

Sinais Analógicos e Digitais



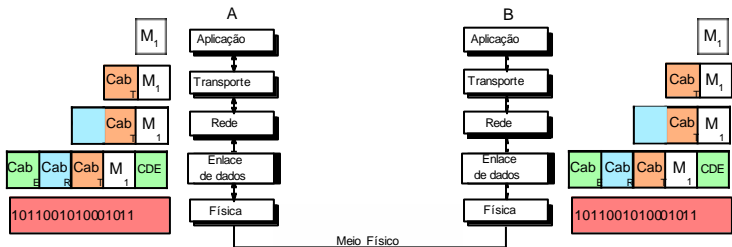
Assis Tiago

assis.filho@unicap.br

Modelo de Camadas

Relembrando.....

Uma das funções mais importantes da camada física é converter dados em sinais eletromagnéticos 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?

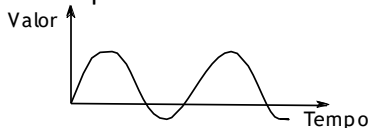
Sinal

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

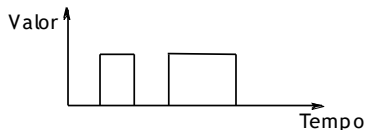
Sinais - Classificação

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.

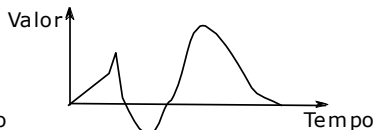
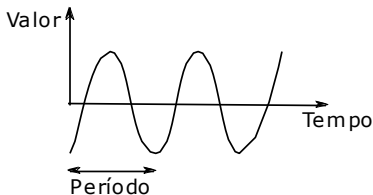




Sinais - Classificação

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

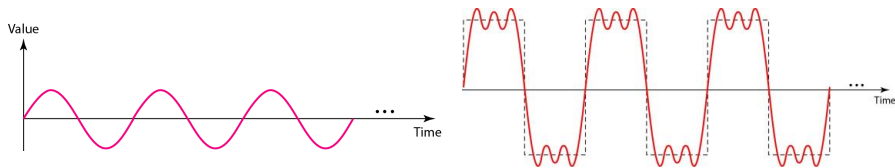
- Em comunicação de dados, utilizamos **geralmente sinais analógicos periódicos e sinais digitais não periódicos.**

Sinais Analógicos Periódicos

Sinais Analógicos Periódicos

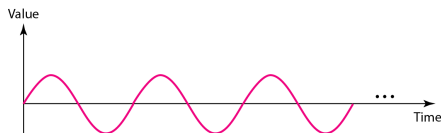
Sinais analógicos periódicos podem ser classificados como:

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



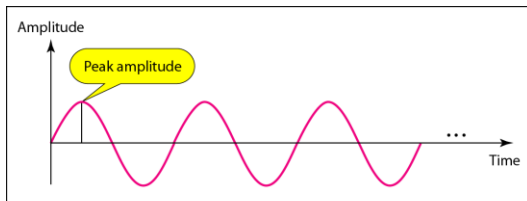
Sinal Simples

- 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**.

