

# SCE-237

## Redes de Alto Desempenho

2008

# O que é? (no wikipedia)

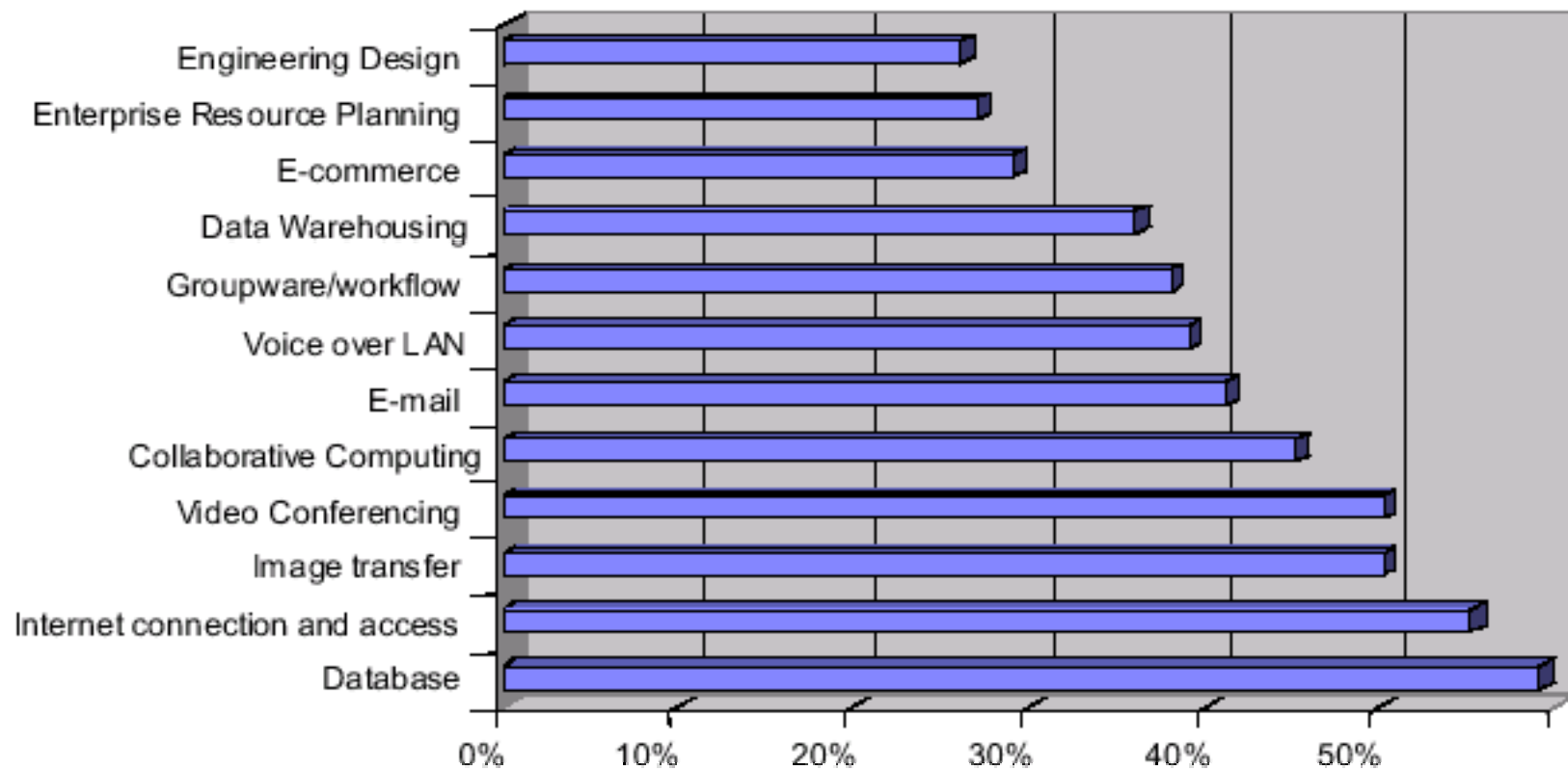
**Network performance** refers to the level of quality of service of a telecommunications product [1] as seen by the customer. **It should not be seen merely as an attempt to get "more throughput" the network.**

The following list gives examples of Network Performance measures for a circuit-switched network and one type of packet-switched network, viz. ATM:

- Circuit-switched networks: In circuit switched networks, network performance is synonymous with the grade of service. The number of rejected calls is a measure of how well the network is performing under heavy traffic loads.[\[1\]](#) Other types of performance measures can include noise, echo and so on.
- ATM: In an Asynchronous Transfer Mode ATM network, performance can be measured by line rate, QoS, data throughput, connect time, stability, technology, modulation technique and modem enhancements.[\[2\]](#)

# Quem precisa de Desempenho?

## Aplicações com necessidade de QoS



# Conteúdo

- Objetivos

“Avançar os conhecimentos obtidos pelos alunos em redes de computadores adicionando conceitos fundamentais de tecnologia de alta velocidade e de Qualidade de Serviço principalmente com vistas à transmissão de mídia contínua.”

- Programa Resumido

“Revisão de redes de computadores. Fast Ethernet, Gigabit Ethernet. Redes ATM. Fibras e Switches. LANs e Backbones de Alta Velocidade. Transmissão de mídia contínua. Serviços de Vídeo-On-Demand. Qualidade de Serviço. Estudo de Casos.”

## CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

- **PROVAS:** Serão realizados dois tipos de provas: provinhas serão realizadas todas as aulas, inclusive nas práticas, e valerão 4 pontos no total; uma prova individual será feita, no final do curso, valendo até 6 pontos. As provinhas serão feitas em grupo de 4 alunos, não precisando ser formados grupos fixos. Cada aluno terá A (30%) ou B (70%) ou Zero como avaliação em cada aula e não poderá ter mais que 30% de Zeros durante o curso (será reprovado por falta, caso isso ocorra). 4 das provinhas terão status de projeto e valerão 1 ponto (dentro dos 4 possíveis). Eventualmente estes projetos serão apresentados oralmente.
- **AULAS PRÁTICAS:** Esperamos realizar pelo menos 2 labs (sobre configuração IP e mobilidade).

## **Provinha 1 – 05.08.2008**

### **Uma breve visita ao livro do Tanenbaum**

Na folha de respostas, escrever os nomes dos 4 participantes, em ordem alfabética:

N. USP	Nome por extenso	email
N. USP	Nome por extenso	email
N. USP	Nome por extenso	email
N. USP	Nome por extenso	email

Cap1 - 5 questões sobre protocolos

Cap2 - 10 sobre os diversos itens (eu gostaria de saber o que eles sabem sobre fibras, radio, noise, atenuação, interferencia, etc)

Cap3 - 3 questões sobre sliding windows

Cap4 - 4 questões sobre aloha, csma e ethernet + 4 questões sobre protocolos sem fio + 2 questões sobre switching

