

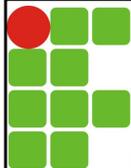
INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE



Redes de Computadores

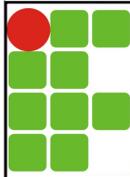
Camada Física – Parte I

Prof. Thiago Dutra <thiago.dutra@ifm.edu.br>



Agenda – Camada Física

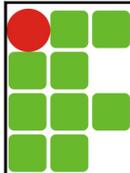
- Introdução
- Técnicas de Transmissão de Dados
- Meios de Transmissão
- Dispositivos
- Cabeamento Estruturado



Agenda – Parte I

- Introdução
 - Visão Geral
 - Funções
- Técnicas de Transmissão de Dados
 - Sinais
 - Perdas
 - Banda Passante e Largura de Banda
 - Codificação de Linha
 - Conversão Digital-Analógica
 - Multiplexação

3

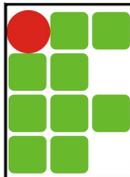


Visão Geral

■ Pilha TCP/IP

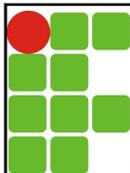
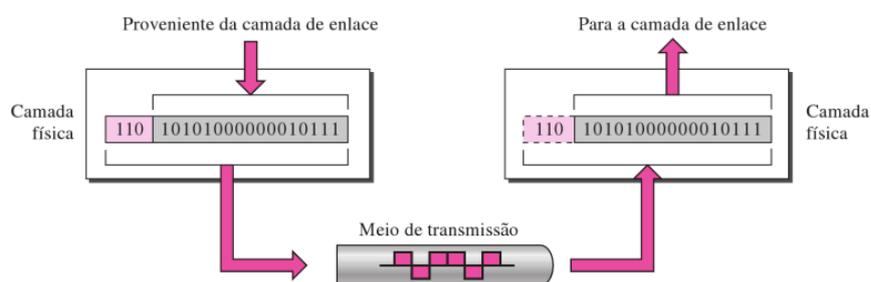
5. Aplicação
4. Transporte
3. Rede
2. Enlace
1. Física

4



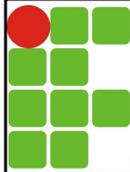
Visão Geral

- A camada física coordena as funções necessárias para transportar um fluxo de bits através de um meio físico



Funções

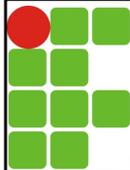
- **Características físicas das interfaces e do meio de transmissão:** define características físicas (mecânicas e elétricas) da interface entre o dispositivo que transmite e os meios da transmissão. Também define que tipo de meio deve ser usado (par trançado, fibra óptica, etc.), pinagem dos conectores, ...
- **Representação de bits:** os dados na camada física são formados por um fluxo de bits (sequencia de 0s ou 1s) sem nenhuma interpretação. Para serem transmitidos, os bits devem ser codificados em **sinais** (elétricos ou ópticos). A camada física define o tipo de codificação (como os 0s e 1s são convertidos em sinais);



Funções

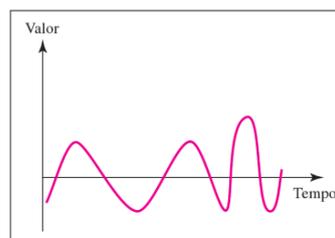
- **Taxa de dados:** corresponde ao número de bits enviados a cada segundo, isto é, define o tempo de duração de um bit no meio;
- **Sincronização de bits:** os relógios (*clocks*) do transmissor e do receptor devem estar sincronizados;
- **Configuração da linha:** ponto-a-ponto (link dedicado entre dois dispositivos), multiponto (link compartilhados entre vários dispositivos);
- **Topologia física:** como os dispositivos estão conectados de modo a formar uma rede;
- **Modo de transmissão:** simplex, half-duplex ou full-duplex.

