

Comunicação de Dados

Sinais

Prof. Luiz Fernando Carvalho

luizfcarvalho@utfpr.edu.br

Material elaborado pelo Prof. Fernando Barreto

Agenda

- Sinalização
- Representação de um sinal: onda senoidal
- Composição de um sinal
- Largura de banda

Comunicação

- Processo de troca de informação

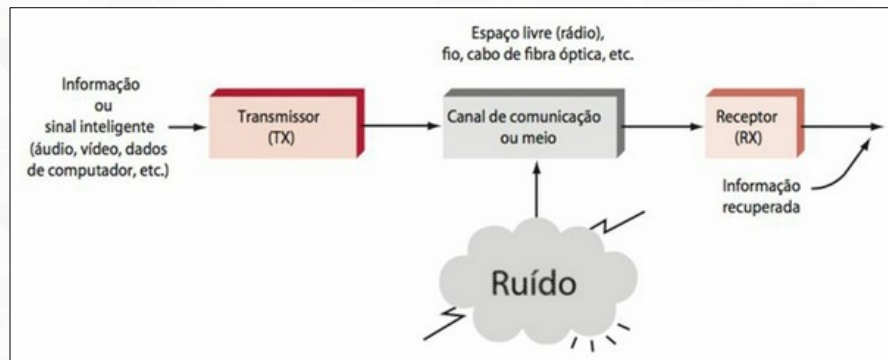
- Antigamente entre humanos a informação era trocada:
 - Curta distância - comunicação face a face (voz)
 - Longa distância - sinalização (tambores, explosões, fumaça, fogo, mensagens (codificadas ou não) enviadas por algum meio de transporte)
 - Taxa de dados era baixa, mas suficiente para a finalidade da época
- Surgimento da eletricidade
 - Possibilitou transmitir a longas distâncias e a uma taxa maior de dados
 - Telecomunicação → “Tele” , em grego, quer dizer “distante”
 - Desenvolvimento de tecnologias (<https://www.youtube.com/watch?v=F7KH3oR6Kdo>)
 - Telégrafo: 1844 (Samuel Morse)
 - Telefone: 1876 (Alexander Bell)
 - Rádio: 1887 (Heinrich Hertz descobriu ondas de rádio) , Marconi demonstrou comunicação por ondas de rádio em 1895
 - Ethernet: 1973 (Metcalfe)
 - Fibra ótica: 1977 (EUA 1º uso fibra ótica)
 - WLAN: 1997 (EUA 1ª uso wireless lans)

Comunicação de Dados

- Tendências que juntas forçam a evolução dos sistemas de comunicação
 - **Aumento do tráfego:** aumento da quantidade de hardwares conectados
 - **Serviços:** softwares com alta qualidade de serviço (câmeras de alta resolução, vídeos, serviços web, web conferência...)
 - **Tecnologia:** sistemas mais rápidos, com baixo consumo energia e cada vez mais baratos

Comunicação de Dados

- Dados podem ser:
 - **Analógicos:** São contínuos e assumem valores que variam continuamente. *Ex: Voz humana, temperatura e velocidade.*
 - **Digitais:** Possuem estados discretos e assumem valores discretos. *Ex: informação armazenada no computador*
- **Comunicação de dados:** Troca de dados (informação) entre dois dispositivos por intermédio de algum meio de transmissão.
 - Para ocorrer, os dispositivos precisam fazer parte de um sistema de comunicações (hardware e software)
- De forma geral, todo sistema de comunicação possui:



Sistemas de Comunicação

- **Transmissor**
 - A informação, em dados, é codificada/transformada para produzir um padrão de sinais eletromagnéticos a serem transmitidos por um canal/meio de comunicação.
- **Canal/Meio de Comunicação**
 - Por onde os sinais eletromagnéticos irão trafegar
 - Várias técnicas empregadas (na transmissão e na recepção) para conseguir utilizar o canal/meio de comunicação
 - Técnicas que engenheiros aplicam sobre as propriedades de energia e matéria descobertos pelos físicos/matemáticos
 - Exemplo: propriedades da reflexão de luz em fibra ótica, sinais eletromagnéticos em antenas, sinais/pulsos de tensão em fios de cobre...
 - Problemas comuns enfrentados: atenuação, ruídos, sincronização, erros...
- **Receptor**
 - Identifica o padrão de sinalização do canal/meio de comunicação e o transforma/decodifica em dados com a informação

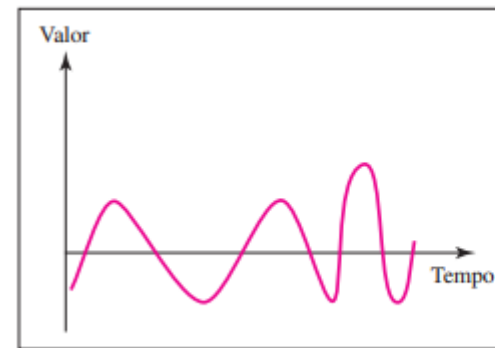
Sistemas de Comunicação

- Algumas Definições:
 - **Dados:** informação com algum significado
 - **Sinais:** representação elétrica ou eletromagnética para os dados
 - **Sinalização:** propagação física dos sinais em algum meio de comunicação
 - **Transmissão/Recepção:** promove uma comunicação através de sinalização e processamento dos sinais
 - **Onda portadora:** onda senoidal na qual viaja o sinal a ser transmitido.
 - **Atenuação:** qualquer sinal (analógico ou digital) sofre perda de energia ao se deslocar
 - **Ruído:** qualquer informação que degrada ou interfere no sinal original

