Introdução às Medidas em Física
9ª Aula
http://www.dfn.if.usp.br/~suaide/

Alexandre Suaide

Ed. Oscar Sala

sala 246

ramal 7072

Um pouco de história

- O conhecimento de eletricidade data de antes de Cristo
  - ~ 600 a.c. – Ambar, quando atritado, armazena eletricidade
- William Gilbert em 1600 conseguiu eletrizar muitas substâncias diferentes
  - 1660 – Otto von Guericke – máquina de eletrizar
    - Muitos aceleradores (Pelletron, p.e.) são grandes máquinas geradoras de eletricidade estática

Um pouco de história

- Benjamim Franklin (1706-1790)
  - A famosa experiência da pipa – Um raio conduz/ contém eletricidade
- Luigi Galvani (médico) e Alessandro Volta
  - Galvani pensou que as pernas dos sapinhos contiam eletricidade
  - Volta entendeu melhor o fenômeno e inventou a pilha
    - Também mostrou que pode-se conduzir eletricidade através de fios metálicos

Um pouco de história

- Michael Faraday
  - Eletricidade gera magnetismo e vice-versa
    - Base das usinas elétricas modernas
  - Entre muitas coisas descobriu: indutância, constante dielétrica, polarização da luz, luz tem natureza eletromagnética, etc
- Coulomb
  - Força entre cargas elétricas, Lei de Coulomb
- Thomas Edison e Joseph Swan
  - Invenção da lâmpada

Um pouco de história

- Andre Marie Ampere (1820)
  - Força entre fios que transmitem corrente elétrica
- Georg Simon Ohm (1826)
  - Lei de Ohm: R = V/i
- Maxwell (1864) – Leis de Maxwell
  - Modelo quase mecânico para explicar eletromagnetismo
- E muitas outras pessoas…
  - http://www.electricityforum.com/electricity-history.html

Corrente elétrica

- Define-se a corrente elétrica que atravessa um condutor qualquer como sendo a quantidade de carga que atravessa uma secção transversal desse condutor por unidade de tempo

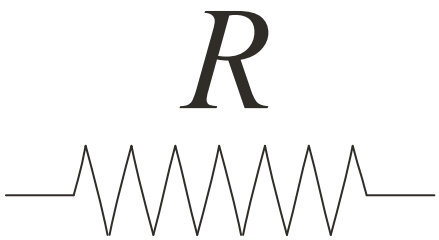
$$i = \lim_{\Delta T \to 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt}$$

- Unidade: Ampere. 1 A = 1 C/s

Resistência de um material

- Corrente elétrica
  - Elétrons livres se movendo em um condutor
  - Colisão com com outros elétrons e átomos do material
    - Perda de energia por atrito → aquecimento
    - Resistência à movimentação das cargas
- Resistência elétrica

$$R = \frac{V}{i}$$



  - Se R é constante → resistor ohmico

Objetivos desse experimento

- Parte I (essa aula)
  - Medir a resistência elétrica de um material usando diferentes métodos

$$R = \frac{V}{i}$$

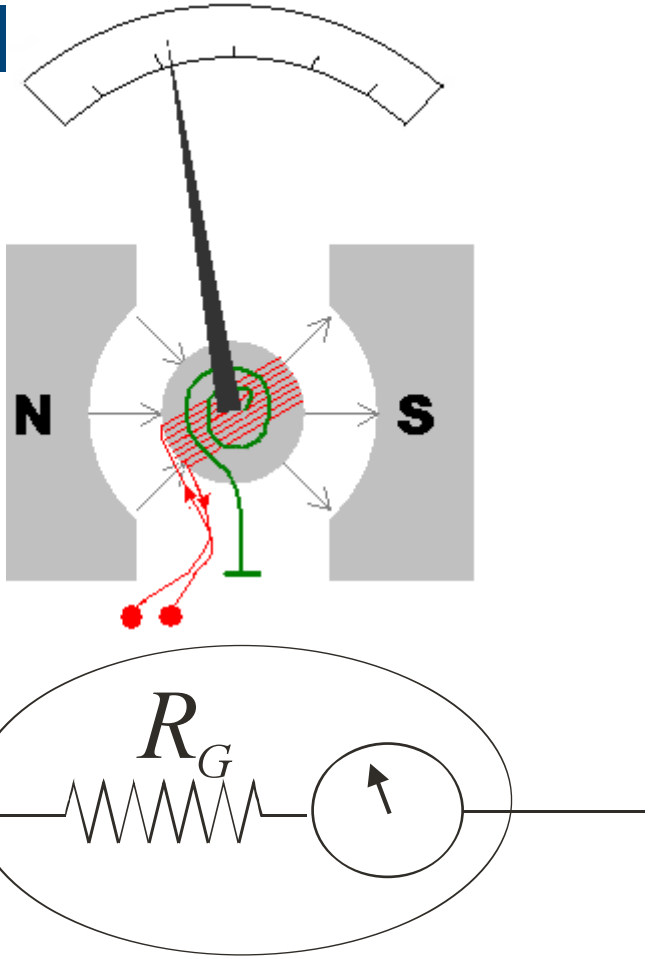
- Parte II (próxima aula)
  - Utilizando dois elementos resistivos diferentes, verificar se ambos se comportam (ou não) como resistores ohmicos

Como medir eletricidade?

