

VII Escola do CBPF

Rio de Janeiro, 14 a 25 de julho de 2008





# Fundamentos para Eletrônica e Sistemas de Medidas

**Prof.: Geraldo Cernicchiaro**

**geraldo@cbpf.br**

**O curso pretende apresentar fundamentos físicos para se entender a eletrônica, e as bases de tecnologia moderna, a partir de elementos funcionais como amplificação, modulação, transmissão, demodulação e processamento de sinais elétricos, sem focar tecnicismos, nem sua implementação.**

# EMENTA

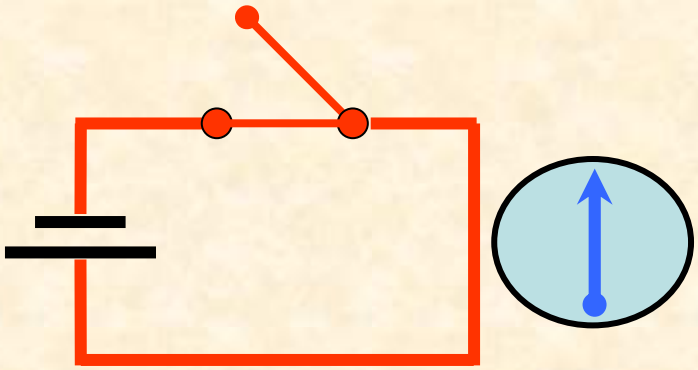
- Eletricidade básica.
- Codificação, transmissão, processamento e decodificação de informação e sinais elétricos.
- Transdutores e sensores.
- O mundo analógico e as válvulas.
- Amplificação, retificação, modulação e demodulação.
- O mundo digital e noções de álgebra de Boole.
- Medidas elétricas e ruído.
- Dispositivos de medida: ADCs, DACs, osciloscópios, etc.
- Técnicas experimentais: magnetometria, resistividade, etc.
- Aquisição de dados e interfaces.

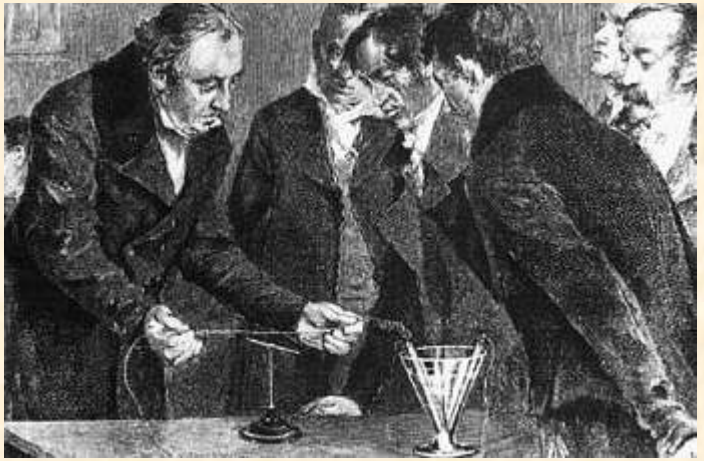
# Sumário

- **Aula 1**
  - **Introdução**
  - **Conceitos**
  - **Eletricidade**
  - **Sinal elétrico**
  - **Codificação**
  - **Decodificação**
  - **Transdutores**
  - **Sensores**

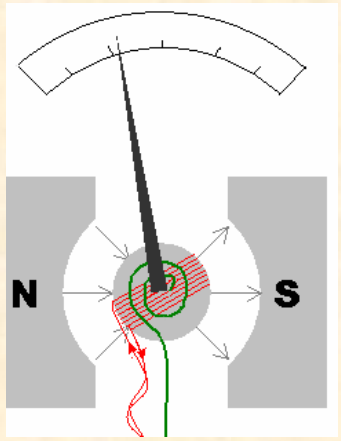
# Introdução

- Efeito de Oersted (1820)
- A corrente elétrica percorrendo um fio condutor é capaz de provocar a deflexão de uma agulha imantada





