

# Atividade 1 - ES704

March 12, 2023



# UNICAMP

Nome:

Isabelle Miki Ikuno

Mateus José de Sousa Goto

Nuno Kuschnaroff Barbosa

Pedro Henrique Limeira da Cruz

Ra:

173336

241559

242616

215663

## Sistema Geral de Medição

De forma geral, um sistema de medição possui os seguintes estágios:

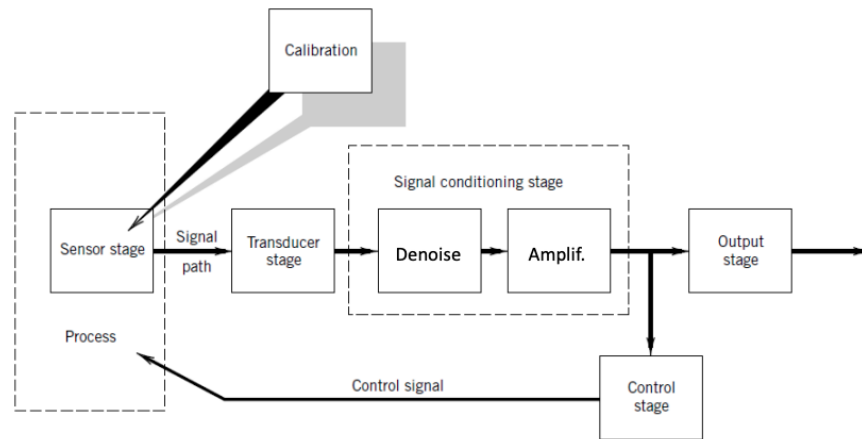


Figure 1: Sistema de Medição Genérico

Quando analisamos o problema em questão, temos que:

- **Sensor** → **Substrato Piezorresistivo**: Pois o papel do sensor é detectar a mudança em quantidades físicas que, nesse caso, é representado pela deformação e subsequente mudança na resistividade do material.
- **Transdutor** → **Ponte de Whetstone**: Pois o papel do transdutor é a conversão de sinais (que no nosso caso converte de resistência para tensão).
- **Calibração** → **processo de calibração estática**: Processo onde aplicam-se excitações de entrada conhecidas e, após a estabilização do sistema, mede-se a saída do sistema. Neste caso, aplica-se forças controladas na matriz tátil a partir de células de carga e então seu sinal é registrado, posteriormente, na saída.
- **Signal Conditioning** → **N/A**: Não está necessariamente presente descrito no problema, mas poderia ser utilizado um amplificador de sinais como um *hx711*, tendo em vista que a variação de tensão de uma ponte de Whetstone tende a ser pequena.
- **Output Stage** → **Módulo de Aquisição de Sinais**: Tendo em vista que o output stage tem por função armazenar ou indicar o sinal de interesse, após quaisquer tratamentos (se necessários).
- **Controle** → **N/A**: Não especificado.

## Variáveis

As variáveis do sistema podemos ser divididas em:

- **Dependente:** Depende de outros fatores/variáveis.
- **Independente:** Independe de quaisquer outras variáveis.
- **Controlada:** Variável a qual seu valor é controlada durante o processo.
- **Não-Controlada:** Variável a qual seu valor *não* é controlada.
- **Externa:** Variável não-controlada, que pode vir a gerar ruído e interferências nas medições.

Temos, a seguir, uma lista das principais variáveis do processo de medição e suas respectivas classificações.

Classificação	Nome	Descrição
<b>Independente / Controlável</b>	Força	A força que é aplicada sobre o sistema.
<b>Dependente</b>	Deflexão	Deflexão do substrato e do condutor piezorresistivo
<b>Dependente</b>	Resistência	Resistência elétrica do condutor piezorresistivo, dependente da deflexão do substrato.
<b>Dependente</b>	Tensão de Saída do Transdutor	Depende da tensão de alimentação, resistência do piezorresistor, por conseguinte, da deflexão e forças aplicadas sobre o substrato.
<b>Externa</b>	Temperatura	Temperatura do ambiente, e por conseguinte a temperatura do circuito elétrico, que influencia na resistência elétrica.
<b>Externa</b>	Alimentação Elétrica	Influencia as medições de tensão de saída do transdutor (ponto de Whetstone).

