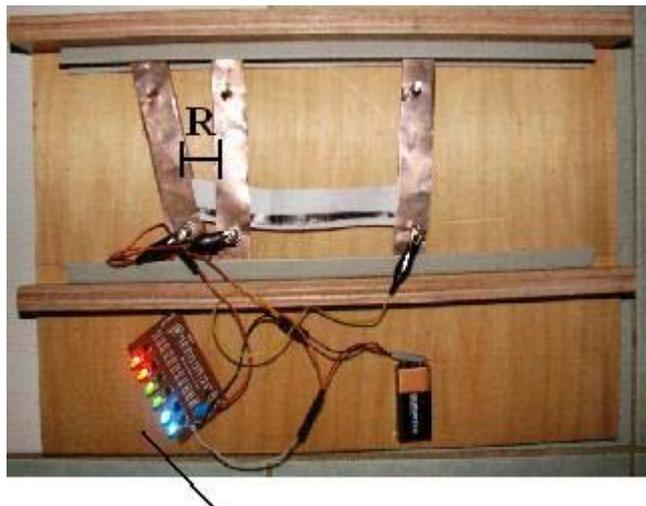


# Relatório Final F-609



*Estudo da 1ª e 2ª Lei de Ohm com riscos de grafite em papel.*



Aluno: Claudécir Ricardo Biazoli, RA: 038074.  
Orientador: Fernando Iikawa

## **Sumário:**

<b>1- Introdução</b>	<b>3</b>
<b>2- Importâncias didática</b>	<b>3</b>
<b>3- Teoria</b>	
<b>3.1 Resistência elétrica.....</b>	<b>3</b>
<b>3.2 Primeira Lei de Ohm.....</b>	<b>5</b>
<b>3.3 Segunda Lei de Ohm.....</b>	<b>5</b>
<b>3.4 Resistores associados em serie.....</b>	<b>7</b>
<b>3.5 Resistores associados em paralelo.....</b>	<b>9</b>
<b>4- Experimento</b>	
<b>4.1 Objetivo.....</b>	<b>10</b>
<b>4.2 Construção da base.....</b>	<b>10</b>
<b>4.3 Construção do circuito eletrônico.....</b>	<b>11</b>
<b>4.4 Resultados atingidos.....</b>	<b>14</b>
<b>5- Referências bibliográficas</b>	<b>15</b>

## **1-Introdução**

Este experimento irá observar que quando depositamos grafite em um papel obtemos um resistor, que na qual, tem características de dificultar a passagem dos elétrons. Mas é muito importante observar que não iremos quantificar o valor desta resistência, mas sim observar de maneira qualitativa qual é a correlação entre as Leis de Ohms sendo caracterizadas através do risco da grafite em um papel. Para isso construímos um circuito eletrônico para poder observar o valor da resistência através do acender de seis LEDs coloridos.

## **2-Importância Didática**

Este trabalho tem como público alvo alunos de ensino médio, que na qual, o conceito de leis de ohm e associação de resistores é muito trabalhado e também muito cobrado em vestibulares.

E também pelo fato de que este conceito está totalmente inserido no cotidiano do aluno, qualquer lugar que o aluno olhe ele estará vendo a aplicação dos conceitos de eletrodinâmica.

Mas como eletricidade é algo abstrato aos nossos sentidos, fica difícil o aluno assimilar os eventos físicos as equações apresentados. Portanto, a idéia é viabilizar o aprendizado com essa experiência.

## **3-Teoria**

### **3.1-RESISTÊNCIA ELÉTRICA**

Ao provocarmos a circulação de corrente por um material condutor através da aplicação de uma diferença de potencial, pode-se observar para um mesmo valor de

tensão aplicada em condutores de diversos materiais que a corrente possuirá valores diferentes. Isto ocorrerá devido às características intrínsecas de cada material.

Este comportamento diferenciado da corrente deve-se à resistência elétrica de cada material, que depende do tipo de material do condutor, comprimento, área da seção transversal e da temperatura.