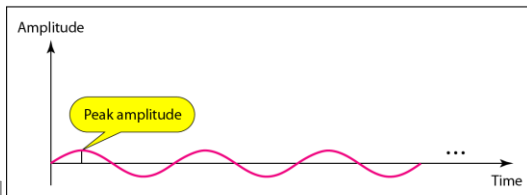


Amplitude Máxima

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



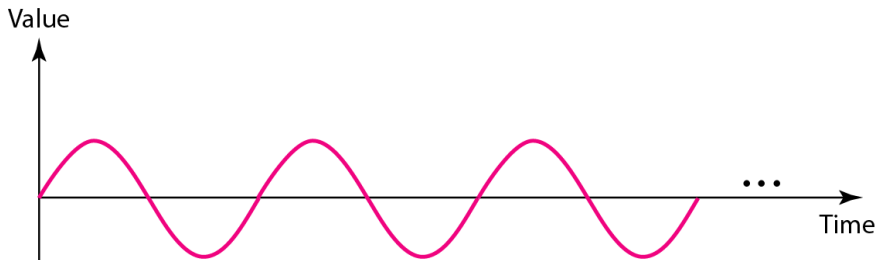
a. A signal with high peak amplitude



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

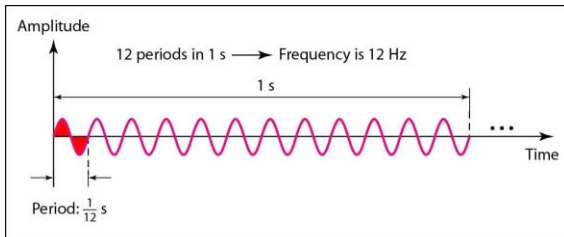
Frequência (f) é o **número de períodos** num **intervalo de tempo** de 1 segundo. A frequência é expressa em hertz (Hz).

A frequência e o período são inversos entre si.

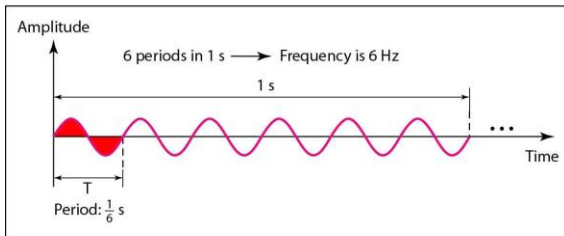
$$f = \frac{1}{T}$$

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

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
Microssegundos (μs)	$10^{-6}s$	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.

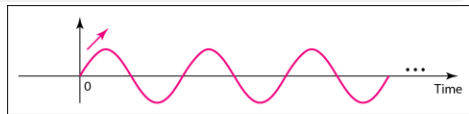
Frequência

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.

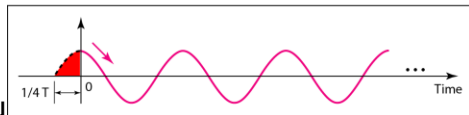
Fase

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

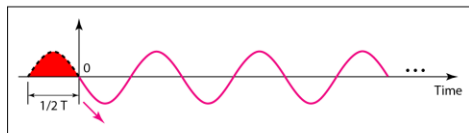
- A onda pode se deslocar para a frente e para trás ao longo do eixo de tempo, a fase quantifica esse deslocamento.
- A fase é medida em graus ($^{\circ}$) ou radianos (rad).
- 360° equivale a $\frac{2\pi}{360} \text{ rad}$



a. 0 degrees



b. 90 degrees



c. 180 degrees

Comprimento de Onda

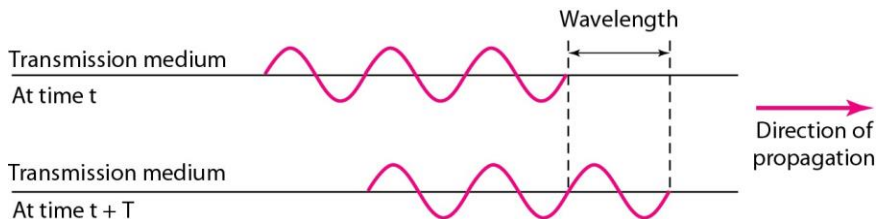
Comprimento de onda associa o **período, ou frequência**, de uma onda senoidal simples à velocidade de propagação do meio. É a distância que um **sinal simples pode percorrer em um período**.

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

Comprimento de onda (λ) = velocidade de propagação (c) período

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

Comprimento de Onda



Exercício

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

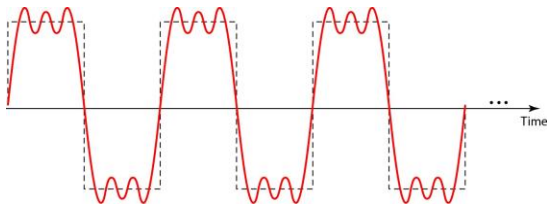
Exercício

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

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.**



Exercício

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

Exercício

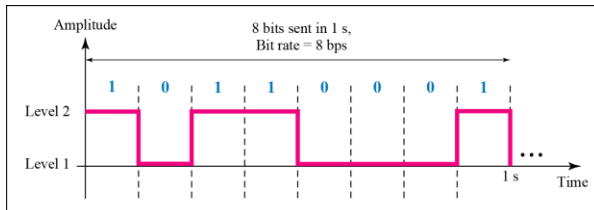
$$B = f_h - f_l = 900 - 100 = 800\text{Hz}.$$

