

APLICAÇÃO DA TÉCNICA ÓPTICA DE *MOIRÉ* DE SOMBRA PARA ANÁLISE DE DEFORMAÇÃO NOS MANCAIS CERÂMICOS DE DISPOSITIVO DE ASSISTÊNCIA VENTRICULAR (DAV)¹

Ana Victória Lima COSTA²

Graduanda em Engenharia de Produção
IFSP/Câmpus São Paulo

Isac Kiyoshi FUJITA³

Mestre em Engenharia
Docente do Departamento de Mecânica
IFSP/Câmpus São Paulo

RESUMO

Os Dispositivos de Assistência Ventricular são equipamentos utilizados como auxílio ao bombeamento de sangue para pacientes em fase avançada de insuficiência cardíaca. No contexto do desenvolvimento destes dispositivos, surgem as bombas centrífugas implantáveis, caracterizadas por um bombeamento contínuo de sangue através de um rotor apoiado em dois mancais cerâmicos de contato. Tais mancais cerâmicos de contato também são úteis para diminuir o atrito com o rotor, facilitando o movimento rotativo deste. A técnica de *Moiré* de Sombra consiste em posicionar apenas uma grade à frente do objeto, que serve como grade referencial. A sombra da grade projetada sobre o objeto gera uma segunda grade, que neste caso trabalha como grade objeto, e que interage com a grade referencial para formação das franjas padrões de *Moiré*. Deste modo, obtêm-se imagens, as quais são tratadas por meio dos *softwares ImageJ* e *Idea*. A proposta deste trabalho é analisar as deformações dos mancais, visto que há possibilidade de contaminação sanguínea devido ao desgaste por atrito, utilizando a técnica óptica de *Moiré* de Sombra e, deste modo, verificar a viabilidade da utilização desta técnica como método alternativo e de baixo custo de analisar deformações.

Palavras-chave: Dispositivos de Assistência Ventricular. Insuficiência cardíaca. Mancais. *Moiré* de Sombra. Técnicas ópticas.

¹ Trabalho resultante de Iniciação Científica. Orientador Prof. Dr. Isac Kiyoshi Fujita. Agradecimentos ao Programa de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP/SPO), à Universidade Federal de Integração Latino-Americana (UNILA) e ao Parque Tecnológico de Itaipu (PTI), que possibilitaram a exposição do trabalho no MEC3F 2017.

² Endereço eletrônico: anavictoria.costa@terra.com.br

³ Endereço eletrônico: ifujita@ifsp.edu.br

Introdução

Os Dispositivos de Assistência Ventricular (DAV) são equipamentos que têm o objetivo de substituir total ou parcialmente as funções de bombeamento de um coração. São utilizados para pacientes no estágio D da progressão cardíaca, ou seja, significa que o paciente possui sintomas refratários e que necessita de uma intervenção especial (BONOW, 2012).

A proposta deste trabalho é analisar as deformações dos mancais, em equilíbrio estático, devido a um desgaste por atrito – por meio da velocidade de giro do rotor, material, força de contato entre o eixo rotor e os mancais – utilizando a técnica óptica de *Moiré* de Sombra, a fim de obter os mapas de deformação e os modelos digitais topográficos fornecendo a forma do objeto, a deformação no plano e fora do plano, os contornos topográficos e sua inclinação. Segundo Gazzola, Affonso e Fabbro (2013), as vantagens desta técnica estão associadas ao baixo custo dos aparatos experimentais, simplicidade no processamento de imagens e aplicação a qualquer tipo de corpo, independente de forma geométrica e cor.

Experiência e resultados

O desenvolvimento deste trabalho justifica-se pela possibilidade de a técnica fotomecânica de *Moiré* de Sombra ser útil (visto que serve para levantamento de superfícies não planas) para verificação de deformação dos mancais de um DAV. Apesar de existirem outros métodos que fazem este tipo de análise, realizando experimentos com *Moiré* e, conseqüentemente, obtendo resultados, é possível compará-los aos que já existem.

O primeiro tipo de DAV desenvolvido foi o de fluxo pulsátil (Figura 1), através de propulsão pneumática. No entanto, as máquinas necessárias para este procedimento apresentavam um barulho inconveniente, eram muito grandes e tinham problemas mecânicos com frequência. Posteriormente, foram criados DAVS de fluxo contínuo, através de um pequeno sistema de alta rotação. Deste modo, como não havia necessidade de válvulas, o problema apresentado na primeira geração de DAVs havia

sido solucionado, pois neste modelo as máquinas passaram a ser menores, mais leves e silenciosas.

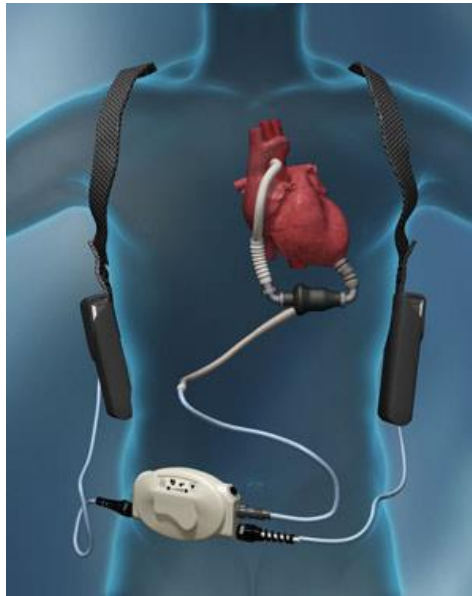


Figura 1: DAV pulsátil.

Fonte: <https://cardiopapers.wordpress.com/category/tecnologia/>. Acesso em maio 2017.

O segundo tipo de DAV são as bombas centrífugas implantáveis (Figura 2), caracterizadas por um bombeamento contínuo do sangue através de um rotor apoiado em dois mancais, que podem ser de levitação magnética, poliuretano e de cerâmica. Os mancais cerâmicos, que serão o projeto de estudo analisado, possuem, como propriedade do material, ligações de caráter mistas de elementos metálicos e não-metálicos. Estes geralmente são duros, frágeis e com certo período de uso, sofrem desgastes.



Figura 2: Foto e radiografia de bomba centrífuga implantável

Fonte: Bock (2007, p.48)

As bombas centrífugas possuem um sistema de fluxo mais dinâmico e são menores que as pulsáteis, então o método para encontrar as deformações destes mancais é de extremo interesse, pois previne que haja uma hemólise no paciente – destruição das hemácias causadas por atrito.

Os ensaios fotomecânicos estão sendo realizados no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), localizado em Jundiaí. Para desenvolver os experimentos, o arranjo experimental inclui o uso de uma câmera fotográfica, um projetor multimídia, um computador (para a utilização de programas de processamento de imagem – *ImageJ* e *Rising Sun*), um suporte, objeto cerâmico a ser estudado e, para *Moiré* de Sombra, é necessário o uso de grades Ronchi (anteparo de grades). A Figura 3 é uma representação dos elementos necessários à realização do ensaio de *Moiré* de Sombra, de como estes devem estar dispostos, e ilustra também a combinação de quatro imagens em apenas uma fase, em que se espera observar o padrão *Moiré*.

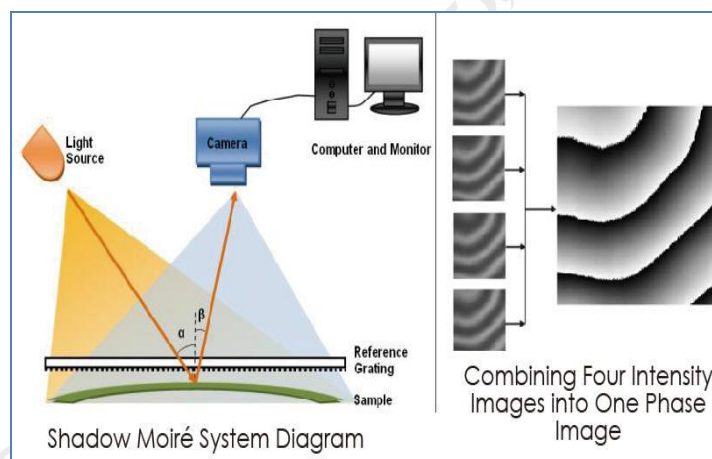


Figura 3: *Moiré* de Sombra
Fonte: Autores

Para realizar o procedimento experimental, é necessária uma sala com baixa intensidade de luz, para assim ter uma boa visualização das franjas no objeto.

