

Desenvolvimento de um dispositivo mecânico impulsivo controlado eletronicamente

Development of an electronically controlled mechanical impulsive device

RESUMO

Foi proposto um dispositivo mecânico impulsivo desenvolvido para a padronização de forças de entrada em uma mesa mecânica de 2 graus de liberdade (2gdl). O sistema massa-mola-amortecedor é acionado a partir de uma força de impacto e atua no controle da vibração com forças eletromagnéticas. A padronização das forças de entrada permite detectar possíveis desvios e incertezas no processo de obtenção de dados, além de facilitar a leitura e o funcionamento do sistema. Já o controle feito pela plataforma Arduino utilizando servos-motores possibilita a manipulação do dispositivo de forma remota, simples e precisa. Os diferentes materiais a serem utilizados na extremidade de colisão proporciona o estudo de variações no tipo de impacto, aumentando assim a gama de resultados.

PALAVRAS-CHAVE: Vibração. Controle de vibração. Pêndulo.

ABSTRACT

An impulsive mechanical device has been developed to standardize input forces on a mechanical table of 2 degrees of freedom (2DOF). The mass-spring-damper system is driven by an impact force and acts on vibration control with electromagnetic forces. The standardization of the input forces allows detecting possible deviations and uncertainties in the process of data collection, in addition to facilitating the reading and the system operation. The control made by an Arduino platform using servo motors allows the device to be manipulated remotely, simply and precisely. The different materials to be used in the impact edge provides the study of variations in the impact type, thus increasing the range of results.

KEYWORDS: Vibration. Vibration control. Pendulum.

Arthur Mello Batista

ambatista@hotmail.com.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil

Fernando José Antônio

fjantonio@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

A vibração pode ser definida como o movimento que se repete dentro de um intervalo de tempo. Na engenharia, esses movimentos são encontrados principalmente em elementos de máquinas e estruturas em geral. Em muitos casos, podem afetar o desempenho e o funcionamento de todo o sistema, além de comprometer a segurança da população ou dos operadores.

Devido a isso, há uma busca constante de métodos que minimizem tais problemas. Assim, o controle de vibração se torna uma ferramenta indispensável em diversos setores da engenharia, visando aumentar a eficiência e prolongar a vida útil do equipamento.

Um sistema de vibração mecânico de n graus de liberdade permite a realização de experimentos com diversos microcontroladores, com o objetivo de desenvolver métodos e mecanismos de controle. Para tal, é necessário que uma força impulsiva seja aplicada em uma mesa mecânica de modo a promover uma vibração e obter dados resultantes da atenuação do sistema, como frequência e amplitude.

Nesse âmbito, o presente trabalho busca desenvolver um dispositivo mecânico impulsivo para o caso específico, de maneira a aprimorar e facilitar o manuseio, além de padronizar as forças de entrada e detectar possíveis desvios e erros no processo de obtenção de dados, uma vez que a aplicação de uma força impulsiva era realizada com a força física do operador.

MATERIAL E MÉTODOS

Devido ao fato de atender todas as necessidades de maneira simples e possuir um funcionamento a muito conhecido, o dispositivo escolhido foi o pêndulo mecânico. Para o controle do sistema optou-se pela plataforma Arduino, sendo de fácil acesso e manuseio.

A determinação dos parâmetros de controle foi desenvolvida utilizando-se a teoria de Trabalho e Conservação de Energia, na qual é possível transformar a energia potencial (U) do pêndulo, Eq. (1) em energia cinética (T), Eq. (2). De forma que, quando a altura é máxima ($z = z_{\max}$), a velocidade é zero ($v = 0$) e, portanto, há apenas energia potencial. Outrossim, quando a altura é zero, a velocidade se torna máxima ($v = v_{\max}$), evidenciando apenas energia cinética no sistema.

$$U = m g z \quad (1)$$

$$T = \frac{1}{2} m v^2 \quad (2)$$

Sabe-se que o impacto do pêndulo com o sistema de vibração ocorrerá através de uma força impulsiva, ou seja, a força exercida sobre os corpos é de curta duração. Dessa forma, utilizando os princípios de Colisão e Impulso, pode-se chegar na força de impacto (\bar{F}) produzida, como representado pela Eq. (3).

$$\bar{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta v m}{\Delta t} \quad (3)$$

A partir dos conceitos apresentados, é possível o desenvolvimento de um Código na plataforma Arduino com funcionamento reverso, ou seja, o ângulo de lançamento é obtido a partir da força requerida.

O material para o modelo foi escolhido de modo a atender os requisitos de peso, manuseio, construção e as próprias limitações dos componentes eletrônicos utilizados. Assim sendo, utilizou-se um Suporte Universal para laboratório, fornecido pela Universidade, como base de fixação, Figura 1a.