7

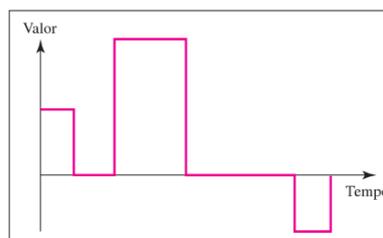


Sinais – Classificação

- Uma das principais funções da camada física é converter dados em sinais eletromagnéticos e transmiti-los através de um meio de transmissão
- Existem dois tipos de sinais:
 - **Analógico:** possuem um número infinito de valores distribuídos numa faixa (*contínuos*)
 - **Digital:** possuem apenas um número limitado de valores (*discretos*)

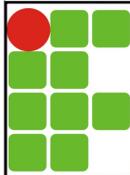


a. Sinal analógico



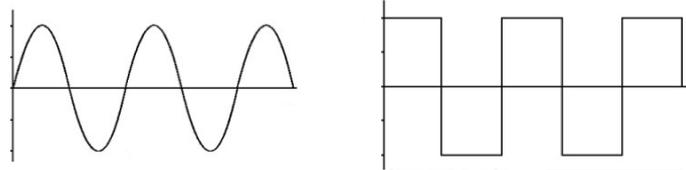
b. Sinal digital

8



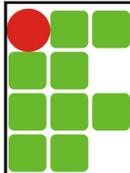
Sinais – Classificação

- Tanto os sinais analógicos quanto os digitais podem se apresentar nas seguintes formas
 - **Periódica:** completa um padrão dentro de um intervalo de tempo mensurável e repete esse padrão nos intervalos seguintes
 - **Não periódico:** evolui no tempo sem exibir um padrão



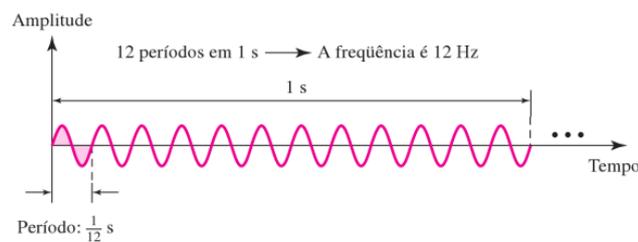
- Em comunicação de dados geralmente são utilizados sinais analógicos periódicos e sinais digitais não periódicos

9



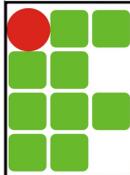
Sinais – Propriedades

- **Ciclo:** término de um padrão de repetição completo
- **Período:** intervalo de tempo que uma onda leva para completar um ciclo, medido em segundos
- **Frequência:** quantidade de períodos no intervalo de 1s, medido em hertz (Hz)

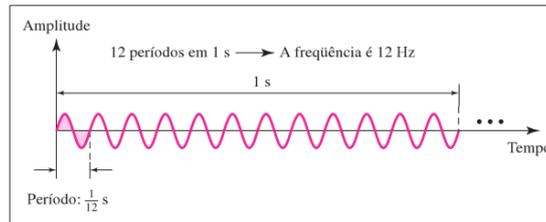


$$F = \frac{1}{T}$$
$$T = \frac{1}{f}$$

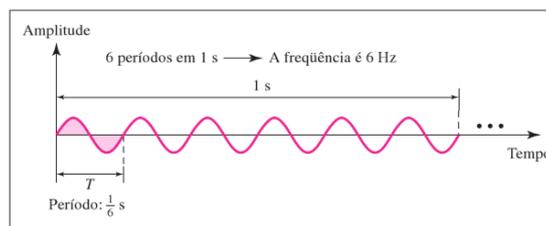
10



Sinais – Propriedades

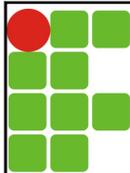


a. Um sinal com frequência de 12 Hz



b. Um sinal com frequência de 6 Hz

11

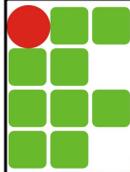


Sinais – Propriedades

■ Unidades de período e frequência

Unidade de Frequência	Equivalência em Período
1 Hz (Hertz)	1 s (segundo)
1 kHz (Kilohertz) = 10^3 Hz	1 ms (milissegundos) = 10^{-3} s
1 MHz (Megahertz) = 10^6 Hz	1 μ s (microsegundos) = 10^{-6} s
1 GHz (Gigahertz) = 10^9 Hz	1 ns (nanossegundos) = 10^{-9} s
1 THz (Terahertz) = 10^{12} Hz	1 ps (picossegundos) = 10^{-12} s

