



DISCIPLINA: FUNDAMENTOS DE REDES DE COMPUTADORES

TEMA 04: Tipos de sinais e suas características

- Diferenciar sinais analógicos e digitais.
- Analisar as características básicas dos sinais analógicos e digitais
- Compreender os conceitos de largura de faixa e banda passante.
- Calcular a taxa de transferência de bits em um canal através do
- Teorema de Nyquist e o Teorema de Shannon.

Tipos de Sinais

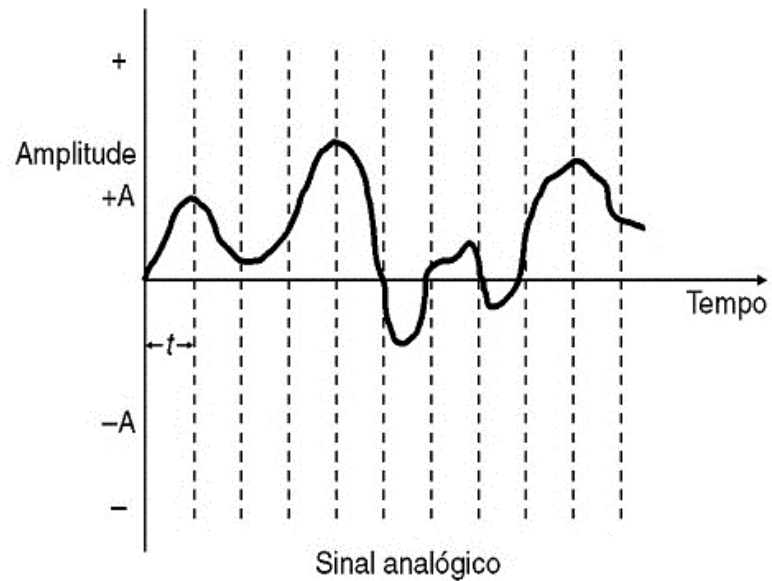
Tipos de
sinais
conforme
sua *variação*
no tempo:

- ***ANALÓGICOS***
- ***DIGITAIS***

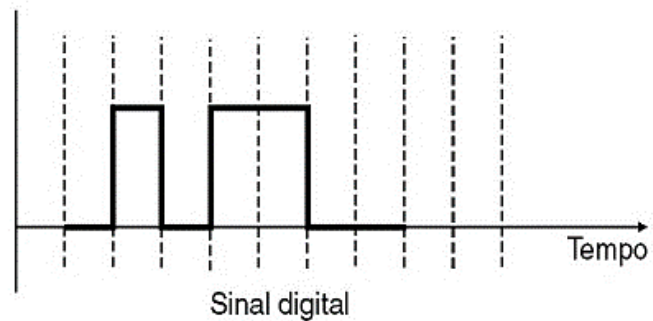
Obs.:

- Assim como os ***sinais*** que os representam, os ***dados também podem ser analógicos ou digitais***

Tipos de Sinais



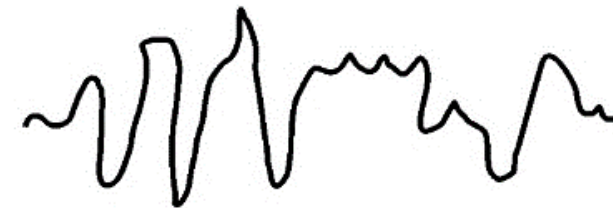
Sinal analógico



Sinal digital

Tipos de Sinais

- Ainda conforme sua variação no tempo, os sinais podem ser:
 - **PERIÓDICOS**
 - **NÃO PERIÓDICOS**
(*aperiódicos*)



(a) Sinal analógico aperiódico



(b) Sinal analógico periódico (dente de serra)



(c) Sinal analógico periódico (senóide)

Classificação de Sinais Analógicos (Ondas)

