

Lei de Ohm e curva característica do diodo

Eduardo Parducci - 170272
Lucas Koiti Geminiani Tamanaha - 182579
Rodrigo Seiji Piubeli Hirao - 186837
Tanus Vaz Szabo - 187308

29 de Março de 2017

Conteúdo

1	Resumo	3
2	Objetivo	3
3	Metodologia	3
3.1	Material Utilizado	3
3.2	Especificações do Multímetro digital MD-6680	3
3.3	Procedimento	4
3.3.1	Medição das Resistências	4
3.3.2	Curva Característica do Resistor (100Ω)	4
3.3.3	Curva Característica do Diodo	4
4	Resultados	5
5	Análise de Dados	5
6	Discussão	5
7	Conclusão	6
8	Anexo	7
8.1	Circuitos Utilizados	8
8.2	Gráficos Produzidos	10
8.2.1	Resistor ixU	10
8.2.2	Diodo ixU	11
8.2.3	Diodo RxU	12
9	Referencias	15

1 Resumo

O experimento em questão foi realizado em busca de analisar o comportamento de um resistor nominal de 100Ω e de um diodo de silício através da aplicação e medição de diferentes tensões e correntes controladas por uma fonte regulável. O resistor mostrou comportamento linear observado no gráfico $(V \times I)$, da mesma forma, o diodo se mostrou um elemento de condutância exponencial a partir de uma certa tensão quando polarizado diretamente, e um elemento de alta impedância quando polarizado inversamente, impedindo a passagem de corrente. Dessa forma, conclui-se que o resistor é um elemento ôhmico enquanto o diodo é um elemento retificador. Os resultados obtidos para o resistor também confirmam seu valor nominal, pois, de acordo com a regressão linear, obtém-se uma resistência $R_{exp} = (99,9 \pm 0,2)\Omega$ enquanto o ohmímetro obteve $R_{inst} = (99,6 \pm 0,1)\Omega$.

2 Objetivo

O experimento "Condutividade de dispositivos" tem como principal objetivo estudar o comportamento de componentes resistivos analisando a condutividade (corrente) quando uma tensão é aplicada em seus terminais, a fim de determinar se esse dispositivo é, ou não, Ôhmico.

3 Metodologia

3.1 Material Utilizado

- 1 Resistor de 100Ω
- 1 Resistor de 10Ω
- 1 Resistor de 220Ω
- 2 multímetros
- 1 Protoboard
- 1 Diodo de silício
- 1 Fonte de tensão contínua
- Cabos de plug "banana"

3.2 Especificações do Multímetro digital MD-6680

Para a medição das **tensões**, coloca-se a chave seletora para a posição ' $V \simeq$ ' e pressiona-se o botão **DC** conectando duas das pontas de prova nos terminais **V** e **COM** e as outras em paralelo com o dispositivo a ser medido.

Obs: Resistência interna do voltímetro: $R_{Vint} = 10^6\Omega$

Resolução da escala utilizada: $\Delta V = 10^{-2}V$

Para a medição das **correntes**, coloca-se a chave seletora para a posição ' $mA \simeq$ ' e pressiona-se o botão **DC** conectando duas das pontas de prova nos terminais μA , **mA** e **COM** e as outras em série com o dispositivo a ser medido.

Obs: Resistência interna do amperímetro: $R_{Int} = 10\Omega$

Resolução da escala utilizada: $\Delta I = 10^{-4}V$

Para a medição das **resistências**, coloca-se a chave seletora para a posição ' Ω ' e pressiona-se o botão **SELECT** conectando duas das pontas de prova nos terminais **Hz** Ω **mV** e **COM** e as outras em paralelo com o dispositivo a ser medido.

Obs: Resolução da escala utilizada: $\Delta \Omega = 10^{-1}\Omega$

3.3 Procedimento

3.3.1 Medição das Resistências

Com o uso do Multímetro, mediu-se as resistências nominais de 10Ω , 100Ω , 220Ω a fim de comparar os valores obtidos e suas incertezas com o nominal.

3.3.2 Curva Característica do Resistor (100Ω)

Para levantar a curva característica ($V \times I$) do resistor, montou-se o circuito 01 utilizando $R_p = 10\Omega$ e tomou-se 21 medidas de V e I variando a tensão com o uso da Fonte entre $V_{min} = 0V$ e $V_{max} = 10V$ aumentando-a gradativamente em $0,5V$ a fim de verificar a característica ôhmica do resistor respeitando a lei de Ohm ($V = R \times I$)

3.3.3 Curva Característica do Diodo

Para a curva característica ($V \times I$) do diodo de silício montou-se, inicialmente, o circuito 02 utilizando $R_p = 10\Omega$ e tomou-se 5 medidas de V e I variando a tensão entre $V_{min} = -10V$ e $V_{max} = 0V$ (polarização reversa) e 3 medidas variando a tensão entre $V_{min} = 0,2V$ e $V_{max} = 0,5V$ (polarização direta).

