

# Passos para construir e caracterizar um sensor

Prof. Adilton Carneiro

# Tipo de medida desejada

- Deslocamento, velocidade;
- Distancia
- Pressão, força;
- Campo magnético;

# Conhecendo a medida física a ser realizada, escolher o sensor

**Sensor- é um elemento que transforma uma informação física em outra.**

- Força ou Pressão (Strain Gage (resistivo), capacitivo, piezoelétrico, etc);
- Deslocamento (Capacitivo, indutivo, resistivo, ótico, ultrassónico, etc);
- Campo magnético (resistivo, indutivo, etc)

# Após escolher o sensor

- Deverá conhecer suas características
- Ex: Strain gage: Material resistivo que tem sua resistência variada quando lhe é submetido um stress. Ou seja, transforma força em variação da resistência;

# Com o sensor em mãos e sabendo de suas características, hora de construir o transdutor;

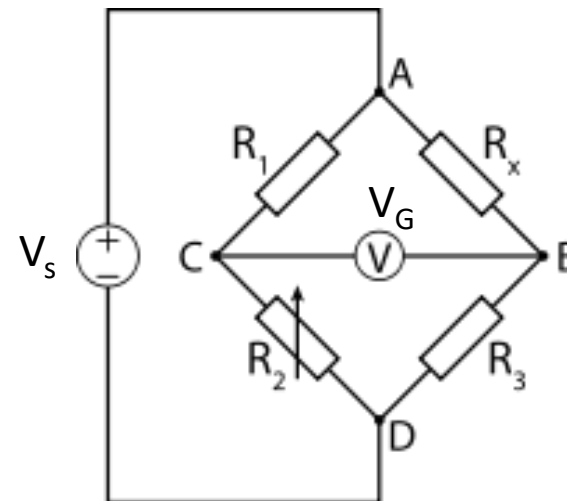
- Qual deve ser a sensibilidade que vc precisa, ou seja, qual vai ser a saída do transdutor por peso (ex: mV/Kgf)?
- Qual a resolução que vc precisa, ou seja, qual a menor força que vc deseja medir? A resolução poderá ser estimada pela variação do instrumento. Ou seja, a resolução do seu instrumento, será aprox. igual ao desvio na medida.

# Sensibilidade do transdutor

- Está relacionado com o ganho do seu instrumento;
- Ex: Suponha que ao aplicar 10 Kgf na sua célula de carga e sua variação da resistência será 1 OHMS. Nesse caso, a voltagem na saída da célula será 0,1 Ohms \* Voltagem de alimentação. Se a alimentação for 5V, a tensão na saída do célula será 0,5 Volts. Ou seja sensibilidade (C) do transdutor com posto de apenas o célula de carga é de **20 Kgf/Volts**

$$V_G = \left( \frac{R_3}{R_3 + R_x} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_s$$

$$V_G = R_{eq} * V_s = 0,1 * 5 = 0,5 \text{ V}$$



célula de carga: sensor de força na configuração de ponte de Wheatstone construído com sensor strain gage

# Sensibilidade do transdutor

Qual deve ser a sensibilidade do seu transdutor para que o peso máximo permitido seja 10 Kgf ?

- Para responder essa pergunta, vc deve conhecer a faixa da tensão de entrada do seu sistema de digitalização.
- Considerando que vc vai usar o microcontrolador Arduino, cuja entrada do ADC é de 0- 5 Volts, qual será a sensibilidade do transdutor?
  - 0 Kgf → 0 Volts
  - 10 Kgf → 5 Volts
  - Sendo a saída da célula de carga linear, então a **sensibilidade (C)** será  $C = \text{Força} / \text{tensão} = 2 \text{ [Kgf/Volts]} \cdot V_G$
- Nesse caso, será necessário dar um Ganho (G) no sinal de saída da célula de carga de 10 vezes.

$$G = \text{Sensibilidade do sensor} / \text{sensibilidade do transdutor} = 20 / 2 = 10$$

# Resolução do transdutor

A resolução de uma medida depende da resolução do ADC e do erro total intrínseco a medida; Para estimar a menor resolução do transdutor, você precisa conhecer a resolução de digitalização do ADC a ser usado.

- Resolução do ADC do Arduino UNO = 10 BITS, ou seja, 1024 níveis de digitalização ( $2^{10}$ );
- Menor valor a ser digitalizado com esse ADC será  $\Delta V/1024 = (5-0)/1024 = 0,0049$  Volts. Logo a resolução mínima na medida da força será  $R = C * \Delta V/1024 = 10 * (5-0)/1024 = 0,049$  Kgf = 49gf;
- Ou seja, com esse transdutor, não será possível medir forças menores que 49 gf.
- Considerando que ainda tem os limites dos erros e ruídos inerentes, a Resolução do transdutor deverá ser estimada como sendo igual ao desvio padrão na medida. Ou seja, repetir um conjunto de medidas e calcular o desvio padrão .
  - $R \approx \text{desvio padrão}$



# Caracterizando o Transdutor

## As 5 principais características do transdutor

- **Sensibilidade:** Usar um conjunto de amostras conhecidas (massas conhecidas) ou uma balança calibrada para levantar a curva de sensibilidade ( **tensão de saída do seu transdutor versus os valores de massas**);
- **Resolução:** Repetir a medida pelo menos 10 vezes em uma das amostras e calcular o desvio padrão. **Resolução = desvio padrão**;
- **Histerese:** realizar a medida adicionando massas e em seguida reduzindo as massas. Plotar gráfico da saída do transdutor versus massas par todas as medidas de subida e decida das massas;
- **Linearidade:** Verifica se a saída do transdutor é linear com a massa para toda a faixa desejada (0 – 10 Kg);
- **Resposta em frequência:** Se o valor da força oscilar, para que frequência ( $f_c$ ) a amplitude de saída do transdutor reduzirá a metade.