12

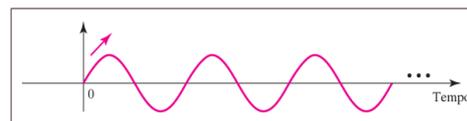


Sinais – Propriedades

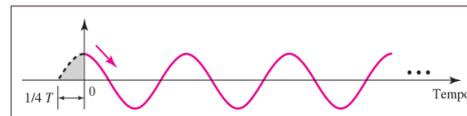
- **Fase:** descreve a posição da forma de onda relativo ao instante zero

- Se imaginarmos a onda como algo que pode ser deslocado para a frente e para trás ao longo do eixo tempo, essa fase quantifica esse deslocamento, ou seja, indica o estado do primeiro ciclo

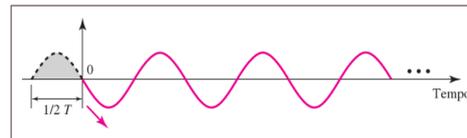
- Medida em graus radianos



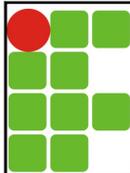
a. 0 graus



b. 90 graus



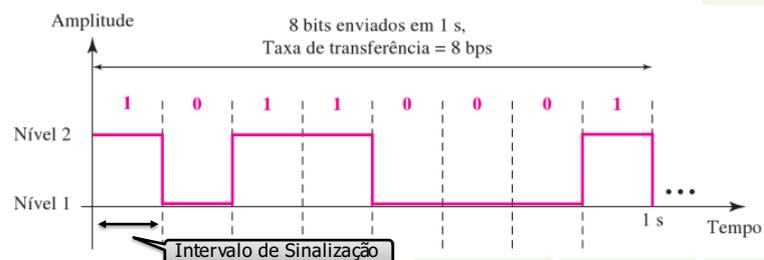
c. 180 graus

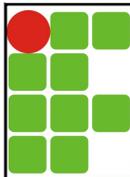


Sinais – Propriedades

- A maioria dos sinais digitais não são periódicos. Sendo assim, os termos período e frequência não são apropriados. Para descrever estes sinais são utilizados:

- **Intervalo de sinalização:** é o tempo necessário para enviar um único bit
- **Taxa de transferência:** quantidade de intervalos de sinalização por segundo, ou seja, número de bits por segundo (bps)

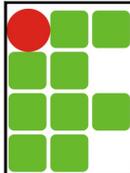




Perdas

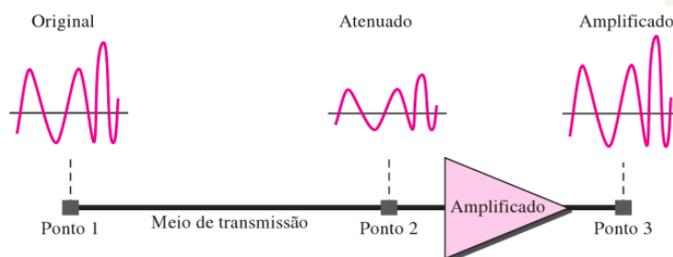
- Os sinais trafegam por meios de transmissão que não são perfeitos.
 - A imperfeição provoca **perda de sinal**
 - Nenhum meio físico é capaz de transmitir um sinal sem que haja perda
 - Isso significa que o sinal no início do meio de transmissão não é o mesmo no seu final. O que é enviado não é aquilo que é recebido.
 - Normalmente as perdas em uma transmissão são causadas por: **Atenuação, Distorção e/ou Ruído**.

