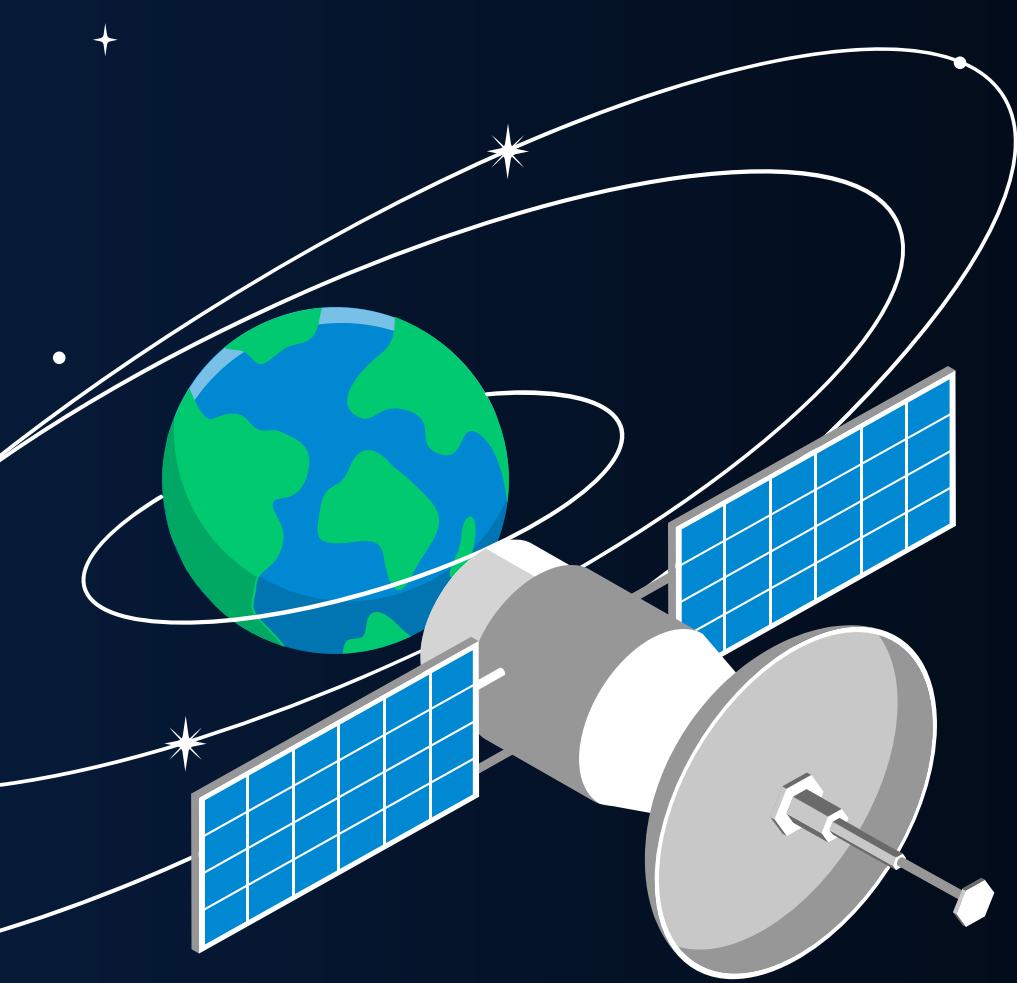


TP4: Dinámica Molecular regida por el paso temporal

Integrantes:

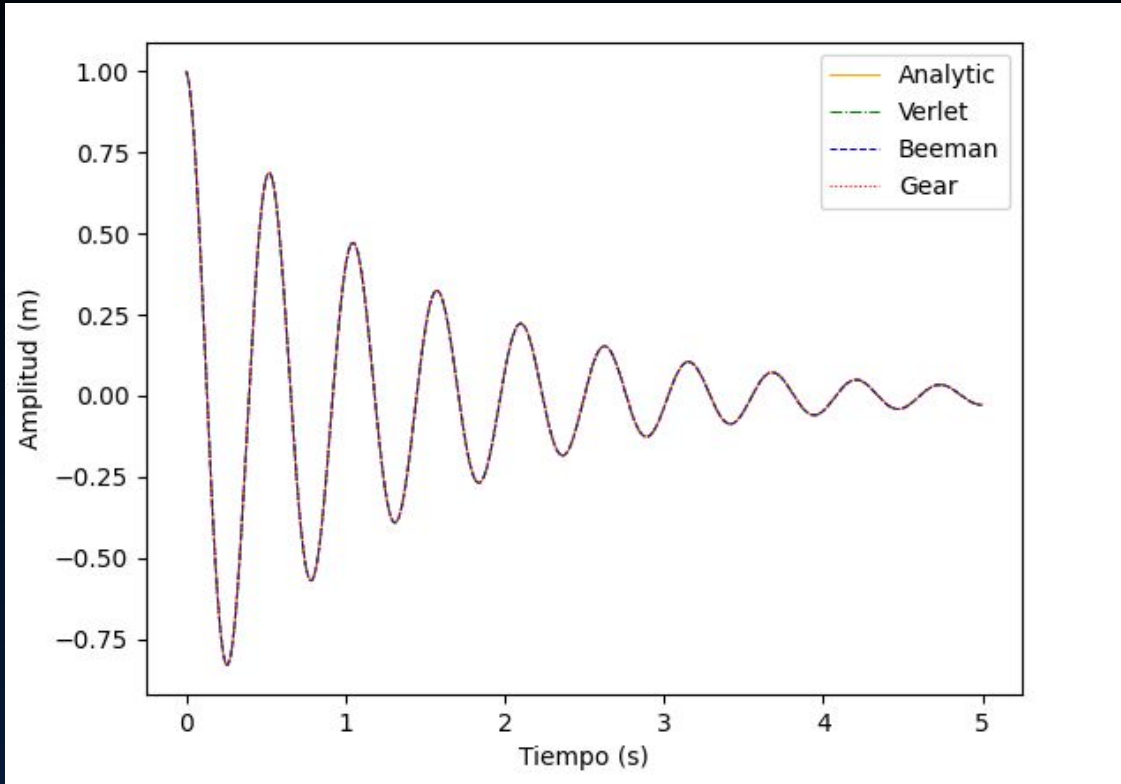
Julián **Arce**, Roberto **Catalán**
y Gian Luca **Pecile**



