

MANUAL DO ALUNO

DISCIPLINA COMUNICAÇÃO DE DADOS

Módulos 1 e 2

República Democrática de Timor-Leste
Ministério da Educação



FICHA TÉCNICA

TÍTULO

MANUAL DO ALUNO - Disciplina de Comunicação de Dados
Módulos 1 a 2

AUTOR

BRUNO MORAIS

COLABORAÇÃO DAS EQUIPAS TÉCNICAS TIMORENSES DA DISCIPLINA
XXXXXXX

COLABORAÇÃO TÉCNICA NA REVISÃO



DESIGN E PAGINAÇÃO

UNDESIGN - JOAO PAULO VILHENA
EVOLUA.PT

IMPRESSÃO E ACABAMENTO

XXXXXX

ISBN

XXX - XXX - X - XXXXX - X

TIRAGEM

XXXXXXX EXEMPLARES

COORDENAÇÃO GERAL DO PROJETO
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO DE TIMOR-LESTE
2014



Índice

Introdução às Redes e Transmissão de Dados	9
Apresentação.....	10
Objetivos de aprendizagem	10
Âmbito de conteúdos	11
História da Comunicação de Dados.....	13
Conceitos Básicos em Comunicação de Dados	18
Importância da largura de banda	18
Medição.....	22
Limitações.....	22
Throughput.....	23
Cálculo da transferência de dados.....	24
Sinal Analógico VS Sinal Digital	25
Qualidade de Serviço (QoS).....	27
Classificação de redes	29
Dimensão ou área geográfica ocupada:	29
..... Redes Locais (LAN)	29
..... Rede WAN	30
..... Redes MAN	31
..... Rede Pessoal (PAN)	32
Rede privada virtual (VPN)	33
Tipos de VPN's	34
Razões e Requisitos das VPN's.....	34
Rede de armazenamento (SAN).....	34
Capacidade de transferência de informação	35
Topologia das redes	36
Barramento (Bus)	36
Estrela (Star)	37
..... Anel (Ring).....	38
Meios físicos de suporte ao envio de dados	39
Redes de cobre	39



Redes de fibra ótica	41
Redes de rádio	42
Redes por satélite	44
Noção de Norma e de Normalização.....	46
Motivação para o uso de Normas.....	46
Vantagens e Desvantagens das Normas	46
Organizações de Normalização.....	47
Benefícios das Redes de Dados	49
Servidores	51
Servidores de Mail.....	51
Servidores de Base de Dados	52
Servidores de Ficheiros	52
Servidores de Impressão	52
Servidores de FAX.....	52
Exercícios Propostos	53
Bibliografia	55
Caracterização de Redes e Comunicação de Dados	57
Apresentação.....	58
Objetivos de aprendizagem	58
Âmbito de conteúdos	59
Arquiteturas	62
Arquiteturas abertas.....	62
Arquiteturas proprietárias	62
Conceitos Subjacentes às Arquiteturas	63
Conceito.....	65
História	65
Características	68
Camada 7 – APLICAÇÃO.....	69
Camada 6 – APRESENTAÇÃO	70
Camada 5 – SESSÃO	71
Camada 4 – TRANSPORTE.....	71
Camada 3 – REDE.....	72



Camada 2 – LIGAÇÃO DE DADOS.....	73
Camada 1 – FÍSICA.....	74
Vantagens	75
Desvantagens.....	75
Funcionamento.....	76
Topologias de Rede.....	79
Topologia Física.....	79
Topologia em Bus	80
Vantagens	81
Desvantagens	81
Tipologia em Estrela	81
Vantagens	83
Desvantagens	83
Topologia em Anel.....	84
Vantagens	85
Desvantagens	85
Topologia em Malha	85
Topologia em Árvore	87
Topologia Mista	87
Topologia Lógica	89
Topologia física em Estrela com Funcionamento em Anel	90
Topologia Física em Estrela com Funcionamento Lógico em Bus	90
Vantagens das topologias em Estrela	91
Tecnologias de Redes Locais (LAN).....	92
Controlo de acesso ao meio físico (MAC).....	92
Regras MAC e deteção de colisões/backoff.....	93
Ethernet.....	95
Ethernet 10 Mbps.....	98
10BASE5.....	101
10BASE2.....	102
10BASE-T	103
Ethernet 100-Mbps.....	104

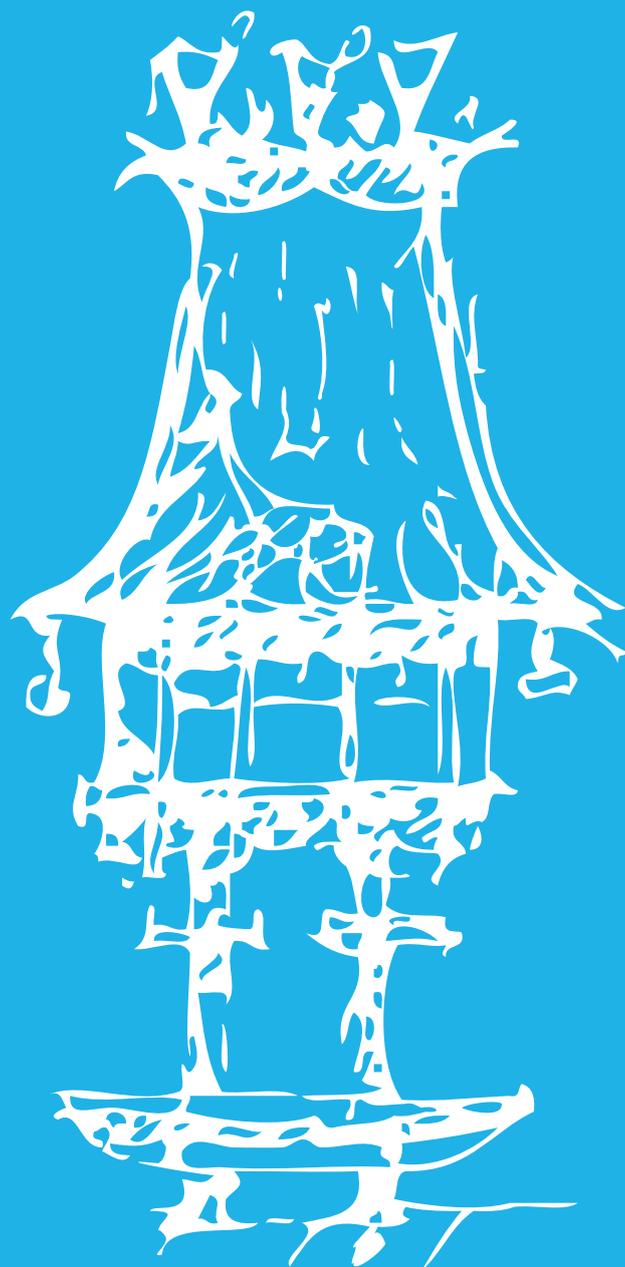


100BASE-TX	105
100BASE-FX.....	106
Arquitetura Fast Ethernet.....	107
Ethernet 1000-Mbps.....	108
1000BASE-T	110
1000BASE-SX e LX	112
Arquitetura Gigabit Ethernet	114
Ethernet 10 Gigabit	115
Arquiteturas 10 Gigabit Ethernet.....	117
Token Bus.....	120
Token Ring	121
FDDI	122
Redes locais sem fios	124
O que é WLAN	124
Tecnologias usadas na transmissão	125
Método criptográfico.....	126
O padrão 802.11.....	126
Quando utilizar redes sem fio.....	127
Redes “Sem fio” com Infraestrutura.....	127
Redes “Sem fio” Ad Hoc	128
Limitações tecnológicas.....	129
Tecnologias de Redes Metropolitanas.....	130
DSL.....	130
ADSL.....	131
Funcionamento da ADSL.....	131
Cable Modem	133
Tecnologias de Redes de Área Alargada (WAN)	134
Tecnologia X.25.....	134
Definição.....	134
História	135
Funcionamento do X.25.....	135
Vantagens	136



Desvantagens.....	136
Tecnologia Frame Relay	136
História	137
Benefícios	138
Funcionamento.....	138
O Cabeçalho.....	139
Routing de Quadros.....	139
Tecnologia ISDN	140
Funcionamento.....	140
Vantagens	141
Desvantagens.....	141
Tecnologia ATM	142
Definição.....	142
História	142
Funcionamento da Rede ATM	143
Vantagens e Restrições	144
Exercícios Propostos	145
Bibliografia	148







Introdução às Redes e Transmissão de Dados

Módulo 1

Apresentação

Neste primeiro módulo faz-se uma Introdução às redes de Comunicação e respetiva Transmissão de dados, sendo atualmente, uma peça fundamental de qualquer Sistema de Informação. Dentro da vasta área das redes, abordaremos especialmente as redes de dados.

A sua área de aplicação alargou-se a todos os domínios geográficos, abarcando desde a comunicação entre computadores e periféricos até à comunicação à escala global. Também em termos aplicativos se assistiu a uma enorme evolução, sendo cada vez mais numerosas e complexas as aplicações em rede.

Objetivos de aprendizagem

- Entender as Redes de Comunicação como peça fundamental de qualquer Sistema de Informação;
- Noção de Redes de dados, sua importância e áreas de aplicação;
- Conhecer a perspectiva de evolução classificar as redes segundo vários critérios identificar os vários;
- Componentes de uma rede;
- Reconhecer a importância das Atividades de Normalização;
- Identificar os benefícios de uma rede;
- Distinguir as tarefas dos computadores na rede;
- Agrupar as aplicações em categorias;
- Identificar e distinguir um conjunto de aplicações designadas tradicionais;
- Necessidades das aplicações.



Âmbito de conteúdos

- Conceitos básicos
 - Rede de Comunicação
 - Redes de dados
 - Transmissão de Dados
 - A Informação
- Redes de dados
- Importância
- Áreas de Aplicação
 - Perspetiva de evolução
 - Débitos de transmissão
 - Importância da largura de banda
 - Medição
 - Limitações
 - Throughput
 - Cálculo da transferência de dados
 - Digital versus analógico
 - Qualidade de Serviço
 - Classificação
 - Débito
 - Topologia
 - Meios físicos
 - Área Geográfica ou Organizacional
 - Redes Locais (LAN)
 - Redes de Área Pessoal (PAN)
 - Redes de Armazenamento (SAN)
 - Redes de Área Metropolitana (MAN)
 - Redes de Área Alargada (WAN)
 - Virtual Private Network (VPN)
 - Vantagens das VPNs



- A importância das Atividades de Normalização
 - Noção de Norma e de Normalização
- Organizações de normalização
- ISO, ISOC, IEC, IEEE
- Benefícios de uma Rede de dados
- Partilha de Informação
- Partilha de Hardware e Software
- Partilha de recursos
- Administração centralizada
- As tarefas dos computadores na rede
- Servidores de Mail
- Servidores de Base de Dados
- Servidores de ficheiros e impressoras
- Servidores de fax



História da Comunicação de Dados

A história mostra-nos que cada um dos últimos séculos foi dominado por uma tecnologia diferente. Podemos observar que no século XIX destacaram-se as máquinas a vapor. No mesmo século, também foram utilizados os primeiros telégrafos, em que as mensagens eram codificadas em símbolos binários (código Morse) e transmitidas manualmente, por meio de um dispositivo gerador de pulsos elétricos. Este feito inaugurou a época das comunicações e a partir daí, a comunicação por sinais elétricos deu origem a grandes sistemas de comunicação como telefone, rádio e televisão.



Fig. 1: Máquina a vapor



Fig. 2: Telégrafo

Já em 1946, surgiu o ENIAC - Eletronic Numerical Interpreterand Calculator (Computador e Integrador Numérico Eletrónico).



O ENIAC foi projetado pelo Departamento de Material de Guerra do Exército dos EUA, na Universidade de Pensilvânia para fins militares. Era o primeiro computador digital eletrônico de grande escala e foi projetado por John W. Mauchly e J. Presper Eckert.



Fig. 3: ENIAC - Primeiro Computador digital eletrônico de grande escala

Na década de 50, os computadores ainda eram máquinas grandes, complexas e eram operadas por pessoas altamente especializadas. O processamento das informações era realizado sem nenhuma forma de interação direta entre os utilizadores e a máquina: os utilizadores submetiam as tarefas (*jobs*) utilizando leitoras de cartões ou fitas magnéticas. O processamento era realizado em lote (*batch*) e seus resultados eram gerados conforme a ordem de submissão dos *jobs*. Os resultados de processamentos podiam ser armazenados em fitas ou impressos.



Fig. 4: Sistema de Processamento em Batch



No início dos anos 60, os primeiros terminais interativos foram desenvolvidos juntamente com os sistemas de tempo partilhado, permitindo a utilização de um computador central para executar varias tarefas simultâneas.

O Sistema operacional encarregava-se do escalonamento. Os utilizadores ficaram mais distantes, nas salas de terminais. Estas salas poderiam inclusive situar-se a muitos quilómetros de distância, ligadas ao computador através de linhas dedicadas para transmissão (figura 5).

