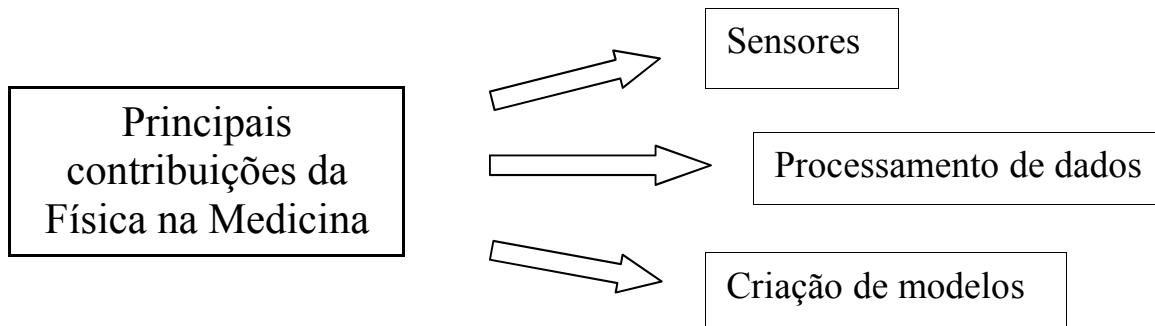
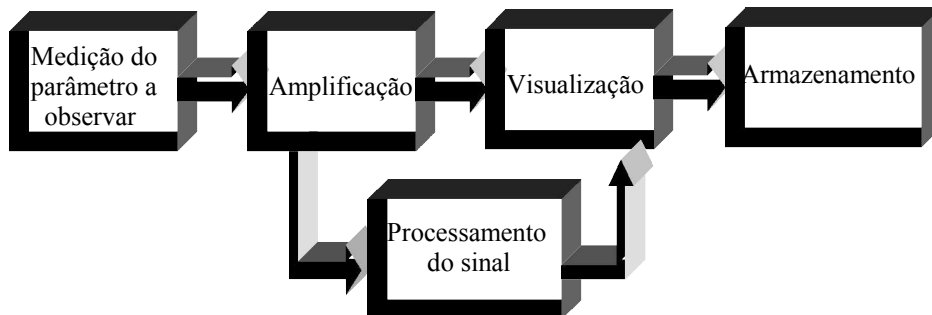


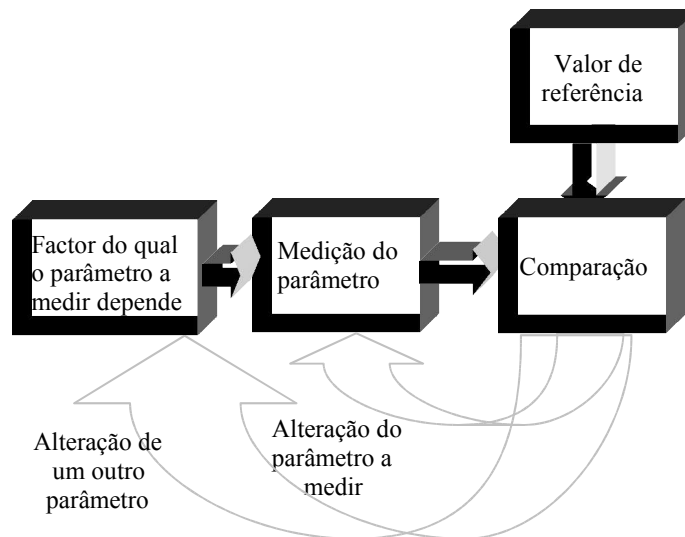
INTRODUÇÃO



Sistemas de medida



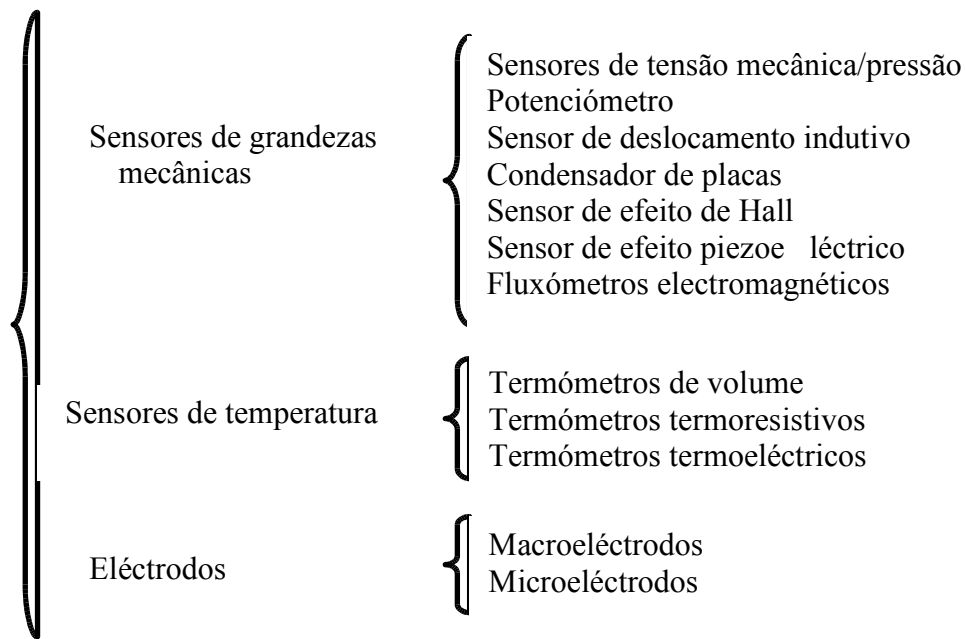
Sistemas de controlo



SENSORES

- O sensor como um elemento de medida que transforma e/ou amplifica uma determinadas variável.
- Tendencialmente, os sensores transformam uma dada variável numa grandeza eléctrica.

- Em utilizações biológicas exige-se, muitas vezes, que operem numa extensa gama de valores.



- Sensores de tensão mecânica/pressão - utilizam o efeito piezoresistivo, ou seja a dependência da resistência de um metal ou semiconductor com a pressão a que estão sujeitos. São muito dependentes da temperatura.
- Os metais, comparativamente com os semicondutores são mais sensíveis, apresentam maior linearidade na dependência e são menos dependente da temperatura.
- São, por exemplo, utilizados para medir a pressão sanguínea.
- Os potenciómetros medem deslocamentos lineares com base na resistência de um condutor que se altera com o comprimento. A sua resolução está limitada ao número de espiras que constituem a resistência.
- Nos sensores de deslocamento indutivo, as medidas de deslocamento são feitas tendo em conta a expressão da indução mútua de uma bobina:

$$L = \frac{\mu N^2 \pi r^2}{l}$$

altera-se μ fazendo deslocar um material ferroso no interior da bobina.

- Nos sensores do tipo condensadores de placas, as medidas de deslocamento são feitas tendo em conta a expressão da capacidade deste tipo de condensadores:

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

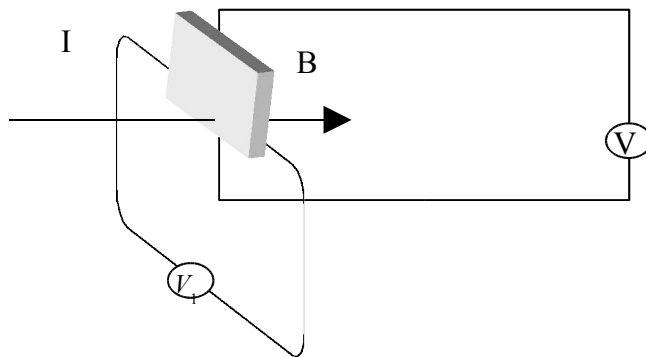
altera-se muito simplesmente d .

- Sabendo que, através do efeito de Hall, numa placa que fique sujeita a uma corrente e a um campo magnético surge uma diferença de potencial dada por:

$$V = \frac{KIB}{h},$$

K - constante de Hall do material; I - corrente, B - campo magnético, h - espessura do material

é possível criar um sensor de deslocamento, fazendo deslocar a placa num campo magnético heterogéneo.



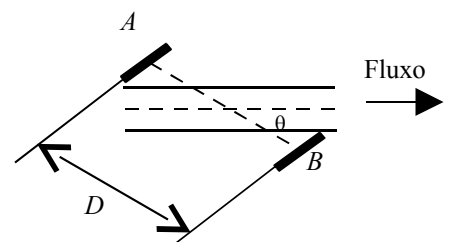
- Os sensores piezoelétricos, baseiam-se neste efeito para medir forças. Nos cristais onde este efeito se observa, cria-se uma carga, Q , proporcional à força aplicada, F :

$$Q = DF,$$

D - coeficiente piezoelétrico

podendo, posteriormente, a carga ser conhecida através de uma medida de diferença de potencial (lembrar que esta, corresponde à razão da carga pela capacidade do cristal).

- Estes sensores podem ser utilizados para medir velocidades sanguíneas, por exemplo, utilizando um pulso de ultra-sons.
- Para este efeito, podem utilizar o tempo de trânsito entre dois pontos (ver figura), ou o efeito de Doppler.



