

# FGE213 - LabFlex 2007

- Prof. Alexandre Suaide
- Prof. Manfredo Harri Tabacniks
  
- coordenação
- Prof. Nelson Carlin
- Profa. Eliosa M. Szanto

# FGE 213 - LabFlex - 2007

## 1. Horários

Teoria: Segunda feira, 14:00-16:00 Prof. Manfredo

Segunda feira, 14:00-16:00 Prof. Alexandre

Laboratório: Somente por agendamento (Prof. ou monitor)

Terça 10:00-12:00, 14:00-16:00 e 16:00-18:00

Quinta 08:00-10:00, 10:00-12:00, 14:00-16:00, 16:00-18:00, 19:00-21:00, 21:00-23:00

## 2. Página Internet

[www.dfn.if.usp.br/curso/LabFlex](http://www.dfn.if.usp.br/curso/LabFlex)

## 3. Uso do laboratório

Presença mínima de 2h/semana por aluno. Máximo 2 reservas ativas por grupo.

Reserva = Rc (2h) todas exceto 5ª de manhã, RI (4h) 5ª de manhã. Cancelamento até 24h.

Controle de entrada e saída (monitor).

# FGE 213 - LabFlex - 2007

## 4. Atividades

- a. GRUPO com 2 alunos
- b. Para cada conjunto de experiências, 1 relatório do grupo. (3 relatórios)
- c. Durante a aula teórica o professor pedirá análises mínimas a serem entregues (grupo), seja em forma de gráfico ou tabelas.
- d. A entrega deve ser eletrônica, preferencialmente por email em arquivos pdf ou pen-drive para permitir a preparação da aula de discussão.
- e. A entrega deve ser feita no máximo até as 10:00 da segunda-feira.
- f. A não entrega das tarefas mínimas pelo grupo configura a não realização do trabalho e a nota será descontada do relatório. Por exemplo, uma experiência de 7 aulas, a não entrega de 1 tarefa acarreta na perda de  $1/7$  da nota do relatório.

# Objetivos

- Estudar elementos elétricos simples
  - Como eles se comportam?
  - O que acontecesse quando flui corrente sobre estes elementos?
  - Quais as suas características
- Estudo de circuitos elétricos simples
- Medidas elétricas
  - Como medir grandezas elétricas?

# Alguns conceitos importantes

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

# Campo elétrico

☞ 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

$$\vec{F}_{q_i} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} q_i \sum_{j \neq i} \frac{q_j}{r_{ij}^2} \hat{r}_{ij}$$

# Campo elétrico

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

$$\vec{F}_{q_i} = q_i \vec{E}_i$$

- ↳ O campo elétrico, neste caso, vale:

$$\vec{E}_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{j \neq i} \frac{q_j}{r_{ij}^2} \hat{r}_{ij}$$

# O potencial elétrico

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

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

- ☞ Unidades:
  - Potencial elétrico  $\rightarrow$  Volt (V)
  - Campo elétrico  $\rightarrow$  V/m (Volt por metro)

# Corrente elétrica

- ➡ Se uma carga sofre uma força, então ela pode se movimentar.
- ➡ 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: Ampere.  $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$

# Energia e potência

- ➡ Se um corpo aumenta a sua velocidade, conseqüentemente, aumenta a sua energia cinética.
- ➡ Sejam dois corpos iguais que aumentam a sua velocidade de uma mesma quantidade, porém em intervalos de tempo diferentes.
  - Em um corpo, a transferência de energia se deu mais rapidamente que no outro.

# Energia e potência

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

$$P = \frac{dW}{dt} = Vi$$

☞ Dois casos distintos

- Potência negativa → Fornecendo energia.
- Potência positiva → Absorvendo energia.

☞ Unidade: Watt:  $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$

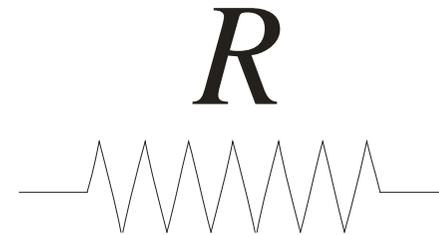
# Resistência de um material

## ☞ Corrente elétrica

- Elétrons livres se movendo em um condutor
- Colisão com outros elétrons e átomos do material
  - ☞ Resistência à movimentação das cargas

## ☞ Resistência elétrica

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



☞ Unidade  $\Omega$  (Ohm) |  $\Omega = \text{V/A}$

# 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, bem como de outras variáveis, como temperatura. Neste caso diz-se que o resistor é ohmico.

