

# Actividad 7

Luis Aarón Cerón Ramírez

May 21, 2018

## 1 Introducción

En esta actividad se continua con el texto de Fay y Graham de resortes acoplados, las secciones 3 y 4 sobre un sistema de resortes no lineales y forzados. En la sección 3 se tienen resortes que ya no cumplen la Ley de Hooke, sino que se comportan como un sistema no lineal. Mientras que la sección 4 impone un forzamiento periódico sobre el sistema oscilador de masas.

## 2 Marco teórico

### 2.1 Adicionando la no linealidad

Si asumimos que la fuerza de restitución es no lineal, la cuál es para grandes vibraciones. En este caso en vez de considerar la fuerza de restitución como  $-kx$  (Ley de Hooke), suponemos que este es de la forma  $-kx + \mu x^3$ . Por lo que nuestro modelo se convierte en

$$m_1 \ddot{x}_1 = -\delta_1 \dot{x}_1 - k_1 x_1 + \mu_1 x_1^3 - k_2(x_1 - x_2) + \mu_2(x_1 - x_2)^3 \quad (1)$$

$$m_2 \ddot{x}_2 = -\delta_2 \dot{x}_2 - k_2(x_2 - x_1) + \mu_2(x_2 - x_1)^3$$

En este caso el rango de movimiento para un modelo no lineal es mucho mas complicado que del modelo lineal.

### 2.2 Adicionando el forzamiento

Es una cuestión tan simple como agregar el forzamiento externo al modelo, asumiendo un forzamiento senooidal de la forma  $F \cos(wt)$ , por lo que el modelo queda de la siguiente forma:

$$m_1 \ddot{x}_1 = -\delta_1 \dot{x}_1 - k_1 x_1 + \mu_1 x_1^3 - k_2(x_1 - x_2) + \mu_2(x_1 - x_2)^3 + F_1 \cos(w_1 t) \quad (2)$$

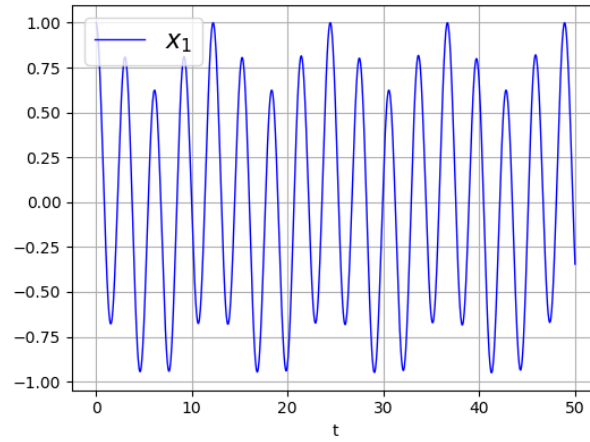
$$m_2 \ddot{x}_2 = -\delta_2 \dot{x}_2 - k_2(x_2 - x_1) + \mu_2(x_2 - x_1)^3 + F_2 \cos(w_2 t)$$

El rango de movimiento para este caso es mas vasto. Podemos encontrar soluciones limitadas y sin limites (resonancia no lineal), soluciones periódicas que comparten el período con el forzamiento (soluciones armónicas) y soluciones que son periódicas del período en múltiplos y soluciones de estados estacionarios. Algo importante que hay que mencionar es que las condiciones bajo las cuales ocurren estos movimientos no son fáciles de establecer.

