

Protocolo Experimental

12/05/2021

Sérgio Luellas Sosa P26

Grupo 4

Ponte de Wheatstone em
Equilíbrio e Fora do Equilíbrio (TFB)

Cuidados a ter e preparações necessárias:

→ Não ultrapassar a voltagem recomendada no procedimento experimental [5 volts fase 1 e 1 Volt fase 2]

→ Verificar o circuito antes de aplicar tensão sobre o mesmo.

→ Registo dos instrumentos utilizados, dos seus incertezas e verificação do material necessário.

→ Elaboração prévia do Excel e leitura do protocolo experimental.

Objetivos

~~utilização de ponte de resistências para determinar a resistência~~

• Medição das resistências e verificação das correspondentes leis de associação em série e paralelo, com a ponte de Wheatstone em equilíbrio

• Determinação do comportamento térmico da resistência de um termómetro de platina utilizando a ponte de Wheatstone fora de equilíbrio.

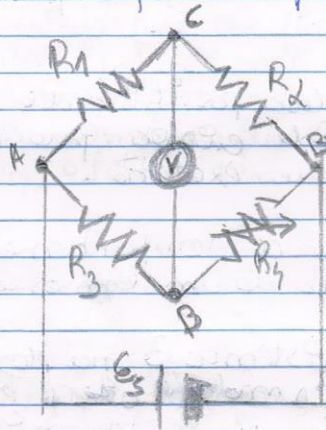
Procedimento experimental.

Fase 1: Determinação de resistências com o ponto de Wheatstone em equilíbrio.

1 - Ligue o voltímetro e o ohmímetro para estabilizar a sua temperatura e desligue apenas após o término do trabalho. Ajuste no zero.

2 - Registre os valores das resistências da placa de circuito (R_A , R_B , R_C) usando o código de cores e o ohmímetro.

3 - Monte o circuito de figura 1, escolhendo o par de valores (R_1 , R_2) mais favorável. (ponto de 1000 Ω por este fase de experiência).



R_1, R_2 - Resistências fixas

R_3 - Resistência a determinar

R_4 - Resistência variável

\textcircled{V} - Voltímetro

Figure 1 - Montagem de Ponto de Wheatstone em Equilíbrio.

E_s - Fonte de tensão de corrente contínua

4-

Garanta que a passagem de corrente dure por pouco tempo, isto é, o contato do "fecho do circuito" deverá ser rapidamente desfeito, após a escolha do valor de R_4 .

5- Atuando nos botões da caixa de resistências que determinam R_4 e comparando pelo valor mais elevado, procure o valor em que se anula a Diferença de Potencial entre C e P (anelagem C possui corrente no galvanômetro G)

6- Repita o processo descrito no item anterior para outras resistências de placa e para associações de resistências em série e em paralelo. Depois de 5 leituras da duração de aula, registre pelo menos mais uma hora de aula para a seguinte parte da experiência.

7- Calcule R_3 por qualquer possibilidade utilizando a equação (1). Calcule ainda por qualquer caso a sua incerteza e a sua exatidão.

Fase 2: Determinação do coeficiente térmico de resistência do um termômetro de platina

1- Substitua a resistência 3 na montagem 1 pela resistência do termômetro e escolha $R_1 = R_2 = 1000 \Omega$. Ligue os terminais da resistência ao aquecimento a fonte de tensão e vernier.

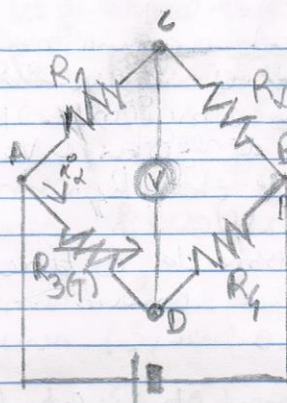


Figura 2 - Montagem de Ponte de Wheatstone Fora do Equilíbrio.