# Potência absorvida por um resistor

→ Em um resistor

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

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

$$P = Vi$$

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

# Grandezas importantes

↳ Potencial elétrico (V)

↳ Corrente elétrica (A)  $i = \frac{dq}{dt}$

↳ Resistência elétrica ( $\Omega$ )  $R = \frac{V}{i}$

↳ Potência (W)  $P = iV$

◦ No caso de um  $R$ :  $P = Ri^2$   $P = \frac{V^2}{R}$

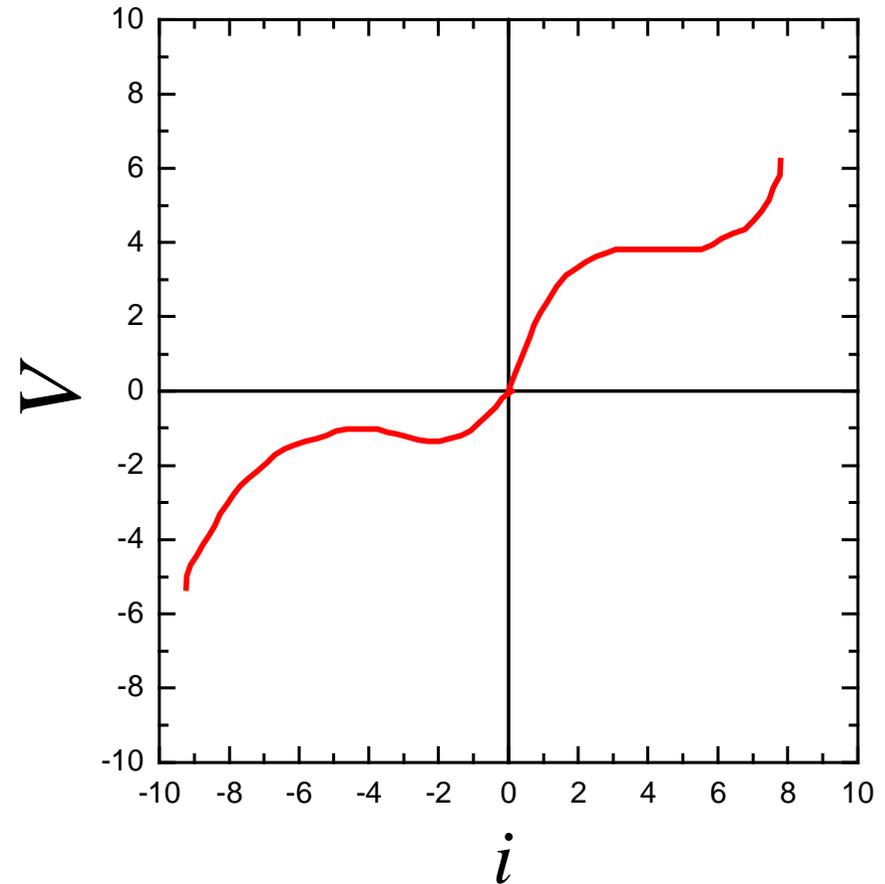
# Curvas características

☞ O que é?

- É um gráfico, característico de cada elemento, que estabelece qual a corrente que flui pelo elemento como função da tensão aplicada