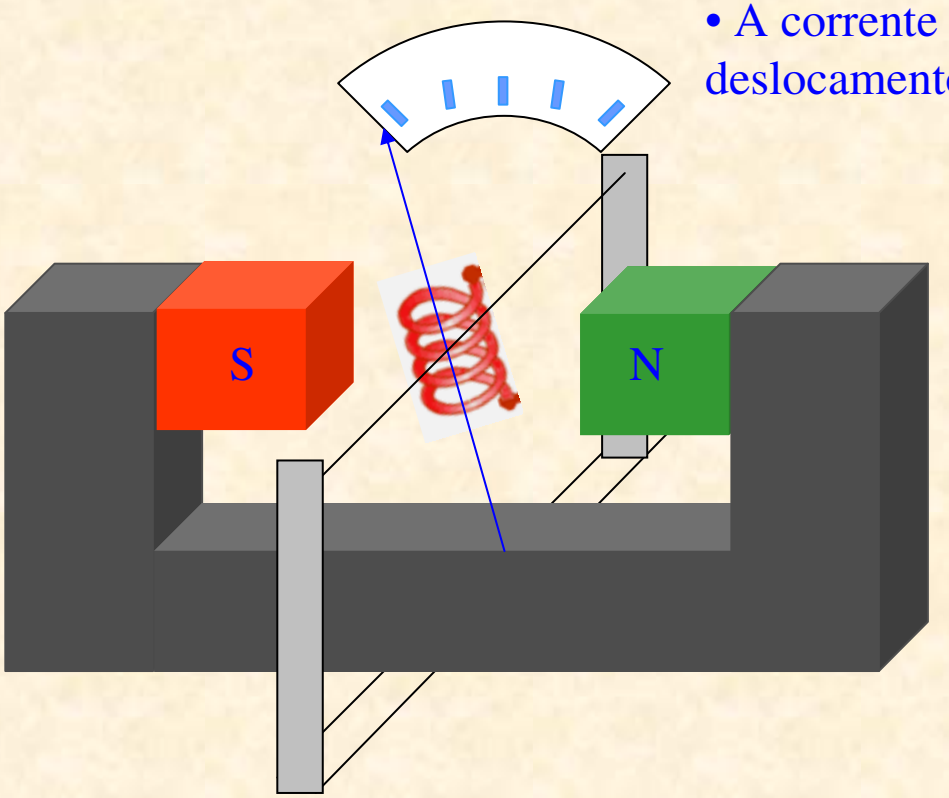
Oesterd (1777 - 1851)




- Demonstração da relação entre eletricidade e magnetismo
- Base de funcionamento dos motores, solenóides, réles, etc.
- Principio dos Galvanômetros

# Galvanômetro de bobina móvel

• Instrumento analógico (valores continuos)




• A corrente provoca deslocamento na bobina



André Marie Ampère (1787-1854)

• O angulo de deflexão do ponteiro é proporcional à intensidade da corrente

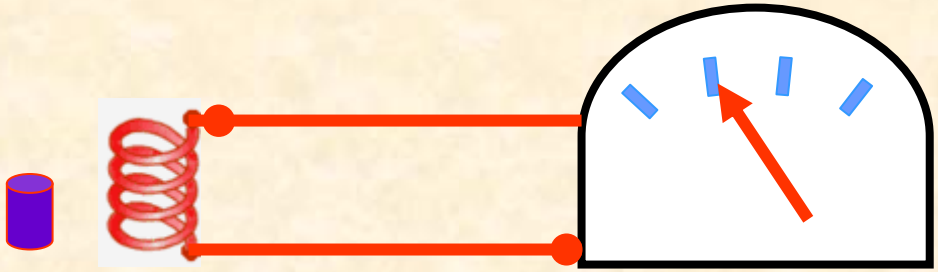
• A escala é calibrada em unidades de corrente (Ampère)

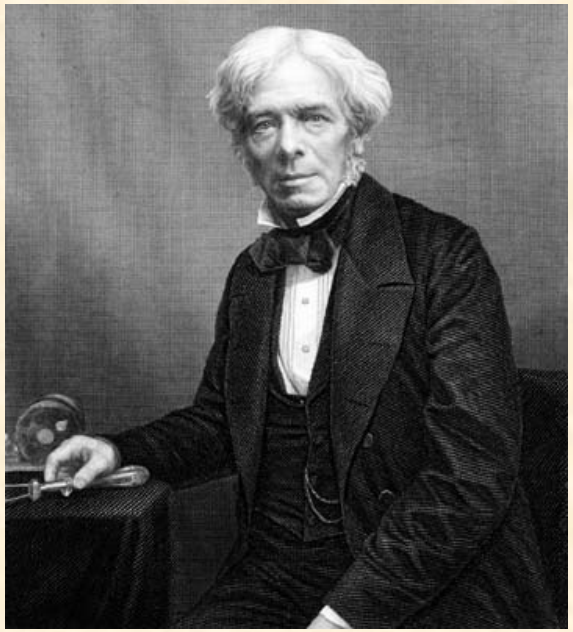
• Acoplado à bobina - um ponteiro sustentado por um sistema mecânico que permite torção

# Introdução

- **Lei de Faraday-Lenz (1831)**
- **A força eletromotriz ε induzida num circuito elétrico é proporcional a variação do fluxo magnético ΔΦ**

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$





Faraday (1791 -1867)

- Base do funcionamento dos alternadores, dínamos e transformadores.
- Principio da Magnetometria

# Magnetômetro - amostra vibrante




**Magnetic Property Measurement System - MPMS**

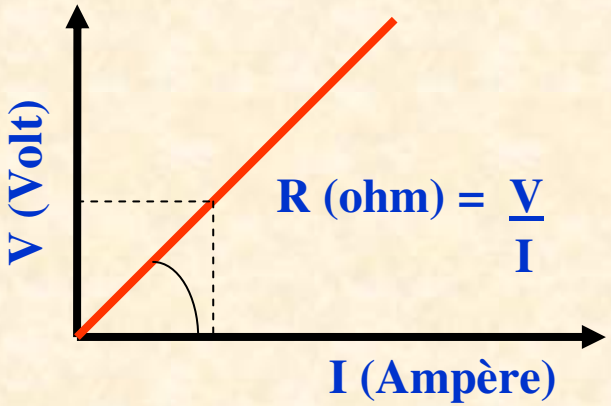
# Medidas de transporte elétrico




**Physical Property Magnetic System - PPMS**

# Lei de Ohm

- 1° Lei de Ohm (1827)
- Nos materiais ôhmicos, a razão entre a diferença de potencial e a corrente elétrica é constante

