



---

Introdução.....	2
Sinal Analógico e Digital .....	2
Sinal Analógico.....	2
Largura de Banda.....	3
Sinal Digital .....	3
Limites para transmissão de dados.....	4
Transmissão com perdas .....	4

## Introdução

Uma das funções mais importantes da camada física é converter informação em sinais eletromagnéticos para poder enviá-los num meio de transmissão. Sejam estas informações uma seqüência de 1s e 0s (digital) ou a nossa voz (analógico), por exemplo.

## Sinal Analógico e Digital

Os dados podem ser representados de duas formas: analógica ou digital. A informação analógica corresponde a uma onda eletromagnética gerada que pode assumir infinitos valores no tempo. Um bom exemplo é a voz humana. Já na informação digital a representação de dados é representada por 1s e 0s. A representação digital pode estar baseada na discretização do sinal analógico.

Um sinal analógico possui infinitos valores de tensão em um intervalo de tempo qualquer. Já os sinais digitais possuem apenas um número limitado de valores. Geralmente tais sinais possuem uma representação em dois níveis.

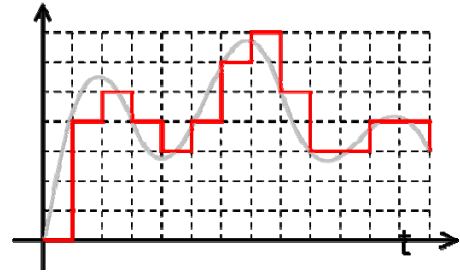
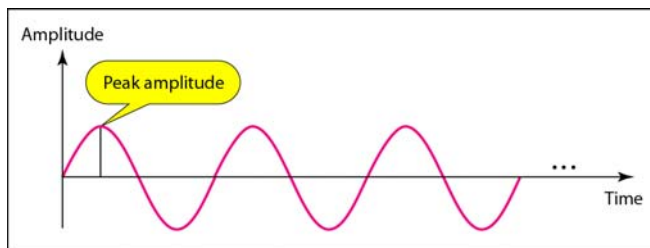


Figura 01 - Discretização de sinal analógico

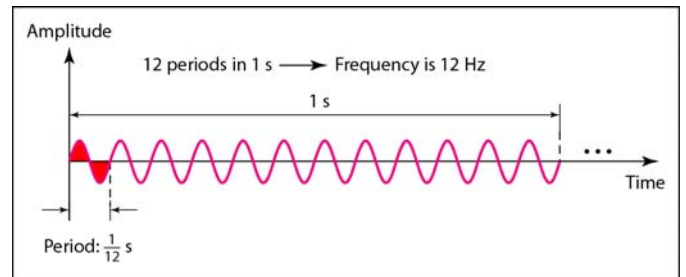
## Sinal Analógico

Um sinal analógico simples pode ser representado por uma onda senoidal que possui as seguintes características:

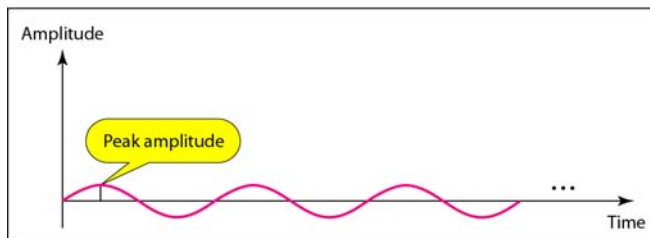
- Amplitude - representa o valor de intensidade mais alta. Para sinais elétricos ela é medida em volts.
- Frequência (f) - definimos frequência como a quantidade de ciclos num intervalo de tempo de um segundo. O período (T) é a razão inversa da frequência, ou seja:  $f = 1 / T$ . o período é formalmente expresso em segundos, já a frequência utiliza hertz (Hz).
- Fase - descreve a posição da forma de onda em relação ao tempo zero. Alguns autores indicam que a fase é o status do primeiro ciclo. A fase é medida em graus ou radianos. Trabalharemos na sala em graus.



