

Princípios de Comunicação de Dados



Instituto Superior de Tecnologia

PETRÓPOLIS

FUNDAÇÃO DE APOIO ESCOLA TÉCNICA

Transmissão de dados

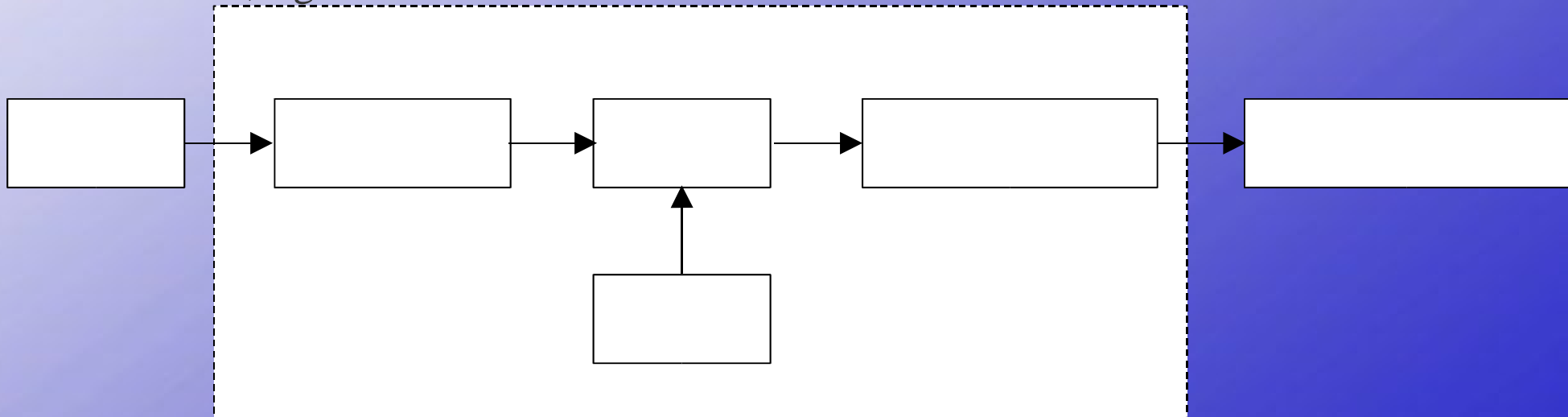


◆ Onde ocorre?

Terminologia



- ◆ Transmissor
- ◆ Receptor
- ◆ Meio
 - ◆ Meio guiado
 - ◆ Fibra ótica, par trançado
 - ◆ Meio não guiado
 - ◆ Ar, água



Terminologia



- ◆ Link direto
 - ◆ sem device intermediário.
- ◆ Ponto- a- ponto
 - ◆ like direto com só dois devices
- ◆ Multi- point
 - ◆ mais que dois devices compartilhando o mesmo link

Terminologia



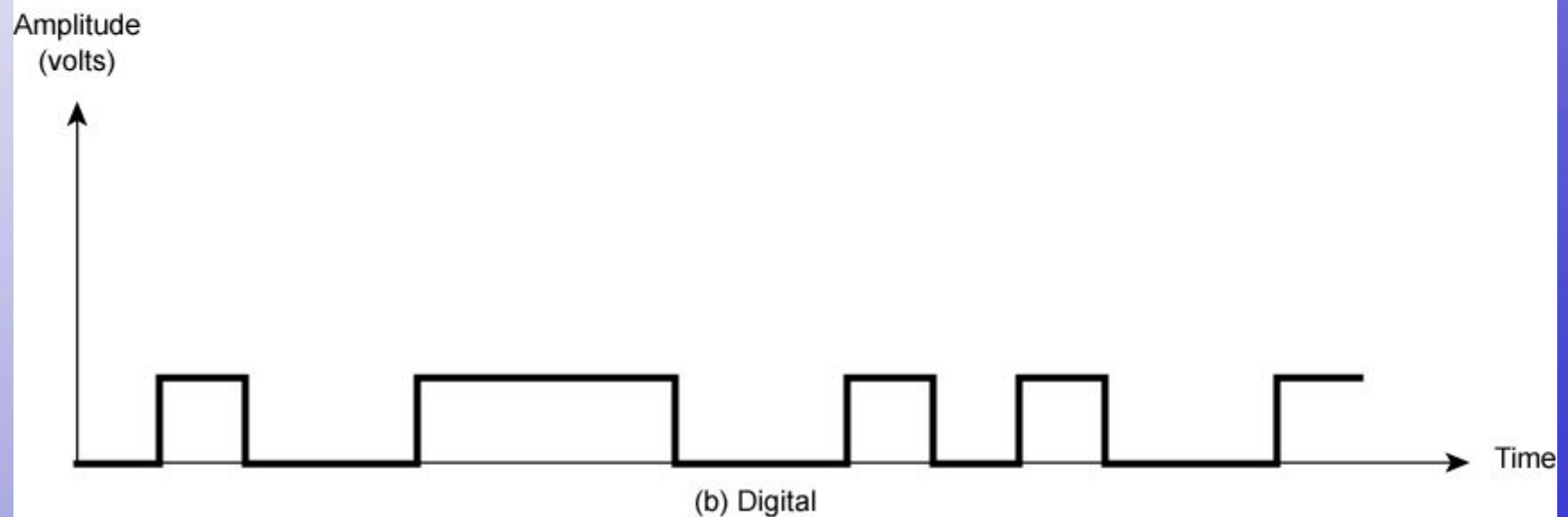
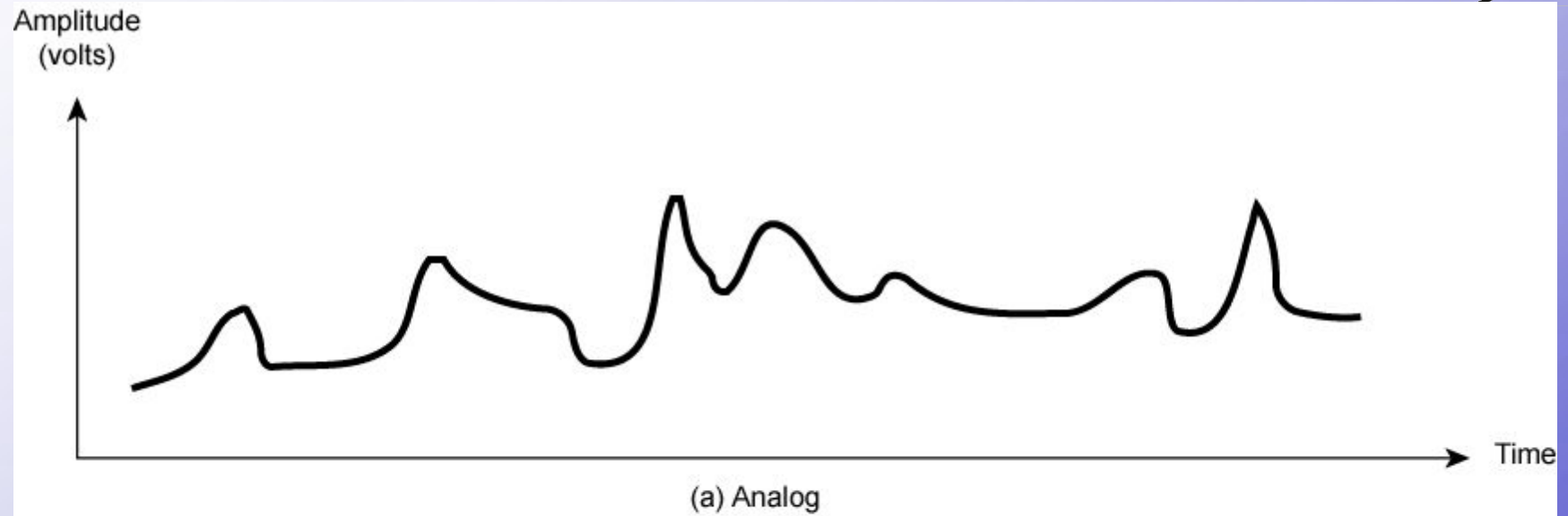
- ◆ Simplex
 - ◆ Uma direção
 - ◆ Televisão
- ◆ Half duplex
 - ◆ Ambas direções, mas uma de cada vez
 - ◆ Rádio dos fiscais da CPT
- ◆ Full duplex
 - ◆ Ambas direções ao mesmo tempo
 - ◆ Telefone