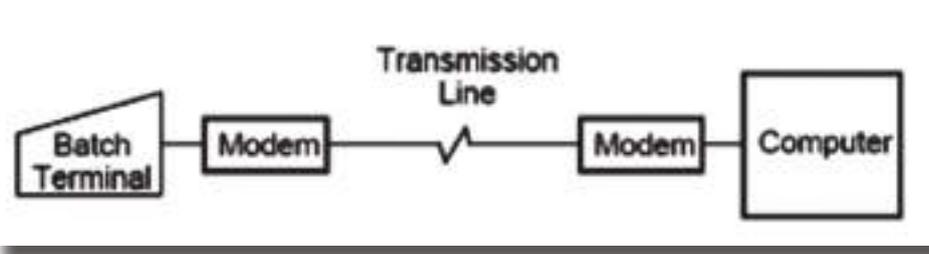


Fig. 5: Remote batch transmission

Este foi o caso da solução apresentada pela IBM em 1971, denominada IBM 3270 *Information Display System*, projetado para ampliar o poder de processamento do computador do data Center para localidades remotas.

Esta técnica denominada de *time-sharing* foi o resultado do desenvolvimento dos sistemas computacionais e da tecnologia de transmissão de dados. Um conjunto de terminais era ligado a um computador central por meio de linhas de comunicação de baixa velocidade, permitindo interação dos utilizadores com os seus programas.

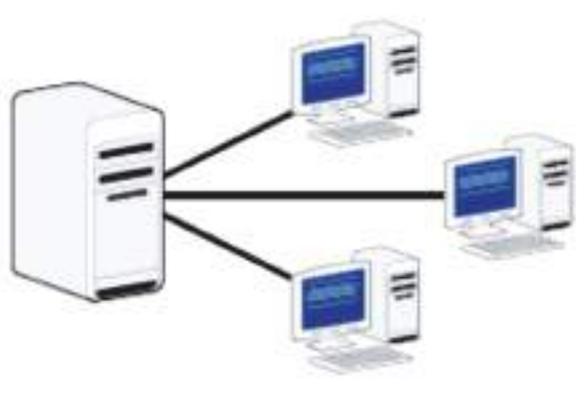
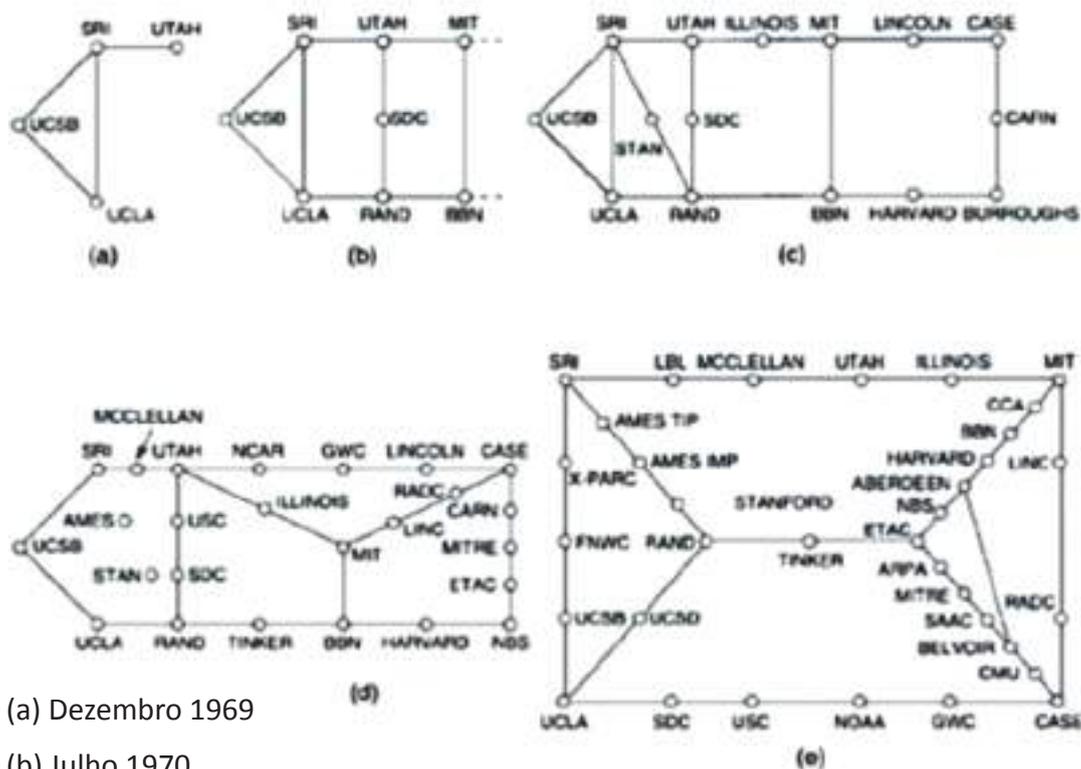


Fig. 6: Sistema de Time Sharing





- (a) Dezembro 1969
- (b) Julho 1970
- (c) Março 1971
- (d) Abril 1972
- (e) Setembro 1972

Fig. 7: Crescimento da ARPANet

Durante a década de 70, devido a diversidade de problemas a serem resolvidos utilizando os computadores e a complexidade dos cálculos realizados por eles, foi criada uma requisição, onde eram precisas atualizações e o aumento da capacidade de processamento para a realização de cálculos e armazenamento nas máquinas. O desenvolvimento tecnológico proporcionou estes requisitos e resultou na redução do custo dos equipamentos tornando-os mais acessíveis ao utilizador, permitindo assim, que um grande número de pessoas espalhadas pela empresa, pudessem ter, cada uma, o seu próprio CPU. Diante deste cenário, um grande numero de utilizadores operava sobre os mesmos conjuntos de informações, criando assim, a necessidade de partilha dos dados, de dispositivos de armazenamento e de periféricos entre os departamentos. Em 1981 foi lançado o IBM PC, o qual propiciou acesso a recursos computacionais locais e manteve o acesso remoto ao mainframe usando software emulador e interfaces de comunicação através de cabos.

Com a chegada do PC e, principalmente após a criação da dupla HTTP/HTML, em 1991, o crescimento da rede foi exponencial (figura 8 abaixo).



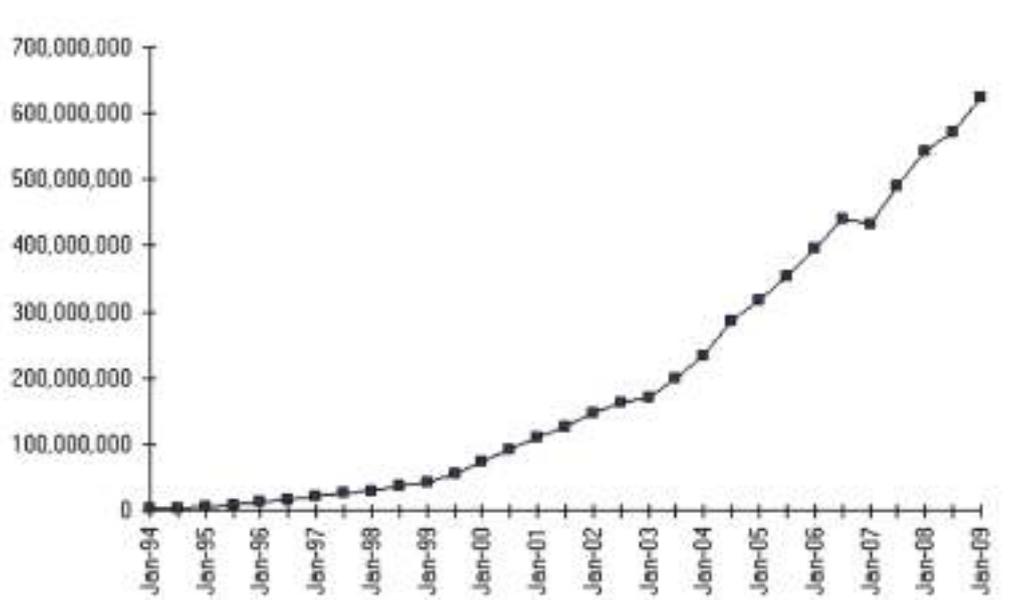


Fig. 8: Crescimento do Número de Hosts na Internet

A partilha das informações e dos recursos foram possíveis por meio dos sistemas centralizados, que permitiam a troca de mensagens entre diversos utilizadores, acesso a dados e programas de varias fontes, entre outras funcionalidades. As principais características dos sistemas centralizados são:

- Possuem dois ou mais processadores com capacidade quase iguais;
- Todos os processadores dividem o acesso a uma memória comum;
- O sistema é controlado por um único sistema operacional;
- Os processadores partilham os canais de entrada/saída, unidades de controle e dispositivos periféricos.



Fig. 9: Partilha de Dados

Uma dificuldade encontrada nos sistemas centralizados foi o seu limite de capacidade, pois cada vez que este limite era atingido, o sistema era substituído por um maior, gerando altos custos de manutenção (hardware) e aborrecimentos aos utilizadores.



Conceitos Básicos em Comunicação de Dados

As redes de computadores surgiram da necessidade da troca de informações, onde é possível ter acesso a um dado que está fisicamente localizado distantemente.

Na Internet acedemos a dados armazenados nos locais mais remotos e, na maioria das vezes, o local onde os dados estão fisicamente armazenados não tem a menor importância.

A comunicação indica a transferência de informação entre um transmissor e um recetor. Uma rede de computadores é um conjunto de equipamentos interligados por qualquer meio, capaz de trocar informações entre si, bem como, partilhar recursos de hardware, tais como ficheiros de dados gravados, impressoras, modems, softwares e outros equipamentos.

Definições importantes na comunicação de dados:

- Dados são entidades que contem algum significado, ou informações.
- Sinais são representações elétricas ou eletromagnéticas dos dados.
- Sinalização e a propagação física do sinal através de um meio físico adequado.
- Transmissão e a comunicação de dados pela propagação e processamento dos sinais.

Importância da largura de banda

Largura de banda é definida como a quantidade de informações que flui através da ligação de rede durante de um certo período de tempo. É extremamente importante entender o conceito de largura de banda durante o estudo de redes devido às seguintes razões:

1. A largura de banda é finita.

Por outras palavras, independentemente dos meios usados para criar a rede, existem limites na capacidade daquela rede de transportar informações. A largura de banda é limitada por leis da física e pelas tecnologias usadas para colocar as informações nos meios físicos. Por exemplo, a largura de banda de um modem convencional



está limitada a aproximadamente 56 Kbps pelas propriedades físicas dos fios de par trançado da rede telefônica e pela tecnologia do modem. Entretanto, as tecnologias usadas pelo DSL também usam os mesmos fios de telefone de par trançado, e ainda assim o DSL proporciona uma largura de banda muito maior do que a disponível com modems convencionais. Assim, mesmo os limites impostos pelas leis da física são às vezes difíceis de serem definidos. A fibra ótica possui o potencial físico de fornecer largura de banda virtualmente sem limites. Mesmo assim, a largura de banda da fibra ótica não pode ser completamente entendida até que as tecnologias sejam desenvolvidas para aproveitar de todo o seu potencial.

2. Largura de banda não é grátis.

É possível comprar equipamentos para uma rede local que lhe oferecerá uma largura de banda quase ilimitada durante um longo período de tempo. Para as conexões WAN (wide-area network), é quase sempre necessário comprar largura de banda de um provedor de serviços. Em qualquer caso, um entendimento de largura de banda e mudanças na requisição de largura de banda durante certo período de tempo, poderá oferecer a um indivíduo ou a uma empresa, uma grande economia de dinheiro. Um gestor de redes precisa fazer as decisões corretas na compra dos tipos de equipamentos e serviços.

3. A largura de banda é um fator importante na análise do desempenho da rede, na criação de novas redes, e no entendimento da Internet.

Um profissional de redes precisa entender o grande impacto da largura de banda e do throughput no desempenho e desenho de redes. As informações fluem como uma sequência de bits de computador a computador por todo o mundo. Esses bits representam enormes quantidades de informações que fluem de um lado a outro através do globo em segundos ou menos. De certa maneira, pode ser apropriado dizer que a Internet é largura de banda.

4. A requisição de largura de banda está sempre a crescer.

Tão logo são criadas novas tecnologias de rede e infra-estruturas para fornecer maior largura de banda, também são criados novas aplicações para aproveitar da maior capacidade. A transmissão, através da rede, de conteúdo rico em mídia, inclusive



vídeo e áudio streaming, exige quantidades enormes de largura de banda. Os sistemas de telefonia IP agora são comumente instalados em lugar dos sistemas de voz tradicionais, o que aumenta mais ainda a necessidade da largura de banda. O profissional de rede eficiente deverá antecipar a necessidade de aumentar a largura de banda e agir de acordo.

