

Análise de Sinais

Dep. Armas e Electronica, Escola Naval
V1.1 - Victor Lobo 2004

Análise de Sinais

Capítulo 1

Introdução a Sinais e Sistemas

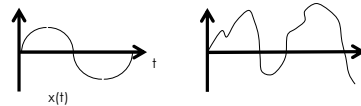
Bibliografia
(Cap.1 Louretie)(Cap.1 Haykin)(Cap.1 Ribeiro)

1

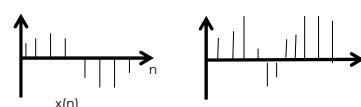
Análise de Sinais

Análise de Sinais

- O que é um sinal ?
 - Uma sequência de valores
 - Sinal contínuo



- Sinal discreto




- Exemplos
Sons, ecos de radar, sinais eléctricos, movimentos mecânicos, imagens...

2

Análise de Sinais

Sinais e sistemas

- Sistema
 - Recebe um sinal, processa-o, e produz outro sinal "à saída"



Sinal de entrada → Sistema → Sinal de saída

Sinal de antena → rádio → sinal para altifalantes

Ondulação → navio → balanço de navio

Sinal de controlo eléctrico → motor → binário

Sinal para altifalantes → caixa "de psicadélicas" → lâmpadas

3

Análise de Sinais

Sinais discretos e contínuos


- Sinais contínuos
 - Ocorrem frequentemente "na natureza"
 - São representados por **funções contínuas**
 - É difícil manipulá-las em computadores (têm que ser manipuladas analiticamente)
 - Para trabalhar com este tipo de sinais é mais fácil substituí-lo por AMOSTRAS digitais, feitas com uma regularidade "suficientemente alta"
- Sinais discretos
 - Sinais discretos "por natureza"
 - população, modelos económicos, etc
 - Sinais contínuos discretizados
 - Facilidade de manipulação
 - Podem ser representados por funções ou por **vectores ou matrizes**
 - Processamento digital de sinais (DSP - Digital Signal Processing) é actualmente uma área importante de engenharia

4

Análise de Sinais

Representação de sinais discretos

- Sinais Discretos no tempo
 - O tempo varia em "saltos" de uma unidade




- Sinais Discretos em Amplitude
 - Os sinais digitais são não só discretos no tempo, como discretos nos valores que podem tomar (erro de quantização). Vamos por enquanto ignorar este efeito
- São séries de valores
 - Podemos guardar em **MATRIZES** e manipular no computador
 - $x(0) = 0, x(1) = 10, x(2) = 18, x(3) = 23, 19, 11, 1, -9, -17, -22, \dots$

5

Análise de Sinais

Implementação de sistemas discretos

- Facilidade de implementação
 - Sistemas dedicados simples com 1 μP , 1 ROM, 1 RAM, 1 ADC, 1 DAC
 - Computadores de uso geral
- Facilidade em mudar as características
 - Sistemas facilmente reprogramáveis
 - Filtros adaptivos
- Facilidade em simular/implementar no computador
 - Processamento resume-se a manipular matrizes, que pode ser feito até com folhas de cálculo
 - Programas dedicados: MatLab, Dadsip, etc.



Sinal contínuo → ADC → DSP → DAC → Sinal contínuo

Sinal discreto

6

Análise de Sinais

Dep. Armas e Electronica, Escola Naval
V1.1 - Victor Lobo 2004

Vantagens de DSP

Análise de Sinais

- **Robustez e fiabilidade**
 - imunidade ao ruído
 - ausência de parâmetros aleatórios ou de difícil controlo
- **Possibilidade de características impossíveis em contínuo**
 - Filtros "ideais"
 - Sistemas que seguem exactamente a referência
- **Facilidade em construir circuitos integrados dedicados**
 - A partir de um "core" standard é fácil adicionar outros módulos
- **Potência de cálculo cada vez maior em sistemas digitais**

7

Sinais e transformações de variável

Análise de Sinais

- **Definição de sinais:**
 - São funções de uma ou mais variáveis independentes que contêm informação sobre o comportamento e características de determinados fenómenos.
 - Essas funções têm:
 - Um domínio, ou variável independente (tempo, espaço, etc)
 - Um contradomínio, ou grandeza que está a ser observada
 - Exemplos
 $y=f(x)$, $i=f(v)$, etc
- **Transformações lineares da variável independente**
 - $y=f(x)$ para $y=f(ax+b)$ $a, b \in \mathbb{R}$

8

Sinais e transformações de variável

Análise de Sinais

- **Mudança de escala ($b=0$, $a>0$)**
 - $y=f(ax)$
 - Gráfico de:
 - $a>1$ (contração do sinal)
 - $a<1$ (expansão do sinal)
- **Reflexão em relação à origem**
 - $y=f(-x)$ ($a=-1$)
 - Gráfico:
- **Translação**
 - $y=f(x+b)$
 - Gráfico de:
 - $b>0$ (avanço no tempo)
 - $b<0$ (atraso no tempo)
- **Composição de transformações**

