PILOTOS ESPACIALES Y PELÍCULAS

Posted on 27 abril, 2016 by Rosa María Herrera

Cualquier aficionado a los viajes galácticos que explore la viabilidad de "embarcarse" en alguno, aunque sea a modo de ensoñación, visualiza con facilidad hábiles astronautas-pilotos evadiéndose de toda suerte de peligros con maniobras casi acrobáticas propias de la navegación aérea. Estas fantasías se ven alimentadas y reforzadas en numerosas ocasiones por la filmografía.

Category: Ciencia

Tag: Ciencias Exactas

2016, una aventura espacial que continúa...

Cualquier aficionado a los viajes galácticos que explore la viabilidad de "embarcarse" en alguno, aunque sea a modo de ensoñación, visualiza con facilidad hábiles astronautas-pilotos evadiéndose de toda suerte de peligros con maniobras casi acrobáticas propias de la navegación aérea. Estas fantasías se ven alimentadas y reforzadas en numerosas ocasiones por el cine.

Figura 1. 2001: A Space Odyssey

Recuerdo algunas de mis películas favoritas por sus impactantes efectos visuales, paisajes desolados y sorprendentes.

Sin embargo, en general en todas las películas se cometen errores en la forma de gobernar la navegación que suelen pasar desapercibidos. Uno de ellos consiste en el cambio de trayectoria de la nave, que suele ser efectuada gracias a la pericia casi siempre heroica del equipo que pilota, en tiempo real como si se tratara de un avión convencional. Pero las maniobras reales en las naves espaciales no se asemejan a las que efectúan los pilotos de aeronaves terrestres.

> *En realidad las órdenes y maniobras personalizadas sólo son eficaces en casos particulares.*

En realidad las órdenes y maniobras personalizadas sólo son eficaces en algunas situaciones o casos particulares. Por ejemplo, el transbordador espacial (*shuttle*) al entrar en la atmósfera funciona como un gran avión (más o menos) y ahí puede resultar bastante interesante la destreza humana al menos en algún momento. Una situación en que también se necesita la intervención directa de los pilotos se produce cuando se pretenden realizar maniobras de acoplamiento entre dos naves, o entre el transbordador espacial y la estación espacial internacional, por ejemplo.

Por el contrario, un viaje interplanetario en régimen de crucero se "parece" más a un viaje en tren, en el que las vías han quedado previamente determinadas por una ecuación diferencial y por las condiciones iniciales, y por eso para cambiar la ruta hay que modificar los parámetros orbitales, por tanto las condiciones iniciales (posición y velocidad en un determinado momento).

Rutas interplanetarias (sin google maps).

Cambiar de órbita es un asunto verdaderamente delicado, y no se puede improvisar, cuando el desconsiderado enemigo persigue a la nave de nuestros héroes. Las productoras cinematográficas tienen soluciones verdaderamente espectaculares al alcance de los protagonistas.

Las condiciones físicas en el ambiente interplanetario real son bien distintas que en el doméstico, y eso obliga a solucionar problemas no siempre equiparables a los habituales en la Tierra. Algunos de los momentos más delicados del viaje se producen precisamente al realizar maniobras orbitales y también los saltos entre órbitas (las transferencias orbitales).

Cualquier tipo de nave que abandona la atmósfera terrestre y se aventura por el Sistema Solar, por ejemplo un satélite artificial, una vez que ha conseguido situarse en órbita no ha hecho más que comenzar un delicado proceso, por eso hay que buscar un buen método para modificar dicha órbita sin poner en riesgo el proyecto. A veces el problema viene de partida bien porque en el lanzamiento no se ha conseguido el propósito de colocar el dispositivo en la órbita adecuada (que en ocasiones sucede), y prácticamente siempre en el transcurso del viaje porque las perturbaciones propias de la ruta originan la degradación de la órbita real con respecto a la órbita teórica.