Largura de banda é definida como a quantidade de informações que flui através da conexão de rede durante de um certo período de tempo. A ideia de que as informações fluem sugere duas analogias que podem facilitar a visualização de largura de banda na rede. Já que se diz que tanto a água como o tráfego fluem, considere as seguintes analogias:

1. *A largura de banda é como o diâmetro de um cano.*

Uma rede de canos traz água potável para as residências e empresas e leva-a embora para o esgoto. Esta rede de água consiste em canos de vários diâmetros. Os canos principais de água de uma cidade podem ter até dois metros de diâmetro, enquanto que o cano para a torneira da cozinha pode ter apenas dois centímetros de diâmetro. O diâmetro do cano determina a capacidade do cano levar água. Portanto, a água é como os dados, e o diâmetro do cano é como a largura de banda. Muitos especialistas em rede dizem que precisam colocar canos maiores quando precisam aumentar a capacidade de transmitir informações.



Fig. 10: Analogia da Largura de Banda com Canalizações de água



2. *A largura de banda é como o número de vias de uma autoestrada.*

As grandes autoestradas com muitas pistas são alimentadas por estradas menores com menos vias. Estas estradas podem conduzir a estradas menores e mais estreitas, que mais cedo ou mais tarde chegam até à entrada da garagem das casas e das empresas. Quando pouquíssimos carros utilizam o sistema de autoestradas, cada veículo estará mais livre para se mover. Quando houver mais tráfego, os veículos vão se mover mais lentamente. Este é o caso, especialmente em estradas com menor número de vias para os carros se moverem. Mais cedo ou mais tarde, conforme o tráfego vai aumentando no sistema rodoviário, até mesmo as autoestradas com várias vias tornam-se lentas e congestionadas. Uma rede de dados é bem semelhante ao sistema rodoviário.

Os pacotes de dados são comparáveis a automóveis, e a largura de banda é comparável ao número de vias da autoestrada. Quando é visualizada a rede de dados como um sistema rodoviário, torna-se mais fácil ver como as conexões de largura de banda baixa podem causar um congestionamento através de toda a rede.



Fig. 11: Analogia da Largura de Banda com Autoestradas



Medição

Nos sistemas digitais, a unidade básica de largura de banda é bits por segundo (bps). A largura de banda é a medida da quantidade de informação que pode ser transferida de um lugar para o outro num determinado período de tempo, ou segundos. Apesar de que a largura de banda pode ser descrita em bits por segundo, geralmente pode-se usar algum múltiplo de bits por segundo. Em outras palavras, a largura de banda é tipicamente descrita como milhares de bits por segundo (Kbps), milhões de bits por segundo (Mbps), bilhões de bits por segundo (Gbps) e trilhões de bits per segundo (Tbps). Embora os termos largura de banda e velocidade sejam frequentemente confundidos, não são exatamente sinónimos. Pode-se dizer, por exemplo, que uma conexão T3 a 45Mbps opera a uma velocidade mais alta que uma conexão T1 a 1,544Mbps. No entanto, se apenas uma pequena quantidade da sua capacidade de transmitir dados estiver a ser usada, cada um desses tipos de conexão transportará os dados com aproximadamente a mesma velocidade. Por exemplo, uma pequena quantidade de água fluirá à mesma taxa através de um cano fino ou através de um grosso. Portanto, é mais adequado dizer que uma conexão T3 tem uma largura de banda maior que uma conexão T1. A razão é que a conexão T3 é capaz de transmitir mais informações durante o mesmo período de tempo e não porque tem uma velocidade mais alta.

Limitações

A largura de banda varia dependendo do tipo dos meios físicos assim como das tecnologias de rede local e WAN utilizadas. A física dos meios explica algumas das diferenças. Os sinais são transmitidos através de fio de cobre de par trançado, de cabo coaxial, de fibra ótica e do ar. As diferenças físicas na maneira com que os sinais são transmitidos resultam em limitações fundamentais na capacidade de transporte de informações de um determinado meio. Porém, a largura de banda real de uma rede é determinada pela combinação de meios físicos e das tecnologias escolhidas para a sinalização e a deteção de sinais de rede.



Por exemplo, o entendimento atual da física do cabo de cobre de par trançado não blindado (UTP) coloca o limite teórico da largura de banda acima de um gigabit por segundo (Gbps). No entanto, na realidade, a largura de banda é determinada pela utilização de Ethernet 10BASE-T, 100BASE-TX, ou 1000BASE-TX.

Noutras palavras, a largura de banda real é determinada pelos métodos de sinalização, placas de rede (NICs), e outros itens de equipamento de rede escolhidos. Consequentemente, a largura de banda não é somente determinada pelas limitações dos meios físicos.

Throughput

Largura de banda é a medição da quantidade de informações que podem ser transferidas através da rede em certo período de tempo. Portanto, a quantidade de largura de banda disponível é uma parte crítica da especificação da rede. Uma rede local típica poderá ser feita para fornecer 100 Mbps para cada estação de trabalho, mas isso não quer dizer que cada utilizador será capaz de transmitir centenas de megabits de dados através da rede para cada segundo de uso. Isto só seria possível sob circunstâncias ideais. O conceito de throughput poderá ajudar na explicação de como isto é possível.

O throughput refere-se à largura de banda real medida, numa hora do dia específica, usando rotas específicas de Internet, e durante a transmissão de um conjunto específico de dados na rede. Infelizmente, por muitas razões, o throughput é muito menor que a largura de banda digital máxima possível do meio que está a ser usado. Abaixo seguem alguns dos fatores que determinam o throughput:

- Dispositivos de interconexão;
- Tipos de dados a ser transferidos;
- Topologias de rede;
- Número de utilizadores na rede;
- Computador do utilizador;
- Computador servidor;
- Condições de energia.



A largura de banda teórica de uma rede é uma consideração importante na criação da rede, pois a largura de banda de rede nunca será maior que os limites impostos pelos meios e pelas tecnologias de rede escolhidas. No entanto, é também importante que o projetista e o administrador de redes considerem os fatores que podem afetar o throughput real. Com a medição constante do throughput, um administrador de redes ficará ciente das mudanças no desempenho da rede e na mudança das necessidades dos utilizadores da rede. A rede poderá então ser ajustada apropriadamente.

Cálculo da transferência de dados

Geralmente os administradores e projetistas de redes são convidados a tomar decisões relativas à largura de banda. Uma das decisões seria a de aumentar ou não o tamanho das conexões de WAN para acomodar uma nova base de dados. Outra decisão seria se o backbone atual da rede local tem ou não largura suficiente para um programa de treino que utilize vídeo streaming. Nem sempre é fácil encontrar as respostas aos problemas como esses, mas o melhor lugar por onde começar é com um simples cálculo de transferência de dados.

Usando a fórmula tempo de transferência = tamanho do ficheiro / largura de banda ($T = S/BW$) permite que um administrador da rede faça uma estimativa de vários dos componentes importantes do desempenho da rede. Se for conhecido o tamanho típico do ficheiro para uma determinada aplicação, a divisão do tamanho do ficheiro pela largura de banda da rede resulta numa estimativa do tempo mais rápido no qual o ficheiro pode ser transferido.

Devem ser considerados dois pontos importantes ao fazer estes cálculos.

- O resultado é apenas uma estimativa, pois o tamanho do ficheiro não inclui qualquer encargo adicionado pela encapsulação.
- É provável que o resultado seja um tempo de transferência na melhor das hipóteses, pois a largura de banda disponível nem sempre está a um máximo teórico para o tipo de rede utilizada. Uma estimativa mais precisa poderá ser obtida se o throughput for substituído pela largura de banda na equação.



Apesar dos cálculos da transferência de dados serem bem simples, deve-se ter cuidado para usar as mesmas unidades por toda a equação. Em outras palavras, se a largura de banda for medida em megabits por segundo (Mbps), o tamanho do ficheiro deverá ser em megabits (Mb), e não megabytes (MB). Já que os tamanhos de arquivos são tipicamente dados em megabytes, talvez seja necessário multiplicar por oito o número de megabytes para convertê-los em megabits.

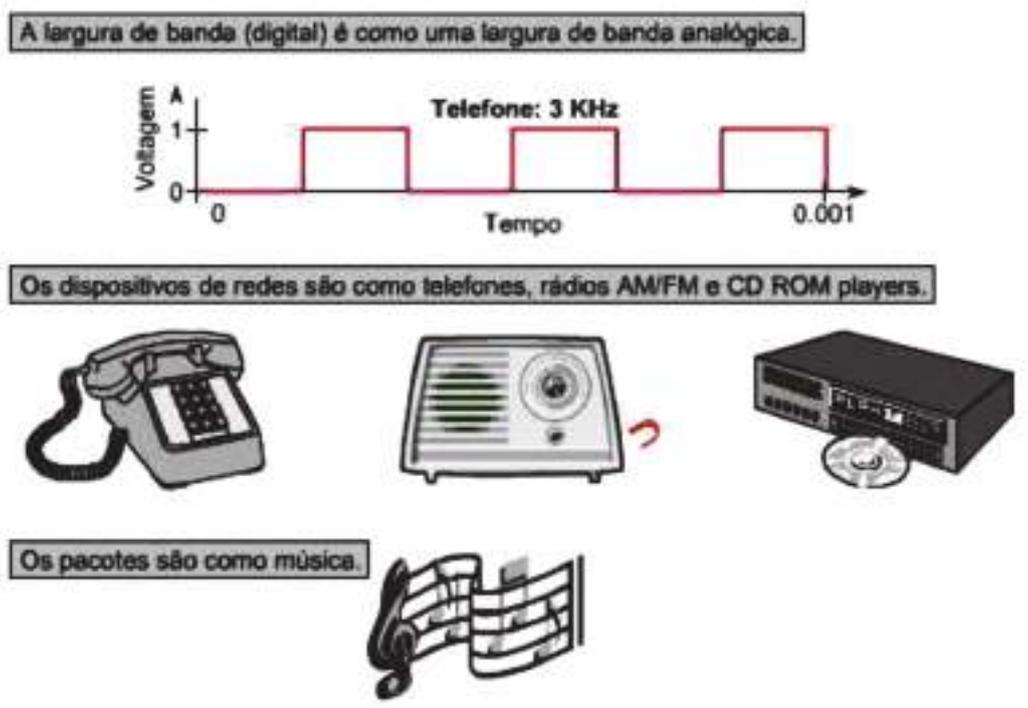
Sinal Analógico VS Sinal Digital

Até recentemente, as transmissões de rádio, televisão e telefone têm sido enviadas através do ar e através de fios usando ondas eletromagnéticas. Essas ondas são denominadas analógicas pois têm as mesmas formas das ondas de luz e de som que são produzidas pelos transmissores. Conforme as ondas de luz e de som mudam de tamanho e forma, o sinal elétrico que transporta a transmissão muda proporcionalmente. Assim, as ondas eletromagnéticas são análogas às ondas de luz e de som.

A largura de banda analógica é medida de acordo com o quanto do espectro eletromagnético é ocupado por cada sinal. A unidade básica da largura de banda analógica é hertz (Hz), ou ciclos por segundo. Tipicamente, os múltiplos desta unidade básica da largura de banda são usados, da mesma maneira que a largura de banda digital.

As unidades de medição mais comumente usadas são quilohertz (KHz), megahertz (MHz), e giga hertz (GHz). Estas são as unidades que se usam para descrever as frequências de telefones sem fio, que geralmente operam a 900 MHz ou 2,4 GHz. Estas são também as unidades que se usam para descrever as frequências de redes sem fio (wireless) de 802.11a e 802.11b, que operam a 5 GHz e 2,4 GHz.





Já que os sinais analógicos são capazes de transportar uma variedade de informações, eles possuem algumas desvantagens significativas ao serem comparados às transmissões digitais. O sinal de vídeo analógico que requer uma ampla gama de frequências para a transmissão não pode ser comprimido para caber dentro de uma banda mais estreita. Portanto, se por acaso não estiver disponível a largura de banda analógica, o sinal não poderá ser enviado.

Na sinalização digital, todas as informações são transmitidas como bits, independentemente do tipo de informações. Voz, vídeo e dados, todos se tornam fluxo de bits quando são preparados para a transmissão através de meios digitais. Este tipo de transmissão proporciona uma vantagem muito importante da largura de banda digital sobre a largura de banda analógica. Podem ser enviadas quantidades ilimitadas de informações através do canal digital que tenha a menor ou mais baixa largura de banda. Independentemente do tempo que a informação digital leva para chegar ao seu destino e ser reagrupada, ela pode ser vista, ouvida, lida ou processada na sua forma original. É muito importante entender as diferenças e semelhanças entre a largura de banda analógica e digital. Os dois tipos de largura de banda são fáceis de serem encontrados no campo da tecnologia da informática.



Qualidade de Serviço (QoS)

Por definição, a Qualidade de Serviço (Quality of Service - QoS) de uma rede é garantida pelos componentes da rede e equipamentos utilizados, estando baseada num mecanismo fim-a-fim para garantir a entrega das informações e atuar na comunicação dos equipamentos envolvidos visando o controlo dos parâmetros de Qualidade de Serviço. Mas, afinal, o que é a Qualidade de Serviço?