Esta resistência atua como uma dificuldade à condução de corrente elétrica, ou à condução de elétrons.

Para ter uma melhor interpretação do fenômeno de resistência, devem-se analisar os aspectos macroscópicos e microscópicos dos diversos materiais.

Os aspectos microscópicos referem-se à estrutura da rede cristalina, do número de elétrons livres do material e a movimentação destes elétrons livres no interior do condutor. Quando os elétrons livres são impulsionados a movimentar devido à ação de uma tensão ocorrerão choques entre os próprios elétrons livres e a rede cristalina, então como efeito disto, ter-se-á uma dificuldade ao deslocamento dos elétrons.

Assim sendo, as características **microscópicas** que influenciam no deslocamento dos elétrons livres são:

#### Resistores

- a forma como estão organizados os íons na rede cristalina.
- o espaçamento disponível para o movimento dos elétrons livres.
- sua velocidade média de arrastamento.
- número de íons e de elétrons livres disponíveis por unidade de volume.

Os fatores **macroscópicos** são:

- tipo do material que constitui o condutor
- comprimento
- área da sua seção transversal

- temperatura
- tensão elétrica

Todos estes fatores irão caracterizar a resistência elétrica do material.

### **3.2 - 1ª LEI DE OHM**

O estudo da resistência é de grande valia na determinação da potência dos diversos equipamentos elétricos.

A expressão, matemática que permite a obtenção da grandeza resistência é a seguinte:

$$V = R \cdot I, \text{ ou seja,}$$

$$R = V / I, \text{ onde}$$

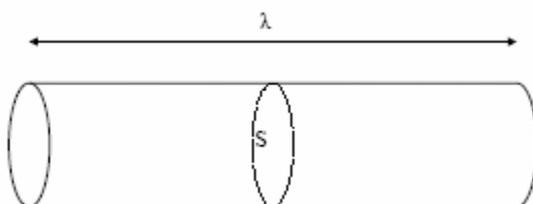
R - é a resistência elétrica, dada em ohms, cujo símbolo é  $\Omega$  (letra ômega).

V - é a tensão elétrica nos terminais do dispositivo, dada em volt, cujo símbolo é V (letra V).

I - é a intensidade de corrente que circula pelo dispositivo, dada em ampères (letra A)

### **3.3 - 2ª LEI DE OHM**

Para determinação da resistência, valendo-se dos parâmetros macroscópicos, tem-se a seguinte expressão conhecida como segunda lei de ohm:



$$R = \rho \frac{\ell}{S}$$

Onde  $\rho$  - (letra grega rô) é a resistividade específica do material dada em ohm vezes metro ( $\Omega.m$ ).

$l$  é o comprimento em metros (m).

$S$  - é a área da seção transversal em metros quadrados ( $m^2$ ).

Através da observação da expressão, pode-se verificar que o valor da resistência é diretamente proporcional ao comprimento e inversamente proporcional a área da seção transversal, em outras palavras, quanto maior o comprimento, maior a resistência. Quanto maior a área da seção transversal, menor a resistência.

**TABELA Resistividades  $\rho$  e Coeficientes de temperatura  $\alpha$**

MATERIAL	$\rho$ (20°) $\Omega.m$	$\alpha$ (20°) $k^{-1}$
Alumínio	$2,8.10^{-8}$	$3,9.10^{-3}$
chumbo	$22,0.10^{-8}$	$4,3.10^{-3}$
cobre	$1,7.10^{-8}$	$3,9.10^{-3}$
ferro	$10,0.10^{-8}$	$5,0.10^{-3}$
prata	$1,6.10^{-8}$	$3,8.10^{-3}$
nichrome (Ni, Cr, Fe)	$100,0.10^{-8}$	$0,4.10^{-3}$
silício	640	$-7,5.10^{-2}$

## ASSOCIAÇÕES DE RESISTORES

Associações de resistores são circuitos compostos resistores interligados entre si com um ou mais dos seguintes objetivos:

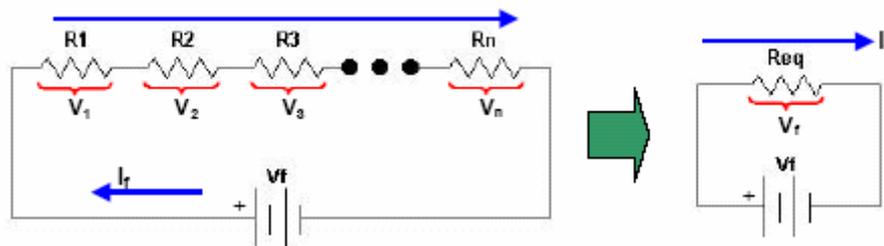
- obter um valor de resistência diferente (maior ou menor) do que a fornecida por um único resistor de valor comercial disponível;
- dividir a corrente em mais de um ramo de um circuito elétrico para obter diferentes valores de corrente;
- dividir a tensão num ramo de um circuito elétrico para obter diferentes valores de tensão.

Há três tipos de associações de resistores: **série, paralela e mista**.

Ao valor de resistência resultante de uma associação chamamos de **Resistência Equivalente**, pois um resistor com esse valor pode substituir todos os resistores da associação, produzindo o mesmo efeito para o circuito elétrico.

### 3.4 - Associação Série

A associação série de resistores se caracteriza por ter “n” resistores ligados um após o outro numa seqüência, daí o nome da associação, como mostra a figura I.



· a associação série fornece um único caminho para a corrente elétrica pois o circuito possui uma única malha e nenhum nó. Portanto, todos os resistores são percorridos pela mesma corrente fornecida pela fonte de tensão. Assim:

$$I_f = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$$

· a associação série proporciona uma divisão de tensão, ou seja, cada resistor provoca uma queda de tensão que é função da sua resistência. Assim:

$$V_f = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

Para entendermos como ocorre a queda de tensão podemos usar uma analogia: temos um prédio que possui elevador e escadarias. O elevador é usado para subir e as escadas para descer. O elevador é considerado a fonte de tensão pois é capaz de elevar o

potencial (tensão). O número de degraus por andar nas escadas corresponde às resistências elétricas da associação série. Quanto mais degraus maior resistência (maior dificuldade) e, portanto, maior queda de tensão (mais se desce). Assim, a soma das quedas de tensão por andar (por resistência) é igual ao total de degraus (tensão total).

Como sabemos que  $V = R \cdot I$  e substituindo na equação anterior:

$$V_f = R_1 \cdot I_1 + R_2 \cdot I_2 + R_3 \cdot I_3 + \dots + R_n \cdot I_n$$

Sabendo que a corrente em todos os resistores da associação é a mesma fornecida pela fonte, temos:

$$\begin{aligned} V_f &= R_1 \cdot I_f + R_2 \cdot I_f + R_3 \cdot I_f + \dots + R_n \cdot I_f \\ V_f &= I_f \cdot (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) \\ \frac{V_f}{I_f} &= (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) \end{aligned}$$

A relação entre a tensão da fonte e a corrente por ela fornecida é a resistência equivalente do circuito. Então:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Generalizando:

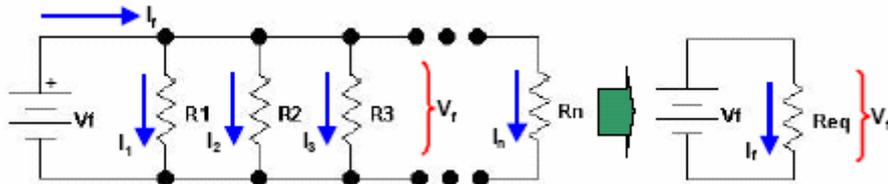
$$R_{eq} = \sum_{i=1}^n R_i$$

Concluimos, portanto que:

A resistência equivalente de uma associação em série de resistores é dada pela soma das resistências da associação.

