

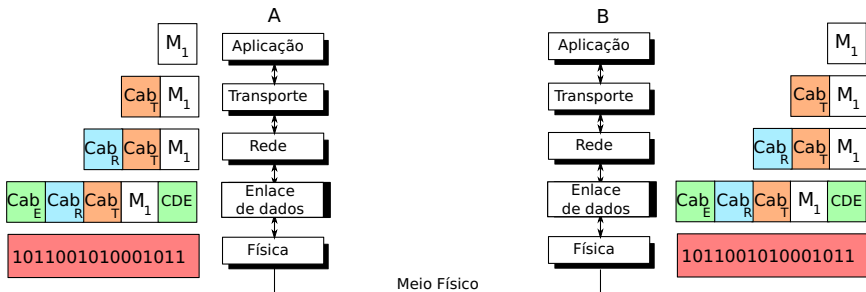
# Arquitetura de Redes

Prof. Macêdo Firmino

Introdução a Sinais Analógicos e Digitais

# Relembrando.....

Uma das funções mais importantes da camada física é converter dados em sinais eletromagnético e transmiti-los através de um meio de transmissão.



Geralmente os dados manipulados por um usuário não estão na forma adequada para serem transmitidos na rede, pois os dados são codificados em uma cadeia de *bits* 0s e 1s.

Para serem enviados através de um enlace de rede, os *bits* devem ser convertidos para uma forma aceitável pelo meio de transmissão (um sinal).

Pergunta???

O que é um sinal?

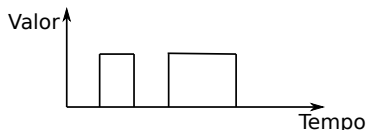
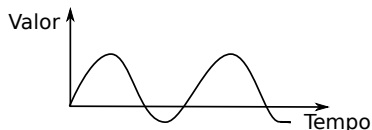
## Sinal

É uma função de uma ou mais variáveis, a qual se veicula informações através de energia eletromagnético entre o transmissor e receptor.

# Sinais - Classificação

Existem dois tipos de sinais:

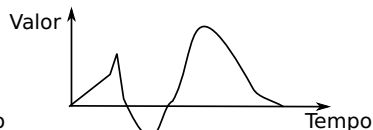
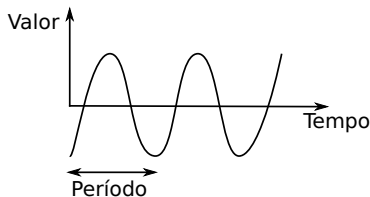
- **Analógico:** assumem valores contínuos, ou seja, podem ter um número infinito de valores em um período de tempo.
- **Digital:** assumem valores discretos, ou seja, podem ter apenas um número limitado de valores, por exemplo 0 e 1.



# Sinais - Classificação

Tanto os sinais analógicos quanto os digitais podem se apresentar nas seguintes formas:

- **Periódico:** a cada intervalo de tempo (chamado período) este sinal repete de acordo com um determinado padrão;
- **Não-periódico:** evolui no tempo sem exibir um padrão.



## Sinais - Classificação

**Em comunicação de dados, utilizamos geralmente sinais analógicos periódicos e sinais digitais não periódicos.**



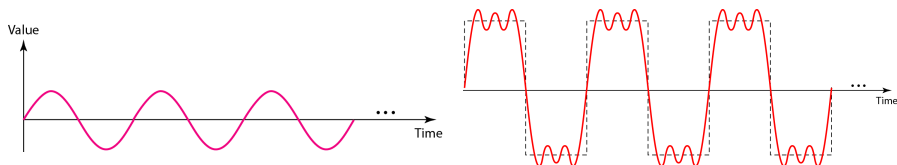
Conhecendo mais os...