Num primeiro momento, o termo “Qualidade de Serviço” pode ser entendido como sendo um requisito das aplicações para a qual se exige que determinados parâmetros (atrasos, perdas, etc) estejam dentro de limites bem definidos (valor mínimo e valor máximo). Entretanto, a garantia de Qualidade de Serviço em redes de computadores envolve vários níveis de atuação em diversos tipos de equipamentos e tecnologias, ou seja, esses parâmetros não estão localizados apenas num único equipamento ou componente da rede. Considerando esse fato, a Qualidade de Serviço deve atuar em todos equipamentos, camadas de protocolo e entidades envolvidos.

Do ponto de vista dos utilizadores, tem-se normalmente que a Qualidade de Serviço obtida de uma aplicação pode ser variável e que, a qualquer momento, pode ser alterada ou ajustada (para melhor ou pior qualidade). A obtenção de uma QoS adequada é um requisito de operação da rede e dos seus componentes para viabilizar a operação com qualidade. Por esse motivo a QoS é garantida pela rede, seus componentes e equipamentos.

Do ponto de vista dos programas de aplicação, a QoS é tipicamente expressa e solicitada em termos de “Solicitação de Serviço” ou “Contrato de Serviço”. A solicitação de QoS da aplicação é denominada tipicamente de SLA - Contrato de Nível de Serviço (Service Level Agreement). OSLA tem como objetivo especificar os níveis mínimos de desempenho que um provedor de serviços deverá manter à disposição do utilizador e o não cumprimento desse acordo implica penalidades, estipuladas contratualmente. Já do ponto de vista de um gestor ou administrador de uma rede, o entendimento da QoS é mais orientado no sentido da utilização de mecanismos, algoritmos e protocolos em benefício dos utilizadores e suporte às aplicações.



Torna-se necessário considerar também que nem todas as aplicações precisam de garantias severas de QoS para ter um desempenho satisfatório. Dentre as garantias de QoS, a largura de banda é o parâmetro mais básico e necessário para a operação adequada de qualquer aplicação sendo normalmente considerado durante a fase de projeto e implantação da rede. Dentre as novas aplicações, as de multimídia são normalmente aquelas que têm uma maior exigência de QoS, pois são aplicações que requerem sempre uma grande largura de banda e, assim sendo, este torna-se o parâmetro mais básico e certamente mais presente nas especificações de QoS.

No caso das redes de longa distância (redes corporativas, redes metropolitanas, intranets metropolitanas, etc), onde as velocidades de transmissão são dependentes da escolha da tecnologia de rede para a garantia da qualidade de serviço, observam-se restrições e/ou limitações nas velocidades utilizadas, tipicamente devido aos custos envolvidos na operação da rede. Além desse fator, observam-se também algumas restrições quanto à disponibilidade tanto da tecnologia quanto da velocidade de transmissão desejada. O resultado é que a garantia de QoS é mais crítica em redes metropolitanas (MAN) e de longa distância (WAN) do que em redes locais (LAN).

A Qualidade de Serviço é um aspecto de implantação e operação importante para as redes de comunicação como um todo. Dessa forma, a Qualidade de Serviço torna-se um aspecto operacional importante para o desempenho fim-a-fim das novas aplicações de redes como voz sobre IP (VoIP), multimídia, etc e o entendimento dos seus princípios, parâmetros, mecanismos, algoritmos e protocolos são requisitos para viabilizar a operação com qualidade de uma aplicação e a obtenção de uma QoS de rede adequada.



Classificação de redes

A classificação de redes em categorias pode ser realizada segundo diversos critérios, alguns dos mais comuns são:

Dimensão ou área geográfica ocupada:

Redes Locais (LAN)

LAN significa *Local Area Network* (em português Rede Local). Trata-se de um conjunto de computadores que pertencem a uma mesma organização e que estão ligados entre eles numa pequena área geográfica por uma rede, frequentemente através de uma mesma tecnologia (a mais usada é a Ethernet).

Uma rede local representa uma rede na sua forma mais simples. A velocidade de transferência de dados de uma rede local pode variar entre 10 Mbps (para uma rede Ethernet por exemplo) e 1 Gbps (em FDDI ou Gigabit Ethernet por exemplo). A dimensão de uma rede local pode atingir até 100 ou mesmo 1000 utilizadores.

Alargando o contexto da definição aos serviços oferecidos pela rede local, é possível distinguir dois modos de funcionamento:

- Num ambiente de “igual para igual” (em inglês *peer to peer*), no qual não há um computador central e cada computador tem um papel similar.
- Num ambiente “cliente/servidor”, no qual um computador central fornece serviços rede aos utilizadores.

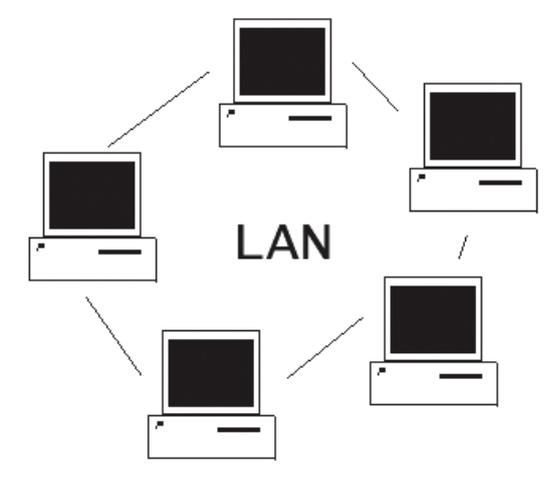


Fig. 12: Exemplo de uma rede LAN



As LAN utilizam um sistema de cablagem próprio e como tal são caracterizadas por débitos elevados e taxas de erro desprezáveis.

Rede WAN

Um WAN (*Wide Area Network* ou rede vasta) interconecta vários LANs através de grandes distâncias geográficas.

Os débitos disponíveis num WAN resultam de uma arbitragem com o custo das ligações (que aumenta com a distância) e podem ser fracos.

Os WAN funcionam graças a switches que permitem “escolher” o trajeto mais adequado para atingir um nó da rede.

O mais conhecido dos WAN é a Internet.

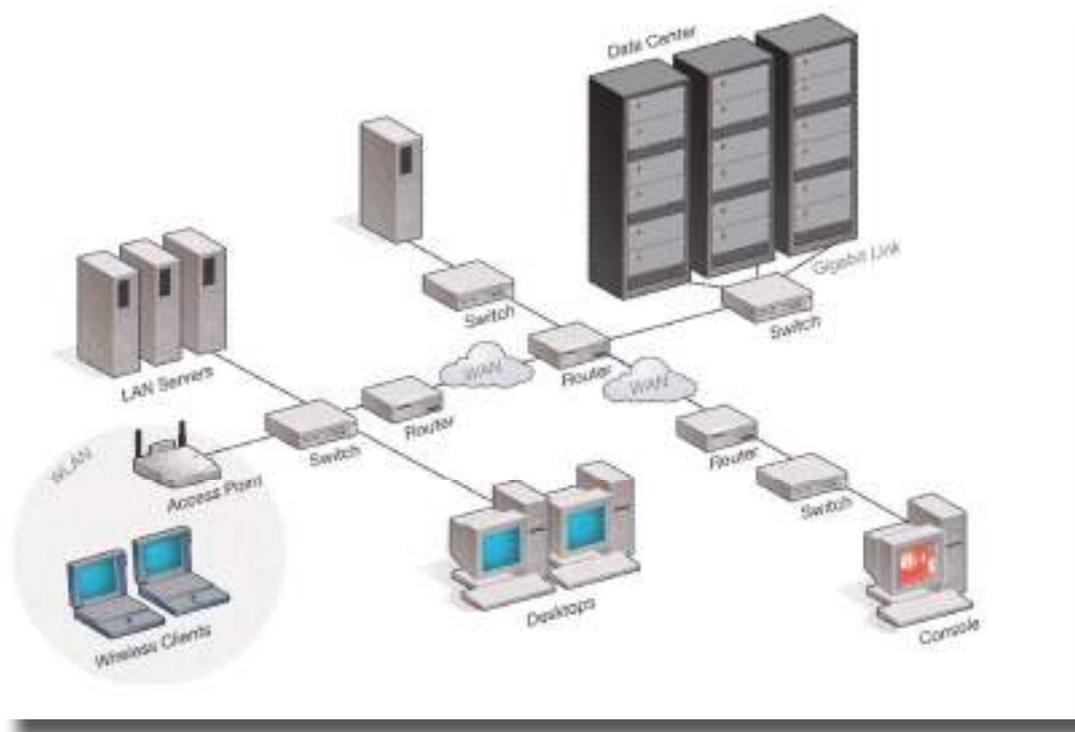


Fig. 13: Exemplo de uma rede WAN



A área abrangente pode ser um conjunto de cidades, um país, um continente ou mesmo todo o planeta.

- Normalmente só é implementada por operadores de telecomunicações.
- O atraso de propagação pode ser crítico e a débitos elevados as taxas de erro pode ser consideráveis.

Redes MAN

Os MAN (*Metropolitan Area Network*, ou redes metropolitanas) interligam vários LAN geograficamente próximos (no máximo, a algumas dezenas de quilómetros) com débitos importantes. Assim, um MAN permite a dois nós distantes comunicar como se fizessem parte de uma mesma rede local.

Um MAN é formado por computadores ou switches interligados por relações de elevado débito (em geral em fibra ótica).

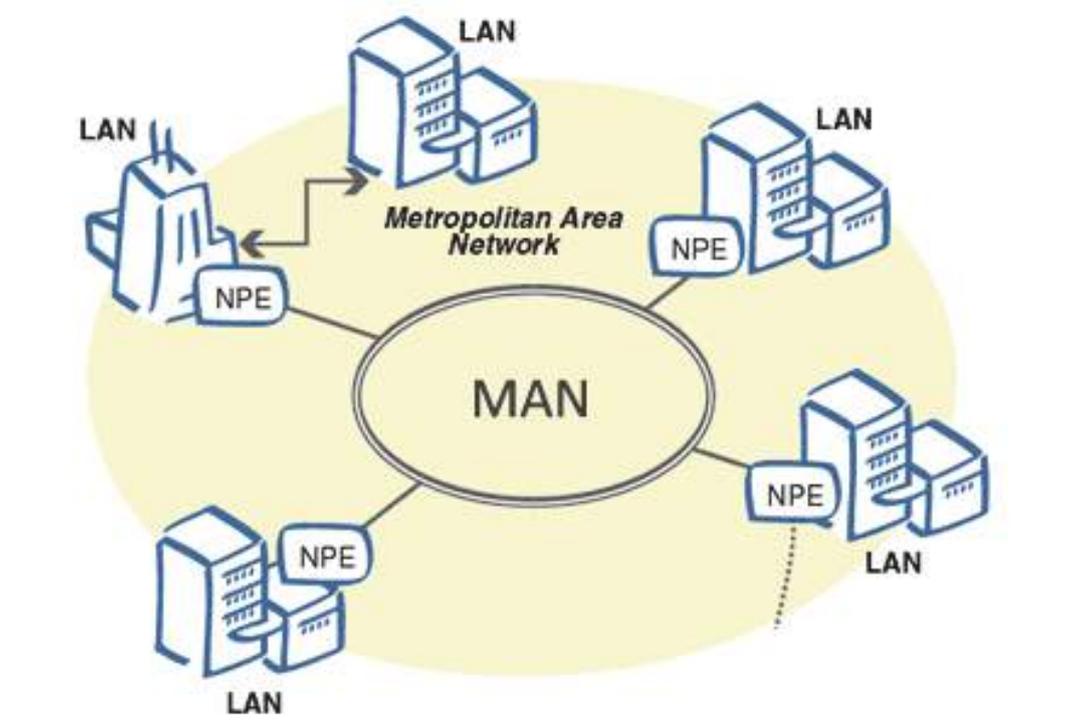


Fig. 14: Exemplo de uma rede MAN



Neste caso a área abrangente é uma metrópole. Normalmente a implementação destas redes é feita recorrendo a meios físicos externos à organização.

Existem duas situações em que tal pode não acontecer: se a organização utilizar tecnologias sem fio ou se a organização for uma operadora de telecomunicações.

Rede Pessoal (PAN)

O conceito de rede pessoal “Personal Area Network” está não só relacionado com a sua reduzida dimensão, mas também com o fato de utilizar comunicação sem fios. O alcance limita-se a algumas dezenas de metros. Os débitos são relativamente baixos, na casa de 1 Mbps.



Fig. 15: Exemplo de uma rede PAN

Utilizam tecnologias de comunicação sem fios para interligar computadores, periféricos e equipamentos de voz numa área restrita.



Rede privada virtual (VPN)

As redes privadas virtuais (“Virtual Private Network”) utilizam uma rede pública, por exemplo a “internet” para estabelecer uma ligação de dados entre dois pontos, estes dados têm a particularidade de serem codificados (cifrados) de tal forma que apenas os dois intervenientes os conseguem compreender.

