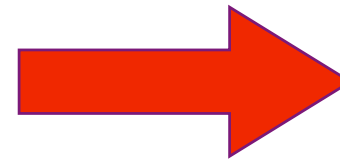
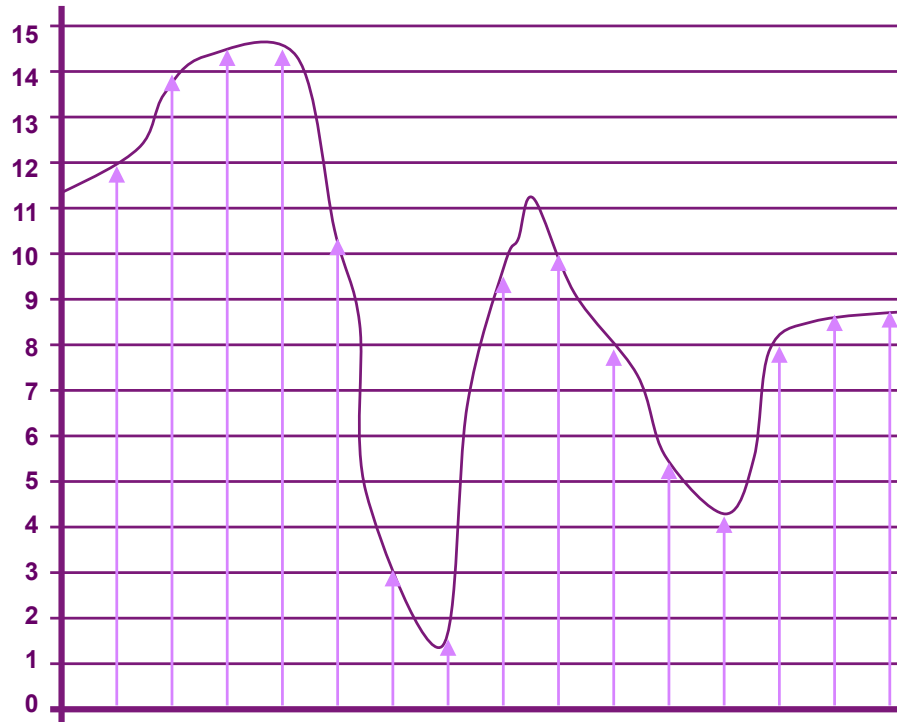


Digitalização de Sinais
Representação Digital
de Áudio e Vídeo

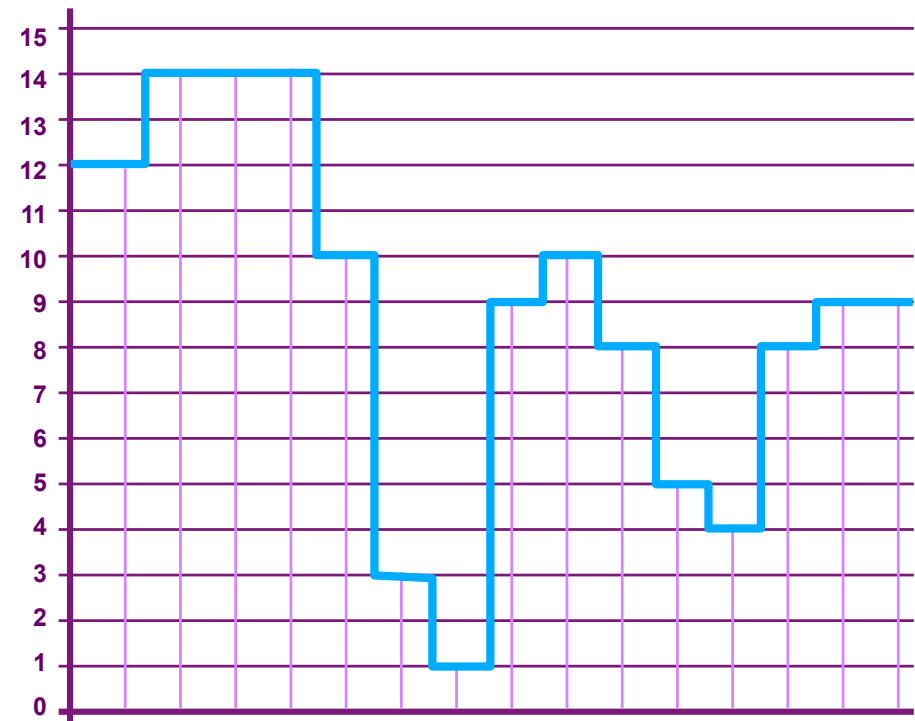
Profa. Débora Christina Muchaluat Saade
debora@midia.com.uff.br

Digitalização de Sinais

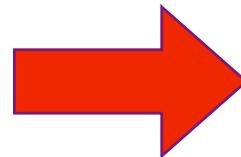


Codificando cada nível com 4 bits:

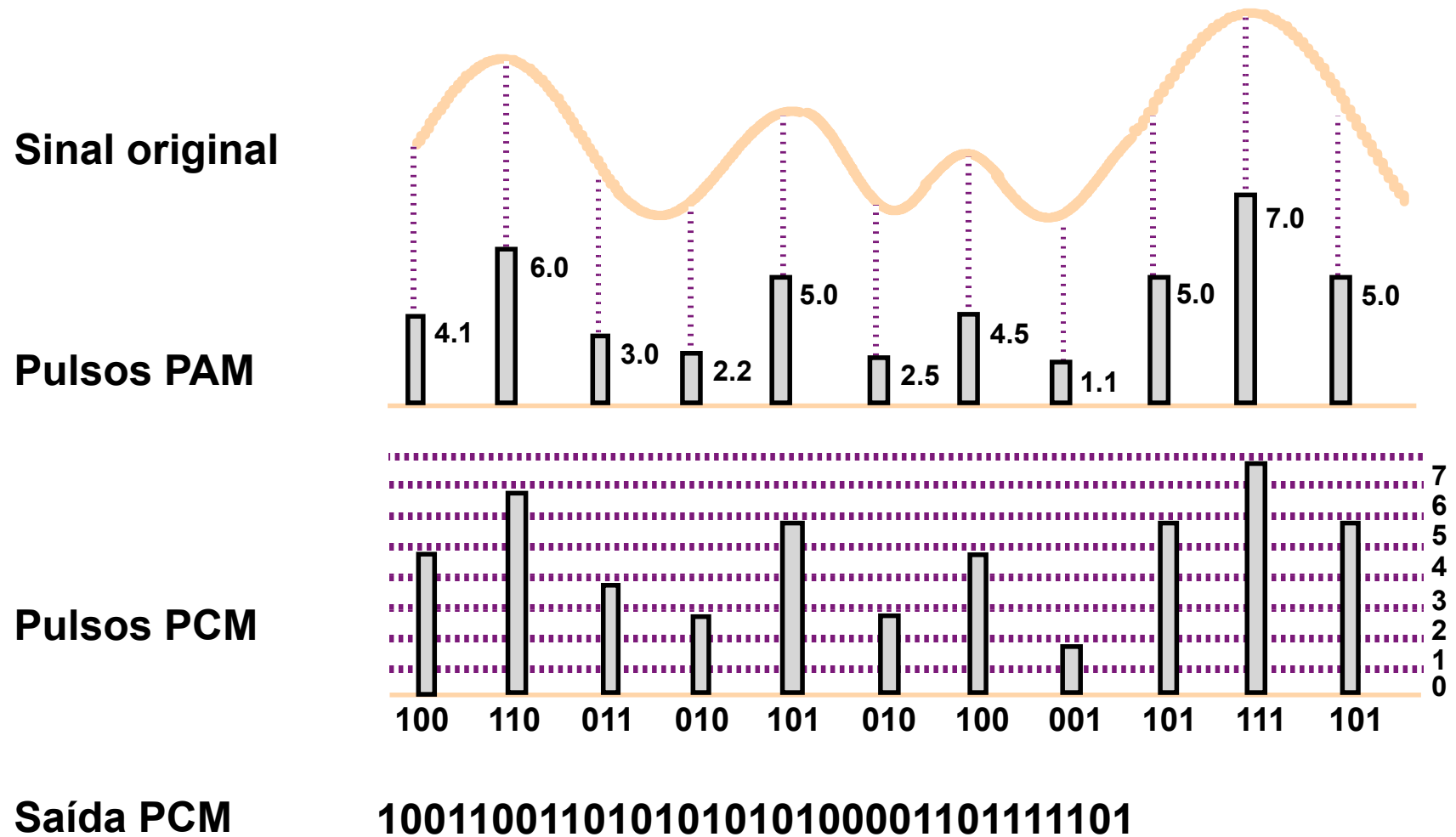
1100 1110 1110 1110 1010 0011 0001 1001 1010 ...



