

Nome	RA	Turma
Adriam Ferreira da Silva	2648067	C32
Carlos Gabriel Baratieri	2706598	C32
Eduardo Consalter Diniz	2268175	C32
Gustavo Tudela Frussa	2612240	C32
Larissa Gonçalves Carneiro	2678381	C32
Richard Lopes Moura	2706709	C32

Roteiro de Prática de Laboratório

Prática 2: Leis de Kirchhoff

1. OBJETIVOS

- Verificar as Leis de Kirchhoff;
- Utilizar o multímetro nas funções voltímetro e amperímetro;
- Utilizar a fonte de tensão de corrente contínua;
- Realizar a leitura de valores de tensão e corrente.

2. MATERIAIS

- Multímetro;
- Resistores;
- Matriz de Contatos (Protoboard);
- Fontes de tensão de corrente contínua;
- Cabos e fios para conexão entre a fonte e os resistores.

3. INTRODUÇÃO TEÓRICA

Gustav Robert Kirchhoff (Königsberg, 12 de março de 1824 – Berlim, 17 de outubro de 1887) foi um físico alemão. Kirchhoff formulou as leis dos nós e das malhas na análise de circuitos elétricos (Leis de Kirchhoff) em 1845, quando ainda era estudante. Este experimento tem por objetivo permitir a compreensão teórica e a aplicação prática das referidas leis.

Com base nas Leis de Kirchhoff, é possível elaborar um circuito denominado divisor de tensão, que nada mais é do que um circuito proporcional, gerando uma tensão de saída sempre com a mesma proporção em relação à tensão de entrada fornecida.

4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

4.1. Medir a resistência de todos os resistores que você irá usar neste experimento e anotar na coluna Valor Medido da tabela 1. Em seguida encontrar o desvio percentual do nominal. O valor da coluna de leitura é calculado a partir do código de cores.

Tabela 1. - Tabela com para ser preenchida com os dados dos resistores entregue pelo professor.

Resistência [Ω]			Erro [%]	
Resistor	Leitura	Medido	$E\% = \left \frac{R_{med} - R_{lei}}{R_{lei}} \right \cdot 100\%$	100%
R_1	181	179,2	0,99%	
R_2	1k	0,974	2,60%	
R_3	3k	2,994k	0,20%	
R_4	220	218,4	0,73%	
R_5	330	331,8	0,55%	
R_6	2,2k	2,180k	0,91%	

Comentários: Foi percebido que ocorreu uma pequena variação no desvio percentual do erro, devido a faixas de tolerância dos próprios resistores e a quesitos ambientais que ocasionalmente causaram medições imprecisas e incertas, entretanto, a variação foi mínima.

Nas etapas a seguir, para preencher a coluna com o valor calculado nas tabelas a seguir, deve-se realizar os cálculos teóricos. Os cálculos devem ser anexados ou feitos no relatório.

4.2. Monte o circuito com uma única malha no protoboard, conforme figura 1.

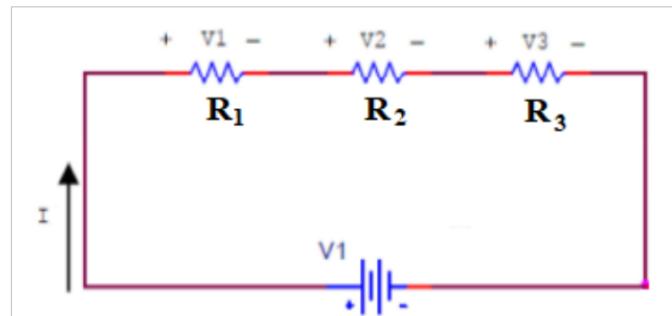


Figura 1. – Circuito Série

De acordo com as instruções do professor, preencher a tabela 2 através das medições das grandezas solicitadas.

Tabela 2. - Tabela para ser preenchida com os valores das correntes calculadas e medidas do circuito da figura 2.

