

Breve Estudo da Modelagem e Controle de uma Viga Flexível

SOUZA, A. G.¹, SOUZA, L. C. G.²

^{1,2}Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil
Aluno de Doutorado do curso de Mecânica Espacial e Controle - CMC.
alain.souza@inpe.br

²Professor do curso de Mecânica Espacial e Controle - CMC.
luiz.souza@inpe.br

Resumo. *Estruturas flexíveis quando inseridas em satélite podem introduzir perturbações que atuam sobre a dinâmica do satélite e conseqüentemente afetam o desempenho do seu sistema de controle de atitude. Dada à importância do estudo de estruturas flexíveis este artigo é centrado na modelagem e controle ótimo de uma viga flexível rotatória com uma pequena massa na sua extremidade. Foi assumido que a viga é uma do tipo Euler-Bernoulli e para sua modelagem foi utilizada a lagrangeana e o método dos modos assumidos. A lei de controle foi projetada para o modelo da viga linearizado, usando a técnica do regulador linear quadrático (LQR). Os resultados obtidos pelas simulações mostram que o controlador projetado foi capaz de controlar a viga, considerando dois modos de vibração, fazendo com que a ponta da viga retorne para a posição neutra, dentro de cem segundos.*

Palavras-chave: viga flexível; modos assumidos; lqr

1. Introdução

Estruturas flexíveis quando inseridas em satélite podem introduzir perturbações que atuam sobre a dinâmica do satélite e conseqüentemente afetam o desempenho do seu sistema de controle de atitude, embora essas perturbações possam ser suprimidas, elas tendem a introduzir erros de apontamento [Bryson 1994].

Os objetivos deste trabalho consistem em modelar a viga flexível rotatória com uma pequena massa na sua extremidade e usando o método dos modos assumidos para considerar dois modos de vibração e determinar uma lei de controle usando a técnica do LQR.

2. Metodologia

Com o auxílio da mecânica lagrangeana foi possível modelar a dinâmica da viga e em seguida, com o método dos modos assumidos foi possível admitir os modos de vibração [Junkins 1993]. Para a linearização foi desprezado os efeitos de Coriolis e da força Centrifuga e negligenciado os termos de segunda ordem [Saad 2012].

A lei de controle LQR que foi implementada no modelo linearizado e tem como requisito trazer o movimento da viga de volta para a posição de equilíbrio, para critério de análise foi inserido um ruído na medida do ângulo θ e de sua velocidade angular $\dot{\theta}$.

3. Resultados e Discussão

Uma vez encontrado os devidos pesos Q e R obteve-se os seguintes resultados para a resposta a condição inicial, em que se admite que o rotor esteja inicialmente na posição $0,1rad$.

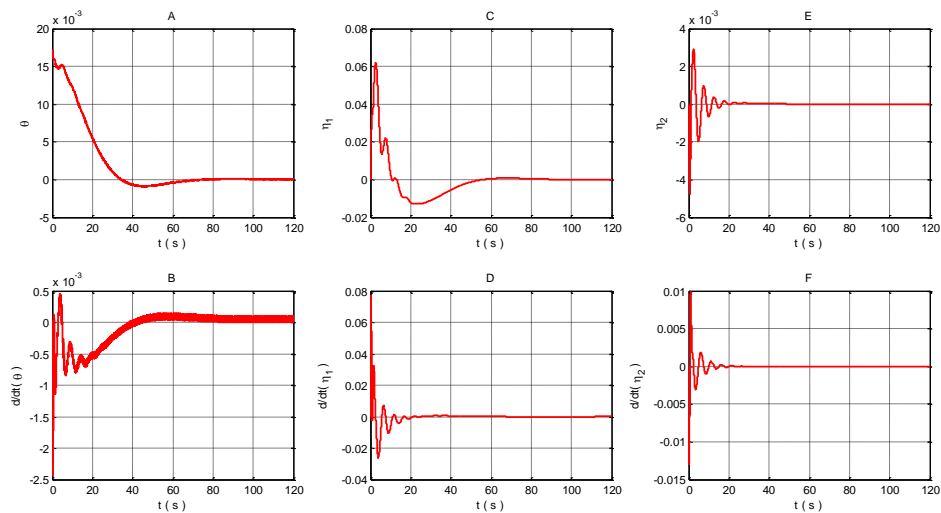


Figura 1: (A e B) Comportamento do ângulo e sua velocidade (C e D) referente ao 1º modo de vibração (E e F) referente ao 2º modo de vibração.

Na Figura 1 se observa o resultado da simulação que corresponde à resposta a condição inicial. Todos estados convergiram a uma posição de equilíbrio dentro de aproximadamente 100s. O controlador projetado com o LQR não foi capaz de atenuar os ruídos causando uma incerteza na posição final do ângulo θ do rotor.

4. Conclusão

Com a técnica dos modos assumidos foi possível modelar a viga admitindo dois modos de vibração e usando a técnica de controle LQR foi encontrado uma lei de controle capaz de controlar a viga, considerado dois modos de vibração dentro de um intervalo de tempo de cem segundos, mas não foi capaz de atenuar os ruídos causando uma incerteza na posição θ do rotor.

Agradecimentos: *Ao meu Orientador prof Dr Gadelha ao INPE e a CAPES.*

Referências

- BRYSON JR, A. E. **Control of spacecraft and aircraft** Princeton, NJ : Princeton University, 1994. 378302619 Knuth, D. E. (1984), *The TeXbook*, Addison Wesley, 15th edition.
- JUNKINS, J. L.; KIM, Y. **Introduction to dynamics and control of flexible structures** Washington, D.C. : AIAA, 1993. 452 (AIAA Education Series).
- SAAD, M.; Akhrif O.; Saydy L. Analytical model of one flexible link system with nonlinear kinematics, **Journal of Vibration and Control** 2013 19: 1795 originally published online 13 June 2012 <http://jvc.sagepub.com/content/19/12/1795>