



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – CAMPUS SOBRAL
CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO
DISCIPLINA: CIRCUITOS ELÉTRICOS I
PROFESSOR: SAMELIUS SILVA DE OLIVEIRA

PRÁTICA Nº 01
INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO – PARTE 2:
MULTÍMETRO, FONTE CC E RESISTORES

Alunos:

Ailton Guarino de Vasconcelos - 428194

Daniel Araujo Paiva - 432312

Francisca Jannielly Garcia da Costa - 427463

José Ediberto do Nascimento Júnior - 433423

Klayver Ximenes Carmo - 427651

Sobral – CE

2022

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVOS	4
3. MATERIAL UTILIZADO	4
4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	5
5. QUESTIONÁRIO	13
6. CONCLUSÃO	18
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1. INTRODUÇÃO

Elementos elétricos, como resistores, fontes de tensão, fontes de corrente, fontes independentes e dependentes etc., compõem um circuito elétrico. A corrente (i) e a tensão elétrica (V) são conceitos elementares para o estudos de circuitos, e são definidos respectivamente pelo fluxo de partículas com cargas elétricas (q) que passam em uma determinada área por segundo (t) e pela taxa de variação de energia potencial elétrica (ΔU) com as partículas com cargas elétricas.

Enquanto a potência elétrica (P) relaciona tensões e correntes (eq. 1), a 1ª lei de Ohm relaciona a fonte de tensão e elementos resistivos (eq. 2). A diferença de potencial entre dois pontos de um resistor é proporcional à corrente elétrica que passa por ele.

Além disso, essa lei define que a razão entre o potencial elétrico e a corrente elétrica é sempre constante para resistores ôhmicos.

$$P = \frac{dU}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = V \cdot i \quad (1.1)$$

$$V = R \cdot i \quad (1.2)$$

Também é possível encontrar todas as correntes e tensões de todos os elementos que compõem um circuito elétrico. As leis de Kirchhoff, também conhecidas como leis das malhas e leis dos nós, foram criadas pelo físico alemão Gustav Robert Kirchhoff e são usadas para analisar circuitos elétricos complexos, que não podem ser simplificados.

Um nó é um ponto ao qual dois ou mais elementos de um circuito estão conectados e uma malha é um percurso de circuito que permite partir de um nó e retornar a ele passando apenas uma vez pelos demais nós.

2. OBJETIVOS DA PRÁTICA

A prática tem como objetivo construir o circuito baseado no diagrama além de utilizar as ferramentas para medir tensão, corrente e resistência dos componentes como também avaliar se os resultados obtidos vão de encontro com os valores esperados.

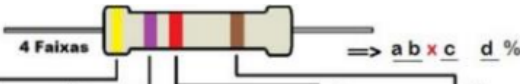
3. MATERIAL UTILIZADO

- Multímetro
- Resistores
 - 100 Ω
 - 680 Ω
 - 570 Ω
- Fonte
- Jumpers
- Protoboard

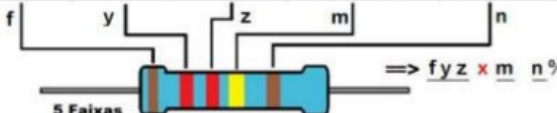
4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para dar início à prática foram escolhidos 3 resistores dentre os disponíveis em laboratório, verificados seus valores nominais conforme a tabela de cores da figura 1.1 e seus valores de resistência usando o multímetro.

Figura 1 - Tabela de Cores.



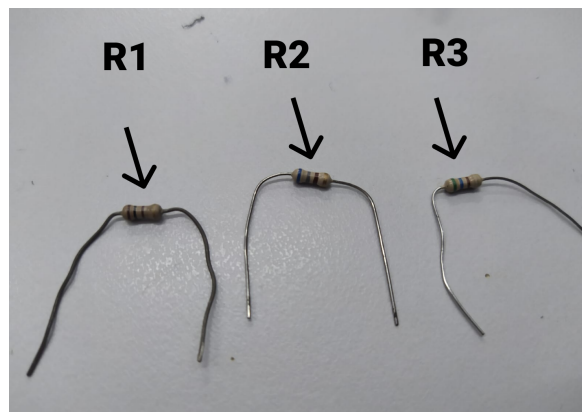
Cor:	1ª Faixa:	2ª Faixa:	3ª Faixa:	Multiplificador:	Tolerância:
Preto	0	0	0	1Ω	-
Marrom	1	1	1	x10Ω	± 1%
Vermelho	2	2	2	x100Ω	± 2%
Laranja	3	3	3	x1kΩ	-
Amarelo	4	4	4	x10kΩ	-
Verde	5	5	5	x100kΩ	± 0,5%
Azul	6	6	6	x1MΩ	± 0,25%
Violeta	7	7	7	x10MΩ	± 0,1%
Cinza	8	8	8	-	± 0,05%
Branco	9	9	9	-	-
Dourado	-	-	-	x0,1Ω	± 5%
Prateado	-	-	-	x0,01Ω	± 10%



Fonte: Documento de orientação para o relatório.

