



Relatório do laboratório 02

GRUPO 1

João Vitor Garcia Carvalho
Maria Eduarda Pedroso
Gabriel Finger Conte

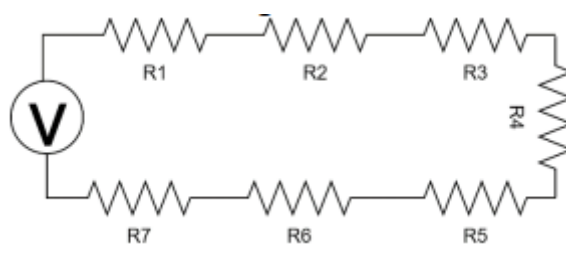
Matrícula: 2270340
Matrícula: 2150336
Matrícula: 2270234

ANÁLISE DE CIRCUITOS ELÉTRICOS (FUCO5A)

Resumo (valor: 2,0)

Neste experimento o grupo realizou testes com resistores para verificar e validar sua resistência. Um resistor é um componente eletrônico que dificulta a passagem de corrente por um circuito, o mesmo detém de um código de cores, para saber seu valor, e uma tolerância, sua margem de erro. Em um primeiro momento, o grupo anotou todos os códigos de cores dos resistores usados nesse experimento e também usou um ohmímetro, uma ferramenta que mede a resistência de um componente, para verificar o valor real da resistência dos componentes usados. Após este, o grupo usou de uma protoboard para alinhar os resistores em série, e posteriormente em paralelo, e realizou a mesma comparação na primeira parte, sendo que a resistência teórica do sistema em série é a soma de todas as resistências e em paralelo é aplicado a Lei de Ohm e, no final, o inverso da resistência é dado pela soma do inverso das resistências. Logo após isso, o grupo montou um circuito pré-determinado pelo professor:

Figura 1: Circuito pré-determinado



Fonte: Laboratório de Análise de Circuitos Elétricos, 2º Experimento

E validou a lei de Ohm calculando a corrente que passa pelo mesmo. Por fim, o grupo substituiu seis resistores por um potenciômetro e realizou os mesmos cálculos da etapa anterior.

Objetivos e Fundamentos (valor: 1,0)

Neste trabalho serão desenvolvidos os seguintes tópicos:

- Validar código de resistores;
- Medir resistência com um ohmímetro.

Cada resistor detém um código de cores que define seu valor de resistência, no entanto ela não é sempre precisa, tendo uma tolerância, também determinada pelas cores do resistor. Com isso, o intuito deste experimento é validar os valores dos resistores com um ohmímetro.

Materiais e equipamentos (valor: 1,0)

Os materiais utilizados para esse laboratório foram:

- multímetro e potenciômetro
- Placa de ensaio (Protoboard)
- Fonte de alimentação com uma tensão CC de 5 V
- 3 resistores de cada tolerância sendo elas:
 - 1,2 Ω ;
 - 470 Ω ;
 - 560 Ω ;
 - 820 Ω ;
 - 1 k Ω ;
 - 2,2 k Ω ;
 - 1,5 M Ω ;

Procedimentos e Medidas (valor: 2,0)

Para a prática um tivemos que ler e procurar os resistores com as resistências descritas na tabela 1 para assim dar início às atividades, primeiramente para a parte um fizemos a medição da resistência de cada um dos resistores com ajuda do ohmímetro, os dados estão na tabela abaixo:

Tabela 1: Valores da resistência nominal dos resistores utilizados

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
1,5 M Ω	1 k Ω	560 Ω	470 Ω	1,2 Ω	820 Ω	2,2 k Ω

Fonte: autoria própria.

Tabela 2: Dados obtidos da análise dos resistores comerciais utilizados no experimento.

