

## Objetivos

- Aplicación del conocimiento teórico en geometría.
- Diseño e implementación de estructuras geométricas básicas que serán utilizadas en tareas posteriores.

## 1 Planteamiento del problema

Recientes avances en los viajes interplanetarios han permitido alcanzar velocidades superiores a la velocidad de la luz (FTL, por sus siglas en inglés, Faster Than Light). Los hiperimpulsores de las naves FTL están alcanzando gradualmente velocidades de 3 veces la velocidad de la luz ( $3c$ ), mientras que los viajes basados en agujeros de gusano, como las puertas estelares y los portales espaciales, han alcanzado un pico de  $10c$  sin comprometer su estabilidad. Las puertas y portales se construyen en pares, y esta conexión nunca se puede cambiar. Una vez que un portal es destruido, su contraparte conectada queda inutilizable. Esto complica la logística de los portales estelares y resulta costoso.

Trabajas en la compañía *FTL Dynamics*, con sede en España, que invierte una cantidad significativa de dinero y recursos en investigación y desarrollo (este hecho debería darte una pista de que esto es, en efecto, ciencia ficción). Los investigadores han desarrollado una nueva tecnología FTL llamada *catapulta cuántica*, que tiene el potencial de alcanzar velocidades de hasta  $20c$  y permite que una sola estación se conecte con cualquier otra estación en el universo. Esta innovación tecnológica representa un gran avance en los viajes interplanetarios, y su producción a gran escala marcará un nuevo amanecer para este campo.

Mientras el departamento de marketing busca un nombre más comercial, tú estás a cargo del diseño e implementación del software de control del dispositivo. Este software debe proporcionar:

- La dirección de salida desde la estación de lanzamiento (desde la perspectiva de la estación de lanzamiento).
- La dirección de entrada a la estación receptora (desde la perspectiva de la estación receptora).

Este trabajo no es sencillo, ya que la conexión se establece a través del universo y solo

puede ser medida mediante el *Sistema de Coordenadas del Universo* (UCS, por sus siglas en inglés, Universe Coordinate System), mientras que cada estación opera en su propio sistema local de coordenadas.

## 2 Planetas

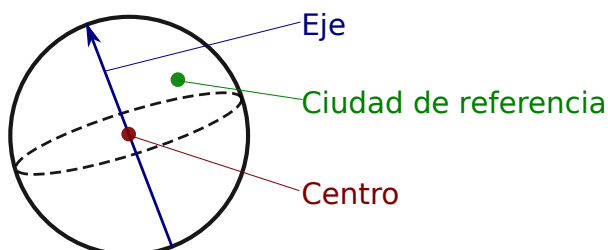


Figura 1: *Elementos que caracterizan a un planeta: su **centro**, su **eje** que conecta el Polo Sur con el Polo Norte, y su **ciudad de referencia** desde la cual se mide su azimut (longitud).*

Los planetas se modelan como esferas perfectas y se definen de la siguiente manera:

- **Centro:** Es un punto en el espacio medido en el Sistema de Coordenadas del Universo (UCS).
- **Eje:** Es la dirección que conecta el Polo Sur con el Polo Norte del planeta, por lo tanto, su módulo debería ser el doble del radio del planeta.
- **Ciudad de Referencia:** Es la posición en el espacio correspondiente a la ciudad de referencia del planeta, medida en UCS, desde la cual se mide el azimut (longitud). En el caso de la Tierra, esta ciudad de referencia es Greenwich. La distancia entre la ciudad de referencia y el centro del planeta es igual al radio del planeta.

Cuando se solicite información sobre un planeta, el usuario deberá ingresar estos tres vectores. El sistema realizará una doble verificación para asegurar que el radio definido por el eje y la distancia entre el centro y la ciudad de referencia tengan el mismo valor, con un margen de error máximo de  $10^{-6}$ . Puedes encontrar una representación gráfica de estos tres vectores en la Figura 1.

## 3 Estación planetaria

Una estación planetaria se ubica en una localización específica en la superficie del planeta, definida por:

- **Inclinación ( $\theta$ ):** Es el ángulo con respecto al eje del planeta, que conecta el Polo Sur

con el Polo Norte. Similar a la latitud de la Tierra, pero medida desde el eje en lugar de desde el ecuador. Se mide en radianes en el rango  $(0, \pi)$ .

- **Azimut ( $\phi$ )**: Es el ángulo alrededor del globo con respecto a un meridiano 0 específico. Similar a la longitud de la Tierra, pero el meridiano de referencia no es Greenwich, ya que Greenwich es una ciudad en la Tierra. Se mide en radianes en el rango  $(-\pi, \pi]$ .

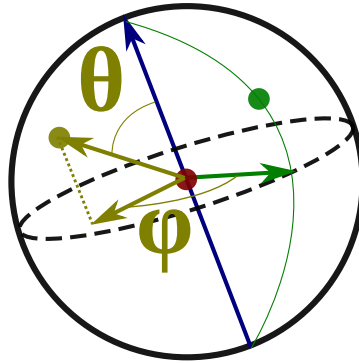


Figura 2: Posición de un elemento (la estación) en la superficie de un planeta en coordenadas esféricas: la inclinación ( $\theta$ ) y el azimut ( $\phi$ ).