Os resistores escolhidos e os valores calculados e medidos estão apresentados na figura 2 e na tabela 1, respectivamente.

Figura 2 - Resistores Usados na Prática.



Fonte: Autores.

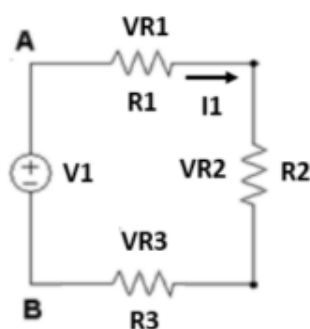
Tabela 1 - Valores nominais, medidos e desvio.

Valores	R1	R2	R3
Nominal (Ω)	100	680	570
Medido (Ω)	99.7	667	565
Erro (%)	0.3	1.91	0.877193

Fonte: Autores

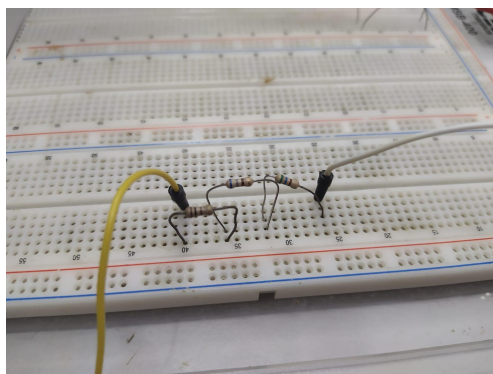
Após obter as medidas, foi montado o circuito 1 (figura 4) com base no modelo dado (figura 3). Ao analisar, vê-se que o circuito possui uma fonte de tensão que se encontra em série com 3 resistores (R1, R2 e R3), para os cálculos serão utilizados os valores medidos.

Figura 3 - Modelo de circuito em série.



Fonte: Documento de orientação para a prática

Figura 4 - Montagem do circuito da figura 1.3.



Fonte: Autores

A fim de verificar os valores de tensão em cada resistor e o valor da corrente que passa pelo circuito, fez-se uso da lei de Ohm e de propriedades de circuitos em série. É conhecido que em um circuito em série a corrente elétrica se torna a mesma em todos os pontos onde as cargas são ligadas, logo, pode-se dizer que a corrente que passa por todos os elementos é a mesma, **I1**, e a resistência equivalente (**Req**) é a soma de todas as resistências que estão em série (**R1**, **R2** e **R3**). O cálculo da resistência equivalente é apresentado na figura 5.

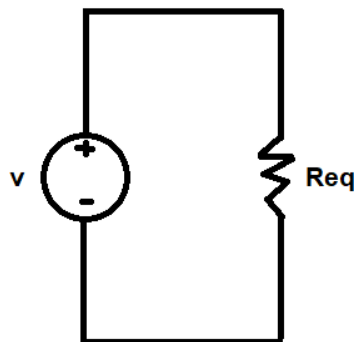
Figura 5 - Cálculo da resistência equivalente.

$$\begin{aligned} R_{eq} &= R1 + R2 + R3 \\ R_{eq} &= 99.7 + 667 + 565 \\ R_{eq} &= 1.331,7 \, \Omega \end{aligned}$$

Fonte: Autores

Desta forma podemos representar o circuito como mostra a figura 6.

Figura 6 - Circuito equivalente.



Fonte: Autores

A lei de Ohm diz que a tensão (**V**) é igual o produto da corrente (**i**) com a resistência (**R**):

$$V = R \cdot i$$

Aplicando na fórmula acima a resistência e a tensão já conhecidas, obtém-se a corrente **i1** que passa pelo circuito.

A figura 7 apresenta os passos descritos.

Figura 7 - Cálculo da Corrente.

$$\begin{aligned} V &= R \cdot i \\ i &= V/R \\ i &= 7/1331,7 \\ i &= 0.0052 \text{ A} \end{aligned}$$

Fonte: Autores

Dada a corrente **i** e sabendo que ela passa por todos os resistores, pode-se, pela **lei de ohm**, descobrir a tensão de cada resistor, como mostra a figura 8.

