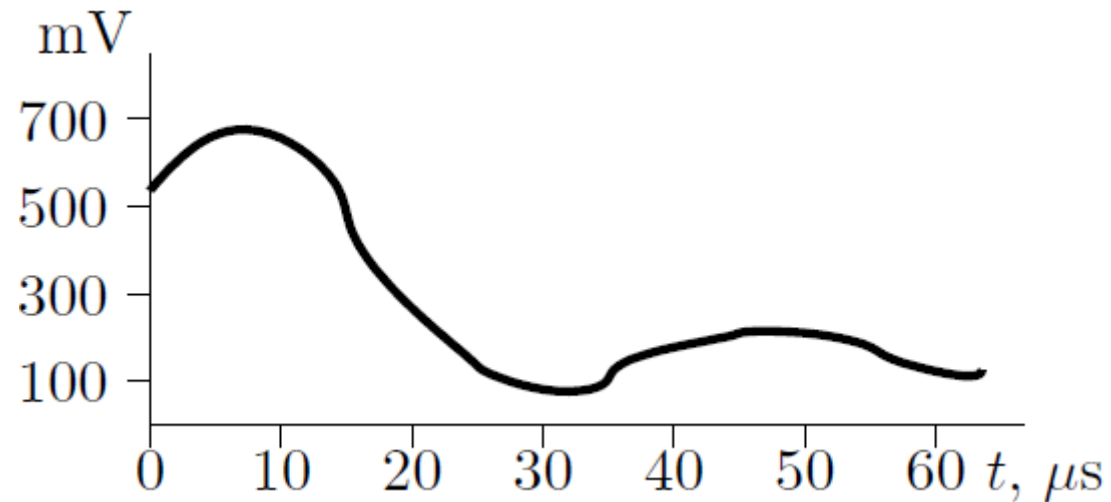


Introdução

Classificação de Sinais

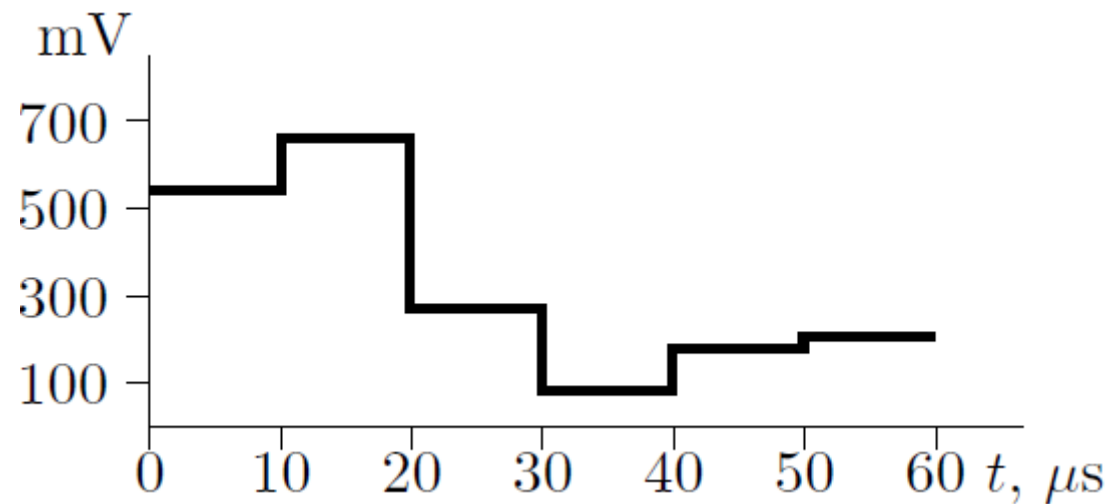
Um sinal que pode assumir qualquer valor num intervalo continuamente definido no eixo horizontal é usualmente denominado *senal analógico*.



Exemplos: voz, áudio, sonar, radar, sinais biomédicos, etc.