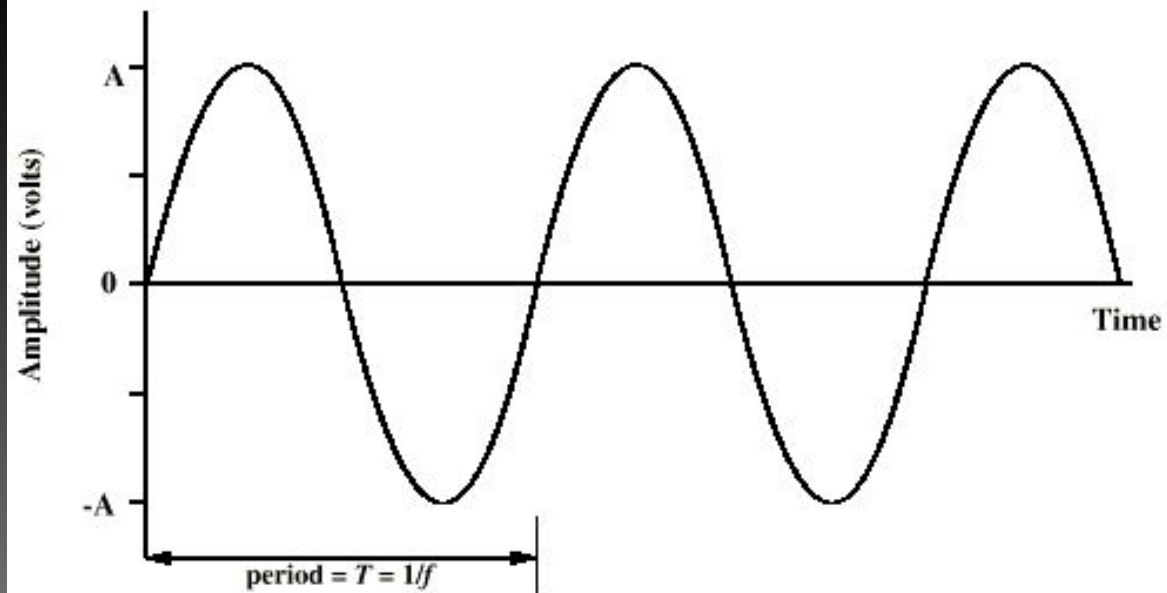
Frequência, Spectrum e Faixa



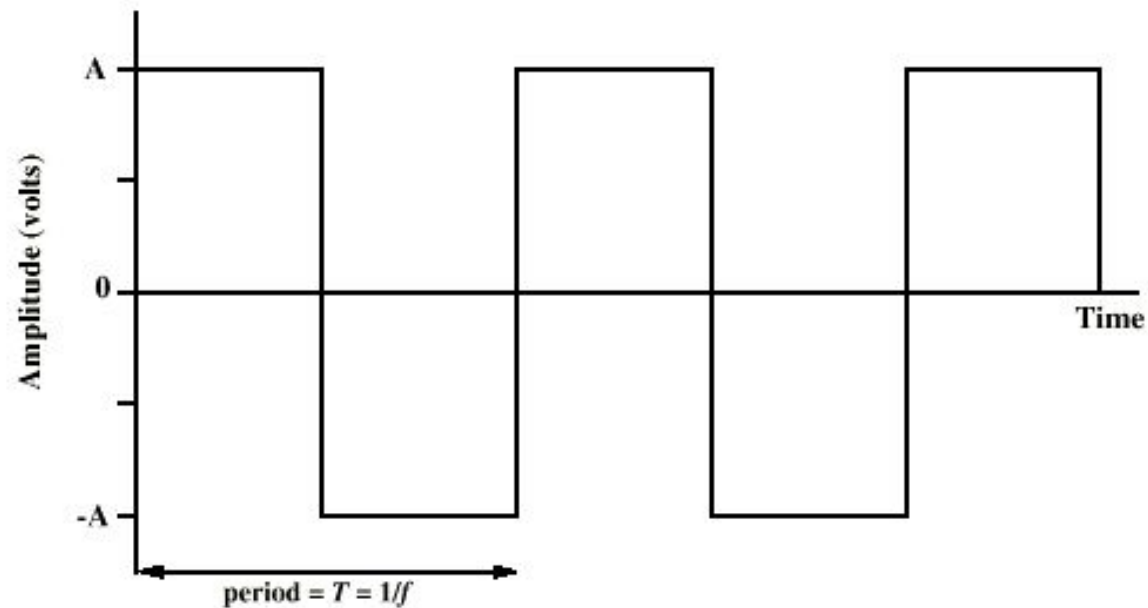
- ◆ Conceitos de domínio de tempo
 - ◆ Sinal Analógico
 - ◆ Curvas constantes no tempo
 - ◆ Sinal Digital
 - ◆ Níveis constantes com saltos
- ◆ Sinal Periódico
 - ◆ Repete o padrão após exceder um tempo
- ◆ Sinal Aperiódico
 - ◆ Não repete o padrão após exceder um tempo

Sinal Analógico e Digital





(a) Sine wave



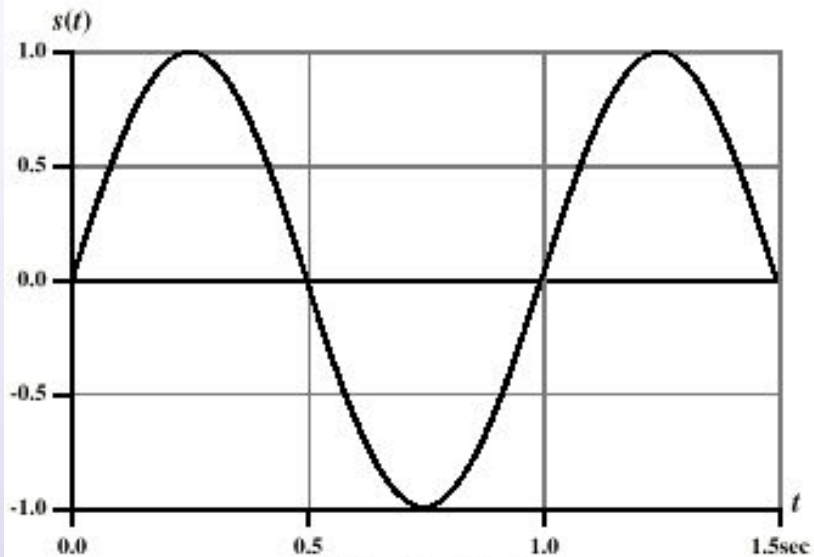
(b) Square wave

Onda senoidal

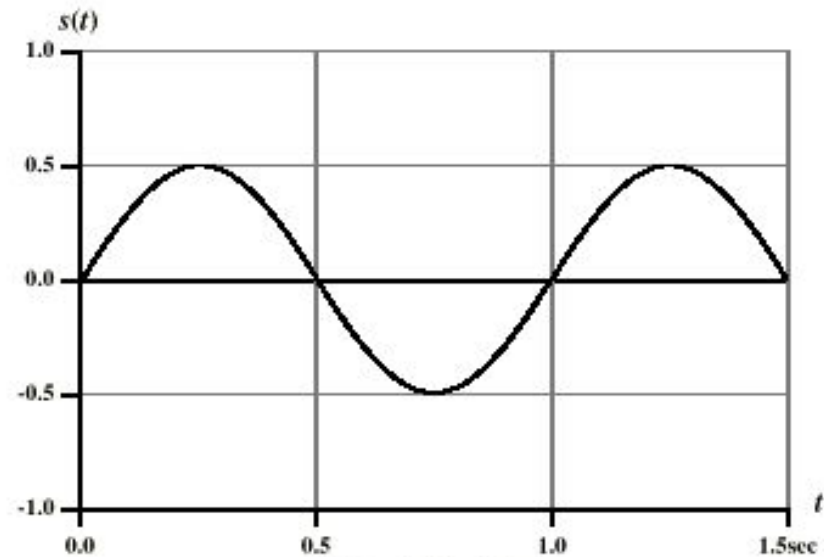


- ◆ Pico da Amplitude (A)
 - ◆ Força máxima do sinal
 - ◆ volts
- ◆ Frequência (f)
 - ◆ Taxa de alteração do sinal
 - ◆ Hertz (Hz) ciclos por segundo
 - ◆ O Período é o tempo de uma repetição (T)
- ◆ $T = 1 / f$
- ◆ Fase (ϕ)
 - ◆ Posição relativa no tempo