Figura 8 - Tensões em cada resistor.

$$\begin{aligned} V_{R1} &= R1 \cdot i = 99.7 \cdot 0.0052 = 0.5 \text{ v} \\ V_{R2} &= R2 \cdot i = 667 \cdot 0.0052 = 3.4 \text{ v} \\ V_{R3} &= R3 \cdot i = 565 \cdot 0.0052 = 2.9 \text{ v} \end{aligned}$$

Fonte: Autores

Para segunda parte do experimento é necessário usar de conhecimentos além dos usados anteriormente, como:

1ª Lei de Kirchhoff (Lei dos Nós)

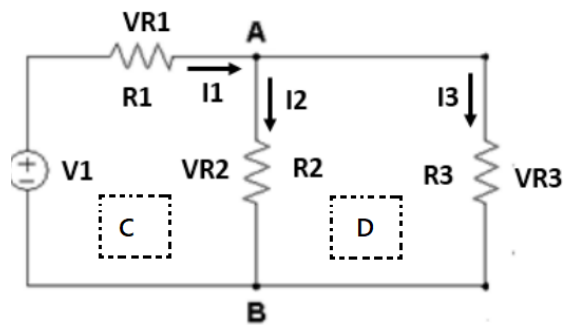
A soma de todas as correntes que chegam a um nó de um circuito é igual à soma de todas as correntes que deixam esse mesmo nó. Essa lei é uma consequência do princípio de conservação da carga elétrica. Segundo ela, independentemente de qual seja o fenômeno, a carga elétrica inicial será sempre igual à carga elétrica final do processo.

2ª Lei de Kirchhoff (Lei das Malhas)

Pela segunda lei de Kirchhoff, a soma dos potenciais elétricos ao longo de uma malha fechada é igual a zero. Essa lei é uma consequência do princípio de conservação da energia. Segundo ela, toda energia fornecida à malha de um circuito é consumida pelos próprios elementos presentes nessa malha.

Para montar o circuito da figura abaixo, assim como no anterior, usa-se o valor de VDC 1 = 7V. Observando, pode-se notar que o circuito é composto por 3 resistores e uma fonte de tensão (1 resistor está em série com a fonte de tensão e com 2 resistores que estão paralelos entre si). Antes de realizar as medidas e realizar os cálculos fez-se o teste sonoro do multímetro para verificar se todos os componentes estavam devidamente funcionais.

Figura 9 - Circuito 2.



Fonte: Documento de Orientação para prática.

A fim de obter os valores de correntes e tensões em cada resistor, é aplicado LKC (Lei de Kirchhoff para correntes) no ponto A:

$$i_1 = i_2 + i_3$$

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

LKT (Lei de Kirchhoff para Tensões) em C:

$$7 - v_{R1} - v_{R2} = 0$$

$$\Rightarrow v_{R1} + v_{R2} = 7$$

$$\Rightarrow 99.7i_1 + 667i_2 = 7$$

LKT (Lei de Kirchhoff para Tensões) em D:

$$v_{R2} - v_{R3} = 0$$

$$\Rightarrow 667i_2 - 565i_3 = 0$$

Ao solucionar o sistema, obtém-se:

$$\{i_1 - i_2 - i_3 = 0, 99.7i_1 + 667i_2 = 7; 667i_2 - 565i_3 = 0$$

$$i_1 = -1.95mA$$

$$i_2 = 10.78mA$$

$$i_3 = -12.73mA$$

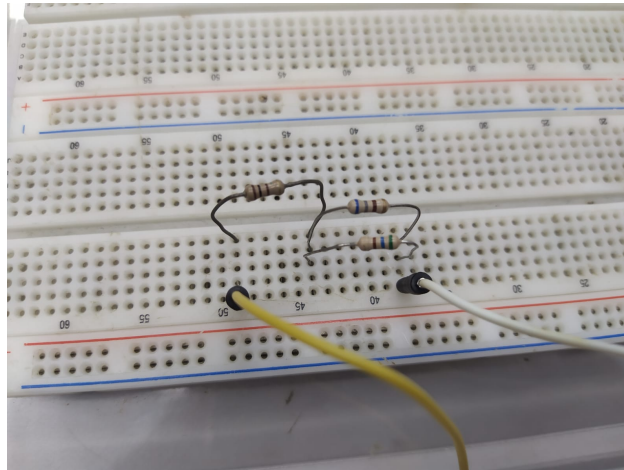
$$v_1 = i_1 \cdot R_1 \rightarrow 1.95mA \cdot 99.7\Omega \rightarrow 0.2V$$

$$v_2 = i_2 \cdot R_2 \rightarrow 10.78mA \cdot 667\Omega \rightarrow 7.19V$$

$$v_2 = i_3 \cdot R_3 \rightarrow 12.73mA \cdot 565\Omega \rightarrow 7.19V$$

O circuito é apresentado na figura 11.