# Sinais Analógicos Periódicos

# Sinais Analógicos Periódicos

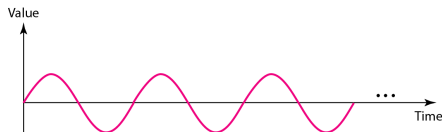
Sinais analógicos periódicos podem ser classificados como:

- **Simple:** é uma onda senoidal.
- **Compostos:** é um sinal formado por várias ondas senoidais simples com diferentes **frequências, amplitudes e fases.**



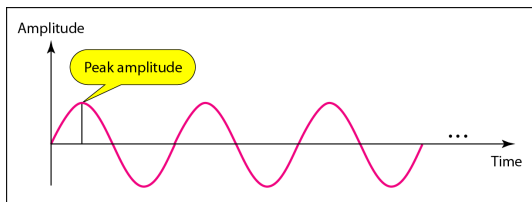
# Sinal Simples

- Por exemplo, podemos utilizar um sinal simples (onda senoidal) para transportar energia elétrica de um lugar a outro ou um sinal de alarme numa central de segurança.
- Uma onda senoidal pode ser representada por três parâmetros: **amplitude máxima, frequência e fase.**

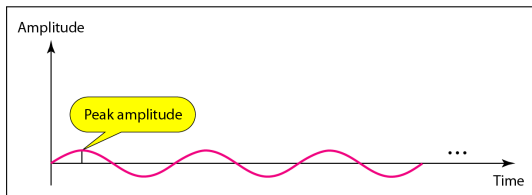


# Amplitude Máxima

**Amplitude máxima de um sinal é o valor absoluto da máxima intensidade, proporcional à energia que ele transporta.**



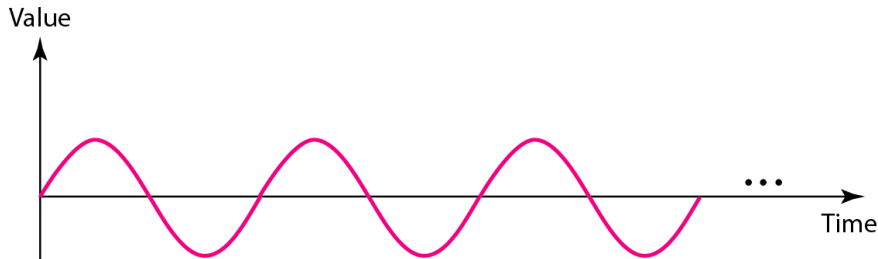
a. A signal with high peak amplitude



b. A signal with low peak amplitude

# Período

**Período (T) é o intervalo de tempo, em segundos, que uma onda leva para completar um ciclo.**



# Frequência

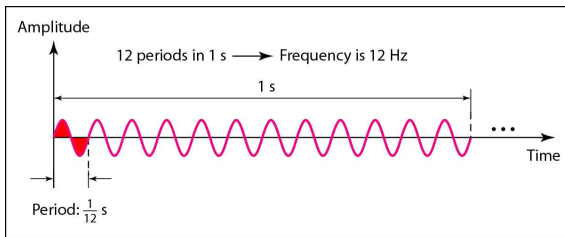
**Frequência (f) é o número de períodos num intervalo de tempo de 1 segundo. A frequência é expressa em hertz (Hz).**

**A frequência e o período são inversos entre si.**

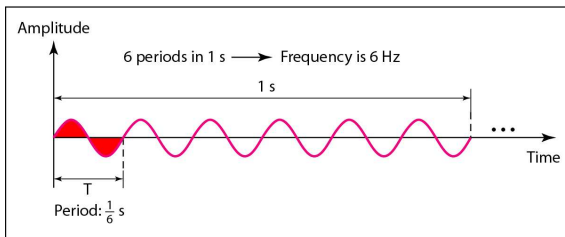
$$f = \frac{1}{T}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

# Frequência



a. A signal with a frequency of 12 Hz



b. A signal with a frequency of 6 Hz

# Unidades

O período é expresso formalmente em segundos. A frequência é expressa geralmente em Hertz (Hz), que são ciclos por segundo. Unidades de período e frequência são mostrados abaixo:

Unidade	Equivalência	Unidade	Equivalência
Segundos (s)	1s	Hertz (Hz)	1 Hz
Milissegundos (ms)	$10^{-3}s$	Quilohertz (KHz)	$10^3$ Hz
Microsssegundos ( $\mu s$ )	$10^{-6}s$	Megahertz (MHz)	$10^6$ Hz
Nanossegundo (ns)	$10^{-9}s$	Gigahertz (GHz)	$10^9$ Hz
Picossegundo (ps)	$10^{-12}s$	Terahertz (THz)	$10^{12}$ Hz





# Exercício

01. A energia elétrica que usamos pode ser considerada como uma onda senoidal simples que possui a frequência de 60Hz. Dessa forma, o período dessa onda senoidal é?

# Exercício

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{60} = 0,0166s = 16,6ms$$

Nossa visão não é suficientemente sensível para distinguir essas rápidas mudanças de amplitude.

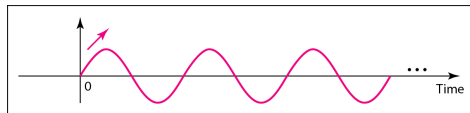
# Frequência

**A frequência é uma taxa de mudança em relação ao tempo. A mudança em curto espaço de tempo significa alta frequência. Mudanças ao longo de espaço de tempo prolongado significa baixa frequência.**

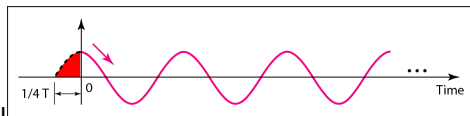
# Fase

A fase descreve a posição de uma forma de onda relativa ao tempo zero.

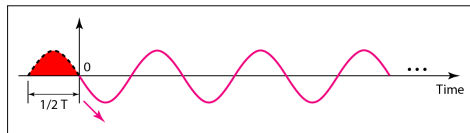
- A onda pode se deslocar para a frente e para trás ao longo do eixo de tempo, a fase quantifica esse deslocamento.
- A fase é medida em graus ( $^{\circ}$ ) ou radianos (rad).
- $360^{\circ}$  equivale a  $\frac{2\pi}{360}$  rad



a. 0 degrees



b. 90 degrees



c. 180 degrees

# Comprimento de Onda

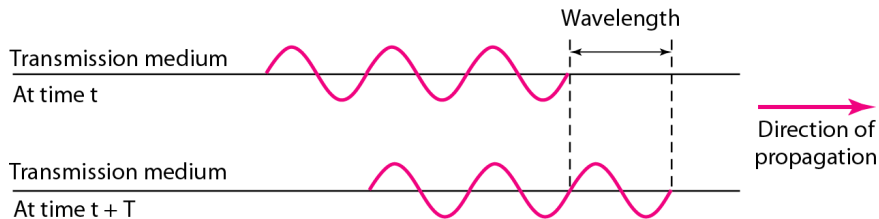
**Comprimento de onda associa o período, ou frequência, de uma onda senoidal simples à velocidade de propagação do meio. É a distância que um sinal simples pode percorrer em um período.**

- Em comunicação de dados usamos o comprimento de onda para descrever a transmissão de luz em uma fibra óptica.
- O comprimento de onda ( $\lambda$ ) pode ser calculado por:

Comprimento de onda ( $\lambda$ ) = velocidade de propagação ( $c$ ) X período ( $T$ )

Comprimento de onda ( $\lambda$ ) =  $\frac{\text{velocidade de propagação}(c)}{\text{frequência}(f)}$

# Comprimento de Onda



# Exercício

02. A luz se propaga, no vácuo, com velocidade de  $3 \times 10^8$  m/s. Considere a luz vermelha, frequência de  $4 \times 10^{14}$  Hz, determine o seu comprimento de onda considerando a mesma se propagando no vácuo.

