

MC



1844

Demonstração pública bem sucedida do TELÉGRAFO, inventado por SAMUEL MORSE.

Transmitida a mensagem "*What hath God wrought*" entre o Capitólio em Washington e Baltimore



NASCE A ERA DA COMUNICAÇÃO
ELÉCTROMAGNÉTICA



ELEMENTOS DE UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO (1)

Função: Transferir informação (mensagem) entre um emissor e um destinatário localizado a uma dada distância.

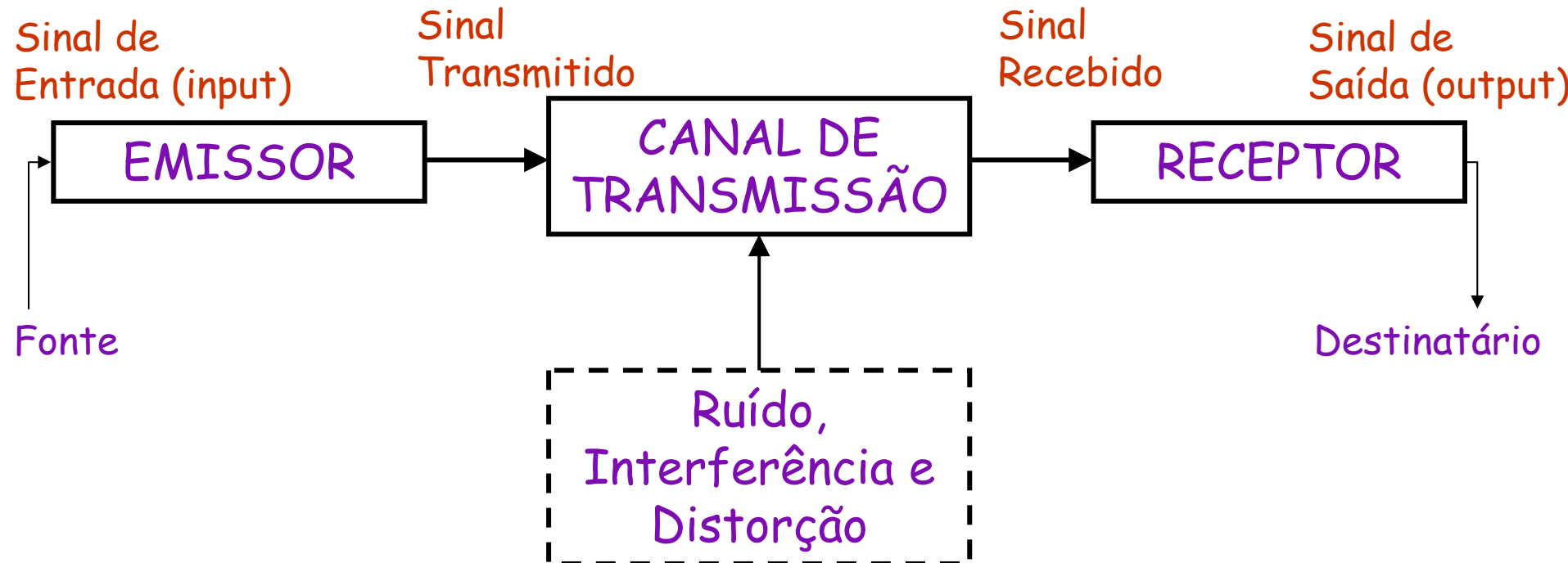
Objectivo: Reproduzir no destinatário uma réplica aceitável da mensagem.

Tipos de Mensagem:

Analógicas - Variam com o tempo de forma contínua (*fala, intensidade de um pixel de TV, posição angular da hélice de um helicóptero*)

Digitais - Sequência ordenada de símbolos escolhidos a partir de um número finito de elementos discretos. (*letras de um texto, teclas de um computador, respostas V/F num teste*)

ELEMENTOS DE UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO (2)





ELEMENTOS DE UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO (3)

- EMISSOR - Transformar o sinal da fonte de forma a que este tenha características adequadas ao canal de transmissão. Utiliza processos de MODULAÇÃO e CODIFICAÇÃO do sinal.
- CANAL DE TRANSMISSÃO - Meio electromagnético presente entre a Fonte e o Destinatário. Introduce atenuação: a potência do sinal vai diminuir com o aumento da distância entre E e R.
- RECEPTOR - Amplificação + DesMODULAÇÃO / DesCODIFICAÇÃO + Filtragem

ELEMENTOS DE UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO (4)

- Canal (meio) de transmissão é a ligação física entre E e R:
 - Par de fios de cobre
 - Cabo Coaxial
 - Fibra Óptica
 - Atmosfera
 - Espaço Livre...

