

Física Experimental III

Primeiro semestre de 2019

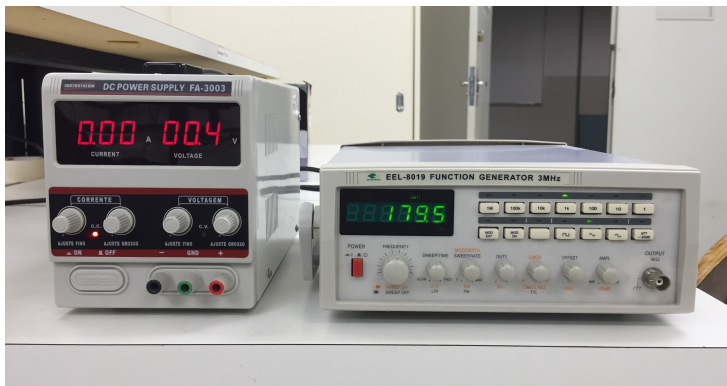
Aula 1 - Experimento 1

Página da disciplina:

<https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=66863>

26 de fevereiro de 2019

Experimento I - Circuitos elétricos de corrente contínua e alternada



1 Experimento

- Experimento 1
- Conceitos importantes
- Curvas características
- Medidas elétricas
- Atividades da semana 1

1 Experimento

- Experimento 1
- Conceitos importantes
- Curvas características
- Medidas elétricas
- Atividades da semana 1

1 Experimento

- Experimento 1
- Conceitos importantes
- Curvas características
- Medidas elétricas
- Atividades da semana 1

Objetivos do experimento

- Estudar alguns elementos simples de circuitos elétricos a partir de suas curvas características
 - ▶ Resistores
 - ▶ Células solares
 - ▶ Baterias
- Primeiro contacto com as medidas em AC, uso do osciloscópio

Cronograma

- 1 + 4 semanas

- ▶ semana 0

- ★ Medida da tensão de uma pilha utilizando vários voltímetros

- 1 + 4 semanas

- ▶ semana 0

- ★ Medida da tensão de uma pilha utilizando vários voltímetros

- ▶ **Semana 1**

- ★ **Medida da curva característica de um resistor montado em um circuito em série e em paralelo alimentado por corrente contínua (DC)**

- 1 + 4 semanas

- ▶ semana 0

- ★ Medida da tensão de uma pilha utilizando vários voltímetros

- ▶ **Semana 1**

- ★ **Medida da curva característica de um resistor montado em um circuito em série e em paralelo alimentado por corrente contínua (DC)**

- ▶ **Semana 2**

- ★ Medida da curva característica de uma pilha comum e de uma célula solar no regime de corrente contínua (DC)

- 1 + 4 semanas
 - ▶ semana 0
 - ★ Medida da tensão de uma pilha utilizando vários voltímetros
 - ▶ **Semana 1**
 - ★ **Medida da curva característica de um resistor montado em um circuito em série e em paralelo alimentado por corrente contínua (DC)**
 - ▶ Semana 2
 - ★ Medida da curva característica de uma pilha comum e de uma célula solar no regime de corrente contínua (DC)
 - ▶ Semana 3
 - ★ Medida da curva característica de um resistor em um circuito em série alimentado por corrente alternada (AC)

- 1 + 4 semanas
 - ▶ semana 0
 - ★ Medida da tensão de uma pilha utilizando vários voltímetros
 - ▶ **Semana 1**
 - ★ **Medida da curva característica de um resistor montado em um circuito em série e em paralelo alimentado por corrente contínua (DC)**
 - ▶ Semana 2
 - ★ Medida da curva característica de uma pilha comum e de uma célula solar no regime de corrente contínua (DC)
 - ▶ Semana 3
 - ★ Medida da curva característica de um resistor em um circuito em série alimentado por corrente alternada (AC)
 - ▶ Semana 4
 - ★ Medida das propriedades (amplitude, frequência, fase, etc) da tensão da rede (AC)

