

Mecánica Celeste - Segundo Trabajo Especial

Tema 6: La evolución dinámica de (164207) 2004 GU_9

10 de Octubre de 2011

Una resonancia 1:1 de movimientos medios entre dos objetos se produce cuando ambos presentan el mismo período alrededor del Sol. El caso más conocido es el de los Troyanos de Júpiter. Estos objetos se mueven co-orbitando con el planeta en resonancia 1:1 y librando alrededor de los puntos lagrangianos L4 y L5 unos 60 grados por delante y por detrás de él, respectivamente.

Otra forma de co-orbitar con un planeta es que el objeto en resonancia 1:1 libre alrededor del punto lagrangiano L3 a unos 180 grados del planeta. Este tipo de órbita se denomina en "herradura" por la forma característica del movimiento respecto al planeta. Si bien este tipo de órbita fue propuesto como posible a principios del siglo pasado hasta hace algunos años sólo se conocía el caso de algunos satélites de Saturno.

Un tipo de órbita relacionado con las anteriores es la que corresponde al caso de los "quasi-satélites". Estos objetos también están en resonancia 1:1 con un planeta pero en una órbita alrededor del Sol levemente diferente que hace que durante largos períodos de tiempo ambos cuerpos se muevan muy próximos entre sí. Esta proximidad hace que en un período orbital el objeto describa un movimiento respecto al planeta que lo lleva a recorrer una curva cerrada parecida a la de un satélite pero mucho más oblonga y alejada. La gran diferencia con estos últimos es que los quasi-satélites no se encuentran bajo el dominio gravitatorio del planeta sino del Sol.

Debido a la amplitud de libración de un objeto en una órbita en herradura es posible que en ciertas circunstancias alterne estados de quasi-satélite y herradura. Un ejemplo particular de este cambio de estado orbital es el del asteroide (164207) 2004 GU_9 con la Tierra.

Lo que se pide para este trabajo especial es estudiar el movimiento de (164207) 2004 GU_9 durante los próximos 2000 años con el objeto de comprender su movimiento y detectar cuando se comporta como quasi-satélite y cuando comienza a moverse en una órbita en herradura. Para ello se sugiere que se use el integrador IBS modificando el archivo de entrada y el fuente para:

1. considerar como perturbadores todos los planetas de Mercurio a Saturno.
2. utilizar un paso pequeño (0.1 días), y una tolerancia del integrador de 10^{-12} como máximo.
3. obtener una salida de los resultados cada 100 días.
4. guardar al menos en el archivo de salida el tiempo, los elementos orbitales del asteroide, su posición respecto de la Tierra, y las longitudes media y del perihelio del asteroide y de la Tierra.

Los elementos orbitales de (164207) 2004 GU_9 para el equinoccio J(2000.0) son:

- $a= 1.0007371$ UA
- $e= 0.1364148$
- $i= 13.64826$ grados
- $\Omega= 38.86187$ grados
- $\omega= 281.08812$ grados
- $M= 81.86913$ grados
- $n= 0.98451895$ grados/día
- Epoca= 27 Oct 2007, 0 UT (DJ 2454400.5)

Luego de analizar los datos obtenidos deberá generar un informe donde explique los objetivos, las modificaciones realizadas a los programas, las condiciones iniciales elegidas, los resultados y sus conclusiones.

Como referencia puede consultar el paper de Wajer, *Icarus* **209**, 488 - 493, 2010.