Sinais Digitais

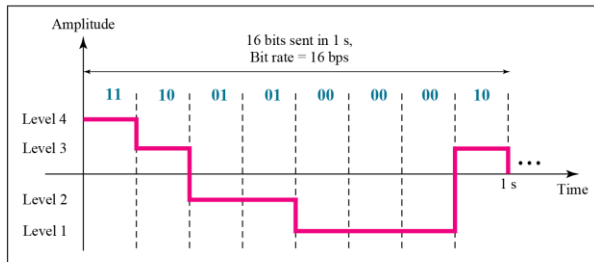
- Podemos representar as informações por um formato digital. Por exemplo, o nível lógico 1 pode ser codificado como uma voltagem positiva e o nível lógico zero (0) como uma voltagem zero.
- Um sinal digital pode ter mais de dois níveis, podendo enviar mais de 1 bit por nível. Se um sinal tiver L níveis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

Sinais Digitais

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

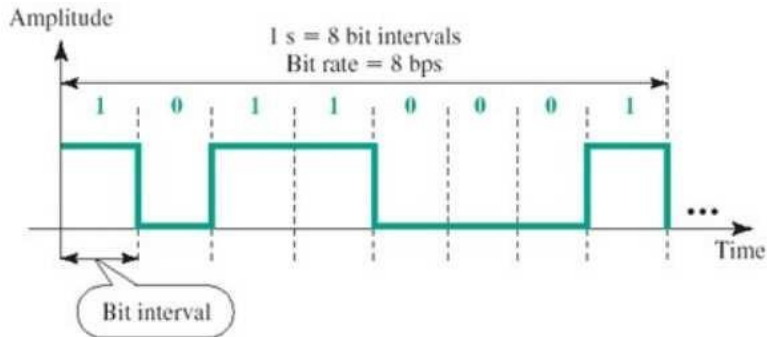
$$\text{N}^{\circ} \text{ de bits por nível} = \log_2 8 = 3$$

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???

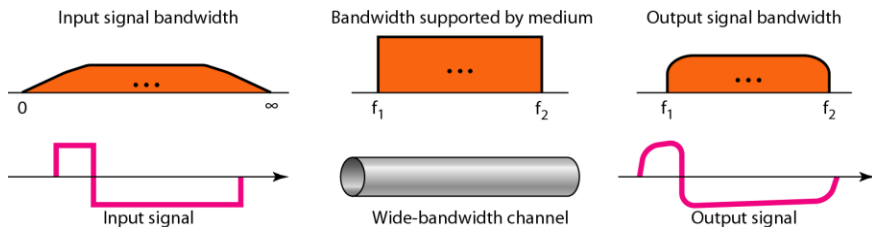
Mas precisamos converter um sinal digital em analógico para transmitir?

Sinal Digital e Analógico

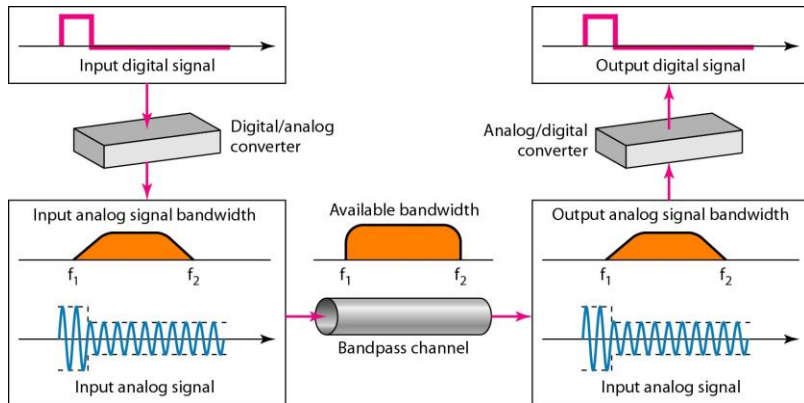
Podemos transmitir um sinal digital utilizando uma das duas abordagens:

- **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???

