SLIDE 2: OBJETIVOS

Solitões

1. Verificar experimentalmente a existência de solitões
2. Caracterizar as perturbações: Contagem de nr de solitões e determinação da sua velocidade
3. Testar limites de validade das previsões da teoria KdV comparando as previsões teóricas com o observado no laboratório e no software Cinéris

Caos E Mapa De Bifurcações

1. Estudo de um circuito não linear forçado do tipo RLC em que o condensador foi substituído por um diodo varicap cuja capacidade depende da tensão aos terminais
2. Observar respostas de períodos 1,2,4,8 e 16; janelas de estabilidade 3,6,5 e 10 (se possível); observar zona de caos
3. Construção de mapas de intervalo, obter diagrama de bifurcações e determinação da constante de Feigenbaum

SLIDE 3: SOLITÕES - MONTAGEM E PROCEDIMENTO

(Querem fazer uma introdução histórica de 20s?)

No século XIX, foram registados pela primeira vez os solitões, ondas não-lineares, um fenómeno ondulatório sem dissipação cuja forma e dimensões se conservam mesmo após uma colisão. Depois de estas terem sido observadas pela primeira vez em 1834, por John Scott, os cientistas holandeses Korteveg e de Vries formalizaram uma descrição teórica destes a partir duma equação não-linear à qual deram os seus nomes.

No laboratório os solitões são obtidos numa tina comprida de água através da construção de uma onda retangular

1. Encheu-se uma tina comprida com a altura de água h escolhida.
2. Alinharam-se os lasers e espelhos, assegurando a sua reflexão na água, de forma a estarem bem visíveis na folha de papel milimétrico
3. Colocou-se uma comporta a uma distância B do início da tina.
4. Encheu-se a secção restringida pela comporta com água implementando um desnível de água A.
5. Retirou-se a comporta rapidamente.
6. Observou-se o comportamento e a forma da perturbação, contando-se o número de solitões aparentes e verificando a existência de um caudal. Simultaneamente cronometrou-se, com recurso a um telemóvel, o tempo que o solitões demoraram a deslocar-se entre dois pontos da tina, estando um elemento do grupo parado em cada um dos pontos.
7. Registou-se devidamente as observações qualitativas (aspetos relevantes da forma e do comportamento da perturbação) e quantitativas (número de solitões visualizados e tempo que a perturbação demorou a deslocar-se entre dois pontos).
8. Este procedimento foi realizado para cada conjunto de (A,B,h)

Slide 4 - Equações dos solitões

Assumindo o líquido homogéneo, incompressível e de viscosidade nula (o que, para a grande maioria dos líquidos reais, não se verifica) e desprezando-se a tensão superficial (verificado para h pequenos que usaremos), ao longo de um eixo xx e com o fundo da tina a profundidade h da superfície da água; definindo o displacement eta vertical causado pelos solitões, assumindo o quociente eta/l <<1 (l sendo a dimensão típica dos solitões em xx), obtém-se uma equação não linear (KdV) com derivadas de terceira ordem, a qual pode ser simplificada, e da qual se obtêm [as relações do slide].

A validade das simplificações e aproximações feitas e, portanto, das relações encontradas, exigirá que se verifique que [condições de e1 e e2 do slide], esperando-se que e1 e e2 tendam a ser da mesma ordem de grandeza, logo [condicao de U do slide].

h->nível de profundidade

A->desnível da água na comporta

B->comprimento da comporta (em xx)

SLIDE 5-8: SOLITÕES - ANÁLISE DE RESULTADOS (Juna)

1. Variação de velocidade com h e A

Pela análise dos gráficos podemos concluir que há uma tendência de aumento da velocidade dos solitões tanto com o aumento de h como com o aumento de A.

No entanto, para h=0.02m não verificamos estas tendências que se deve provavelmente aos valores elevados do número de ursell.

1. Variação de N com A, h e B

Vamos fazer uma análise mais baseada nos dados obtidos pelo software ‘Cinéris’ uma vez que tivemos bastantes dificuldades a contar o nr de solitões visualmente. Tendo acontecido consistentemente vários elementos do grupo contarem diferentes nr de solitões e além disso verificámos em alguns casos uma grande dificuldade em distinguir os solitões do caudal.

h1

Teoricamente, espera-se um aumento de N tanto com o aumento de A como com o aumento de B. Esse aumento não se verificou experimentalmente de B2 para B3.