- Muitas técnicas
  - Balança de correntes
    - Mede a força entre dois fios utilizando uma balança mecânica
  - Balança eletrostática
    - Mede a carga entre dois objetos utilizando uma balança mecânica
  - Amperímetros/voltímetros
    - Instrumentos utilizados para medir correntes e tensões elétricas
    - Muito utilizado em situações práticas do dia-a-dia

O Galvanômetro é a base de tudo

- Galvanômetro
  - Inventado por William Sturgeon em 1836
  - Nome em homenágem a Luigi Galvani
  - Interação entre a corrente elétrica em uma bobina e um campo magnético
    - Torque proporcional à corrente elétrica
    - Corrente máxima fixa

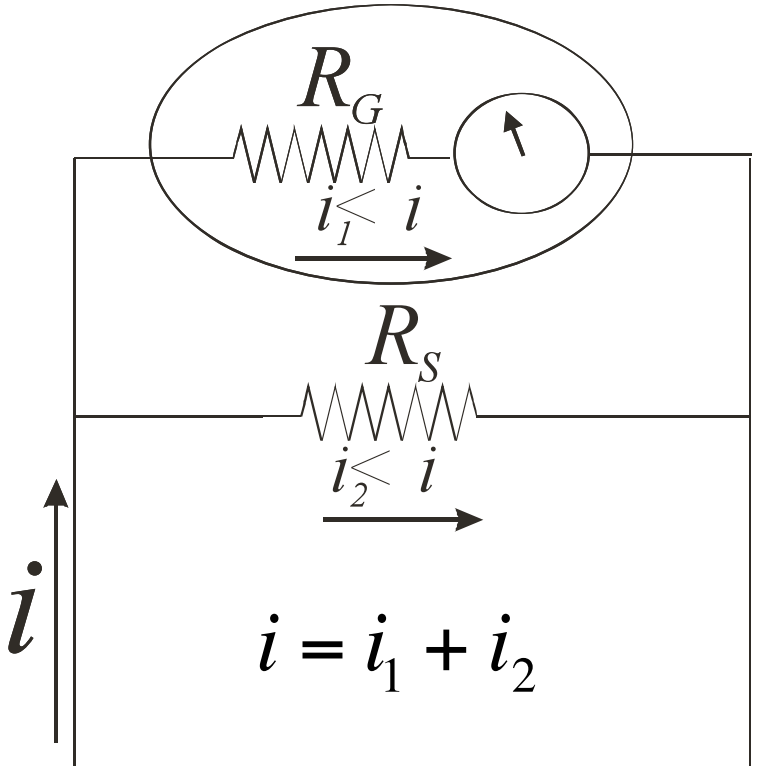


O Galvanômetro é a base de tudo

- Como utilizar um galvanômetro para medir correntes e tensões elétricas
  - Faz-se circuitos simples de forma que a corrente elétrica que passa pelo galvanômetro seja proporcional à corrente ou tensão elétrica que queremos medir
  - Ajusta-se a escala de modo a converter a corrente no galvanômetro para a grandeza medida

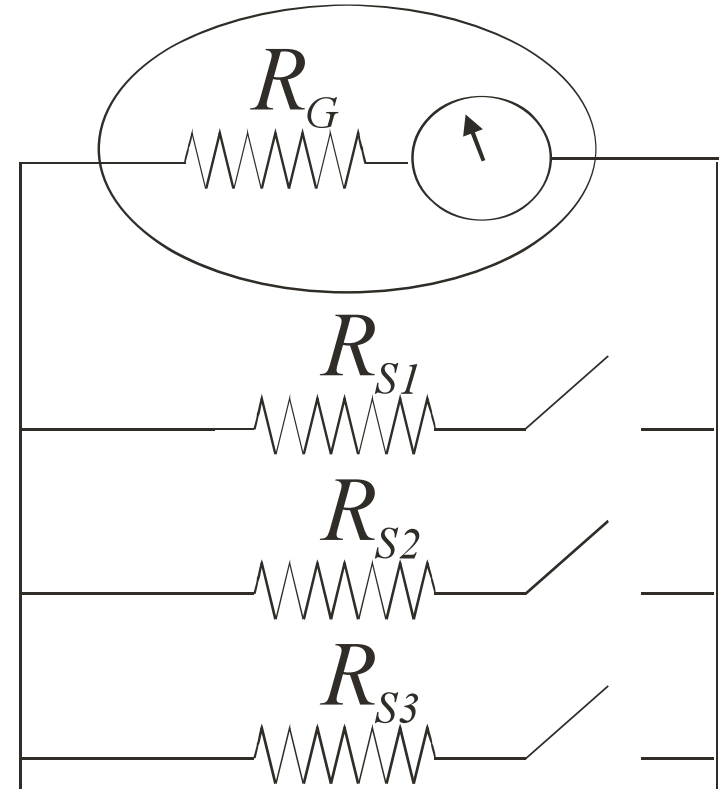
Como utilizar um galvanômetro para medir corrente?

