

# SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE VIBRAÇÕES BASEADO EM MOUSE ÓPTICO

## **Hiran de Melo**

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, CEP: 58109-970, Campina Grande, Paraíba, e-mail: hiran@dee.ufcg.edu.br

## **Jayarama Sundar Santana**

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, CEP: 58109-970, Campina Grande, Paraíba, e-mail: jjayarama@uol.com.br,

## **Antônio Almeida Silva**

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, CEP: 58109-970, Campina Grande, Paraíba, e-mail: almeida@dem.ufpb.br

## **Raimundo Carlos Silvério Freire**

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, CEP: 58109-970, Campina Grande, Paraíba, e-mail: freire@dee.ufcg.edu.br

## **José Homero Feitosa Cavalcanti**

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, Departamento de Tecnologia Mecânica, CEP: 58059-900, João Pessoa, Paraíba, e-mail: zevhom@uol.com.br

**Resumo.** Os sensores de vibração convencionais necessitam da instalação e calibragem de vários dispositivos a fim de que possam funcionar adequadamente, como amplificador, filtro e conversor analógico/digital. Um sistema de aquisição alternativo de baixo custo e que já englobe todos esses dispositivos é de grande utilidade. Apresenta-se um sistema de aquisição de dados de vibrações de uma estrutura flexível baseado em um mouse óptico, pois este já é desenvolvido para a interface com o microcomputador. Os testes experimentais mostraram um bom desempenho deste sistema na aquisição de vibrações provenientes de uma viga de aço.

**Palavras chave:** Sistema de Aquisição, Vibrações, Mouse, Estruturas Flexíveis.

## **1. INTRODUÇÃO**

As vibrações mecânicas provenientes de uma estrutura podem ser convertidas em sinais elétricos com a utilização de transdutores apropriados. As etapas seguintes são: condicionamento, conversão A/D e transferência de dados para serem processados em computador. Esse processamento envolve uma decomposição de suas componentes espectrais a fim de identificar os parâmetros que designam a “assinatura de vibração” da estrutura. Logo, defeitos estruturais podem ser detectados baseando-se na variação dessa assinatura. (Braun, 1986)

Em uma estrutura simples, a medida global das vibrações é suficiente para detectar irregularidades na mesma, pois as componentes de interesse são poucas. Entretanto, em um sistema mais complexo, como os que são constituídos por acoplamentos de várias subunidades, uma análise espectral muito mais detalhada é requerida. (Nepomuceno, 1989)

Diversos tipos de transdutores podem ser usados para a aquisição de dados referentes ao movimento mecânico, como o: transdutor resistivo potenciométrico, extensômetro, LVDT, transdutor capacitivo e o transdutor piezelétrico. Cada tipo tem suas vantagens e desvantagens, mas todos necessitam de condicionamento antes que os dados sejam entregues ao computador. (Tompkins & Webster, 1988)

## 2. O MOUSE COMO SISTEMA DE AQUISIÇÃO ALTERNATIVO

Devido a sua grande popularidade, que reduziu bastante seu preço, o mouse, se adaptado adequadamente, pode ser uma alternativa atrativa aos sensores de movimento nos sistemas de aquisição de dados de vibrações. O mouse pode ser baseado em dispositivos óptico-mecânico-eletônicos ou óptico-eletônicos e é utilizado na interface homem-computador.

Os mouses já incorporam todos os blocos de um sistema de aquisição e são ligados diretamente com o computador e é de custo muito reduzido. Portanto, sua instalação pode ser feita facilmente, pois ele já é um dos dispositivos mais usados nos computadores.

Uma aplicação da utilização do mouse como sensor de vibração foi feita por Melo et al (2000), que usou um mouse óptico-mecânico para converter o movimento em sinais elétricos. Esse tipo de mouse usa uma bola para converter movimentos em duas direções ortogonais de um plano, em pulsos elétricos, através de acopladores ópticos e discos perfurados. Entretanto, esse mouse tem problemas de inércia, poeira, etc.

### 2.1. O mouse óptico

O mouse óptico foi desenvolvido e lançado em 1999. Ele utiliza um sensor óptico tipo CMOS (Semicondutor Metal-Óxido Complementar) que fotografa a superfície a uma taxa típica de 1500 imagens por segundo. Quando há mudança de imagem é porque ocorreu movimento.

