia, a energia fornecida pela fonte é igual à soma das energias dissipadas em cada resistência, ou seja, $\sum P = 0$

$$P_{dissipada}(R_1) = \frac{(0,368)^2}{46,6} = 2,906 \times 10^{-3} W$$

$$P_{dissipada}(R_2) = \frac{(3,72)^2}{472} = 2,93 \times 10^{-2} W$$

$$P_{dissipada}(R_3) = \frac{(1,9)^2}{328} = 1,1 \times 10^{-2} W$$

$$P_{dissipada}(R_4) = \frac{(1,9)^2}{10 \times 10^3} = 3,61 \times 10^{-4} W$$

$$P_{dissipada}(R_5) = \frac{(1,9)^2}{998} = 3,617 \times 10^{-3} W$$

$$\Rightarrow 4,7 \times 10^{-2} - (2,906 \times 10^{-3}) - (2,93 \times 10^{-2}) - (1,1 \times 10^{-2}) - (3,61 \times 10^{-4}) - (3,617 \times 10^{-3}) = 0$$

Em suma, pela lei da conservação da energia, toda a potência fornecida ao sistema é dissipada pelos elementos passivos (diversas resistências), ou seja, $\sum P = 0$, daí a potência fornecida pela fonte ser simétrica à soma das potências dissipadas nas várias resistências.

10% - Comentários ou observações

No ponto 9, relativamente ao circuito do ponto 5, dado que o multímetro que utilizamos na medição das quedas de tensão não possuir uma precisão adequada (inferior às milésimas) os valores da queda de tensão em R1 e R2 são nulos, quando não o deveriam ser.

Nos pontos 8, 10 e Questão 2 ao provar a lei das malhas a tensão medida apresenta pequenos desvios de milésimas relativamente à tensão nos terminais da pilha. Estas diferenças devem-se à incerteza associada ao aparelho de medição (multímetro).