

# **Mídias Discretas e Contínuas**

**Profa. Débora Christina Muchaluat Saade**

**debora@midia.com.uff.br**

# Mídias Contínuas

- ✓ **Mídias Contínuas (dinâmicas ou dependentes do tempo)**
  - *Digitalização de Sinais*
  - *Áudio*
  - *Vídeo*

# Tipos de Sinal

## ✓ Sinal Analógico

- *Variação Contínua*



Sinal analógico

## ✓ Sinal Digital

- *Variação Discreta*
- *Intervalo de Sinalização*

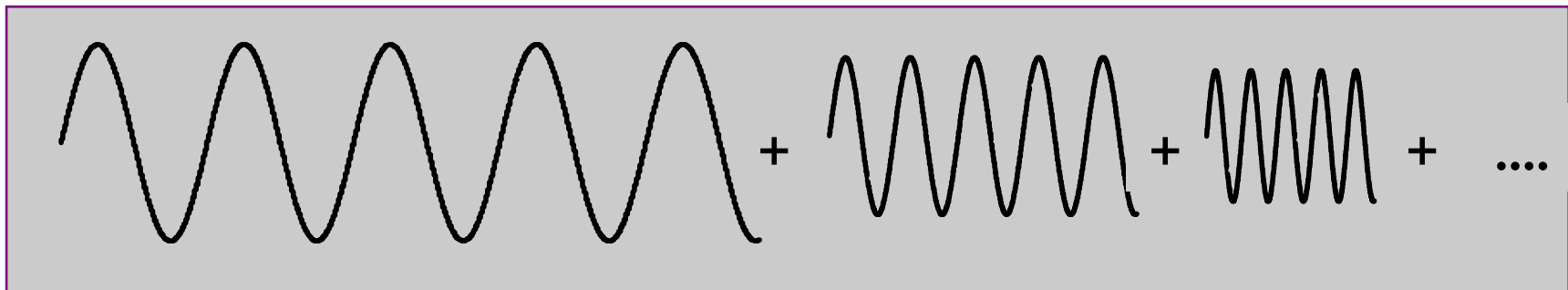


Sinal digital

Qualquer informação pode ser transmitida através de sinal analógico ou digital

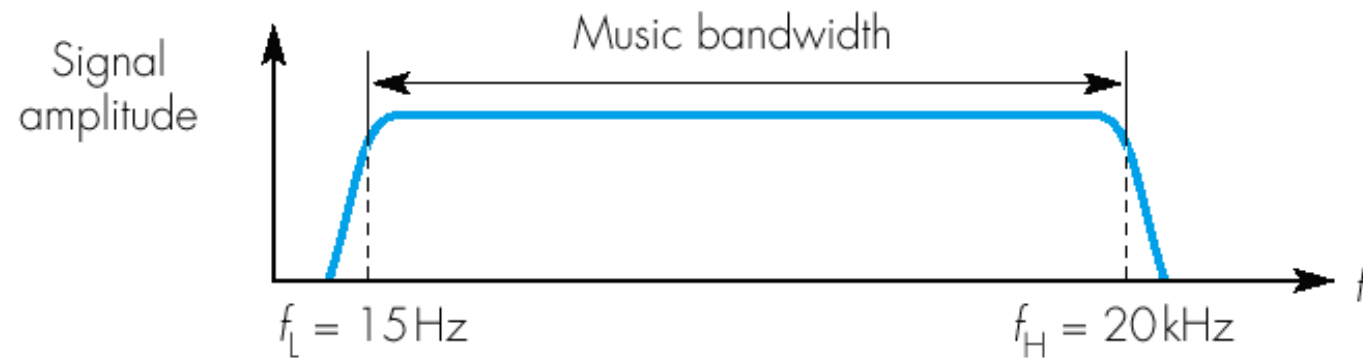
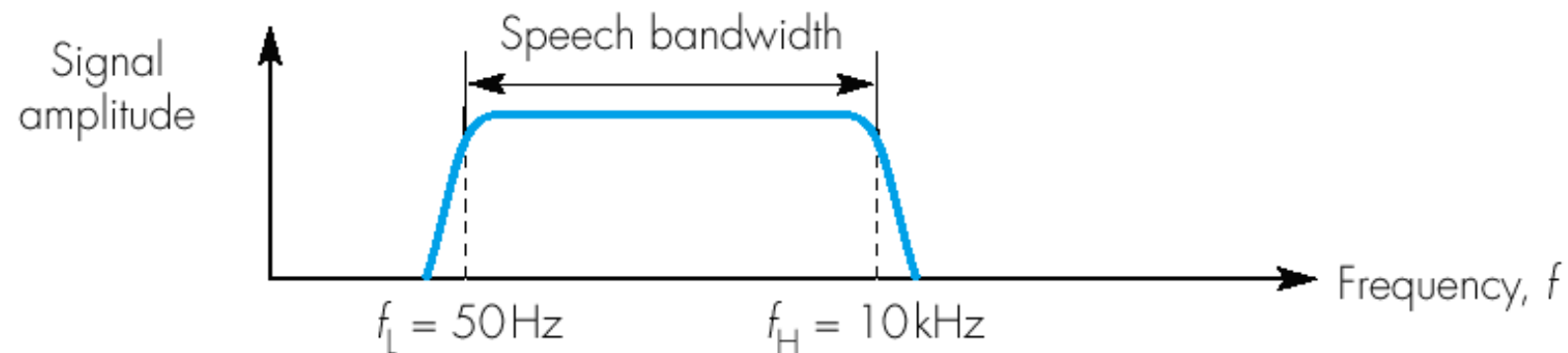
# Sinal Analógico

- ✓ **Amplitude do sinal varia continuamente com o tempo**
- ✓ **Análise de Fourier é uma técnica matemática que pode ser usada para mostrar que qualquer sinal analógico, com variação no tempo, é composto de uma soma, possivelmente infinita, de componentes de frequência.**



# Exemplo

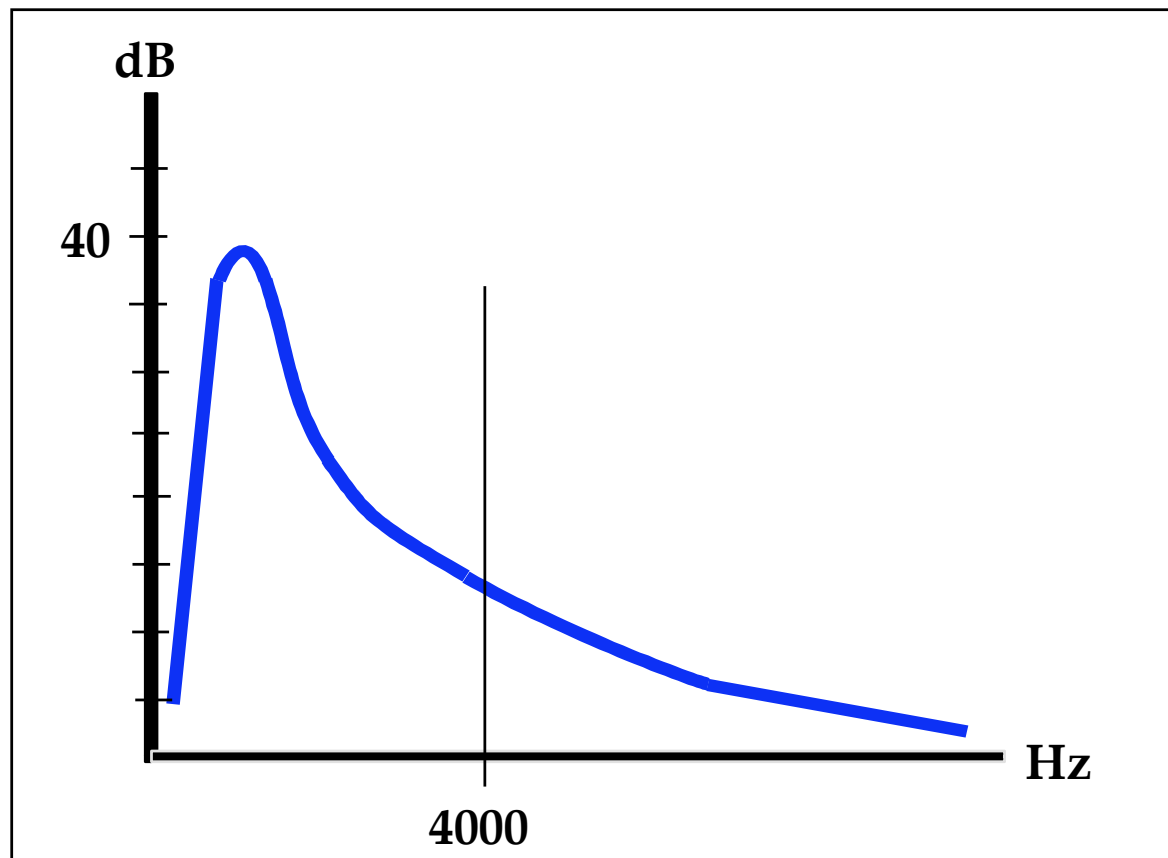
- ✓ Sinal de voz: 50Hz a 10KHz
- ✓ Música de Orquestra: 15Hz a 20KHz