Montou-se o circuito 03 utilizando $R_p = 220\Omega$ e tomou-se 8 medidas de V e I variando a tensão entre $V_{min} = 0,5V$ e $V_{max} = 0,75V$.

Obs: Para tensões acima de $0V$ foi realizada uma redução do intervalo de medição bem como a troca do circuito para tensões acima de $0,5V$ pois sabe-se que o intervalo de disparo do diodo encontra-se entre $0V$ e $1V$, no qual ocorre um crescimento exponencial da corrente elétrica.

4 Resultados

Como resultado do experimento foram obtidos tipos de dados:

As figuras 5 e 6 em anexo mostram a corrente obtida ao se variar a tensão no resistor de 100Ω .

As figuras 7 e 8 em anexo mostram a corrente obtida ao se variar a tensão no diodo de silício.

As figuras 9 e 10 em anexo mostram a resistência obtida ao se variar a tensão no diodo de silício.

5 Análise de Dados

Com os dados obtidos na tabela da figura 5 podemos construir o gráfico da figura 6.

Através da relação entre a tensão e a corrente, podemos linearizar o gráfico acima, respeitando a relação $U = R \times I$ utilizando o método dos mínimos quadrados juntamente com propagação de erros para calcular sua incerteza, a fim de obtermos uma relação no formato $(R_{exp} \pm \Delta R_{exp})\Omega$. Obtendo o gráfico da figura 11, com o Método dos Mínimos Quadrados:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$
$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n x_i(x_i - \bar{x})}$$

Finalmente, temos $R_{exp} = (99,9 \pm 0,1)\Omega$

O diodo apresentou comportamento diferenciado, nota-se abaixo uma curva exponencial, impedindo a passagem de corrente quando aplicado a uma tensão negativa, e possibilitando a passagem de corrente para tensões acima de $0,6V$, visível no gráfico da figura 8

Novamente através da lei de Ôhm podemos construir o gráfico da resistência do diodo para cada ponto de medição, com sua devida incerteza calculada através da propagação de erros da seguinte forma: $\sigma_{R_{diodo}} = \sqrt{\left(\frac{\partial R}{\partial V}\right)^2 \sigma_V^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial I}\right)^2 \sigma_I^2}$, como na figura 10.

6 Discussão

Os resultados obtidos comprovam o fato do resistor utilizado ser ôhmico, sendo isso visível pela figura 6 que mostrou uma função linear com o aumento da tensão.

A figura 8 comprovou que o diodo apresenta um comportamento exponencial com o aumento da tensão, o que significa que o diodo não é ôhmico. Além disso ele apresenta corrente nula ao passar uma tensão menor que $0V$, ou seja, ao usá-lo na polarização reversa. Demonstrando características de um componente retificador.

7 Conclusão

Os resultados obtidos no experimento condizem com o esperado teóricamente. Dessa forma, podemos dizer que o experimento foi bem sucedido. Pois, ao verificarmos os valores definidos pelo multimetro, regressao linear e nominal do resistor, chegou-se a valores correspondentes a 100Ohms, e, assim, definimos um grafico experimental que prova sua caracteristica ohmica. No caso do diodo, encontrou-se um grafico experimental no qual verificou-se seu comportamento exponencial para a corrente de acordo com um certo aumento de tensão. E, da mesma forma, sua polarização inversa mostrou-se compatível com a teoria, pois manteve sua ação como um dispositivo retificador.

8 Anexo

Lista de Figuras

1	Circuito para medição de resistências pequenas	8
2	Circuito para medição de resistências grandes	8
3	Circuito de montagem do diodo na polarização direta	9
4	Circuito de montagem do diodo na polarização reversa	9
5	Tabela de dados da corrente adquirida ao aumentar tensão em resistor	10
6	Gráfico da corrente adquirida ao aumentar tensão em resistor . .	11
7	Gráfico da corrente adquirida ao aumentar tensão em diodo . . .	11
8	Gráfico da corrente adquirida ao aumentar tensão em diodo . . .	12
9	Gráfico da resistência adquirida ao aumentar tensão em diodo . .	12
10	Gráfico da resistência adquirida ao aumentar tensão em diodo . .	13
11	Gráfico do MMQ	14

