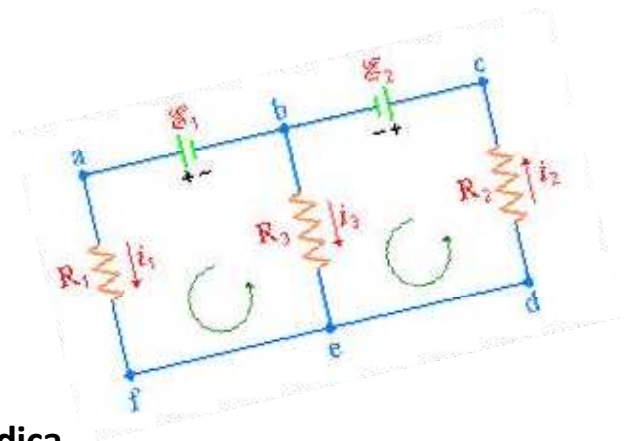


Relatório experimental

Lei de Kirchhoff



Electrónica
Engenharia Biomédica
Abril 2010/2010



Ana Rita Silva nº 9100456
Cristiana Pinto nº 9100262
Joana Ferreira nº 9100461
Melissa Rodrigues nº 9070190

ÍNDICE

1. Introdução.....	3
2. Leis de Kirchhoff.....	3
2.1 Lei dos nós.....	5
2.2 Lei das Malhas.....	7
3.Objectivo.....	10
4.Material utilizado.....	10
5.Procedimento.....	10
5.1 Primeiro circuito.....	10
5.2 SEGUNDO CIRCUITO.....	14
5.3 TERCEIRO CIRCUITO.....	17
5.4 QUARTO CIRCUITO.....	21
6.Resultados experimentais.....	23
7.Tratamento de Resultados.....	26
7.1 No 1ºCircuito.....	26
7.2 No 2º Circuito.....	27
7.3 No 3º Circuito.....	29
7.4 No 4º Circuito.....	34
8. Conclusões.....	36
9.Fontes de informação.....	38

Índice de figuras

1. Introdução

No âmbito da unidade curricular de Electrónica, foi-nos proposto realizar uma experiência onde pudéssemos verificar as Leis de Kirchhoff.

Gustav Robert Kirchhoff foi um físico alemão, com contribuições científicas principalmente no campo dos circuitos eléctricos, na espectroscopia, na emissão de radiação dos corpos negros e na teoria da elasticidade.

É o autor de duas leis fundamentais da teoria clássica dos circuitos eléctricos: as Leis de Kirchhoff.

2. Leis de Kirchhoff

Apenas com o conhecimento dos elementos que constituem o circuito e as suas respectivas equações características, não é possível determinar a totalidade das tensões e das correntes presentes num circuito. Por isso, será ainda necessário o conhecimento de duas importantes leis, conhecidas como Leis de Kirchhoff.

As Leis de Kirchhoff são empregadas em circuitos eléctricos mais complexos, como porexemplo circuitos com mais do que uma fonte. E como veremos mais a frente, existem dois tipos: as leis dos nós e as leis das malhas.

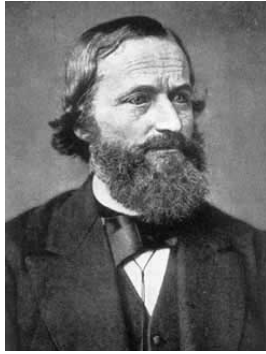


FIGURA 1. GUSTAV ROBERT KIRCHHOFF: O PIONEIRO DAS LEIS DE KIRCHHOFF.

Descobertas em 1845 pelo físico alemão Gustav Robert Kirchhoff (figura 1), estas leis são baseadas no Princípio da Conservação de Energia e no Princípio de Quantidade de Carga Eléctrica, deduzindo que um valor de diferença de tensão volta sempre ao seu valor original, depois de uma volta completa por uma trajectória fechada. Ao contrário da Lei de Ohm, cujo âmbito é as resistências, as Leis de Kirchhoff das tensões e das correntes estabelecem as regras às quais devem respeitar as associações de componentes. A aplicação conjunta das Leis de Kirchhoff e de Ohm permite obter um conjunto de equações, cuja resolução conduz aos valores das correntes e das tensões correspondentes aos terminais dos componentes.

Para a compreensão destas leis é necessário introduzir alguns conceitos fundamentais como nó, ramo e malha, estes são sucintamente descritos na Figura 2.

Figura 2. Definição de nó, ramo e malha.

É necessário escolher um sentido para a corrente em cada ramo, e um sentido de percurso ao longo da malha. A escolha dos sentidos, da corrente nos ramos e de percurso ao longo das malhas, é arbitrária, mas uma vez escolhidos devem ser mantidos durante todo o processo de cálculo das correntes

2.1 Lei dos nós

A Lei dos Nós determina que, em qualquer instante, é nula a soma algébrica (soma das correntes com os sinais) das correntes que entram num qualquer nó.

$$\sum i_n = 0$$

As correntes que entram num nó são consideradas como sendo positivas, e as que saem são consideradas negativas.

De outra forma, o somatório das correntes que entram num nó, é igual à soma das correntes que saem.

$$\Sigma I_{Entram} = \Sigma I_{Saem}$$

De acordo com as correntes representadas na Figura 3, a lei dos nós permite obter a equação:

$$-i_1 + i_2 - i_3 + i_4 = 0 \Rightarrow i_2 + i_4 = i_1 + i_3$$

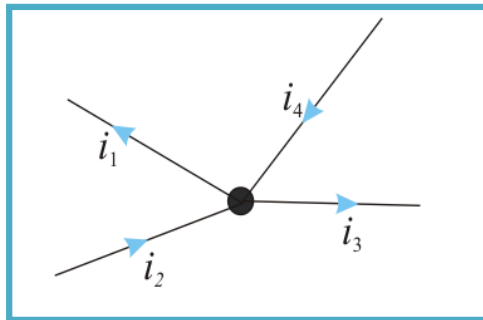


Figura 3. Esquema representativo da lei dos Nós.

Note-se que na primeira forma, se considerou o sentido das correntes i_1 e i_3 , uma vez que o seu sentido de referência representado é o de saída do nó.

Se em algum instante, a soma das correntes que entram no nó não fosse nula, isso queria dizer que o nó estava a acumular carga (pois corrente, é um deslocamento de cargas). Contudo, um nó é um condutor perfeito e, portanto, não pode armazenar carga. Relativamente ao circuito apresentado na figura 4, a aplicação da Lei dos nós indica a:

- Nó A: $i_1 - i_2 - i_3 = 0$

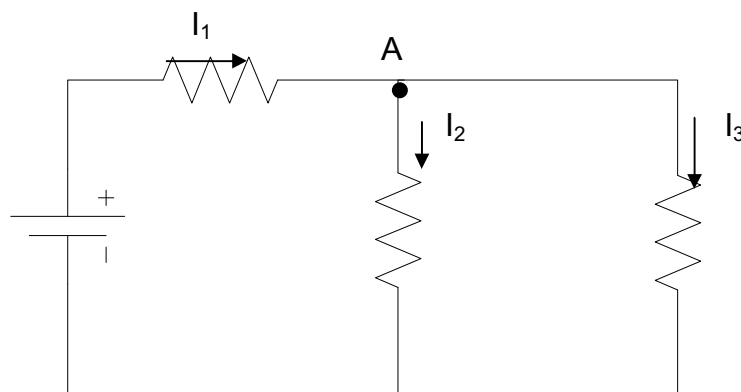


Figura 4. Esquema representativo da lei dos Nós.

Existindo N nós no circuito, a Lei dos Nós permite escrever $N-1$ equações linearmente independentes.