# Exercício

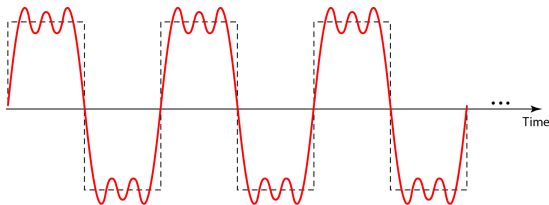
$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 10^{14}} = 0,75 \times 10^{-6} m = 0,75 \mu m$$



# Sinais Compostos

Uma onda senoidal simples não é útil para comunicação de dados, precisamos enviar um sinal composto, um sinal formado por várias ondas senoidais simples.

Um sinal composto é uma combinação de ondas senoidais simples com diferentes frequência, amplitudes e fases.



## Largura de banda

**É o intervalo de frequência contido em um sinal composto, ou seja, é a diferença entre a maior e a menor frequência contida nesse sinal.**

# Exercício

03. Se um sinal periódico for decomposto em cinco ondas senoidais com frequências iguais a 100, 300, 500, 700 e 900 Hz, qual será sua largura de banda?

# Exercício

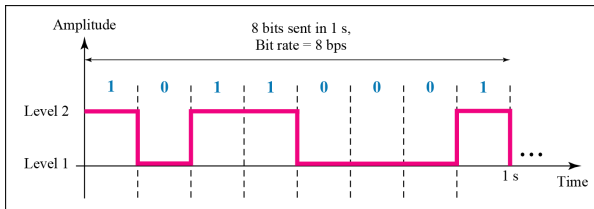
$$B = f_h - f_l = 900 - 100 = 800\text{Hz}.$$

# Sinais Digitais

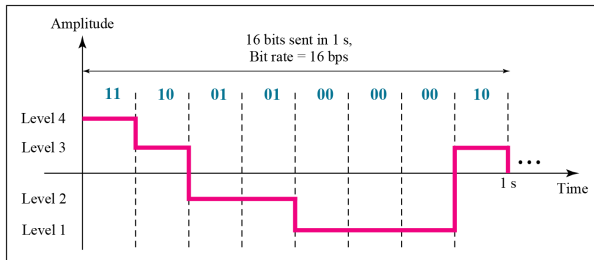
# Sinais Digitais

- Podemos representar as informações por um formato digital. Por exemplo, o nível lógico 1 pode ser codificado como uma voltagem positiva e o nível lógico zero (0) como uma voltagem zero.
- Um sinal digital pode ter mais de dois níveis, podendo enviar mais de 1 bit por nível. Se um sinal tiver  $L$  níveis (possibilidades), cada nível precisa de  $\log_2 L$  bits.

# Sinais Digitais



a. A digital signal with two levels



b. A digital signal with four levels



# Exercício

04. Um sinal tem 8 níveis. Quantos bits são necessários por nível?



# Exercício

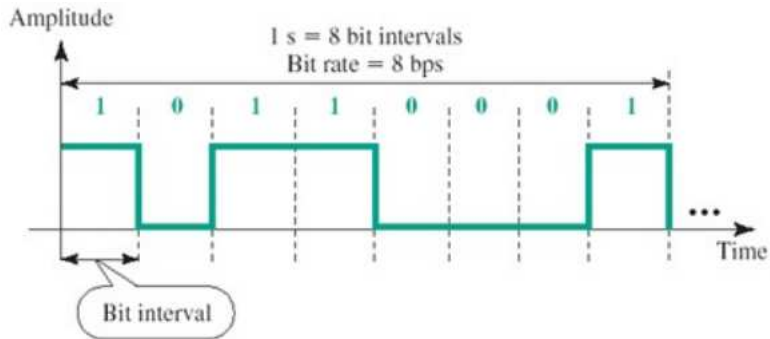
$$N^{\circ} \text{ de bits por nível} = \log_2 8 = 3$$

# Taxa de Transferência

A maioria dos sinais digitais não são periódicos. Sendo assim, os termos período e frequência não são apropriados. Para descrever estes sinais são utilizados:

- Taxa de transferência: é o número de bits enviados em 1s, expresso em **bits por segundo (bps)**;
- Comprimento de Bits: é a distância que um bit ocupa no meio de transmissão. Ou seja, é a velocidade de propagação vezes a duração dos bits.

