Universidad Politécnica de Madrid

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio

Máster Universitario en Sistemas Espaciales

Milestone 1

Ampliación de Matemáticas I

23 de septiembre de 2022

Autor:

- Sergio Cavia Fraile

Índice

1. Introducción

El objetivo del trabajo será integrar órbitas de Kepler mediante distintos métodos numéricos utilizando el lenguaje Python.

2. Ecuaciones y Métodos

Definimos las órbitas de Kepler mediante el siguiente problema de Cauchy:

$\ddot{r} = \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|^3} = F(U,t)$

$\vec{r}(0) = (1,0)$

$\dot{\vec{r}}(0) = (0,1)$

2.1. Método de Euler

El método de Euler se describe de la siguiente forma:

$U^1 = U^0 + \Delta t * F^0$

2.2. Método de Runge-Kutta de 4°orden

El método de Runge-Kutta de 4°orden se describe de la siguiente forma:

$U^1 = U^0 + \frac{\Delta t}{6} * (k_1 + k_2 + k_3 + k_4)$

Donde k_1, k_2, k_3, k_4 son:

$k_1 = f(x_1, y_1)$

$k_2 = f(x_1 + \frac{\Delta t}{2}, y_1 + \frac{k_1 * \Delta t}{2})$

$k_3 = f(x_1 + \frac{\Delta t}{2}, y_1 + \frac{k_2 * \Delta t}{2})$

$k_4 = f(x_1 + \Delta t, y_1 + k_3 * \Delta t)$

2.3. Método de Crank-Nicholson

El método de Crank-Nicholson se describe de la siguiente forma:

$U^1 = U^0 + \frac{\Delta t}{2} * (F^0 + F^1)$

3. Código

```
"Nº pasos"
n = 200
"Tiempo final"
tf = 20
dt = tf/n
"C.I."
U0 = array([1,0,0,1])
```

3.1. Euler

3.2. RK4

3.3. Crank-Nicholson