15

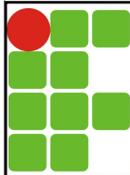


Perdas – Atenuação

- Atenuação significa perda de energia
 - Quando um sinal trafega por um meio de transmissão, ele **perde parte da sua energia para superar a resistência do meio**
 - Para compensar essa perda, **amplificadores podem ser utilizados para restauração do sinal**

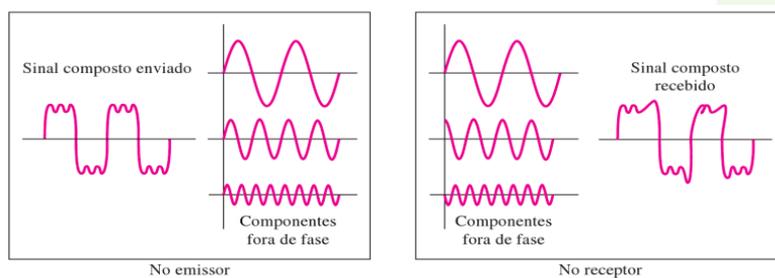


16

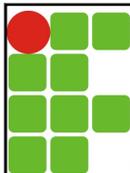


Perdas – Distorção

- Distorção significa que o sinal muda sua forma ou formato
 - Pode ocorrer tanto na propagação quanto na amplificação
 - A distorção ocorre em geral em sinais compostos (diferentes componentes de frequência), pois cada componente (com velocidade de propagação diferente) atrase de modo diferente



17

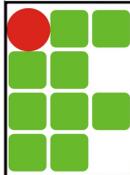


Perdas – Ruído

- Um ruído corresponde a interferência de um sinal por um outro(s) sinal(is) de forma inesperada
 - Podem ser provocado pelo movimento aleatório de elétrons nos condutores (**ruído térmico**), pelo acionamento de motores e outros aparelhos eletrônicos (**ruído induzido**), pelo efeito que a corrente num condutor provoca em outro fio (**Crosstalk**) e ruídos gerados no meio proveniente de redes elétricas, de iluminação e outras fontes (**ruído impulsivo**)

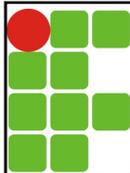


18



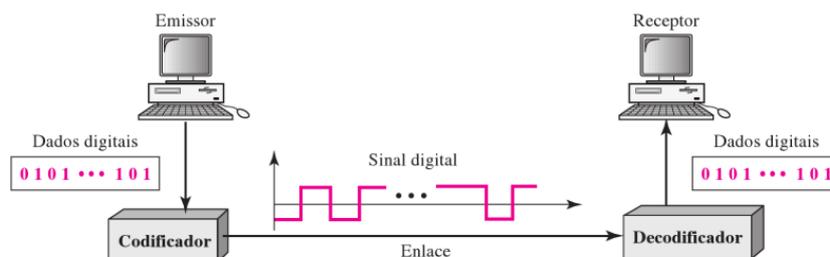
Banda Passante e Largura de Banda

- A **banda passante** de um sinal é o intervalo de frequências que o compõem
- A **largura de banda** do sinal é a diferença entre a maior e a menor frequência que compõem o sinal
 - Exemplo: dois sinais, A e B, com largura de banda 3 kHz, mas bandas passantes diferentes, A (1 kHz a 4 kHz) e B (40 kHz a 43 kHz)
- A **banda passante de um meio físico** é a faixa de frequências que permanecem praticamente preservadas pelo meio
 - Um sinal pode ser transmitido satisfatoriamente por um meio físico caso a largura de banda do sinal seja menor que a largura de banda do meio
 - Cada meio físico padronizado tem um valor de banda passante predeterminado, sendo essa uma de suas características principais 19

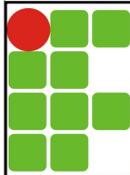


Codificação de Linha

- A **codificação de linha** é o processo de converter dados binários (sequência de bits) em sinais digitais
 - Basicamente, é a forma como os 0s e 1s serão "escritos" no meio físico

