

Protocolos de Laboratório LFEA

2.º Semestre 2016/2017

Sistemas Não Lineares e Caos

Nestas 4 sessões experimentais irá explorar fenómenos não lineares, e verificar em que condições a resposta do sistema se organiza ou não em torno de soluções estáveis, dependendo das condições impostas.

Espera-se que estas sessões experimentais sejam desenroladas em 2+2 sessões.

1. Solitões

Resumo

Nesta experiência estuda-se a propagação de solitões numa tina de água de grande comprimento. Irá caracterizar a propagação em termos de velocidade, número de solitões obtidos.

Descrição da experiência

Esquema da montagem

Um solitão é genericamente uma perturbação sem dissipação conservando sempre a sua forma e dimensões. Trata-se de um fenómeno ondulatório que, no caso deste trabalho, será obtido a partir de perturbações ligeiras no nível da água. No laboratório produzimos solitões a partir da construção de uma onda rectangular de água numa tina de grande comprimento.

A experiência tem por base o guia detalhado “GuiaSolitões”.

Ao material a utilizar aí referido, acrescenta-se: dois lasers (verde e vermelho), espelhos, uma webcam, um computador com o programa de detecção de movimento *Cinéris*.

Procedimento experimental

1. Monte os dois lasers em duas secções da tina distantes e utilize espelhos por forma a obter a reflexão da superfície da água de ambos os lasers num ecrã (papel milimétrico ou quadriculado).

2. Obtenha na imagem da webcam os feixes reflectidos à superfície da água. Assegure-se que ambos os lasers continuam reflectidos pela superfície à passagem de um solitão. Utilize papel quadriculado para registar a deslocação dos feixes aquando da passagem do solitão.
3. Observando o efeito da passagem de um solitão, relacione as coordenadas registadas com a forma da onda.
4. Registe no software *Cinéris* a imagem da webcam.
5. Obtenha a evolução temporal das coordenadas do laser reflectido à passagem de um solitão.
6. Registe o número de solitões observados por um observador independente, e a velocidade determinada com o cronómetro, a comparar com as mesmas medidas obtidas no *Cinéris*.

Aquisição de dados:

1. Conte o número de solitões e determine a sua velocidade pelo tempo de passagem que resultam dos diversos volumes de água isolados pela comporta para **três alturas h (entre 2 e 6 cm)** da água em repouso, **para três valores de A (entre 2 e 6 cm) e três de B (entre 10 e 50cm)**.
2. Conte o número de solitões e determine a sua velocidade através dos perfis obtidos no *Cinéris* da trajectória dos feixes lasers refletidos na superfície da água em dois pontos diferentes.
3. Compare estes valores com o previsto pela teoria.

2. Caos

Resumo

Nesta experiência estuda-se a transição para o caos num oscilador forçado, neste caso utilizando um circuito de tipo RLC, onde o condensador é substituído por um díodo que tem uma resposta não linear.

Descrição da experiência

O guião experimental detalhado pode ser encontrado nas folhas de apoio “Guia de trabalho: caos e duplicação de período num circuito RLC não linear”.

Esquema da montagem

O esquema experimental é baseado na montagem descrita no fim do guia, tendo sido adaptado a novos componentes. Tome nota do novo circuito, identificando os componentes. Note que a nova indutância é de 0.8 mH.

O gerador de sinal irá gerar uma tensão sinusoidal ou triangular conforme o caso.

Procedimento experimental

1. Verifique o factor Q do RLC e a frequência de ressonância. Para isso, varra a frequência do sinal de entrada e registre a amplitude do sinal de saída. Deve usar condições em que a resposta do sistema é linear (baixe a amplitude).
2. Verifique a figura de lissajous em função da posição do potenciômetro próximo da ressonância.
3. Varie a frequência e amplitude do sinal injetado no circuito de modo a encontrar as zonas de caos (obter várias bifurcações de período de resposta do sistema antes de atingir a zona de caos).
4. A partir das tensões em cada período de oscilação e sua ordem registre as tensões dos picos em cada período para as respostas do sistema com os períodos 1, 2, 4, 8 e 16 crescentes, janelas de estabilidade dentro da zona de caos (3, 6, 5 ...) e períodos 8, 4, 2 e 1 decrescentes [utilize um picoscópio ligado ao PC para registar a forma da onda em cada condição do sistema].
5. Obtenha o diagrama de bifurcações experimentalmente com o auxílio de uma onda triangular de baixa frequência a varrer o parâmetro de controle. Meça os pontos de bifurcação (em tempo e tensão)
6. Volte a identificar os pontos de bifurcação através do sinal aos terminais do diodo e do parâmetro de controle (offset controlado pelo potenciômetro) com o osciloscópio vem modo normal e em modo XY (trajectórias) e através das frequências espectrais (picoscópio).
7. Repita para o segundo varicap.

Aquisição de dados:

1. Meça a resposta do circuito RLC em função da frequência e determine a frequência de ressonância e factor de Q.
2. Obtenha os valores das tensões consecutivas em cada período por forma a construir em cada regime periódico (1, 2, 4, 8,...) o mapa de intervalo com os identificação dos pontos fixos e respectivo itinerário esboçando a função iterativa de resposta.
3. Obtenha as primeiras razões de convergência das constantes universais de Feigenbaum (δ e α) pelos vários métodos (mapa de bifurcações, valores do offset no ponto de bifurcação das trajectórias: osciloscópio no modo a XY e picoscópio no modo de análise espectral). Compare estes valores com o obtido pela simulação numérica.

$$Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega} = \frac{\text{frequency at resonance}}{\text{full - width at half - maximum power}}$$