A partir de la inclinación y el azimut de una estación, es posible calcular su posición en el Sistema de Coordenadas del Universo (UCS) (ver Figura 2), así como sus coordenadas en el sistema local. En concreto, se puede deducir la siguiente información:

- La **posición** de la estación en el Sistema de Coordenadas del Universo (UCS).
- La **normal de la superficie** del planeta en esa posición (su módulo es 1).
- La **dirección tangente a la longitud**, tangente a la superficie del planeta y perpendicular al eje del planeta y sigue la variación positiva del azimut (sin variación de la inclinación).
- La **dirección tangente a la latitud**, tangente a la superficie del planeta y perpendicular a la otra dirección tangente. Sigue la variación negativa de la inclinación (sin variación del azimut).

El sistema de coordenadas de la estación está definido por su dirección tangente a la longitud como el vector **i** (primer eje), la dirección tangente a la latitud como el vector **j** (segundo eje), y la normal de la superficie como el vector **k** (tercer eje). Estas tres direcciones son linealmente independientes (perpendiculares entre sí). Este sistema de coordenadas se puede ver desde una perspectiva global (UCS) en la Figura 3 y desde la perspectiva local (de la estación) en la Figura 4.

Cuando se solicita información sobre una estación planetaria, el usuario primero ingresa los datos del planeta (los tres vectores) y luego la inclinación y el azimut de la estación.

El sistema calculará entonces la posición de la estación y el correspondiente sistema de coordenadas.

## 4 Conexión interplanetaria

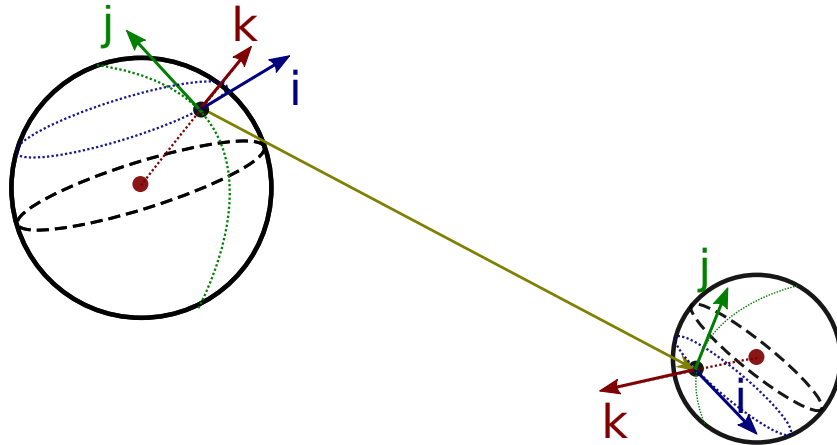


Figura 3: *Conexión entre dos estaciones, incluyendo el sistema de coordenadas locales de ambas estaciones que se representan con tres colores (por estación).*

Cuando se trata de conectar dos estaciones, la dirección de conexión en el Sistema de Coordenadas del Universo (UCS) es aquella que va desde la posición de la estación de lanzamiento hasta la posición de la estación de recepción (ver Figura 3). Sin embargo, para que el transporte funcione correctamente, cada estación necesita establecer la conexión en su sistema de coordenadas locales específico, tal como se ve desde el nivel del suelo en cada planeta (ver Figura 4).

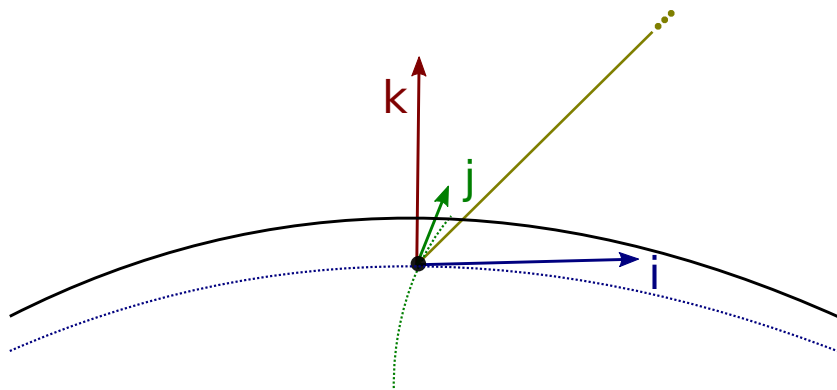


Figura 4: *Representación de la conexión vista desde el sistema de coordenadas locales de una única estación.*

Sin embargo, existe una desventaja. La catapulta cuántica requiere entre 1 y 2 segundos para alcanzar su velocidad máxima de  $20c$ . A esta velocidad máxima, la materia transportada se encuentra completamente fuera de fase en su propia frecuencia específica y nunca puede colisionar con otra materia, como planetas o estrellas, o incluso otra materia transportada que esté fuera de fase. No obstante, antes de que esto ocurra, la materia en fase tiene un alto riesgo de colisión. Esto es especialmente peligroso cuando el lanzador de la catapulta cuántica está apuntando hacia el interior de su propio planeta. Por ello, por razones de seguridad, el lanzador nunca funcionará si apunta hacia el interior del planeta.

Lo mismo sucede en el otro extremo: el receptor de la catapulta cuántica requiere entre 1 y 2 segundos para reducir la velocidad, y durante ese tiempo la materia transportada puede colisionar. Por lo tanto, el receptor cuántico nunca funcionará si la materia llega desde el interior de su propio planeta.

El prototipo completo pedirá dos estaciones y luego mostrará la conexión entre ellas en el sistema de coordenadas locales de cada una de las dos estaciones. También mostrará un mensaje de advertencia en caso de que la trayectoria de la materia atravesase alguno de los dos planetas.

## Sumisión

No es necesario realizar una sumisión para esta tarea en particular. Sin embargo, se sugiere que se complete antes de la fecha de entrega recomendada para equilibrar la carga de trabajo.