2.2 Lei das Malhas

A Lei das Malhas determina que, em qualquer instante, é nula a soma algébrica das tensões ao longo de qualquer malha, ou seja a soma algébrica das fontes de tensão é igual à soma algébrica das quedas de tensão.

$$\sum E - \sum u = 0$$

Uma vez que segundo a lei de Ohm $U = RI$ podemos escrever:

$$\sum E = \sum RI$$

E de acordo com o sentido de referência das tensões representadas na figura 5 sendo a circulação no sentido dos ponteiros do relógio, a lei das malhas permite obter a equação:

$$u_1 - u_2 + u_3 - u_4 = 0$$

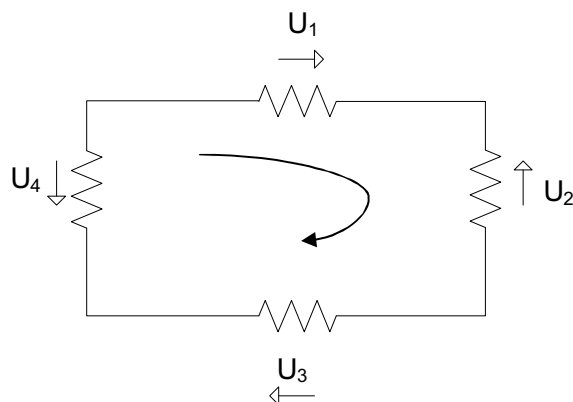


Figura 5. Esquema representativo da Lei das Malhas

Note-se que se considerou o simétrico das tensões u_2 e u_4 , uma vez que o seu sentido de referência representado é o oposto ao de circulação.

O somatório das tensões ao longo da malha ser nulo, equivale a dizer que é nulo o trabalho necessário para deslocar uma carga ao longo da malha fechada. Isto acontece porque o sistema é conservativo.

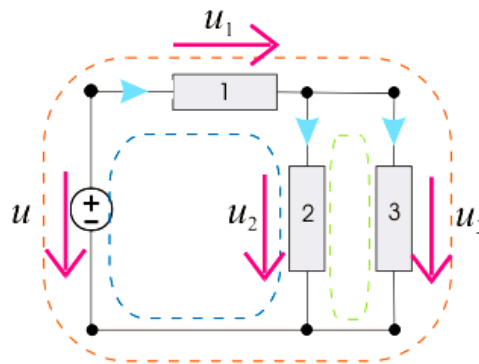


Figura 6. Esquema em que 1,2 e 3 são resistências.

Relativamente ao circuito representado na figura 6, e considerando que a circulação ocorre no sentido horário, a aplicação da Lei das Malhas conduz a:

- Na malha laranja: $u_1 + u_3 - u = 0$
- Na malha azul: $u_1 + u_2 - u = 0$
- Na malha verde: $u_3 - u_2 = 0$

Das 3 equações representadas, apenas duas são linearmente independentes. Existindo M malhas no circuito, a Lei das Malhas permite escrever M-1 equações linearmente independentes.

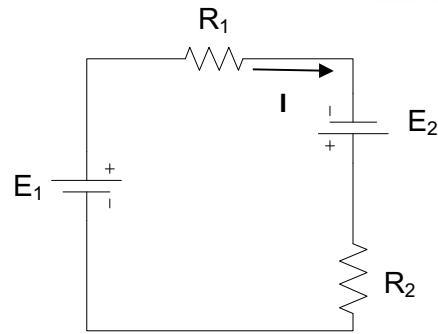


Figura 7. Exemplo de um Circuito eléctrico

No circuito da figura 7, aplicando a lei das malhas temos:

$$\sum E = \sum RI \quad E_1 + E_2 = R_1 I + R_2 I$$

3.Objectivo

Esta actividade laboratorial tem como objectivo verificar experimentalmente as Leis de Kirchhoff.

4.Material utilizado

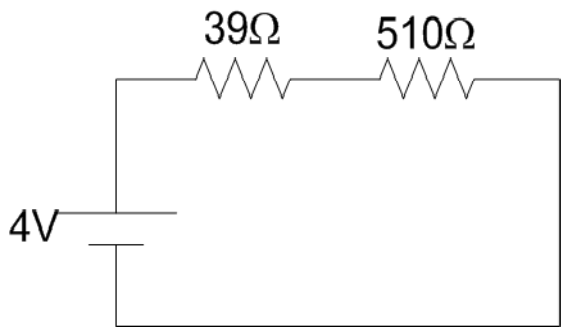
- Resistências com os valores 39Ω , 33Ω , 510Ω , 150Ω , $6,2\Omega$, 100Ω , 68Ω , $5k6\Omega$, $1k8\Omega$, $1K\Omega$, $2,2K\Omega$.
- Placa de ligações
- Fonte de alimentação
- Multímetro
- Cabos de ligação e fios

5.Procedimento

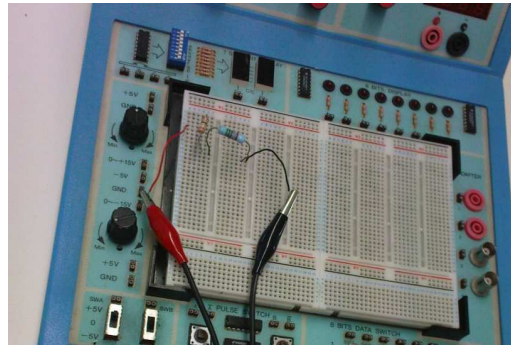
5.1 Primeiro circuito

Para montar o circuito ilustrado na figura 8 foi necessário colocar os cabos de ligação e as resistências na placa de ligações (Breadboard) da seguinte forma:

- Numa fila colocar uma ponta de um cabo de ligação, e um dos terminais da primeira resistência, sendo que este cabo é indiferente em termos de cor, visto que as resistências não têm polaridade;
- De seguida, numa outra fila distinta, colocar o restante terminal da resistência utilizada no ponto anterior, e um terminal aleatório da segunda resistência a ser utilizada;
- Numa nova fila distinta, colocar o outro terminal da segunda resistência, e uma das pontas do segundo cabo de ligação, como mostra a imagem.



(a)



(b)

Figura 8. (a) Esquema do circuito (b) *Ilustração da posição das resistências e dos cabos de ligação na placa de ligações*

- De seguida ligaram-se os dois terminais dos cabos, preto e vermelho, que no momento se encontravam soltos, aos crocodilos dos cabos “bananacrocodilo” consoante a correcta polaridade.
- Ligou-se o Ohmímetro, e colocou-se as pontas de teste correspondentes sobre as bananas dos cabos acima referidos.

A figura 9 corresponde a ilustração completa do circuito acima descrito, para a medição da referida resistência equivalente.

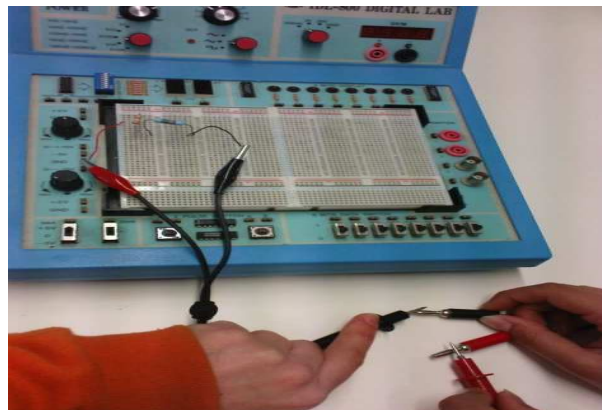
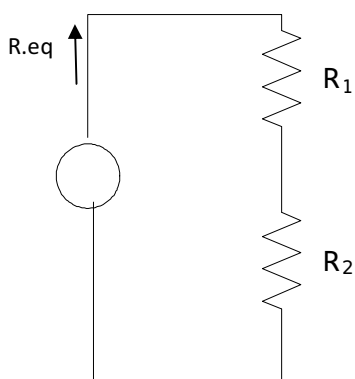


Figura 9. (a) Representação do circuito com a resistência equivalente; (b) *Ilustração da montagem para medir a resistência equivalente.*

No final procedeu-se á medição da intensidade da corrente referente a este circuito.

Medição da Intensidade da corrente

- Para esta medição, mantiveram-se as ligações efectuadas na placa, referentes às resistências e aos cabos preto e vermelho utilizados.
- Depois retirou-se um dos crocodilos do cabo de ligação, sendo esta escolha aleatória.
- Ligou-se esse crocodilo á ponta de teste correspondente, ou seja, se retiramos o crocodilo preto, a ponta de teste usada deve ser a preta, se o fizemos com o vermelho, então a ponta de teste deve ser a vermelha.
- Colocou-se a ponta de teste sobranete sobre o terminal do cabo solto no momento como mostra a Figura 10.

