

**Universidade Federal de Campina Grande**  
**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**  
**Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica**

**Instrumentação Eletrônica**  
**Prof. Jaidilson Jó da Silva**

**Experimento 4: Medição de deformação com strain-gauge**

**Data:18/09/2024 Aluno:**  
**Rogério Moreira Almeida**

## **1. INTRODUÇÃO**

### **Strain Gauge**

A deformação refere-se à alteração relativa no comprimento de um componente ou estrutura quando submetido a tensão. Essa alteração pode ser uma extensão (alongamento) ou uma contração (compressão). A deformação pode ocorrer devido a forças ou momentos aplicados a uma estrutura (deformação mecânica) ou por expansão térmica em resposta a variações de temperatura. A medição indireta de força através de sensores de deformação é utilizada para determinar a deformação mecânica. Frequentemente, a deformação é monitorada para avaliar a tensão de um material através da tensão mecânica. Além disso, a medição da deformação pode fornecer informações sobre a força que provoca essa deformação.

Quando um sensor de deformação é aplicado a uma superfície, ele se distorce ou se flexiona junto com essa superfície, resultando em uma variação na resistência elétrica proporcional à deformação. Uma fórmula específica é então utilizada para converter essas variações de resistência em uma leitura precisa de tensão. Os sensores de deformação estão disponíveis em diferentes configurações; a escolha do tipo adequado depende da direção da deformação principal, do tipo de deformação a ser medida e da área de medição desejada.

## **2. SISTEMA DE MEDIÇÃO**

O experimento teve como objetivo medir através do strain-gauge a deformação em uma barra de alumínio causada pela fixação de pesos em sua extremidade, e com isso levantar sua curva Deformação versus Força e encontrar o polinômio que a descreve. Nos experimentos realizados foram utilizados dois extensômetros na configuração de ponte 1/2, o que facilitou a detecção da deformação do que quando utilizados isoladamente. Os extensômetros são colocados em lados opostos da barra de alumínio para adicionar sua contribuição ao resultado final. Observe que, mesmo nesta configuração, a intensidade do sinal de saída é muito baixa, portanto, um estágio de amplificação ainda é necessário.

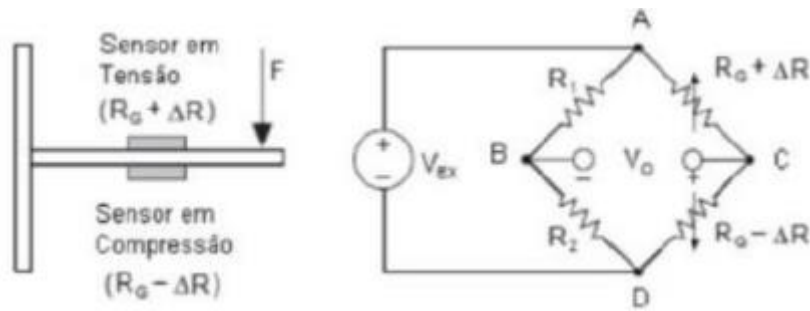


Figura 1: ligação dos extensômetros em meia ponte.

### 3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Na aula referente ao experimento, o professor exibiu a realização do experimento. Pode-se ver uma bancada a qual o sensor de meia ponte que foi implementado unido em uma haste de metal estava conectada, a conexão e a aquisição de dados foram feitas pelo computador, com a utilização do software LabVIEW, o qual contém uma interface gráfica que permite a observação dos valores. Após conectar o sensor para a aquisição de dados, a partir de um sinal digital, foram colocados pesos de 5g em 5g até 50g logo após o peso foi aumentado de 10g em 10g até 100g e posteriormente o peso foi acrescido de 25g até completar 300g para que fosse possível gerar um gráfico dependente do peso. Os resultados medidos puderam ser acompanhados em tempo real, com isso foi possível obter os dados para posteriormente relacionar em um gráfico e entendermos melhor os funcionamentos.