00

**OSCILADOR
AMORTIGUADO**

Oscilador • Posición en función del tiempo



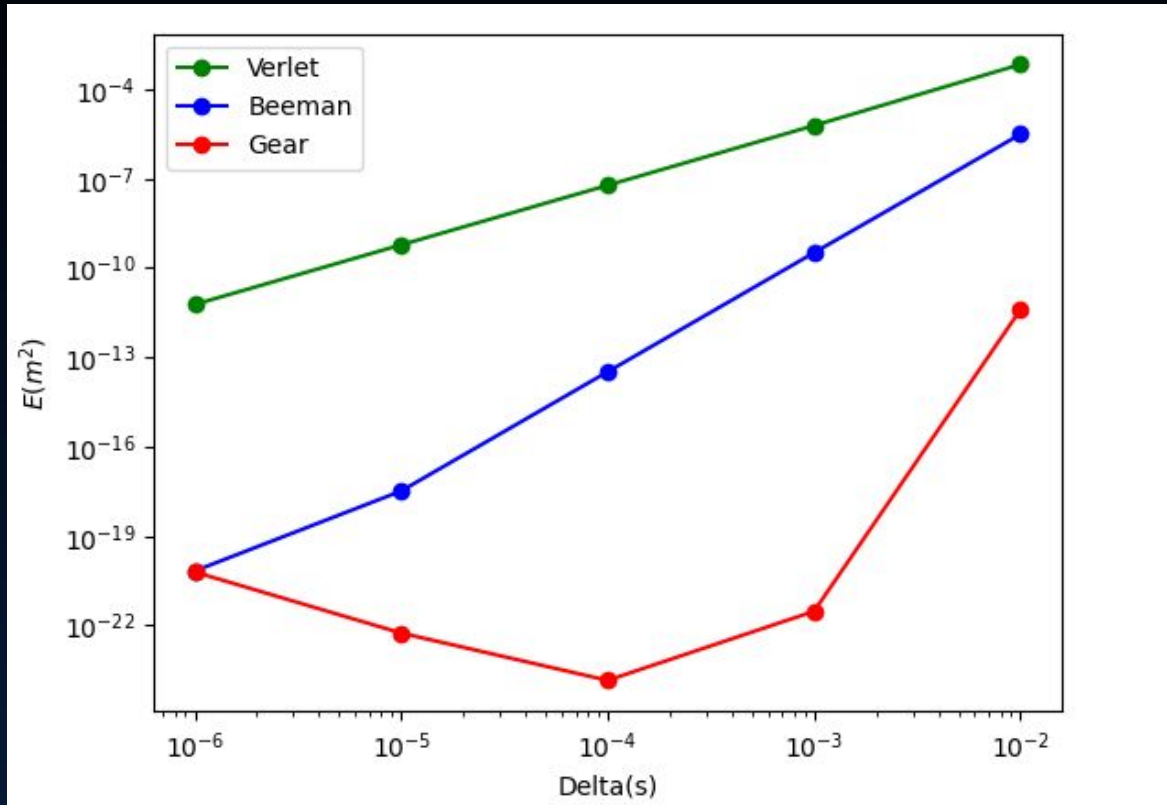
$dt = 10^{-3} \text{ s}$

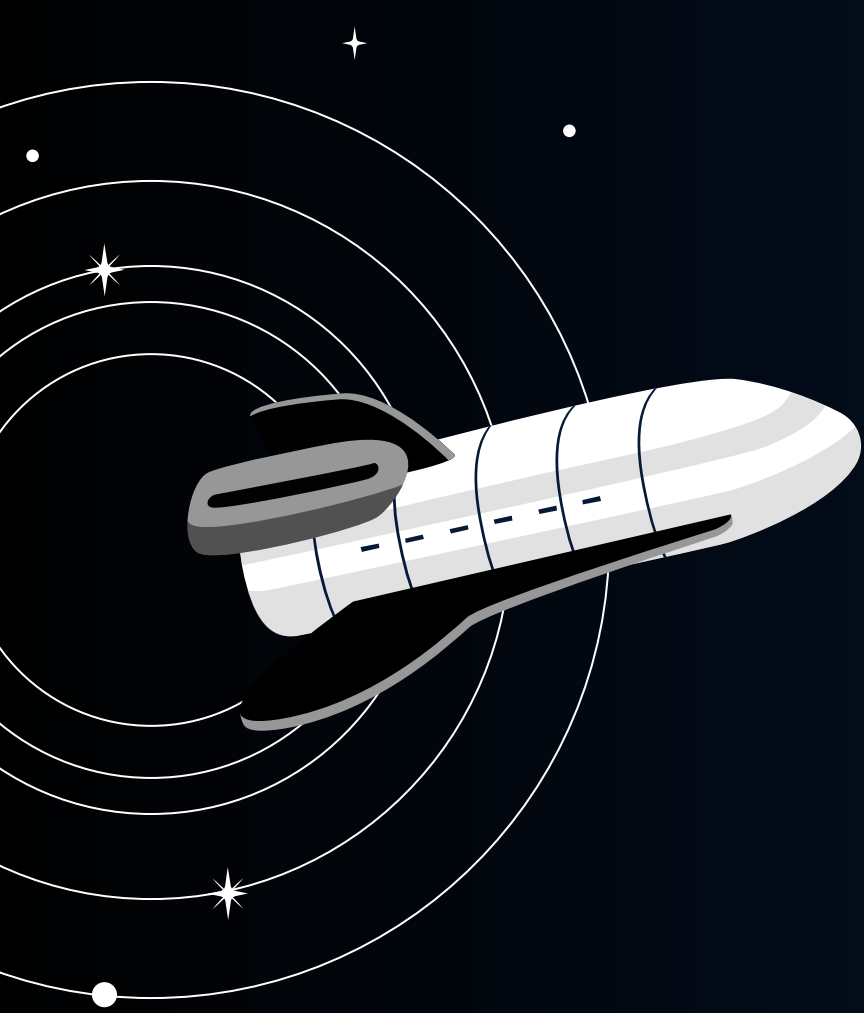
Oscilador • Error Cuadrático Medio

$$dt = 10^{-3} \text{ s}$$

	Verlet	Beeman	Gear (05)
ECM	$6.0747 * 10^{-6} \text{ m}^2$	$3.2769 * 10^{-10} \text{ m}^2$	$2.9992 * 10^{-22} \text{ m}^2$

Oscilador • Error Cuadrático Medio



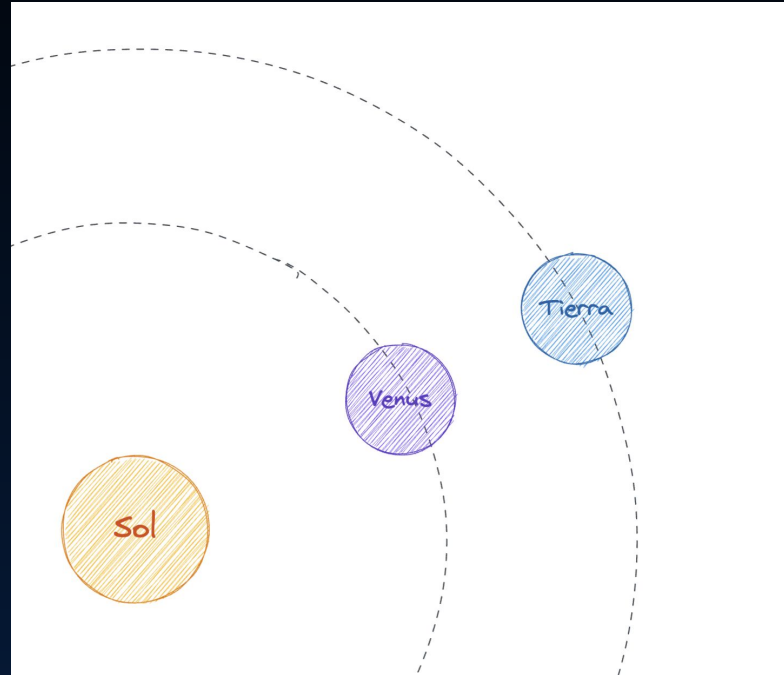


01

FUNDAMENTOS

Fundamentos • Sistema Real

Sistema de cuerpos celestiales atraídos por fuerzas gravitatorias.



Fundamentos • Modelo

Simulación dirigida por paso temporal

- N partículas interactúan mediante fuerzas que en general dependen de la distancia entre partículas.
- Las interacciones pueden ser de largo o corto alcance. En cualquier caso los “choques” no son instantáneos sino que tienen una duración de varios pasos temporales.

Fundamentos • Modelo

Sistema Gravitatorio

Fuerza de Gravedad

$$\mathbf{F}_{ij} = G \frac{m_i m_j}{r_{ij}^2} \mathbf{e}_{ij}$$

Energía Potencial

$$E_{ij}^{pot} = -G \frac{m_i m_j}{r_{ij}}$$

Donde:

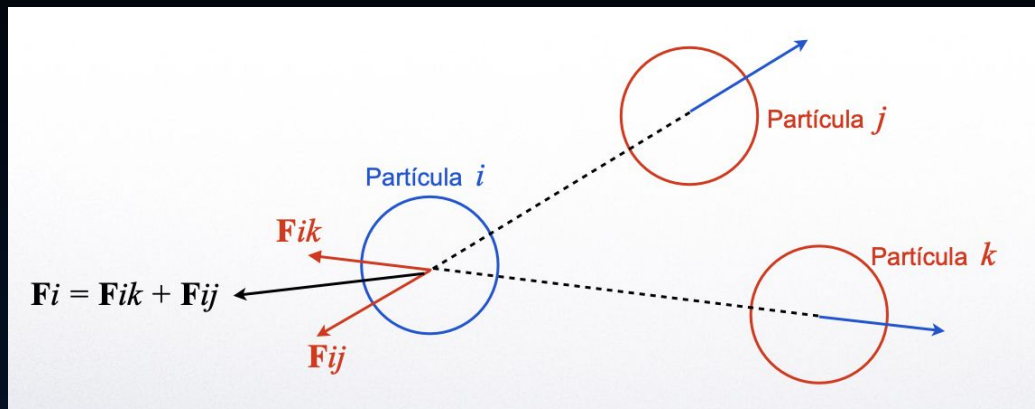
m es la masa de cada partícula

r_{ij} es la distancia entre las partícula i y la j .

G es la constante universal de gravitación

$$G = 6,693 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$$

Fundamentos • Suma de Fuerzas



$$F_x = F_N e^n_x$$

$$F_y = F_N e^n_y$$

$$e^n_x = (x_j - x_i) / |\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i|$$

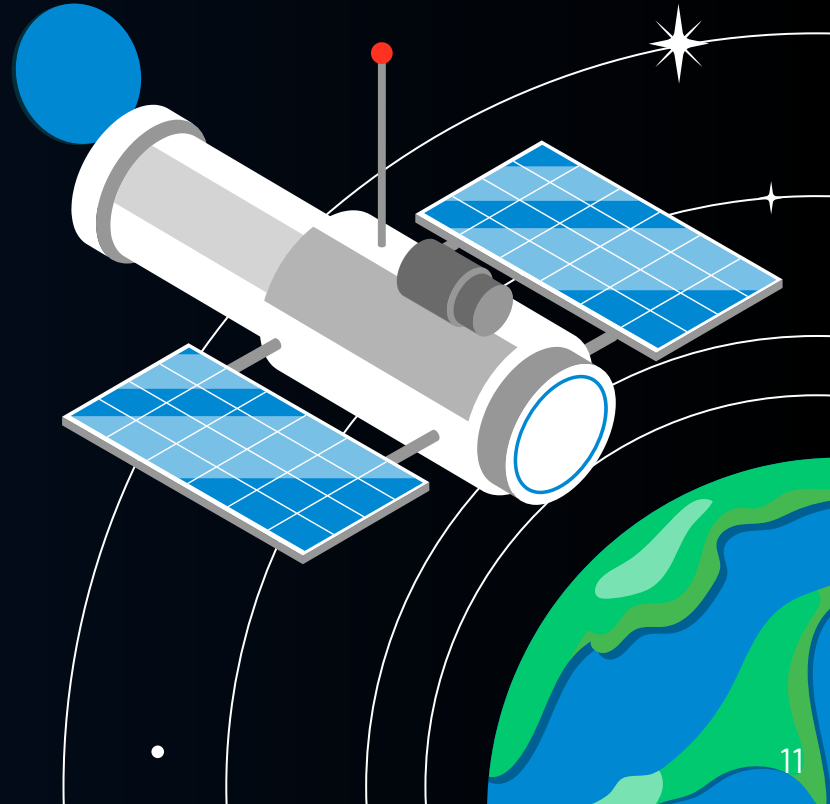
$$e^n_y = (y_j - y_i) / |\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i|$$

