

## INSTRUMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS DE VIBRAÇÕES

Miguel Andrade Blanc Amorim<sup>1</sup>, Celio Gianelli Pinheiro<sup>1</sup>, Marco Hiroshi Naka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul (IFMS) – Campo Grande – MS

miguel.amorim@estudante.ifms.edu.br, celio.pinheiro@ifms.edu.br, marco.naka@ifms.edu.br

### Resumo

As vibrações em um sistema mecânico tem relação intrínseca com a condição e o funcionamento de seus componentes e portanto, é possível, através de uma análise da natureza dessas vibrações, prever se há itens danificados com funcionamento deficiente ou se o conjunto está em perfeito estado, permitindo assim um controle mais assertivo das manutenções. Tal estudo e análise de vibrações já é realizado comercialmente nas grandes empresas, contudo, busca-se tornar disponível um equipamento de custo acessível e de cunho educacional para os estudantes do curso de engenharia mecânica do IFMS. Portanto, o presente trabalho foca em desenvolver um instrumento capaz de coletar os dados das vibrações de um conjunto de ensaios e disponibilizá-los para um tratamento de dados posterior, com foco em manutenção.

**Palavras-chave:** Vibrações, Aquisição de dados, Instrumentação.

### Introdução

A manutenção de conjuntos mecânicos é essencial para seu funcionamento, seja ela de natureza corretiva, preventiva ou preditiva. Porém, os custos inerentes a cada natureza da manutenção são fator decisivo na escolha de um programa de manutenção efetivo e eficiente. Sendo assim, ressalta-se a aplicação da manutenção preditiva, onde se visa detectar precocemente as falhas no sistema mecânico, evitando paradas inesperadas e possibilitando um planejamento mais assertivo de manutenções, o que acaba sendo menos custoso para uma linha de produção. A manutenção preditiva se sobressai em comparação com a preventiva, uma vez que o mal uso do equipamento, trocas inadequadas, entre outros, podem gerar um tempo de vida útil inferior ao previsto.

Uma das técnicas usadas na manutenção preditiva é a realização de uma análise das vibrações do conjunto mecânico, a qual permite prever deficiências no funcionamento da máquina com base em alterações no espectro vibracional.

O advento do barateamento de microcontroladores, como arduino, e sensores de análise vibracional, como acelerômetros e giroscópios, contribui para o desenvolvimento de equipamentos didáticos de baixo custo que viabilizam o estudo de técnicas de manutenção preditiva

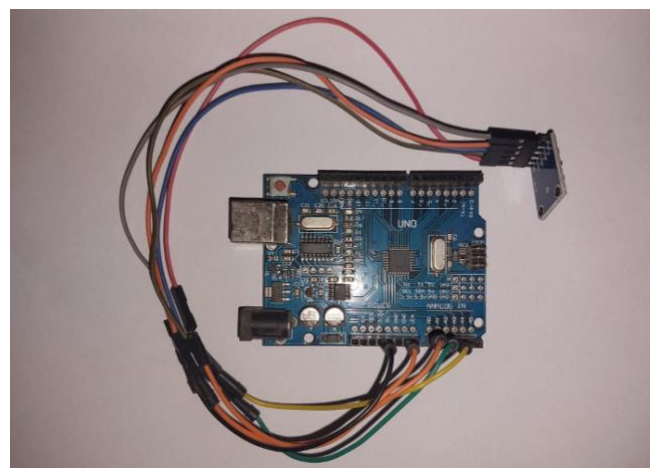
usando conjuntos mecânicos simplificados, capazes de simular diferentes falhas de funcionamento.

### Metodologia

Este trabalho iniciou-se a partir de uma revisão bibliográfica acerca de vibração, microcontroladores, sensores para aplicações vibracionais e processamento de dados de vibração. Posteriormente, buscou-se levantar uma relação dos materiais necessários e de custo acessível para o sistema de aquisição de dados. Por fim, realizou-se a montagem do sistema de aquisição e seguida de uma análise experimental acerca da possibilidade do pós-processamento dos dados obtidos, isto é, foi analisado se softwares de processamento de dados como o *KST plot* eram capazes de trabalhar com os dados adquiridos.

### Resultados e Discussão

A montagem do sistema de aquisição baseou-se na utilização de uma placa de arduino adjunta de um acelerômetro modelo ADXL 335, como é mostrado na Figura 1, tendo em vista a faixa de banda de frequência que o sensor abrange aparentar ser suficiente para fins didáticos e o arduino ter programação de fácil acesso.



