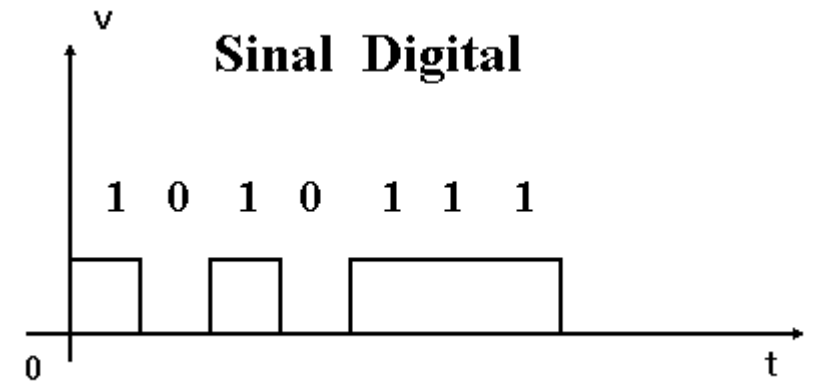
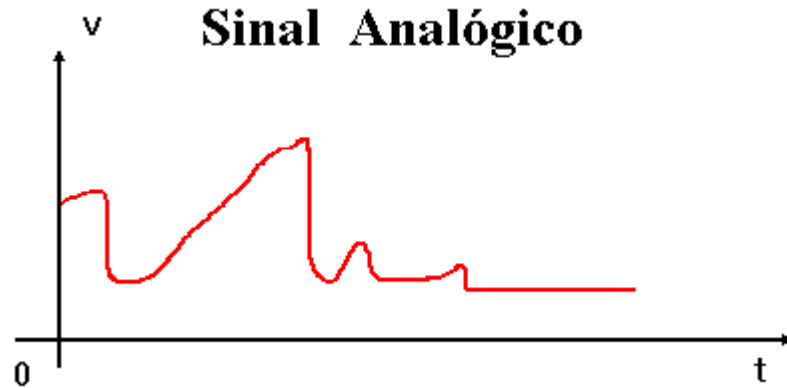


# Comunicação de Dados



# Dados

- Analógico
  - valores contínuos dentro de um intervalo
  - exemplo: áudio, vídeo
- Digital
  - valores discretos
  - exemplo: texto

# Meio pelo qual os dados são propagados

- Analógicos
  - variam continuamente
  - várias mídias
    - cabos metálicos, fibra ótica, ar
  - Exemplo:
    - banda telefônica: 300Hz to 3400Hz
    - banda de vídeo: 4MHz
- Digital
  - assume valores discretos

# Transmissão Analógica

- Sinal é transmitidos sem análise do conteúdo
- Podem ser dados analógicos ou digitais
- Atenuado conforme a distância
- Usa amplificadores
- Amplifica o ruído

# Transmissão Digital

- Observa o conteúdo
- integridade afetada por ruídos, atenuação, etc.
- Usa repetidores
  - repetidores recebem o sinal
  - extraem o padrão de bits
  - retransmitem
- Diminui os problemas de atenuação
- Ruído não é amplificado

# Vantagens transmissão digital

- Integridade dos Dados
- Capacidade de Utilização
  - enlaces com alta largura de banda
  - alta taxa de multiplexação
- Segurança e Privacidade
  - criptografia
- Integração
  - trata analógico e digital similarmente

