

Universidad del Estado de Sonora

División de Ciencias Exactas y Naturales.

Licenciatura en Física.

Física Computacional 1

Hedwin Aaron Encinas Acosta

1 Introduccion

Un espacio fase es una representación geométrica de las trayectorias de sistema dinámico. Cada una de las condiciones iniciales es representada por una curva diferente, o un punto.

Espacios fases son herramientas muy importantes para el estudio de un sistema dinámico. Estas consisten de un numero de trayectorias típicas en el espacio fase. Esto nos revela información muy importante ,como por ejemplo como si es un atractor, un ciclo repulsor o si presenta un ciclo limite para el parámetro seleccionado.

El espacio fase de un sistema dinámico nos muestra las trayectorias del sistema, los puntos de equilibrio y los estados en los cuales el sistema es inestable.[1]

2 Actividad

En esta actividad se creara un programa en Python que nos nos muestre el espacio fase de un péndulo simple. La ecuación diferencial que representa el estado dinámico del péndulo es la siguiente:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{l} \sin(\theta)$$

A continuación tenemos el código donde se utilizo la función *integrate.quad* de *scipy*. [2]

3 Código

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.integrate import odeint

#Definimos las constantes

g = 9.8
l = 1.0
b = 0.0
c = g/l

#Damos las condiciones iniciales
X_f1 =np.array([-4.0*np.pi,4.0*np.pi])
X_f2 =np.array([-2.0*np.pi,-0.0*np.pi])
t = np.linspace(-0.0*np.pi,5.0*np.pi,500)
#Definimos la ecuacion diferencial del pendulo
def p (y, t, b, c):
    theta, omega = y
    dy_dt = [omega,-b*omega -c*np.sin(theta)]
    return dy_dt

#Definimos el color y el numero de puntos

values = np.linspace(-1.0,1.0,100) #Numero de puntos
vcolors = plt.cm.Purples(np.linspace(0.5, 1.0, len(values)))#Color
plt.figure(2)

#Definimos la trayectoria 1
for v, col in zip(values, vcolors):
    y0 = v * X_f1

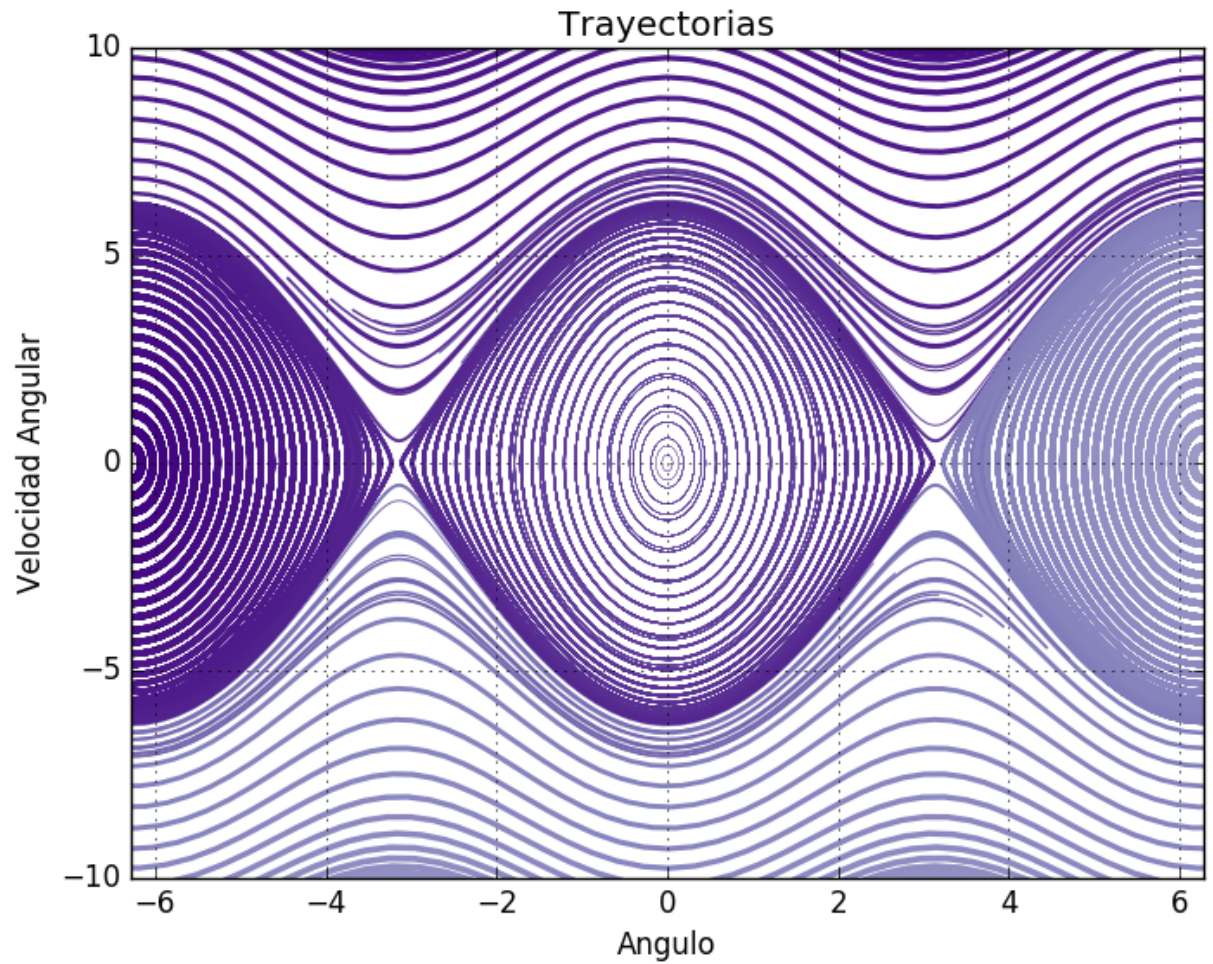
    X = odeint(p, y0, t, args=(b,c))
    plt.plot( X[:,0], X[:,1], lw=3.5*v, color=col,
    label='X0=(%.f, %.f)' % ( y0[0], y0[1]) )

#Definimos la trayectoria 2
for v, col in zip(values, vcolors):
    y1 = v * X_f2
    X1 = odeint(p, y1, t, args=(b,c))
    plt.plot( X1[:,0], X1[:,1], lw=3.5*v,
    color=col, label='X0=(%.f, %.f)' % ( y1[0], y1[1]) )

#Grafica
plt.title('Trayectorias')
```

3.1 Resultado

Aquí tenemos la representación del espacio fase del péndulo:



Referencias

- [1] Wikipedia, *Phase portrait*
- [2] Scipy, <http://scipy-cookbook.readthedocs.org/index.html>