Na recepção...

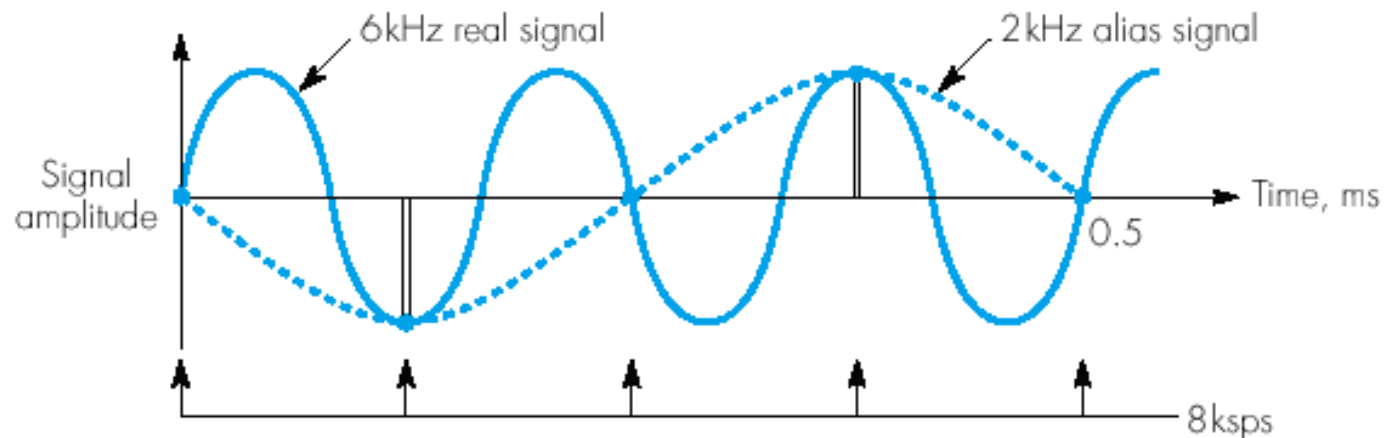


PCM - Pulse Code Modulation



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*).

