

SISTEMA PARA ANÁLISE DE TENSÕES POR FOTOELASTICIDADE

Montagner, D.S.S., Cavaco, M.A.M.
Universidade Federal de Santa Catarina,
Labmetro – Depto. de Engenharia Mecânica
Florianópolis, SC – Brasil
dss@labmetro.ufsc.br

Palavras Chave : Análise Experimental, Fotoelasticidade, Sistema Computacional

RESUMO

A vida útil de componentes mecânicos revela-se hoje como uma das características prioritárias para a indústria em geral, dessa forma torna-se clara a importância de se estudar novas técnicas para a análise estrutural de componentes.

Dentre as diversas técnicas de análise de tensões, o desenvolvimento dos métodos ópticos tem se tornado cada vez mais evidente a medida que a evolução dos equipamentos para análise de imagens propiciam resultados mais confiáveis. Aliado às técnicas experimentais, o aperfeiçoamento de modelos matemáticos tem demonstrado ser de grande eficácia na análise de estruturas possibilitando a identificação de parâmetros não obtidos experimentalmente.

A Fotoelasticidade é um dos métodos ópticos mais difundidos atualmente, conhecida como a ciência que estuda os efeitos físicos sobre a luz, devido a ação de tensões ou deformações em corpos elásticos transparentes, essa técnica disponibiliza a visualização de distribuição de franjas que representam ponto a ponto a diferença entre as tensões principais (Frocht, M.M., 1967).

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema computacional semi-automático para otimizar a análise de tensões através de uma técnica híbrida que une a Teoria da Fotoelasticidade com Funções de Tensão de Airy (Cavaco, M.A.M., 1990). O sistema visa oferecer maior confiabilidade nos dados coletados experimentalmente, possibilitando a implementação de um modelo matemático que represente com segurança os reais estados de tensão.

O mapa de franjas é obtido através da coleta de imagens de corpos de prova submetidos a carregamentos em um polariscópio. O sistema mapeia essa distribuição para propiciar o devido ajuste numérico que individualizará coeficientes de funções de tensões quantificando, em nós pré determinados, o estado de tensão local. O software oferece ao usuário o controle de parâmetros essenciais na escolha das funções de tensão.

De acordo com a Elasticidade Clássica (Timoshenko, S.P., Goodier), as seguintes condições de equilíbrio são impostas:

$$\tau_{r\theta} = 0 ; \quad \text{para as regiões de simetria da peça.} \quad (1)$$

$$\sigma_r = 0 ; \quad \text{para as regiões de contorno, caso não exista carregamento no local.} \quad (2)$$

Com isso torna-se necessário analisar os dados de forma a explorar estas condições da melhor maneira possível. Para tanto, o software possibilita o controle do sistema de coordenadas, sendo possível a escolha do sistema, bem como de sua origem. Como exemplo

desta aplicação, pode ser observado na Fig(1) a tela principal do programa que apresenta a distribuição de franjas de um disco carregado axialmente. No caso, foi arbitrado o sistema polar com origem no centro do disco, obtendo desta forma, maior proveito das equações de equilíbrio.