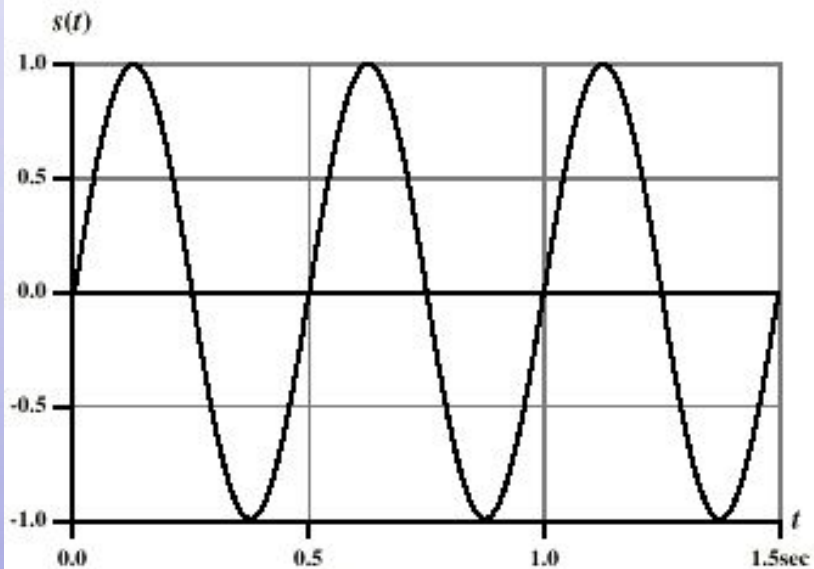
$$s(t) = A \sin(2\pi ft + \phi)$$



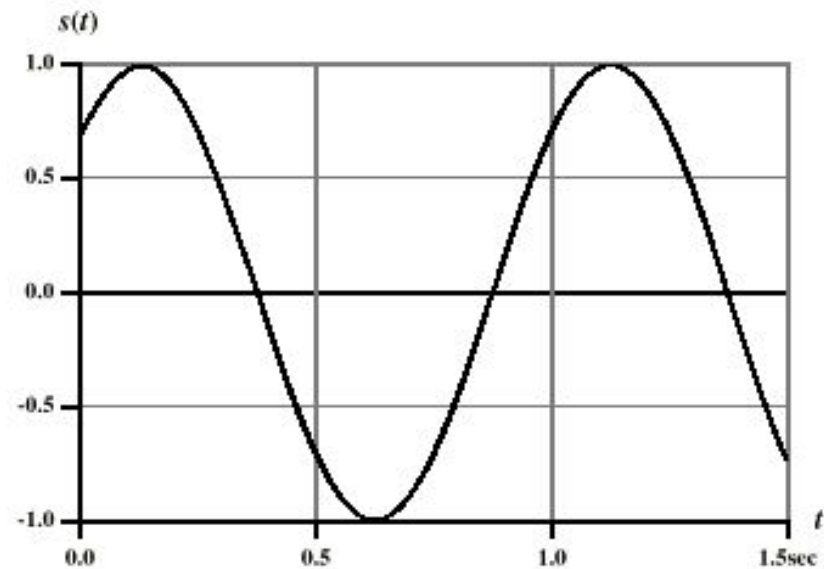
(a) $A = 1, f = 1, \phi = 0$



(b) $A = 0.5, f = 1, \phi = 0$



(c) $A = 1, f = 2, \phi = 0$



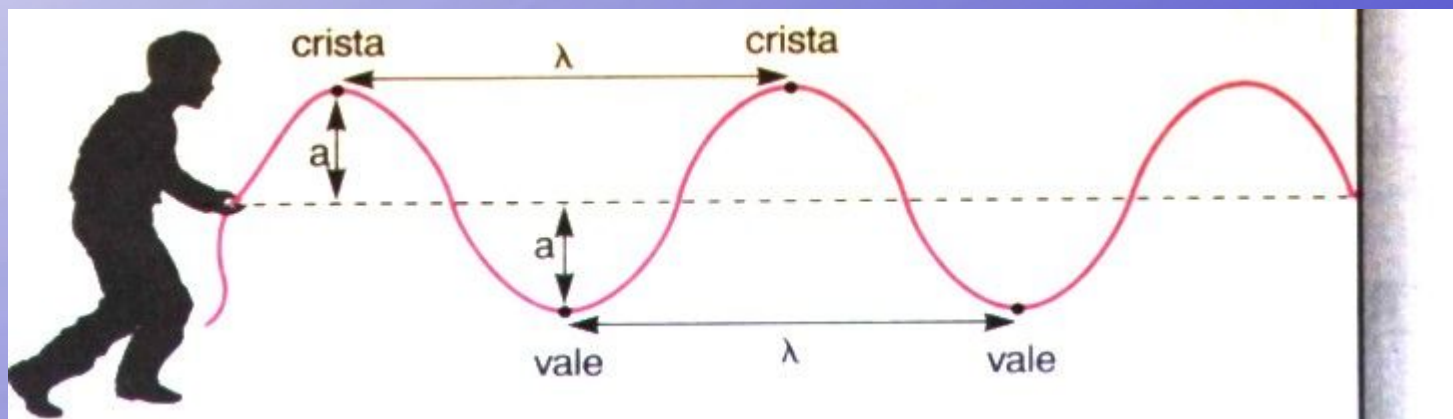
(d) $A = 1, f = 1, \phi = \pi/4$

Comprimento de onda

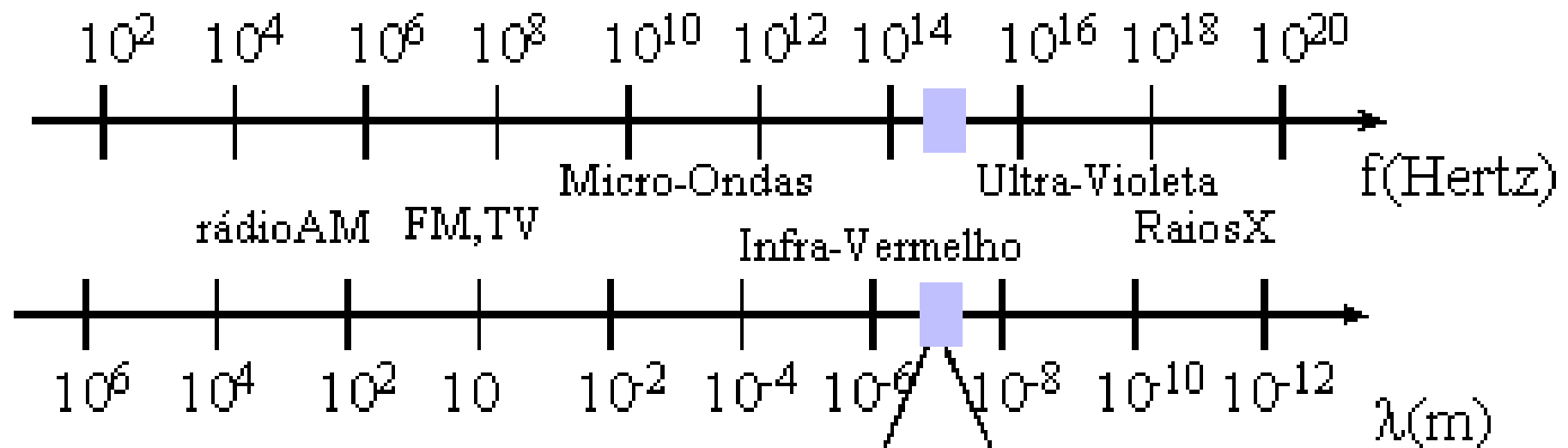
- ◆ Distância ocupada por um ciclo
- ◆ Distância entre dois pontos de fases diferentes em dois ciclos consecutivos

∇ λ

- ◆ $\lambda = vT$
- ◆ $\lambda f = v$
- ◆ $v = c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ (velocidade da luz)



Ondas



VISÍVEL

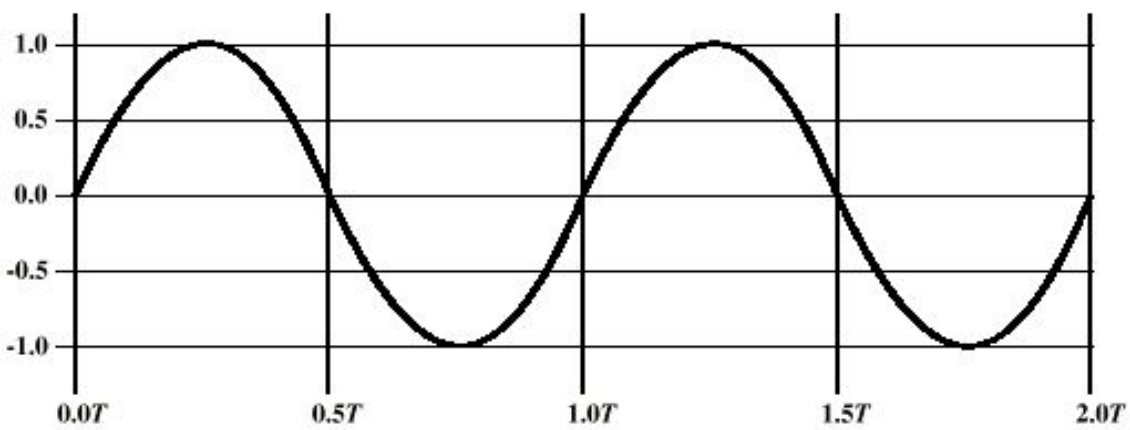
vermelho (4.3×10^{14} Hz), laranja, amarelo, ..., verde, azul, violeta (7.5×10^{14} Hz)

Conceitos de Domínio de Frequência

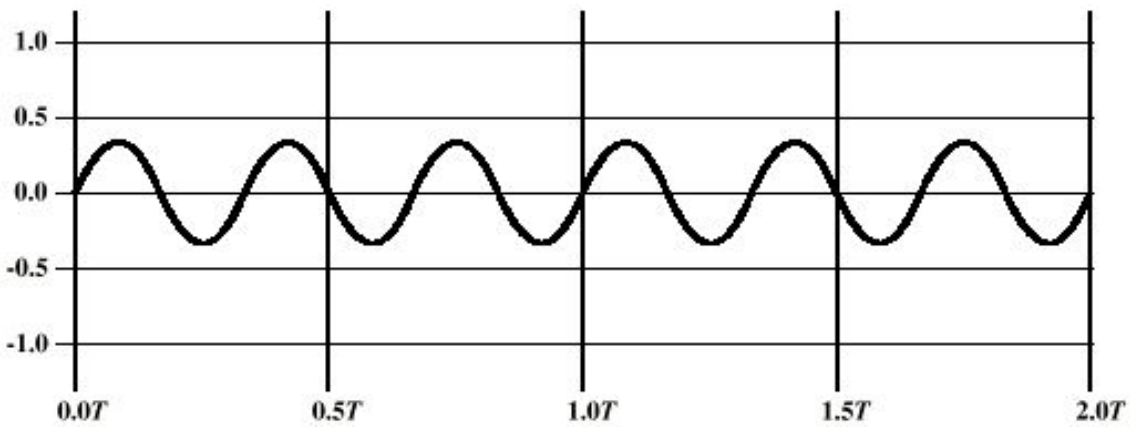


- ◆ Sinal normalmente composto por muitas frequências
- ◆ As componentes são senoidais
- ◆ Pode ser mostrado através de análise de Fourier que um sinal é composto por senoidais