# Espectro de um Sinal

Gráfico que mostra a “contribuição” de cada frequência componente (*harmônico*) na construção do sinal resultante. Esta contribuição está intimamente relacionada à amplitude daquela componente.

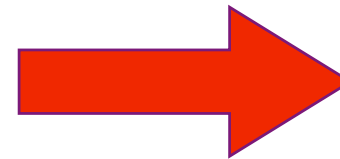
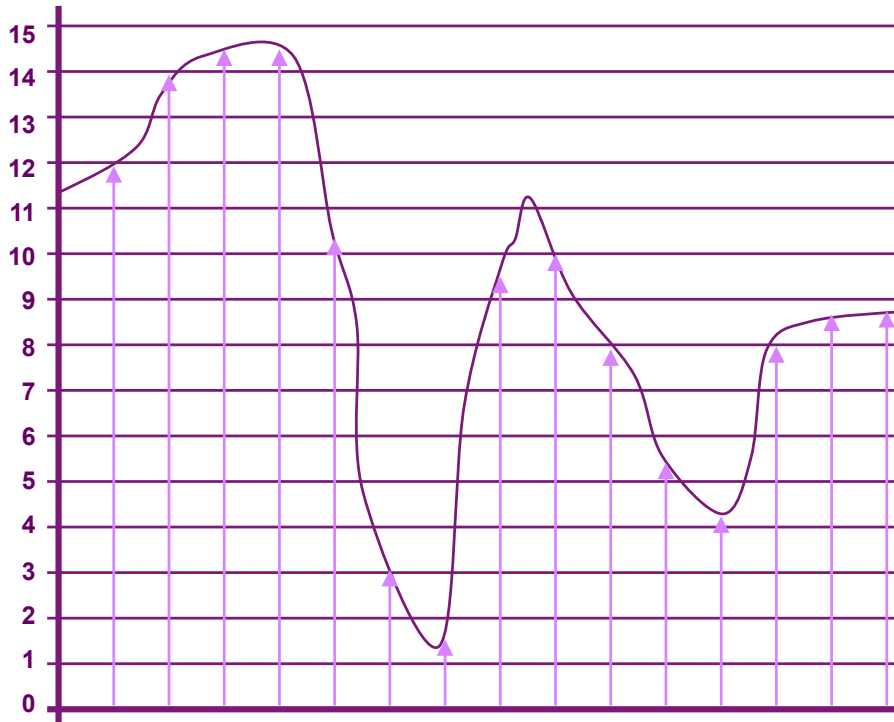
**Exemplo:**  
espectro de um  
sinal de voz



# Banda Passante

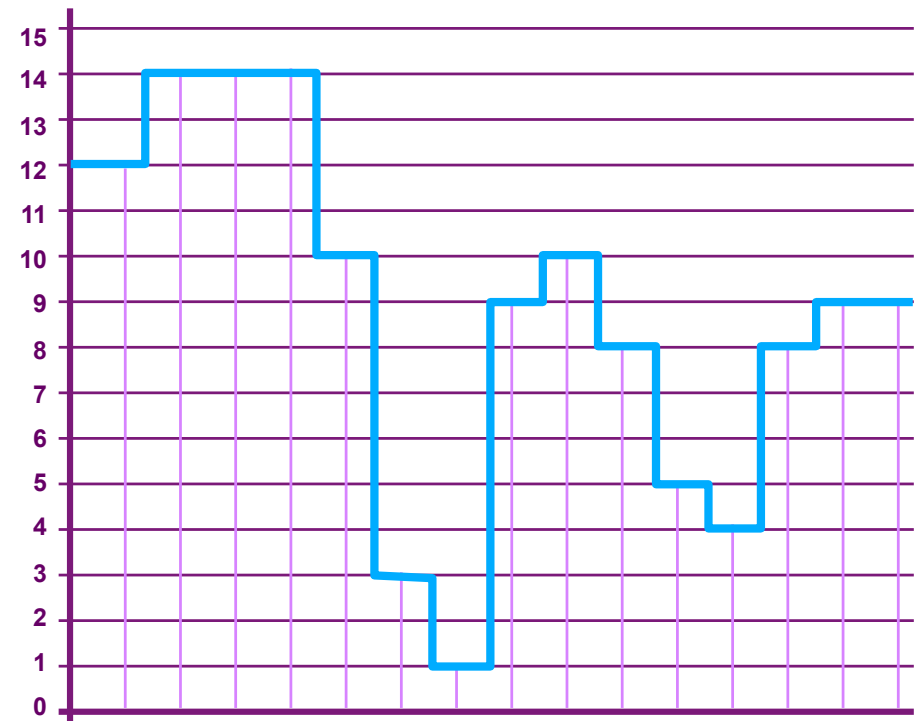
- ✓ **Banda passante**
  - *intervalo de frequências  $[f_{min}, f_{max}]$*
- ✓ **Largura de banda**
  - *$f_{max} - f_{min}$*
- ✓ **Exemplo:**
  - *Música de Orquestra*
    - Banda passante: [15Hz, 20KHz]
    - Largura de banda: ~20KHz

