

CONSTRUÇÃO DE UMA BALANÇA COM UTILIZAÇÃO DE STRAIN GAGE EM PONTE DE WHATSTONE – CRICTE 2013

Djovani Ziegler Girardi

Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Pampa
djovani.girardi@gmail.com

Erick Medeiros

Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica . Universidade Federal do Pampa
erickmeed@gmail.com

Tonilson de Souza Rosendo

Professor Dr. adjunto Universidade Federal do Pampa
tonilson@gmail.com

Resumo. *A aplicação de transdutor contendo elemento elástico e ponte de Wheatstone (PW) com strain gages (SG) é muito utilizada em balanças de pequeno e médio porte, sendo aplicado também em balanças de grande porte, como medição de peso de veículos, cargas de caminhões, etc. Este artigo detalha o projeto de construção de uma balança para apresentação à disciplina Análise Experimental de Tensões. O projeto tem como objetivo a construção de um dispositivo para avaliação experimental de massa com a utilização de strain gage (SG) em PW e um dispositivo de amplificação de sinais. Os SG's foram dispostos no ponto de maior deformação de um elemento elástico sob flexão com uma ligação de ponte inteira na PW. Com esse modelo de transdutor foi possível medir a deformação no elemento elástico e então calcular a carga aplicada com uma precisão bastante significativa.*

Palavras-chave: Balança; Strain Gage; Ponte de Wheatstone.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento histórico da balança é fortemente dependente das necessidades de seu emprego. A sensibilidade foi um

parâmetro crucial no desenvolvimento de balanças capazes de detectar menores variações de massa. Estas por sua vez foram consequência da invenção dos extensômetros de resistência elétrica(ERE).

2. FABRICAÇÃO E MONTAGEM DA BALANÇA

Para fabricação foram utilizados os seguintes materiais: Cantoneiras de aço, lâmina de aço mola, parafusos sextavados, vidro, viga prismática para engaste da lâmina e para a base de aplicação da carga.

Com os materiais disponíveis selecionados, pode-se definir a geometria mais adequada para o dispositivo, sendo esta desenhada no SolidWorks e renderizada no PhotoView 360. Este desenho é mostrado na figura 1, juntamente com o desenho do elemento elástico representado na Figura 2.

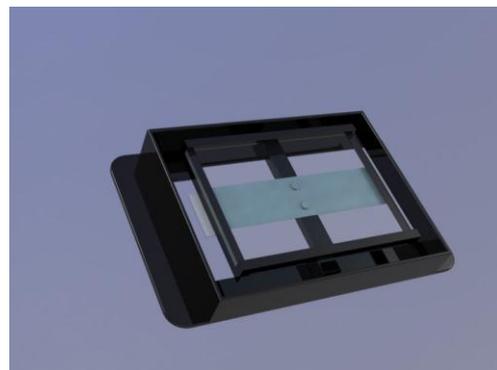


Figura 1 - Projeto Inicial no SolidWorks.

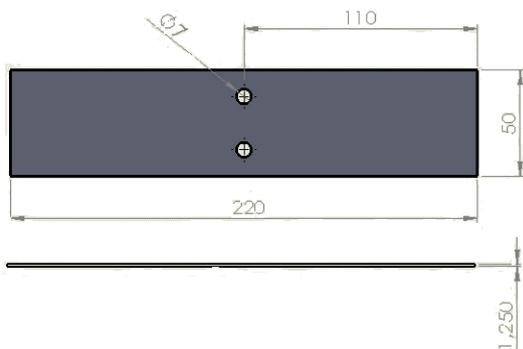


Figura 2 - Dimensões em Milímetros do Elemento Elástico.

Com as dimensões da figura 2, o elemento elástico foi preparado para a instrumentação. Foram definidos os pontos de fixação dos 4 SG's que compoem a ligação de ponte inteira na PW, dois SG's um de cada lado na parte superior da lâmina (sob tração) e dois SG's um de cada lado na parte inferior (sob compressão). A distância dos pontos ao engaste no eixo fixo é de 10 mm.

As figuras 3 e 4 mostram a posição dos SG's e a balança após a montagem, respectivamente, a última pronta para os testes e calibragem.

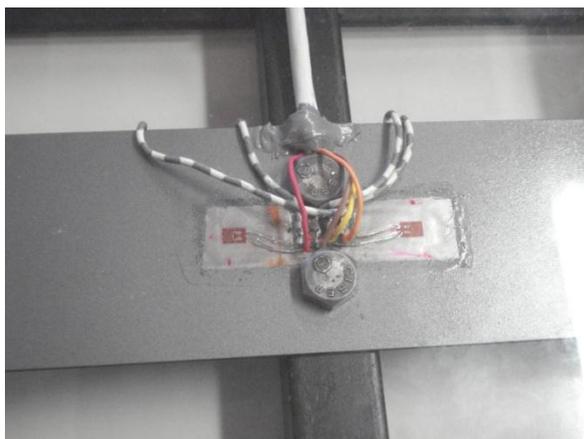


Figura 3 - Posição dos SG's superiores no elemento elástico.

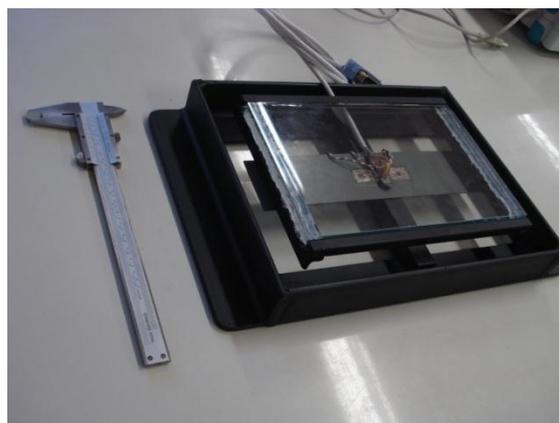


Figura 4 - Balança após as fases de fabricação e instrumentação concluídas.