$$\mathbf{F}_i^{Tot} = \sum_j \mathbf{F}_{Nij}$$

$$F_{ix}^{Tot} = \sum_j F_{Nij} e^n_{xij}$$

$$F_{iy}^{Tot} = \sum_j F_{Nij} e^n_{yij}$$

02 IMPLEMENTACIÓN



Implementación • Tecnologías



Simulación

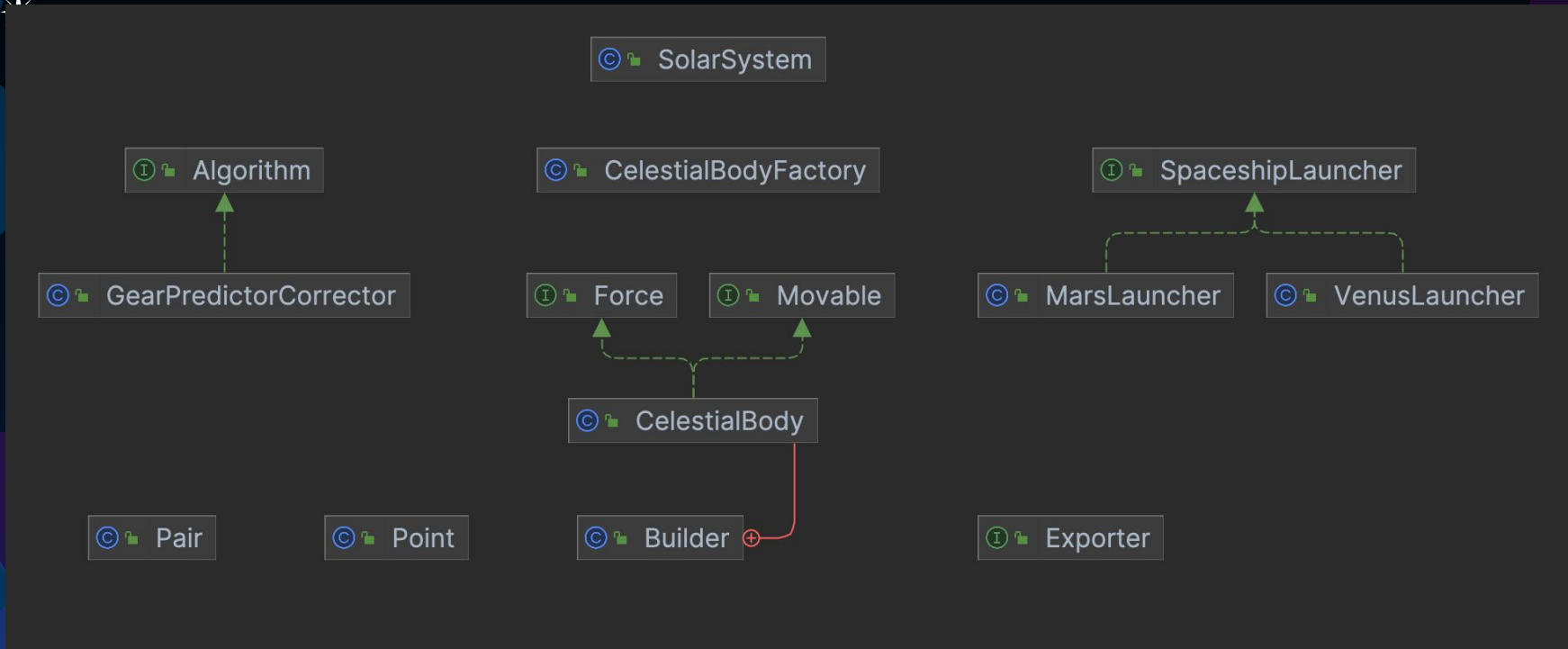


Análisis de
datos

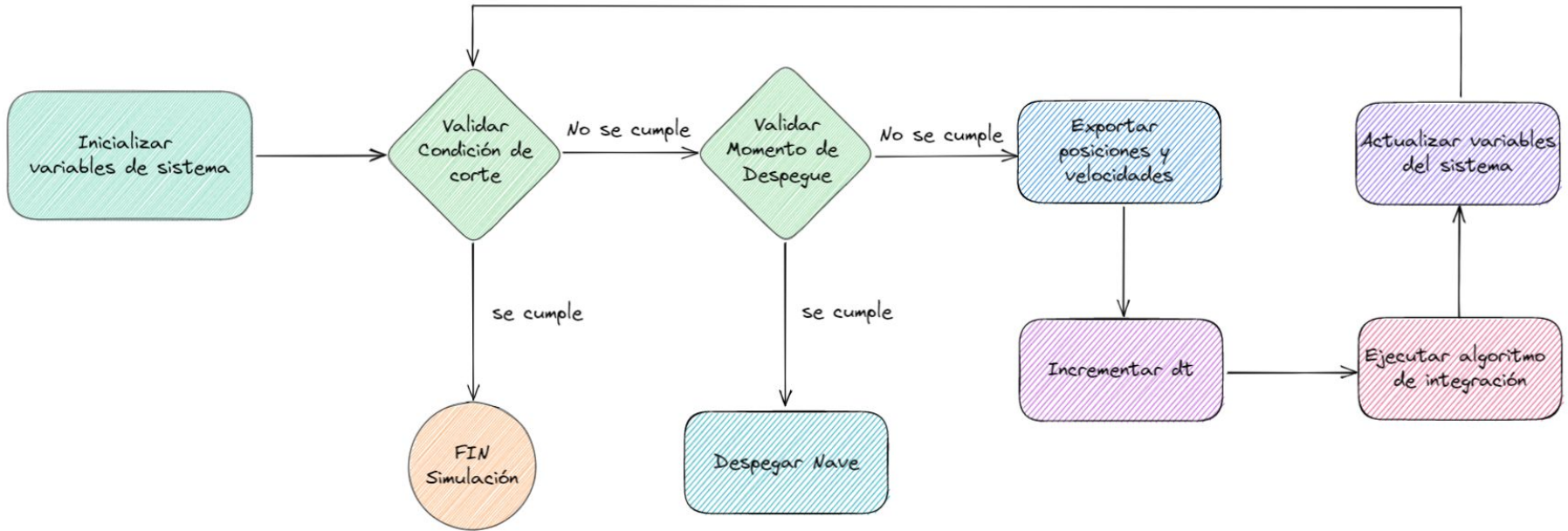
Flourish[•]

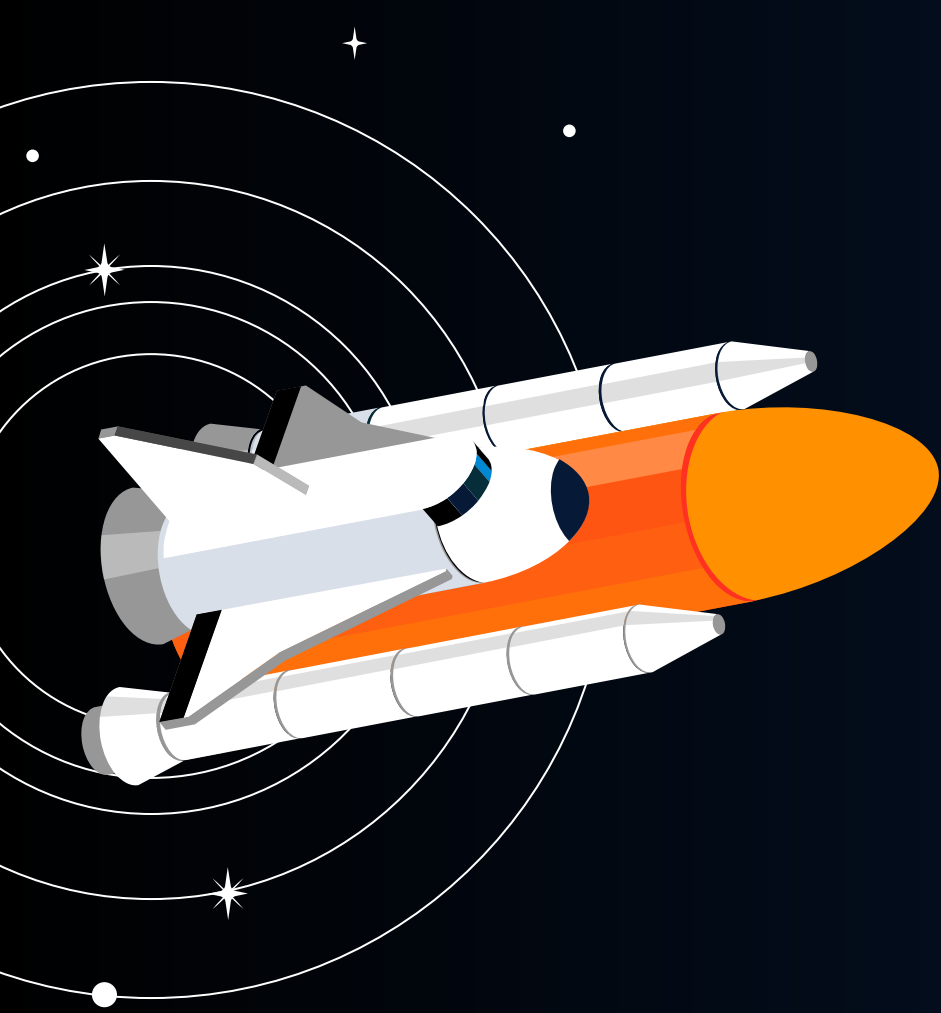
Gráficos

Implementación • Diagrama UML



Implementación • Diagrama de Flujo





03

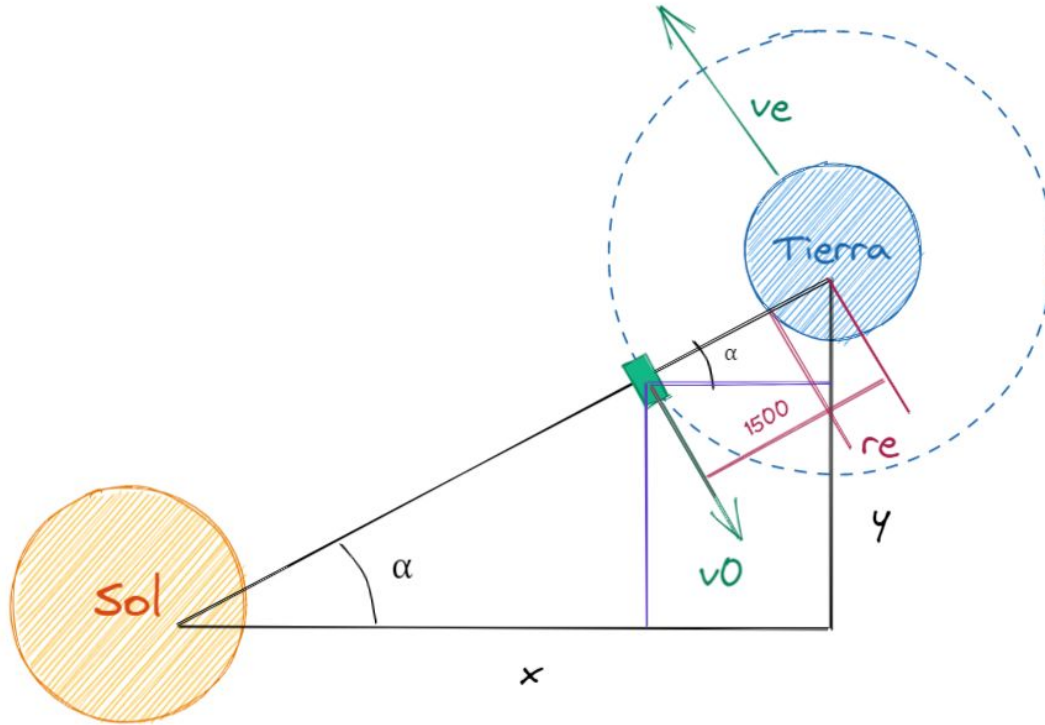
SIMULACIÓN

Simulación • Descripción del Sistema

Simulación de viaje espacial hacia Venus desde la Tierra

- Fecha de inicio: **23-09-2022 T 00:00**
- Posición de lanzamiento: A **1500 Km** de la Tierra
- Velocidad de la estación espacial: $V_E = \mathbf{7.12 \text{ Km/s}}$
- Velocidad de despegue de la nave: $V_0 = \mathbf{8 \text{ Km/s}}$
- Masa de la nave: $m_s = \mathbf{2 * 10^5 \text{ Kg}}$
- $\Delta t = \mathbf{300 \text{ s}}$