# Digitalização de Sinais

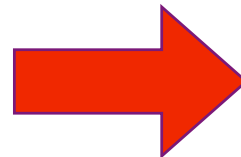


**Codificando cada nível com 4 bits:**

**1100 1110 1110 1110 1010 0011 0001 1001 1010 ...**



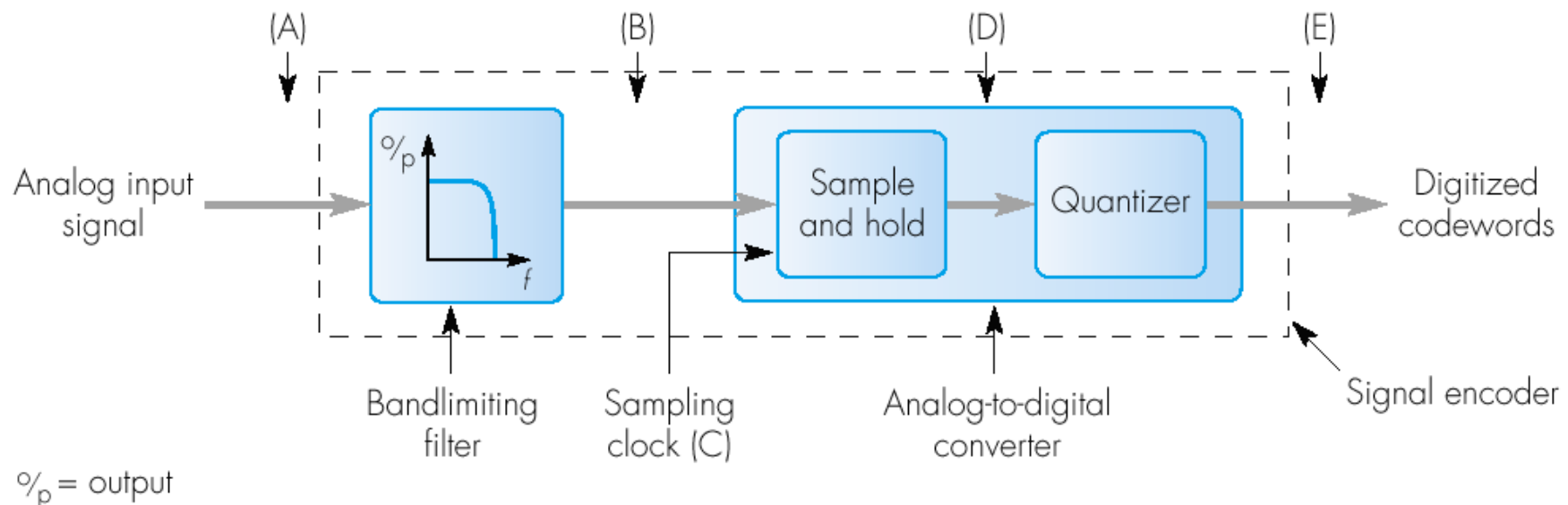
**Na recepção...**





# Codificadores de Sinais

- ✓ A conversão de um sinal analógico em digital é realizado por um circuito eletrônico chamado **Codificador de Sinal**.
- ✓ Composto de dois circuitos principais
  - *Filtro Limitador de Banda*
  - *Conversor Analógico Digital*