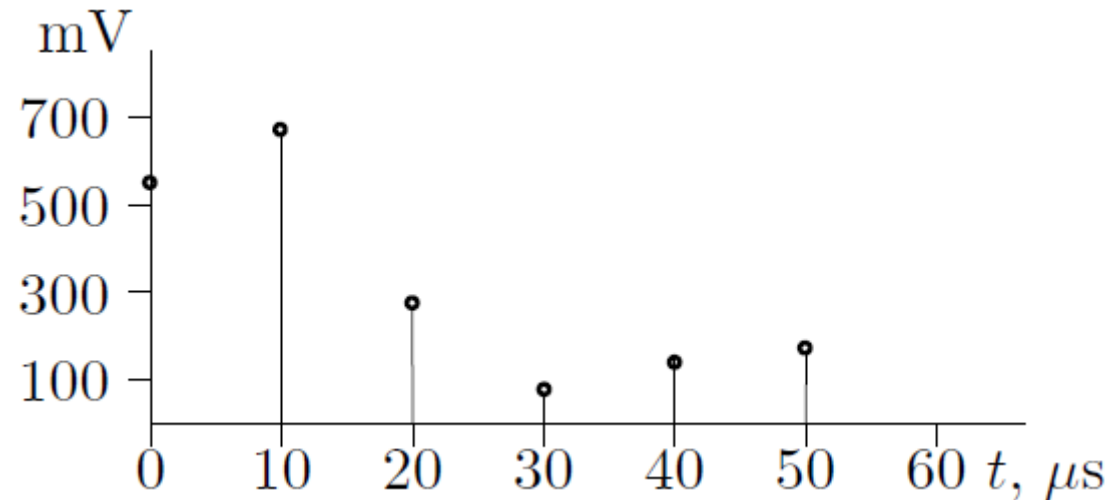
Classificação de Sinais

Em algumas circunstâncias, os sinais analógicos apresentam descontinuidades periódicas produzidas por um circuito *sample-and-hold* (S/H):



Classificação de Sinais

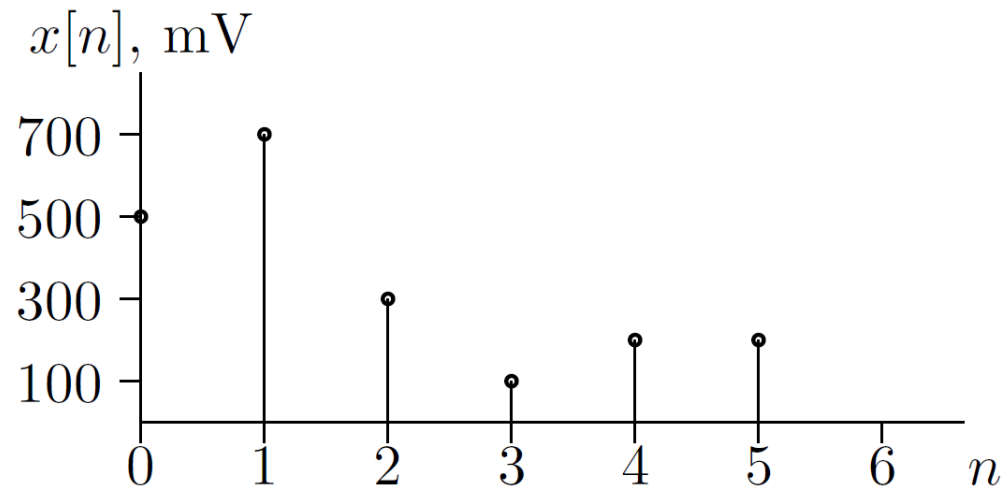
Outras situações requerem o processamento de sequências de dados, graficamente representados abaixo, onde amostras são adquiridas a cada $10\ \mu\text{s}$:



Exemplos: temperatura diária em uma determinada região, consumo mensal de energia ou água, PIB anual, etc.