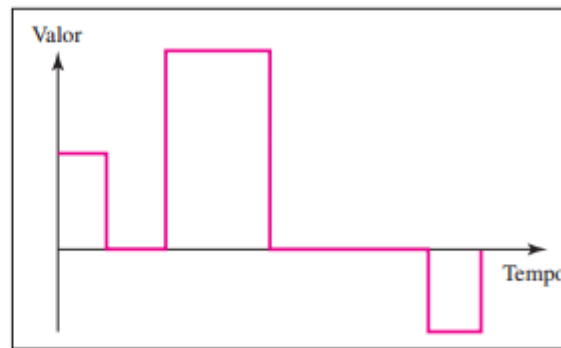
Sinalização

- Tipos de Sinais

- **Analógico**: infinitos níveis/valores do sinal em um período de tempo
- **Digital**: número limitado de níveis/valores do sinal em um período de tempo. O nível é mantido constante e de repente muda para outro nível (porém, a mudança no mundo real não é realmente instantânea...)



a. Sinal analógico



b. Sinal digital

FOUROUZAN, B, 2010.

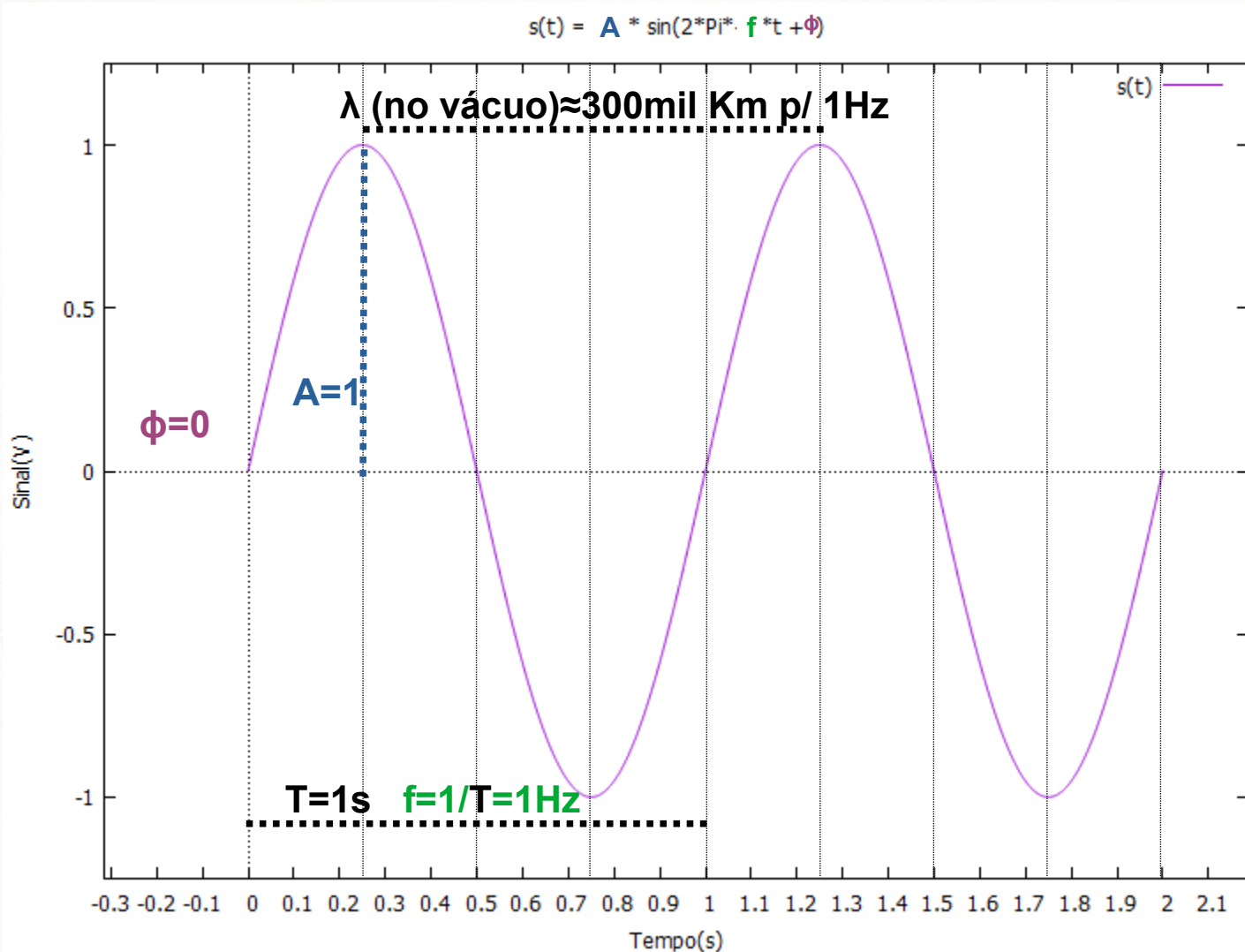
- **Periódico**: sinal realiza um padrão dentro de um período de tempo que se repete nos períodos seguintes
- **Aperiódico**: não há um padrão do sinal em um período de tempo que possa se repetir no período de tempo (exemplos das figuras acima)

