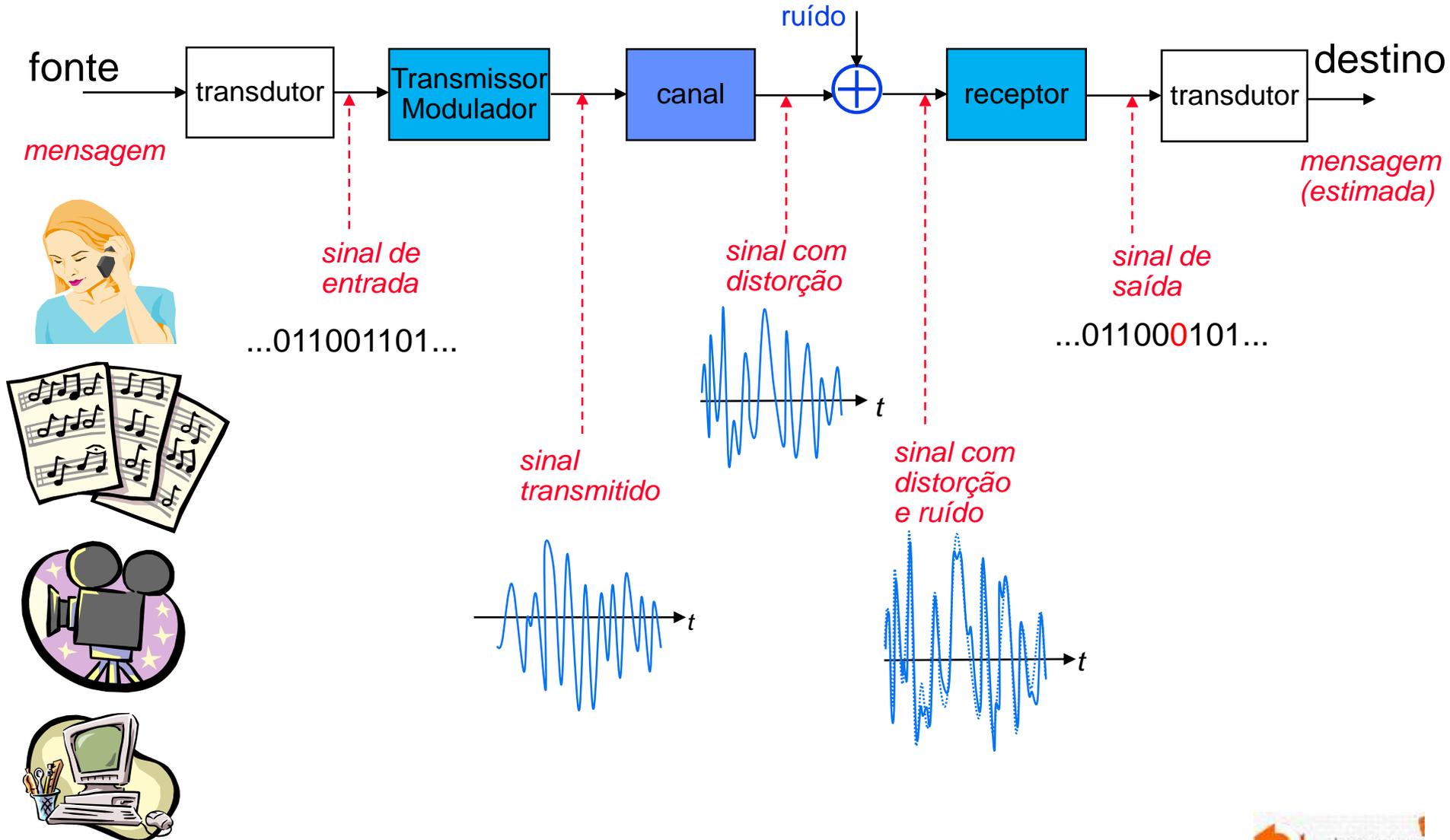


Comunicações Digitais

1 - Introdução

Enlace de um Sistema de Comunicação



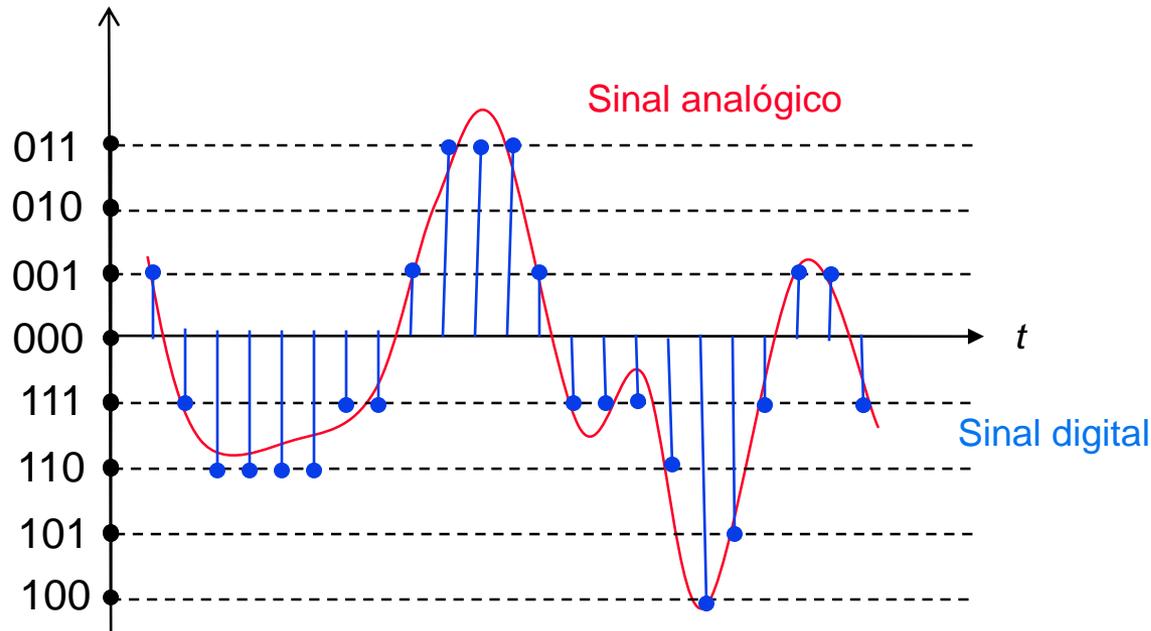
Enlace

- Objetivo
 - Enviar mensagem de uma fonte a um (ou mais) destino
 - Eficientemente
 - Fielmente
- Fonte
 - Origina a mensagem
 - Voz, vídeo, áudio, dados, ...
- Transdutor digital de fonte
 - Converte mensagem em um sinal que pode ser transmitido
 - Converte sinal recebido em uma mensagem
 - Sinal pode ser analógico ou digital

Mensagens Analógicas e Digitais

- Mensagens Analógicas:
 - Valores podem assumir infinitos valores em um intervalo contínuo
 - Exemplos
 - Sinal de voz
 - Intensidade luminosa de um pixel
 - Dados meteorológicos (temperatura, umidade, etc)
 -
- Mensagens digitais
 - São constituídas de um número finito de símbolos (alfabeto)
 - Exemplos:
 - Mensagens de texto
 - Frequência à aula
 - Gols do Flamengo a cada jogo
 - Bits
 -

Conversão Analógico-Digital



- conversão de um valor analógico para um digital é chamado de **digitalização**
 - Quantização (eixo de valores)
 - Acarreta perdas pelo erro de quantização (níveis são finitos)
 - Amostragem (eixo do tempo)
 - Pode ocorrer com perdas ou não (Teorema da Amostragem de Nyquist)
- Sinal digital pode ser representado como sequência de bits

Enlace - Transmissor

- Processa o sinal-mensagem e o adequa ao canal utilizado, gerando sinal
 - Onda eletromagnética
 - Rádio
 - Luz
 - Onda acústica
 -
- Transmissor inclui:
 - Codificação de canal,
 - Multiplexação
 - Modulação
 - Amplificação

Canal (1/2)

