

# Transmissão de Dados



**SATC**

EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

# Conceito



- O que é transmissão de dados?
  - Processo de transmissão de dados de um ponto ao outro através de um meio de transmissão.
    - Confiável.
  - Conversão – transmissão – conversão.
  - É a base de toda comunicação.



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

# Dados e Sinais

- Dados analógicos
  - Contínuos – variam ao longo do tempo
  - Luz, som, etc.
- Dados digitais
  - Discretos – em forma de bits – 0s ou 1s
  - Texto, arquivos, etc.
- Sinais analógicos
  - Contínuos – variam amplitude, frequência, fase.
  - Ondas.
- Sinais digitais
  - Discretos – valores finitos – 0 ou 1
  - Pulsos.
- Por que computadores utilizam sinais digitais?

# Meios de Transmissão

- Físicos

- Fios

- Cobre
    - Cabos óticos

- Ar

- Micro-ondas
    - Rádio

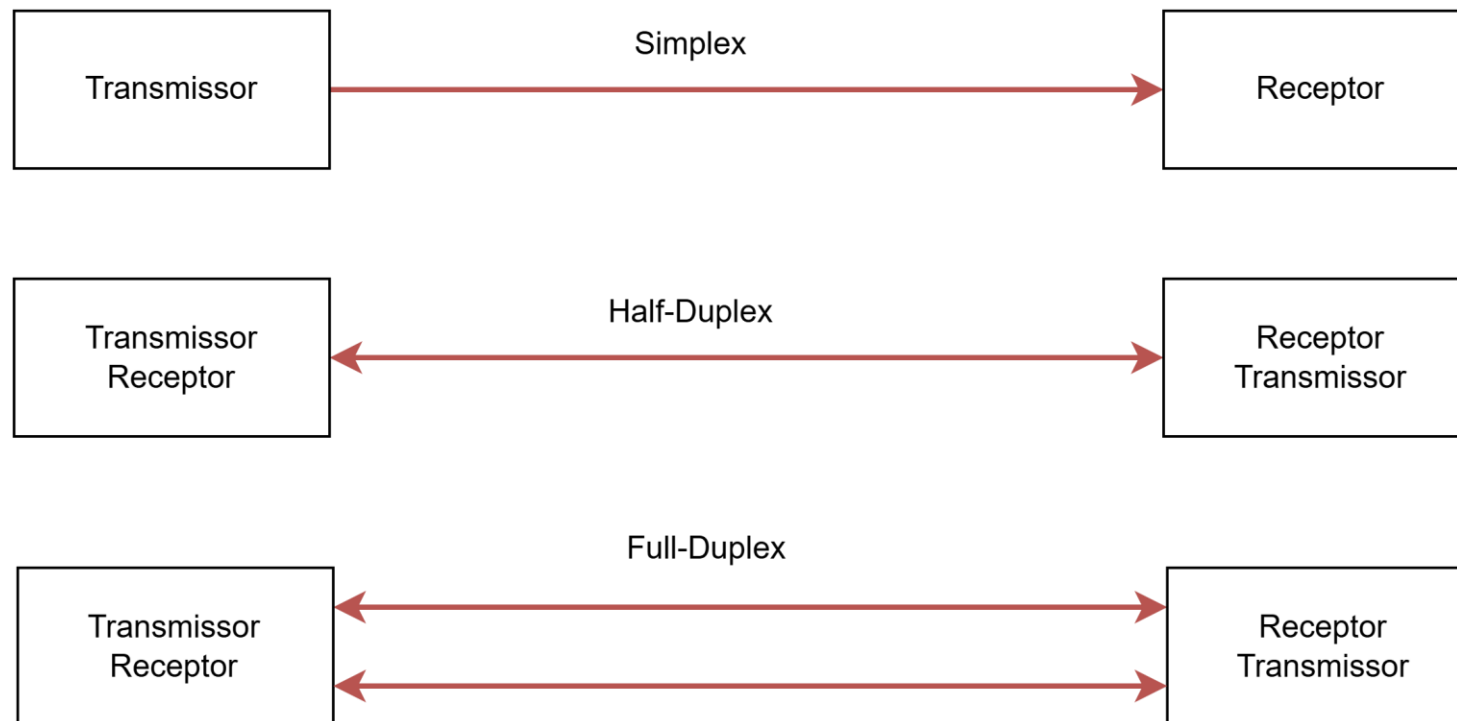
- Largura de banda, interferência, custos de implantação, etc
  - Meios Guiados / Não Guiados



# Tipos



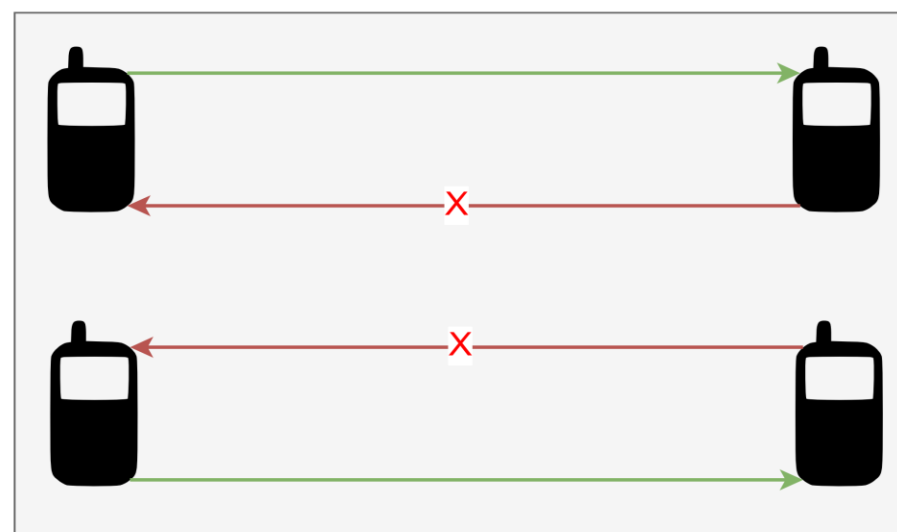
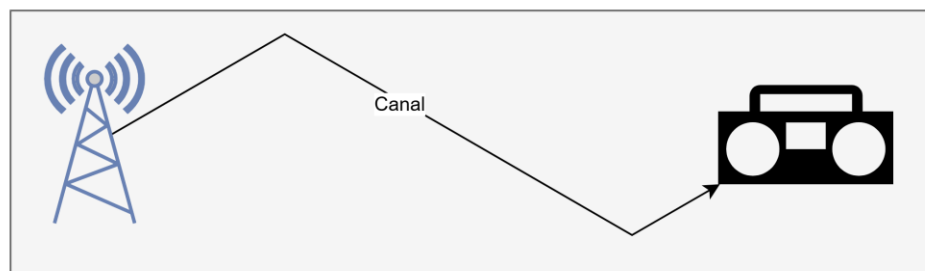
**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS



# Tipos



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS



- Simplex
  - Unicast
- Half-Duplex
  - Radio amador
  - Hub
- Full-Duplex
  - Switch
  - Telefone

# Codificação de Sinais Digitais



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Representar os dados digitais (bits 0 e 1) em sinais que possam ser transmitidos por meios físicos digitais.
- Por que?
  - Adaptar ao meio físico – formas de onda se propagam melhor.
  - Sincronização entre transmissão e receptor.
  - Detecção de erros.

# Codificação de Sinais Digitais

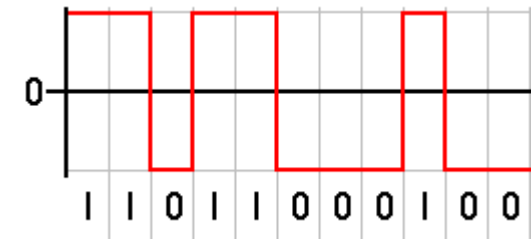


**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Tipos

- NRZ - (Non-Return-to-Zero)

- Nível de tensão constante durante o período do bit
    - Simples de implementar
    - Possíveis problemas em grandes sequências de 0s ou 1s
    - Tensão positiva para 1s e negativa para 0s





# Codificação de Sinais Digitais

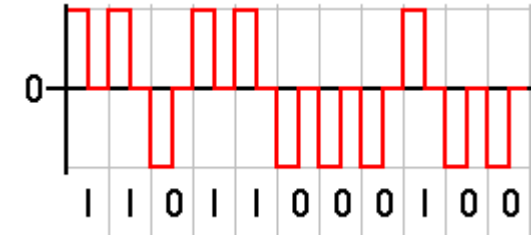


**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Tipos

- RZ - (Return-to-Zero)

- Nível de tensão retorna ao zero no meio do bit.
    - Melhora a sincronização.
    - Dobro da largura de banda comparado com o NRZ

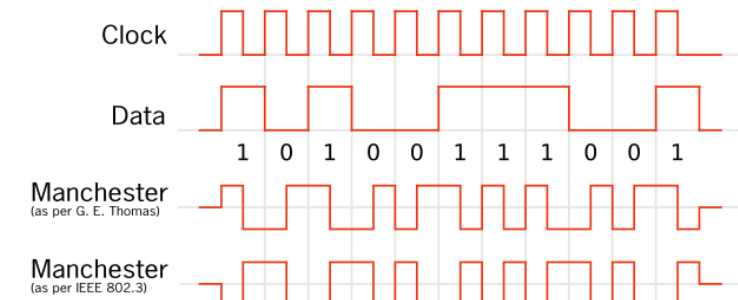


# Codificação de Sinais Digitais



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Tipos
  - Manchester
    - Divide cada bit em duas metades iguais.
    - No meio do bit ocorre a transição do sinal elétrico.
    - A direção da variação determina se o bit é 0 ou 1.
      - 0 varia de baixo para cima
      - 1 varia de cima para baixo
    - A transição no meio do bit atua como um relógio.
    - O receptor usa esse “relógio” para se sincronizar com o transmissor.
      - Reduz a possibilidade de erros.
    - Versões mais antigas do Ethernet, RFID

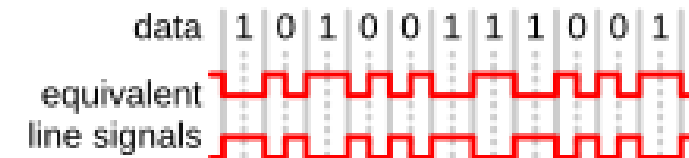


# Codificação de Sinais Digitais



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Tipos
  - Manchester Diferencial
    - Variação da codificação Manchester.
      - Mais robusta contra ruídos.
      - Capaz de manter a sincronização em ambientes com interferências
    - No meio do bit ocorre a transição do sinal elétrico.
      - Diferente da Manchester, a codificação é feita pela presença ou ausência de transição no início do intervalo do bit.
    - Bit 0 – ocorre transição no intervalo do bit.
    - Bit 1 – não ocorre a transição no intervalo do bit.
    - A transição no meio do bit atua como um relógio.
    - Utilizada em redes Token Ring e outras aplicações que exigem confiabilidade





# Modulação de Sinais Analógicos

- Processo de alteração das características do sinal analógico para representar dados digitais ou analógicos.
- É um processo fundamental na transmissão de dados através de meios analógicos.
- Por que?
  - Adaptação ao meio que será utilizado para a transmissão – limitação do meio.
  - Multiplexação – sinais transmitidos simultaneamente.
  - Eficiência – reduzir a atenuação e a interferência

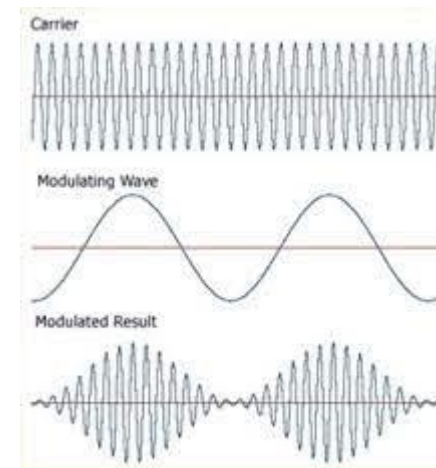


# Modulação de Sinais Analógicos

- Tipos

- ASK (Amplitude Shift Keying)

