

8º Congresso Nacional de Mecânica Experimental  
Guimarães, 21-23 de Abril, 2010

## TÉCNICAS DE CÁLCULO DE FASE APLICADAS À MECÂNICA EXPERIMENTAL

Monteiro, J.M.<sup>1</sup>, Lopes, H.M.R.<sup>2</sup>, Ramos, N. V.<sup>1</sup> e Vaz M.A.P.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Investigador INEGI/LOME,

<sup>2</sup> Prof. Adjunto, Instituto Politécnico de Bragança, Departamento de Engenharia Mecânica

<sup>3</sup> Prof. Associado, Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia,



### RESUMO

*Neste trabalho é realizado um estudo sobre o cálculo da distribuição espacial da fase com aplicação nas principais técnicas ópticas da Mecânica experimental: técnicas de Interferometria holográfica, Moiré interferométrico e caracterização de forma 3D. Todas estas técnicas para além de utilizarem a luz, para aceder à forma, ao deslocamento ou a deformação de objectos ou estruturas, recorrem também a métodos de cálculo de fase para melhorar a sua resolução, a qual, por sua vez, varia de técnica para técnica podendo em algumas delas ser ajustada ao problema em estudo.*

### 1- INTRODUÇÃO

As técnicas de interferometria holográfica e de processamento de imagem, permitem medir, sem contacto, o campo de deslocamentos na superfície de objectos difusos. Utilizando combinações de montagens ópticas com controlo por computador e registo em vídeo dos padrões de interferência é possível, recorrendo a rotinas de processamento de imagem, obter o campo das deformações ocorridas na superfície de objectos, Vaz (1996).

A elevada resolução destas técnicas, bem como o carácter global da medida permitindo o fácil acesso aos mapas de deslocamento, fazem com que estas

técnicas tenham ganho cada vez maior importância na Mecânica experimental.

Dentro destas técnicas temos a considerar a Interferometria holográfica, o Moiré interferométrico, a caracterização de forma 3D, etc. Estas técnicas utilizam a luz, com diferentes características, consoante a técnica, por forma a aceder aos mapas de deslocamento ou à deformação de objectos ou estruturas. No sentido de melhorar a resolução estas técnicas recorrem a diferentes métodos de cálculo de fase.

### 2- TÉCNICAS ÓPTICAS – FASE ÓPTICA

As técnicas interferométricas utilizam a sobreposição de duas ou mais

frentes de onda para criar a interferência. Quando uma, ou ambas, contêm informação sobre uma superfície difusa é possível caracterizar as alterações da superfície, correlacionando entre si frentes de onda registadas em instantes distintos, convertendo as diferenças de fase em variações de.

Os resultados de uma medição com Interferometria holográfica traduzem-se em imagens das superfícies em estudo codificadas por padrões de franjas de interferência. Em medições estáticas ou quase estáticas, a fase da interferência é determinada recorrendo às técnicas de modulação temporal de fase, designadas de salto de fase (*phase step* ou *phase shifting*). Na Fig 1 podemos ver o resultado obtido com a técnica de ESPI, Lopes (2007).

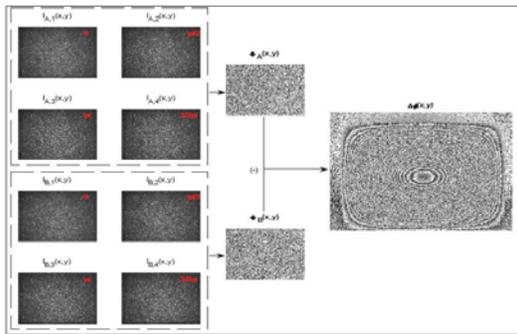


Fig. 1 Determinação do mapa de fase pela técnica de modelação temporal de fase.

Existem vários métodos para o cálculo da fase, a qual, por sua vez, varia de técnica para técnica podendo em algumas delas ser ajustada ao problema em estudo. Nas Figuras 2 e 3, Tavares (2009) são apresentados diferentes técnicas adaptadas a diferentes aplicações.

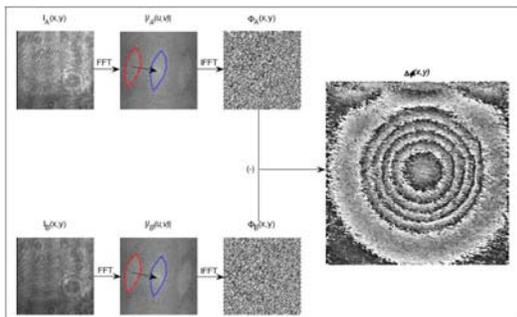


Fig. 2 Determinação do mapa de fase pelo método FFT (técnica de modelação espacial de fase).

Na Figura 2, referente a um transitório, podemos ver a propagação de ondas de flexão ao longo de uma placa. Na Figura 3, referente à caracterização de forma 3D.

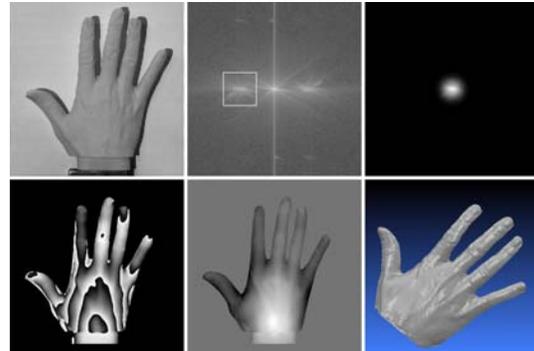


Fig. 3 Caracterização de forma 3D de uma mão pelo método *Fourier Transform Profilometry*.

### 3- CONCLUSÕES

O cálculo da fase é um passo fundamental nas técnicas ópticas. São vários os factores que influenciam a qualidade dos mapas de fase. Estes poderão manifestar-se sob a forma de numa maior ou menor qualidade da relação sinal/ruído destes mapas. A escolha correcta e a sua implementação irá influenciar a qualidade das imagens de fase o que irá exigir algoritmos de filtragem mais robustos e complexos para evitar erros no *unwrapping* da fase.

### 4- REFERÊNCIAS

- Vaz, M.A.P. 1996. Intereferometria laser e métodos híbridos em mecânica experimental, Tese de Doutoramento, FEUP, Universidade do Porto.
- Lopes, H.M.R. 2007. Desenvolvimento de Técnicas Interferométricas, Contínuas e Pulsadas, Aplicadas à Análise do Dano em Estruturas Compósitas, Tese de Doutoramento, FEUP, Universidade do Porto.
- Tavares, P.J.S. 2009. Three-dimensional Geometry Characterization Using Structured Light Fields, Tese de Doutoramento, FEUP, Universidade do Porto.