- Diversos significados em telecomunicações
 - ex., um canal de TV, um canal de voz GSM
- No nosso caso: **Meio físico para transmissão de informação**
- O que constitui o canal?
 - Características do equipamento
 - Características do meio de transmissão
- Exemplos de meios de transmissão:
 - Informação transmitida no espaço
 - Cabo coaxial
 - Fibra óptica
 - Ar (comunicações sem fio, radiodifusão)
 - Água (sonar)
 - Informação transmitida no tempo
 - Meio de gravação (disco magnético ou ótico)
- Equipamentos:
 - Antenas
 - Amplificadores
 - Cabeça de gravação magnética
 -

Canal (2/2)

- O canal atenua o sinal
- O canal distorce o sinal
 - Linearmente
 - Não linearmente
- O canal acrescenta ruído ao sinal
 - Ruído é um sinal aleatório aditivo
 - Possíveis fontes de ruído:
 - Interferência de outras fontes de transmissão
 - Interferência de equipamentos elétricos
 - Relâmpagos, radiação solar
 - Ruído térmico
 - Arranhões e impurezas (em meios de armazenamento)
 - ...

Enlace - Receptor

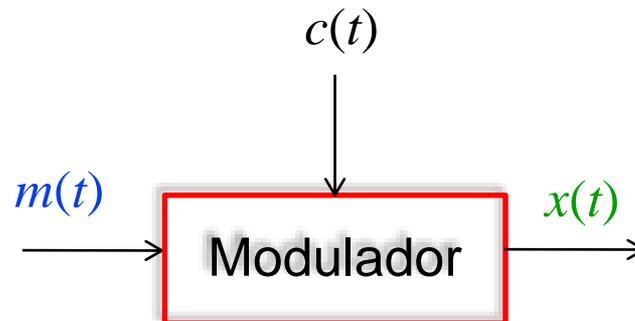
- Processa o sinal eletromagnético recebido do canal
 - Desfaz operações do transmissor
 - demodulação,
 - decodificação,
 - Demultiplexação
 - ...
 - Compensa distorções do canal
 - Filtragem,
 - Estimação de canal,
 - equalização,
 - sincronização
 - ...
- Entrega estimativa do sinal mensagem

Modulação

- Uma portadora é um sinal sinusoidal de alta frequência f_c

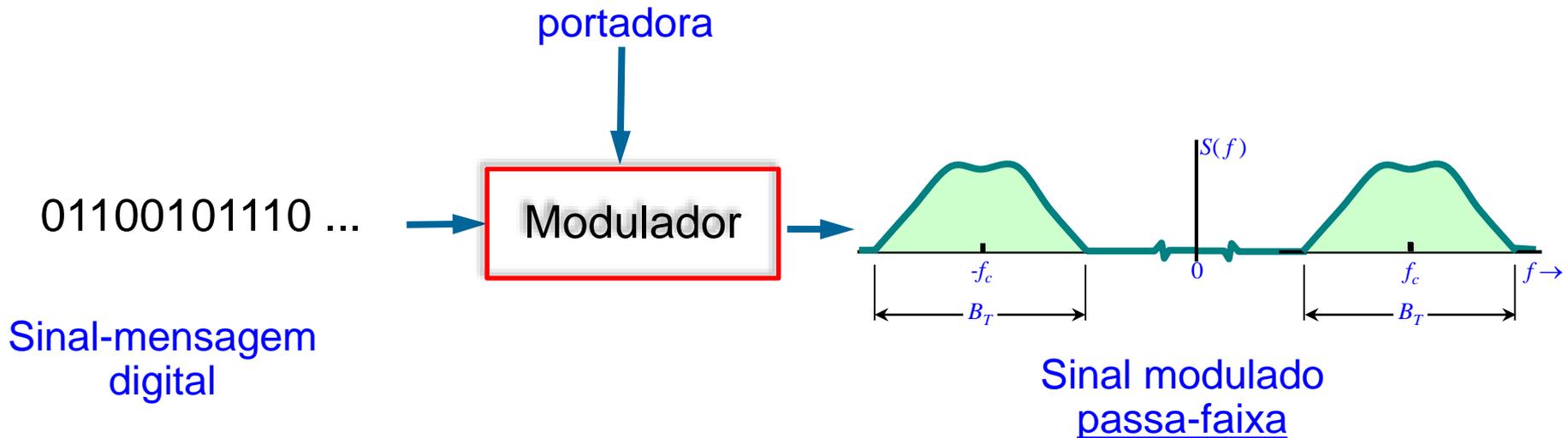
$$c(t) = A \cos(2\pi f_c t + \theta)$$

- **Modulação** é o processo em que algum parâmetro de uma portadora é modificado de acordo com um **sinal mensagem**, gerando um **sinal modulado**



