

## Lei de Ohm

### CONFIRMAÇÃO DA LEI DE OHM.

- Confirmação da Lei de Ohm para um fio de constantan e um de latão.
- Confirmação da Lei de Ohm para fios de constantan de comprimentos diferentes.
- Confirmação da Lei de Ohm para fios de constantan de espessuras diferentes.

UE3020320

06/15 MEC/UD

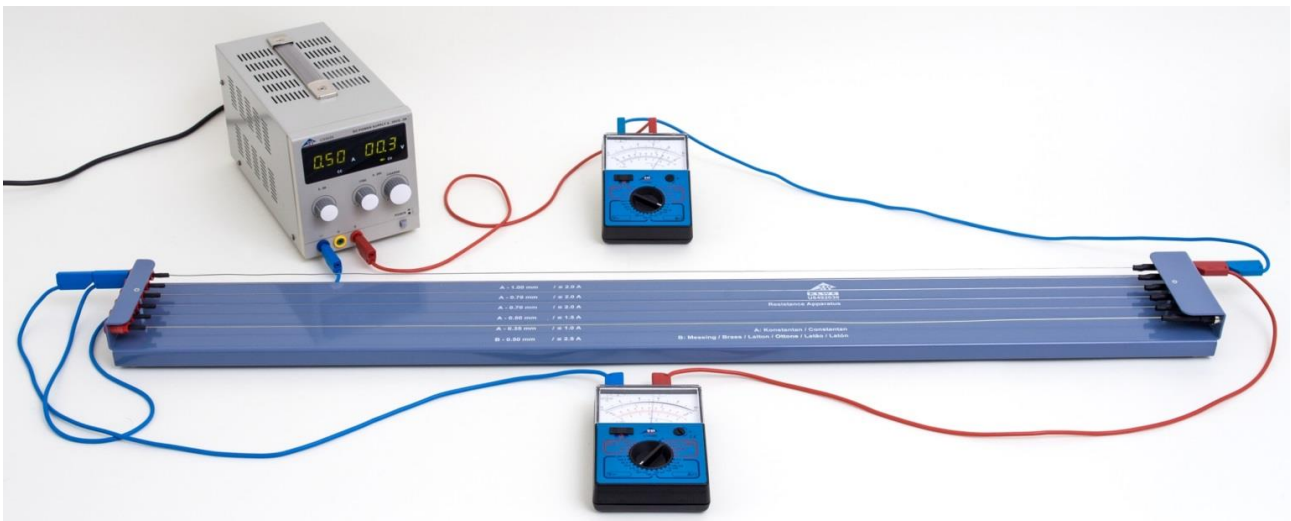


Fig. 1: Disposição da medição.

### FUNDAMENTOS GERAIS

**Georg Simon Ohm** mostrou pela primeira vez, em 1825, que a corrente que corre por condutores elétricos simples é proporcional à tensão aplicada.

Ou seja, vale a Lei de Ohm

$$(1) \quad U = R \cdot I$$

com a constante de proporcionalidade  $R$ , a resistência do condutor. Em um fio metálico com o comprimento  $x$  e a área de perfil  $A$ , a resistência  $R$  é dada por

$$(2) \quad R = \rho \cdot \frac{x}{A}$$

Sendo a resistência específica  $\rho$  dependente do material do fio.

Para confirmação destas relações fundamentais, a proporcionalidade entre corrente e tensão para fios metálicos de espes-

suras, comprimentos e materiais diferentes é analisada na experiência. Além disso, a resistência específica é determinada e comparada com os valores da literatura.

### LISTA DE APARELHOS

1	Aparelho de resistência	1009949 (U8492030)
1	Fonte de alimentação DC 0-20 V, 0-5 A @230 V	1003312 (U33020-230)
ou		
1	Fonte de alimentação DC 0-20 V, 0-5 A @115 V	1003311 (U33020-115)
2	Multímetro analógico AM50	1003073 (U17450)
1	Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm	1002843 (U138021)

## MONTAGEM E REALIZAÇÃO

- Montar disposição de medição conforme Fig. 1. Conectar os conectores "+/-" da fonte de alimentação aos conectores nas extremidades do fio a ser medido. Incluir um multímetro para medição da corrente em série no meio. Conectar outro multímetro para a medição da tensão em paralelo com os conectores nas extremidades do fio a ser medido.

Todos os fio têm o comprimento  $x = 1$  m.

- Para a medição de fios de diferentes materiais, conectar o quarto fio de cima para baixo (constantan,  $d = 0,5$  mm) ou o sexto fio (latão,  $d = 0,5$  m) conforme descrito acima.
- Para a medição de fio com comprimento  $x = 1$  m, conectar o segundo (ou terceiro) fio de cima para baixo (constantan,  $d = 0,7$  mm) conforme descrito acima. Para a medição de fio com comprimento  $x = 2$  m, conectar o conector "-" da fonte inicialmente com o conector na extremidade esquerda do segundo fio. Então, conectar o conector na extremidade direita do segundo fio com o conector na extremidade esquerda do terceiro fio. Finalmente, conectar o conector na extremidade direita do terceiro fio (sobre a fonte) com o conector "+" da fonte. Esta ligação em série dos dois fios de constantan de igual espessura  $d = 0,7$  mm e comprimento  $x = 1$  m corresponde a um fio com espessura  $d = 0,7$  mm e o dobro do comprimento  $x = 2$  m.
- Para a medição com diferentes espessuras de fio, conectar o primeiro, segundo (ou terceiro), quatro e quinto fio (constantan,  $d = 1, 0,7, 0,5, 0,35$  mm) conforme descrito acima.
- Para todas as três séries de medições, ajustar a tensão em incrementos adequados e medir a corrente até que seja alcançado o valor máximo permitido de corrente (2 A para constantan  $d = 1$  mm, 0,7 mm, 1,5 A para constantan  $d = 0,5$  mm, 1 A para constantan  $d = 0,35$  mm e 2,5 A para latão  $d = 0,5$  mm). Tomar nota de todos os valores (Tab. 1 - 3).

## EXEMPLO DE MEDIÇÃO

### Fios de materiais diferentes

Tab. 1: Valores de medição para um fio de constantan e um de latão com comprimento  $x = 1$  m e espessura  $d = 0,5$  mm.

Constantan		Latão	
$U/V$	$I/A$	$U/V$	$I/A$
0,6	0,29	0,2	0,60
1,2	0,49	0,3	0,90
1,8	0,74	0,4	1,20
2,4	0,99	0,5	1,49
3,0	1,24	0,6	1,78
3,6	1,48	0,7	2,10

### Fios de comprimentos diferentes

Tab. 2: Valores de medição para fios de constantan de diferentes comprimentos  $x$  e espessura  $d = 0,7$  mm.

$x = 1$ m		$x = 2$ m	
$U/V$	$I/A$	$U/V$	$I/A$
0,4	0,32	0,4	0,32
0,8	0,62	0,8	0,62
1,2	0,96	1,2	0,96
1,6	1,26	1,6	1,26
2,0	1,56	2,0	1,56
2,4	1,87	2,4	1,87

### Fios de espessuras diferentes

A área da seção transversal  $A$  é calculada a partir da densidade  $d$  do fio, conforme segue:

$$(3) \quad A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

Tab. 3: Valores de medição para fios de constantan de diferentes espessuras  $d$  ou áreas da seção transversal  $A$  e comprimento  $x = 1$  m.

$d = 1$ mm $A = 0,79$ mm <sup>2</sup>		$d = 0,7$ mm $A = 0,38$ mm <sup>2</sup>		$d = 0,5$ mm $A = 0,2$ mm <sup>2</sup>		$d = 0,35$ mm $A = 0,1$ mm <sup>2</sup>	
$U/V$	$I/A$	$U/V$	$I/A$	$U/V$	$I/A$	$U/V$	$I/A$
0,2	0,33	0,4	0,32	0,6	0,29	0,7	0,14
0,4	0,65	0,8	0,62	1,2	0,49	1,4	0,28
0,6	0,98	1,2	0,96	1,8	0,74	2,1	0,42
0,8	1,30	1,6	1,26	2,4	0,99	2,8	0,57
1,0	1,63	2,0	1,56	3,0	1,24	3,5	0,71
1,2	1,96	2,4	1,87	3,6	1,48	4,2	0,85

## AVALIAÇÃO

- Representar os valores de medição dos três parâmetros  $\rho$ ,  $x$  e  $d$  respectivamente em um diagrama  $U-I$  (Fig. 2, 3, 5).
- Adequar respectivamente retas aos pontos de medição  $U(I)$ , de cujas inclinações resultem, conforme (1), diretamente as resistências ôhmicas  $R$  (Tab. 4, 6, 7).
- Em caso de fios de materiais diversos, calcular, conforme (2), com auxílio dos valores conhecidos para o comprimento  $x$  e a espessura  $d$ , o valor para a resistência  $\rho$  diretamente (Tab. 5).
- Em caso de comprimentos e espessuras dos fios ou áreas da seção transversal diversas, aplicar respectivamente os valores para as resistências ôhmicas contra o comprimento  $x$  ou o valor inverso da área da seção transversal  $A$ , adaptar respectivamente uma reta (Fig. 4, 6) e de sua inclinação, conforme (2), determinar a resistência específica  $\rho$  com auxílio dos valores conhecidos para a espessura  $d$  ou o comprimento  $x$ .

