

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.

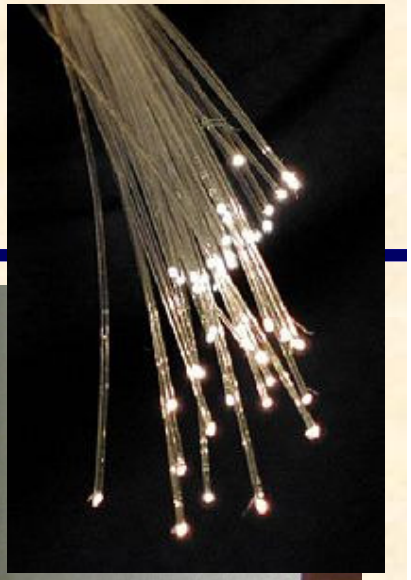
EMENTA

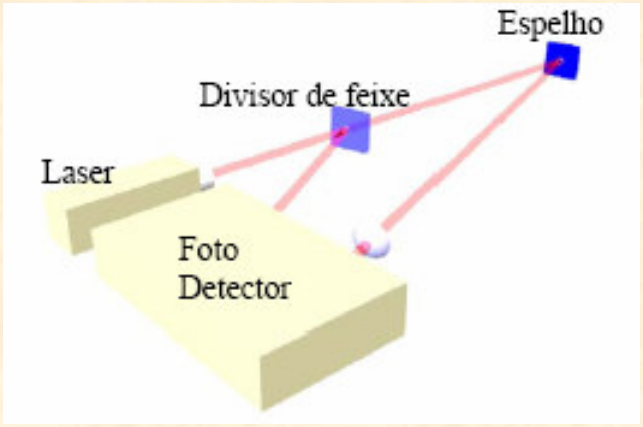
- Eletricidade básica.
- Codificação, transmissão, processamento e decodificação de informação e sinais elétricos.
- Transdutores e sensores.
- O mundo analógico e as válvulas.
- Amplificação, retificação, modulação e demodulação.
- O mundo digital e noções de álgebra de Boole.
- Medidas elétricas e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