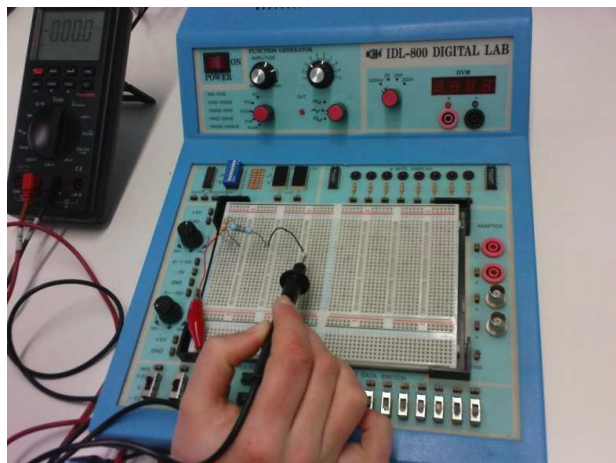
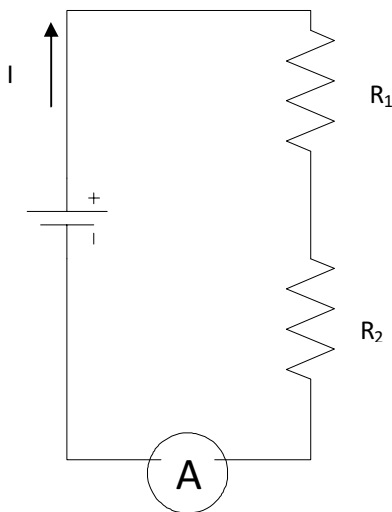


Figura 10. (a) Representação do circuito elaborado para medir a intensidade da corrente; (b) Ilustração da montagem para medição da corrente.

De seguida foi medida a queda de resistência e a queda de tensão na fonte. Para isso foi necessário utilizar o voltímetro.

Medição da Queda de tensão na resistência

- As resistências e os cabos preto e vermelho ficam colocados na mesma posição que inicialmente na placa;
- Colocar os crocodilos nos terminais dos cabos de ligação consoante a correcta polaridade, e as pontas de testes sobre a resistência (fazer o mesmo processo para as duas resistências separadamente) como está ilustrado na figura abaixo.

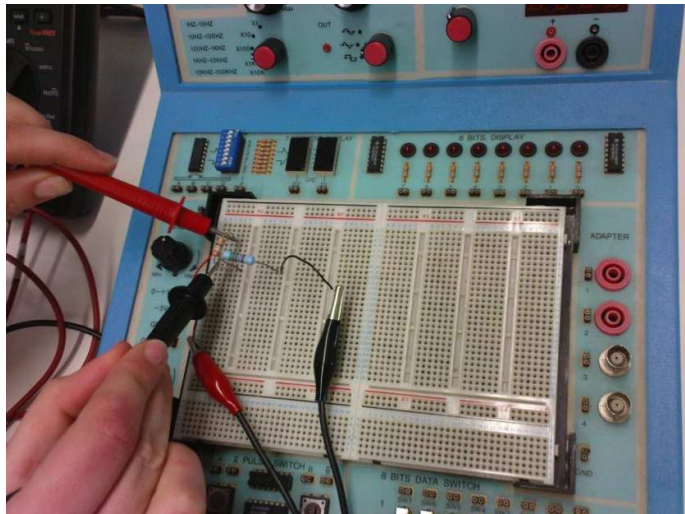
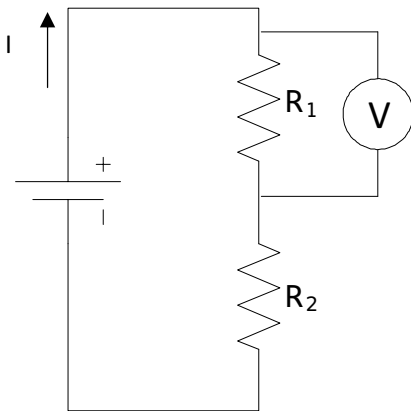


Figura 11. (a) Representação do circuito com o voltímetro; (b) Ilustração da montagem para medir a queda de tensão na resistência 1.

Medição da queda de tensão na fonte

Para a medição da queda de tensão na fonte é necessário:

- Manter tudo exactamente igual ao que se fez para a medição da queda de resistência, mas neste caso as pontas de testes devem ser colocadas sobre os crocodilos, e não sobre as resistências.

Depois de realizadas todas estas medições, foi-nos proposto repetir a experiência para mais dois circuitos.

5.2 SEGUNDO CIRCUITO

Neste segundo circuito tinham-se novamente duas resistências, mas estas, ao contrário das primeiras que estavam montadas em serie, estão agora ligadas em paralelo. Para a montagem deste circuito fez-se o seguinte:

- Numa fila da placa colocar uma ponta de um cabo de ligação, juntamente com o terminal da primeira resistência, e ainda um dos terminais da segunda resistência;
- Paralelamente colocar o restante terminal da primeira e da segunda resistência, juntamente com uma das pontas do cabo de ligação sobranete.

Medição da Resistência Equivalente

Após montado o referido circuito, mediu-se a resistência equivalente deste mesmo, colocando os crocodilos nos cabos de ligação segundo a correcta polaridade, como ilustra a figura 12.

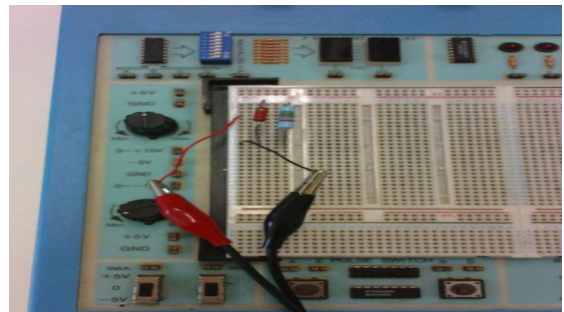
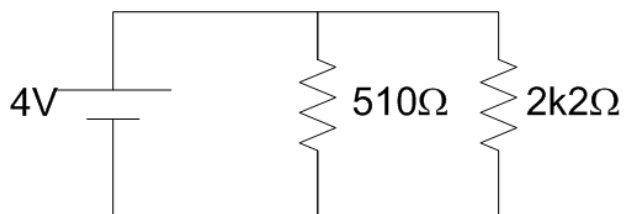


Figura 12. (a) Representação do circuito; (b) Ilustração da preparação para medir a resistência equivalente.

- Com o Ohmímetro correctamente montado, colocam-se as pontas de teste sobre as bananas dos cabos. A montagem do Ohmímetro é a mesma que para o circuito anterior.

Este circuito está representado na figura seguinte:

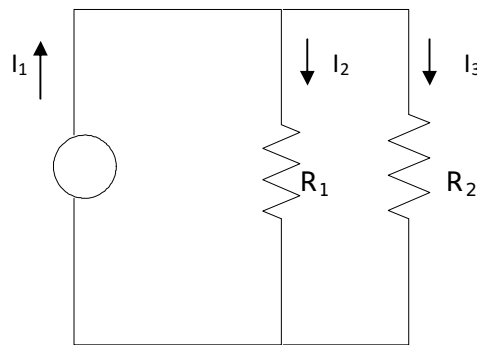


Figura 13. Circuito representativo da medição da resistência equivalente

Medição da Intensidade da corrente

Seguidamente, calculou-se o valor da corrente no circuito, sendo que para esta medição é ligeiramente diferente da anterior, uma vez que temos de medir o valor de três correntes distintas, segundo os diferentes ramos. Para isto procedendo-se da seguinte forma:

Para calcular I_1

- Retira-se um dos crocodilos do cabo de ligação, sendo esta escolha aleatória.
- Liga-se esse crocodilo à ponta de teste correspondente, ou seja, se retiramos o crocodilo preto, a ponta de teste usada deve ser a preta, se o fizemos com o vermelho, então a ponta de teste deve ser a vermelha.

- Colocou-se a ponta de teste sobran-te sobre o terminal ϕ cabo solto no momento.
- Por sua vez as bananas ligam-se à fonte de alimentação com 4V.

Para calcular I_2

- Voltam-se a ligar os dois crocodilos aos terminais dos cabos de ligação consoante a polaridade;
- Retira-se um dos terminais de qualquer uma das resistências da placa de ligações;
- Coloca-se a ponta de teste correspondente sobre o cabo da mesma cor, sendo que este cabo é o que está ligado á resistência cujo terminal foi desligado, e a outra ponta de teste sobre o terminal desta mesma resistência.

Para calcular I_3

- Retira-se um dos terminais da segunda resistência da placa de ligações;
- Repete-se o procedimento efectuado para a corrente anterior.