# Taxa de Transferência



# Pergunta???

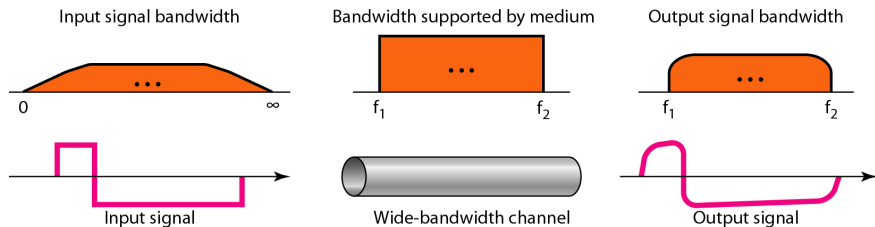
Mas precisamos converter um sinal digital em analógico para transmitir?

# Sinal Digital e Analógico

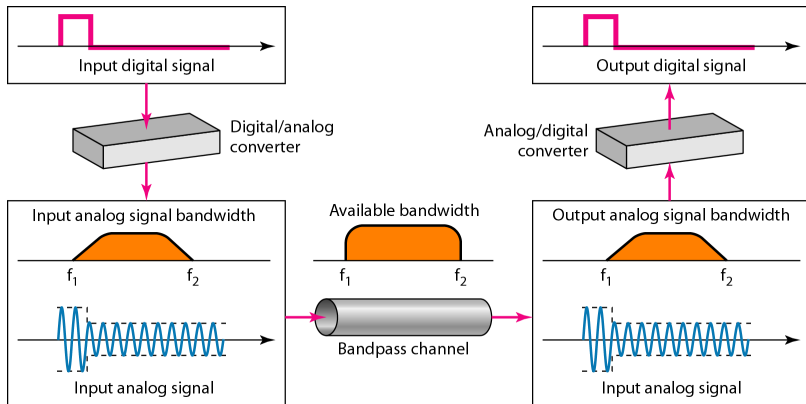
Podemos transmitir um sinal digital utilizando uma das duas abordagens:

- Transmissão banda-base: significa enviar um sinal digital por um canal sem transformá-lo em um sinal analógico.
- Transmissão banda-larga: não podemos enviar o sinal diretamente para o canal, para isso utiliza-se a modulação para transformar o sinal digital em um sinal analógico para transmissão.

# Banda Base



# Banda Larga



# Pergunta???

O sinal recebido é igual ao enviado?

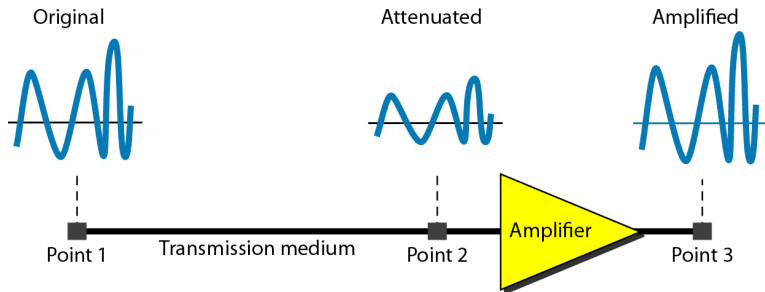


# Perda na Transmissão

- Os sinais viajam através dos meios de transmissão (cabo de par trançado, fibra óptica, cabo coaxial, etc.), que não são perfeitos. Estas imperfeição causam prejuízo de sinal.
- Isto significa que o sinal no início da transmissão não é o mesmo do que o sinal no final da transmissão. O que é enviado não é o que é recebido.
- Normalmente as causas de deficiência em uma transmissão são:
  - Atenuação;
  - Distorção;
  - Ruído.