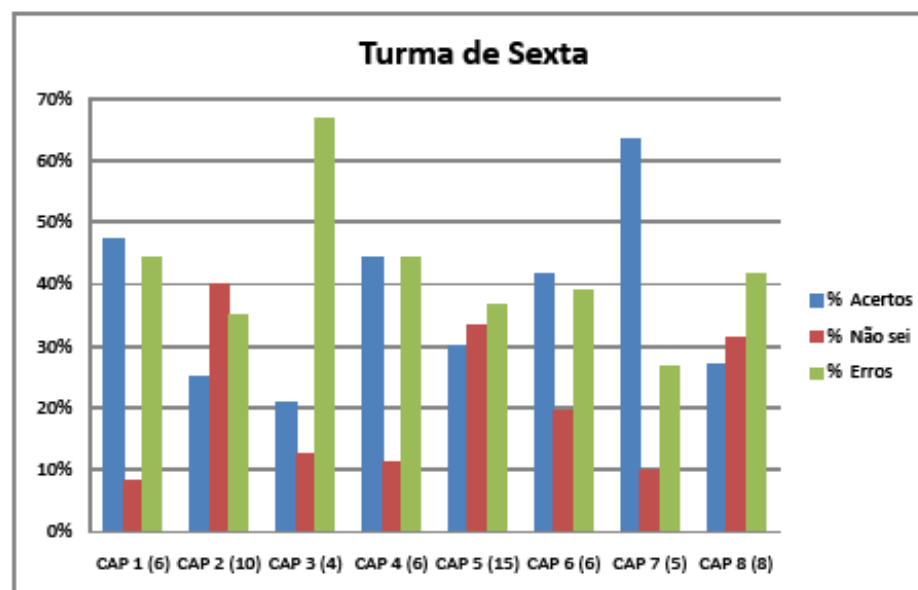
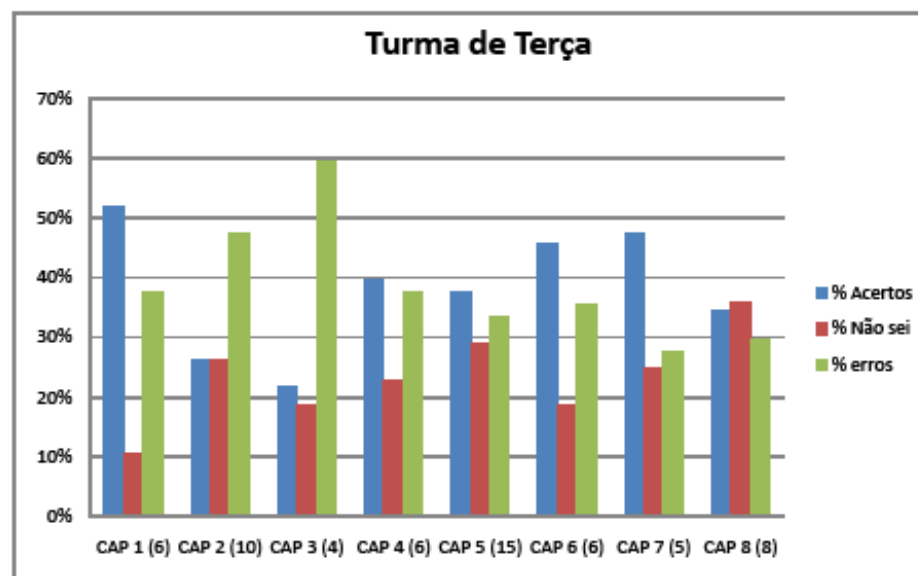
Cap5 - 6 questões sobre routing (incluindo AS, OSPF e BGP) + 3 sobre controle de congestionamento + 3 sobre QoS + 4 sobre IP (v4 e v6)

Cap6 - 5 questões sobre TCP, UDP, etc

Cap7 - 5 questões sobre SMTP, HTTP, POP, IMAP, etc

Cap8 - 6 questões sobre segurança (com pelo menos umas 3 sobre algoritmos de criptografia)

## Relatório RAD – Visita ao Tanenbaum



# Conceitos Básicos do Capítulo 1

MACs disciplinam o uso de um meio, com regras específicas

Meios mais comuns: cobre, ar (rádio), fibra (luz)

Protocolos são regras projetadas para capacitar a comunicação entre processos

Protocolos são Orientados a Conexão ou Connectionless  
(TCP é orientado a conexão e funciona sobre IP que é connectionless)

Hierarquias de protocolos são montadas. Uma camada oferece serviços para a camada imediatamente superior

Características de projeto: endereçamento, controle de erros e de fluxo, multiplexação, etc

Um link de comunicação pode ser circuit-switched ou packet-switched

Redes bem difundidas: internet, ethernet, ATM, 802.11



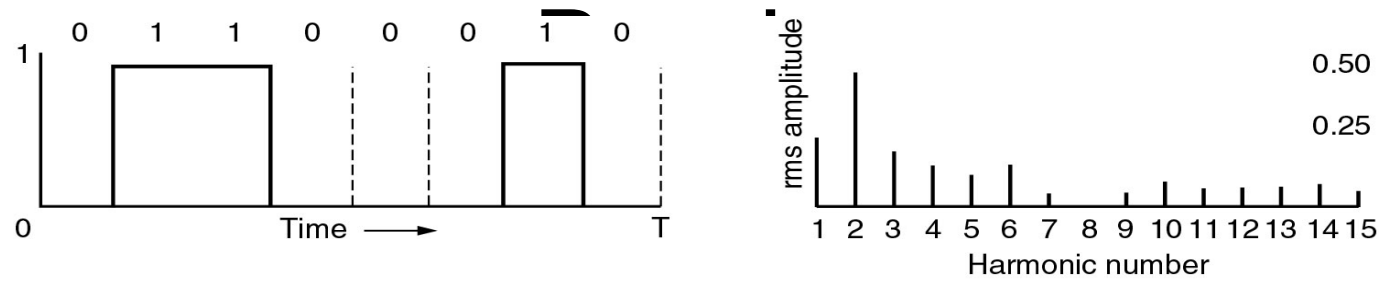
Um pouco sobre sinais...

... e sua conexão com a camada física  
(capítulo 2), QoS (capítulo 5) e multimídia  
(capítulo 7)

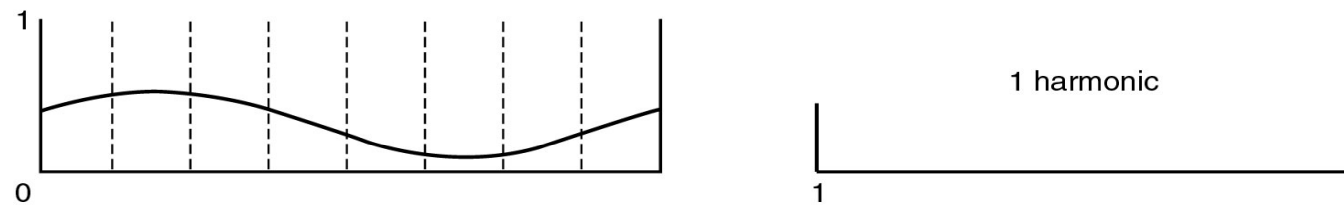
# A Base Teórica para a Comunicação de Dados

- Análise de Fourier
- Sinais Limitados pela Largura de Banda
- Taxa de Dados Máxima de um Canal

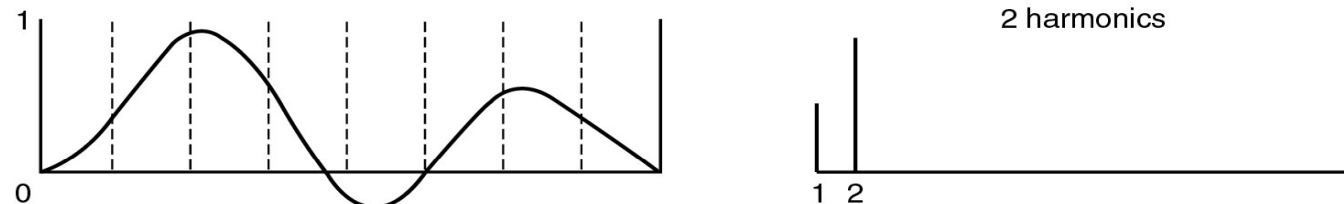
# Sinais Limitados pela Largura de



(a)



(b)

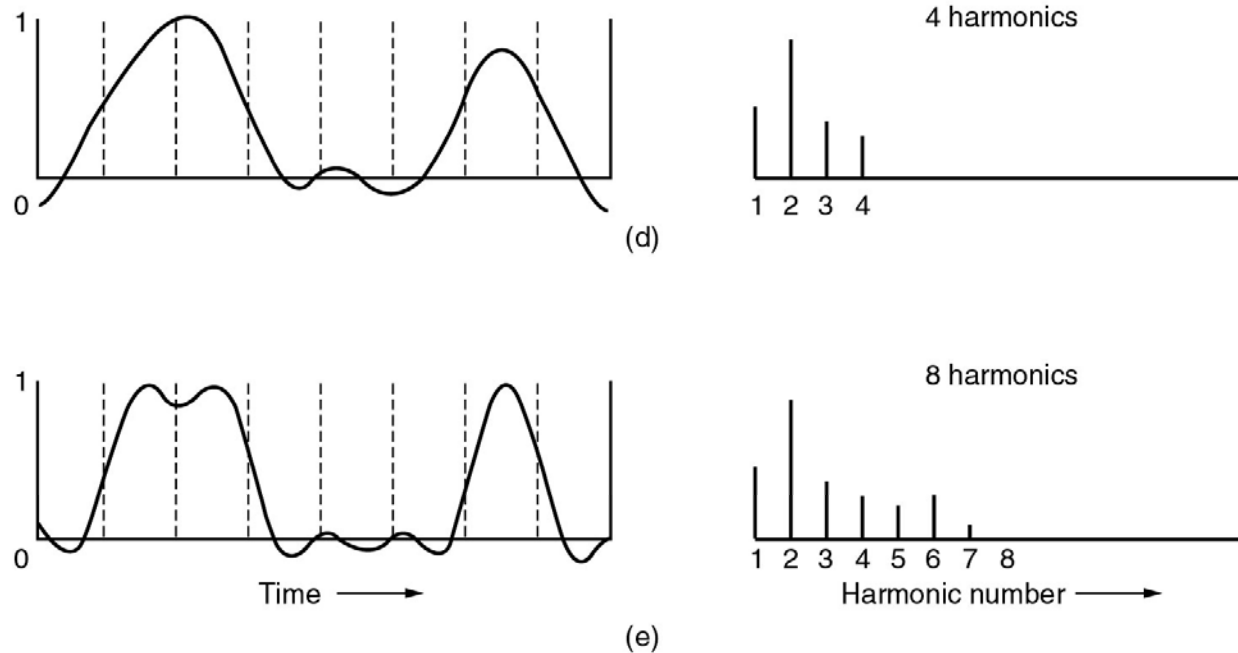


(c)

Um sinal binário e suas amplitudes de média quadrática Fourier.

