

# Física Computacional

## Actividad 10

### La Ecuación de Duffing

Antonio José López Moreno

26 de Mayo de 2019

#### Introducción

En esta actividad resolveremos la ecuación de Duffing, para diferentes valores de omega, para ser mas especificos de 0 a 2.5.

La ecuación es la siguiente

$$\ddot{x} + \delta \dot{x} + \alpha x + \beta x^3 = \gamma \cos(\omega t)$$

Las constantes representan las siguientes cantidades.

$\alpha$  : *Rigidez*

$\beta$  : *No – Linealidad*

$\gamma$  : *Amplitud – del – Forzamiento*

$\delta$  : *Amortiguamiento*

$\omega$  : *Frecuencia – de – Forzamiento*

#### Función ode de SciPy

Utilizaremos la función ode de SciPy para reproducir la figura que aparece al inicio de esta actividad en el caso de que  $\alpha = \gamma = 1,0$  y amortiguamiento  $\delta = 0,1$ . En la actividad anterior hemos utilizado la función odeint. La función ode utiliza el metodo de Runge-Kutta de orden 4 para resolución de la ecuación diferencial.

Solución con las siguientes condiciones iniciales

$$\alpha = \gamma = 1,0$$

$$\delta = 0,1$$

$$\beta = 0,04$$

$$\omega = 2,5$$

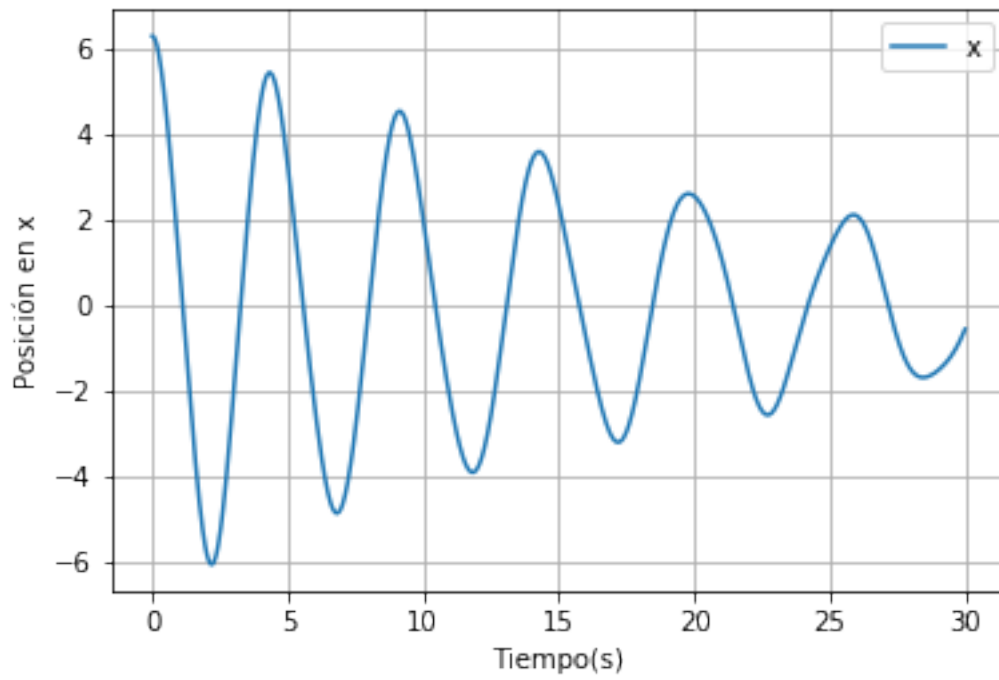


Figura 1: Caption

### Analisis de la amplitud con la varaición de la $\omega$

Usaremos las condicioens anteriores, y variaremos los valores de  $\omega$  de 0 a 2.5, partiremos este intevarlo en 100 partes, y en cada parte. Gráficaremos los valores  $\omega$  contra amplitud maxima que se encuentra en cada iteración con los diferentes valos de omega y con los siguientes valores de  $\beta$ .