Meios Guiados

Meios Não-Guiados (*)
- Meios apresentam diferentes características em termos de
 - capacidade de transmissão
 - atenuação
 - resistência a interferências
 - preço, etc...

o que conduz a aplicações em situações diferentes.

(*) Na atmosfera podem ocorrer fenómenos de propagação guiada (ex: ductos)

ELEMENTOS DE UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO (5)

Outros efeitos indesejáveis que afectam o sinal quando este é transmitido

➤ DISTORÇÃO

➤ INTERFERÊNCIA

➤ RUÍDO

Alterações na FORMA do sinal e não apenas na amplitude



ELEMENTOS DE UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO (6)

DISTORÇÃO: resposta imperfeita do sistema ao sinal utilizado; desaparece quando o sinal é desligado. (Contra-medida: Igualadores)

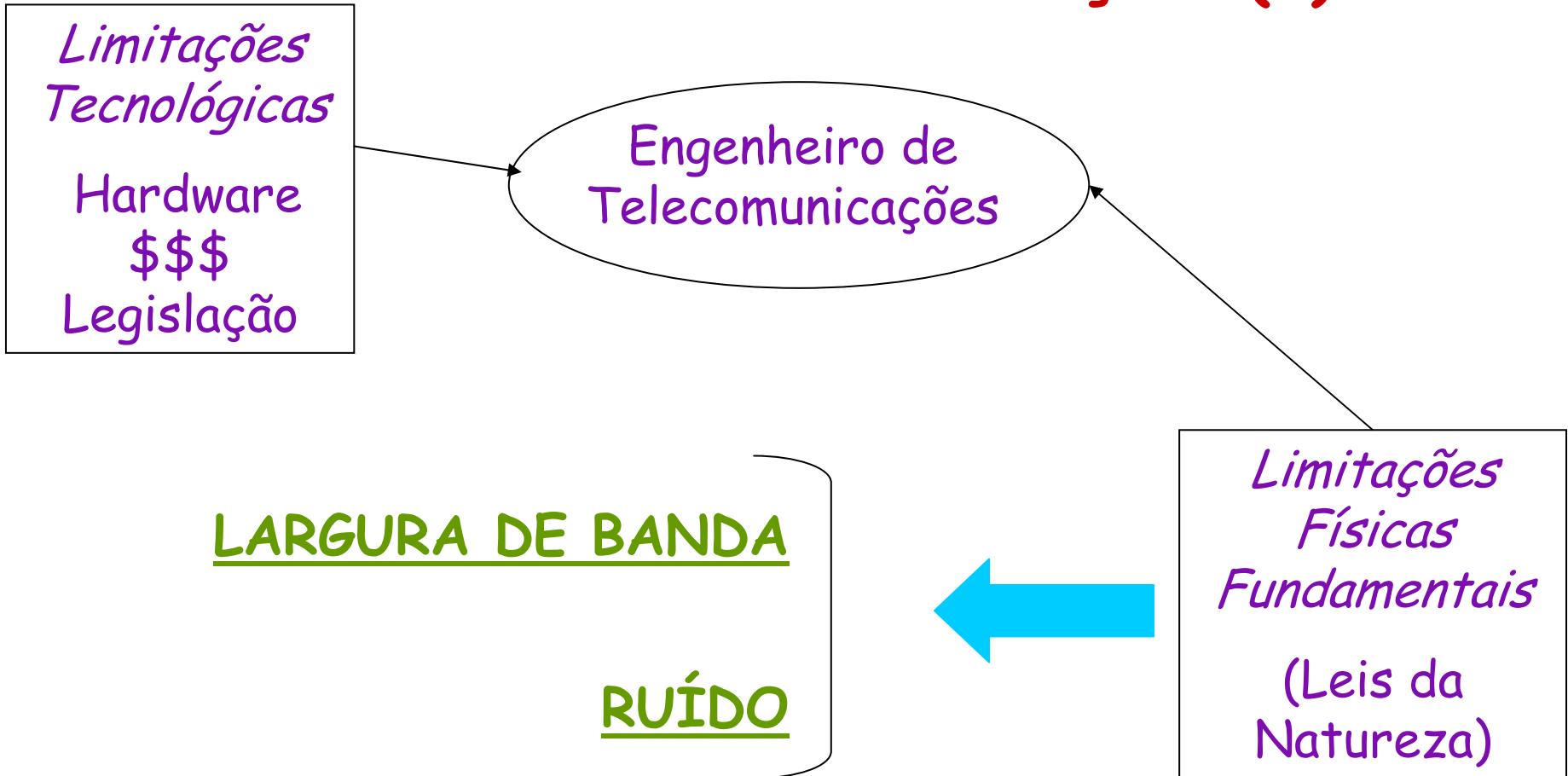
INTERFERÊNCIA: contaminação do sinal por via de fontes humanas (outras transmissões, linhas de alta tensão, linhas cruzadas, etc)

