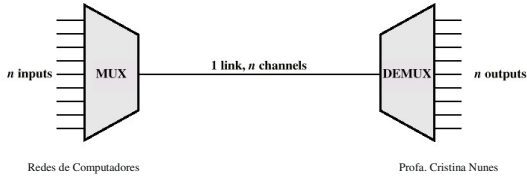


## Multiplexação

- ↓ É a técnica que permite a transmissão de mais de um sinal em um mesmo meio físico.
- ↓ A capacidade de transmissão do meio físico é dividida em “fatias” (canais), com a finalidade de transportar informações de equipamentos distintos.



Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Multiplexação

- ↓ Existem duas técnicas de multiplexação:
  - **Multiplexação por Divisão de Freqüência** (FDM - *Frequency Division Multiplexing*)
  - **Multiplexação por Divisão de Tempo** (TDM - *Time Division Multiplexing*)

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

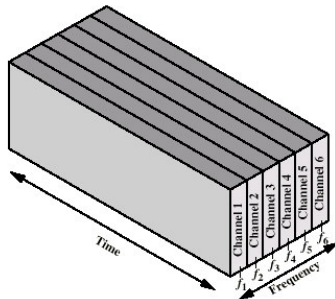
---

---

---

## Multiplexação - FDM

- ↓ Neste tipo de modulação a banda passante é dividida em vários canais de comunicação, em faixas de freqüência distintas.



Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Multiplexação - FDM

- ↓ Cada um desses canais pode ser usado individualmente como se fosse uma linha separada.
- ↓ Na telefonia as faixas de frequência reservadas para a transmissão de voz são de 4 KHz.
- ↓ Neste tipo de técnica os terminais não precisam estar geograficamente próximos.
- ↓ Todos sinais são enviados ao mesmo tempo, porém cada um ocupando uma diferente porção da largura de banda.
- ↓ Uma desvantagem da FDM é a dificuldade de expansão.

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Multiplexação - FDM

- ↓ Etapas para a transmissão de um sinal multiplexado na frequência:
- passar um filtro no sinal de forma a preservar somente a faixa relativa à banda passante necessária a cada um deles;
  - deslocar a faixa de frequência deste sinal para a faixa de frequência da sua transmissão;
  - na recepção deve-se novamente deslocar o sinal da frequência de transmissão de transmissão para a sua frequência original;
  - novamente passa-se um filtro para conter somente o sinal original.

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

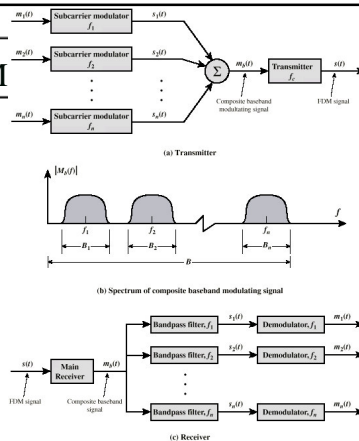
---

---

---

---

## Sistema FDM



Redes de Computadores

---

---

---

---

---

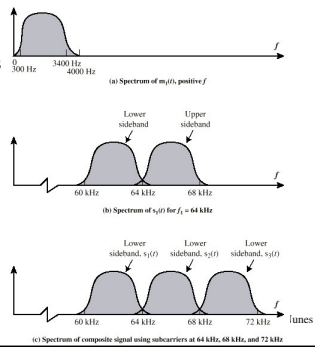
---

---

---

## Multiplexação - FDM

Transmissão de três canais de voz sobre o mesmo meio simultaneamente.



Redes de Computadores

---

---

---

---

---

---

---

---

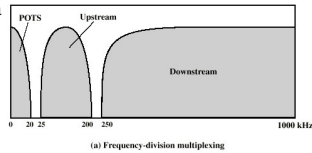
---

---

## Multiplexação - FDM

Transmissão ADSL

- Menos de 25kHz para VOZ
  - Plain old telephone service (POTS)
- Uso de FDM para alocar duas bandas



Redes de Computadores

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Multiplexação - TDM

- Este tipo de multiplexação se beneficia do fato de que a capacidade (em quantidade de bits por segundo) do meio de transmissão, em muitos casos, excede a taxa média de geração de bits das estações conectadas ao meio físico.
- Ela intercala os bits, que fluem das linhas de baixa velocidade, dentro da linha de maior velocidade.
- A TDM pode ser classificada em síncrona e assíncrona.