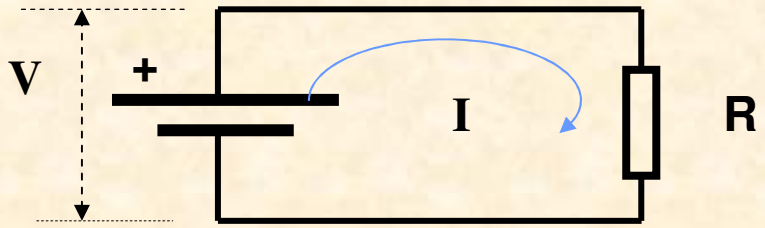



$$V = R \cdot I$$

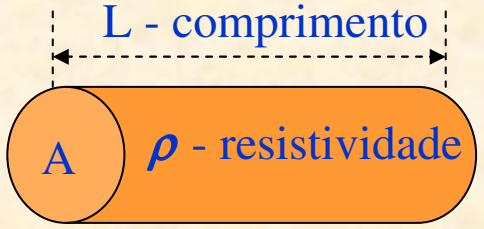


Georg Ohm (1787-1854)

- 2° Lei de Ohm



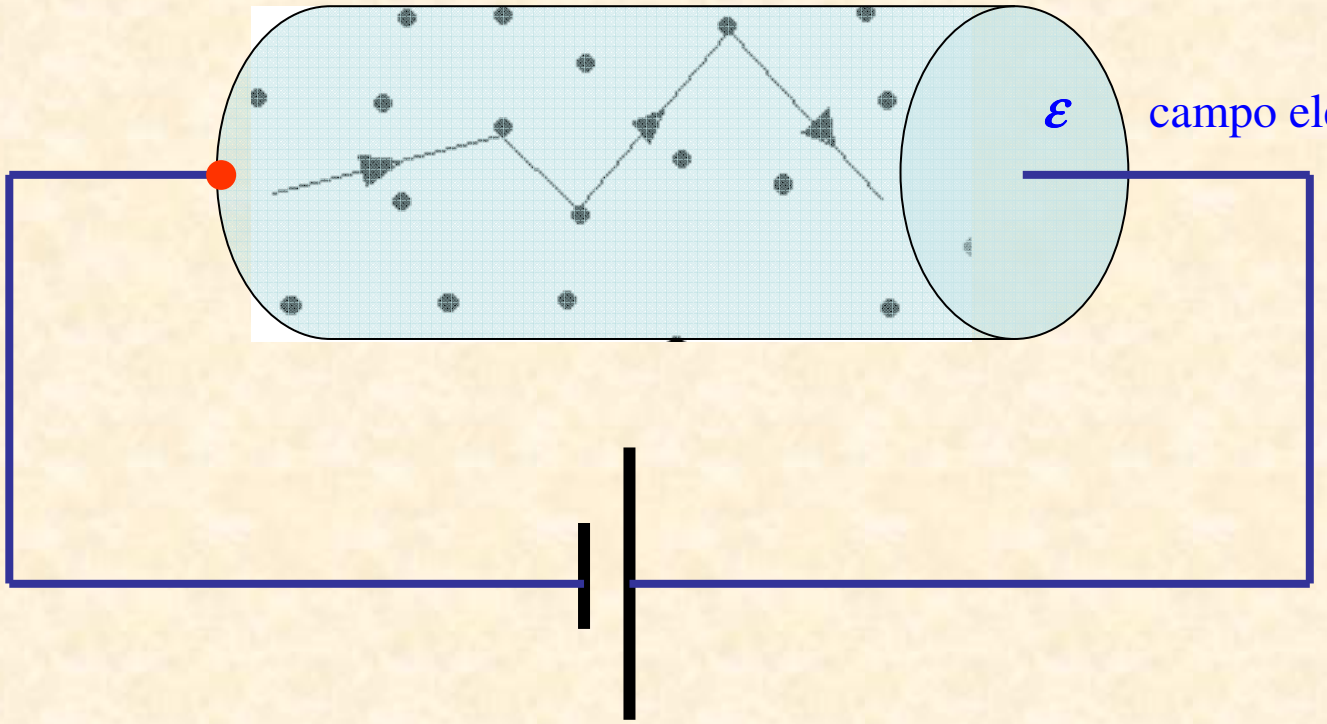

$$R = \frac{\rho L}{A}$$




A - área da seção transversal

# Transporte elétrico no metal

De maneira simplificada: no metal, os elétrons de valência, fracamente ligados aos átomos, passam a se movimentar através do metal, como um gás de elétrons livres, enquanto que os íons positivos mantêm-se relativamente fixos, formando uma rede cristalina.