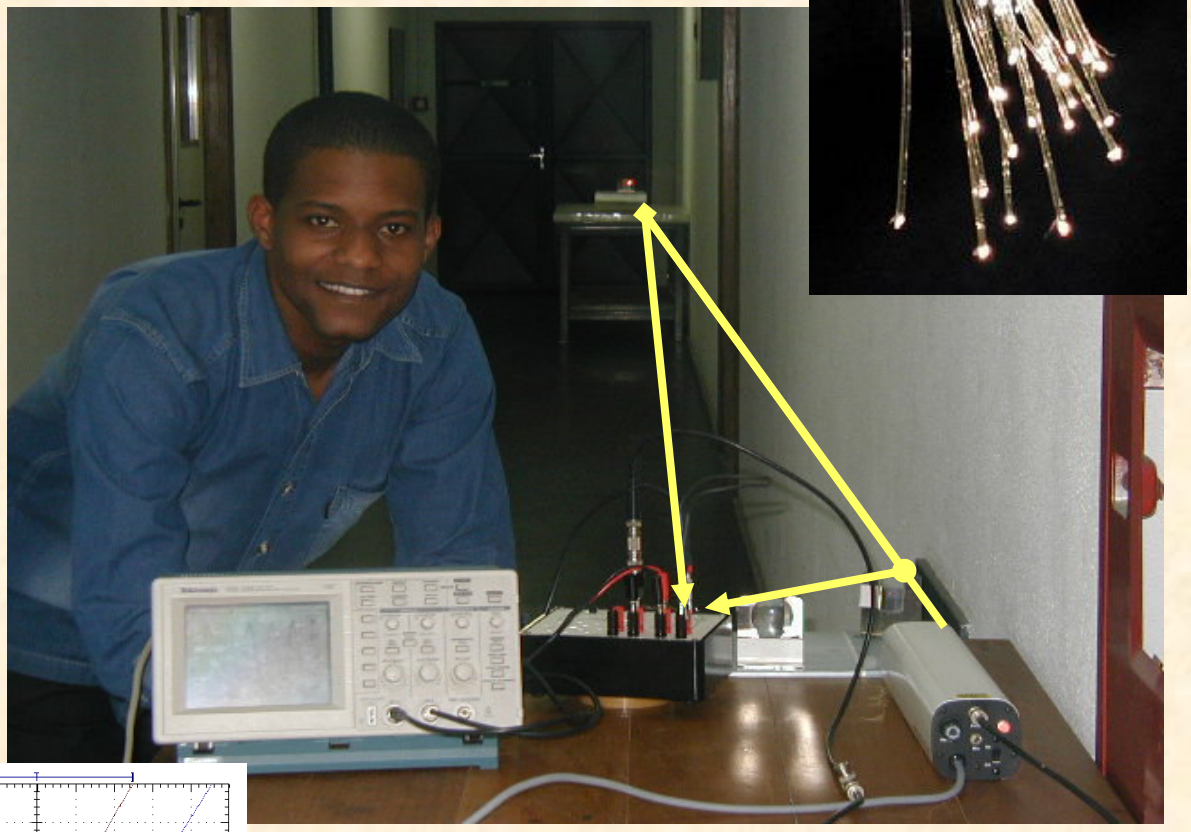
Sumário

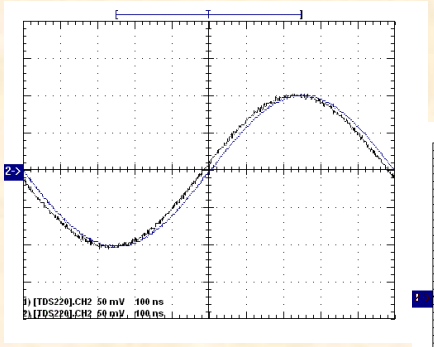
- Aula 3
  - Experimento de Velocidade da Luz
  - Modulação e Demodulaçâo
  - Capacitores
  - Inutores
  - Filtros
  - Banda passante
  - Fourier
  - Ruído

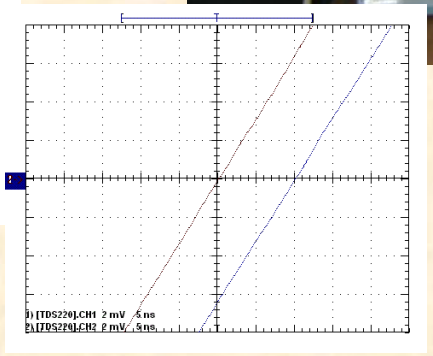
Velocidade da Luz





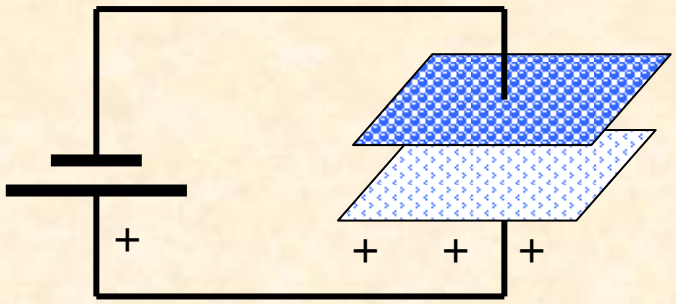






- **Modulação de amplitude**
- **Transmissão de informação**

Capacitores

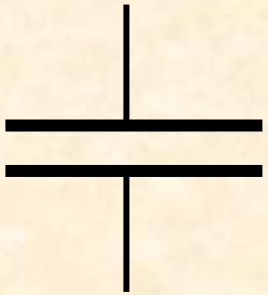


• Capacitores são elementos elétricos capazes de armazenar carga elétrica e energia potencial elétrica.
• Unidade Faraday

$$Q = C*V$$

$$I = \frac{dV}{dt}$$

$$C = \varepsilon \frac{A}{d}$$



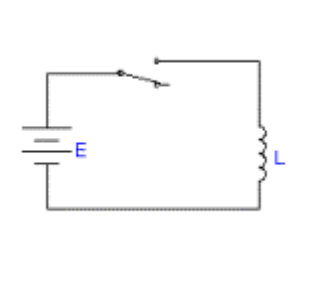
C Capacitância medida em Farad F
ε Constante de proporcionalidade F/m
A área das armaduras m^2
d distância entre as armaduras m