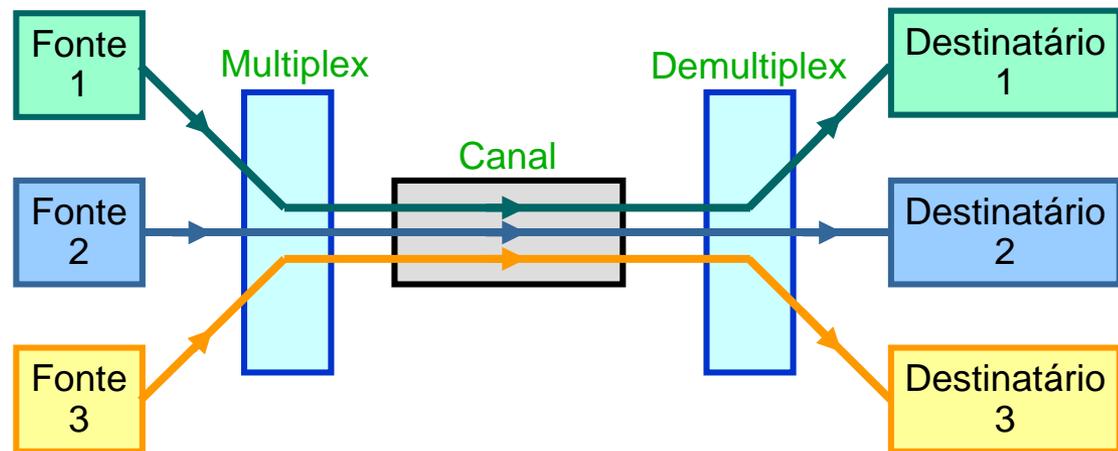
Modulação Digital

- Converte um sinal-mensagem digital (sequência de bits) em um sinal analógico de alta frequência em banda passante



Por quê modular?

- Para facilitar a transmissão no meio físico
 - Em transmissão sem fio, Tamanho de antenas limitado pelo comprimento de onda
 - Em fibras ópticas, para gerarmos sinais na frequência da luz visível (entre $4,3 \times 10^{14}$ e 7.5×10^{14} Hz)
- Para transmitirmos vários sinais no mesmo meio físico (multiplexação)



Medidas de quantidade de informação

- Para mensagens digitais:
 - a taxa de bits ou largura de banda digital (bit/s or bps) não é exatamente uma medida da quantidade de informação contida em um fluxo de bits,
 - mensagem pode ter redundância
 - mas geralmente está relacionada com essa quantidade.

Qualidade em Sinais Digitais

- Taxa de erro de bit (*bit error rate* – BER)

$$\text{BER} = \frac{\text{número de bits recuperados com erro}}{\text{número total de bits recebidos}}$$

- Bits são usualmente agrupados em pacotes
- Taxa de erro de pacotes ou quadros
 - (packet error rate – PER, frame error rate- FER ou block error rate - BLER)

$$\text{FER} = \frac{\text{número de quadros com erro}}{\text{número total de quadros recebidos}}$$

- Um bit errado já inviabiliza pacote
- BER/PER desejada depende do serviço
- BER depende da RSR do sinal analógico modulado

Critérios para escolha de um esquema de transmissão



C_x – Complexidade dos esquemas de transmissão e de recepção

$Q^{tde} I_t$ – Quantidade de informação transmitida

$Q^{lde} I_r$ – Qualidade da informação recebida

B_T – Largura da banda de transmissão
 P_s – Potência do sinal transmitido

Recursos primários de um sistema de comunicação

Objetivo é maximizar a quantidade de informação e a qualidade, utilizando poucos recursos e com baixa complexidade....