



## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

Abordar alguns **conceitos básicos** referentes a:

- **Sistemas de comunicação**
- **Sinais**
- **Limitações Fundamentais à transmissão**
- **Modulação e codificação**

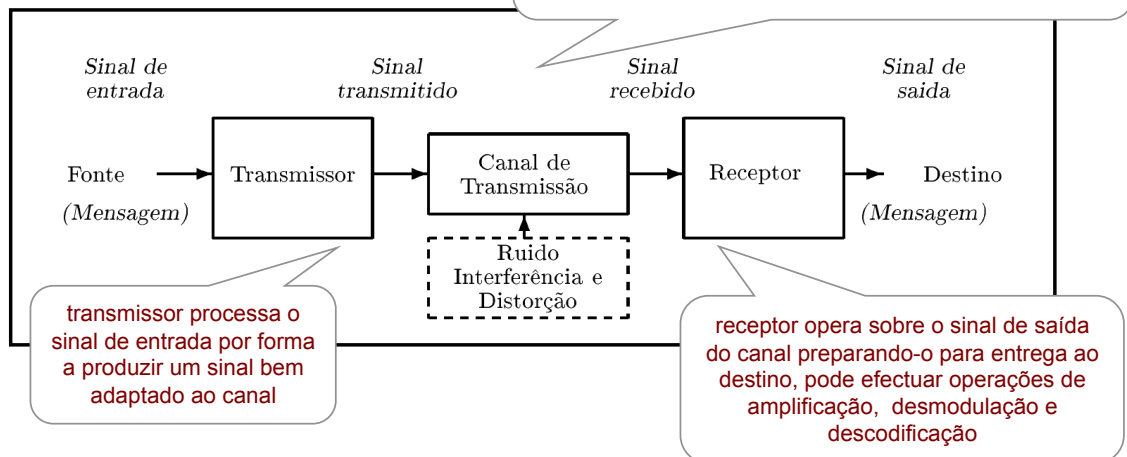
capítulo 1 da  
sebenta

1



## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

### - ELEMENTOS DE UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO -



2



## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

### Tipos de transmissão:

- Transferência num só sentido (**simplex**)
- Transferência em ambos os sentidos mas não simultaneamente (**half-duplex**)
- Transferência simultânea em ambos os sentidos (**full-duplex**)



## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

### - SINAIS DE COMUNICAÇÃO -

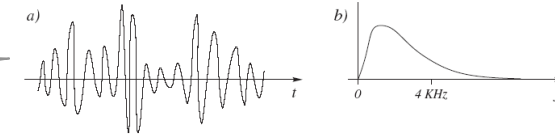
- Diferentes tipos de sinal tem diferentes formas de onda com **características próprias**
- Representação dos sinais no **domínio temporal** vs representação no **domínio das frequências**
- Todos os meios de transmissão possuem características próprias que **afectam os sinais**, por vezes torna-se necessário **modular os sinais** por forma a adapta-los ao meio de transmissão



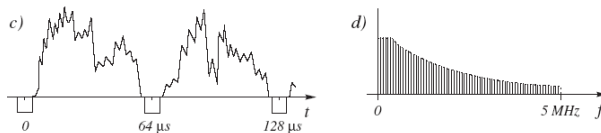
## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

### - EXEMPLO DE SINAIS E REPRESENTAÇÃO ESPECTRAL -

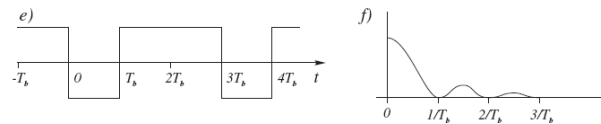
exemplo da forma de onda e espectro de um sinal audio