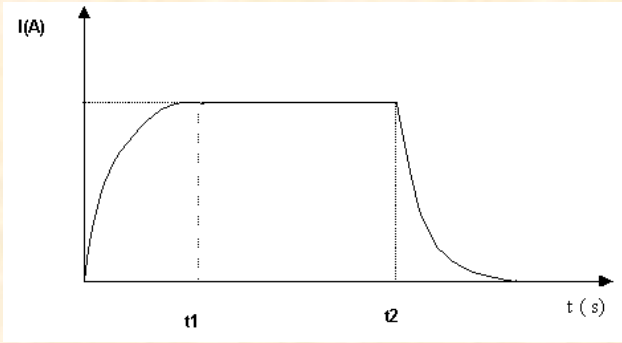


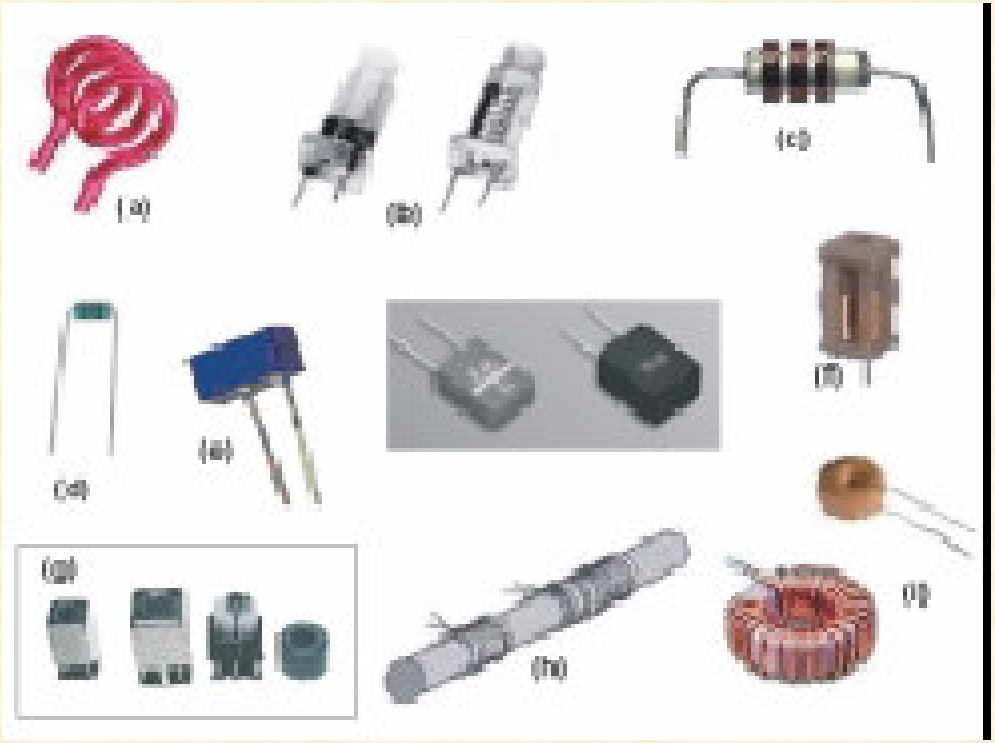
Indutores

• Um indutor é fundamentalmente um armazenador de energia sob a forma de um campo magnético.
•Unidade Henry.

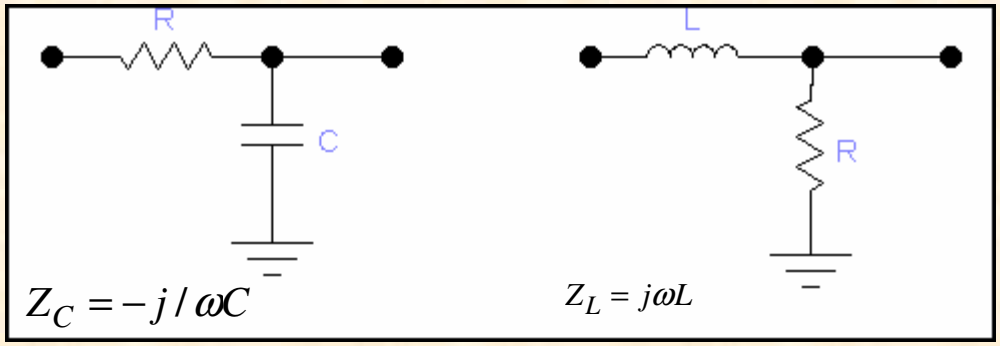
$$V = L \frac{dI}{dt}$$

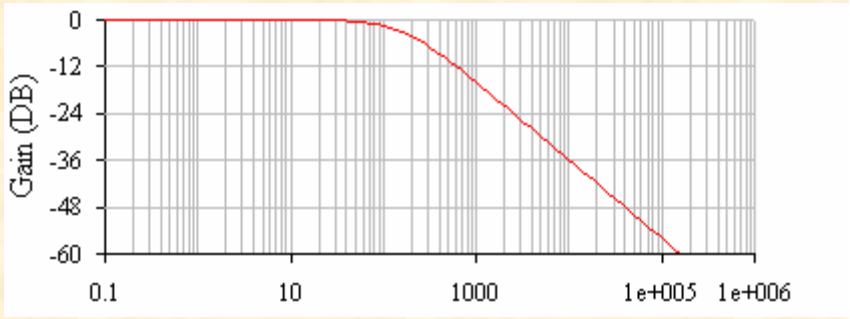






Filtro Passa Baixa:





$$V_{out} = \frac{1}{\left(1+\omega^2 R^2 C^2\right)^{1/2}} V_{in} \qquad f = 1/2\pi RC$$

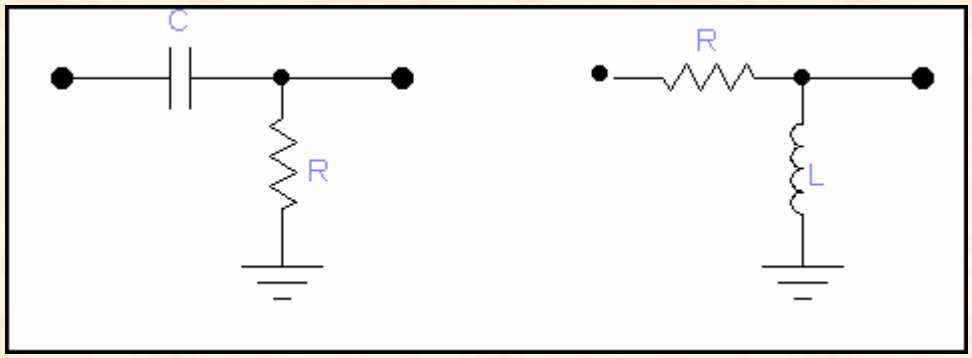
Decibel :