(b) – (c) Aproximações sucessivas do sinal original.

# Sinais Limitados pela Largura de Banda (2)

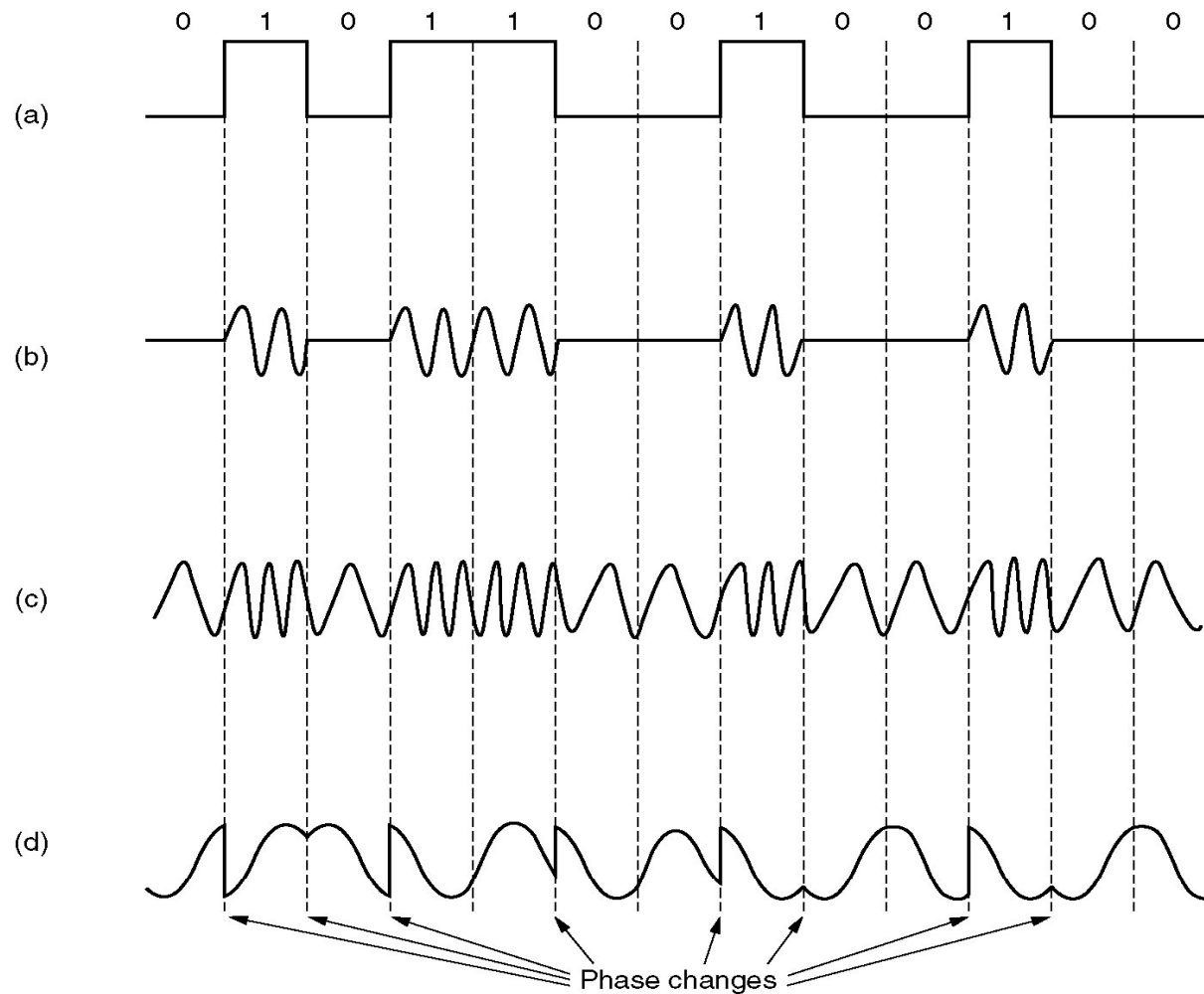


(d) – (e) Aproximações sucessivas do sinal original.

# Sinais Limitados pela Largura de Banda (3)

<b>Bps</b>	<b>T (msec)</b>	<b>First harmonic (Hz)</b>	<b># Harmonics sent</b>
300	26.67	37.5	80
600	13.33	75	40
1200	6.67	150	20
2400	3.33	300	10
4800	1.67	600	5
9600	0.83	1200	2
19200	0.42	2400	1
38400	0.21	4800	0

# Modems



(a) Um sinal binário

(b) Modulação por  
amplitude

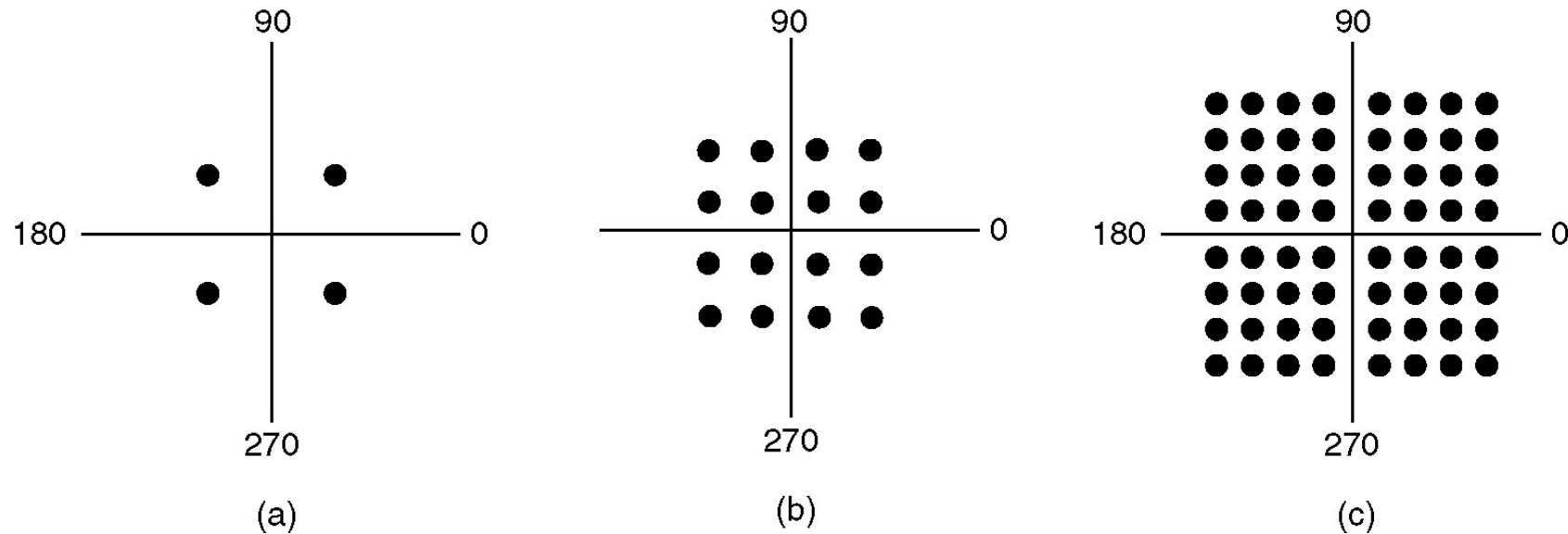
(c) Modulação por  
frequência

(d) Modulação por fase

# Baud rate e Bit rate

- baud rate = frequencia do sampling
- bit rate = baud rate \*  
número de bits por sampling

