

2ª LISTA DE REDES DE COMPUTADORES

CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
UNIOESTE

3º Ano

Prof. Renato Bobsin Machado

Aluna: Ana Paula Merencia

Data:08/03/2021

1) Contextualize a camada física dentro do modelo de camadas conceitual para redes de computadores

A camada física é a camada mais baixa da hierarquia. É responsável por definir as interfaces elétricas, de sincronização e outras, pelos quais os bits são enviados como sinais pelos canais.

2) Defina as funções da camada física

Entrega bit por bit, modulação. Provê serviços à camada de enlace de dados. Converte dados em sinais eletromagnéticos.

3) Descreva a análise teórica de sinais utilizados para transmissão de dados na camada física

Há os sinais de analógicos e digitais. Analógicos: sinal contínuo que varia em função do tempo. Digital: sinal com valores discretos/descontínuos no tempo e em amplitude.

4) Conceitue sinais analógicos e digitais, considerando-os como periódicos ou não periódicos

Sinais periódicos completam um padrão dentro de um intervalo mensurável (período). Não periódicos: evolui no tempo sem exibir um padrão ou completar um ciclo. Normalmente os sinais analógicos são periódicos, com o fim de formar uma aproximação de onda quadrada que são várias ondas simples (chama-se onda composta). Além disso, são periódicos pois devido a periodicidade da onda, fica mais fácil do HW interpretar. Já os sinais digitais, geralmente são não periódicos, pois os bits acabam por não obedecerem a um padrão.

5) Diferencie sinais simples e compostos

Sinais simples são uma “onda senoidal”, já um sinal composto é a soma discreta, possivelmente infinita, de ondas senoidais.

6) Como sinais digitais são transmitidos por meios analógicos?

Essa transmissão se dá através do uso de modem, o qual converte os dados digitais (0 e 1) em sinais analógicos. Quanto ao contrário, na recepção dos dados, o modem converte sinais analógicos em digitais.

7) Defina frequência, período, amplitude e fase

Frequência: número de oscilações, por segundo, de uma onda.

Período: intervalo de tempo que uma onda leva para completar um ciclo.

Fase: posição da forma de onda com relação ao marco 0 do tempo.

Amplitude: distância da crista ou vale, ao nível de equilíbrio, valor de intensidade mais alta.

8) Conceitue largura de banda e descreva como essa propriedade influencia na taxa máxima de transmissão de dados em um canal.

A largura de banda é a faixa de frequência que o meio consegue transmitir com perdas abaixo da metade da potência do sinal inicial. Há a atenuação da transmissão da largura de banda. Limitando a largura de banda acaba por limitar a taxa de dados.

9) Conceitue a aplicação e diferença de abordagem entre os teoremas de Nyquist e Shannon para a determinação da capacidade máxima de transmissão de um meio

O teorema de Nyquist diz que a capacidade de um canal será, idealmente, ao dobro da largura de banda vezes o logaritmo do número de níveis discretos. Entretanto, esse teorema não considera interferências ou ruídos. Já o teorema de Shannon, que é uma extensão ao teorema de Nyquist, considera a parcela do ruído.

10) Caracterize as classes de ruído presentes nos meios físicos e como isso impacta na capacidade de transmissão

Ruído térmico: causado pela agitação dos elétrons nos condutores, presentes em todos os dispositivos eletrônicos e meios de transmissão.

Intermodular: causado pelo compartilhamento de um mesmo meio físico (multiplexação) por sinais de diferentes frequências.

Crosstalk: interferência entre condutores muito próximos que induzem sinais entre si (linhas telefônicas cruzadas, cabos trançados em redes de Ethernet).

Impulsivo: pulsos irregulares de grande amplitude, não contínuos e de difícil prevenção.

11) Descreva como se determina a taxa máxima de transmissão de dados em um canal.

Pode ser calculado através do teorema de Nyquist ($C=2 \times LB \times (\log_2 N)$). Ou pelo teorema de Shannon $C=LB \times \log_2(1+S/N)$.

12) Descreva as características técnicas, vantagens, desvantagens e aplicações dos diferentes meios guiados e não guiados utilizados para a comunicação de dados.

Meios guiados utilizam um condutor para transmitir um sinal até o receptor. A desvantagem é que sofrem resistência, conseqüentemente atenuação do sinal, devido ao meio físico no qual é transmitido. Exemplo: par de fios, cabo coaxial, fibra óptica.

Já os meios não guiados usam frequência ou ondas de rádio para transmitir os sinais. A desvantagem é que frequências acima de um determinado valor, ocorre atenuação, pois o sinal ricocheteia em obstáculos. Está sujeito a várias interferências não importa a frequência.

13) Descreva sucintamente os componentes e tecnologias utilizadas no sistema de telefonia. Conceitue como esse sistema é utilizado para a transmissão de dados.

Componentes: circuitos terminais: pares trançados analógicos indo para residência e para as empresas.

Troncos: fibra óptica digital conectando as estações de comutação.

Estações de comutação: onde as chamadas são transferidas de um tronco para outro.

Se um assinante conectado a uma determinada estação final ligar para outro da mesma estação, o mecanismo de comutação dentro da estação configurará uma conexão elétrica direta entre os dois circuitos terminais, a qual ficará intacta durante a chamada. Caso o telefone chamado esteja conectado a outra estação final, é estabelecido um caminho entre centros de comutações vizinhos. Esse caminho possui linhas que fazem essa conexão, chamados de conexão interurbana.