$\varepsilon$ campo elétrico

partícula carga $q$
massa $m$

$$v = \frac{q\,\varepsilon\,\tau}{m}$$

A aceleração do campo elétrico sobre os portadores resulta numa:

- $v$ velocidade média de arraste finita e constante no tempo,
- $\tau$ função do tempo de relaxação ou tempo livre médio entre colisões

# Modelo de Drude

• Sendo $n$ densidade volumétrica de portadores a densidade de corrente $\boldsymbol{J}$ pode ser expressa como

$$\boldsymbol{J} = n\,q\,\boldsymbol{v} = \left(\frac{n\,q^2\,\tau}{m}\right)\mathcal{E}$$

$\rightarrow 1/\rho$

• O modelo (1900) relaciona uma grandeza macroscópica que pode ser medida experimentalmente , com as quantidades microscópicas $m$, $q$ e $\tau$

• Um modelo clássico limitado que falha na tentativa de interpretar outras propriedades observadas nos metais



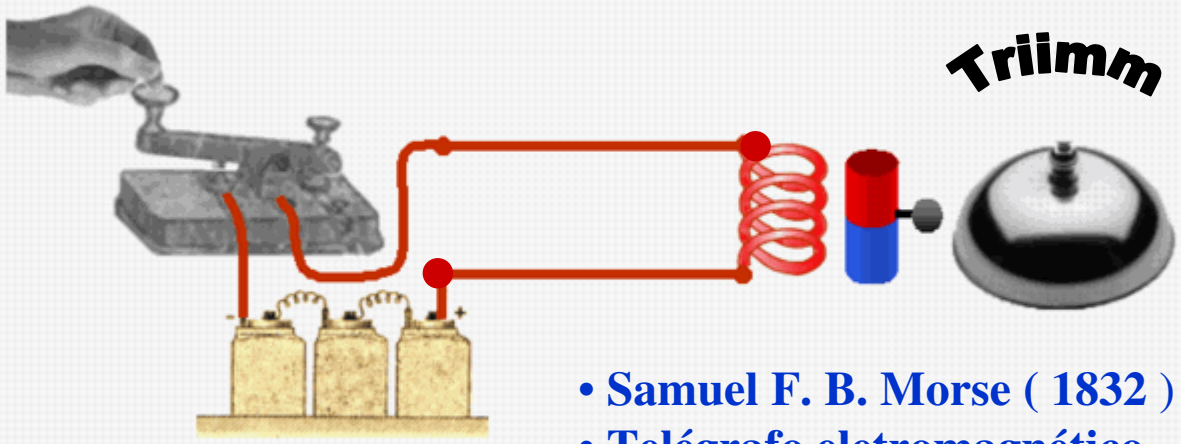
P. Drude (1863-1906).

• A teoria cinética dos gases aplicado ao transporte elétrico no metal foi o primeiro modelo microscópico a ter sucesso