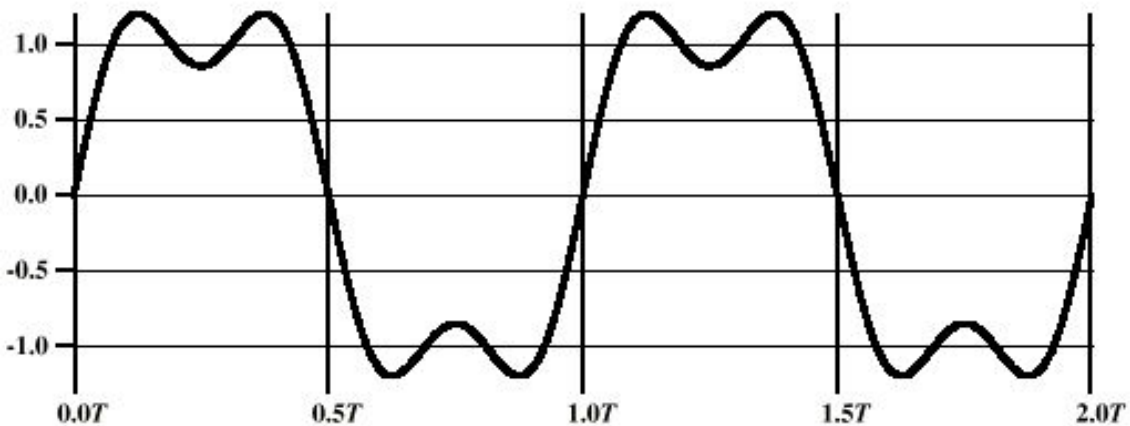
Adição de componentes



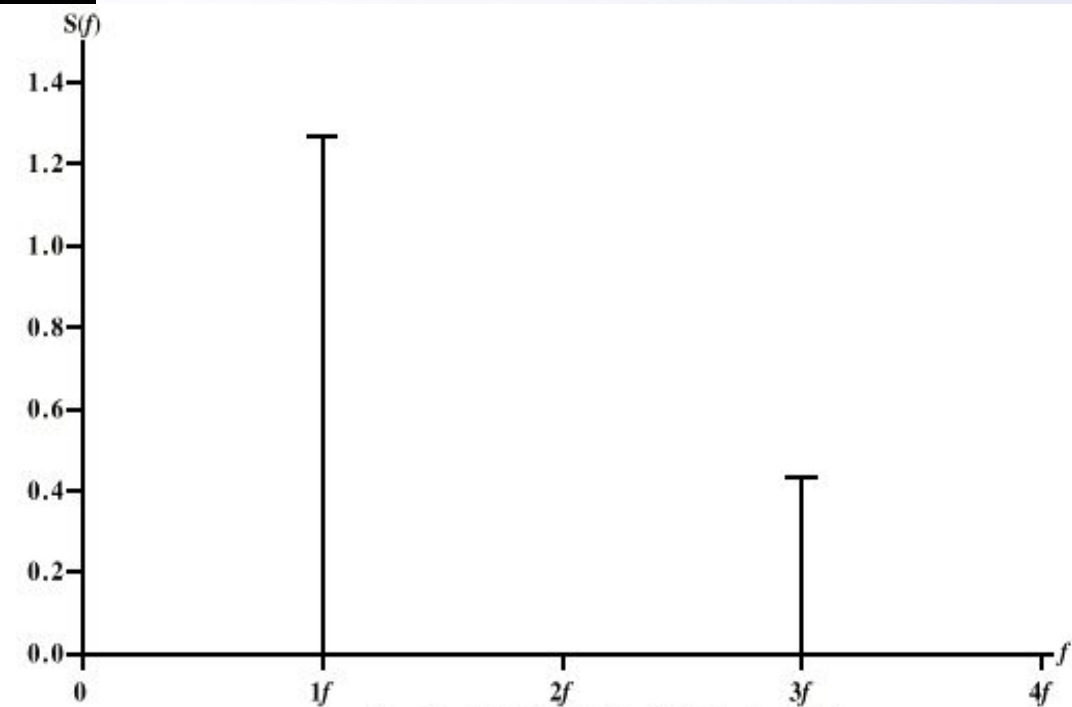
(a) $\sin(2\pi ft)$



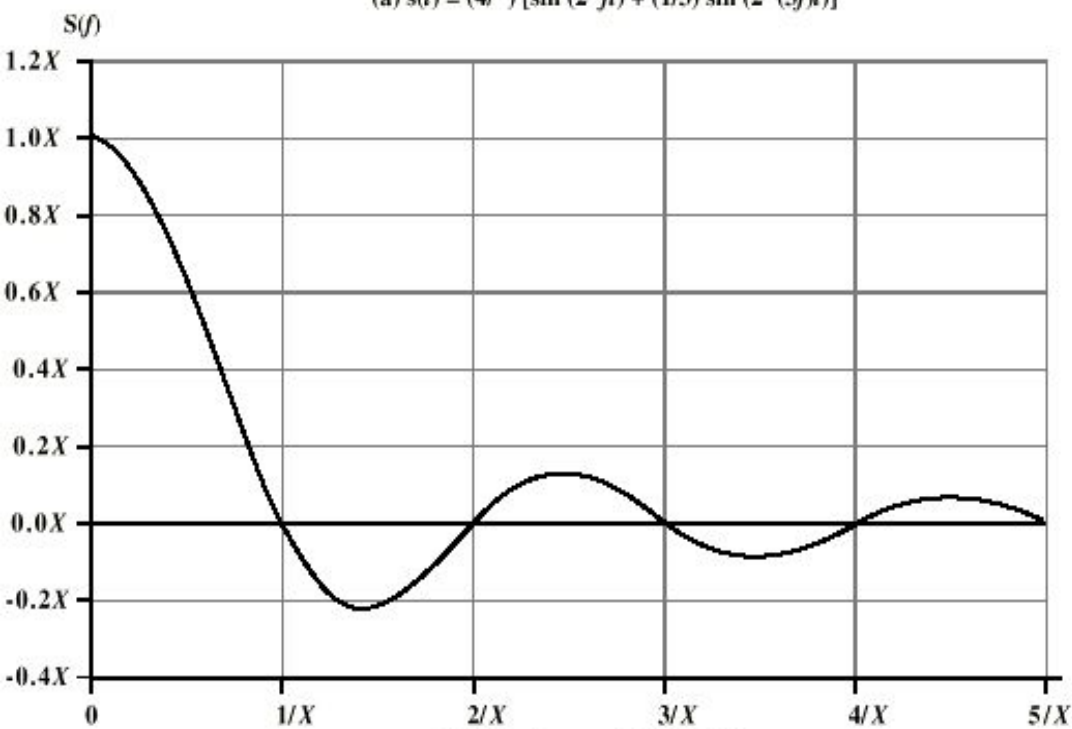
(b) $(1/3)\sin(2\pi(3f)t)$



(c) $(4/5)[\sin(2\pi ft) + (1/3)\sin(2\pi(3f)t)]$



(a) $s(t) = (4/X) [\sin(2\pi f t) + (1/3) \sin(2\pi (3f)t)]$



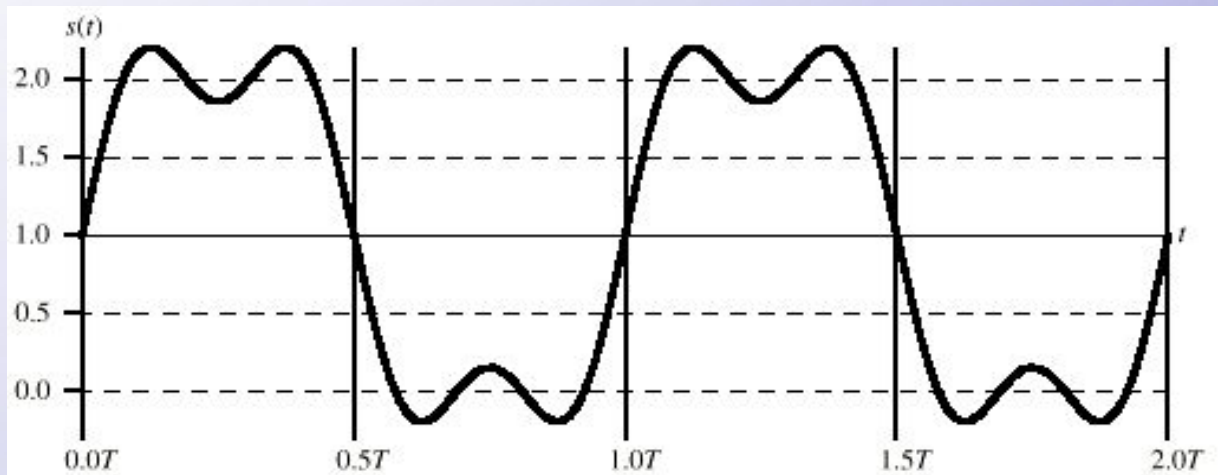
(b) $s(t) = 1 - \frac{X}{2} t + \frac{X}{2} t$

