

Freio Restaurador de Energia

Departamento de Engenharia Mecânica

Aluno: Daniel Jakobsson

Orientador: Rubens Sampaio

Este projeto de iniciação científica trata de um tema sugerido pelo aluno: o desperdício de energia nos freios de veículos urbanos. Os atuais sistemas de freio comprimem pastilhas contra as rodas, forçando-as a parar através de forças de atrito. Desta forma, a energia cinética do veículo é convertida em calor, sendo dissipada para o meio ambiente.

Tal sistema aumenta consideravelmente o consumo, especialmente em perímetro urbano, onde sinais de trânsito, pedestres e outros veículos forçam o condutor a utilizar o freio constantemente. A fim de retornar à velocidade que estava anteriormente, exige-se a queima de uma nova parcela de combustível. A proposta para minimizar esse problema é, em vez de transformar a energia cinética em calor, armazená-la em um dispositivo interno ao veículo, permitindo sua reutilização posteriormente.

Primeiramente, foi realizada uma estimativa para a quantidade de combustível que poderia ser economizada com um sistema de freio desse tipo. Foram comparados, para 19 veículos populares, os consumos no perímetro urbano e na estrada, onde o uso do freio é praticamente nulo. Por esse estudo, estima-se que seja possível um aumento de 39% na autonomia (km/l) de um veículo.

Antes de começar a tentar elaborar novos sistemas de freio, foi feita uma visita técnica ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial, órgão responsável pelas patentes nacionais e fonte de consulta para as internacionais. A intenção era verificar o que já havia sido inventado; e a procura por trabalhos anteriores no tópico "Freio Reciclador de Energia" encontrou dois projetos relevantes, um brasileiro e um francês, que foram analisados nesta iniciação.

Em seguida foi feito um estudo sobre como se dá a dissipação de energia na freada, estabelecendo as condições a serem satisfeitas de forma a não afetar o tempo de frenagem e, em consequência, a segurança do veículo.

A segunda parte da iniciação tratou de identificar as opções de armazenamento de energia, assim como um estudo preliminar, para determinar a viabilidade comercial de cada uma. As possibilidades analisadas foram: compressão de uma mola ou gás, carregamento de baterias durante a freada, e transformação da energia cinética translacional do veículo em cinética rotacional de um disco. Os principais critérios para determinar a viabilidade comercial de cada opção foram os custos de instalação, o peso e volume a serem comprometidos dentro do veículo, e a praticidade de se reutilizar a energia armazenada na reaceleração do automóvel.

Para o caso da mola, foram analisados 10 diferentes metais quanto à capacidade de armazenamento de energia sob torção. O material mais indicado

para esta função seria o titânio mas, ainda assim, seriam necessários aproximadamente 150kg do metal ocupando 30 decímetros cúbicos do veículo. Considerando o preço do titânio e que um veículo popular tem em média 1000kg, concluímos através desse estudo preliminar que essa opção dificilmente teria aplicação comercial.

Para o caso da frenagem através de sistemas elétricos, os principais problemas são: a vida útil das baterias e seu custo de reposição, o rendimento do processo de armazenagem e reutilização (estimado qualitativamente em torno de 30%), e a necessidade, para os veículos à combustão, de se adicionar um motor elétrico. Foi feita ainda uma comparação entre veículos elétricos e à combustão identificando vantagens e desvantagens. A conclusão, pelo ponto de vista econômico, é que os veículos à combustão ainda são mais baratos. Para esta parte do trabalho foi consultado o professor Mauro Schwanke, do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio.

A opção de se transformar a energia cinética translacional do veículo em rotacional de um disco foi analisada a fundo. Um estudo preliminar estimou que seria necessário um disco de 25kg e raio de 35cm operando a 2500rpm, quando hoje dispõe-se de tecnologia para atingir tranquilamente 4000 rpm. A recente invenção de rolamentos magnéticos permite o funcionamento em até mesmo 100.000rpm sem desgaste. Nestes, graças à levitação, não há contato físico entre o disco e o eixo de rotação.

Neste momento foi feita uma segunda estimativa, mais precisa, para o combustível que poderia ser economizado com um freio que reaproveita a energia. Para isso foi feito um balanço das fontes de consumo de um carro, chegando-se à estimativa de que seja possível uma economia de até 53%. Nesta parte do trabalho foi consultado o professor Rubens Braga, do laboratório de Engenharia Veicular da PUC-Rio.

Antes de se começar a construir o protótipo, foi feita uma nova pesquisa por patentes e invenções, desta vez focada em sistemas elétricos ou que utilizassem discos rotatórios para armazenar a energia. Foram encontrados inúmeros projetos no Japão, todos elétricos e de propriedade de montadoras conhecidas como Mitsubishi e Nissan. Isso revela que esta opção já foi esgotada, nos levando a optar por um protótipo inovador, que freiasse transferindo a energia para um disco em rotação.

O protótipo foi projetado pelo aluno e deve ser capaz de, dada uma velocidade inicial, frear armazenando sua energia em um disco interno para, em seguida, reacelerar sem utilizar qualquer fonte de energia externa. Ele foi desenhado utilizando o programa AutoCAD e montado no laboratório de vibrações com a ajuda do torneiro mecânico Wagner Silva. Ainda não foi possível completá-lo, mas isso está previsto para este semestre.

Para a diagramação foi utilizado o programa LaTeX, constituindo o trabalho ao todo de 4MB distribuídos em 45 páginas, com gráficos feitos no MatLab, desenhos no AutoCAD e tabelas no Excel.

Foram utilizados como fonte de consulta: o Instituto Nacional da Propriedade Industrial; os livros "Mecânicos dos Materiais" de James M. Gere,

editora Thomson, "Dinâmica" de Merian Kraige, editora LTC, "Mecânica Clássica" e "Eletromagnetismo" ambos de Raymond Serway e John Jewett, editora Thomson; os professores da PUC-Rio Mauro Schwanke, Sérgio Braga, Washington Braga Filho, Antônio Carlos Bruno; além de inúmeras páginas da internet, todos propriamente citados ao longo do trabalho.