Além disso, verifica-se um grande desvio face à previsão teórica no nr de solitões que são, em muitos casos, cerca de metade dos previstos

Esta ocorrência deve-se aos valores elevados do nr de ursell que para validarem a teoria deveriam estar na ordem da unidade.

Podemos observar pela tabela, que, principalmente para B2 e B3 estão na ordem dos mil.

h2

Verificámos experimentalmente que N tende a aumentar tanto com o aumento de A como com o aumento de B. Para h2 verificamos que os resultados experimentais estão bastante mais próximos das previsões teóricas.

Fazendo uma análise do gráfico do cinéris mais detalhadas verificamos que:

Para B1 os 3 pontos correspondem às previsões teóricas e os seus nrs de ursell estão na ordem da unidade.

Para B2:

-A1 e A2 correspondem às previsões teóricas e os seus números de ursell não se afastam muito da ordem da unidade. No entanto para A3, o número de solitões é diferente do previsto teoricamente e o seu nr de ursell já se afasta bastante da ordem da unidade.

Para B3:

-A1 está de acordo com as previsões teóricas e o seu nr de ursell não se afasta muito da ordem da unidade.

-A2 e A3 não vão de encontro às previsões teóricas e os seus nrs de ursell são bastante elevados.

h3

À semelhança do que vimos no slide anterior verifica-se experimentalmente a tendência de aumento do nr de solitões com o aumento de A e B. Mais uma vez, analisando o gráfico obtidos pela análise feita a partir do cinéris observamos que para B1 o nr de solitões vai de encontro aos previstos teoricamente e, pela tabela, percebemos que os nrs de ursell estão na ordem da unidade. Para B2 os valores obtidos para o nr de solitões também vão de encontro aos teóricos e os seus nrs de ursell também não se afastam muito da ordem da unidade. No caso de B3, só temos um ponto que não vai de encontro ao previsto teoricamente e se formos à tabela com os nrs de ursell verificamos que é o ponto cujo nr de ursell se afasta mais da ordem da unidade (A3B3).

Concluindo verificamos que até nrs de ursell < 100 os valores experimentais foram de encontro aos teóricos.

Para alem disso, (mostrar slides anteriores) verificamos que o número de solitões tende a ser superior para menores valores de h.

SLIDE 9: SOLITÕES - ANÁLISE DE RESULTADOS (Miguel)

1. Análise de resultados
2. Variação de velocidade com B

SLIDE 10: CAOS - MONTAGEM

* Não linear: díodo varicap
* Osciloscópio dos sinais ao longo do tempo ou modo XY;
* Ondas sinusoidal e triangular. Onda sinusoidal no canal 1, tensão nos terminais do díodo no canal 2, onda triangular no canal 3;
* Variação do offset no botão giratório
* Variação frequência e amplitude no gerador de sinais.
* Picoscope: ver tensão nos terminais do díodo e analisar frequências espectrais.

Circuito RLC não linear forçado sujeito a uma excitação sinusoidal exterior. A não linearidade é introduzida por um díodo cuja capacidade depende da tensão aos seus terminais. [dizer enquanto se vê a Figura] Ondas sinusoidal e triangular ligadas ao circuito da breadboard com resistências de 1kohm à entrada, seguidos de um AmpOp com um condensador e uma resistência em paralelo e um indutor em série; por fim, entre o terminal do indutor e o ground, encontra-se o díodo, cuja tensão é registada no osciloscópio.

[ler tópicos do slide]

As caraterísticas (frequência e amplitude) das ondas sinusoidal e triangular são variadas nos respetivos geradores de sinais. A tensão de offset (variada no botão giratório) é controlada pelo potenciómetro. Também é utilizado o Picoscope, que permitirá visualizar a tensão nos terminais do díodo e analisar frequências espectrais. [Circuito RLC: resistência, indutor, condensador]

SLIDE 11:CAOS- FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA E CONSTANTE DE FEIGENBAUM (DELTA)

* Inicialmente: amplitude baixa da onda sinusoidal (variada no gerador de sinal) de forma a que se esteja numa zona de resposta linear do díodo (imagens)
* Variou-se a frequência da onda sinusoidal de forma à amplitude da tensão do díodo ser máxima.
* Mudou-se para XY (tensão no canal 2 em função da do canal 1): fase pi/2 (imagem)
* Freq ressonância slides
* Aumentámos amplitude na entrada -> regime não linear
* Variou-se offset : respostas para vários períodos
* estudo do caos feigembaum equação [do slide]

Começou-se por colocar a amplitude da onda sinusoidal (variada no respetivo gerador de sinal) de forma a que se esteja numa zona de resposta linear do díodo (como se verifica na imagem do osciloscópio vs. a imagem do período 1, no qual o regime é não-linear). Variou-se a frequência da onda sinusoidal de forma a ter amplitude máxima na tensão do díodo. Em seguida, mudou-se para o modo XY (no qual se representa a tensão no canal 2 em função da do canal 1) de forma a ser ter fase pi/2 (como se vê na figura). Foram registados os seguintes valores: [slide]

Em seguida, partiu-se para regime não linear (maior amplitude na entrada), e variou-se a tensão de offset, de forma a serem registadas as respostas do sistema para vários períodos: nas figuras, para período 1.

