

Análise do comportamento dinâmico de um ônibus sob manobra direcional

André Vinícius Brizio da Silva
andre_brizio@hotmail.com

Walter Jesus Paucar Casas (orientador)
walter.paucar.casas@ufrgs.br



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

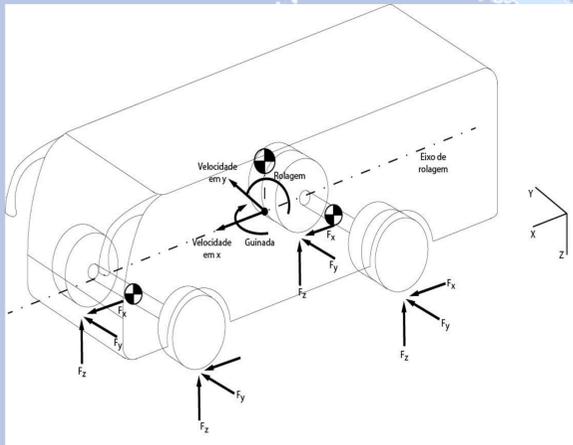
Grupo de Mecânica Aplicada – DEMEC – EE - UFRGS

Objetivos

Implementação de um modelo de ônibus realizando manobras em uma pista plana para a avaliação da dinâmica lateral e comparação com resultados obtidos em um software de simulação comercial.

Método

Baseia-se em um modelo de veículo de oito graus de liberdade proposto por Smith e Starkey (1995). Consiste de uma massa suspensa apresentando movimentos na direção X, Y e rotações de rolagem e guinada. Considera-se os demais graus de liberdade representados pela análise independente de cada roda. O objeto de estudo trata-se de um ônibus de configuração 4x2 com sistema de suspensão pneumático. Utiliza-se o software TruckSim para comparação e validação, aplicando os mesmos parâmetros do modelo do ônibus programado, retirados do trabalho proposto por Carreirão (2003).



Equações de movimento

A partir dos graus de liberdade a serem considerados, realiza-se o somatório de forças e momentos nas direções de movimento. As forças atuando no veículo são retiradas a partir das equações dos modelos de pneu utilizados. Para resolver as equações, isolam-se os termos de aceleração, velocidade e deslocamento, resultando no sistema matricial:

$$[M] \cdot \{\ddot{x}\} + [C] \cdot \{\dot{x}\} + [K] \cdot \{x\} = F$$

Modelos de pneu

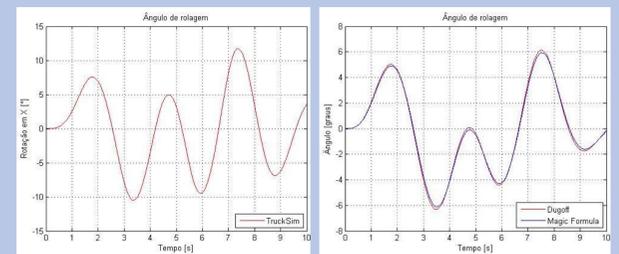
São utilizadas duas formulações para as forças laterais devido ao ângulo de escorregamento do pneu, consequentes do ângulo de esterçamento das rodas dianteiras. O modelo de Dugoff é obtido a partir de relações entre as direções de deslocamento do veículo e pneu e geometria da carroceria e o modelo de Pacejka, (Magic Formula) é obtido através de dados experimentais.

Deslizamento longitudinal dos pneus:

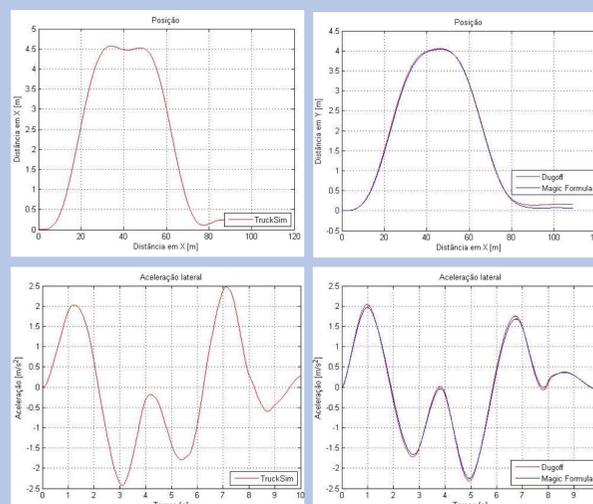
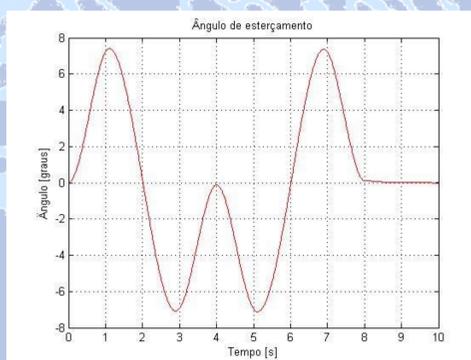
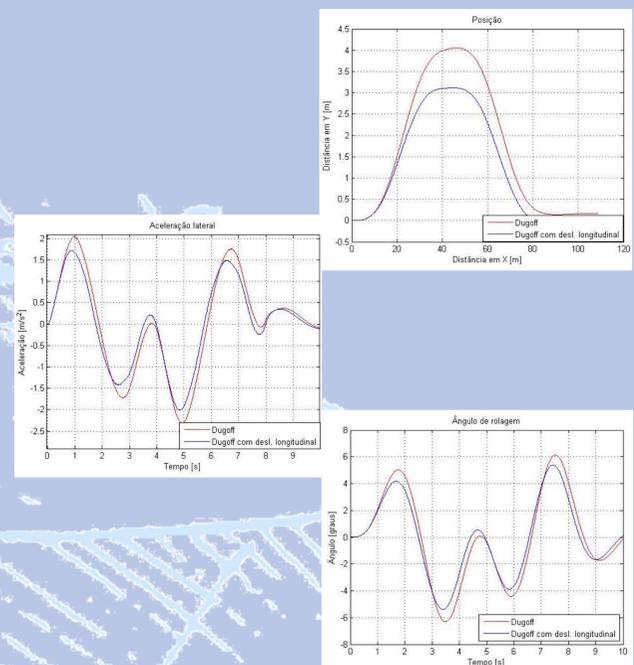
Para analisar os efeitos do deslizamento longitudinal dos pneus utilizaram-se dados extraídos da simulação no software TruckSim em conjunto com equações relacionadas aos modelos de pneus.

Análise de Resultados

Realiza-se a simulação de uma manobra de mudança dupla de faixa a 40km/h sem a consideração do deslizamento longitudinal. Os resultados demonstram a convergência para os dois modelos de pneu e a correlação com os valores obtidos pelo software TruckSim.



Levando em consideração o deslizamento longitudinal dos pneus, realiza-se a mesma manobra para o modelo de Dugoff.



Conclusões

O ônibus apresenta resultados muito semelhantes com ambos os modelos de pneu, demonstrando boa correlação com os resultados do software comercial. Os valores de amplitude são similares, havendo desvio apenas para a rolagem. A consideração do deslizamento longitudinal apresenta mudança significativa no comportamento do veículo, alterando a amplitude do deslocamento lateral.

Referências:

- Carreirão, 2003, "Estudo do comportamento dinâmico de ônibus com diferentes arranjos de eixos", Dissertação de Mestrado em Engenharia.
- Smith, D. E., Starkey, J. M., 1995, "Effects of Model Complexity on the Performance of Automated Vehicle Steering Controllers: Model Development, Validation and Comparison", International Journal of Vehicle Mechanics and Mobility, vol. 24:2, p. 163-181.
- Pacejka, H. B., 2005, "Tyre and vehicle dynamics", 2ª edição, SAE International.