# Exemplo

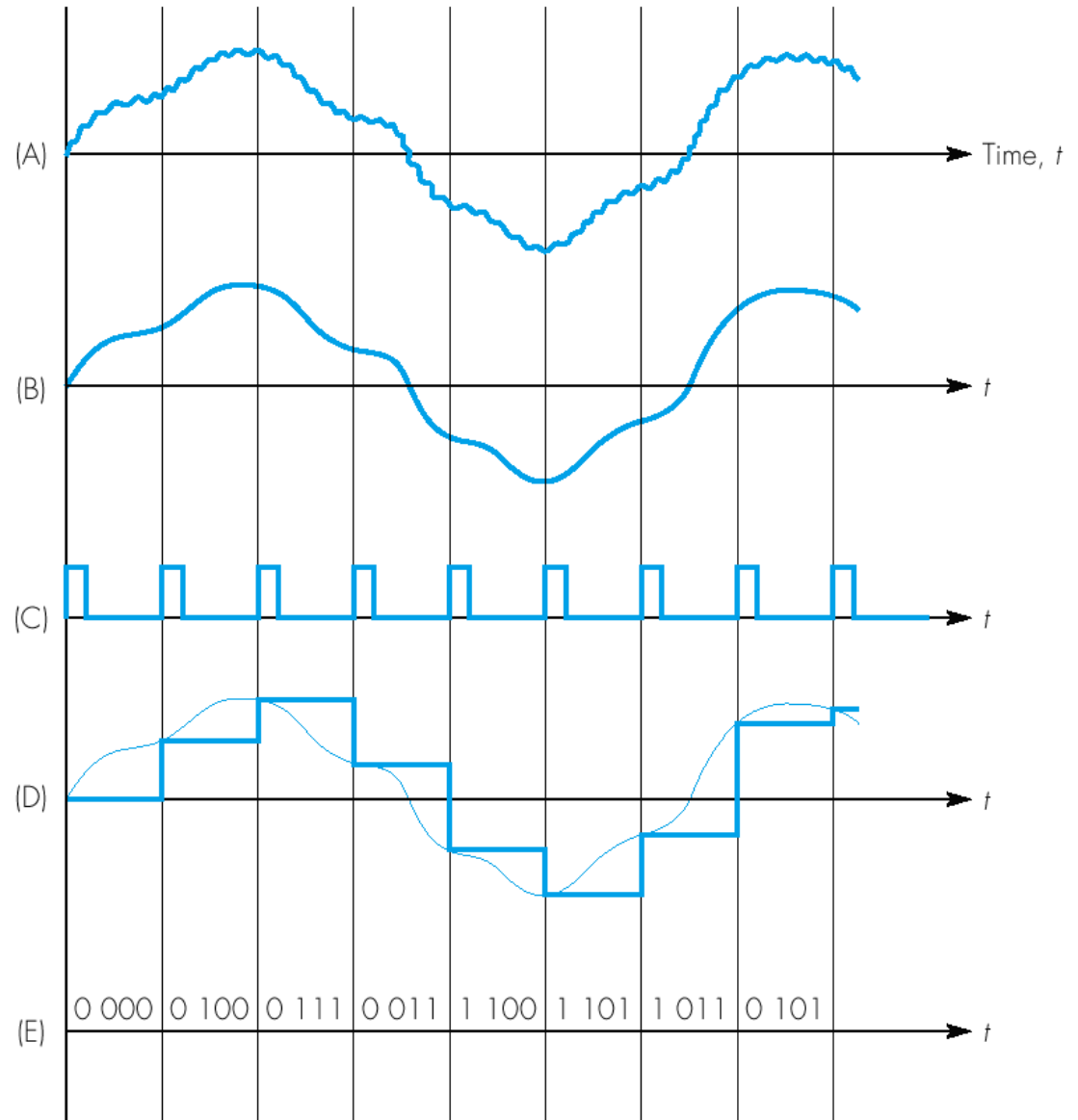
**A - Sinal Original**

**B - Saída do Filtro**

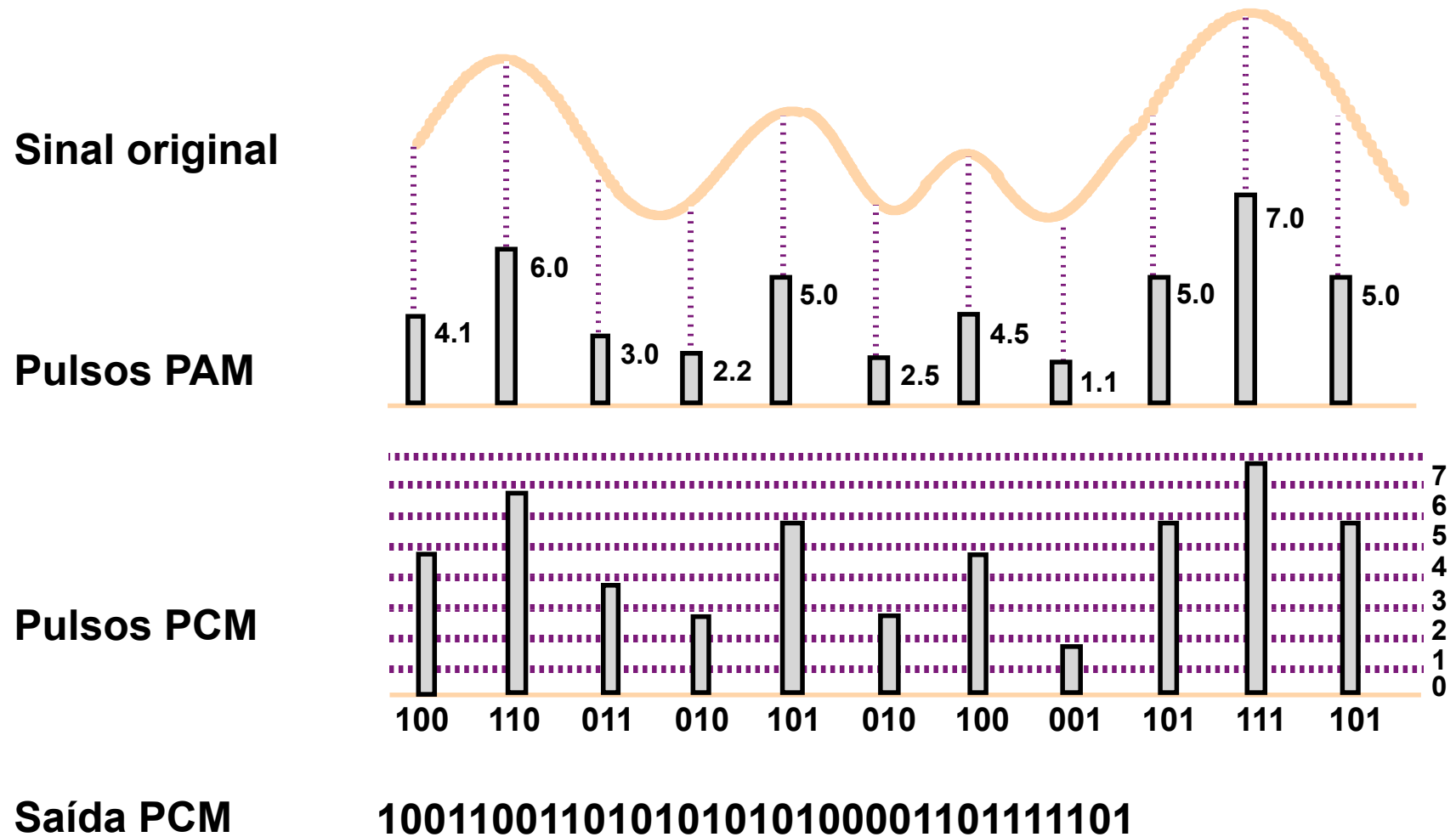
**C - Relógio de Amostragem**

**D - Amplitude das Amostras**

**E - Valor binário da amostra depois da quantização**

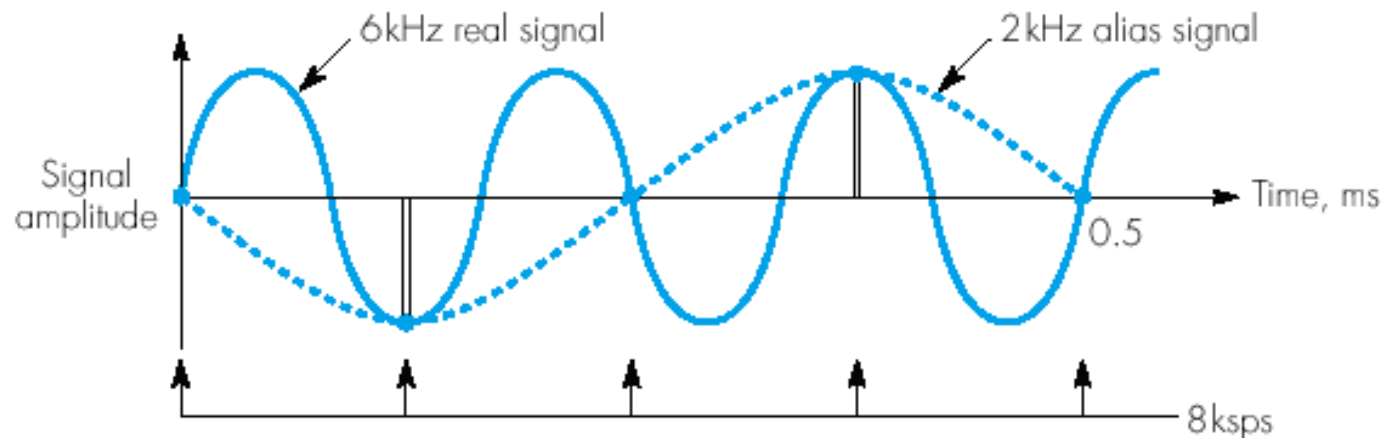


# PCM - Pulse Code Modulation



# Taxa de Amostragem

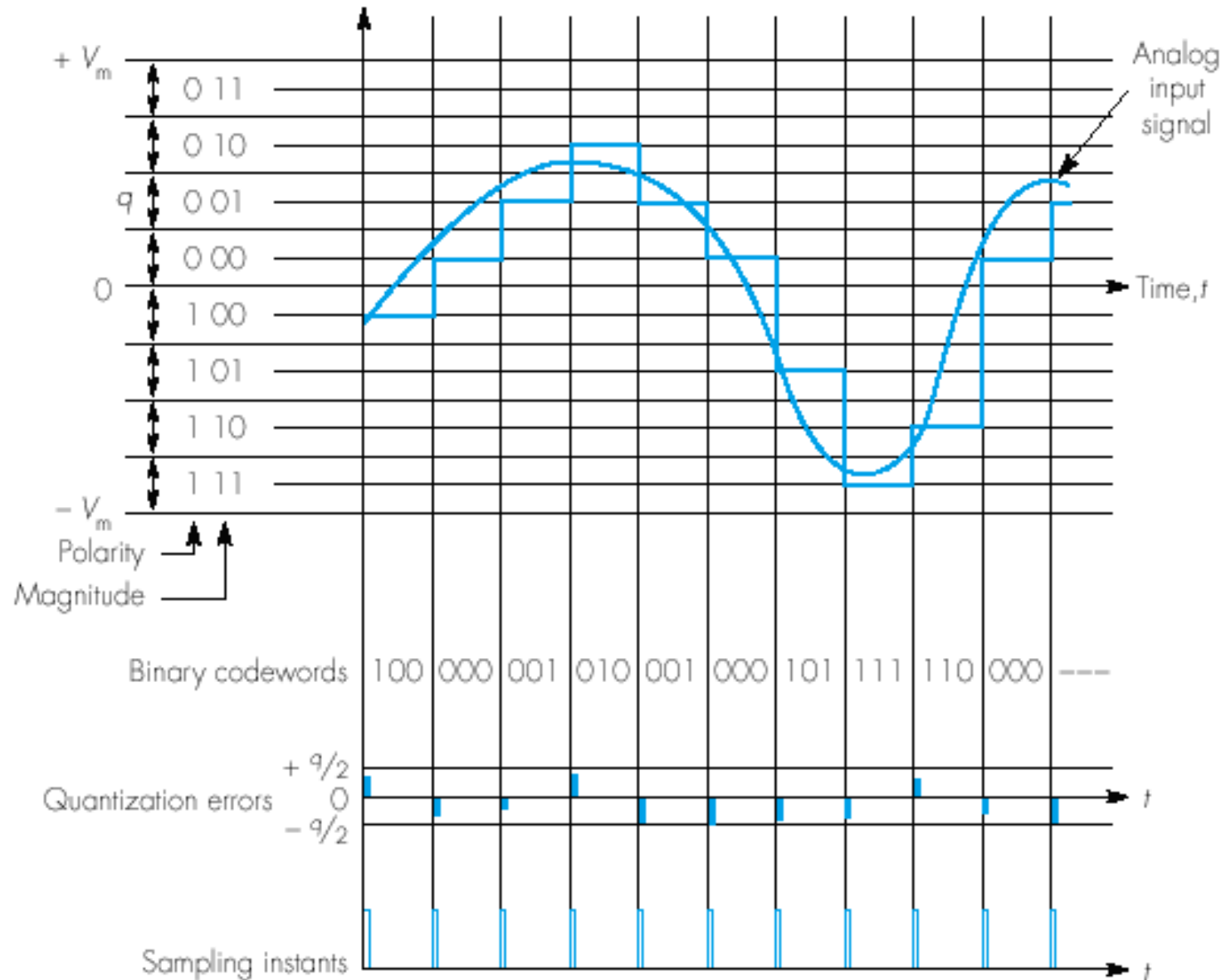
- ✓ O teorema de Nyquist diz que, para se obter uma representação precisa de um sinal analógico, a amplitude do mesmo deve ser amostrada a uma taxa igual ou superior a duas vezes a frequência da componente de mais alta frequência do sinal.
- ✓ A taxa de Nyquist é dada em Hz ou em amostras por segundo (sps)
- ✓ Amostragens abaixo da taxa de Nyquist introduzem componentes de frequência adicionais ao sinal, causando distorção definitiva no sinal original (*alias signal*).



