

RESPOSTA FORÇADA DE PNEUMÁTICOS COM FORÇAS GIRANTES



UNICAMP



Aluno: Fabio Arcos Nantes

Orientador: Prof. José Roberto de França Arruda

Co-Orientador: M. Sc. Rangel Ferreira do Nascimento

RESUMO

Neste trabalho foram investigadas formas de aplicação de uma carga móvel num modelo de elementos espectrais de viga curva. Um programa desenvolvido num trabalho anterior [1] foi adaptado e ajustado para representar um pneu de motocicleta. O ajuste foi feito pelos modos de vibrar do pneu obtidos experimentalmente através da análise modal do pneu citado. Com o modelo ajustado foi simulada a resposta dinâmica oscilante em posição fixa com medida da resposta num ponto do pneu.

Foi construída uma bancada de testes para analisar a resposta forçada de um pneu de motocicleta a fim de comparar os resultados com os do modelo de elementos espectrais e de tentar observar as ondas estacionárias formadas no pneu quando solicitado em altas velocidades e em contato com o solo.

A bancada não permitiu atingir as velocidades angulares necessárias para observar a formação das ondas estacionárias, mas foi simulada a resposta dinâmica forçada a uma força oscilatória em ponto fixo e observou-se um comportamento qualitativamente similar ao verificado experimentalmente, de modo que o modelo conseguiu representar aproximadamente o comportamento experimental.

INTRODUÇÃO

A maioria dos veículos de transporte utiliza pneus para a transmissão de tração, direção e carga do veículo à via. Isso implica que o comportamento do pneu tem um impacto importante no conforto do passageiro e nas características de dirigibilidade do veículo. Entender o comportamento dinâmico do pneu é de importância fundamental para aspectos como a vibração e o ruído causado pela interação do pneu com a dinâmica de veículo e com a superfície da estrada, que é crítica em termos de segurança, durabilidade, e meio ambiente [2].

Assim, a caracterização de um pneumático passa pelo estudo dos parâmetros influentes no comportamento do pneu e através de modelos dinâmicos.

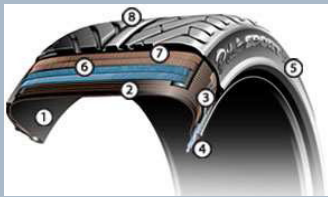


Fig. 1: Corte de um pneu [1]



Fig. 2: Pneu de motocicleta -Sport Demon Pirelli [3]

Este trabalho consistiu na adaptação de um modelo dinâmico de vigas curvas sob tensão devido à pressão interna do pneu, na construção de uma bancada de testes, na realização da análise modal de um pneu de motocicleta e no ajuste de parâmetros do modelo usando valores de frequências naturais encontrados no ensaio experimental.

MODELO

O modelo analisado consistiu no de uma viga curva sob pressão interna.

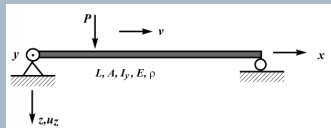


Fig. 3: E Viga de Euler Bernoulli simplesmente apoiada [4]

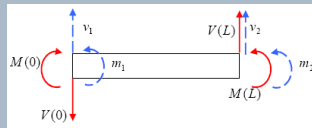


Fig. 4: Esforços e convenções para uma viga simples [1]

Ele assimila um pneu a um anel com pressão interna. Foi utilizado o método dos elementos espectrais formulado no domínio da frequência.

$$[K^*] = \begin{pmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{pmatrix} \text{ sim.}$$

Fig. 5: Matriz de rigidez do elemento de viga de Euler Bernoulli [4]

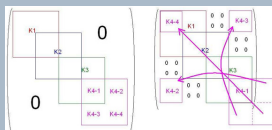


Fig. 6: Matriz formadora de um anel [1]

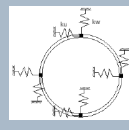


Fig. 7: Rigidezes do pneu [5]

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DELAMOTTE, J.C. e ARRUDA, J.R.F., 2006 - Relatório final - T.F.E. 2006 - Pirelli.
- [2] DOUVILLE, H., Masson, P., Berry, A. - On-resonance transmissibility methodology for quantifying the structure-borne road noise of an automotive suspension assembly, Applied Acoustics, 67, 2006, pp 358-382.
- [3] www.pirelli.com/pt/pt
- [4] NASCIMENTO, R. e ARRUDA, J.R.F., 2006 - Simulação numérica de cargas móveis em vigas usando modelos de elementos finitos.
- [5] PEREIRA Alex and rd, 2008 - Caracterização Dinâmica de Pneumáticos Automotivos. Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP.

BANCADA

A bancada final de testes é a representada na figura a seguir:



Fig. 5: Bancada de testes

Esta montagem foi realizada com um pneu de motocicleta PIRELLI CITY DEMON 90/90 - 18 M/C Reinf. 57P, com diâmetro de 500mm, variando a faixa de velocidade de 5 a 80km/h. O Motor utilizado é de 6HP de potência, 6 pólos e trabalha até uma frequência de 1140 rpm.

Para a obtenção de outros resultados, foi feita a análise do pneu citado, como mostrado a seguir:



Fig. 8: Excitação radial



Fig. 9: Excitação tangencial

RESULTADOS

Qualitativamente, os 5 primeiros modos vibracionais de um pneu são:

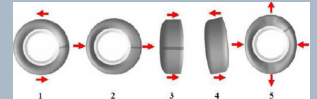


Fig. 10: Modos vibracionais [5]

Foi feito um ajuste no programa FRF_CURVED_BEAM_RING_MODIF [5] para o pneu de motocicleta analisado, modificando-se parâmetros característicos do pneu de modo a aproximar as frequências radiais e tangenciais encontradas na análise modal.

AJUSTE

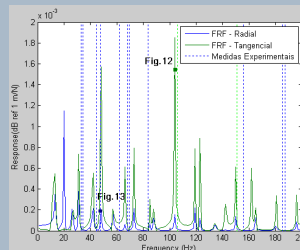


Fig. 11: FRF(s) (radial e tangencial) para faixas de frequências de 0 a 200 Hz

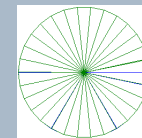


Fig. 12: Animação para f=103.92Hz (Excitação Tangencial)

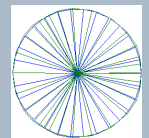


Fig. 13: Animação para f=48.162Hz (Excitação Radial)

CONCLUSÕES

Com este trabalho, criou-se um programa computacional, baseado em projetos anteriores [1], [5], que correlaciona os parâmetros teóricos de um pneu de motocicleta a seus dados experimentais, dada uma excitação com força oscilatória numa posição fixa. Com isso, verificaram-se os modos vibracionais do pneumático para uma determinada faixa de frequência. Como trabalho futuro, e após modificações na bancada de testes, será feita uma análise computacional para resposta dinâmica forçada com força girante.

AGRADECIMENTOS:

