

legibilidade do documento muito fraca.

Exp 2 incompleta na avaliação (-20)

Exp 1 mais cara utilizada (-10)

Ajustes e gráficos de Resíduo (-10)

Medida de resistências e verificação das correspondências em série e paralelo, com o ponte de Wheatstone em equilíbrio

Determinação do comportamento térmico da resistência de um termómetro de platina utilizando o ponte de Wheatstone fora de equilíbrio

60%

Materiais necessários

Determinação de resistências

- Voltímetro
- Ohmímetro
- Placa de resistências
- Caixa de resistências

Determinação do comportamento térmico

- 2 termómetros de resistências de platina, Pt 1000 de classe B
- Bloco de alumínio, com resistência de aquecimento embutida
- Tabela de conversão da resistência de platina em graus centígrados
- Voltímetro
- Ohmímetro
- 2 fontes de tensão
- Placa suporte do bloco de alumínio, com terminais de ligação para os dois termómetros de platina e para a resistência de aquecimento

Execução

Determinação de resistências

- Ligar o voltímetro e o ohmímetro para podermos estabilizar
- Registrar os valores das resistências da placa a partir do seu código de cores e usando o ohmímetro
- Montar o seguinte circuito, escolhendo o par de valores ( $R_1, R_2$ ) mais favorável para determinar  $R_3$

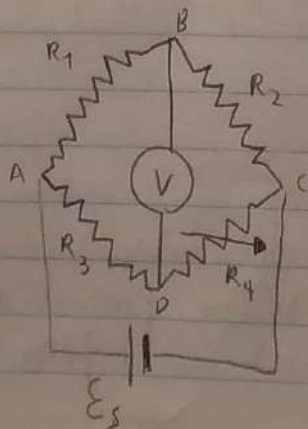


Fig. 1

# Aqui conta o que fez!

Ajustando nos botões da caixa de resistências que determina  $R_4$  e escolhendo o valor mais alto, ~~prever~~ o valor em que se anula a diferença de potencial entre C e D.

**próximos**

Repetir o processo anterior para outras resistências da placa e para associações de resistências em série e em paralelo.

Calcular  $R_3$  para cada situação utilizando a seguinte equação, calculando também a incerteza e a exatidão.

$$R_3 = \frac{R_1}{R_2} R_4$$

## Determinação do comportamento térmico

- Traçar  $R_3$  da resistência interior por  $R_3(\theta)$ , de um dos termômetros de platina

- Escolher  $R_1 = R_2 = 1000 \Omega$

- Ligar os terminais da resistência de aquecimento à fonte de tensão variável

- Verificar se os termômetros estão bem inseridos no orifício do bloco metálico

- Ligar os terminais do outro termômetro ao ohmímetro

- Regular a diferença de potencial  $\mathcal{E}$ , entre A e B da seguinte figura

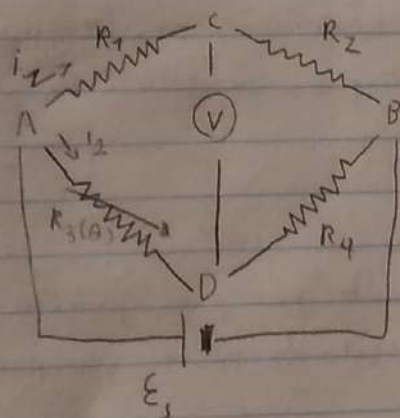


Fig. 2

- $\mathcal{E}$  deve ter o menor valor possível

- Iniciar o aquecimento do bloco, com  $R_4 = 1000 \Omega$

- Registrar periodicamente os valores

- $t$ , instante do registro

- $\Delta V$ , tensão lida no voltímetro

- $R_3(\theta)$ , resistência do termômetro lida no ohmímetro

- Registrar os dados num gráfico de  $\Delta V$  em função de  $R_3(\theta)$

- Comparar o comportamento experimental com o previsto pelas seguintes



equações<sup>(1)</sup>, comentando a exatidão e precisão do trabalho  
 \* Procurar a menor variação de temperatura que é possível medir com esta montagem experimental

Organizar dados em tabelas.

$$1 \quad \Delta V = \frac{\Delta R \mathcal{E}_s}{4R_4 + 2\Delta R} \quad b) \quad \Delta V = \frac{\Delta R \mathcal{E}_s}{4R_4}$$