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

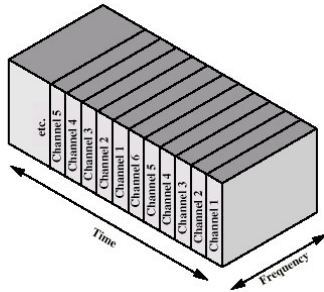
---

---

---

---

## Multiplexação - TDM



---

---

---

---

---

---

---

---

## Multiplexação - TDM Síncrona

- ↓ O domínio do tempo é dividido em intervalos de tamanho fixo  $T$  chamados frames (quadros).
- ↓ Cada frame é subdividido em  $N$  subintervalos  $\{t_1, \dots, t_n\}$  denominados *slots* ou segmentos que formam uma partição dos frames que, por sua vez, formam uma partição do tempo infinito.
- ↓ Os segmentos de tempo dentro de um frame não precisam ser do mesmo tamanho.

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Multiplexação - TDM Síncrona

- ↓ Canal Fixo
  - é o conjunto de todos os segmentos, um em cada frame, identificados por uma determinada posição fixa dentro desses frames. Cada canal deve ser alocado para as diferentes fontes de transmissão.
- ↓ Canais Chaveados
  - são alocados e deslocados dinamicamente durante o funcionamento das fontes transmissoras.

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

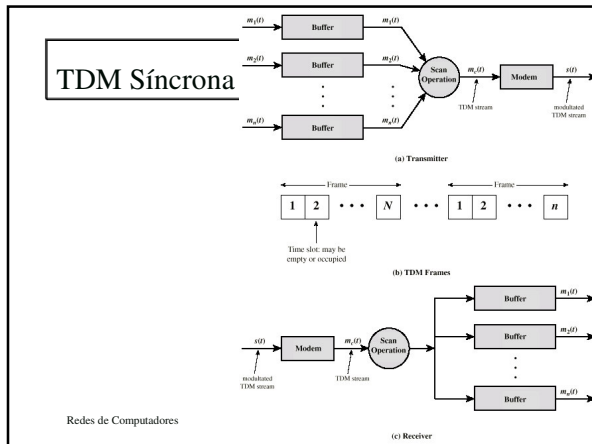
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Multiplexação - TDM Assíncrona

- ↓ Também chamada de multiplexação estatística.
- ↓ Não há alocação de canal.
- ↓ Parcelas de tempo são alocadas dinamicamente de acordo com a demanda das estações, isto é, com a largura individual de cada canal.
- ↓ A banda a ser destinada a cada uma dos canais é alocada dinamicamente com base na utilização estatística.
- ↓ Cada canal dispõe de banda somente quando estiver enviando dados.

Redes de Computadores Prof. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

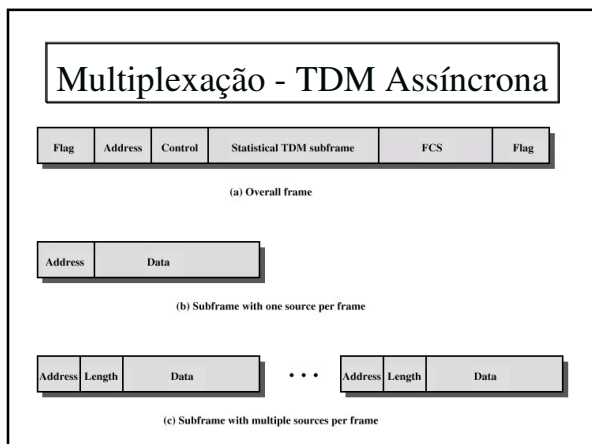
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Multiplexação - TDM Assíncrona

- ↓ Permite-se dessa forma a maximização do uso da largura de banda disponível na linha compartilhada.
- ↓ Nenhuma capacidade de transmissão é desperdiçada, pois o tempo não utilizado está sempre disponível caso alguma estação gere tráfego e deseja utilizar o canal de transmissão.