14) Descreva os mecanismos de codificação empregados nos modems. Como esses conceitos se relacionam com os limites físicos estabelecidos pelos teoremas de Nyquist e Shannon.

Nrz -> Non - return to zero: tensão positiva "1" e negativa "0". Quando enviado, o sinal se propaga pelo fio. Na outra ponta o receptor converte para bits fazendo a amostragem de sinal em tempo regular. Para a decodificação, o receptor mapeia as amostras de sinal para os símbolos mais próximos. O NRZ, o sinal pode alterar entre o nível negativo e positivo até a cada 2 bits, logo, a largura de banda tem que ser de

pelo menos $B/2$. Isso vem da taxa de Nyquist. Sendo assim, não é possível usar o NRZ mais rápido sem usar mais largura de banda.

Manchester -> Misturar um sinal de clock com o sinal de dados efetuando o sinal XOR, de modo que nenhuma linha extra seja necessária. O problema é que exige 2x mais largura de banda que NRZ.

NAZI -> 1 como uma transição e 0 como nenhuma ou como nenhuma ou vice-versa com ele, longas sequências de 1 não causam problemas.

15) Defina como os diferentes padrões de modulação são representados pelos diagramas de constelação.

QAM-16: Quadrature Amplitude Modulation. São usados 16 combinações de fases e amplitudes podendo ter 4 bits por símbolos transmitidos.

QAM64: esquema com 64 combinações diferentes, podendo ser transmitidos 6 bits por símbolo.

16) Conceitue e relacione largura de banda, taxas de amostragem e taxas de transmissão. Defina as unidades aplicadas

Banda: taxa em que o sinal muda.

Largura de banda: faixa de frequência que o meio consegue transmitir com perdas abaixo da metade da potência do sinal inicial.

Taxa de transmissão: número médio de bits convertidos ou processados por unidade de tempo que passam entre equipamentos num sistema de transmissão de dados.

17) Caracterize os loops locais e quais tecnologias são aplicadas

São conexões de fios entre o telefone do usuário e a estação final. Se o telefone da origem da ligação se conectar a um telefone de destino que pertence a mesma estação final, a comutação será feita entre os dois loops locais. Se o telefone de destino estiver em outra estação final, é necessária a chamada interurbana. Pois cada estação final contém linhas de saída para outras estações finais. O loop local continua analógico, com cabos de pares trançados.

18) Descreva como modems convencionais, ADSL, redes sem fio e Internet a cabo, são aplicados nos loops locais.

Modem: são utilizados nas linhas digitais para enviar bits entre dois computadores por uma linha telefônica. Está presente entre o computador, o qual envia sinais

digitais, e o sistema telefônico. Desse modo, o modem converte sinais digitais em sinais analógicos, possibilitando a transmissão de bits pelo canal físico.

ADSL: utilizada para suporte de comunicação digital em alta velocidade por meio das linhas convencionais. O cliente, em sua residência, possui um aparelho dispositivo de interface de rede. Próximo a esse dispositivo, há um filtro analógico que separa a banda de 0 a 4.000 Hz utilizada pelo sinal de telefone dos dados. O sinal de telefone é roteado até o telefone e o sinal de dados é transmitido até um modem ADSL.

Redes sem fio: utilizada para comunicação de voz e de dados por ondas de rádio. É utilizado de maneira a substituir fios de cobre para conectar dispositivos de comunicação, como o telefone, com a rede de telefonia.

19) Descreva a forma como os modems codificam os sinais e o porquê da limitação de codificação a taxa de 56 Kbps.

As companhias telefônicas fazem uma amostragem a uma taxa de 8000 vezes por segundo com 8 bits por amostra. Um dos bits é usado para ficar de controle, portanto cada amostra é de 7 bits. Portanto, a velocidade é de 7×8000 , ou seja, 56000bps ou 56Kbps.

Os modems codificam o sinal digital de forma a adequá-lo a transmissão em uma linha física. Esta codificação é uma mudança na representação, transformando o próprio sinal digital oriundo do ETD em outro sinal mais adequado às condições da linha.

20) Conceitue e descreva o funcionamento das três formas de multiplexação (FDM, WDM e TDM) utilizados na comunicação de dados.

FDM: multiplexação por divisão de frequência, tira proveito da transmissão de banda passante para compartilhar um canal. Divide o espectro em bandas de frequência, com cada usuário tendo posse exclusiva de alguma banda para enviar seu sinal.

IDM: multiplexação por divisão de tempo. Os usuários se alteram em um padrão de rodízio, cada um periodicamente usando a largura de banda inteira por um pequeno período.

WDM: multiplexação por divisão de comprimento. Permite que numa rede se utilizem sinais óticos com diferentes tipos de frequência no mesmo canal, através da multiplexagem.

21) Explique o funcionamento, a taxa de dados e o overhead dos métodos de multiplexação PCM, T1 e E1

PCM: a uma taxa de amostragem mais baixa, informações se perderiam a uma taxa de amostragem mais alta, nenhuma informação, nenhuma informação extra seria perdida. Cada amostra da amplitude do sinal é quantizada para um número de 8 bits

T1: 24 canais de voz multiplexados, cada um dos canais consegue inserir 8 bits no fluxo de saída. Um quadro consiste em $24 \times 8 = 192$ bits e mais 1 bit extra

22) Explique os tipos de comunicação sem fio, considerando o espectro eletromagnético

Ondas de rádio:

As ondas de rádio são um intervalo de frequências do espectro eletromagnético que são largamente utilizadas nas tecnologias de telecomunicações. As ondas de rádio têm os maiores comprimentos de onda do espectro eletromagnético, estendendo-se entre 1 mm (10^{-3} m) até 100 km. Esse tipo de onda é usado para transmitir sinais de televisão, rádio, celular, internet e GPS.