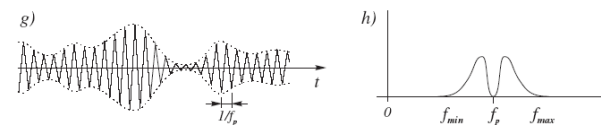
exemplo da forma de onda e espectro de um sinal de televisão



exemplo da forma de onda e espectro de um sinal binário



exemplo da forma de onda e espectro de um sinal após modulação



5



## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

### - LIMITAÇÕES FUNDAMENTAIS-

As limitações fundamentais à transmissão da informação por meios eléctricos são:

- **Largura de banda**
- **Ruído**

Consequências:

- Ritmo máximo teórico de símbolos digitais que por ele se podem transmitir
- Limite máximo para a capacidade do canal

6



## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

### - LIMITAÇÕES FUNDAMENTAIS: Largura de Banda -

- **Largura de banda** de um sistema de transmissão relaciona-se com a facilidade com que o sistema consegue "acompanhar" as variações do sinal de entrada
- **Ritmo máximo teórico de símbolos** digitais que se podem transmitir no sistema (**Ritmo de Nyquist**):

$$r_s \leq 2 * B_T$$

já anteriormente  
referido no âmbito  
da digitalização

7



## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

### - LIMITAÇÕES FUNDAMENTAIS: Ruído -

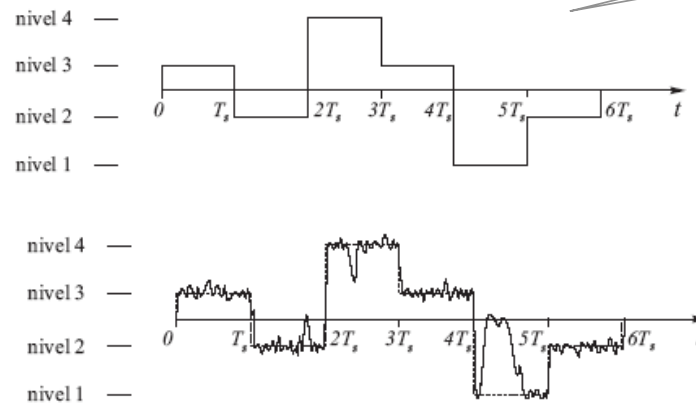
- Constitui a segunda limitação à transmissão de informação
- Existem vários tipos de ruído: movimento aleatório de partículas carregadas electricamente dá origem a correntes e tensões aleatórias - **ruído térmico**
  - introdução de tensões aleatórias que se adicionam ao sinal
  - altera a "forma" do sinal dificultando a distinção entre os diferentes níveis do sinal

8



## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

### - LIMITAÇÕES FUNDAMENTAIS: Ruído -



9



## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

### - LIMITAÇÕES FUNDAMENTAIS: Ruído -

- O ruído é considerado um sinal aleatório,  $n(t)$ 
  - possui uma determinada densidade de potência expressa em  $\eta$  Watt/Hz
  - **Potência média total** do ruído (**N**) na banda do canal:

$$N = \eta B_T \text{ Watts}$$

10



## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

### - LIMITAÇÕES FUNDAMENTAIS: Ruído -

- A influência do ruído no sinal mede-se em termos de **razão de potências de sinal-ruído**, (**S/N**)
- **S** - potência média do sinal no destino
- Para pequenos valores de **S/N** o ruído dá origem a **erros nas comunicações digitais**
- Problemas críticos nas comunicações de longa distância quando a potência do sinal é reduzida substancialmente

11



## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

### - LIMITAÇÕES FUNDAMENTAIS: Ruído -

- Implicações em termos de **capacidade do canal**
- Ritmo de informação não pode exceder (**Lei de Hartley-Shannon**):

$$C = B_T \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right) \text{ bits/s}$$