- 2 - Verifique se os termômetros de platina estão devidamente inseridos no orifício do bloco metálico usado para esse fim. Para otimizar o contacto térmico, os dois termômetros de platina estão colocados numa barra de cobre, com mosse térmica, de forma a assegurar o maior equilíbrio térmico possível.
- 3 - Ligue os terminais do outro termómetro de platina ao multímetro que funcione como ohmímetro.
- 4 - Registe, para referência futura, o valor da diferença de potencial E_s aplicada entre os pontos A e B de figura 2.
- 5 - E_s deve ser tão baixo quanto possível de modo a que não ocorra aquecimento próprio ("self-heating") do termómetro de platina ligado à ponte de Wheatstone.

6 - Antes de iniciar o aquecimento decide
se use $R_1 = 1000 \Omega$, ou se equilibre a
ponte à temperatura ambiente. Nesse último
caso não se esqueça de registrar o valor da
temperatura ambiente e de R_1 .

7 - Iniciar o aquecimento do bloco, ligando
a fonte de tensão que alimenta a resistência
de aquecimento.

8 - Registrar periodicamente valores (T ; ΔT ; R_x ; ρ).

Conhecimentos prévios:

Leis de Kirchhoff.

Para circuitos em série: $R_s = R_a + R_b + R_c$

Para circuitos em paralelo: $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_c}$

$$R = \frac{U}{I} \text{ logo.}$$

$$\begin{cases} E_s = i_s (R_1 + R_2) \\ E_p = i_p (R_3 + R_4) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i_1 = \frac{E_s}{R_1 + R_2} \\ i_2 = \frac{E_p}{R_3 + R_4} \end{cases}$$

*fl. 1005
prop. 6.6
2. grupo PC*

Nota Aula: Data de realização: 16/05/2024 Nome: Kaíse MY69

$R_A \rightarrow$ ohmmetro ~~$(1000 \pm 100) \Omega$~~ $(1,193 \pm 0,01) k\Omega$
 \rightarrow código cores: $(12 \times 100 \pm 5\%) \Omega = (1200 \pm 60) \Omega$

$R_B \rightarrow$ ohmmetro $(2,12 \pm 0,01) k\Omega = (2120 \pm 10) \Omega$
 \rightarrow código cores: ~~$(2200 \pm 10) \Omega$~~ $(22 \times 100 \pm 5\%) \Omega = (2200 \pm 110) \Omega$

$R_C \rightarrow$ ohmmetro $(3,25 \pm 0,01) k\Omega = (3250 \pm 10) \Omega$
 \rightarrow código cores: $(3300 \pm 0,5\%) k\Omega = (3300 \pm 165) \Omega$

$R_S \rightarrow$ ohmmetro $(6,58 \pm 0,01) k\Omega = (6580 \pm 10) \Omega$
 \rightarrow Lei de Kirchhoff (ohmmetro) $(6553) \Omega$ $R_S = R_A + R_B + R_C$

$R_P \rightarrow$ ohmmetro ~~Potênciô~~ $(622 \pm 1) \Omega$
 \rightarrow Lei de Kirchhoff (ohmmetro) $(617 \pm 1) \Omega$

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C}$$

Dados guardados no Excel

16/05
graf PC

Análise de dados:

Registro das aparências de medida utilizadas:

Gerador de tensão de aquecimento: "AX - 3005 D5"

Resistor variável: "Tinsley Decade Resistance 563615"

Multímetro digital: "Keithley 2110 5 1/2" (Volts)

Gerador de Tensão: "PHILIPS PE 1539"

Multímetro Digital: "Keithley 179 TRIS" (ohmmetro)

Multímetro Digital Potênciô: "Kaíse MY64" (ohm.e.volt).