Fios de materiais diferentes

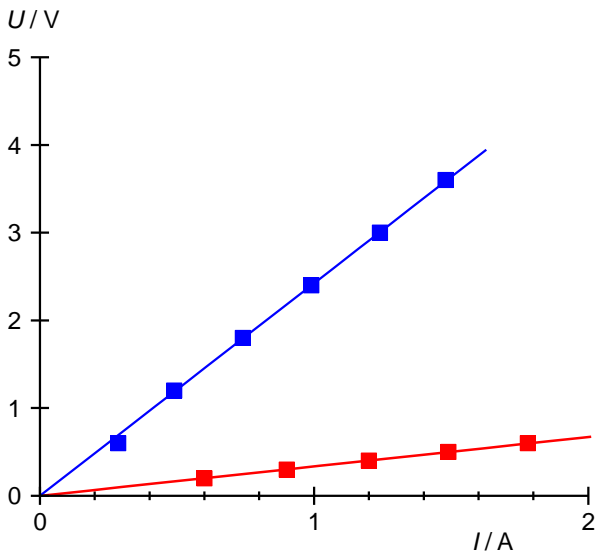


Fig. 2: Diagrama  $U-I$  para fio de constantan (azul) e de latão (vermelho) com comprimento  $x = 1$  m e espessura  $d = 0,5$  mm.

Tab. 4: Resistência ôhmica para um fio de constantan e um fio de latão com comprimento  $x = 1$  m e espessura  $d = 0,5$  mm, determinada a partir da inclinação da reta adaptada aos pontos de medição da Fig. 2.

Material	$R / \Omega$
Constantan	2,423
Latão	0,335

De (2), deduz-se:

$$(4) R = \rho \cdot \frac{x}{A} \Rightarrow \rho = R \cdot \frac{A}{x}$$

Tab. 5: Resistência específica  $\rho$  determinada a partir da medição conforme (4) para constantan e latão e comparação com os valores de literatura.

Material	$\rho / (\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1})$	
	Medição	Valor da literatura
Constantan	0,476	0,49
Latão	0,066	0,065

Os valores determinados a partir da medição conferem com os valores de literatura.

Fios de comprimentos diferentes

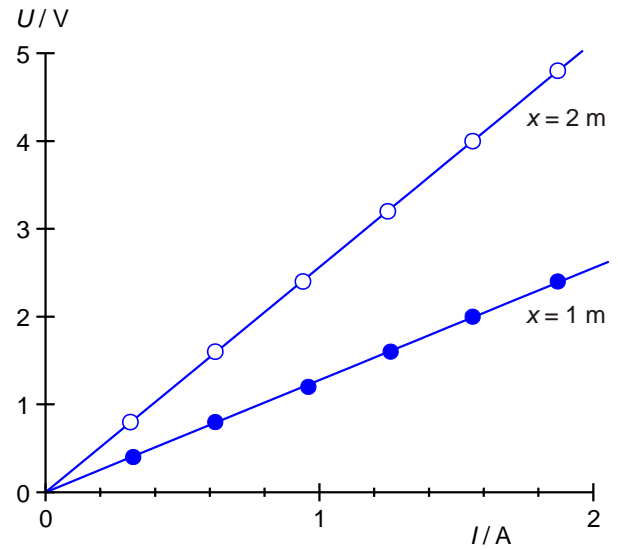


Fig. 3: Diagrama  $U-I$  para fios de constantan de comprimentos diferentes  $x$  e espessura  $d = 0,7$  mm.

Tab. 6: Resistência ôhmica para fios de constantan de diferentes comprimentos  $x$  e espessura  $d = 0,7$  mm, determinada a partir da inclinação da reta adaptada aos pontos de medição na Fig. 3.

$x / \text{m}$	$R / \Omega$
1	1,277
2	2,564

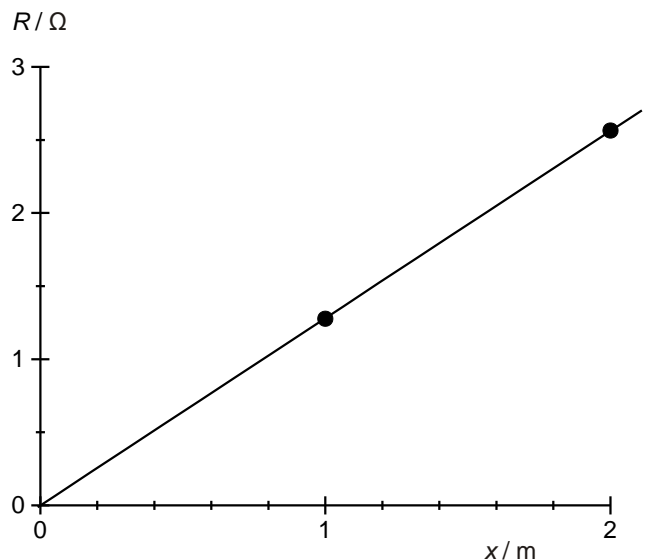


Fig. 4: Resistência  $R$  como função do comprimento  $x$ .