Table 1: Caption

## Calibração Estática x Dinâmica

A calibração estática aplica uma entrada no sistema e o relaciona, após a extinção do comportamento transiente, a um valor de saída, gerando uma relação direta  $y = f(x)$ .

Já a calibração Dinâmica aplica uma entrada no sistema e analisa uma resposta transiente, o que possibilita uma resolução temporal, espacial e espectral.

## Caracterização do sistema - Curve Fitting

Antes de aplicar qualquer método de curve fitting, é necessário identificarmos o comportamento que o sistema possui. Para fazer isso, primeiro realizamos um scatter plot (como visto no primeiro gráfico) para entendermos a tendência dos dados coletados. Verificamos, então, que o sistema possui um comportamento polinomial de segundo grau do tipo  $y = p_1x^2 + p_2x + p_3$ .

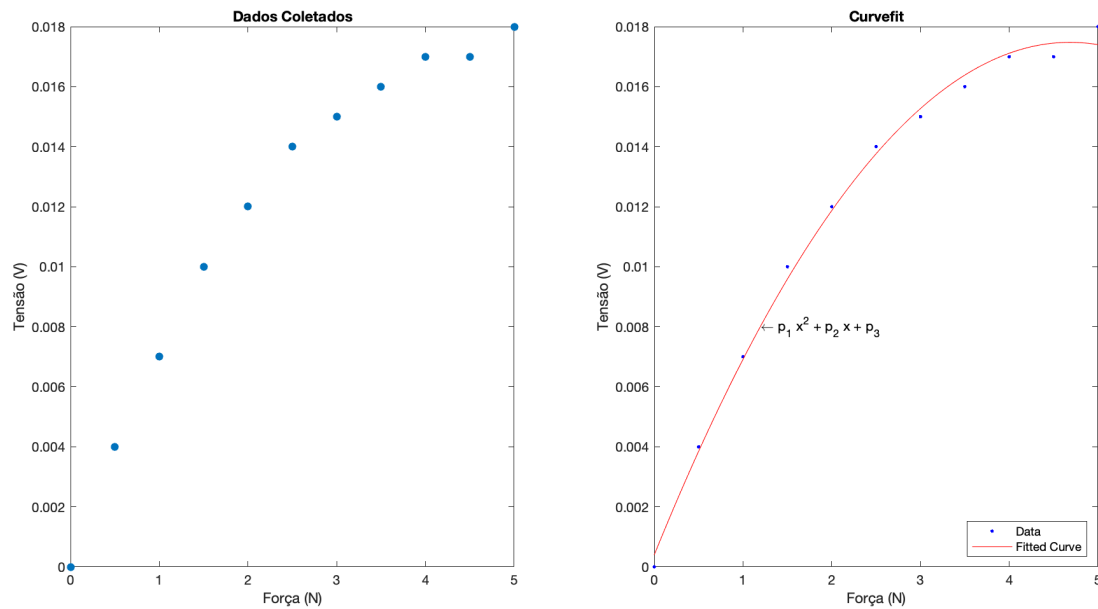


Figure 2: Curva de Calibração Estática

Após o curve fitting temos, com o coeficiente de determinação  $R^2 = 0.95$ , os seguintes valores para o polinômio:

$$\begin{cases} p_1 &= -7.786 \times 10^{-4} \\ p_2 &= 7.293 \times 10^{-3} \\ p_3 &= 3.986 \times 10^{-4} \end{cases}$$

Temos, além disso, as seguintes características da calibração estática feita:

- **Sensibilidade estática:**  $\frac{dV}{dF} = -1.557 \cdot 10^{-5}x + 7.293 \cdot 10^{-3}$
- **Faixa dinâmica de entrada:**  $0.0 \leq F \leq 5.0N$
- **Faixa dinâmica de saída:**  $0.000 \leq V \leq 0.018V$