UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

FÍSICA COMPUTACIONAL

GRUPO B

TRABAJO GRUPAL

TERCER PARCIAL

Ecuaciones de Lorenz, Secciones de Poincaré y Autómata celular 1D

DOCENTE: Edwin Agapito Llamoca Requena

ESTUDIANTES:

Chirinos Concha, Luis Guillermo (20204603)

Huanaco Hallasi, Diego Edgardo (20204615)

Mollo Mayta, Christian Harry (20170614)

Turpo Torres, Gustavo Jonathan (20173374)

AREQUIPA - PERÚ
2025

Índice

1. Ecuaciones de Lorenz

1.1. Problema 1

1.1.1. Enunciado

Implemente las ecuaciones con el método RK-4.

1.1.2. Desarrollo

Primero presentamos las ecuaciones del sistema de Lorenz:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \sigma(y-x) \\ \frac{dy}{dt} &= x(\rho - z) - y \\ \frac{dz}{dt} &= xy - \beta z \end{aligned} \tag{1}$$

donde $\sigma = 10$, $\rho = 28$ y $\beta = 8/3$ son los parámetros clásicos.

Las ecuaciones generales del método RK4 son:

$$\begin{aligned} k_1 &= h \cdot f(t_n, y_n) \\ k_2 &= h \cdot f\left(t_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{k_1}{2}\right) \\ k_3 &= h \cdot f\left(t_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{k_2}{2}\right) \\ k_4 &= h \cdot f(t_n + h, y_n + k_3) \\ y_{n+1} &= y_n + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) \end{aligned} \tag{2}$$

Para el sistema de Lorenz, aplicamos RK4 a cada variable (x, y, z) simultáneamente:

$$\begin{aligned} k_{1x} &= h \cdot \sigma(y_n - x_n) \\ k_{1y} &= h \cdot [x_n(\rho - z_n) - y_n] \\ k_{1z} &= h \cdot (x_n y_n - \beta z_n) \end{aligned} \tag{3}$$

Y así sucesivamente para k_2, k_3 y k_4.

Realizamos la implementación de las ecuaciones de Lorenz con el método RK-4 en Octave:

```
clear; clf; hold off;

% Parametros del sistema
o = 10;
r = 28;
b = 8/3;
h = 0.01;
```

```
tfin = 60;

% Condiciones iniciales
x = 1;
y = 1;
z = 1;
t = 0;
n = 1;

% Vectores para almacenar resultados
px(n) = x;
py(n) = y;
pz(n) = z;
pt(n) = t;

% Metodo RK4
while t < tfin
    % k1
    k1x = o*(y - x);
    k1y = x*(r - z) - y;
    k1z = x*y - b*z;

    % k2
    x2 = x + 0.5*h*k1x;
    y2 = y + 0.5*h*k1y;
    z2 = z + 0.5*h*k1z;
    k2x = o*(y2 - x2);
    k2y = x2*(r - z2) - y2;
    k2z = x2*y2 - b*z2;

    % k3
    x3 = x + 0.5*h*k2x;
    y3 = y + 0.5*h*k2y;
    z3 = z + 0.5*h*k2z;
    k3x = o*(y3 - x3);
    k3y = x3*(r - z3) - y3;
    k3z = x3*y3 - b*z3;

    % k4
    x4 = x + h*k3x;
    y4 = y + h*k3y;
    z4 = z + h*k3z;
    k4x = o*(y4 - x4);
    k4y = x4*(r - z4) - y4;
    k4z = x4*y4 - b*z4;

    % Actualizar variables
```

```
    x = x + (h/6)*(k1x + 2*k2x + 2*k3x + k4x);
    y = y + (h/6)*(k1y + 2*k2y + 2*k3y + k4y);
    z = z + (h/6)*(k1z + 2*k2z + 2*k3z + k4z);
    t = t + h;

    n = n + 1;
    px(n) = x;
    py(n) = y;
    pz(n) = z;
    pt(n) = t;
end

% Grafica 3D
figure(1);
plot3(px, py, pz, 'b');
grid on;
xlabel('X');
ylabel('Y');
zlabel('Z');
title('Lorenz con RK4');

% Graficas X(t), Y(t), Z(t)
figure(2);
subplot(3,1,1);
plot(pt, px, 'r'); grid on;
xlabel('Tiempo'); ylabel('X');

subplot(3,1,2);
plot(pt, py, 'g'); grid on;
xlabel('Tiempo'); ylabel('Y');

subplot(3,1,3);
plot(pt, pz, 'b'); grid on;
xlabel('Tiempo'); ylabel('Z');
```

1.1.3. Conclusiones

1.2. Problema 2

1.2.1. Enunciado

Establezca las diferencias con el método de Euler y RK-4 en la sensibilidad de las condiciones iniciales

1.2.2. Desarrollo

1.2.3. Conclusiones

2. Secciones de Poincaré

2.1. Problema 1

2.1.1. Enunciado

Encuentre el periodo en el diagrama de fases del oscilador.

$$a = x - x^3 \tag{4}$$

2.1.2. Desarrollo

2.1.3. Conclusiones

2.2. Problema 2

2.2.1. Enunciado

Encuentre la sección de Poincaré del oscilador.

$$a = x - x^3 \tag{5}$$

2.2.2. Desarrollo

2.2.3. Conclusiones

2.3. Problema 3

2.3.1. Enunciado

Haga el mismo procedimiento para encontrar la sección de Poincaré del oscilador.

$$a = x - x^3 - cv \tag{6}$$

2.3.2. Desarrollo

2.3.3. Conclusiones

3. Autómata Celular 1D

3.1. Problema 1

3.1.1. Enunciado

3.1.2. Desarrollo

3.1.3. Conclusiones

3.2. Problema 2

3.2.1. Enunciado

3.2.2. Desarrollo

3.2.3. Conclusiones

3.3. Problema 3

3.3.1. Enunciado

3.3.2. Desarrollo

3.3.3. Conclusiones

4. Conclusiones Generales

5. Referencias Bibliográficas