

Control y estabilización de un

microsatélite

> c. Dr. Hermes Moreno Álvarez

Básicamente, un satélite artificial es un cuerpo que orbita alrededor de un objeto celeste, existen muchos tipos diferentes de satélites y su caracterización es igualmente variada.

Un microsatélite generalmente tiene una masa de entre 10 y 100 kg, la altura a la que orbitan estos artefactos ronda los 800 y 1500 km, su órbita puede ser circular polar, es decir, tienen el plano de la órbita paralelo al eje de rotación de la Tierra (Figura 1).

Un ejemplo de micro satélite es el representado en la Figura 2, la misión para

este caso es el estudio de parámetros climáticos en la zona de la ionósfera y magnetósfera.

A estas alturas, estamos en la región de la exosfera (estando aquí contenida la magnetósfera), en este espacio ocurren fenómenos interesantes, por ejemplo, se sabe que allí hay polvo cósmico en cantidades abundantes. En esta zona la densidad del aire es casi despreciable, por lo que el concepto popular de temperatura desaparece, pero lo más importante para nosotros es saber que aquí se encuentra el área de transición entre la atmósfera terrestre y el espacio interplanetario.

Al ser los satélites artificiales sistemas autónomos, las perturbaciones en el medio espacial, tales como radiación solar, ráfagas de partículas cargadas, movimientos de micromotores, e inhomogeneidad de la Tierra y el campo geomagnético, hacen necesario desarrollar algoritmos de control mediante modelos matemáticos que con gran variedad de perturbaciones y simulaciones nos permitan verificar el desempeño de los algoritmos de control. Este tipo de estabilización actualmente permite y estimula la aparición de pequeños satélites para los cuales es necesario un sólido y económico sistema de control de orientación. En nuestro caso, estamos considerando el sistema de estabilización magnética, el cual se caracteriza por una fabricación simple. La composición de estos sistemas generalmente cuenta con bobinas colocadas a lo largo del eje de orientación del satélite. La propia cantidad de momento magnético del sistema generado por las bobinas debería ser suficiente para crear el momento reductor necesario para la orientación del satélite a lo largo del vector de tensión del campo magnético terrestre.

La tarea a desarrollar es la construcción de un modelo matemático que permita corregir las perturbaciones generadas primero por el campo gravitacional y posteriormente la generación de un nuevo modelo para la alteración geomagnética. Claramente, las consideraciones aquí realizadas proporcionan ecuaciones no lineales, pues estamos incluyendo situaciones reales con el menor número de idealizaciones, excepto quizá la de tomar en cuenta al campo geomagnético como un dipolo.

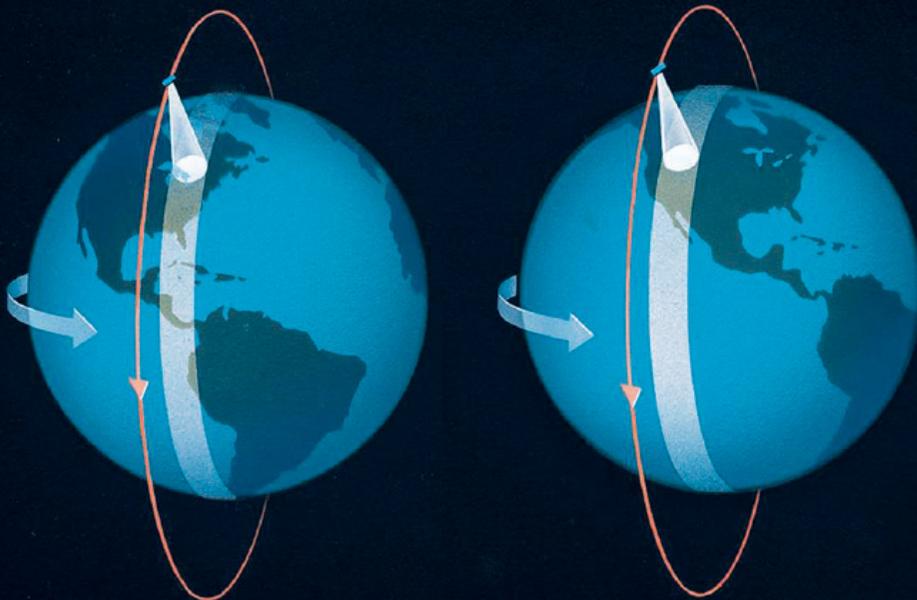
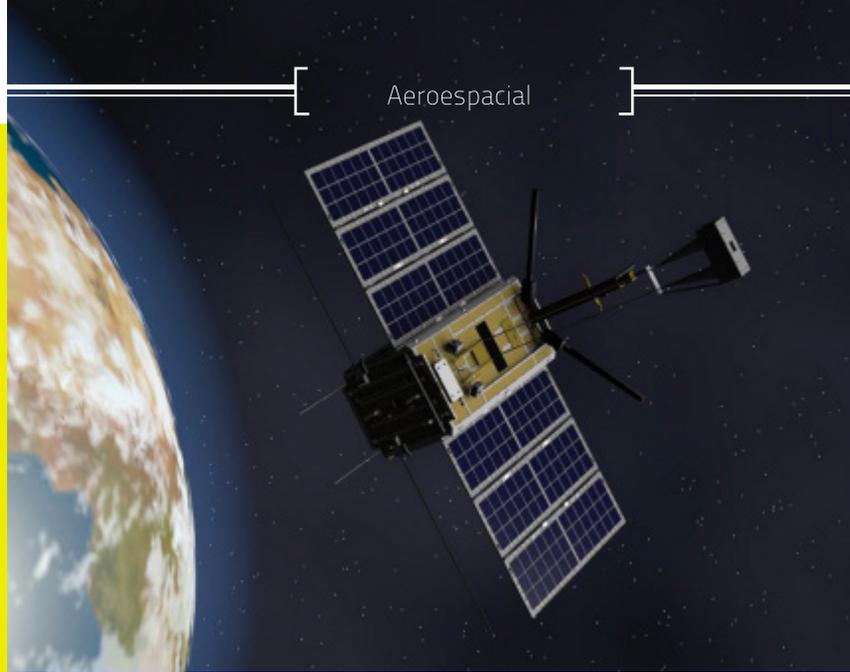