Figura 2. Autopistas espaciales

En general, el paso de una órbita inicial, O_i, a otra final, O_f, si ambas tienen un punto en común, se llama corrección de la órbita, y si no lo tienen se denomina transferencia orbital.

> *Además es infrecuente efectuar un cambio de órbita en una sola maniobra.*

Es conveniente que la estrategia que se siga para realizar las correcciones orbitales minimice el proceso, de este modo se optimizará la vida útil y el tiempo operativo del satélite. Esto es debido a que una vez que se agota el combustible, ya no es posible efectuar nuevas correcciones orbitales y las órbitas se degradan por efecto de las perturbaciones que ya es imposible rectificar. Además es infrecuente efectuar un cambio de órbita en una sola maniobra (la corrección general de la órbita) debido a las características teórico-prácticas y técnicas del proceso.

En la práctica real, el modo más común para cambiar de órbita suele incluir varias maniobras sucesivas que modifican algunos de los elementos orbitales, ya sean los que determinan la forma y las dimensiones de la órbita o los que definen el plano orbital.

Maniobras sin cambio del plano de la órbita.

En el caso en el que no se modifica el plano del movimiento, como el plano de la órbita viene definido por la dirección del vector momento angular, **L = r** x **v,** se deben variar la forma y las dimensiones de la órbita (dentro del mismo plano orbital). Por ejemplo se puede fijar la distancia mínima (periastro) y modificar la máxima (apoastro); esto es útil si lo que se pretende es acercar o alejar el apoastro, es decir la máxima separación.

Pero esta maniobra no es muy espectacular visualmente o eso piensan quienes planifican los

efectos especiales visuales y seguramente es muy difícil presentar de modo atractivo a quien disfruta de una bonita película y además viene predeterminada al iniciar el viaje, así es que nuestros héroes simplemente pueden confirmar que ocurre lo que debe ocurrir.

Maniobrar cambiando el plano orbital.

Sin embargo, para cambiar el plano de la órbita sin modificar su forma, hay que realizar una maniobra que no modifique el valor de la energía ni el módulo del momento angular.

Transferencias orbitales. El paso de una órbita inicial, O_i, a otra final, O_f, que no tenga ningún punto en común con la primera se denomina transferencia, para llevarlas a cabo es preciso efectuar algunos pasos, o transferencias intermedias, de tal forma que la primera órbita de transferencia pase por el punto elegido de la órbita inicial y un punto de la segunda órbita de transferencia, y así cada órbita de transferencia tenga un punto en común con la anterior y con la siguiente y finalmente que la última órbita de transferencia pase por el punto elegido de la órbita final.

> *En muchas ocasiones hay que considerar el tiempo de transferencia, que es el tiempo transcurrido entre la primera y la última maniobra.*

Cuando el cuerpo que orbita pasa por cada punto en común se produce la maniobra que lo cambia de órbita y así hasta que se encuentre en la órbita final. Por eso, si hay *n* órbitas de transferencia se hacen n + 1 maniobras. La transferencia óptima consiste en elegir, de entre todas las posibles combinaciones de maniobras que pasen de una órbita inicial a una final, aquella que menor coste energético conlleve, teniendo en cuenta que el coste es función de la velocidad característica de la transferencia. Es decir buscamos un principio variacional de optimización de coste (velocidad). En muchas ocasiones hay que considerar otro parámetro: el tiempo de transferencia, que es el tiempo transcurrido entre la primera y la última maniobra. Los tipos más usuales de transferencias son la de Hohmann y la bielíptica.

En una escena de evasión de una nave en cualquier película de las que se ven alegremente con los amigos, nadie podría notar estos detalles, ¡hay tantos otros aspectos que contemplar admirativamente!, pero ni siquiera en un juego para computador podrían apreciarse estos delicados procesos del operativo. Estamos pendientes de otros aspectos de la narración.