# Taxa de Amostragem

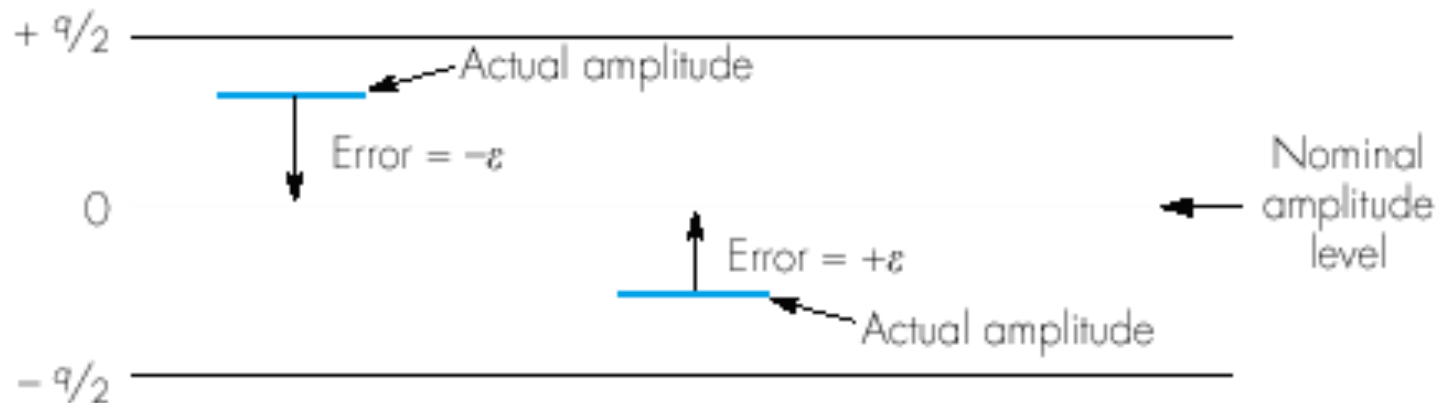
- ✓ O filtro limitador de banda serve para descartar sinais com frequência maior que a usada para cálculo da taxa de Nyquist, por este motivo o filtro limitador de banda também é chamado filtro *anti-aliasing*.
- ✓ Para se evitar o problema de sinais *alias*, a taxa de amostragem é usualmente escolhida de acordo com a banda passante do meio de transmissão ao invés da frequência do sinal.
  - *O meio de transmissão pode funcionar como um filtro de sinal.*

# Quantização

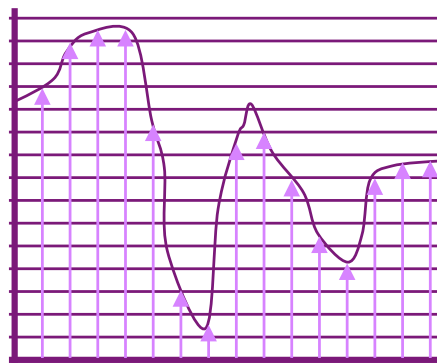
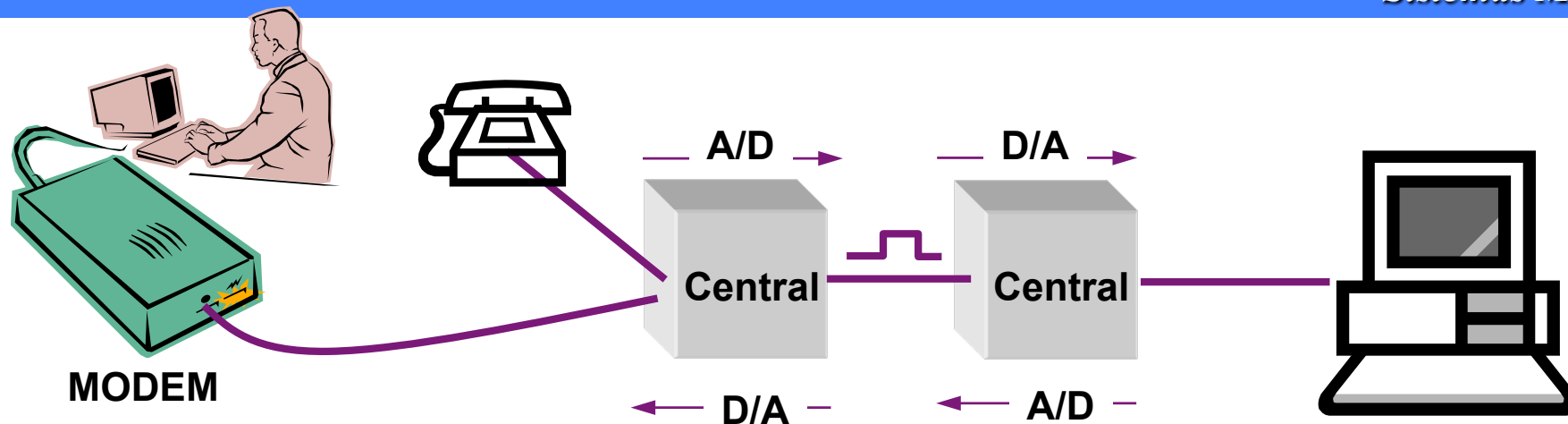


# Ruído de Quantização

- ✓ A diferença entre o valor real de uma amostra e seu representante binário é chamado *erro de quantização*. Como este erro varia de amostra para amostra, a distorção causada por tal erro é chamada *ruído de quantização*.