Simulación • Cálculo Velocidad Inicial



$$\alpha = \text{atan2}(y/x)$$

$$x_s = x_e - (1500 + re) * \cos(\alpha)$$

$$y_s = y_e - (1500 + re) * \sin(\alpha)$$

$$v_0 = 7,12 + 8$$

$$v_{xs} = (v_e - v_0) * -\sin(\alpha)$$

$$v_{ys} = (v_e - v_0) * \cos(\alpha)$$

Simulación • Criterios de la Misión

- Éxito de la Misión: **Impactó contra Venus**
- Fracaso de la Misión: **No impacta contra Venus**
- Condiciones de corte:
 - Tiempo de simulación
 - **1 año** para el viaje a Venus
 - **3 años** para el viaje a Marte
 - Impacto contra Venus/Marte

Simulación • Análisis

- **Fecha de partida** para asegurar el arribo a Venus
 - Evolución temporal del **módulo de la velocidad**
 - **Tiempo de viaje** a Venus
-

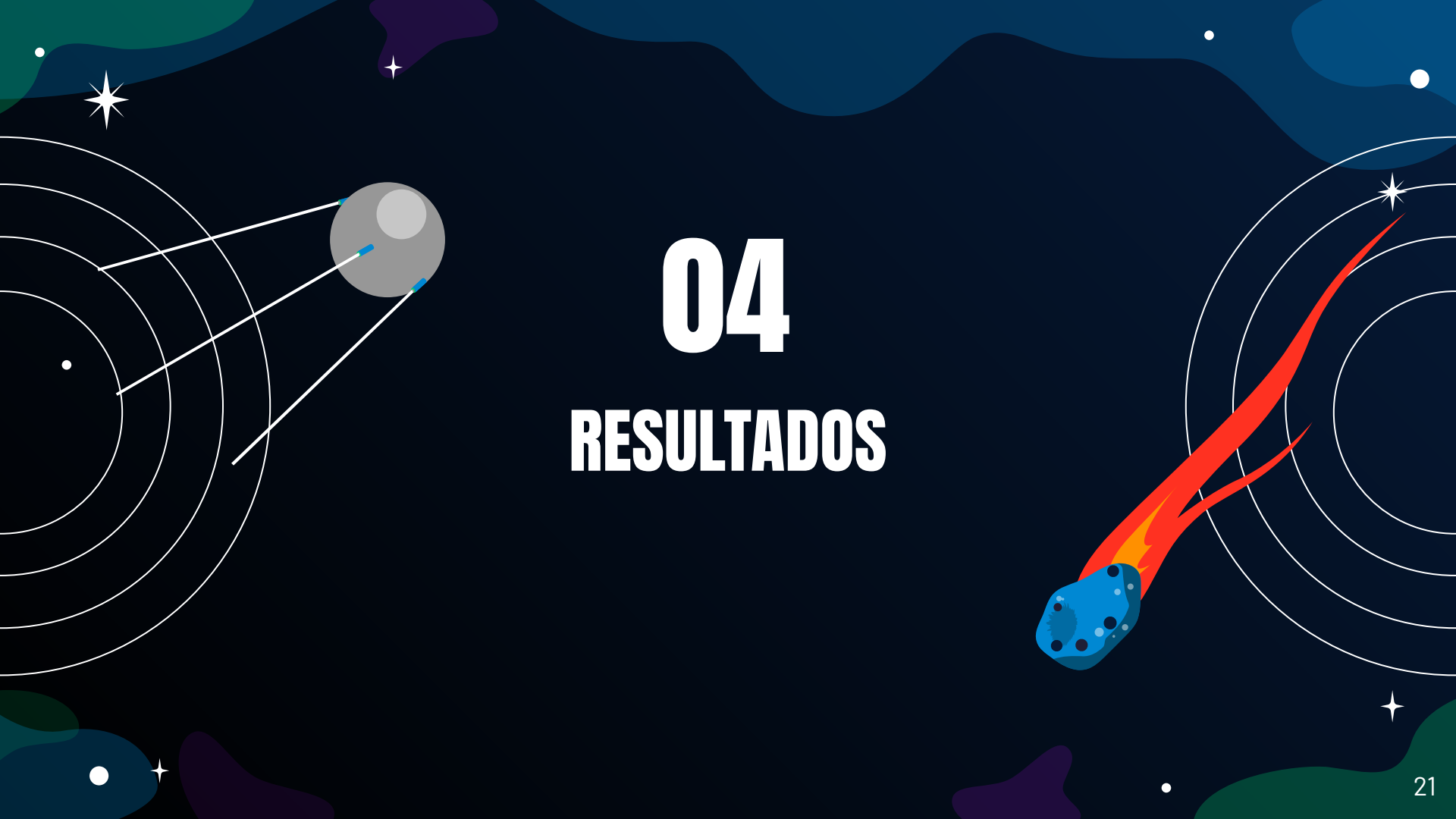
- **Fecha de partida** para asegurar el arribo a Marte
- Evolución temporal del **módulo de la velocidad**
- **Tiempo de viaje** a Marte

Simulación • Observables

- **Distancia** entre la nave y el planeta de destino
- **Módulo de la velocidad** de la nave
- **Velocidad relativa** entre la nave y el planeta de destino
- **Tiempo de Viaje**

