# Reporte Eval.2

Eduardo Hndz.

May 15, 2018

## 1 Introducción

### 1.1 Sistema de Lorenz

El sistema de Lorenz es un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias estudiado principalmente por Edward Lorenz. Es conocido por tener soluciones de tipo caótico debido a los parámetros y condiciones iniciales. En particular, el *Atractor de Lorenz* es característico de sí por tener soluciones de tipo caóticas del *Sistema de Lorenz* , que al graficarse toma forma de *Mariposa* u *Ocho*. El *Sistema de Lorenz* está dado por un sistema matemático de tres ecuaciones, conocidas como las *Ecuaciones de Lorenz*:

1. $$\frac{dx}{dt} = \sigma(y - x) \tag{1}$$

2. $$\frac{dy}{dt} = x(\rho - z) - y \tag{2}$$

3. $$\frac{dz}{dt} = xy - \beta z \tag{3}$$

En particular, la ecuación describe la velocidad de cambio de tres cantidades con respecto al tiempo : $x$ es porporcional a la velocidad de convecccción,$y$ a la variación de temperatura horizontal, y $z$ a la variación de temperatura vertical. Las Constantes $\sigma$,$\rho$ y $\beta$, son parametros del sistema proporcionales a el *Número de Prandtl*, el *Número de Rayleigh*, y ciertas dimensiones físicas que dependen de la capa.

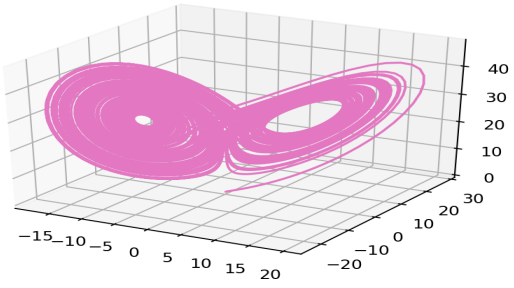
# 2 Desarrollo

## 2.1 Ejercicio 1

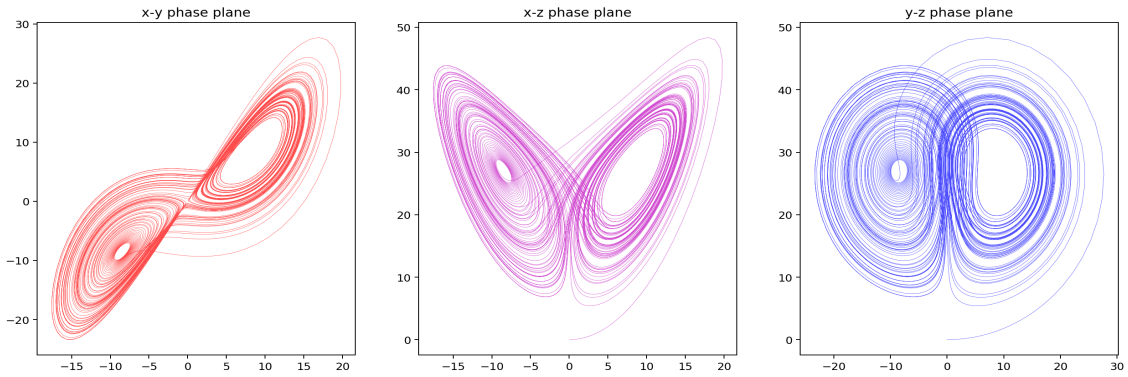
El maestro nos proporcionó un código para poder visualizar como funciona el *Sistema de Lorenz* pero yo me puse a leer y mi código es distinto (lo siento profesor), mí código queda como sigue: En el código se definen las constantes

```
l]: import numpy as np
    import matplotlib.pyplot as plt
    from scipy.integrate import odeint
    from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D

    rho = 28.0
    sigma = 10.0
    beta = 8.0 / 3.0

    def f(state, t):
        x, y, z = state  # unpack the state vector
        return sigma * (y - x), x * (rho - z) - y, x * y - beta * z  # derivatives

    state0 = [0.1, 0.0, 0.0]
    t = np.arange(0.0, 100.0, 0.01)

    states = odeint(f, state0, t)
    x = states[:, 0]
    y = states[:, 1]
    z = states[:, 2]
    fig = plt.figure()
    ax = fig.gca(projection='3d')
    ax.plot(x,y,z,'tab:pink')
    fig.savefig('Atractor de Lorenze.png',dpi=180)
    plt.show()
```

$\rho$,$\sigma$,$\beta$ y posteriormente se define la función a utilizar, la cual está compueta por las tres *Ecuaciones de Lorenz* Se define como *states* a la composición de $x, y, z$ donde posteriormente se utilizan para resolverlos con el comando *odeint* El resultado de utilizar los valores $\rho = 28.0$,$\sigma = 10.0$,$\beta = 8.0/3.0$ es el siguiente



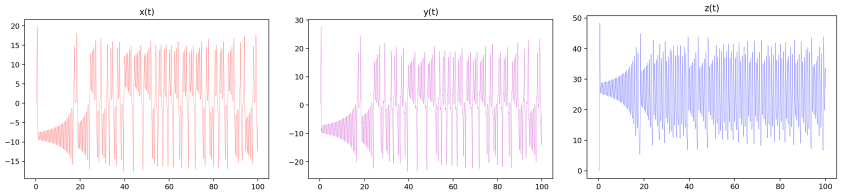
Posteriormente se nos pidió graficar la fase plana en cada plano (xy,xz,yz) , el cual quedó como sigue:




Había otro código proporcionado por el Maestro, el cual nos servía para realizar una animación del *Sistema de Lorenz*, en dicho código se realizaba la producción de imágenes, las cuales fueron un aproximado de seiscientas, dichas imágenes se juntarón para producir una animación (.gif) de como se comporta dicho sistema, la cual puede observarse al reproducir el código cargador al *Github* de su servidor.

### 2.1.1 Ejercicio 2

En este Ejercio se tuvo que graficar la evolución de cada variable $(x, y, z)$ con respecto al tiempo, las cuales quedaron como sigue:




(a) X/t (b) Y/t (c) Z/t

### 2.1.2 Ejercicio 3

En este ejercicio tuvimos que calcular todo lo anterior pero con los valores de : $\sigma = 28.0$,$\beta = 4.0$,$\rho = 46.92$ Los resultados fueron los siguientes:

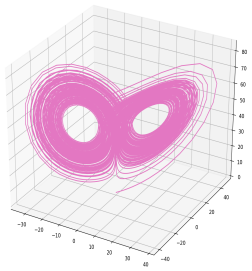


Figure 2: Atractor de Lorenz

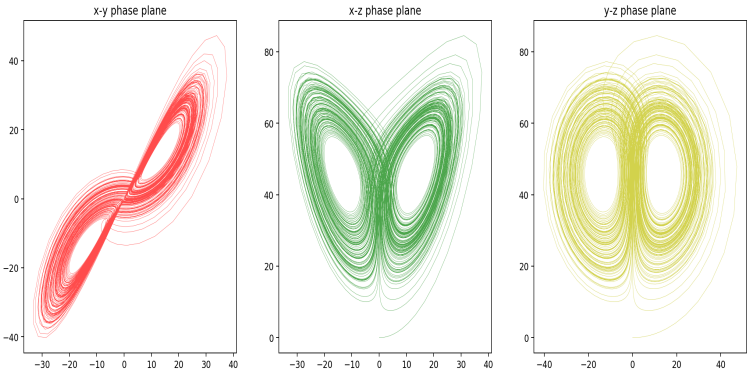
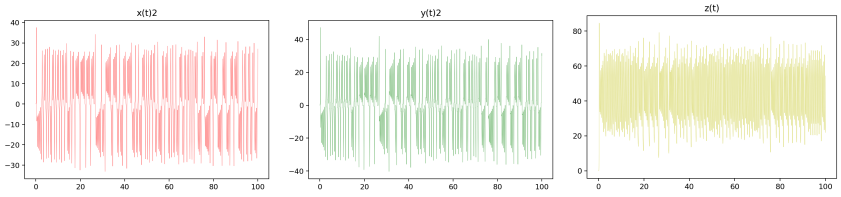



Figure 3: Atractor de Lorenz




(a) X/t (b) Y/t (c) Z/t

En comparación con los primeros cálculos estos están menos desfasado.

## 2.2 Ejercicio 4

En este ejercicio tuvimos que calcular todo lo anterior pero con los valores de : $\sigma = 10.0$,$\beta = 8.0/3.0$,$\rho = 99.96$ Los resultados fueron los siguientes:

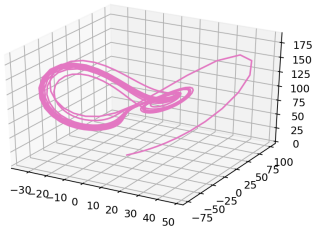


Figure 5: Atractor de Lorenz

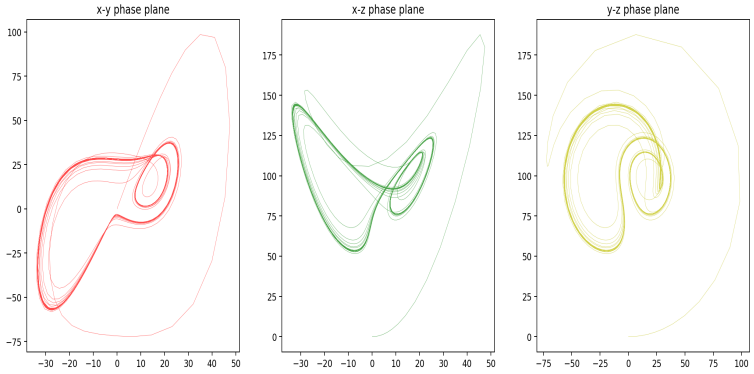
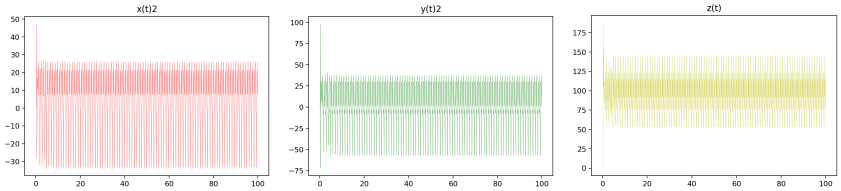



Figure 6: Atractor de Lorenz




(a) X/t (b) Y/t (c) Z/t

Al comparar este ejemplo con el primero y el segundo, notamos que los datos son menos, hay un mayor desfase, podríamos decir que tenemos valores nulos, se encuentran más desfasos que todos.