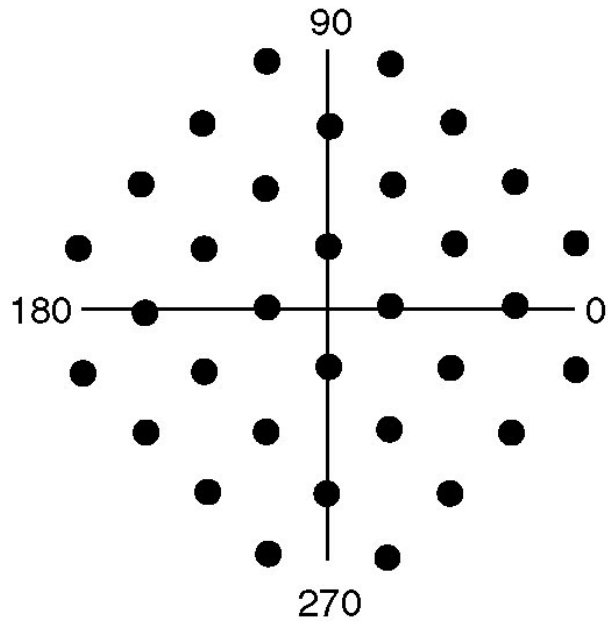
# Modems (2)



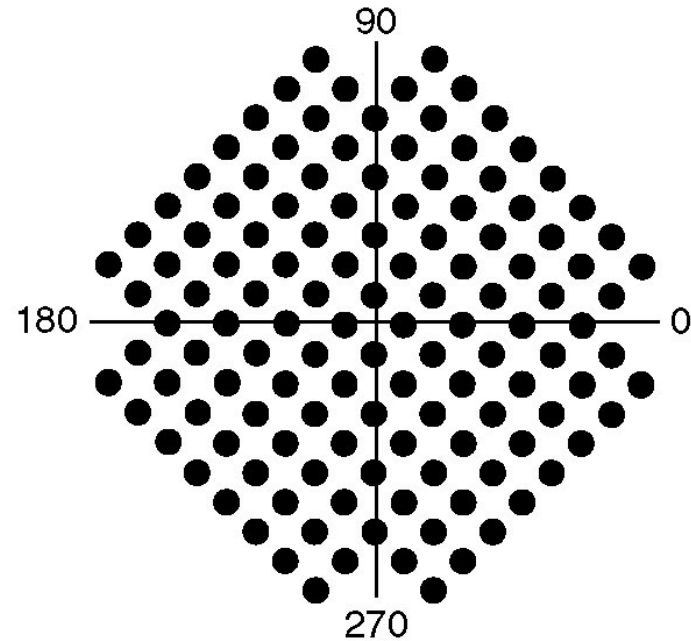
- (a) QPSK (quadrature phase shift keying - 2 bits).
- (b) QAM-16 (quadrature amplitude modulation - 4 bits).



# Modems (3)



(a)



(b)

(a) V.32 para 9600 bps.

(b) V32 bis para 14,400 bps.

# Áudio

(com material extraído de aulas do Rudinei)

- 1 – Características do Som.
- 2 – Digitalização.
- 3 – Compressão de Áudio (no curso de multimídia).

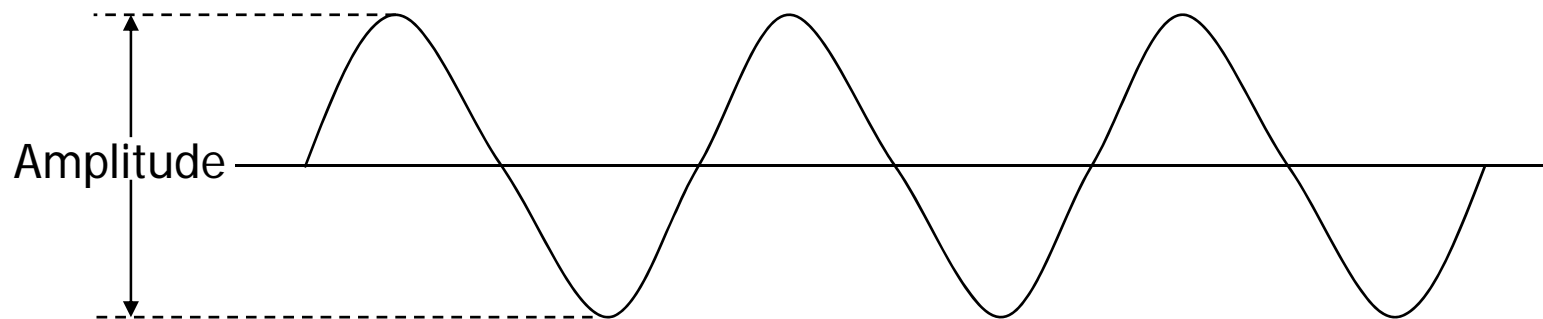
# 1. Características do Som

# 1.1 - O quê é som?

- Som é um fenômeno físico produzido por variações (vibrações) na pressão do ar.
  - Cordas de violino, bater palmas, cordas vocais, ...
- Com as variações
  - as moléculas vizinhas vibram no ar criando uma variação de pressão no ar à volta.
  - Essa alteração entre altas pressões e baixas pressões propaga-se no ar, em todas as direções, como uma onda (mecânica).

# 1.2 - Características físicas do som.

- Som é uma onda mecânica.
  - Possui alguns aspectos, entre eles: amplitude e frequência.



- Amplitude -> Intensidade
  - Está relacionada ao volume do som. Quanto maior a amplitude, mais alto ouvimos o som.

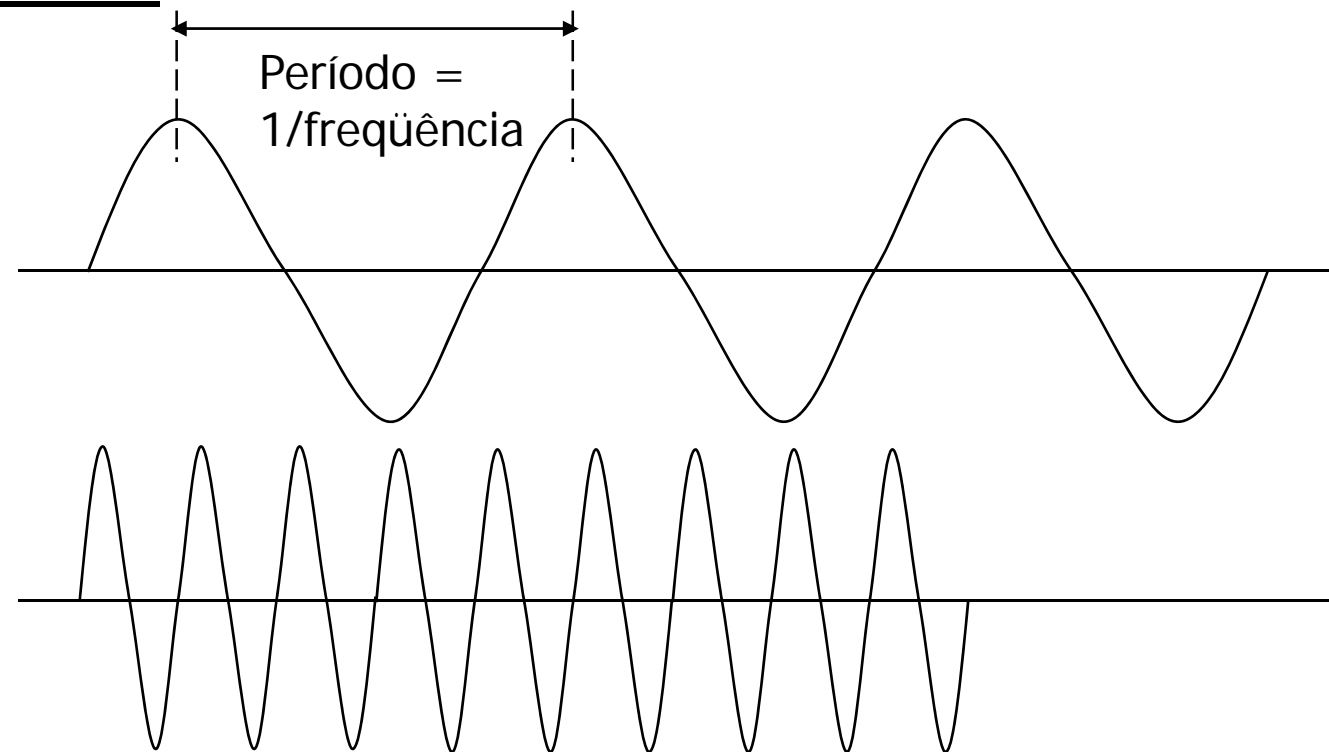
# 1.2 - Características físicas do som.

