



Instituto Politécnico, Nova Friburgo  
August 30<sup>th</sup> - September 3<sup>rd</sup>, 2004

Paper CRE04 - PM09

## Estudo das Suspensões Passivas, Semi-Ativas e Ativas: Simulação Numérica de um Exemplo.

Fábio Luiz Carvalho da Silva e Márcio Furukava<sup>1</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN

CP 1524, 59072-970, Natal, RN, Brasil

<sup>1</sup>furukava\_mecanica@yahoo.com.br

João Bosco da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

CP 1524, CEP 59072-970, Natal, RN, Brasil

Bosco@ufnet.br

Neste trabalho, faz-se um estudo do comportamento dinâmico de uma suspensão veicular, tomando-se por base, um modelo plano de um veículo, considerando-se simultaneamente, a dinâmica da suspensão dianteira e traseira do mesmo, no qual são introduzidos elementos passivos e ativos. A lei de controle aplicada ao elemento ativo é obtida através da teoria clássica de controle.

Os parâmetros a serem analisados e otimizados são o conforto, a segurança e a estabilidade do veículo. Trabalhou-se com um modelo teórico de um sistema linear, com um grau de liberdade. Introduziu-se um controlador PID e admitiu-se uma atuação instantânea do elemento de feedback. São comparados os desempenhos dos sistemas ativo, semi-ativo e passivo. O modelo plano do veículo é equacionado utilizando-se a segunda Lei de Newton. As equações dinâmicas do veículo com os sistemas passivo, semi-ativo e ativo são então transformadas em diagramas de blocos, de forma a possibilitar a sua simulação no Simulink do MATLAB. A excitação utilizada é a função degrau que pode representar obstáculos na pista de rolagem.

Os parâmetros reais para a simulação numérica do desempenho da suspensão veicular são obtidos. Apresentam-se algumas definições utilizadas na área de modelagem e análise de suspensões ativas: **Sistemas passivos**: contém somente molas e amortecedores com parâmetros fixos, isto é, rigidez e amortecimento constantes. **Sistemas ativos**: podem ser definidos como atuadores que produzem força segundo uma lei de controle que pode conter informações de qualquer parte do sistema. A sua determinação é feita de maneira tal a minimizar uma função de otimização (custo) que representa o comportamento desejado do sistema; **Amortecedores ativos**: é uma subdivisão das suspensões ativas, em que as forças de amortecimento são geradas ativamente e a rigidez da suspensão é mantida passiva. Assim, a lei de controle será função das velocidades da massa suspensa (massa da carroceria) e não suspensa (massa dos eixos e rodas); **Amortecedores semi-ativos**: geram uma força passiva modulada continuamente segundo uma lei de controle com uma pequena quantidade de energia externa. O amortecedor semi-ativo se comporta como um controlador ativo quando a ação de controle requer uma dissipação de energia. Caso a ação de controle não necessite de um fornecimento de energia, o controlador cancela o fornecimento de força.

## REFERÊNCIAS

- [1] Alves, P. S. L., “Análise Comparativa do Desempenho de uma Suspensão Veicular Considerando Elementos Passivos e Ativos”, *Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 131p, 1997.*
- [2] Alscher, H. Igumi, M., Eastham, A. R. And Boldea, I., “Non-Contact Suspension and Propulsion Technology”. *Vehicle System Dynamics, Vol. 12, pp. 259-289, 1983.*
- [3] Anand, D. K., “Introduction to Control System”, 2<sup>nd</sup> edition, *Pergamon Press, 1984.*
- [4] Atkinson, P., “Feedback Control Theory for Engineers”, 2<sup>nd</sup> edition, *Heinemann, 1977.*
- [5] Barrows, T. M., “Suspension: Concepts for high-speed Ground Transportation”. *Technology Review, pp. 31-42, 1975.*
- [6] Beards, C. F., “Vibrations and Control System”, *Ellis Horwood, 1988.*
- [7] Bica, I., “Damper with Magneto-Rheological Suspension”, *Journal of Magnetic Materials, Vol. 241, p. 196-200, 2002.*
- [8] Brogan, W. L., “Modern Control Theory”, *Prentice-Hall, 1982.*
- [9] Buckley, R. V., “Control Engineering”, *Macmillan, 1976.*
- [10] Dorf, R. C., “Modern Control System”, 5<sup>th</sup> edition, *Addison-Wesley, 1989.*
- [11] Elmadany, M. M., Abdujabar, Z., “Alternative Control Laws for Active and Semi-Active Automotive Suspension – A Comparative Study”, *Computer and Structures, v. 39, n. 6, pp.623-629, 1999.*