Spectrum e Faixa

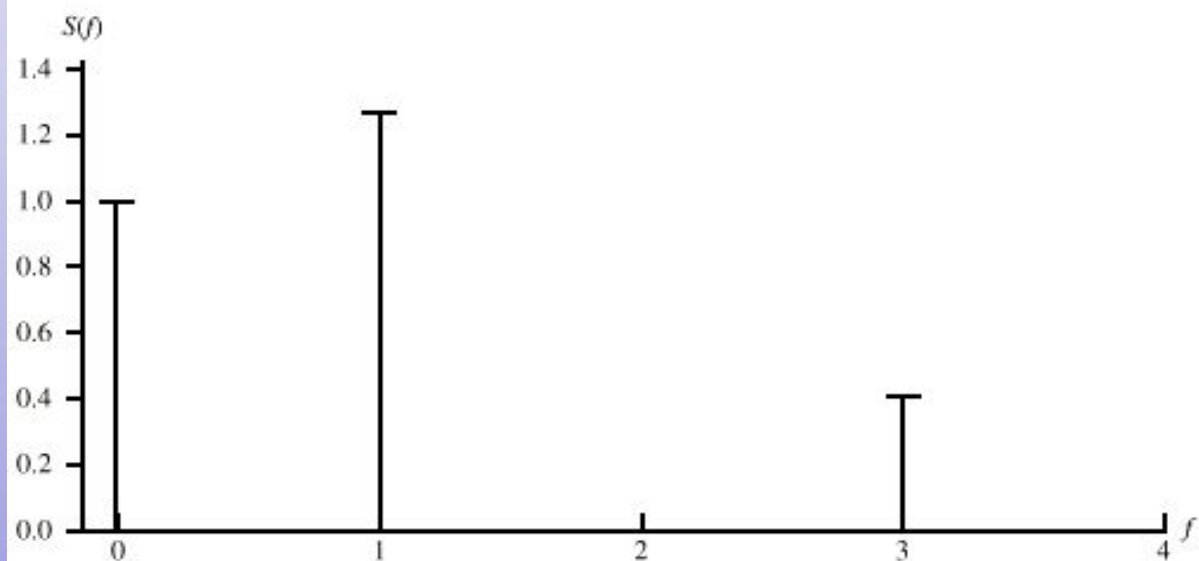


- ◆ Spectrum
 - ◆ Intervalos de freq. contido em um sinal
- ◆ Faixa absoluta (bandwidth)
 - ◆ Largura do spectrum
- ◆ Faixa efetiva
 - ◆ Normalmente faixa
 - ◆ Faixa estreita que contem a maior energia
- ◆ DC componente
 - ◆ Componente de frequência zero

Sinal com componente DC



(a) $s(t) = 1 + (4/\pi) [\sin(2\pi ft) + (1/3) \sin(2\pi (3f)t)]$



(b) $S(f)$

Taxa de dados e Faixa



- ◆ Qualquer sistema de transmissão tem uma faixa de frequência
- ◆ Isto limita a taxa de dados que pode ser transmitida

Transmissão Analógica e Digital



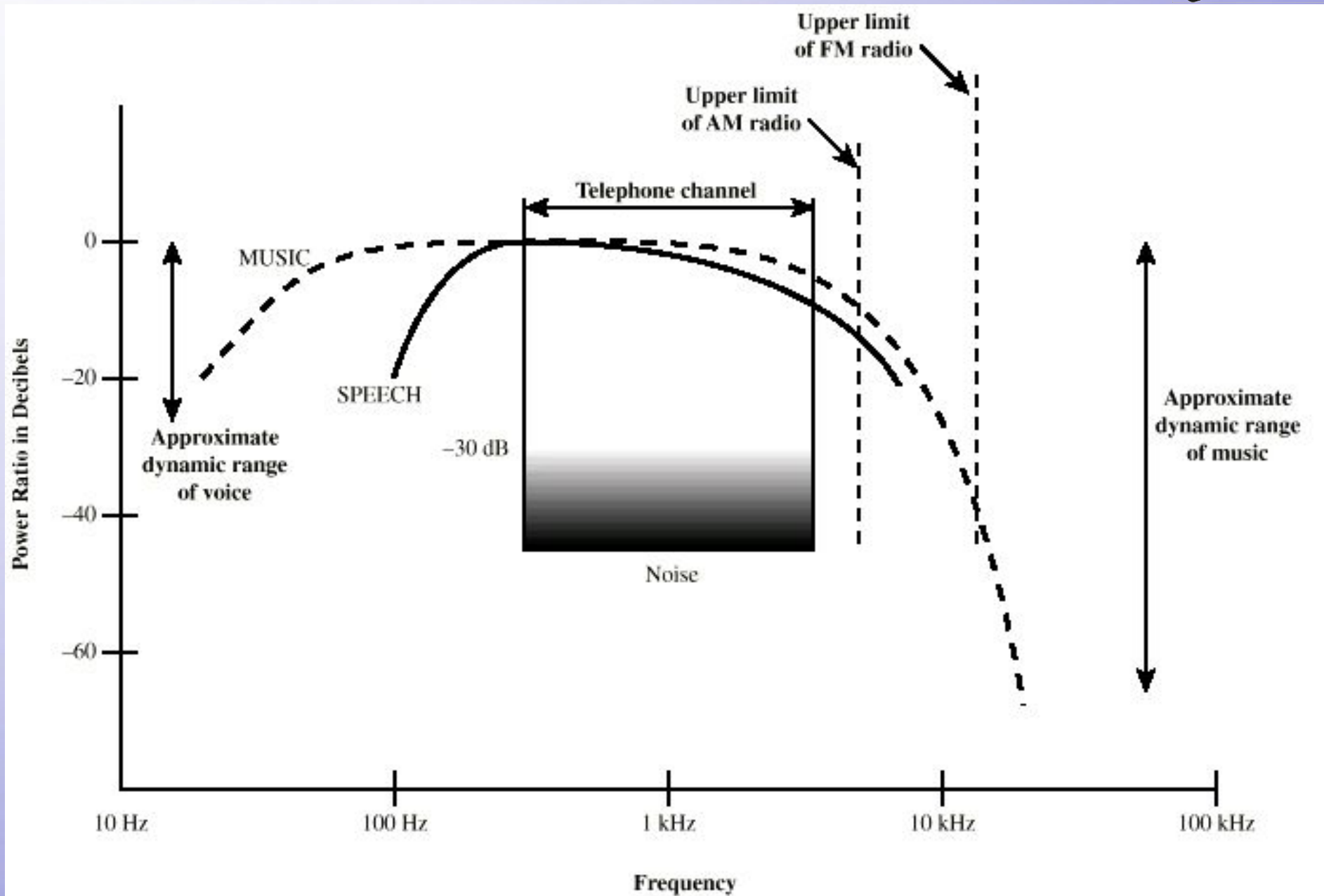
- ◆ Dado
 - ◆ Entidade a ser transmitida
- ◆ Sinal
 - ◆ Representação elétrica ou eletromagnética do Dado
- ◆ Transmissão
 - ◆ Transmissão de dados pela propagação e pelo processamento dos sinais

Dado Análogo e Digital



- ◆ Análogo
 - ◆ Contínua com alguns intervalos
 - ◆ Som, vídeo
- ◆ Digital
 - ◆ Valores discretos
 - ◆ Texto, inteiros

Spectrum Acústico (Analógico)



Sinal Analógico e Digital



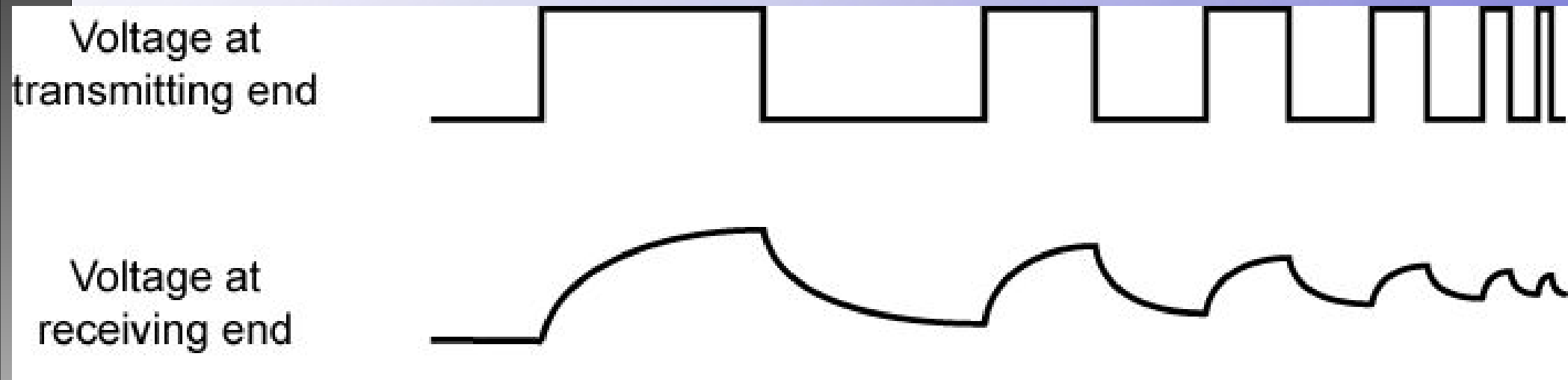
- ◆ Meios pelos quais os dados são propagados
- ◆ Analógico
 - ◆ Continuamente variável
 - ◆ Vários meios
 - ◆ Fibra ótica, fio, espaço
 - ◆ Faixa da voz: de 100Hz até 7kHz
 - ◆ Faixa do telefone: de 300Hz até 3400Hz
 - ◆ Faixa do vídeo 4MHz
- ◆ Digital
 - ◆ Usa dois componentes DC

Vantagens e desvantagens do Digital



- ◆ Barato
- ◆ Menos suscetível a ruído
- ◆ Maior atenuação
 - ◆ Os pulsos tornam-se arredondados e menor
 - ◆ Conduz à perda da informação

Atenuação do Sinal Digital



Componentes da Fala



- ◆ Intervalo de frequência do ouvido: 20Hz - 20kHz
- ◆ Da fala: 100Hz - 7kHz
- ◆ Facilmente convertido em sinal eletromagnético para transmissão
- ◆ As frequências do som com volume variando converteram-se em frequências eletromagnéticas com tensão variando
- ◆ Limite do intervalo de freq. para um canal de voz: 300 - 3400Hz

Conversão da entrada de voz no sinal análogo



In this graph of a typical analog signal, the variations in amplitude and frequency convey the gradations of loudness and pitch in speech or music. Similar signals are used to transmit television pictures, but at much higher frequencies.