- Determinar a resistência específica  $\rho$  a partir da inclinação  $a$  da reta adaptada aos pontos de medição  $R(x)$ :

$$(5) R = \rho \cdot \frac{x}{A} = \frac{\rho}{A} \cdot x = a \cdot x \text{ com } a = \frac{\rho}{A}$$

$$a = \frac{\rho}{A} \Leftrightarrow$$

$$(6) \rho = a \cdot A = 1,281 \frac{\Omega}{m} \cdot 0,38 \text{ mm}^2 = 0,487 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{m}$$

O valor determinado pela medição corresponde muito bem ao valor de literatura  $0,49 \rho / (\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1})$  para constantan.

**Fios de espessuras diferentes**

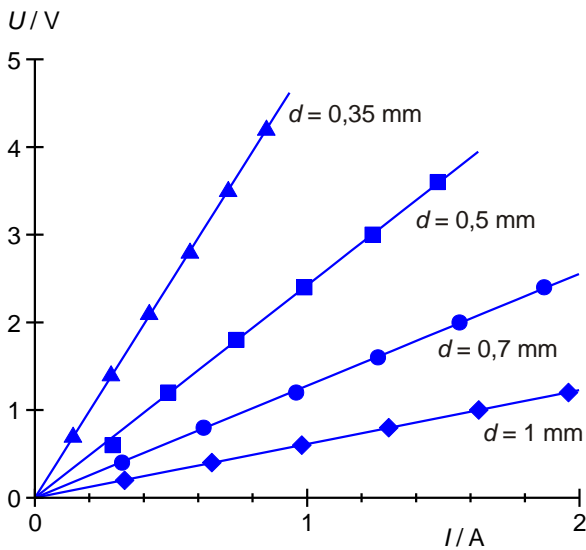


Fig. 5: Diagrama  $U$ - $I$  para fios de constantan de espessuras diferentes  $d$  e comprimento  $x = 1 \text{ m}$

Tab. 7: Resistência ôhmica para fios de constantan de diferentes espessuras  $d$  ou áreas da seção transversal  $A$  e comprimento  $x = 1 \text{ m}$ , determinada a partir da inclinação da reta adaptada aos pontos de medição na Fig. 5.

$d / \text{mm}$	$A / \text{mm}^2$	$R / \Omega$
0,35	0,10	4,941
0,50	0,20	2,423
0,70	0,38	1,277
1,00	0,79	0,613

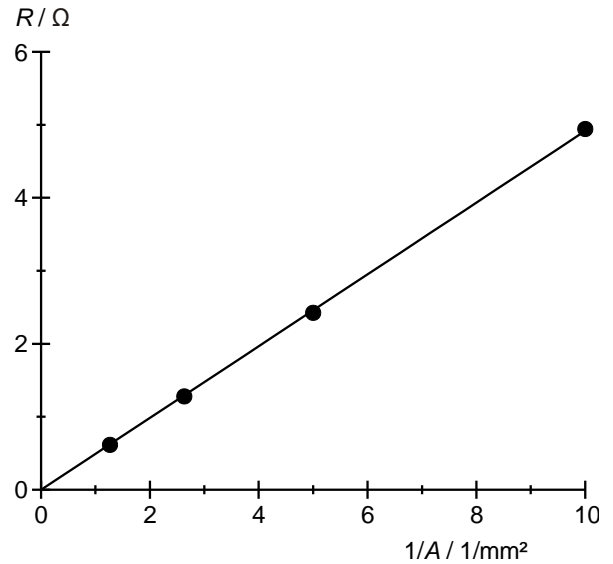


Fig. 6: Resistência  $R$  como função do valor inverso da área de perfil  $A$ .

- Determinar a resistência específica  $\rho$  a partir da inclinação  $b$  da reta adaptada aos pontos de medição  $R(1/A)$ :

$$(7) R = \rho \cdot \frac{x}{A} = \rho \cdot x \cdot \frac{1}{A} = b \cdot \frac{1}{A} \text{ com } b = \rho \cdot x$$

$$(8) b = \rho \cdot x \Leftrightarrow \rho = \frac{b}{x} = \frac{0,492 \Omega \cdot \text{mm}^2}{1 \text{ m}} = 0,492 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{m}$$

O valor determinado pela medição corresponde muito bem ao valor de literatura  $0,49 \rho / (\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1})$  para constantan.