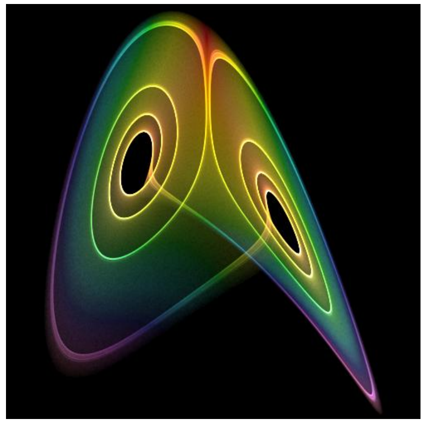
# Evaluación 2

Barajas Ibarria Juan Pedro

Hermosillo, Sonora a 26 de abril del 2018



# El Atractor de Lorenz, ejemplo de Caos dinámico

**Resumen**

El sistema de Lorenz es un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias estudiadas por el matemático, meteorólogo y pionero de la teoría del caos, Edward N. Lorenz. El atractor de Lorenz se caracteriza por tener un conjunto de soluciones caóticas del sistema de Lorenz, que cuando se grafica, aparenta ser una mariposa o figura de un ocho. Para esta evaluación se resuelve el sistema de ecuaciones de manera numérica con ayuda de jupyter lab dentro del lenguaje Python.

## 1. El sistema de Lorenz

El atractor de Lorenz. Es un concepto introducido por Edward Lorenz en 1963; es un sistema dinámico determinista tridimensional no lineal derivado de las ecuaciones simplificadas de rollos de convección que se producen en las ecuaciones dinámicas de la atmósfera terrestre.

Para ciertos valores de los parámetros $a, b, c$, el sistema exhibe un comportamiento caótico y muestra lo que actualmente se llama un atractor extraño; esto fue probado por Albert W. Tucker en 2001. El atractor extraño en este caso es un fractal de dimensión de Hausdorff entre 2 y 3. Grassberger (1983) ha estimado la dimensión de Hausdorff en $2.06 \pm 0.01$ y la dimensión de correlación en $2.05 \pm 0.01$.

$$\frac{dx}{dt} = a(y - x)$$

$$\frac{dy}{dt} = x(b - z) - y$$

$$\frac{dz}{dt} = xy - cz$$

donde a es llamado el Número de Prandtl y b se llama el número de Rayleigh.

La forma de mariposa del atractor de Lorenz puede haber inspirado el nombre del efecto mariposa en la Teoría del Caos.

Para la solución numérica de este sistema se opto por tomar el ejemplo de repositorio de github de Geoff Boeing.

# 2. Resultados

## 2.1. Ejemplo 1

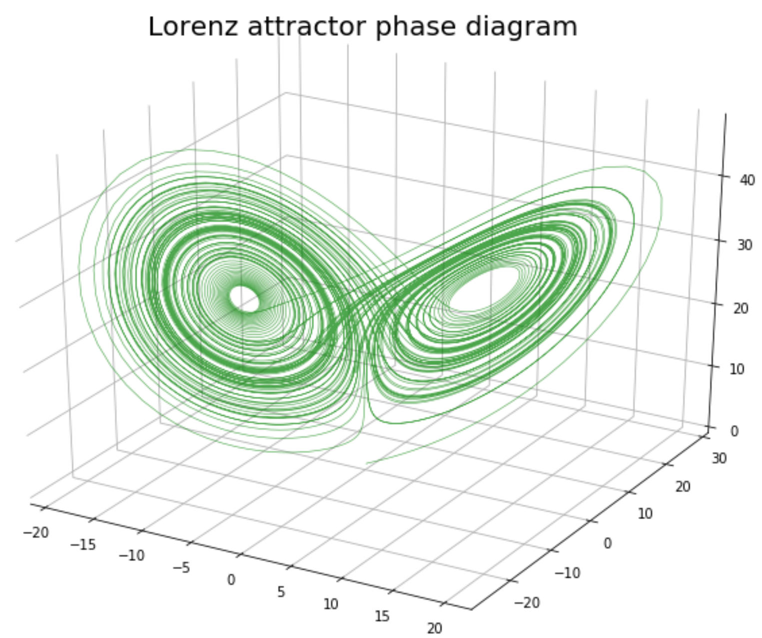
Al usar el código ejemplo primero se tomo