8.1 Circuitos Utilizados

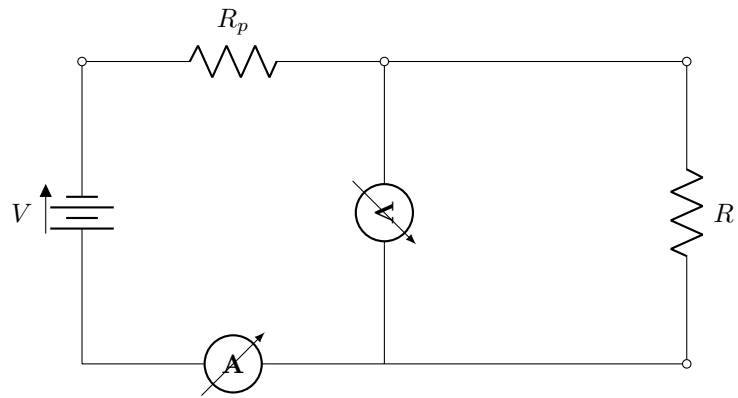


Figura 1: Circuito para medição de resistências pequenas

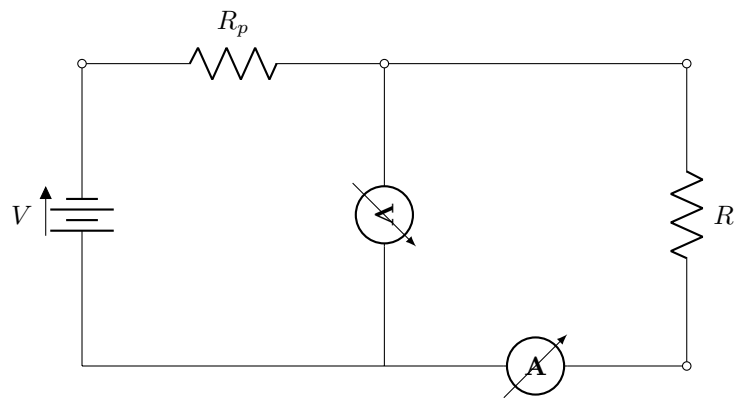


Figura 2: Circuito para medição de resistências grandes

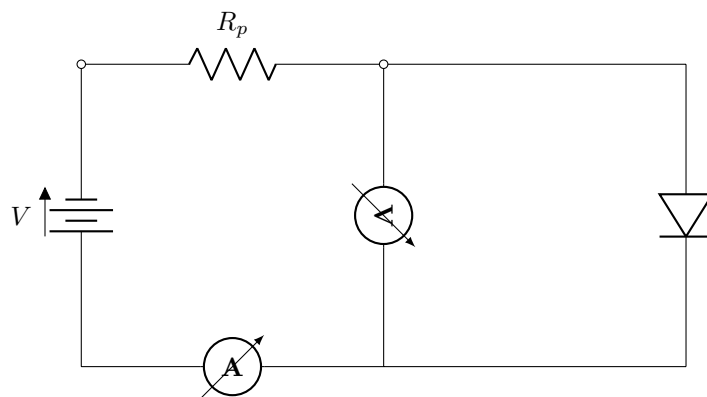


Figura 3: Circuito de montagem do diodo na polarização direta

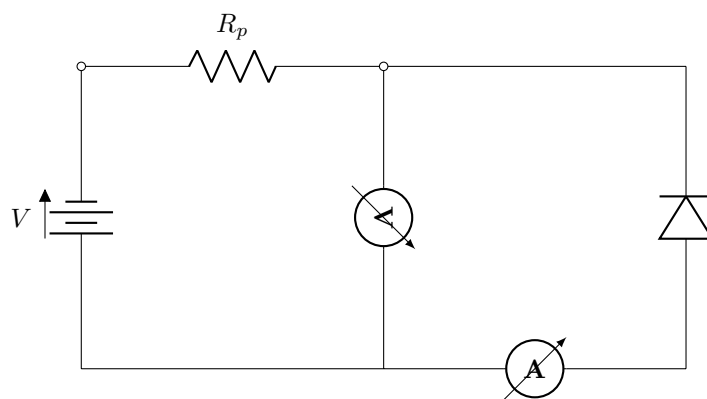


Figura 4: Circuito de montagem do diodo na polarização reversa

8.2 Gráficos Produzidos

8.2.1 Resistor ixU

$U[V]$	$i[mA]$	$\Delta U[V]$	$\Delta i[mA]$
$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
0.51	$4.89 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
1.01	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
1.5	$1.5 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
1.94	$1.96 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
2.53	$2.55 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
3	$3 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
3.53	$3.55 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
3.95	$3.98 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
4.52	$4.54 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
4.93	$4.94 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
5.42	$5.45 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
5.92	$5.92 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
6.46	$6.49 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
6.98	$7 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
7.55	$7.58 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
7.99	$8.02 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
8.48	$8.52 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
9.06	$9.09 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
9.45	$9.49 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$
10.1	0.1	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$