Micro-ondas:

As micro-ondas são ondas eletromagnéticas cujos comprimentos de onda estendem-se entre 1 m e 1 mm ou 300 GHz e 300 MHz, respectivamente. Dessa forma, as micro-ondas encontram-se dentro do intervalo das ondas de rádio. Apesar disso, apresentam frequências um pouco maiores que as ondas de rádio e são usadas em aplicações diferentes.

Os principais usos tecnológicos das micro-ondas são as redes sem fio (roteadores wi-fi), radares, comunicação com satélites, observações astronômicas, aquecimento de alimentos, entre outros.

Infravermelho:

O infravermelho é uma onda eletromagnética de frequência menor que a luz visível (300 GHz a 430 THz) e, portanto, invisível ao olho humano. A maior parte da radiação térmica emitida pelos corpos que se encontram em temperatura ambiente é radiação infravermelha. Por tratar-se de uma faixa de frequências muito grande, com diversas aplicações tecnológicas, o infravermelho é subdividido em regiões menores: infravermelho próximo, médio e longo.

Além de poder ser utilizado para aquecer, em razão de sua capacidade de fazer com que as moléculas de um corpo vibrem, o infravermelho é utilizado para cocção de alimentos, para o aquecimento de ambientes, para a produção de sistemas de detecção de presença e movimento, sensores de estacionamento, controles remotos e câmeras de visão térmica.

Luz visível:

O intervalo do espectro eletromagnético que pode ser visto pelo olho humano é conhecido como luz visível, cujo comprimento de onda estende-se entre 400 nm e 700 nm, portanto, todas as imagens que vemos tratam-se da interpretação que o

cérebro produz das ondas eletromagnéticas que forem emitidas ou refletidas pelos corpos ao redor de nós. O olho humano é capaz de perceber essas frequências de luz graças a dois tipos especiais de células que revestem o fundo do olho: os cones e os bastonetes.

Os cones e os bastonetes são células fotorreceptoras, isto é, são capazes de perceber sinais luminosos. Enquanto os bastonetes são responsáveis pela percepção de movimento e pela formação de imagens em preto e branco (como quando tentamos enxergar no escuro), os cones nos proporcionam a visão em cores. Existem três tipos de cones no olho humano e cada um deles é capaz de perceber uma das seguintes cores: vermelho, verde ou azul.

Para a Física, portanto, as cores que enxergamos não passam de fenômenos fisiológicos que dependem da captação de luz e da sua interpretação pelo cérebro. Além disso, a proporção entre cada uma das frequências de vermelho, verde e azul é capaz de produzir todos os tons que conhecemos. Quando emitidas juntas, essas três cores produzem a luz branca, que não se trata de uma cor, mas de uma superposição das frequências visíveis.

Ultravioleta:

A radiação ultravioleta corresponde ao conjunto de frequência de ondas eletromagnéticas que são maiores que as frequências da luz visível e menores que as frequências dos raios-X. Esse tipo de radiação tem três subdivisões que não são exatas: ultravioleta próximo (380 nm a 200 nm), ultravioleta distante (200nm a 10 nm) e ultravioleta extremo (1 a 31 nm).

Os raios ultravioleta também podem ser subdivididos em raios UV-A (320-400 nm), UV-B (280-320 nm) e UV-C(1-280 nm). Tal classificação diz respeito às formas de interação dessas frequências de ultravioleta com os organismos vivos e com o meio ambiente.

Apesar de todas serem produzidas pelo Sol, 99% da radiação ultravioleta que chega à superfície da Terra é do tipo UV-A, a radiação UV-B, no entanto, apesar de menos presente, é a principal responsável pelos danos causados à pele humana, como queimaduras e danos às moléculas de DNA das células epiteliais.

Raios X:

Os raios X são uma forma de radiação eletromagnética de frequência mais alta que o ultravioleta, no entanto, sua frequência é inferior à frequência característica dos raios gama. Os raios X estendem-se pelo espectro eletromagnético entre as frequências de $3 \cdot 10^{16}$ Hz e $3 \cdot 10^{19}$ Hz, que correspondem a comprimentos de onda muito pequenos, entre 0,01 nm e 10 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$).

23) Explique a evolução da telefonia móvel e a sua aplicação para a transmissão de dados.

Primeira Geração:

Com a invenção dos microprocessadores e a concepção da comunicação celular nas décadas de 70 e 80, a primeira geração das comunicações móveis nascia. Estes sistemas eram essencialmente analógicos e utilizavam o FDMA para se comunicar e foi projetado para trafegar somente voz. Os primeiros sistemas desenvolvidos foram o *Nordic Mobile Telecommunications (NMT)*, *Advanced Mobile Phone Service (AMPS)*, *Total Access Communications System (TACS)*, *Extended Total Access Communications System (ETACS)*, C450 e o Radicom 2000. (AL-SHAHRANI, Abdurrrhman; AL-OLYANI, Hammod, 2009).