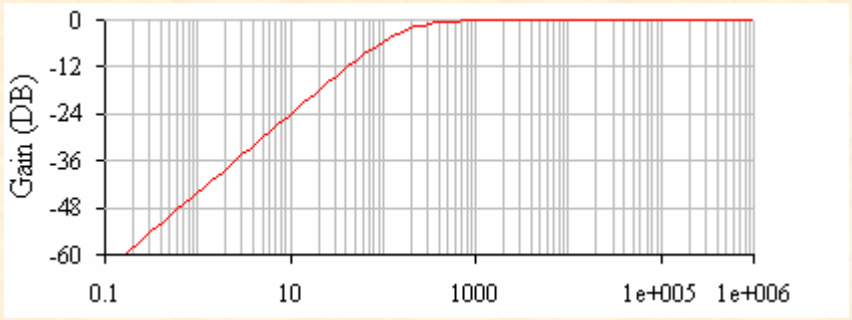
$$dB = 20\log_{10}\frac{A_2}{A_1} \qquad dB = 10\log_{10}\frac{P_2}{P_1}$$

Se $A_2 = 2.A_1$ como $\log_{10} 2 = 0.3010$ então $\Rightarrow +6dB$

Se $A_2 = 10.A_1$ como $\log_{10} 1 = 10$ então $\Rightarrow +20dB$

Filtro Passa Alta





$$V_{out} = \frac{R}{\left(R^2 + 1/(\omega C)^2\right)^{1/2}} V_{in} = \frac{2\pi f RC}{\left(1 + (2\pi f RC)^2\right)^{1/2}} V_{in}$$

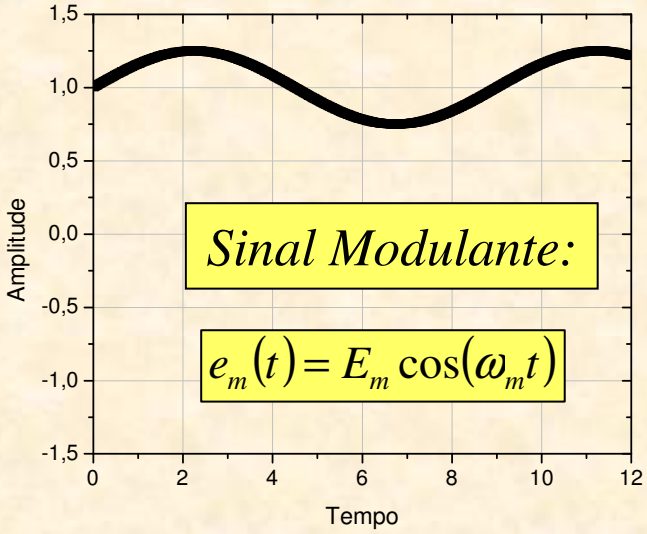
Atenuação = -20dB / dec ou - 6dB/octave **fase @ -3dB = 45 °**

Função do Tempo: **Numero Complexo**

$$V_o \cos(\omega t + \varphi) \quad \Leftrightarrow \quad V_o e^{j\varphi} = a + jb$$

Modulação AM

• Alterar uma característica da onda portadora, proporcionalmente ao sinal modulante



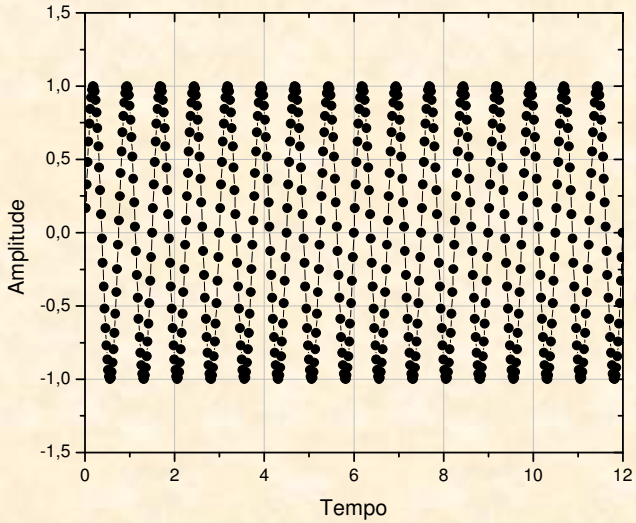
Sinal Modulante:

$$e_m(t) = E_m \cos(\omega_m t)$$

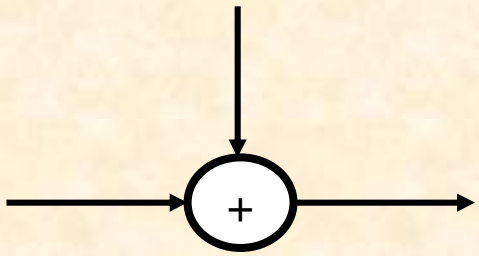
• **Amplitude Modulada**

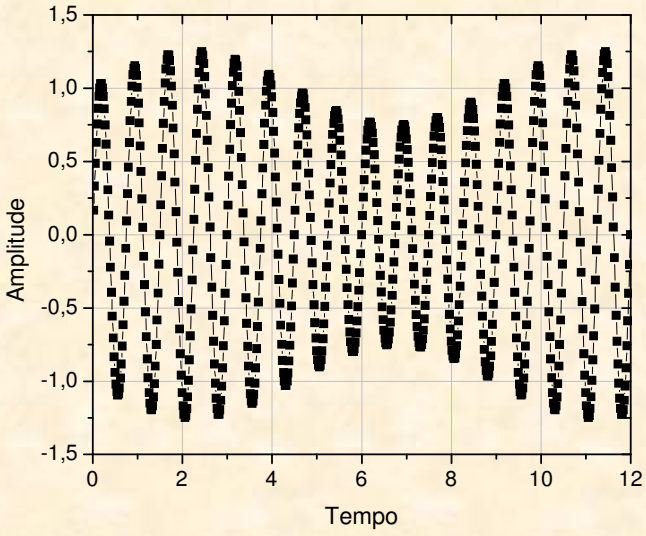
Sinal da Portadora:

$$e_o(t) = E_o \cos(\omega_o t)$$



Sinal Modulado:





Modulação em Amplitude

Sinal da Portadora: $e_o(t) = E_o \cos(\omega_o t)$

Sinal Modulante: $e_m(t) = E_m \cos(\omega_m t)$

$$e(t) = [E_o + e_m(t)]\cos(\omega_o t)$$

$$e(t) = [E_o + E_m \cos(\omega_m t)]\cos(\omega_o t)$$

$$e(t) = E_o\left[1 + \frac{E_o}{E_m}\cos(\omega_m t)\right]\cos(\omega_o t)$$

como $\dfrac{E_o}{E_m} = m$

$$e(t) = E_o[1 + m\cos(\omega_m t)]\cos(\omega_o t)$$

$$e(t) = E_o \cos(\omega_o t) + mE_o \cos(\omega_m t)\cos(\omega_o t)$$

lembrando que:

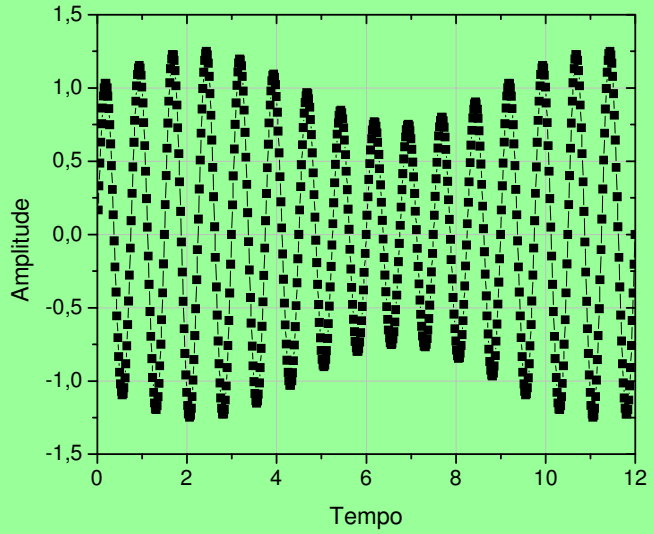
$$\cos A \cos B = \frac{1}{2}\cos(A+B) + \frac{1}{2}\cos(A-B)$$

então *Sinal Modulado:*

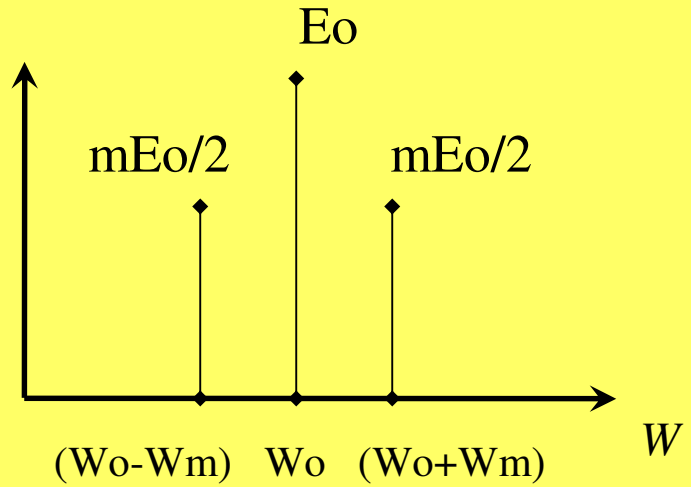
$$e(t) = E_o \cos(\omega_o t) + m\frac{E_o}{2}\cos[(\omega_m + \omega_o)t] + m\frac{E_o}{2}\cos[(\omega_m - \omega_o)t]$$

Modulação:

Sinal Modulado:

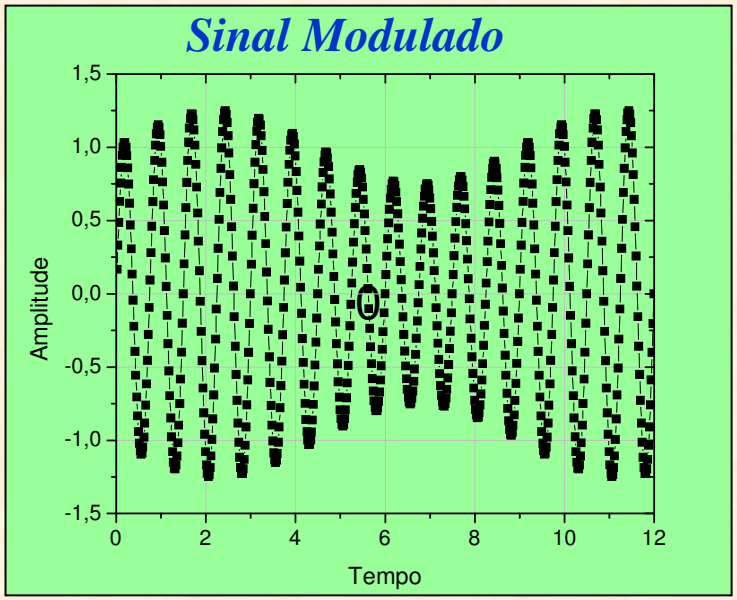


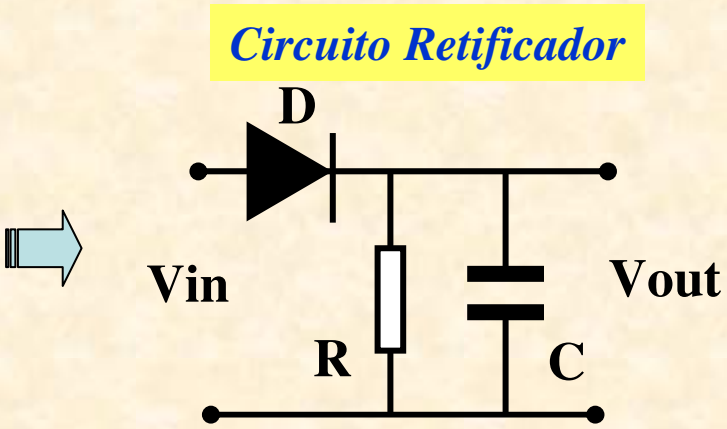
Espectro de Amplitude:

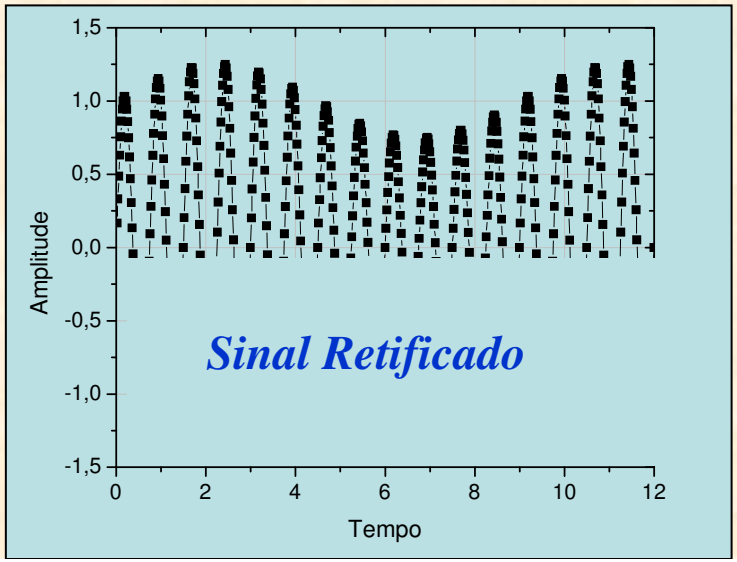


m = Em/Eo = *índice de modulação*

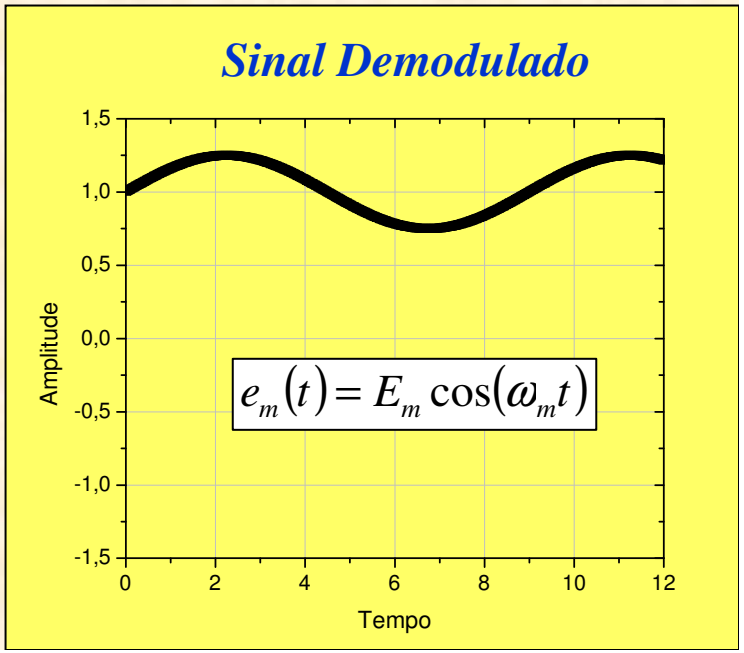
Detector de Envoltória:







Ação do Filtro



Série de Fourier

- ***Uma função periódica f(t) pode ser decomposta em um somatória de senos e cossenos equivalentes à função dada***

Enunciado da Série Trigonométrica de Fourier:

$$f(t) = \frac{a_o}{2} \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n . \cos(n\omega_o t) + b_n . \text{sen}(n\omega_o t) \right)$$

onde:

$f(t)$ é a função;