Encuentros orbitales. Hasta ahora no hemos considerado el momento en que la nave entra en la segunda órbita, porque en principio resulta indiferente; sin embargo, cobra importancia si lo que se pretende es que la nave alcance un cuerpo que se encuentra en la nueva órbita y no simplemente que se produzca un cambio entre órbitas. Una maniobra de este tipo es muy útil en astrodinámica, por ejemplo para llegar hasta un planeta o un asteroide.

En un encuentro orbital el objetivo es el cuerpo que se pretende alcanzar. Las estrategias para realizar esta aproximación suelen ser de dos tipos: a) poner el cuerpo 1 (nave) que pretende alcanzar al cuerpo 2 (objetivo) en un punto distinto en el que se encuentra este segundo cuerpo, y efectuar una maniobra de espera; o b) situar el cuerpo 1 (nave) en la misma posición en que se encuentra el cuerpo 2 (objetivo) en el momento de entrada del cuerpo 1 en la órbita.

Ambas operaciones son extremadamente complejas y requieren una precisión tecnológica importante, se seleccionan una u otra dependiendo del tipo de proyecto de que se trate. C²

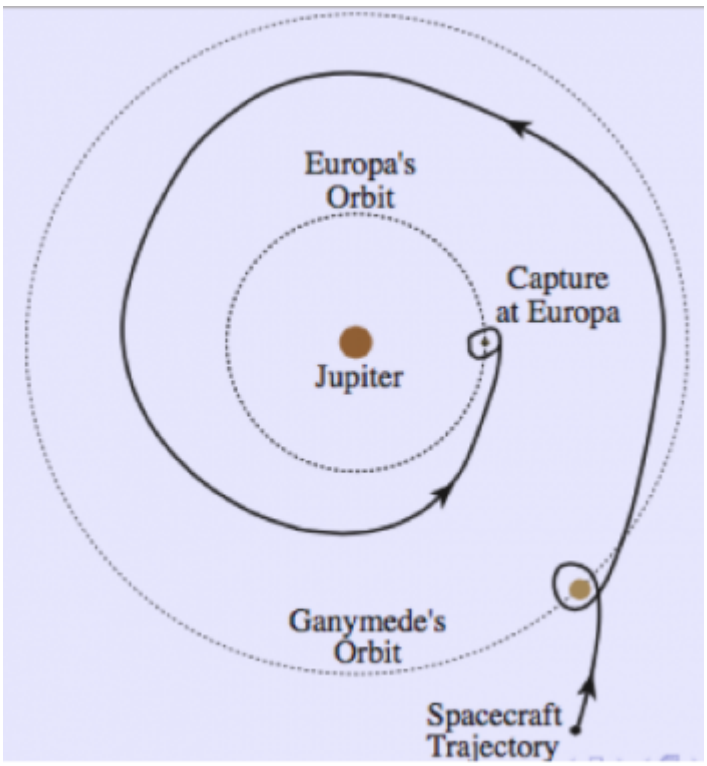

Figura 3. Un ejemplo realista de transferencia orbital

Referencias

- HERRERA, R.M. *Resonancias en el Sistema Solar*, Neomenia, Madrid, 2012
- HERRERA, R.M. *Urania y los caminos del cielo*. Ciencia y Cultura C2, Monterrey, 2015
- HERRERA, R.M. *Rutas para viajar por el Sistema Solar*. Ciencia y Cultura C2, Monterrey, 2015
- LAPLACE, P.-S. *Traité de Mécanique Céleste*, Chez Duprat, París, 18 (en bibliteca nacional francesa, 1873)
- MILANI, A. & GRONCHI, C. *Theory of the orbit determination.* Cambridge University Press, 2010
- MOSER, J.K. *Is the Solar System Stable?.* The Mathematical Intelligencer. pp. 65-71 (1978)
- MOSER, J.K.: *Stable and Random Motions in Dynamical Systems.* Princenton Landarmarks in Mathematics
- POINCARÉ, H. *Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste.* Gauthier-Villars et fils, 1899 (reprint Dover 1957)

- SIEGEL, C.L. & MOSER, J.K. & KALME, Ch.I. *Lectures on Celestial Mechanics.* Springer.