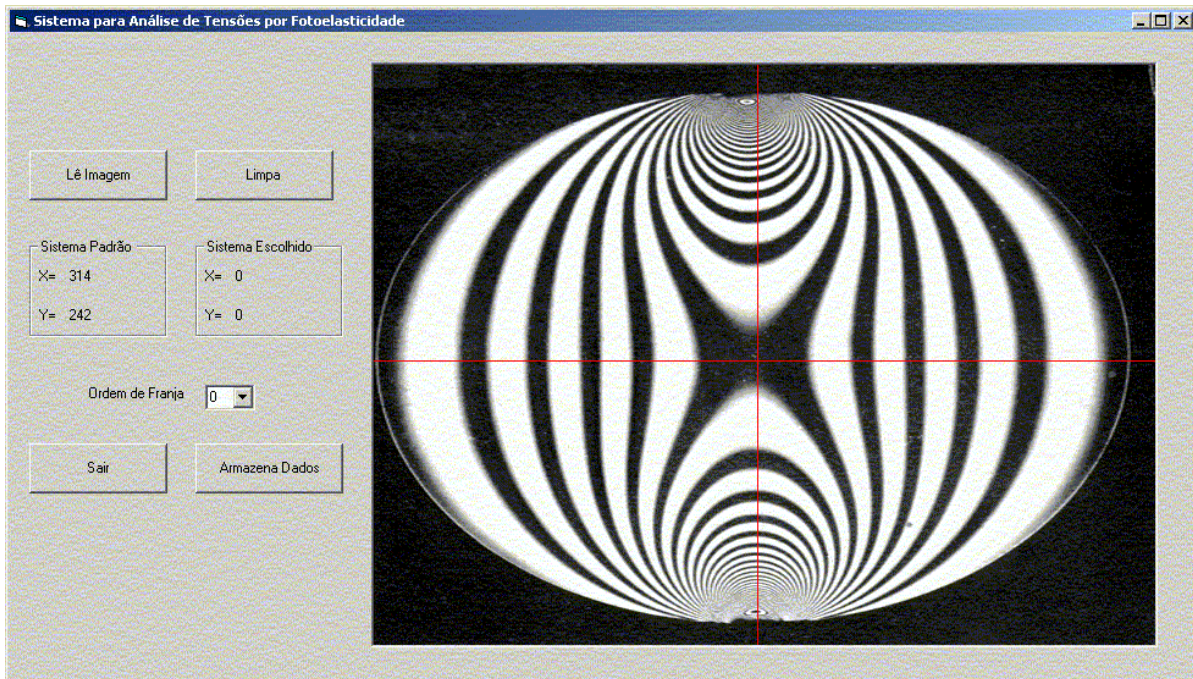


Figura (1). Tela Pricipal do Software

Já a Teoria da Fotoelasticidade estabelece que (Dally, J.W. e Riley, W.F., 1991):

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \frac{N \cdot f_\sigma}{t} = \sqrt{(\sigma_r - \sigma_\theta)^2 + 4 \cdot \tau_{r\theta}} \quad (3)$$

E considerando que as funções de tensão de Airy podem ser escritas da seguinte forma:

$$\sigma_\theta = H(r, \theta) \quad (4)$$

$$\sigma_r = G(r, \theta) \quad (5)$$

$$\tau_{r\theta} = F(r, \theta) \quad (6)$$

onde,

σ_1, σ_2 são as tensões principais;

σ_r, σ_θ e $\tau_{r\theta}$ representam o estado de tensão local

N é a ordem da franja;

f_σ é a propriedade fotoelástica do material; e

t é a espessura do modelo analisado.

Percebe-se a importância de obter experimentalmente com precisão a ordem de franja N e as coordenadas (r, θ) do ponto analisado, visto que f_σ e t são constantes facilmente obtidas. Através do software pode-se indicar a ordem de franja dos pontos estudados. As coordenadas e sua respectiva ordem de franja são enviadas a uma planilha eletrônica para serem, enfim, ajustados às combinações das funções de tensão de Airy, quantificando o estado de tensão local.

Dessa forma, torna-se clara a importância do uso desta ferramenta computacional para a otimização dos métodos de análise de tensões por fotoelasticidade. Possibilitando, não apenas dinamismo, mas principalmente maior confiabilidade na determinação de gradientes de tensões.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, através do projeto CTPETRO nº 466130/2000-7.

REFERÊNCIAS

- Cavaco, M.A.M., 1990, “Um Método Híbrido Fotolástico para Análise de Tensões”, Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, Brasil.
- Dally, J.W. e Riley, W.F., 1991, “Experimental Stress Analysis”, 3º ed, Ed. McGraw-Hill, United States.
- Frocht, M.M., 1967, “Photoelasticity”, vol II, John Wiley & Sons Inc, New York, United States of America.
- Timoshenko, S.P., Goodier, J.N., 1980, “Theory of Elasticity”, 3ºed, Ed. McGraw-Hill, United States.