

Actividad VIII

José Pablo Montaña De la Ree

12 de abril del 2018

1 Introduccion

En el universo de la fisica, siendo un poco más específico el de la dinamica, existen ciertos sucesos periodicos que se repiten en cuanto a su estado de movimiento como puede ser un resorte. Este tipo de movimiento es al cual se le considera un oscilador. Pues en esta ocasión se modelara un oscilador conocido como el oscilador de Van der Pol el cual tiene un amortiguamiento no lineal.

Este oscilador fue inicialmente propuesto por el ingeniero electrico Sueco Baltazar Van der Pol, el cual trabajaba en Philips. El encuentro unas oscilaciones estables a las cuales llamo oscilaciones relajadas las cuales son conocidas como un tipo de ciclo limite en circuitos electricos que usan tubos de vacio.

La ecuación diferencial no lineal que se utiliza para modelar este fenomeno es la siguiente:

$$\frac{d^2x}{dt^2} - \mu(1 - x^2)\frac{dx}{dt} + x = 0$$

2 Modelo de Van der Pol y Exploración de las soluciones del modelo en el Espacio Fase

Como ya se menciono anteriormente, existe una ecuación que modela el oscilador de Van der Pol. Esta ecuación tiene una característica muy interesante, resulta ser que esta tiene un ciclo limite. Esto significa que todos los resultados caen dentro de un espacio geometrico, se podría decir. Para comprobar esto se puede revisar que la ecuación de Van der Pol cumple con la ecuación de Lienard para probar los ciclos limite.

2.1 Exploracion de soluciones

Existen diferentes maneras de ver la ecuación de Van der Pol a través de ciertas transformaciones que pueden permitir un modelado más sencillo de programar. Al aplicar la siguiente transformación

$$y = x - x^3/3 - \dot{x}/\mu,$$

Se pueden obtener los siguientes resultados para modelar la ecuación de Van der Pol.

$$\begin{aligned}\dot{x} &= \mu \left(x - \frac{1}{3}x^3 - y \right) \\ \dot{y} &= -x.\end{aligned}$$

Sin embargo también se pueden obtener las siguientes ecuaciones como forma alternativa, las cuales serán las que se utilizarán para realizar el modelado en Jupyter lab como se muestra a continuación.

$$\dot{x} = y$$

$$\dot{y} = \mu(1 - x^2)y - x.$$

```
def vectorfield(w, t, p):
    """
    Vector Vanderpol

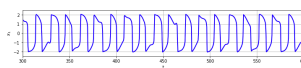
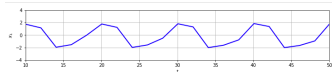
    Arguments:
        w : vector of the state variables:
            w = [x,y]
        t : time
        p : vector of the parameters:
            p = [u]
    """
    X, Y = w

    # Create f = (x',y'):
    f = [Y,
         p*(1.0 - (X**2.0))*Y -X]
    return f
```

3 Resultados y Discucion

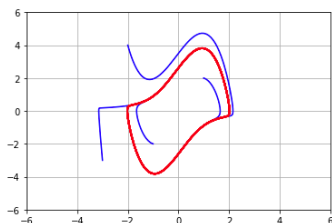
Los resultados obtenidos del modelado fueron las siguientes graficas.

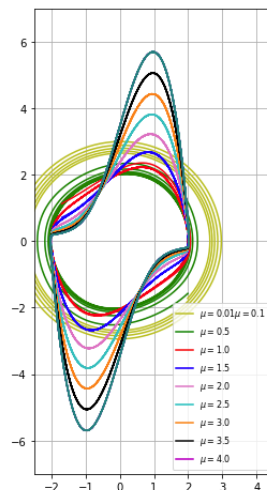
Primero veamos las graficas de como varia X respecto a Y



Notse que la variacion que se presenta es de una forma sinoildal y aunque de la segunda imagen podria pensarse que existe suficiente suavidad para un modelado senoidal, en la primera imagen se revelan picos que inpiden el uso de este modelo.

Ahora, grafiquemos nuestros componentes X y Y respecto al tiempo para poder observar como se comportan y poder descubrir los ciclos limite.





Notese que se forma una superficie espesifica, esta superficie es a la que se conoce como ciclo limite.

4 Conclusiones

Existen cituciones fisicas reales como el oscilador de Van der pol que requieren ser modelados de fomra computacional para tener una mejor apreciacion de estos. En el caso espesifico de la ecuacion de Van der Pol, podemos asegurar que existe un cilo limite al mirar las graficas.

5 Referencias

Wikipedia. (2018). Van der Pol oscillator. 12 de Abril del 2018, de Wikipedia Sitio web:

https://en.wikipedia.org/wiki/Van_der_Pol_oscillator

Este ejercicio pareciera similar al desarrollado en las actividades 6 y 7. ¿Qué aprendiste nuevo? Que la manera más facil de definir el vector P es poniendo ahi los escalares.

¿Qué fue lo que más te llamó la atención del oscilador de Van der Pol? El concepto/ existencia de un ciclo limite como tal.

Has escuchado ya hablar de caos. ¿Por qué sería importante estudiar este oscilador?

Si lo he escuchado, se que exist dentro del cos ciertos posos de orden, tla vez ese ciclo limite es un psos de orenn en emedio del caos y por eso es importante estudiarlo.

¿Qué mejorarías en esta actividad?

Seria magnifica una clase de introduccion y un ejemplo.

¿Algún comentario adicional antes de dejar de trabajar en Jupyter con Python? Python y Jupyter Lab son muy utiles para procesar informacion. Cerramos la parte de trabajo con Python ¿Que te ha parecido? Me ha parecido difcil aprenderlo, pero creo es una buena herramineta.