RUÍDO: sinais eléctricos aleatórios produzidos por processos naturais. Podem corromper ou destruir a mensagem, quando se sobrepõem a esta. (Contra-medida: Filtragem). Nunca é completamente eliminado - limitação fundamental do sistema.

MC



LIMITAÇÕES FUNDAMENTAIS DE UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO (1)





LIMITAÇÕES FUNDAMENTAIS DE UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO (2)

LARGURA DE BANDA (LB)

- Medida da velocidade do sinal/sistema
- Qd um sinal varia + rapida/ com o tempo o "conteúdo" de frequência do sinal (**ESPECTRO**) estende-se por uma gama vasta de frequências (LB elevada).
- Analoga/ a capacidade de um sistema acompanhar as variações de um dado sinal é reflectida na sua *resposta em frequência* utilizável ou **Largura de Banda de Transmissão**.
- Todos os sistemas electromagnéticos tem elementos de armazenamento de energia, e a energia armazenada não pode variar instantaneamente → Todos os sistemas têm LB finita, o que limita a velocidade de variação dos sinais neles transmitidos.



LIMITAÇÕES FUNDAMENTAIS DE UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO (3)

LARGURA DE BANDA (LB)

- Em sistemas de comunicação em tempo real, o sistema deve ter LB suficiente para acomodar o espectro do sinal a transmitir, caso contrário haverá distorção.

Ex: TV (~ 5 MHz); Telefone (~ 3 KHz) ; Sinais Digitais $B \geq r/2$

- Se comunicação não for tempo real, então a LB disponível determina a velocidade máxima de transmissão

Todos os sistemas electromagnéticos tem elementos de armazenamento de energia, e a energia armazenada não pode variar instantaneamente → Todos os sistemas têm LB finita, o que limita a velocidade de variação dos sinais neles transmitidos.



LIMITAÇÕES FUNDAMENTAIS DE UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO (4)

RUÍDO

- Não é eliminável, está sempre presente devido aos movimentos aleatórios de partículas elementares carregadas (electrões e outros) - Ruído Térmico. Está presente em TODOS os sistemas de telecomunicações.
- Degrada a fidelidade do sinal analógico e pode introduzir erros na transmissão/recepção do sinal digital.
- Mais severo em ligações de longa distância, onde o nível do sinal se torna comparável ao do ruído. Note-se que a utilização de amplificação aqui é inútil, pois ela amplifica não só o sinal mas também o ruído.
- Normalmente define-se a relação (S/N), quociente entre as potências do sinal e do ruído, que fornece uma medida do peso do ruído relativamente ao sinal no ponto desejado.

LIMITAÇÕES FUNDAMENTAIS DE UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO (5)

RELAÇÃO ENTRE LARGURA DE BANDA E RUÍDO

O ritmo de transmissão de informação num sistema nunca pode exceder a capacidade do canal dada por:

$$C = B \log [1 + (S/N)]$$

↙
Capacidade do canal

Obtida em 1948 por Shannon, esta lei é conhecida pela **Lei de Hartley-Shannon**.