Para a estrutura do Pêndulo, foi proposto um mecanismo semelhante a um martelo, optou-se por tubos de Aço 1020 – $\varnothing = 12\text{mm}$, como representado na Figura 1b, enquanto que a extremidade de impacto foi projetada para ser removível, permitindo o teste com diversos materiais, entre eles o Aço 1020, o Aço 1045 e a Baquelite. Graças aos diferentes materiais da “cabeça” poder-se-ia estudar variações nos tipos de impactos. Toda a parte mecânica seria controlada por um Arduino composto unicamente por servos-motores.

Figura 1 – Representação do dispositivo utilizando o aplicativo SolidWorks®



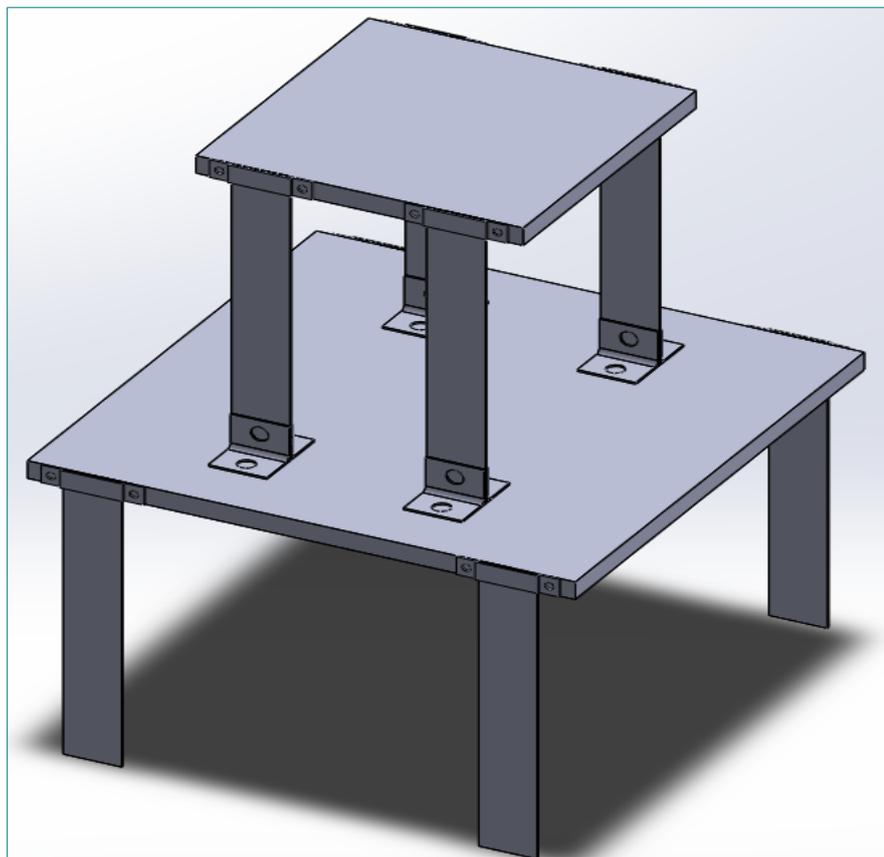
(a) Base de Fixação

(b) Estrutura do Pêndulo

Fonte: Autoria Própria (2020)

O dispositivo foi projetado para transmitir a força impulsiva sobre uma mesa mecânica de dois graus de liberdade, que será referida doravante por Mesa Mecânica 2gdl e está esquematizada na Figura 2.

Figura 2 – Mesa Mecânica 2gdl representada utilizando o aplicativo SolidWorks®



Fonte: Autoria Própria (2020)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo estrutural teórico foi desenvolvido levando em consideração os materiais disponíveis e as restrições impostas pelos mesmos, como é o caso do servo e seu limite de força/torque. Além disso, o algoritmo de controle está ainda em desenvolvimento por conta de sua maior complexidade e da não realização de testes, uma vez que as atividades acadêmicas presenciais foram interrompidas.

Dessa forma, devido a pandemia do novo coronavírus (COVID-19) não foi possível desenvolver o dispositivo mecânico impulsivo. Sendo assim, nenhum resultado prático foi obtido. Entretanto, a construção e aplicação do sistema demonstra-se viável tecnicamente.

CONCLUSÃO

Em virtude das complicações sanitárias causadas pelo novo coronavírus (COVID-19), o projeto foi interrompido, não sendo possível concluir o presente trabalho até a data requisitada e deverá ser desenvolvido posteriormente.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e dos professores Fernando José e Edson Hideki por fornecer tempo, espaço e conhecimento.

REFERÊNCIAS

HALLIDAY, D.; RESNCK, R; **Fundamentos de Física**, volume 1: 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

NUSSENZVEIG, H. M.; **Curso de Física Básica**, volume 1: 4. ed. São Paulo, Edgard Blücher, 2002.