Data: 18/05/2021

Pontes de Wheatstone: students wheatstone Bridge,
Croydon Precision Instrument Co, Type SW3, 16 9576

	R3 (código de cores) (Ω)	R3 (ohmmetro) (Ω)	R4 (Ω)	u(R4) (Ω)	R3 (Ω)	u(R3) (Ω)	u(R3) (%)	ϵ (%)	Voltagem (mV)
R_a	1200	1193	1199,2	12,084	1199	12,084	1,01%	0,52%	0,013
R_b	2200	2120	2164,3	21,686	2164	21,686	1,00%	2,09%	0,000
R_c	3300	3240	3289,2	32,984	3289	32,984	1,00%	1,52%	0,009
R_{serie}		6580	6653,4	66,038	6653	66,038	0,99%	1,12%	0,001
$R_{paralelo}$		622	624,8	6,296	624,8	6,296	1,01%	0,45%	0,058

Tabela 3 - Valores registrados
na Fase 1 da experiência

R1	1000	\pm	u(R1)	10
R2	1000		u(R2)	10

R_{serie} é a ligação de todas as 3 resistências em série (A, B e C)

$R_{paralelo}$ é a ligação de todas as 3 resistências em paralelo (A, B e C)

De acordo com o protocolo foram medidos os valores das resistências 3 usando o ohmmetro e o código de cores respectivo. Para a resistência 4 usando as pontes de wheatstone foi medido o menor valor de voltagem possível, alterando a resistência 3 e registrado o valor de resistência.

Para calcular a R_{serie} e $R_{paralelo}$ foram usadas as leis de Kirchhoff usadas anteriormente.

Para equilibrar o sistema foram usados valores iguais de resistências tal que $R_3 = \frac{R_1}{R_2} R_4$. Assim $R_1 = R_2 = 1000 \Omega$

Para valores de referência foram usados os valores do ohmmetro porque foram medições diretas na resistência e assim evitam erros de desgaste da resistência.

A incerteza de 1 para as resistências em paralelo deve-se ao fato de o multímetro ser digital e utilizar o escala automaticamente.

As incertezas das resistências 4 foram calculadas como referido no protocolo (1% exc. unidades e decimais (2%))

Por fim, ~~os dados obtidos~~ foram verificadas as leis de Kirchhoff pois os valores são semelhantes como podemos ver a seguir:

Valores teóricos: $(655,3 \text{ e } 617) \Omega$

Valores experimentais: $(665,3 \text{ e } 629,8) \Omega$

~~Desvio~~ Desvio (%) série = $1,51\%$

Desvio (%) paralelo = $1,25\%$

t (s)	ΔV (mV)	ΔV (V)	$R3(\theta)$ (k Ω)	$R3(\theta)$ (Ω)	$\Delta R3$ (Ω)	θ ($^{\circ}$ C)	$u(\theta)$ ($^{\circ}$ C)	ΔV (eq5)	ΔV (eq6)
± 1	$\pm 0,001$	$\pm 1E-6$	$\pm 0,001$	± 1	± 1				
0	0,000	0,00E+00	1,092	1092	0	23,65	0,418	0,00E+00	0,00E+00
30	0,235	2,35E-04	1,093	1093	1	23,91	0,420	1,06E-04	1,06E-04
60	0,475	4,75E-04	1,094	1094	2	24,16	0,421	2,12E-04	2,12E-04
90	0,560	5,60E-04	1,095	1095	3	24,42	0,422	3,18E-04	3,18E-04
120	0,640	6,40E-04	1,096	1096	4	24,68	0,423	4,24E-04	4,24E-04
150	0,727	7,27E-04	1,097	1097	5	24,94	0,425	5,29E-04	5,31E-04
180	0,810	8,10E-04	1,098	1098	6	25,19	0,426	6,35E-04	6,37E-04
210	0,893	8,93E-04	1,098	1098	6	25,19	0,426	6,35E-04	6,37E-04
240	0,974	9,74E-04	1,099	1099	7	25,45	0,427	7,40E-04	7,43E-04
270	1,062	1,06E-03	1,100	1100	8	25,71	0,429	8,46E-04	8,49E-04
300	1,132	1,13E-03	1,101	1101	9	25,97	0,430	9,51E-04	9,55E-04
330	1,235	1,24E-03	1,101	1101	9	25,97	0,430	9,51E-04	9,55E-04
360	1,300	1,30E-03	1,102	1102	10	26,23	0,431	1,06E-03	1,06E-03
390	1,379	1,38E-03	1,103	1103	11	26,48	0,432	1,16E-03	1,17E-03
420	1,460	1,46E-03	1,104	1104	12	26,74	0,434	1,27E-03	1,27E-03
450	1,537	1,54E-03	1,105	1105	13	27,00	0,435	1,37E-03	1,38E-03
480	1,610	1,61E-03	1,105	1105	13	27,00	0,435	1,37E-03	1,38E-03
510	1,692	1,69E-03	1,106	1106	14	27,26	0,436	1,48E-03	1,49E-03
540	1,670	1,67E-03	1,107	1107	15	27,52	0,438	1,58E-03	1,59E-03
570	1,843	1,84E-03	1,107	1107	15	27,52	0,438	1,58E-03	1,59E-03
600	1,925	1,93E-03	1,108	1108	16	27,77	0,439	1,69E-03	1,70E-03
630	2,000	2,00E-03	1,109	1109	17	28,03	0,440	1,79E-03	1,80E-03
660	2,072	2,07E-03	1,110	1110	18	28,29	0,441	1,89E-03	1,91E-03
690	2,176	2,18E-03	1,111	1111	19	28,55	0,443	2,00E-03	2,02E-03
720	2,304	2,30E-03	1,112	1112	20	28,81	0,444	2,10E-03	2,12E-03
750	2,432	2,43E-03	1,113	1113	21	29,06	0,445	2,21E-03	2,23E-03
780	2,525	2,53E-03	1,114	1114	22	29,32	0,447	2,31E-03	2,33E-03
810	2,630	2,63E-03	1,115	1115	23	29,58	0,448	2,42E-03	2,44E-03
840	2,792	2,79E-03	1,116	1116	24	29,84	0,449	2,52E-03	2,55E-03
870	2,890	2,89E-03	1,117	1117	25	30,10	0,450	2,62E-03	2,65E-03
900	2,998	3,00E-03	1,118	1118	26	30,35	0,452	2,73E-03	2,76E-03
930	3,100	3,10E-03	1,119	1119	27	30,61	0,453	2,83E-03	2,87E-03
960	3,193	3,19E-03	1,120	1120	28	30,87	0,454	2,93E-03	2,97E-03
990	3,280	3,28E-03	1,121	1121	29	31,13	0,456	3,04E-03	3,08E-03
1020	3,387	3,39E-03	1,122	1122	30	31,39	0,457	3,14E-03	3,18E-03
1050	3,482	3,48E-03	1,123	1123	31	31,64	0,458	3,24E-03	3,29E-03
1080	3,554	3,55E-03	1,124	1124	32	31,90	0,460	3,35E-03	3,40E-03
1110	3,640	3,64E-03	1,125	1125	33	32,16	0,461	3,45E-03	3,50E-03
1140	3,725	3,73E-03	1,125	1125	33	32,16	0,461	3,45E-03	3,50E-03
1170	3,793	3,79E-03	1,126	1126	34	32,42	0,462	3,55E-03	3,61E-03
1200	3,848	3,85E-03	1,127	1127	35	32,68	0,463	3,66E-03	3,71E-03
1230	3,912	3,91E-03	1,127	1127	35	32,68	0,463	3,66E-03	3,71E-03
1260	3,979	3,98E-03	1,127	1127	35	32,68	0,463	3,66E-03	3,71E-03
1290	4,042	4,04E-03	1,128	1128	36	32,94	0,465	3,76E-03	3,82E-03
1320	4,100	4,10E-03	1,129	1129	37	33,19	0,466	3,86E-03	3,93E-03
1350	4,160	4,16E-03	1,130	1130	38	33,45	0,467	3,96E-03	4,03E-03
1380	4,214	4,21E-03	1,130	1130	38	33,45	0,467	3,96E-03	4,03E-03
1410	4,266	4,27E-03	1,130	1130	38	33,45	0,467	3,96E-03	4,03E-03
1440	4,313	4,31E-03	1,131	1131	39	33,71	0,469	4,07E-03	4,14E-03
1470	4,378	4,38E-03	1,131	1131	39	33,71	0,469	4,07E-03	4,14E-03
1500	4,426	4,43E-03	1,132	1132	40	33,97	0,470	4,17E-03	4,24E-03

Tabela 4 - Valores registrados na fase 2 de experiência.