Os dois pontos da ligação passam a funcionar como encaminhadores (“routers”) para as respetivas redes. Esta técnica pode ser usada para interligar redes distantes pertencentes a uma mesma organização, com baixa qualidade, mas com grandes vantagens económicas.

Usam o conceito de túnel e a Internet para transportar tráfego privado. É configurado um túnel entre dois routers, que corresponde a uma ligação virtual entre dois pontos

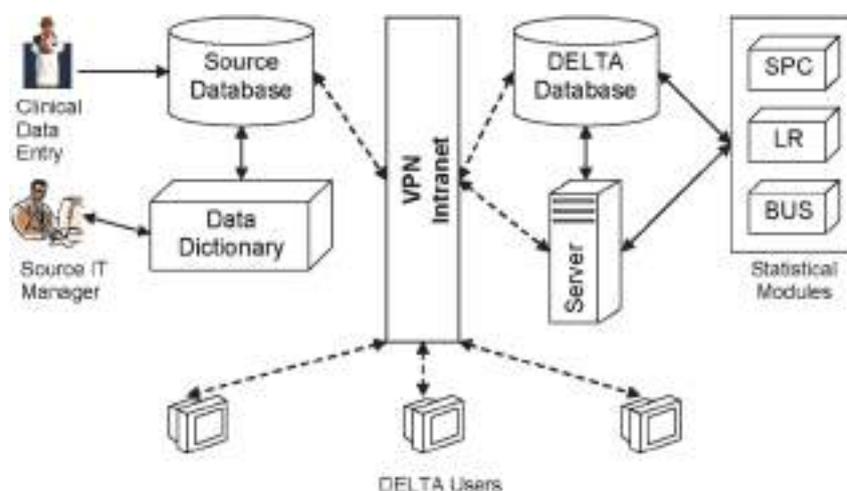


Fig. 16: Exemplo de uma rede VPN

Porquê das VPN's?

- As instituições estão dispersas geograficamente e precisam de comunicar de forma segura
- No início
 - Alugavam linhas telefónicas e construíam uma rede privada.
- Circuitos Virtuais
 - Em alternativa, usam redes públicas Frame Relay ou ATM para estabelecer circuitos virtuais entre os sites.



Tipos de VPN's

Acesso Remoto

- Uma empresa usa um sistema de dialup para permitir que os trabalhadores remotos se liguem e estabeleçam conexões seguras com a rede da empresa.

Site-a-site

- Intranet:
 - Liga duas redes remotas, de forma a formar uma única rede.
- Extranet:
 - Duas empresas diferentes pretendem estabelecer uma ligação privada entre as suas redes.

Razões e Requisitos das VPN's

- Razões para se ter uma VPN:
 - Expandir geograficamente a conectividade de rede;
 - Aumentar a segurança;
 - Reduzir os custos operacionais relativamente à WAN tradicional;
 - Simplificar a topologia da rede;
 - Fornecer conectividade global.
- Requisitos para ter uma VPN:
 - Segurança;
 - Gestão da rede;
 - Políticas de gestão.

Rede de armazenamento (SAN)

As redes de armazenamento (“Storage Area Network”) são usadas para ligações de muito curta distância (dentro de uma sala) entre servidores e dispositivos de armazenamento de massa. São redes de muito alto débito que recorrem a tecnologias distintas, como por exemplo “fiber-channel”, ou mesmo barramentos SCSI.



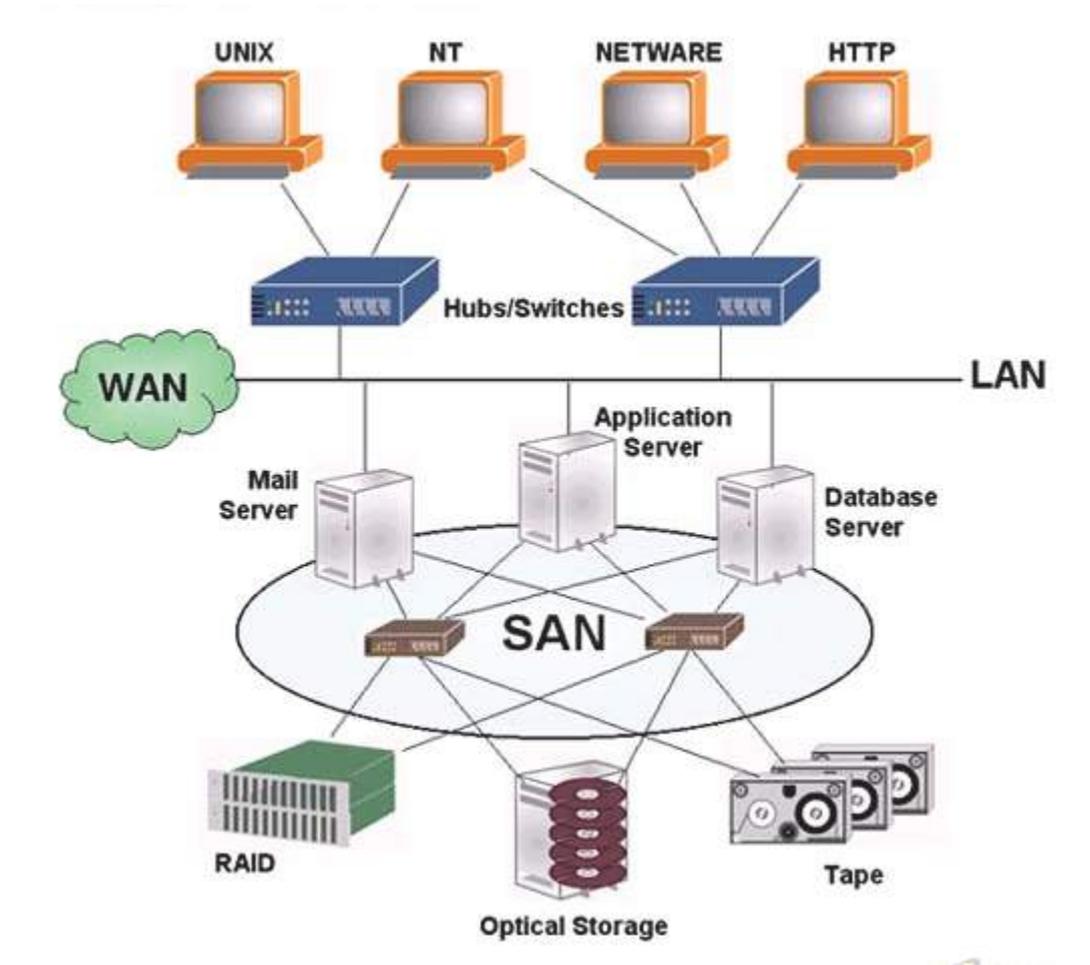


Fig. 17: Exemplo de uma rede SAN

Destinam-se à interligação de grandes computadores e dispositivos de armazenamento de massa. Utilizam normalmente tecnologias de comunicação a muito alto débito.

Capacidade de transferência de informação

Redes de baixo débito: até 10 Mbps.

Redes de médio débito: 10Mbps a 1 Gbps.

Redes de alto débito: acima de 1 Gbps.

Como todas as classificações têm um valor relativo, as medidas em bps que indicam “baixo”, “médio” e “alto débito” irão acompanhar a evolução da “tecnologia corrente”.



Topologia das redes

A topologia de uma rede é devida a vários fatores, desde restrições nas capacidades do equipamento utilizado até às características das tecnologias utilizadas. A organização das redes pode reduzir-se a 3 casos tipo que são a topologia em barramento ou *bus*, topologia em estrela ou *star*, e a topologia em anel ou *ring*.

Barramento (Bus)

Como nos computadores, numa rede o barramento é um caminho de transmissão de sinais, estes são largados e lidos pelos dispositivos cujo endereço foi especificado. No caso de uma rede com esta topologia em vez de sinais temos pacotes de dados, cujo cabeçalho contém o endereço do destinatário. Na figura seguinte pode ser visualizada uma topologia em barramento, que consiste num cabo com dois pontos terminais e com diversos dispositivos ligados ao barramento (cabo).

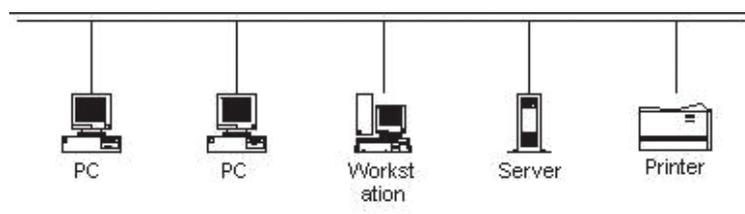


Fig. 18: Topologia em barramento (BUS)

Numa rede em barramento todos os dispositivos estão ligados diretamente à linha por onde circulam os pacotes, pelo que todos os dispositivos da rede vêem os pacotes. Cada dispositivo da rede tem um endereço único, que permite através da análise dos pacotes seleccionar os que lhe são destinados.

Existe uma forma ligeiramente mais complexa desta topologia, e denominada barramento distribuído ou topologia em árvore. No barramento distribuído o barramento começa num ponto denominado raiz e após esse ponto partem vários ramos que têm ligados os dispositivos que compõem a rede. Ao contrário da topologia em barramento simples esta disposição tem mais do que dois pontos terminais. O ponto de onde saem os ramos é obtido por um simples conector, na figura seguinte pode ver-se a topologia de barramento distribuído.



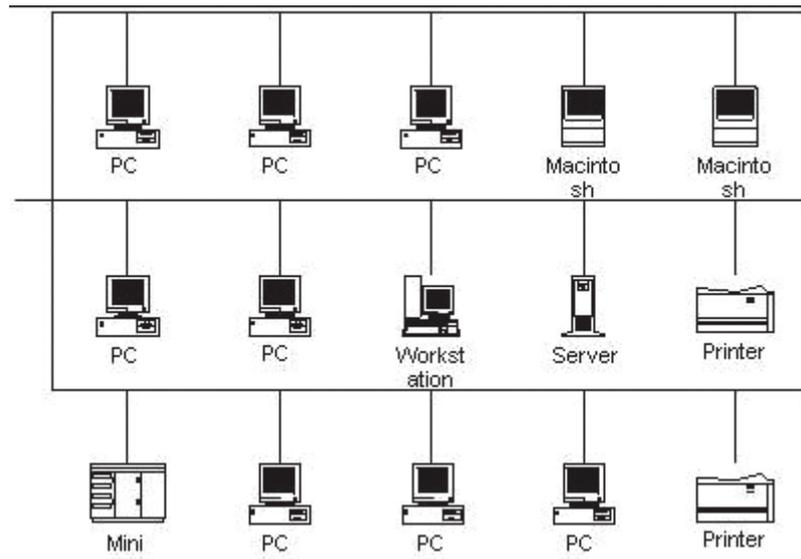


Fig. 19: Exemplo de topologia de barramento distribuído

Estrela (Star)

Como o nome indica esta topologia tem a forma de uma estrela, e consiste em vários cabos que unem cada dispositivo a um ponto central. As redes Ethernet a 10 Mbps (10Base-T) são baseadas numa estrutura em estrela, e onde cada dispositivo da rede está ligado a um hub 10Base-T por um cabo de par trançado (ou RJ45).

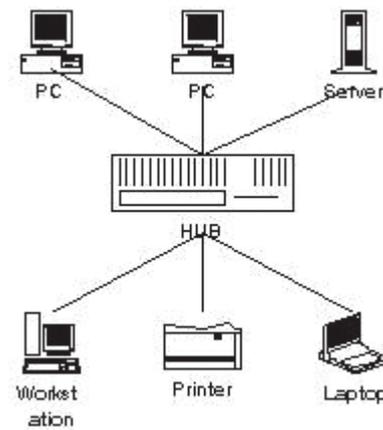


Fig. 20: Exemplo de topologia em Estrela

Para que uma rede tenha topologia em estrela não é necessário ter uma disposição em forma de estrela, é necessário somente cada dispositivo da rede estar ligado por um cabo próprio a um ponto central. A topologia em estrela distribuída é um pouco mais complexa que a topologia em estrela simples, pois neste caso existem múltiplos pontos de ligação centrais, como se pode ver na próxima figura.