Representação de um Sinal: Onda Senoidal

- Consegue representar um fenômeno natural que produz sinal oscilando em função do tempo
- Características da onda senoidal:
 - **Amplitude (A)**: diferença entre a altura máxima e mínima do sinal
 - **Frequência (f)**: n° oscilações/ciclos na unidade de tempo (segundos), ou $f = 1/T$
 - **Fase (ϕ)**: o quanto de deslocamento está o início da onda seno em relação a um tempo de referência (geralmente tempo 0s)
 - **Período (T)**: tempo em segundos para completar um ciclo, ou $T = 1/f$
 - **Comprimento de onda (λ)**: distância ocupada por um ciclo da onda, ou o comprimento do ciclo, quando um sinal se propaga através de um meio (ex: vácuo, ar, cabos...). v = velocidade do meio.
 - $\lambda = v \cdot T$ ou $\lambda = v/f$
 - Ex: vácuo/ar ($v = \sim 3 \times 10^8 \text{ m/s}$) e um T de 1s (para um $f=1\text{Hz}$), $\lambda = v \cdot T = 300\text{mil Km}$
 - Ex: vácuo/ar e $f=2,4\text{Ghz}$, temos $\lambda = 0,125\text{m}$
 - Ex: vácuo/ar e $f=5,180\text{Ghz}$, temos $\lambda = 0,0578\text{m}$

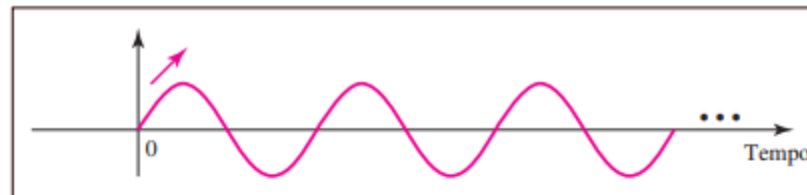
Onda Senoidal

Imagem de uma onda senoidal de Frequência 1Hz, Amplitude 1 e Fase 0

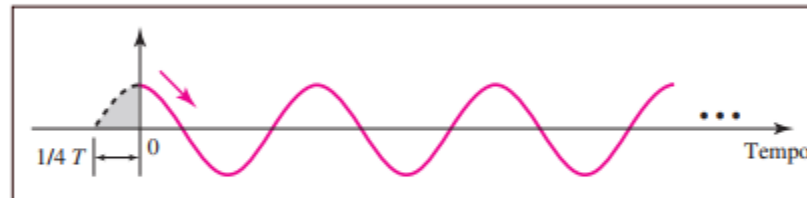


Onda Senoidal

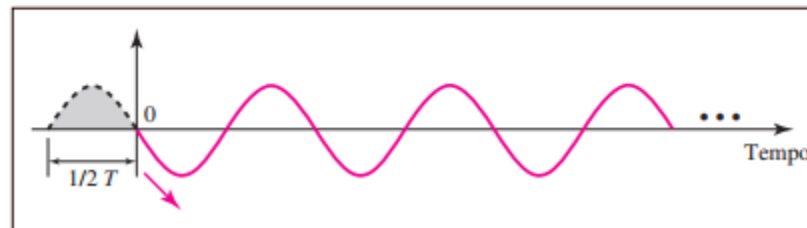
- Exemplo de alteração da Fase (ϕ)
 - Deslocamento é em radianos
 - Indica defasagem em relação ao início do sinal



a. 0 graus



b. 90 graus

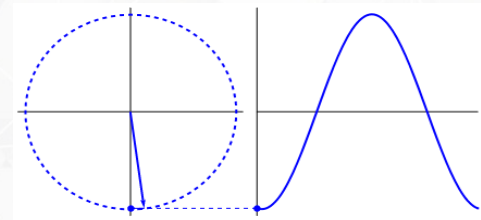
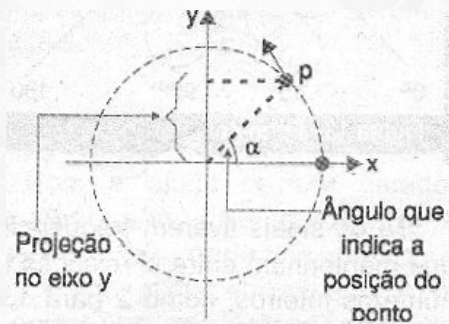
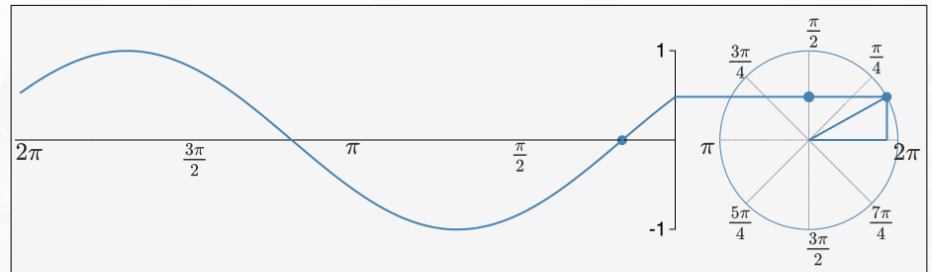