### 3.5 - Associação Paralela

A associação paralela de resistores se caracteriza por ter “n” resistores ligados um ao lado do outro, daí o nome da associação, como mostra a figura



- todos os resistores da associação paralela têm os seus terminais ligados diretamente aos terminais da fonte, o que faz com que todos eles estejam submetidos à tensão da fonte. Assim:

$$V_f = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$$

- a associação paralela proporciona uma divisão de corrente pois há vários caminhos para a corrente elétrica já que o circuito possui várias malhas e mais de um nó. Portanto, a corrente que a fonte fornece deve suprir a necessidade de corrente de todos os resistores. Assim:

$$I_f = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

Sabemos que  $I = V / R$ , então podemos substituir na equação anterior:

$$I_f = \frac{V_f}{R_1} + \frac{V_f}{R_2} + \frac{V_f}{R_3} + \dots + \frac{V_f}{R_n}$$

Como todos os resistores estão submetidos à mesma tensão, então:

$$I_f = \frac{V_f}{R_1} + \frac{V_f}{R_2} + \frac{V_f}{R_3} + \dots + \frac{V_f}{R_n}$$

$$I_f = V_f \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)$$

$$\frac{I_f}{V_f} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

A relação entre a tensão da fonte e a corrente da fonte é a resistência equivalente do circuito, ou seja,  $R_{eq} = V_f / I_f$ . Invertendo esta equação e substituindo, temos:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Generalizando:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{R_i} \right)$$

Concluimos, portanto, que:

A resistência equivalente de uma associação de resistores em paralelo é o inverso da soma dos inversos das resistências da associação.

## **4- Experimento**

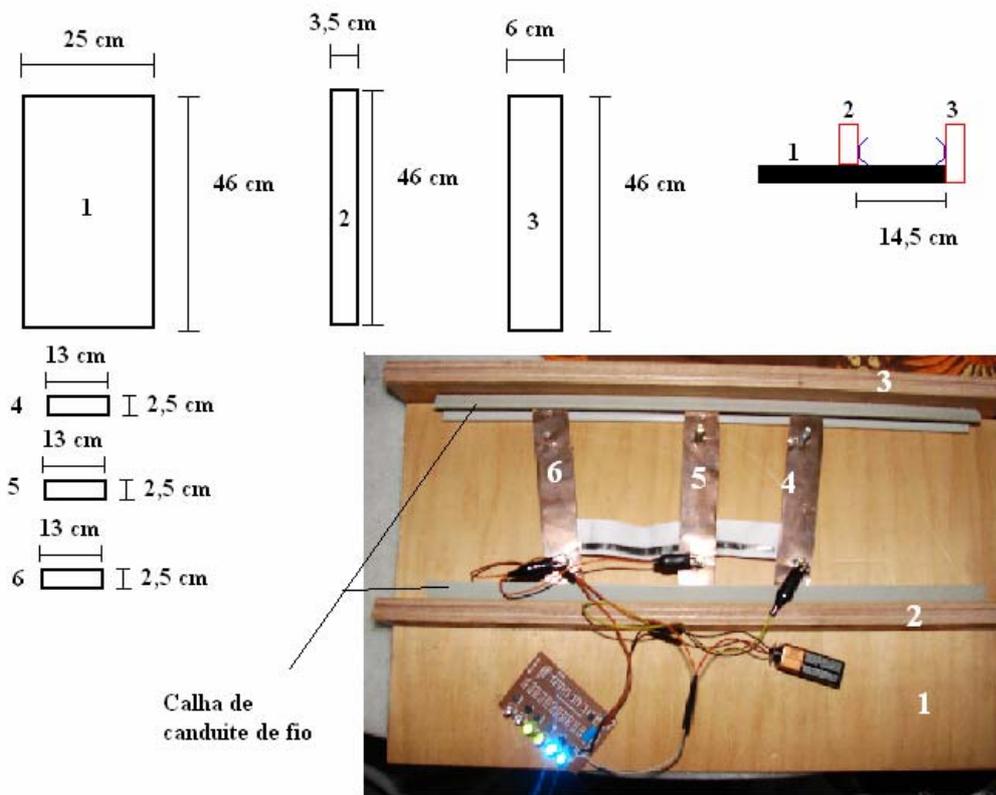
### **4.1-Objetivo**

Este projeto tem como objetivo a melhor visualização dos conceitos de associação de resistores e da 2ª Lei de Ohm; com um experimento simples e muito acessível para escolas de ensino médio.

