

## 7

### Referências Bibliográficas

- [1] SPONG, M.; CORKE, P.; LOZANO, R.. **Nonlinear Control of the Reaction Wheel Pendulum**. Automatica, Volume 37 (2001) pp. 1845-1851.
- [2] SPONG, M.; VIDYASAGAR, M.; HUTCHINSON, S.. **Robot Dynamics and Control**. Wiley, New York, USA, 2005.
- [3] ASTRÖM, K.J.; MURRAY, R.M.. **Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers**. Pinceton University Press, New Jersey, USA, 2008.
- [4] ASTRÖM, K.J.; HÄGGLUND, T.. **PID Controllers: Theory, Design and Tuning**. Instrument Society of America, USA, 1995.
- [5] JAZERBOWSKA E.. **Tracking Control Design for Underactuated Constrained Systems**. Robotica, Volume 24, pp. 591-593, 2006.
- [6] PASSINO, K. M.; YURKOVICH. S.. **Fuzzy Control**. Addison-Wesley Longman Inc, California, USA, 1998.
- [7] RIID, A.. **Transparent Fuzzy Systems: Modeling and Control**. PhD Thesis, Department of Computer Control, Tallinn Technical University. Tallin, Estonia, 2002.
- [8] OGATA, K.. **Modern Control Engineering**. Prentice-Hall ed., Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1970.
- [9] ASADA, H.; SLOTINE, J.J.. **Robot Analysis and Control**. John Wiley & Sons Inc., New York, USA, 1986.
- [10] GRUZMAN, M.; WEBER, H.; MENEGALDO, L.. **Control of a Target Tracking System Embedded in a Moving Body**. 20<sup>th</sup> International Congress of Mechanical Engineering, Gramado, Brazil, 2009.
- [11] LEWIS, F. L.; ABDALLAH, C. T.; DAWSON, D. M.. **Control of Robot Manipulators**. Macmillian Publishing Company, New York, USA, 1993.
- [12] NARAYAN, S. S.; NAIR, P. S.; GHOSAL, A.. **Dynamic Interaction of Rotating Momentum Wheels with Spacecraft Elements**. Journal of Sound and Vibration, 315 (4-5), pp. 970-984, 2006.

- [13] BISWAS, J.; SETH, B.. **Dynamic Stabilization of a Reaction Wheel Actuated Wheel-Robot**. International Journal of Factory Automation, Robotics and Soft Computing, Issue 4, pp. 135-140, 2008.
- [14] TAGUCHI, H.; ARAKI, M.. **On Tuning Two-degree-of-Freedom PID Controllers with Consideration of Disturbance Input**. Transactions of the Society of Instrument and Control Engineers (SICE), 38 (5), Japan, 441-446, 2002.
- [15] O'DWYER, A..**PI and PID Controller Tuning Rules**. Imperial College Press, London, England, 2009.
- [16] GOTTLIEB, I.. **Electric Motors and Control Techniques**. McGraw-Hill/TAB Electronics, 1994.
- [17] SVOBODA, J.; DORF, R.. **Introdução aos Circuitos Elétricos**. 5ª. Edição, LTC, Rio de Janeiro, Brasil, 2003.
- [18] SEDRA, S.; SMITH, K.. **Microeletrônica**. 4ª. Edição, Pearson Makron Books, São Paulo, Brasil, 2005.
- [19] BANZI, M.. **Getting Started with Arduino**. O'Reilly Books, California, USA, 2009.
- [20] WARREN, J.D.; ADAMS, J.; MOLLE, H.. **Arduino Robotics**. Springer Science + Business Media, New York, USA, 2011.

## Anexo I

### Ferramenta de auto-tune do MatLab

Para a o teste no software MatLab, foi usada uma ferramenta que é exclusiva das versões 2010 e superiores chamada "Automatic PID Tuning" ou simplesmente "auto-tune". Essa ferramenta de ajuste de ganhos do controle PID (auto-tune) é usada para obter-se um bom equilíbrio entre performance e robustez para tanto sistemas com 1 ou 2 graus de liberdade.

Abrindo a interface do controle PID (Figura I.1), tem-se as janelas de ajuste de cada variável, juntamente com o botão "Tune..." (Figura I.2).

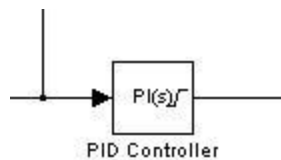


Figura I.1 – Bloco PID no Simulink

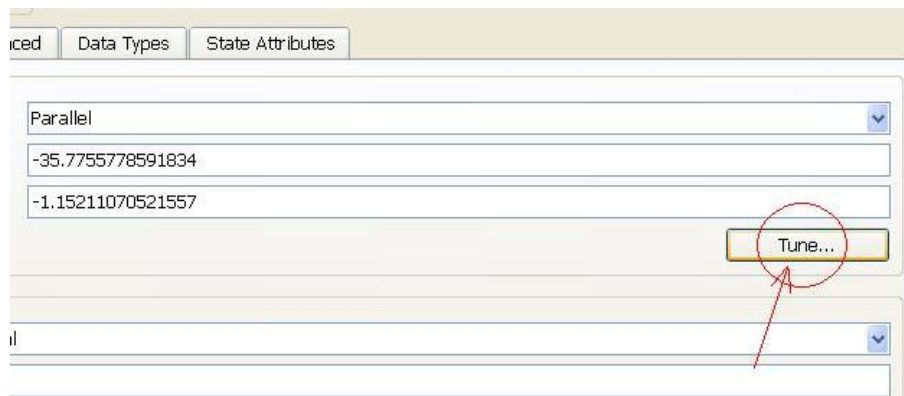


Figura I.2 – Interface de ajuste do bloco PID

Esta ferramenta lineariza a planta como uma aproximação para sistemas não-lineares, que é geralmente válido numa região perto do ponto de operação do sistema. Em seguida o algoritmo do programa cria um controle para essa planta linearizada, e finalmente ajusta os valores das constantes do controle PID para um balanço ideal (Figura I.3)

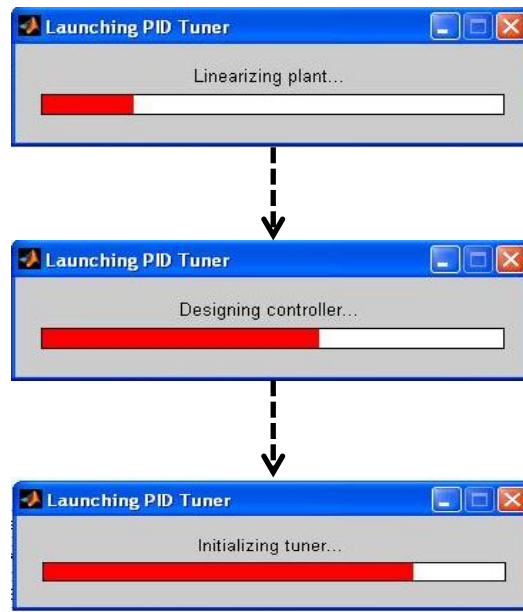


Figura I.3 – Rotina da ferramenta de auto-tune

Finalmente, calculadas as variáveis, é possível também atuar sobre o tempo de resposta do sistema para mudar os valores das constantes do controle PID para se ajustar o "overshoot" ou uma estabilização menos oscilatória, conforme a Figura I.4.

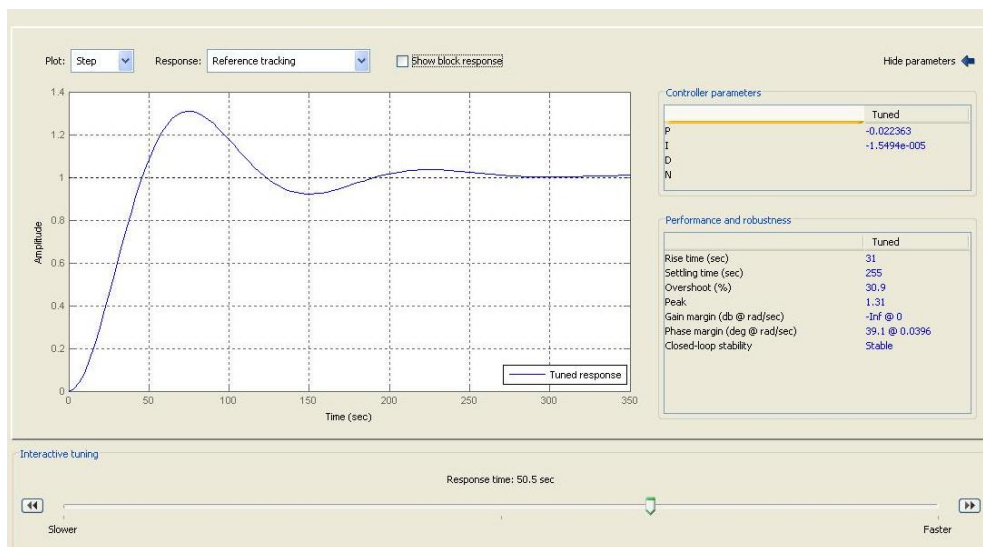


Figura I.4 – Janela do auto-tune

Todos os dados sobre o sistema são mostrados, e há a indicação de estabilização ou não do sistema.