Resistência A

Código de cores: 1,2 k $\Omega$  5%

Ohmímetro: 1,194 k $\Omega$  ( $\pm 0,001$  k $\Omega$ ) (2 k $\Omega$ )

Resistência B

Código de cores: 2,2 k $\Omega$  5%

Ohmímetro: 2,130 k $\Omega$  ( $\pm 0,001$  k $\Omega$ ) (20 k $\Omega$ )

Resistência C

Código de cores: 3,3 k $\Omega$  5%

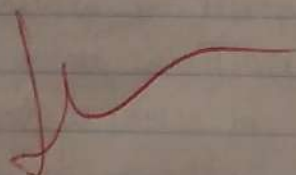
Ohmímetro: 3,240 k $\Omega$  ( $\pm 0,001$  k $\Omega$ ) (20 k $\Omega$ )

Utilizando  $R_1 = 10^3 \Omega$  e  $R_2 = 10^3 \Omega$ , de forma aos valores de  $R_3$  estejam entre estes dois primeiros. Fiz-se várias medidas com tensões diferentes, fazendo o cálculo experimental de  $R_3$ .

$$\mathcal{E}_s = 1V \quad R = 1084 \Omega \quad 0,001$$

$$U = 31,2V \quad U = \quad \text{Incerteza da resistência variável} = \pm 0,0001 k\Omega$$

$$I = 0,14A$$



Utilizaremos como referência os valores medidos pelo ohmímetro nas resistências A, B e C, quando da primeira parte de toda esta experiência em vez dos valores indicados pelo código de cores. Esta escolha deve-se ao facto de o código ser uma calibração realizada no momento do fabrico, podendo este ser alterado com o uso e passagem do tempo.

Foram também realizadas três medições com cada resistência de forma a mitigar erros aleatórios que possam ter ocorrido. Seguindo a figura 1, a tabela de registro de cada resistência será a seguinte.

Tabela da resistência A: *isto é o mesmo valor!*

$R3_{(k\Omega)}$	$R4_{(k\Omega)}$	$V(\text{fonte})_{(V)}$	$V(\text{voltímetro})_{(V)}$
1,2000	1,2000	4,17	0,001
1,1970	1,1970	1,59	0
1,1972	1,1972	2,14	0,001

$$\bar{x} R_3 = 1,1980 \text{ k}\Omega$$

$$\sigma^2 R_3 = 1,8800 \times 10^{-6} \text{ k}\Omega$$

$$\sigma R_3 = 1,3711 \times 10^{-3} \text{ k}\Omega$$

$$\Delta R_3 = \pm 1 \times 10^{-3} \text{ k}\Omega \quad \epsilon_r \% = 0,3350\%$$

$$\Delta R_4 = \pm 0,0001 \text{ k}\Omega$$

*algarismos significativos!*

Tabela da resistência B:

$R3_{(k\Omega)}$	$R4_{(k\Omega)}$	$V(\text{fonte})_{(V)}$	$V(\text{voltímetro})_{(V)}$
2,1600	2,1600	4,17	0,002
2,1600	2,1600	1,59	0
2,1590	2,1590	2,14	0,001

$$\bar{x} R_3 = 2,1596 \text{ k}\Omega$$

$$\sigma^2 R_3 = 2,2666 \times 10^{-7} \text{ k}\Omega$$

$$\sigma R_3 = 4,7609 \times 10^{-4} \text{ k}\Omega$$

$$\Delta R_3 = \pm 5 \times 10^{-4} \text{ k}\Omega \quad \epsilon_r \% = 1,390\%$$

$$\Delta R_4 = \pm 0,0001 \text{ k}\Omega$$

Tabela da resistência C:

$R3_{(k\Omega)}$	$R4_{(k\Omega)}$	$V(\text{fonte})_{(V)}$	$V(\text{voltímetro})_{(V)}$
3,2900	3,2900	4,17	0
3,2900	3,2900	1,59	0,001
3,3000	3,3000	2,14	0,002

$$\bar{x} R_3 = 3,2933 \text{ k}\Omega$$

$$\sigma^2 R_3 = 2,2223 \times 10^{-5} \text{ k}\Omega$$

$$\sigma R_3 = 4,7141 \times 10^{-3} \text{ k}\Omega$$

$$\Delta R_3 = \pm 5 \times 10^{-3} \text{ k}\Omega \quad \epsilon_r \% = 1,645\%$$

$$\Delta R_4 = \pm 0,0001 \text{ k}\Omega$$

*O que são essas 3 medições? o que variou entre elas?*

Verifica-se que o valor experimental mais exato é o da resistência A. Este método poderá ser aperfeiçoado realizando um número superior de medições, mas, prova-se ser uma ótima forma de determinar as resistências em questão. É possível observar que, com as resistências num circuito em série, a tensão do circuito varia, sendo este próximo de 0 kΩ quando da alteração do valor de R4.

Os valores foram bastante próximos do valor medido pelo ohmímetro, o que nos indica uma alta exatidão, como já foi indicado.



As condições iniciais para o comportamento térmico do termómetro são:

$$E_s = 1V \quad I = 0,14A \quad U = 31,2V \quad R_y = 1000\Omega$$

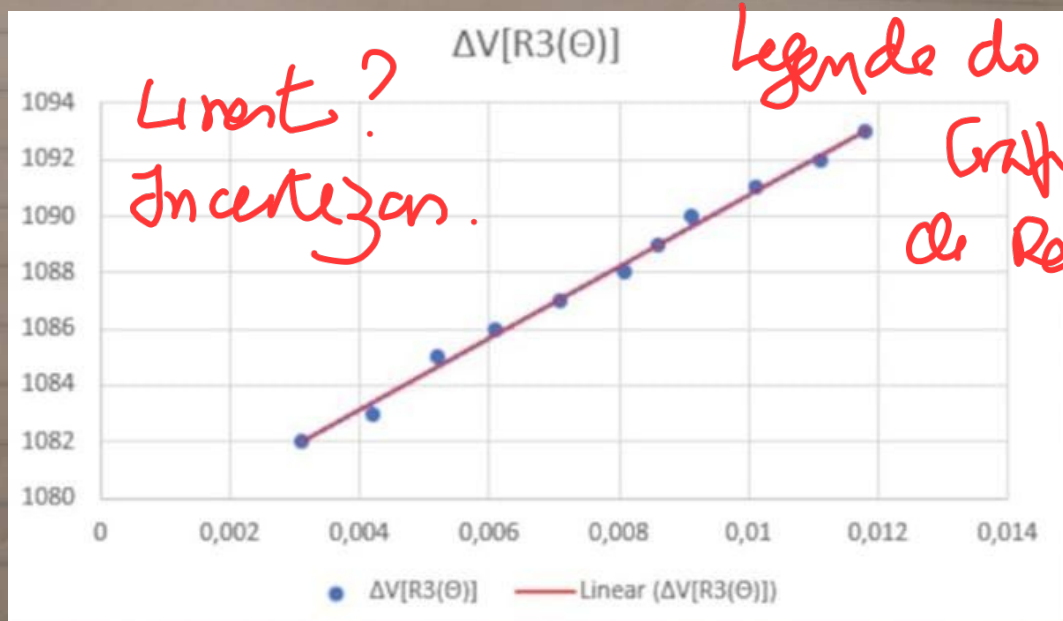
Tabela de registo do comportamento do termómetro:

$t(s)$	$\Delta V (V)$	$R_3 (\Omega)$
000	0,0031	1082
030	0,0042	1083
060	0,0052	1085
090	0,0061	1086
120	0,0071	1087
150	0,0081	1088
165	0,0086	1089
180	0,0091	1090
210	0,0101	1091
240	0,0111	1092
260	0,0118	1093

$\Delta V$   
como  
determina  
de  $\theta$ .

declive:  $7,82 \times 10^{-4}$

unidades?



Incertezas do parâmetro de ajuste  
Conclusão de experiência 2

de acordo com as equações (1), podendo usar-se  $1k\ \Omega$  já que  $\Delta R \ll R_4$ ,  
o valor a esperar para uma variação de  $1\ \Omega$  seria de  $2,5 \times 10^{-4}$ .  
Este valor é bastante inferior ao valor experimental, sendo a causa provável  
de ser uma amostra muito pequena, proveniente de um intervalo de tempo  
curto demais.