

Propuesta de anteproyecto

1. Título del proyecto:

Simulación Computacional del Fallo de Escape de un Cohete Autónomo en Europa: Análisis Energético y de Trayectoria Considerando Masa Variable y Fricción Atmosférica

2. Integrantes:

Kevin Velasquez Gonzalez - CC:1001686775

Ana Paulina Olivares Álvarez - CC:1000192042

Eylen Adriana Martínez Medrano - CC: 1137976936

3. Descripción del Problema:

El presente proyecto simula un escenario posible en futuras misiones espaciales: un cohete autónomo enviado a Europa (una luna de Júpiter) recolecta muestras y despegue de regreso, pero debido a un error de cálculo en el combustible disponible, no logra alcanzar la velocidad de escape, reingresando a la superficie de la luna, la idea es modelar la pérdida de combustible por combustión como una función de la masa con respecto al tiempo y a partir de eso variar diferentes parámetros ambientales para simular el movimiento en dos dimensiones del cohete.

Este sistema presenta:

- **Masa variable** debido a la combustión del combustible.
- **Fuerza de arrastre atmosférico** (considerando una atmósfera muy tenue).
- Fuerza propulsora por **eyección de gases**.
- Influencia de la **gravedad local**.

El problema físico se modela mediante la segunda ley de Newton adaptada a masa variable y resistencia cuadrática del aire:

$$m(t) \cdot \frac{dv}{dt} = F_{\text{gravedad}} + F_{\text{arrastre}} + F_{\text{empuje}}$$

Fuerza de gravedad: hacia abajo

$$F_{\text{gravedad}} = -m(t) \cdot g$$

Fuerza de arrastre (fricción del aire): proporcional al cuadrado de la velocidad, en dirección contraria al movimiento:

$$F_{\text{arrastre}} = -\frac{1}{2} \cdot C_d \cdot \rho \cdot A \cdot v \cdot |v|$$

Fuerza de empuje (fuerza propulsora): hacia arriba.

$$F_{\text{empuje}} = v_e \cdot \left| \frac{dm}{dt} \right|$$

Sustituyendo cada fuerza:

$$m(t) \cdot \frac{dv}{dt} = -m(t) \cdot g - \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot \rho \cdot A \cdot v \cdot |v| + v_e \cdot \left| \frac{dm}{dt} \right|$$

4. Objetivos:

Objetivo General:

- Simular el movimiento vertical del cohete desde su despegue hasta su regreso forzado, considerando pérdida de masa y fricción atmosférica e intentar que los métodos que usemos tengan la mayor eficiencia computacional posible.

Objetivos Específicos:

- Determinar posición, velocidad y aceleración en función del tiempo.
- Calcular energías (cinética, potencial, total) y pérdidas por fricción.
- Detectar eventos críticos: fin del combustible, altura máxima y retorno.
- Evaluar si el cohete logra escapar o reingresa (según parámetros simulados).

5. Metodología (Enfoque Computacional):

Para abordar el problema, se planteará un **modelo numérico** del movimiento vertical del cohete, considerando masa variable, fricción del aire y empuje por combustión. El enfoque será simular paso a paso la dinámica del sistema desde el despegue hasta su reingreso a la superficie.

Resolución numérica de la EDO para obtener:

- Velocidad $v(t)$
- Posición $y(t)$

posiblemente con Runge-Kutta 4° orden (RK4), mediante implementación manual o con `solve_ivp` de SciPy. (aún no se enseña ningún método de EDO).

Derivación numérica

A partir de $v(t)$ obtenida, calcular aceleración mediante diferencias finitas, usando `numpy.diff()`.

Cálculo energético (integración)

En cada instante de tiempo: energía cinética, energía potencial, energía total, perdidas por fricción del aire

Integración numérica (suma acumulativa) usando `scipy.integrate` o `numpy.trapz()`.

Interpolación para detectar eventos clave

Eventos a detectar:

- Fin del combustible
- Altura máxima
- Retorno al suelo

Interpolación lineal con `scipy.interpolate.interp1d` o Método de la bisección para detectar raíces con mayor precisión.

Visualización de resultados

Graficar:

- Posición vs. tiempo.
- Velocidad y aceleración vs. tiempo.
- Masa del cohete.
- Energía cinética, potencial, total y pérdidas.

Gráficos con Matplotlib.

6. Resultados Esperados

Se espera obtener:

Tipos de resultados:

- Gráfica de la **trayectoria del cohete**: posición $y(t)$ vs. tiempo.
- Gráfica de la **velocidad** y **aceleración** vs. tiempo.
- Evolución de la **masa del cohete** en el tiempo.
- Gráficas de:
 - Energía cinética.
 - Energía potencial.
 - Energía total.
- Identificación numérica de eventos clave:
 - Tiempo exacto de fin del combustible.
 - Altura máxima alcanzada.
 - Tiempo y condición del retorno al suelo.
- Comparación visual entre simulaciones:
 - Con y sin fricción del aire.
 - Variando gravedad, velocidad de eyección (pérdida de masa), etc.

7. Formato de presentación:

- Graficas como principal forma de visualización.
- Tablas comparativas de eventos clave y parámetros físicos.
- Diapositivas para la exposición final del proyecto.

8. Referencias

- <https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-1/pages/9-7-propulsion-de-cohetes>
- <https://foro.rinconmatematico.com/index.php?topic=111682.0>