ϵ_s	0,463	$u(\epsilon_s)$	0,001
R4	1090,7	$u(R4)$	10,914

O intervalo de registro foi de 30 em 30 segundos e a incerteza considerada é de 1% pois não é possível registrar tais os valores de algoritmos decimais de um contador digital.

os valores de R_3 registrados correspondem aos valores medidos no diâmetro ligado em paralelo aos pontos do termómetro.

~~O gráfico destes valores também é fornecido.~~

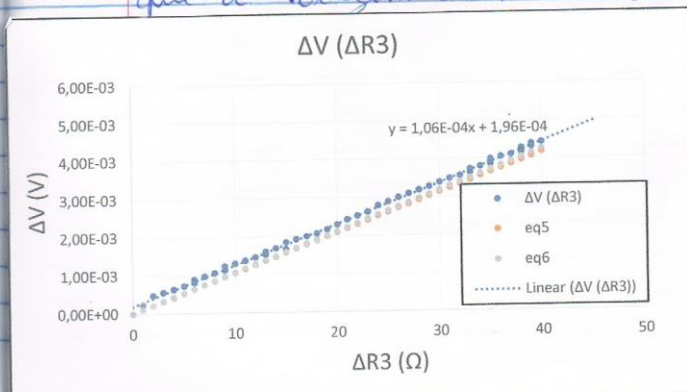
A temperatura foi calculada através das fórmulas previstas no formulário $\theta = 10^{-5} R^2 + 0,2356 R - 255,72$.

A incerteza destes valores foi calculada pela fórmula $0,3 \pm 0,005 \theta$.

Os valores ΔV (eq 5) e ΔV (eq 6) provêm das seguintes equações:

$$\Delta V = \frac{\Delta R \cdot E_s}{4R_3 + 2\Delta R} \quad (5) \quad \Delta V = \frac{\Delta R \cdot E_s}{4R_3}$$

Deve-se notar que ~~deveremos~~ neutralizarmos o sistema, isto é, equilibrarmos o sistema de tal modo que a voltagem é mínima.



Análise estatística			
declive (m)	0,000106	0,000196	ord origem (b)
u(m)	5,67E-07	1,39E-05	u(b)
r²	0,998605	4,97E-05	sv

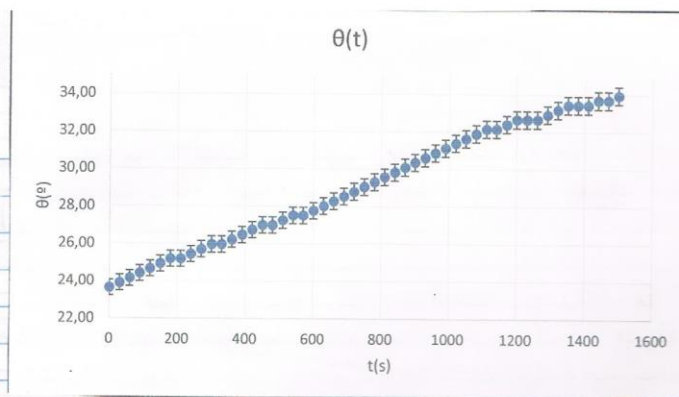


Gráfico 6 - ~~temperatura~~ ~~em função~~ ~~do tempo~~ temperatura em função do tempo.