Conclusão

Não foi possível obter resultados com *Moiré* de Sombra, no entanto, com *Moiré* de Projeção conseguiu-se realizar o levantamento de perfil de um dos mancais. Este

resultado não foi preciso o suficiente para determinar o desgaste no corpo em questão; ainda assim, o formato gerado do objeto foi bastante semelhante ao real. Com isso, supõe-se que a técnica *Moiré* de Projeção seja mais adequada para a finalidade buscada neste projeto de pesquisa.

O resultado através de *Moiré* de Projeção é ilustrado por meio da Figura 4:

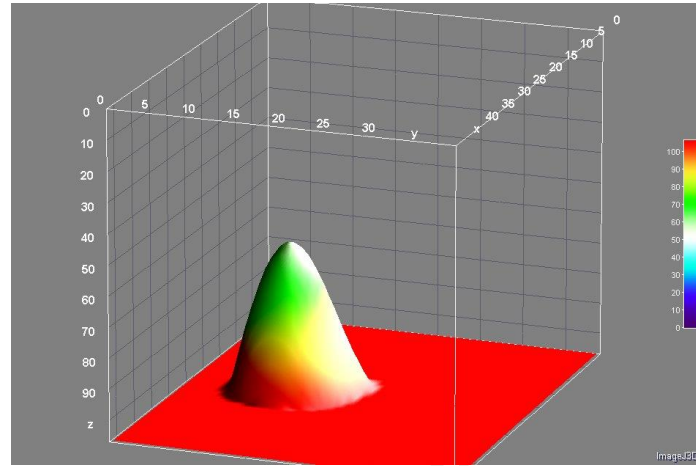


Figura 4: Resultado com *Moiré* de Projeção
Fonte: Autores

Referências

BOCK, Eduardo Guy Perpétuo. Projeto, construção e testes de um Dispositivo de Assistência Ventricular: bomba de sangue centrífuga implantável. 2011. 153 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

BONOW, Robert O. *et al.* **Braunwald's Heart Disease: a textbook of cardiovascular medicine**. 9. ed. Filadélfia: Elsevier, 2012.

GAZZOLA, Jonathan; AFFONSO, Eudir Alves; FABBRO, Inácio Maria dal. Aplicação da técnica óptica de *Moiré* de Sombra na determinação do mapa de deformação de corpos carregados axialmente. **Sinergia**, Instituto Federal de São Paulo, v. 14, n. 3, set./dez. 2013. p. 211-216.

***APPLICATION OF THE MOIRÉ OF SHADOW OPTICAL
TECHNIQUE TO ANALYSE THE DEFORMATION IN CERAMIC
BEARINGS OF A VENTRICULAR ASSISTANCE DEVICE (VAD)***

ABSTRACT

Ventricular Assistance Devices are equipments used as a help to pumping blood to patients with heart failure in an advanced period. In the context of development of these devices, implantable centrifugal blood pumps emerge, characterized by a continuous pumping of blood through a rotor supported by two ceramic bearings of contact. These ceramic bearings are also useful to decrease the friction between the bearings and the rotor, making easier the rotary movement of it. The shadow moiré technique consists in positioning only a grid in front of the object, which works as a referential grid. The shadow of the grid projected on the object generates a second grid, which works as an object grid and interacts with the referential grid, so that standard Moiré fringes can be formed. Thus, images are obtained and handled by the softwares ImageJ and Idea. The purpose of this report is to analyse the deformations of the bearings, since there is the possibility of blood contamination caused by frictional wear, use the moiré of shadow optical technique and verify the viability of using this technique as an alternative and low cost method of analyzing deformations.

Keywords: *Ventricular Assistance Devices. Heart failure. Bearings. Moiré Shadow. Optical techniques.*

Envio: janeiro/2018

Aceito para publicação: março/2018