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Multiplexação - TDM Assíncrona

- ↓ Cable Modem
  - Dois canais dedicados para transferência de dados.
    - Um em cada direção.
  - Cada canal é compartilhado por vários assinantes.
    - Uso de TDM Assíncrono ou estatístico.

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Limitações da Rede Telefônica

- ↓ As linhas telefônicas possuem um comportamento elétrico diferente daquele que seria considerado ideal.
- ↓ Isso se deve à existência de resistências, capacitâncias e indutâncias ao longo da fiação e circuitos comutadores, amplificadores e multiplexadores.

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

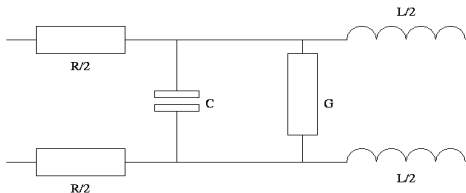
---

---

---

## Limitações da Rede Telefônica

↓ Tal comportamento pode ser descrito pelo modelo apresentado na figura abaixo, que representa um quilômetro de linha de transmissão.



Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Limitações da Rede Telefônica

- ↓ Os resistores **R** representam a resistência dos fios e são responsáveis por uma atenuação geral do sinal, independente da frequência.
- ↓ **C** representa a capacitância decorrente da proximidade entre os condutores.
- ↓ **L** é a indutância dos fios.
- ↓ **G** é condutância do isolante, que resulta em fuga de corrente.

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Limitações da Rede Telefônica

- ↓ As influências da indutância e da condutância são normalmente desprezíveis.
- ↓ Além do comportamento elétrico da linha, outros fatores contribuem para a degeneração do sinal transmitido:
  - introdução de componentes que não faziam partes do sinal original,
  - alteração da sua forma (frequência, fase, amplitude).

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Distorção e Ruído

- ↓ Todo sinal elétrico ao propagar-se em um meio de transmissão sofre degradação
- ↓ Distorções
  - são alterações determinísticas e sistemáticas da forma de onda do sinal, causadas pelas características de transmissão imperfeitas do canal
- ↓ Ruídos
  - são perturbações de natureza aleatória, causadas por agentes externos ao sistema de comunicação

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

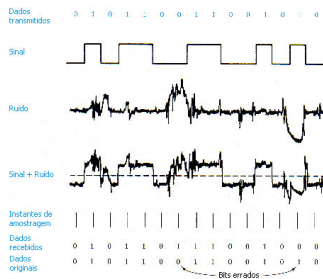
---

---

---

---

## Distorção e Ruído



Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Distorção

- ↓ Mudança indesejada na forma da onda
- ↓ Ocorre sempre que é transmitido o sinal sobre um certo canal.
- ↓ Conhecendo o canal, pode-se prever o que irá acontecer sobre qualquer sinal que seja transmitido por ele.
- ↓ É passível de compensação pela adição de componentes elétricos passivos e/ou ativos ao canal, que eliminem ou minimizem seus efeitos.

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---



## Distorção por atenuação

- ↓ As distorções, por serem sistemáticas e determinísticas, podem ser compensadas no transmissor e no receptor, através de *circuitos de equalização*
- ↓ Se todas as componentes de um sinal tivessem suas amplitudes simplesmente atenuadas de forma constante, o sinal perderia potência mas manteria a mesma forma de onda, sem distorção
- ↓ A distorção ocorre porque a atenuação afeta de maneira diferente as amplitudes relativas de diferentes componentes do sinal.