A experiência consiste em desenhar linhas de grafita através de lápis em um papel. Pois como a grafita é um material condutor ele possibilita a simulação de um resistor, desta maneira o leque de possibilidades para montar esquemas que estude as leis físicas são muito grandes.

### **4.2 – Construção**

A construção da base é simples, praticamente nos construímos a base com o intuito de facilitar a manipulação dos resistores.



Depois se recorta pedaços de uma lâmina fina de bronze do tamanho das bases (4, 5, e 6) e prega-se respectivamente para poder ter contato com o papel com grafite. Existe outra possibilidade de contato que é a utilização de prendedor de roupa de madeira pregados nas bases, mas para haver contato com o papel é necessário revestir os prendedores com um pedaço de papel alumínio.

### **4.3 – Construção do circuito eletrônico**

Materiais:

#### Resistores

R1 – 1K $\Omega$

R2 e R4 – 4,7K $\Omega$

R3 e R5 - 3,3K $\Omega$

R6 e R8 – 8,2K $\Omega$

R7 e R9 – 3,3K $\Omega$

R10 e R12 – 8,2K $\Omega$

R11 e R13 -3,3K $\Omega$

R14 – 1K $\Omega$

Capacitor

C1- 100nF

Diodo silício

D1 a D8 1N4148

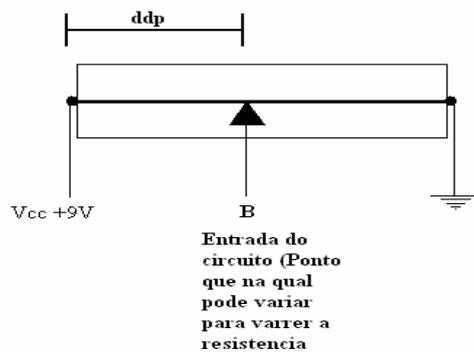
Diodo LED 3mm ou 5mm

DL1 a DL6, qualquer cor.