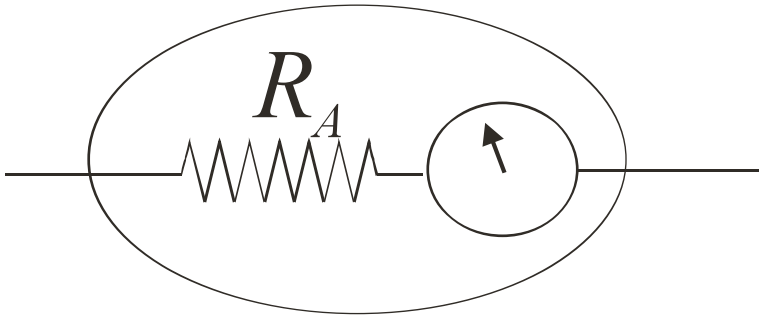
- Se a corrente no circuito for menor que a que o galvanômetro suporta, basta conectá-lo ao circuito
- E se for maior
  - Desvia-se parte da corrente



O Amperímetro

- Um galvanômetro acoplado a vários resistores em paralelo
  - A escolha do resistor determina o fundo de escala (corrente máxima) que pode ser medida

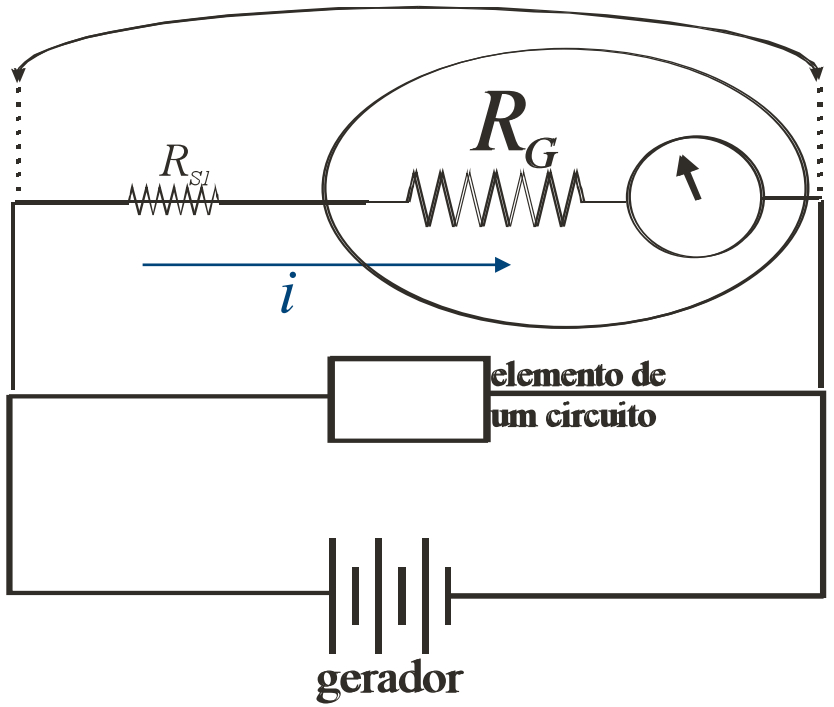




Como utilizar um galvanômetro para medir tensão elétrica

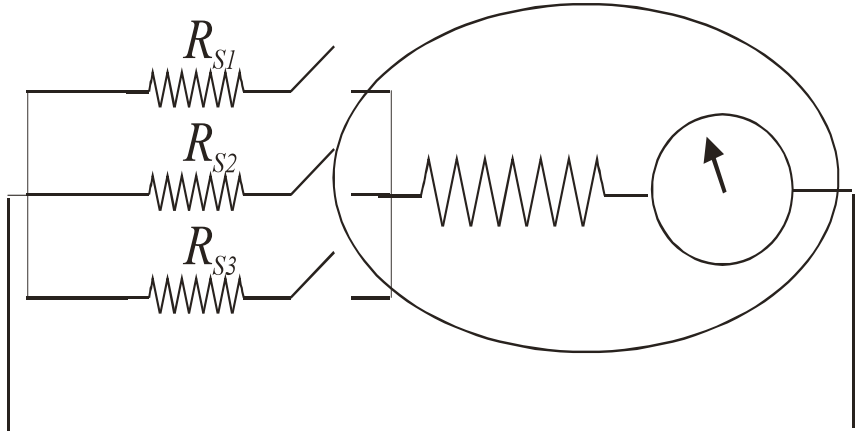
- Desvia-se parte da corrente do circuito para o galvanômetro
  - $V = Ri$
- Como medir tensões que desviem correntes acima do limite do galvanômetro?
  - Aumentar a resistência do galvanômetro de modo a limitar a corrente desviada