- Amplitude -> Intensidade
  - Medida em decibéis (dB).

Intensidade	Exemplos típicos
0dB	Limite da audição
25dB	Estúdio de gravação
50dB	Escritório
70dB	Conversação típica
90dB	<i>Home audio</i>
120dB	Limiar da dor
140dB	Show de rock

# 1.2 - Características físicas do som.

- Frequência



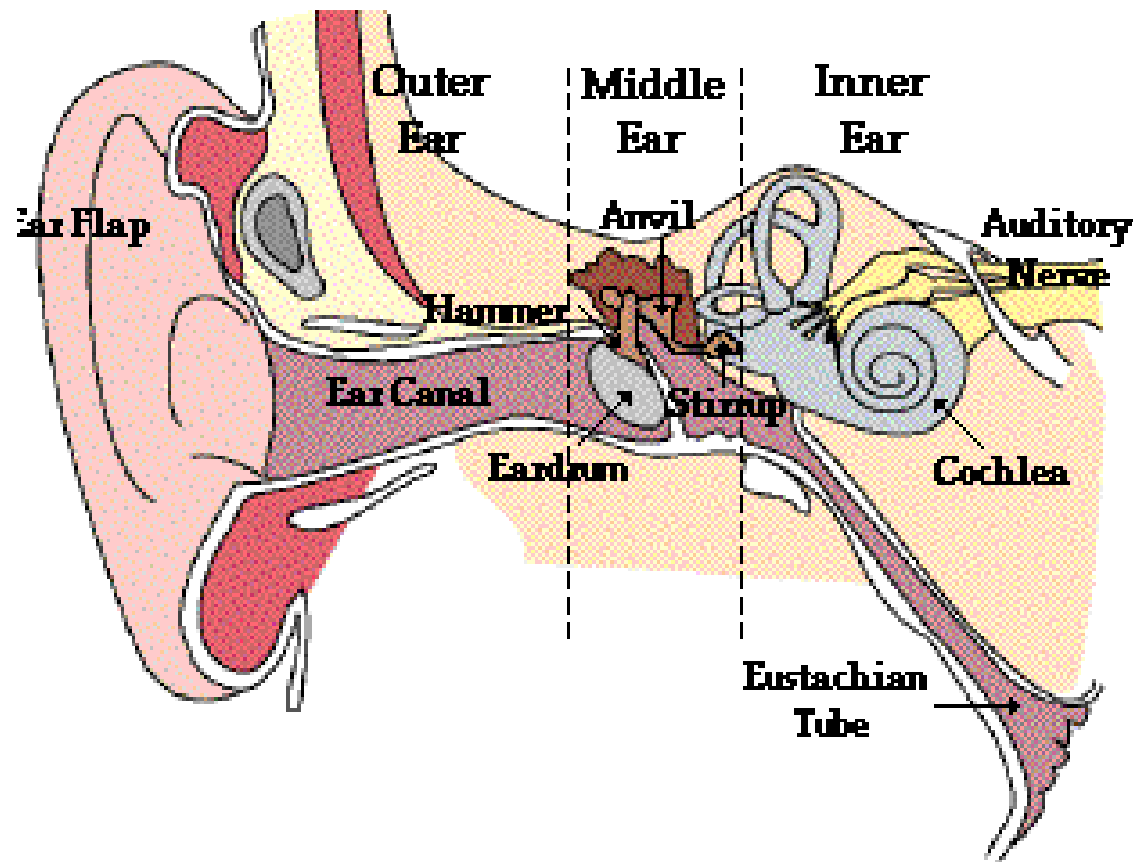
- Frequência determina altura do som (altura  $\neq$  volume).  
Frequências altas = altura maior = sons agudos.  
Frequências baixas = altura menor = sons graves.

# 1.2 - Características físicas do som.

Categoria	Intervalo de Frequência
Infra-som	0 - 20 Hz
Som Audível	20 Hz - 20 KHz
Ultra-som	20 KHz - 1GHz
Hipersom	1 GHz - 10 GHz



# 1.3 – Como ouvimos sons?



- As ondas sonoras atingem o tímpano.
- O tímpano faz os ossos do ouvido médio vibrarem.
- Essas vibrações são convertidas em impulsos nervosos que são transmitidos, via o nervo auditivo, para o cérebro.
- Quando esses impulsos chegam ao cérebro, “ouvimos” o som!

## 1.3 – Como ouvimos sons?

- Assim, o ouvido funciona como um sensor ou transdutor que converte sons em estímulos nervosos que podem ser interpretados pelo cérebro.

## 2. Digitalização

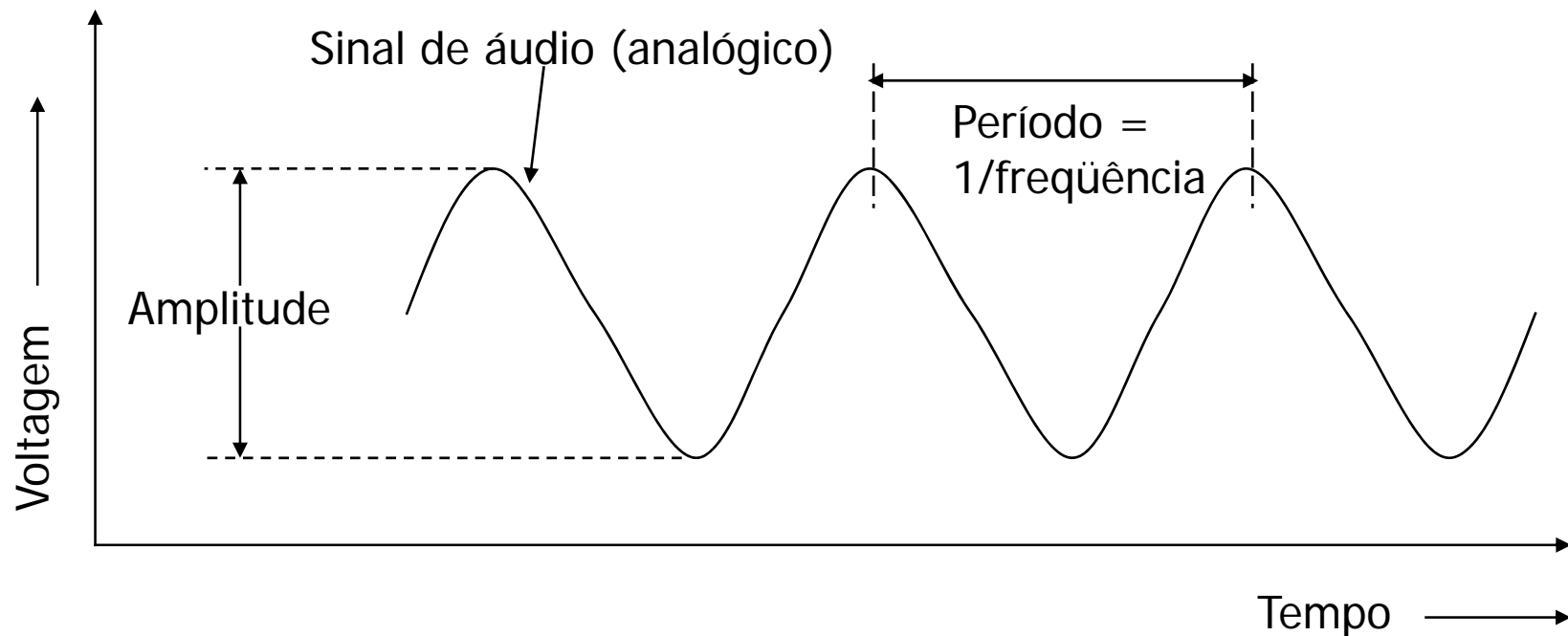
## 2.1 - Termos-chave

- código (*codeword*):
  - Representação de uma informação através de uma combinação única de um conjunto de bits.
- sinal analógico:
  - Sinal elétrico cuja amplitude varia com o tempo (*time varying*).
- codificador:
  - Circuito elétrico responsável por converter sinais analógicos em um formato digital.
- amostragem (*sampling*):
  - Processo pelo qual amostras da amplitude de um sinal analógico são tomadas em intervalos regulares de tempo. Cada amostra é convertida em um valor digital correspondente (quantização).
- decodificador:
  - Circuito elétrico responsável por converter amostras digitalizadas em seu correspondente valor analógico.

## 2.2 - Princípios de Digitalização.

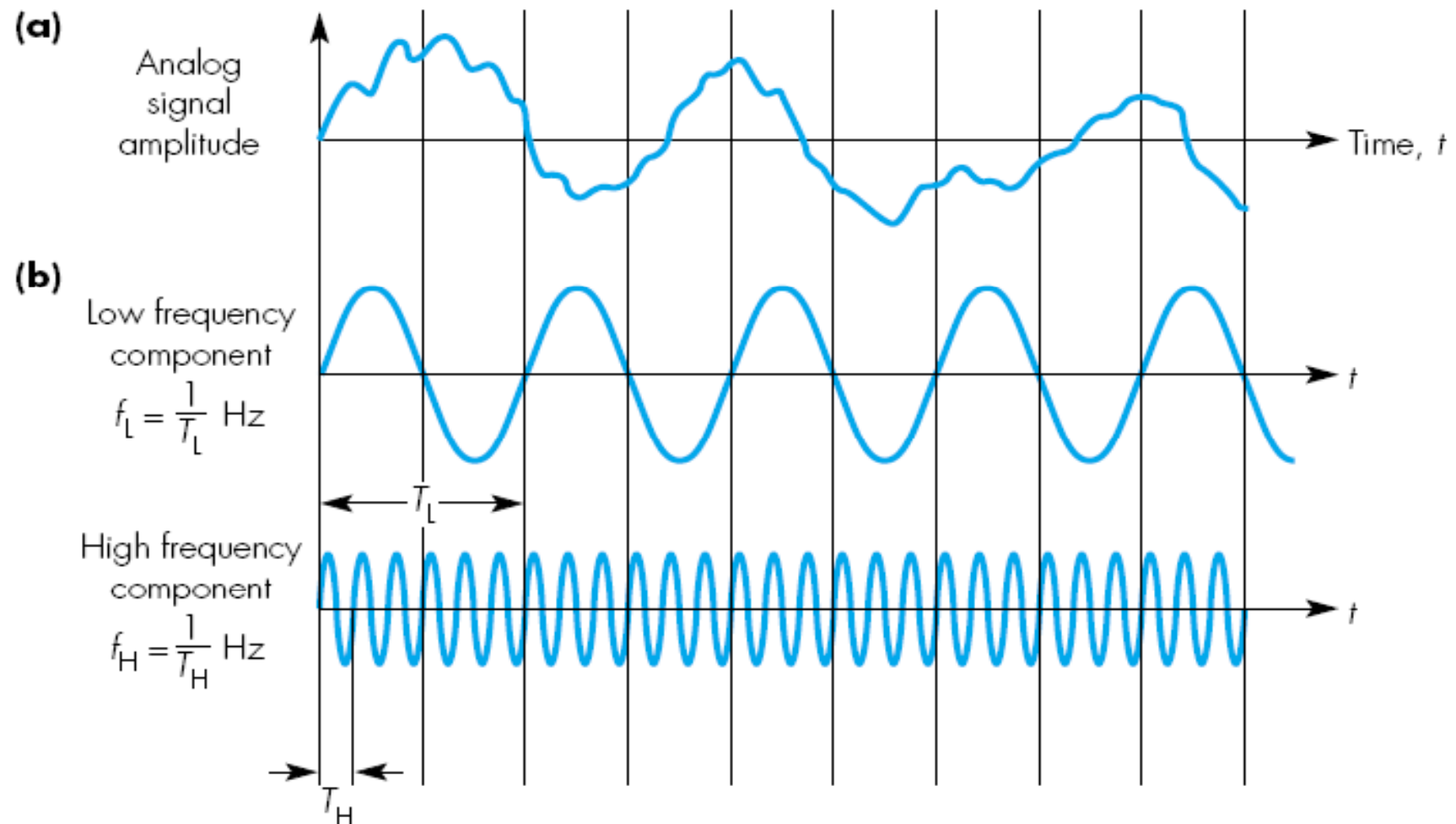
- Para poder ser utilizado em um computador, o som precisa de duas transformações:
  - Eletrônica: conversão de ondas mecânicas em sinais elétricos.
  - Digital: conversão de sinais elétricos em bits.
- Similarmente ao ouvido, o microfone é um transdutor.
  - Converte as variações de pressão do ar em sinais elétricos usáveis pelos equipamentos de áudio.
  - A saída de um microfone é uma voltagem elétrica analógica que varia no tempo do mesmo modo que as ondas mecânicas do som = **Sinal de Áudio**

## 2.2 - Princípios de Digitalização.



- Freqüência: taxa com que o sinal varia entre valores positivos e negativos. É medida em Hertz (Hz).
- Amplitude: diferença entre os máximos valores positivos e negativos do sinal de áudio. Pode ser expressa observando-se a voltagem (dependente do sistema).

## 2.2 - Princípios de Digitalização.



$T_{L/H}$  = time for one cycle = signal period

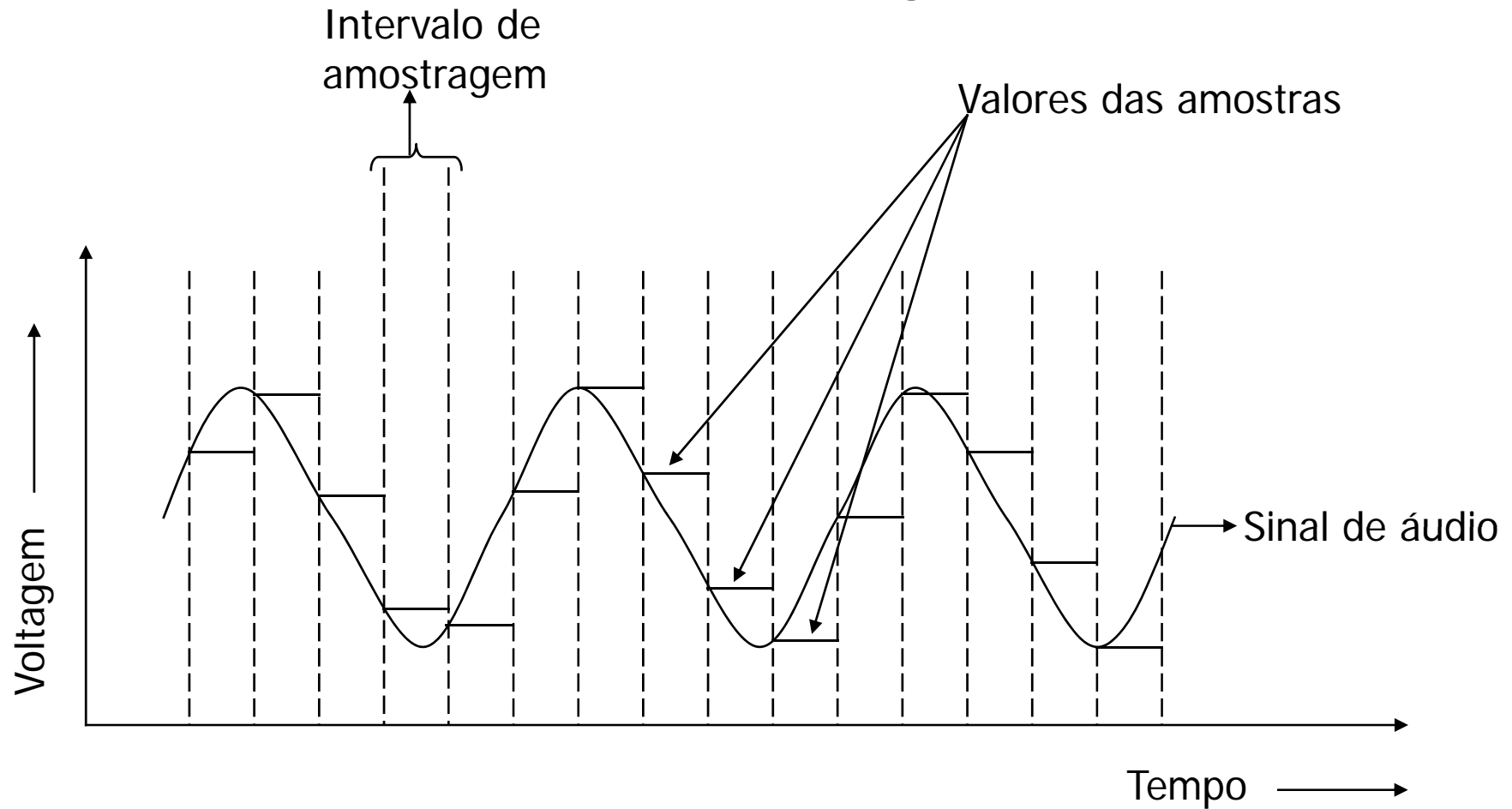
## 2.2 - Princípios de Digitalização.

