

Validação do Propagador de Atitude GSAM de Satélites Estabilizados por Rotação para Diferentes Períodos de Simulação

Victor Mota¹

Engenharia Aeroespacial, UFABC, Santo André, SP

Maria C. Zanardi²

Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais, UFABC, Santo André, SP

1 Introdução

Um propagador analítico para a atitude de satélites artificiais estabilizados por rotação foi desenvolvido em [1]. Nas equações do movimento [1,3] deste propagador, estão incluídos os torques de gradiente de gravidade – **TGG**, torque aerodinâmico – **TA**, torque de radiação solar – **TRS**, torque magnético residual – **TMR** e torque magnético devido às correntes de Foucault – **TMF**. Motta [1] denominou esse propagador de **GSAM**, sendo considerada a ação conjunta dos 5 torques. As soluções analíticas [1,4] apresentam as variações temporais da velocidade de rotação W e dos dois ângulos que posicionam o eixo de rotação no espaço (ângulos de ascensão reta α e declinação δ do eixo de rotação) e são válidas para o período de uma órbita. Por essa solução analítica [1,4] verifica-se que somente os TGG e TMF contribuem para o decaimento da velocidade de rotação W , mas todos os torques considerados contribuem para a precessão (através da variação temporal da ascensão reta α) e nutação (através da variação temporal da declinação δ) do eixo de rotação.

O propagador GSAM [1] foi utilizado em um período de 40 dias para uma aplicação com os dados dos satélites SCD1 (24/07/1993 até 24/08/1993) e SCD2 (01/02/2002 até 12/03/2002) fornecidos pelo INPE. Os resultados mostraram-se adequados, dentro da precisão requerida nas missões do SCD1 e SCD2, que é de $0,5^\circ$ para os ângulos e $0,5rpm$ para a velocidade de rotação, apresentando problemas apenas para o ângulo de ascensão reta cujo desvio médio foi superior à precisão desejada para SCD1. Recentemente, o INPE disponibilizou um conjunto de dados de atitude e órbita para o SCD1 e SCD2 que abrange toda a vida útil desses satélites. Assim, o objetivo deste trabalho é validar o propagador GSAM para outros intervalos de simulação.

¹victor14mota@gmail.com

²mceciliazanardi@gmail.com

2 Resultados

Os dados fornecidos pelo INPE foram adaptados e incluídos diretamente no propagador GSAM, estes podendo ser ou não atualizados a cada 24 horas. A tabela abaixo apresenta as médias dos desvios entre os resultados do GSAM e os dados reais do satélite SCD1 e SCD2 para diferentes intervalos de simulação, os quais foram escolhidos após uma triagem de diversas simulações realizadas, priorizando intervalos mais atuais da vida útil dos satélites.

Tabela 1: Resultados das simulações para os satélites SCD1 e SCD2, com e sem atualização diária.

	SCD1		SCD2	
Intervalos com atualização diária	02/01/1996– 21/01/1996	02/01/2009– 21/01/2009	09/03/2012– 28/03/2012	10/01/2013– 29/01/2013
$\Delta\alpha(^{\circ})$	0,0216	-0,0002	0,0799	-0,1884
$\Delta\delta(^{\circ})$	-0,1756	-0,1537	-0,0149	0,0610
$\Delta W(rpm)$	0,1135	0,0809	-0,2356	-0,1053
Intervalos sem atualização diária	02/01/1996– 04/01/1996	02/01/2009– 04/01/2009	09/03/2012– 11/03/2012	10/01/2013– 12/01/2013
$\Delta\alpha(^{\circ})$	0,0204	-0,1457	-0,1708	0,2772
$\Delta\delta(^{\circ})$	-0,2034	-0,3414	-0,2621	0,1834
$\Delta W(rpm)$	-0,1694	-0,4211	-0,3969	-0,0921

3 Conclusões

Observa-se uma boa concordância entre os resultados obtidos no GSAM com o comportamento real dos satélites, mantendo-se dentro da precisão requerida do INPE, cujo comportamento temporal do ângulo de ascensão reta manteve-se dentro da precisão de $0,5^{\circ}$, corroborando assim a solução analítica para essa variável, mostrando também a dependência do propagador com os dados fornecidos pelo INPE. A simulação sem atualização diária dos dados convalida o período em que o propagador pode ser utilizado para que seja atingida a precisão necessária para o bom desenvolvimento da missão desses satélites.

Referências

- [1] G. B. Motta. Predição Analítica do Movimento Rotacional de Satélites Estabilizados.
- [2] H. K. Kuga, L. D. Ferreira, L. D. e U. T. Guedes. Simulação de atitude e de manobras para o satélite brasileiro estabilizado por rotação. Relatório Técnico, INPE-4271-PRE/1143, São José dos Campos, 1987.
- [3] J. R. Wertz. Spacecraft Attitude Determination and Control. London, Reidel, 1978.
- [4] M. C. Zanardi, V. Orlando, G. B. Motta, T. Pelosi and W. R. Silva. Numerical and analytical approach for the spin-stabilized satellite attitude propagation. Comp.Appl. Math., ISSN 0101-8205, 1: 1-13, 2016. DOI 10.1007/s40314-016-0331-y