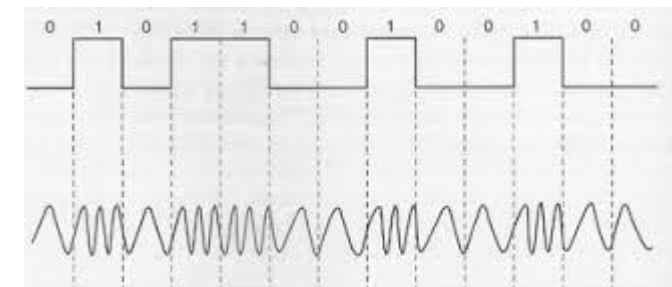
- Onda portadora: sinal analógico base da transmissão.
    - Sinal modulante: sinal a ser transmitido – 0s e 1s
    - A amplitude do sinal portador é alterada enquanto a frequência e a fase permanecem constantes.
      - Amplitude identifica os 0s e 1s.
      - Ex. 5v para 1s e 0v para 0s.
    - Transmissões de rádio AM.
    - Simples de implementar.
    - Muito suscetível a interferências e ruídos.





# Modulação de Sinais Analógicos

- Tipos
  - FSK (Frequency Shift Keying)
    - Onda portadora: base da transmissão.
    - Sinal modulante: sinal a ser transmitido – 0s e 1s.
    - A frequência do sinal portador é alterada enquanto a amplitude e a fase permanecem constantes.
      - Frequência da portadora é alterada para identificar o sinal.
      - 2KHz para 1s.
      - 1KHz para 0s.
    - Modems antigos.
    - Identificação de chamadas.
    - Rádio amador.
    - Sistemas de telemetria.
    - Simples de implementar.
    - Imunidade a interferências e ruídos satisfatória.
    - Taxa de transmissão limitada
    - Maior largura de banda.



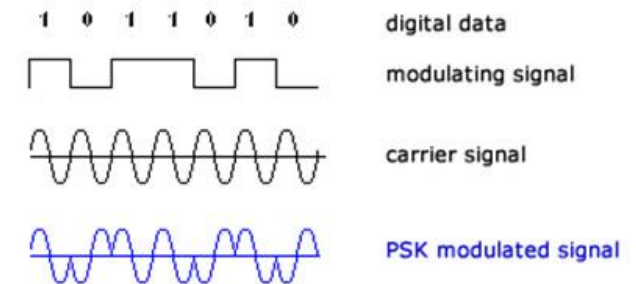


# Modulação de Sinais Analógicos

- Tipos

- PSK (Phase Shift Keying)

- Onda portadora: base da transmissão.
    - Sinal modulante: sinal a ser transmitido – 0s e 1s.
    - A fase do sinal portador é alterada enquanto a amplitude e a frequência permanecem constantes.
      - A Variação da fase da portadora é alterada para identificar o sinal.
      - $180^\circ$  para 1s.
      - $0^\circ$  para 0s.
    - BPSK (Binary Phase Shift Keying) – 2 fases ( $0$  e  $180^\circ$ ).
    - QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) – 4 fases ( $45^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $225^\circ$  e  $315^\circ$ )
    - 8-PSK, 16-PSK, etc: 8, 16, etc fases para identificar o sinal.



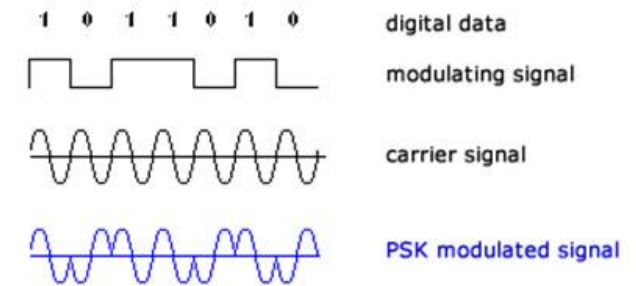


# Modulação de Sinais Analógicos

- Tipos

- PSK (Phase Shift Keying)

- Utilizada em modems modernos e de altas velocidades.
    - Comunicação via satélite.
    - Redes Wifi – não confundir com **Pre-Shared Key**.
    - Mais eficiente que ASK e FSK.
    - Boa imunidade à ruídos e interferências.
    - Complexa de implementar.

