

## MECANICA CELESTE DE MAESTRIA

PRACTICO III  
PERTURBACIONES SECULARES

1. Considere a la Luna (de masa  $m$  despreciable) orbitando en torno de la Tierra esférica (de masa  $m_c$ ) en orbita circular de inclinacion  $I$  respecto al plano de la ecliptica y perturbada por el Sol (de masa  $m'$ ) que puede suponerse en orbita circular geocentrica. Calcule  $\dot{\Omega}$  de la orbita lunar.
2. *Satelites internos y externos.* Considere a la Luna orbitando en torno de la Tierra y perturbada por el achatamiento terrestre dado por  $J_2$ , despreciando la perturbacion del Sol. Calcule  $\dot{\Omega}$  de la orbita lunar. Comparelo con el resultado del problema anterior y deduzca el valor del radio de la orbita lunar para el cual los efectos del achatamiento terrestre y la perturbacion solar son iguales.
3. (*SSD 7.3, los perihelios de los asteroides*). Un ploteo de la distribucion de las longitudes de perihelio de los asteroides muestra un agrupamiento en torno a la longitud del perihelio de Jupiter. a) Separando adecuadamente los terminos seculares de menor orden en la expansion de la funcion perturbadora y asumiendo que el movimiento es plano encuentre una expresion para los  $\dot{\varpi}$  de los asteroides. b) Tomando  $a_J = 5.203$  UA,  $e_J = 0.048$ ,  $m_J/m_S = 0.001$ ,  $a = 2.86$ ,  $e = 0.15$  y  $I_J = I = 0^\circ$  calcular numericamente  $\dot{\varpi}$  en dos casos: (i)  $\varpi - \varpi_J = 0^\circ$  y (ii)  $\varpi - \varpi_J = 180^\circ$ . c) Utilizando estos resultados explique la distribucion observada de perihelios.
4. *Teoria secular para Urano y Neptuno.* Modificando adecuadamente el notebook Sect.7.3.nb obtener la evolucion secular del sistema formado por Urano y Neptuno. Calcular las frecuencias fundamentales.
5. *Componentes forzadas y propias.* Utilizando EVORB u otro integrador numerico integre por 50000 años la orbita de un asteroide de elementos  $a = 2.7$  UA,  $e = 0.06$ ,  $I = 1.6^\circ$ ,  $\Omega = 90^\circ$ ,  $\omega = 280^\circ$  y anomalia media inicial (epoca de los elementos de Jupiter)  $M_o = 10^\circ$  considerando unicamente al planeta Jupiter en su orbita real. Grafique la evolucion temporal de  $\Omega$  y  $\varpi = \Omega + \omega$ . ¿Por que tienen ese comportamiento? Grafique  $I \cos(\Omega)$  contra  $I \sin(\Omega)$  y  $e \cos(\varpi)$  contra  $e \sin(\varpi)$  y estime graficamente las componentes forzadas y libres del asteroide. Compare las componentes forzadas con los elementos orbitales de Jupiter.
6. *Evaluación numérica de  $\mathcal{R}_{sec}$ .* Esboce un algoritmo para calcular numericamente la funcion  $\langle \mathcal{R} \rangle_t$  para un asteroide de elementos  $(a, e, I, \omega, \Omega)$  perturbado por un planeta en orbita circular de inclinacion nula y semieje  $a_p$ . Utilizando un programa propio o el suministrado en el curso construir una grafica  $\mathcal{R}_{sec}(e)$  para un asteroide de elementos  $a = 3.6$ ,  $I = 20^\circ$ ,  $\Omega = 0^\circ$  y  $\omega = 90^\circ$  perturbado por Jupiter supuesto en orbita circular de inclinacion nula con  $a_J = 5.203$  y masa  $1/1047.355$ .