Figura 10 - Circuito equivalente a Figura 9.



Fonte: Autores.

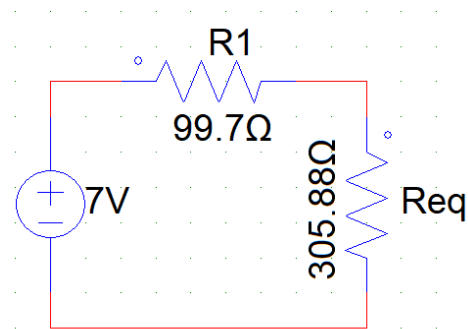
Calcula-se a resistência equivalente entre os resistores paralelos (R2 e R3):

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\frac{1}{667\Omega} + \frac{1}{565\Omega}} = 305.88 \Omega$$

A figura 11 apresenta a disposição dos resistores após a equivalência entre os resistores R2 e R3.

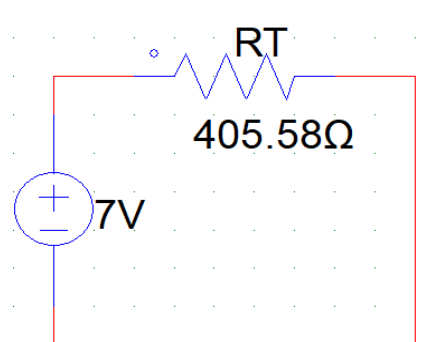
Figura 11 - Circuito equivalente 1.



Fonte: Autores

Obtida a resistência equivalente, tem-se agora um circuito com resistores em série e pela propriedade pode-se soma-las, obtendo assim a resistência total (R_T), apresentado na figura 12.

Figura 12 - Circuito Equivalente 2.



Fonte: Autores.

$$\Rightarrow R_T = R_1 + R_{eq}$$

$$\Rightarrow R_T = 99.7\Omega + 305.88\Omega$$

$$R_T = 405.58\Omega$$

Com a resistência total podemos calcular o valor da corrente sob o resistor R_T .
Pela lei de Ohm, temos:

$$V = i \cdot R_T$$

$$\Rightarrow i = \frac{V}{R_T}$$

$$\Rightarrow i = \frac{7V}{405.58\Omega} = 17.26mA$$

5. QUESTIONÁRIO

1. O multímetro pode ser usado para identificar continuidade de um fio desenergizado? Como se deve proceder?

Sim. Primeiramente é ajustado a escala do multímetro para o teste de continuidade, onde as pontas de prova ficam nos bornes comum e de resistência. Após isso é possível conectar as pontas de prova nas pontas do fio, testando assim sua continuidade. Caso não esteja rompido, será emitido um sinal sonoro pelo multímetro.

2. Explique resumidamente e com suas palavras a 1ª Lei de Ohm.

A primeira lei de Ohm apresenta a proporcionalidade direta entre a corrente elétrica que passa por um dispositivo e a diferença de potencial aplicada no mesmo. Lei esta utilizada para definir o conceito de resistência, sendo utilizada também para materiais não ôhmicos (que não obedecem a lei de Ohm).

3. Como é feito para medir o valor de resistência de um resistor usando um multímetro?

Primeiramente é ajustado a escala do multímetro para a medição de resistência - seção do multímetro representada pela letra Ω - onde as pontas de prova ficam nos bornes comum e de resistência. Após isso dá-se contato entre as pontas de prova e os terminais do resistor, com isso deverá aparecer no multímetro a resistência correspondente. Caso não apareça a resistência, é necessário trocar a escala de medição de resistência no multímetro.

4. Observando os circuitos da figura 5(a) e 5(b) comente sobre as características de cada circuito e diferenças entre eles.