De acordo com AL-SHAHRANI e AL-OLYANI (2009) o NMT foi o primeiro sistema celular analógico que começou a ser operado na Escandinávia em 1979. Inicialmente utilizava a banda de 450 MHz e um pouco mais tarde foi nomeado NMT450. Devido a necessidade de mais capacidade, o sistema adotou a banda de 900 MHz e ficou conhecido como NMT900. O AMPS foi introduzido nos EUA em 1978 pelos laboratórios Bell e começou efetivamente a ser operado em 1983 em Chicago. O TACS teve início em UK em 1982. Os sistemas celulares conhecidos como C-450 (operava na banda de 450 MHz) e o Radicom 2000 (operava na banda de 200 MHz) foram introduzidos na Alemanha e na França respectivamente em 1985.

Segunda geração:

Devido a necessidade de padronização para o sistema celular Europeu e a crescente demanda pelo serviço móvel, foi necessário dar início ao desenvolvimento de sistemas digitais. Os sistemas de 2ª geração começaram a ser efetivamente utilizados no início de 1990 e foi impulsionado pelo avanço da tecnologia dos circuitos integrados que permitiram a efetiva utilização da transmissão digital.

Estes sistemas, além de possibilitar uma maior capacidade, ofereciam as seguintes vantagens sobre os analógicos:

- Técnicas de codificação digital de voz mais poderosas
- Maior eficiência espectral
- Melhor qualidade nas ligações
- Tráfego de dados na rede
- Criptografia da informação transmitida

Como resultados deste esforço surgiram os sistemas conhecidos como GSM, CT-2 e DECT na Europa, o *Time Division Multiple Access (TDMA)*, também conhecido como IS-54 e IS-136), o *Code Division Multiple Access (CDMA IS-95)* nos EUA e o *Personal Digital Cellular (PDC)* no Japão. (CASTRO, 2009).

Geração 2.5:

A principal característica destes sistemas foi a possibilidade de solucionar os problemas de capacidade enfrentados pelos sistemas anteriores. Várias tecnologias foram desenvolvidas para este fim como o *High Speed Circuit Switched Data (HSCSD)*, *Enhanced Data Rates for Global Evolution (EDGE)* e o *General Purpose Radio Services (GPRS)*.

Segundo AL-SHAHRANI e AL-OLYANI (2009) o GPRS permite taxa de dados de 115 Kbps e a utilização de códigos para correção de erros. Esta tecnologia é baseada na comutação por pacotes, o que torna o uso eficiente da largura de banda disponível com taxas de bits variável. É apropriado para serviços que utilizam transmissão por rajadas, devido a sua capacidade de alocar dinamicamente os recursos.

Terceira Geração:

O início dos estudos sobre os sistemas de terceira geração foi marcado por uma indecisão mantida por duas correntes: uma defendia a criação de um único padrão mundial enquanto a outra defendia a evolução das redes e sistemas atuais de forma a atender aos requisitos definidos a partir da visão 3G. Apesar de ambas as alternativas possibilitarem a economia de escala de fabricação para os componentes do sistema, a segunda teve maior força, pois também permitia que os maciços investimentos já realizados pelas operadoras na implantação das redes e pelos fabricantes em processo de fabricação e etapas de desenvolvimento de produtos em todo o mundo fossem de certa forma protegidos.

Os sistemas 3G provêm diversas vantagens em comparação a seus antecessores, pois além de oferecer serviços de telefonia e comunicação de dados com altas taxas de *throughput*, possui maior imunidade a interferências. Os principais padrões desenvolvidos são:

- **UMTS:** termo adotado para designar o padrão de 3ª Geração estabelecido como evolução para operadoras de GSM e que utiliza como interface rádio o WCDMA ou o EDGE. Esta tecnologia foi desenvolvida para prover serviços com altos níveis de consumo de banda, como streaming, transferência de grandes arquivos e videoconferências para uma grande variedade de aparelhos como telefones celulares, PDAs e laptops. Possui taxas de transmissão que variam de 144 Kbps a 2Mbps, que dependem diretamente do ambiente e da mobilidade do usuário.
- **Evolution Data-Optimized (CDMA 1xEV-DO):** O CDMA 1xEV-DO é a evolução do CDMA (IS-95), e possui alta performance para transmissão de dados com picos de até 2,4 Mbps. Portadoras distintas são necessárias para dados e voz neste sistema. O *uplink* permanece praticamente inalterado em comparação com o CDMA2000, mas no *downlink* esta tecnologia utiliza a técnica TDMA. Opera em 800 e 1900MHz.

24) Descreva as formas de comutação empregadas na comunicação de dados

Comutação de circuito: essa técnica conecta comutadores através de links físicos, nos quais cada link se divide em n canais. Em complemento, os recursos necessitam ser reservados durante a fase de estabelecimento da conexão, permanecendo dedicados durante a transferência de dados, até o encerramento da conexão.

Comutação de pacotes: os pacotes são individualmente encaminhados entre os nós da rede por meio de dados compartilhados por outros nós. Adicionalmente, os pacotes são enviados assim que estão disponíveis, não havendo necessidade de estabelecer um caminho dedicado com antecedência.

Comutação de mensagens: essa técnica fragmenta uma mensagem em diversos pacotes menores antes de enviá-los pela rede. O receptor, ao reagrupa os pacotes recebidos para formar a mensagem original.

25) A taxa de transmissão de um determinado sinal é 3000 bps. Se cada símbolo corresponde a 6 bits, qual é a taxa de modulação do sinal?