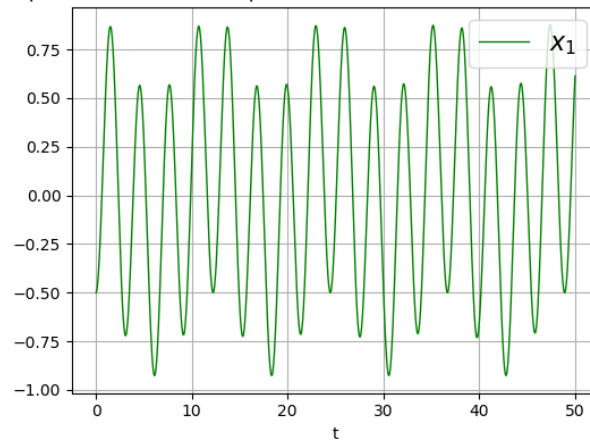
### 3 Resultados

Se anexan las gráficas reproducidas en jupyter lab

Desplazamiento de masas para el sistema de resortes-masas acoplado



Desplazamiento de masas para el sistema de resortes-masas acoplado



Desplazamiento de masas para el sistema de resortes-masas acoplado

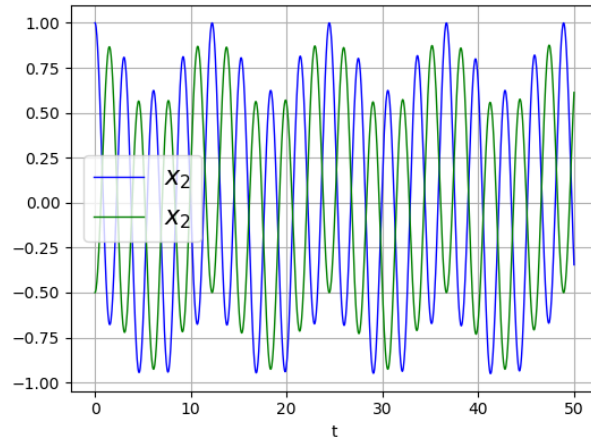


Diagrama de fase para  $x_1$

