



EXTENSÔMETROS EM ENGENHARIA MECÂNICA: TEORIA E APLICAÇÕES

Luiz André Silva Evangelista – e-mail: luansiev@hotmail.com

UNISANTA - Universidade Santa Cecília
Departamento de Pós Graduação
Rua Cesário Mota N.8 Bloco F sala 113,
CEP –11045-040 Boqueirão, Santos – SP

Maria Cristina Pereira Matos - e-mail: cris_matos@uol.com.br

UNISANTA - Universidade Santa Cecília
Departamento de Pós Graduação
Rua Cesário Mota N.8 Bloco F sala 113,
CEP –11045-040 Boqueirão, Santos – SP

Resumo:

Este artigo que têm como principal objetivo apresentar a teoria dos extensômetros resistivos e algumas de suas aplicações na área de engenharia mecânica. Não é intenção do autor fazer uma abordagem extensiva do assunto. A meta é, pelo menos, possibilitar aos estudantes e profissionais da área de engenharia mecânica adquirir algum conhecimento dessa importante tecnologia. Portanto, procurou-se dar a este artigo um enfoque mais pedagógico de modo a facilitar a compreensão do extensômetro e do seu funcionamento.

Palavras-chave:

Extensômetro resistivo. Capacidade de deformação elástica.

1. INTRODUÇÃO

Quando uma tensão (mecânica) é aplicada em um corpo ele pode adquirir uma deformação e, por razões técnicas ou de projeto, é importante conhecer o grau ou intensidade dessa deformação. Normalmente, não se faz a análise de uma deformação de forma direta. Procura-se estabelecer uma relação entre a tensão aplicada e a deformação resultante de tal modo que, através de métodos matemáticos e procedimentos de medições, seja possível obter os resultados desejados.

Existem diversos tipos de procedimentos práticos para se fazer medições de deformações, dentre outros pode ser citados os seguintes (Doebelin, 1990):

- Métodos utilizando extensômetros resistivos
- Métodos mecânicos

Neste artigo será comentado o primeiro desses métodos por ser o mais economicamente viável e por apresentar uma excelente precisão e uma ótima capacidade de responder a tensões dinâmicas (variáveis no tempo).

2. O QUE É UM EXTENSÔMETRO RESISTIVO?

Trata-se de um sensor elétrico cujo princípio de funcionamento é baseado na variação da resistência quando submetido a uma deformação. Essa variação de resistência pode ser medida com precisão e correlacionada com o valor da tensão aplicada e com a deformação resultante devido à mesma.

Constitui-se essencialmente de uma grade metálica sensível, ligada a uma base que se cola à peça ou estrutura que se deseja monitorar. O fio sensível tem, na maioria dos extensômetros, um diâmetro aproximado de 0,01mm e é constituído por ligas metálicas especiais (por exemplo, uma liga de constantan com 55% de cobre e 45% de níquel).

A grade fica embebida entre duas folhas de papel ou dentro de uma fina película de plástico. Nas extremidades do fio sensível estão soldados dois outros de maior diâmetro que constituem o elemento de ligação do extensômetro ao circuito de medição (estas extremidades são denominadas de abas do extensômetro). A Figura 1 a seguir ilustra um extensômetro típico.

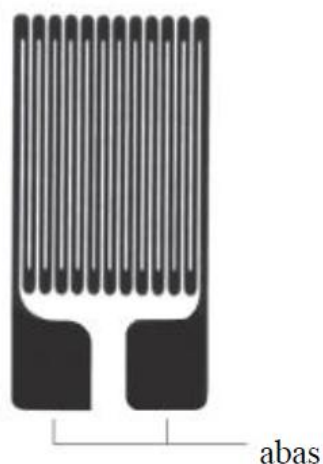


Figura 1 - Extensômetro típico e abas de soldagem.

Existem dois tipos básicos de extensômetros: Wire gage: extensômetro de fio; Foil gage: extensômetro de lâmina.

3. EXTENSÔMETROS DE RESISTÊNCIA ELÉTRICA

Comercialmente encontra-se ampla variedade de extensômetros de resistência elétrica (ERE), que são sensores cuja resistência elétrica varia segundo a deformação por eles sofrida.

Quando colados na superfície de engrenagens, máquinas, eixos, mancais, enfim, em estruturas de grande ou pequeno porte eles têm condições de mensurar finíssimas variações dimensionais que possam ocorrer; variações estas, conhecidas como deformações mecânicas.