T = taxa de transmissão (bps);

M = Modulação (bauds);

N = bits por símbolo (bits);

$$T = M \times N$$

$$3000 = M \times 6$$

$$3000/6 = 500 \text{ bauds}$$

26) Determine a LB para um sinal ASK com taxa de transmissão 2000 bps. Modo half-duplex.

Por transmitir 1 bit por segundo, a taxa de transmissão será igual a largura de banda, ou seja 2000 Hz.

27) Para uma LB de 5000 Hz, quais são as taxas de transmissão e de modulação (método ASK).

Como a LB de uma ASK é igual a T e M , portanto $T = 5000\text{bps}$ e $M = 5000$ bauds.

28) Dada uma LB de 10 kHz (1 – 11 kHz) Full-duplex. Determine as frequências das portadoras e as LB em cada direção.

Como é Full-duplex tenho $10/2 = 5\text{Khz}$. Adicionalmente, 1 – 6 tenho 5Khz e 6-11 tenho 5Khz.

Vale ressaltar que a portadora utiliza a mediana, portanto:

$$(3+4)/2 = 3,5 \text{ Khz e } (8+9)/2 = 8,5 \text{ Khz}$$

29) Determine a LB mínima para transmitir um sinal FSK a 2000 bps. Assuma que a transmissão ocorre no modo half-duplex e que as portadoras estão separadas de 3 kHz.

Como é FSK, $T = LB$. Portanto, $T = 2000 \text{ Hz}$, ou 2Khz . Assim sendo, $2\text{Khz} + 3\text{Khz} = 5\text{Khz}$ é a LB mínima para transmitir esse sinal.

30) Determine a LB para um sinal 4-PSK transmitido a 2000 bps. Half-duplex.

$$N = \log_2 L \quad T = M \times N \quad \text{Portanto, como } LB = M, LB = 1\text{Khz}$$

$$N = \log_2 4 \quad 2000 = M \times 2$$

$$N = 2 \text{ bits } M = 1000 \text{ bauds}$$

31) Dada uma LB de 5 kHz para um sinal 8-PSK, quais são as taxas de modulação e de transmissão?

$$LB = M, \text{ portanto } M = 5000 \text{ bauds}$$

$$N = \log_2 L \quad T = M \times N$$

$$N = \log_2 8 \quad T = 5000 \times 3$$

$$N = 3 \text{ bits } T = 15000\text{bps}$$

32) Determine o número de fases, frequências e amplitudes, para os seguintes diagramas de constelação:

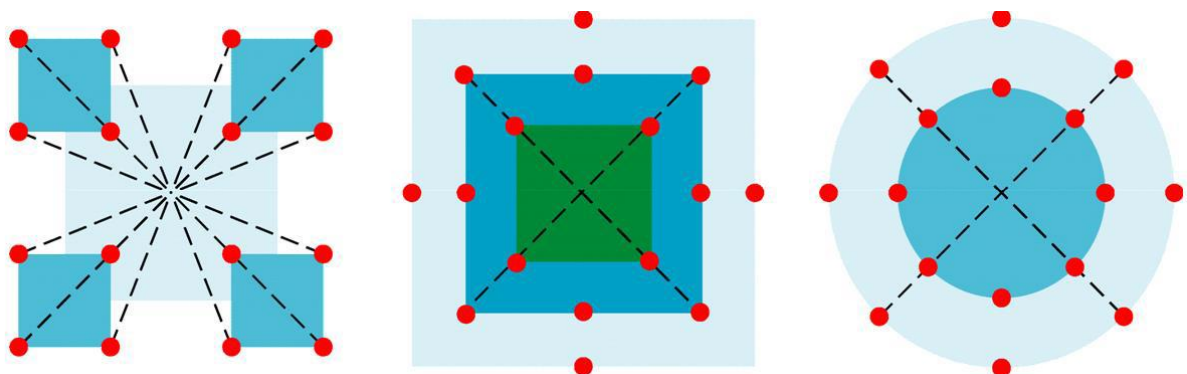


Figura 1 = 3 amplitudes e 12 fases.

Figura 2 = 4 amplitudes e 8 fases.

Figura 3 = 2 amplitudes e 8 fases.

Como o diagrama de constelação apenas representa amplitude e fase, não é possível determinar a frequência.

33) Uma constelação consiste de 8 pontos igualmente espaçados sobre um círculo. Se a taxa de transmissão vale 4800 bps, qual é a taxa de modulação?

$$\begin{aligned}N &= \log_2 8 & T &= M \times N \\N &= 3 \text{ bits} & 4800 &= M \times 3 \\& & M &= 1600 \text{ bauds}\end{aligned}$$

34) Determine a taxa de transmissão de um sinal modulado a 1000 baud num sistema 16-QAM.

$$\begin{aligned}N &= \log_2 16 & T &= M \times N \\N &= 4 \text{ bits} & T &= 1000 \times 4 \\& & T &= 4000 \text{ bps}\end{aligned}$$

35) Determine a taxa de modulação de um sinal 64-QAM transmitido a 72000 bps.

$$\begin{aligned}N &= \log_2 64 & T &= M \times N \\N &= 6 \text{ bits} & 72000 &= M \times 6 \\& & M &= 12000 \text{ bauds}\end{aligned}$$

36) Descreva os distintos métodos de modulação de sinal aplicáveis nos loops locais e quais seus impactos em relação às taxas de modulação e de transmissão.