Resistor	Código de Cores	Resistência Nominal (Ω)	Tolerância (Ω)	Valor Medido 1 \pm Erro (Ω)	Valor Medido 2 \pm Erro (Ω)	Valor Medido 3 \pm Erro (Ω)	Média Valor Medido (Ω)	Desvio Padrão (Ω)	Erro da média em relação ao valor nominal (%)	Erro (%) em relação ao desvio
R1	Marrom - Vermelho - Dourado - Dourado	1,2	0,06	1,2 \pm 0,1	1,2 \pm 0,1	1,3 \pm 0,1	1,2	0,05774	2,78	3,77
R2	Amarelo - Violeta - Marrom - Dourado	470	23,5	465,7 \pm 0,1	467,8 \pm 0,1	466,3 \pm 0,1	466,6	1,08167	0,72	95,40
R3	Verde - Azul - Marrom - Dourado	560	28	550,0 \pm 0,1	549,0 \pm 0,1	549,8 \pm 0,1	549,6	0,52915	1,86	98,11
R4	Cinza - Vermelho -	820	41	799 \pm 1	804 \pm 1	803 \pm 1	802,0	2,64575	2,20	93,55

	Marrom - Dourado									
R5	Marrom - Preto - Vermelho - Dourado	1000	50	986 ± 1	972 ± 1	991 ± 1	983,0	9,84886	1,70	80,30
R6	Vermelho - Vermelho - Vermelho - Dourado	2200	110	2181 ± 1	2186 ± 1	2192 ± 1	2186,3	5,50757	0,62	94,99
R7	Marrom - Verde - Verde - Dourado	150000 0	75000	1528000 ± 1000	1507000 ± 1000	1621000 ± 1000	155200 0,0	60671,2 4525	3,47	19,11

Fonte: autoria própria.

Foi calculado também com ajuda de uma planilha do excel, o erro percentual entre o valor medido e o nominal, assim conseguindo realizar o cálculo do desvio e tolerância, todos os dados estão descritos acima. Analisando a tabela podemos notar que o maior valor de erro percentual obtido foi o resistor R7, tal fato pode ser explicado por erros do medidor de resistência, ohmímetro, e por erros no próprio componente, como desgaste de uso ou algum erro cometido na sua construção.

Na última parte realizamos as medidas de dois circuitos sendo eles em série e paralelo, um exemplo dos circuitos foram montados na protoboard e os resultados das medições estão explícitos na tabela abaixo.

Tabela 3: Resistência equivalente para diferentes associações dos resistores utilizados.

Tipo de Associação	Resistência Equivalente (Ω)		Desvio Percentual (%)
	Teórica	Prática	
Série	1,505 M	$(2,653 \pm 0,001)$ M	76,27906977
Paralela	1,2	$(6,5 \pm 0,1)$	441,6666667

Fonte: autoria própria.

Já na parte 2 dessa prática utilizamos um resistor de cada valor da etapa anterior e construímos um circuito em série com uma fonte de tensão de $(5,0 \pm 0,1)$ V sendo essa uma carga contínua. Com esse circuito conseguimos determinar a queda de tensão de cada resistor tabela 4, corrente do circuito, potência dissipada em cada resistor tabela 5, energia consumida em 2 horas desse circuito é de $33,22 \cdot 10^{(-6)}$ Wh, todos os cálculos foram realizados sem considerar a tolerância visto que era uma sugestão do roteiro.

Tabela 4: Queda de tensão dos resistores.

Resistor	Queda Tensão (V)		Desvio Percentual (%)
	Teórico	Prático	
R1	4,983	$5,051 \pm 0,001$	1,36
R2	3,32 m	$(3,07 \pm 0,01)$ m	7,53
R3	1,86 m	$(1,69 \pm 0,01)$ m	9,14
R4	1,56 m	$(1,43 \pm 0,01)$ m	8,33
R5	0,00 m	$(0,00 \pm 0,01)$ m	-

R6	2,72 m	(2,48 ± 0,01) m	8,82
R7	7,31 m	(6,82 ± 0,01) m	6,70

Fonte: autoria própria.

Tabela 5: Potência dissipada nos resistores.