Na figura 5(a) é possível notar que o circuito apresentado contém elementos em série, sendo uma fonte de tensão e 3 resistores. A figura 5(b) contém os mesmos elementos, mas 2 dos resistores estão dispostos em paralelo. No circuito em série, a corrente que circula no mesmo não tem pontos de derivação, diferente do circuito com elementos em paralelo, onde a tensão também será diferente se a resistência dos resistores em paralelos forem diferentes entre si, visto que a resistência é diretamente proporcional à tensão.

Com isso, a resistência total em um circuito em série é a soma de todas as resistências, já em um circuito paralelo o inverso da resistência total é igual a soma do inverso das resistências.

5. Comente sobre as diferenças entre valor nominal e medido da tabela 2. Quais os possíveis motivos dessa diferença?

O valor nominal é o valor definido através das cores das faixas presentes no resistor, podendo ser descoberta através do código de cores. Os valores medidos são os valores reais apresentados em um multímetro, por exemplo. Os resistores possuem em sua construção uma faixa com uma cor que representa a sua tolerância. Ao fazer as medições, existem variações por conta do multímetro, sua construção e afeta diretamente nas medidas, além da própria construção do resistor, que se degrada com o tempo.

6. A corrente e a tensão em R2 nas figuras 5(a) e 5(b) são iguais ou diferentes? Explique o motivo.

Diferentes, devido ao fato do circuito da figura 5(a) estar montado em série, com isso a corrente segue apenas em um caminho, diferente do circuito da figura 5(b), onde é possível notar a presença de dois resistores em paralelos, acontecendo assim uma divisão de corrente. A tensão também será diferente no caso dos resistores 2 e 3 com resistências diferentes, visto que a tensão é diretamente proporcional às resistências.

7. Usando o grupo escolhido da tabela 1, calcule os valores de I1, I2, I3, VR1, VR2 e VR3 das figuras 5(a) e (b). (COLOQUE OS CÁLCULOS NO RELATÓRIO)

Desenvolvimento e cálculos feitos e explicados no procedimento experimental.

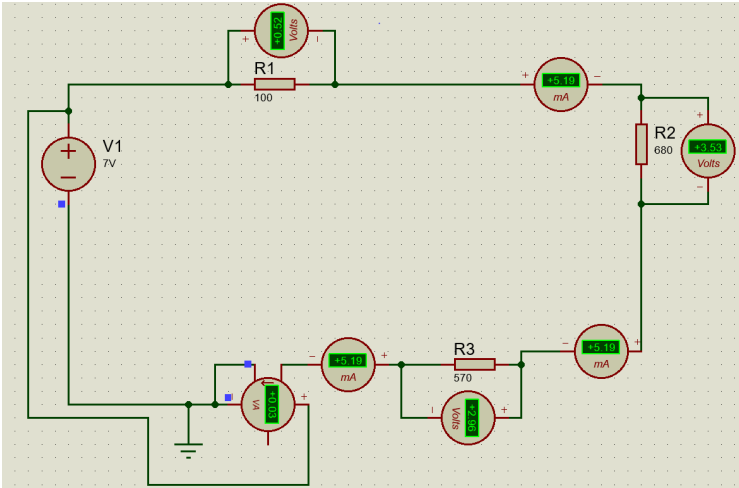
8. Usando os dados da tabela 1, simular os dois circuitos utilizando software (PSIM, Proteus, LTSpice, Tina-TI, etc) e realizar medidas (na simulação) de I1, I2, I3, VR1, VR2 e VR3. Faça uma tabela comparativa com os valores medidos na simulação e calculados, apresente e comente sobre a porcentagem de erro. (MOSTRAR SIMULAÇÃO NO RELATÓRIO).

Tabela 2

Circuito A						
	Tabela 1			Proteus		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Nominal(Ω)	100	680	570	100	680	570
Medido(Ω)	99,1	667	565			
Tensão(V)	0,5	3,4	2,9	0,52	3,53	2,96
Corrente (mA)	70,2	9,13	5,26	70,0	8,87	5,19
Potência (W)	0,49	0,06	0,03	0,49	0,06	0,03

Fonte: Autores.