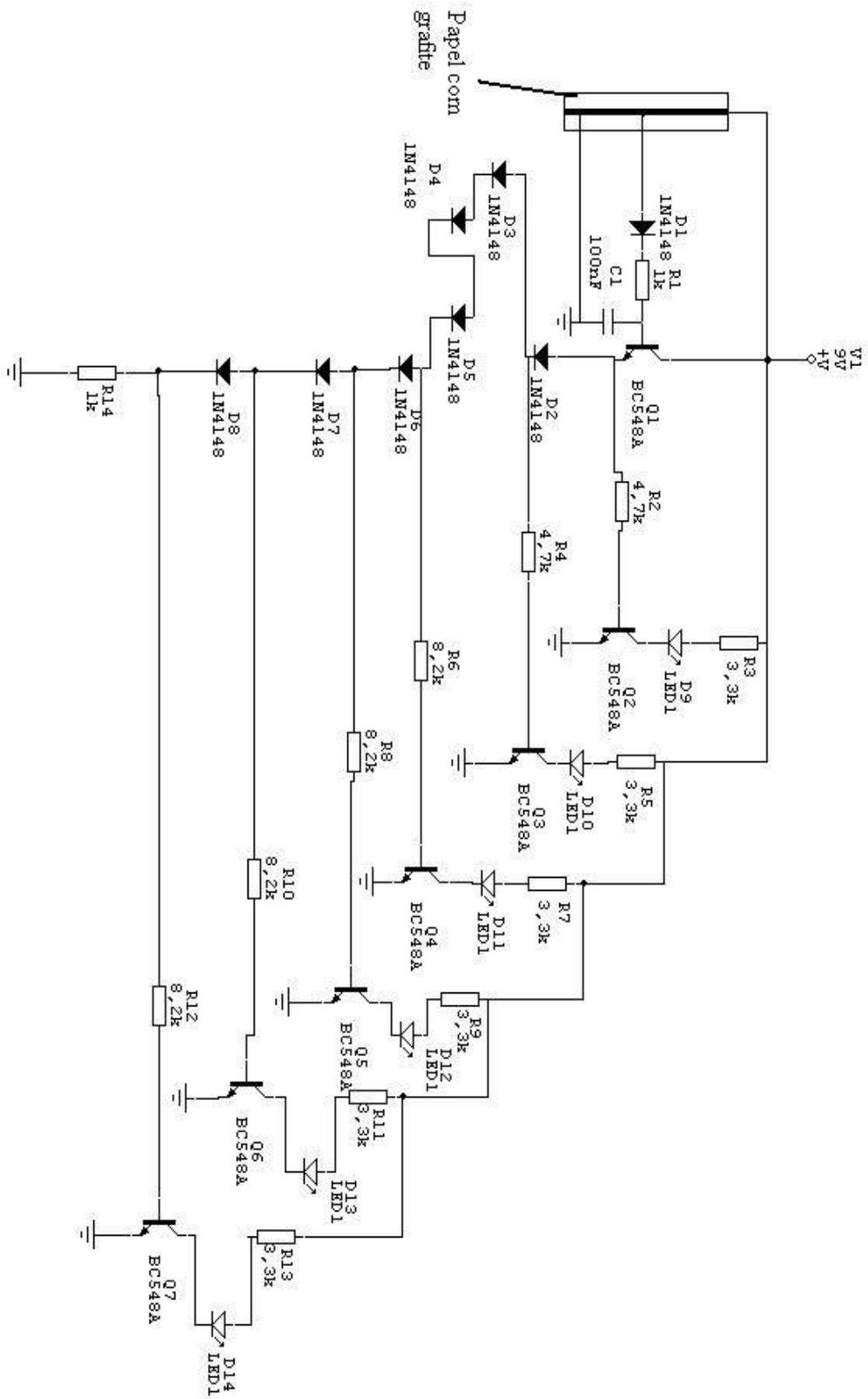
Transistor

T1 a T7- BC548

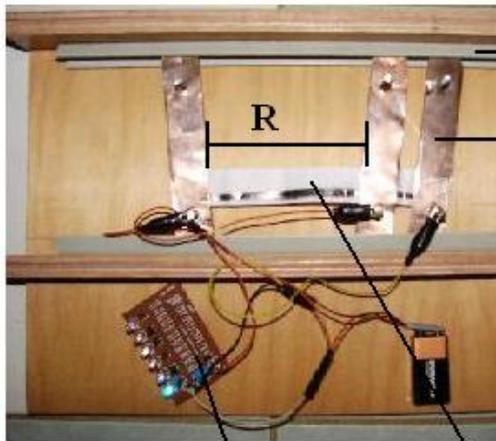
Após a montagem iremos posicionar o papel com grafite.



Através desta montagem podemos posicionar qualquer tipo de papel, ou seja, qualquer resistor. Assim demonstrando o que acontece se aumento a largura do risco ou seu comprimento. Também existe a possibilidade de associar pedaços de papel, demonstrando como a associação de resistores se comporta.



