



ANÁLISE ESTRUTURAL DO CONJUNTO CHASSI/SUSPENSÃO DE UM PROTÓTIPO DE VEÍCULO

João Antonio Bastos Ferreira

Matheus Barros

Suzana Moreira Avila

Saleh Barbosa Kahlil

ferreira.jant@gmail.com

mecmatheus@gmail.com

avilas@unb.br

sbkhalil@unb.br

Engenharia Automotiva, Campus UnB-Gama, Universidade de Brasília Área Especial de Indústria Projeção A, UNB - DF-480 Gama Leste, 72444-240, Brasília - DF, BRAZIL

Resumo. Os projetos industriais estão ficando cada vez mais complexos. A feroz competição faz com que as empresas que trabalham num mesmo ramo sempre tenham que projetar produtos melhores. Mas para isso acontecer, todo o processo de criação deve ser melhorado. As ferramentas disponíveis hoje em dia auxiliam muito os engenheiros que buscam a otimização dos seus projetos. Uma dessas ferramentas bastante utilizada é o software de análise estrutural ANSYS. Por meio de diversos e complexos tipos de elementos, podemos simular as mais diversas formas estruturais, e simular com boa aproximação utilizando o método dos elementos finitos para resolver problemas tanto estáticos quanto dinâmicos. Este trabalho tem como objetivo o estudo e análise do comportamento dinâmico de um chassi tipo escada, produzidos pelos alunos da disciplina projeto de sistemas automotivos da universidade de Brasília. Para a análise são utilizados os softwares específicos CATIA V5R19 e ANSYS.

Palavras-chave: Chassis automotivo, Análise Dinâmica, Método dos Elementos Finitos

1 INTRODUÇÃO

O chassi é o esqueleto do veículo que sustenta todos os componentes do veículo. Na avaliação de eficiência dos chassis automotivos os parâmetros rigidez a flexão e rigidez a torção são as principais propriedades avaliadas. O chassi automotivo é projetado para ser bastante rígido garantindo baixo nível de ruído e vibração enquanto o veículo se desloca em um trajeto. Sua elevada rigidez também auxilia na resistência às cargas estáticas e dinâmicas (Furtado, 2013). Um dos tipos de chassis mais utilizados desde a invenção do automóvel é o chassi tipo escada, este chassi é separado da carroceria, o que auxilia em muito na diversidade de tipos de carroceria que podem ser acopladas a ele. Esse tipo de chassi é bastante utilizado em veículos de grande porte como caminhões, camionetes e camionetas. Sua nomenclatura se deve a sua geometria semelhante a uma escada comum, constituído por duas vigas longitudinais que se estendem por todo o comprimento do veículo e são ligadas por vigas transversais (transversinas) dando assim a aparência de uma escada. Segundo Happian-Smith et al (2002), um chassi tipo escada possui elevada resistência a flexão, elevada rigidez a flexão e baixa rigidez a torção, todas estas características devem-se a sua configuração geométrica.

Uma alternativa para despertar um maior interesse dos alunos dos cursos tecnológicos é unir os conhecimentos teóricos de uma disciplina a um problema prático, aplicando-se os conhecimentos adquiridos na disciplina cursada e sua integração multidisciplinar. A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP – ou Problem Based Learning) propõe transferir os problemas apresentados no ambiente educacional para o ambiente do mundo real apresentando resultados muito positivos (Dochy et al., 2003). Este trabalho apresenta uma análise do comportamento dinâmico de um chassi tipo escada produzido pelos alunos da disciplina projeto de sistemas automotivos da universidade de Brasília, foram utilizados os pacotes computacionais CATIA (*Computer Aided Three-dimensional Interactive Application*) V5R19 para desenho de objetos tridimensionais e ANSYS 13, software de análise utilizando o Método dos Elementos Finitos.