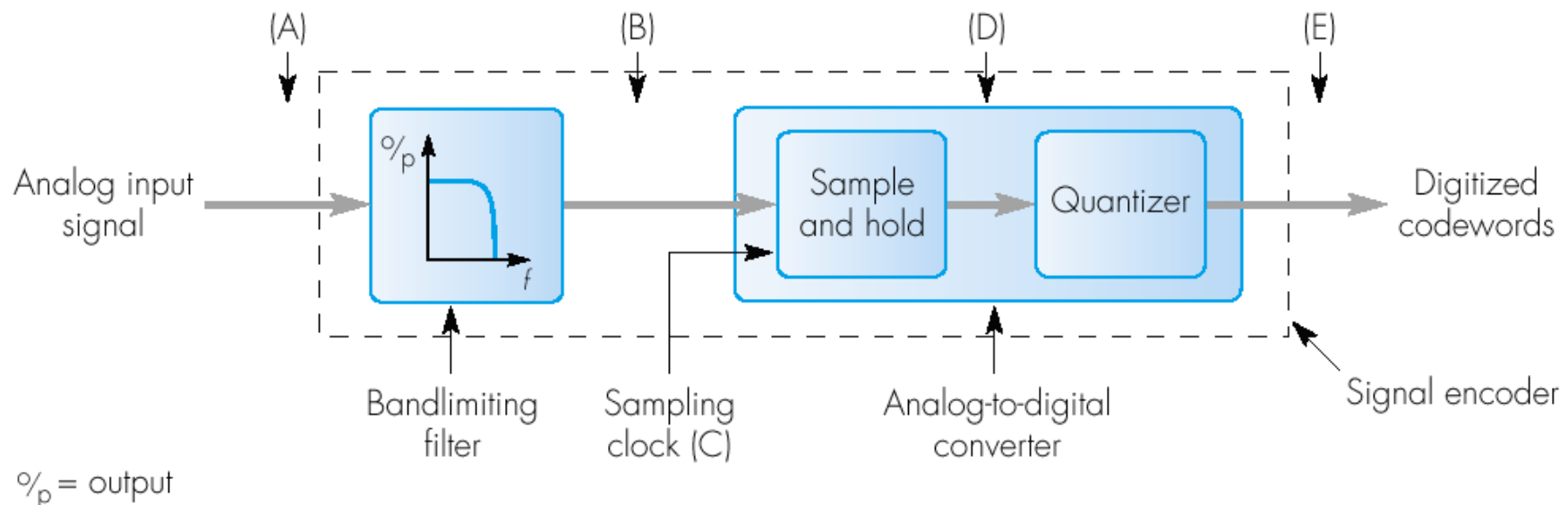


Taxa de Amostragem

- ✓ 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.*

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

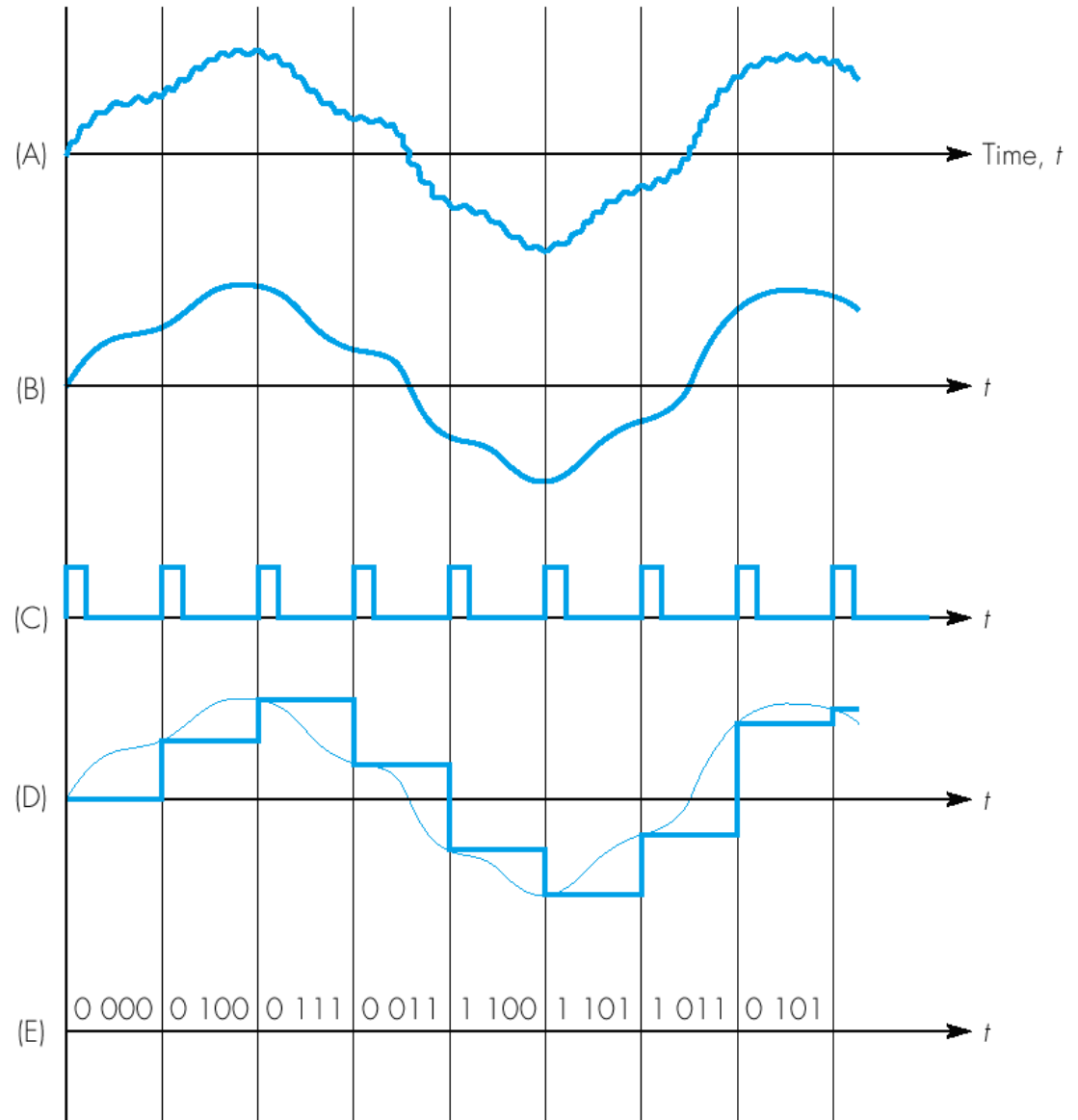
A - Sinal Original

B - Saída do Filtro

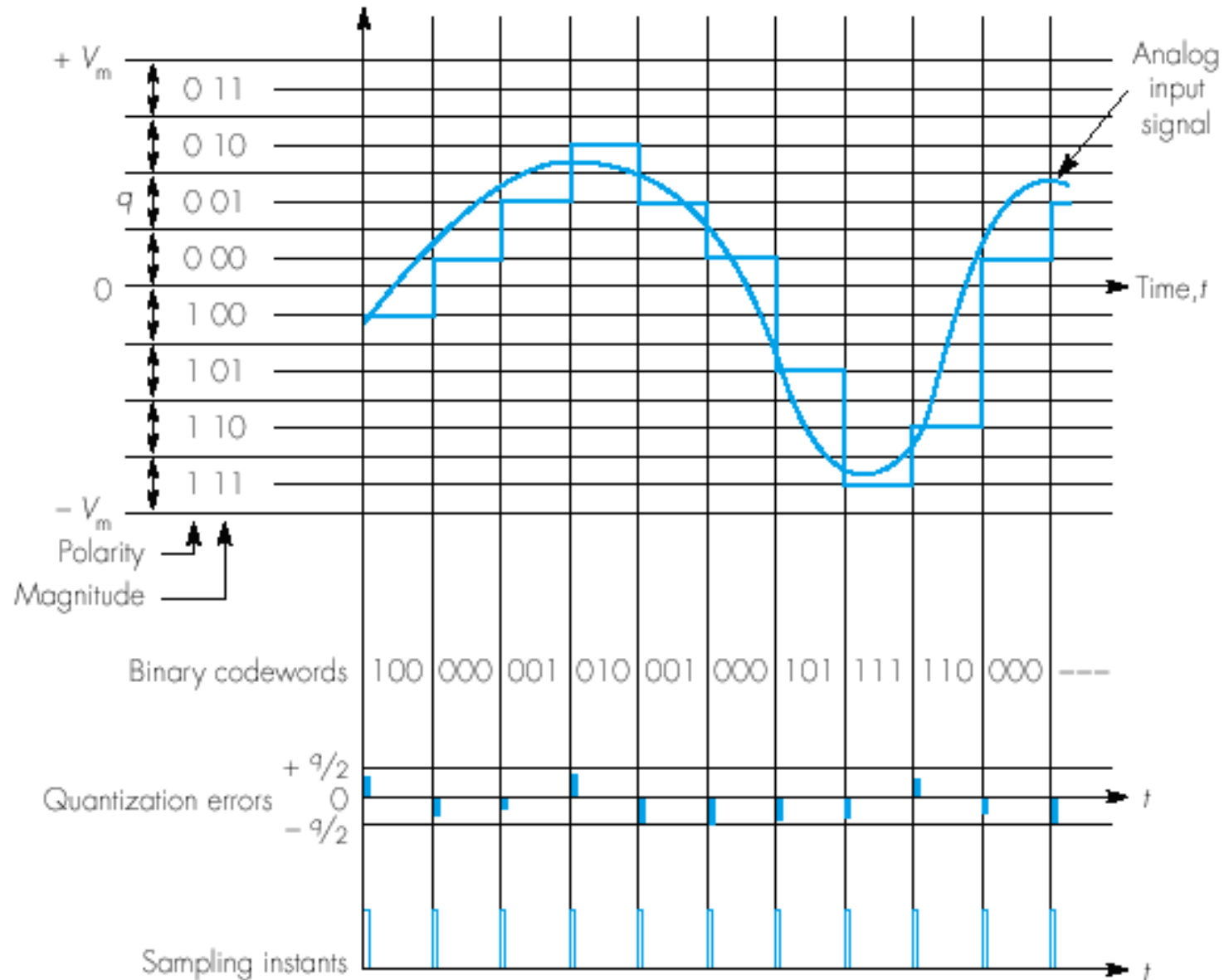
C - Relógio de Amostragem

D - Amplitude das Amostras

E - Valor binário da amostra depois da quantização