Figura 5: Tabela de dados da corrente adquirida ao aumentar tensão em resistor

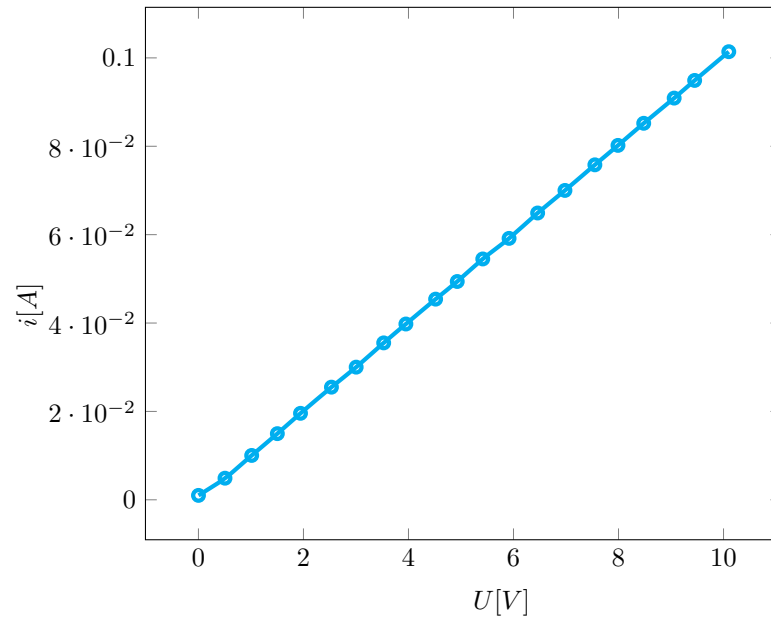


Figura 6: Gráfico da corrente adquirida ao aumentar tensão em resistor

8.2.2 Diodo ixU

$U[V]$	$i[mA]$	$\Delta U[V]$	$\Delta i[mA]$
-0.5	0	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.27	$2 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.47	0.12	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.59	1.13	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.65	6.73	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.67	8.47	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.7	17.18	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.71	25.24	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.72	26.24	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.73	43.15	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.74	43.15	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$

Figura 7: Gráfico da corrente adquirida ao aumentar tensão em diodo

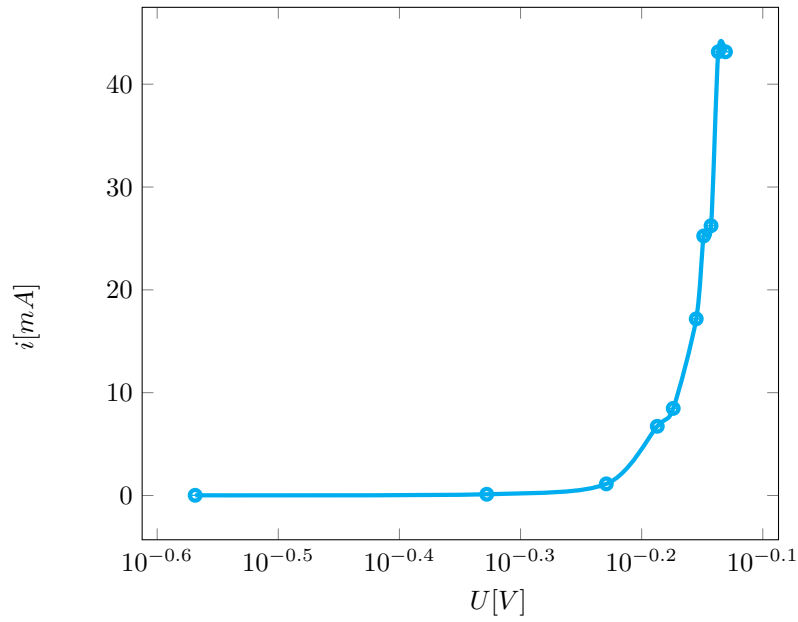


Figura 8: Gráfico da corrente adquirida ao aumentar tensão em diodo

8.2.3 Diodo RxU

$U[V]$	$R[\Omega]$	$\Delta U[V]$	$\Delta R[\Omega]$
-0.5	0	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.27	13.5	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.47	3.91	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.59	0.52	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.65	$9.6 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.67	$7.9 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.7	$4 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.71	$2.8 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.72	$2.7 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.73	$1.6 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
0.74	$1.7 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$