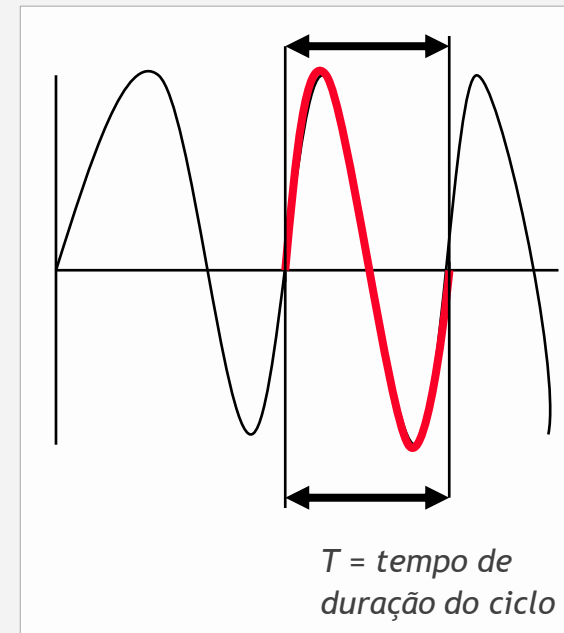
- Sinais analógicos quanto ao *modo de propagação*:
 - *Ondas mecânicas*
 - Requerem que o meio tenha massa para poder se propagar
 - Exemplo: o som (propaga no ar, em fios e na água, mas não no vácuo)
 - *Oscilações eletromagnéticas*
 - Não requerem massa
 - A luz e ondas de rádios se propagam no vácuo, embora também possam se propagar em meios com massa, como a fibra ótica

Classificação de Sinais Analógicos (Ondas)

- Sinais analógicos quanto a relação espacial entre a direção do gerador do sinal e a direção de sua propagação
 - Ondas transversais
 - Se propagam transversalmente (90°) ao elemento gerador
 - Ex. Pistão empurrando água, corda
 - Ondas longitudinais
 - Se propagam na mesma direção do elemento gerador.
 - Ex.: O som

Sinais Analógicos

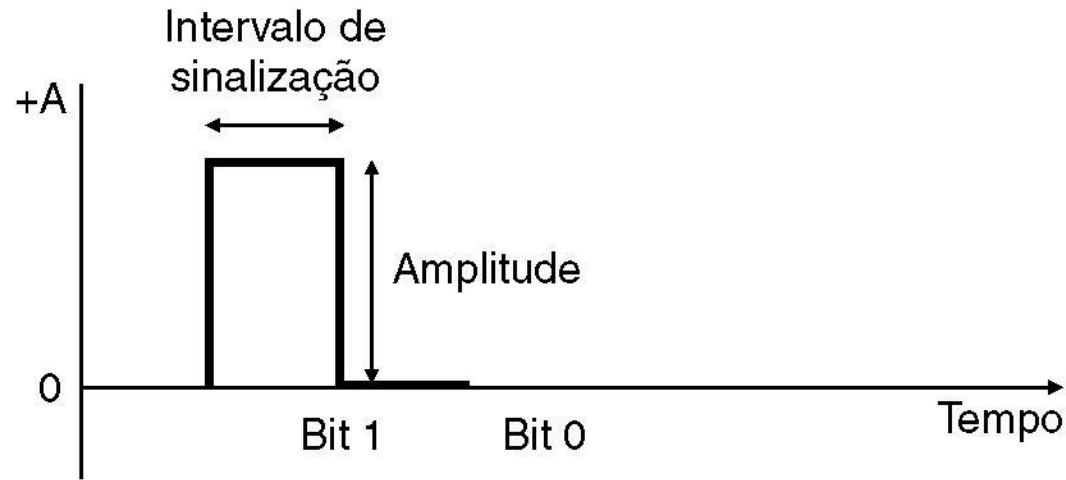
- Sinal elétrico variável
- Onda gerada pela variação de uma tensão elétrica que se propaga por um meio de transmissão
 - Ex.: fio ou ar, através de antenas
- A onda senoidal possui um padrão que se repete; esse padrão que se repete é chamado de **ciclo**
- **CICLO: Padrão de onda COMPLETO. Comprimento da onda medido em metros, cm, etc**