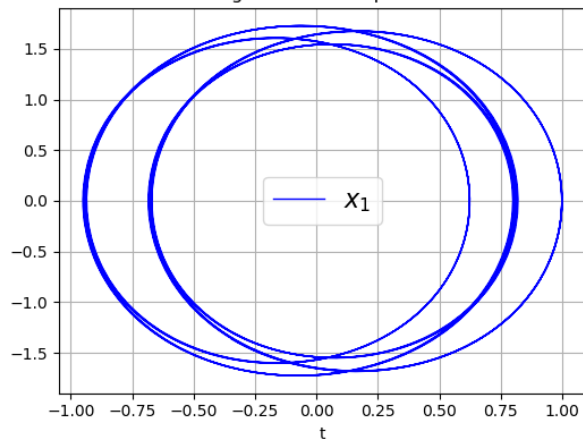
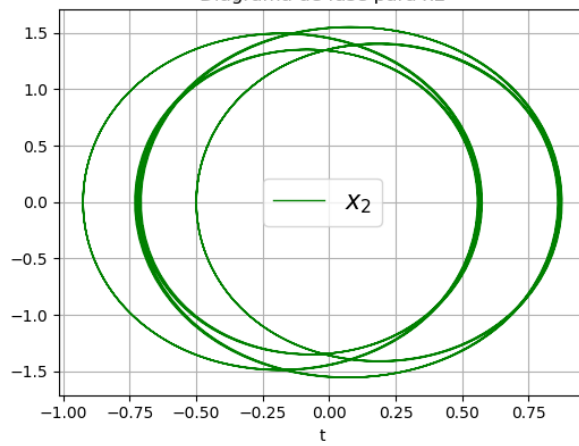
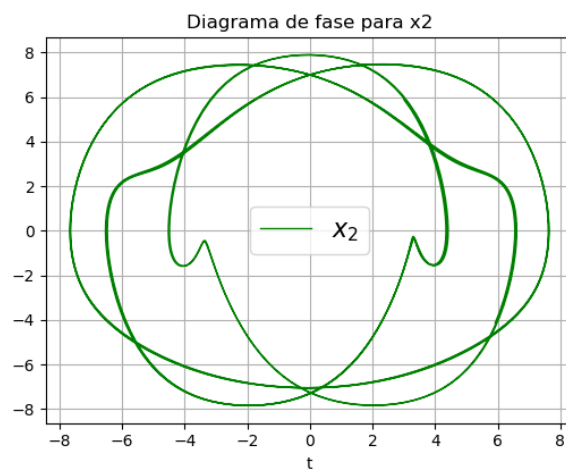
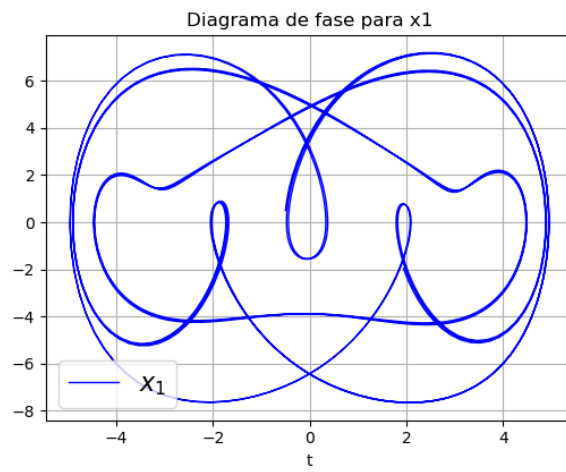
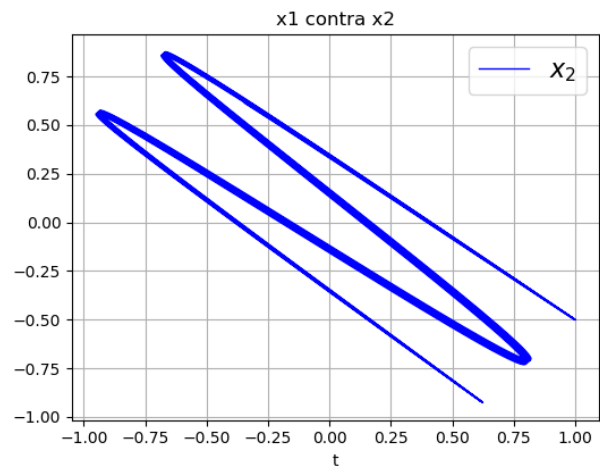
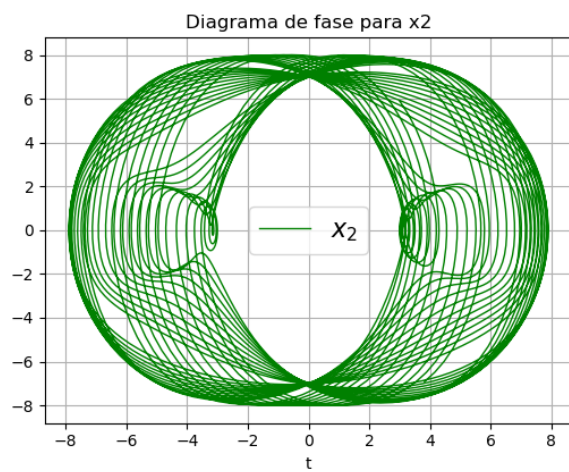
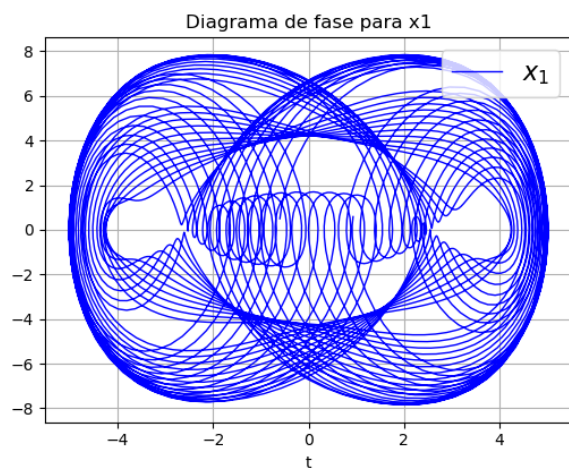
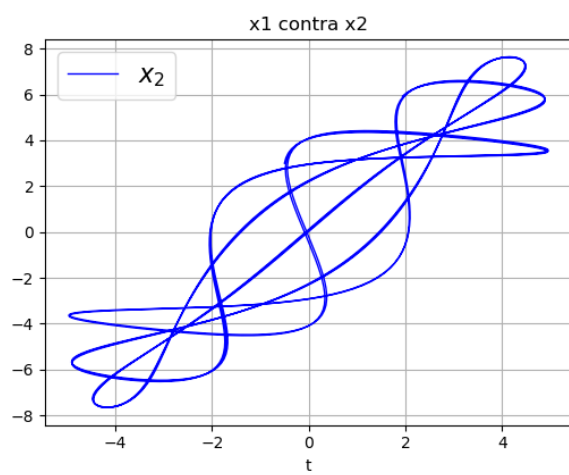
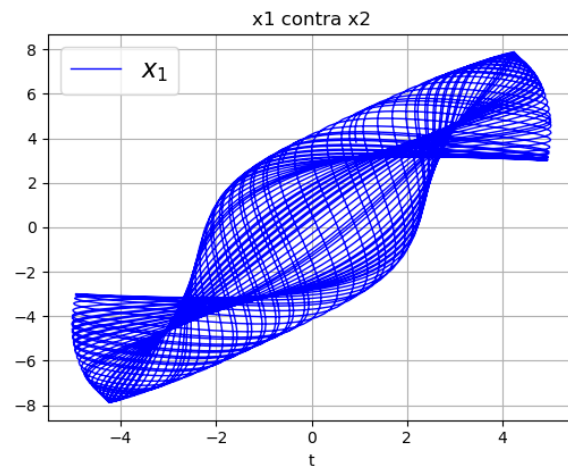