### 4. MODELO MATEMÁTICO OBTIDO

A partir dos dados disponibilizados na Tabela 1 foi possível obter o modelo matemático, para tanto foi utilizado o software MATLAB [1], o modelo calculado tem a forma de uma função polinomial do primeiro grau. Na figura 2 está o gráfico o modelo da deformação em função da força.

$$f(f) = 269,2f + 14.07$$

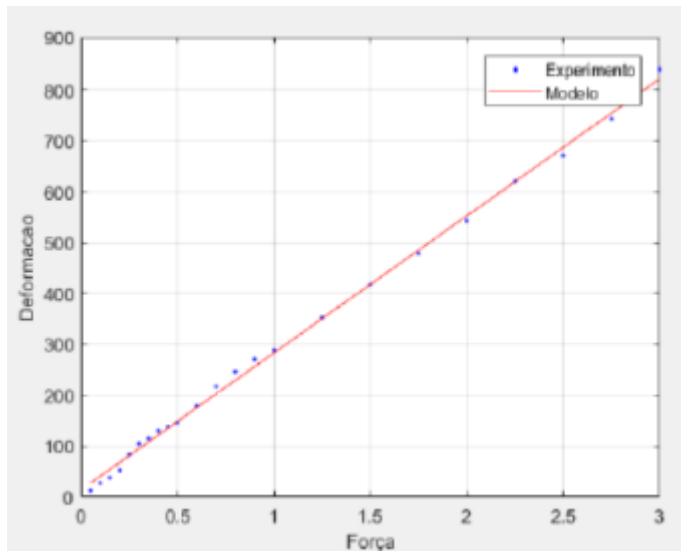


Figura 2: modelo da deformação em função da força.

## 5. QUESTÕES PROPOSTAS

1) Demonstre as expressões que determinam  $V_0$  na ponte de Wheatstone com:

a. Um extensômetro (1/4 de ponte).

Considerando o diagrama da figura 3 para o cálculo, temos:

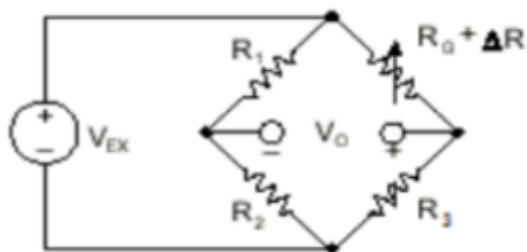


Figura 3: modelo da deformação em função da força.

$$R_1 = R_2$$

$$V_b = V_{ex}/2$$

$$R_4 = R_g$$

$$R_3 = R_g + R$$

$$V_c = (R_g(2R_g + \alpha R_g)) * V_{ex} = (1(2 + \alpha)) * V_{ex}$$

$$V_o = V_c - V_b = (1(2 + \alpha) - 12) * V_{ex}$$

b. Quatro extensômetros (ponte completa).

Considerando agora o diagrama da figura 4 para o cálculo, temos:

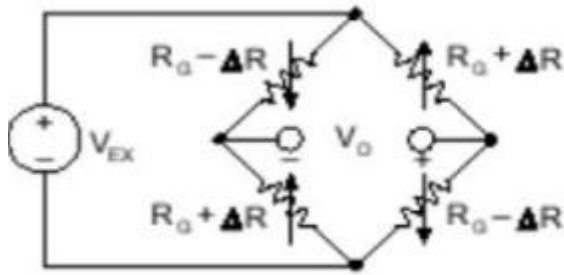


Figura 4: modelo da deformação em função da força.

$$R_1 = R_g - R$$

$$R_2 = R_g - R$$

$$R_3 = R_g - R$$

$$R_4 = R_g - R$$

$$V_b = V_{ex} \cdot R_g - R_2 R_g$$

$$V_c = V_{ex} \cdot R_g + R_2 R_g$$

$$V_0 = V_c - V_b = (R_g + R_2 R_g - R_g - R_2 R_g) V_{ex} = R R_g V_{ex} = k \epsilon V_{ex}$$

## 6. CONCLUSÃO

Com base nas discussões da aula, o experimento demonstrou a eficácia dos strain gauges na medição de deformações. Além disso, evidenciou a importância de compreender o funcionamento desses sensores em situações de pequenas variações, o que requer a implementação de circuitos amplificadores para melhorar a precisão dos dados. Através da medição da deformação, foi possível correlacionar a deformação com a força aplicada, permitindo a formulação matemática da relação entre tensão e angulação.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] MATLAB, “Curve Fitting,” [Online]. Available:

<https://www.mathworks.com/help/curvefit/curve-fitting.html>.

[2] M. Portnoi, “Extensometria: história, usos e aparelhos,” [Online]. Available: <https://www.eecis.udel.edu/~portnoi/academic/academic-files/extensometria.html>. [Acesso em 18 setembro 2024].

[3] “Extensometria (Strain Gauge) – O que é? Quando utilizar?,” [Online].

Available: <https://ensur.com.br/extensometria-strain-gauge-o-que-e-quando-utilizar>. [Acesso em 18 setembro 2024].