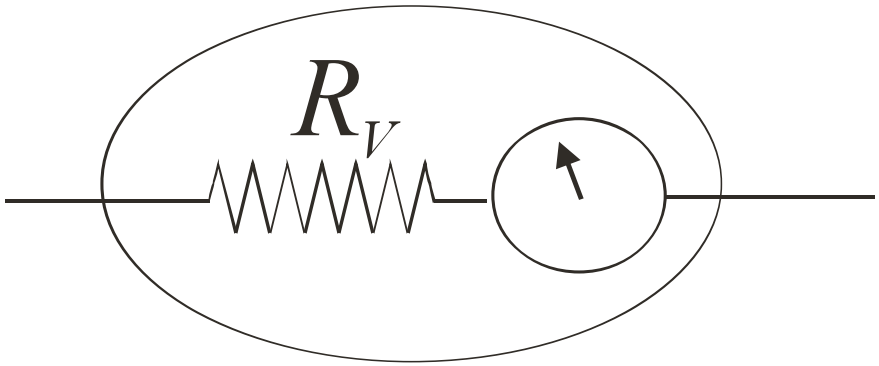
$$V = (R_G + R_{S1}) \cdot i$$



O Voltímetro

- Um galvanômetro acoplado a vários resistores em série
  - A escolha do resistor determina o fundo de escala (tensão elétrica máxima) que pode ser medida.
  - O instrumento faz a conta ($V = Ri$) automaticamente





Uma consequência importante

- Voltímetros e amperímetros possuem resistência
- Voltímetros e amperímetros funcionam através do desvio de um pouco de corrente para o instrumento

- **Voltímetros e amperímetros MODIFICAM as tensões e correntes em um circuito. Eles alteram as medidas**
  - **Ver apostila I para detalhes**

Objetivos da aula de hoje

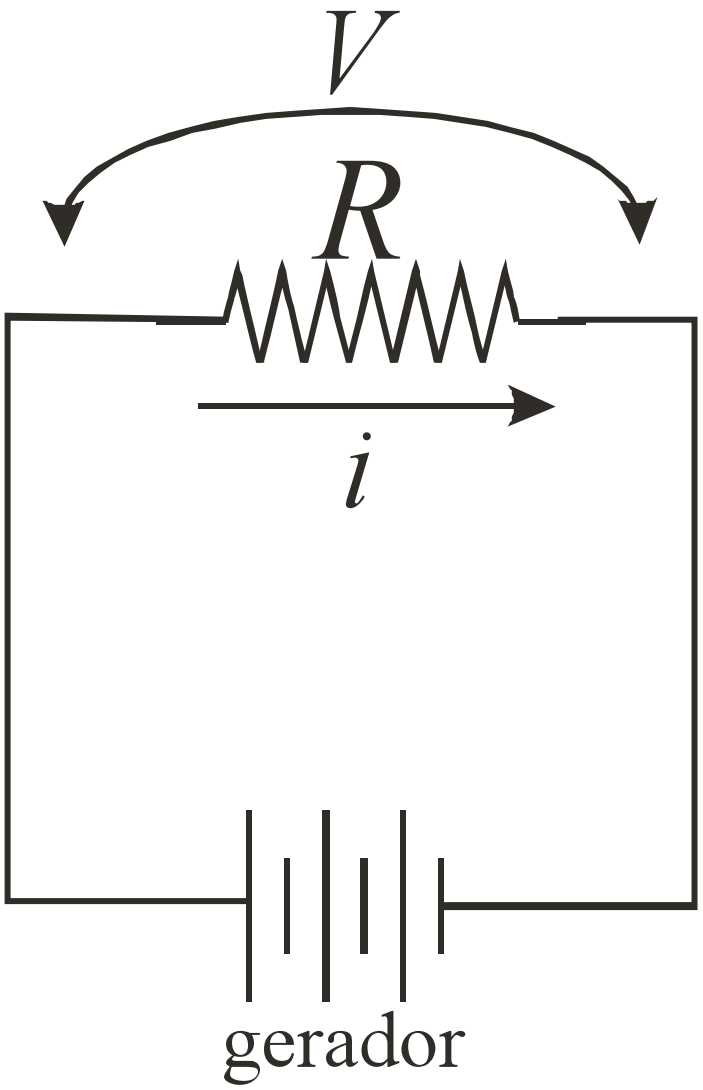
- Se familiarizar (um pouco) com o uso de voltímetros e amperímetros
- Medir a resistência de 2 resistores comerciais utilizando a relação

$$R = \frac{V}{i}$$

- Estudar qual é o melhor método para medir essa resistência e como os instrumentos influem nessa medida.