c. 180 graus

Onda Senoidal

http://odin.mat.ufrgs.br/outros/fernando/cri_ger_sen/prod.php

newtoncbraga



Onda Senoidal

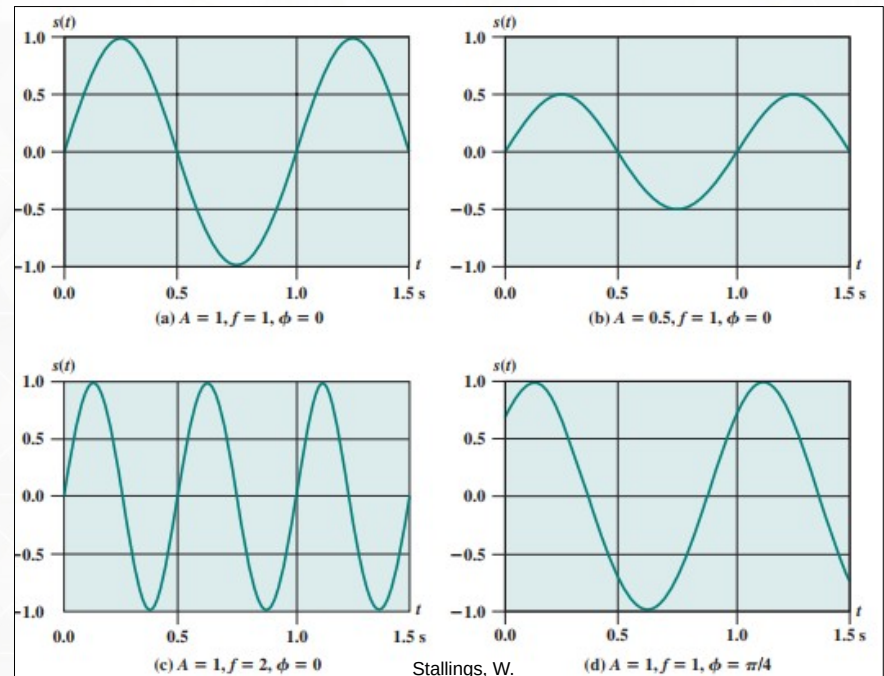
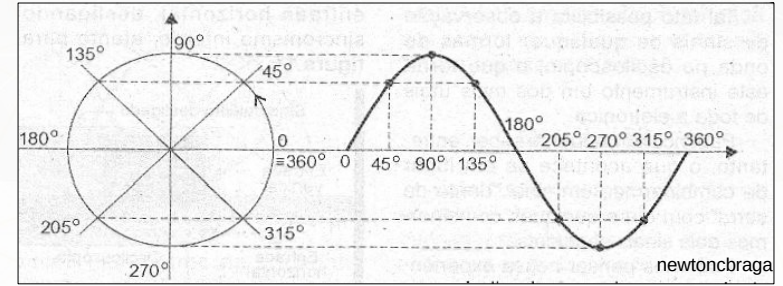
- Forma fundamental de um sinal analógico periódico

$$s(t) = A * \text{sen}(2\pi * f * t + \phi)$$

- **A** : Amplitude do sinal
- **$2\pi * f * t$** :
 - **2π** : Radianos (completar o ciclo)
 - **f** : Frequência (Hz) , quantos ciclos em 1 segundo, ou $1/T$
 - T é o Período, ou tempo em segundos para completar um ciclo
 - **$f=1/T$** ou **$T=1/f$**

