

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	3
1.1. Problema 1	3
1.1.1. Enunciado	3
1.1.2. Desarrollo	3
1.1.3. Conclusiones	5
1.2. Problema 2	5
1.2.1. Enunciado	5
1.2.2. Desarrollo	6
1.2.3. Conclusiones	6
2. Secciones de Poincaré	7
2.1. Problema 1	7
2.1.1. Enunciado	7
2.1.2. Desarrollo	7
2.1.3. Conclusiones	7
2.2. Problema 2	7
2.2.1. Enunciado	7
2.2.2. Desarrollo	7
2.2.3. Conclusiones	7
2.3. Problema 3	7
2.3.1. Enunciado	7
2.3.2. Desarrollo	7
2.3.3. Conclusiones	7
3. Autómata Celular 1D	8
3.1. Problema 1	8
3.1.1. Enunciado	8
3.1.2. Desarrollo	8
3.1.3. Conclusiones	8
3.2. Problema 2	8
3.2.1. Enunciado	8
3.2.2. Desarrollo	8
3.2.3. Conclusiones	8
3.3. Problema 3	8
3.3.1. Enunciado	8
3.3.2. Desarrollo	8
3.3.3. Conclusiones	8

4. Conclusiones Generales	9
5. Referencias Bibliográficas	9

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:

```
1 clear; clf; hold off;
2
3 % Parametros del sistema
4 o = 10;
5 r = 28;
6 b = 8/3;
7 h = 0.01;
```

```
8 tfin = 60;
9
10 % Condiciones iniciales
11 x = 1;
12 y = 1;
13 z = 1;
14 t = 0;
15 n = 1;
16
17 % Vectores para almacenar resultados
18 px(n) = x;
19 py(n) = y;
20 pz(n) = z;
21 pt(n) = t;
22
23 % Metodo RK4
24 while t < tfin
25     % k1
26     k1x = o*(y - x);
27     k1y = x*(r - z) - y;
28     k1z = x*y - b*z;
29
30     % k2
31     x2 = x + 0.5*h*k1x;
32     y2 = y + 0.5*h*k1y;
33     z2 = z + 0.5*h*k1z;
34     k2x = o*(y2 - x2);
35     k2y = x2*(r - z2) - y2;
36     k2z = x2*y2 - b*z2;
37
38     % k3
39     x3 = x + 0.5*h*k2x;
40     y3 = y + 0.5*h*k2y;
41     z3 = z + 0.5*h*k2z;
42     k3x = o*(y3 - x3);
43     k3y = x3*(r - z3) - y3;
44     k3z = x3*y3 - b*z3;
45
46     % k4
47     x4 = x + h*k3x;
48     y4 = y + h*k3y;
49     z4 = z + h*k3z;
50     k4x = o*(y4 - x4);
51     k4y = x4*(r - z4) - y4;
52     k4z = x4*y4 - b*z4;
53
54     % Actualizar variables
```

```
55     x = x + (h/6)*(k1x + 2*k2x + 2*k3x + k4x);
56     y = y + (h/6)*(k1y + 2*k2y + 2*k3y + k4y);
57     z = z + (h/6)*(k1z + 2*k2z + 2*k3z + k4z);
58     t = t + h;
59
60     n = n + 1;
61     px(n) = x;
62     py(n) = y;
63     pz(n) = z;
64     pt(n) = t;
65 end
66
67 % Grafica 3D
68 figure(1);
69 plot3(px, py, pz, 'b');
70 grid on;
71 xlabel('X');
72 ylabel('Y');
73 zlabel('Z');
74 title('Lorenz con RK4');
75
76 % Graficas X(t), Y(t), Z(t)
77 figure(2);
78 subplot(3,1,1);
79 plot(pt, px, 'r'); grid on;
80 xlabel('Tiempo'); ylabel('X');
81
82 subplot(3,1,2);
83 plot(pt, py, 'g'); grid on;
84 xlabel('Tiempo'); ylabel('Y');
85
86 subplot(3,1,3);
87 plot(pt, pz, 'b'); grid on;
88 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.

$$a = x - x^3 \quad (4)$$

2.1.2. Desarrollo

2.1.3. Conclusiones

2.2. Problema 2

2.2.1. Enunciado

Encuentre la sección de Poincaré del oscilador.

$$a = x - x^3 \quad (5)$$

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.

$$a = x - x^3 - cv \quad (6)$$

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