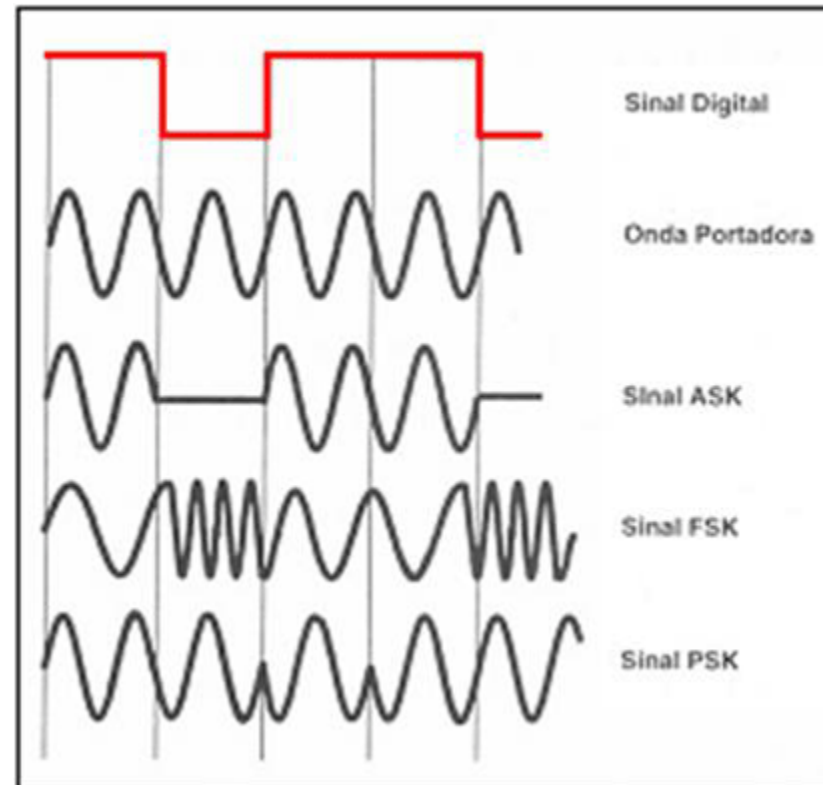






# Modulação de Sinais Analógicos

- Comparação





**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

# Modulação de Sinais Digitais

- Processo para converter dados digitais em sinais analógicos.
  - Transmitir através de um meio analógico através de uma portadora analógica alterando suas características.
  - Adaptar o sinal ao meio de transmissão.
  - Permitir a multiplexação. (?)



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

# Modulação de Sinais Digitais

- Atenção:
  - **Codificação:** Digital para digital.
  - **Modulação:** Digital para analógico.

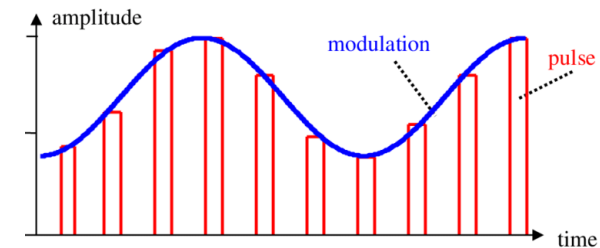


# Modulação de Sinais Digitais

- Tipos

- PAM (Pulse Amplitude Modulation)

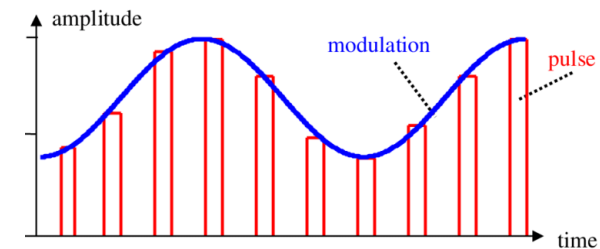
- Amplitude dos pulsos de sinal é alterada em intervalos espaçados em um sinal de mensagem analógico contínuo.
    - Codifica as mensagens na amplitude de uma série de pulsos de sinal.
    - Sinal analógico é amostrado em intervalos regulares.
    - Frequência dos intervalos deve ser suficiente para que se consiga recuperar todas as informações do sinal original.
    - A amplitude do pulso é ao valor da amostra do sinal analógico daquele momento.
    - No receptor é realizada a demodulação e a mensagem original é restaurada.





# Modulação de Sinais Digitais

- Tipos
  - PAM (Pulse Amplitude Modulation)
    - Sinal modulante – analógico.
    - Sinal modulado – pulsos com amplitude variada.
    - A amplitude do pulso varia conforme o sinal modulante.
    - Frequência constante.
  - Sistemas de comunicação digital.
  - Ethernet sob par-trançado.
  - Simples de implementar.
  - Suscetível à ruídos e interferências.



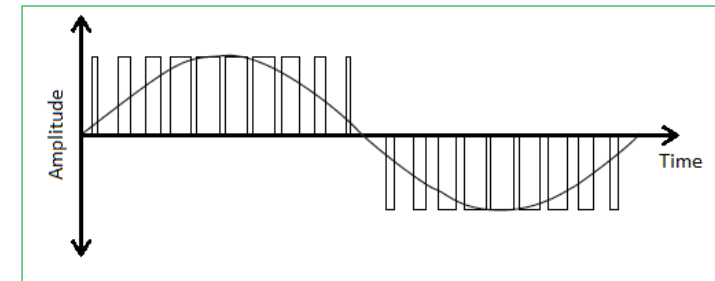


# Modulação de Sinais Digitais

- Tipos

- PWM (Pulse Width Modulation)

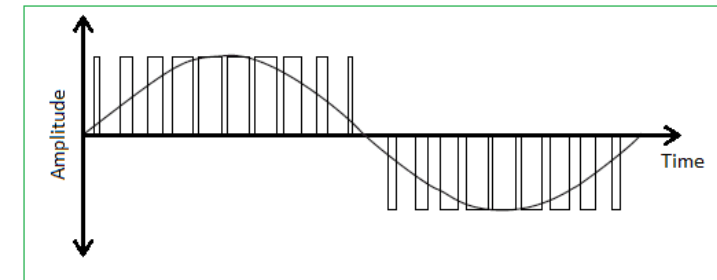
- Largura dos pulsos de sinal são alteradas ao longo do sinal analógico.
    - Intervalos regulares e frequência constante.
    - Largura do sinal varia de acordo com o sinal analógico naquele instante.
    - Quanto maior o valor do sinal, maior a largura do pulso.
    - Quanto menor o valor do sinal, menor a largura do pulso.
    - No receptor o sinal é remontado e mensagem é restaurada.





# Modulação de Sinais Digitais

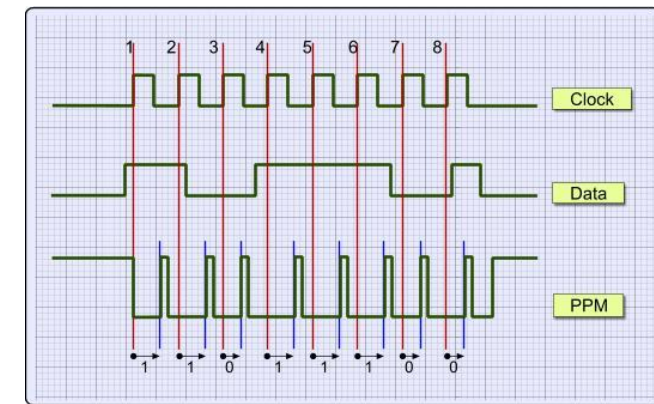
- Tipos
  - PWM (Pulse Width Modulation)
    - Sinal modulante – analógico.
    - Sinal modulado – pulsos com largura variada.
    - A largura, ou duração, do pulso varia conforme o sinal modulante.
    - Frequência e amplitude constante.
  - Controle de potência de dispositivos eletrônicos.
  - Relativamente simples.
  - Comparada com a PAM é menos suscetível à ruídos e interferências.