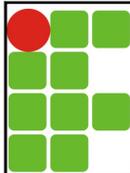
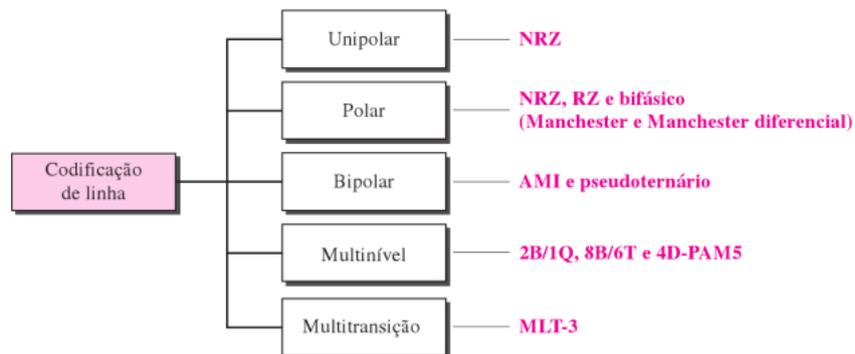


20



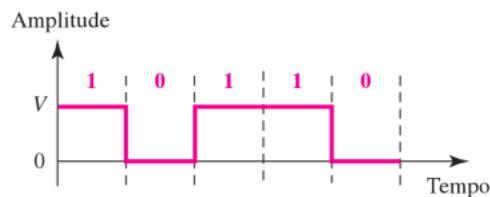
Codificação de Linha

- Existem diversos métodos de codificação de linha, os quais são divididos em cinco grandes categorias:

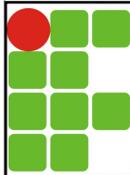


Codificação de Linha

- NRZ Unipolar
 - Non-Return-to-Zero (Sem retorno ao zero)
 - Em um método unipolar todos os níveis em um dos lados do eixo tempo, acima ou abaixo dele
 - O NRZ tradicional utiliza a voltagem positiva para definir o bit 1 e ausência de voltagem para definir o bit 0



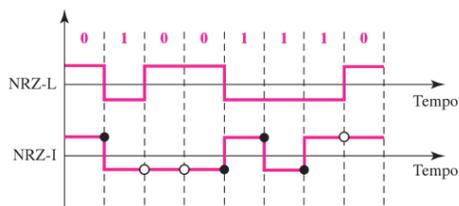
22



Codificação de Linha

■ NRZ Polar

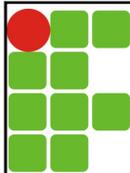
- Em métodos polares, as voltagens se encontram em ambos os lados do eixo tempo
- No NRZ Polar dois níveis de tensão são utilizados (um positivo e um negativo)



- NRZ-L: o nível de tensão determina o valor do bit
- NRZ-I: a inversão ou falta de inversão determina o valor do bit

○ Nenhuma inversão: O próximo bit é 0 ● Inversão: O próximo bit é 1

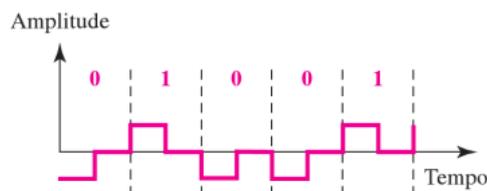
23



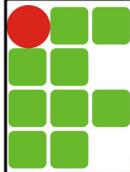
Codificação de Linha

■ RZ Polar

- Return-to-Zero (Com retorno ao zero)
- Utiliza 3 níveis de tensão: positivo, negativo e zero
- Todo bit corresponde a uma transição
- No meio do intervalo de sinalização ocorre uma transição para 0
- A transição para o nível de tensão zero é utilizada para sincronização