Esse tipo de mouse é capaz de funcionar em quase qualquer tipo de superfície. Ele contém um LED (Diodo Emissor de Luz) que emite luz vermelha. Esta é refletida pela superfície e a imagem é convergida por uma lente e capturada pelo sensor CMOS. Uma sucessão de imagens é enviada a um DSP (Processador Digital de Sinal) para análise, que detecta variações nos padrões de seqüências de imagens e quantifica o movimento relativo. Baseando-se nisso, o DSP determina quanto o mouse foi movimentado e o transmissor envia as coordenadas correspondentes ao computador. Duas imagens captadas por um sensor óptico encontram-se na Fig. (1).

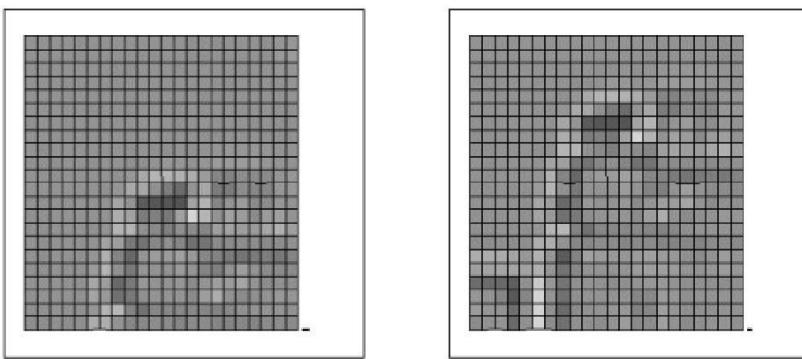


Figura 1. Seqüência de duas imagens captadas por um sensor óptico de um mouse.

As principais vantagens do mouse óptico em relação ao mecânico na aquisição de dados de vibrações são: maior resolução na detecção do movimento, o que corresponde a respostas mais suaves e exatas; inexistência de contato mecânico com a estrutura e; inexistência de partes móveis no mouse óptico, o que implica em menor desgaste e menores chances de falha.

A principal vantagem do mouse óptico em relação às estruturas clássicas de aquisição de movimento mecânico é o fato de não existir contato físico entre o sensor e a estrutura metálica, não interferindo, dessa forma, nos dados adquiridos.

### 3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os procedimentos adotados para a utilização do mouse como sensor de vibração foram os seguintes:

- Desenvolvimento de um software para a aquisição de dados provenientes do mouse;
- Regulagem do mouse óptico a fim de que o sensor fique o mais próximo possível da estrutura vibratória;
- Instalação de um acelerômetro para ser usado como sensor de referência;
- Excitação manual da viga na extremidade livre, a fim de gerar vibrações principalmente na primeira freqüência natural ( $f_0$ );
- Utilização da Transformada Discreta de Fourier, mediante o algoritmo FFT (*Fast Fourier Transform*) (Works, 1996) para estimativa das componentes espectrais do sinal.

#### 3.1. Arranjo experimental

Na Figura (2) mostra-me um esquema do arranjo experimental usado.