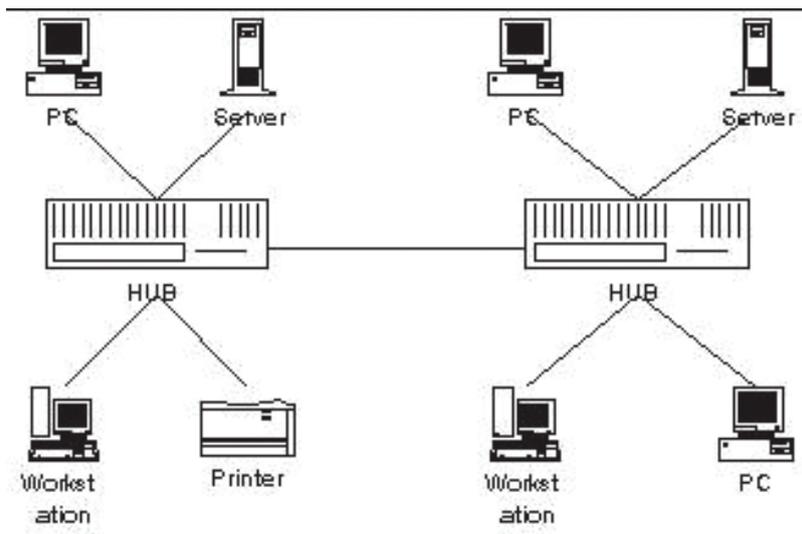


Fig. 21: Exemplo de topologia em Estrela Distribuída

Anel (Ring)

Na topologia em anel cada dispositivo os pacotes circulam por todos os dispositivos da rede, tendo cada um o seu endereço. O fluxo de informação é unidirecional, existindo um dispositivo (*hub*) que intercepta e gere o fluxo de dados que entra e sai do anel. A tecnologia token ring aparece usualmente com esta topologia.

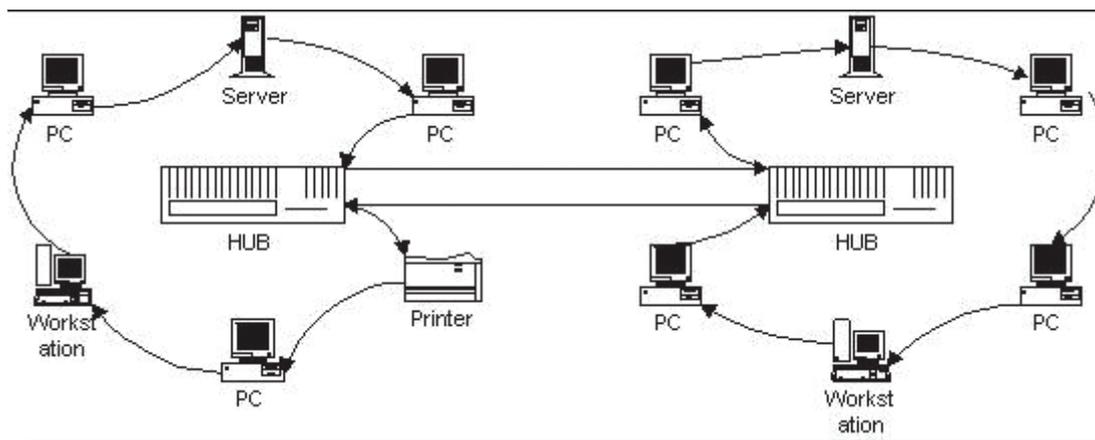


Fig. 22: Exemplo de topologia em Anel

Nas redes em estrela os diversos dispositivos estão ligados a um *hub* central tal como na rede em estrela, mas as ligações físicas entre o *hub* e os diversos dispositivos formam uma rede em anel, como se pode ver na figura acima. Esta topologia física é utilizada nas redes Token-Ring da IBM. Os hubs utilizados neste tipo de rede têm de possuir uma certa



inteligência, para, em caso de corte do anel o hub consiga fazer um novo anel. Nos dias que correm as topologias em estrela e suas derivadas são as preferidas dos instaladores de redes pois são as que mais facilitam a adição de novos dispositivos de rede.

Meios físicos de suporte ao envio de dados

Redes de cobre

Esta designação usa-se para as redes que utilizam fios condutores elétricos para transmitir os dados sob a forma de sinais elétricos. São ainda bastante comuns, mas devido a gerarem perturbações eletromagnéticas e serem muito afetadas por ruídos externos, cedem cada vez mais o lugar a redes de fibra ótica.

Existem vários tipos de cabos de cobre usados para a transmissão de dados, com blindagem (FTP, STP e SSTP) ou sem blindagem (UTP). Por exemplo as redes Ethernet mais antigas usavam cabos coaxiais, posteriormente passaram a poder usar cabos contendo 4 condutores (dois pares) e de 8 condutores (quatro pares).

São apresentados a seguir os diferentes tipos de cabos de cobre.

UTP (Unshielded Twisted Pair)– São os mais comuns em instalações residenciais e comerciais.



FTP (Foiled Twisted Pair) – Possuem somente blindagem externa, que protege contra interferência entre dois ou mais cabos.



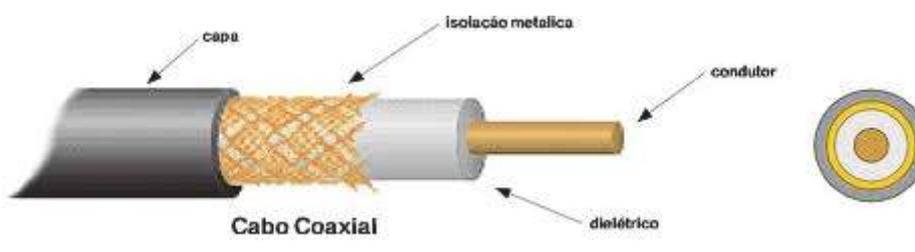
STP (Shielded Twisted Pair) – Possuem blindagem interna individual, que protege contra a interferência entre os pares do cabo.



SSTP (Screened Twisted Pair) – Possuem ambos os tipos de blindagem., que protege contra as interferências externas e internas.



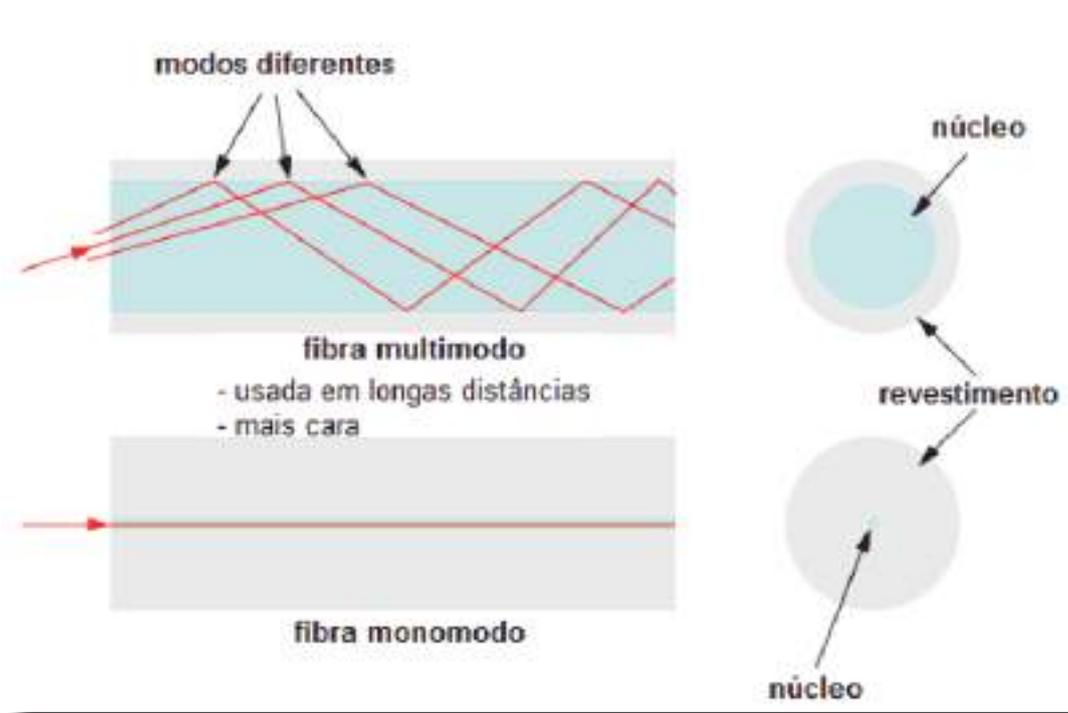
Cabo Coaxial – Possui largura de banda próxima a 1 GHz. Atualmente substituído por Fibra Ótica.

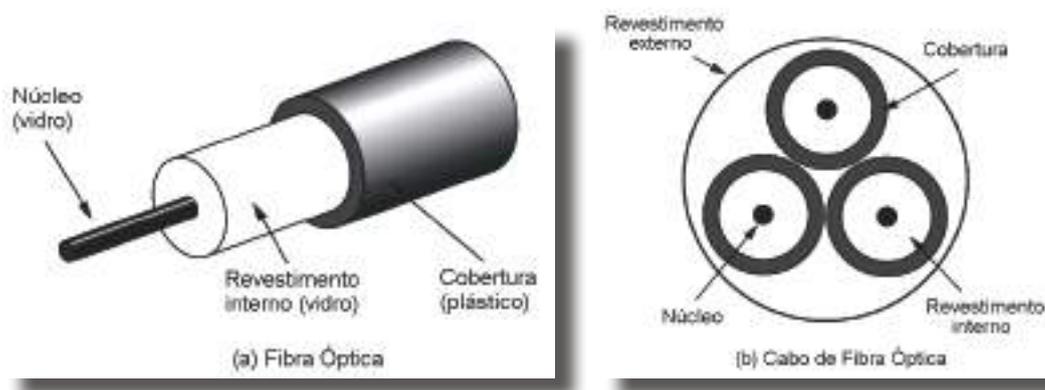


Redes de fibra ótica

Trata-se de redes que utilizam sinais luminosos para transmitir a informação através de fibras condutoras de luz. Comparativamente como as redes de cobre permitem uma capacidade (quantidade de dados por unidade de tempo) largamente superior, atualmente os limites são definidos pelas limitações dos dispositivos emissores e recetores.

A tecnologia mais corrente são as fibras multimodo que produzem um efeito conhecido por “dispersão modal” que limita a sua capacidade. As fibras monomodo são extremamente finas (3 a 10 micrometros, contra os cerca de 50 das fibras multimodo), devido à sua espessura são difíceis de manusear, mas permitem atingir distâncias até 70 Km com capacidades na ordem dos gigabits por segundo, em monomodo é vulgar a utilização de luz laser o que torna o manuseamento ainda mais difícil.





Além das redes que utilizam a luz através de fibras, também se podem usar ligações sem fios com luz, é o caso dos infravermelhos (alcance muito reduzido) e especialmente da luz laser.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
1 - Dimensões Reduzidas;	1 - Custo ainda elevado de compra e manutenção;
2- Capacidade para transportar grandes quantidades de informação (Dezenas de milhares de conversações num par de Fibra);	2 - Fragilidade das fibras óticas sem encapsulamento;
3 - Atenuação muito baixa, que permite grandes espaçamentos entre repetidores, com distância entre repetidores superiores a algumas centenas de quilômetros;	3 - Dificuldade de conexões das fibras óticas;
4 - Imunidade às interferências eletromagnéticas;	4 - Impossibilidade de alimentação remota de repetidores;
5 - Matéria-prima muito abundante.	5 - Falta de padronização dos componentes óticos.

Redes de rádio

Nas redes sem fio (wireless networks) as informações são transmitidas através da propagação eletromagnética, em canais de frequência de radio (na faixa de KHz ate GHz). Devido à sua natureza, a radio difusão é adequada tanto para ligações ponto a ponto quanto para ligações multiponto.



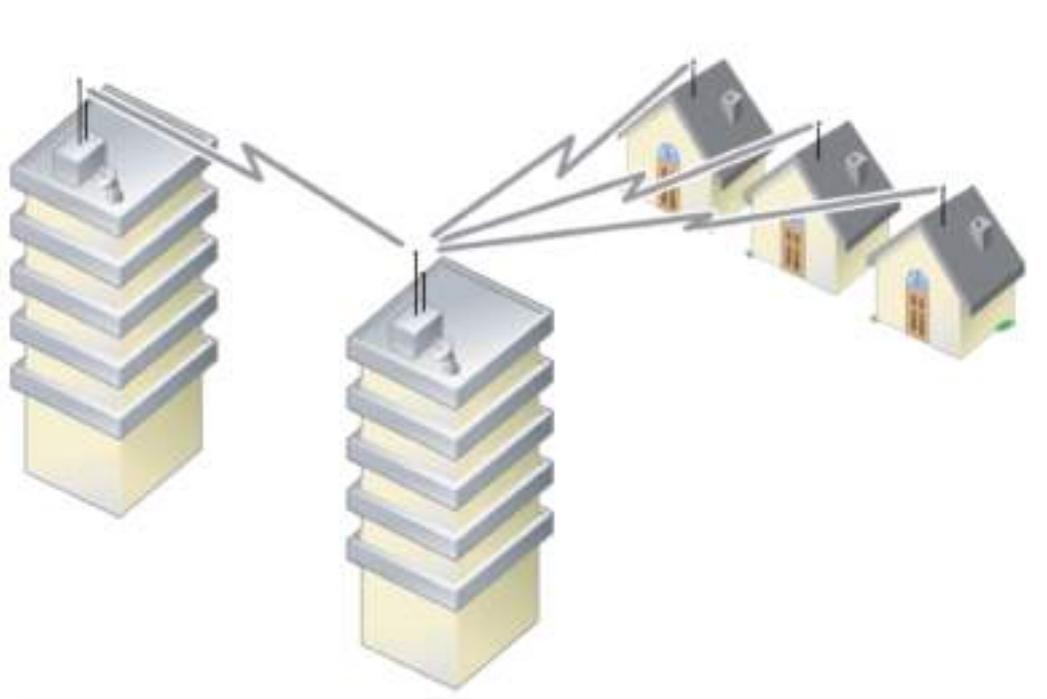


Fig. 23: ligação ponto a ponto e multiponto

Na figura a cima, a primeira situação, reflete uma ligação ponto a ponto em que um prédio é ligado ao outro. A segunda situação, apresenta ligações multiponto, ou seja, temos um prédio a comunicar-se com varias outras residências.

