

7

Conclusões e Trabalhos Futuros

O presente trabalho apresentou as bases para um estudo aprofundado da dinâmica veicular e do tipo de controle que é desenvolvido e embarcado nela, atualmente. Ele também possibilitou compreender o motivo de pesquisas em controladores embarcados utilizarem apenas um pedaço da dinâmica veicular total. Baseado nesses estudos também foi possível identificar os limites das técnicas de controle empregadas, para propor uma adição à metodologia de modelagem e uma nova concepção de controladores embarcados, focado na manutenção de condições normais de operação do veículo.

Como consequência destes estudos, foi possível verificar a enorme complexidade em se determinar um modelo completo da dinâmica veicular, capaz de abordar todos os seus sistemas componentes, por uma coleção de modelos individuais, integrados de acordo com o conceito de fluxo de potência, para ser utilizado em controle a tempo real. Os resultados mais recentes da modelagem desenvolvida nesta tese indicam que ainda existem diversas considerações físicas a serem incorporadas ao modelo do veículo, mas também mostram que o modelo atual já pode ser pensado para embarque em dispositivos eletrônicos de controle, seguindo uma estratégia de controle baseado em modelos dinâmicos.

O modelo de dinâmica veicular desenvolvido constitui o primeiro ponto de inovação deste trabalho. Ele consiste em um modelo formado pela integração de múltiplos subsistemas que dão ao sistema de controle a capacidade de enxergar o veículo tão complexo quanto se queira, modificando seu modelo dinamicamente, à medida que um maior entendimento da dinâmica e do que acontece ao seu redor seja necessário. Com isso o sistema de controle passa a ter a mesma capacidade que o motorista tem, de enxergar o veículo: como uma coleção de sistemas distintos sobrepostos habilitados e desconsiderados com a modificação das condições de contorno definidas pelo meio onde o carro trafega. Outro ponto positivo do modelo desenvolvido está diretamente ligado à sua construção, que foi pensada para refletir a realidade de uma oficina ou fábrica de automóveis, onde as

peças são componentes individuais, integrados de maneira específica e sequencial, para formar o carro. Com isso o modelo fica mais próximo da realidade de projetistas e engenheiros automotivos, que podem utilizar esta modularidade para auxiliá-los no desenvolvimento de veículos novos e mais seguros.

As dificuldades de modelagem também se refletiram no desenvolvimento do controlador homeostático. Foi possível identificar as reais possibilidades de alcance deste novo controlador, bem como as vantagens que ele pode trazer ao ser finalizado. No entanto, determinar o cálculo matemático, bem como toda a análise de estabilidade que demonstre ser este tipo de controlador uma alternativa promissora, ficou para uma sequência deste trabalho. Também ficou clara a necessidade de se ter protótipos físicos reais, para aplicações diversas, desde a representação de características específicas do veículo, passando por um protótipo para validação, integração de sistemas até a representação do ambiente em que o automóvel trafega.

Mas mesmo não tendo sido alcançado o formalismo matemático desejado, mas apenas uma proposição teórica com a apresentação de pequenos casos particulares, o controlador homeostático constitui o segundo ponto de inovação apresentado por esta tese. O controlador homeostático torna possível um aumento da região de estabilidade de controladores automotivos em uso na indústria atualmente. Em primeiro lugar, por permitir uma extensão no uso dos controladores atuais, ao criar a capacidade de alterar dinamicamente a compreensão do ambiente em que estes controladores estão inseridos, com a alteração de limiares de operação, aproximando-os dos limites físicos reais de aderência à pista (e em alguns casos até permitindo que estes limites sejam ultrapassados e restituídos com segurança). Apesar de visar aumentar a capacidade operacional do veículo, com o consequente aumento de velocidades e acelerações, o controlador homeostático pretende funcionar como um dispositivo de segurança ativa, capaz de auxiliar o motorista a resolver situações de emergência, com menos esforço e maior rapidez.

O controlador homeostático também dá margem a novos desenvolvimentos de unidades eletrônicas de controle, novos sistemas de atuação dedicados, que visam à correção de pequenas regiões do funcionamento automotivo, mas que ao serem somadas conseguem garantir a condição normal de operação do veículo.

O estudo e a proposição do controlador homeostático permitiram vislumbrar um controlador geral para a dinâmica veicular que consegue englobar cada possibilidade de sistema de controle existente hoje no mercado. Apesar da diversidade de controladores e sistemas de controle, sejam para segurança passiva ou para segurança ativa do veículo e seus passageiros, todos estão restritos aos quatro grupos de controle identificados no texto da tese. Pode haver interseção entre esses grupos, mas eles sempre serão os grupos fundamentais. Com isso, para formar um controle de ABS, por exemplo, bastaria agrupar comportamentos específicos do controlador homeostático e ter-se-ia o mesmo resultado final.

Como sequência a esta tese fica a necessidade de realizar o formalismo matemático do controlador homeostático, seja a partir de outro trabalho de doutorado, ou por outros trabalhos de mestrado. Como sugestão a partir deste formalismo matemático, poderia ser desenvolvido um núcleo de pesquisa em sistemas veiculares embarcados, com o objetivo final de construir um protótipo de controlador homeostático real a ser integrado a um veículo comercial. As possibilidades de trabalhos de pós-graduação a partir desta proposta são inúmeras, junto com as possibilidades de desenvolvimentos tecnológicos e de software para aplicação na indústria automotiva e em indústrias correlatas. A continuidade de pesquisa neste tema de controle homeostático tem potencial para virar um núcleo contínuo de desenvolvimento tecnológico.