**Figura 1.** Conjunto Arduino, ao centro, e sensor ADXL 335 na parte superior esquerda. Fonte: Autores.

Os dados gerados pelo sensor foram capturados através do software de engenharia *Realterm*, o qual é demonstrado na

Figura 2. O mesmo está disponível gratuitamente e os dados de captura são fornecidos em formato de arquivo .txt. Além disto, a captura pode ser realizada tanto por intervalos fixos de medição, como em tempo real.

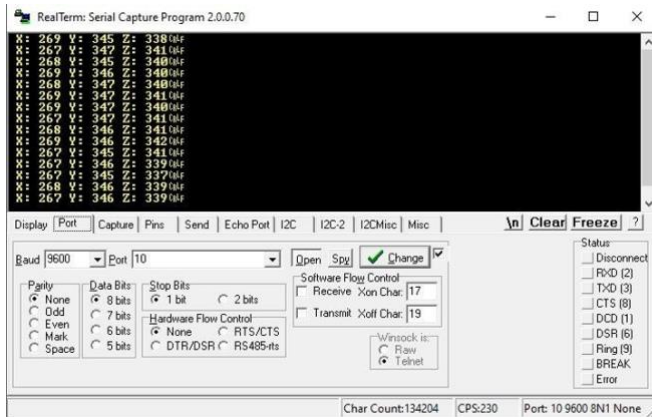


Figura 2. Interface de captura de dados do software *Realterm*. Fonte: Autores.

É importante ressaltar que esse tipo de sensor realiza medidas em mV/g (milivolt por aceleração da gravidade ( $9,8 \text{ m/s}^2$ )), isto é, baseado em uma aceleração de uma excitação no sensor, é gerada uma resposta em milivolts (mV). O sensor ADXL 335 possui sensibilidade de 300 mV/g, sendo capaz de medir frequências de até 1600 Hz. Dessa forma, os dados obtidos das vibrações obtidas em cada eixo, como mostra a Figura 3, devem ser lidos como variações da tensão em relação ao tempo.

```
capture - Bloco de Notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
X: 274 Y: 331 Z: 318
X: 273 Y: 332 Z: 318
X: 272 Y: 334 Z: 316
X: 274 Y: 331 Z: 319
X: 274 Y: 333 Z: 317
X: 275 Y: 333 Z: 318
X: 275 Y: 333 Z: 318
X: 274 Y: 333 Z: 319
X: 274 Y: 333 Z: 317
X: 272 Y: 332 Z: 317
X: 274 Y: 331 Z: 318
X: 274 Y: 333 Z: 318
X: 273 Y: 332 Z: 317
X: 273 Y: 332 Z: 317
X: 274 Y: 332 Z: 318
X: 273 Y: 332 Z: 318
X: 273 Y: 332 Z: 317
X: 225 Y: 337 Z: 243
X: 273 Y: 311 Z: 311
X: 272 Y: 324 Z: 311
X: 164 Y: 312 Z: 305
X: 297 Y: 252 Z: 311
X: 304 Y: 303 Z: 313
X: 218 Y: 308 Z: 319
X: 253 Y: 313 Z: 327
X: 350 Y: 266 Z: 333
X: 307 Y: 283 Z: 330
```

Figura 3. Arquivo .txt da captura de dados.

Fonte: Autores.

Para a plotagem dos dados em gráficos, é importante uma introdução quanto a Transformada Rápida de Fourier ou FFT (*Fast Fourier Transform*). Trata-se de um algoritmo utilizado para transformar uma onda real e, comumente, contínua no tempo em uma decomposição discreta de suas frequências, isto é, através da FFT é capaz de se transpor um sinal do domínio do tempo para o domínio da frequência.

Essa transformação é indispensável em razão das vibrações serem analisadas quanto ao valor de sua frequência em Hz (Hertz) e possibilitar a identificação da origem da vibração de interesse, visto que cada componente mecânico pode estar associado a uma faixa de frequência, visto que a mesma está relacionada com a sua velocidade de rotação.

Foi possível realizar um processamento satisfatório desses dados através do software *KST plot*, gerando gráficos da variação no tempo das medidas (Figura 4) e plotar o gráfico da FFT na Figura 5.

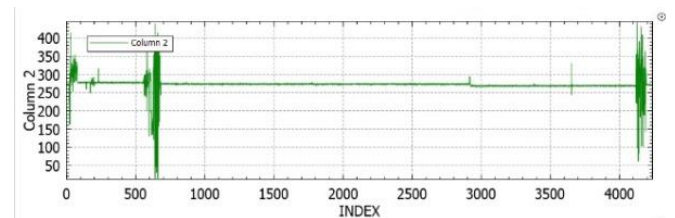


Figura 4. Gráfico da Tensão (mV) x Tempo (s). Fonte: Autores.

