



# Definições de Sinais e Sistemas

- ◆ **O que é um Sinal?**
- ◆ **O que é um Sistema?**
- ◆ **Visão Geral de Sistemas Específicos**
- ◆ **Processamento de Sinais Analógicos *Versus* Digitais**



## O que é um Sinal?

*“Função de uma ou mais variáveis, a qual veicula informação sobre a natureza de um fenômeno físico.”*

Dependente de uma variável  $\Rightarrow$  Unidimensional

Dependente de duas ou mais variáveis  $\Rightarrow$  Multidimensional



## Exemplos de Sinais

*Sinais de Voz*  
(unidimensional)

Frente a frente

Via telefone

*Sinais de Imagem*  
(multidimensional)

Pessoas

Objetos (escrita)

*Formas de  
comunicação*



## Exemplos de Sinais

- ◆ Batimentos cardíacos
- ◆ Pressão sanguínea
- ◆ Temperatura
- ◆ Nível de glicose
- ◆ Índice de colesterol

*Diagnóstico do estado de  
saúde de pacientes*



## Exemplos de Sinais

- ◆ Variações diárias de temperatura
- ◆ Umidade relativa do ar
- ◆ Velocidade e direção dos ventos

} *Previsão do tempo*



## Exemplos de Sinais

- ◆ Rentabilidade
- ◆ Risco de mercado
- ◆ Risco de crédito
- ◆ Transparência
- ◆ Benchmark
- ◆ Volatilidade

*Investimento no  
mercado de ações*

---

## Sistemas e Sinais

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Engenharia Elétrica

---



- ◆ Risco de mercado: é a possibilidade de ocorrência de perdas decorrentes do efeito da oscilação de preços, índices e taxas sobre os descasamentos de prazos, moedas e indexadores das carteiras ativa e passiva;
- ◆ Risco de crédito: pode ser definido como a tentativa de se medir o grau de incerteza na obtenção do retorno esperado em uma determinada aplicação financeira ou investimento realizado;
- ◆ Benchmark: índice escolhido pelo usuário para representar a evolução média do mercado de *ações* (Ibovespa).



## O que é um Sistema?

*“Um sistema é definido como uma entidade que manipula um ou mais sinais para realizar uma função, produzindo novos sinais.”*





## Exemplos de Sistemas

- ◆ Sinal de entrada
  - ☞ Voz
- ◆ Sistema
  - ☞ Computador
- ◆ Sinal de saída
  - ☞ Identidade do locutor

*Reconhecimento automático  
de locutor*



## Exemplos de Sistemas

- ◆ Sinal de entrada
  - ☞ Voz ou dados
- ◆ Sistema
  - ☞ Transmissor + Canal+Receptor
- ◆ Sinal de saída
  - ☞ Estimativa da informação original

*Sistema de  
comunicação*



## Exemplos de Sistemas

- ◆ Sinal de entrada
  - ☞ Posição desejada da aeronave
- ◆ Sistema
  - ☞ Avião + Piloto
- ◆ Sinal de saída
  - ☞ Posição da aeronave

*Sistema de  
aterrissagem de  
um avião*



# Sistemas de Comunicação



1. Informação
2. Sinal transmitido
3. Sinal recebido
4. Estimativa da informação



## Sistemas de Comunicação

1. Transmissor { *Converte o sinal de mensagem para uma forma apropriada ao canal.*
2. Canal { *Ar, fibra óptica, cabo coaxial, canal de satélite, canal de rádio, etc..*
3. Receptor { *Processa o sinal recebido, corrige os efeitos do canal e recupera a mensagem.*



# Sistemas de Comunicação

1. Analógicos  $\left\{ \begin{array}{l} \textit{Portadora (sinal de alta-frequência)} \\ \textit{Senoidal, Modulada em Amplitude,} \\ \textit{Frequência ou Fase.} \end{array} \right.$
  
2. Digitais  $\left\{ \begin{array}{l} \textit{Sinais analógicos digitalizados} \\ 1. \textit{ Amostragem} \\ 2. \textit{ Quantização} \\ 3. \textit{ Codificação} \\ 4. \textit{ Possibilidade de inserção de redundância} \end{array} \right.$