# Modulação de Sinais Digitais

- Tipos
  - PPM (Pulse Position Modulation)
    - A posição do pulso do sinal é utilizada para codificar o sinal.
    - Pulsos de referência com intervalos regulares são utilizados como referência no deslocamento dos pulsos de sinal.
    - Os pulsos se deslocam para “frente” ou para “trás” para representar os dados.
    - A quantidade de deslocamento altera conforme a informação que está sendo transmitida.
    - Quanto maior a informação, maior o deslocamento e vice-versa.



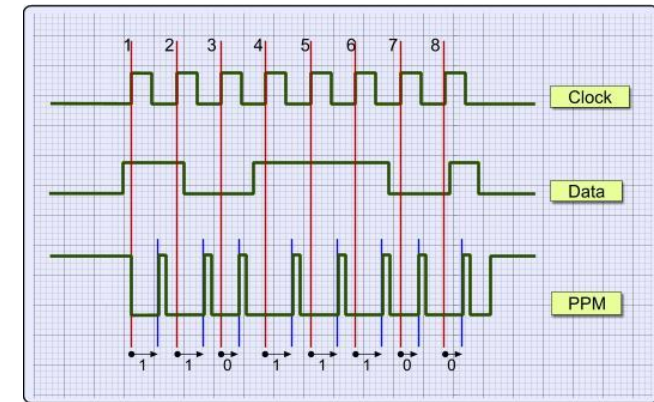




**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

# Modulação de Sinais Digitais

- Tipos
  - PPM (Pulse Position Modulation)
    - Maior imunidade a ruídos.
    - Eficiência energética.
    - Utilizada em comunicação óptica, radio e controle remoto.



# Desafios da Transmissão de Dados



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Atenuação do sinal.
- Ruído e interferência.
- Distorção do sinal.
- Limitação de largura de banda.
- Latência e Jitter.
- Correção de erros.

# Desafios da Transmissão de Dados



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

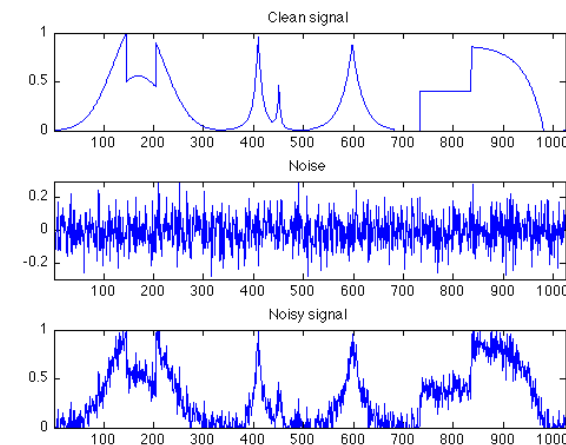
- Atenuação do sinal.
  - Perda de intensidade de sinal ao longo da distância.
  - Dispersão e absorção do sinal pelo meio de transmissão.
  - Repetidores e amplificadores para aumentar a intensidade do sinal.
  - Alteração do meio de transmissão.
    - FO.



# Desafios da Transmissão de Dados



- Ruído e interferência.
  - Alteração do sinal original devido a sinais indesejados.
  - Interferências eletromagnéticas, ruídos térmicos, etc.
- Utilização de meios blindados para diminuir a interferência eletromagnética.
- Filtragem de sinais para remover os ruídos indesejados.
- Modulação e codificação de sinais robustas.

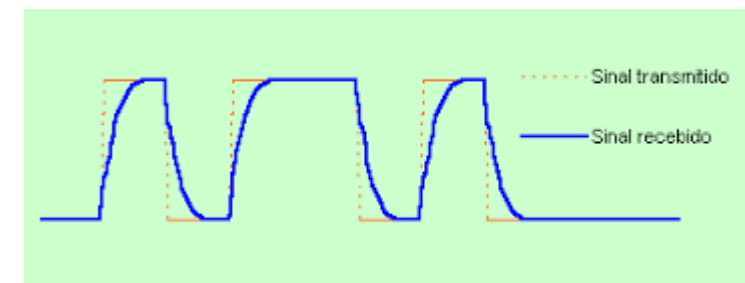


# Desafios da Transmissão de Dados



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Distorção do Sinal.
  - Alteração do sinal original durante a transmissão.
  - Relativo a diferença de velocidade de propagação do sinal em diferentes frequências.
- Equalização de sinais.
- Utilização de meios de transmissão com menor distorção.



# Desafios da Transmissão de Dados



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Latência e Jitter
  - Latência – tempo entre a transmissão e a recepção de um sinal.
  - Jitter – variação da latência.
  - Congestionamento e atrasos em ativos de rede são as principais causas.
  - Utilizar redes com menor latência.
  - Mecanismos de controle de tráfego.
- Latência ou Jitter? Qual deles é pior para a rede?

