



XVII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 02 a 06/08/2010 - Viçosa – MG
Paper CREEM2010-MC-06

ANÁLISE DOS MODOS DE VIBRAÇÕES DA ESTRUTURA DA GAIOLA DO MINI-BAJA

¹Frederico Eugênio, ²Tiago Gonçalves, ³Carla Anflor, ⁴Fernando Neves

UNB, Universidade de Brasília, Curso de Engenharia Mecânica

^{1,2,4}Campus Darcy Ribeiro – Asa Norte - CEP 70910-900 - Brasília – Distrito Federal

³Campus UnB Gama – Caixa Postal 8114 – CEP 71405-610 – Gama – Distrito Federal

¹fredericoeugenio6@hotmail.com, ²tgribeiro@yahoo.com.br, ³anflor@unb.br, ⁴ferneves@unb.br

Objetivo

A Competição Baja SAE Brasil é um evento onde os futuros engenheiros têm a possibilidade de transpor o conhecimento adquirido em sala de aula com a realidade da construção de um protótipo. Anualmente é possível verificar a evolução da aplicação de conhecimentos de engenharia resultando no avanço tecnológico dos protótipos. Isto exige das equipes uma aplicação muito mais exigente de seus conhecimentos no intuito de concretizar um projeto vencedor. É neste contexto que se insere este trabalho, atuar no estudo do comportamento dinâmico da gaiola do protótipo de mini-baja desenvolvido pela equipe Piratas do Cerrado da UnB. Este trabalho faz parte de um projeto que contempla a parte numérica e experimental, onde serão avaliados o comportamento estático e dinâmico do veículo *off-road*. Neste artigo serão apresentados os estudos preliminares da parte dinâmica obtida numericamente. Uma vez conhecidas as frequências naturais e os modos de vibração da gaiola será possível conhecer o comportamento dinâmico da estrutura e indicar reforços aos pontos mais críticos da estrutura.

Introdução

Um veículo é caracterizado como um sistema dinâmico, sendo assim, sua estrutura estará exposta a esforços repetitivos como o trabalho do motor e as irregularidades da pista. Quando tais esforços excitam a estrutura da gaiola, em sua frequência natural, a estrutura pode entrar em ressonância e dependendo da magnitude da excitação entrar em colapso. É neste contexto que se justifica o estudo do comportamento dinâmico das estruturas. Neste tipo de estudo as estruturas são discretizadas em n graus de liberdade sujeitas a forças externas que são efetuadas através de uma equação matricial que representa um sistema de n equações diferenciais de 2ª ordem, como mostra a eq. (1).

$$M\ddot{x} + C\dot{x} + Kx = F(t) \quad (1)$$

Onde M , C e K representam as matrizes massa, amortecimento e rigidez respectivamente e \ddot{x} , \dot{x} e x representam os vetores aceleração, velocidade e deslocamento para cada grau de liberdade da estrutura. Os fundamentos da formulação modal desenvolvem-se a partir do caso teórico de estruturas sem amortecimento e sem força externas aplicada, com base no qual se determinam seus autovalores e autovetores, os quais correspondem respectivamente às suas frequências naturais e modos de vibração. Maiores detalhes podem ser obtidos em Rao (2008).

Metodologia

Entre os recursos mais comuns para resolução de equações diferenciais através de aproximação numérica está o método de elementos finitos que consiste na divisão de um sistema em partes menores obtendo seu comportamento dinâmico. Avalia-se o comportamento de cada parte para obter as interações e o comportamento de todo o conjunto Silva *et al.* (2001). Um dos programas mais utilizado para essas análises é o ANSYS, o qual é utilizado por diversas outras equipes com objetivos semelhantes como Candido *et al.* (2009) e Freitas *et al.* (2004). Para análise da estrutura por elementos finitos há a necessidade de fornecer a geometria da gaiola, suas propriedades mecânicas e condições de contorno. A gaiola é construída em estrutura tubular de aço SAE 1020 com diâmetro 31,75 milímetros e espessura de 1,6 milímetros seguindo os regulamentos da competição. Nesta análise foi aplicada condição de contorno livre na gaiola. Este trabalho tem por objetivo determinar numericamente as frequências naturais da gaiola para posteriormente validar com os ensaios experimentais.

Resultados

A Figura 1 ilustra além da geometria da gaiola os seus modos de vibração para as quatro primeiras frequências fundamentais.