As redes sem fio são uma alternativa viável onde é difícil, ou mesmo impossível instalar cabos metálicos ou de fibra ótica. No entanto, ao utiliza-las, é importante verificar se o ambiente é adequado, ou seja, se a rede não estará sujeita a interferências provenientes de motores, reatores e outras fontes geradoras de campo eletromagnético.

As redes sem fio normalmente utilizam frequências altas nas suas transmissões: 915 MHz, 2.4 GHz, 5.8 GHz, etc. Parte das ondas de radio, nessas frequências, são refletidas quando entram em contato com objetos sólidos, o que implica formação de diferentes caminhos entre transmissor e recetor, principalmente num ambiente fechado. Como consequência acontece um espalhamento do sinal no tempo em que este chega ao recetor, isto é, varias cópias do sinal chegam ao recetor deslocadas no tempo, pois percorrem distâncias diferentes.





Fig. 24: Reflexão das ondas de rádio

O resultado disso é que, no mesmo ambiente, em alguns locais o sinal pode ser muito fraco e em outros, a poucos metros de distância, pode ser perfeitamente nítido. Além desse tipo de problema, as redes sem fio também estão sujeitas às instabilidades causadas por interferência, já citadas anteriormente, e por atenuação.

Redes por satélite

As redes por satélites permitem combinar as ondas de rádio para fazer as transmissões de dados à distâncias mais longas, são conhecidos por repetidores de ondas no espaço. Cada satélite pode ter de seis a doze transponders.

Transponder – cada transponder tem a finalidade de receber um sinal, amplificá-lo e retransmiti-lo de volta a terra;

Cada transponder responde por uma faixa de frequência, chamada de canal e cada canal pode ser compartilhado entre vários clientes;



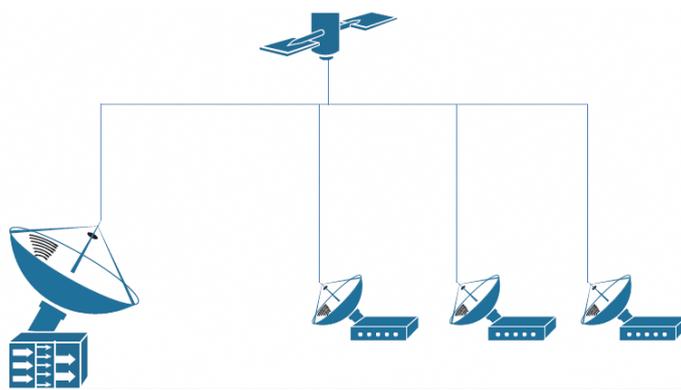


Fig. 25: Comunicação via satélite

Os satélites são classificados quanto ao seu posicionamento.

- *GEO (Geostationary Earth Orbit)*

Satélites que estão em sincronia com a terra. Estão numa órbita tal que a sua velocidade de rotação é igual à da terra.

Permitem uma fácil integração de comunicação entre os continentes e a sua órbita é de aproximadamente 36000 km.

Cada satélite deve ficar separado entre 4 e 8 graus, portanto acima do equador cabem apenas entre 45 a 90 satélites.

- *MEO (Medium Earth Orbit)*

Os satélites em órbita terrestre média estão localizados a uma altura de entre 10.075 e 20.150 quilómetros. Ao contrário de GEO, a sua posição em relação à superfície não é fixa. Ao estar a uma altitude mais baixa, são precisos um maior número de satélites para obter a cobertura mundial, mas a latência é reduzida substancialmente. Atualmente não existem muitos satélites MEO, e são utilizados para o posicionamento.

- *LEO (Low Earth Orbit)*

Satélites de órbita baixa à terra. São satélites que têm órbita apenas a alguns quilómetros da terra. Tipicamente entre 320 e 645 km. Estes satélites movem-se mais rápido que a terra, portanto, não estão fixos em relação a terra. O uso deste tipo de satélites requer sistemas de rastreio sofisticados para manter uma antena sincronizada com os movimentos da mesma.



Noção de Norma e de Normalização

A Normalização é a atividade destinada a estabelecer, face a problemas reais ou potenciais, disposições para utilização comum e repetida, tendo em vista a obtenção do grau ótimo de ordem, num determinado contexto. Consiste, em particular, na elaboração, publicação e promoção do emprego da Normas.

A Normalização procura a definição, a unificação e a simplificação, de forma racional, quer dos produtos acabados, quer dos elementos que se empregam para os produzir, através do estabelecimento de documentos chamados Normas.

Motivação para o uso de Normas

A utilização de Normas nas comunicações de dados é uma necessidade óbvia. Estes são necessários para gerir o uso e interligação de equipamentos tanto a nível físico, como elétrico e mesmo a nível dos processos e procedimentos de manipulação de dados.

Vantagens e Desvantagens das Normas

Vantagens:

- Assegura a existência de um mercado mais alargado para um dado equipamento, permitindo produções em maior escala com conseqüentes reduções de preço.
- Permite que produtos de diferentes construtores possam comunicar entre si.

Desvantagens:

- O seu uso tende a desacelerar a evolução e desenvolvimento de novos produtos.
- Existência de múltiplas normas com o mesmo objetivo.
- Existência de áreas técnicas onde coexistem mais do que uma norma com objetivos sobrepostos e que são incompatíveis.



Organizações de Normalização

ISO – International Organization for Standardization

A ISO é uma agência internacional para o desenvolvimento de normas num alargado conjunto de atividades.

Embora a ISO não seja uma organização governamental, mais de 70% dos seus membros são instituições estatais de diferentes países vocacionados para a criação de normas ou organizações de carácter público.

A ISO fundada em 1956 é responsável por mais de 17000 normas sobre os mais diversos campos.

ISOC – Internet Society

A ISOC é uma sociedade profissional que se preocupa com o crescimento e evolução da Internet, fundada em 1992, dedicada à expansão, desenvolvimento e acessibilidade da Internet.

As suas atividades/competências incluem:

- Desenvolvimento e manutenção de padrões;
- Evolução das tecnologias da Internet;
- Educação e investigação no domínio da Internet;
- Desenvolvimento da infra-estruturas Internet.

IEC – International Electrotechnical Commission

IEC é um organismo internacional de normalização, criado em 1906, em Londres, que prepara e publica normas internacionais no âmbito eléctrico, electrónico e de tecnologias relacionadas.

Atividades das comissões técnicas da IEC:

- Assegurar requisitos para a eficiência do mercado global;
- Melhorar a qualidade dos produtos e serviços de âmbito nas normas;
- Aumentar a eficiência nos processos industriais;
- Contribuir para o melhoramento da saúde e segurança humana;
- Contribuir para o melhoramento das condições ambientais.



IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

Associação profissional que é membro da ANSI. Preocupa-se fundamentalmente com os dois níveis mais baixos do modelo de referência OSI (nível físico e nível de ligação lógica). Sua meta é promover conhecimento no campo da engenharia elétrica, eletrônica e computação. Um dos seus papéis mais importantes é o estabelecimento de padrões para formatos de computadores e dispositivos.

Esquema de funcionamento:



Benefícios das Redes de Dados

As redes de computadores proporcionam diversas vantagens para as pessoas e as empresas: Atualmente as organizações estão geograficamente dispersas, com escritórios e filiais em diversas partes. Computadores em diferentes locais precisam trocar dados e informações com diferentes frequências. Uma rede fornece os meios pelos quais esses dados podem ser trocados, podendo tornar programas e dados disponíveis para os diferentes indivíduos de uma empresa.

As redes de computadores permitem a partilha de recursos. É possível fornecer meios para que a carga de processamento de um determinado computador possa ser partilhada com outros à medida que esta carga leva o computador a sofrer uma sobrecarga de serviços. Suporte para cópias de segurança dos dados (backup), permitindo que falhas na rede possam ser toleradas de modo que quando um determinado computador deixa de atender aos serviços especificados, suas funções (e dados) possam ser alocados a um ou mais computadores em rede;

Possibilidade de prover um ambiente de trabalho flexível. Os empregados de uma empresa podem trabalhar em casa através de terminais e computadores conectados à rede de computadores da empresa.

Acesso a informações remotas de todo tipo, através de bases de dados dedicadas, comunidades científicas, bibliotecas virtuais e softwares instantaneamente ou em tempo real.

Comunicação pessoa a pessoa, através de texto, voz e imagem instantaneamente ou em tempo real.

Diversão interativa utilizando recursos remotos em tempo real.

Assim e resumindo as principais vantagens do trabalho em rede:

Partilha de recursos físicos da rede ou seja hardware: torna-se obviamente mais barato partilhar impressoras, scanners, etc.... Do que comprar uma para cada computador;

Partilha de Software: através de uma rede é possível vários utilizadores acederem a um mesmo programa localizado num dos computadores da rede.

Basta imaginar um supermercado cujas caixas registadoras estão ligadas em rede e com acesso a uma única base de dados, com o seu stock a ser permanentemente atualizado;



Economia de Recursos: um equipamento sem disco rígido de pouco serve, pelo menos aparentemente, pois se integrado numa rede, pode ser utilizado para aceder ao disco rígido do servidor;

Partilha de dados/informação;

Comunicação;

Gestão de Cópias de Segurança;



Servidores

Em informática, um servidor é um sistema de computação que fornece serviços a uma rede de computadores. Esses serviços podem ser de natureza diversa, por exemplo, ficheiros e correio eletrónico. Os computadores que acedem os serviços de um servidor são chamados clientes. As redes que utilizam servidores são do tipo cliente/servidor, utilizadas em redes de médio e grande porte (com muitas máquinas) e em redes onde a questão da segurança desempenha um papel de grande importância. O termo servidor é largamente aplicado a computadores completos, embora um servidor possa equivaler a um software ou a partes de um sistema computacional, ou até mesmo a uma máquina que não seja necessariamente um computador.

A história dos servidores tem, obviamente, a ver com as redes de computadores. Redes permitiam a comunicação entre diversos computadores, e, com o crescimento destas, surgiu a ideia de dedicar alguns computadores para prestar algum serviço à rede, enquanto outros utilizariam estes serviços. Os servidores ficariam responsáveis pela primeira função. Com o crescimento e desenvolvimento das redes, foi crescendo a necessidade das redes terem servidores e minicomputadores, o que acabou por contribuir para a diminuição do uso dos mainframes.

O crescimento das empresas de redes e o crescimento do uso da Internet entre profissionais e utilizadores comuns foi o grande impulso para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias para servidores.

Servidores de Mail

Serve para armazenar e enviar mensagens destinadas aos utilizadores da rede.

Um Servidor de E-mail é utilizado para envio e receção de correio eletrónico. A parte do servidor que se encarrega de enviar as mensagens, é comumente chamada de SMTP, e a que cuida das mensagens recebidas, é conhecida como POP3 ou IMAP. Num Servidor de E-mail, é possível criar utilizadores para qualquer endereço que seja necessário, a não ser que já exista o endereço pretendido. Dependendo da necessidade, pode ser instalado um antivírus para garantir a confiabilidade do conteúdo das mensagens que passam pelo



servidor, e adicionalmente, um filtro de mensagens indesejadas (SPAM) e de conteúdo. Com um Servidor de E-mail, ganhamos tempo e segurança no envio de e-mails.

Servidores de Base de Dados

Servidor que possui e manipula informações contidas numa base de dados, como, por exemplo, uma lista de utilizadores.

Servidores de Ficheiros

É uma máquina que contem ficheiros a serem lidos ou gravados por outras máquinas da rede. Servidores de ficheiros são utilizados quando existe a necessidade de manter um repositório comum de ficheiros, ou seja, armazenar todos os ficheiros trocados entre os computadores em um só local, que possa ser acedido de qualquer computador que possua credenciais necessárias para tal acesso (utilizador e senha, etc).

Servidores de Impressão

O nome já diz tudo. Uma máquina com uma impressora ligada de forma que clientes possam usá-la como ela estivesse ligada localmente.

Um Servidor de Impressão é um componente de um sistema computacional destinado a controlar os comandos e tarefas de impressão enviadas para uma impressora (de rede) por diferentes aplicações ou estações de trabalho que competem entre si pelo recurso. Pode ser um equipamento específico (hardware) ou uma aplicação de programação (software) que usa os recursos disponíveis no exercício dessa função. A principal importância é poder gerar na rede um local centralizado para impressão criando o controlo e definindo prioridade de serviços. E utiliza código binário.

