

MODELAMENTO DE SATÉLITES ARTIFICIAIS RÍGIDO/FLEXÍVEIS

Alexandre Bizarro Fernandes

Aluno da Escola de Engenharia Industrial de São José dos Campos

Bolsa PIBIC

Orientador: Dr. Luiz Carlos Gadelha de Souza, Pesquisador da Divisão de Mecânica Espacial e Controle

Avenida dos Astronautas, 1.758 - Caixa Postal 515

Em geral um satélite precisa apontar, através de uma manobra de atitude, ou ficar apontado para uma determinada região do espaço. Como exemplo, muitos satélites precisam ficar apontados para a Terra. Outros satélites apontam uma face na direção do sol ou certas estrelas de interesse, outros ainda são projetados para apontar primeiro para um objeto e depois para algum outro. Frequentemente parte do satélite (uma antena de comunicação) deve apontar para a região da Terra, enquanto outra parte (um painel solar) deve apontar para o sol. Para se atingir os objetivos da missão, a estabilização da atitude e o sistema de controle são partes importantes do projeto do satélite.

A definição de satélite rígido/flexível está associada às diferentes partes móveis que constituem o satélite. Por exemplo, um painel solar, uma roda de reação ou mesmo um amortecedor de natação.

A maioria dos veículos espaciais exige a execução de movimentos de atitude que ajustam o vetor do momento angular durante pelo menos uma fase de sua missão. Muitos desses veículos estarão rodando durante parte ou todo o seu tempo de vida no espaço.

Para satélites estabilizados por rotação é praticamente mandatório a inclusão de um amortecedor de natação passivo ou ativo. Os amortecedores passivos são muito eficientes e confiáveis além de requerer pouca massa e espaço. Os amortecedores de natação têm a função de alinhar o eixo de "spin" com o vetor quantidade de movimento angular, amortecendo assintoticamente movimentos de cone originados por perturbações ambientais ou torques de manobra e/ou controle de atitude.

Deseja-se sempre obter um mínimo tempo de amortecimento. Isto pode ser atingido ajustando o amortecedor, variando-se certos parâmetros. Entretanto, não é aconselhável regular o amortecedor muito precisamente, conforme as tolerâncias de fabricação, mudanças da taxa de rotação e variações de temperatura aumentariam demais uma variação na constante de tempo de amortecimento e podem algumas vezes tornar os amortecedores instáveis e, portanto, inúteis.

Um dos amortecedores de natação mais utilizados é o tipo massa-mola, o qual contém uma fonte e uma massa deslizadora, com uma caixa fixada rigidamente no corpo do satélite. A aceleração linear ao longo do tubo é usada como uma função forçada para o amortecedor.

A dissipação de energia vem de uma fricção estática ou dinâmica resultando um amortecimento da natação. Na determinação do projeto desse tipo de amortecedor deve-se levar em conta a velocidade de "spin" e as propriedades de inércia do veículo.

Neste trabalho determina-se as equações de movimento de um satélite rígido/flexível, considerando em particular um amortecedor de natação, para isso utilizamos primeiramente o "software" MATCAD para obtenção das equações do movimento do amortecedor, considerando fatores como a posição de sua massa deslizante em função do tempo, os momentos de inércia do satélite e a dissipação de energia proveniente desse movimento.

Através destas equações estabelecemos algumas restrições para os parâmetros desse amortecedor, as quais foram utilizadas na simulação realizada posteriormente, utilizando a linguagem FORTRAN.

Os resultados dessa simulação puderam ser observados utilizando o aplicativo "GRAPHER FOR WINDOWS".

Observamos que com certos parâmetros o amortecedor de nutação não conseguia impor seu papel preestabelecido, assim, o satélite mantinha seu movimento indesejado.

Tivemos então que variar os parâmetros do amortecedor, tais como: constante elástica da mola, coeficiente de atrito viscoso, velocidade de "spin" e massa deslizante.

Alguns parâmetros conseguiam fazer com que o movimento indesejado fosse eliminado, porém o tempo gasto para realização de tal objetivo era muito além do que se esperava.

Com as restrições anteriormente citadas, estabelecidas a partir da análise das equações do movimento, pudemos enfim encontrar os parâmetros os quais se encaixam melhor nesse tipo de amortecedor, considerando evidentemente os parâmetros do satélite utilizado.

O amortecimento do ângulo de nutação com a utilização desses parâmetros é apresentado a seguir:

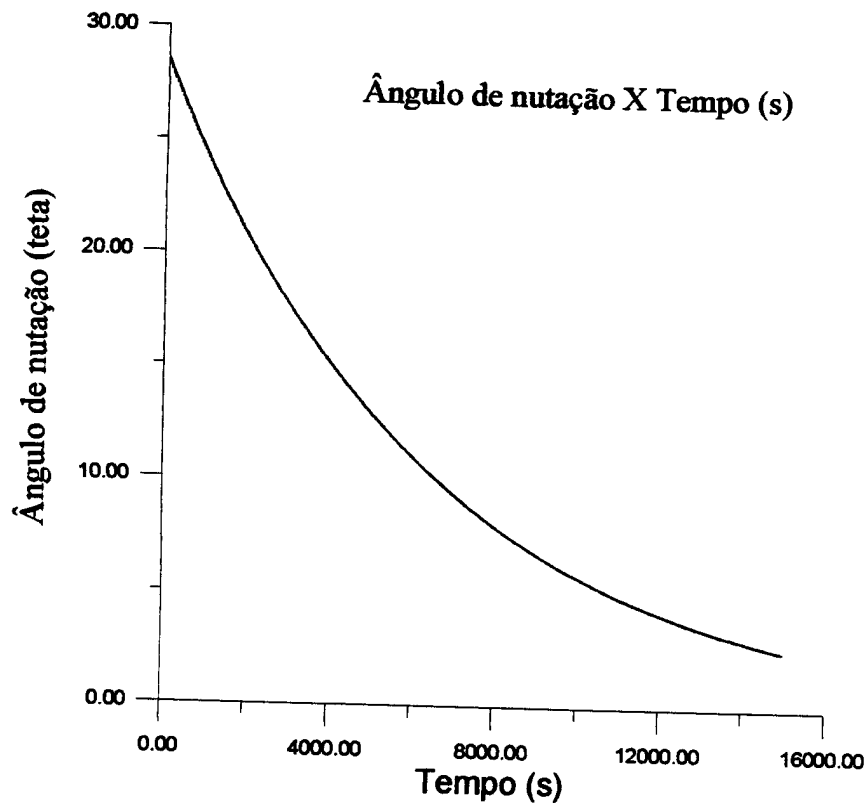


Figura 01 - Amortecimento do ângulo de nutação em função do tempo.

- 1- Malik, N.K.. ISRO-ISAC-TN-06-77.
- 2- Junkis, J. L. e Kim, Y, Introduction to dynamics and control of flexible structures, AIAA - Education Series, USA, 1.993. ISBN 1-56347-054-3
- 3- Inman, D. J.; Vibration with control measurement and stability, Prentice Hall Ed., USA, 1.989. ISBN 0-13-941642-0.