Tensão [V]			Erro [%]	
Queda	Calculado	Medido	$E\% = \left \frac{V_{med} - V_{cal}}{V_{cal}} \right \cdot 100\%$	100%
V_{R1}	0,281	0,277	1,42%	
V_{R2}	1,554	1,520	2,19%	
V_{R3}	4,664	4,685	0,45%	

$$\begin{aligned}
 R_1 &= 181[\Omega] \\
 R_2 &= 1k[\Omega] \\
 R_3 &= 3k[\Omega]
 \end{aligned}
 \quad \left. \begin{aligned}
 R_{eq} &= 181 + 1000 + 3000 = 4181 \\
 U &= R \cdot i_T \\
 \frac{6,50}{6,50} &= \frac{4181 \cdot i_T}{6,50}
 \end{aligned} \right\} \quad i_T = 0,00155465199$$

$$E = 6,50[V]$$

$V_{R1} = 181 \cdot 0,00155$	$V_{R3} = 3000 \cdot 0,00155$
$V_{R1} = 0,281[V]$	$V_{R3} = 4,6639[V]$
$V_{R2} = 1000 \cdot 0,00155$	$V_{R2} = 1,554[V]$

Comentários: Foi percebido que ocorreu uma pequena variação no desvio percentual, entretanto, foi bem baixo esse desvio. Durante a prática, foi percebido que alguns resistores estavam meio enferrujados também, então por questões de materiais é normal ter essas variações mínimas.

4.3. Monte o circuito ilustrado na Figura 2, meça todas as tensões e compare os valores medidos com os calculados. Preencha a Tabela 3.

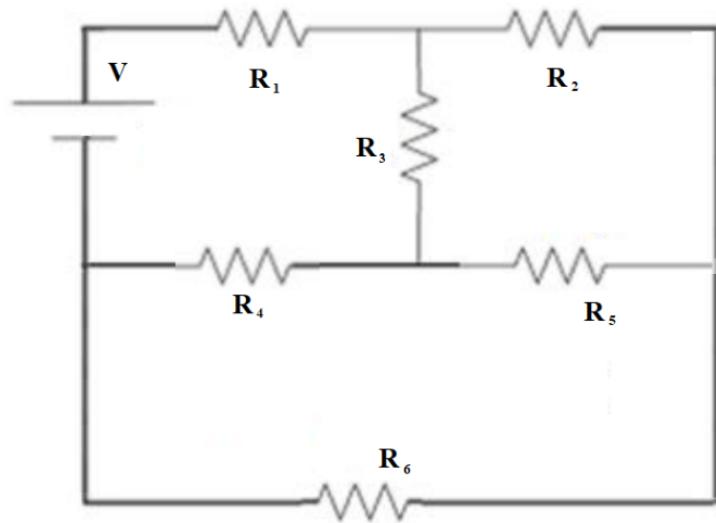
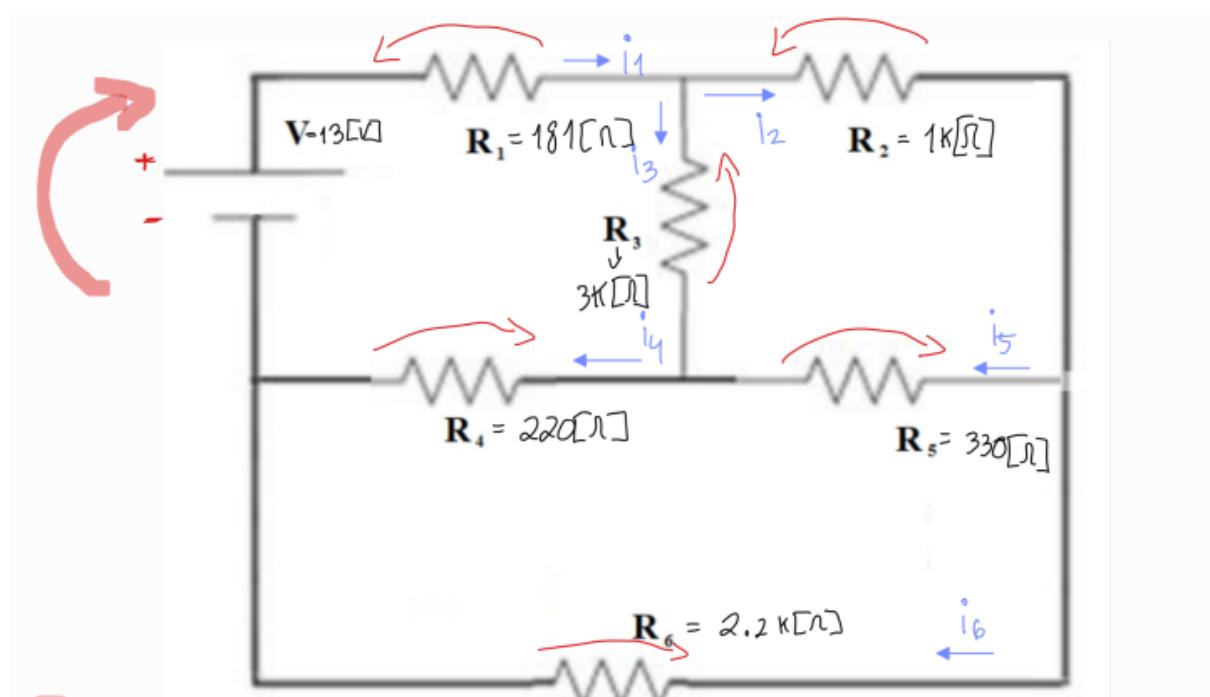


