

# MANOBRAS ORBITAIS COPLANARES AUTÔNOMAS UTILIZANDO GPS

*Ana Paula Marins Chiaradia\**

*Antonio Fernandô Bertachini de Almeida Prado*

*Hélio Koiti Kuga*

*INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*

*Av. dos Astronautas, 1758 - Jardim da Granja*

*São José dos Campos - SP - Brazil - CEP: 12 227-010*

*\*chiara@dem.inpe.br*

O problema de manobrar um satélite de forma autônoma no espaço pode ser definido como obter a solução do problema de transferência orbital sem a presença de comandos enviados de um centro de controle terrestre. Para efetuar essa tarefa é preciso que o satélite tenha condições de determinar a sua órbita no espaço e, a partir desse conhecimento, determinar um procedimento para alterar essa órbita para que uma certa órbita final seja atingida.

O procedimento aqui proposto efetua a determinação da órbita em tempo real a partir da constelação de satélites GPS. Com essa órbita conhecida e com a informação da órbita final desejada uma manobra plana bi-impulsiva que requer um mínimo consumo de combustível é calculado. É assumido que as duas órbitas envolvidas são coplanares. A razão dessa hipótese é que o tempo de CPU permitido para cálculo da transferência ótima é da ordem de poucos segundos.

Assim sendo, a cada intervalo de cerca de 10 a 30 segundos a determinação orbital é feita e o ponto inicial da transferência é assumido como sendo a posição do satélite naquele instante. A seguir, a órbita final é discretizada em um certo número de pontos e, para cada ponto, é calculada uma transferência orbital bi-impulsiva ótima. O consumo de cada manobra é anotado e assim o mínimo global pode ser encontrado. Para resolver esse problema, é utilizado o "Problema de Lambert com mínimo Delta-V", que é formulado como: "uma órbita Kepleriana ao redor de um dado centro de força gravitacional deve ser encontrada conectando dois pontos dados ( $P_1$  que pertence a uma órbita inicial e  $P_2$  que pertence a uma órbita final), de forma que o  $\Delta V$  (consumo de combustível), para transferência, seja mínimo". Para resolver este problema são obtidas as expressões analíticas para o incremento total requerido de velocidade  $\Delta V$  (como uma função de apenas uma variável independente) e para sua primeira derivada com respeito a esta variável. Então é usado um método numérico para obter a raiz da primeira derivada e o valor numérico do  $\Delta V$  neste ponto. A partir desta informação é possível obter todos os outros parâmetros envolvidos, como os componentes dos impulsos, suas localizações, etc. Uma descrição mais detalhada desse método pode ser encontrada em Prado (1993).

## REFERÊNCIA

Prado, A.F.B.A., (1993) "Optimal Transfer and Swing-By Orbits in the Two- and Three-Body Problems". Dissertação de doutorado, Universidade do Texas, Austin, Texas, EUA.