- Conversão analógico-digital.
  - Sinal de áudio possui duas dimensões: voltagem e tempo. As quais serão digitalizadas através de dois processos:
    - Amostragem: realiza uma leituras periódicas e instantâneas da voltagem em espaços de tempo uniformes.
    - Quantização: converte os valores analógicos amostrados em valores digitais.
  - Codificador:
    - Filtro digital + ADC (Analog to Digital Converter)



## 2.3 - Amostragem.

- Intervalos de amostragem.



## 2.3 - Amostragem.

- O quanto deve ser amostrado?
  - Reconstruir exatamente o sinal = infinitas amostras.
  - Poucas amostras = sinal distorcido.

## 2.3 - Amostragem.

- O quanto deve ser amostrado?
  - Teorema de Nyquist: “Para obter uma representação precisa de um sinal analógico, sua amplitude deve ser amostrada a uma **taxa** mínima igual ou superior ao dobro da componente de mais alta frequência presente no sinal”. (taxa de Nyquist).
  - Ex. Se a frequência mais alta do sinal é de 20KHz, para que a reconstrução seja precisa, a amostragem deve ser realizada a 40KHz, ou 40 Ksps.
    - sps = samples per second.

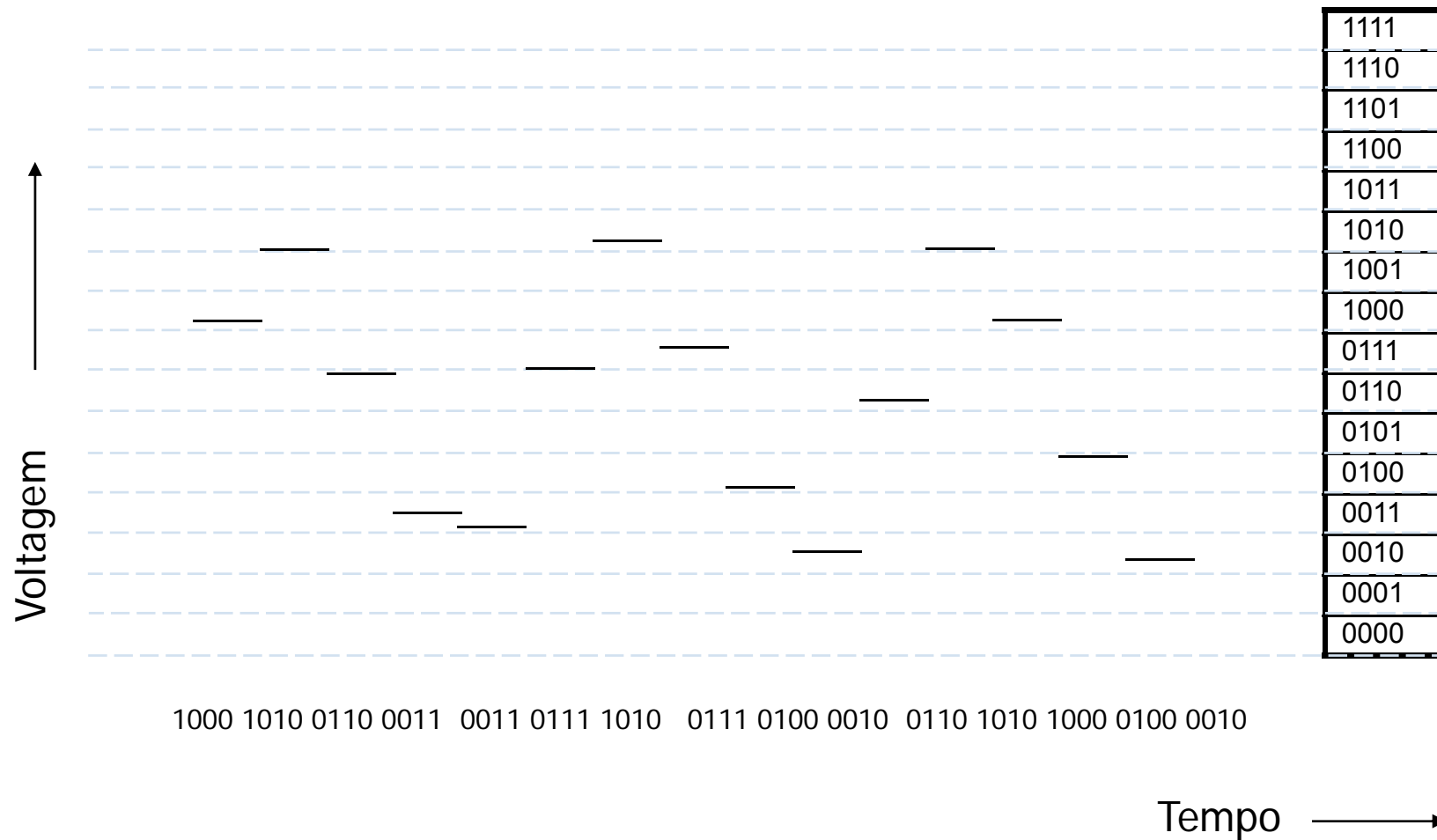
## 2.3 - Amostragem.

- Filtros anti-aliasing.
  - Removem as componentes acima da taxa de Nyquist.
- Em sistemas multimídia:
  - A largura de banda do canal é normalmente menor que a largura de banda do sinal.
    - A taxa de amostragem é determinada pelo largura de banda do canal.
    - A taxa de Nyquist será baseada na frequência mais alta suportada pelo canal.

## 2.4 - Quantização.

- Processo pelo qual os valores analógicos das amostras tomadas da amplitude do sinal são convertidos em valores digitais.
- Para reconstruir exatamente o sinal:
  - Necessidade de um número infinito de bits.
  - Usando um número finito de bits:
    - Representa-se cada amostra através de um número correspondente de níveis discretos.

## 2.4 - Quantização.



## 2.4 - Quantização.

- Amostragem e Quantização
  - Número de amostras x número de níveis.
    - Compromisso.
  - Como descobrir o número ótimo de bits por amostra?
  - Quantização resulta em distorções.

## 2.5 - Digitalização.

- Taxas comuns de amostragem:
  - 8.000Hz, 11.025Hz, 22.050Hz e 44.100Hz (CD).
- Números comuns de bits por amostra:
  - 4, 8, 16 e 24.
- Canais de som:
  - 1 (mono), 2 (stereo), 3, 5, 7, ...
- Qualidade de CD:
  - Amostras a 44.100Hz (4,1 KHz), 16 bits por amostra e 2 canais de som (stereo).



## 2.5 - Digitalização.

- Técnica conhecida como **modulação por código de pulso** (linear).
  - *Pulse Code Modulation* – PCM. PCM linear.
- Circuito que realiza amostragem e quantização:
  - Conversor analógico-digital (*analog to digital converter* – ADC).
  - Caminho inverso: DAC. Usado na reprodução de áudio digital.
- PCM é normalmente implementado em hardware.

## 2.5 - Digitalização.

- Após a captura
  - os dados amostrados e quantizados devem ser “guardados” em algum formato – mídia de representação.
  - WAV e MP3, por exemplo.