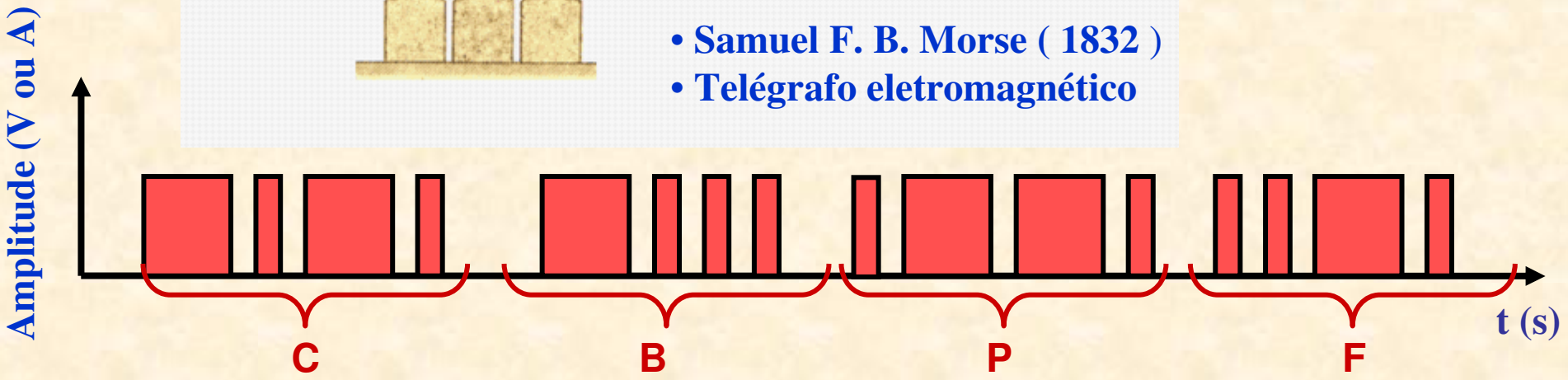
# Codificar

- Transferir informação de um sistema para outro
- Codificação Digital

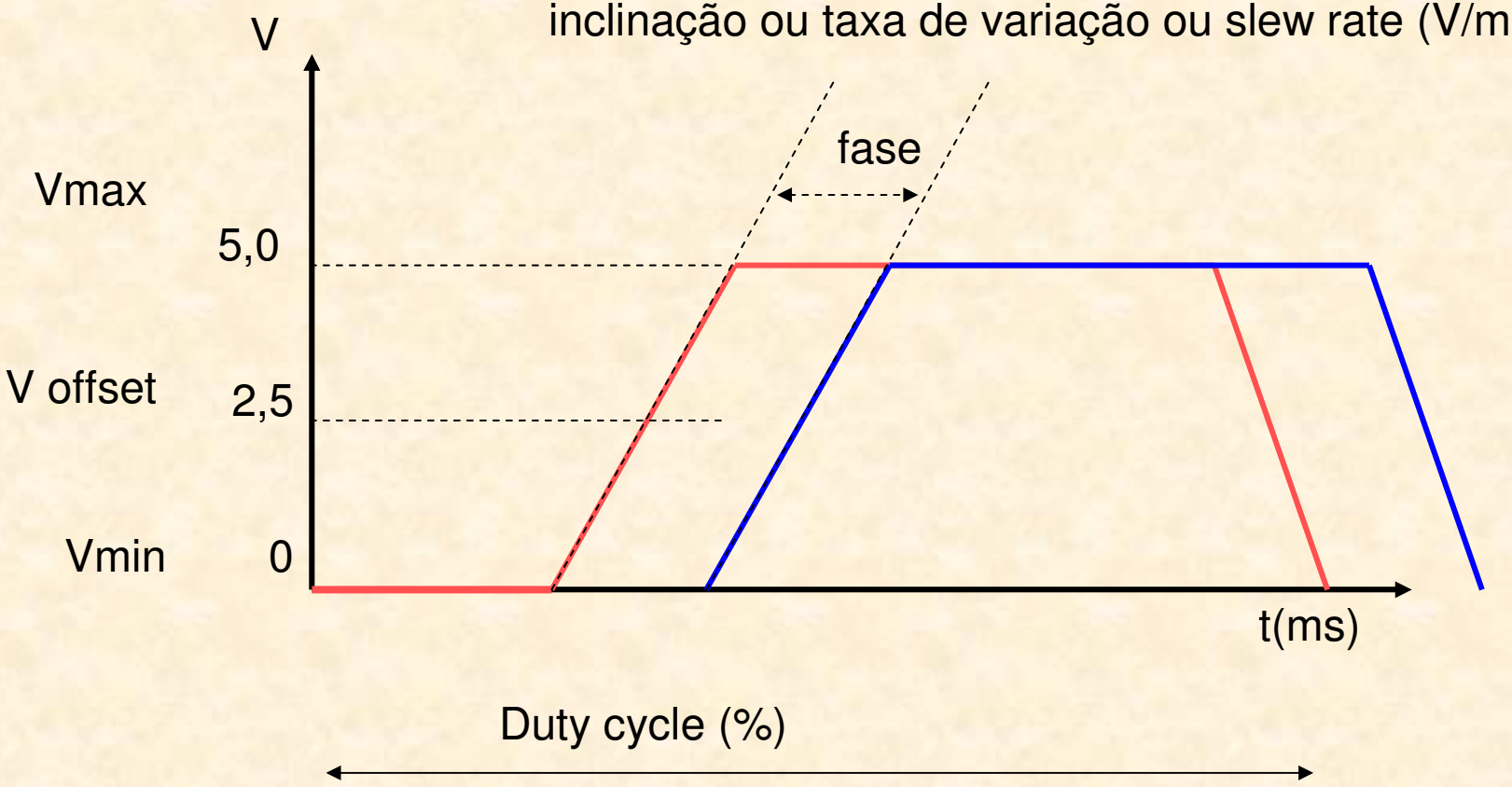
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A ·− | E · | I ·· | N −· | S ··· | W ·−− |
| B −··· | F ··−· | J ·−−− | O −−− | T − | X −··− |
| C −·−· | G −−· | K −·− | P ·−−· | U ··− | Y −·−− |
| D −·· | H ···· | L ·−·· | Q −−·− | V ···− | Z −−·· |
| | | M −− | R ·−· | | |




- Ampère
- Samuel F. B. Morse ( 1832 )
- Telégrafo eletromagnético

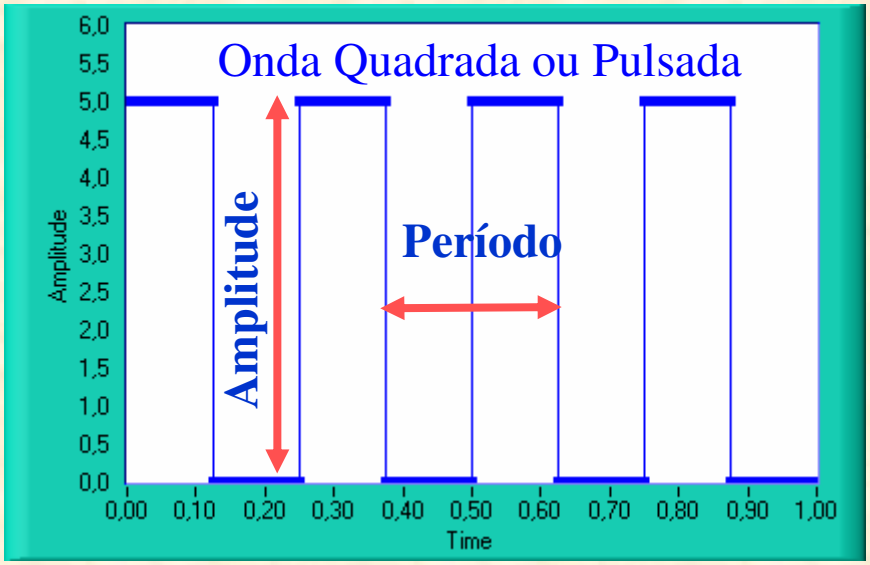


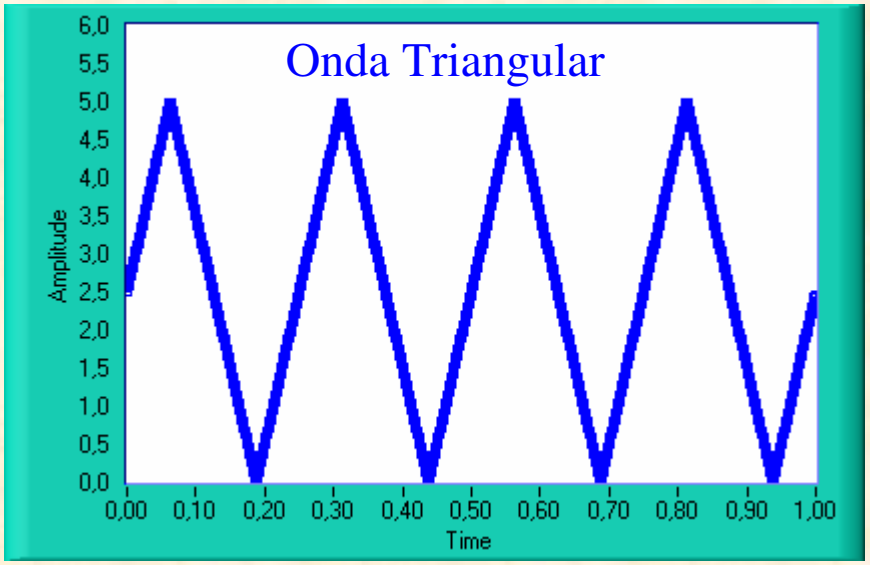
# Onda Quadrada ou pulso

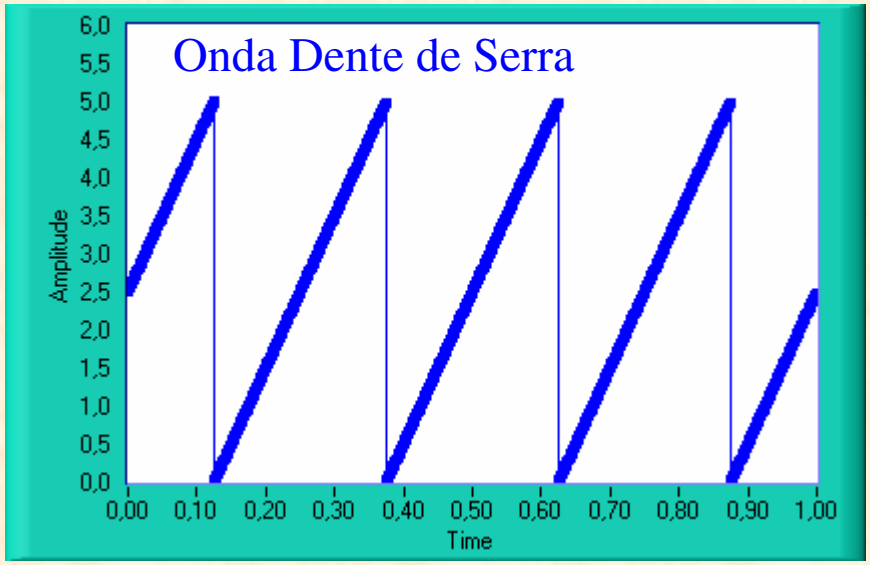


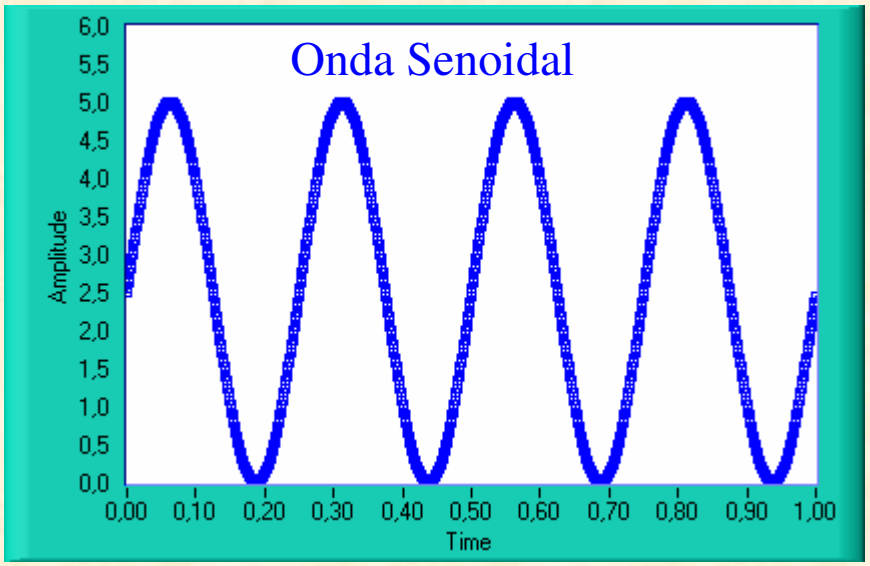