- Síntese da semana (até 1 ponto)
 - ▶ Arquivo em PDF com os gráficos das curvas obtidas, ajustes realizados e eventuais comentários
 - ▶ A data máxima para upload é 19h00 da segunda-feira (diurno) e 8h00 da terça-feira (noturno)
 - ★ Upload no site de reservas como “síntese”
- Muitas atividades são feitas através da comparação dos resultados de toda a turma
- Banco de dados no site da disciplina
 - ▶ Grupos DEVEM fazer upload de resultados no site
 - ▶ A data máxima para upload é 18h00 da sexta-feira 30/03

1 Experimento

- Experimento 1
- **Conceitos importantes**
- Curvas características
- Medidas elétricas
- Atividades da semana 1

Alguns conceitos importantes

- Potencial elétrico
- Corrente elétrica
- Energia e potência
- Resistência elétrica
 - ▶ Lei de Ohm
- Leis de Kirchhoff
- Medindo tensões, correntes e resistências

- Força coulombiana entre duas cargas

$$\vec{F}(q_1, q_2) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}$$

- Força aplicada a uma carga devido à interação com várias cargas diferentes

$$\vec{F}(q) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} q \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i^2} \hat{r}_i$$

- Em analogia ao campo gravitacional podemos dizer que a carga q sofre uma força devido ao campo elétrico resultante da presença das outras cargas:

$$\vec{F}(q) = q\vec{E}$$

- O campo elétrico, neste caso, vale:

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i^2} \hat{r}_i$$

- Forças conservativas podem ser escritas através de um potencial, de tal modo que o campo de uma força conservativa é dado por:

$$\vec{E} = -\vec{\nabla}V$$

$$\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x}\hat{x} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{y} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{z}$$

- Unidades
 - ▶ Potencial elétrico $\Rightarrow V$ (volt)
 - ▶ Campo elétrico $\Rightarrow V/m$ (volt por metro)

- Cargas em movimento geram corrente
- Define-se a corrente elétrica como sendo a quantidade de carga que atravessa uma secção transversal de um meio por unidade de tempo

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

- Unidade
 - ▶ Corrente elétrica \Rightarrow A (Ampere = C/s)

- Define-se potência como sendo a taxa de realização de trabalho, ou seja:

$$P = \frac{dW}{dt} = V i$$

- Dois casos distintos
 - ▶ Potência negativa \Rightarrow Fornecendo energia
 - ▶ Potência positiva \Rightarrow Absorvendo energia
- Unidade
 - ▶ Potencia $\Rightarrow W$ (Watt = J/s)

Resistência de um material

- Corrente elétrica
 - ▶ Elétrons livres se movendo em um condutor
 - ▶ Interação com outros elétrons e átomos do material
 - ★ Resistência à movimentação das cargas

- Resistência elétrica

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



- Unidade
 - ▶ Resistência elétrica $\Rightarrow \Omega$ (Ohm = V/A)

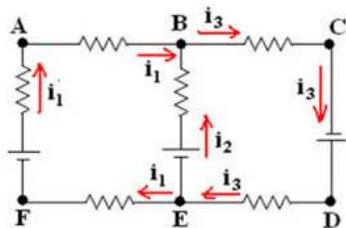
- A lei de Ohm estabelece que a resistência elétrica

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

deve ser **constante** para um determinado material. Esta resistência não deve depender da tensão ou corrente no circuito utilizado. Neste caso diz-se que o **resistor é ôhmico**.

