

# EXTENSÃO DA TEORIA REGULADOR LINEAR QUADRÁTICO PARA O CONTROLE DE ATITUDE DE UM SATÉLITE ARTIFICIAL

Ximena Celia Mendez Cubillos<sup>1</sup> (UNESP/FEG, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Dr. Luiz Carlos Gadelha de Souza<sup>2</sup> (DMC/INPE)

## Resumo

Neste trabalho, deriva-se a extensão da teoria do Regulador Linear Quadrático (LQR) para o caso de uma dinâmica que é descrita por um sistema de equação não-linear (equação de Euler), esta lei compreende duas partes, uma linear e outra não linear. A parte linear é empregada para o controle de atitude de um satélite artificial utilizando-se rodas de reação como atuador. Para efetuar esta investigação, derivam-se as equações de movimento de um satélite com dinâmica não-linear do satélite, em seguida estas equações são colocadas na forma matricial de variáveis de estado, evidenciando a presença dos termos não-lineares. A lei de controle projetada pela extensão da teoria do LQR compreende uma parte linear e outra não linear. A primeira é projetada baseando-se nas equações lineares da dinâmica do satélite e a segunda na parte das equações não-lineares. Este trabalho concentrou-se em projetar e avaliar o desempenho da primeira parte da lei de controle. Ao se empregar o método LQR utilizou-se como critérios de desempenho das leis de controle a sobrelevação (overshoot) e o tempo de estabilização. Das simulações observou-se que quando há uma grande penalidade em reduzir o ângulo e a velocidade do satélite, o nível de ação de controle fica muito alto devido a necessidade de um compromisso entre o tempo de redução e a energia do torque de controle. No domínio da frequência este compromisso pode ser traduzido em termos de nível de ganho e o tamanho da banda passante (bandwidth). A primeira parte projetada da lei de controle considerando a parte linear dinâmica mostrou um desempenho muito bom em deslocar os overshoots no sentido da origem. Esse comportamento é importante quando se deseja preceder manobras rápidas no satélite, associado com as exigências estritas de precisão de apontamento. Destes resultados preliminares, observa-se que a extensão da teoria do RLQ se torna mais promissora a medida que a lei de controle composta das duas partes (linear e não-linear) possa obter um desempenho ainda melhor do que a lei só composta pela parte linear, uma vez que esta não conseguiu controlar de forma eficiente o modelo com dinâmica não linear, o que significa dizer, melhores níveis de apontamentos do sistema podem ser obtidos. Um aspecto importante da extensão da teoria do RLQ para sistemas não-linear é a possibilidade de projetar leis de controle de forma semelhante a linear, isto é, ajustando os parâmetros das matrizes peso. O desenvolvimento da parte não linear da lei de controle e sua aplicação para controlar o modelo não linear do satélite é o próximo passo dessa investigação.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Física, Unesp/Guaratinguetá (e-mail: xila@hotmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador Sênior da Divisão de Mecânica Orbital e Controle –INPE (e-mail: gadelha@dem.inpe.br)