ASK: Amplitude Shift Keying. Utiliza duas amplitudes para representar 0 e 1. Adicionalmente, o sinal a ser transmitido é vinculado na amplitude da portadora. Assim sendo, a amplitude da portadora varia de modo diretamente proporcional a amplitude do sinal a ser transmitido. Vale ressaltar que os sinais modulados por essa técnica são muito sensíveis ao ruído e interferência de aditivos uma vez que a informação é transportada pela amplitude da portadora.

FSK: Frequency Shift Keying. A frequência de uma portadora é diretamente proporcional a amplitude do sinal a ser transmitido. Além disso, o espectro de um sinal modulado utilizando essa técnica não é simétrico em torno da frequência da

portadora, o que o torna mais largo que o espectro modulado utilizando ASK. Adicionalmente, esses sinais são mais resistentes ao ruído e aditivos do que o ASK, uma vez que a informação é transportada pela frequência instantânea do sinal modulado ao invés da amplitude da portadora.

PSK: Phase Shift Keying. O sinal transmitido transporta os dados digitais por meio de uma variação temporal da fase de uma portadora, de acordo com os bits a serem transmitidos.

PAM: Pulse amplitude Modulation. Utiliza pulsos com diferentes amplitudes para representar símbolos diferentes. Podem ser utilizados dois ou mais pulsos nessa técnica.

PCM: modulação por código de pulso. Transforma um sinal analógico em uma sequência de pulsos que possui dois níveis distintos, tornando possível sua codificação em um padrão binário, e, portanto, em um sinal digital. Com o uso dessa técnica, todos os intervalos de tempo são múltiplos de 125µs. A taxa de dados não compactada padrão para uma chamada telefônica com qualidade de voz é de 8 bits a cada 125µs, ou seja, 64Kbps.

TCM: modulação codificada por treliças. Essa técnica utiliza símbolos para a correção e redução de erros. Por exemplo, o modem V.32 utiliza 32 pontos no diagrama de constelação para transmitir 4 bits de dados e 1 bit de paridade por símbolo, alcançando 9.600bps.

37) Quantas frequências um modem full-duplex QAM-64 utiliza?

Esse modem utiliza duas frequências, uma vez que é full-duplex.

38) Qual é a relação sinal-ruído necessária para colocar uma portadora T1 (1,544 Mbps) em uma linha de 50 Hz?

$$C = LB \log_2 (1 + S/R)$$

$$C/LB = \log_2 (1 + S/R)$$

$$1544/50 = \log_2 (1 + S/R)$$

$$30,88 = \log_2 (1 + S/R)$$

$$1,976 = 1 + S/R$$

$$S/R = 1,976$$

39) Crie um diagrama de constelação QAM-16 utilizando 2 amplitudes e 8 fases. Calcule a taxa de transmissão considerando a aplicação de uma taxa de modulação de 1200 bauds.

$$N = \log_2 16 \quad T = M \times N$$

$$N = 4 \quad T = 1200 \times 4$$

$$T = 4800\text{bps}$$

40) Se um sinal binário for enviado sobre um canal de 5 kHz com uma relação sinal/ruído de 1023, qual a taxa máxima de dados poderá ser alcançada? Considerando esse mesmo canal e a inexistência de ruído, determine a taxa máxima de dados que poderá ser alcançada?

$$LB = 5\text{KHz}$$

$$C = LB \times \log_2 (1+S/R)$$

$$S/R = 1023$$

$$C = 5 \times \log_2 (1 + 1023)$$

$$C = 5 \times \log_2 1024$$

$$C = 5 \times 10$$

$$C = 50 \text{ Kbps}$$

Considerando a inexistência de ruído

Como é binário, $N = 2$

$$QB = 2 \times LB \times \log_2 N$$

$$QB = 2 \times 5 \times \log_2 2$$

$$QB = 10\text{Kbps}$$

41) Explique e exemplifique os métodos de multiplexação PCM e T1. Apresente as taxas de transmissão de dados e o overhead que estarão presentes.

PCM: técnica chamada de Pulse Code Modulation (PCM), ou seja, modulação por código de pulso. Essa técnica é a principal utilizada no sistema telefônico atual. Quanto ao seu overhead, PCM faz o uso de 8000 bauds, ou seja, 8 bits/bauds, sendo 7 para dados e 1 para controle. Assim sendo, o overhead será de $1/8 = 12,5\%$.

T1: método de multiplexação utilizado na América do Norte e no Japão. Essa técnica utiliza 24 canais PCM, com mais um de controle, portanto $24 \times 8 = 192$ total. $24+1/192+1 = 12,95\%$ de overhead.

42) Um sistema telefônico simples consiste em uma final conectada a uma estação interurbana, por meio de um tronco de 100 MHz. Um telefone comum é usado para fazer 8 ligações em um dia útil de 8 horas. A duração média de cada chamada é de 6 minutos. 50% das chamadas são interurbanas (ou seja, passam pela estação interurbana). Qual é o número máximo de telefones que uma estação final pode aceitar? (Suponha 4 kHz por circuito).

Demanda da linha = 100 MHz.

1 telefone: 8 ligações x 6 minutos = 48 minutos, sendo 50% interurbana, portanto, 24 minutos.

8 horas x 60 minutos = 480 minutos

Assim sendo, a linha suporta $480/24 = 20$ telefones ao dia, por linha.