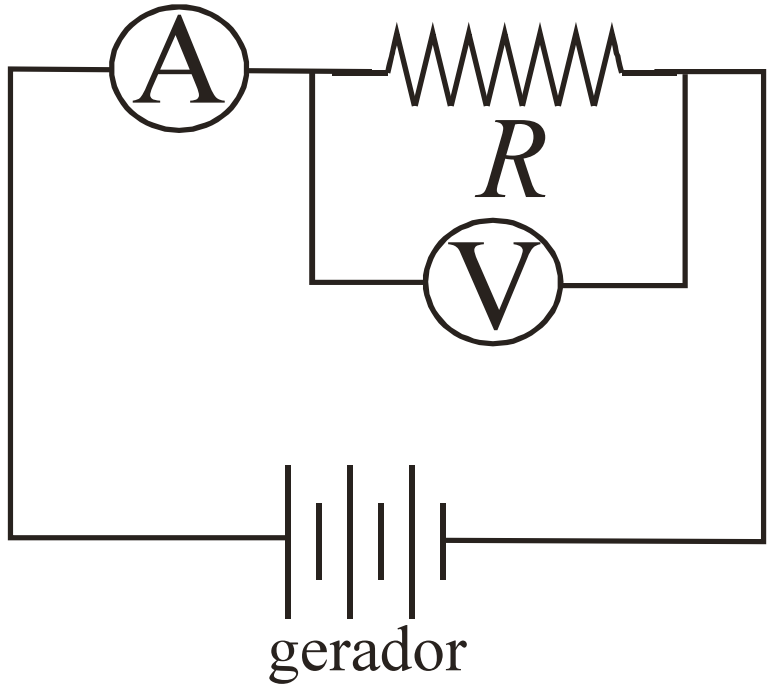
Medindo resistências

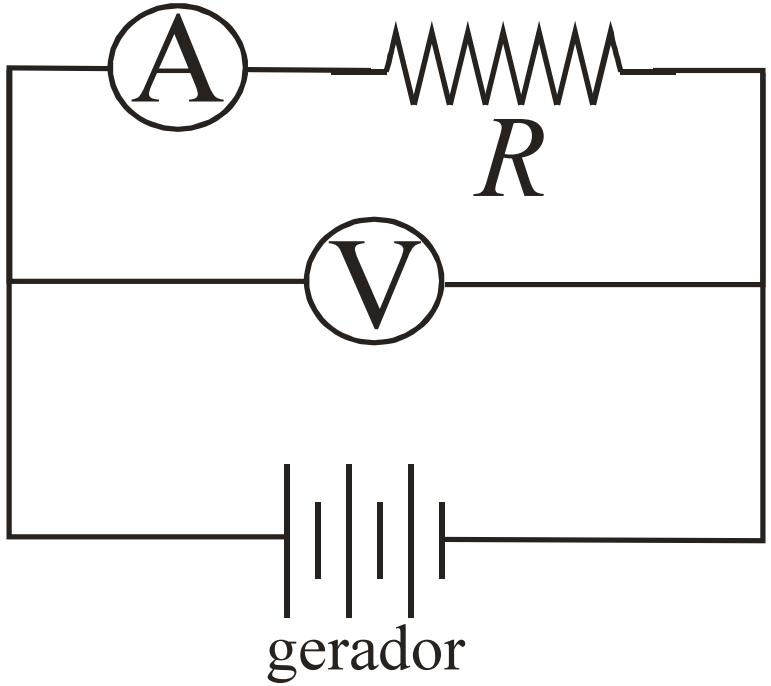
- Utilizando um circuito elétrico simples
  - Mede-se a tensão elétrica sobre o resistor
  - Mede-se a corrente que flui sobre o mesmo
  - Calcula-se $R = V/i$



Na prática

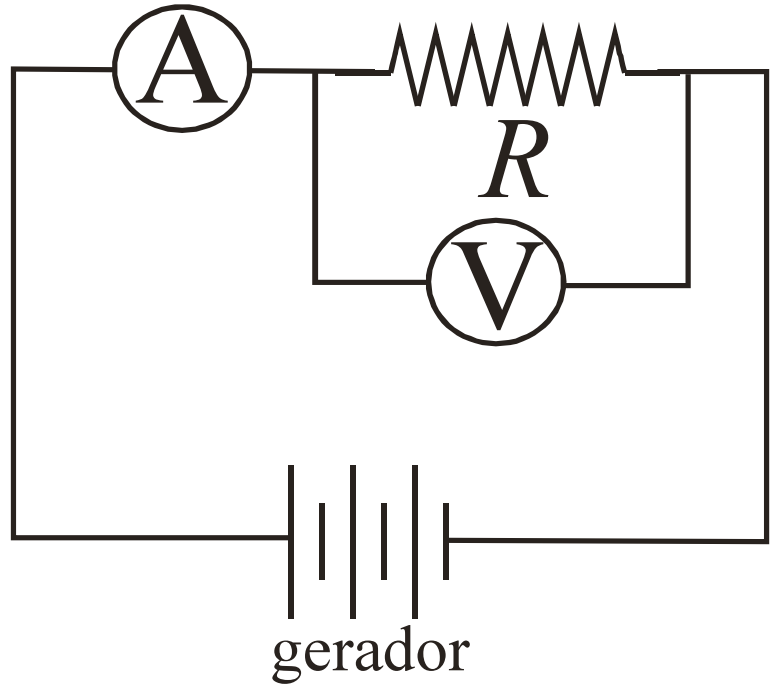
- Utiliza-se um voltímetro para medir a tensão no resistor
- E um amperímetro para medir a corrente no resistor
- Duas opções de circuito elétrico
  - Qual é melhor?