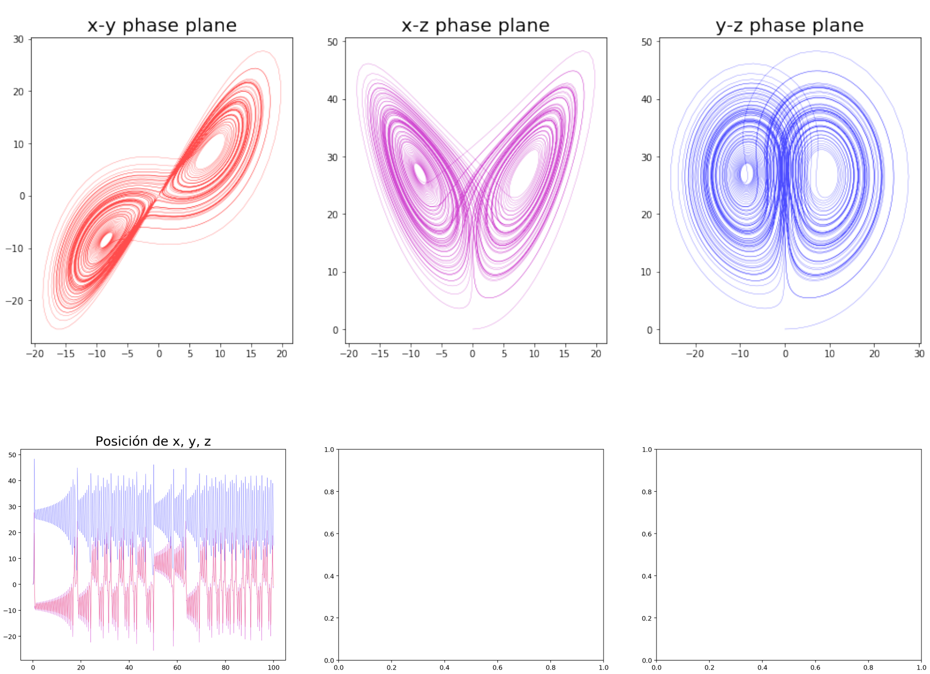
$$\sigma = 10$$

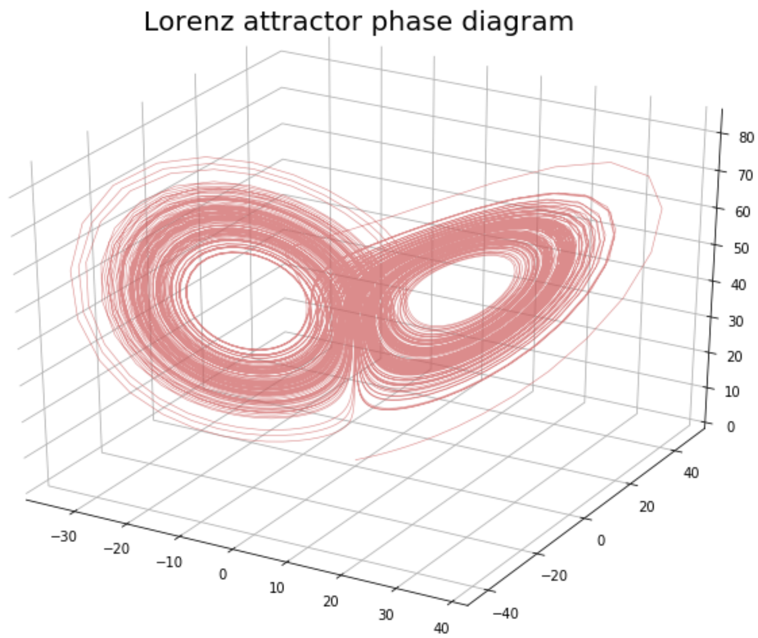
$$\beta = 8/3$$

$$\rho = 28$$

Donde generamos la grafica 3D y las tres gráficas fase de cada eje acompañada de la evolución a través del tiempo de cada eje.


Lorenz attractor phase diagram


x-y phase plane
x-z phase plane
y-z phase plane
Posición de x, y, z




## 2.2. Ejemplo 2

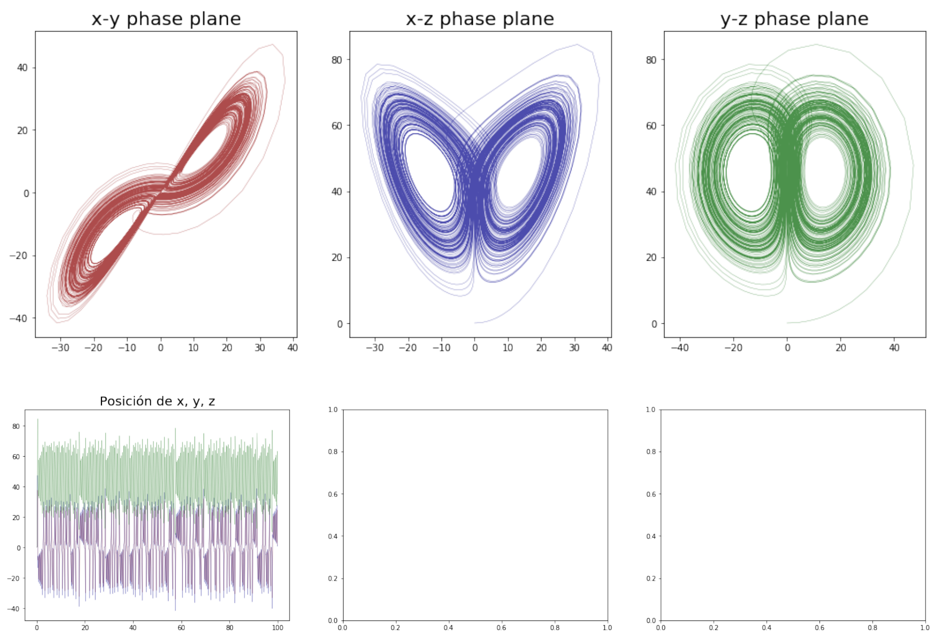
Al usar el mismo código ejemplo primero se tomo

$$\sigma = 28$$

$$\beta = 4$$

$$\rho = 46.92$$

Donde generamos la grafica 3D y las tres gráficas fase de cada eje acompañada de la evolución a través del tiempo de cada eje.




