UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL HAEDO

EJERCITACIÓN

Ley de Hooke Generalizada

MATERIALES AEROESPACIALES

INGENIERÍA AERONÁUTICA/AEROESPACIAL

Ing. Anibal Cesar Vettorel

Ing. Carlos Mario Carbonel

INDICE

Lineamientos del trabajo práctico..... 3

Satélites..... 5

1. Investigación 5
2. Análisis mediante TLE..... 5
3. Vector de estado 6
4. Ground Track 6
5. Análisis e interpretación 7

LINEAMIENTOS DEL TRABAJO PRÁCTICO

Los TLE (*Two-Line Elements*) constituyen uno de los formatos más utilizados para describir la órbita de satélites artificiales alrededor de la Tierra. A partir de la información contenida en un TLE es posible obtener los principales elementos orbitales del satélite, determinar su posición y velocidad en distintos instantes de tiempo y generar representaciones gráficas de su trayectoria sobre la superficie terrestre (*Ground Track*).

Para cada satélite se deberá realizar un análisis completo e independiente, comenzando por la investigación de su misión y finalizando con la interpretación de los resultados obtenidos. Una vez completadas todas las etapas correspondientes a un satélite, se deberá proceder al análisis del siguiente.

El desarrollo del trabajo deberá incluir, para cada uno de los tres satélites, las siguientes actividades:

- Investigar las características principales de la misión e identificar su relación con la órbita utilizada.
- Obtener un TLE actualizado e indicar la fuente, fecha de consulta y época correspondiente.
- Identificar los parámetros orbitales contenidos en el TLE e interpretar brevemente su significado físico.
- Determinar parámetros orbitales derivados, tales como el período orbital y el semieje mayor.
- Obtener los vectores de estado (posición y velocidad) para los instantes indicados en la consigna.
- Generar e interpretar el *ground track* correspondiente al intervalo establecido.
- Comparar las estimaciones obtenidas mediante la interpretación visual de las representaciones gráficas con los valores calculados a partir del TLE.
- Analizar la relación entre las características de la órbita y la misión específica del satélite.
- Presentar los cálculos realizados de manera ordenada, indicando claramente las ecuaciones utilizadas, los datos de entrada, las hipótesis adoptadas y los resultados obtenidos.
- Presentar el trabajo práctico en un único archivo PDF, que incluya el desarrollo completo de las actividades, los cálculos realizados, las representaciones gráficas y las conclusiones.

- Incluir el código fuente de los programas utilizados para realizar los cálculos y generar las representaciones gráficas, debidamente comentado y organizado para facilitar su lectura y comprensión.

El informe deberá organizarse por satélite y no por tipo de actividad. Es decir, deberán completarse todas las etapas correspondientes a un satélite antes de comenzar con el siguiente.

Una vez finalizado el análisis individual de los tres satélites, se deberá realizar una comparación general, en la que se destaquen las principales diferencias entre las órbitas analizadas y se las relacione con las características y objetivos de las respectivas misiones.

Se espera que las conclusiones permitan integrar los conceptos desarrollados durante la asignatura y establecer una relación entre los elementos orbitales, la evolución de la órbita, la trayectoria terrestre y la misión específica de cada satélite.

SATÉLITES

Para cada uno de los siguientes satélites:

1. ISS (ZARYA)
2. Un satélite argentino activo, a elección, que cuente con un TLE disponible para su análisis.
3. Un satélite activo de otro país, a elección, que cuente con un TLE disponible para su análisis.

aplicar la metodología descripta a continuación:

Nota: *La selección de los satélites deberá contemplar diferentes tipos de órbitas. Por lo tanto, como máximo uno de los tres satélites analizados podrá utilizar una órbita geoestacionaria.*

1. Investigación

A partir de fuentes confiables, indique:

- Misión principal.
- Organismo(s) operador(es) o participantes principales.
- Fecha de lanzamiento.
- Tipo de órbita.

2. Análisis mediante TLE

Obtenga un TLE actualizado del satélite e indique:

- Fuente de obtención.
- Fecha y hora de consulta.
- Época correspondiente al TLE.

Identifique los siguientes elementos orbitales contenidos en el TLE e indique brevemente el significado físico de cada uno:

- Inclinación (i)
- Ascensión Recta del Nodo Ascendente (Ω)
- Excentricidad (e)
- Argumento del Perigeo (ω)

- Anomalía Media (M)
- Movimiento Medio (n)

Determine, además:

- Período orbital (T)
- Semieje mayor (a)

3. Vector de estado

Calcule el vector posición y el vector velocidad de la ISS en un sistema de referencia inercial para los siguientes instantes:

- Época del TLE: (t_0)
- $t_0 + 1\ día$

Para cada instante, indique:

- Vector posición
- Modulo del vector posición
- Vector velocidad
- Modulo del vector velocidad

Especifique claramente el sistema de referencia utilizado y las unidades correspondientes.

4. Ground Track

Genere el *ground track* del satélite correspondiente al intervalo comprendido entre:

$$t_0 - 1\ día \leq t \leq t_0 + 1\ día$$

La representación gráfica deberá incluir, como mínimo:

- Posición de la ISS correspondiente a la época del TLE ((t_0)).
- Sentido de movimiento del satélite.
- Posición inicial y posición final del intervalo representado.
- Ecuador terrestre.
- Latitud y longitud, con unidades y escalas claramente indicadas.

5. Análisis e interpretación

A partir de los resultados obtenidos:

- Compare las estimaciones realizadas mediante la interpretación visual del *Ground Track* con los valores calculados a partir del TLE.
- Identifique las principales características de la trayectoria terrestre.
- Relacione las características orbitales obtenidas con el tipo de órbita y con la misión del satélite.

Las observaciones y conclusiones deberán estar fundamentadas en los resultados obtenidos durante el desarrollo del trabajo práctico.