#### 4.4 Resultados atingidos

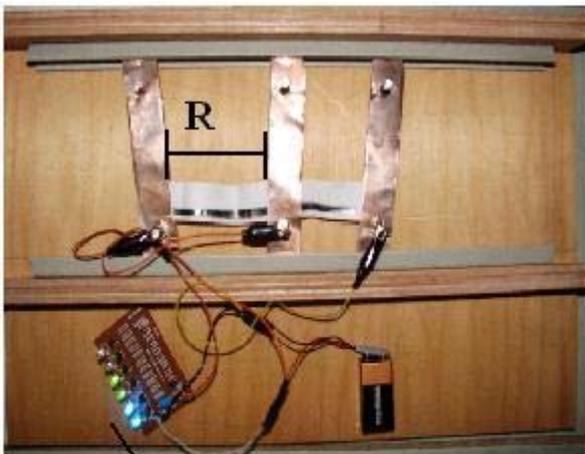


Trilho para o deslizamento das bases

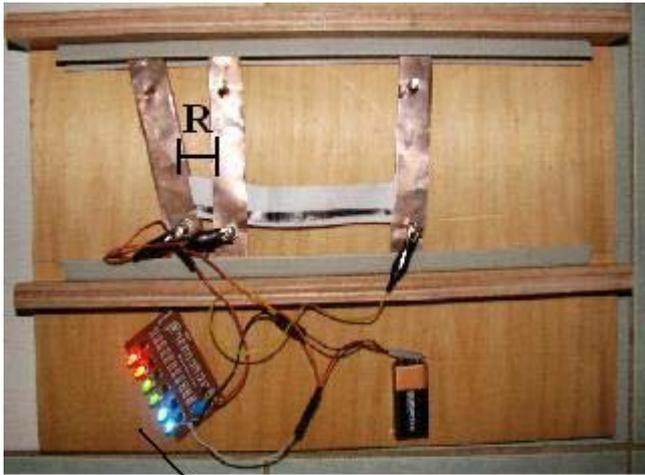
Base com chapa de bronze para o contato com o grafite

Placa de circuito que vai indicar os níveis de resistencia

Pedaco de papel com um risco de grafite (resistor)



Diminuição da resistencia  
aumento da ddp



Diminuição da resistência  
Aumento máximo da ddp

Podemos observar na seqüência das três fotos de que quando vamos movendo a base do meio ao ponto de diminuir o comprimento ( $L$ ) da resistência, a seqüência de LEDs vai aumentando, pois a sua resistência vai diminuindo de acordo com a 2ª lei de ohm, que na qual, a resistência é diretamente proporcional ao comprimento do resistor. Importante lembrar que este experimento tem apenas um caráter qualitativo, não temos o intuito de medir quanto vale a resistência, mas sim apenas para demonstrar para o aluno o funcionamento das leis físicas de eletrodinâmica.

A partir destes conceitos se cria varias oportunidades de trabalho podendo associar resistores da maneira que quiser.

## 5-Referência do trabalho

- 01. Resistores de papel e grafite: ensino experimental de eletricidade com papel e lápis** (comentário) Este trabalho encontrado na internet <http://www.fsc.ufsc.br/ccef/port/20-2/artpdf/a4.pdf>. Tem a mesma idéia do projeto, ele desenha vários resistores e faz medidas com ele, mas uma diferença determinante é que utiliza de um ohmímetro para a realização das medidas, já nós iremos utilizar de uma do circuito eletrônico para

melhor visualização do evento, já que não queremos medir a resistência, mas sim observar qualitativamente o que ocorre. Mas este trabalho possui vários dados muito importantes para melhor entendimento da eletrodinâmica.

**02. Reostatos de grafite (um experimento simples e de baixo custo).**

(comentário) Este trabalho foi encontrado no site

[http://www.unicentro.br/pesquisa/editora/revistas/exatas/v5n2/reostatos.p](http://www.unicentro.br/pesquisa/editora/revistas/exatas/v5n2/reostatos.pdf)

[df](http://www.unicentro.br/pesquisa/editora/revistas/exatas/v5n2/reostatos.pdf) Este projeto também possui a mesma idéia, mas ele utiliza de pedaços de grafite e não de desenhos de grafite em papel. Mas ele também trás alguns resultados muito interessantes sobre o funcionamento da grafite.