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

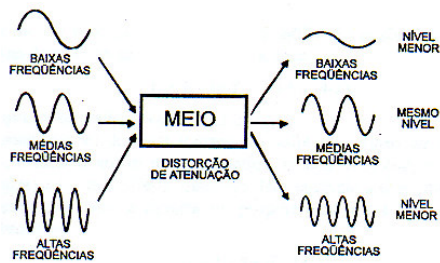
---

---

---

---

## Distorção por atenuação



Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Distorção por atenuação

- ↓ A perda geralmente é maior nas margens inferior e superior da banda de passagem do canal
- ↓ Utilização de amplificadores e equalizadores para minimizar o efeito da distorção
- ↓ Os equalizadores são dispositivos cuja função de transferência é o inverso daquela do canal, na faixa de frequências de interesse, compensando o efeito da atenuação variável do canal

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Distorção por Retardo (de fase)

- ↓ Não só a amplitude de uma senóide é afetada ao ser transmitida em um canal
  - sua fase também é modificada
- ↓ As componentes do sinal sofrem saltos de fase não linear provocando um atraso maior nas frequências que estão à margem da banda de passagem
- ↓ Danosa à transmissão de dados
  - possibilidade de interferência entre símbolos
- ↓ Utilização de equalizadores de fase

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

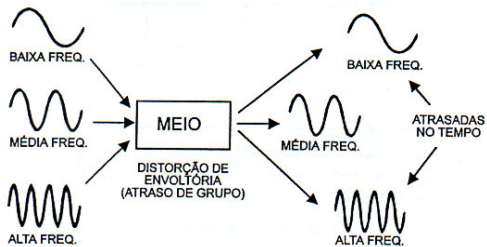
---

---

---

---

## Distorção de fase



Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ruído

- ↓ É constituído por sinais eletrônicos aleatórios
- ↓ Por serem aleatórios, não podem ser completamente compensados.
- ↓ Adição adulterada ao sinal de informação que tende a alterar seu conteúdo.
- ↓ É um sinal indesejável.
- ↓ É muito difícil de compensar, pois não pode ser prognosticado, a não ser em termos de probabilidade.

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ruído

↓ Existem dois tipos de ruído que afetam as comunicações telefônicas:

- ruído branco
- ruído impulsivo

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ruído branco

- ↓ É denominado também ruído térmico.
- ↓ Provocado pela agitação dos elétrons nos condutores.
- ↓ Sua quantidade é função da temperatura.
- ↓ É uniformemente distribuído em todas as frequências do espectro .
- ↓ Na prática, é o *chiado* de fundo que pode ser ouvido em qualquer sistema de comunicação.

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

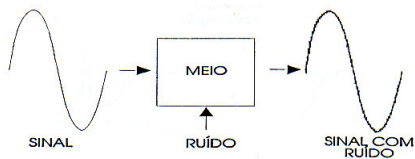
---

---

---

## Ruído branco

↓ É mais danoso à comunicação de voz do que à comunicação de dados.



Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ruído branco

↓ A recuperação e amplificação do sinal em pontos intermediários de um canal de comunicação não melhora a relação sinal/ruído (RSR)

- ruído branco também é amplificado e se adiciona ao nível de ruído presente no novo trecho de linha
- Assim, a RSR se deteriora com o aumento do número de trechos de um canal

Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ruído branco



Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

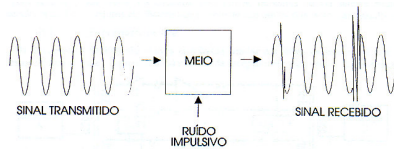
---

---

## Ruído impulsivo

↓ É não contínuo e consiste em pulsos irregulares e com grandes amplitudes, sendo de difícil prevenção

- a duração destes pulsos pode variar de alguns milisegundos até centenas de milisegundos



Redes de Computadores

Profª. Cristina Nunes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ruído impulsivo

- ↓ É provocado por
  - distúrbios elétricos externos ou falhas nos equipamentos
  - indução no circuito telefônico (raios)
- ↓ É o causador da maior parte dos erros em comunicação de dados
- ↓ Sua medida se realiza pela contagem do número de vezes que, num determinado período de tempo, os picos ultrapassem um nível pré-fixado

---

---

---

---

---

---

---

---