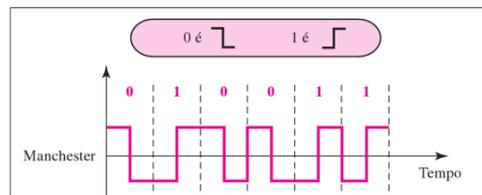


24

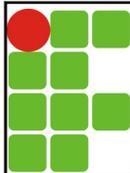


Codificação de Linha

- Manchester (RZ + NRZ-L)
 - Uma transição positiva representa o bit 1
 - Uma transição negativa representa o bit 0
 - Manchester ainda é utilizado nas redes atuais (ethernet-par trançado)
 - As rede mais recentes utilizam técnicas de codificação bem mais avançadas

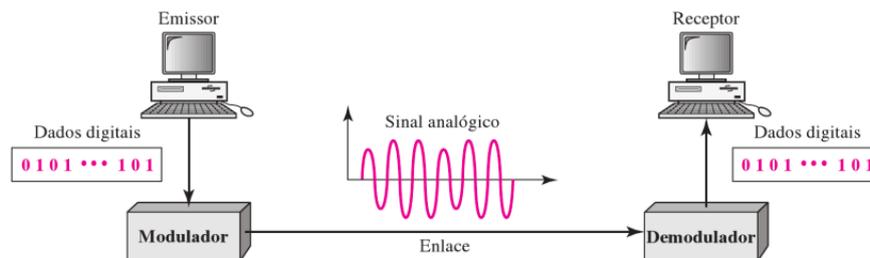


25

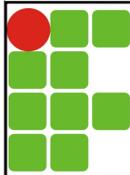


Conversão Digital-Analógica

- **Conversão digital-analógica** é o processo de mudar as características de um sinal analógico baseado nas informações de dados digitais

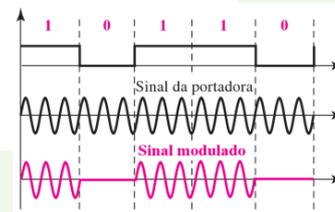
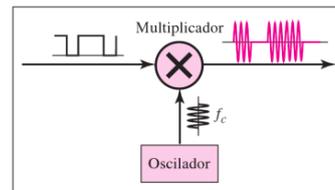


26

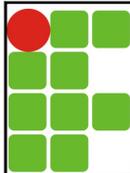


Conversão Digital-Analógica

- Em uma transmissão analógica o dispositivo transmissor produz um sinal de alta frequência (chamado de **portadora**) que funciona como suporte para o sinal contendo as informações a serem transmitidas (**sinal modulador**)
 - A informação digital modulada modifica uma ou mais características (amplitude, frequência ou fase) da portadora
 - O dispositivo receptor é sintonizado na frequência da portadora que ele espera receber a transmissão

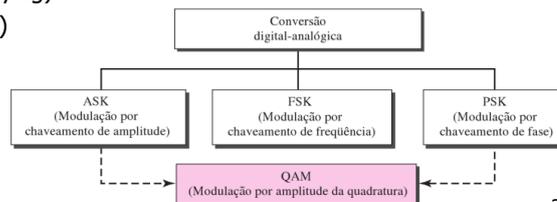


27

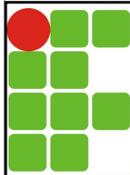


Conversão Digital-Analógica

- **Modem** (**Mod**ulador/**Dem**odulador) é um dispositivo que recebe um fluxo de bits e produz uma portadora modulada, utilizando alguma técnica de modulação. Além disso, o modem recupera os dados binários a partir de um sinal modulado
- Os principais mecanismos de modulação digital-analógico são:
 - QAM (Quadrature Amplitude Modulation)
 - ASK (Amplitude Shift Keying)
 - FSK (Frequency Shift Keying)
 - PSK (Phase Shift Keying)

