



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

Paper CRE04 – PM20

## Projeto, Construção e Caracterização de um Amortecedor Ativo

**Bruno Silva Castro<sup>1</sup> and José Roberto Ferreira<sup>2</sup>**

Universidade Federal de Uberlândia, UFU  
CEP 38400-000, Uberlândia, MG, Brasil

<sup>1</sup>brunosilcas@yahoo.com.br, <sup>2</sup>zeroberto@mec.ufu.br

**Rafael Luís Teixeira - Orientador**

Faculdade de Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Uberlândia- UFU

CEP 38400-000, Uberlândia, MG, Brasil

rafael@mecanica.ufu.br

O principal elemento mecânico de um amortecedor é o fole metálico flexível o qual bombeia o fluido de trabalho através de uma válvula controlável. A perda de carga gerada pelo orifício anular da válvula resulta em uma pressão interna no fole produzindo a força amortecedora. Para o posicionamento do obturador da válvula utiliza-se um atuador piezoelétrico que controla o tamanho do orifício anular resultante na válvula. A partir das especificações do fole e do atuador, o modelo do circuito hidráulico é desenvolvido pelo método dos elementos finitos, considerando a interação entre o fluido e a estrutura da válvula do amortecedor. Realiza-se simulações numéricas para determinação do campo de pressões e velocidade para diferentes valores de fechamento da válvula e para diferentes velocidades imposta ao fluido. Com os resultados, calcula-se as forças de amortecimento que agem no fole e a força reativa no obturador da válvula. Um sistema de inferência adaptativo *neurofuzzy* é aplicado pra mapeamento dos resultados numéricos obtidos com o modelo em elementos finito. A dinâmica envolvida pode ser simulada quando o amortecedor proposto for incorporado a uma suspensão equivalente a  $\frac{1}{4}$  de veículo. A partir do modelo em elementos finito do atuador piezoelétrico propõe-se um modelo dinâmico de um grau de liberdade incorporando a massa do obturador da válvula. Projeta-se um controlador PID para posicionamento do obturador da válvula e essa dinâmica é definida como um sistema de controle local. Nas simulações com o amortecedor passivo não se considera a dinâmica do atuador. Com o sistema ativado desenvolve-se o sistema de controle global para controlar a suspensão da dinâmica veicular. Nesse caso o amortecedor ativo, define-se uma hierarquia entre os controladores tal que a performance desejada para o veículo é proveniente do controle global que define a ação necessária para o sistema de controle local resultando finalmente numa ótima força de amortecimento. Os resultados numéricos comprovaram a eficiência do projeto realizado, o que incentiva a verificação experimental do amortecedor ativo proposto.

### REFERÊNCIAS

[1] Cardoso, P.M., 2001, “Estudo, Proposta e Avaliação de uma nova Metodologia de Sintonia Automática de Controladores PID baseado no Ensaio do Relé Realimentado”, *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Uberlândia – MG.

[2] Crosby, M. e Karnopp, D.C., 1973, “The active damper – a new concept for shock and vibration control”, *Shock Vibration Bulletin, Part H*, Washinton DC.

- Dodie, M.O. and Hac., A., 2000, "Closed Loop Yaw Control of Vehicles using Magneto- Rheological Dampers, *Society of Automotive Engineers - SAE 2000-01-0107*.
- [3] Feigel, H.J. e Romano, N., 1996, "New valve technology for active suspension", SAE (960727).
- [4] Giliomee, C.L. and Els, P.S., 1998, "Semi-active hydropneumatic spring and damper system".
- [5] Hrovat, D. ,1997, "Survey of Advanced Suspension Developments and Related Optimal Control Applications", *Automatica*, Vol. 33 No 10 pp. 1781-1817. 60
- [6] Konik, D. et al., 1996, " Electronic damping control with continuously working damping valves (EDCC)-system description and functional requirements", International symposium on Advanced Vehicle control, Aachen, Germany, 1996.
- [7] Launder, B.E. & Spalding, D.B., 1974, " The Numerical Computation of Turbulent Flows, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*", vol. 3, pp. 269-289
- [8] Teixeira, R.L., 2001, "Uma metodologia de projeto de controladores híbridos inteligentes com aplicações no controle ativo de vibrações mecânicas", *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Uberlândia – MG.
- [9] White, Frank .M (1991), " Viscous Fluid Flow", McGraw-Hill in Mechanical Engineering, Second Edition, ISBN 0-07-069712-4.