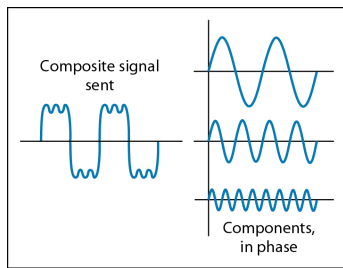
# Atenuação

**Atenuação significa perda de energia.** Quando um sinal viaja num meio, irremediavelmente perde energia. Muitas vezes essa perda é associada à resistência do meio. Para compensar essa perda, amplificadores podem ser utilizados para restaurar o nível do sinal.

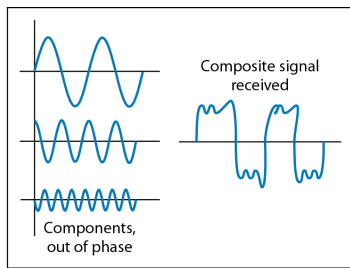


# Distorção

**Distorção significa que o sinal muda sua forma ou formato.** A distorção é comum de ocorrer em um sinal composto. Cada componente do sinal tem sua própria velocidade de propagação, e portanto seu próprio retardo em atingir o destino final. Diferença de retardo pode criar diferença de fases, causando distorção.



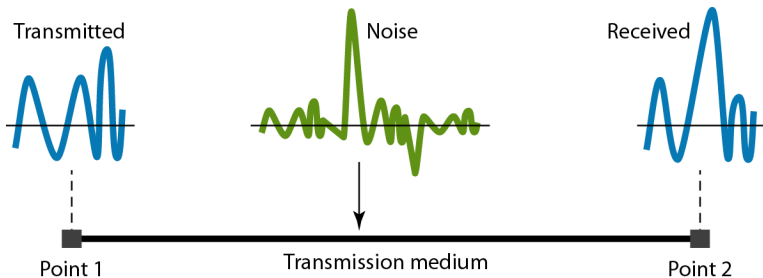
At the sender



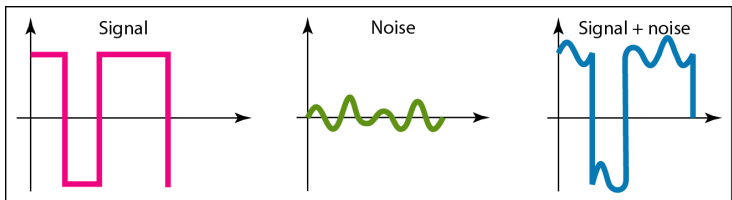
At the receiver

# Ruídos

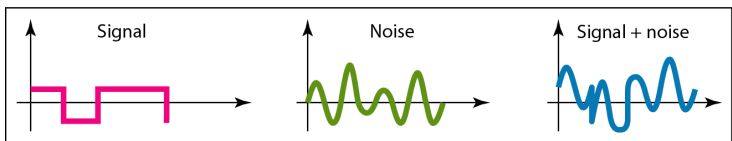
**Um ruído corresponde a interferência de um sinal por um outro(s) sinal(is) de forma inesperada.** Os ruídos podem ser provocado pelo movimento aleatório de elétrons nos condutores (ruído térmico), pelo acionamento de motores e outros aparelhos eletrônicos (ruído induzido), pelo efeito que a corrente num condutor provoca em outro fio (linha cruzada) e ruídos gerados no meio proveniente de redes elétricas, de iluminação e outras fontes (ruído impulsivo)



# Relação Sinal-Ruídos



a. Large SNR



b. Small SNR