Estabelece um limite máximo claro para o desempenho de um sistema de comunicação

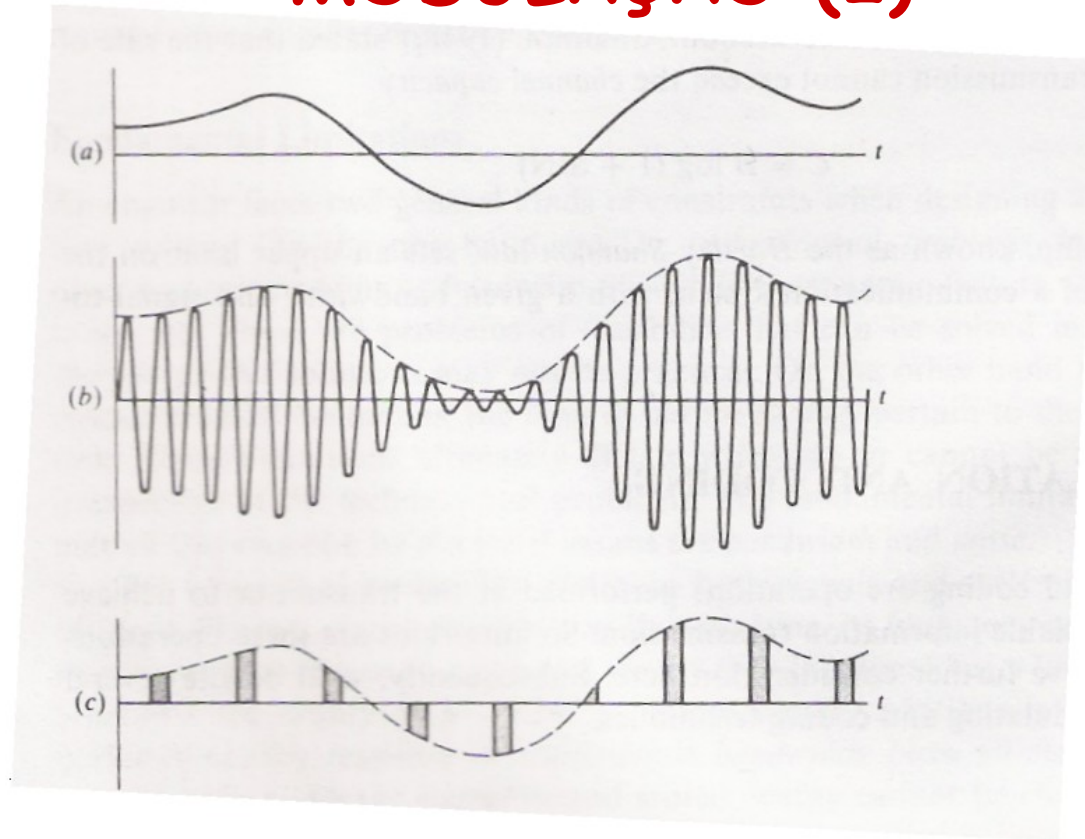


MODULAÇÃO (1)

- Modulação é uma operação feita no emissor para permitir a obtenção de uma transmissão fiável e eficiente.
- O objectivo primário da modulação é gerar um sinal que seja adequado às características do canal de transmissão em presença.
- Envolve DUAS formas de onda: o sinal **MODULANTE**, que contém a mensagem, ou seja os dados a transmitir; e a **PORTADORA**, escolhida de forma a adequar-se à aplicação em causa.
- Um modulador altera (modula) a portadora de acordo com as variações no sinal modulante. O **signal modulado** transporta a informação.
- A modulação deve ser um processo reversível de forma a permitir a desmodulação no receptor

MC

MODULAÇÃO (2)



- Tipicamente a frequência da portadora é muito superior à frequência máxima do sinal modulante, pelo que o espectro do sinal modulado consiste numa banda de frequências em torno de f_c . (Translação de frequência)



MODULAÇÃO (3)

VANTAGENS E APLICAÇÕES

- Tornar a transmissão mais eficiente
- Ultrapassar limitações de hardware
- Reduzir o ruído e interferência
- Permite atribuir diferentes bandas a diferentes sinais
- Multiplexagem