

Resumo

Esta dissertação descreve o desenvolvimento de novos métodos de Interferometria de *Speckle* com lasers de impulso e a sua aplicação ao estudo do comportamento dinâmico de estruturas. Foram desenvolvidas técnicas com aplicação directa em Engenharia Mecânica, principalmente para o estudo de fenómenos transitórios rápidos, como é, por exemplo, o caso da propagação de ondas de tensão devidas a cargas de impacto.

A utilização de técnicas pulsadas para estudar fenómenos dinâmicos exige uma grande precisão em termos de sincronismo pelo que foi também objectivo deste trabalho a definição das características da electrónica auxiliar necessária. Pretendeu-se que após a realização do programa de trabalhos fosse possível efectuar registos de dupla-exposição em vídeo com lasers de duplo impulso, quer se utilize um laser de Nd:YAG, quer um laser de Rubi. Paralelamente a este trabalho desenvolveram-se rotinas de aquisição e processamento de imagem compatíveis com o registo através de iluminação com lasers de impulsos. Diferentes técnicas de cálculo de fase com registos de dupla exposição foram aplicadas na medição quantitativa de deslocamentos com técnicas de Interferometria de *Speckle*.

Entre as técnicas desenvolvidas encontram-se métodos de medição de campo de deslocamentos (Holografia-TV) e métodos de medição de campos de gradientes de deslocamento (*Shearography*). O primeiro método foi aplicado ao estudo da propagação de ondas de tensão criadas através do impacto de um êmbolo numa placa metálica. A análise vibratória de componentes áudio e de um componente de motor de avião foram também realizadas. Foram determinadas as formas modais e amplitudes de vibração de um altifalante Audax e de uma pá de turbina de avião. Este estudo serviu também para validar o código de elementos finito ALGOR utilizado na modelização das formas modais da pá de turbina. Por fim são apresentados os resultados da aplicação destas configurações interferométricas a um problema da indústria automóvel: a análise vibratória do cárter do motor e da panela de escape.

A aplicação do método de *Shearography* a problemas de Controlo Não-Destrutivo foi também um dos objectivos deste trabalho. Vários desenvolvimentos são apresentados

no que diz respeito às montagens ópticas (baseadas em interferómetros de Michelson ou de Mach-Zehnder). Por fim demonstra-se a aplicação desta técnica em situações reais do sector aeronáutico: Mirage2000, ATR, Concorde, ...

Abstract

This dissertation describes the development of new speckle interferometric methods to be used with pulsed lasers and its application to the study of structural dynamic behaviour. The developed techniques have straight forward applications in Experimental Mechanics. This is the case of transient phenomena studies, e.g. stress wave propagation due to impact loads.

The use of pulsed techniques for the study of dynamic phenomena highlighted several constraints in the way synchronising was done. Thus, another goal of the work was the definition of the auxiliary electronics for a correct time synchronisation. At the end of the work one should be able to record double-exposure video images with pulsed lasers, Nd:YAG or Ruby ones. At the same time image grabbing and image processing algorithms were developed. Several phase calculation techniques were applied to the double-exposure recordings for the quantitative measurement of the displacement field by Speckle Interferometry.

Among the developed techniques one find displacement field (TV-Holography) and gradient of displacement field (shearography) measurements. The first one was used on the stress wave propagation study caused by the impact of a piston on a metallic plate. The modal analysis of an audio speaker and an aircraft engine blade were also performed. Here modal shapes and vibration amplitudes were determined and compared with the ones coming from a FEM analysis with the ALGOR code. Finally, some results are presented of TVHolography configuration applied in the automotive industry for the modal analysis of the gearbox housing and exhaust system of an automobile.

The shearography method was applied to non-destructive testing of aeronautics components. Several developments are presented (based on Michelson and Mach-Zehnder interferometers). The results shown were obtained on real inspection environment situations on: Mirage2000, ATR, Concorde,