O circuito elaborado para a realização deste procedimento está representado na figura 14:

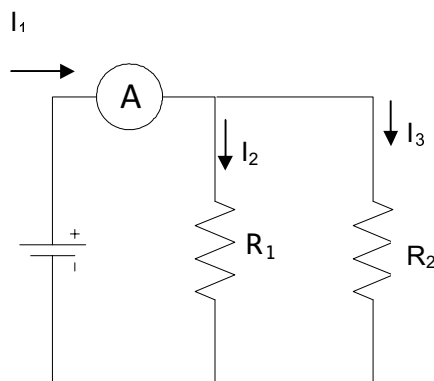


Figura 14. Esquema do circuito utilizado para medir I_1

De seguida foi calculado a queda de tensão das resistências e a queda de tensão na fonte. O procedimento para calcular estas duas componentes é exactamente igual ao do primeiro circuito

O circuito utilizado para a realização deste terceiro procedimento está representado na seguinte figura:

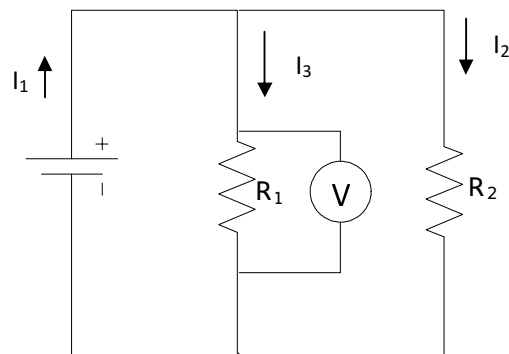


Figura 15. Esquema do circuito utilizado para medir a queda de tensão na resistência 1

5.3 TERCEIRO CIRCUITO

Para a montagem do terceiro circuito, foi necessário colocar os cabos de ligação e as resistências na placa de ligações da seguinte forma, como ilustra a imagem 16:

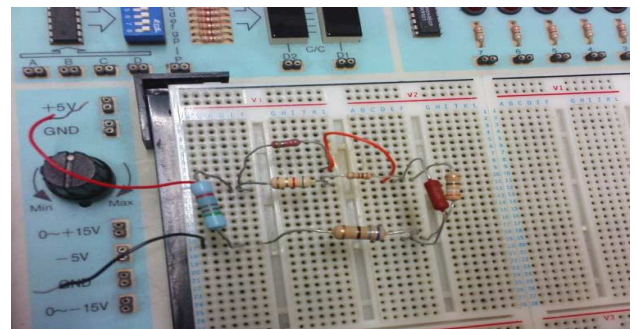
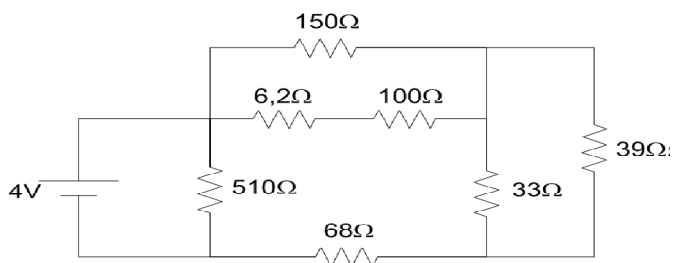


Figura 16. Esquema do terceiro circuito

Depois de elaborado o circuito, mediu-se a resistência equivalente.

Medição da Resistência Equivalente

Para a medição desta resistência equivalente procedeu-se da seguinte forma:

- Ligou-se o Ohmímetro da mesma forma que para os circuitos anteriores;
- Mantivera-se as ligações das resistências e dos cabos como mostra a figura;
- Colocam-se os crocodilos nos cabos de ligação consoante a correcta polaridade;
- Colocam-se as pontas de teste correspondentes sobre as bananas

O circuito representativo deste passo está ilustrado na figura 17.

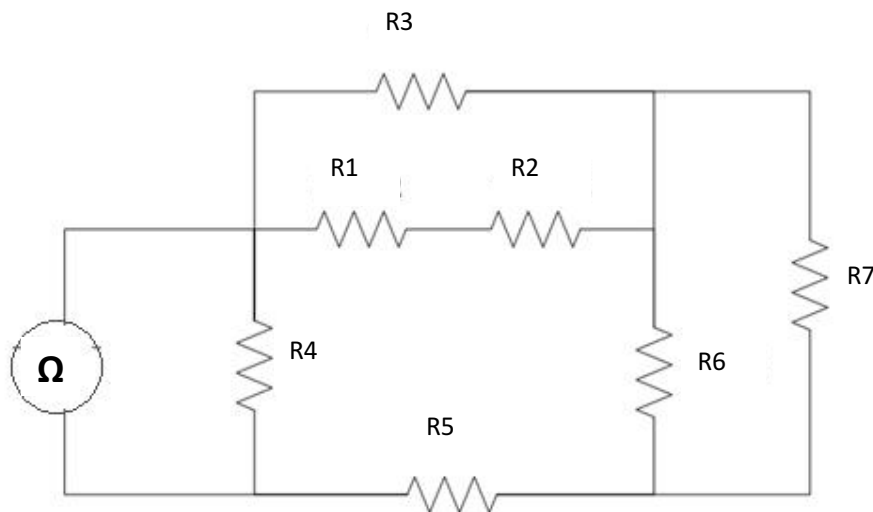


Figura 17. *Circuito ilustrativo da medição da resistência equivalente*

Medição da Intensidade da corrente

Seguidamente, calculou-se o valor da corrente no circuito, procedendo-se da mesma forma que para o segundo circuito.

Para I_1

- Retira-se um dos crocodilos do cabo de ligação, sendo esta escolha aleatória.
- Liga-se esse crocodilo á ponta de teste correspondente, ou seja, se retiramos o crocodilo preto, a ponta de teste usada deve ser a preta, se o fizemos com o vermelho, então a ponta de teste deve ser a vermelha.
- Colocou-se a ponta de teste sobante sobre o terminal do cabo solto no momento.
- Os cabos banana ligam-se à fonte de alimentação com 4V.
-

Para $I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7$

- Ligam-se os crocodilos aos cabos vermelho-preto,;
- Desliga-se um dos terminais da resistência seguinte ou da resistência anterior, sendo esta escolha aleatória;
- Coloca-se uma ponta de teste neste terminal desligado, e a outra sobre o cabo com a cor correspondente.

O circuito representativo da medição da intensidade da corrente esta elaborado na figura 18.

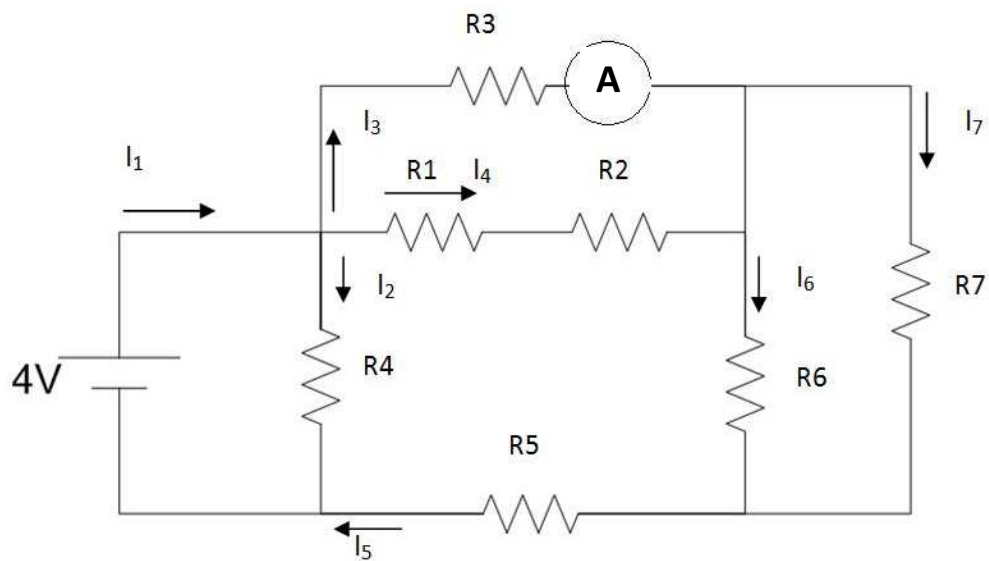


Figura 18. Circuito ilustrativo da medição intensidade da corrente 3

Imediatamente a seguir foi calculado a queda de resistência e a queda de tensão na fonte. O procedimento para calcular estas duas componentes é exactamente igual ao do primeiro circuito e do segundo circuito. A ilustração 19 mostra o circuito representativo da medição da queda de tensão na resistência 4