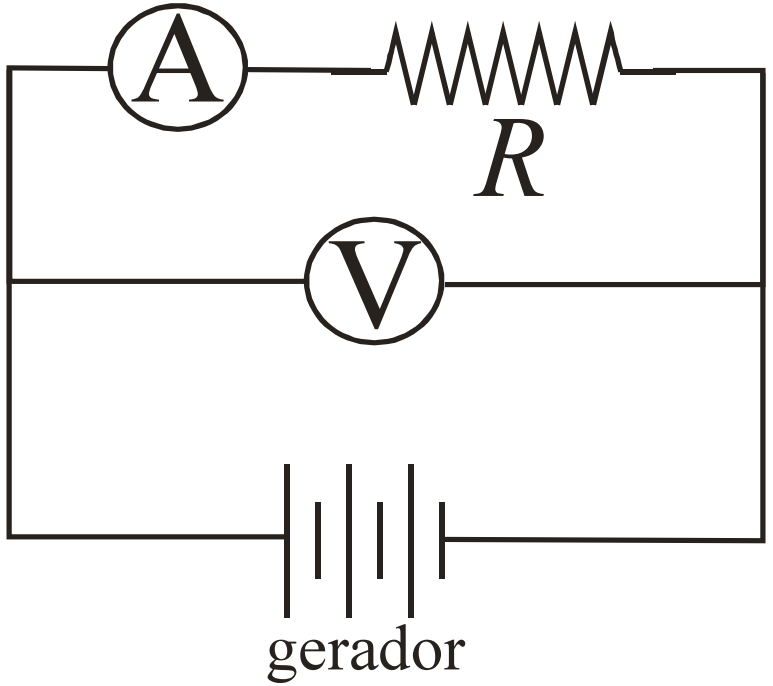




Atividades

- Montar os circuitos ao lado (um de cada vez)
  - $R = 6{,}8$ MΩ
- Aplicar aproximadamente 25-30V no circuito
  - Medir tensão e corrente
  - Calcular a resistência elétrica através de $R = V/i$
  - O resultado é compatível com o valor nominal?



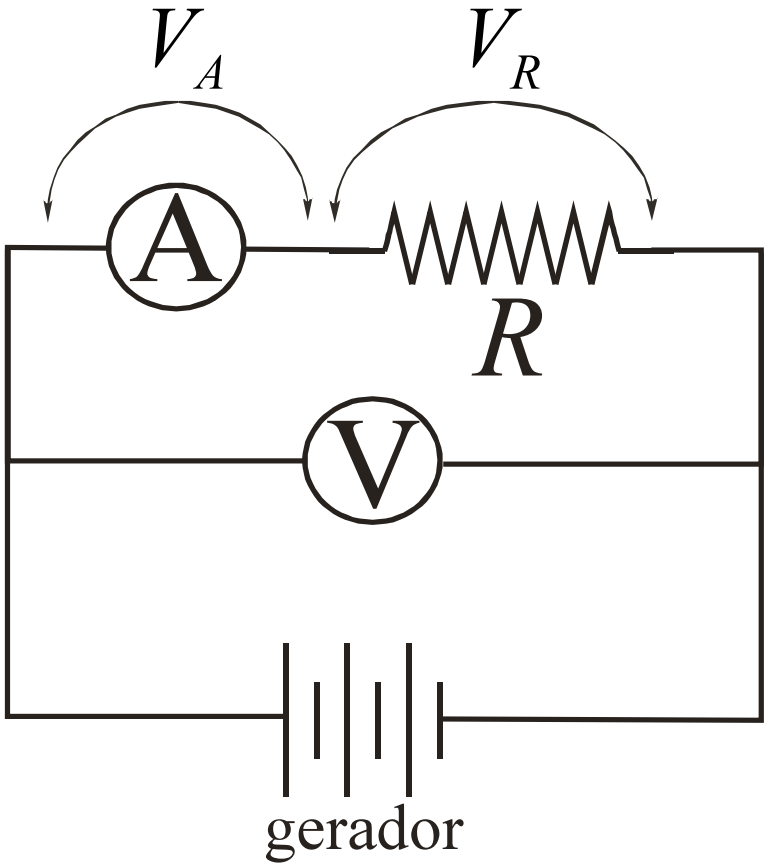


O que aconteceu?

- A resistência obtida foi a mesma com os dois circuitos?
- Qual é o valor mais correto?
- Como o instrumento de medida influenciou o resultado?

Circuito 2

- O Amperímetro possui resistência interna
  - Resistência, por construção, muito pequena
  - Provoca queda de tensão