Classificação de Sinais

- Os sinais discretos no tempo e em amplitude, cujos valores das amostras são codificados por sequências de dígitos (*bits*) 0 e 1 são denominados *sinais digitais*;
- O eixo horizontal é usualmente normalizado pelo período de amostragem (t/T , $t = nT$);
- No exemplo abaixo, $T = 10 \mu s$, $n = 0, 1, 2, \dots$;
- As amplitudes $x[n]$ são codificadas com 3 bits por um *conversor analógico-digital (A/D)*;
 - $x[0] = 500\text{mV}$ (101); $x[1] = 700\text{mV}$ (111); $x[2] = 300\text{mV}$ (011); etc.



Processamento Digital de Sinais

Início dos anos 80:

- Algoritmos de *processamento digital* de sinais tornavam-se cada vez mais poderosos;
- Avanços acelerados da tecnologia de semicondutores permitiam a fabricação de milhões de transistores no mesmo chip;
- Processadores digitais se tornaram capazes de realizar bilhões de operações por segundo;
- Funções tradicionalmente realizadas por circuitos analógicos passaram a ser sintetizadas digitalmente.

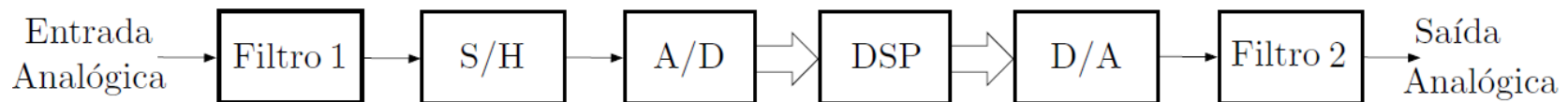
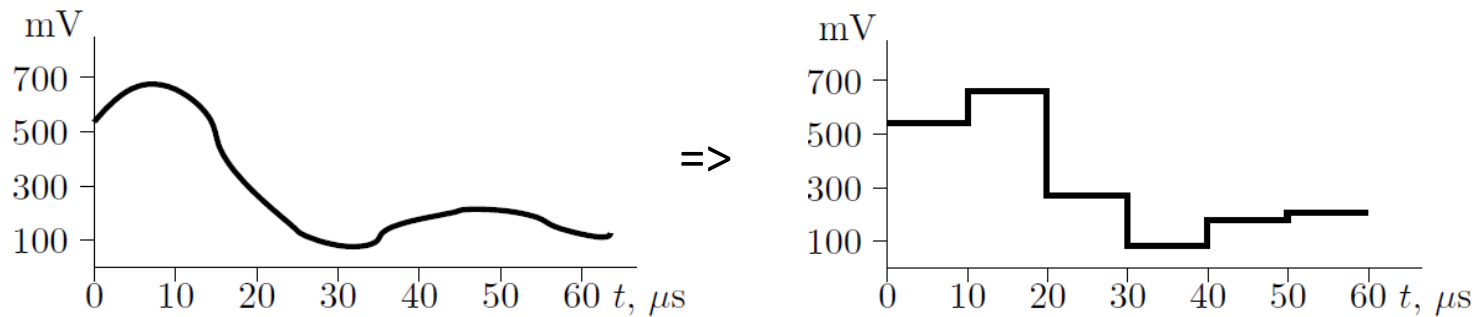


Diagrama de blocos com os estágios principais do processamento digital de sinais analógicos

Processamento Digital de Sinais

Exemplo:

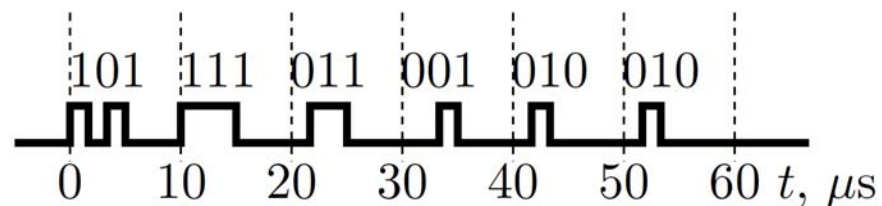
- i. O circuito S/H adquire amostras na taxa de 100 kHz;



- ii. O conversor A/D codifica cada amostra com 3 bits, de forma que o intervalo de 0 a 700 mV seja discretizado em 8 níveis:

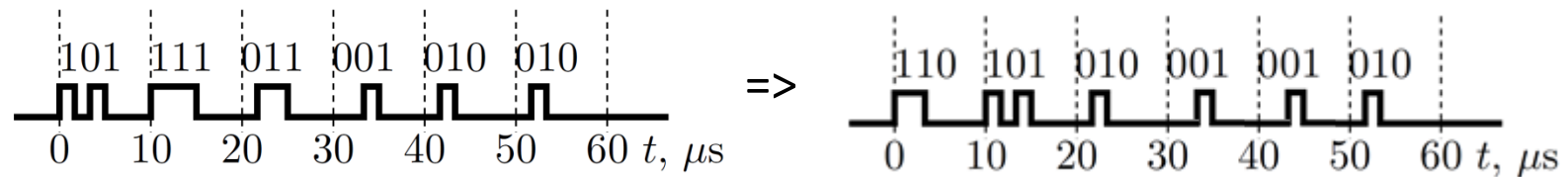
0, 100mV, 200 mV, ..., 700 mV $\Rightarrow$ 000, 001, 010, ..., 111

O sinal é então codificado pela sequência de bits

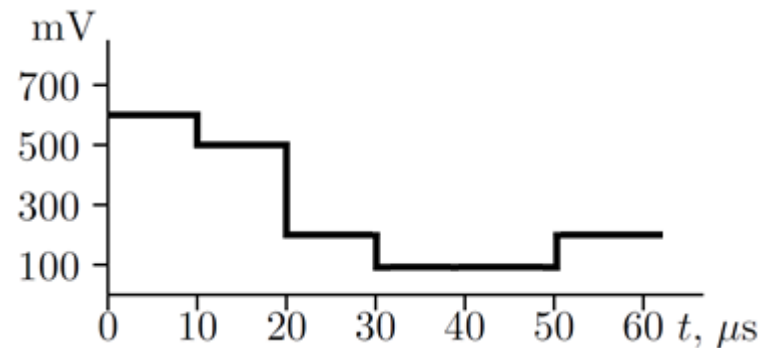


Processamento Digital de Sinais

- iii. A sequência de bits é aplicada ao DSP, que, neste exemplo, tem a função de computar a média entre 2 amostras adjacentes:

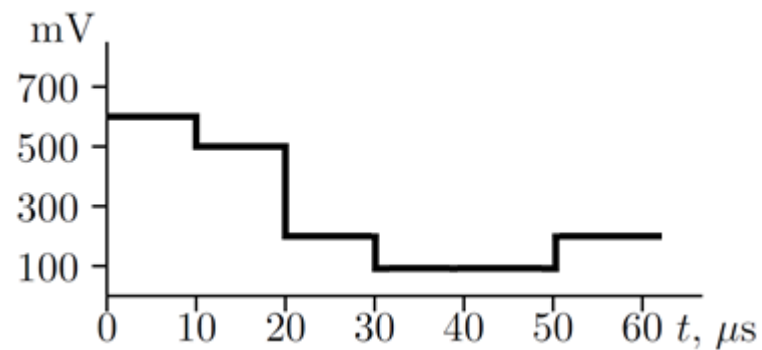


- iv. O conversor D/A produz degraus (na taxa de 10kHz), cujas voltagens correspondem aos códigos fornecidos pelo DSP:



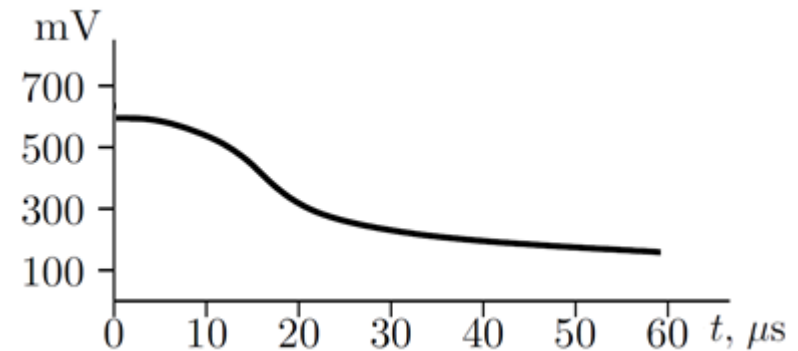
Processamento Digital de Sinais

- v. Finalmente, um filtro de reconstrução (Filtro 2) elimina as discontinuidades do sinal de saída do conversor D/A:



Saída do DSP

=>

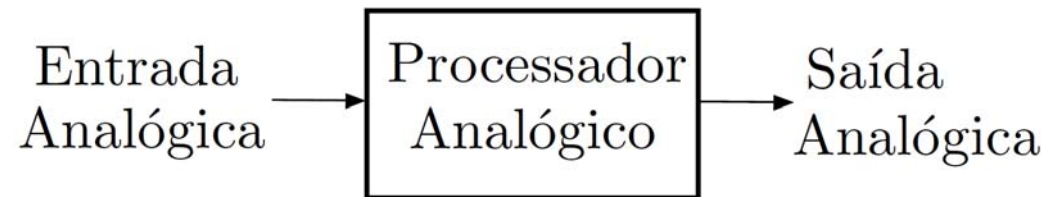


Saída do Filtro 2

Observe que o sinal de saída é uma versão “suavisada” do sinal original. Esta é uma propriedade da operação de média executada pelo DSP.

Processamento Digital x Processamento Analógico

Vantagens do Processamento Analógico:



- Dispensa os estágios de pré-filtragem, A/D, D/A, pós-filtragem e, na maioria das aplicações, o de S/H;
- Geralmente, o processador analógico ocupa menor área em circuito integrado e dissipa menos energia do que o DSP;
- A resolução (bits/amostra) de conversores A/D diminui com o aumento da taxa de conversão;
 - Taxas de alguns GHz alcançam resolução máxima em torno de 6 a 8 bits, em laboratório; na taxa de 100 MHz a resolução pode chegar a 12 bits.

Processamento Digital x Processamento Analógico

Vantagens do Processamento Digital:

- O processamento é implementado em software no DSP e pode ser modificado para se adequar a várias aplicações;
- No exemplo da média:
 - o algoritmo pode ser facilmente alterado para incluir um número maior de amostras e aumentar a atenuação de componentes em frequências indesejáveis do sinal;
 - pesos podem ser introduzidos de forma que uma média ponderada despreze as amostras mais antigas;
- O DSP pode ser programado para se adaptar às características do sinal, operando assim como um sistema variante no tempo;
- Os DSPs alcançam precisões elevadas, dependendo apenas do número de bits atribuídos às amostras e às operações aritméticas;
- Os processadores analógicos empregam elementos passivos (R, L, C) e ativos (transistores), o que os torna mais ruidosos, menos precisos, e menos lineares do que os processadores digitais.

Representação Gráfica de Sinais Discretos no Tempo

- Os sinais discretos no tempo são representados por sequências de amostras;
- O eixo horizontal é normalizado pelo período de amostragem ($T = 10 \mu\text{s}$, no exemplo): $n = 0, 1, 2, \dots$;
- O eixo vertical apresenta as amplitudes $x[n]$;