Diagrama de fase para  $x_2$

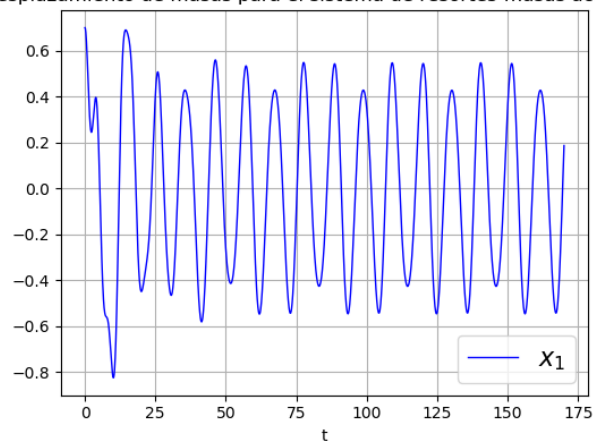




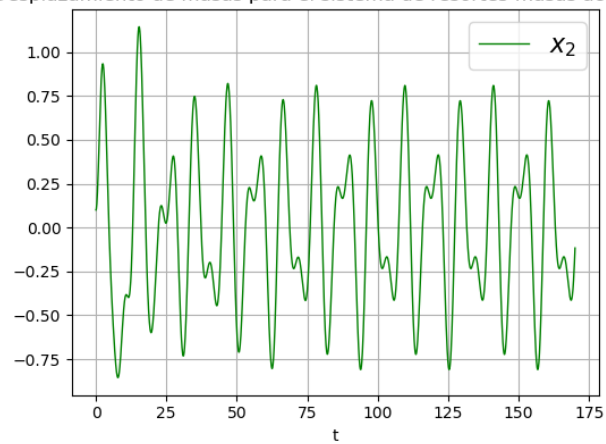


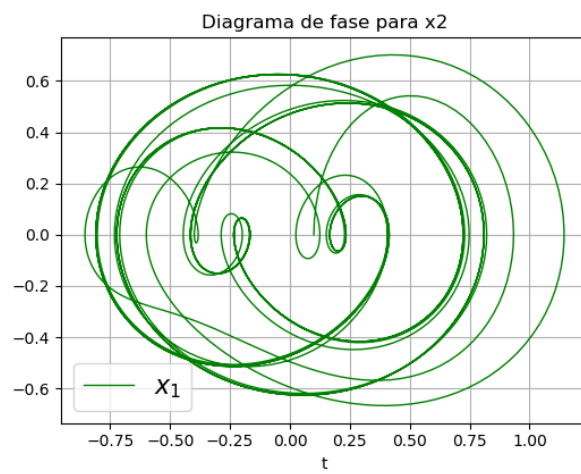
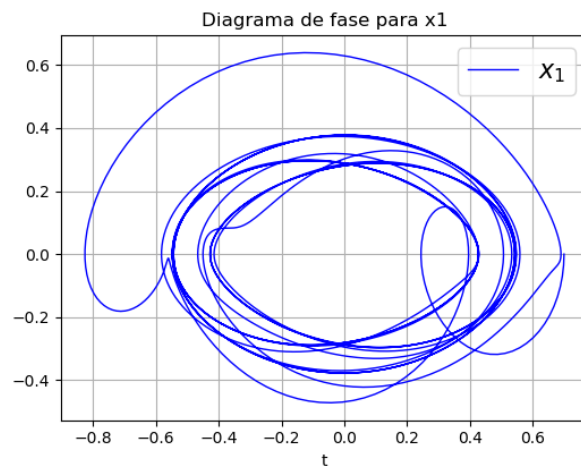
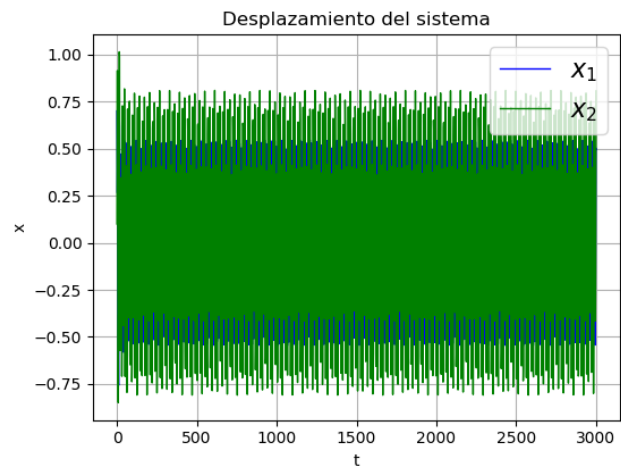