Como tenho um tronco de 100MHz e cada circuito possui 4KHz, $100000\text{KHz}/4\text{KHz} = 25000$ circuitos. Assim sendo, 20 telefones x 25000 circuitos = 500000 telefones que essa linha pode suportar.

43) Considerando o cenário convencional dos modems analógicos aplicados aos canais de 4 kHz com uma relação sinal/ruído de 1023 e transmitindo 8 bits por baud, calcule e discuta as taxas máximas de transmissão aplicando-se Shannon e Nyquist, determine o limite máximo real, e discuta como os modems analógicos atingiram taxas de 56 Kbps e o porquê dessa limitação.

Nyquist: $QB = 2 \times LB \times \log_2 N$

$$QB = 2 \times 4 \times \log_2 8$$

$$QB = 24\text{Kbps}$$

Shannon: $C = LB \times \log_2(1 + S/R)$

$$C = 4 \times \log_2(1 + 1023)$$

$$C = 40\text{Kbps}$$

As companhias telefônicas realizam uma amostragem a uma taxa 8000 vezes por segundo com 8 bits por amostra. Um dos bits é utilizado para controle, portanto, cada amostra possui 7 bits. Assim sendo, a velocidade é de $7 \times 8000 = 56\text{Kbps}$.

44) Os canais de televisão possuem 6 MHz. Qual a taxa de transmissão alcançável considerando a aplicação de uma modulação QAM-64? E em um canal com ruído de 1023?

Como é QAM 64, logo $N = \log_2 64$. $N = 6$ bits

Desconsiderando o ruído: $QB = 2 \times LB \times \log_2 N$

$$QB = 2 \times 6 \times 2,6$$

$$QB = 31\text{Kbps, aproximadamente}$$

Considerando o ruído: $C = LB \times \log_2 (1 + S/R)$

$$C = 6 \times \log_2 (1 + 1023)$$

$$C = 60\text{Kbps}$$

45) Qual o overhead presente nos sistemas PCM, T1 e E1? Defina o tempo de amostragem e a taxa de bits por amostra.

PCM: faz o uso de 8000 bauds, ou seja, 8 bits/bauds, sendo 7 para dados e 1 para controle. Assim sendo, o overhead será de $1/8 = 12,5\%$.

$$T = M \times N$$

$$T = 8000 \times 7$$

$$T = 56\text{Kbps}$$

T1: utiliza 24 canais PCM, com mais um de controle, portanto $24 \times 8 = 192$ total. $24+1/192+1 = 12,95\%$ de overhead.

$$T = 8000 \times 193$$

$$T = 1.544\text{Kbps}$$

E1: utiliza 32 canais, sendo 30 para dados e 2 para controle. Assim sendo, overhead = $2/32 = 6,25\%$

$$T = 8000 \times 256$$

$$T = 2048\text{Mbps}$$

46) Resolva os exercícios 2, 3, 4, 5, 6, 9, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 28 e 30 do Capítulo do 2 do livro de Redes (TANENBAUM, 2011).

2)Um canal sem ruído de 4 kHz tem uma amostra a cada 1 ms. Qual é a taxa máxima de dados desse canal? Como a taxa máxima de dados muda se o canal tiver ruído, com uma relação sinal-ruído de 30 dB?

$$QB = 2 \times LB \times \log_2 N$$

Como não tenho o “N”, posso partir do suposto que N é infinito, e, portanto, a capacidade é infinita.

3)Os canais de televisão têm 6 MHz. Quantos bits/s poderão ser enviados, se forem usados sinais digitais de quatro níveis? Suponha um canal sem ruído.

$$QB = 2 \times LB \times \log_2 N$$

$$QB = 2 \times 6 \times \log_2 4$$

$$QB = 24\text{Mbps}$$

4)Se um sinal binário for enviado sobre um canal de 3 kHz cuja relação sinal-ruído é de 20 dB, qual será a taxa máxima de dados que poderá ser alcançada?

$$C = LB \times \log_2 (1 + S/R)$$

$$R = 10 \log_{10} S/R$$

$$C = 3 \times \log_2 (1 + 100)$$

$$20 = 10 \log_{10} S/R$$

$$C = 3 \times 6,65$$

$$2 = \log_{10} S/R$$

$$C = 19,97\text{Kbps}$$

$$S/R = 100$$

5)Qual é a relação sinal-ruído necessária para colocar uma portadora T1 em uma linha de 50kHz?]

Para enviar um sinal T1, precisamos de $H \cdot \log_2(1 + S/N) = 1,544 \times 10^6$ com $H = 50.000$. Isso resulta em $S/N=2^{30} - 1$, que corresponde a cerca de 93 dB.

6)Quais são as vantagens da fibra óptica em relação ao cobre como meio de transmissão? Existe alguma desvantagem no uso da fibra óptica em relação ao cobre?

Vantagens:

- **Velocidade de transmissão de dados:** Sendo muito superior à internet com cabeamento de cobre;
- **Distribuição do sinal:** Limpo, sem falhas ou oscilações;
- **Menos interferências eletromagnéticas:** Devido aos cabos serem feitos de vidro;
- **Maior área de cobertura:** A degradação do sinal pelos cabos de fibra óptica só começa a ser percebida após 40 km, enquanto nos fios de cobre, isso se torna notável a partir de 100m.;
- **Resistência:** Além de possuírem maior resistência a danos, possuem durabilidade muito maior, visto que, diferentemente do vidro, o cobre está sujeito a desgaste por conta de oxidação;
- **Proteção:** Devido à interceptação do trânsito de dados ser muito mais difícil na fibra óptica, este modelo de conexão acaba possuindo muito mais segurança de rede.

