

Controle de Posição de um Pêndulo com Roda de Reação

João Francisco S. Trentin¹

Samuel da Silva²

Gustavo Luiz Chagas Manhães de Abreu³

UNESP - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, Departamento de Engenharia Mecânica

1 Introdução

A Figura 1 mostra um pêndulo rígido com um atuador de roda de reação com considerável inércia [2]. Este tipo de roda de reação é usado de forma efetiva para controle e estabilização [1].

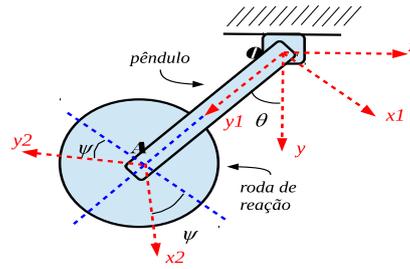


Figura 1: Pêndulo Rígido com Roda com Reação

Neste sentido, a meta deste trabalho é propor e comparar estratégias de controle linear e não-linear para rejeição de distúrbios externos visando controlar a posição do pêndulo com roda de reação. O pêndulo com massa m de comprimento ℓ gira com um ângulo θ e é preso a uma roda de reação com massa M e raio R girando com ψ . A taxa de variação do momento angular \mathcal{H} balanceada pelo torque T na roda de reação é descrito por:

$$\dot{\mathcal{H}} \equiv I_{z_1}^O \ddot{\theta} = T - r(m + M)g \sin \theta \quad (1)$$

$$\dot{\mathcal{H}}_{RW} \equiv I_{z_1}^A \ddot{\psi} = T \quad (2)$$

sendo g aceleração da gravidade, $I_{z_1}^O$ momento de inércia do sistema em relação ao ponto O e $I_{z_1}^A$ momento de inércia da roda de reação em relação ao ponto A .

¹joaotrentin17@gmail.com

²samuel@dem.feis.unesp.br

³gustavo@dem.feis.unesp.br

2 Controle de Posição do Pêndulo

Para o controle de posição do pêndulo rígido com roda de reação foram utilizados dois controladores, um linearizado do tipo PID e outro não-linear a partir da linearização entrada-saída. Para o controlador PID foi utilizada uma entrada degrau como referência, buscando que a orientação do pêndulo ficasse mantida em um mesmo ângulo, através da aplicação de torque na roda de reação. Já para o controlador não-linear foi utilizado como referência uma entrada senoidal. Os principais resultados são mostrados na Figura 2.

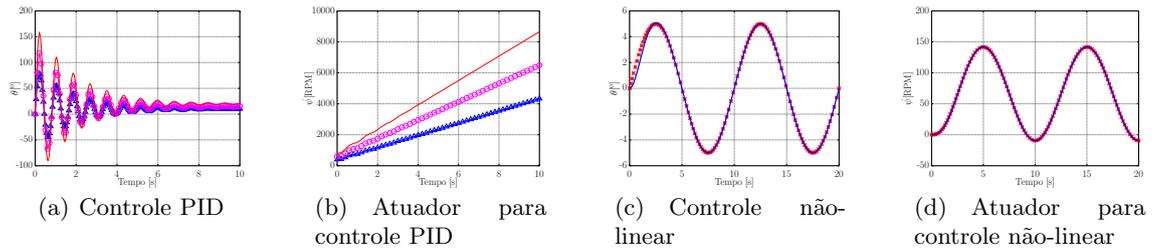


Figura 2: Posição do pêndulo e sinal de controle. \triangle 10° , \circ 15° , $-$ 20° , $-$ a posição e o sinal de atuação do controle não-linear e * referência.

Analisando o desempenho do controle PID nota-se que é necessário uma grande quantidade de energia para o controle, pois existe a linearização das equações para aplicação do método e o sistema tem que equilibrar o torque do peso do pêndulo. Já para o controle não-linear, o sistema se comporta com maior flexibilidade e consegue acompanhar uma referência com baixa atuação [3].

3 Conclusões

A análise dos métodos PID e controle não linear mostra que existe uma limitação em usar modelos linearizados para projeto de reguladores, o que compromete o desempenho e ainda satura o atuador. Controle com modelos não-lineares, apesar de serem mais sofisticados tem desempenho muito superior.

4 Agradecimentos

O primeiro autor agradece ao PIBIC/CNPq por sua bolsa. Os autores agradecem o apoio da FAPESP e CNPq.

Referências

- [1] F. Jepsen, A. Sborg, A.R. Pedersen e Z. Yang, Development and control of an inverted pendulum driven by a reaction wheel, *Mechatronics and Automation ICMA 2009* 2829-2834, IEEE,2009.
- [2] M.C. Pereira and H.I. Weber, In plane position control of a rotary arm using a reaction wheel, *10ª Conferência Brasileira de Dinâmica, Controle e Aplicações*,2011.
- [3] J.J.E. Slotine and W.Li., *Applied Nonlinear Control*, Prentice Hall, 1991.