

# **SIMULAÇÃO DE FENÔMENOS DE IMPACTO EM SISTEMAS MECÂNICOS**

**Aluno: Raissa Portela Saatkamp**  
**Orientador: Hans Ingo Weber**

## **Introdução**

Através de simulações realizadas em uma bancada montada no Laboratório de Vibrações da PUC-Rio, foi feito um estudo sobre os efeitos de impacto em um sistema mecânico, comparando os resultados dos testes com os resultados obtidos através da modelagem teórica destes sistemas. A aplicação em questão procura aproveitar a energia vibratória existente e transformá-la em energia impulsiva.

## **Objetivos**

Com este projeto visa-se a determinação de parâmetros de impacto oriundos do processo de validação de modelo na análise de um sistema mecânico. A presente análise pretende aprimorar o processo de validação do modelo utilizado e permitir simulações fora da faixa de operação dos equipamentos.

## **Metodologia**

Em laboratório montou-se uma bancada de experimentos que consiste de um corpo rígido (hammer) pendurado por fios em uma estrutura metálica (carro) que se move sobre um trilho no sentido longitudinal. O carro se movimenta sobre os trilhos com uma excitação gerada por uma fonte. O corpo rígido possui uma ponta metálica que se impacta contra o carro durante o movimento. Para a obtenção de dados experimentais foram colocados acelerômetros, sensores a laser de velocidade e sensores de força no sistema.

Os sinais obtidos pelos sensores nos testes em laboratório foram lidos por um osciloscópio e introduzidos no programa Matlab para a obtenção de parâmetros do sistema que são utilizados na análise teórica do sistema. Estes sinais passam por um filtro chamado "Moving Average" que reduz os ruídos presentes no sistema para a obtenção de resultados mais precisos.

O estudo foi dividido em duas partes: com e sem impacto. Na parte sem impacto, analisou-se a situação do pêndulo em vôo livre, com o carro parado, para a determinação da frequência natural e fator de amortecimento do sistema. Depois analisou-se a situação do pêndulo em forçamento harmônico, com o carro em movimento, para diversas frequências de excitação de base impostas e determinação das respectivas amplitudes de excitações.

Nesta primeira parte, sem impacto, o sistema foi modelado por equações diferenciais de segunda ordem simples, considerando a aproximação de ângulos e deslocamentos muito pequenos. Estas equações foram introduzidas no programa Matlab, permitindo a obtenção de resultados na forma de gráficos. Estes gráficos foram comparados com os gráficos obtidos experimentalmente e mostraram que as modelagens consideradas geraram uma boa aproximação para o experimento real.

No caso do carro em movimento, como é obtida uma quantidade grande de gráficos experimentais, a comparação é feita através apenas das amplitudes de deslocamento máximas para cada faixa de frequência nominal de excitação do carro.

Na segunda parte, os testes são feitos com o hammer sofrendo impacto contra o carro, utilizando-se um sensor de força colocado na posição onde o impacto ocorre para a medição da magnitude das forças de impacto.

A modelagem de um sistema mecânico com impacto não é simples, pois este fenômeno é um fenômeno de curta duração, níveis de força elevados, alta dissipação de energia, grandes acelerações e desacelerações e descontinuidades geométricas[1].

Diferentes abordagens podem ser feitas para a modelagem de um sistema com impacto. A abordagem adotada neste estudo é a abordagem de análise contínua baseada nas forças de contato (“force-based methods” \”continuous analysis”), que considera que as forças de contato durante o impacto atuam de modo contínuo sobre os corpos que sofrem impactos. Esta abordagem permite que para modelar o sistema, seja necessário somente adicionar as forças de contato nas equações de movimento do sistema durante a sua atuação (durante o impacto)[2]. Ainda dentro desta abordagem, há diversos modelos conhecidos para modelar as forças de impacto.

Assim, através dos sinais obtidos com os testes em laboratório, foi possível a determinação de parâmetros de estudo do impacto importantes para a modelagem do sistema. O modelo foi instituído com o Matlab, e assim como na primeira parte do experimento, foram feitas comparações entre os resultados teóricos e experimentais que mostram a validade dos modelos escolhidos.

### **Conclusões**

O estudo permitiu a comparação entre diferentes modelos utilizados para a representação das forças de impacto, dentro da abordagem contínua do fenômeno de impacto. Também se tornou possível a validação dos modelos com a comparação com os testes experimentais realizados em laboratório e a otimização de parâmetros utilizados nas equações matemáticas que aproximam a operação de sistema.

### **Referências**

- 1- AGUIAR, Romulo Reis ; **Experimental Investigation and numerical analysis of the vibro-impact phenomenon.** Rio de Janeiro, Departamento de engenharia Mecânica PUC-Rio, 2010. 71p.
- 2- GILARDI, G. ; SHARF, I. ; **Literature survey of contact dynamics modelling.** Mechanism and Machine Theory, 2002. Vol 37 1213-1239p.