Leis de Kirchhoff

- Soma das tensões em um loop qualquer deve ser nula
- Soma das correntes em um nó qualquer deve ser nula
- Cuidado com orientações e sinais



$$V_{AB} + V_{BE} + V_{EF} + V_{FA} = 0$$

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0$$

Potência absorvida por um resistor

- Em um resistor

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

- Deste modo, podemos calcular a potência absorvida como sendo:

$$P = V i$$

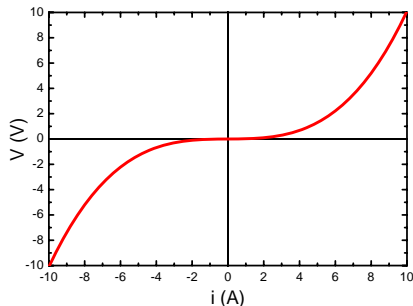
$$P = R i^2 \quad \text{ou} \quad P = \frac{V^2}{R}$$

1 Experimento

- Experimento 1
- Conceitos importantes
- **Curvas características**
- Medidas elétricas
- Atividades da semana 1

Curva característica

- O que é?
 - ▶ É um gráfico, característico de cada elemento, que estabelece qual a tensão sobre o elemento em função da corrente aplicada
 - ★ Em geral, gráfico de $V \times i$ para Físicos
 - ★ Técnicos, engenheiros preferem $i \times V$



Curva característica

- Pontos importantes

- ▶ $V = 0$ para $i = 0$
 - ★ Não há tensão se não há corrente aplicada

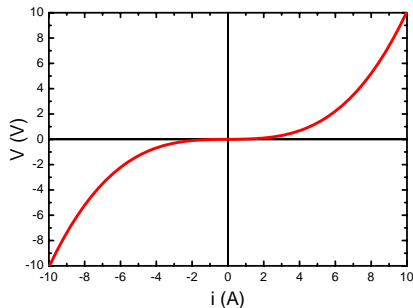
- Resistência do elemento

- ▶ $R = \frac{V}{i}$

- Resistência dinâmica

- ▶ $R = \frac{dV}{di}$

- ▶ Relevância prática



Exemplo: resistor ôhmico

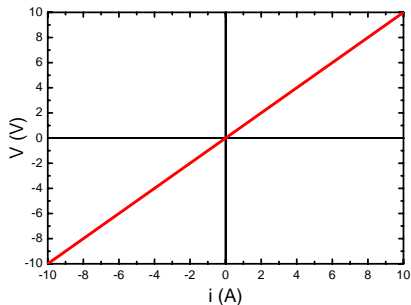
- No caso do resistor ôhmico

- ▶ $R = \frac{V}{i} = \text{const.},$ ou seja

$$V = R i$$

- Curva característica

- ▶ Reta
 - ▶ Resistência dinâmica = resistência



1 Experimento

- Experimento 1
- Conceitos importantes
- Curvas características
- **Medidas elétricas**
- Atividades da semana 1

Como fazer medidas elétricas?

- Várias técnicas
 - ▶ Balanças de correntes
 - ★ Medem a força entre dois fios utilizando uma balança mecânica
 - ▶ Balanças eletrostáticas
 - ★ Medem a carga entre dois objetos utilizando uma balança mecânica
 - ▶ Amperímetros/voltímetros/osciloscópios/etc.
 - ★ Instrumentos utilizados para medir correntes, tensões elétricas, etc.
 - ★ Muito utilizados em situações práticas do dia-a-dia

Instrumentos básicos de um laboratório de eletrônica

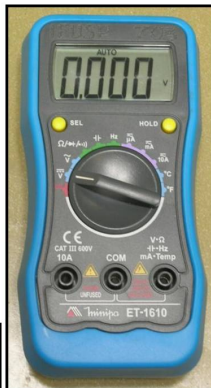
Multímetro {
Voltímetro
Amperímetro
Ohmímetro
Capacitômetro
Indutômetro
Frequencímetro

Osciloscópio { Voltímetro $v(t)$
Cronômetro

Fontes de tensão e/ou corrente {
Pilha / bateria
Fontes CC (DC)
Fontes CA (AC)

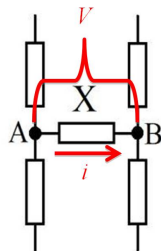
Interfaces para aquisição de dados (multi I/O) {
Fontes CA/CC programáveis
Voltímetro
Cronômetro
Frequencímetro

