

ANÁLISE CINEMÁTICA DE UMA SUSPENSÃO VEICULAR DO TIPO *DOUBLE WISHBONE*

Ticiano Katsuno e Flávio Yukio Watanabe

UFSCar, Universidade Federal de São Carlos, Curso de Engenharia Mecânica
Campus São Carlos - Bairro Monjolinho - CEP 13565-905 - São Carlos - São Paulo
E-mail para correspondência: ticiano_k@hotmail.com

Introdução

Os modelos físicos e matemáticos e as diferentes técnicas de simulação utilizando sistemas multicorpos rígidos ou flexíveis constituem as bases de para a análise cinemática e dinâmica de veículos e são amplamente empregados nos processos de projeto, análise e otimização dos mecanismos de suspensões veiculares, devido à sua versatilidade de aplicação e exatidão na representação do sistema analisado. O presente trabalho tem como o objetivo apresentar a análise cinemática de uma suspensão do tipo *double wishbone* ilustrada na Fig. 1a, baseado na análise vetorial de um sistema de multicorpos rígido tridimensional. A variável de entrada considerada é uma irregularidade da pista com perfil cossenoidal representado na Fig. 1b.

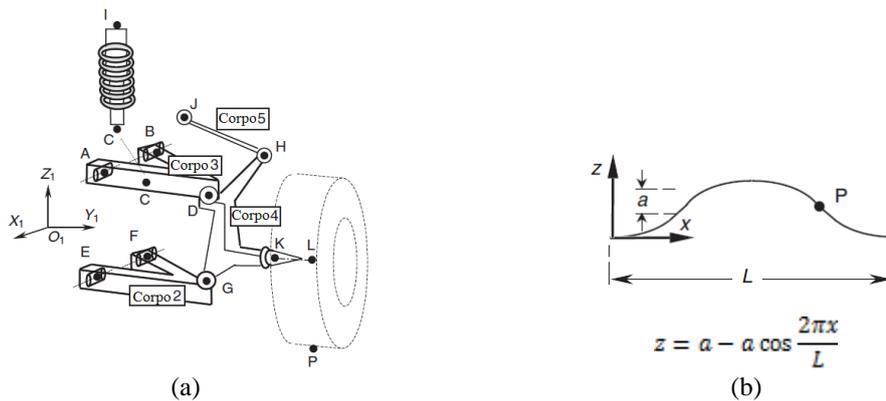


Figura 1 - (a) Suspensão *double wishbone* (Blundel e Harty, 2004) e (b) obstáculo da pista (Dixon, 2009)

Modelagem e Simulação

Os elementos da suspensão são considerados corpos rígidos articulados e suas equações de movimento são determinadas a partir de uma análise vetorial aplicada a cada corpo individualmente (Blundel e Harty, 2004) e tendo como variável de entrada as perturbações impostas no pneu por irregularidades da pista (Dixon, 2009). Iniciando pela análise das velocidades, considerando dois pontos *A* e *B* genéricos e distintos de um corpo rígido, pode-se definir uma relação entre a velocidade do ponto *A* (V_A), a velocidade do ponto *B* (V_B) e a velocidade relativa do ponto *A* em relação a *B* (V_{AB}).

$$V_{AB} = V_A - V_B \quad (1)$$

Como os pontos *A* e *B* pertencem a um mesmo corpo rígido, o movimento relativo entre eles só pode ser de rotação e a velocidade relativa V_{AB} pode ser determinada pelo produto vetorial dado na Eq. (2).

$$V_{AB} = \omega \times R_{AB} \quad (2)$$

onde:

- ω - velocidade angular do corpo rígido
- R_{AB} - posição relativa do ponto *A* em relação a *B*

Para a análise das acelerações, a aceleração relativa A_{AB} pode ser determinada de modo análogo à análise de velocidades, por meio da Eq. (3).

$$A_{AB} = A_{AB}^p + A_{AB}^t \quad (3)$$

onde:

- $A_{AB}^p = \omega \times V_{AB}$ - aceleração centrípeta relativa do ponto A em relação a B
- $A_{AB}^t = \alpha \times R_{AB}$ - aceleração tangencial relativa do ponto A em relação a B
- α - aceleração angular do corpo rígido

A partir da aplicação das equações de movimento em todos os elementos da suspensão, foi elaborado um aplicativo computacional utilizando o *software* MATLAB que permite determinar as características cinemáticas dos corpos ou pontos de interesse, tais como as velocidades e acelerações, lineares ou angulares, em função da entrada imposta nos pneus. Posteriormente, poderá ser realizada uma análise dinâmica que possibilita a determinação das forças de reação nos apoios, articulações, molas e amortecedores.

Resultados e Discussão

Como exemplos de resultados são apresentadas a variação da velocidade angular ω_2 e da aceleração angular α_2 do corpo 2 da suspensão (Fig. 1a) e também as componentes da aceleração do ponto C nas direções de x, y e z (Fig.1b), em função do deslocamento x da roda ao longo do obstáculo. As características geométricas da suspensão simulada correspondem ao estudo de caso apresentado por Blundel e Harty (2004), entretanto, ao contrário da referência que determina as grandezas cinemáticas apenas para o ponto de máximo deslocamento vertical da roda, a presente análise simula o comportamento da suspensão ao longo da passagem da roda pelo obstáculo.

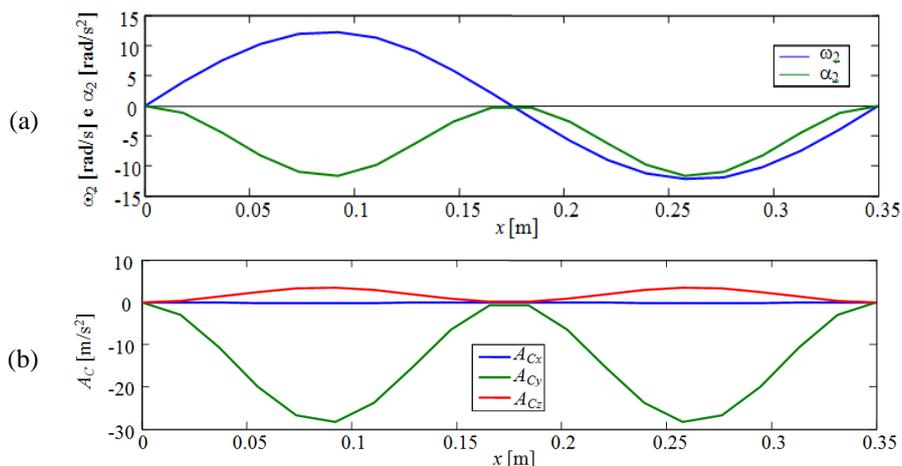


Figura 1 – (a) Velocidade e aceleração angular do corpo 2 e (b) componentes da aceleração do ponto C.

Conclusões

Os resultados obtidos pelo programa elaborado no MATLAB foram validados por meio da comparação com os apresentadas por Blundel e Harty (2009), determinados analiticamente e com o auxílio do *software* ADAMS. A análise cinemática realizada possibilita o desenvolvimento de uma análise dinâmica da suspensão considerando, por exemplo, uma força de impacto aplicada na roda e determinando-se as velocidades, acelerações dos elementos da suspensão e das forças resultantes nas articulações, mola e amortecedor. A ferramenta de simulação e análise desenvolvida possibilita o seu uso no projeto e otimização de suspensões veiculares do tipo *double wishbone*, muito utilizados em veículos *off-road*.

Agradecimentos

Ao CNPq e à UFSCar pela bolsa de estudos do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/CNPq/UFSCar concedida à autora Ticiano Katsuno.

Referências Bibliográficas

Blundel, M.; Harty, D. "The multibody systems approach to vehicle dynamics". Oxford: Elsevier, 2004. 518p.
Dixon, J. C. "Suspension geometry and computation". United Kingdom: John Wiley & Sons, 2009. 436p.