## 2.3. Ejemplo 3

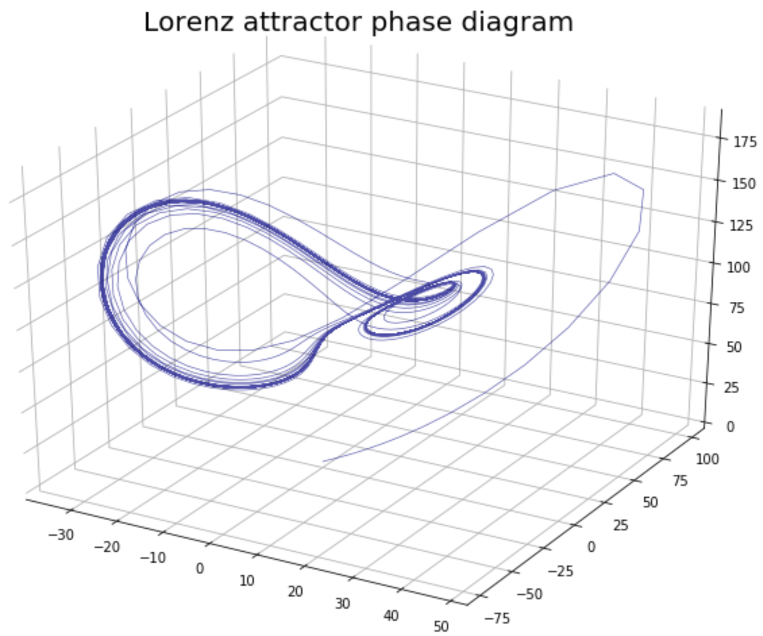
Por ultimo se tomaron los tres últimos valores explorados que fueron

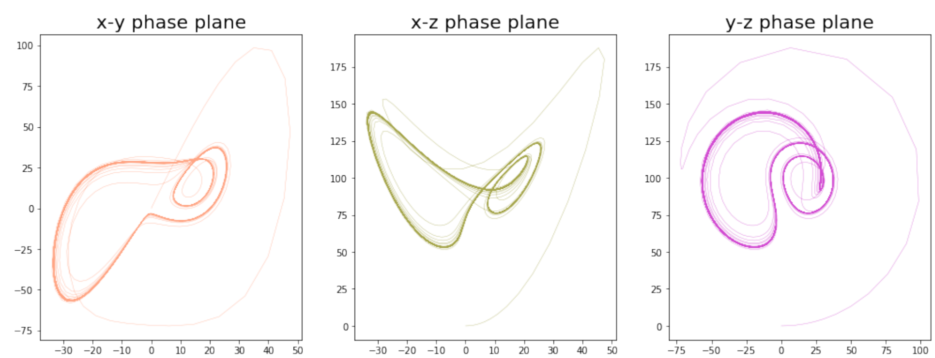
$$\sigma = 10$$

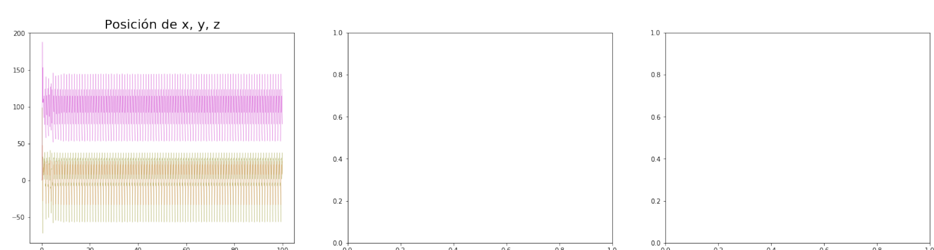
$$\beta = 8/3$$

$$\rho = 99.96$$

Donde generamos la grafica 3D y las tres gráficas fase de cada eje acompañada de la evolución a través del tiempo de cada eje.


Lorenz attractor phase diagram


x-y phase plane
x-z phase plane
y-z phase plane


Posición de x, y, z

## 3. Conclusiones

Al final se puede notar muy rápidamente la diferencia entre las gráficas y mas en los gif como al cambiar las condiciones iniciales. Aquí se aplico de manera muy interesante el uso de python ya que pudimos resolver otro ejemplo de ecuaciones diferenciales pero añadiéndole el gif que te da una visualización mas clara de como son los cambios en el sistema.