Resistor	Potência Dissipada (W)
R1	16,55 μ
R2	11,04 n
R3	6,18 n
R4	5,19 n
R5	0,01 n
R6	9,05 n
R7	24,28 n

Fonte: autoria própria.

Com o valor da potência de um resistor é possível calcular seu consumo em Wh (Watt.Hora). A energia gasta por um resistor é dada pelo produto da potência pelo tempo, considerando 2 horas, tem-se:

Tabela 6: Energia gasta nos resistores.

Resistor	Potência Dissipada (W)	Energia Gasta (Wh)
R1	16,55 μ	33,1 μ
R2	11,04 n	22,08 n
R3	6,18 n	12,36 n
R4	5,19 n	10,38 n
R5	0,01 n	0,02 n
R6	9,05 n	18,1 n
R7	24,28 n	48,56 n
Total	55,75 n	111,5 n

Fonte: Autoria própria.

Após toda a análise substituímos os resistores do segundo ao sétimo lugar por um potenciômetro, e escolhemos três valores arbitrários sendo estes 2k Ω , 6k Ω ,10k Ω , para fins propostos calculamos o desvio percentual entre esses valores teóricos e os valores que conseguimos através do potenciômetro, os resultados estão descritos na tabela 7.

Tabela 7: Resistência equivalente para diferentes resistências do potenciômetro utilizado.

Resistência (Ω)		Desvio Percentual (%)
Teórica	Prática	
2 k	(2,008 ± 0,001) k	0,40
6 k	(6,003 ± 0,001) k	0,05

10 k	$(0,00924 \pm 0,00001) \text{ M}$	7,60
------	-----------------------------------	------

Fonte: autoria própria.

Por fim, para cada valor arbitrário de resistência do nosso potenciômetro determinamos a corrente no potenciômetro na tabela 8, a tensão que no nosso caso não alterou, se manteve como 5V igual ao teórico e a potência tabela 9.

Tabela 8: Corrente para diferentes resistências do potenciômetro utilizado.

Intensidade de Corrente (μA)		Desvio Percentual (%)
Teórica	Prática $\pm 0,1$	
3,3	3,1	6,06
3,3	3,1	6,06
3,3	3,1	6,06

Fonte: autoria própria.

Tabela 9: Potência para diferentes resistências do potenciômetro utilizado.

Potência (nW)		Desvio Percentual (%)
Teórica	Prática	
22,16	19,30	12,91
66,14	57,69	12,78
109,64	88,80	19,01

Fonte: autoria própria.

Teoria e Cálculos (valor: 2,0)

Antes de mais nada, vale revisar alguns conceitos básicos a respeito de circuitos elétricos. Começando do mais fundamental, tem-se o conceito de corrente elétrica, medida em Ampères, que resume-se ao fluxo de elétrons em uma determinada região do espaço, no caso trabalhado o circuito elétrico, por um determinado período de tempo.

Um dos meios por onde a corrente elétrica pode passar são através dos circuitos elétricos fechados, ou seja, que tem uma fonte e um destino final. Não havendo corrente elétrica em circuitos onde, por mais que tenham uma fonte de energia, não existe um destino para essa energia “escoar”.

Além disso, é importante ressaltar que para criar uma corrente elétrica é necessário uma fonte de tensão. Sendo a tensão o potencial elétrico armazenado ou produzido por dispositivos específicos, sendo esse potencial produzido pela separação de cargas elétricas e íons que, no caso da pilha, concentram os elétrons em uma das extremidades da pilha de modo que internamente os mesmos não fluam de um lado para o outro. Dessa forma, a diferença na

concentração de elétrons entre as extremidades da pilha, que quando não conectadas, geram um potencial elétrico chamado de tensão, medida em Volts (V) no SI.

Num cenário ideal, a corrente “escoaria” livremente pelos circuitos, todavia no cenário real, os componentes físicos oferecem naturalmente uma resistência ao fluxo de elétrons. Essa propriedade de resistir à corrente elétrica é chamada de resistividade, sendo representada no SI pela unidade de Ohms (Ω).

