

CONTROLE DE ATITUDE DE UM SATÉLITE ARTIFICIAL USANDO O REGULADOR LINEAR QUADRÁTICO

Ximena Celia Mendez Cubillos¹ (UNESP/FEG, Bolsista PIBIC/CNPq)
Dr. Luiz Carlos Gadelha de Souza² (DMC/INPE)

RESUMO

Neste trabalho apresenta-se a determinação da lei de controle de atitude para um satélite artificial, baseada na teoria do Regulador Linear Quadrático (RLQ). As principais motivações para o desenvolvimento deste estudo são: a familiarização do processo de modelagem de um satélite artificial e da teoria do regulador linear quadrático; o uso de critérios que permitam avaliar a eficiência de uma lei de controle em efetuar manobras, bem como em manter um satélite artificial numa determinada atitude; e a possibilidade de otimizar grandezas físicas como combustível e/ou energia, os quais são fatores que têm influência direta no custo e no tempo de operação de missões espaciais. Neste estudo as principais características da teoria de RLQ são investigadas como a relação existente entre a localização dos pólos em malha fechada do sistema e os valores dos ganhos da lei de controle e os pesos associados com os estados e ao controle do sistema. Os modos de operação do controle de atitude e as magnitudes dos torques ambientais envolvidos na fase de operação normal em que o sistema de controle é estudado são apresentados. As equações de movimento que descrevem a dinâmica do movimento do satélite são derivadas partindo-se da equação de Euler, em seguida estas equações são colocadas na forma de variáveis de estados mais adequada para implementação da teoria do RLQ. Através de varias simulações faz-se à seleção das matrizes pesos Q e R que produz o melhor desempenho da lei de controle ótima projetada. Destas simulações é possível observar que a seleção das matrizes pesos tem influência direta no desempenho da lei de controle, que por sua vez tem relação com importantes requisitos de desempenho como tempo de estabilização e nível de sobre elevação “overshot”. Um aspecto interessante observado, é que um mesmo conjunto de pesos que estão associados aos estados, possui efeitos contrários, isto é, aumento os pesos associados aos ângulos o desempenho melhora, enquanto que este mesmo aumento sobre as velocidades angulares o desempenho é degradado. Observou-se também que quando há uma grande penalidade sobre as velocidades angulares, a lei de controle torna-se ineficiente, evidenciando que a política de controle deve ter uma relação de comprometimento entre redução de velocidade e nível do torque aplicado. Após varias simulações obteve-se um conjunto de matrizes pesos resultando numa lei de controle com desempenho bastante satisfatório. Um aspecto importante que mostra a bom desempenho da lei de controle projetada é a sua capacidade de deslocar os “overshoots” na direção da origem, este comportamento é bastante desejável no controle de atitude de satélites, onde se deseja realizar manobras rápidas, as quais evoluem para uma situação de requisitos de apontamento com grande grau de precisão.

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

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