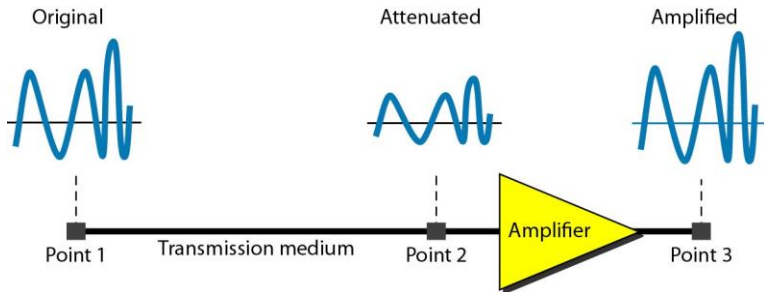
O sinal recebido é igual ao enviado?

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.

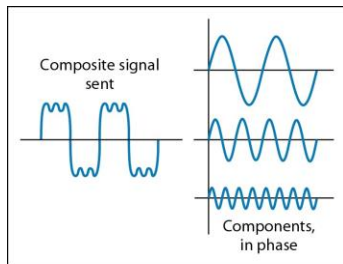
Atenuação

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.

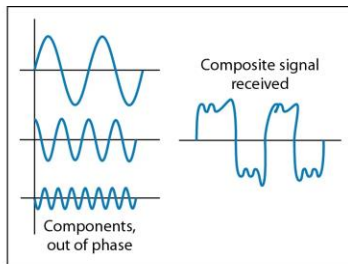


Distorção

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.



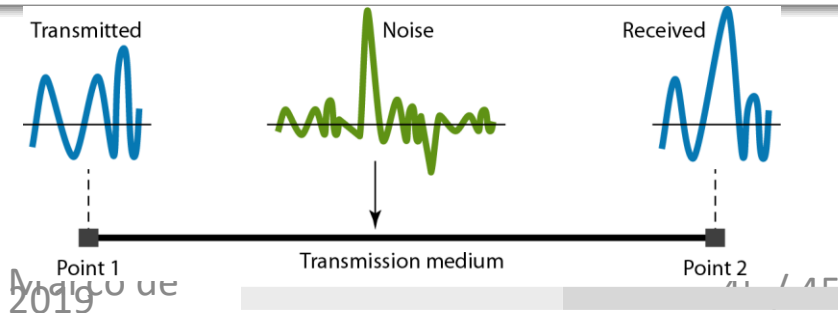
At the sender



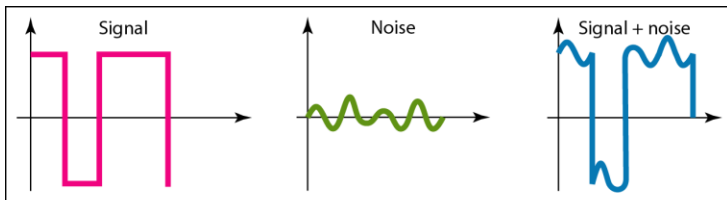
At the receiver

Ruídos

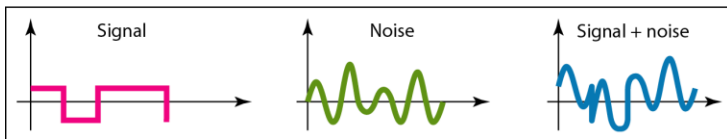
Um **ruído** corresponde a **interferência** de um sinal por um outro(s) sinal(is) de forma inesperada. Os ruídos podem ser provocado pelo movimento aleatório de elétrons nos condutores (ruído térmico), pelo acionamento de motores e outros aparelhos eletrônicos (ruído induzido), pelo efeito que a corrente 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

Sinais Analógicos e Digitais



Assis Tiago

assis.filho@unicap.br