Desvantagens:

- **Disponibilidade:** Um dos únicos problemas da internet de fibra óptica refere-se às operadoras, que simplesmente não conseguem disponibilizar este

modelo em todas as áreas. Tendo isso em mente, é comum não estar disponível em sua rua, mas, sim, na rua vizinha.

- **Preço:** Por motivos já esperados, sabemos que “não existe almoço grátis”, sendo assim, o valor da internet fibra óptica tende a ser maior do que a banda larga com cabeamento de cobre.

9)O teorema de Nyquist também se aplica à fibra óptica de alta qualidade em modo único, ou somente ao fio de cobre?

O teorema de Nyquist não está relacionado com a tecnologia utilizada na transmissão de dados. É um teorema matemático que afirma que a capacidade de um canal será o dobro da largura de banda vezes o logaritmo do número de níveis discretos. Assim sendo, o teorema de Nyquist se aplica a todos os meios físicos de transmissão.

18) Um sistema telefônico simples consiste em duas estações finais e uma única estação interurbana, à qual cada estação final está conectada por um tronco full-duplex de 1 MHz. Um telefone comum é usado para fazer quatro ligações em um dia útil de 8 horas. A duração média de cada chamada é de 6 minutos. Dez por cento das chamadas são interurbanas (ou seja, passam pela estação interurbana). Qual é o número máximo de telefones que uma estação final pode aceitar? (Suponha 4 kHz por circuito.) Explique por que a companhia telefônica pode decidir dar suporte a um número menor de telefones do que esse número máximo na estação final.

1 telefone: 4 ligações x 6 minutos cada = 24 minutos por dia.

8 horas x 60 minutos = 480 minutos.

Como 10% das chamadas são interurbanas, $24 \times 0,1 = 2,4$ minutos.

$480/2,4 = 200$ telefones podem ser utilizados nessa linha.

Com um tronco de 1Mhz, e cada circuito com 4Hz: $1000\text{KHz}/4\text{Khz} = 250$ circuitos.

Portanto, 200 telefones x 250 circuitos (canais) = 5000 telefones.

22) Um diagrama de constelação para modems semelhante ao da Figura 2.19 tem pontos de dados nas seguintes coordenadas: (1,1), (1, -1), (-1, 1) e (-1, -1). Quantos bps um modem com esses parâmetros pode alcançar a uma taxa de transmissão de 1.200 símbolos/s?

$$L = 4 \quad T = M \times N$$

$$N = \log_2 L \quad T = 1200 \times 2$$

$$N = \log_2 4 \quad T = 2400\text{bps}$$

$$N = 2$$

23) Qual é a taxa de bits máxima alcançável em um modem padrão V.32 se a taxa baud for 1.200 e nenhuma correção de erro for usada?

$$T = M \times N$$

$$T = 1200 \times 5$$

$$T = 6000\text{bps}$$

24) Quantas frequências um modem full-duplex QAM-64 utiliza?

Esse modem utiliza duas frequências, uma vez que é full-duplex.

25) Dez sinais, cada um exigindo 4.000 Hz, são multiplexados em um único canal utilizando FDM. Qual é a largura de banda mínima exigida para o canal multiplexado? Suponha que as bandas de proteção tenham 400 Hz de largura.

$10 \times 4\text{Khz} = 40.000\text{Hz}$ exigidos ao todo de largura de banda. Considerando que há 9 intersecções de banda morta, tenho $9 \times 400 = 3600\text{Hz}$. Assim sendo, a largura banda mínima necessária é de 43.600Hz para suportar as 10 ondas.

26) Por que o tempo de amostragem do PCM foi definido como 125 µs?

Em uma estação final telefônica, o codec digitaliza sinais analógicos. Desse modo, esse aparelho cria 8000 amostras por segundo, ou seja, 125 µs por amostra. Isso se dá ao fato do teorema de Nyquist afirmar que essa quantidade é o suficiente para captar todas as informações de largura de banda de um canal telefônico de 4Khz. Desse modo, a uma taxa de amostragem mais baixa, informações seriam perdidas. Já a uma taxa de amostragem mais alta, não haveria ganho de informação.

28) Compare a taxa máxima de dados de um canal sem ruído de 4 kHz usando:

a) Codificação analógica (por exemplo, QPSK) com 2 bits por amostra.

$$QB = 2 \times LB \times \log_2 N$$

$$QB = 2 \times 4 \times 2$$

$$QB = 16\text{Kbps}$$

b) O sistema T1 PCM.

PCM = 8000 bauds, sendo 7 para dados e 1 para controle. Assim sendo,

$$T = M \times N$$

$$T = 8000 \times 7$$

$$T = 56\text{Kbps}$$

30) Qual é a diferença, se houver, entre a parte demoduladora de um modem e a parte codificadora de um codec? (Afinal, ambos convertem sinais analógicos em sinais digitais.)

O modem utiliza um padrão para o meio digital e analógico e vice-versa. Já o Codec não se preocupa em utilizar padrões. Em complemento, o modem é um dispositivo analógico, o qual recebe uma portadora analógica e possui um sinal analógico. Quando o sinal for digital, este será tratado como um sinal analógica de modo a ficar mais próximo possível a um sinal digital. Já o codec é um dispositivo que recebe sinais analógicos e possui uma saída digital.