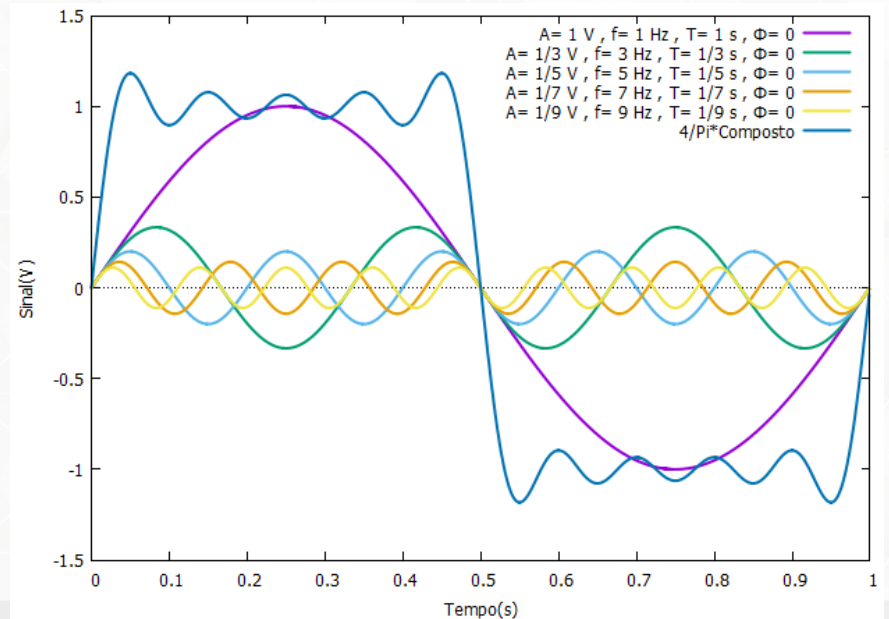
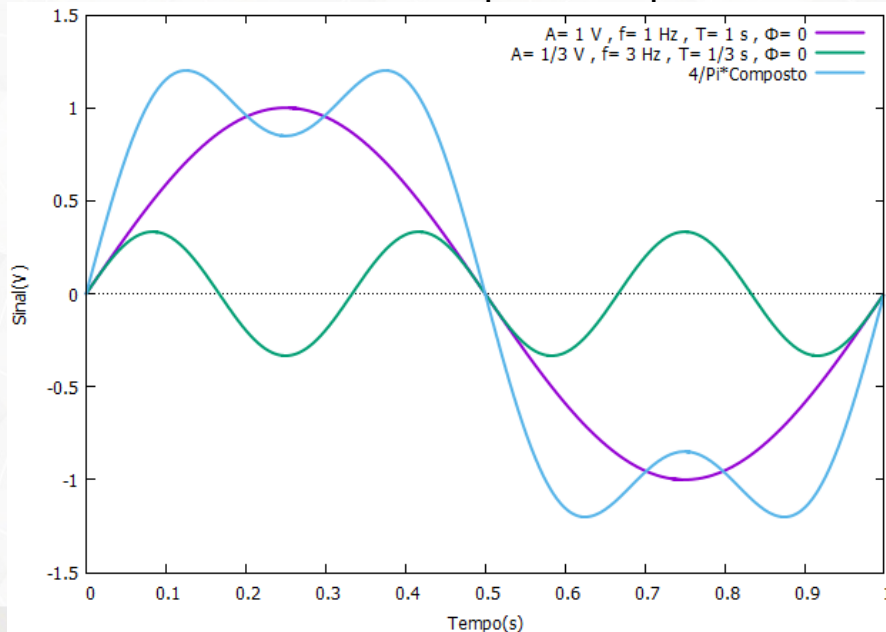
Frequência	Ciclos/Segundo	Período
1 Hz	1 ciclo/segundo	1s
10 Hz	10 ciclos/segundo	0,1s
100 Hz	100 ciclos/segundo	0,01s
1 KHz	1000 ciclos/segundo	1ms
1 MHz	10^8 ciclos/segundo	$1\mu\text{s}$
1 GHz	10^9 ciclos/segundo	1ns

- **t** : Instante de tempo
- **ϕ** : defasagem em radianos
 - Início da onda no quadrante
 - “+” desloca p/ esquerda
 - “-” desloca p/ direita

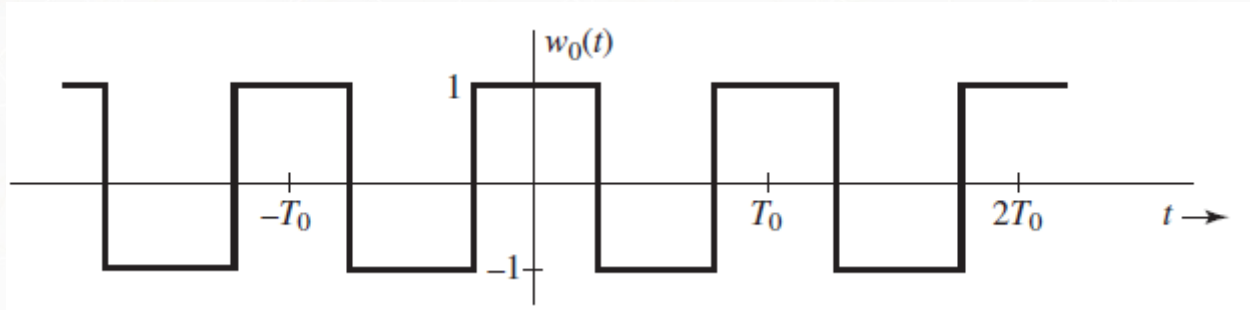


Composição de um Sinal

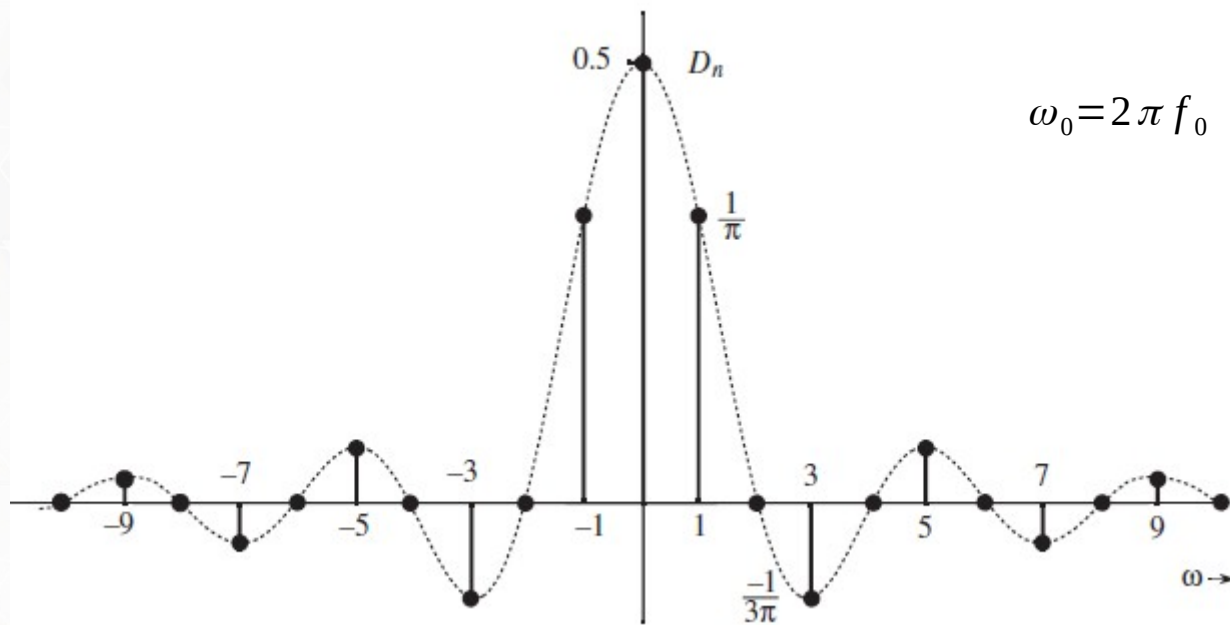
- Segundo a análise de Fourier:
 - Qualquer sinal eletromagnético pode ser composto/decomposto a partir de várias componentes (senóides) de sinais analógicos, cada uma com sua amplitude, frequência e fase.
 - Compor/decompor é basicamente somar/subtrair componentes harmônicas com a onda de frequência fundamental (1ª harmônica)
 - Um sinal digital (onda quadrada) é um sinal analógico composto a partir da superposição de um sinal senoidal com infinitas harmônicas ímpares
 - **Sinal Composto Periódico:** composto por frequências discretas
 - Ex. de “onda quadrada periódica” multiplicado por $4/\pi$ para alinhar à tensão de 1 V e -1 V



Composição de um Sinal



$$w_0(t) = \frac{4}{\pi} \left(\cos \omega_0 t - \frac{1}{3} \cos 3\omega_0 t + \frac{1}{5} \cos 5\omega_0 t - \frac{1}{7} \cos 7\omega_0 t + \dots \right)$$

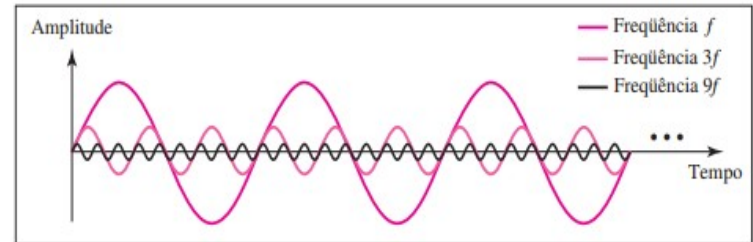
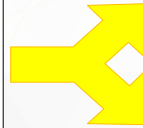
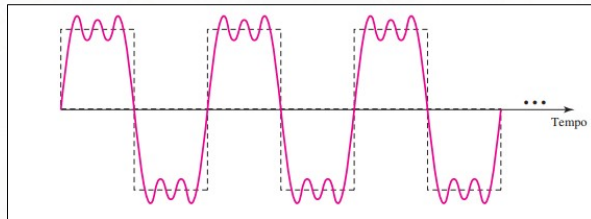