Um dos componentes utilizados em circuitos elétricos são os chamados resistores, que consistem em utensílios para fornecer um certo controle sobre a corrente que percorre o circuito. A fim de facilitar a identificação dos mesmos foi desenvolvido um código de cores que, através de 4 a 5 faixas seria possível identificar a resistência de cada um. Sendo a última faixa a tolerância de erro no valor da resistência em relação ao descrito pelo código de cores, a penúltima é um multiplicador para representar valores em diferentes escalas, e as primeiras faixas seriam os dígitos do valor da resistência.

Após várias pesquisas, análises e observações foram descobertas algumas relações entre essas grandezas. Através desses resultados foi formulado a chamada Lei de Ohm, a qual postula a relação existente entre corrente, tensão e resistência de forma que a tensão é equivalente ao produto da corrente e da resistência no circuito ou trecho analisado:

$$V = R * I \quad (1)$$

A partir dessa equação é possível deduzir outras duas equações que servem para calcular a resistência ou a corrente em termos das outras duas grandezas:

$$R = I/V \quad (2)$$

$$I = V/R \quad (3)$$

Outro fato observado foi que o ato de resistir a corrente gera uma dissipação de energia na forma de trabalho trabalho. E, analisando esse trabalho ao longo do tempo é possível calcular a potência dissipada ou mesmo a potência total de uma fonte ou conjunto de fontes de tensão ao somar todos os valores de potência dissipada no circuito. Em relação à potência, observou-se que a mesma é equivalente ao produto da tensão pela corrente, e é medida em Watts(W) no SI:

$$P = V * I \quad (4)$$

Analisando em conjunto as fórmulas (1) e (4), foi possível obter duas outras relações que descrevem a potência:

$$P = V^2 * R \quad (5)$$

$$P = R * I^2 \quad (6)$$

Agora, aprofundando mais no estudo de resistores, foi observado que ao ligá-los em série, ou seja, cada extremidade de cada resistor tem no máximo uma única conexão com outro resistor, medindo a resistência entre as extremidades do circuito, viu-se que a resistência dita equivalente era exatamente igual à soma da resistência de todos os resistores, assim para associações de resistores em série tem-se que:

$$Req = R1 + R2 + ... + Rn \quad (7)$$

Já para associações de resistores com mais de uma ligação em suas extremidades, chamada de associação em paralelo, notou-se o seguinte comportamento:

$$\frac{1}{Req} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + ... + \frac{1}{Rn} \quad (8)$$

Em relação aos cálculos realizados, em um primeiro momento, com os três valores de resistência obtidos para cada valor nominal, calculou-se uma média aritmética desses valores a fim de determinar um valor médio para os resultados obtidos, com o auxílio das Planilhas do Google através do código "=MÉDIAA(Valor1;Valor2;Valor3)". Obteve-se assim os seguintes resultados:

Tabela 10 - Código usado e valor da média aritmética dos valores medidos

Código Planilha do Google	Média Valor Medido (Ω)
=MÉDIAA(1,2;1,2;1,3)	1,2
=MÉDIAA(465,7;467,8;466,3)	466,6
=MÉDIAA(550;549;549,8)	549,6
=MÉDIAA(799;804;803)	802,0
=MÉDIAA(986;972;991)	983,0
=MÉDIAA(2181;2186;2192)	2186,3
=MÉDIAA(1528000;1507000;1621000)	1552000,0

Fonte: autoria própria

Em seguida, determinou-se o desvio padrão amostral para os valores medidos através do comando "=DESVPPADA(Valor1;Valor2;Valor3)". Obtendo-se assim:

Tabela 11 - Código usado e valor do desvio padrão dos valores medidos

Código Planilha do Google	Desvio Padrão (Ω)
=DESVPPADA(1,2;1,2;1,3)	0,05774
=DESVPPADA(465,7;467,8;466,3)	1,08167
=DESVPPADA(550;549;549,8)	0,52915
=DESVPPADA(799;804;803)	2,64575
=DESVPPADA(986;972;991)	9,84886
=DESVPPADA(2181;2186;2192)	5,50757
=DESVPPADA(1528000;1507000;1621000)	60671,24525

Fonte: autoria própria

Dando continuidade, calculou-se o desvio percentual do valor nominal de cada resistor em relação à média do valor medido através da seguinte relação:

$D_p = |R_{nominal} - \bar{R}_{medido}| / R_{nominal} * 100$ [%]. Para para o desvio percentual em relação à tolerância usou-se a mesma ideia, $D_p = |Tolerancia - Desv Padrão| / Tolerancia * 100$ [%]. Chegando nos seguintes resultados:

Tabela 12 - Código usado e valor do desvio percentual em relação ao valor nominal e ao desvio

Código Planilha do Google	Erro da média em relação ao valor nominal (%)	Código Planilha do Google	Erro (%) em relação ao desvio
=ABS(1,2-1,2)/1,2*100	2,78	=ABS(0,06-0,05774)/0,06*100	3,77
=ABS(470-466,6)/470*100	0,72	=ABS(23,5-1,08167)/23,5*100	95,40
=ABS(560-549,6)/560*100	1,86	=ABS(28-0,52915)/28*100	98,11
=ABS(820-802,0)/820*100	2,20	=ABS(41-2,64575)/41*100	93,55
=ABS(1000-983,0)/1000*100	1,70	=ABS(50-9,84886)/50*100	80,30
=ABS(2200-2186,3)/2200*100	0,62	=ABS(110-5,50757)/110*100	94,99
=ABS(1500000-H12)/1500000*100	3,47	=ABS(75000-60671,24525)/75000*100	19,11

Fonte: autoria própria

Após isso, com a resistência nominal de cada resistor e o auxílio das fórmulas (7) e (8) calculou-se os valores teóricos da resistência equivalente para a associação em série em paralelo de 7 resistores, cada um com uma resistência distinta.

Tabela 13 - Cálculo usado e valor da resistência equivalente teórica para os dois tipos de associações

Tipo de Associação	Resistência Equivalente (Ω)	Cálculo
	Teórica	
Série	1,505 M	=1,2+470+560+820+1000+2200+1500000
Paralela	1,2	=1 / (1/1,2 + 1/470 + 1/560 + 1/820 + 1/1000 + 1/2200 + 1/1500000)

Fonte: autoria própria

Em um segundo momento, considerando uma associação em série de 7 resistores, cada um com uma resistência diferente e dado que teoricamente a fonte de alimentação fornecia uma tensão CC de 5V, buscou-se calcular as seguintes informações:

- A corrente teórica no circuito, com o auxílio da fórmula (7) para obter a resistência equivalente e da fórmula (3) obtida através da Lei de Ohm;

$$I_{teórica} = V_f / R_{EQ} = 5 / 1505000 \approx 3,3 \mu A$$

- A queda de tensão teórica de cada resistor, sabendo do valor teórico da corrente e com a fórmula (1);

Tabela 14 - Cálculo usado e valor da queda de tensão teórica para cada resistor

Resistor	Queda Tensão (V)	Cálculo
	Teórico	
R1	4,983	=R1 * I = 1500000*0,0000033
R2	3,32 m	=R2 * I = 1000*0,0000033
R3	1,86 m	=R3 * I = 560*0,0000033
R4	1,56 m	=R4 * I = 470*0,0000033
R5	0,00 m	=R5 * I = 1,2*0,0000033
R6	2,72 m	=R6 * I = 820*0,0000033
R7	7,31 m	=R7 * I = 2200*0,0000033

Fonte: autoria própria

- A potência dissipada por cada resistor através da fórmula (6);