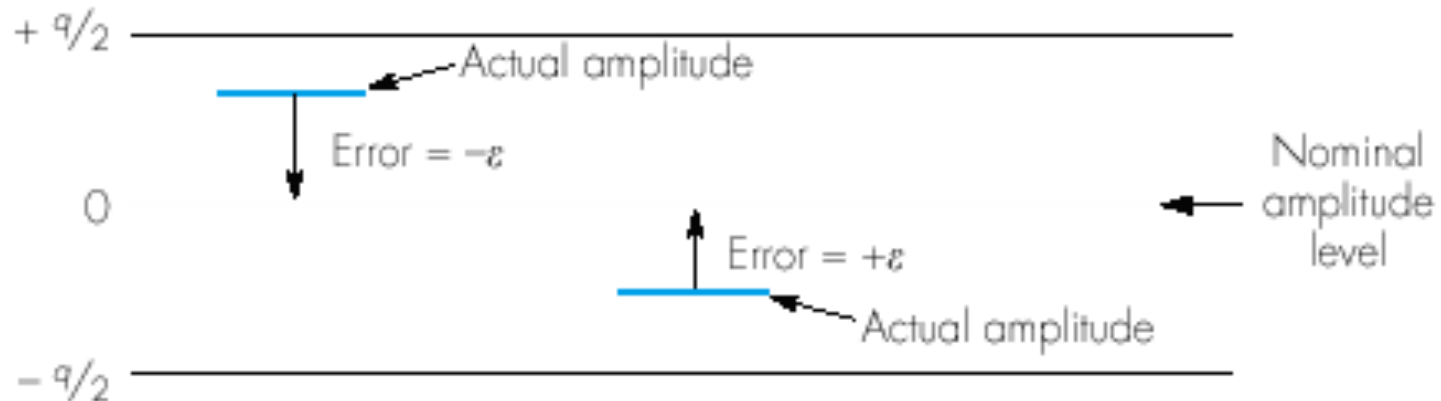


Quantização

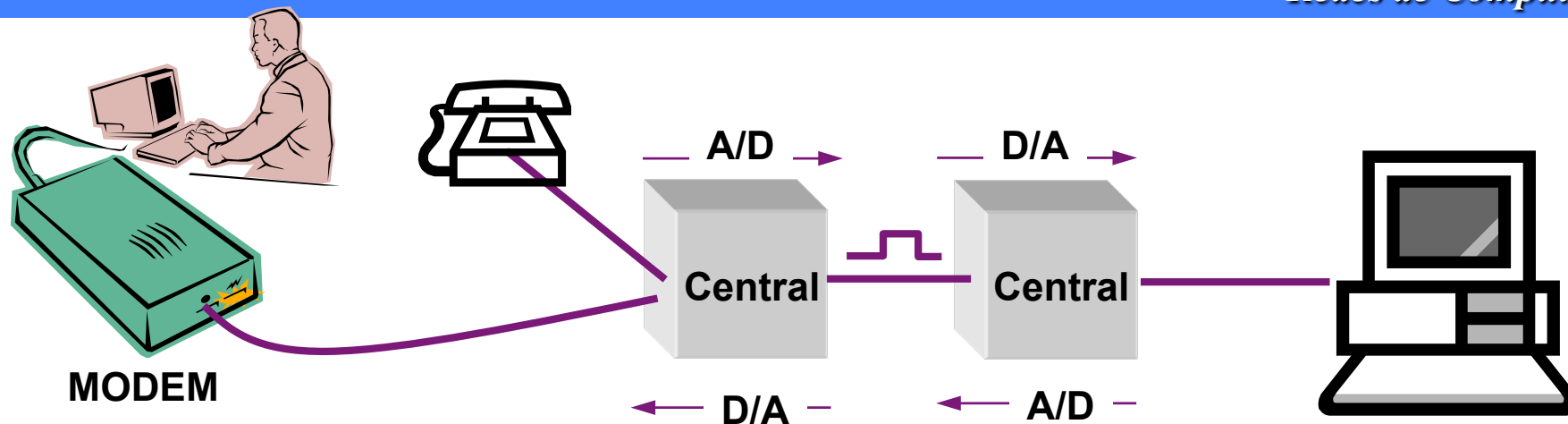


Ruído de Quantização

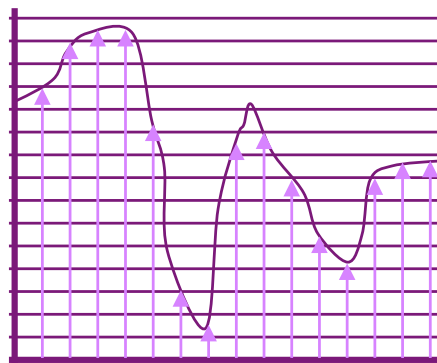
- ✓ A diferença entre o valor real de uma amostra e seu representante binário é chamado *erro de quantização*. Como este erro varia de amostra para amostra, a distorção causada por tal erro é chamada *ruído de quantização*.