- Os fluxómetros electromagnéticos são dispositivos que se baseiam no facto de um condutor cilíndrico de raio r , que se mova com uma velocidade, v , relativamente a um campo magnético B gera uma diferença de potencial que cumpre:

$$V = 2rBv$$

- Os termómetros mais usados utilizam a dilatação térmica dos líquidos para realizar medidas de temperaturas.

- Quanto aos termómetros termoresistivos utilizam a variação da resistência dos metais e semicondutores com a temperatura. Para pequenas variações de temperatura esta variação segue a expressão:

$$R = R_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$

- Já os termómetros termoeléctricos, também chamados termopares, utilizam o efeito de Seebeck, o qual afirma o seguinte: quando três metais são ligados através de duas junções, cada uma das quais colocada a uma dada temperatura, gera-se uma diferença de potencial entre os dois extremos que cumpre:

$$V = \beta (T_1 - T_2) + (T_1^2 - T_2^2)$$

sendo o termo quadrático desprezável para pequenas diferenças de temperatura.

- Os eléctrodos para aplicações médicas são, essencialmente, macroeléctrodos, medem actividade eléctrica de tecidos ou órgãos, e microeléctrodos que medem actividade eléctrica ao nível da célula.

PROCESSAMENTO DE SINAL

- Os sinais podem ser classificados segundo diferentes categorias: contínuos ou discretos; determinísticos ou aleatórios; periódicos ou não.
- Dos vários procedimentos para processar dados, pode referir-se, entre outros, o ajuste de parâmetros; a transformada de Fourier; as funções de correlação e de coerência; aplicação de filtros; análise de caos...
- As funções polinomiais são das mais utilizadas para fazer ajuste de dados. Ou seja, considerando uma série de dados y_j , pretende-se aproximá-la a uma função do tipo:

$$y(x_j) = \sum_{k=0}^M a_k x_j^k$$

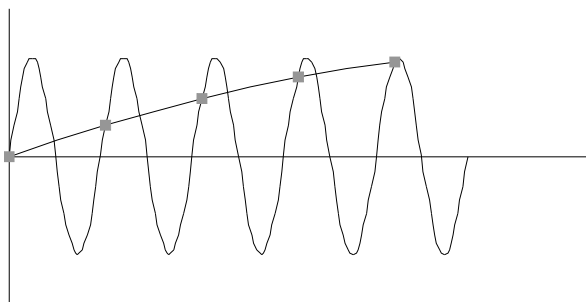
desconhecendo-se, em geral, os parâmetros a_j e o grau do polinómio, M .

- Quer para testar a qualidade do ajuste, quer para encontrar os parâmetros desconhecidos, utiliza-se o erro médio quadrático, definido por:

$$Q = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N [y_j - y(x_j)]^2$$

- O ajuste de rectas é particularmente simples, pelo que, sempre que possível, lineariza-se a função a ajustar. Quando esse procedimento não é possível, são utilizadas técnicas iterativas baseadas, em geral, no comportamento local da função a ajustar (métodos baseados no gradiente da função com os parâmetros a ajustar).

- As funções periódicas são particularmente adequadas a análises utilizando a transformada de Fourier.
- Na utilização desta ferramenta matemática é importante ter-se em conta algumas questões:
 - a) Qualquer função do tipo $y(t) = A \sin(\omega_0 t - \phi)$ pode ser reescrita como a soma de um seno e de um cosseno com a mesma frequência, ω_0 .
 - b) A alínea a) serve de inspiração para qualquer sinal periódico ser ajustável a uma soma de senos e cossenos.
 - c) Encontra-se os parâmetros utilizando uma estratégia semelhante à que se usa para encontrar os parâmetros nos ajustes lineares: para cada frequência considerada encontrar-se-ão dois parâmetros (coeficientes de Fourier) - o que diz respeito ao seno e aquele que diz respeito ao cosseno.
 - d) No decurso desta estratégia, e tendo em conta a alínea c) percebe-se que a taxa de aquisição deve ser tal que existam, pelo menos, dois pontos por cada período correspondente à frequência mais alta - Teorema de Nyquist.



- As funcionalidades do formalismo da Transformada de Fourier são variadíssimas. É possível utilizá-lo para:
 - a) Encontrar a potência média dos sinais.
 - b) Encontrar os espectros de potência dos sinais.
 - c) Calcular funções de correlação.
 - d) Calcular funções de coerência entre sinais.
 - e) Construir e aplicar filtros digitais sobre os sinais.