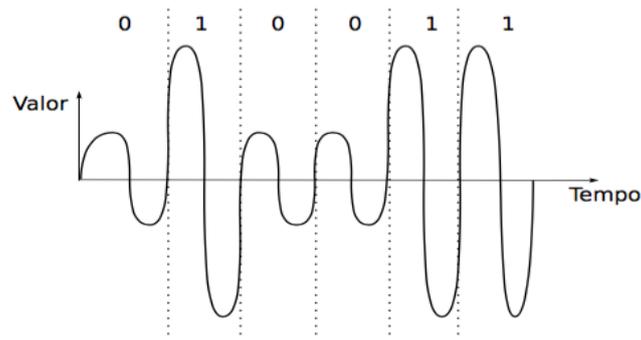


28

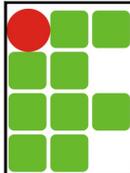


Modulação ASK

- Na técnica ASK, a **amplitude** do sinal da portadora varia de modo a representar a informação binária

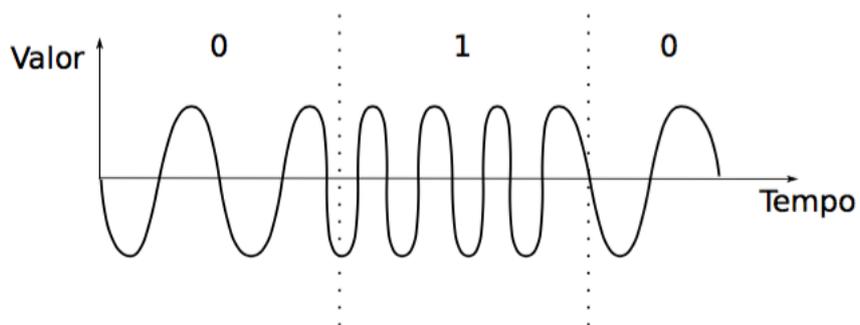


29

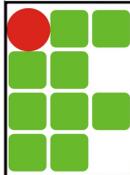


Modulação FSK

- Na técnica FSK, a **frequência** do sinal da portadora varia de modo a representar os níveis binários

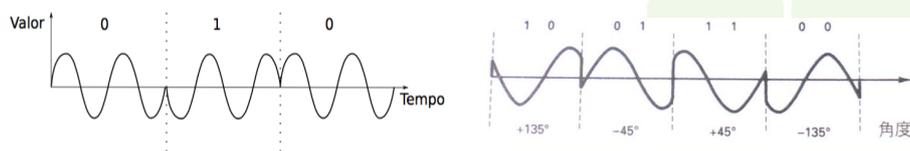


30

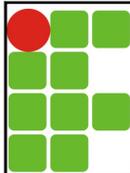


Modulação PSK

- Na técnica PSK, a **fase** da portadora é variada de modo a representar a informação binária
- Utilizando **4 variações de fase (4-PSK)** podemos **representar 2 bits por fase, melhorando a eficiência da transmissão**

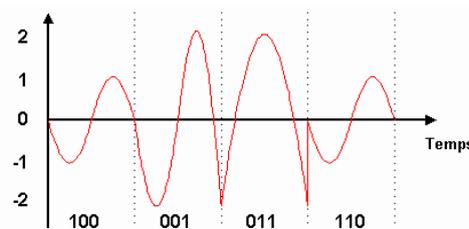


31

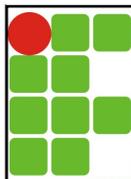


Modulação QAM

- A técnica QAM é uma **combinação das técnicas ASK e PSK** elaborada de maneira a aumentar o número de bits transmitidos para uma determinada taxa de modulação

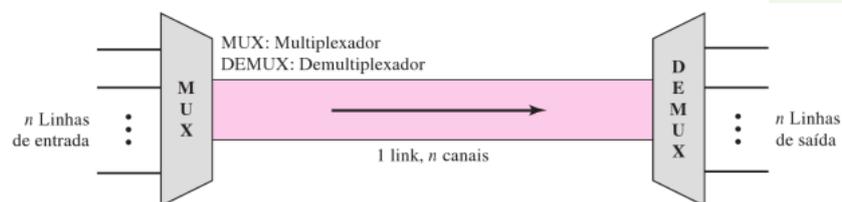


32

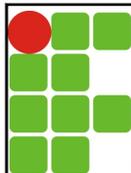


Multiplexação

- Multiplexação é um conjunto de técnicas que permitem a transmissão simultânea de múltiplos sinais através de um único enlace de dados
 - Se a largura de banda de um link for maior que a largura de banda necessária aos dispositivos conectados a ela, essa banda está sendo desperdiçada