# Modelo de Comunicação

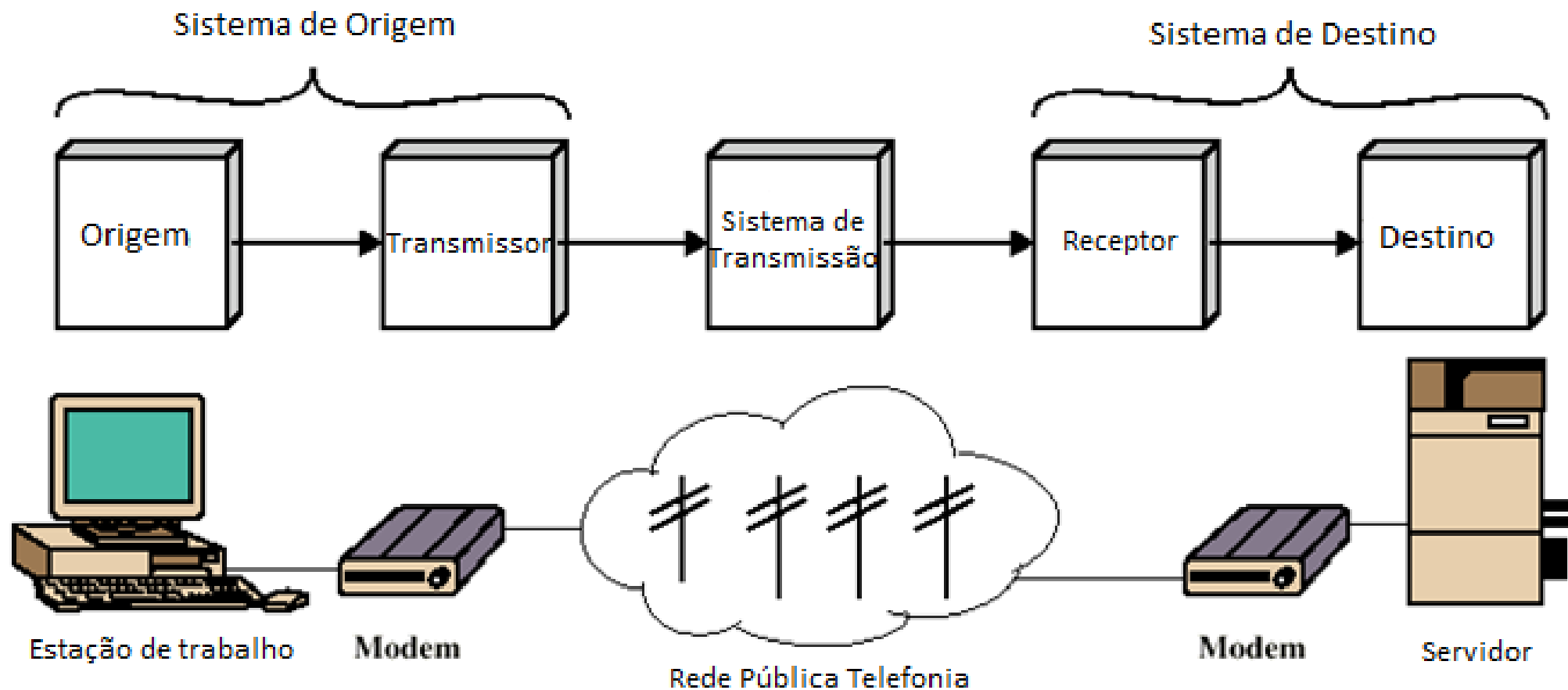
- Origem
  - Geração dos dados para transmissão
- Transmissor
  - Converte os dados em sinais “transmissíveis”
- Sistema de Transmissão
  - Transmite os sinais
- Receptor
  - Converte os sinais recebidos para o formato de dados
- Destino
  - Trata os dados recebidos

# Meio

- Local por onde os dados são transmitidos
  - Meio guiado
    - exemplo: par trançado, fibra ótica.
  - Meio não guiado
    - exemplo: ar, água, vácuo.



# Cenário típico



# Comunicação

- Utilização do sistema de transmissão
- Interfaceamento
- Geração de Sinais
- Sincronização
- Detecção e correção de erros
- Endereçamento e roteamento
- Formatação das mensagens
- Segurança
- Gerenciamento da rede

# Chaveamento de Circuito

- Caminho de comunicação dedicado é estabelecido durante a conversação
- e.g. rede de telefonia

# Pacotes

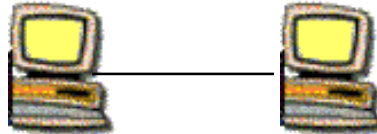
- Dados enviados em pequenos pacotes de dados
- pacotes passados de nodo em nodo entre fonte e destino