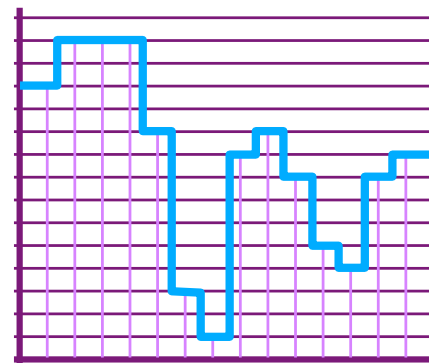


# Acesso a Provedor



**A Conversão Analógico/Digital**

Gera um Ruído chamado **Ruído de Quantização**



**Não é possível mais do que 33.6 kbps !!**



# Taxa Máxima de Transmissão: Lei de Shannon

- ✓ O principal resultado de Shannon (conhecido como a *Lei de Shannon*) afirma que a capacidade máxima  $C$  de um canal (em bps) depende da largura de banda e da razão sinal-ruído

$$C = W \log_2 (1 + S/N)$$

W: largura de banda; S/N: razão sinal-ruído

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \log_{10}(S/N)$$

# Exemplo - Taxa Máxima de Transmissão

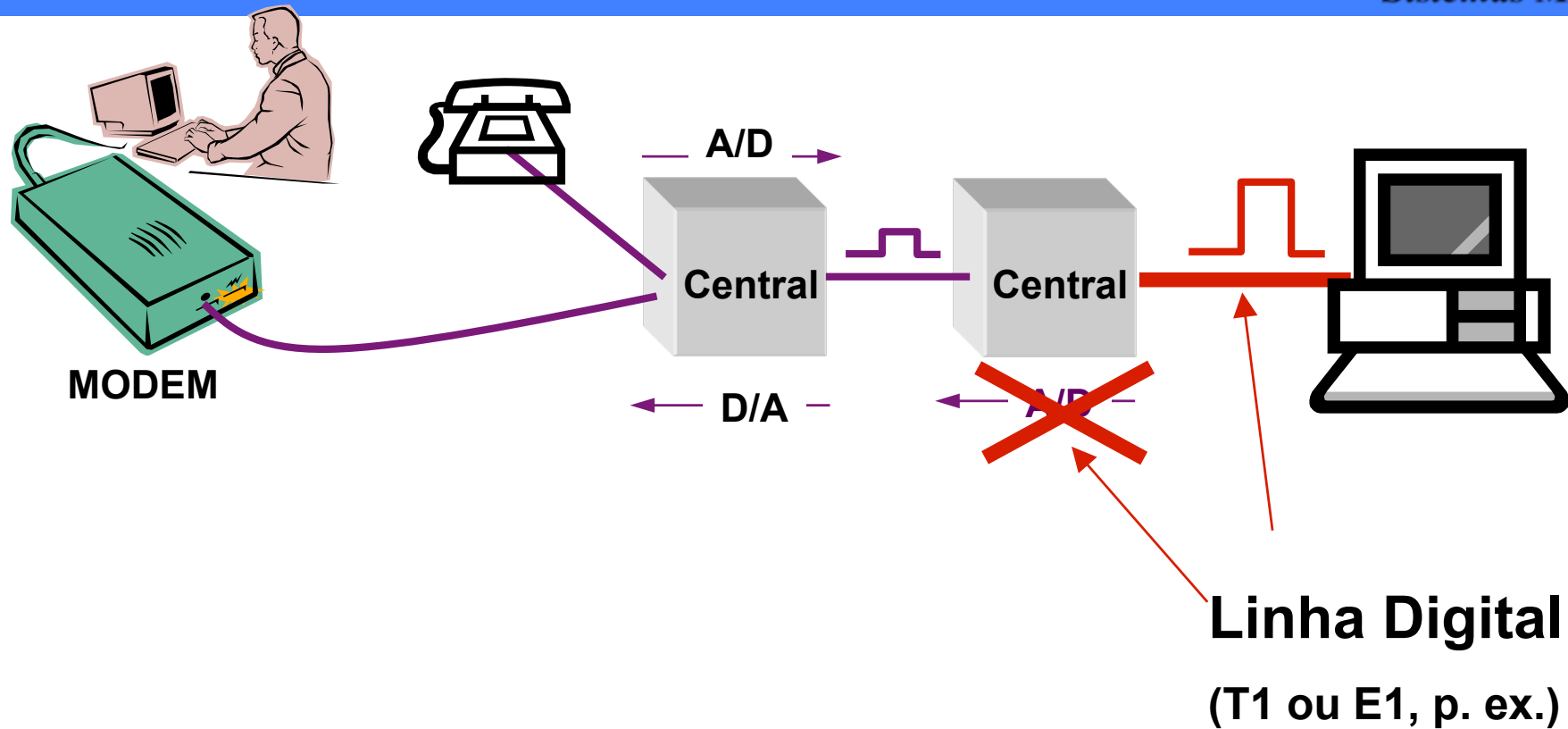
✓ **Exemplo:** Um canal de 3.000 Hz com uma razão sinal-ruído (SNR) de 30 dB (parâmetros típicos de uma linha telefônica) não poderá, em hipótese alguma, transmitir a uma taxa maior do que aproximadamente 30.000 bps.

- $30dB = 10\log_{10}(S/N) \Rightarrow S/N = 1000$
- $C = 3000 \log_2(1 + 1000) \Rightarrow C \sim 30000bps$