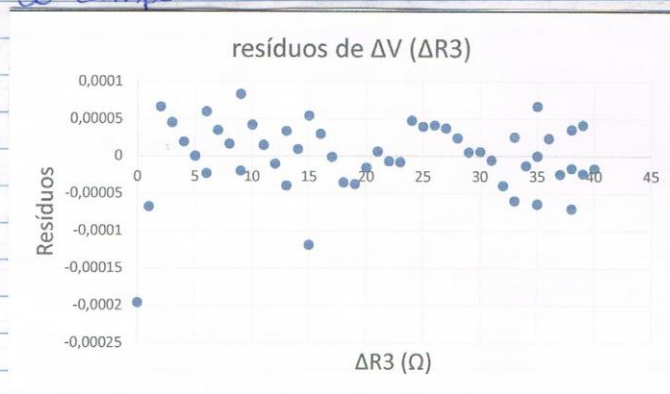


Gráfico 7 - Resíduos do gráfico 5

É perceptível ~~que~~ através do gráfico 5 que é uma relação linear, tal como se pode ver pelo valor de $r^2 = 0,9986$.

Também é possível observar que todos os valores experimentais estão acima do teórico. (há sistematicidade na medição dos valores experimentais)

No gráfico 7 é possível observar que os resíduos são aleatórios e concluímos uma ~~relação~~ ~~linear~~ relação entre $\Delta R3$ e ΔV (linear)

No gráfico a relação entre a temperatura e o tempo é linear e é possível observar um aumento de $10,32^{\circ}\text{C}$

Para findologia determinamos o declive das retas de equações 5 e 6 e comparamos com o valor do declive obtido experimentalmente.

eq 5 : $y = 1,04 \times 10^{-5} x + 1,36 \times 10^{-5}$

eg 6: $y = 1.0612 \times 10^{-5}x$

$$AV(\Delta R_3): y = 1,06 \times 10^{-5} x + 1,96 \times 10^{-5}$$

Assim foi calculado os desvios percentuais do valor experimental para as equações 5 e 6

$$\epsilon_5 = 1,9\%$$

$$E_6 = 0,01\%$$

Conclusões:

- Através dos valores obtidos experimentalmente podemos verificar as leis de Kirchhoff obtendo em as e incertezas responsáveis.
- No que diz respeito à fase 2 de experiência, foi possível verificar uma relação linear entre a ~~tempo e o tempo necessário de deslocamento de variação~~ de voltagem e a variação de resistência.
- Como o ponto de wheelstone foi equilibrado no início da fase 2 de experiência obtivemos valores de em ~~os~~ reduzidos tais como 1,9% para a equação 5 e 0,01% para a equação

Deste forma podemos ver que as equações utilizadas foram acuradas e as relações ~~de~~ e leis foram verificadas.

- Por fim, apesar de alguns desvios é possível observar uma relação linear entre a temperatura e o tempo. Tendo-se verificado um aumento de $10,32^{\circ}\text{C}$ em 25 minutos.

- É de nota que a temperatura ambiente ~~normal~~ ^{normal} os $23,65^{\circ}\text{C}$ que corresponde ao valor de temperatura calculado com a ponte de Wheatstone em equilíbrio. (Tabela 4)

Anexo Fotográfico.

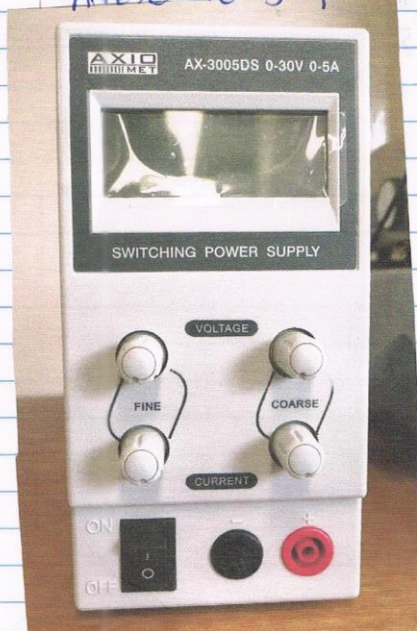


Figura 8 - geração de tensão de aquecimento utilizada



Figura 9 - Resistência variável utilizada

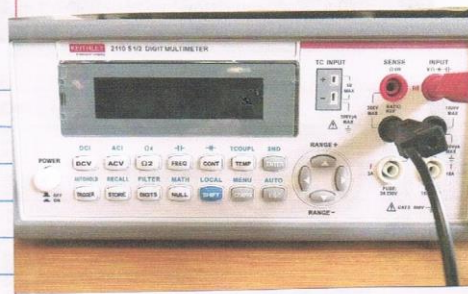


Figura 10 - Multímetro digital utilizado.