# Ligações - Topologia

- Enlace Direto
  - Sem dispositivos intermediários

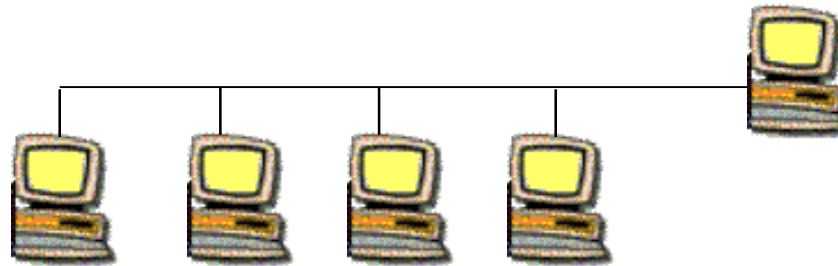
- Enlace Ponto-a-Ponto

- Enlace direto
- Somente 2 dispositivos compartilham o enlace



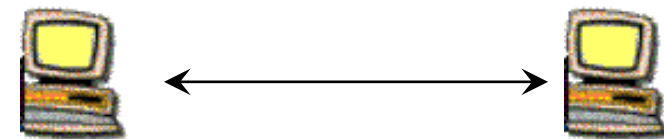
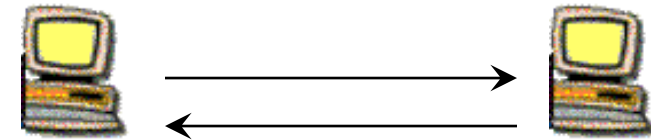
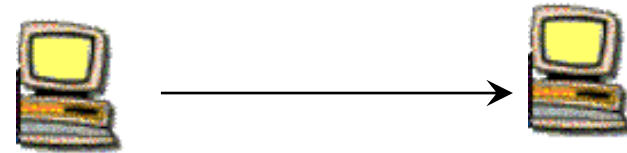
- Enlace Multiponto

- Mais de dois dispositivos compartilham o enlace

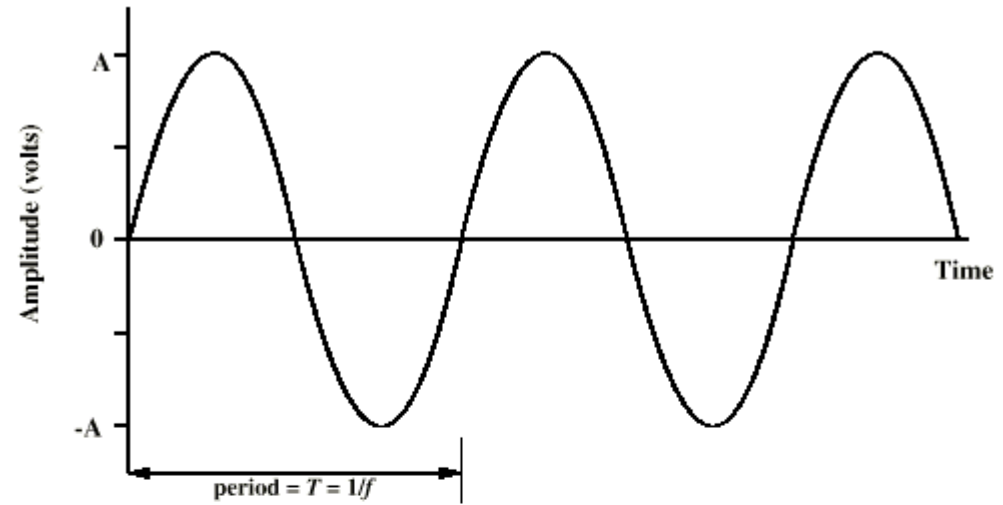


# Modos de Transmissão

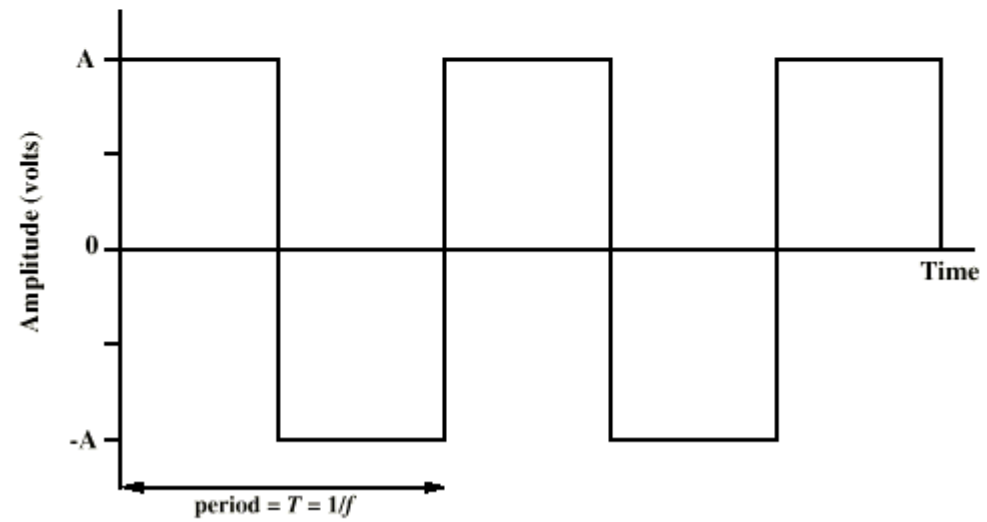
- Simplex
  - Uma direção
- Half duplex
  - Em ambas direções, mas uma de cada vez
- Full duplex
  - Em ambas as direções ao mesmo tempo



