

Actividad 7: Espacio fase de las soluciones del péndulo

Valenzuela Chaparro Hugo de Jesús

7 de mayo de 2016

1. Espacio fase

Un espacio de fase o diagrama de fase es una representación geométrica de las trayectorias de un sistema dinámico en una fase plana. Cada conjunto de condiciones iniciales está representado por una curva diferente, o un punto. Consiste en una gráfica de trayectorias en un espacio plano, y puede darnos información como por ejemplo si para los parámetros escogidos se presenta un atractor, repulsor o ciclo límite.

2. Espacio fase de las soluciones del péndulo

En este caso graficamos el espacio de fase para las soluciones de la ecuación del péndulo sin fricción, específicamente para su velocidad angular, en base a ciertas condiciones iniciales. La cuerda del péndulo es de 1 m de longitud.

2.1. Código en Python

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.integrate import odeint
from numpy import *
#parametros
g = 9.81
l = 1.0
c = g/l

X_f1 = np.array([-10*np.pi,10*np.pi])
X_f2 = np.array([-5*np.pi,5*np.pi])
t = np.linspace(0,20,1000)

b=0
#funcion
```

```

def pend(y, t, b, c):
    theta, omega = y
    dy_dt = [omega, -c*np.sin(theta)]
    return dy_dt

values = linspace(-1, 1, 70)
vcolors = plt.cm.autumn_r(np.linspace(0.3, 1, len(values)))
plt.figure(2)

for v, col in zip(values, vcolors):
    y0 = v * X_f1

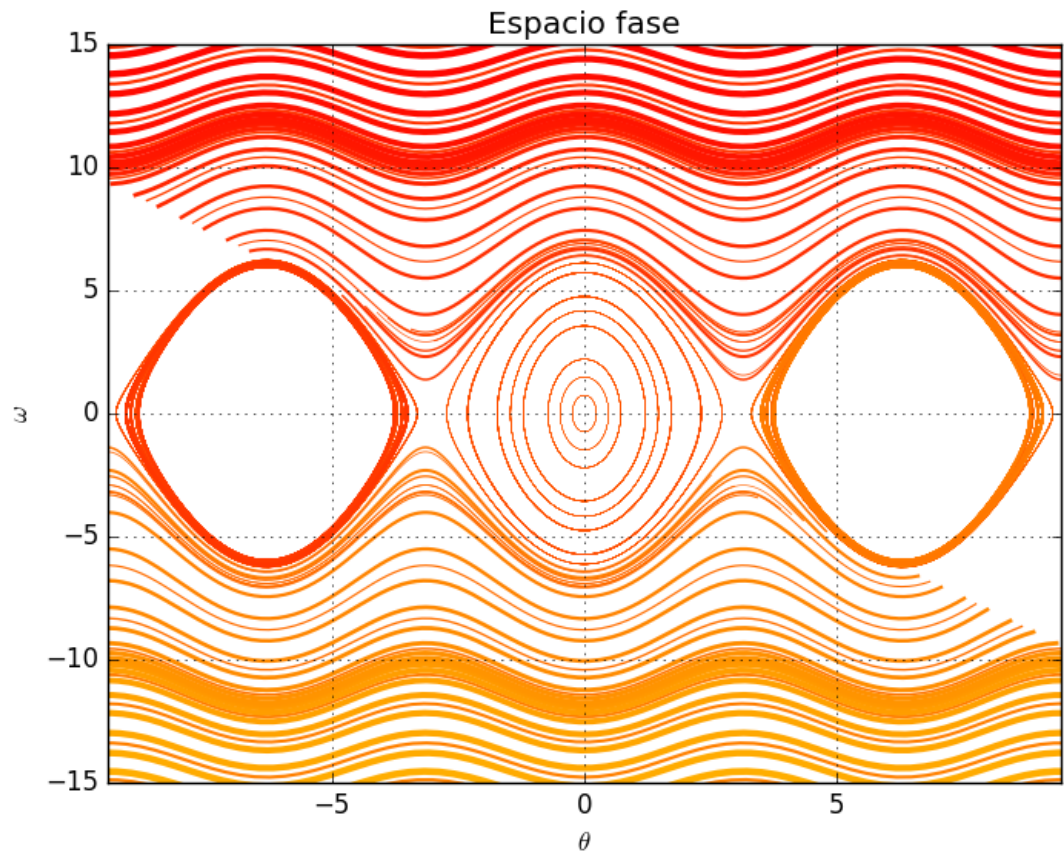
    X = odeint(pend, y0, t, args=(b,c))
    plt.plot( X[:,0], X[:,1], lw=3.5*v, color=col, label='X0=(%.f, %.f)' % ( y0[0], y0[1]) )

for v, col in zip(values, vcolors):
    y1 = v * X_f2
    X1 = odeint(pend, 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]) )

#graficar
plt.title('Espacio fase')
plt.xlabel('$\\theta$')
plt.ylabel('$\\omega$')
plt.grid()
plt.xlim(-3.0*np.pi, 3.0*np.pi)
plt.ylim(-15, 15)
plt.show()

```

2.2. Gráfica



Como se puede ver en este diagrama de fase, está graficada la velocidad angular contra el ángulo. Puede notarse que si se comienza con una velocidad angular inicial muy grande, la curva sigue indefinidamente, queriendo decir que el péndulo estaría girando por siempre (de no haber fricción). También podemos ver que para ángulos iniciales pequeños (aproximación de ángulos pequeños) y velocidades iniciales pequeñas la curva es un círculo, cumpliendo con la característica de un oscilador armónico simple.