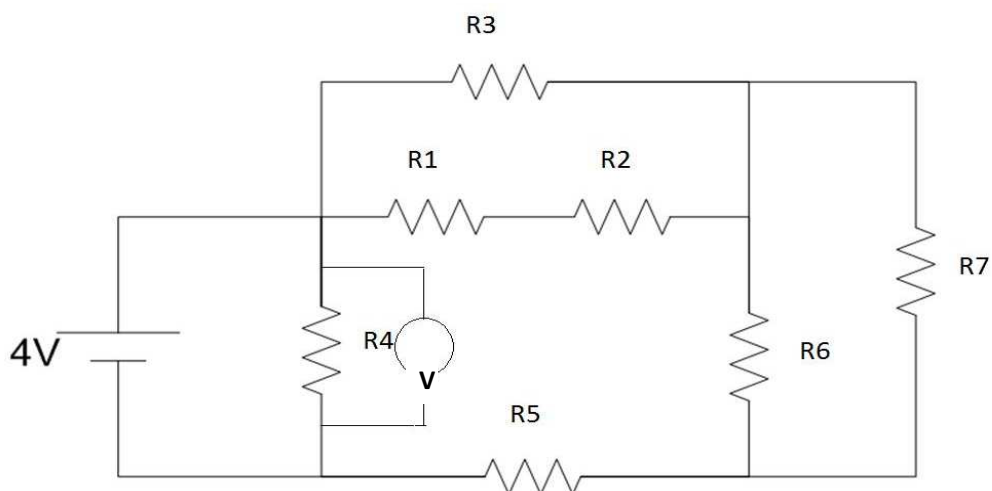


Figura 19. Circuito ilustrativo da medição queda de tensão na resistência 4

5.4 QUARTO CIRCUITO

Para a montagem do quarto circuito, foi necessário colocar os cabos de ligação e as resistências na placa de ligações da seguinte forma, como ilustra a imagem 20:

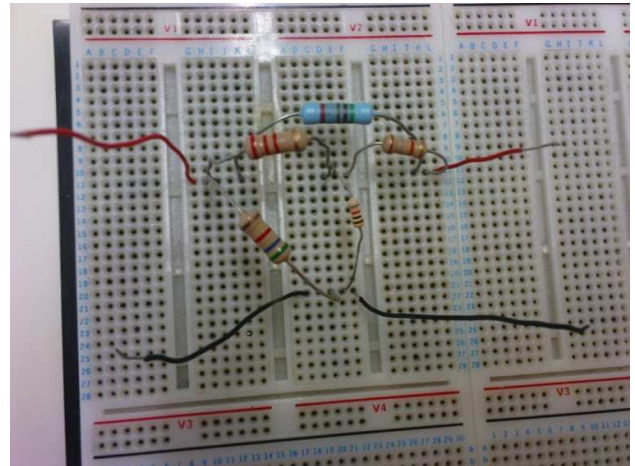
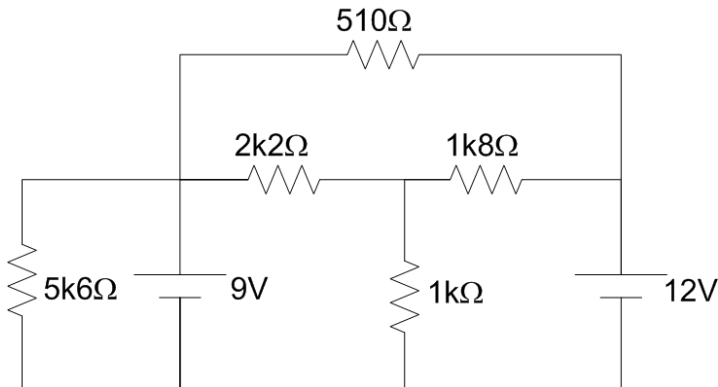


Figura 20. Representação do quarto circuito e Ilustração da montagem do quarto circuito

Medição da Intensidade da corrente

Seguidamente, calculou-se o valor da corrente no circuito, procedendo-se da mesma forma que para o segundo circuito.

Para I_1 e I_7

- Retira-se um dos crocodilos do cabo de ligação, sendo esta escolha aleatória.
- Liga-se esse crocodilo á ponta de teste correspondente, ou seja, se retiramos o crocodilo preto, a ponta de teste usada deve ser a preta, se o fizemos com o vermelho, então a ponta de teste deve ser a vermelha.
- Colocou-se a ponta de teste sobranete sobre o terminal do cabo solto no momento.
- Os cabos banana ligam-se à fonte de alimentação com 4V.

Para I_2 , I_3 , I_4 , I_5 , I_6

- Ligam-se os crocodilos aos cabos vermelho-preto;
- Desliga-se um dos terminais da resistência seguinte ou da resistência anterior, sendo esta escolha aleatória;
- Coloca-se uma ponta de teste neste terminal desligado, e a outra sobre o cabo com a cor correspondente.

O circuito representativo da medição da intensidade da corrente esta elaborado na figura 21:

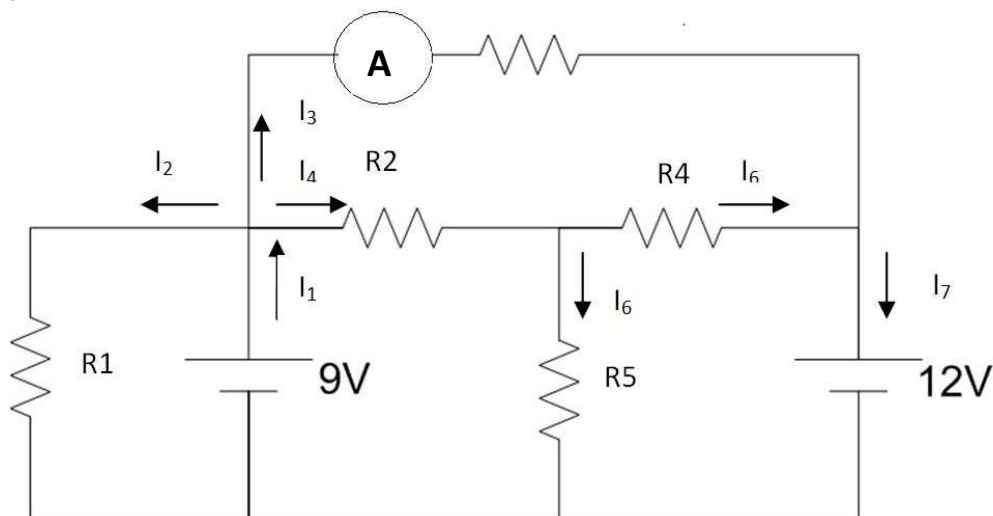


Figura 21. Circuito ilustrativo da medição intensidade da corrente 3.

De seguida a foi calculada a queda de resistência e a queda de tensão na fonte. O procedimento para calcular estas duas componentes é exactamente igual ao do primeiro circuito e do segundo ci

A ilustração 22 mostra o circuito representativo da medição da queda de tensão na resistência 5.

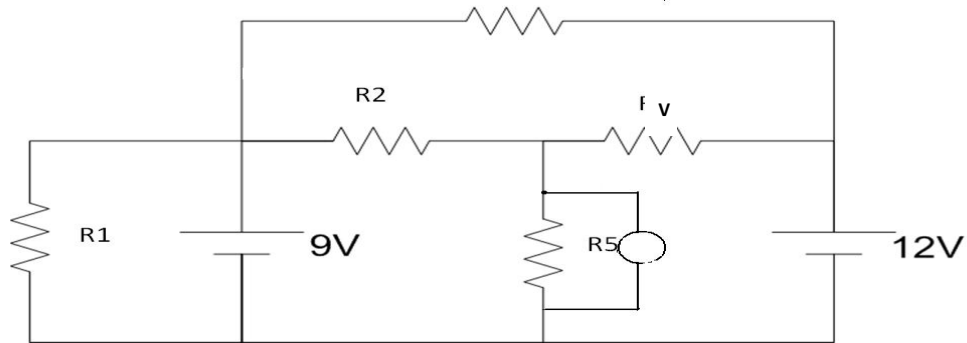
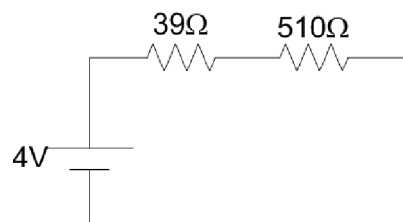


Figura 22. Circuito ilustrativo da medição queda de tensão na resistência 5.