TTL - Transistor Transistor Logic

# Formas de Onda

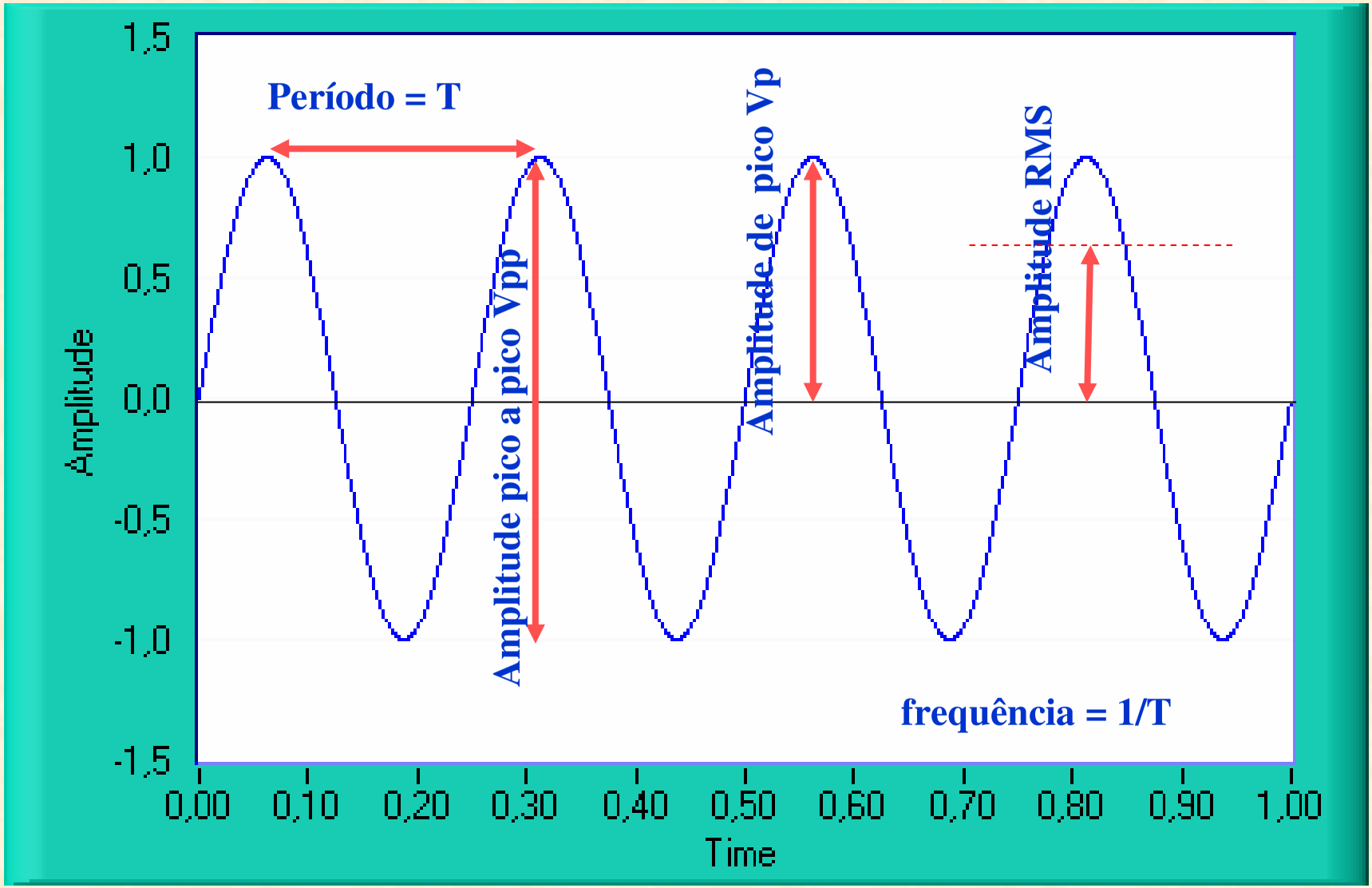


# Onda senoidal alternada



# Conceito

***Sinal elétrico -*** **Uma quantidade elétrica detectável tal como tensão, carga ou corrente, ou sua variação, no qual uma informação pode ser codificada.**