Componentes de Vídeo



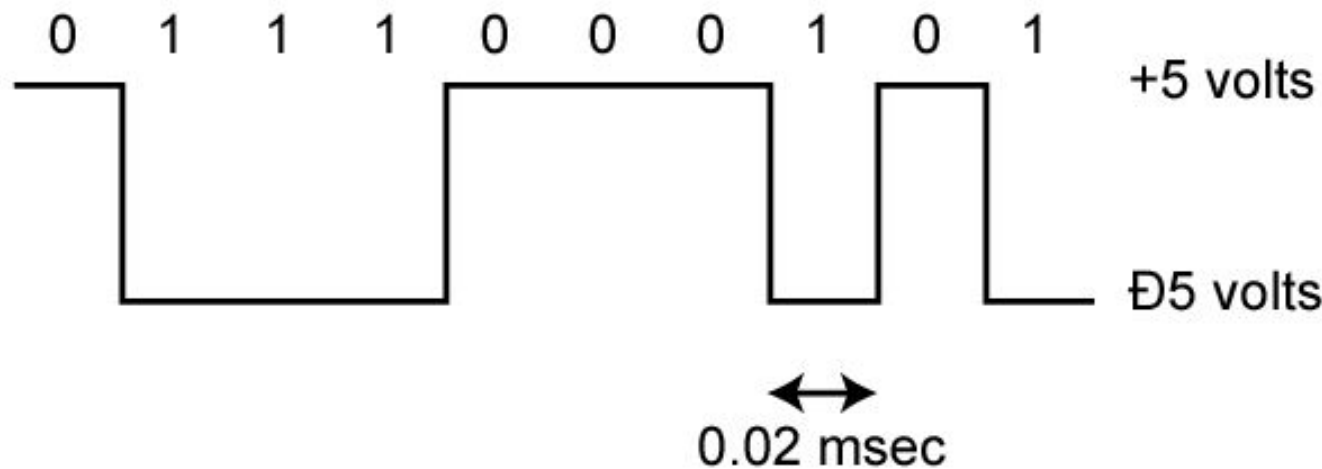
- ◆ USA - 483 linhas varridas por quadro e 30 quadros por segundo
 - ◆ 525 linhas, mas 42 são perdidas durante o retorno vertical
- ◆ Assim $525 \text{ linhas} \times 30 = 15750 \text{ linhas por segundo}$
 - ◆ $63.5 \mu\text{s}$ por linhas
 - ◆ $11 \mu\text{s}$ para o retorno, assim $52.5 \mu\text{s}$ por linhas de vídeo
- ◆ Freq. máxima se a linha alterna entre branco e preto
- ◆ Resolução horizontal é 450 linhas dando 225 ciclos de onda em $52.5 \mu\text{s}$
- ◆ Freq. máxima de 4.2MHz

Dado Binário Digital



- ◆ Vindo de terminais de computadores
- ◆ Dois componentes DC
- ◆ A largura da faixa depende da taxa de transmissão

Conversão em Digital



User input at a PC is converted into a stream of binary digits (1s and 0s). In this graph of a typical digital signal, binary one is represented by 0 volts and binary zero is represented by +5 volts. The signal for each bit has a duration of 0.02 msec, giving a data rate of 50,000 bits per second (50 kbps).

Etapas da Conversão

A - Sinal Original



B - Saída do Filtro



C - Relógio de Amostragem



D - Amplitude das Amostras



E - Valor binário da amostra depois da quantização



Sinal e Dados

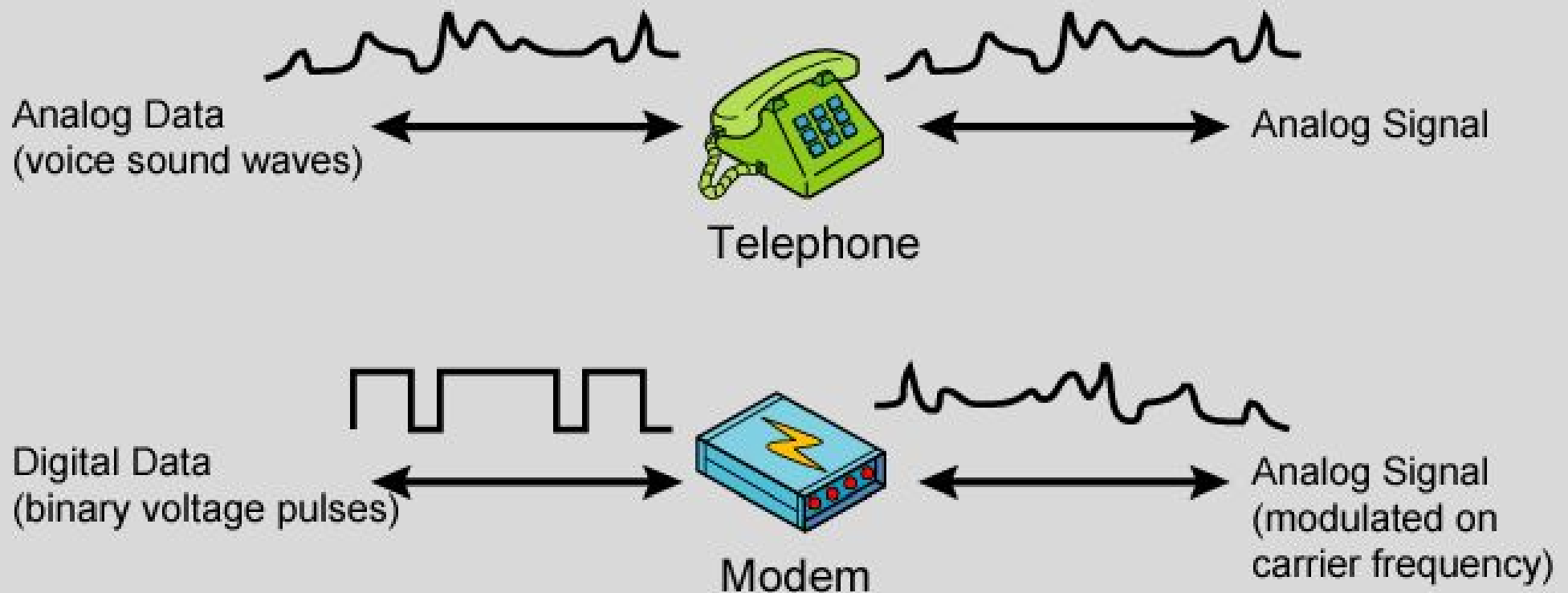


- ◆ Normalmente se usa sinais digitais para dados digitais e sinais analógicos para dados analógicos.
- ◆ Pode-se usar sinal analógico para transmitir dados digitais
 - ◆ Modem
- ◆ Pode-se usar sinal digital para transmitir dados analógicos
 - ◆ CD

Sinal analógico transmitindo dados digitais



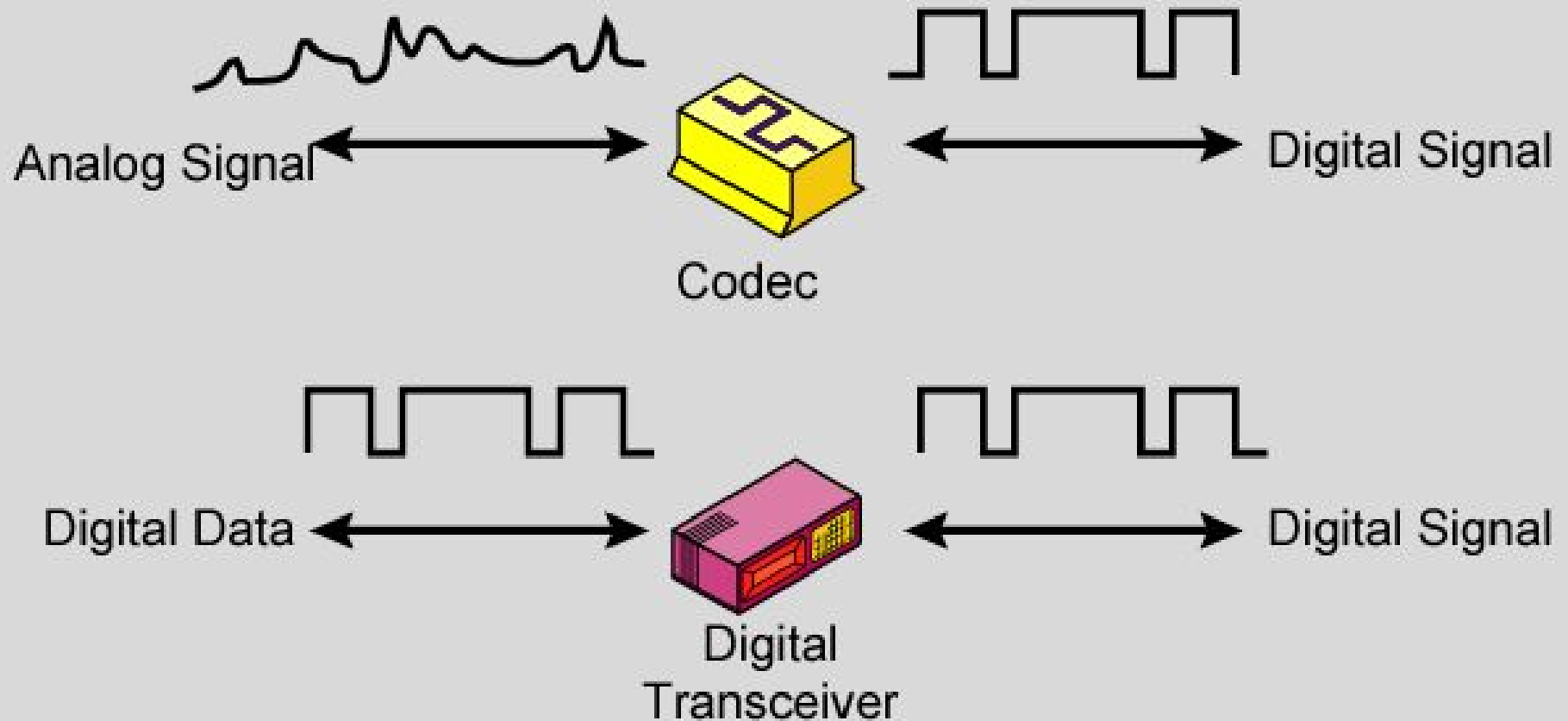
Analog Signals: Represent data with continuously varying electromagnetic wave



