



Escola Naval

Departamento De Formação Engenheiros Navais – Ramo de Armas e Electrónica

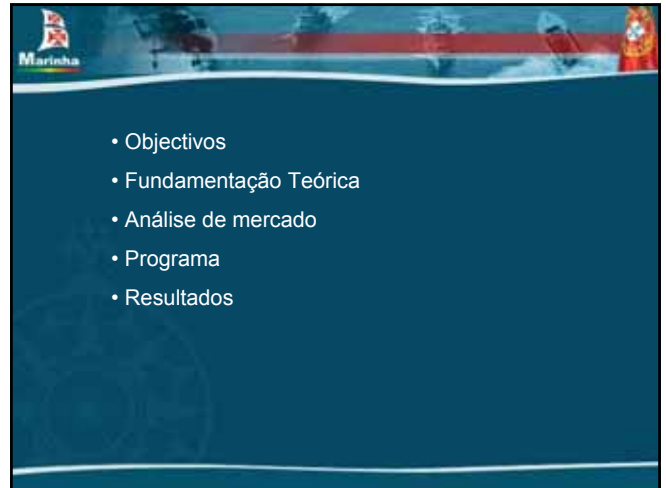
Laboratório de Acústica da Escola Naval

Tutor:  
Prof. Victor Lobo

Co-tutor:  
CTEN EN-AEL Mendes Abrantes

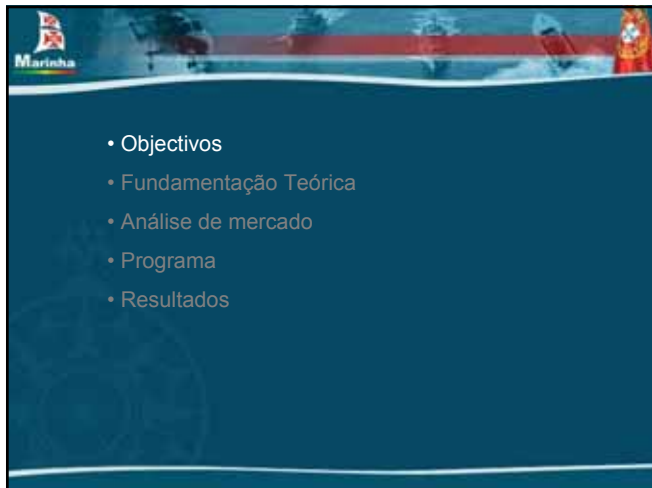
- CAD EN-AEL Pimenta Imperadeiro
- CAD EN-AEL Torpes Limão

16 Março 2009



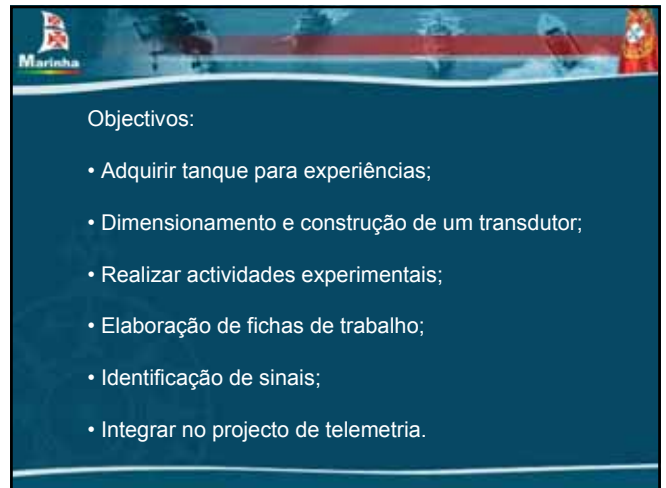
Marinha

- Objectivos
- Fundamentação Teórica
- Análise de mercado
- Programa
- Resultados



Marinha

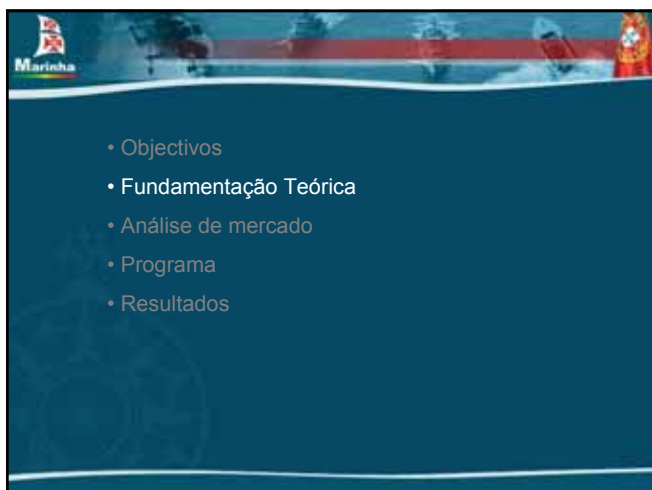
- Objectivos
- Fundamentação Teórica
- Análise de mercado
- Programa
- Resultados