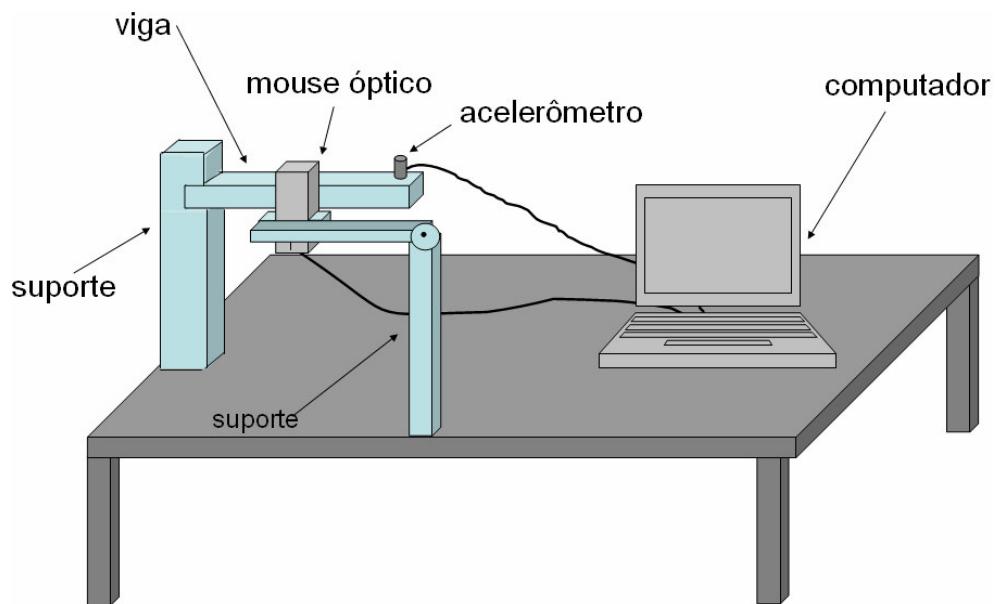


Figura 2. Esquema da montagem do mouse óptico e acelerômetro à estrutura

É importante ressaltar que não há contato do mouse óptico com a estrutura vibratória, portanto não exercendo qualquer influência sobre o movimento e sobre os dados adquiridos. Contudo, o acelerômetro interfere na estrutura, por ser acoplado na mesma.

### 4. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

A viga utilizada nos ensaios é feita de aço e foi simplesmente engastada e suas dimensões são: comprimento em suspensão – 378 mm, largura – 25,4 mm e altura – 6,4 mm.

Nos ensaios realizados, os sinais foram adquiridos a uma freqüência de amostragem de 100 Hz, sem filtragem. O sensor utilizado como referência foi o acelerômetro.

O acelerômetro utilizado como referência nos ensaios com viga de aço sem massa extra foi fabricado pela PCB Piezotronics, tem uma sensibilidade de 10 mV/g, uma massa de 10,5 g e uma faixa de freqüência de 0,7 a 11000 Hz.

Na Figura (3), pode-se observar uma janela retangular com 1024 pontos do sinal de vibração adquirido com o mouse e a Transformada Discreta de Fourier (TDF) correspondente. Note-se que a resolução em freqüência obtida é de  $100/1024 = 0,098$  Hz.

Os ensaios realizados com os dois sensores foram independentes e os resultados de todos os 6 ensaios realizados com o mouse óptico forneceram valores para a primeira freqüência natural de 34,3 Hz e o resultado do ensaio realizado com o acelerômetro forneceu um valor de 34,0 Hz. O desvio foi portanto de 0,88%. Pode-se explicar esse desvio pela interferência que o acelerômetro causa nas vibrações devido à inserção de sua massa no sistema.