$\frac{a_o}{2}$ é o valor médio de $f(t)$;

a_n e b_n são os coeficientes da série de Foourier

ω_o é a velocida angular da função $f(t)$

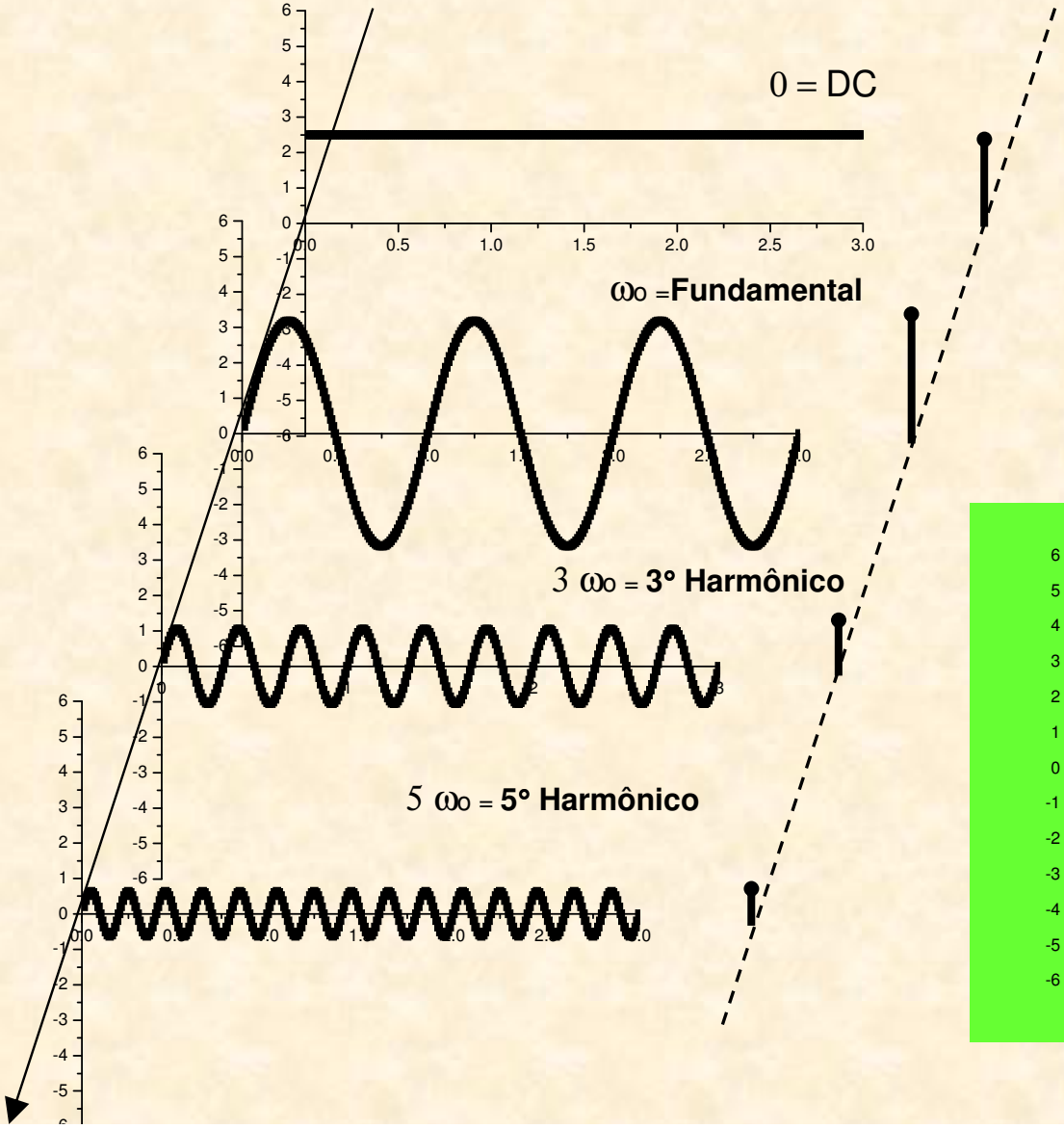
Cálculo dos coeficientes de Série de Fourier:

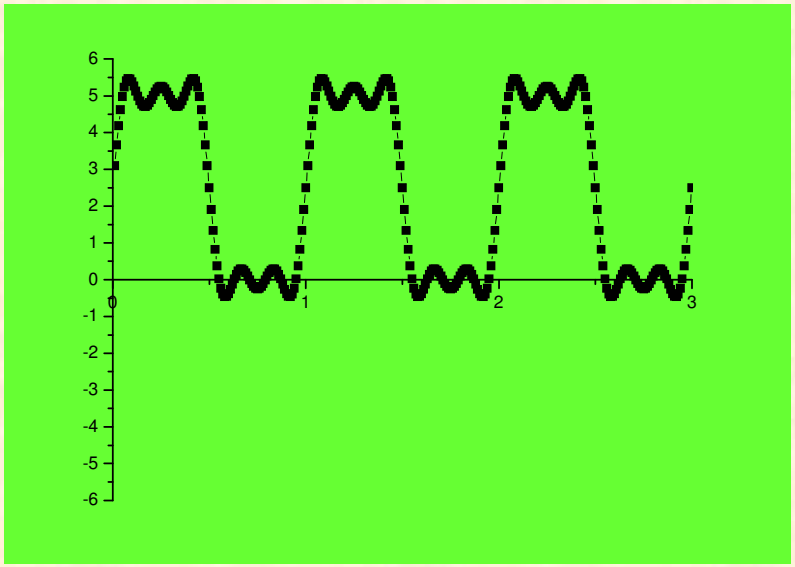
$$a_o = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) dt \quad \Rightarrow \text{ valor médio de } f(t)$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos(n\omega_o t) dt$$