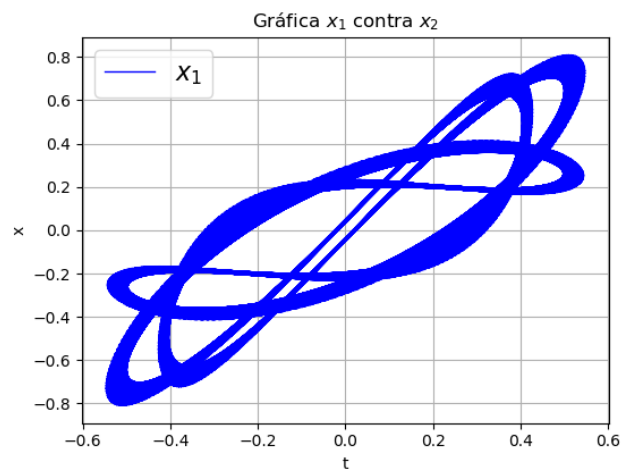
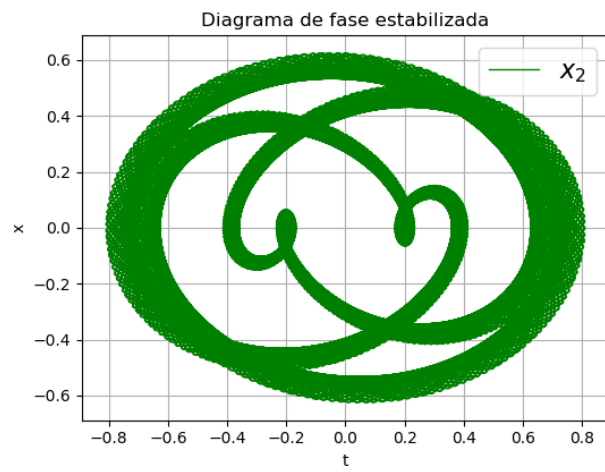
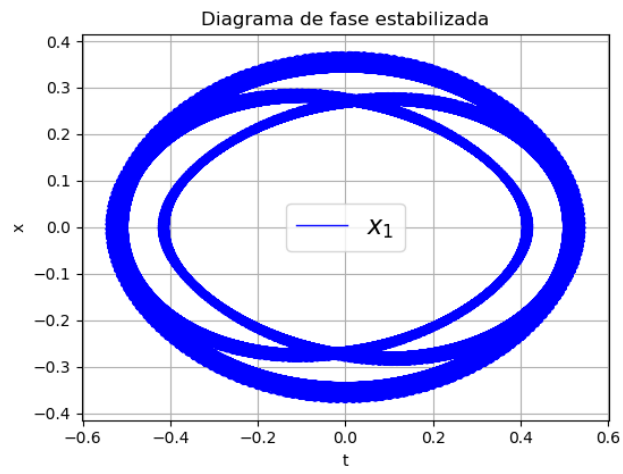
Desplazamiento de masas para el sistema de resortes-masas acoplado



Desplazamiento de masas para el sistema de resortes-masas acoplado









## 4 Conclusión

Se puede concluir lo mismo que en el trabajo anterior, ya que este trabajo es una continuación del texto de Fay y Graham, por lo que volvimos a observar la importancia de las herramientas computacionales para resolver problemas que en caso de hacer a mano serian muy tediosos, así como la utilidad para visualizar por medio de graficas los comportamientos descritos en las ecuaciones.

## 5 Apendice

¿Qué más te llama la atención de la actividad completa?

La facilidad con que se puede reproducir las graficas

¿Que se te hizo menos interesante?

El tener que hacer el codigo

¿De un sistema de masas acopladas como se trabaja en esta actividad, hubieras pensado que abre toda una nueva área de fenómenos no lineales?

Habia escuchado un poco al respecto, pero ahondado en el tema, me parece muy interesante la diferencia al estudiar los comportamientos del sistema y me gustaría estudiar mas

¿Qué propondrías para mejorar esta actividad?

Mas modelos

¿Te ha parecido interesante este reto?

si, aunque he tenido problemas para colocar las imagenes

¿Quisieras estudiar mas este tipo de fenómenos no lineales?

Si, me gustaria una practica donde se hablara sobre atractores