Sinal digital transmitindo dados analógicos e digitais



Digital Signals: Represent data with sequence of voltage pulses



Transmissão Analógica



- ◆ Sinal analógico transmite sem considerar o contexto
- ◆ Dados podem ser digitais ou analógicos
- ◆ Atenuação com a distância
- ◆ Uso de amplificadores
- ◆ Também amplificam o ruído

Transmissão Digital



- ◆ Sinal analógico transmite considerando o contexto
- ◆ Integridade posta em perigo pelo ruído, atenuação, ...
- ◆ Usa-se repetidores
- ◆ Atenuação é superada
- ◆ Não amplificam o ruído

Vantagens da transmissão digital **IST**

- ◆ Tecnologia digital
 - ◆ Baixo custo LSI/ VLSI: Very Large Scale Integration
- ◆ Integridade de dados
 - ◆ Longas distâncias sobre linhas de baixa qualidade
- ◆ Capacidade de utilização
 - ◆ Banda larga links econômicos
- ◆ Segurança e Privacidade
 - ◆ Criptografia
- ◆ Integração
 - ◆ Pode tratar dados digitais e analógicos de forma similar

Desvantagens



- ◆ Sinal recebido pode ser diferente do transmitido
- ◆ Analógico - degradação do sinal de qualidade digital - erros de bit
- ◆ Causados por
 - ◆ Atenuação
 - ◆ Distorções de espera
 - ◆ ruído

Atenuação



- ◆ O sinal diminui com a distância
- ◆ Depende do meio
- ◆ Recebendo um sinal potente
 - ◆ Deve ser suficiente para ser detectado
 - ◆ Deve ser suficientemente maior que o ruído para ser recebido sem erro
- ◆ Atenuação é uma função crescente da frequência

Distorção de espera



- ◆ Somente em meios guiados
- ◆ A velocidade da propagação varia com frequência

Ruído



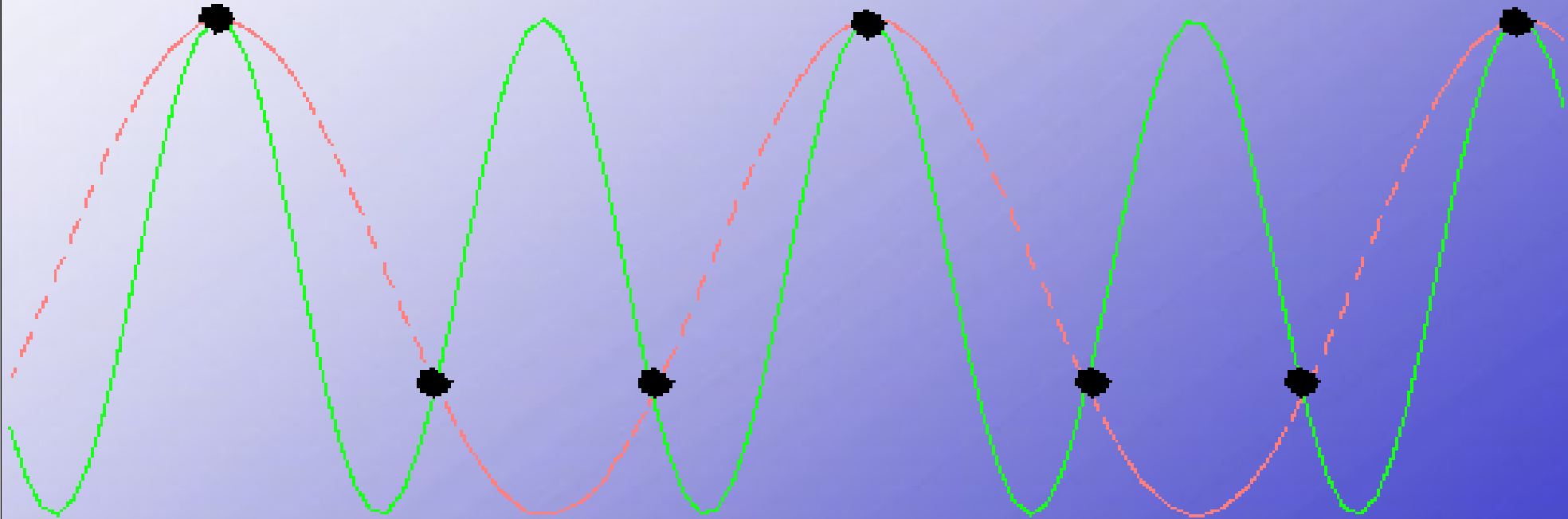
- ◆ Sinal adicional inserido entre o transmissor e o receptor
- ◆ Térmica
 - ◆ Devido a agitação térmica dos elétrons
- ◆ Intermodulação
 - ◆ Sinais que são a soma e a diferença das frequências originais que compartilham de um meio
- ◆ Crosstalk
 - ◆ Sinal de uma canal é pego por outro
- ◆ Impulso
 - ◆ Pulsos ou pontos irregulares
 - ◆ interferência eletromagnética externa
 - ◆ Duração curta
 - ◆ Amplitude elevada

Capacidade do canal



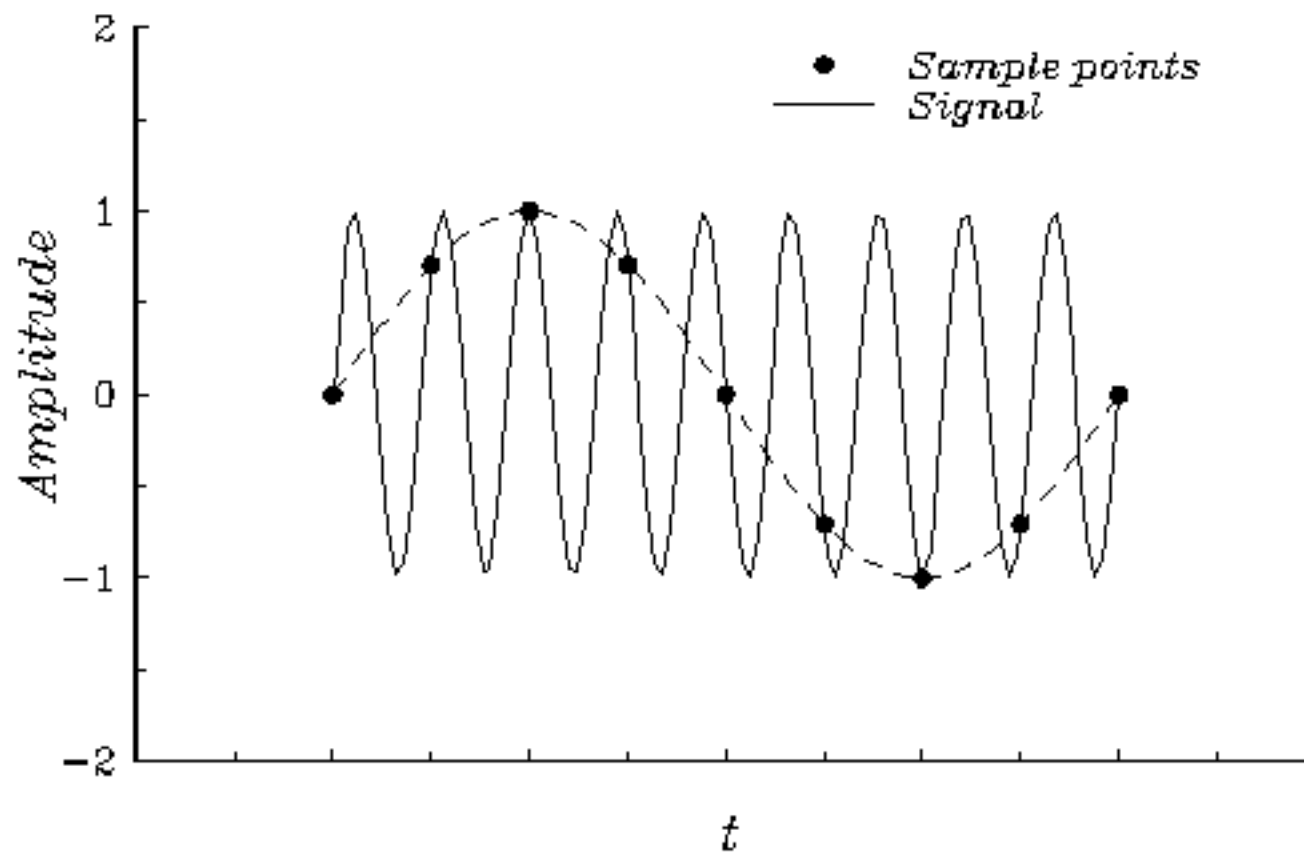
- ◆ Taxa de dados
 - ◆ Em bits por segundo
 - ◆ Taxa na qual os dados possam ser comunicados
- ◆ Largura de faixa
 - ◆ Em ciclos por o segundo dada em Hertz
 - ◆ Confinado pelo transmissor e pelo meio