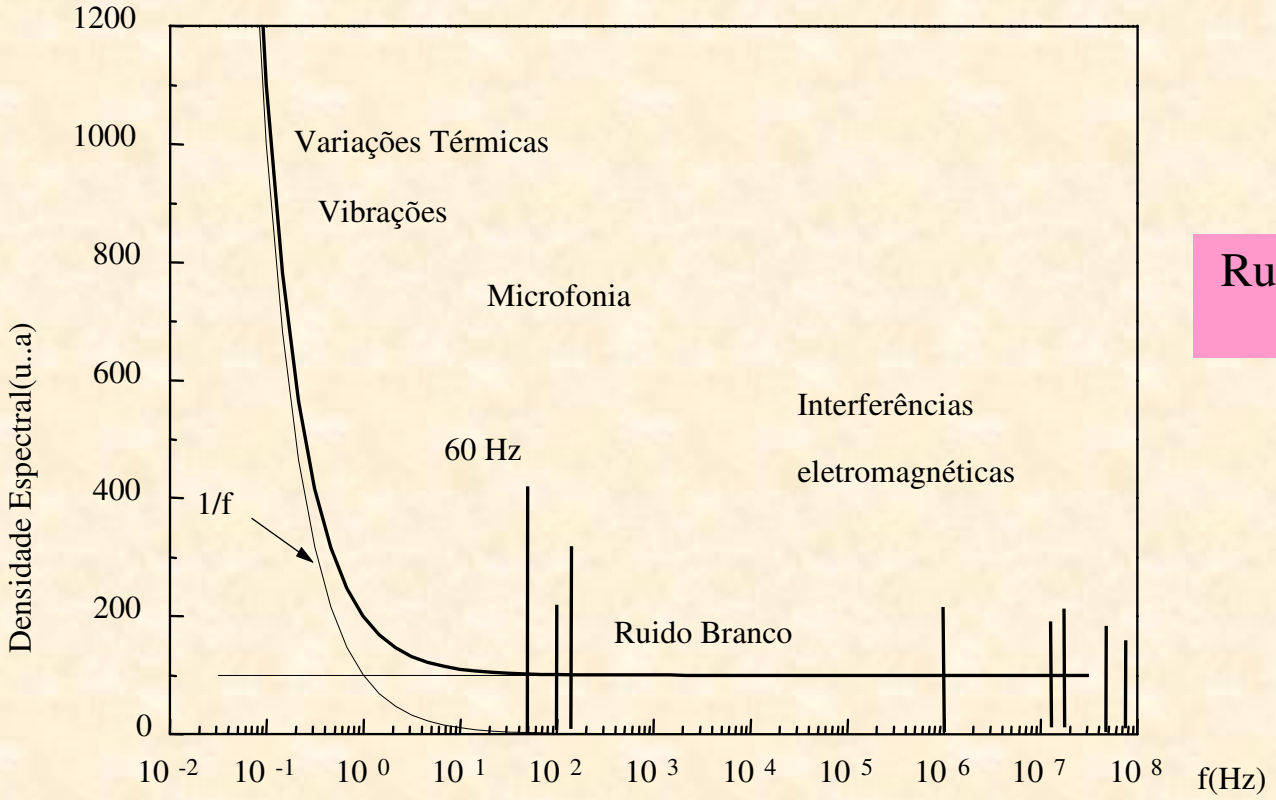
$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \text{sen}(n\omega_o t) dt$$

Análise Espectrográfica





Espectro de Ruído e Interferência



Ruído 1/f: amplitude varia com o inverso da freqüência

Interferências: podemos atenuar, blindar e isolar

Ruído Johnson (Branco): fenômeno de flutuação-dissipação

$$Vn(rms) = (4kTRB)^{1/2}$$

Ruído Shot: discretização da corrente

$$In(rms) = (2qI_{DC}B)^{1/2}$$

CBPF | CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS

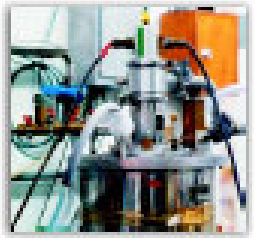


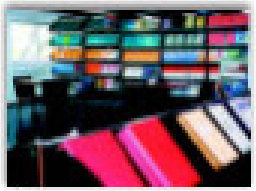
MESTRADO

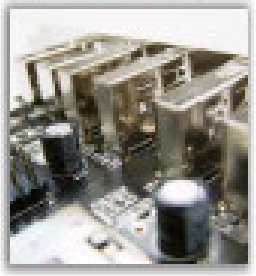
EM INSTRUMENTAÇÃO CIENTÍFICA

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