# Sinal -Periódico



(a) Sine wave



(b) Square wave

# Características da Onda de Sinal

- Amplitude (A)
  - altura da onda - energia do sinal
  - medida em *volts*
- Frequência (f)
  - número de repetições de um período por segundo
  - medida em *Hertz (Hz)* ou ciclos por segundo
  - Período = tempo de uma repetição (T)
  - $T = 1/f$
- Fase ( $\phi$ )
  - relativa a posição no tempo



# Comprimento de onda

- Distância ocupada por um ciclo
- $\lambda$
- Velocidade do sinal  $v$ 
  - $\lambda = vT$
  - $\lambda f = v$
  - $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$  (velocidade da luz)

# Comprimento de onda

- Relação entre  $f$ ,  $\lambda$  e  $c$  (vácuo)
  - $f$  : freqüência
  - $\lambda$  : comprimento de onda
  - $c$  : velocidade da luz
  - Exemplo:  $f = 300$  MHz para  $\lambda = 300$  metros  
 $f = 30$  GHz para  $\lambda = 1$  cm

## Velocidade da Luz

vácuo = 300 m/  $\mu$ s

fibra = 200 m/  $\mu$ s

eletricidade = 250 m/  $\mu$ s

# Problemas de Transmissão

- Sinal recebido difere do sinal transmitido
- Analógico -degradação da qualidade do sinal
- Digital - bits com erro
- Causas:
  - Atenuação ou distorção de amplitude
  - Distorção por retardo
  - Ruído
    - branco
    - impulsivo

# Atenuação

- Sinal perde energia de acordo com a distância percorrida
- Dependente do meio
- Sinal recebido
  - deve ser forte o suficiente para o reconhecimento
  - deve ser superior ao ruído para evitar o erro
- Atenuação aumenta de acordo com o aumento da frequência

$$A(\text{dB}) = 10 \log_{10}(P_s/P_e)$$

$P_s$  = Potência de Saída  
 $P_e$  = Potência de Entrada

# Distorção por Atraso

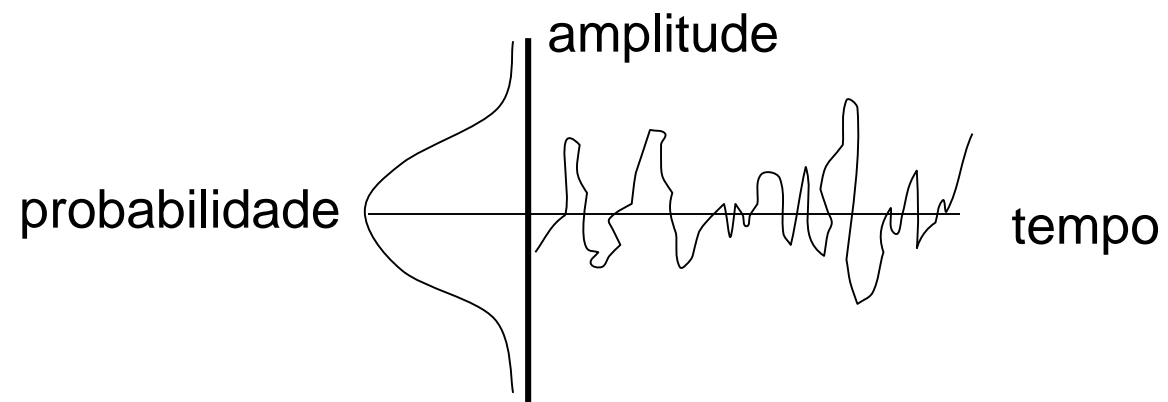
- Ocorre somente em meios guiados
- Componentes do sinal propagam-se com velocidades diferentes

# Ruído

- Sinais adicionais inseridos entre o transmissor e o receptor
- Ruído Térmico
  - A agitação dos elétrons causa o aquecimento
  - Distribuído uniformemente
  - Também chamado ruído branco