Figura 11 - Gerador de tensão utilizado.

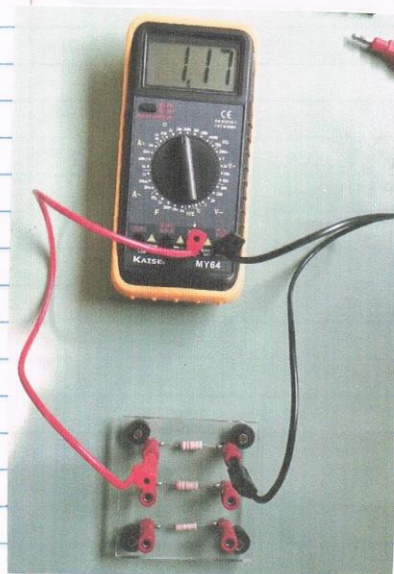


Figura 12 - Medição das resistências no circuito utilizando o multímetro digital portátil.



Figure 13- Resistência
de aquecimento
utilizada

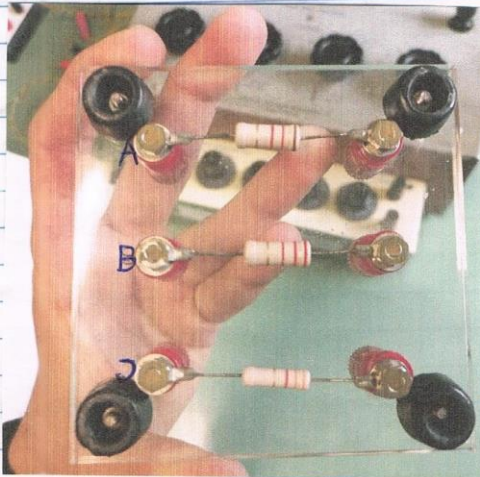


Figure 14- Resistências
de critério utilizadas

Platinum resistance temperature sensors Pt100 (Pt1000)