Figura 2. – Circuito Misto

Tabela 3. - Tabela preenchida com os valores das correntes calculadas, medidas e seus erros percentuais.

Corrente [mA] / Tensão [V]		Erro [%]		
[mA] / [V]	Calculado	Medido	$E\% = \left \frac{I_{\text{med}} - I_{\text{cal}}}{I_{\text{cal}}} \right \cdot 100\%$	
I_{R1}	10,4116	10,48	0,66	
I_{R2}	7,46227	7,46	0,03	
I_{R3}	2,95	3,05	3,39	
I_{R4}	8,68089	10,48	20,72	
I_{R5}	5,73	5,70	0,52	
I_{R6}	1,73	1,75	1,16	
V	13,00 V	12,97 V	0,23	

Comentários: Foi percebido que ocorreu uma pequena variação no desvio percentual, principalmente na corrente I_{R4} , mas como dito anteriormente, tinha alguns resistores enferrujados, então é questão de material somado a sua tolerância.



①

Sistemas e manipulação de corrente

$$13 - 181i_1 - 3000i_3 - 220i_4 = 0$$

$$-1000i_2 - 330i_5 + 3000i_3 = 0$$

$$-2200i_6 + 220i_4 + 330i_5 = 0$$

$$\begin{aligned} i_1 &= i_2 + i_3 & i_3 &= i_1 - i_2 = i_5 - i_4 \\ i_2 &= i_5 + i_6 & i_5 &= i_4 - (i_1 - i_2) = i_4 - i_1 + i_2 \\ i_4 &= i_3 + i_5 & i_6 &= i_2 - i_5 \rightarrow i_6 = i_2 - (i_4 - i_1 + i_2) \\ && &\cancel{i_2 - i_4 + i_1 - i_2} \\ && & i_6 = i_1 - i_4 \end{aligned}$$

(2)

Equação - A

$$13 - 181i_4 - 3000(i_1 - i_2) - 220i_4 = 0$$

$$-181i_1 - 3000i_4 + 300i_2 - 220i_4 = -13$$

$$-3181i_1 + 3000i_2 - 220i_4 = -13$$

Equação - B

$$-1000i_2 - 330(i_2 + i_4 - i_1) + 3000(i_1 - i_2) = 0$$

$$-1000i_2 - 330i_2 - 330i_4 + 330i_1 + 3000i_1 - 3000i_2 = 0$$

$$-4330i_2 - 330i_4 + 3330i_1 = 0$$

Equação - C

$$-2200(i_1 - i_4) + 220i_4 + 330(i_4 + i_2 - i_1) = 0$$

$$-2200i_1 + 2200i_4 + 220i_4 + 330i_4 + 330i_2 - 330i_1 = 0$$

$$-2530i_1 + 2750i_4 + 330i_2 = 0$$

(3)

$$\left\{ \begin{array}{l} -3181i_1 + 3000i_2 - 220i_4 = -13 \\ 3330i_1 - 4330i_2 - 330i_4 = 0 \\ -2530i_1 + 330i_2 + 2750i_4 = 0 \end{array} \right.$$