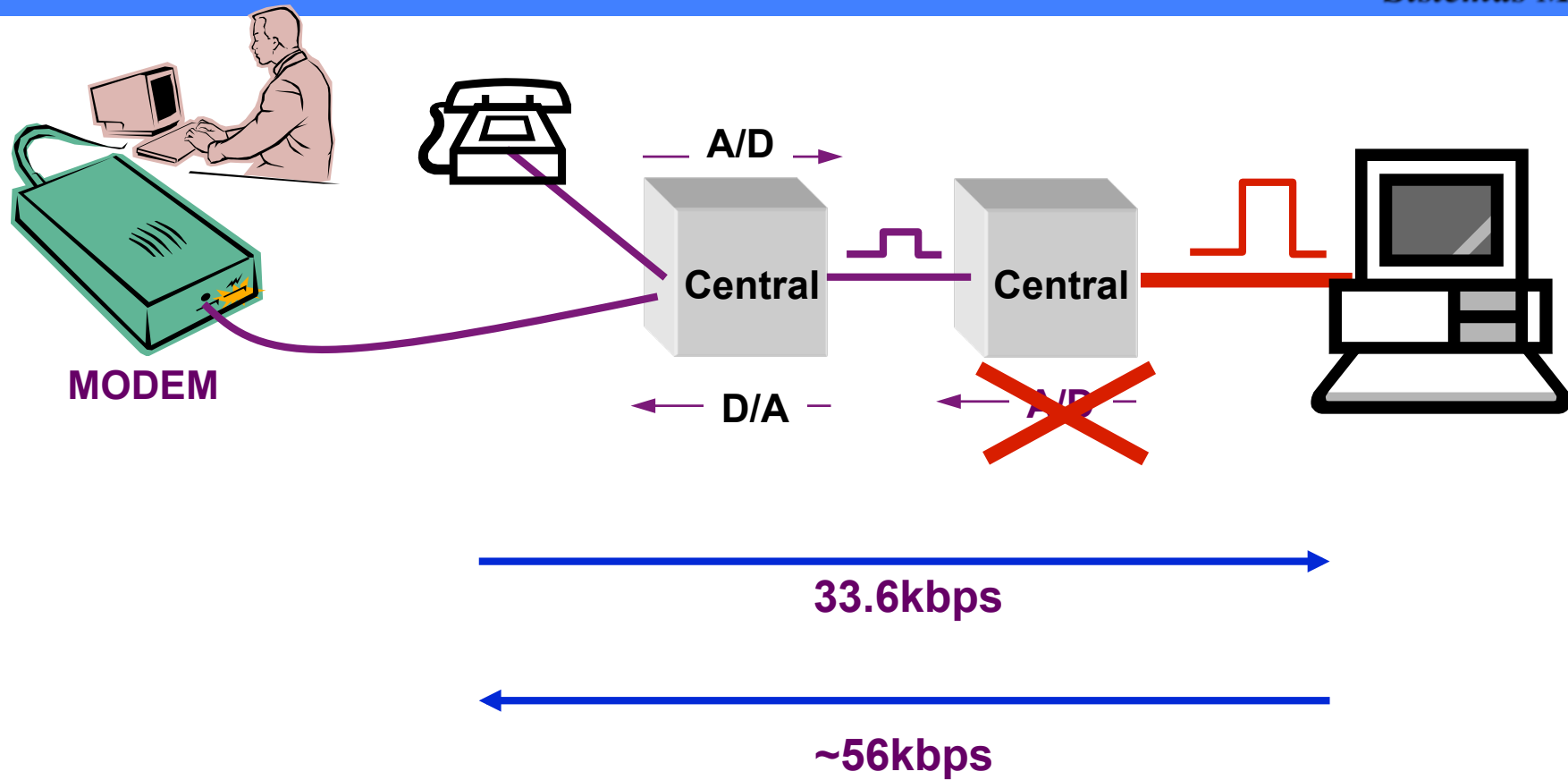
$$C = W \log_2(1 + S/N)$$

$$SNR_{dB} = 10 \log_{10}(S/N)$$

# Acesso a Provedor

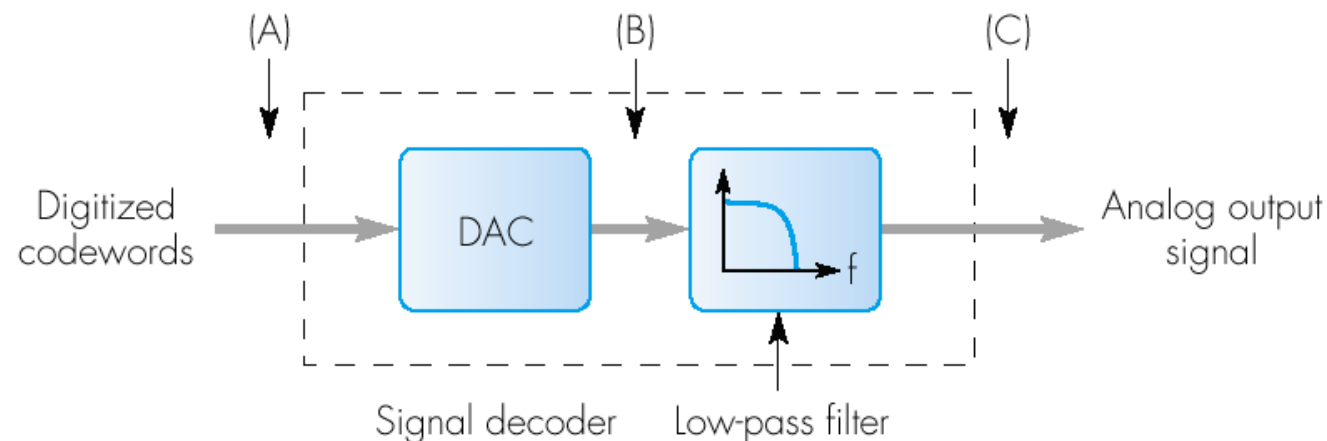


# Acesso a Provedor

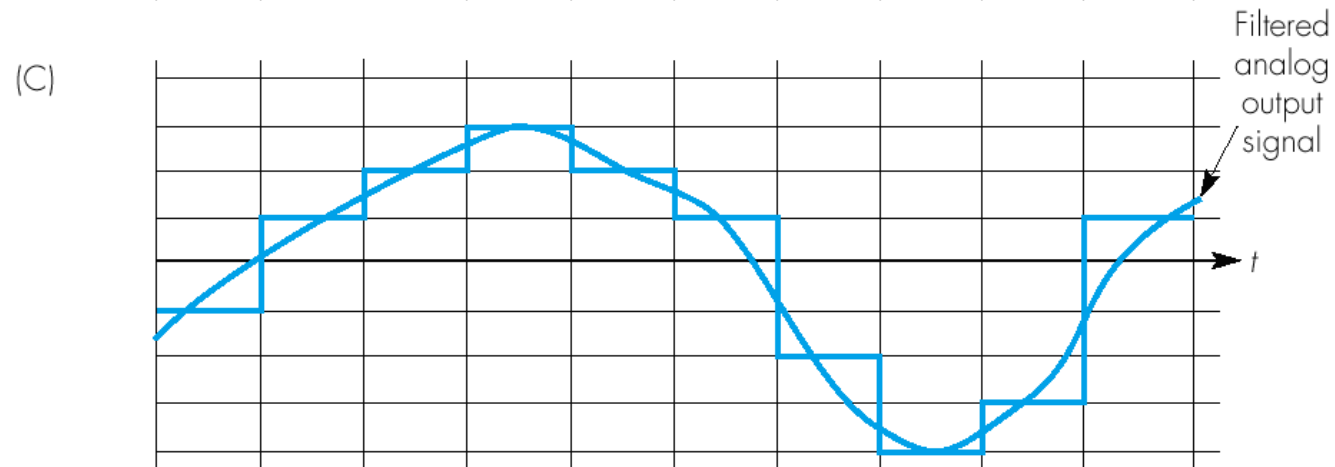
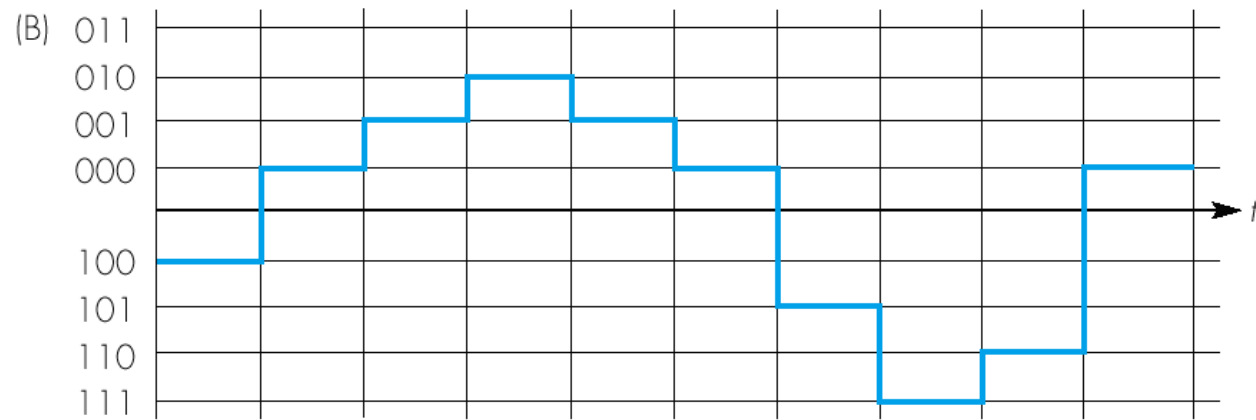
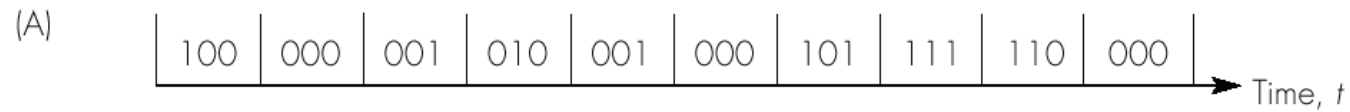


# Decodificadores Digitais

- ✓ É um circuito eletrônico que serve para converter um sinal digital de volta para sua forma analógica.
  - *Um alto-falante, por exemplo, é um dispositivo analógico, logo um computador, que é um dispositivo digital, precisa usar um decodificador digital para emitir som através de um alto-falante.*
  - *Composto por um Conversor Digital/Analógico (DAC) e um filtro passa baixa.*



# Decodificadores Digitais



# Decodificadores Digitais

- ✓ Normalmente o filtro passa baixa filtra as mesmas frequências do filtro de limitação de banda do codificador digital
- ✓ Como a maioria das aplicações multimídia implementa comunicação bidirecional, usualmente os codificadores digitais e decodificadores analógicos são construídos em um dispositivo único chamado codificador/decodificador de áudio/vídeo, ou simplesmente **codec** de áudio/vídeo.