Em termos teóricos, nesta atividade (depois de se ligar a onda triangular) recorrer-se-à à equação [do slide] para determinar experimentalmente a constante de Feigenbaum.

SLIDE 12-15: PERÍODOS, CAOS E JANELAS DE ESTABILIDADE

As amplitudes dos picos observados foram medidas com os cursores do Piscoscope [imagem mal, um no zero e outro no topo], por forma a obter os mapas de intervalo da resposta do sistema com vários períodos. No caso do período 1, existe apenas 1 pico (1 ponto fixo), sendo o itinerário trivial. Nos mapas de intervalo, representam-se as tensões do pico n+1 em função da do pico n; quando n+1 é superior ao numero de picos, volta-se ao inicio, ou seja, n+1=1 (pico 1).

Variando o offset controlado pelo potenciómetro, foram obtidas as duplicações do período, as quais se verificam no modo XY; também foram registados os sinais observados no osciloscópio, nas quais são aparentes picos de diferentes amplitudes. As imagens obtidas no Picoscope são análogas, mas facilitam a medição das amplitudes. Obtiveram-se, para os períodos 2 e 4, respetivamente, os valores [do slide]. As curvas dos mapas de intervalo apresentam um ponto crítico, obtendo-se R (right) para um ponto à direita e L (left) à esquerda do máximo da curva. [explicar percursos e dizer itienerários]

Fez-se um procedimento análogo e observaram-se as respostas de períodos 8 e 16 no modo XY e registaram-se os offsets e as tensões dos picos. Neste slide, são apenas apresentados os resultados das medições para o período 8. [dizer dados]

Uma vez atingida a zona de caos, e aumentando mais o offset, encontraram-se duas janelas de estabilidade dentro do caos, sendo esta de períodos 3 e 6 (não períodos 5 e 10). [slide]

SLIDE 16 E 17 :DIAGRAMA DE BIFURCAÇÃO E PICOSCOPE

Ligou-se a onda triangular ao sistema. Variando as suas caraterísticas, foi obtido o diagrama de bifurcações apresentado na Figura, onde é aparente, por exemplo, a bifurcação de período 1 para período 2 e a zona de caos. Obtém-se este diagrama uma vez que a onda triangular permite obter continuamente vários valores de offset, algo que era apenas possível valor a valor nos ensaios anteriores. É notória uma linha mais brilhante em certas zonas do diagrama de bifurcações, uma vez que correspondem aos máximos e mínimos dos picos das várias configurações sucessivas; perto dos máximos e mínimos, a variação do sinal é mais lenta (uma vez que a derivada é menor), pelo que se permanece mais tempo nessas zonas.

Uma vez obtido o diagrama de bifurcações, desligou-se a onda triangular e foram obtidas as tensões de offset para os diferentes períodos. Por um lado, fez-se de modo análogo ao anterior, observando o modo XY do osciloscópio. Posteriormente, repetiu-se o procedimento, mas observando o spectral mode do Picoscope. No período 1 para período 2, surgem 2 novos picos [e ler resto do slide]

[mudar de slide]

Nos períodos seguintes, surgem n novos picos de frequência, sendo n o periodo da resposta

Neste caso, já foi possível encontrar a janela de estabilidade de período 5, a qual também se encontra representada.

SLIDE 18:CAOS-CONSTANTE DE FEIGENBAUM

* Valor δ (i=2) do Picoscope de elevado desvio devido à transição 8→16;
* Aproximação a δ com modo XY;
* δ (i=1) com desvio menor no Picoscope.

[ver slide]

-Convergência computacional mais rapida e eficiente para delta=delta\_n (n->infinito) (valor teorico da constante de Feigenbaum)

-7 transicoes para precisao ate 3a casa decimal

-desvios percentuais muito baixos

-diminuir peso computacional com diferentes algoritmos

SLIDE 19:CONCLUSÃO

[Ver slides]