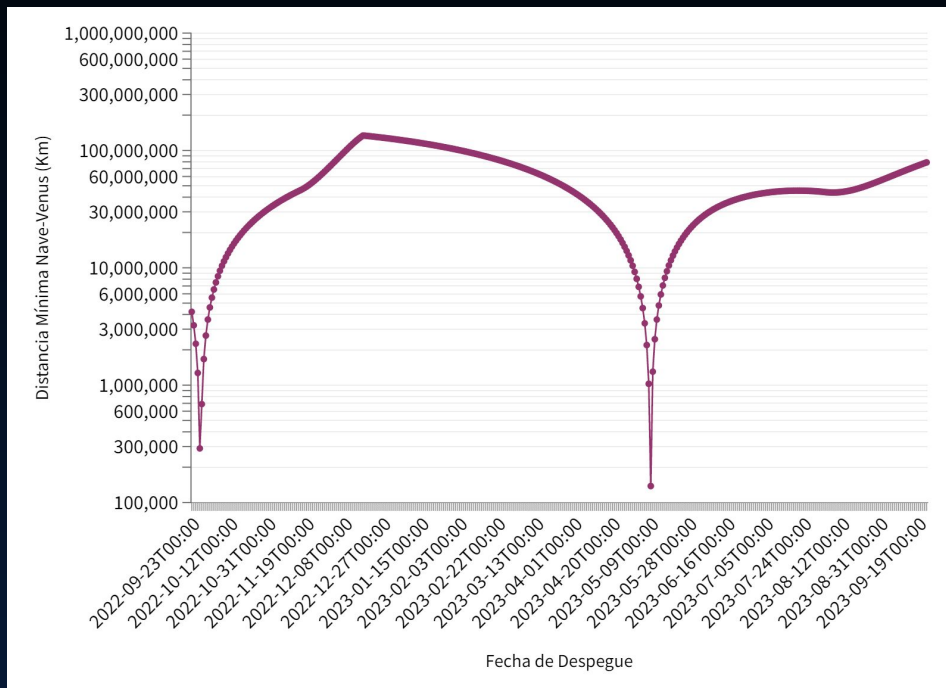
04

RESULTADOS



Resultados • Viaje a Venus

Momento de Despegue



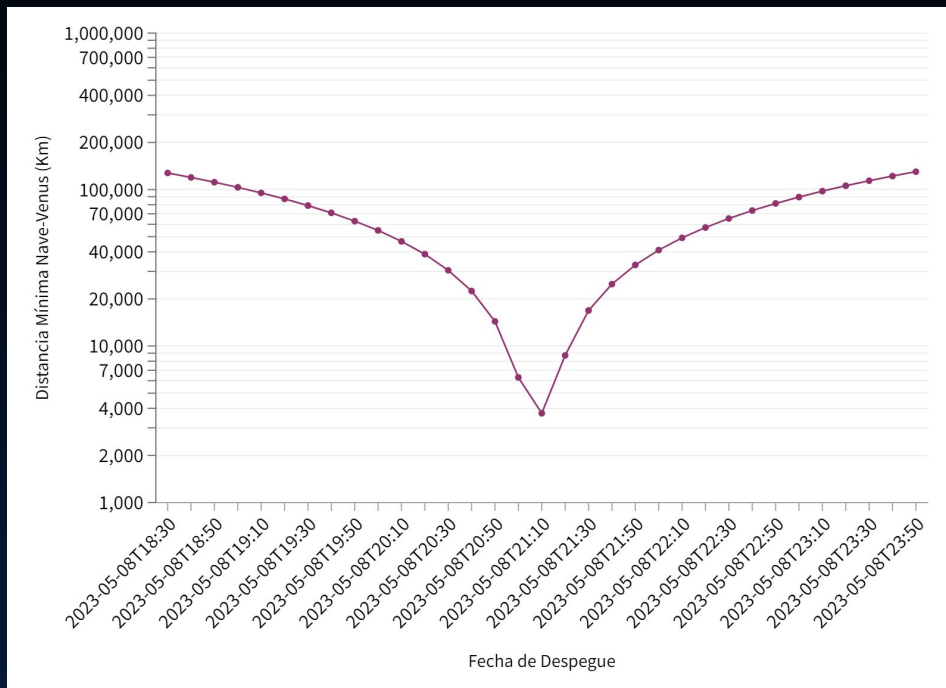
- Paso entre despegues:

1 día

Distancia (Km)
2023-05-09T00:00:
138,123.24

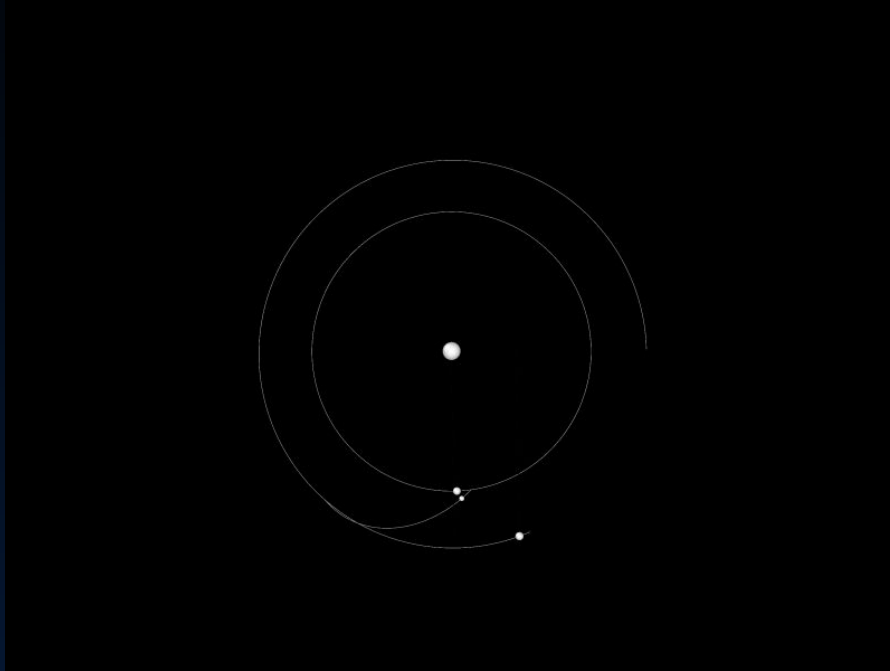
Resultados • Viaje a Venus

Momento de Despegue



- Paso entre despegues: **10 minutos**
- Partida: **08-05-2023**
T 21:10
- Llegada: **2023-07-14**
T 06:50
- La misión es **exitosa**

Resultados • Viaje a Venus

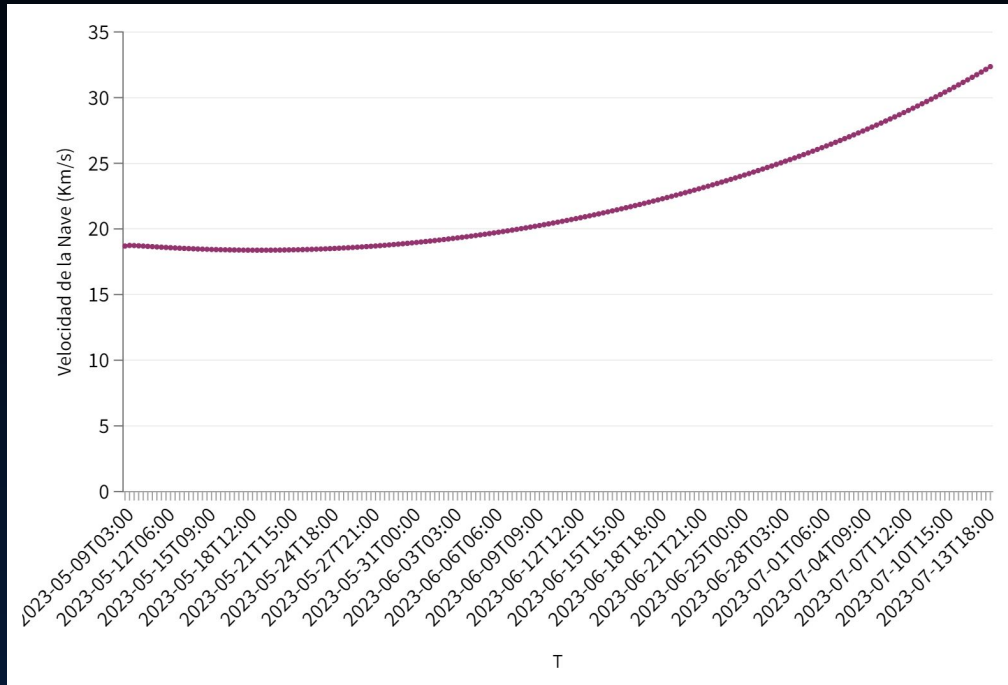


- Partida: **08-05-2023**
T 21:10
- Llegada: **2023-07-14**
T 06:50
- $dt = 300s$

https://youtu.be/R4e3_dDkF50

Resultados • Viaje a Venus

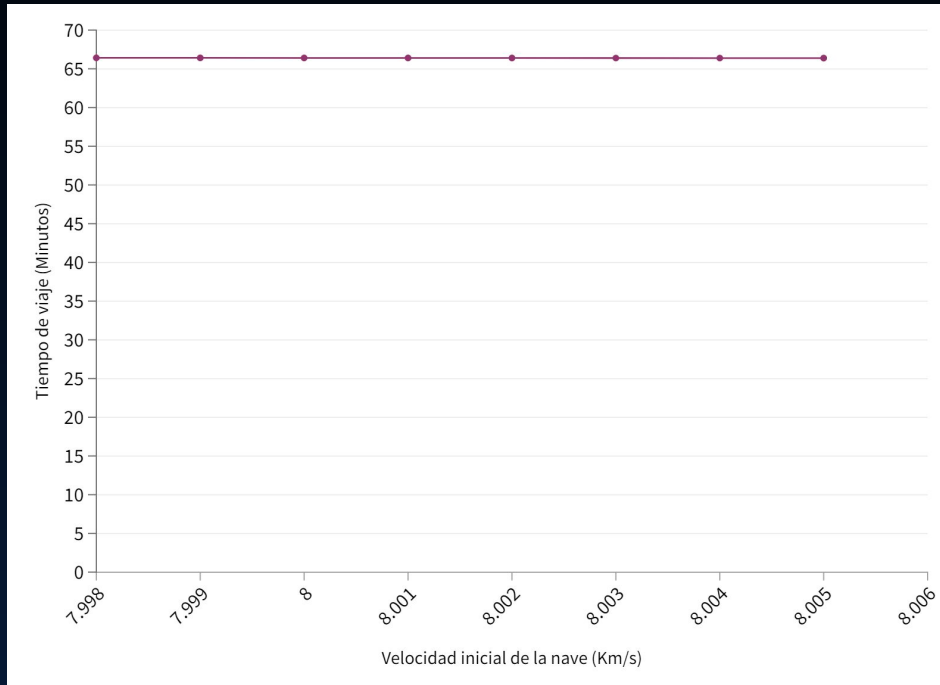
Velocidad de la Nave durante el Trayecto