2 DESCRIÇÃO DO MODELO FÍSICO

Um protótipo de chassi com suspensão duplo A foi construído pelos estudantes durante a disciplina Projeto de Sistemas Automotivos do curso de Engenharia Automotiva da Universidade de Brasília. O trabalho foi todo realizado pelos alunos no laboratório da Faculdade UnB-Gama com os materiais e ferramentas disponibilizados pela instituição. A “Fig. 1” mostra uma ilustração do protótipo realizada em CAD. A construção do protótipo foi pensada de modo a permitir alterações nos principais parâmetros da suspensão, como variar ângulos de câmbio, caster e convergência, permitindo assim uma melhor compreensão pelos alunos de como cada um destes parâmetros da geometria influencia a performance do sistema de suspensão. As “Fig. 2(a)” e “Fig. 2(b)” mostram protótipo já construído. As características geométricas do sistema são apresentadas são: comprimento 900 mm; largura 300 mm; perfil retangular 30 cm x 70 cm; espessura 2 mm.



Figura 1. Chassi com 1/4 da suspensão duplo A em CAD



(a)



(b)

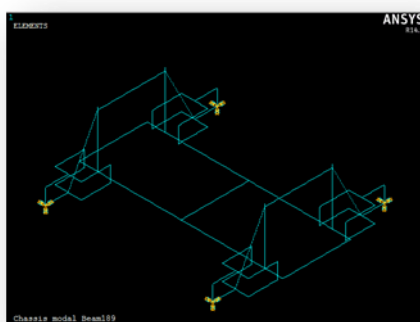
Figura 2. Maquete de chassi com suspensão duplo A

3 MODELAGEM EM ELEMENTOS FINITOS

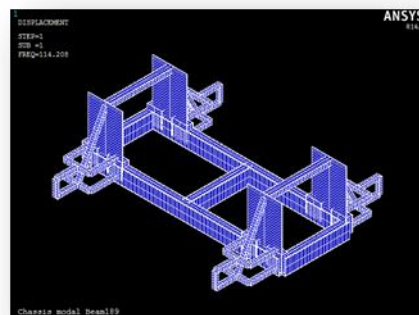
Inicialmente foi confeccionado um desenho em CAD com o auxílio do software CATIA V5R19, apresentado na “Fig. 1”. Em seguida a modelagem em elementos finitos foi realizada utilizando o pacote de elementos finitos ANSYS 13. O protótipo foi modelado utilizando os elementos do tipo BEAM189. As “Fig. 3(a)” e “Fig.3(b)” apresentam a modelagem e a malha de elementos finitos.

4 RESULTADOS

Foi realizada uma análise modal do modelo do chassi do protótipo. Para a realização da análise modal, as rotinas geradas no ANSYS foram para simulações de corpo livre, o que significa que a estrutura não possui restrições e, com isso, se encontra livre no espaço. A “Fig. 4” apresenta os modos de vibração juntamente com as frequências naturais associadas. Pode-se verificar que o chassi é bastante rígido e as cinco primeiras frequências estão relacionadas a vibração das barras superiores auxiliares para fixação do sistema de suspensão.

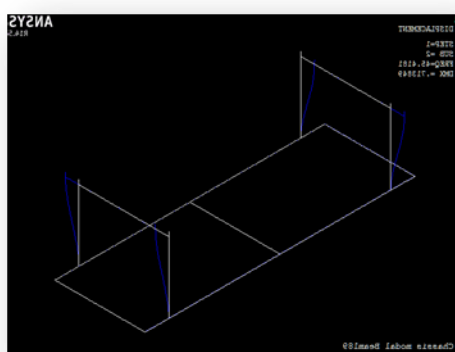


(a)

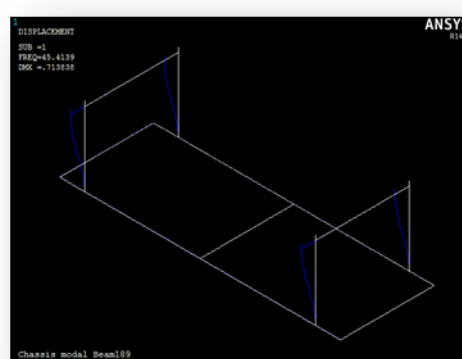


(b)