Características de Sinais Analógicos

- Amplitude (A)
- Frequência (F)
- Fase (P)
- Período (T)
- Comprimento de onda (λ)
- Velocidade de propagação (V)

Sinal digital



- Amplitude (A)
 - É a **intensidade do sinal durante um período fixo de tempo** a , que usualmente serve para identificar seu valor (bit zero ou bit um)
 - A intensidade do valor do bit é determinada eletricamente por um valor de voltagem, no caso de transmissões de dados
- Duração (T), ou Intervalo de Sinalização
 - O período de tempo em que o sinal referente a um único bit permanece no valor de intensidade determinado
 - Também chamado de **Intervalo de Sinalização**

Sinal digital

- A maioria dos *sinais digitais* é *não periódica*, consequentemente, frequência e período não são características adequadas...
- Em vez de frequência, temos a **TAXA DE TRANSFERÊNCIA**, que indica o número de bits enviados em 1seg, expresso em **bits por segundo (bps)**
- Em vez de período, temos o conceito de **INTERVALO DE SINALIZAÇÃO**
- Em vez de comprimento de onda, temos o conceito de **COMPRIMENTO DE BITS**

Diferença entre bauds e bit/s

- **Diferença entre baud e bit/s**
 - Quando convertemos **dados digitais em sinais digitais**, dizemos que...
 - A **TAXA DE SINAL**, medida em **BAUDS**, é o número de possíveis **variações** da onda portadora **por segundo**, ou seja, o número de elementos de sinal enviados na forma de 1.
 - **Taxa de sinal** também é conhecida como: **taxa de sinalização = taxa de pulsos = taxa de modulação = taxa de transmissão**
 - A **TAXA DE DADOS**, medida em **BIT/S**, indica o **número de bits** efetivamente transmitidos pelo canal de comunicação **por segundo**, ou seja, o número de elementos de dados enviados na forma de 1.
 - **Taxa de dados** também é conhecida como: **Taxa de bits**

Sinal digital - Transmissão multinível

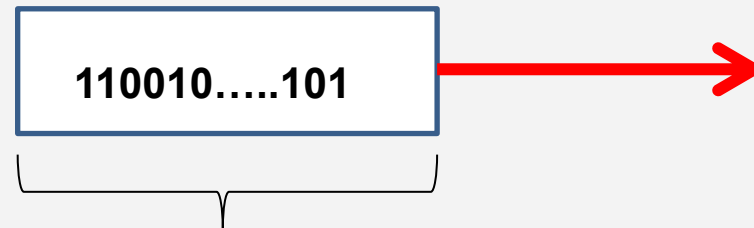
- Nem sempre o intervalo de sinalização é igual ao valor de um bit
- É possível enviar **mais de um bit** em cada intervalo de sinalização
- Por exemplo: se cada intervalo representar 2 bits é necessário haver 4 estados(níveis) de intensidade diferentes, um para cada par de bits (chama-se **DIBIT**)
- Se o sistema opera com taxa de sinalização de **10 bauds** (gerando 10 intervalos/seg, então, neste caso, serão transmitidos efetivamente **20 bps** ($10 * 2$))

Tempo de Resposta

- ***Tempo de Resposta*** é o intervalo de tempo decorrido entre o início de uma transmissão, por exemplo, uma consulta a um Banco de Dados e a chegada da resposta
- Refere-se basicamente a sistemas interativos (consultas)
- Em ***transmissões***, também pode ser considerado o tempo em que um arquivo é transferido de uma origem a seu destino (em um download, por exemplo)

Tempo de Transmissão

- ***Tempo de transmissão*** é o tempo decorrido entre a saída do primeiro bit do bloco (do dispositivo de transmissão, como um Modem) e a saída do último bit deste mesmo bloco



Tempo de Transmissão

- O *tempo de propagação* é dependente basicamente da velocidade de propagação e da distância entre as estações.
Fatores difíceis de alterar

OBS: A velocidade de propagação de uma oscilação eletromagnética, como sinais de radio ou de luz varia conforme o meio. No vácuo, é de 300.000 Km/seg ou $3 \cdot 10^8$ m/s.