Marinha

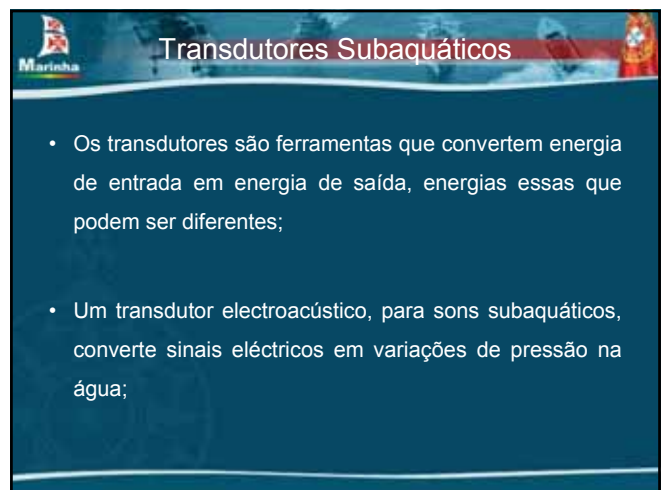
Objectivos:

- Adquirir tanque para experiências;
- Dimensionamento e construção de um transdutor;
- Realizar actividades experimentais;
- Elaboração de fichas de trabalho;
- Identificação de sinais;
- Integrar no projecto de telemetria.



Marinha

- Objectivos
- Fundamentação Teórica
- Análise de mercado
- Programa
- Resultados



Marinha

### Transdutores Subaquáticos

- Os transdutores são ferramentas que convertem energia de entrada em energia de saída, energias essas que podem ser diferentes;
- Um transdutor electroacústico, para sons subaquáticos, converte sinais eléctricos em variações de pressão na água;

## Transdutores Subaquáticos

- Transdutores projectados para converter energia eléctrica para energia acústica subaquática são chamados de *transmitters*;
- Transdutores que são apenas usados na recepção de som são chamados de *hydrophones*.

## Transdutores Electroacústicos

- *Existem duas categorias:*
  - Os que usam o efeito de campos eléctricos para conversão;
  - Os que usam o efeito de campos magnéticos.
- Geralmente os eléctricos utilizam duas secções:
  - secção eléctrica e secção mecânica.

## Transdutores Electroacústicos


- Como funcionam:
  - **Para emitirmos sinal**, a parte eléctrica está ligada a um gerador de corrente que o alimenta electricamente, depois essa energia é convertida em oscilações mecânicas para uma superfície rígida *radiating surface*. Para poder gerar som, a superfície de radiação deve estar em contacto com o líquido.

## Transdutores Electroacústicos

- Como funcionam:
  - **Para recebermos sinal**, a superfície que funcionava como radiadora de sinal, passa a vibrar consoante a frequência de oscilação do líquido (mudanças de pressão) e o transdutor produz graças a essas oscilações uma corrente eléctrica que é proporcional às mesmas.

## Transdutor Piezoeléctrico

- São constituídos por materiais mecânicos e com resposta eléctrica;
- Quando um material piezoeléctrico é sujeito a forças mecânicas ele liberta uma carga eléctrica. Por consequência quando ele é exposto a um campo eléctrico ele altera a forma, este fenómeno é chamado *piezoelectric effect*.



## Transdutor Piezoeléctrico (cont.)

Piezoelectric effect

- É caracterizado pelo facto de quando sofre a influência de um campo eléctrico **E**, o material piezoeléctrico altera a sua forma física.
  - A força mecânica produzida sobre a influência de um campo eléctrico de tensão externa:  $S = \frac{\Delta l}{l} = d \cdot E$
  - Adicionando a influência de extensão **T** ao corpo do piezoeléctrico, a deformação mecânica é dada por:

$$S = dE + \frac{1}{E_s} T$$

*E* electric field strength, unit: V/m,  
*E<sub>s</sub>* modulus of elasticity, unit: N/m<sup>2</sup>,  
*d* piezoelectric strain coefficient, unit: m/V,  
*T* mechanical tensile stress, unit: n/m<sup>2</sup>.