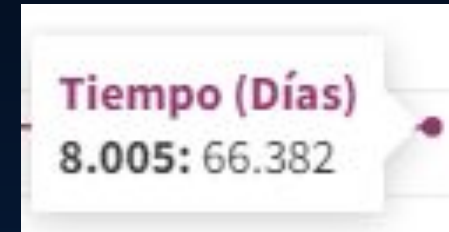
- Tiempo de Viaje:
66.403 días
- Velocidad Relativa a
Venus: **25.87 Km/s**

Resultados • Viaje a Venus

Velocidad de la Nave durante el Trayecto

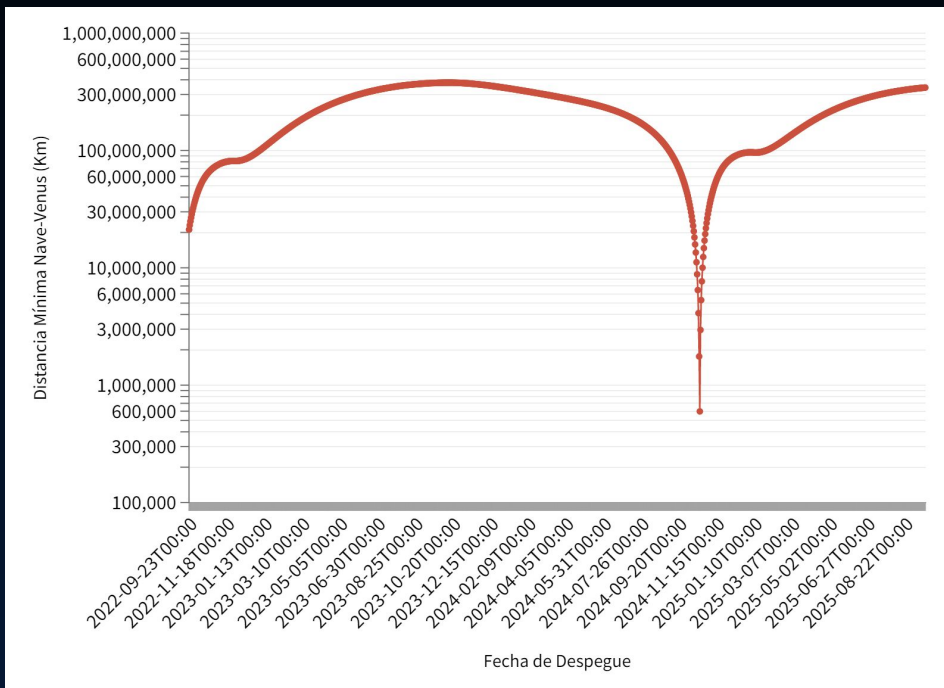


- Intervalo posible:
[7.998, 8.005] Km/s
- Paso: **0.001 Km/s**



Resultados • Viaje a Marte

Momento de Despegue



- Paso entre despegues:

1 día

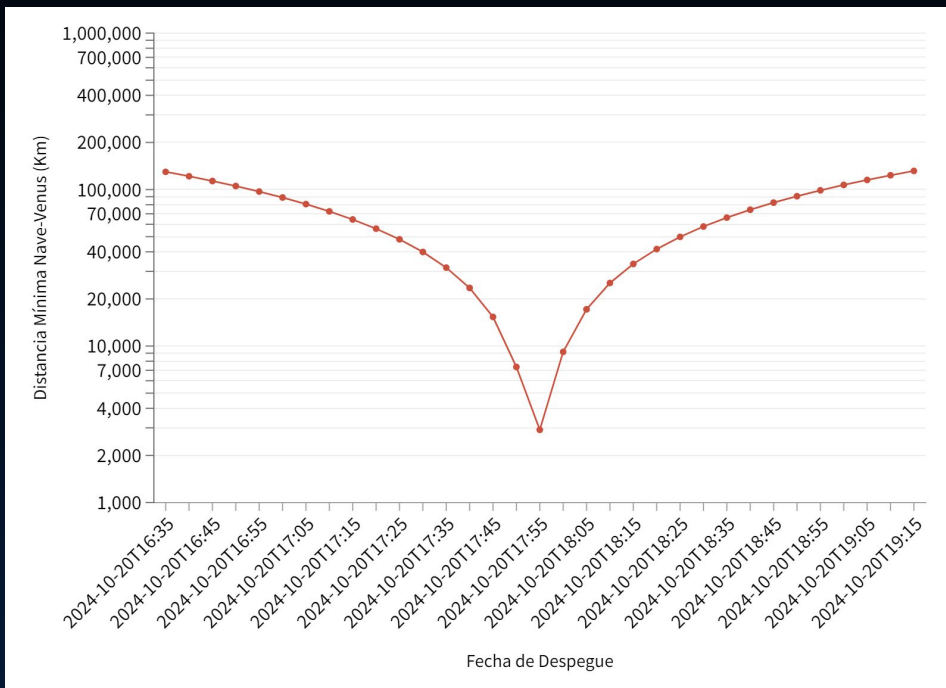
Distancia (Km)

2024-10-21T00:00:

597,557.3

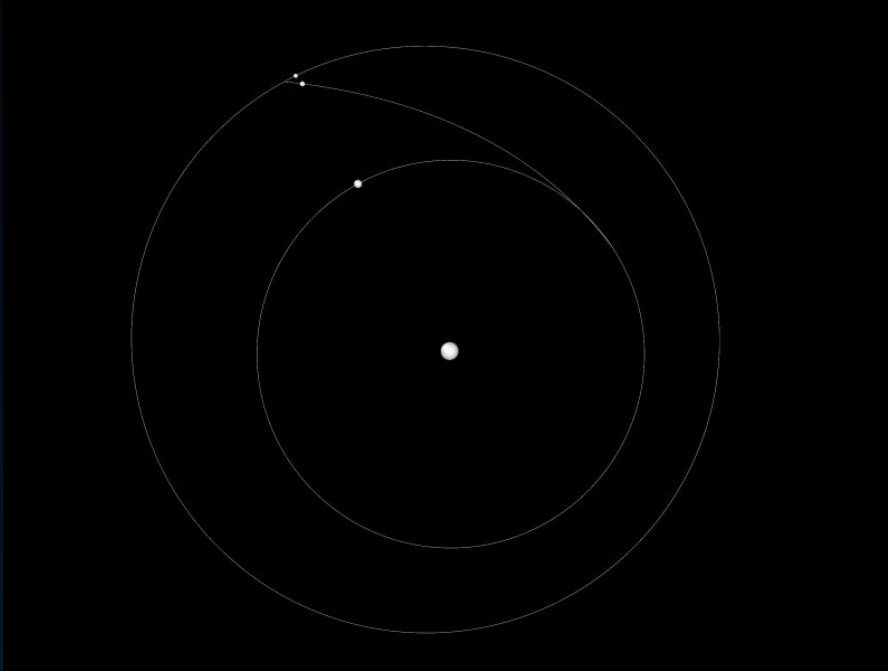
Resultados • Viaje a Marte

Momento de Despegue



- Paso entre despegues: **5 minutos**
- Partida: **20-10-2024 T 17:55**
- Llegada: **2025-01-19 T 13:50**
- La misión es **exitosa**