Banda Passante e Largura de Faixa

- **Banda Passante** - é o conjunto de **SINAIS** com energia suficiente para serem transmitidos e se propagar em um determinado meio até o destinatário
- **LARGURA DE FAIXA** ou **LARGURA DE BANDA** ou **Bandwidth** – é o intervalo de frequências contido em um sinal composto, indicando a medida física da banda passante, medida em **Hertz**

$$LF = F_2 - F_1$$



- Exemplo: Se um meio permite a passagem de sinais de frequência entre 1000KHz e 5000KHz, com perdas abaixo da metade da potência inicial do sinal, a largura de banda vale $5000\text{KHz} - 1000\text{KHz} = \mathbf{4000\text{ KHz}}$

Largura de Faixa

- **Largura de Banda** também pode se referir ao número de **bits por segundo** do canal, um enlace ou até mesmo uma rede é capaz de transmitir
 - Ou seja, se refere à velocidade de transmissão de bits em um canal ou enlace, em bits por segundo
- Exemplo: Pode-se dizer que largura de banda de uma rede Ethernet (ou os enlaces nessa rede) é de no máximo 100Mbps, o que significa que essa rede pode enviar **100 Mbps**
- O aumento na largura de banda em Hertz implica no aumento da largura de banda em bits por segundo

Banda base e Banda larga

Banda Base

- A transmissão em banda base utiliza toda a capacidade do canal para uma única comunicação
- O sinal é transmitido em sua forma original

Banda Larga

- Permite o compartilhamento do canal por diversas comunicações
- Implementa-se o processo, modificando-se o sinal (modulação)

Capacidade de um canal – Teorema de Nyquist

- **Teorema de Harry Nyquist** (1928): "A base do teorema diz que um canal com largura de banda, ou largura de faixa (LF), pode enviar no máximo $2LF$ valores de tensão diferentes por segundo"

– Ou seja, no máximo pode-se alterar a onda portadora a cada meio ciclo a fim de transmitir um sinal binário

, sendo C a taxa de transferência em bps

$$C = 2 * LF$$

– Se forem enviados *mais de um bit por símbolo*, ou níveis de sinal, então:

$$C = 2 * LF * \log_2 l$$

, ou simplificando,

$$C = 2 * LF * n$$

, sendo n = quantidade de bits por símbolo,
 l = n de *níveis do sinal* que representam os dados.

– $2 * LF$ é medido em *bauds*, enquanto que C é medido em *bps*

Capacidade de um canal – Teorema de Nyquist

- O Teorema de Nyquist é também chamado de Teorema de Amostragem.
 - Ele define que um sinal recebido de uma determinada origem poderá ser satisfatoriamente reconstituído se forem realizadas um mínimo de N amostragens dele, sendo $N = 2 * LF$ do canal.
 - Uma outra observação do Teorema é que ele considera um CANAL PURO, ideal, sem ruídos (o que não existe).

Capacidade de um canal – Teorema de Shannon

- **Teorema de Claude Shannon** (1948)
 - "O teorema de Shannon já leva em consideração a existência do **ruído branco** (ruído térmico), impondo um limite para a máxima taxa de transmissão do canal, limitando a modulação multinível que pode ser utilizada."

$$C = LF * \log_2 (1 + S/N) \text{ por segundo,}$$

sendo:

C = capacidade do canal, em bps;

LF = largura de faixa, em Hz;

S/N = relação sinal (S) /ruído (N-noise)

Capacidade de um canal – Taxa de Transferência

A razão entre a potência do sinal e a potência do ruído branco é conhecida como **relação sinal-ruído, normalmente sendo expressa em **decibéis (dB)**.*

Para extrair o valor real utilizado na fórmula de Shannon (número adimensional), deve-se utilizar a expressão:

$$SNR_{dB} = 10 \log_{10}(S/N)$$



UNICARIOCA.EDU.BR

MELHOR CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO, SEGUNDO O MEC