**Marinha**


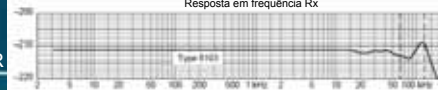
- Objectivos
- Fundamentação Teórica
- Análise de mercado
- Programa
- Resultados

**Marinha** **Brüel & Kjaer**

**Modelo 8103**

- Utilização: educacional / industrial, estudo de animais marinhos ou medições de cavitação.
- Gama de frequências: 0.1Hz a 180 kHz
- Tamanho reduzido (50 × 9.5mm - 170 g)
- Sensibilidade: -211 dB re 1V/μPa
- Tx/Rx (omnidireccional)

Preço: 2.147,00 EUR



Resposta em frequência Rx

**Marinha** **Brüel & Kjaer**

**Modelo 8104**

- Utilização: laboratorial / ideal para processos de calibração.
- Gama de frequências: 0.1Hz a 120 kHz
- Tamanho 120 x 21 mm
- Sensibilidade Rx: -205 dB re 1V/μPa
- Tx/Rx (omnidireccional)

Preço: 2.776,00 EUR

Resposta em frequência Rx

**Marinha** **Reson**

**Modelo TC4013**

- Utilização: laboratorial / industrial
- Gama de frequências: 1Hz a 170kHz
- Tamanho reduzido (75g)
- Sensibilidade Rx: -211dB re 1V/μPa
- Sensibilidade Tx: 130dB dB re 1μPa/V (1m e 100kHz)
- Tx/Rx (omnidireccional)

Preço: 796,00 €




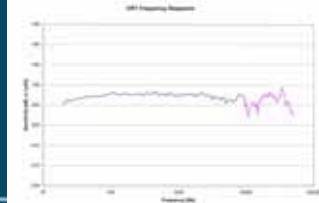

Receiving Sensitivity [dB re 1V/μPa @ 1m]

**Marinha** **Cetacean Research Technology**

**Modelo CR1**

- Utilização: escuta de animais marinhos
- Gama de frequências: 1Hz to 170kHz
- Tamanho reduzido (7.3 cm comp x 3.2 cm dia)
- Sensibilidade Rx: -198 dB re 1V/μPa
- Rx (omnidireccional)

Preço: 500,00 EUR

**Marinha** **DolphinEAR**

**DolphinEAR 100 Series**

- Utilização: escuta de animais marinhos, navios ou fenómenos naturais
- Gama de frequências: 20Hz a 20kHz (audíveis)
- Tamanho reduzido (4 cm dia)

Preço: aprox. 250,00 EUR (\$319)





## DolphinEAR

**DolphinEAR PRO**

- Utilização profissional
- Gama de frequências: 1Hz a 24kHz
- Tamanho reduzido (4 cm dia)
- Profundidade máx. 100m
- Elevada qualidade de áudio
- Utilização como geofones



Preço: aprox. 311,00 EUR (\$399)

- Objectivos
- Fundamentação Teórica
- Análise de mercado
- Programa
- Resultados

## 1ª fase

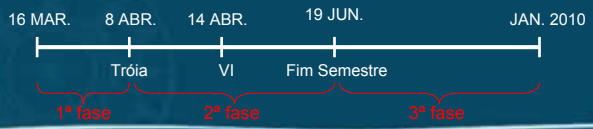
**Trabalho realizado**

• Tanque acrílico		✗
• Aquário 100 x 30 x 50 cm	84,50€	●
• Tanque chapa aço 100 x 100 x 100	Depósito inúteis	●
• Tanque arquitectura naval	Disponível	✓
• Cerâmicas piezoeléctricas	Amostras Grátis	✓
• 3x Transdutores sonar AN/SQS-510	Disponível	✓
• Transdutores sonóboias	Disponível	✓

## 1ª fase

**Trabalho a realizar**

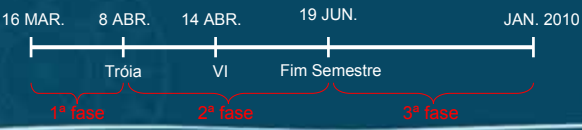
- Preparar tanque para utilização
- Testar transdutores disponíveis – tanque arquitectura naval



## 2ª fase

**Trabalho a realizar**

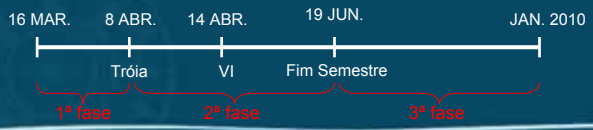
- Dimensionar e construir transdutor piezocerâmico
- Utilizar transdutor para transmitir sinais
- Realizar experiências / medições



## 3ª fase

**Trabalho a realizar**

- Preparar fichas de trabalho para actividades experimentais
- Preparar fundamentação teórica



Marinha

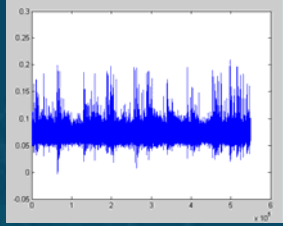
- Objectivos
- Fundamentação Teórica
- Análise de mercado
- Programa
- Resultados

Marinha

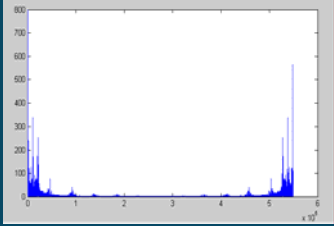
## Aquisição de Sinal

Experiência de teste :

Sinal adquirido



Módulo da FFT do sinal



Marinha

## Dúvidas e Questões

Marinha

## FIM