$$V_{medido} = V_A + V_R$$

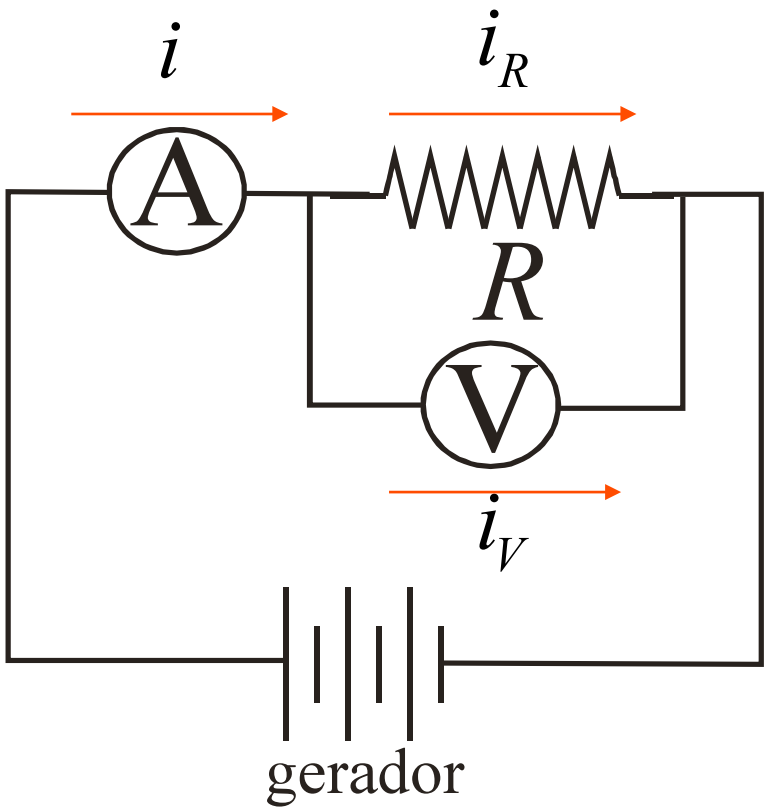
$$i_{medido} = i_A = i_R = i$$

$$R_{Medido} = \frac{V_{medido}}{i_{medido}} = \frac{V_A + V_R}{i} = R_A + R$$

Se $R_A << R$
A resistência medida é aproximadamente igual a R

Circuito 1

- O Amperímetro possui resistência interna
  - Resistência, por construção, muito pequena
  - Provoca queda de tensão



$$V_{medido} = V_R = V_V \qquad i_{medido} = i_V + i_R = i$$

$$R_{Medido} = \frac{V_{medido}}{i_{medido}} = \frac{V_R}{i_V + i_R} < R$$

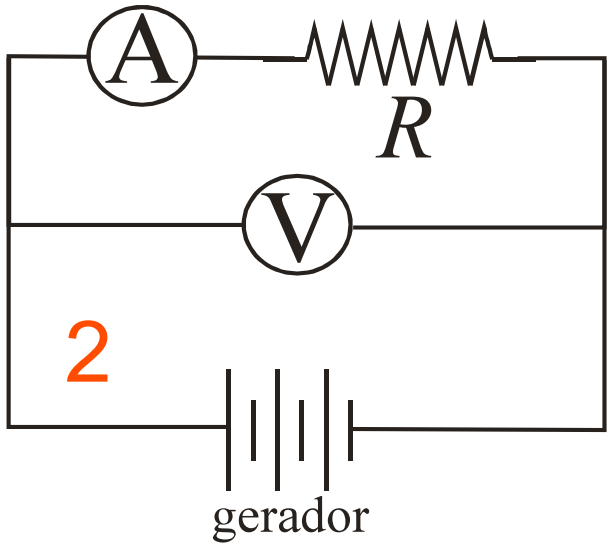
$$\frac{1}{R_{Medido}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_V}$$

Se $R_V >> R$
A resistência medida é aproximadamente igual a R

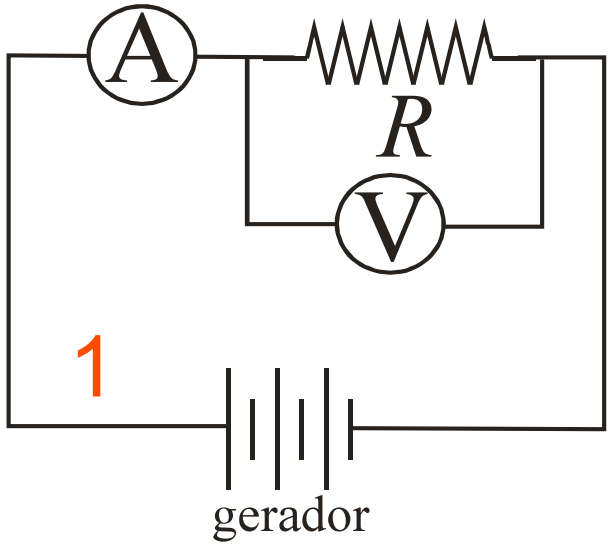
Conclusões

- Dependendo do valor da resistência elétrica a ser estudada, um circuito é mais adequado que o outro
  - Para altas resistências, o circuito 1 é mais adequado que o circuito 2
    - Comparáveis à resistência do voltímetro