Acesso a Provedor

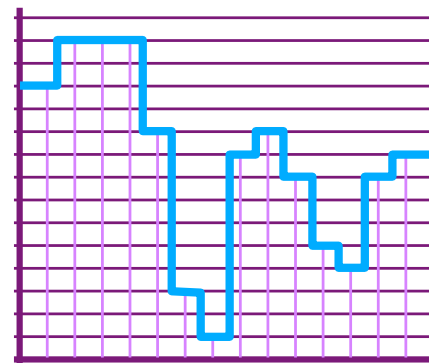


MODEM



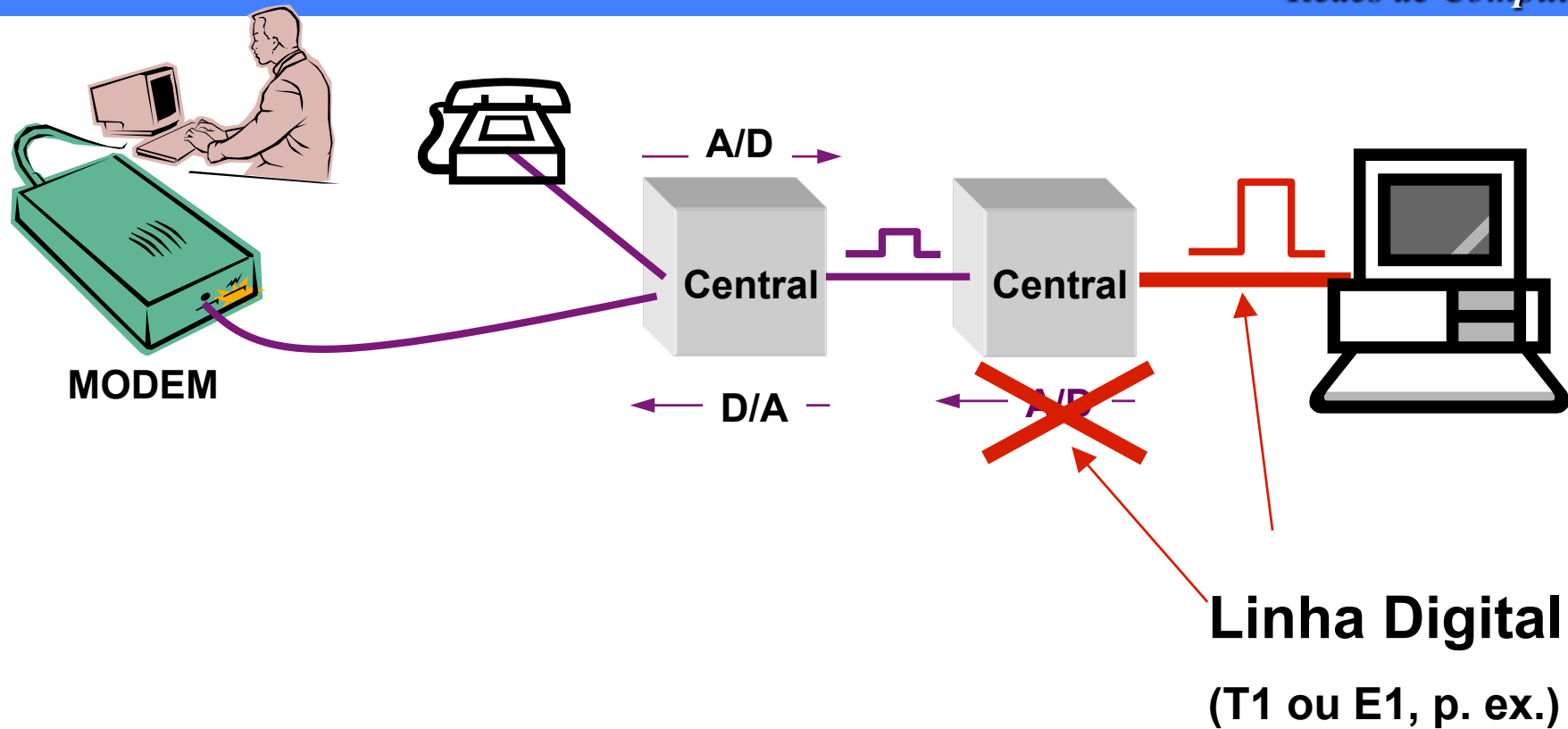
A Conversão Analógico/Digital

Gera um Ruído chamado **Ruído de Quantização**

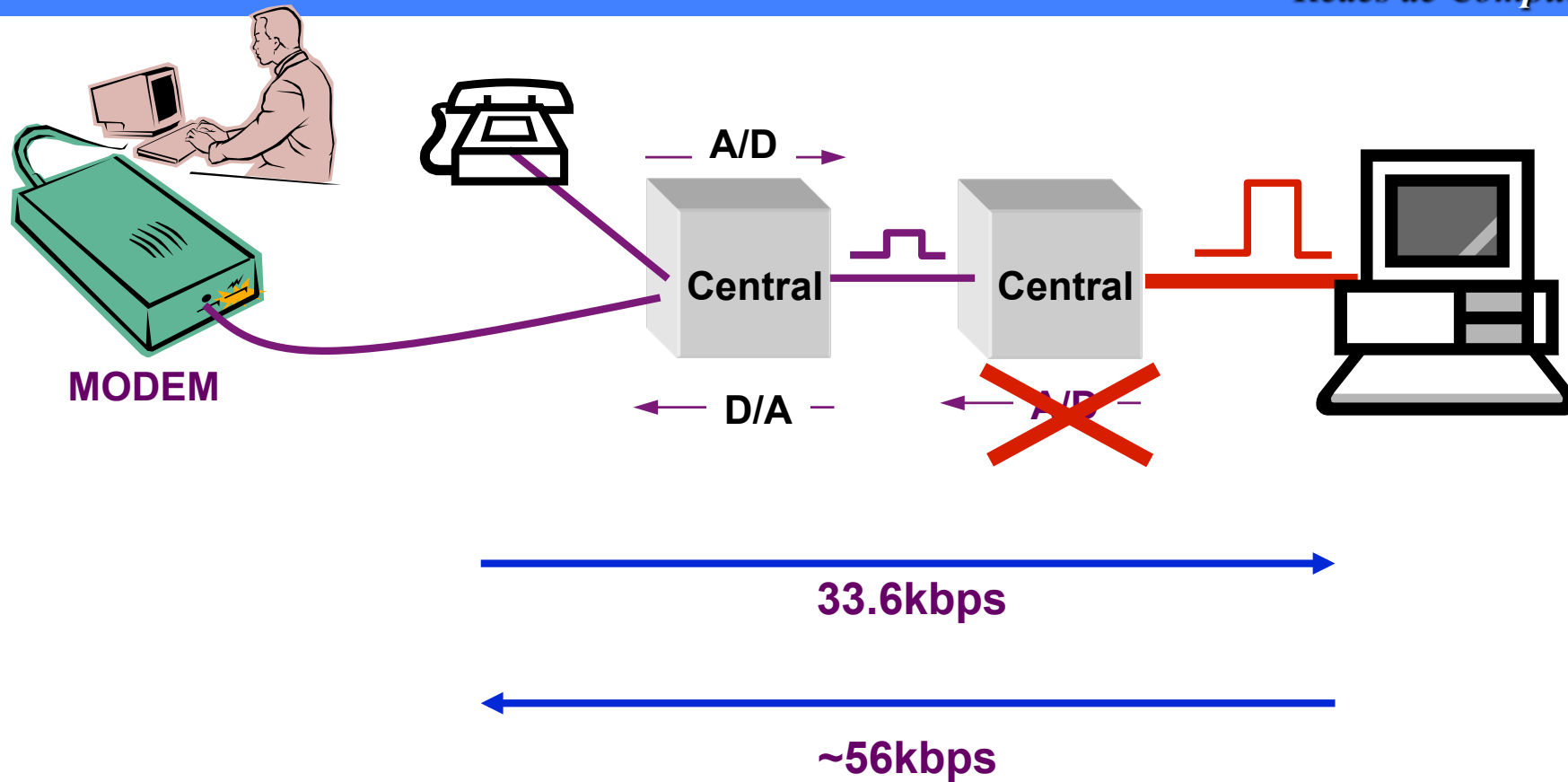


Não é possível mais do que 33.6 kbps !!

Acesso a Provedor

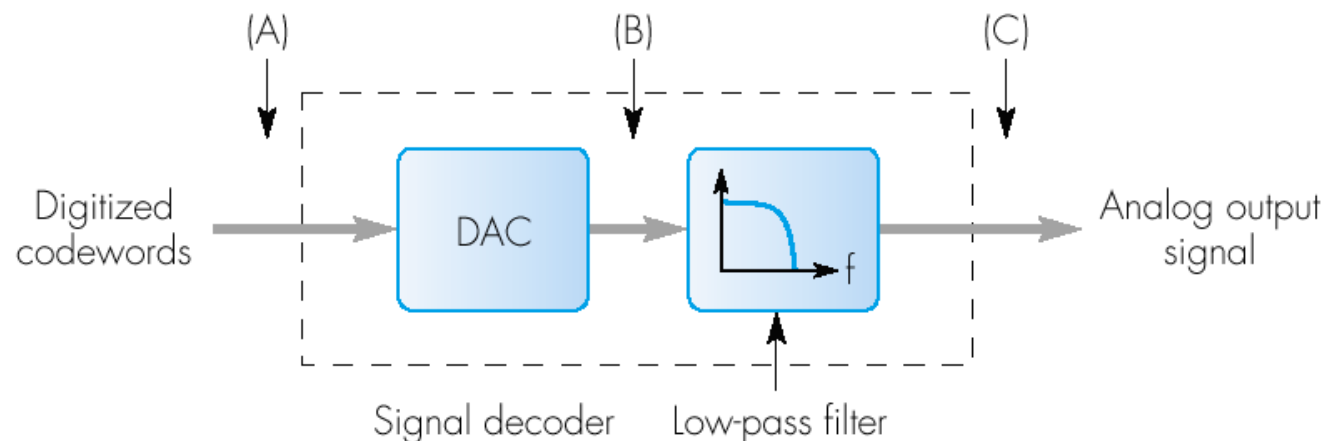


Acesso a Provedor

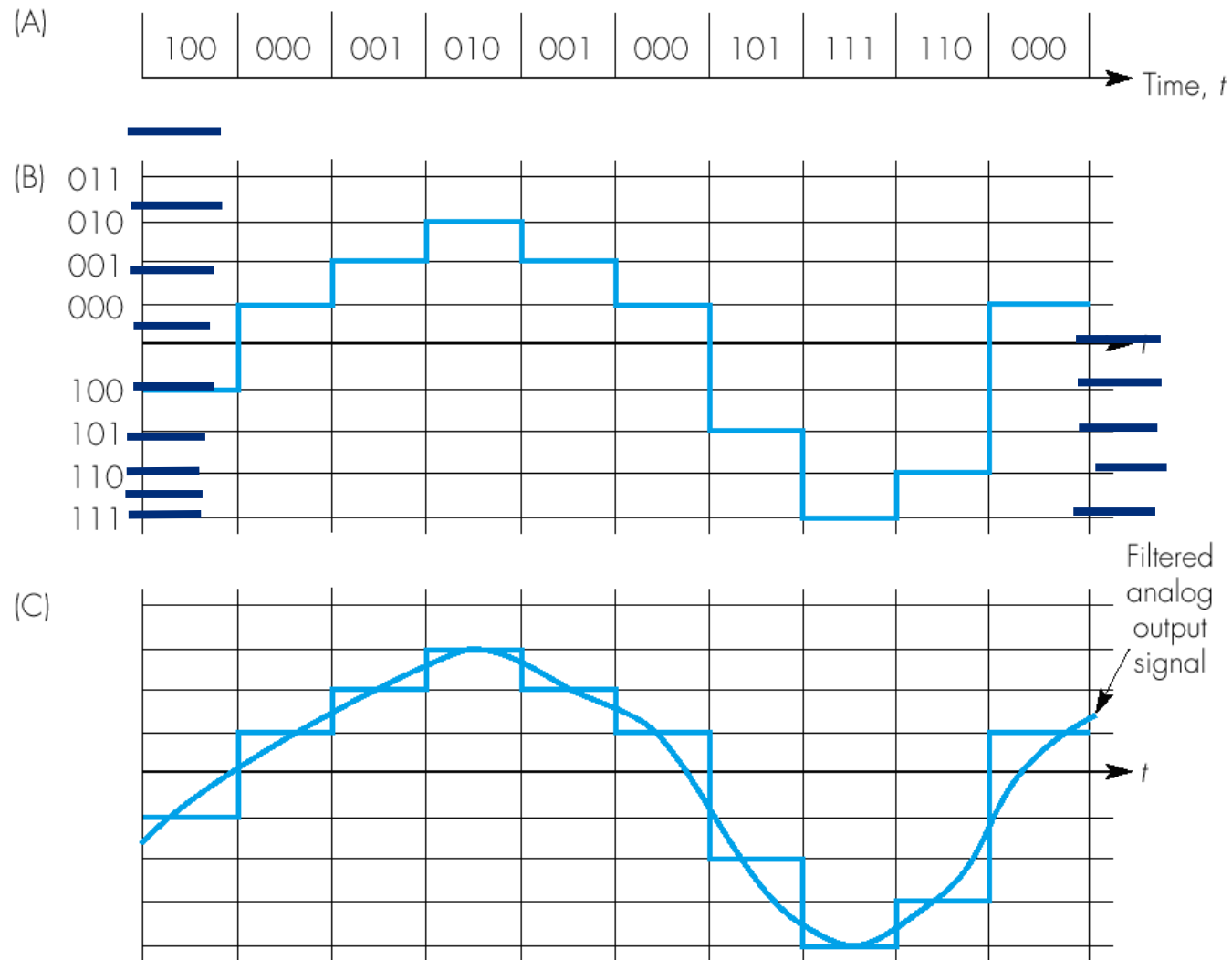


Decodificadores Digitais

- ✓ 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.

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 μ (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:*
 - $2 \times 705.6\text{kbps} = 1.411\text{Mbps}$

MPEG-1 Áudio – Áudio Comprimido

✓ Comparação entre camadas

- *Exemplo MP3:*

- qualidade CD a 128 Kbps (comparado a 1.411Mbps)
- rádio FM a 64 kbps

Camada	Taxa de bits	Compressão
MP1	32 a 448 kbps	4:1
MP2	32 a 384 kbps	6:1
MP3	32 a 320 kbps	12:1

Vídeo

- ✓ **Vídeo = sequência de imagens**
 - *Quadros (frames)*
- ✓ **Estrutura do Vídeo**
 - *Resolução espacial*
 - resolução geométrica + resolução de cor
 - *Resolução temporal*
 - n°. de quadros por seg.

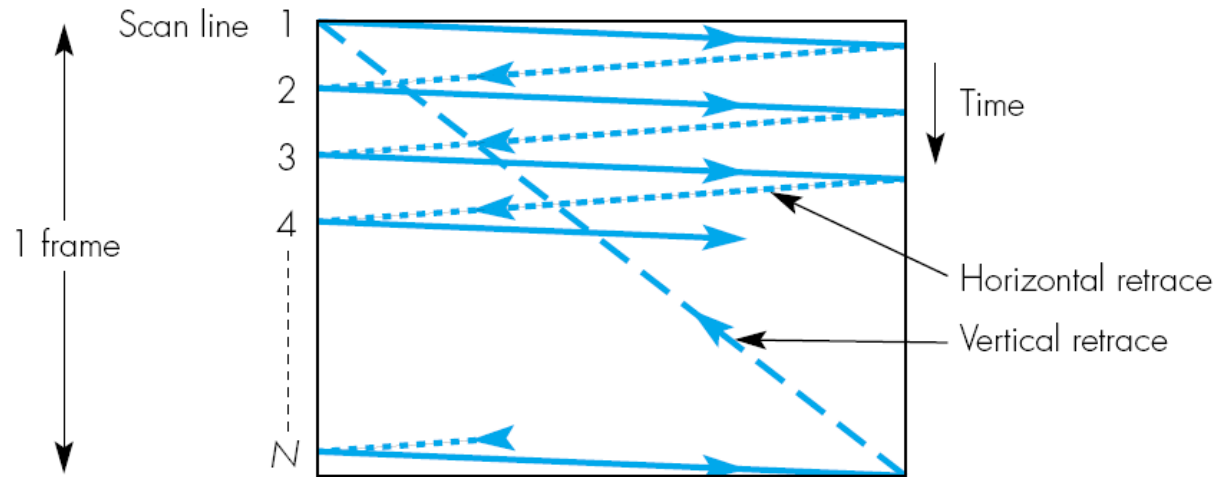
Exemplo de Padrão de Vídeo (TV)

✓ Sistema NTSC

- *formato 4:3*
- *525 linhas*
- *30 quadros/seg*
- *Sistema de cores*

- Luminância e cromaticidade
- Sistema YIQ (NTSC)

- $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$
- $I = 0.74 (R - Y) - 0.27 (B - Y)$
- $Q = 0.48 (R - Y) + 0.41 (B - Y)$



$N = 525$ (NTSC) and 625 (PAL/CCIR/SECAM)
Frame refresh rate = 60 times per second (NTSC)
= 50 times per second (PAL/CCIR/SECAM)

Compressão de Vídeo

- ✓ **Pode-se utilizar algoritmos para comprimir imagens e tratar cada quadro do vídeo individualmente**
 - *M-JPEG – Motion J-PEG*
 - *Taxas típicas entre 10:1 e 20:1 não são suficientes para vídeo*
 - *Formato 4:2:2 para vídeo digital não comprimido*
 - Taxa de 216 Mbps

Princípios da Compressão de Vídeo

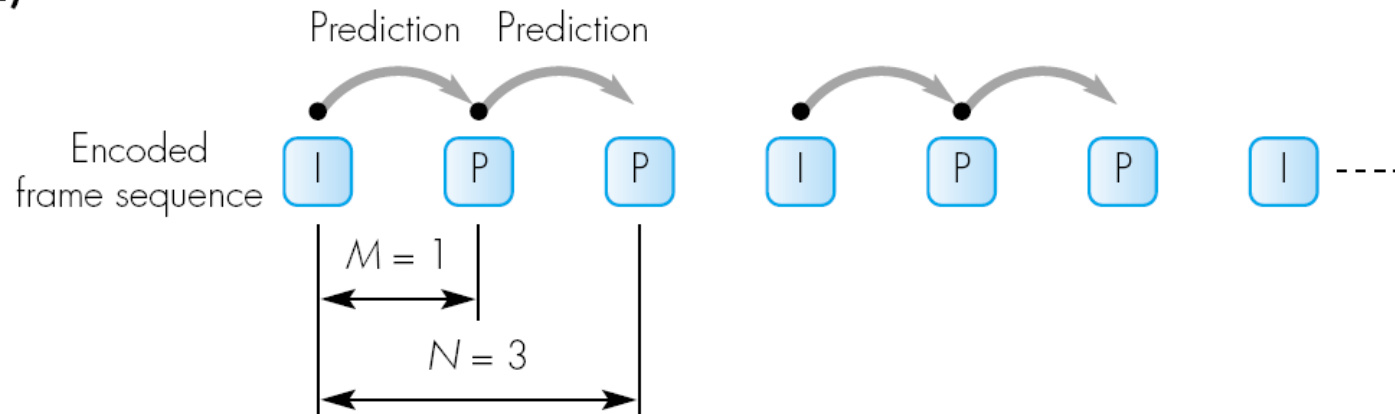
- ✓ **Redundância espacial (intra-quadro)**
- ✓ **Redundância temporal (inter-quadro)**
 - *Em um conjunto de quadros, pequenos movimentos acontecem de um quadro para outro*
 - videotelefonia (movimento dos lábios e olhos)
 - Cena de filme (pessoa ou veículo em movimento)
 - *Ex.: cena de 3s => (60 quadros/seg.) => 180 quadros*
 - *Estimativa/estimação de movimento (motion estimation)*
 - *Compensação de movimento (motion compensation)*

Tipos de Quadro

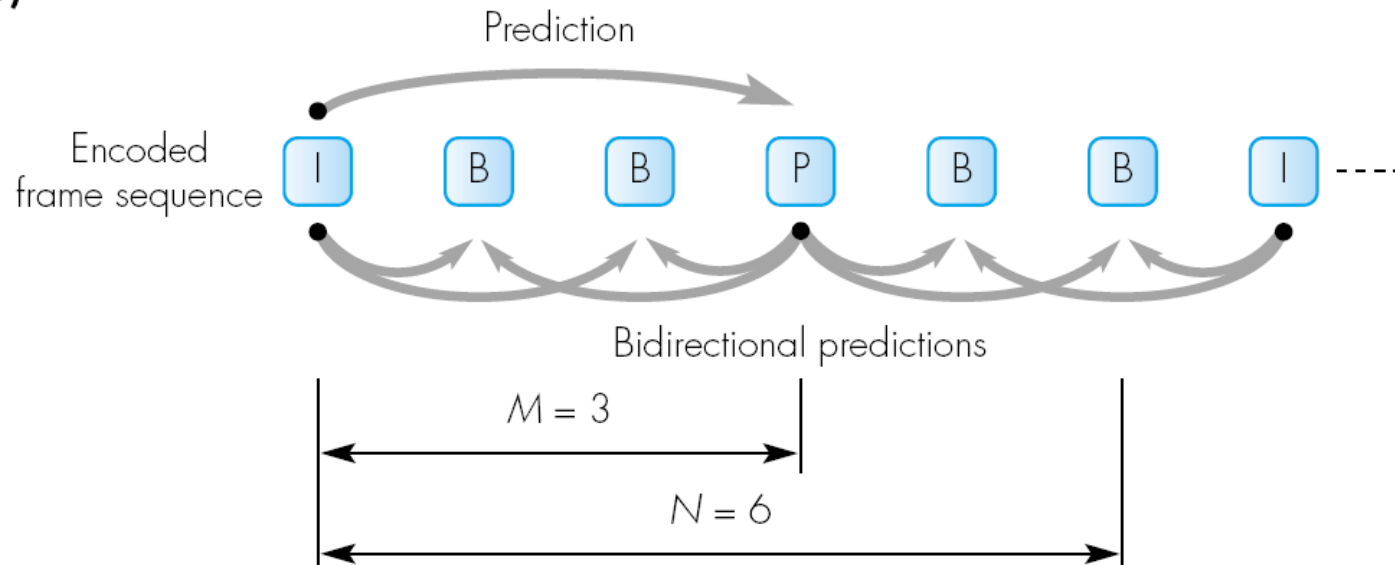
- ✓ **2 tipos de quadros**
 - ***Codificados de forma independente***
 - Intracoded frames
 - *I-frames/quadros-I*
 - ***Quadros estimados (predicted frames)***
 - Predictive frames
 - *P-frames/quadros-P*
 - Bidirectional frames (intercoded or interpolation frames)
 - *B-frames/quadros-B*

Tipos de Quadro

(a)



(b)



M = prediction span N = group of pictures (GOP) span

Tipos de Quadro

✓ Quadros-I

- *Codificados de forma independente*
- *Matrizes Y, Cr, Cb Codificadas com JPEG*
 - DCT, quantização, codificação por entropia
- *Ideal que fosse sempre o primeiro quadro de cada nova cena de um filme. Na prática, isso não acontece:*
 - algoritmo de compressão é independente do conteúdo
 - Quadros-I devem aparecer em intervalos regulares com frequência alta
 - *Evitar grandes perdas de informação se um quadro-I for perdido*

✓ GOP (Group of Pictures)

- *Número de quadros entre 2 quadros-I sucessivos*
 - Tipicamente de 3 a 12 quadros

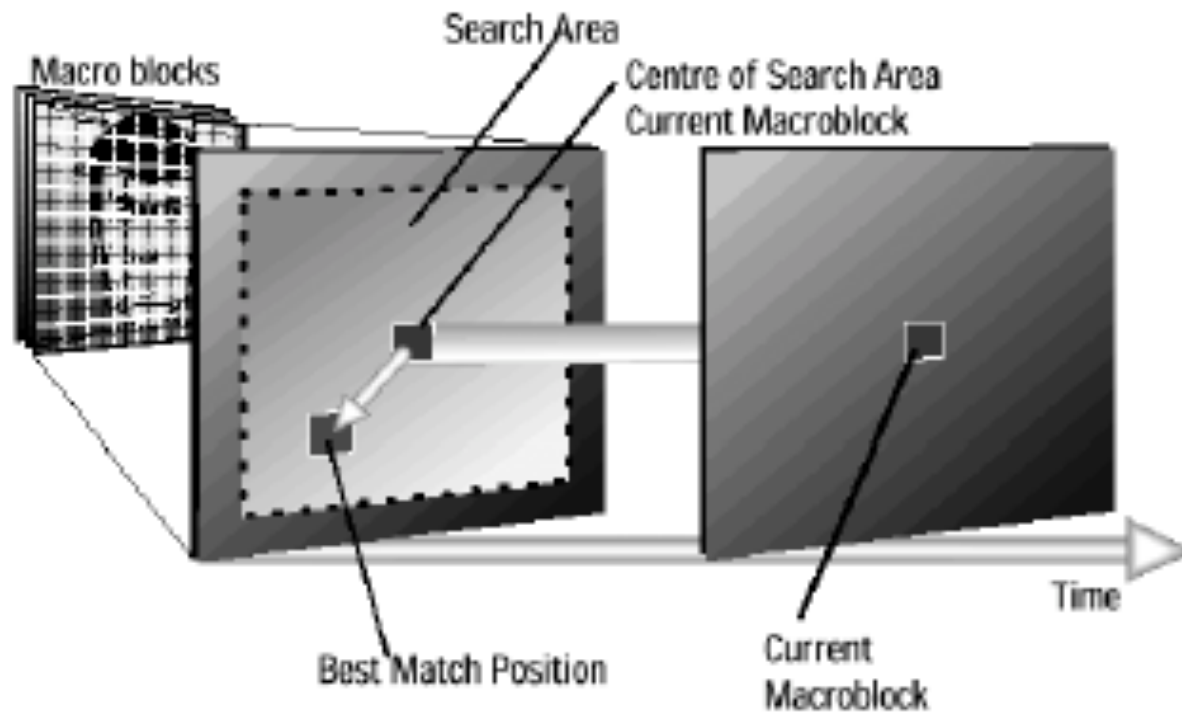
Tipos de Quadro

✓ Quadros-P

- *Conteúdo relativo a um quadro-I ou quadro-P anterior*
- *Na prática, o número de quadros-P entre cada par de quadros-I sucessivos é limitado para evitar propagação de erros*
- *Codificados usando estimativa e compensação de movimento*
 - Pequenos blocos de dois quadros sucessivos são comparados para identificar movimentos de objetos de um quadro para o outro

Estimativa e Compensação de Movimento

Redes de Computadores II



Tipos de Quadro

✓ Quadros-B

- *Conteúdo relativo a um quadro-I ou quadro-P anterior ou posterior*
- *Codificados usando estimativa e compensação de movimento*
- *Não propagam erros*
 - Não estão envolvidos na decodificação de outros quadros

Quadro-B

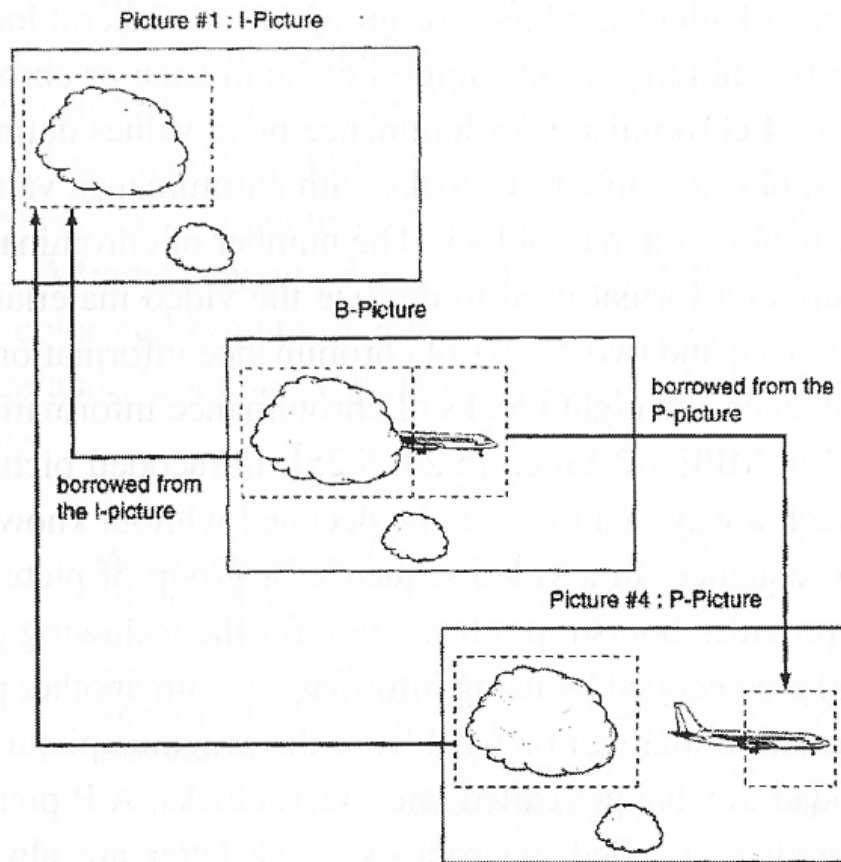
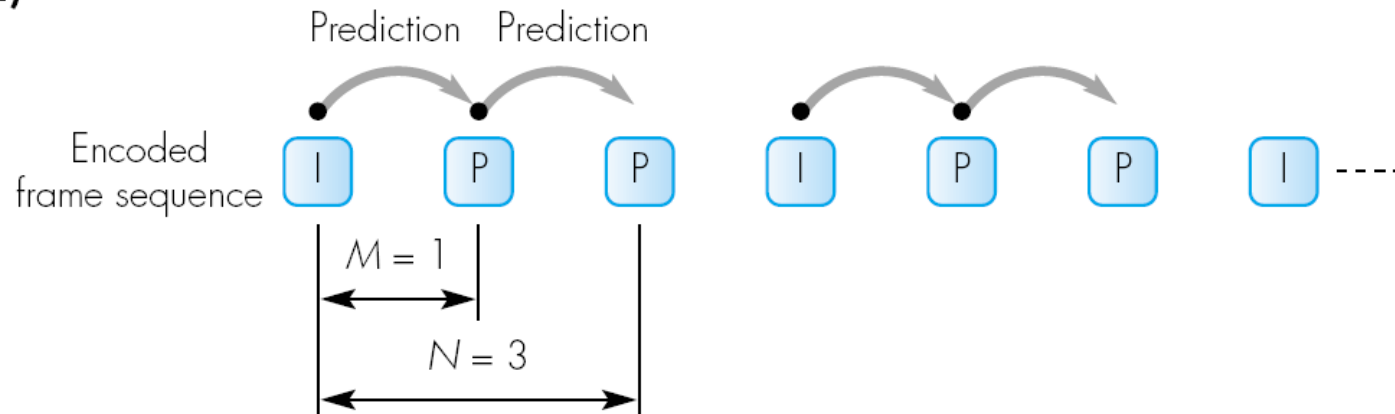


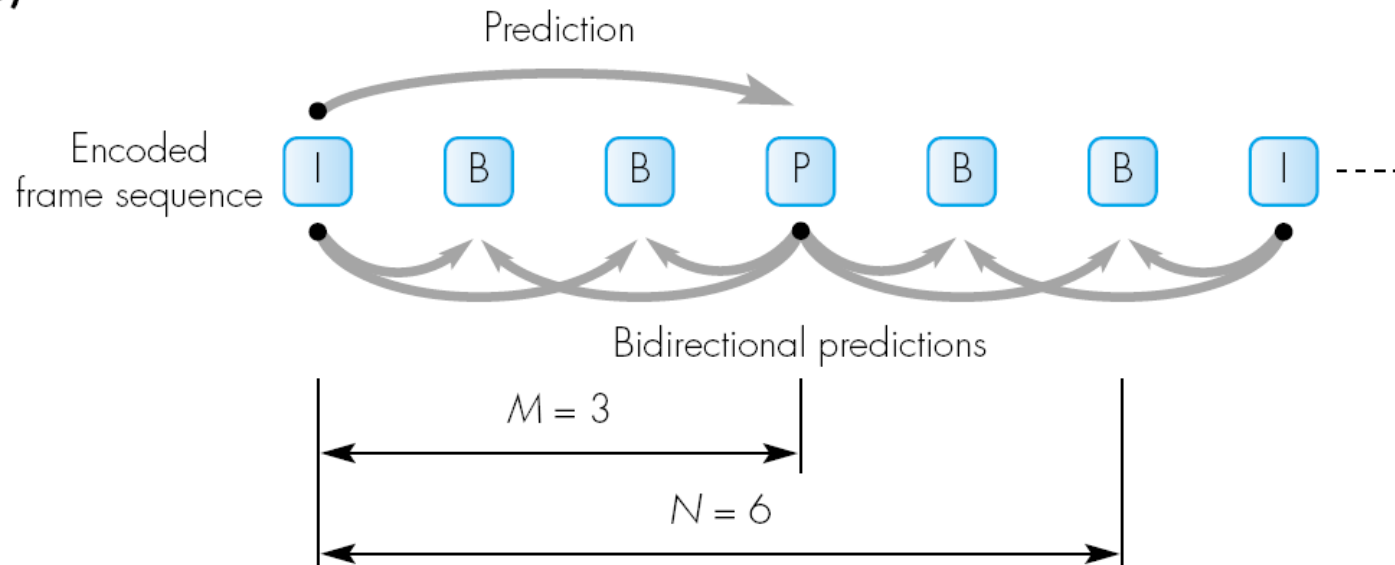
Figure 5.10 Use of a B-picture.

Tipos de Quadro

(a)



(b)



M = prediction span N = group of pictures (GOP) span

MPEG-2

- ✓ **Perfil Principal no Nível Principal de Resolução**
 - *Main Profile at the Main Level (MP@ML)*
- ✓ **Aplicação principal**
 - *Difusão de TV digital*
 - *Amostragem 4:2:0*
 - *Taxa máxima de 15 Mbps*

Padrão	Y	Cr e Cb	No. Quadros/seg
NTSC	720 x 480	360 x 240	30 Hz
PAL	720 x 576	360 x 288	25 Hz

MPEG-2 – Codificação Escalável

✓ Escalabilidade

- *Extensões de escalabilidade fornecem 2 ou mais fluxos de bits, ou camadas, que podem ser combinados para prover um único sinal de vídeo de alta qualidade*
 - *A camada base pode, por definição, ser decodificada por si mesma, fornecendo um vídeo de menor qualidade*
 - *Usa técnicas semelhantes aos perfis progressivo e hierárquico do JPEG*
- ✓ A escalabilidade é bastante útil em redes que permitem distinguir os tipos de fluxos de dados e privilegiar a entrega do mais importante. Assim, em caso de necessidade ou conveniência de perda, um bom sinal de vídeo ainda pode ser recebido.