

## Proposta de tema de Dissertação de Mestrado

**Título:** Controle de trajetória de um veículo inclinável usando técnicas de modos de deslizamento.

**Orientador:** Nestor Roqueiro

**Objetivo Geral:** Esta proposta visa o desenvolvimento de um sistema de controle de estabilidade para um veículo leve de três rodas, dois assentos em “tandem” e suspensão independente. O veículo deverá se inclinar para realizar curvas. A inclinação será controlada por um sistema de direção by wire de forma automática. O controlador será projetado usando técnicas de modos de deslizamento. Devido ao acoplamento inerente entre as variáveis de inclinação e velocidade longitudinal o problema abordado é de característica multivariável não linear. Deverão ser analisados efeitos de perturbações no desempenho do sistema controlado.

**Justificativa:** Sistema de controle de direção e estabilidade de veículos de 4 rodas é um tema atual e garante um bom tema de pesquisa. Controle de direção e estabilidade de veículos de 2 rodas é mais desafiador e também garante bons temas de pesquisa. Para ambos encontra-se farta bibliografia. Em controle de direção e estabilidade de veículos de 3 rodas inclináveis há pouca pesquisa científica publicada. Como a dinâmica destes veículos é diferente daquela correspondente aos de 2 ou 4 rodas o campo de pesquisa é amplo e desafiador. A rejeição de perturbações é um tema particularmente interessante pois o veículo é inerentemente instável e o piloto não pode interferir para estabilizá-lo, como no caso de motos e bicicletas, restando esta tarefa ao sistema de controle automático. As soluções encontradas poderão ser experimentadas em um veículo protótipo garantindo a viabilidade dos sistemas de controle propostos. Trabalhos prévios de uma dissertação de mestrado defendida no PPGEAS e de uma estância de Pós Doutorado do orientados podem ser usadas como ponto de partida da pesquisa.

### Plano de Atividades:

- Levantamento bibliográfico: 2 meses
- Estudo do modelo do sistema: 2 meses
- Análise dinâmica: 2 meses
- Projeto de sistema de controle: 8 meses
- Ensaios e ajustes: 2 meses
- Redação da dissertação: 2 meses

### Bibliografia de referência

- [1] H.B. Pacejka. *Tire and Vehicle Dynamics*. 2<sup>nd</sup> Ed. Warrendale, PA: SAE International, 2006.
- [2] R. Rajamani. *Vehicle Dynamics and Control*. New York, NY: Springer, 2006.
- [3] R.N. Jazar. *Vehicle Dynamics: Theory and Application*. New York, NY: Springer, 2008.
- [4] V. Cossalter. *Motorcycle Dynamics*. 2<sup>nd</sup> Ed. Lulu, 2006.
- [5] G. Genta. *Motor Vehicle Dynamics: Modeling and Simulation*. Singapore, 1997
- [6] R. Andrzejewski and J. Andrzejewski. *Nonlinear Dynamics of Wheeled Vehicle*. New York, NY: Springer, 2005.
- [7] S. Kidane et al. “Roadbank angle consideration in modeling and tilt stability controller design for narrow commuter vehicles” in *Proc. 2006 American Control Conference*, Minneapolis, 2006, pp 5825-5030.
- [8] R. S. Vieira, L. C. Nicolazzi, N. Roqueiro, and R. Padilha. “Dynamic model of a leaning three-wheeled vehicle” in *Proc. Congresso SAE Brasil 2007*, São Paulo, Brazil, 2007
- [9] J. Gohl, R. Rajamani, P. Starr, and L. Alexander, “Development of a Novel Tilt-Controlled Narrow Commuter Vehicle - Final Report”. Dep. of Mech. Eng. University of Minnesota, MI, 2006.
- [10] O. Honorati, R. Caricchi, R. Crescimbeni, and L. Solero, “Lightweight, compact, three-wheel electric vehicle for urban mobility,” in *Proc. International Conference on Power Electronic Drives and Energy Systems for Industrial Growth*, Perth, Australia, 1998, vol.2, pp. 797-802.
- [11] R. Sharp, “The stability and control of motorcycles,” *Journal of Mechanical Engineering Science*, vol. 13, n. 5, pp. 316-329, 1971
- [12] D. V. Singh and V. K. Goel, Stability of Rajdoot Scooter. SAE Paper no. 710273, 1971.
- [13] R.S. Hand, “Comparisons and stability analysis of linearized equations of motion for a basic bicycle model”, M.Sc. thesis, Cornell University, Ithaca, NY, 1988.
- [14] L.C. Nicolazzi, E. Rosa, L. M. C. Leal, *Uma introdução à modelagem quase-estática de veículos automotores de rodas*. Brasil: Publicação Interna GRANTE-EMC-UFSC, 2002.

- [15] D. J. N. Limebeer, R. S. Sharp, "Bicycles, Motorcycles, and Models", *IEEE Control System Magazine*, vol. 26, pp 34-61, Oct., 2006
- [16] P. Niedermeyer (2008, March 14). 2008 Zap Xebra Review. *The Truth About Cars*. [Online]. Available: <http://www.thetruthaboutcars.com/2008-zap-xebra-review/>
- [17] M. Blundel and D. Harty. *The multibody Systems Approach to Vehicle Dynamics*. Burlington, MA: Elsevier, 2004
- [18] E. M. Lowndes., "Development of an Intermediate DOF Vehicle Dynamics Model for Optimal Design Studies", Ph.D. dissertation, Dep. of Mech. and Aer. Eng., North Carolina State Univ., Raleigh, NC, 1998
- [19] S. Kidane, L. Alexander, R. Rajamani, P. Starr, and M. Donath, "A fundamental investigation of tilt control system for narrow commuter vehicles", *Vehicle System Dynamics*, Vol. 46, No. 4, pp 295-322, Apr. 2008.
- [20] J. Gohl, R. Rajamani, L. Alexander, and P. Starr, "Active roll mode control implementation on a narrow tilting vehicle", *Vehicle System Dynamics*, Vol. 42, No. 5, pp 347-372, 2004.
- [21] A. Snell, "An active roll-moment control strategy for narrow tilting commuter vehicles", *Vehicle System Dynamics*, Vol. 29, pp 277-307, 1998.
- [22] S. So and D. Karnopp, "Active dual mode tilt control for narrow ground vehicle", *Vehicle System Dynamics*, Vol. 27, pp 19-36, 1997.
- [23] M. G. de Faria, CONTROLE DE INCLINAÇÃO BASEADO EM ESTERÇO PARA VEÍCULO DE TRÊS RODAS DE CAMBAGEM VARIÁVEL, Dissertação de Mestrado - PPGEAS, 2010.
- [24] N. Roqueiro et al., A Sliding Mode Controlled Three Wheels Narrow Vehicle For Two Passengers, 11th IEEE Workshop on Variable Structure Systems Mexico City, Mexico, 2010

Florianópolis, 23 de Junho de 2015