

MODELAGEM DOS EFEITOS DE RE-EMIÇÃO TÉRMICA EM SATÉLITES ARTIFICIAIS

Modeling Re-emission Thermic Effect in Artificial Satellites

Jânia Duha

Doutorado

Orientador: Luiz Danilo Damasceno Ferreira
Germano Bruno Afonso

Defesa: 11/12/00

Resumo: Neste trabalho, são modeladas e analisadas as forças noite-dia e inverno-verão, componentes da força de re-emissão térmica total, para os satélites LAGEOS e GPS.

São analisadas as componentes radial, transversal e normal da aceleração de re-emissão térmica em função das dimensões do satélite e de sua altitude, para um satélite-teste com dados do LAGEOS. Encontra-se uma lei de seleção que associa as dimensões do satélite e a sua altitude a força atuando no satélite e que determina quando o efeito de re-emissão térmica é máximo.

Além disso, a modelagem térmica aplicada ao LAGEOS resulta em um comportamento intrincado da componente *along-track* da aceleração, ao longo dos anos, que depende de forma fundamental da inclinação do eixo de rotação em relação as fontes de calor, neste caso, a Terra e o Sol. Este comportamento pode ser previsto a partir das equações obtidas, e portanto, comportamentos anômalos da aceleração de re-emissão térmica podem ser explicados sem que novas forças não-gravitacionais sejam introduzidas ou, forças de perturbação já conhecidas sejam remodeladas.

O comportamento intrincado da aceleração *along-track* para o satélite LAGEOS está associado a falta de controle de atitude, que estabelece uma geometria *spin*-órbita complexa, resultante da combinação de diversas variações cíclicas a medida que o satélite sofre translação e rotação. Por outro lado, um satélite como o GPS, que é estabilizado em três eixos, irá apresentar configurações *spin*-órbita muito mais simples do que o satélite LAGEOS. Os painéis e o corpo são tratados

separadamente e a contribuição de cada um é analisada levando-se em consideração as duas fontes principais de calor, a Terra e o Sol.

Como resultado obtêm-se que os desvios orbitais estão na ordem do metro após quatro dias de integração, podendo chegar a magnitude do *Y-bias* conforme o valor da condutividade térmica na superfície do satélite.

Para finalizar, o efeito Poynting-Robertson, associado ao efeito de re-emissão térmica, é modelado e aplicado para ambos os satélites, LAGEOS e GPS, com o objetivo de se obter uma estimativa de sua ordem de grandeza e de sua importância dentro do contexto das forças não-gravitacionais.

Abstract: In this work, we model and analyze the day-night and summer-winter forces, which are the components of the total reemission force, for the LAGEOS and GPS satellites. The radial, transversal and normal components of the thermal reemission acceleration are analyzed as a function of the satellite dimensions and its altitude, for a test-satellite with LAGEOS' data. We find a selection law that associates the satellites dimension and its altitude to the intensity of the net force, and which determinates when the thermal reemission effect has a maximum.

Moreover, the thermal model applied to the LAGEOS results in a intricate behavior of the along-track acceleration component, along the years, which depends fundamentally on the spin axis inclination regarding to the heat sources, in this case, the Earth and the Sun. This behavior can be predicted from the equations presented here, and so, anomalous behaviors of the thermal reemission acceleration can be explained without the new non-gravitational forces being introduced, or without the well-known perturbation forces being remodeled.

The intricate behavior of the along-track acceleration for the LAGEOS satellite is associated to the lack of altitude control, which leads to a complex spin-orbit geometry, that results from the combination of several cyclic changes as the satellites goes through translation and rotation. On the other hand, a satellite like GPS, that is three axis stabilized will present plain spin-orbit configurations if compared to the LAGEOS. The panels and the body of the satellite are treated separately and the contribution of each one is analyzed taking into account the two main heat sources, Earth and Sun.

The outcome being that the orbital deviations are meter sized after four days of integration, and can get to the magnitude of the *Y-bias* according to the thermal conductivity value on satellite surface.

To conclude, with the Poynting-Robertson effect, associated to the thermal reemission effect, is modeled and applied to both satellites, LAGEOS and GPS, with the purpose to obtain an estimate of its magnitude and its role in the context of non-gravitational forces.