$$R_{Medido} = R_A + R$$

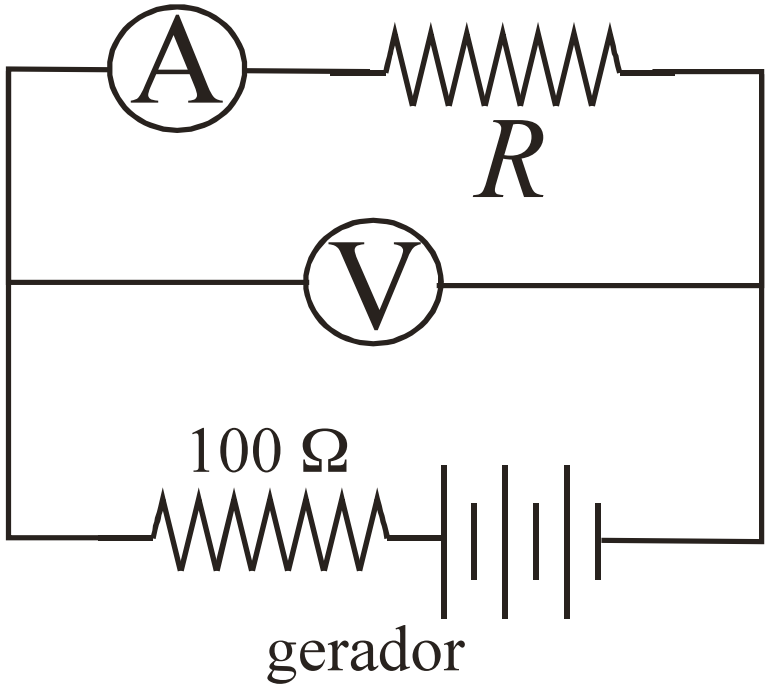


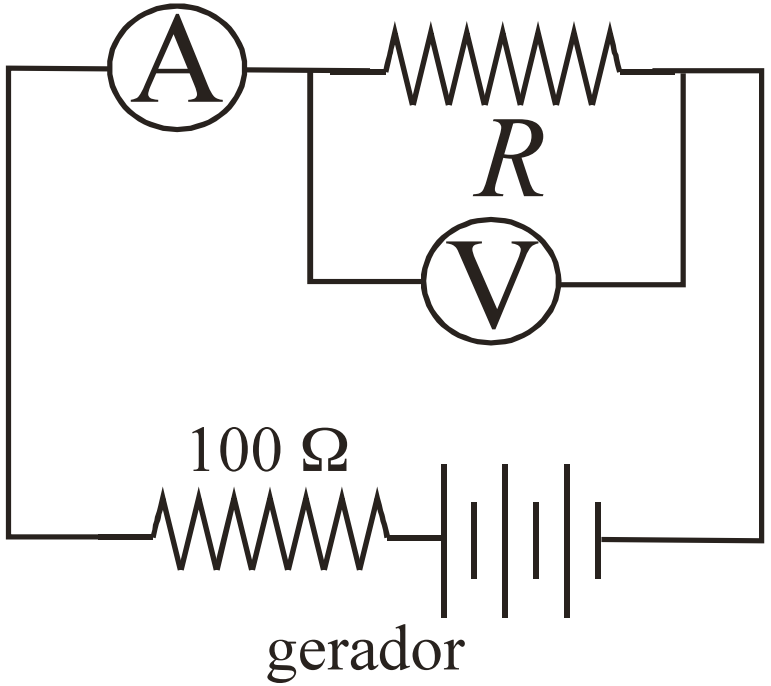
$$\frac{1}{R_{Medido}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_V}$$



Atividades

- Montar circuito ao lado
  - $R = 1\ \Omega$
- Aplicar aproximadamente 150-200 mA de corrente
  - Medir tensão e corrente
  - Calcular a resistência elétrica através de $R = V/i$
    - Usar escalas do amperímetro de 20 mA, 200 mA e 2 mA
  - O resultado é compatível com o valor nominal?



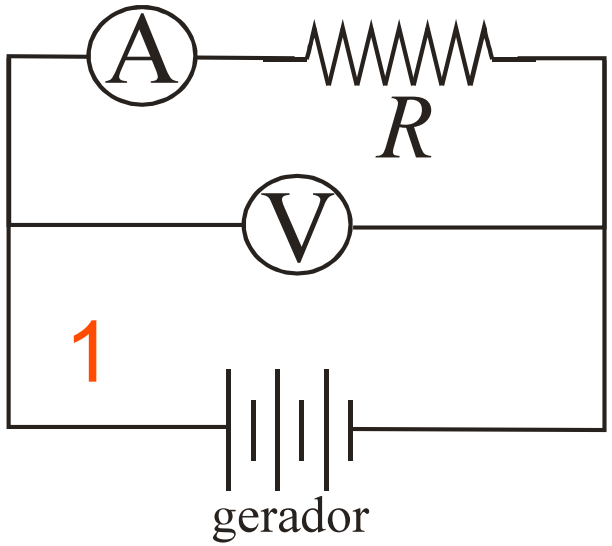


Conclusões

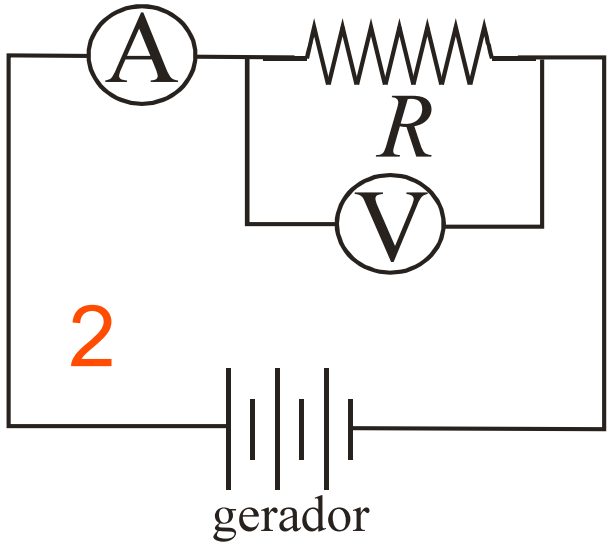
- Um circuito é mais adequado que o outro
  - Para baixas resistências, o circuito 2 é mais adequado que o circuito 1
    - Comparáveis à resistência do voltímetro

$$i_V << i_R$$

$$R_{Medido} = R_A + R$$



$$\frac{1}{R_{Medido}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_V}$$



Comentários finais

- Como você pode, a partir dos dados obtidos nestes experimentos, determinar as resistências do voltímetro e amperímetro?