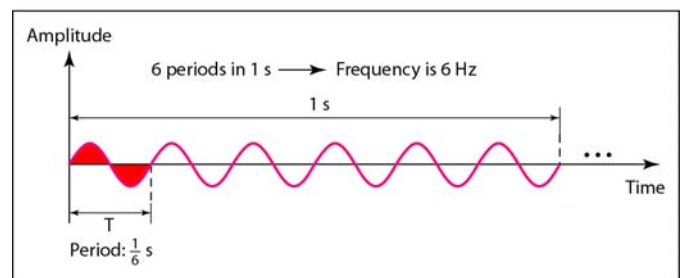
a. A signal with high peak amplitude



a. A signal with a frequency of 12 Hz



b. A signal with low peak amplitude



b. A signal with a frequency of 6 Hz

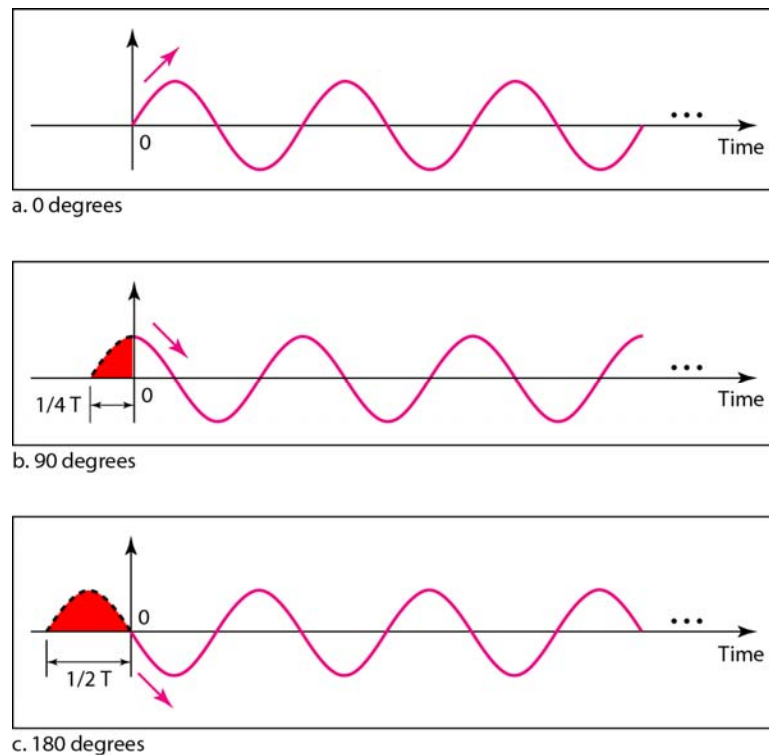


Figura 02 - Amplitude, frequência e fase

Esta representação de ondas senoidais através de amplitude, fase e frequência ao longo do tempo é chamada de domínio do tempo. Existe ainda a representação chamada de domínio da frequência.

Domínio da frequência mostra a relação entre amplitude e frequência do sinal. Em sinais simples o domínio de frequência contém apenas um exemplar de frequência. Já em sinais compostos, que correspondem a composição de ondas simples, possuem mais representações no domínio da frequência.

Uma onda quadrada perfeita (sinal digital) corresponde a composição de infinitas ondas de frequência ímpar até o infinito. Assim uma onda perfeita pode sofrer ruídos em quaisquer destas frequências.

### Largura de Banda

Entendemos como largura de banda como o intervalo da faixa de frequência que passa pelo meio físico, ou seja, é a diferença entre a maior e menor frequência transmitida.

### Sinal Digital

Sinal Digital é um sinal com valores discretos (descontínuos) no tempo e amplitude. Isso significa que um sinal digital só é definido para determinados instantes de tempo, e o conjunto de valores que podem assumir é finito. Os termos período e frequência geralmente não estão associados a um sinal digital, uma vez que eles não são periódicos.

A quantidade de bits transmitidas em um segundo é chamada de velocidade de transmissão ou largura de banda, sendo representada por *bps*. E o intervalo de sinalização é o tempo necessário para passagem de um bit.

## Limites para transmissão de dados

Uma pergunta que fica em nossas mentes é o qual rápido podemos enviar dados em um meio físico? Intuitivamente sabemos que depende da:

1. Largura de banda disponível
2. Quantidade de níveis de sinais
3. Qualidade do meio físico (ruídos)

Segundo Nyquist a fórmula para calculo num meio sem ruídos é dada por:

$$C_N = 2 \times B \times \log_2 L$$
, onde: B corresponde a largura de banda e L a quantidade de níveis de tensão.

Entretanto não existem canis sem ruídos, pois não existem meios físicos perfeitos. Daí Shannon encontrou a seguinte fórmula:

$$C_S = B \times \log_2 (1+R)$$
, onde R é a relação sinal ruído de uma transmissão num meio físico.

## Transmissão com perdas

Como os meios de transmissão não são perfeitos, alguns fatores são responsáveis por uma queda na qualidade do sinal transmitido. Neste curso faremos uma classificação simples baseada em dois conceitos atenuação e ruído (estarão inclusos todos os tipos de ruído e distorção).

A atenuação corresponde a perda de enrgia de um sinal que viaja num meio físico. Tal perda é decorrente da resistência física do meio. Em cabos metálicos, a perda de energia pode ser efeito do aquecimento do cabo (efeito Joule).

Um ruído é todo fenômeno aleatório que perturba a transmissão correta das mensagens e que geralmente procura-se eliminar ao máximo. Pode ser classificado como térmico, induzido, crosstalk impulsivo... O ruído pode ser provocado por favores inerentes ao mundo externo (motores) ou através da convivência entre condutores (crosstalk).

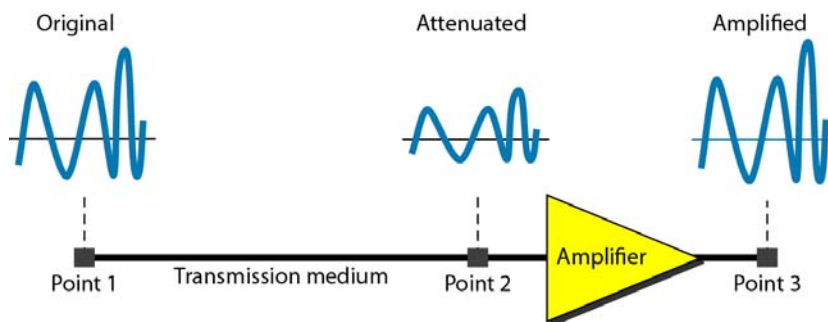


Figura 03 - Exemplo de atenuação

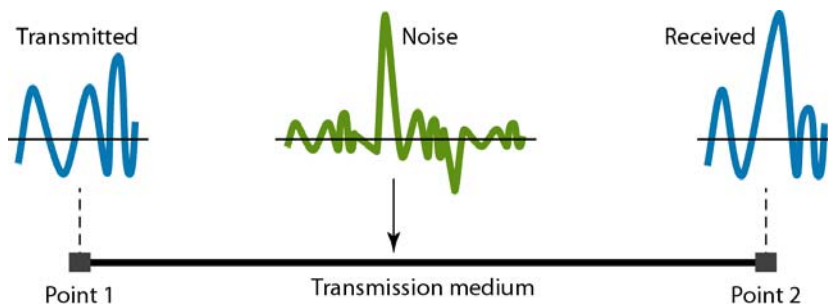


Figura 04 - Exemplo de Ruído