Estudio de Viabilidad: Cohete Bifásico para Alcanzar la Órbita Terrestre Baja

Researcher: Adolfo Catral Sanabria

ORCID: 0000-0002-6938-9638

Email: adolfo.catral@alu.umh.es

November 18, 2024

Abstract

Este estudio analiza la viabilidad de un sistema de lanzamiento bifásico que combina una fase aerodinámica, similar a aviones hipersónicos como el X-15, y una fase espacial propulsada por cohetes no dependientes de aire. El objetivo es alcanzar la órbita terrestre baja (LEO) mediante un diseño que optimice el uso de la atmósfera terrestre para la sustentación inicial, reduciendo costos y complejidad. Se exploran los fundamentos técnicos, las limitaciones estructurales y los posibles beneficios de este enfoque híbrido.

1 Introducción

El acceso al espacio es uno de los retos más significativos en la ingeniería aeroespacial. Los sistemas actuales de lanzamiento orbital, que dependen exclusivamente de cohetes, presentan altos costos y riesgos. Este trabajo propone un enfoque alternativo inspirado en aviones espaciales como el X-15, que alcanzó altitudes superiores a la línea de Kármán (100 km). La idea consiste en utilizar un sistema bifásico: una fase aerodinámica para alcanzar la estratosfera y una fase espacial para lograr una velocidad orbital y una órbita estable en LEO (200-2,000 km).

2 Estado del Arte

2.1 Fase Aerodinámica

El avión X-15, desarrollado por la NASA y la USAF en la década de 1960, demostró la capacidad de alcanzar altitudes de hasta 107.8 km mediante propulsión cohete, utilizando motores no dependientes de aire [1]. Estas operaciones revelaron limitaciones como el estrés térmico y la necesidad de materiales avanzados.

2.2 Fase Espacial

Los sistemas espaciales tradicionales dependen de cohetes químicos que operan en vacío. Proyectos como el Space Shuttle y SpaceX han desarrollado tecnologías reutilizables, pero con costos significativos. En este trabajo, proponemos un sistema híbrido que combine los beneficios de ambas aproximaciones.

3 Metodología

3.1 Diseño Conceptual

El vehículo consta de dos etapas principales:

- **Fase aerodinámica:** Una nave con características hipersónicas capaz de despegar desde una pista convencional. Utiliza motores a reacción en las etapas iniciales y cohetes para alcanzar la línea de Kármán.
- **Fase espacial:** Propulsada por motores de cohetes de combustible líquido, diseñados para operar en vacío y alcanzar una velocidad orbital de aproximadamente 7.8 km/s.

3.2 Análisis de Factibilidad

Se consideran los siguientes aspectos:

1. **Materiales:** Uso de aleaciones avanzadas como titanio y compuestos cerámicos resistentes al calor.

2. **Propulsión:** Motores Scramjet para la fase aerodinámica y cohetes bipropelentes para la fase espacial.
3. **Energía:** Evaluación de la relación empuje-peso y las trayectorias optimizadas para minimizar el consumo de combustible.

3.3 Modelado Computacional

Se utiliza simulación por dinámica de fluidos (CFD) y análisis estructural mediante software como ANSYS para evaluar las cargas aerodinámicas y térmicas.

4 Resultados Esperados

- Reducción del costo por kilogramo enviado a LEO mediante el uso de infraestructura de despegue terrestre.
- Optimización de la relación peso/carga útil gracias al diseño híbrido.
- Incremento en la reutilización de componentes, reduciendo residuos espaciales.

5 Conclusión y Futuras Líneas de Investigación

Este enfoque híbrido representa un avance prometedor en el acceso al espacio. Futuros trabajos deberán abordar la integración de sistemas de propulsión y la certificación de materiales para misiones orbitales.

References

- [1] NASA, *X-15 Hypersonic Research Program*, 1960.
- [2] SpaceX, *Reusability in Space Exploration*, 2020.
- [3] Theodore von Kármán, *Aerodynamics*, 1947.