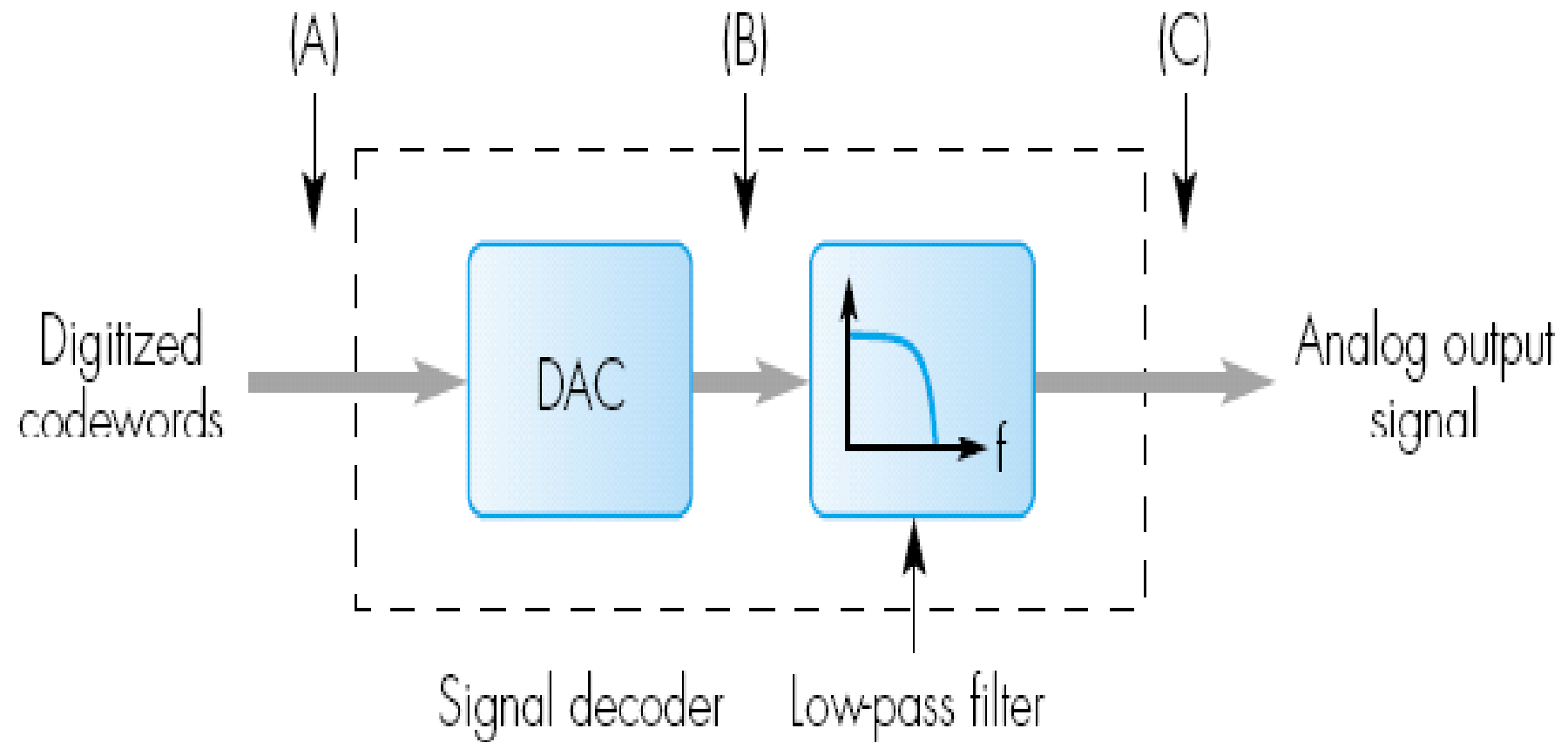
## 2.6 - Digitalização.

- Aspectos quantitativos.
  - Quantos bytes serão necessários para armazenar 1 segundo de áudio, capturado com qualidade de CD?

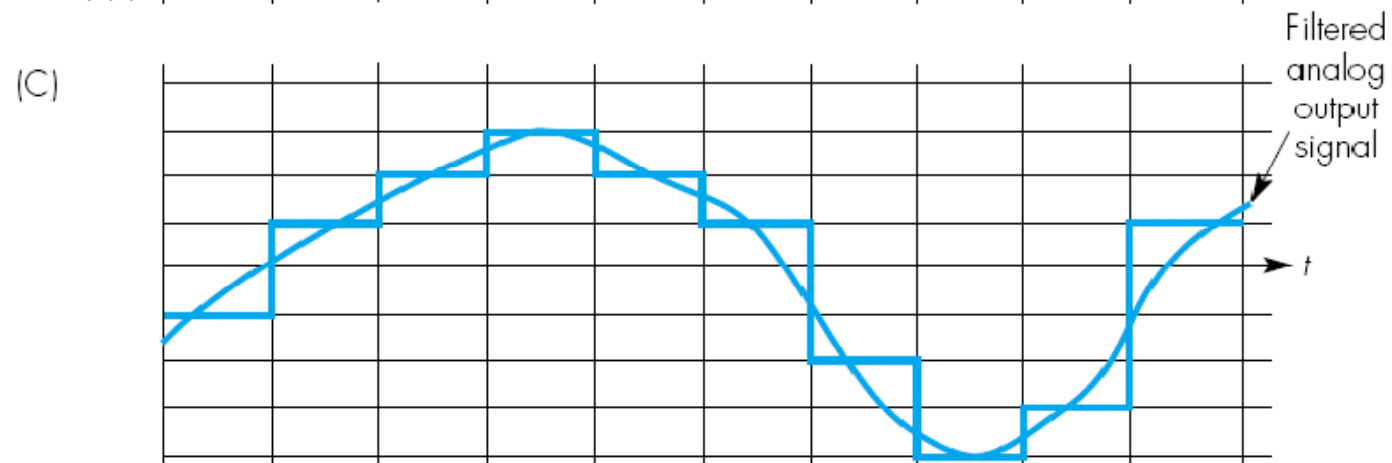
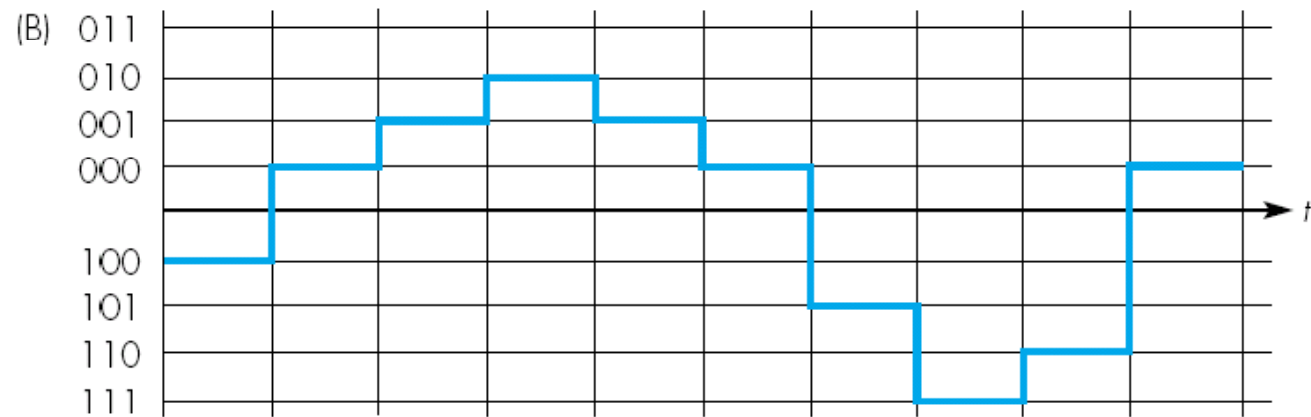
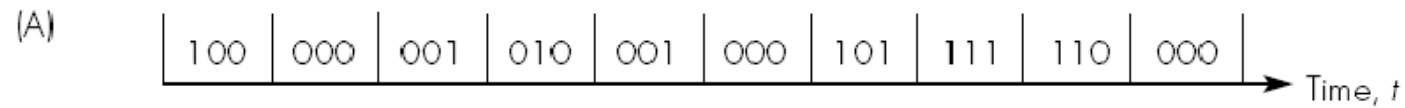
## 2.6 - Digitalização.

- Aspectos quantitativos.
  - Quantos bytes serão necessários para armazenar 1 segundo de áudio, capturado com qualidade de CD?
  - $1(\text{segundo}) * 44.100 (\text{taxa de amostragem}) * 2 (16 \text{ bits por amostra}) * 2 (\text{som estéreo}) = 176.400 \text{ bytes.}$
  - Necessidade para transmissão: 1,41Mbps!

## 2.7 - Decodificador



## 2.7 - Decodificador



## 2.7 - Decodificador

- Necessidade do filtro passa-baixa:
  - DAC geral um sinal analógico contendo inúmeras componentes de alta frequência (Fourrier).
  - Para reproduzir o sinal original, usa-se o filtro para “cortar” as altas frequências do sinal.
- Aplicações multimídia envolvem comunicação full-duplex.
  - Terminal precisa processar informações de entrada (decodificar um sinal) e de saída (codificar um sinal).
  - Codificadores e decodificadores de áudio/vídeo são frequentemente combinados em uma só unidade: o codec.

# Provinha2 – 12.08.2008

Escrever os nomes dos 4 participantes, em ordem alfabética:

N. USP	Nome por extenso	email
N. USP	Nome por extenso	email
N. USP	Nome por extenso	email
N. USP	Nome por extenso	email

Um link de transmissão com capacidade de 1 Mbps vai conduzir áudio com as seguintes características (para cada canal):

- qualidade de CD;
- Estéreo;
- Um canal de controle de 128 Kbps;
- Compressão média de 20/1;

Quantos canais poderão ser multiplexados neste link? Qual a diferença se o link for circuit-switched ou packet-switched? Pode haver problema de congestionamento no link? Explique.