LATHI

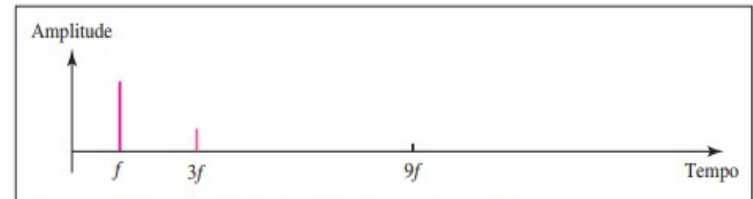
Espectro da exponencial de Fourier

Composição de um Sinal

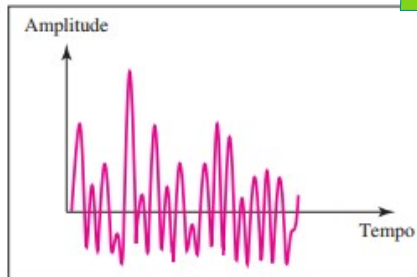
- **Domínio de Tempo:** identificar as mudanças de Amplitude das Frequências compostas no tempo.
- **Domínio de Frequência:** identificar quais Frequências estão sendo usadas na composição do sinal e as respectivas Amplitudes.
- **TIPOS:**
 - Sinal Composto Periódico (uso frequências discretas)
- Sinal Composto Não Periódico (uso de frequências infinitas). Representa os dados mais comuns em comunicação de dados...



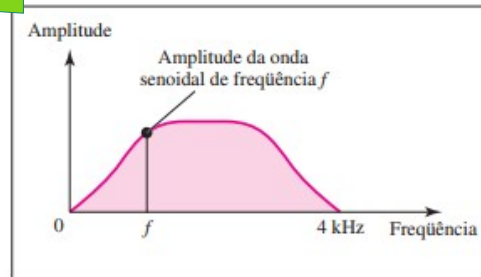
a. Decomposição no domínio do tempo de um sinal composto



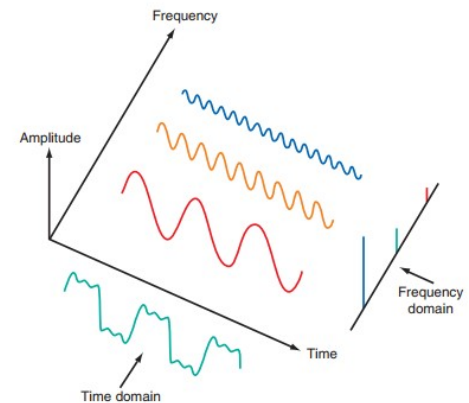
b. Decomposição no domínio da frequência do sinal composto



a. Domínio do tempo

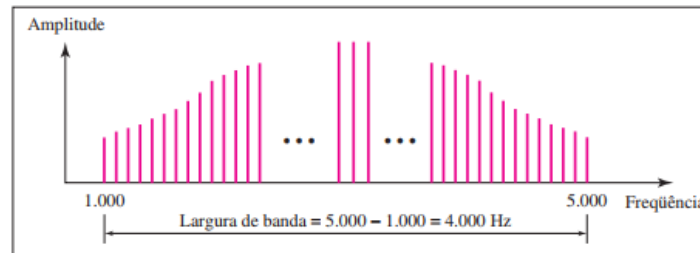


b. Domínio da frequência

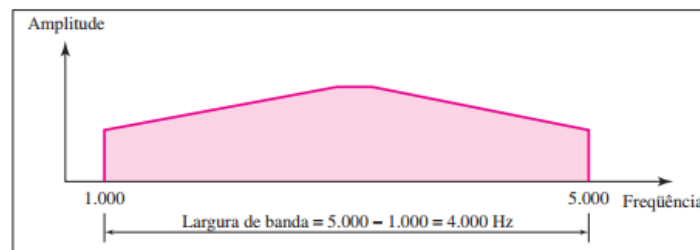


Largura de Banda

- Envolve sinal analógico composto
 - Independente se transmissão analógica ou digital
 - Diferença entre a frequência mais alta e a frequência mais baixa usada para compor um sinal
 - Tamanho da largura de banda depende:
 - Da técnica empregada na transmissão para compor o sinal
 - Do tipo de transmissão (analógica ou digital)

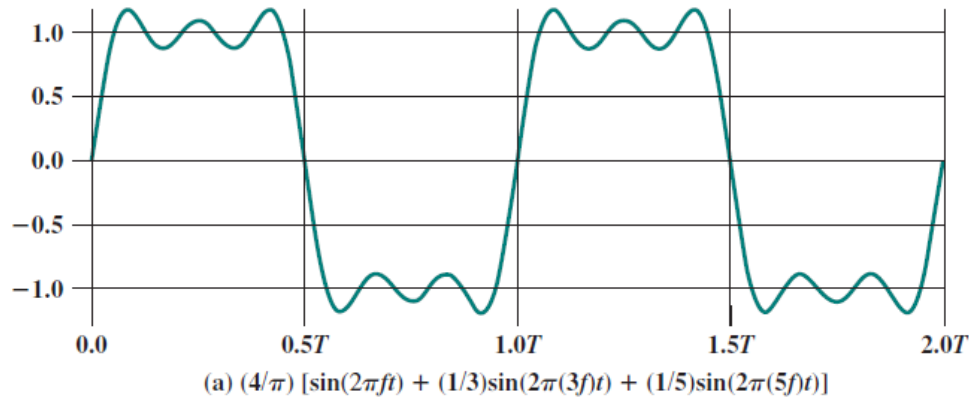


a. Largura de banda de um sinal periódico



b. Largura de banda de um sinal não periódico

Largura de Banda

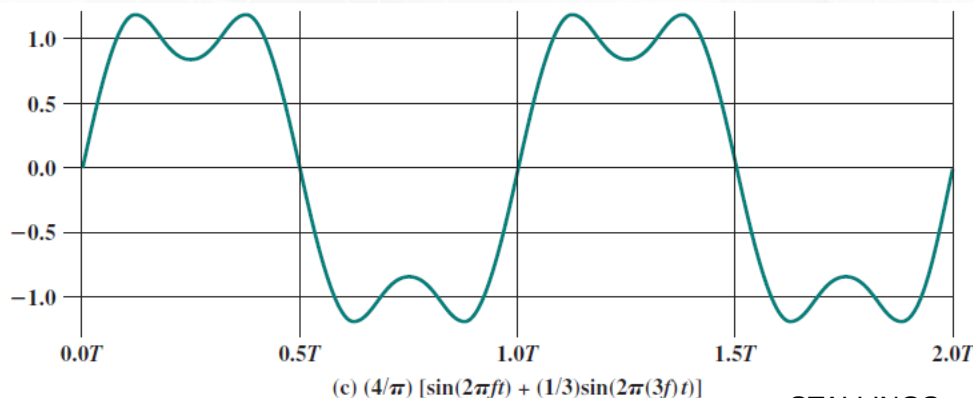


Caso 1:

- largura de banda = 4 MHz
- taxa = 2 Mbps

Caso 2:

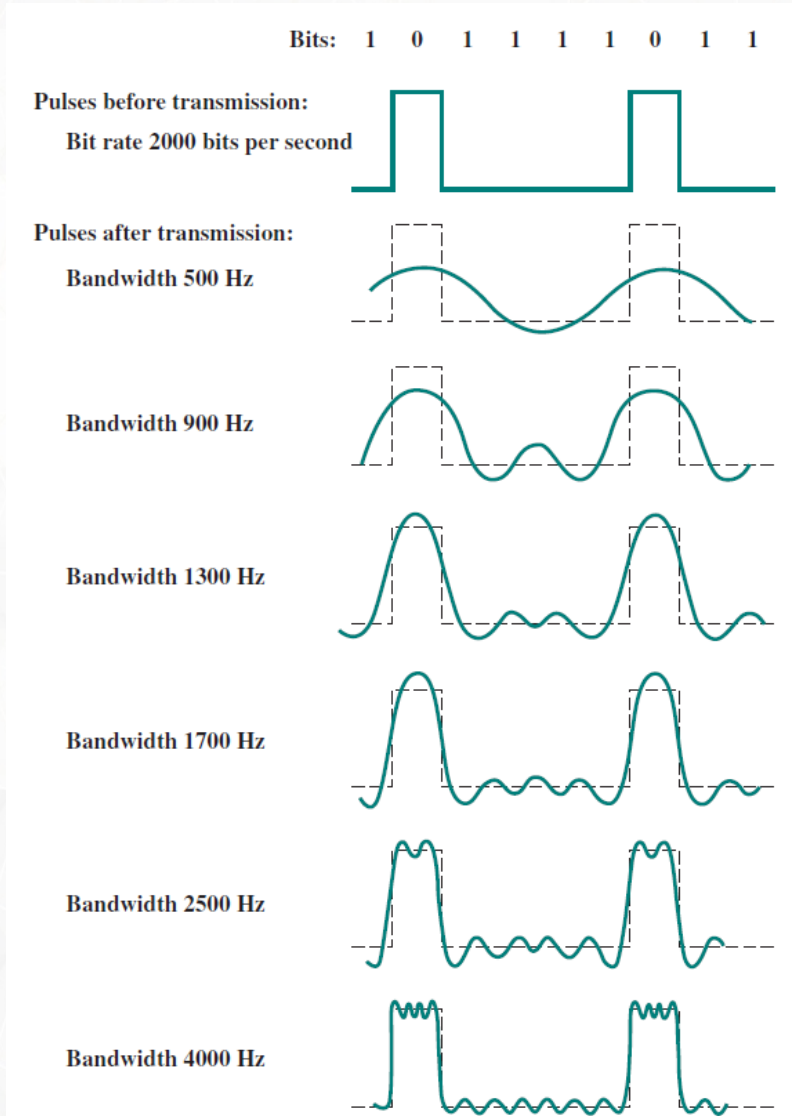
- largura de banda = 8 MHz
- taxa = 4 Mbps



Caso 3:

- largura de banda = 4 MHz
- taxa = 4 Mbps
- Frequência fundamental: 2 x a do caso 1

Largura de Banda



- Quando um sinal de alta frequência é transmitido pelo meio, o sistema de transmissão limita a largura de banda para que a transmissão seja possível
- Quanto maior a largura da banda do meio, maior o custo
- Limitar a banda causa distorções, as quais podem dificultar a interpretação do sinal pelo receptor
- Quanto maior a taxa de transmissão, maior deve ser a largura de banda