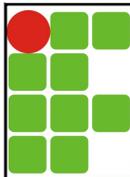
33



Multiplexação

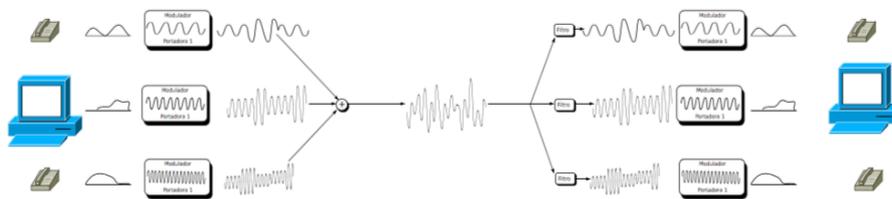
- São técnicas de multiplexação
 - FDM – Frequency Division Multiplexing
 - Multiplexação por divisão de frequência
 - WDM – Wave Division Multiplexing
 - Multiplexação por divisão do comprimento de onda
 - TDM – Time Division Multiplexing
 - Multiplexação por divisão do tempo

34

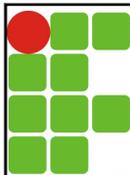


FDM

- Na FDM, os sinais gerados em cada dispositivo transmissor são **modulados em portadoras de frequências diferentes**
- Em seguida, estes **sinais são combinados em um único sinal composto** para serem transportado através do enlace. As frequências portadoras são separadas de forma a prevenir a interferência entre os sinais
- O receptor utiliza **filtros** e demultiplexador para obter o sinal original

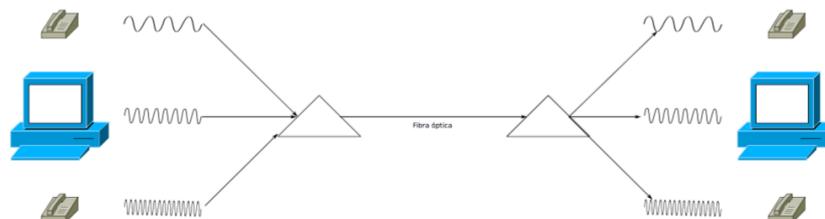


35

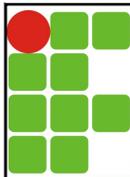


WDM

- A WDM foi **desenvolvida para suportar transmissões de dados em velocidades altíssimas** através de cabos de fibra óptica
- No lado do **transmissor** são combinadas **múltiplas fontes luminosas (diferentes comprimentos de onda)** em um **único sinal de luz**. No lado do receptor as fontes são separadas.
- O modo mais simples de convergir sinais luminosos e separá-los de volta é utilizando **prismas**

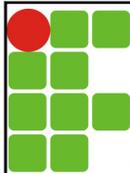


36



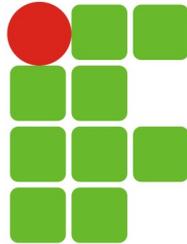
TDM

- TDM é um processo de multiplexação onde **toda a banda é entregue a um canal num determinado intervalo de tempo**
- **Cada conexão ocupa o enlace durante uma porção do tempo**
- **O fluxo de dados de cada conexão é dividido em unidades e o link combina unidades de cada conexão para montar um frame (quadro)**
- Um frame consiste de um agrupamento de slot time



Referências

- FOROUZAN, B. A. - **Comunicação de Dados e Redes de Computadores** – 3a Ed., Porto Alegre: Bookman, 2006.
- FOROUZAN, B. A. - **Comunicação de Dados e Redes de Computadores** – 4a Ed., São Paulo: McGraw-Hill, 2007.



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE**



Redes de Computadores

Camada Física – Parte I

Prof. Thiago Dutra <thiago.dutra@ifm.edu.br>