## Sistemas de Comunicação

1. Radiodifusão 

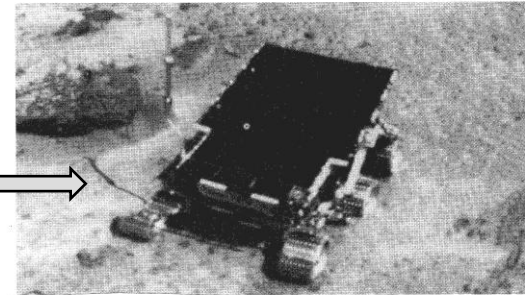
{	<ol style="list-style-type: none"><li>1. <i>Um único transmissor</i></li><li>2. <i>Vários receptores</i></li></ol>
---	--
  
2. Ponto a ponto (*normalmente bidirecional*)

*Exemplos ?*



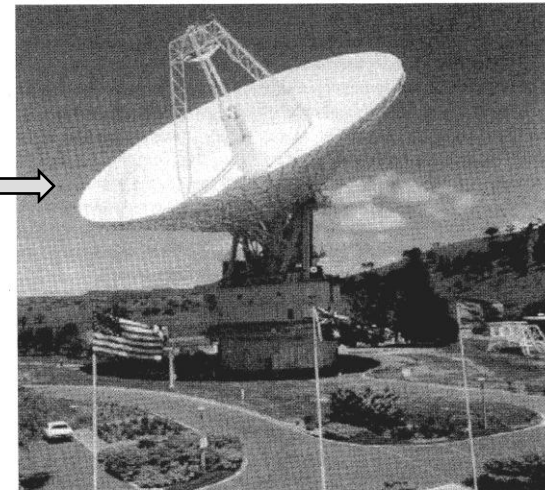
## Comunicação Ponto a Ponto

*Robô Pathfinder*



(a)

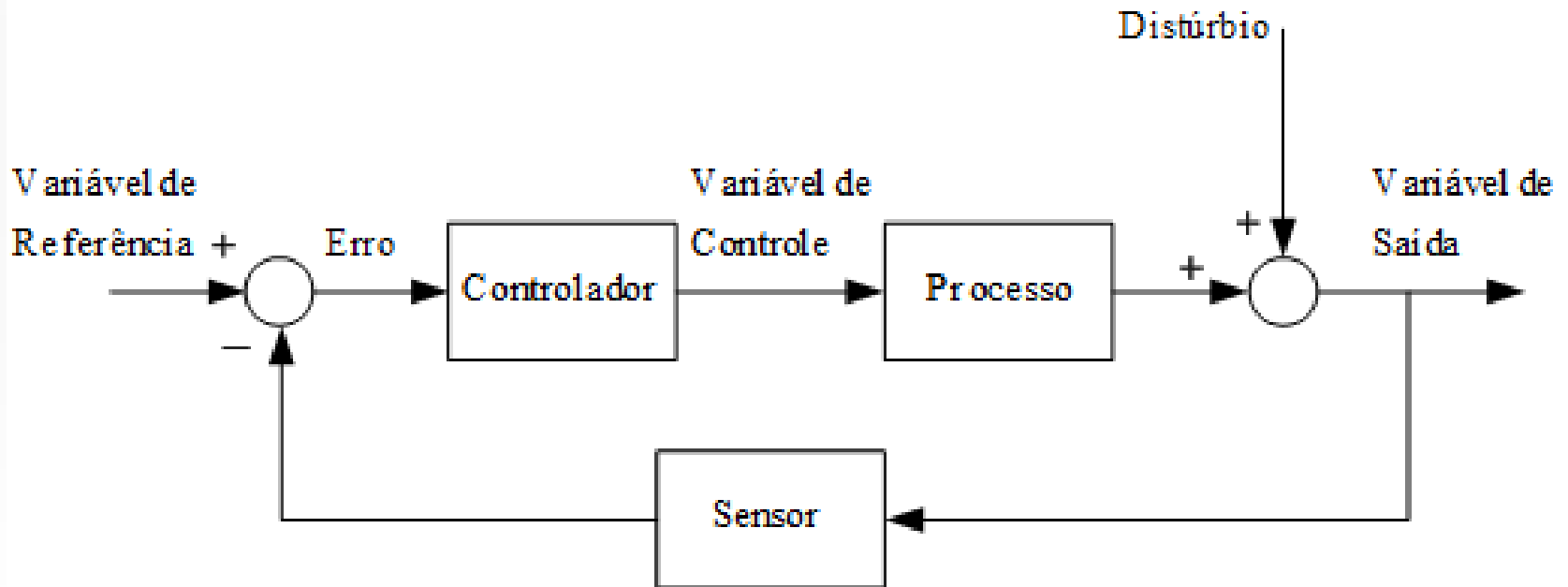
*Antena pertencente  
a Deep Space Network - DSN*



(b)



# Sistemas de Controle





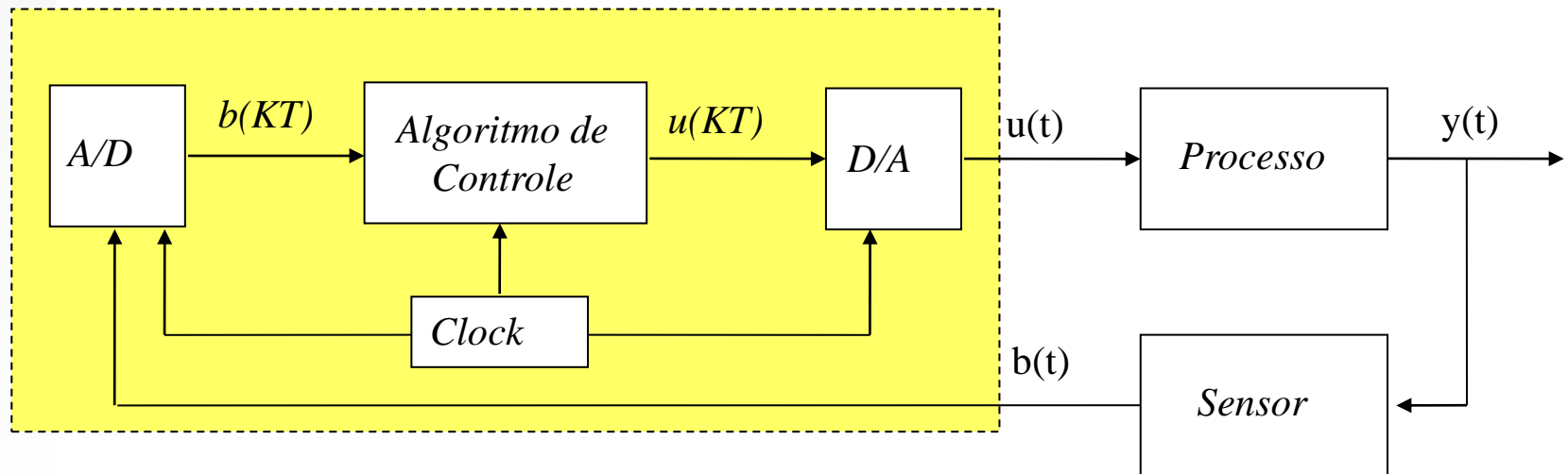
# Sistemas de Controle

1. Resposta
  - Desempenho dinâmico*
  - Regulação*
2. Robustez
  - Manutenção das características de resposta*
  - Variações nos parâmetros e distúrbios*



# Sistemas de Controle Digital

COMPUTADOR





## Sistemas de Controle

1. Lineares ou não-lineares
2. Variantes ou invariantes no tempo
3. Uma entrada e uma saída – *SISO*
4. Múltiplas entradas e múltiplas saídas – *MIMO*
5. Malha-aberta ou malha-fechada

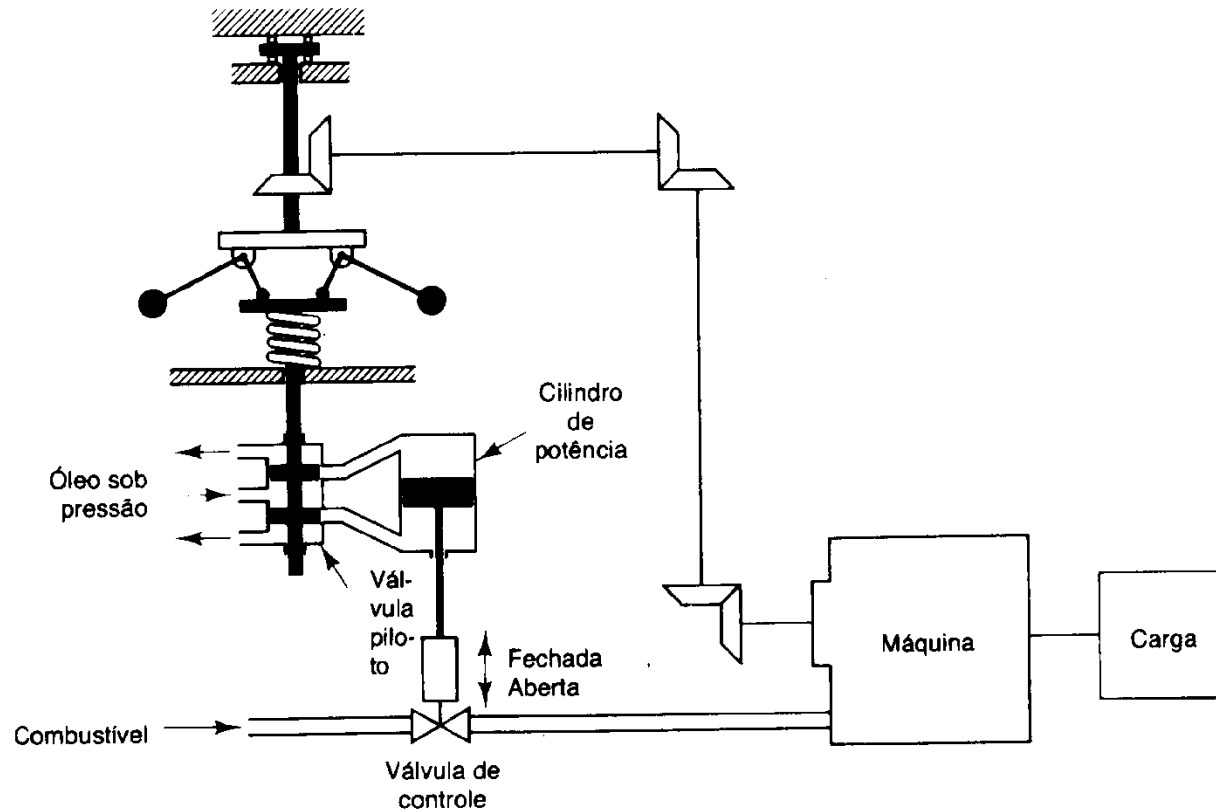
# Sistemas e Sinais

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Engenharia Elétrica



## Exemplos de processos – *Controle de velocidade*



# Sistemas e Sinais

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Engenharia Elétrica



## Exemplos de processos – *Controle de temperatura*



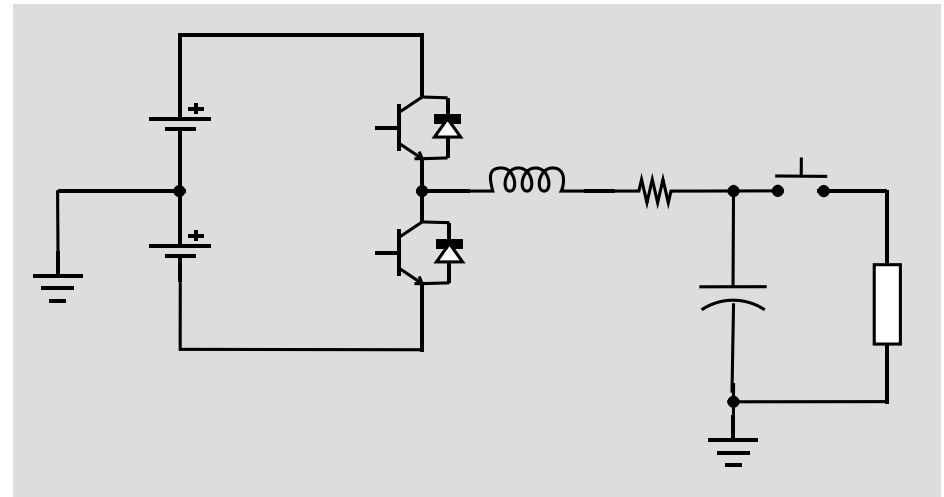
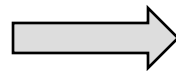
# Sistemas e Sinais

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Engenharia Elétrica



## Exemplos de processos – *Controle de tensão*



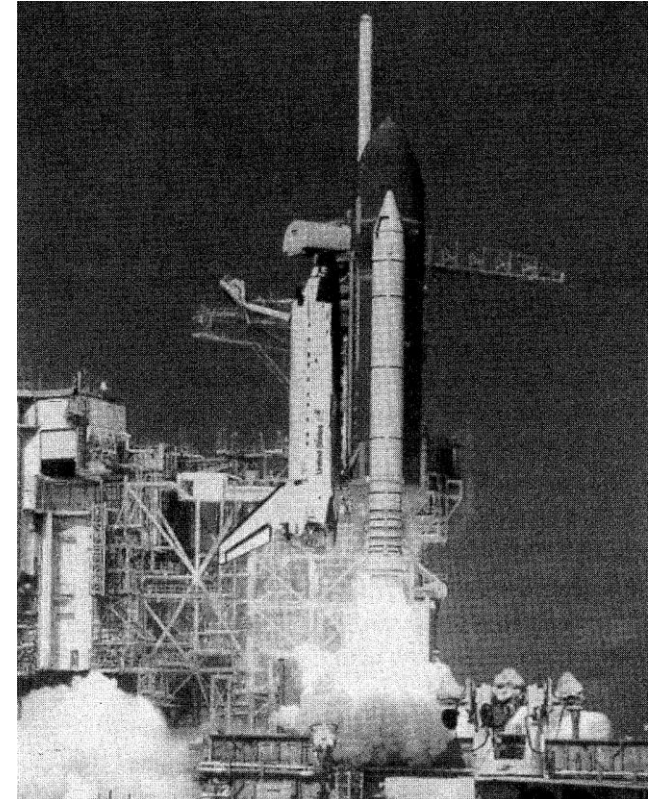
# Sistemas e Sinais

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Engenharia Elétrica



## Exemplos de processos – *Controle de posição e trajetória*





## Sensoriamento Remoto

*“Processo de adquirir informações sobre um objeto de interesse sem estar em contato físico com ele.”*

1. Passiva – apenas recolhendo informações existentes.
2. Ativa – excitando a área ou objeto de interesse e processando o sinal de retorno.



# Sensoriamento Remoto

1. Sensores de radar { *Propriedades físicas  
(topografia, aspereza,  
umidade, etc..)*
2. Sensores infravermelhos { *Propriedades térmicas  
próximas a superfície  
planeta.*

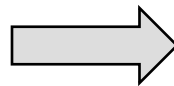


## Sensoriamento Remoto

1. Sensores visíveis { *Composição química da superfície do planeta*

2. Sensores de raio X { *Materiais radioativos contidos do planeta*

Imagens de alta resolução



*Técnicas de processamento de sinais (ex. FFT)*

---

# Sistemas e Sinais

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Engenharia Elétrica

---



Estreito de Dover



Monte Shasta (Califórnia)

# Sistemas e Sinais

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Engenharia Elétrica



## *Satélite GOES*

O GOES é um dispositivo de 5 canais espectrais sendo um visível ( $0,55-0,75 \mu\text{m}$ ), três canais infravermelhos ( $3,8-4,0 \mu\text{m}$ ,  $10,2-11,2 \mu\text{m}$ ,  $11,5-12,5 \mu\text{m}$ ) e o canal de vapor d'água ( $6,5-7,0 \mu\text{m}$ ).

<http://satelite.cptec.inpe.br>



# Processamento de Sinais Biomédicos

*“Extração de informações que auxilie na compreensão dos mecanismos básicos da função biológica, bem como no diagnóstico e tratamento médico.”*

Sinais biológicos

*Atividade elétrica de grandes grupos de células nervosas e musculares.*

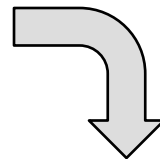
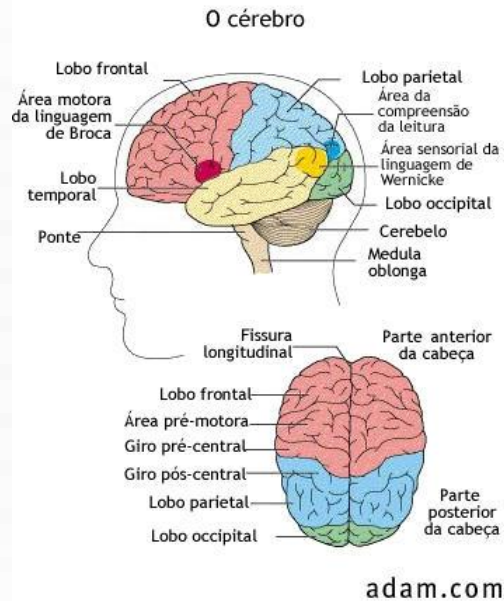


# Processamento de Sinais Biomédicos

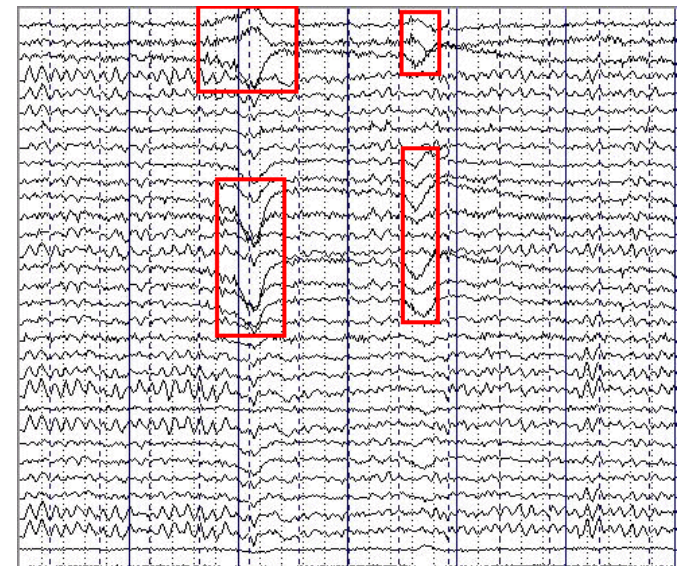
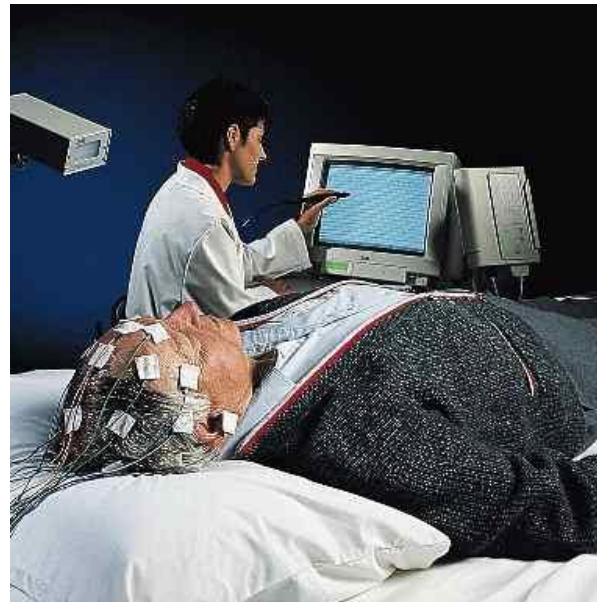
Atividade elétrica do coração – *Eletrocardiograma (ECG)*



Registra a atividade elétrica do coração em repouso, geralmente através da colocação de dez eletrodos: dois localizados nas pernas, dois localizados nos antebraços e seis localizados na região anterior do tórax.



## Atividade elétrica do cérebro – *Eletroencefalograma (EEG)*





## Processamento de Sinais Biomédicos

- Sinais elétricos de baixa intensidade que podem estar corrompidos por fatores de ordem:
  - ◆ Instrumental - ex: frequência da rede elétrica
  - ◆ Biológica – ex: interferência da atividade cardíaca no EEG
  - ◆ Análise – ex: processamento inadequado dos sinais



# Processamento de Sinais Biomédicos

- Instrumental ou biológica





## Sistema de Equilíbrio Humano

Origina-se primeiramente no interior dos ouvidos onde canais semicirculares fornecem a informação de aceleração angular e partículas de carbonato de cálcio, encontradas na superfície da membrana otolítica da mácula interna do ouvido, fornecem informação relacionada com a aceleração linear.

# Sistemas e Sinais

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Engenharia Elétrica





## Sistema de Equilíbrio Humano

Realize o seguinte experimento: fique em pé e coloque um pé em frente ao outro, de forma que os dois pés fiquem alinhados mantendo os braços na posição normal. Feche os olhos e descreva o que acontece com o equilíbrio do seu corpo.

Por quê?



## Processamento de Sinal Analógico *Versus* Digital

- Processamento de sinais
1. *Abordagem analógica ou de tempo contínuo*
  2. *Abordagem digital ou de tempo discreto*

- Processamento analógico de sinais
1. *Circuitos analógicos compostos por resistores, capacitores, indutores, amp. operacionais, etc..*
  2. *Aplicáveis a sinais independente da faixa de frequência.*
  3. *Menor flexibilidade.*



## Processamento de Sinal *Analógico Versus Digital*

Processamento  
digital de sinais

1. *Aplicações realizadas com dispositivos eletrônicos programáveis (microcontroladores, FPGAs, etc..).*
2. *Aplicáveis a sinais com frequências compatíveis às frequências de operações destes dispositivos.*
3. *Maior flexibilidade.*
4. *Repetibilidade.*