# Desafios da Transmissão de Dados



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Correção de Erros
  - Checksum
  - CRC (Cyclic Redundancy Check)
  - Códigos de Hamming

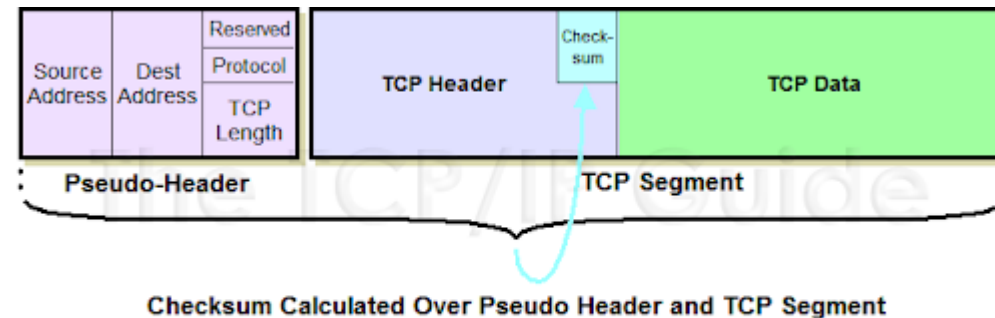
# Desafios da Transmissão de Dados



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Checksum

- Atua como uma assinatura digital dos dados.
- O objetivo é assegurar que os dados transmitidos não sejam alterados durante a transmissão.
- Quando um pacote é transmitido, o transmissor realiza um cálculo com base no conteúdo do pacote.
- O valor do checksum é adicionado no cabeçalho do pacote.
- Na recepção, o cálculo é novamente realizado e comparado com o valor adicionado ao cabeçalho.
  - Valores diferentes indicam alteração no conteúdo.





# Desafios da Transmissão de Dados



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Ajuda a garantir a integridade dos dados.
- Detectar erros de transmissão.
- Confiabilidade da transmissão.
  
- Protocolos de transporte – TCP/UDP
- Protocolos de rede – IP
  
- Não detecta todos os erros – os mais sutis não são identificados.
- Não corrige os erros.
  
- Qual o problema do checksum?

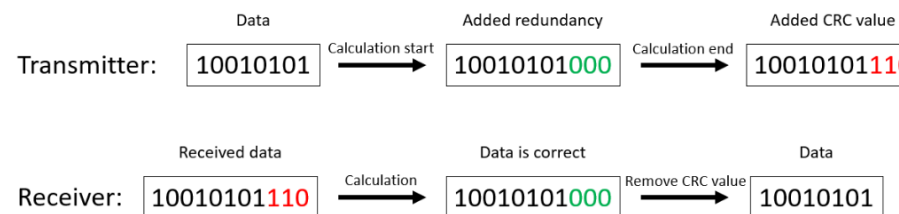
# Desafios da Transmissão de Dados



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- CRC – Cyclic Redundancy Check
  - Amplamente utilizado em redes de computadores.
  - Mais eficiente que o checksum.
  - Pode detectar vários erros incluindo erros de burst – bits corrompidos em sequência..
  - O objetivo é garantir a integridade dos dados durante a transmissão.

## Error-Detecting Codes Cyclic Redundancy Check (CRC)



# Desafios da Transmissão de Dados



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- O transmissor utiliza um polimônio pré-definido para calcular o CRC a partir dos dados do pacote a ser transmitido.
  - Operações matemáticas complexas são aplicadas no cálculo.
- O código é inserido no cabeçalho e o pacote é transmitido pela rede.
- O receptor recebe o pacote, faz novamente o cálculo e compara o valor anexado ao cabeçalho do pacote.

# Desafios da Transmissão de Dados



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Detecção de erros mais robustas.
- Garantia de integridade.
- Confiabilidade durante a transmissão.
- Utilizado em:
  - Camada de enlace de dados tanto em Ethernet quanto em Wifi – verificar a integridade dos quadros.
  - Camada de transporte – TCP e UDP
  - Outros Protocolos.
- Alta capacidade de detecção de erros.
- Implantação eficiente.
- Não corrige erros – apenas detecta mas não corrige.
  - Retransmissão é uma técnica de correção dos erros detectados pelo CRC
- Cálculo mais complexo.

# Desafios da Transmissão de Dados



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Códigos de Hamming
  - Desenvolvido na década de 50 por Richard Hamming
  - Utilizado em sistemas que exigem alta confiabilidade
    - Memórias de computador.
    - Armazenamento de arquivos.
    - Comunicação.
  - Permite além da detecção a correção dos erros.

# Desafios da Transmissão de Dados



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- São adicionados bits de paridade dos dados originais.
- O cálculo dos bits de paridades permitem detectar e corrigir erros.
- A quantidade de bits de paridade depende do tamanho dos dados.
- Os bits de paridade são posicionados nas posições potência de 2.
- Os bits de dados são posicionados nas posições restantes.
- Cada bit de paridade é calculado para verificar a paridade de um conjunto de bits.
  - A posição do bit de paridade indica o conjunto de dados verificado por ele.
- Ao receber os dados, o receptor refaz o cálculo e em caso de erros pode detectar a posição e corrigir o bit.

# Desafios da Transmissão de Dados



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Pode corrigir erros causados:
  - Por falha de hardware.
  - Por ruídos e interferências durante a transmissão.
  - Por falhas no armazenamento de dados devido a mídias com problemas.
- Permite a correção de erros de 1 bit.
- Eficiente devido a pequena quantidade de bits de paridade inseridos.
- Não podem corrigir erros de 2 ou mais bits.
- Grande quantidade de dados exigem cálculos complexos.

# Tecnologias de Transmissão de Dados



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Transmissão em Banda Base e Banda Larga.
- Multiplexação.
- Tecnologias de Acesso.
- Rede Móvel.

