



Universidad Politécnica de Madrid

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio

Máster Universitario en Sistemas Espaciales

Milestone 1

Ampliación de Matemáticas I

25 de septiembre de 2022

Autor:

Sergio de Ávila Cabral

1. Introducción

La programación del Milestone 1 se ha dividido en dos módulos:

- `Module_1.py`: Actúa como *main*. En el se encuentra las condiciones iniciales, las llamadas a las funciones para realizar las simulaciones y los *plots*.
- `Methods.py`: En el se encuentran la función F definida y los diferentes esquemas numéricos.

Para todas las simulaciones se han realizado N iteraciones y se han definido tres Δt .

2. Descripción módulos

2.1. `Module_1.py`

Como se ha descrito en la Sección 1, actúa como *main*. En el se puede apreciar 3 secciones, *Initial values*, *Simulations* y *Plots*. Se inicializa la condición inicial U_0 . Se definen los tres Δt para todos los esquemas numéricos, junto con sus *arrays*, de dimensiones $(len(\Delta t), len(U_0), N+1)$.

Tras estas definiciones, se realiza la llamada a los diferentes esquemas numéricos y, junto a cada uno de ellos, un *print(...)* para facilitar el seguimiento del procesamiento de los cálculos.

Finalmente, se realizan los *plots*. En cada uno de ellos se realizan gráficas de tres funciones diferentes, una por cada Δt introducido.

2.2. `Methods.py`

En este módulo se definen las diferentes funciones que han sido llamadas en el *main*, ya enumeradas anteriormente. Cabe destacar que los distintos *arrays* (U, U_{RK4}, U_{CN}) son introducidos como *arrays 2D*.

3. Resultados

A continuación se ilustran los resultados obtenidos para los tres esquemas.

3.1. Resultados Euler

Como se puede visualizar en la Figura 1, hay una rápida divergencia del resultado exacto. Esta divergencia se verá reducida en cuanto menor sea Δt .

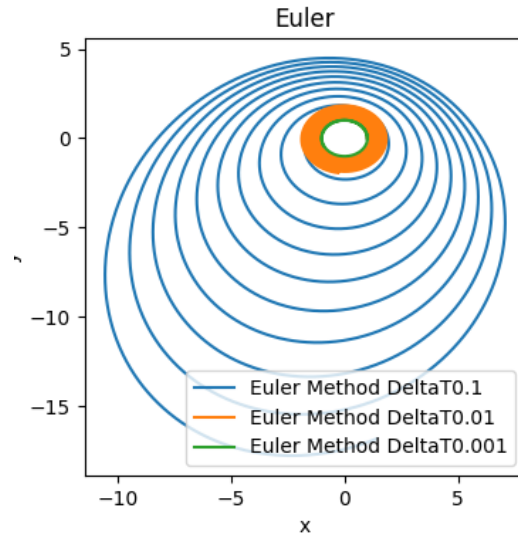


Figura 1: Resultado Euler

3.2. Resultados Runge-Kutta Orden 4

En la Figura 2 se puede apreciar la gran precisión de este método, pues no diverge de la solución exacta. En este caso, no se aprecia una variación para los diferentes Δt .

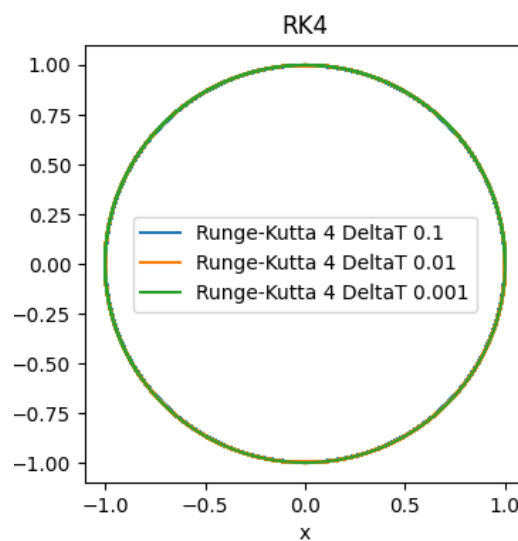


Figura 2: Resultados esquema Runge-Kutta Orden 4

3.3. Resultados Crank-Nicolson

Por último, se encuentran los resultados numéricos del esquema CN, representados en la Figura 3. Al igual que en el esquema RK4, se aprecia gran precisión y poca variación de la misma para diferentes Δt . No obstante, se ha apreciado un aumento considerable en el tiempo de procesamiento, siendo notoriamente superior este en comparación con RK4 para una precisión similar.

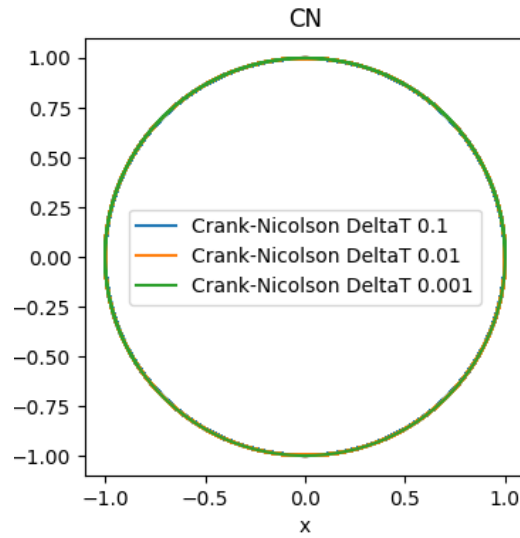


Figura 3: Resultados esquema Crank-Nicolson