6. Resultados experimentais

1º Circuito



Resistência equivalente = 548Ω

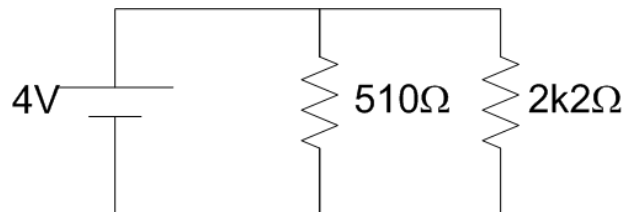
Intensidade = $7,3\text{mA}$

Queda de tensão ($R=39\Omega$) = $0,282\text{ V}$

Queda de tensão ($R=510\Omega$) = 3,747 V

Queda de tensão (fonte) = 4,03 V

2º Circuito



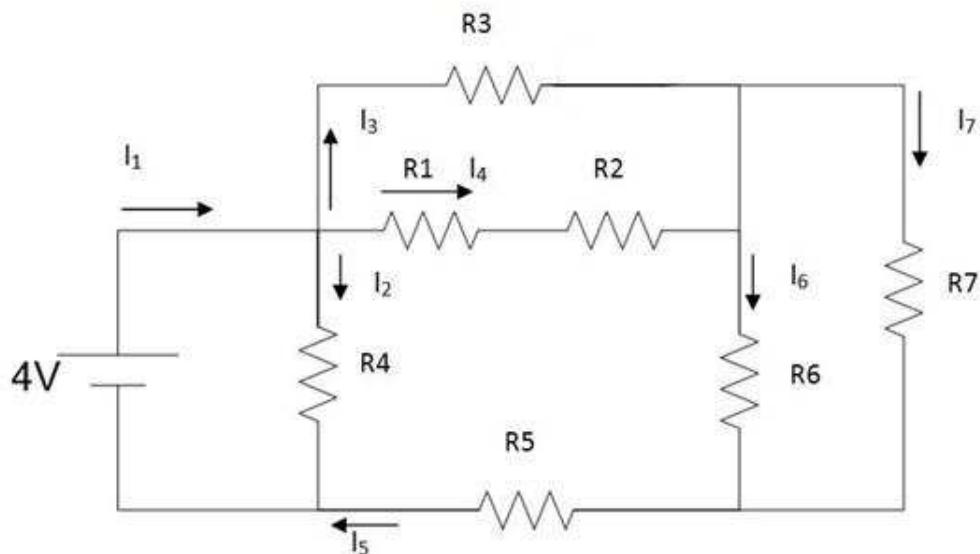
Resistência equivalente: 482Ω

Intensidade ($R=510\Omega$) = 7,8mA

Intensidade ($R=2k2\Omega$) = 1,8mA

Queda de tensão = 4,02 V

3º Circuito



Resistência equivalente = 113.92Ω

$I_1 = 33,9\text{mA}$
 $26,5\text{mA}$

$I_2 = 7,8\text{mA}$

$I_3 = 11,2\text{mA}$

$I_4 = 15,6\text{mA}$

$I_5 =$

$I_6 = 13,9\text{mA}$

$I_7 = 11,8\text{mA}$

Quedas de tensão nas diferentes resistências

$(R_1) = 0,97\text{V}$

$(R_5) = 1,802\text{V}$

$(R_2) = 1,56\text{V}$

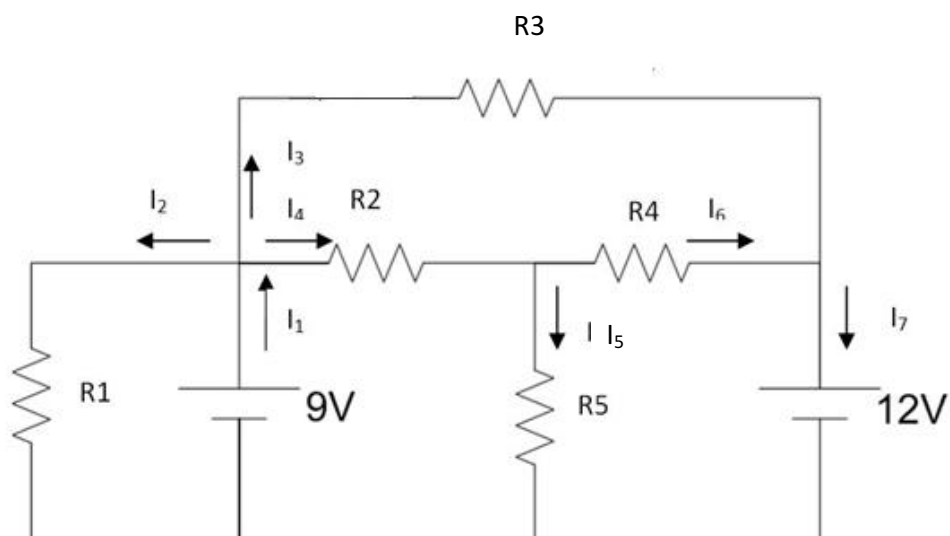
$(R_6) = 0,459\text{V}$

$(R_3) = 1,68\text{V}$

$(R_1) = 0,460\text{V}$

$(R_4) = 3,98\text{V}$

4º Circuito



Intensidades das correntes do circuito

$I_1 = -2,6\text{mA}$

$I_5 = 5,3\text{mA}$

$I_2 = 1,6\text{mA}$

$I_6 = -3,6\text{mA}$

$I_3 = -5,8\text{mA}$

$I_7 = -9,5\text{mA}$

$$I_4 = 1,6\text{mA}$$

Quedas de tensão nas resistências

$$(R1) = 7,84\text{V}$$

$$(R5) = 5,4\text{ V}$$

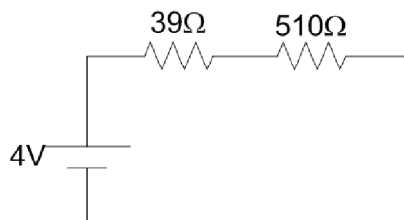
$$(R2) = 3,74\text{V}$$

$$(R3) = 2,907\text{V}$$

$$(R4) = 6,66\text{V}$$

7.Tratamento de Resultados

7.1 No 1º Circuito



Cálculo da Resistência equivalente:

Como as resistências se encontram em serie, o valor da resistência equivalente é a soma do valor destes elementos:

$$Req. = R1 + R2$$

$$Req. = 39 + 510$$

$$Req. = 549\Omega$$

E a corrente é obtida pela lei de ohm, usando o valor calculado de resistência equivalente:

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{4}{549} = 7,28 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$U = R \times I$$

$$U_1 (R=39\Omega) = 39 \times 7,28 \times 10^{-3}$$

$$= 0,284 \text{ V}$$

$$U_2 (R=510\Omega) = 510 \times 7,28 \times 10^{-3}$$

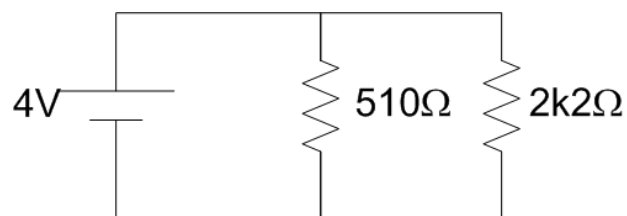
$$= 3,713 \text{ V}$$

Observação : Num circuito em série a intensidade da corrente no ramo é sempre a mesma.