Multímetros



Utilizando um multímetro

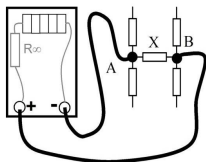
Elemento de circuito X , pelo qual passa uma corrente i e sobre o qual existe uma tensão V



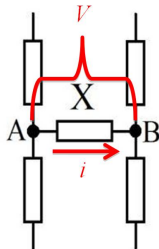
Utilizando um multímetro

Medida da tensão V

Voltímetro



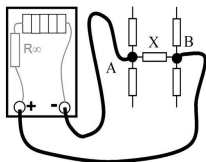
Elemento de circuito X , pelo qual passa uma corrente i e sobre o qual existe uma tensão V



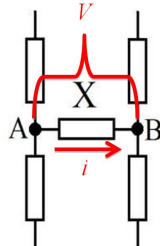
Utilizando um multímetro

Medida da tensão V

Voltímetro

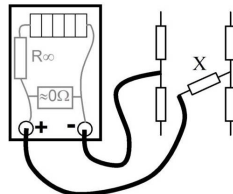


Elemento de circuito X , pelo qual passa uma corrente i e sobre o qual existe uma tensão V



Medida da corrente i

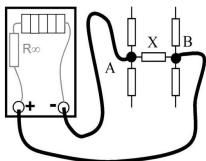
Amperímetro



Utilizando um multímetro

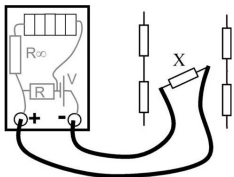
Medida da tensão V

Voltímetro

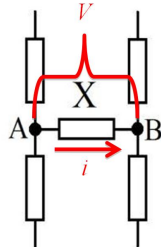


Medida da resistência

Ohmímetro

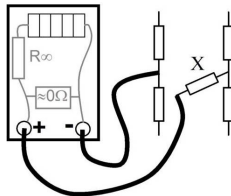


Elemento de circuito X , pelo qual passa uma corrente i e sobre o qual existe uma tensão V



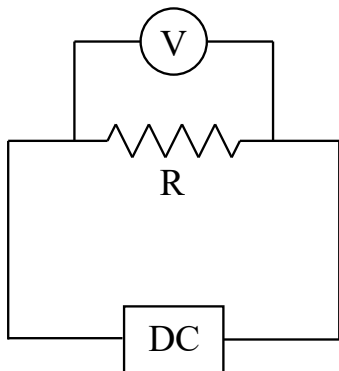
Medida da corrente i

Amperímetro

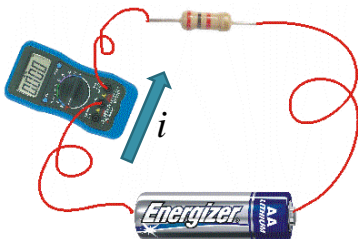
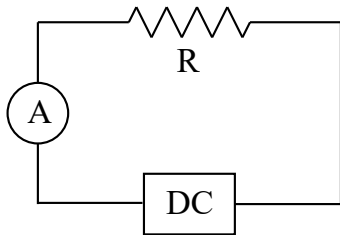


Medindo tensão

- O Voltímetro deve ser colocado em paralelo ao elemento que se quer medir a tensão

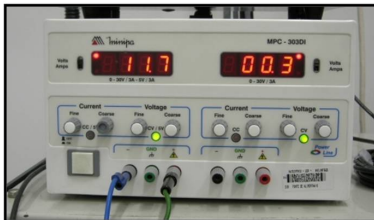


- O Amperímetro deve ser colocado em série ao elemento que se quer medir a corrente



Geradores

- DC - Direct Current - Tensão/Corrente contínua
- Modo tensão (regula V, I depende do circuito)
- Modo corrente (regula I, V depende do circuito)



1 Experimento

- Experimento 1
- Conceitos importantes
- Curvas características
- Medidas elétricas
- Atividades da semana 1