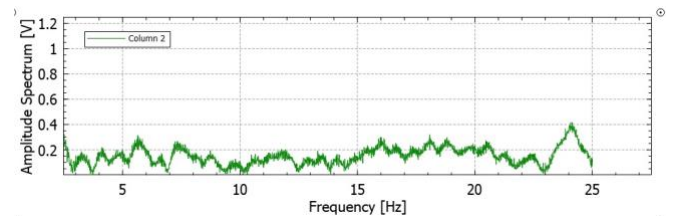


Figura 5. Gráfico da Amplitude (V) x Frequência (Hz). Fonte: Autores.

Ressalta-se que os dados obtidos são oriundos de excitações manuais no sensor visando apenas uma análise qualitativa do sistema. Para tal, o sistema se mostrou promissor na aquisição de dados, contudo não foi possível a realização de medidas efetivas no aparato de simulação de conjuntos mecânicos, visto que o mesmo ainda se encontra no processo de finalização. Dessa forma, não se pode afirmar categoricamente a eficácia do modelo, visto que, adjunto da falta de testes efetivos, há a necessidade de uma análise comparativa dos resultados obtidos com o sistema em questão com um sistema pronto disponível no mercado, a fim de se conhecer a natureza efetiva das vibrações do

aparato de ensaio e se o sistema confeccionado é capaz de oferecer dados assertivos ou semelhantes.

Destaca-se que serão realizadas mudanças no sistema para que seja possível a leitura simultânea de dois ou mais sensores fixados no conjunto. Para essa aplicação, serão utilizados microcontrolador Arduino com 15 portas analógicas, o qual é apresentado a Figura 6, e protoboard.



**Figura 6.** Microcontrolador Arduino com 15 portas analógicas. Fonte: Autores.

### Considerações Finais

Mesmo que a falta de testes concretos implique na incerteza da eficácia do sistema confeccionado, ressalta-se que a sensibilidade do sensor e a natureza didática dos ensaios indicam que o sistema apresentará resultado satisfatório para fins educacionais e fornece dados adequados para processamento posterior por software.

É importante indicar que o tipo de sensor para vibrações usados em análises dinâmicas são AC, enquanto que os utilizados no sistema são do tipo DC. Essa escolha é devido a necessidade de dar preferência para as opções de menor custo e menor necessidade de acessórios adicionais para o funcionamento do sensor.

### Agradecimentos

Agradeço a Deus pela vida e pelas oportunidades dos caminhos pelos quais me levou a trilhar. Agradeço aos meus pais por toda oportunidade, aprendizado e sabedoria passados ao longo da minha vida. Agradeço ao professor Dr. Marco Hiroshi Naka pela oportunidade de contribuir para com o projeto e para o desenvolvimento acadêmico do IFMS. Agradeço ao professor Me. Célio Gianelli Pinheiro por todo apoio prestado e aprendizado proporcionado. Agradeço ao CNPq pela bolsa de iniciação científica. Agradeço, por fim, ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul pelas oportunidades e pelo suporte na produção acadêmica dos discentes.

### Referências

INMAN, D. **Vibrações mecânicas**. 4. ed. São Paulo: Elsevier, 2018.

RAO, S. **Vibrações mecânicas**. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

HJORT, A., HOLMBERG, M. Measuring mechanical vibrations using an Arduino as a slave I/O to an EPICS control system. **Physics Project with a Research Connection 5 hp**, June 2015.

OLIVEIRA, F. **Medidor de vibração com arduino**. Rio de Janeiro, 2018.

## INSTRUMENTATION OF A VIBRATION DATA ACQUISITION SYSTEM

**Abstract:** *Vibrations in a mechanical system have an intrinsic relationship with the condition and functioning of its components and therefore, it is possible, through an analysis of the nature of these vibrations, to predict whether there are damaged items with poor functioning or whether the assembly is in perfect condition, thus allowing more assertive control of maintenance. Such study and analysis of vibrations is already carried out commercially in large companies, however, the aim of this work is to make affordable and educational equipment available to students on the IFMS mechanical engineering course. Therefore, the present work focuses on developing an instrument capable of collecting vibration data from a set of tests and making them available for subsequent data processing, with a focus on maintenance.*

**Keywords:** *Vibrations, Data acquisition, Instrumentation.*