# Exemplo

- ✓ **Determine a taxa de amostragem e a banda passante de um filtro limitador de banda que deve ser usado para digitalizar um sinal analógico com banda passante de [15, 10KHz], assumindo que este sinal:**
  - a) *Deve ser armazenado na memória de um computador*
  - b) *Deve ser transmitido em um canal de banda passante [200, 3,4KHz]*

**Resposta:**

**Taxa de Nyquist =  $2f_{\max}$**

**a) Taxa de amostragem:  $2 \times 10\text{KHz} = 20\text{KHz}$**

**Banda passante [0, 10KHz]**

**b) Taxa de amostragem:  $2 \times 3,4\text{KHz} = 6,8\text{KHz}$**

**Banda passante [0, 3,4KHz]**



# Observação sobre Taxa de Amostragem

- ✓ Devido à imperfeição dos filtros limitadores de banda, algumas componentes de frequência maiores do que a máxima considerada podem passar
- ✓ Na prática, os padrões definem uma taxa de amostragem um pouco maior que a taxa de Nyquist
- ✓ Exemplo:
  - *Nos padrões de telefonia com canal telefônico [200, 3,4KHz], utiliza-se a taxa de amostragem de 8KHz ao invés de 6,8KHz*

# Mídia Áudio

- ✓ **Mídia Tipicamente Analógica**
  - *Representação Digital, quando necessário para integração com mídias digitais, através de digitalização do Sinal Analógico por amostragem.*
- ✓ **Captura de Áudio**
  - *Microfone*
- ✓ **2 tipos de sinais de áudio:**
  - *Sinal de voz:*
    - 50Hz a 10KHz
  - *Música*
    - 15Hz a 20KHz
    - Estéreo: 2 canais

# Voz PCM

- ✓ Padrão G.711 usado nas redes telefônicas (PSTN – *public switched telephone network*)
- ✓ Banda passante limitada
  - *200Hz a 3.4KHz*
- ✓ Taxa de amostragem mínima de 6.8KHz
- ✓ Taxa de 8KHz é usada
- ✓ PCM com 8 bits por amostra => taxa de 64Kbps
  - *Para reduzir erro de quantização*
    - quantum não-linear
    - Compansão do sinal (circuitos compressor e expensor)
      - *Lei A (Europa)*
      - *Lei  $\mu$  (Estados Unidos e Japão)*
      - *conversão necessária na comunicação entre os dois sistemas*

# Áudio Qualidade CD

- ✓ **Padrão CD-DA (CD-digital audio)**
- ✓ **Banda passante**
  - *15Hz a 20KHz*
- ✓ **Taxa de amostragem mínima de 40KHz**
- ✓ **Taxa de 44.1KHz é usada**
- ✓ **PCM com 16 bits por amostra**
- ✓ **Estéreo: 2 canais**
  - *Taxa por canal:*
    - $44.1 \times 10^3 \times 16 = 705.6\text{Kbps}$
  - *Taxa total:*
    - $2 \times 705.6\text{kbps} = 1.411\text{Mbps}$

# Áudio sintetizado

- ✓ Espaço necessário para armazenar áudio sintetizado é 2 a 3 vezes menor que a versão equivalente digitalizada.
- ✓ Sintetizador segue o padrão MIDI (*Music Instrument Digital Interface*)
- ✓ Padrão MIDI define
  - *Hardware para conectar os equipamentos (portas e cabos)*
  - *Formato de dados para codificar a informação a ser processada pelo hardware*
    - Linguagem de descrição de música em binário
    - 128 instrumentos
      - *0 (piano), 40 (violino), 73 (flauta)...*
    - Sons para efeitos especiais (canhão, aplauso de audiência, ...)
    - Formato de dados específico para cada instrumento
  - *Áudio gerado é uma sequência de mensagens MIDI*
  - *Gerador de áudio usa amostras de sons produzidas por instrumentos reais (wavetable synthesis)*

# Requisitos de Comunicação da Mídia Áudio

- ✓ **Natureza do Tráfego**
  - *Sem compactação/compressão*
    - Contínuo com Taxa Constante – CBR
  - *Áudio comprimido*
    - Contínuo com Taxa Variável – VBR
    - Tráfego em rajada (voz com detecção de silêncio)
      - *Reprodução no destino à taxa constante*
- ✓ **Vazão média depende da aplicação**
  - *Voz (PCM) – 64Kbps*
  - *Qualidade de CD estéreo – 1.411 Mbps*
- ✓ **Tolerância a erros**
  - *Relativamente alta (perdas de 1 a 20% são toleráveis dependendo de como a voz é codificada)*

# Requisitos de Comunicação da Mídia Áudio

- ✓ **Variação estatística do retardo (em redes de pacotes) deve ser compensada**
- ✓ **Retardo de transferência máximo é crítico**
  - ***Principalmente em conversações***
    - Retardo  $< 150$  ms não é percebido pelo ouvido humano
    - Retardo entre 150 e 400 ms é aceitável
    - Retardo  $> 400$ ms  $\Rightarrow$  conversa ininteligível

# Exemplo

- ✓ **Assumindo que a banda passante de um sinal de voz é de [50, 10KHz] e de um sinal de música é de [15, 20KHz], calcule:**
  - a) a taxa de bits gerada por um codificador que utiliza 12 bits por amostra para voz e 16 bits por amostra para música*
  - b) quantidade de memória necessária para armazenar 10 minutos de música estéreo*



# Resposta do Exemplo

## a) Taxa de bits

### ✓ Voz:

- *Taxa de amostragem de  $2 \times 10\text{KHz} = 20\text{KHz}$*
- *Taxa de bits =  $20\text{K} \times 12 = 240\text{Kbps}$*

### ✓ Música:

- *Taxa de amostragem de  $2 \times 20\text{KHz} = 40\text{KHz}$*
- *Taxa de bits =  $40\text{K} \times 16 = 640\text{Kbps}$*
- *Música estéreo =  $2 \times 640 = 1280\text{Kbps}$*

## b) Quantidade de memória 10 min música estéreo:

$$(1280 \times 10^3 \times 600) / 8 = 96 \text{ Mbytes}$$

# Exemplo

- ✓ **Assumindo que o padrão CD-DA é usado, calcule:**
  - a) a capacidade de armazenamento de um CD-ROM para armazenar 60 minutos de música*
  - b) o tempo para transmitir uma porção de 30 segundos de música estéreo usando um canal de transmissão de:*
    - a) 64kbps
    - b) 1,5Mbps

# Resposta do Exemplo

**a) padrão CD-DA tem taxa de bits de 1,411Mbps**

A capacidade de armazenamento para 60min:

$$(1,411 \times 60 \times 60) / 8 = 634,95\text{Mbytes}$$

**b) Tempo para transmitir 30s:**

b.a) Taxa de 64kbps:

$$\text{Tempo: } (1,411 \times 10^6 \times 30) / (64 \times 10^3) = 661,4\text{s} (\sim 11 \text{ min})$$

b.b) Taxa de 1,5Mbps:

$$\text{Tempo: } (1,411 \times 10^6 \times 30) / (1,5 \times 10^6) = 28,22\text{s}$$