***Sinal Analógico -*** **Uma grandeza que pode assumir valores contínuos.**

***Sinal Digital -*** **Representação por meio de uma seqüência de números ou sinais discretos (p.e. bits e bytes)**

*Conversores* - Dispositivos que permitem codificar sinais analógicos em digitais e vice-versa (Digital to Analog Converter - DAC e Analog to Digital Converter -ADC)

# Conceito

***Transdutores*** **- Dispositivo capaz de transformar um tipo de sinal em outro tipo, com o objetivo de transformar uma forma de energia em outra, possibilitar o controle de um processo ou fenômeno, realizar uma medição, etc.**

- Dispositivo que converte informação de sistemas não elétricos para sistemas elétricos, ou vice-versa

- ***Sensores*** **- fornecem informações de entradas em nosso sistema a partir do mundo externo**

***Atuadores*** **- que executam ações de saída para o mundo externo**

# Domínios de Dados

<table>
<tr><td>• Domínio Físico e Químico</td><td colspan="2" rowspan="3">Domínios não-elétricos</td></tr>
<tr><td>• Posição em escala</td></tr>
<tr><td>• Número</td></tr>
<tr><td>• Corrente</td><td rowspan="3">Analógico</td><td rowspan="9">Domínios elétricos</td></tr>
<tr><td>• Voltagem</td></tr>
<tr><td>• Carga</td></tr>
<tr><td>• Freqüência</td><td rowspan="3">Tempo</td></tr>
<tr><td>• Largura de pulso</td></tr>
<tr><td>• Fase</td></tr>
<tr><td>• Contagem</td><td rowspan="3">Digital</td></tr>
<tr><td>• Serial</td></tr>
<tr><td>• Paralelo</td></tr>
</table>




## Transdutores



- **Transdutores de temperatura**
  - **termistores, termopares, semicondutores.**
- **Transdutores de posição**
- **Transdutores de velocidade**
- **Transdutores de aceleração**
- **Transdutores de força e pressão**
- **Transdutores de pressão de fluidos**
- **Transdutores de luz**
  - **fotoresistências, células fotovoltaicas, fotodiodos, CCDs, etc**

- **Transdutores Resistivos**
- **Transdutores Capacitivos**
- **Transdutores Indutivos**

CBPF | CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS

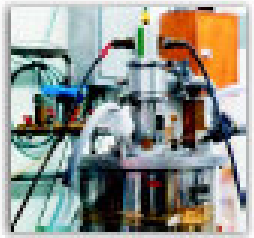


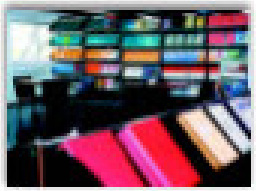
# MESTRADO

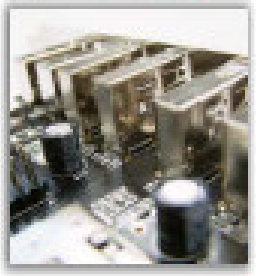
## EM INSTRUMENTAÇÃO CIENTÍFICA

## PROFISSIONALIZANTE EM FÍSICA

**Formação interdisciplinar de recursos humanos qualificados para instrumentação, em ambiente de pesquisa de fronteira, voltado à inovação tecnológica e à física aplicada**







### ÁREAS DE ATUAÇÃO

- APLICAÇÕES EM RAIOS-X
- AUTOMAÇÃO DE EXPERIMENTOS
- CRIOGENIA
- DETECÇÃO DE PARTÍCULAS
- PROCESSAMENTO DE SINAIS E IMAGENS
- COMPUTAÇÃO DE ALTO DESEMPENHO
- TÉCNICAS EXPERIMENTAIS EM MAGNETISMO
- NANOSCOPIA

### PROGRAMA PARA 2006/2007

**SEGUNDO SEMESTRE 2006**

- MECÂNICA QUÂNTICA APLICADA
- METROLOGIA
- MÉTODOS EXPERIMENTAIS E SISTEMAS DE MEDIDAS
- COMPUTAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ALTO DESEMPENHO

**PRIMEIRO SEMESTRE 2007**

- ELETRÔNICA ANALÓGICA E DIGITAL
- PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS E IMAGENS
- MAGNETISMO APLICADO

**Inscrições abertas até** ▸ **27 DE JULHO DE 2006**
**Data do exame de admissão** ▸ **31 DE JULHO DE 2006**

INFORMAÇÕES E INSCRIÇÕES ▸ www.cbpf.br/instrumentacao

CBPF

Ministério da Ciência e Tecnologia
GOVERNO FEDERAL

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas • CBPF/MCT
Coordenação de Instrumentação Científica • CIC
Rua Dr. Xavier Sigaud, 150, 2oAn • 22290-180 •
Rio de Janeiro • RJ, Brasil • Email: instrumentacao@cbpf.br •
Tels: +55 (21) 2141-7168/2141-7101 • Fax: +55 (21) 2141-7100