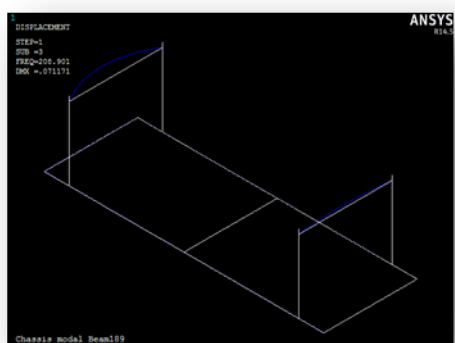
Figura 3. (a) modelagem com BEAM189; (b) malha de elementos finitos com BEAM189



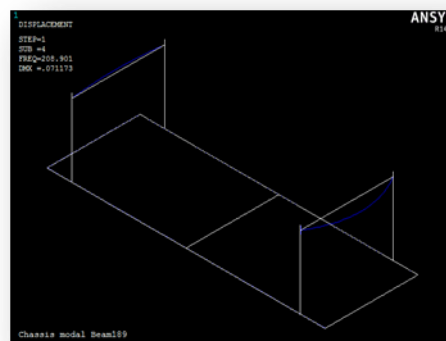
1º modo $f = 45.41$ Hz



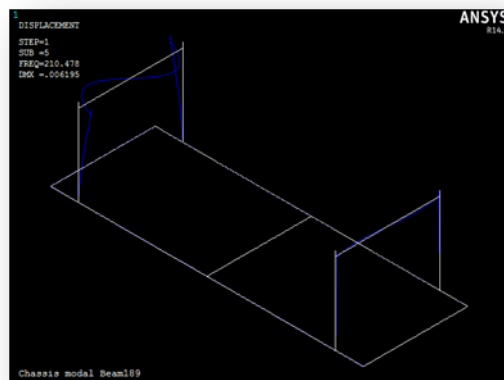
2º modo $f = 45.41$ Hz



3º modo $f = 208.9$ Hz



4º modo $f = 208.9$ Hz



5º modo $f = 210.48 \text{ Hz}$

Figura 4 Modos de vibração e frequências naturais associadas

Com o objetivo de determinar quais modos de vibração contribuíram de forma mais significativa para a resposta dinâmica da estrutura foi realizada uma análise harmônica. Para a realização desse tipo de análise, foi necessário aperfeiçoar o modelo elaborado no software ANSYS melhorando sua aproximação com as condições reais. O chassi foi restringido, considerou-se o amortecimento e estrutural e foi aplicado um carregamento harmônico à estrutura. As restrições foram impostas nas junções do sistema de suspensão com o chassi e nos pneus. Para a conexão da suspensão com o chassi, só foram permitidos deslocamentos translacionais na vertical e, para os pneus, não foi permitido nenhum tipo de deslocamento.

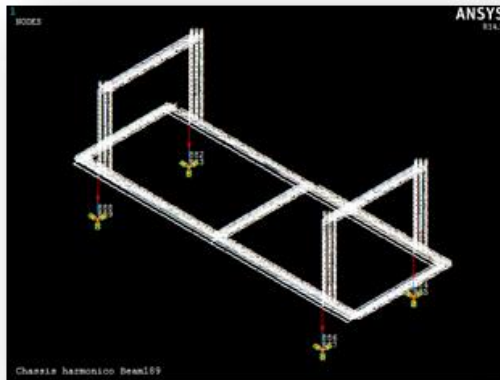
Em seguida realizou-se uma análise harmônica aplicando forças de amplitude igual a 160 N conforme indicado na Figura 5(a). A Figura 5(b) apresenta a resposta harmônica em uma faixa de 0 a 240 Hz obtida em três pontos diferentes: no alto da placa; no centro da placa e na ancoragem da suspensão.