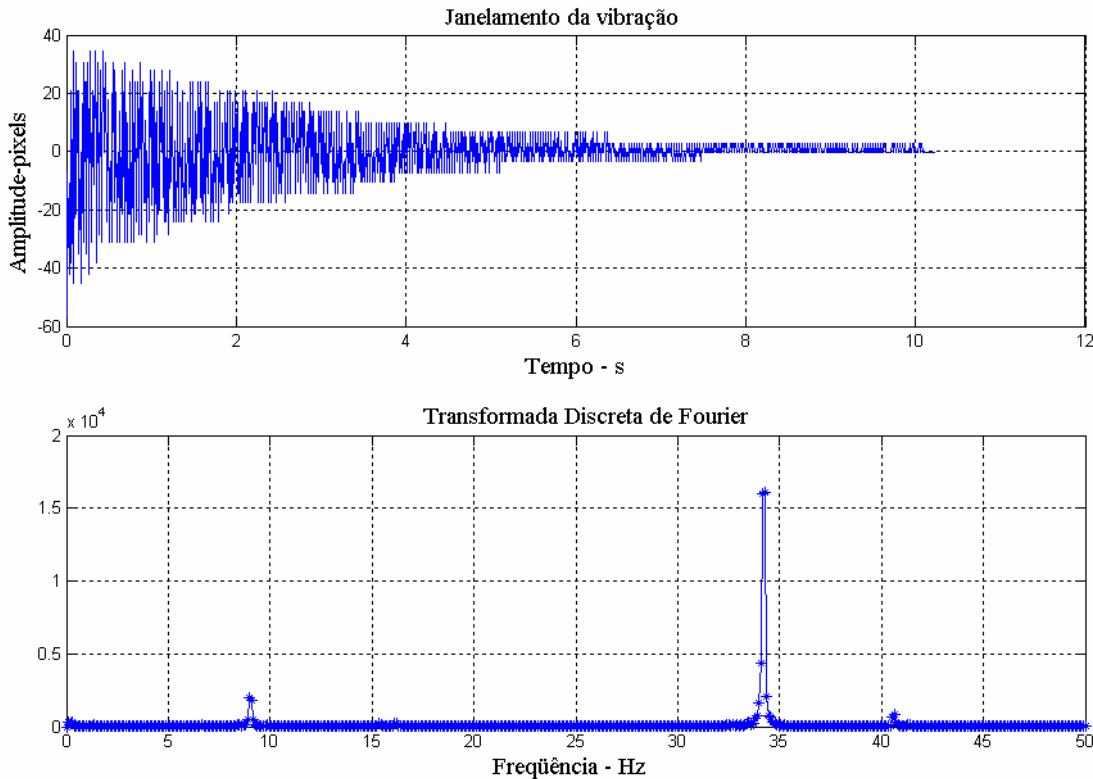


Figura 3. Janela da vibração e TDF

Pela TDF pode-se observar um pico em 34,3 Hz (Fig. (3)), mas existem também componentes em torno de 9 Hz e de 41 Hz, que podem ser ruídos de aquisição.

#### 4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O mouse óptico certamente foi verificado com sucesso em sua aplicação como sensor de vibração. A comparação dos valores adquiridos pelo mouse e pelo acelerômetro conduziu a um desvio percentual pequeno, o que pode ser atribuído ao fato da massa do acelerômetro interferir na estrutura de forma a reduzir o valor da freqüência natural de vibração. Também se ressalta que a investigação feita no sentido de utilizar o mouse óptico como sensor de vibrações pode ser melhorada como a utilização do próprio sensor óptico incremental de posição, que é o componente principal do mouse óptico.

O sensor implementado no mouse possui uma freqüência de amostragem de 1500 Hz, mas devido às limitações do DSP e do transmissor que compõem o mouse, a taxa de amostragem

conseguida ficou limitada a 100 Hz. Esse trabalho deve continuar com a investigação mais detalhada dos componentes internos do mouse óptico, a fim de se maximizar a eficiência do sistema de aquisição de vibrações.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao PET/SESu, ao CNPq e ao PROCAD/CAPES pelo apoio prestado durante a realização desse trabalho.

## 6. REFERÊNCIAS

- Braun, S., 1986. "Mechanical Signature Analysis – Theory and Applications". Academic Press Inc. London Ltd. Orlando Florida.
- Melo, Hiran de, H., Cavalcanti, J. H. F. e Silva, J. F., 2000. "An Intelligent System for Vibrations Analysis", Induscon'2000, Porto Alegre, RG.
- Nepomuceno, L.X., 1989. "Técnicas de Manutenção Preditiva - Volume 1". São Paulo: Edgard Blücher.
- Tompkins, W., Webster, J. 1988. "Interfacing Sensors to the IBM PC". New Jersey: Prentice-Hall.
- Works, The Math, 1996. "MATLAB: Signal Processing Toolbox". The Math Works, Inc.

## VIBRATIONS ACQUISITION SYSTEM BASED ON OPTICAL MOUSE

### **Hiran de Melo**

Federal University of Campina Grande, Center of Science and Technology, Department of Electrical Engineering, CEP: 58109-970, Campina Grande, Paraíba, e-mail: hiran@dee.ufcg.edu.br

### **Jayarama Sundar Santana**

Federal University of Campina Grande, Center of Science and Technology, Department of Electrical Engineering, CEP: 58109-970, Campina Grande, Paraíba, e-mail: jjayarama@uol.com.br

### **Antônio Almeida Silva**

Federal University of Campina Grande, Center of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering, CEP: 58109-970, Campina Grande, Paraíba, e-mail: almeida@dem.ufpb.br

### **Raimundo Carlos Silvério Freire**

Federal University of Campina Grande, Center of Science and Technology, Department of Electrical Engineering, CEP: 58109-970, Campina Grande, Paraíba, e-mail: freire@dee.ufcg.edu.br

### **José Homero Feitosa Cavalcanti**

Federal University of Paraíba, Center of Technology, Department of Mechanical Technology, CEP: 58059-900, João Pessoa, Paraíba, e-mail: zevhom@uol.com.br

**Abstract:** The conventional vibration sensors require the installation and calibration of several devices to work properly, for example, the amplifier, filter and analog/digital converter. An alternative and low cost acquisition system which encloses all the mentioned devices has a great utility. It is being presented a vibration data acquisition system of a flexible structure based on optical mouse, since this device is already developed for the interface with a microcomputer. The

*experimental tests demonstrated a good performance of this system in the acquisition of vibrations proceeding from a steel cantilever.*

**Keywords:** *Acquisition System, Vibrations, Mouse, Flexible Structures.*