☞ Em geral, gráfico de  $V \times i$  para Físicos

☞ Técnicos, engenheiros preferem  $i \times V$



# Curvas características

## ↳ Pontos importantes

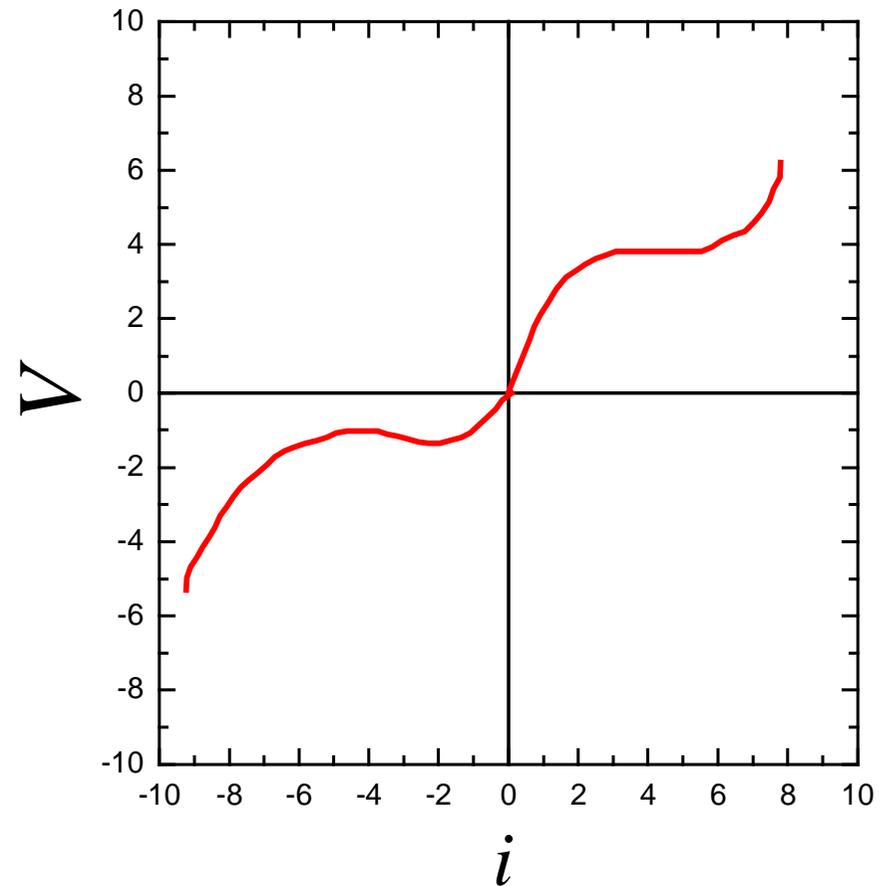
- $i = 0$  para  $V = 0$ 
  - ↳ Não há corrente se não há tensão aplicada

## ↳ Resistência do elemento

- $R = V/i$

## ↳ Resistência dinâmica

- $R = dV/di$
- Relevância prática



# Exemplo: resistor ohmico

➡ No caso do resistor ohmico,

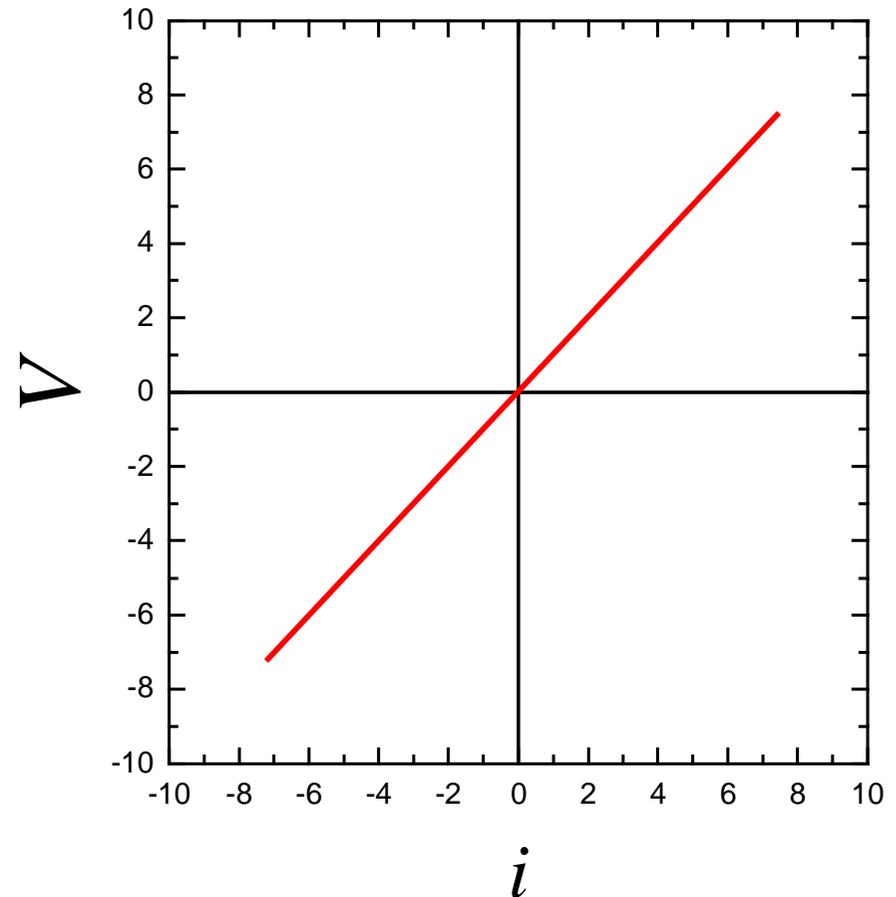
- $R = V/i = \text{const.}$ , ou seja:

$$V = Ri$$

- Curva característica

➡ Reta

➡ Resistência dinâmica = resistência



# Os objetivos desta semana

- Se familiarizar com equipamentos do laboratório
  - Como realizar medidas elétricas
    - Fontes, multímetros, computador, etc.
  
- Medir as características de alguns componentes simples
  - Resistor, lâmpada, pilhas, chuveiro elétrico, etc.
  
- Estudar a influência dos instrumentos de medidas utilizados

# Tarefas para 13 de agosto 2007

- ☞ Realizar os experimentos até 6.4
  - 6.1. Resistência e voltagem de bipolos simples
    - ☞ Entregar o quadro 1
  - 6.2. Circuitos para determinação de curvas características
    - ☞ Entregar as curvas características dos dois resistores ( $R \gg$ ,  $R \ll$ ) com os dois circuitos
  - 6.3. Determinação da resistência interna do voltímetro
    - ☞ Entregar o gráfico equivalente a figura 9.

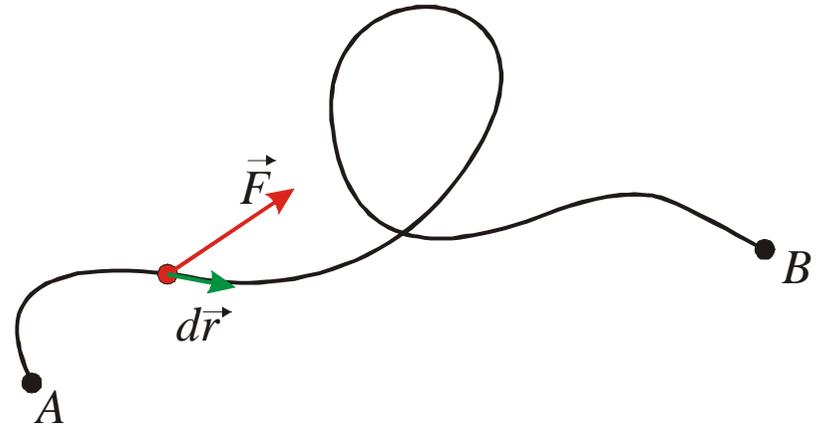


**Extras**

# Trabalho de uma força

- ☞ Partícula sobre a ação de uma força.
- ☞ O trabalho realizado por esta força para deslocar a partícula do ponto  $A$  ao ponto  $B$  pelo caminho  $s$  é:

$$W = \int_s \vec{F} \cdot d\vec{r} = \Delta K$$



$\Delta K$  = variação da energia cinética

(teorema do trabalho-energia, ver Moysés I)

# Potência elétrica

- ➡ No caso de corpos sujeitos a forças elétricas

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = \frac{dW}{dq} \cdot i$$

- ➡ Quem é  $dW/dq$ ?
  - Precisamos calcular o trabalho exercido pelo campo elétrico para mover uma carga.

# Quem é $dW/dq$ ?

- ↳ Vamos calcular o trabalho realizado por um campo elétrico sobre uma carga.

$$W = \int_s \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

- ↳ A força elétrica vale:

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

- ↳ Assim, o trabalho realizado por esta força é:

$$W = q \int_s \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

# Quem é $dW/dq$ ?

☞ Mas também sabemos que:

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

☞ Assim temos que:

$$W = -q \int_s \nabla V \cdot d\vec{r}$$

☞ A integral de linha de um campo conservativo é o seu próprio potencial (ver Cálculo III, Guidorizzi)

$$W = -q(V_B - V_A) = -qV$$

# Potência elétrica

Em circuitos elétricos o sinal é decidido se o componente fornece ou absorve energia

→ Potência em um componente elétrico:

$$P = \frac{dW}{dq} i = \frac{d(qV)}{dq} \cdot i = Vi$$

→ A potência elétrica (absorvida ou produzida) é sempre o produto da tensão aplicada e a corrente gerada

$$P = Vi$$