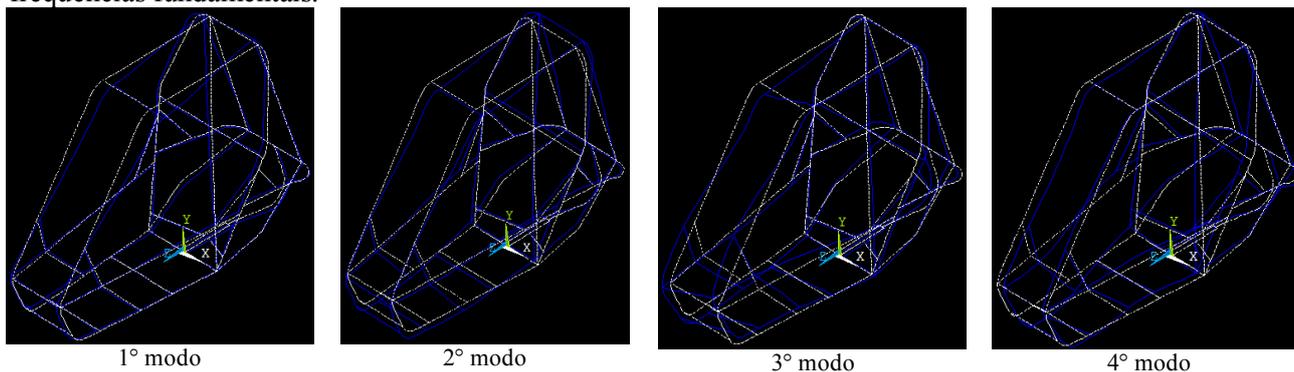


Figura 1 – Gaiola do veículo Mini-Baja e seus 4 primeiros modos de vibração

A tabela 1 apresenta os modos de vibração da estrutura em estudo, os quais foram ilustrados na fig. 1, obtidas a partir de uma simulação dinâmica. Os cinco primeiros modos de vibração demonstram como a gaiola reage a cada frequência natural mostrando sua deformação. Isso possibilita análises na gaiola indicando onde esta pode ser melhorada para a faixa de trabalho do veículo.

Tabela 1 – Modos de vibração da gaiola do Mini-Baja.

1º modo de vibração	50,425 Hz
2º modo de vibração	64,535 Hz
3º modo de vibração	78,365 Hz
4º modo de vibração	93,764 Hz
5º modo de vibração	97,417 Hz

Conclusões

Após essa primeira parte do projeto pode ser observado que os resultados obtidos se aproximaram daqueles obtidos por Sousa (2006) que encontrou valores entre 45,7 e 143,5 Hz. Por outro lado existem outros projetos anteriores que encontraram modos de vibrações diferentes como de Candido *et al.* (2009) e Freitas *et al.* (2004) que encontraram valores entre 0,9 e 5,0 Hz. A diferença entre resultados encontrados se deve fundamentalmente a diferentes tipos de condições de contorno, geometrias de gaiola e de distintos materiais aplicados na estrutura da gaiola. É importante salientar a escassa informação sobre as condições de contorno de trabalhos semelhantes, isso é um fator que dificulta a reprodução dos mesmos para efeito de comparação e validação. O próximo objetivo deste trabalho será concentrado na parte experimental onde os valores obtidos numericamente serão confrontados. É com este tipo de análise numérica/experimental que se almeja determinar os principais pontos de reforço da estrutura da gaiola bem como o controle da redução da vibração.

Referências Bibliográficas

- Silva J. G. S., Soeiro F. J. C. P, Trigueiro G. S., Roberto M. A. R., “Análise Estrutural de Chassi de Veículos Pesados com Base no Emprego do Programa ANSYS”, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (Cobenge), 2001.
- Candido N. C., Faisca R. G., Feiteira J. F. S., “Análise dinâmica de um veículo off-road”, Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica, XII Encontro de Modelagem Computacional, 2009.
- Sousa, H. J., “Análise Estrutural do Veículo terrestre Mini Baja Utilizando o Método dos Elementos Finitos”, Trabalho de conclusão de curso, universidade Estadual do Maranhão, 2006.
- Ansys user’s Manual. Theory Manual. Ansys 12.
- Freitas T. C., Jardim M. F., Pereira J. A., “Análise Estática e Modal da Gaiola do Mini-Baja Utilizando o Método dos Elementos Finitos”, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, XI CREEM - Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica, 2004
- Rao, S.S., vibrações Mecânicas, Pearson Prentice Hall, 4ªed., 2008.