



Física Computacional

2019/2020

6 de Maio de 2020

Universidade de Aveiro

Departamento de Física

1º Trabalho Prático de Avaliação Contínua

Oscilador não-linear

Método de Runge-Kutta de 4ª ordem e ode45

Os osciladores não-lineares pela sua grande importância tecnológica, como por exemplo em circuitos eléctricos ou em sistemas mecânicos, têm sido estudados ao longo dos tempos.

Um dado oscilador não-linear, quando deslocado do equilíbrio, sofre a ação de uma força restauradora não linear, função do deslocamento. O oscilador é também sujeito a amortecimento não linear e a forçamento. A sua equação do movimento pode escrever-se como:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + K(y + \alpha y^3) = \mu \left[\cos \left(\frac{dy}{dt} \right) \right] \frac{dy}{dt} + F_0 \cos(\omega_0 t)$$

Considere $m = 1$, $K = 1$, $\alpha = 0.2$ e $\mu = 0.8$. As condições iniciais são $y(0) = 1.5$, $y'(0) = 0$.

- Escreva a equação do movimento, uma equação diferencial de 2ª ordem, como um sistema de duas equações diferenciais de 1ª ordem.
- Use a rotina *ode45* para integrar o sistema de equações no intervalo $t \in [0, 150]$, quando $F_0 = 0$, e $F_0 = 0.8$ para $\omega_0 = 1$ e $\omega_0 = 2$. Faça gráficos de $y(t)$ e da trajetória no espaço de fases para cada caso. Discuta os resultados obtidos.

c) Considere $F_0 = 0$. Faça variar μ de 0 a 0.8.
Represente graficamente a amplitude e o período em função de μ .
Para os cálculos considere $t_f = 150$, e se necessário aumente este valor.
Use a rotina '**lagr.m**', para encontrar os valores das grandezas.

Note que pode ser necessário usar a instrução '**clear**' em cada ciclo, para encontrar os valores máximos das grandezas, para cada valor de μ .

Comente os resultados obtidos.

- d) Verifique o resultado obtido em b) para o caso em que $F_0=0$, considerando o método de Runge-Kutta de 4ª ordem e passo constante, usado nas aulas práticas. Discuta os resultados obtidos.
- e) Qual destes códigos lhe permite obter um resultado mais preciso, o que foi construído em b), tendo por base a *ode45*, ou o que foi construído em d), usando o algoritmo RK de 4ª ordem? E se considerasse o método de Euler-Cromer? Justifique a sua resposta.