

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Analise de órbitas congeladas para um satélite artificial do tipo vela solar

Fabiane Oliveira Santana¹

CETENS - Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade, UFRB, Feira de Santana, BA

Jean Paulo dos Santos Carvalho²

CETENS - Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade, UFRB, Feira de Santana, BA.

1 Introdução

Vela solar é um tipo de propulsão que utiliza a pressão de radiação solar para gerar aceleração. O uso de sistemas de propulsores como vela solar nos últimos dias tem atraído o interesse de missões científicas. A influência da pressão de radiação sobre a vela cria uma força adicional para a dinâmica do problema, e esta força deve ser levada em conta, uma vez que pode modificar muito o comportamento das órbitas. Será realizado um estudo das propriedades dinâmicas de um sistema propulsor que utiliza radiação solar para um veículo espacial em torno de Mercúrio.

2 Potencial Perturbador e Resultados Parciais

As forças que serão consideradas na dinâmica são a não esfericidade do planeta, a perturbação gravitacional devido ao Sol e a pressão de radiação solar. O objetivo deste trabalho é pesquisar por órbitas congeladas (ver [1, 3]) para uma vela solar em torno de Mercúrio. A equação do movimento da nave espacial é dada por [2]

$$\ddot{\mathbf{r}} = \ddot{\mathbf{r}}_M + \ddot{\mathbf{r}}_{3C} + \ddot{\mathbf{r}}_{PRS}. \quad (1)$$

em que $\ddot{\mathbf{r}}_M$ é a força induzida pelo campo gravitacional de Mercúrio, o termo $\ddot{\mathbf{r}}_{3C}$ é a resultante da atração gravitacional do terceiro corpo (Sol) e o termo $\ddot{\mathbf{r}}_{PRS}$ representa a aceleração gerada pela pressão de radiação solar. Depois de várias manipulações algébricas a equação (1) é escrita em função dos elementos orbitais da vela. Esta equação é substituída nas equações planetárias de Lagrange e integrada numericamente usando o software Maple.

¹fabiane_tst@hotmail.com

²jeanfeg@gmail.com

Para as integrações numéricas utilizamos a rotina `dsolve` do Software Maple com as opções "numeric" e "method=rkf45" (Runge-Kutta-Fehlberg). Os resultados são mostrados nas Figuras 1 e 2.

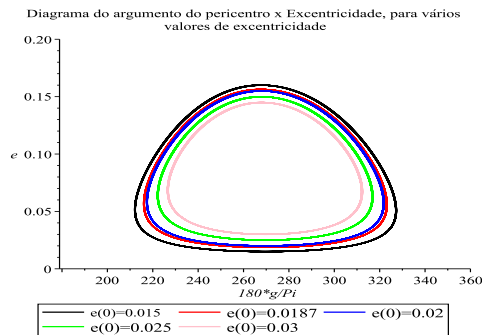


Figura 1: excentricidade (e) versus argumento do periápsis (g -graus). Potencial perturbador: $J_2 + J_3$.

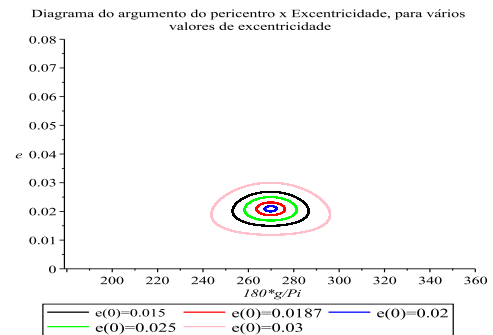


Figura 2: excentricidade (e) versus argumento do periápsis (g -graus). Potencial perturbador: $J_2 + J_3 + C_{22}$.

Considerando uma missão científica em torno do planeta Mercúrio com semieixo maior igual $a = 2800 \text{ km}$ encontramos órbitas congeladas com as seguintes condições e iniciais: $e = 0,02$, $i = 90^\circ$, $g = 270^\circ$ e $h = 90^\circ$ (longitude do nodo ascendente) conforme apresentado na Figura 2 linha azul. Está órbita foi encontrada levando em conta o termo C_{22} (elipticidade (achatamento) equatorial de Mercúrio). O gráfico e versus g fornece informações importantes para órbitas congeladas, pois este mostra as órbitas que estão librando em torno do ponto de equilíbrio com menor amplitude. Identificamos a órbita congelada com a curva que apresenta menor amplitude de variação dos parâmetros considerados.

Agradecimentos

Patrocinado pelo CNPq - Brasil. J. P. S. Carvalho é grato ao CNPq (306.953/2014-5).

Referências

- [1] J. P. S. Carvalho, Vilhena de Moraes, R., Prado A. F. B. A., Some Orbital Characteristics of Lunar Artificial Satellites, *Celest. Mech. Dyn. Astron.*, 108: 371–388, 2010.
- [2] C. R. McInnes, Solar Sailing: Technology, Dynamics and Mission Applications, *Springer-Praxis Series in Space Science and Technology*, Springer-Verlag, 1999.
- [3] E. Tresaco, A. Eipe, J. P. S. Carvalho, Frozen Orbits for a Solar Sail Around Mercury, *Journal of Guidance, Control, and Dynamics.*, 2016: 1–8, 2016.