9

Propriedades

Análise de Sinais

- **Paridade de um sinal**
 - Sinal Par: $f(x)=f(-x)$
 - Sinal Ímpar: $f(x)=-f(-x)$
 - Gráficos:
- **Características interessantes:**
 - QUALQUER sinal pode ser decomposto na soma de uma componente par e uma componente ímpar
 - $f(x)=f_p(x)+f_i(x)$ onde
 - $f_i(x) = \frac{1}{2}[f(x)-f(-x)]$ (parte ímpar)
 - $f_p(x) = \frac{1}{2}[f(x)+f(-x)]$ (parte par)
 - Prova:...

10

Propriedades

Análise de Sinais

- **Periodicidade**
 - Sinal periódico:
 - $f(x)=f(x+T) \quad \forall x$
 - T (ou T_0) é o período
 - **Características interessantes:**
 - Um sinal periódico é necessariamente infinito
 - Sinal período durante um dado intervalo de tempo
 - Se tem período T , tem também período nT
 - T_0 é o período mínimo que satisfaz a condição, ou período fundamental
 - Um sinal constante tem período fundamental 0...

11

Exercícios

Análise de Sinais

- **Separar o sinal S1 nas suas componentes pares e ímpares**
- **Verificar se o sinal S2 é periódico ao longo da sua duração**
- **Classificar quanto a paridade e periodicidade os seguintes sinais contínuos**
 - $y=\sin(x)$
 - $y=\cos(x)$
 - $y=\exp(x)$
 - $y=\text{abs}(x)$
 - $y=x^2$
- **Antes de continuar a ver propriedades vamos dar uma espietadela nos sinais "base" mais importantes**

12

Análise de Sinais

Dep. Armas e Electronica, Escola Naval
V1.1 - Victor Lobo 2004

Sinais mais importantes

Análise de Sinais

- Escalão unitário
 - Função de heaviside $u(t)$
 - Inversão e deslocamento
 - Função sinal
 - Função rectângulo ("função quadrada")
 - Casos discretos
 - Multiplicação por um escalão
- Função impulso unitário (ou função delta)
 - Caso discreto
 - Caso contínuo
 - Derivada de $u(t)$, $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1, \forall t \neq 0, f=0$
 - Também chamado delta de Dirac
 - Multiplicação por um impulso

13

Sinais importantes

Análise de Sinais

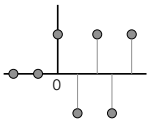
- Rampas
- Exponenciais
- Senos
- Exponenciais complexas
- SLITS
 - Conceito
 - Convolução


14



Sinais mais importantes

Análise de Sinais

- Escalão unitário alterno (só caso discreto)

$$x(n) = \begin{cases} (-1)^n & n \geq k \\ 0 & n < k \end{cases}$$

- Rampa unitária

$$x(n) = \begin{cases} 0 & n \leq 0 \\ k & n > 0 \end{cases}$$


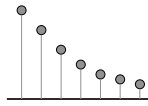
$x(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ t & t > 0 \end{cases}$

 $x(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ at & t > 0 \end{cases}$


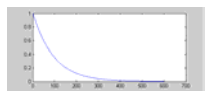
15

Sinais mais importantes

Análise de Sinais

- Exponencial decrescente

$$x(n) = a^n u(n)$$


$x(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ a^t & t > 0 \end{cases}$


$a > 1$ diverge
 $a = 1$ constante
 $a < 1$ constante

16

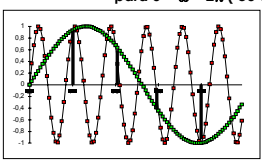
Sinais mais importantes

Análise de Sinais

- Sinusóides
 - Caso contínuo → $\sin(\omega t)$
 - Caso discreto → $\sin(\omega n)$

MUITO IMPORTANTE ! IMPORTANTÍSSIMO !
 $\sin(\omega n) = \sin(\omega n + 2\pi)$ As sinusóides discretas só são diferentes para $0 < \omega < 2\pi$ (ou qq intervalo de largura 2π)

seja $\omega' = \omega + 2\pi$
 $\sin(\omega' n) = \sin(\omega + 2\pi)n$
 $= \sin(\omega n + 2\pi n)$
 $= \sin(\omega n)$ Q.E.D



17

Sinais mais importantes

Análise de Sinais

- Exponencial complexa
 - Junta o comparamento do seno com a exponencial:

$$x(t) = C e^{at} \quad C = A e^{j\phi}$$

$$a = r + j\omega$$

$$\text{Re}(x(t)) = A e^{at} \cos(\omega t + \phi)$$

18