Determinando-se as deformações na estrutura, é possível estimar o grau de tensão a que ela foi submetida. Então, o conhecimento da amplitude da deformação é um fator de fundamental importância na determinação da força e preservação da segurança na execução de projetos científicos nas mais diferentes áreas do conhecimento humano.

Em engenharia os ERE mais utilizados são os do tipo folha, os quais são encontrados nas mais variadas dimensões, desde pequenos comprimentos tais como 0,2 mm até 250 mm.

As resistências elétricas típicas que tais ERE comerciais apresentam, possuem os seguintes valores: 60 Ω , 120 Ω , 350 Ω , 500 Ω e 1000 Ω .

Algumas características básicas da configuração de um extensômetro do tipo folha são mostradas na figura 1. Nesta figura são mostradas as indicações de referência de alinhamento a quarenta e cinco graus, os terminais de retorno da grade, os referenciais de centro de grade, a configuração da grade interna, a delimitação do comprimento da grade, o comprimento da base para a soldagem dos terminais e a linha da grade externa.

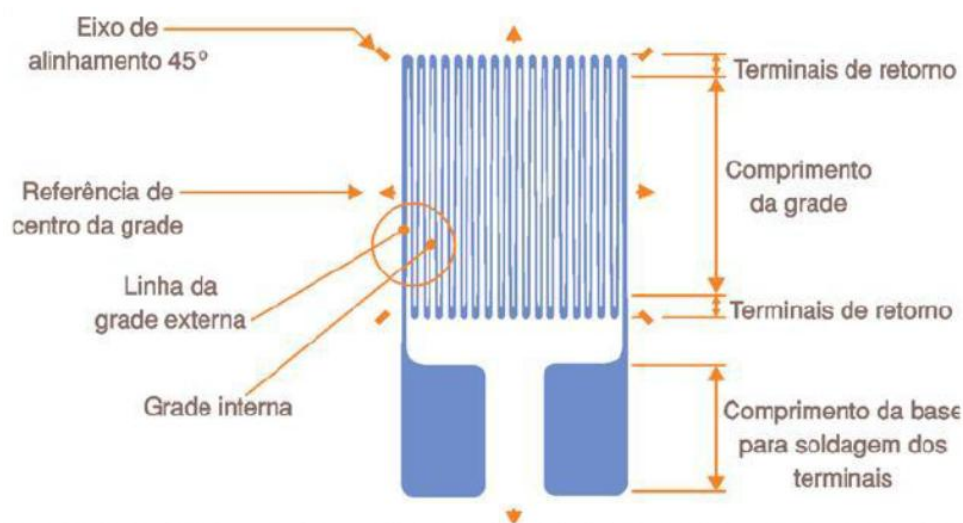


Figura 2 – Características de um Extensômetro de Resistência Elétrica com grade sensora longitudinal.

No caso de sensores de pressão, quando se utiliza um diafragma circular como elemento de mola, as deformações são, principalmente, radiais e tangenciais. Com o propósito de determinar tais deformações uma configuração de grade típica apresenta orientações nestas direções.

A figura 3 ilustra um extensômetro tipo folha comercial com esta configuração, destinado às aplicações em sensores de pressão providos de diafragma circular.

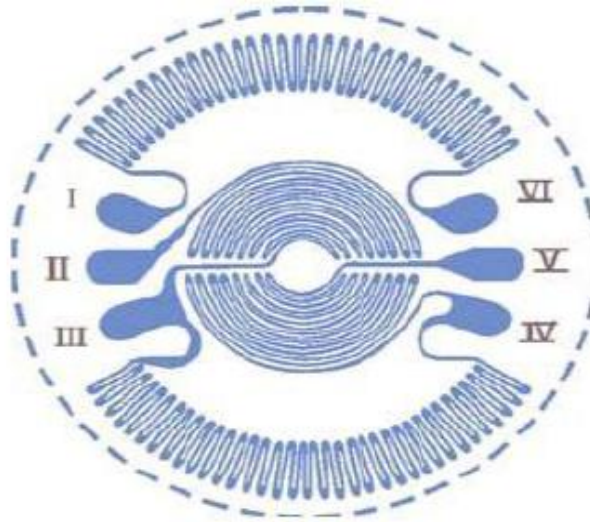


Figura 3 – Extensômetro de Resistência Elétrica para sensores de pressão.