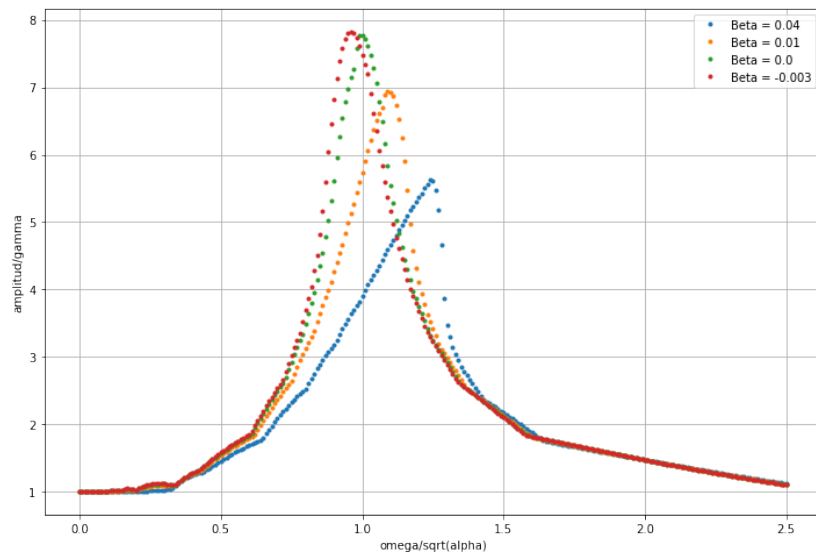
$$\beta = 0,01$$

$$\beta = -0,003$$

$$\beta = 0,0$$

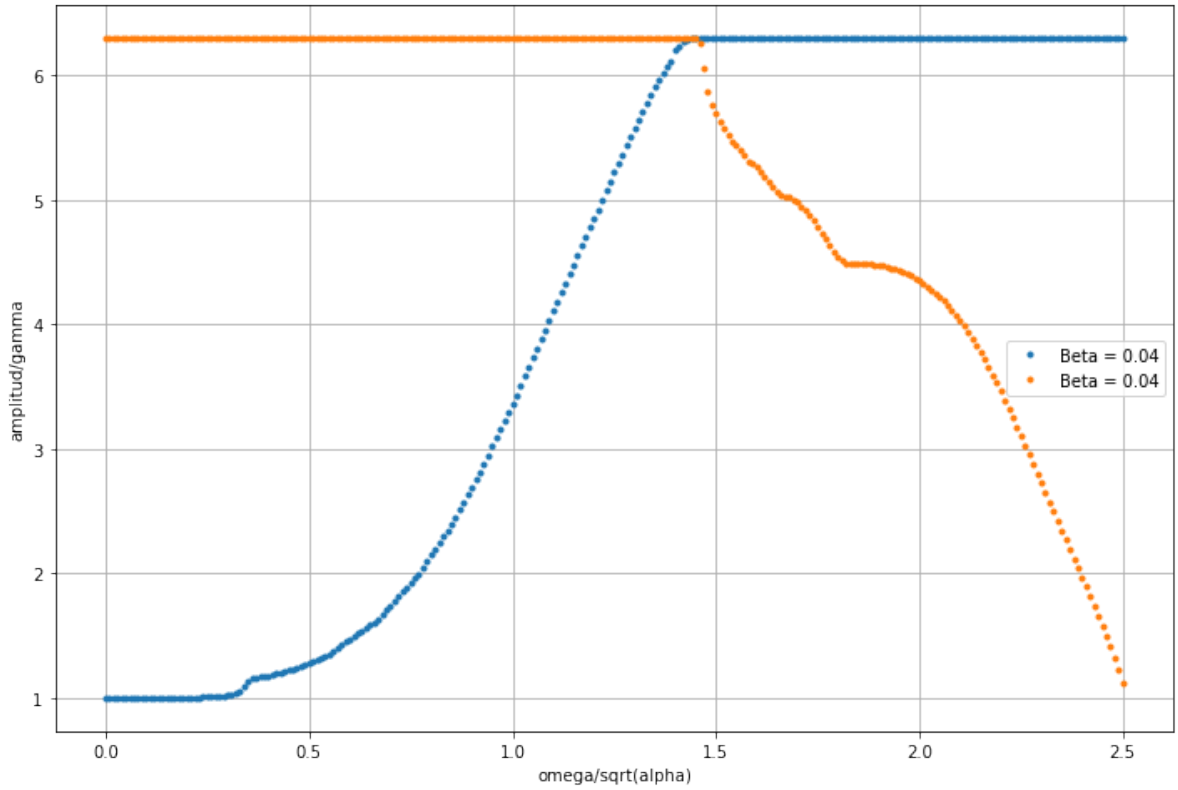
$$\beta = 0,04$$

El fenomenoe es muy visible en estas gráficas cunado  $\beta = 0,04$  por que se



puede ver que cuando  $\omega$  es aproximadamente igual a 1.3, la amplitud sufre un decaimiento muy crítico.

Analisis de la amplitud con la varaición de la  $\omega$   
con condiciones iniciales dependientes de la iteración anterior  
 Para generar la gráfica anterior se usaron los mismos valores de las constantes



anteriores, con  $\beta = 0,04$ , pero la condición inicial, de cada iteración de  $\omega$  sera velocidad inicial igual a cero y como posición inicial la amplitud maxima anterior. Los puntos azules son cuando la  $\omega$  corre a de 0 a 2.5 y los puntos anaranjados son cuando la  $\omega$  corre de 2.5 a 0. Lo que podemos analizar de esta gráfica es que hay cierto punto de condición inicial, en el que la función se vuelve inestable, al correr la resolución analítica por ambos lados.