Relation Temperature vs. Resistance According to IEC751 / ITS-90

°C ITS-90	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-200	18.52										
-190	22.83	22.80	21.97	21.54	21.11	20.68	20.25	19.82	19.38	18.95	18.52
-180	27.10	26.67	25.24	23.82	22.39	20.97	19.54	18.11	16.68	15.25	13.82
-170	31.34	30.91	29.49	28.07	26.64	25.22	23.80	22.37	20.95	19.52	18.10
-160	35.54	35.12	34.70	34.28	33.86	33.44	33.02	32.60	32.18	31.76	31.34
-150	39.72	39.31	38.89	38.47	38.05	37.64	37.22	36.80	36.38	35.96	35.54
-140	43.86	43.45	43.03	42.62	42.20	41.78	41.37	40.95	40.53	40.11	39.70
-130	48.00	47.59	47.18	46.77	46.35	45.94	45.52	45.11	44.69	44.27	43.86
-120	52.11	51.70	51.29	50.88	50.47	50.05	49.64	49.23	48.81	48.40	47.99
-110	56.19	55.79	55.38	54.97	54.56	54.15	53.74	53.33	52.92	52.51	52.10
-100	60.26	59.85	59.44	59.04	58.63	58.23	57.82	57.41	57.00	56.59	56.19
-90	64.30	63.90	63.49	63.09	62.68	62.28	61.87	61.46	61.05	60.65	60.25
-80	68.33	67.93	67.52	67.12	66.71	66.31	65.90	65.50	65.09	64.68	64.28
-70	72.33	71.93	71.53	71.13	70.73	70.33	69.92	69.52	69.11	68.71	68.31
-60	76.33	75.93	75.53	75.13	74.73	74.33	73.92	73.52	73.11	72.71	72.31
-50	80.31	79.91	79.51	79.11	78.72	78.32	77.92	77.52	77.11	76.71	76.31
-40	84.27	83.87	83.46	83.06	82.66	82.25	81.85	81.45	81.04	80.64	80.24
-30	88.21	87.81	87.41	87.01	86.61	86.21	85.80	85.40	85.00	84.59	84.19
-20	92.15	91.75	91.35	90.95	90.55	90.15	89.74	89.34	88.94	88.53	88.13
-10	96.08	95.68	95.28	94.88	94.48	94.08	93.67	93.27	92.86	92.46	92.06
0	100.00	99.61	99.22	98.83	98.44	98.04	97.65	97.25	96.86	96.46	96.07
10	103.90	103.50	103.10	102.71	102.31	101.91	101.52	101.12	100.73	100.33	100.00
20	107.80	107.40	107.00	106.60	106.21	105.81	105.42	105.02	104.63	104.23	103.84
30	111.67	111.27	110.87	110.48	110.08	109.69	109.29	108.90	108.50	108.11	107.71
40	115.54	115.14	114.74	114.35	113.95	113.56	113.16	112.77	112.37	111.98	111.58
50	119.40	119.00	118.60	118.21	117.81	117.42	117.02	116.63	116.23	115.84	115.44
60	123.24	122.84	122.45	122.05	121.66	121.26	120.87	120.47	120.08	119.68	119.29
70	127.08	126.68	126.28	125.89	125.49	125.10	124.70	124.31	123.91	123.52	123.12
80	130.90	130.50	130.10	129.71	129.31	128.91	128.52	128.12	127.73	127.33	126.94
90	134.71	134.31	133.91	133.52	133.12	132.73	132.33	131.94	131.54	131.15	130.75
100	138.51	138.11	137.71	137.32	136.92	136.53	136.13	135.74	135.34	134.95	134.55
110	142.29	141.89	141.49	141.10	140.70	140.31	139.91	139.52	139.12	138.73	138.33
120	146.07	145.67	145.27	144.88	144.48	144.09	143.69	143.30	142.90	142.51	142.11
130	149.85	149.45	149.05	148.66	148.26	147.87	147.47	147.08	146.68	146.29	145.89
140	153.55	153.15	152.75	152.36	151.96	151.57	151.17	150.78	150.38	149.99	149.59
150	157.23	156.83	156.43	156.04	155.64	155.25	154.85	154.46	154.06	153.67	153.27
160	160.90	160.50	160.10	159.71	159.31	158.92	158.52	158.13	157.73	157.34	156.94
170	164.57	164.17	163.77	163.38	162.98	162.59	162.19	161.80	161.40	161.01	160.61
180	168.24	167.84	167.44	167.05	166.65	166.26	165.86	165.47	165.07	164.68	164.28
190	171.91	171.51	171.11	170.72	170.32	169.93	169.53	169.14	168.74	168.35	167.95
200	175.58	175.18	174.78	174.39	173.99	173.60	173.20	172.81	172.41	172.02	171.62

Figure 15 - Tabela de resistência de platina com a em função de temperatura

CÓDIGO DE CORES para RESISTÊNCIAS

COR (banda)	DÍGITO	FACTOR MULTIPLICATIVO	TOLERÂNCIA
Preto	0	1	
Castanho	1	10	
Vermelho	2	100	
Laranja	3	1 k	
Amarelo	4	10 k	
Verde	5	100 k	
Azul	6	1 M	
Violeta	7	10 M	
Cinza	8	-	
Branco	9	-	
Dourado	-	0.1	5 %
Prateado	-	0.01	10 %
Sem banda	-	-	20 %

EXEMPLO:



Figure 16 - Tabela usada no leitor dos códigos de cores das resistências