**1. Estructura del Controlador**

Este es un **controlador de tipo Supervisor**, lo que significa que tiene acceso completo a todos los nodos del mundo Webots (planetas, Sol, Luna, etc.).

python

CopiarEditar

robot = Supervisor()

timestep = int(robot.getBasicTimeStep())

**🌞 2. Obtener la posición del Sol**

Usamos el nodo con DEF sol para obtener su posición, que es el centro de todas las órbitas:

python

CopiarEditar

sol = robot.getFromDef("sol")

H\_ws = homogeneous\_matrix(np.eye(3), np.array(sol.getField("translation").getSFVec3f()))

Aunque aquí usamos una matriz homogénea, en este código ya no se aplica transformación con matrices, pero se deja para referencia o futuras ampliaciones.

**🪐 3. Lista de planetas con órbitas elípticas**

Cada planeta tiene:

* nombre: nombre del nodo DEF en Webots
* a: semieje mayor de la elipse (eje X)
* b: semieje menor (eje Z)
* vel: velocidad angular

python

CopiarEditar

planetas = [

{"nombre": "mercurio", "a": 0.6, "b": 0.4, "vel": 4.0},

...

]

**🚀 4. Movimiento elíptico de los planetas**

Se calcula su posición usando funciones trigonométricas:

python

CopiarEditar

theta = planeta["vel"] \* t

x = a \* np.cos(theta)

z = b \* np.sin(theta)

pos = np.array([x, 0, z])

Esto crea una órbita **elíptica** en el plano XZ.

Luego se aplica esa posición al nodo del planeta:

python

CopiarEditar

planeta["nodo"].getField("translation").setSFVec3f(pos.tolist())

**🌕 5. Movimiento de la Luna alrededor de la Tierra**

Cuando el planeta es la Tierra, se calcula la posición de la Luna como una **órbita elíptica secundaria** alrededor de la Tierra:

python

CopiarEditar

x\_luna = luna\_radio\_a \* np.cos(theta\_luna)

z\_luna = luna\_radio\_b \* np.sin(theta\_luna)

pos\_luna = pos + np.array([x\_luna, 0, z\_luna])

pos es la posición actual de la Tierra, así que la Luna orbita alrededor de ella.

**🔁 6. Loop principal de simulación**

Esto actualiza las posiciones en cada paso del tiempo simulado:

python

CopiarEditar

while robot.step(timestep) != -1:

...

**📌 RESUMEN**

| **Elemento** | **Propósito** |
| --- | --- |
| Supervisor | Permite acceder a nodos como el Sol, planetas y la Luna. |
| a, b | Semiejes mayor y menor → dan forma elíptica a la órbita. |
| theta | Ángulo de la órbita que varía con el tiempo (vel \* t). |
| cos, sin | Usados para calcular coordenadas en la elipse. |
| pos + ... | Posición relativa, usada para la Luna respecto a la Tierra. |