base adoptada depende da  
unidade de medida da  
informação escolhida

12

## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

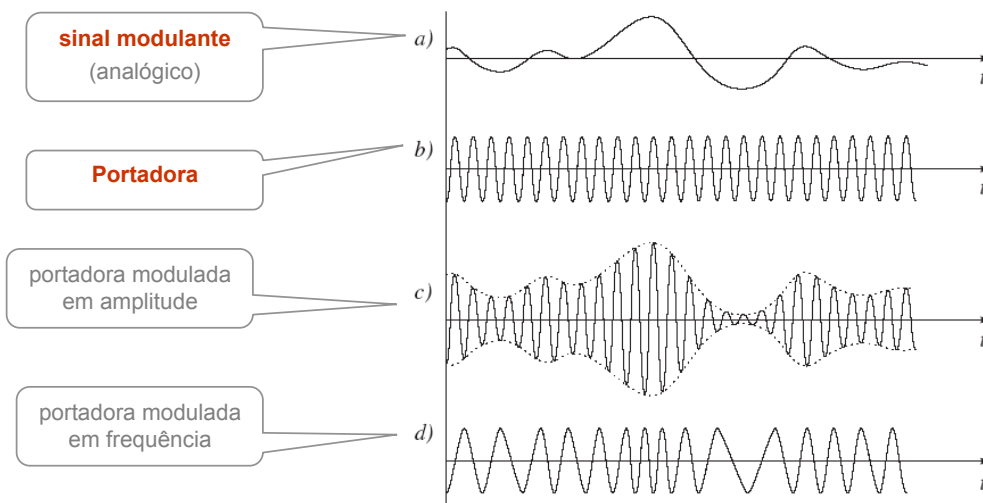
### - TÉCNICAS DE MODULAÇÃO -

- O objectivo da **modulação** é gerar um sinal adaptado às características do canal físico de transmissão
- Operação envolve duas formas de onda: o **sinal modulante** (representa a mensagem) e a **portadora**
- A onda portadora é alterada de acordo com as variações de amplitude do sinal modulante
- Onda resultante "transporta" a informação do sinal original; necessária uma operação de **desmodulação**

13

## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

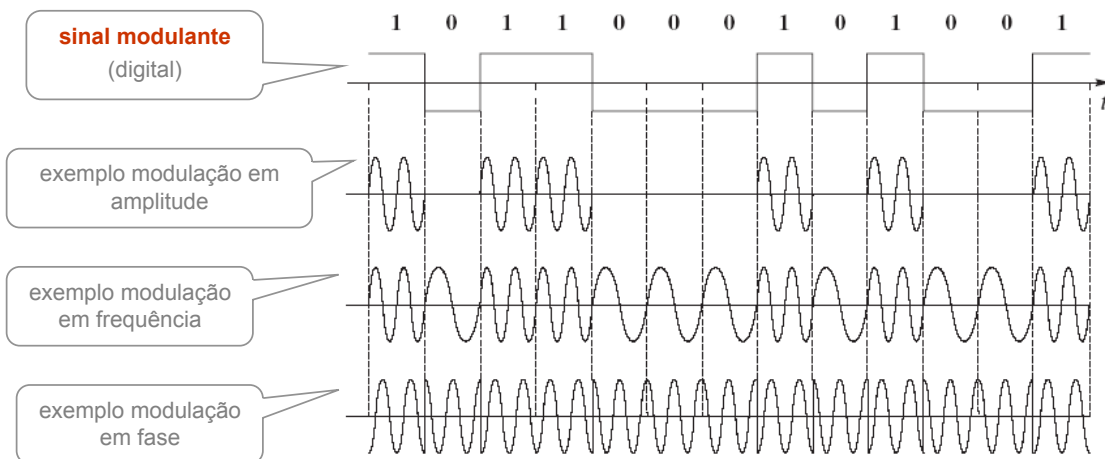
### - MODULAÇÃO: modulação analógica de onda contínua



14

## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

### - MODULAÇÃO: modulação digital de onda contínua



15

## IV. CONCEITOS GERAIS DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINAIS

### - MODULAÇÃO: modulação digital de onda contínua

- A operação de modulação altera o espectro do sinal modulante
- O **espectro do sinal modulado** tem alguma relação com o espectro do sinal original?
  - esta questão será abordada mais tarde no capítulo Análise de Sinais
  - **Teorema da Modulação.....**

16