- Familiarizar-se com equipamentos do laboratório
 - ▶ Como realizar medidas elétricas
 - ★ Fontes, multímetros, etc.
- Medir as curvas características de alguns componentes simples
 - ▶ Resistor comercial

Fonte DC



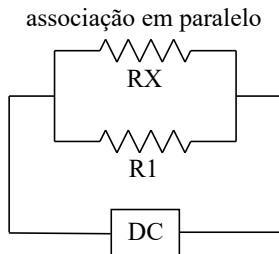
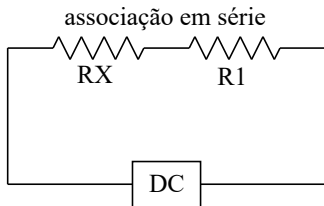
Voltímetro e amperímetro

Voltímetro



Amperímetro

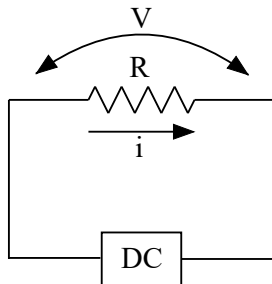




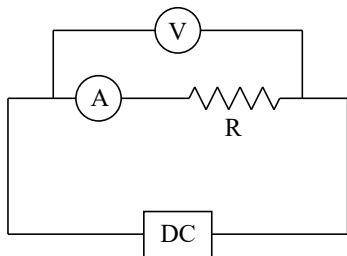
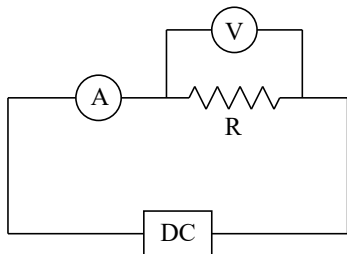
- Medir a curva característica de um resistor comercial RX para as duas associações
 - ▶ Medir para tensões positivas e negativas

- Estimar a ordem de grandeza das correntes elétricas envolvidas nos circuitos.
 - ▶ Estas correntes são passíveis de serem medidas diretamente com o amperímetro disponível?
 - ▶ Qual é a dissipação de potência no resistor devida a estas correntes?
- Estime quantos pontos diferentes de tensão e corrente seriam necessários para definir bem o comportamento da curva característica do resistor nos limites de operação dos instrumentos
- Faça um esquema dos circuitos que serão utilizados para as medidas, explicitando onde serão colocados o voltímetro e o amperímetro em cada caso.
- Mais detalhes no roteiro do experimento no site
- **OS GRUPOS somente poderão usar o laboratório após apresentar esta atividade resolvida**

- Utilizando um circuito elétrico simples
 - ▶ Mede-se a tensão elétrica sobre o resistor
 - ▶ Mede-se a corrente que flui sobre o mesmo
 - ▶ Faz-se o gráfico apropriado



- 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?
 - ▶ Lembrem-se do experimento feito em Fís. Exp. II



Atividades da semana 1

- Monte os circuitos que você esquematizou durante a preparação para o experimento. Note que você irá utilizar um multímetro no modo amperímetro e outro multímetro no modo volímetro.
- **Tenha certeza que a fonte está regulada para tensões pequenas, próximas de zero. Nunca ligue o circuito com a fonte regulada para tensões elevadas porque a corrente pode ser alta e queimar o circuito.**
- De posse das estimativas realizadas meça os vários pontos experimentais (tensão e corrente no resistor) variando a tensão aplicada na fonte. Não esqueça das incertezas das medidas.
- Faça a curva característica apropriada para cada uma das associações.
- Ajuste o modelo teórico aos dados experimentais. O modelo para um resistor ôhmico descreve bem estes dados? A curva característica é uma reta? Como você pode, analisando os dados, verificar isto? como você pode comparar os valores obtidos para as duas associações?
- Meça o valor da resistência com o multímetro Tektronix DMM 4050. Compare o valor medido com os obtidos das curvas características.
- Mais detalhes no roteiro do experimento no site