Figura 9: Gráfico da resistência adquirida ao aumentar tensão em diodo

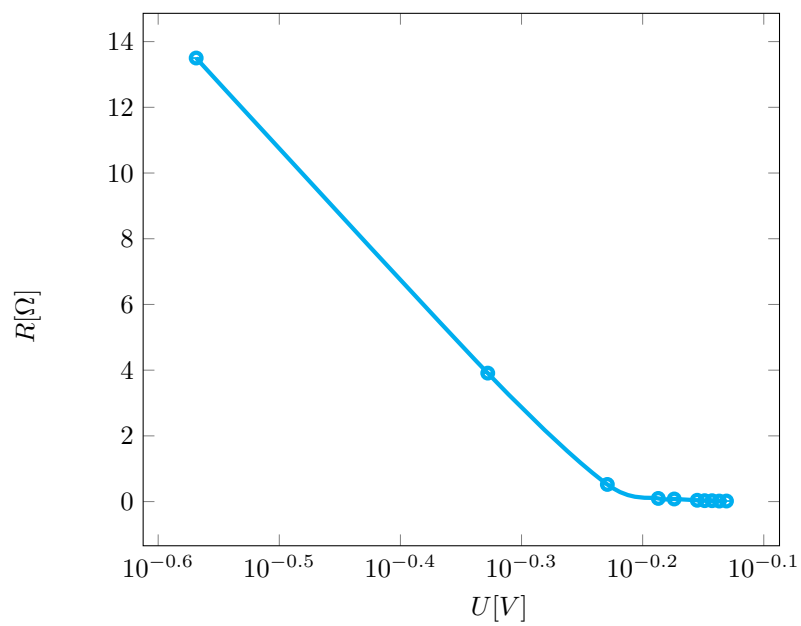


Figura 10: Gráfico da resistência adquirida ao aumentar tensão em diodo

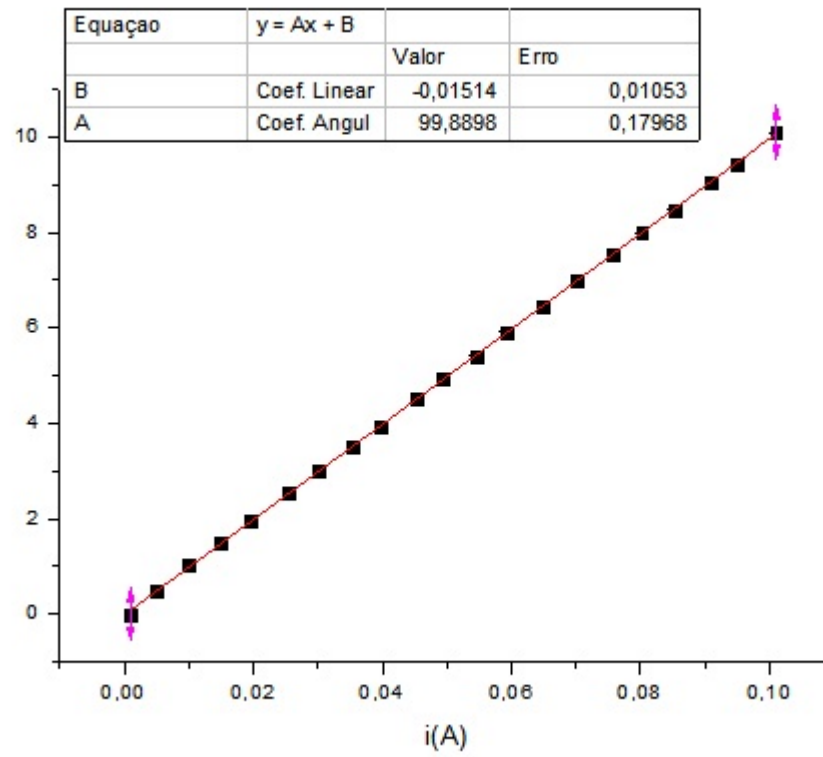


Figura 11: Gráfico do MMQ

9 Referencias

- ICEL. Manual de Instruções do Multímetro Manual de Bancada Modelo MD-6880
- Minipa. Fonte de Alimentação Regulada MLP-1303M