Finalmente, foi realizada uma análise transiente aplicando nos mesmos pontos da carga harmônica uma função degrau. A evolução da resposta no tempo em três pontos (alto da placa, centro da placa e ancoragem da suspensão) é apresentada na “Fig. 6”. É interessante realizar a análise transiente, pois a análise harmônica fornece informações somente sobre a fase permanente da resposta. É necessária a complementação dessa análise para termos de resposta máxima que é importante do ponto de vista do dimensionamento estrutural dos perfis metálicos. A rotina gerada para análise transiente utiliza os mesmos parâmetros de geometria, suspensão, amortecimento e restrições da análise harmônica, sendo modificando somente o tipo de carregamento aplicado ao chassi.

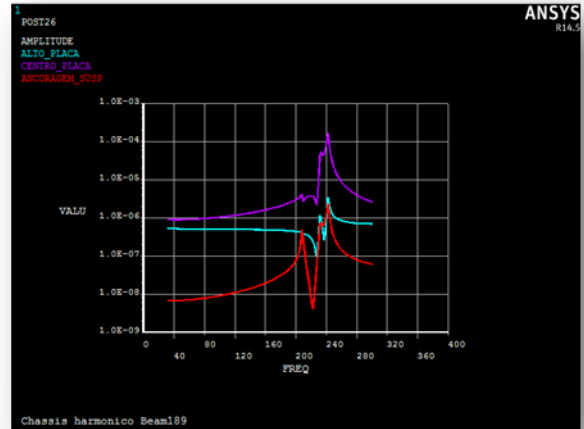
5 CONCLUSÃO

Um protótipo chassi/suspensão duplo A foi construído pelos estudantes durante a disciplina de Sistemas Automotivos do curso de Engenharia Automotiva da Universidade de Brasília. Um modelo em elementos finitos do protótipo foi realizado utilizando o pacote computacional ANSYS V13. As análises modal, harmônica e transiente do comportamento dinâmico do chassi foram executadas. Verificou-se que trata-se de uma estrutura bastante

rígida. Como prosseguimento do estudo pretende-se realizar ensaios de análise modal para comparação de frequências naturais experimentais com as obtidas numericamente.



(a)



(b)

Figura 5. (a) aplicação das forças nos nós; (b) resposta harmônica

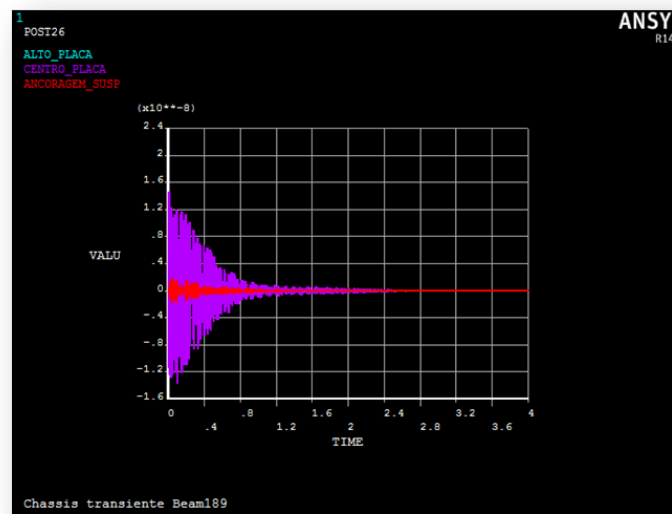


Figura 6 – Resposta no domínio do tempo do chassi

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPDF Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal para publicação e apresentação deste trabalho.

7 REFERÊNCIAS

Dochy, F.; Segers, M.; Van den Bossche, P.; Gijbels, D., 2003, Effects of Problem-based learning: a meta analysis. *Learning and Struction*, v.13, n.5, p.533 – 568, 2003.

Furtado D.C., 2013, *Análise Estrutural de Chassi de Veículos Automotivos*, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Brasília.

Happian-Smith, J., 2002, *An Introduction to modern vehicle desing*, Butterworth Heinemann.