Tabela 15 - Cálculo usado e valor da potência para cada resistor

Resistor	Potência Dissipada (W)	Cálculo
R1	16,55 μ	=R1 * I ² = 1500000*0,000003311 ²
R2	11,04 n	=R2 * I ² = 1000*0,000003311 ²
R3	6,18 n	=R3 * I ² = 560*0,000003311 ²
R4	5,19 n	=R4 * I ² = 470*0,000003311 ²
R5	0,01 n	=R5 * I ² = 1,2*0,000003311 ²
R6	9,05 n	=R6 * I ² = 820*0,000003311 ²
R7	24,28 n	=R7 * I ² = 2200*0,000003311 ²

Fonte: autoria própria

Após calcular a potência dissipada por cada resistor, somando todos esses valores foi possível obter o valor da potência total dissipada pelo circuito. Dado que por definição a potência é o trabalho realizado em um período de tempo, que tempo no SI são os segundos, a potência efetivamente consumida em um período de tempo t (s) pode ser obtida por:

$$P_{consumida} = P_{total} * t \quad (9).$$

Calculando esse valor para 2 horas = 3600s, obtemos quantidade de potência consumida pelo circuito num período de duas horas em Ws. Assim, temos:

$$P_{consumida} = (16,55 \mu + 11,04 n + 6,18 n + 5,19 n + 0,01 n + 9,05 n + 24,28 n) * 3600 \approx 0,1195972602 \text{ Ws}$$

Com esse valor, sabendo que $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ Ws}$, por regra de três obtém-se a potência dissipada pelo circuito em 2 horas na medida de Wh. Assim:

$$P_{\text{consumida}} = 0,1195972602 / 3600 \approx 33,22 \cdot 10^{-6} \text{ Wh}$$

Tendo substituído o conjunto de R2 à R7 pelo potenciômetro, os cálculos que foram feitos forma relativamente semelhantes:

- Calculando a intensidade da corrente a partir da fórmula (1)

Tabela 16 - Cálculo usado e valor da intensidade da corrente para cada caso de resistência do potenciômetro

Resistência (Ω)	Intensidade de Corrente (μA)	Cálculo
Teórica	Teórica	
2 k	3,3	$= V / R_{\text{eq}} = V / (R1+2k) = 5 / (1500000+2000)$
6 k	3,3	$= V / R_{\text{eq}} = V / (R1+6k) = 5 / (1500000+6000)$
10 k	3,3	$= V / R_{\text{eq}} = V / (R1+10k) = 5 / (1500000+10000)$

Fonte: autoria própria

- Calculou-se a queda de tensão no potenciômetro usando a fórmula (3)

Tabela 17 - Cálculo usado e valor da queda de tensão para cada caso de resistência do potenciômetro

Resistência (Ω)	Queda de Tensão (mV)	Cálculo
Teórica	Teórica	
2 k	6,66	$= I \cdot R = 0,000003311 \cdot 2000$
6 k	19,92	$= I \cdot R = 0,000003311 \cdot 6000$
10 k	33,11	$= I \cdot R = 0,000003311 \cdot 10000$

Fonte: autoria própria

- Calculou-se a queda de tensão no potenciômetro usando a fórmula (3)

Tabela 18 - Cálculo usado e valor da potência para cada caso de resistência do potenciômetro

Resistência (Ω)	Potência Teórica (nW)		Potência Prática (nW)	
	Valor	Cálculo	Valor	Cálculo
2 k	22,16	$= (3,3\mu)^2 \cdot 2000$	19,30	$= (3,1\mu)^2 \cdot 2008$
6 k	66,14	$= (3,3\mu)^2 \cdot 6000$	57,69	$= (3,1\mu)^2 \cdot 6003$
10 k	109,64	$= (3,3\mu)^2 \cdot 10000$	88,80	$= (3,1\mu)^2 \cdot 9240$

Fonte: autoria própria

Resultados e Conclusão (valor: 2,0)