3. CALIBRAÇÃO E RESULTADOS

Para a calibragem foram utilizados: notebook com o programa computacional Catman devidamente instalado, o condicionador de sinais (Spider), cabeados, pesos padrão de massa, paquímetro e trena.

3.1 Curva de Calibração

A calibração ou ajuste da curva de deformação x peso padrão ,seguiu segundo metodologia direta de ajuste de curva através da planilha de cálculo Excel.

Foram utilizados pesos padrões colocados de 100 g em 100 g, e anotados os valores de deformação correspondentes.

A seguir é apresentado tabela 1 e figura 5 correspondente de calibração, juntamente com o ajuste de curva por uma função linear, que apresentou valor de $R = 1$, equivalente a 0% de erro no ajuste.

Tabela 1
Calibração com pesos padrões.

Massa padrão {g}	Deformação {µm/m}	
	Carregamento	Descarregamento
0	0	0,17
100	15,6	15,71
200	31,3	31,37
300	46,9	47,029
400	62,57	62,629
500	78,23	78,28
600	93,83	93,94
700	109,48	109,6
800	125,14	125,25
900	140,8	140,91
1000	156,34	156,57
1100	172,05	172,2
1200	187,6	187,8
1300	203,2	203,2

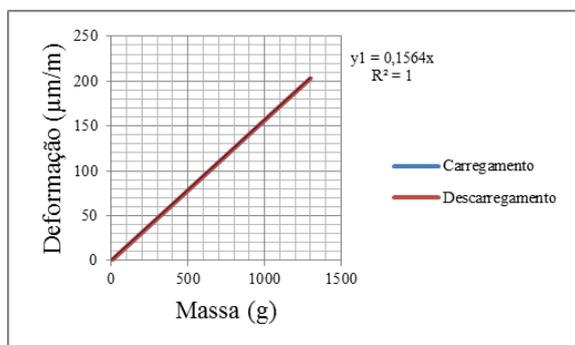


Figura 5 - Calibração da Balança. Curva deformação X massa.

Através da função de carregamento:

$$y_1 = 0,1564.X \quad (1)$$

tem-se a função de transferência, deformação em função da massa. Com uma simples adequação temos:

$$x = \left(\frac{1}{0,1564}\right).y_1 \quad (2)$$

Trazendo para as denotações utilizadas anteriormente:

$$M = \frac{1}{0,1564} \varepsilon \quad (3)$$

A função de descarga é tecnicamente igual a de carga, o que configura uma

histerese desprezível se analisada graficamente.

Aplicando a equação 3 como função de transferência final da balança, se mediu valores de massas desconhecidas com o dispositivo construído e comparou-os com os valores obtidos por uma balança comercial de precisão. O resultado está disposto na tabela 2 a seguir.

Tabela 2
Comparação entre balança construída e balança comercial.

Balança comercial	Balança construída	Erro Abs (g)	Erro Rel %
311,4g	311,65g	0,25	0,080282
143,4g	143,5g	0,1	0,069735

3.2 Limite de Carga

Como todo o instrumento de medida, o mesmo possui um fundo de escala, ou limite máximo de operação. No caso do dispositivo (balança) utilizou-se como critério de carga admissível a mesma que realiza deflexão suficiente para que as partes físicas da parte superior onde é posicionada a carga e a parte inferior se encostem, ocasionando medição errônea.

Para esse cálculo fez-se o uso do modelo de flecha máxima de uma viga engastada em sua extremidade, que pode ser comparada analiticamente ao dispositivo se a massa a ser medida for totalmente apoiada na extremidade longitudinal da parte superior.

Portanto pela equação da flecha:

$$y_{\text{máx}} = \frac{F.L^3}{3.E.I} \quad (4)$$

Onde:

L = 90,5 mm;
E = 210 GPa;
I = 8,1380mm⁴

Através de constatação visual verificou-se que a deflexão máxima será em torno de 10 mm, distância essa em que folha de vidro começa a interferir fisicamente no cabeamento do dispositivo.

Temos então pela equação da flecha máxima a Força equivalente para uma deflexão $y = 10$ mm, igual a: $F = 69$ N. Correspondendo a aproximadamente a 7 kg de massa sobre o prato da balança.

4. CONCLUSÃO

A comparação do dispositivo construído com a balança de precisão comercial através das massas desconhecidas mostrou a consistência da precisão do dispositivo, através desses dados pode-se concluir que a balança construída foi um sucesso. Não só o erro de medição é baixo (0,08% o mais alto), mas como também apresentou uma curva de histerese imperceptível graficamente.

Também se conclui que para a mesma configuração do dispositivo, duas ligações em $\frac{1}{4}$ de ponte seriam suficientes para aferir com precisão valores de massa sobre o elemento elástico,

visto que a única configuração em $\frac{1}{2}$ ponte disponível do condicionador de sinais não permite a média de deformações, mas somente a subtração dos valores de deformações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. SILVA, R. M.; AFONSO, J. C. **A evolução da balança analítica**. Instituto de Química. UFRJ. Rio de Janeiro – RJ. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000600030>. Acesso em: 16/03/2013.
- [2]. **Medições de deformações com strain gages: Guia pratico**. National Instruments. Disponível em: <<http://www.ni.com/white-paper/7130/pt>> . Acesso em: 15/03/2013.
- [3]. WILLIAN, B. **Instrumentação e Controle**. Ed. Hemus. São Paulo – SP.
- [4]. F. P. Beer, E. R. Johnston Jr. **“Resistência dos Materiais”**, 3ª ed., São Paulo: Pearson Makron Books, 1995.