Resultados • Viaje a Marte

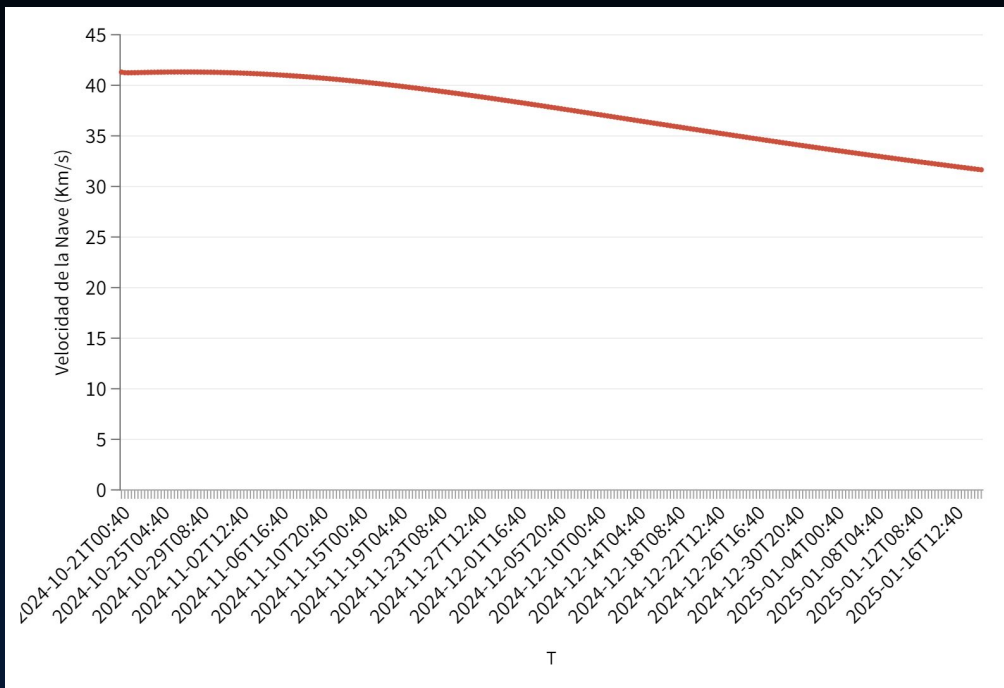


- Partida: **20-10-2024**
T 17:55
- Llegada: **2025-01-19**
T 13:50
- $dt = 300s$

<https://youtu.be/sNUdV9DM54A>

Resultados • Viaje a Marte

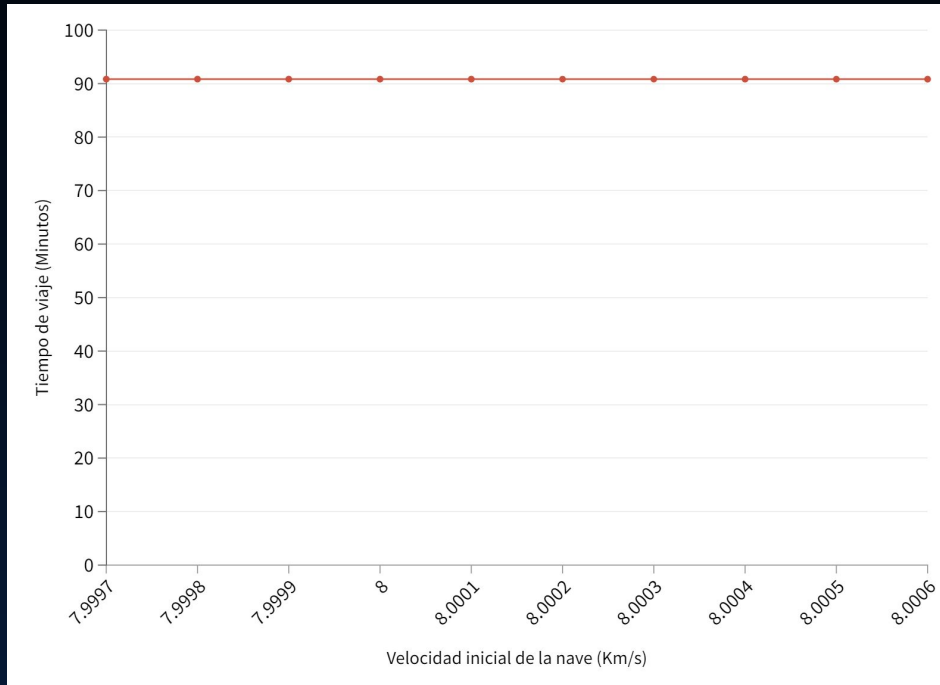
Velocidad de la Nave durante el Trayecto



- Tiempo de Viaje:
90.8299 días
- Velocidad Relativa a
Marte: **19.14 Km/s**

Resultados • Viaje a Marte

Velocidad de la Nave durante el Trayecto

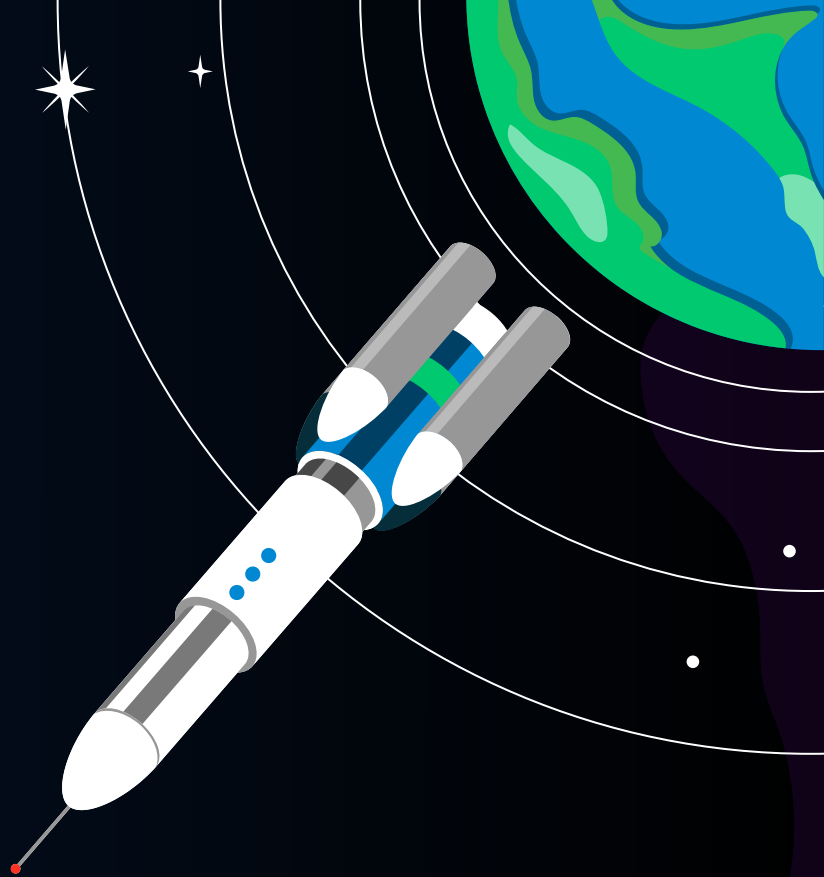


- Intervalo posible:
[7.9997, 8.0006] Km/s
- Paso: **0.0001 Km/s**

Time (Days)
8.0006: 90.8264

05

CONCLUSIONES



Conclusiones

- La misión a Venus es **exitosa** con las condiciones dadas en el momento de despegue obtenido.
- La misión a Marte es **exitosa** con las condiciones dadas en el momento de despegue obtenido.

¡Gracias!