Figura 1: Órbita circular polar

Figura 2:
Micro satélite que estudia
los fenómenos produ-
cidos en la región de la
magnetósfera-ionósfera



En términos técnicos, en la investigación realizada se obtuvo la estabilización magnética activa para un microsatélite en una órbita polar, para la cual se generaron un algoritmo de control suboptimal de estabilización del sistema bilineal y un programa para la simulación del funcionamiento de este algoritmo en una situación no lineal.

Para resolver el problema necesitamos considerar los diferentes sistemas de referencia que utilizamos para caracterizar el movimiento del satélite. Con el cumplimiento de ciertas ecuaciones aseguramos la estabilidad; al observar las vibraciones del satélite en la superficie de las órbitas curvas polares, luego se obtuvieron las tensiones magnéticas polares de la tierra, las cuales puede calcularse bajo la siguiente fórmula:

$$\vec{H} = \frac{|H_0|}{r^3} \left[\chi - 3 \left(\frac{\vec{r}}{r} \cdot \vec{\chi} \right) \frac{\vec{r}}{r} \right]$$

Una vez concluidos los cálculos los resultados fueron satisfactorios, considerando claro que esta primera estabilización es robusta, a partir de aquí, dependiendo del grado de apuntamiento, el análisis para el depurado de la estabilización suele ser más costosa a medida que el grado de apuntamiento sea más exacto.

En las gráficas que se presentan en la Figura 3 se observa la estabilización que se tiene para un plano orbital polar como una primera estabilización del micro satélite, también conocida como estabilización robusta.

CONCLUSIÓN

El grado de apuntamiento en un satélite es importante, pues le permitirá tener mejores resultados en las tareas programadas, más aún si la tarea principal es la percepción remota.

En este sentido la UACH constantemente esta recibiendo información de una constelación de satélites conocida como spot 5, 6 y 7, éste último lanzado en el 2014, los cuales tienen como objetivo la percepción remota; su precisión de localización es de 10 m con una resolución de 1.5 m. Estos parámetros se logran gracias a un confiable sistema de estabilización y a los lentes utilizados para estos fines.

Los algoritmos de estabilización y control no sólo se aplican a los sistemas satelitales, estos tienen muchas aplicaciones, por ejemplo, en los sistemas de frenado de un automóvil tipo ABS (*Antilock Braking System*), en la perfecta mezcla entre aire y gasolina (inyectores electrónicos), en los motores o en las aplicaciones biomédicas, como podría ser una prótesis.

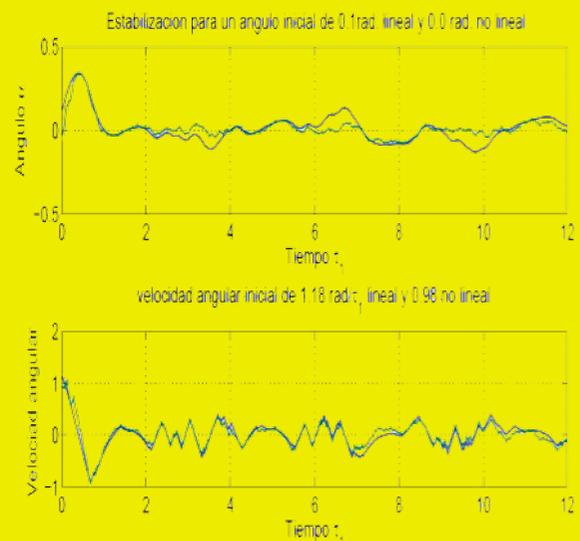


Figura 3: Aquí se muestra la estabilización angular en una órbita circular, así como la variación del ángulo disminuyendo hasta oscilar sólo en una región permitida.