Leis de Kirchhoff

- Número de nós $\rightarrow 0$
- Número de ramos $\rightarrow 1$
- Número de malhas $\rightarrow R - (N - 1) = 1 - (0 - 1) = 1$

7.2 No 2º Circuito



Cálculo da Resistência equivalente:

Neste segundo circuito as resistências encontram-se em paralelo, e quando assim é a forma de calcular a resistência equivalente é diferente de quando se encontram em serie. Para se calcular neste caso utiliza-se a fórmula:

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \Leftrightarrow$$

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{510} + \frac{1}{2200}} \Leftrightarrow R_{eq} = 414,02\Omega$$

Cálculo das intensidades

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I \text{ (fonte)} = \frac{4}{414,02} = 9,66 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$I_1 \text{ (R=510}\Omega) = \frac{4}{510} = 7,84 \times 10^{-3} \text{ A}$$

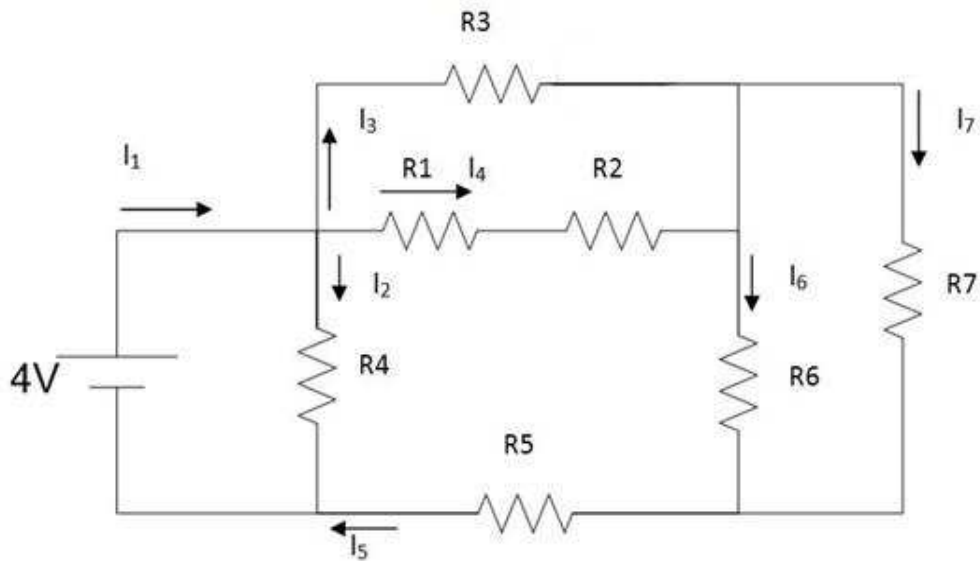
$$I_2 \text{ (R=2k2}\Omega) = \frac{4}{2200} = 1,8 \times 10^{-3} \text{ A}$$

Observação: num circuito em paralelo a queda de tensão é sempre a mesma nos ramos.

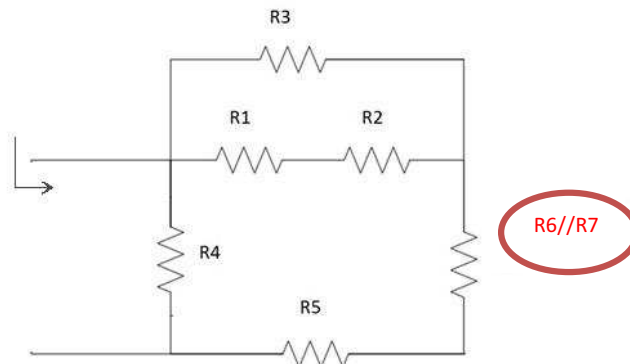
Leis de Kirchhoff

- Número de nós $\square$ 2
- Número de ramos $\square$ 3
- Número de malhas $\square$ R- $(n-1) = 3 - (2-1) = 2$

7.3 No 3º Circuito



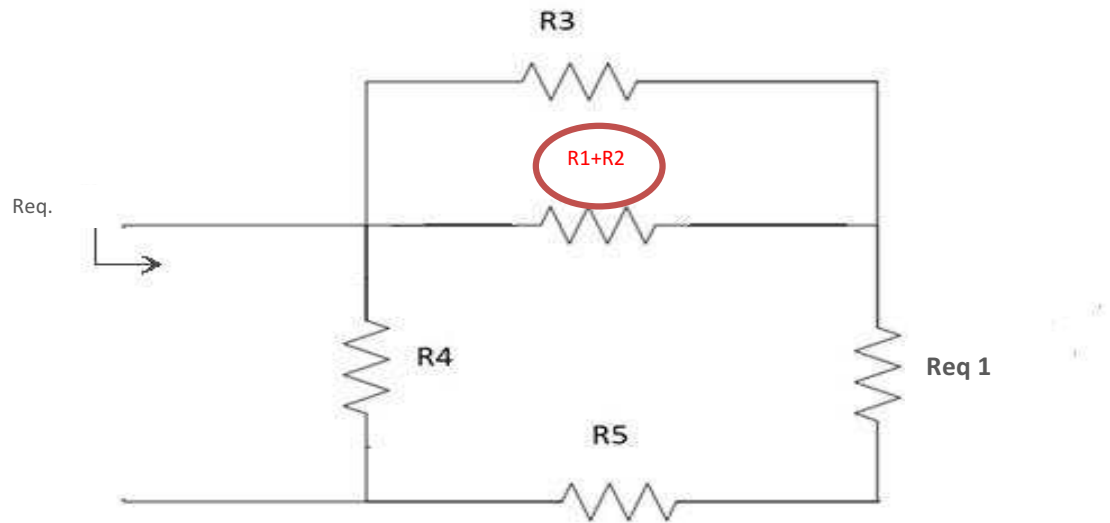
Neste circuito temos as duas situações de resistências: em serie e em paralelo. Sendo assim iremos calcular a resistência equivalente, onde estão presentes as resistências, simplificando o circuito:



Cálculo de $R6//R7$:

$$Req.1 = 39\Omega // 33\Omega$$

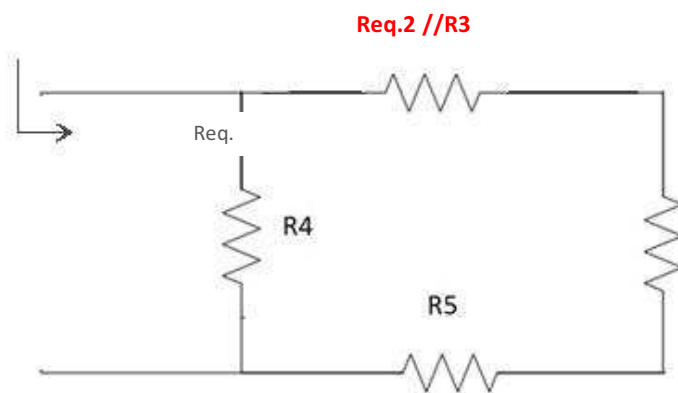
$$Req.1 = 17,88\Omega$$



$$R1+R2$$

$$Req. 2 = 6,2\Omega + 100\Omega$$

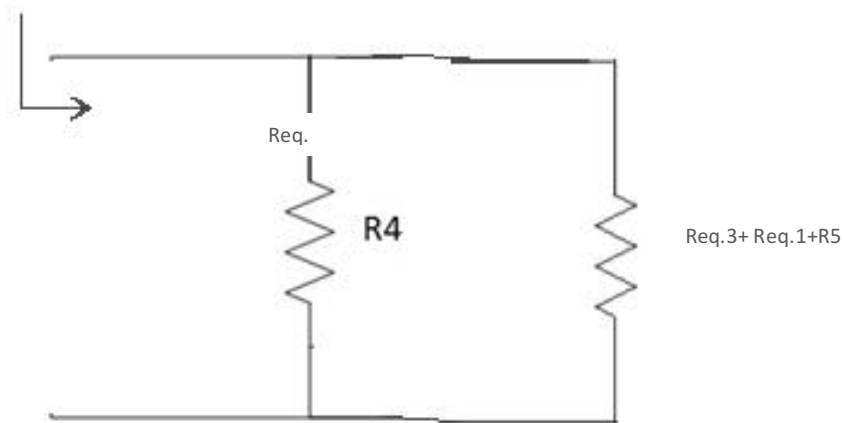
$$Req. 2 = 106,2\Omega$$



$$Req 3 = Req.2 // R3$$

$$Req. 3 = 106,2\Omega // 150\Omega$$

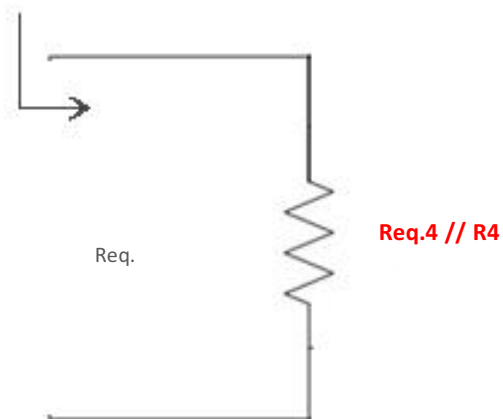
$$Req. 3 = 62,18\Omega$$



$$Req_4 = Req.3 + Req.1 + R5$$

$$Req.4 = 62,18 \, \Omega + 17,88 \, \Omega + 68 \, \Omega$$

$$Req.4 = 148,06 \, \Omega$$



$$Req_{final} = Req.4 // R4$$

$$Req. final = 148,06 \, \Omega // 510 \, \Omega$$

$$Req. Final = 148,06 \, \Omega$$

Cálculo das intensidades:

$$I_1 = \frac{U}{R_{eq1}}$$

$$I_1 = \frac{4}{114,47} = 0,03494 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_5}$$

$$I_2 = \frac{4}{510} = 7,843 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$I_1 = I_2 + I_5$$

$$0,03494 = 7,843 \times 10^{-3} + I_5$$

$$I_5 = 0,271 \text{ A}$$

$$U_1 = R_{eq.3} \times I$$

$$U_1 = 62,18 \times 0,027$$

$$U_1 = 1,68 \text{ V}$$

$$U_1 = R \times I_3$$

$$1,68 = 150 \times I_3$$

$$I_3 = 0,0112 \text{ A}$$

$$I_1 = I_3 + I_2 + I_4$$

$$0,03494 = 0,0112 + 7,843 \times 10^{-3} + I_4$$

$$I_4 = 0,0164 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} I_7 + I_6 &= 0,0112 + 0,0164 \\ &= 0,276 \end{aligned}$$

$$U_2 = R_{eq.1} \times I$$

$$U_2 = 17,88 \times 0,276$$

$$U_2 = 4,935 \text{ V}$$

$$I_6 = \frac{U_2}{R_6}$$

$$I_6 = \frac{4,935}{33} = 0,149 \text{ A}$$

$$I_7 = \frac{U_2}{R_7}$$

$$I_7 = \frac{4,935}{39} = 0,1265 \text{ A}$$

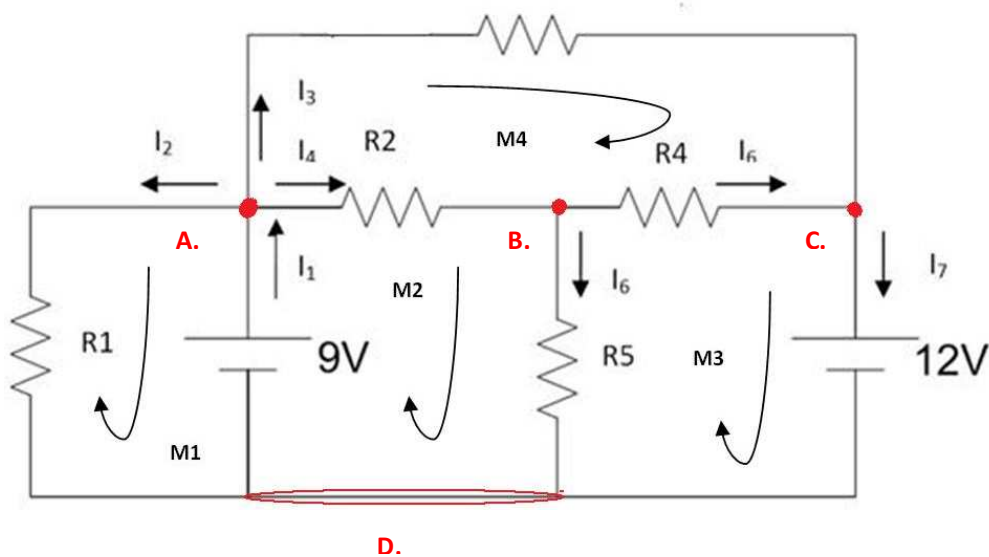
Leis de Kirchhoff

- Número de nós $\square 5$
- Número de ramos $\square 7$
- Número de malhas $\square R - (n-1) = 7 - (5-1) = 4$

7.4 No 4º Circuito

Neste circuito temos as duas situações de resistências: em serie e em paralelo.

Sendo assim iremos calcular as intensidades usando as leis de Kirchhoff, onde iremos considerar os nós e as malhas e as suas respectivas equações, assim como os ramos a que a cada ramo corresponderá uma corrente.



Leis de Kirchhoff

- Número de nós $\square 4$
- Número de ramos $\square 7$
- Número de malhas $\square R - (n-1) = 7 - (3-1) = 4$

Equações dos nós

$n-1 = 4-1 = 3$ equações dos nós

A. $I_1 = I_2 + I_3 + I_4$

B. $I_4 = I_5 + I_6$

C. $I_7 = I_3 + I_6$

Equações das Malhas

$R - (n-1) = 7 - (3-1) = 4$ Equações das malhas

M1. $-9 = -I_2 \times 5600$

$$I_2 = 1,607 \times 10^{-3} \text{ A}$$

M2. $9 = I_4 \times 2200 + I_5 \times 1000$

M3. $-12 = I_6 \times 1800 - I_5 \times 1000$

M4. $0 = I_3 \times 510 - I_6 \times 1800 - I_4 \times 2200$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_2 = 1,607 \times 10^{-3} \\ 9 = I_4 \times 2200 + I_5 \times 1000 \\ -12 = I_6 \times 1800 - I_5 \times 1000 \\ 0 = I_3 \times 510 - I_6 \times 1800 - I_4 \times 2200 \\ I_1 = I_2 + I_3 + I_4 \\ I_4 = I_5 + I_6 \\ I_7 = I_3 + I_6 \end{array} \right.$$

8. Conclusões

Perante a experiência realizada, e depois do tratamento de dados conseguimos obter comparações entre os três circuitos montados.

Podemos verificar que a queda de tensão da fonte para todos os circuitos estudados não se alterou, manteve sempre o valor de 5,04V.

Em relação á resistência equivalente constatou-se que os valores calculados são semelhantes aos valores medidos, sendo que se verifica que a resistência equivalente resultante de duas resistências em serie, é superior a qualquer uma delas individualmente, e que ao contrario desta, no que diz respeito á resistência equivalente resultante de resistências em paralelo, esta se verifica que é menor do que as individuais.

Em relação aos valores das correntes medidas verifica-se pela lei dos nós que a soma de correntes que convergem num nó, é aproximadamente igual á soma de correntes que divergem deste mesmo ponto.

Assim como o que diz respeito á tensão. Conseguiu-se pela lei das malhas estabelecer-se uma igualdade entre a tensão na fonte, e a diferença de potencial existente.

Por outro lado, relativamente à queda da resistência, e analisando pelos dados que obtivemos nas medições, podemos concluir que a queda de uma resistência que se encontra isolada em paralelo, apresenta exactamente o mesmo valor da queda de tensão na fonte, neste caso, o valor de 5,04.

Verifica-se também que quanto maior o valor da resistência, maior é o valor de queda nessa resistência.

Verifica-se ainda que a queda de tensão na fonte é sempre a mesma independentemente das resistências presentes no circuito, ou da forma como estão interligadas.

Pode-se ver também que quanto maior a resistência pela qual a corrente passa, menor é a intensidade desta mesma.

Com a realização desta experiência foi nos permitido aprofundar, e por em prática os nossos conhecimentos em relação as Leis de Kirchhoff.

Estas leis são constituídas por duas leis principais: a Lei das Correntes ou a Lei dos nós, que dita que num nó, a soma das correntes eléctricas que entram é igual à soma das

correntes que saem, ou seja, um nó não acumula carga, e isto deve-se ao princípio da conservação da carga eléctrica, o qual estabelece que num ponto, qualquer que seja a quantidade de carga eléctrica que entre, deve ser exactamente igual à quantidade de carga que sai; e a Lei das Tensões ou Lei das Malhas, que determina que, em qualquer instante, é nula a soma algébrica das tensões ao longo de qualquer malha.

9. Fontes de informação

1. <http://w3.ualg.pt/~sjesus/aulas/ac/node18.html>
2. http://sites-test.uclouvain.be/lee/PO/realisations/CircuitsElectriques/ApprocheCircuits/LoisKirchhoff/2_cours.htm
3. http://pt.wikipedia.org/wiki/Leis_de_Kirchhoff
4. http://www.colegiocascavelense.com.br/arquivos_download/fisica/circuitos.pdf
5. <http://www.google.pt/images?hl=ptpt&biw=1276&bih=519&gbv=2&tbm=isch&sa=1&q=lei+das+malhas&aq=f&aqi=g1&aql=&oq>