\hookrightarrow Gramer

$$i_1 = \frac{D_{11}}{D} ; i_2 = \frac{D_{12}}{D} ; i_4 = \frac{D_{14}}{D}$$

$$D = \begin{vmatrix} -3181 & 3000 & -220 & | & -3181 & 3000 \\ 3330 & -4330 & -330 & | & 3330 & -4330 \\ -2530 & 330 & 2750 & | & -2530 & 330 \end{vmatrix}$$

$$0 \ 37904000750$$

$$\Delta \ 2504700000$$

$$\star -241758000$$

$$0 \ 27472500000$$

$$\Delta \ 346410900$$

$$\star -2411747800$$

$$\} *^1 =$$

$$40166942750 - 25407163100$$

$$*^1 - *^{11} = 14759779650$$

$$D_{i_1} = \begin{vmatrix} -13 & 3000 & -220 & -13 & 3000 \\ 0 & -4330 & -330 & 0 & -4330 \\ 0 & 330 & 2750 & 0 & 330 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

0 1415700
0 154797500
 $\} D_{i_1} = 153381800$

$$D_{i_2}^o = \begin{vmatrix} -3181 & -13 & -220 & -3181 & -13 \\ 3330 & 0 & -330 & 3330 & 0 \\ 0 & 0 & 2750 & -2530 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

0 - 10853700
0 - 119047500
 $\} D_{i_2}^o = 110141460$

$$D_{i_4}^o = \begin{vmatrix} -3181 & 3000 & -13 & -3181 & 3000 \\ 3330 & -4330 & 0 & 3330 & -4330 \\ 2530 & 330 & 0 & -2530 & 330 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

0 - 14285700
0 - 142413700
 $\} D_{i_4}^o = 12812800$

(4)

$$D = 14731866600$$

$$D_{i1} = 153381800$$

$$D_{i2} = 110141460$$

$$D_{in} = 12812800$$

$$\begin{cases} i_1 = \frac{D_{i1}}{D} = 0,0104116 \\ i_2 = \frac{D_{i2}}{D} = 0,00746227 \\ i_n = \frac{D_{in}}{D} = 0,00868089 \end{cases}$$

(5)

$$i_1 = 10,4116 [mA]$$

$$i_2 = 7,46227 [mA]$$

$$i_n = 8,68089 [mA]$$

$$i_3 = i_1 - i_2$$

$$i_3 = 10,41 - 7,46 = 2,95 [mA]$$

$$i_5 = i_n - i_3$$

$$i_5 = 8,68 - 2,95 = 5,73 [mA]$$

$$i_6 = i_1 - i_5$$

$$i_6 = 1,73 [mA]$$

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, faça uma análise sobre a realização da prática. Indique o que pode ser abordado/melhorado na prática realizada. A seguir, é mostrada na Figura 3 o código de cores para determinar os valores dos resistores entregues para a realização da prática.

Código de Cores					
A extremidade com mais faixas deve apontar para a esquerda					
Resistores padrão possuem 4 faixas			560 kΩ 10% de tolerância		
Resistores de precisão possuem 5 faixas			237 Ω 1% de tolerância		
Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	3ª Faixa	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	x 1 Ω	
Marrom	1	1	1	x 10 Ω	+/- 1%
Vermelho	2	2	2	x 100 Ω	+/- 2%
Laranja	3	3	3	x 1K Ω	
Amarelo	4	4	4	x 10K Ω	
Verde	5	5	5	x 100K Ω	+/- .5%
Azul	6	6	6	x 1M Ω	+/- 25%
Violeta	7	7	7	x 10M Ω	+/- .1%
Cinza	8	8	8		+/- .05%
Branco	9	9	9		
Dourado				x .1 Ω	+/- 5%
Prateado				x .01 Ω	+/- 10%

Figura 3. – Código de Cores