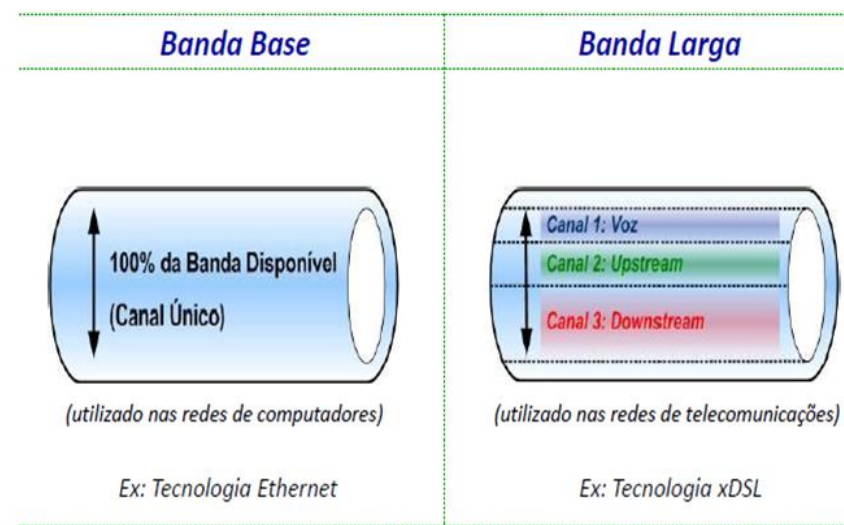


# Tecnologias de Transmissão de Dados



**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Transmissão em Banda Base e Banda Larga.
  - Banda Base
    - Não existe modulação através de uma portadora.
    - Utilizada em redes locais.
    - Simplicidade e baixo custo.
    - Suscetível a ruídos.
    - Alcance limitado.

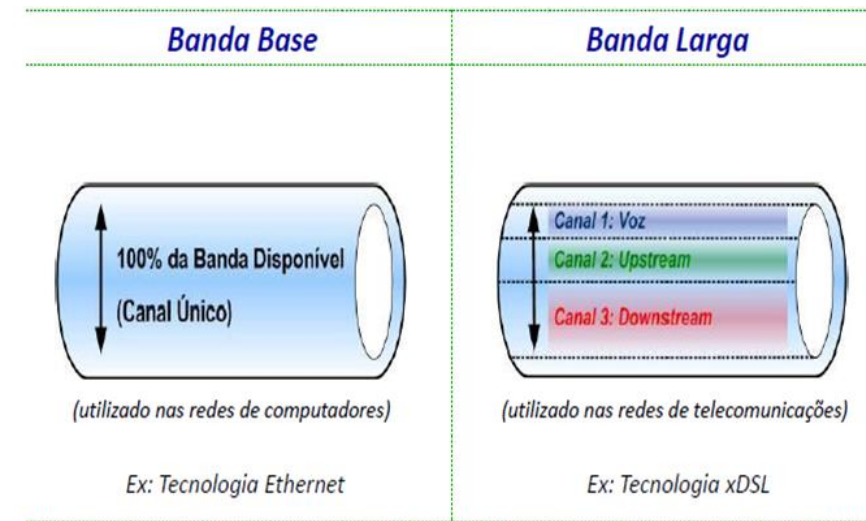




**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

# Tecnologias de Transmissão de Dados

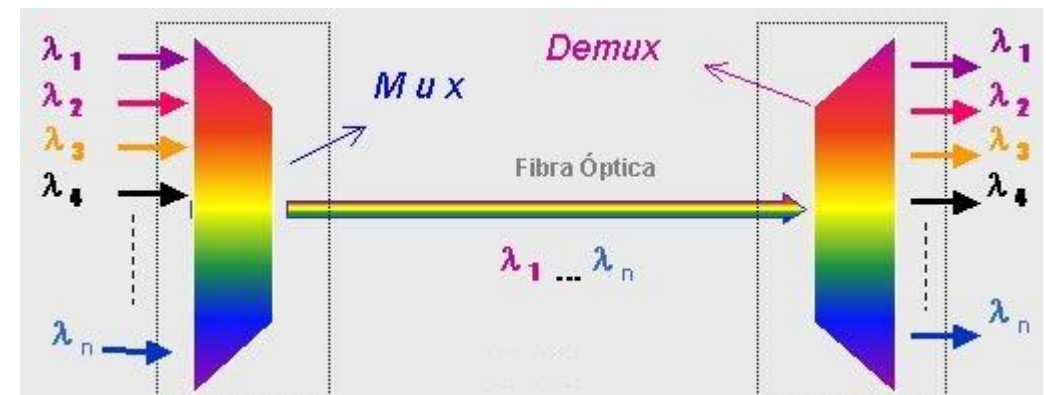
- Transmissão em Banda Base e Banda Larga.
  - Banda Larga
    - Sinais analógicos ou digitais modulados.
    - Múltiplos sinais podem ser transmitidos simultaneamente.
    - Utilizada em WAN.
    - Maior alcance e capacidade de transmissão.
    - Complexidade e custo.





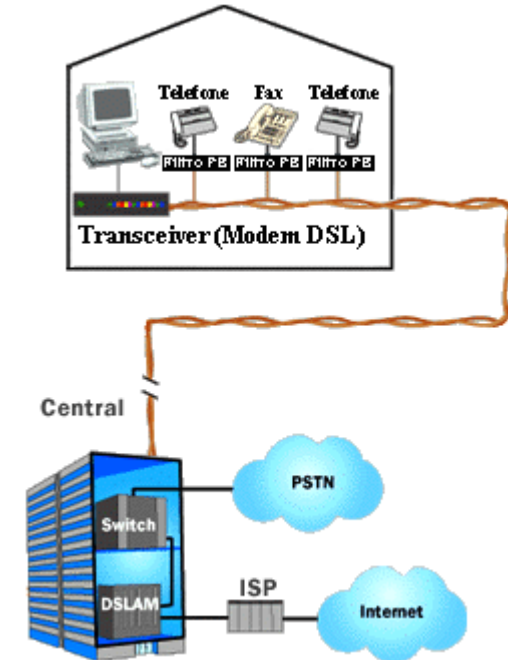
# Tecnologias de Transmissão de Dados

- Multiplexação – transmissão de múltiplos sinais através do mesmo meio de transmissão, simultaneamente.
  - FDM (Frequency Division Multiplexing): Divide a largura de banda do meio em canais de frequência diferentes, cada um utilizado para transmitir um sinal.
  - TDM (Time Division Multiplexing): Divide o tempo de transmissão em slots, cada um utilizado para transmitir um sinal.
  - WDM (Wavelength Division Multiplexing): Utiliza diferentes comprimentos de onda de luz para transmitir múltiplos sinais através de fibra óptica.