Problema de amostra

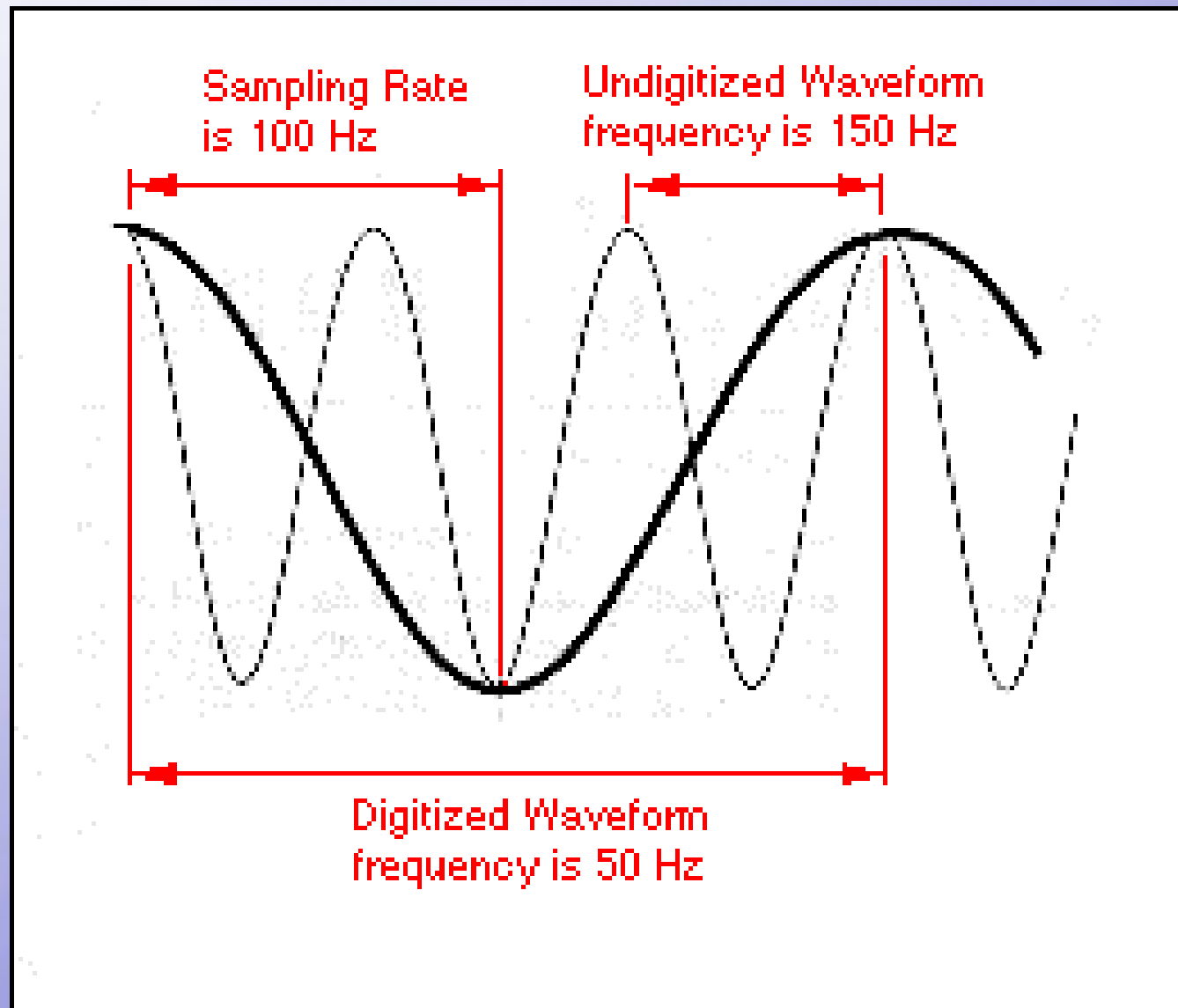


Aliasing

Aliasing from inadequate sampling



Aliasing



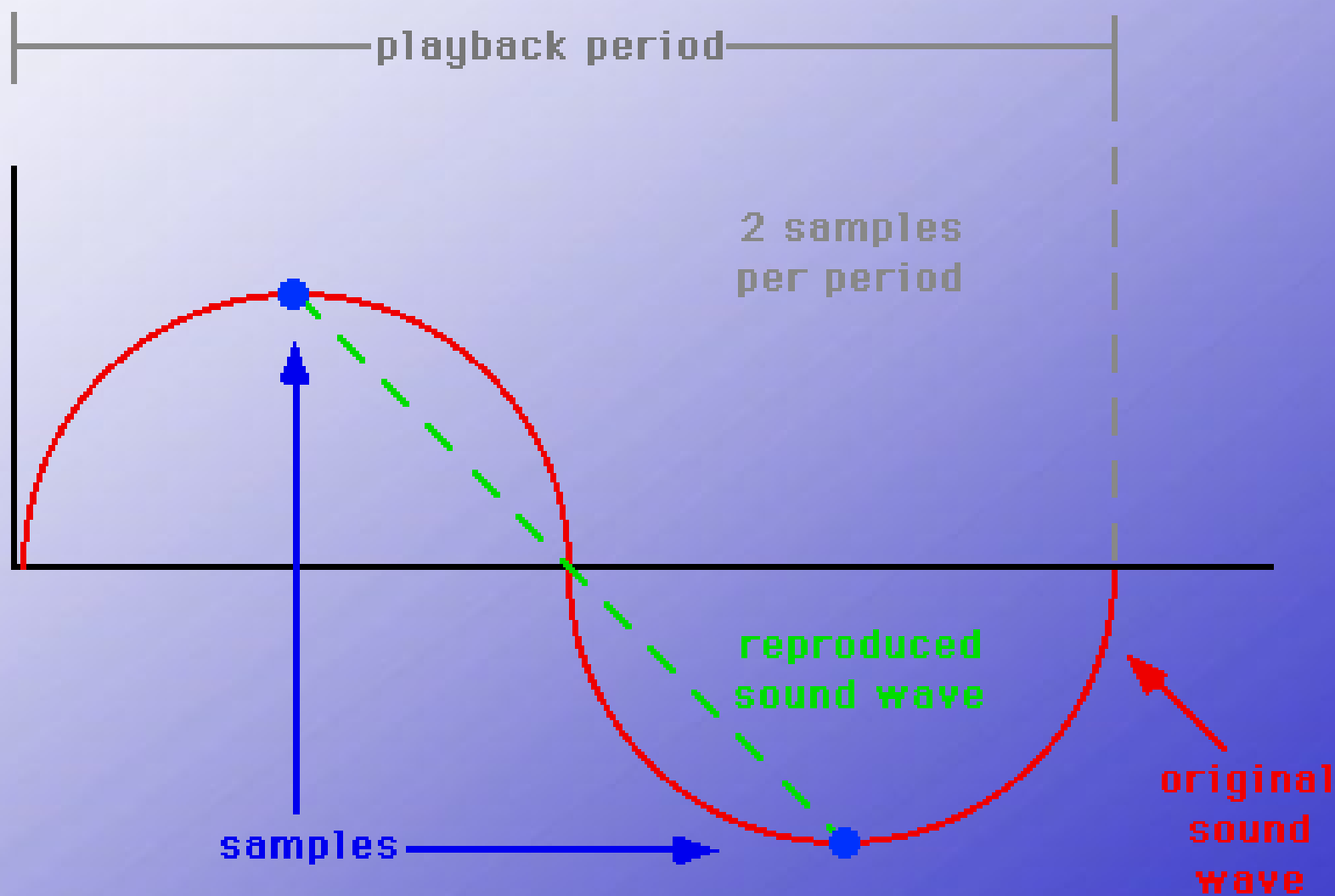
Largura de faixa De Nyquist



- ◆ Se a taxa do sinal transmitido é $2B$ então um sinal com frequência não maior que B é suficiente para transmitir a o sinal com esta taxa
- ◆ Se a largura de faixa é B , a taxa mais elevada do sinal é $2B$
- ◆ Dados o sinal binário, a taxa de dados suportada por B Hertz é $2B$ bps
- ◆ Pode ser aumentado usando níveis do sinal de M
- ◆ $C = 2B \log_2 M$

Problema de amostra

Nyquist Effect



Fórmula de Capacidade de Shannon



- ◆ Considere taxa de dados, de ruído e erro
- ◆ Uma taxa de dados mais baixa encurta cada bit assim o estouro do ruído afeta mais bits
 - ◆ Dado uma nível de ruído, taxa mais alta de dados significa taxa mais alta de erro
- ◆ Taxa signal- ruído - SR (em decibéis)
- ◆ $SR_{db} = 10 \log_{10} (\text{signal/ ruído})$
- ◆ Capacidade $C = B \log_2(1 + SR)$
- ◆ Esta é uma capacidade livre de erro