# Ruído

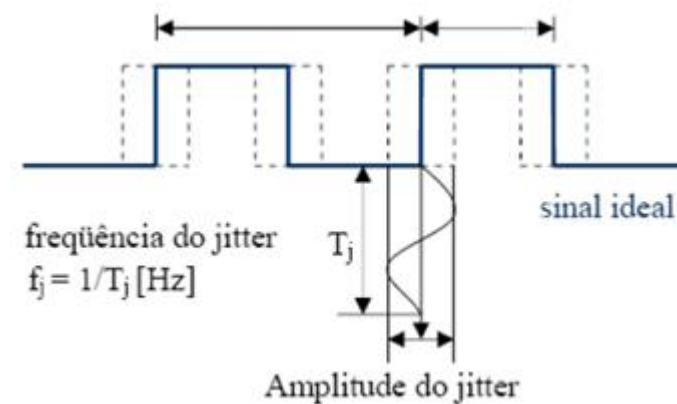
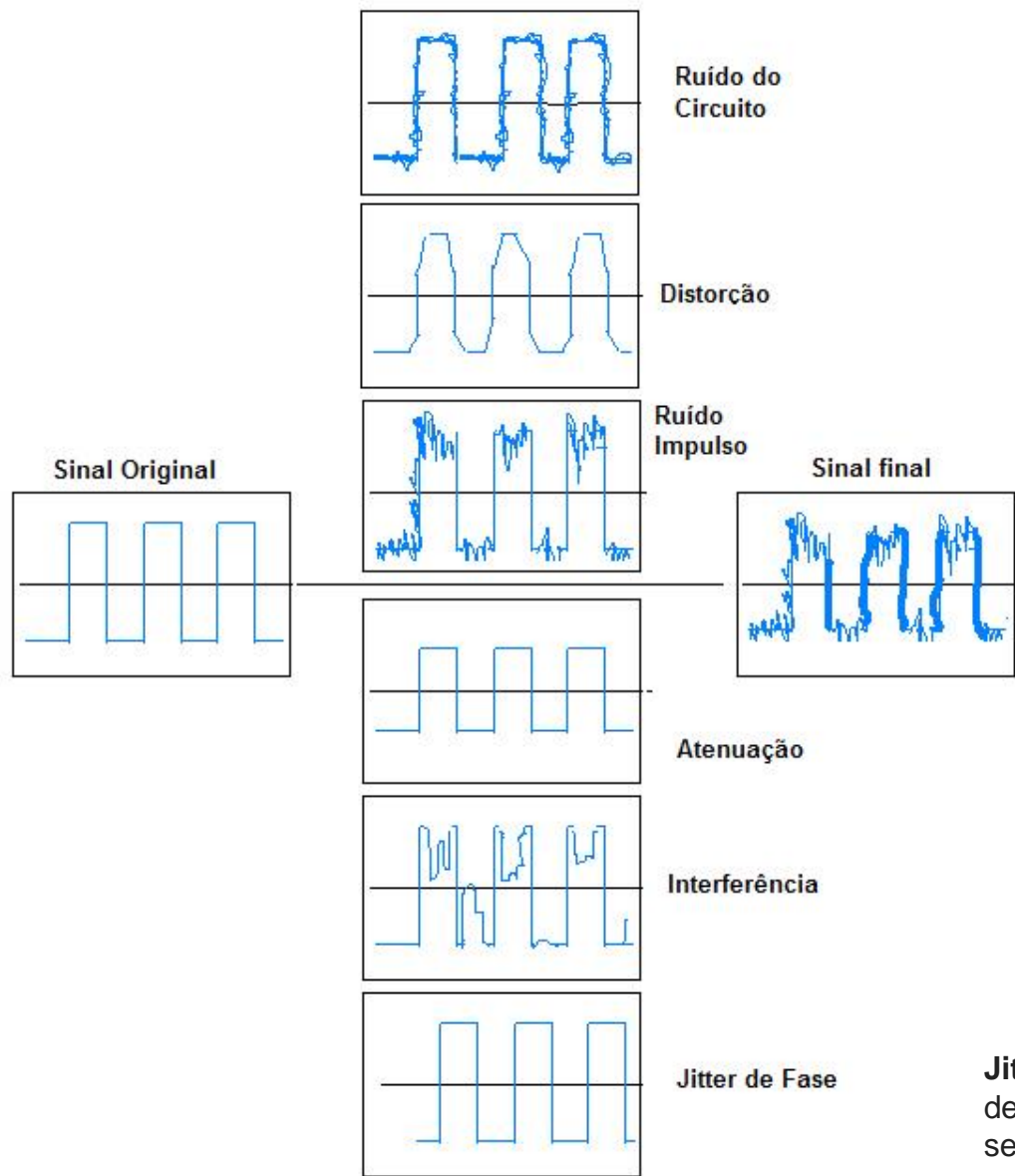
- Ruído Térmico ou Gaussiano  
agitação dos elétrons do meio de transmissão



# Ruído

- Impulsivo
  - Ocorrência de pulsos irregulares
  - Causado normalmente por interferência externa
  - Curta duração
  - Alta amplitude





**Jitter** é uma variação estatística do atraso na entrega de dados em uma rede, ou seja, pode ser definida como a medida de variação do atraso entre os pacotes sucessivos de dados. Observa-se ainda que uma variação de atraso elevada produz uma recepção não regular dos pacotes.