# Tecnologias de Transmissão de Dados

- Tecnologias de Acesso
  - xDSL (Digital Subscriber Line)
    - Utiliza linhas telefônicas para transmissão em alta velocidade.
    - Utiliza uma infraestrutura já existente.
    - Depende da distância da central telefônica
    - Velocidade limitada.



# Tecnologias de Transmissão de Dados

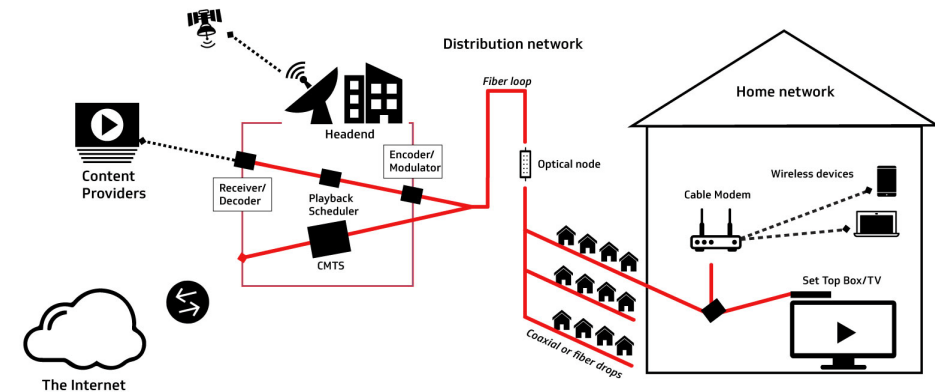


**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

- Tecnologias de Acesso

- Cable Modem

- Utiliza os cabos de TV para transmissão em alta velocidade.
    - Utiliza uma infraestrutura já existente.
    - Velocidade compartilhada.



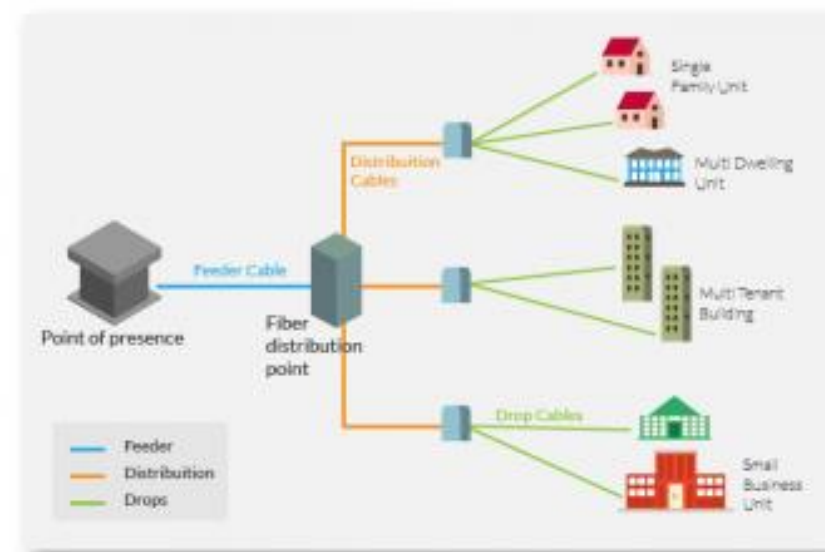
# Tecnologias de Transmissão de Dados



- Tecnologias de Acesso

- FTTH (Fiber to the Home)

- Utiliza fibra óptica para conexão entre residências e empresas a internet.
    - Alta confiabilidade.
    - Baixa latência.
    - Alta velocidade – hoje a limitação está no ativo.
    - Alto custo de implantação.





**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

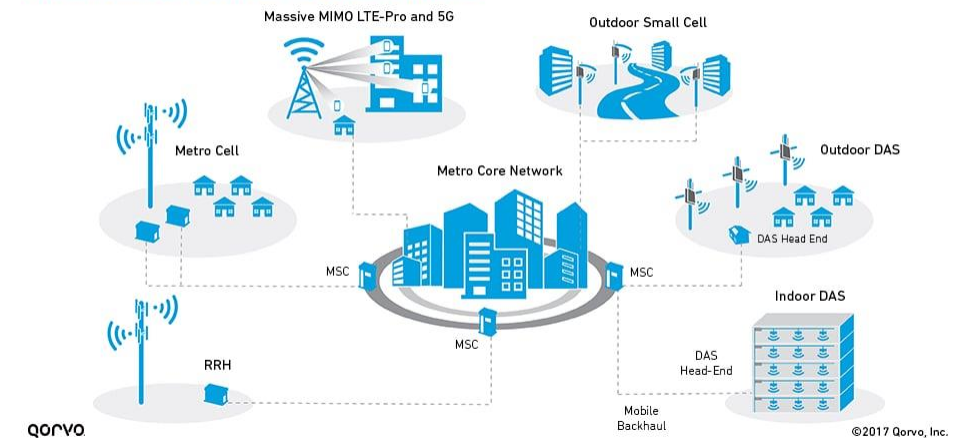
# Tecnologias de Transmissão de Dados

- Tecnologias de Rede Móvel

- ...4G e 5G

- Utiliza as Ondas de rádio para transmissão de dados.
    - Alta velocidade.
    - Mobilidade e cobertura.
    - Velocidade pode variar de acordo com o local.
    - Depende da cobertura da rede.

Wireless Infrastructure: A Heterogeneous Network





**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

# Conceitos

- Alguns outros conceitos importantes
  - Redes de computadores transmitem sem série – (bps).
  - Taxas de download são dadas em paralelo – (B/s)
  - Taxas de transferência são teóricas – na prática sofrem influência do ambiente e infraestrutura que estão utilizando.
  - Throughput – taxa de transmissão prática de uma rede.
  - RTT – Round Trip Time – tempo de ida e volta.





**SATC**  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

# Exemplos

- Banda base:
- Banda larga:
- xDSL:
- Cable modem:
- FTTH:
- 5G: