

## DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA PARA ENSAIO DE VEÍCULOS EM ESCALA REDUZIDA

F.P.L. Neto (1), D.R. Rodriguez (1), M.A.A. Nunes (1).

(1) Faculdade de Engenharia Mecânica, FEMEC, Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2160, Bloco 1M, Uberlândia MG, cep: 38.400-089.

**Palavras chaves:** Controle PID,  $\frac{1}{4}$  de Suspensão de veículo.

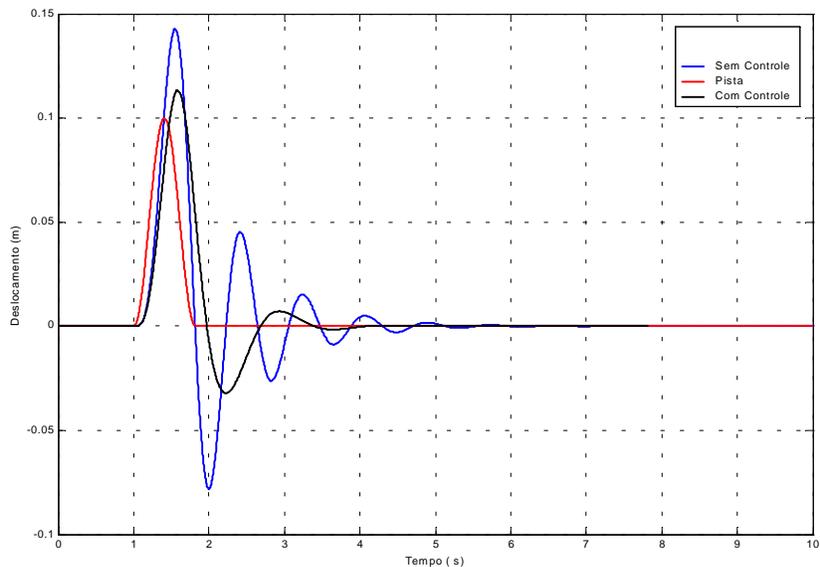
### RESUMO

Com os avanços tecnológicos ocorridos nos últimos tempos, tornou-se muito mais fácil, e a preços mais acessíveis, a utilização de controladores automáticos em todos os campos da engenharia. Seguindo esta tendência, a indústria automobilística vem utilizando cada vez mais sistemas de controle, tais como: injeção eletrônica, piloto automático, sistema de freio ABS, sistema de controle de tração e sistema de suspensão ativa. A necessidade de aumentar o conforto e a estabilidade direcional dos veículos, aliado às facilidades de implementação física dos controladores, vem levando a indústria automobilística a utilizar, num futuro breve, sistemas de suspensão ativa, em paralelo à suspensão passiva já existente no veículo, ou até mesmo somente a suspensão ativa.

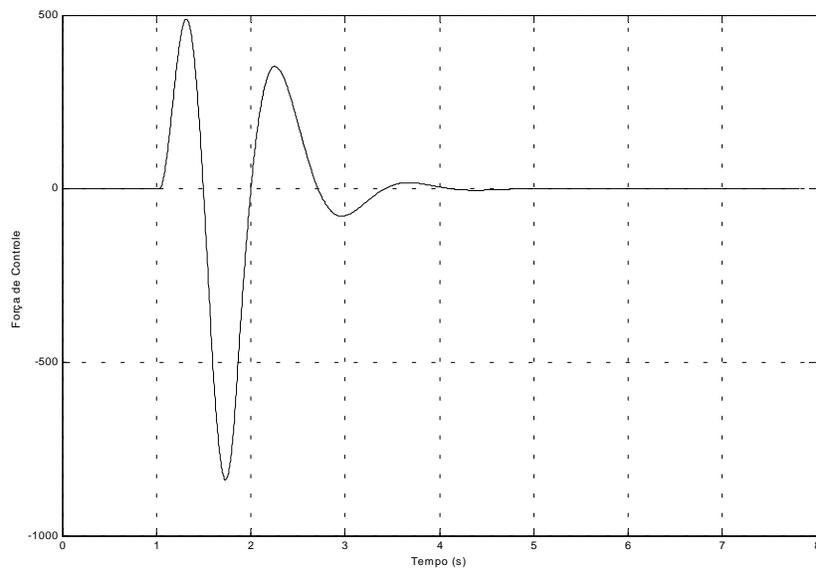
O presente trabalho tem como objetivo desenvolver a suspensão ativa de  $\frac{1}{4}$  (um quarto) de veículo, sendo então dividido em duas etapas. A primeira etapa é constituída da elaboração de um modelo analítico para o sistema, seguido de simulações numéricas. A segunda etapa visa a validação experimental dos resultados obtidos na simulação numérica, através da utilização de uma bancada para ensaio de veículos em escala reduzida. Neste trabalho será apresentada somente a primeira etapa, uma vez que a segunda ainda não foi concluída.

O modelo analítico em estudo possui dois graus de liberdade, e é composto de uma massa principal, que representa  $\frac{1}{4}$  (um quarto) do veículo, e uma massa secundária, que representa o conjunto pneu-roda. Entre essas duas massas, há um amortecedor passivo e uma mola. Um outro conjunto amortecedor - mola é utilizado para representar a rigidez e o amortecimento do pneu. O controlador PID (proporcional, integral, derivativo) está posicionado entre as duas massas, em paralelo com o amortecedor passivo. Para projetar o PID, utilizou-se como critério primeiramente, uma seleção de controladores com margem de ganho e margem de fase, maiores ou iguais a 20 dB e 60 graus, respectivamente, para garantir a estabilidade do sistema. Em posse destes controladores, fez-se uma análise de quais geravam um menor *overshoot* e um menor tempo de acomodação, observando-se também a força de controle, para que esta não possuía valores muito altos, de difícil implementação prática. A caracterização do comportamento dinâmico da bancada será feita através de uma excitação provocada por irregularidades da pista, simuladas pelo movimento de uma esteira com impressões de geometria especificada. Os modelos de veículo são acoplados por uma rótula a um conjunto de guias prismáticas com liberdade de movimento horizontal e vertical.

Primeiramente, o modelo analítico foi validado durante simulações numéricas. Para tanto, analisou-se intuitivamente as respostas diante de excitações provenientes de cada pista. A partir dessa validação, verificou-se através da simulação em uma pista que possui uma lombada de 10 cm de altura, que o sistema utilizando o controlador PID apresentou grande melhora, uma vez que conseguiu alcançar alguns requisitos de projeto básicos de controle de vibrações, tais como a redução do *overshoot*, que passou de 14,28 cm para 11,31 cm, e a redução do tempo de acomodação, que passou de aproximadamente 5,5 seg. para menos de 4 seg., como pode ser visto na figura 1. Outro fator importante é que a força de controle, figura 2, esta dentro de limites aceitáveis.



**Figura 1: Resposta da massa principal à excitação provocada pela pista**



**Figura 2: Força de Controle da Suspensão ativa**

Como pode ser visto, o controlador PID apresentou um bom desempenho para um modelo de  $1/4$  (um quarto) de veículo, o que incentiva a construção experimental do sistema de controle proposto. Pretende-se em trabalhos posteriores implementar fisicamente esse sistema, assim como investigar as possibilidades de controle com um modelo do veículo inteiro

compreendendo sete graus de liberdade, de tal forma que se aproxime cada vez mais de um veículo conforme no mundo real.

**Agradecimentos: os autores agradecem ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo suporte financeiro e pela bolsa de Iniciação Científica.**

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

**OGATA, K. – Engenharia de Controle Moderno, 3º edição, Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., Rio de Janeiro, 2000.**