João Vitor Garcia Carvalho

O resistor é um componente da eletrônica capaz de diminuir o fluxo da corrente em um circuito elétrico, o mesmo tem várias aplicações em um circuito. Para saber o quanto um componente deste pode resistir deve saber sua resistência, a mesma pelo código de cores do resistor. Mas existe uma tolerância que determina o quanto este valor pode se diferenciar do valor esperado. Na primeira parte deste relatório foram analisadas as diferenças entre os valores teóricos e práticos, dessa forma foi possível observar que os resistores têm valores diferentes e os mesmos podem ser explicados por alguns fatores, como erro pelo medidor ou desgaste do resistor com o tempo. Em um segundo momento, o componente foi testado em um circuito em série, os mesmos erros foram apresentados, seguindo os mesmos motivos. No entanto, quando os resistores estão em série, às suas resistências se somam e quando estão em paralelo o valor da resistência equivalente é calculada de outra forma.

Resultados e Conclusão (valor: 2,0)

Maria Eduarda Pedroso

Esse relatório foi bem instigante e sua parte laboratorial extensa, mas o intuito que ele tinha acredito que alcançamos, conseguimos fazer todas as medições e cálculos necessários, testamos o componente em um circuito em série e obtivemos o mesmo erro pelo mesmo motivo. No entanto, quando os resistores estão em série, suas resistências se somam e quando estão em paralelo, o valor da resistência equivalente é calculado de forma diferente, mas existe uma tolerância que determina o quanto esse valor pode diferir do valor esperado. Na primeira parte deste relatório foram analisadas as diferenças entre os valores teóricos e práticos, assim foi possível observar que as resistências possuem valores diferentes e podem ser explicadas por alguns fatores, como o erro de o medidor ou o desgaste da resistência ao longo do tempo. Um resistor é um componente eletrônico que pode reduzir o fluxo de corrente em um circuito elétrico, tem muitas utilizações em um circuito. Para saber o quanto esse componente pode suportar Você precisa conhecer sua resistência, no qual você consegue lendo o código de cores do resistor.

Resultados e Conclusão (valor: 2,0)

Gabriel Finger Conte

Após a pesquisa e realização dos experimentos e a efetuação de cálculos pode-se observar na primeira parte, ou seja, na análise dos resistores que a medida da resistência real teve um baixo desvio em relação ao esperado, cerca de 3.5% nos casos que mais divergiram. Mas o desvio desse valor para todos os sete resistores permaneceu dentro do intervalo da tolerância informada no código de cores. Em relação a resistência equivalente observou-se um grande desvio em relação ao esperado na teoria, o que pode ter sido causado pelos jumpers e a

própria protoboard utilizados para montar o equipamento e as possíveis interferências eletromagnéticas dos equipamentos ao redor.

Na segunda parte do experimento, pode-se constatar um leve desvio em relação à teoria dos valores de queda de tensão de cada resistor e a corrente do sistema, validando assim a lei de Ohm na prática. Sendo que esses desvios podem ter sido causados também devido à influências tanto dos materiais utilizados como ondas eletromagnéticas como mencionado anteriormente. Pode-se observar que, devido a utilização de um resistor com uma resistência muito alta, $1.5\text{M}\Omega$ nominal, a intensidade da corrente tornou-se muito pequena, limitando drasticamente o valor de potência dissipada para a escala de nanoWatts. O que pode ser visto pela potência dissipada após duas horas ser de apenas $33,22 * 10^{-6} \text{ Wh}$.

Na terceira parte do experimento, devido ao resistor que foi mantido ter uma alta resistência, $1.5\text{M}\Omega$ nominal, não pode ser observado variações na corrente ao alterar a resistência do potenciômetro. Todavia pode-se observar para a queda de tensão o impacto da resistência na mesma, validando mais uma vez a lei de Ohm. Além disso, como ocorreu na segunda parte do experimento, devido a esse resistor de alta resistência a potência dissipada pelo potenciômetro foi reduzida, devido ao impacto na corrente, mas não chegou a cair para a escala nanométrica, permanecendo na escala de micro-Watts.