Figura 14



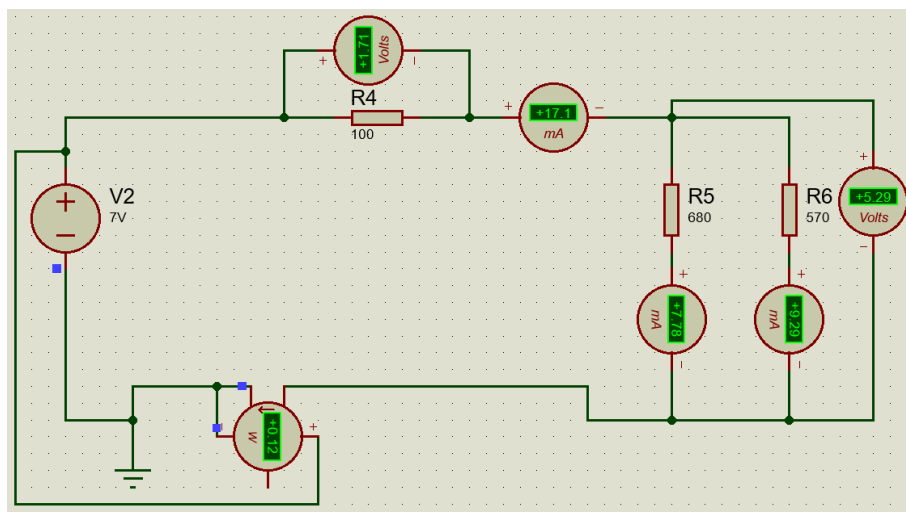
Fonte: Autores.

Tabela 03

Circuito B						
	Tabela 1			Proteus		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Nominal(Ω)	100	680	570	100	680	570
Medido(Ω)	99,1	667	565			
Tensão(V)	1,72	5,28	5,28	1,71	5,29	5,29
Corrente (mA)	70,2	7,91	9,34	70,0	7,78	9,29
Potência (W)	0,49	0,12	0,12	0,49	0,12	0,12

Fonte: Autores

Figura 15



Fonte: Autores.

Tabela 04

Erro percentual - Circuito A						
Elementos	Tensões (V)	Tensões reais (V)	Erro (%) Tensões	Correntes (mA)	Correntes reais (mA)	Erro (%) Corrente
R1	0,52	0,5	4,0	70,0	70,2	0,28
R2	3,53	3,4	3,82	8,87	9,13	2,84
R3	2,96	2,9	2,06	5,19	5,26	0,53

Fonte: Autores.

Tabela 05

Erro percentual - Circuito B						
Elementos	Tensões (V)	Tensões reais (V)	Erro (%) Tensões	Correntes (mA)	Correntes reais (mA)	Erro (%) Corrente
R1	1,71	1,72	0,58	70,0	70,2	0,28
R2	5,29	5,28	0,18	7,78	7,91	1,64
R3	5,29	5,28	0,18	9,29	5,26	0,53

Fonte: Autores.

Todas as tensões e correntes verificadas permanecem dentro da margem de erro aceitável de 5% estabelecida pela *Tabela de Cores* na coluna "Tolerância", correspondendo à cor dourada do resistor escolhido.

9. Calcule o valor da potência total do circuito usando os valores medidos e calculados.

$$\text{Circuito 1 (série): } P = \frac{v^2}{R} \Rightarrow P = \frac{7^2}{1350} \Rightarrow P \equiv 0,036 \text{ W}$$

$$\text{Circuito 2 (paralelo): } P = \frac{v^2}{R} \Rightarrow P = \frac{7^2}{405} \Rightarrow P \equiv 0,12 \text{ W}$$

6. CONCLUSÃO

Com base nas análises realizadas foi possível identificar as correntes e tensões, analisando a influência de uma única fonte de tensão tanto em um circuito em série (Parte 1) quanto em um circuito paralelo (Parte 2).

Analisando as medidas dos resistores escolhidos, percebe-se que apesar do valor nominal existir para qualquer combinação de cor na tabela, sempre há uma diferença na medida exata quando se utiliza de um aparelho de medição, como o multímetro, logo, mostra-se a importância de conferir a exatidão das medidas dos elementos que forem ser utilizados nos circuitos.

Por fim, o método de resistência equivalente (Tanto em circuitos em série quando em paralelo), a lei de ohm e as leis de Kirchhoff (corrente e tensão) mostraram-se extremamente úteis para realizar as comparações entre valores medidos e calculados, podendo-se obter a margem de erro entre as duas formas de obtenção de valores (tensão e corrente).

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] LEIS DE KIRCHHOFF - Disponível em:

<<https://www.todamateria.com.br/leis-de-kirchhoff/>> , acesso em: 04/04/22

[2] ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM PARALELO - Disponível em:

<<https://www.stoodi.com.br/blog/fisica/associacao-de-resistores-em-paralelo/>> ,
acesso em: 05/04/22