4. CODIFICAÇÃO

O sistema de codificação dos extensômetros de resistência elétrica abrange as características do sensor desenvolvido, no que se refere às seguintes grandezas: resistência elétrica, comprimento de grade, designação, modelo do sensor, compensação de temperatura e fiação.

Um exemplo de codificação comercial é: **KFG-5-350-C1-11 L 30C 2 S**

Nesta codificação os dígitos alfanuméricos apresentam a seguinte significação:

KFG - indica a designação (para uso geral, ou alta temperatura, ou a prova d'água);

5 - comprimento ativo da grade em mm (5 mm);

350 - resistência elétrica em ohms (350 Ω);

C1 - modelo, tipo de grade;

11 - autocompensação de temperatura (para aço, ou cobre, ou alumínio);

L - tipo de isolamento (vinil, ou poliéster);

30C - comprimento da fiação (30 cm);

2 - número de condutores de ligação (2 ou 3);

S - cor da fiação.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Uma explicação necessária refere-se ao processo de colagem do extensômetro num corpo de prova, onde esta quando feita por adesivo serve como um acoplamento mecânico e térmico entre o extensômetro e o corpo de prova.

Dessa forma, a resistência do adesivo deve ser suficiente para transmitir com exatidão a deformação experimentada pelo corpo de prova e deve possuir características de condutividade e expansão térmica compatíveis com a aplicação. Se o adesivo encolher ou expandir durante o processo de cura, uma deformação aparente pode ser criada no sensor.



Uma ampla gama de adesivos está disponível para colagem de extensômetros a corpos de prova. Dentre eles, podem-se destacar o epóxi, o cimento de nitrato de celulose e os cimentos de base cerâmica. (Figliola e Beasley, 2007).

6. RESULTADOS

Todos os condutores apresentam um coeficiente de resistência elétrica em função da temperatura, isto evidentemente implica em que os extensômetros construídos com estes materiais apresentam uma variação da resistividade com a temperatura.

O problema é que esta variação de resistência é interpretada no extensômetro como sendo uma deformação mecânica, ou seja, a temperatura induz a uma deformação aparente. Esta é uma das mais sérias fontes de incertezas na prática de medição de deformações estáticas com extensômetros de resistência elétrica.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os extensômetros de resistência elétrica colados apresentam condições de operação limitadas a um nível máximo de deformação para que continuem operando no regime elástico e, conseqüentemente, não apresentem deformações permanentes. Tal nível máximo de deformação se deve: às características próprias da grade, à natureza da liga do qual é composto, do constituinte da base e do tipo de adesivo. Extensômetros de alto desempenho com base reforçada em fibra de vidro, usualmente, são limitados a uma deformação máxima de 2%. Extensômetros autocompensados, de uso geral, com grades de cobre-níquel, normalmente, são capazes de mensurar deformações de até 5%.

8. REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, C. K., SADIKU, M. Fundamentos de Circuitos Elétricos, 1ª ed, BOOKMAN, Porto Alegre, 858p, 2004.
- BORGES, M. R. *Otimização de um medidor portátil de tensões residuais*. Florianópolis, 2000. Dissertação (Mestrado) – PPG-EMC Universidade Federal de Santa Catarina.
- BALBINOT, A.; BRUSAMARELLO, V. J. Instrumentação e Fundamentos de Medidas Volume 2, 1ª ed, LTC, Rio de Janeiro, 658p, 2007.
- FIGLIOLA, R.S. ; BEASLEY, D.E. Teoria e Projeto Para Medições Mecânicas, 4ª ed. Rio de Janeiro, Editora LTC, 466p, 2007.
- MANSUR, T. R. Análise Experimental de Tensões – Extensometria 1 st ed. Publicação Interna do SENAI-CETEL /FIEMG, Belo Horizonte, 60p, 1982.



STRAIN GAUGES IN MECHANICAL ENGINEERING: THEORY AND APPLICATIONS

Abstract: *This article that have as main objective to introduce the theory of Strain Gauge resistive and some of its applications in de area de mechanical engineering. It's not the author's intention to make an extensive approach of the subject. The goal is to at least allow students and professionals da area de mechanical engineering acquires some knowledge of this important technology. Therefore, we tried to give this article a more pedagogical de approach so as to facilitate the understanding of the strain gauge and its operation.*

Key-words: *Strain gauge resistive, elastic deformation Capacity.*