Servidores de FAX

Servidor para transmissão e receção automatizada de fax pela Internet, disponibilizando também a capacidade de enviar, receber e distribuir fax em todas as estações da rede.



Exercícios Propostos

1. Diga o que entende por Largura de Banda.
2. A largura de banda é infinita? Justifique a sua resposta.
3. O que é o Throughput, e quais os fatores que determinam o Troughput?
4. Como é feito o calculo de transferencia de dados?
5. De alguns exemplos de tipos de sinais analogicos.
6. Qual a principal desvantagem de um sinal analógico comparativamente com sinais digitais?
7. Como é garantida a qualidade de serviço (QoS)?
8. Como se classificam as redes relativamente à área geográfica?
9. Dos tipos de redes descritos anteriormente explique uma à sua escolha
10. Desenhe um esquema que represente uma LAN.
11. Que tipos de VPN's Existem?
12. Como se subdivide a capacidade de transferência de informação?
13. Quais as topologias de rede que conhece?
14. Explique como funciona uma topologia em forma de estrela.



15. Os meios físicos de suporte ao envio de dados podem ser de que tipo?
16. As redes de cobre utilizam que tipos de cabos?
17. Explique como funcionam as redes de fibra ótica.
18. Quais são as tecnologias utilizadas pelas redes de fibra ótica?
19. Conhece mais algum tipo de comunicação que utilize a luz como meio de transmissão?
20. Como é constituída um cabo de fibra ótica?
21. Enumere algumas vantagens e desvantagens do uso de fibras óticas.
22. Por que razão são instaladas as redes sem fio, e quais os cuidados a ter em conta aquando da sua instalação?
23. Os satélites podem ser classificados quanto ao seu posicionamento. Podem ser GEO, MEO e LEO. Explique pelo menos um dos tipos de posicionamento.
24. Em que consiste a normalização?
25. Diga pelo menos uma vantagem e desvantagem da utilização de normas.
26. O que significa ISO? E para que serve?
27. Como são conhecidos os computadores que acedem a servidores e de que tipo são as redes que utilizam servidores?
28. Que tipo de servidores conhece? Explique pelo menos um deles.



Bibliografia

Gouveia, José; Magalhães, Alberto, *Curso Técnico de Hardware*. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2003.

Gouveia, José; Magalhães, Alberto, *Hardware Montagem, Atualização, Detecção e Reparação de Avarias em PCs e Periféricos* 4ª ed.. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2004.

Gouveia, José; Magalhães, Alberto. *Hardware para PC's e Redes*. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2004.

Loureiro, Paulo, *TCP / IP em Redes Microsoft – Para Profissionais*. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2004.

Marques, José Alves; Guedes, Paulo, *Tecnologia de Sistemas Distribuídos*. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2004.

Monteiro, Edmundo; Boavista, Fernando, *Engenharia de Redes Informáticas*. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2005.

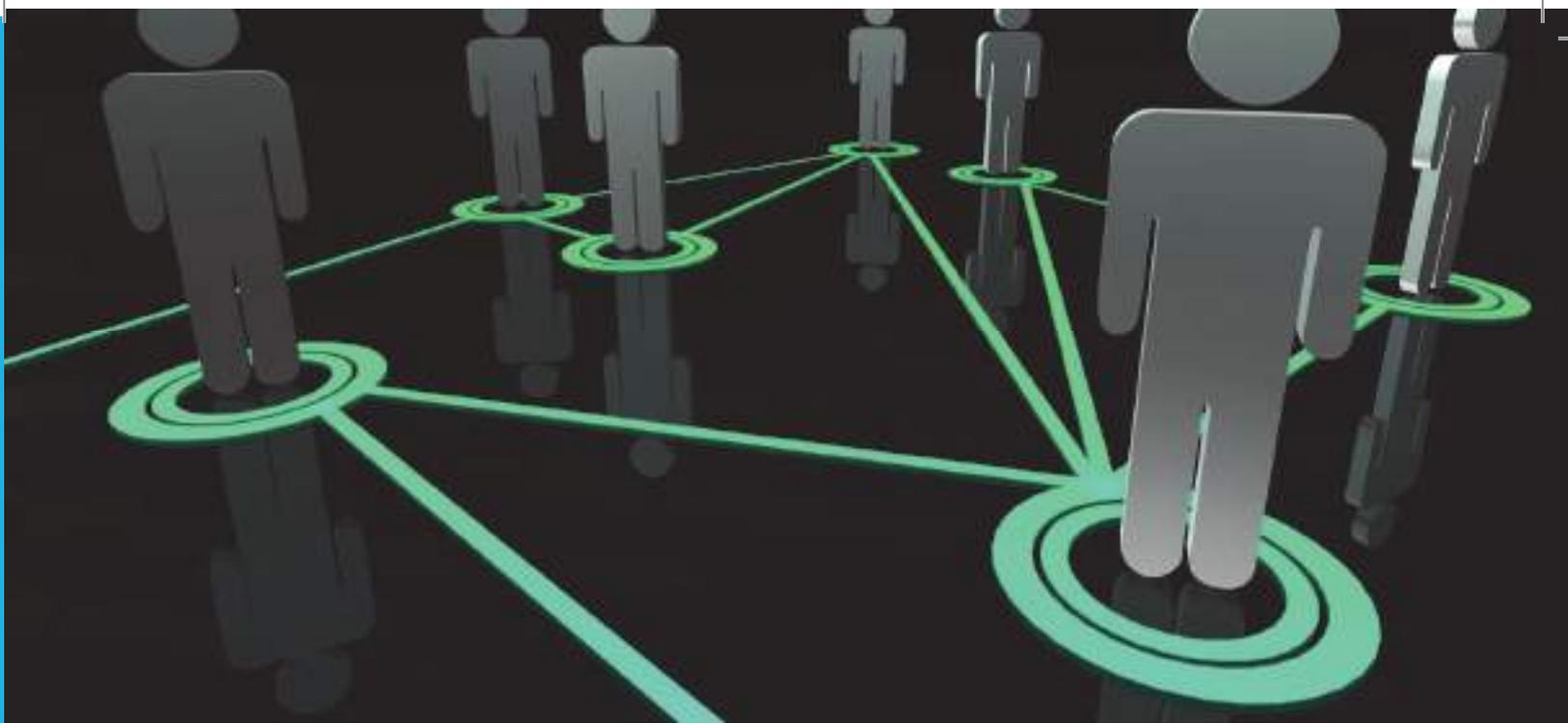
Monteiro, Rui Vasco *et al.*, *Tecnologia dos Equipamentos Informáticos*. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2005.

Nunes, Mário Serafim; Casaca, Augusto Júlio, *Redes Digitais Com Integração de Serviços*. Editorial Presença, 2001.

Rodrigues, Eleri; Magalhães, Maurício F., *Redes de comunicação*. DCA – FEEC UNICAMP, 1996. Rodrigues, Luís Silva, *Arquiteturas dos Sistemas de Informação*. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2003.







Caracterização de Redes e Comunicação de Dados

Módulo 2

Apresentação

No dia-a-dia, os informáticos referem-se às redes através de termos técnicos distintos, que variam consoante o contexto a que se faz uma referência. Como exemplo, poder-se-á dizer que se está perante uma WAN ou uma LAN, caso a intenção seja salientar a distribuição geográfica da rede ou, se a intenção for especificar a arquitetura utilizada, dizer que se trata de uma rede *Ethernet* ou *Token Ring*.

No presente módulo analisaremos os métodos mais comuns de classificação e caracterização de redes de dados, no que diz respeito à sua topologia e arquitetura.

Objetivos de aprendizagem

- Compreender a noção de Modelos ou Arquiteturas de Comunicação;
- Distinguir os conceitos de Modelo Proprietário vs Modelo / Arquitetura Aberta;
- Enunciar como os mais relevantes o Modelo de Referência OSI da ISO e a Arquitetura TCP/IP;
- Compreender a importância do Modelo de referência OSI;
- Visão Geral do modelo de referência OSI;
- Enunciar as camadas do modelo e entender o papel de cada uma;
- Compreender a utilidade do modelo e o seu modo de funcionamento;
- Entender alguns dos principais conceitos subjacentes e aplicáveis à generalidade das arquiteturas;
- Distinguir *Packets* de *Frames* e entender o seu modo de funcionamento;
- Enunciar as principais características da Arquitetura TCP/IP, como sendo a arquitetura protocolar da Internet;
- Entender a Arquitetura Protocolar e entender os diversos níveis desta;
- Distinguir os diversos componentes do TCP/IP;
- Conhecer o surgimento de Arquiteturas proprietárias, sua importância e utilização;
- Entender o conceito de Topologia;
- Distinguir topologia física de topologia lógica;
- Conhecer e enunciar os tipos de topologias existentes;



- Descrever as principais tecnologias de comunicação;
- Classificar as diversas tecnologias de comunicação em termos da área a que se destinam;
- Reconhecer a tecnologia *Ethernet* – nas suas múltiplas variantes – como a tecnologia dominante no mercado;
- Abordar outras tecnologias com alguma importância embora em fase decrescente de utilização;
- Entender as redes locais sem fios como tecnologias de utilização emergente e bastante promissora;
- Conhecer as principais características, dada a sua importância e crescente utilização, de algumas tecnologias de acesso em Redes Metropolitanas;
- Abordar de forma sucinta tecnologias para redes de área alargada;
- Compreender o funcionamento da tecnologia de rede ATM e identificar os serviços que podem ser utilizados com essa tecnologia.

Âmbito de conteúdos

- Conceitos Básicos
 - Arquitetura
 - Arquitetura de Comunicação
 - Modelo proprietário
 - Arquitetura aberta
- Modelo de referência OSI
 - Surgimento do Modelo
 - Importância e objetivos
 - Utilidade do modelo
 - O papel de cada uma das camadas do modelo
 - Funcionamento do modelo
- Conceitos subjacentes
 - Camadas
 - Entidades
 - Serviços



- Protocolos
- Unidades de Dados
- Modos de comunicação
- Qualidade de Serviço
- Packets e Frames
- Topologias
 - Conceito de Topologia
 - Distinguir topologia física e lógica
 - Tipos de topologias
 - Bus
 - Estrela
 - Anel
 - Árvore
 - Malha
 - Mista
- Tecnologias de Comunicação
 - Tecnologias de Redes Locais
 - Utilização e limitações
 - Controlo de acesso ao meio físico
 - Ethernet
 - 10 Mbps
 - 100 Mbps
 - 1 Gbps
 - 10 Gbps
 - Token Ring
 - Token Bus
 - FDDI
 - Redes locais sem fios
 - Utilização, crescimento e potencial
 - Opções tecnológicas
 - Configurações
 - Tecnologias de Redes Metropolitanas



- Tecnologias de acesso
 - Tecnologia DSL
 - Cable Modems
- Noções sobre Tecnologias de Redes Alargadas
 - Rede telefónica
 - X.25
 - Frame Relay
 - Rede Digital de Serviços Integrados
- Noções sobre Tecnologia ATM



Arquiteturas

Um conjunto de camadas e protocolos é conhecido como arquitetura de rede. A especificação de uma arquitetura deve conter informações suficientes para permitir que um implementador desenvolva o programa ou construa o hardware de cada camada, de forma que ela obedeça corretamente ao protocolo adequado. Assim podemos dizer que arquiteturas de comunicação são regras que definem as interações entre equipamentos e/ou módulos de programas necessárias para a complexa gestão da comunicação entre sistemas. No entanto podemos dividir a arquitetura de rede em dois grupos:

Arquiteturas abertas

As regras de comunicação são especificadas no domínio público independentes de um determinado fabricante de hardware ou software. Normalmente são mais complexas pois devem abarcar todas as situações possíveis. São elas:

- OSI.
- TCP/IP.

Arquiteturas proprietárias

As regras da comunicação são especificadas por um dado fabricante. Os clientes ficam sujeitos a esse fabricante. Os fabricantes argumentam que a sua arquitetura é mais segura pois as especificações não são do conhecimento do público e como tal dos piratas informáticos. No entanto, não se sabe se as especificações obedecem a todas as regras de segurança. Segue o exemplo de arquiteturas proprietárias:

- Arquitetura SNA/APPN, DNA, NetWare, Appletalk;
- Arquitetura NetBIOS/NetBEUI;
- XNS da Xerox;
- Lan Manager da 3COM;
- Vines da Banyan;
- Ungermann-Bass.



Conceitos Subjacentes às Arquiteturas

Camadas: Cada camada congrega um conjunto relacionado e coerente de funções, de forma a minimizar as interações com as camadas adjacentes e de forma a poderem ser implementadas por organizações diferentes.

Entidade: Implementa as funções de cada camada. Uma entidade é uma abstração de um ou mais processos num sistema computacional.

Serviços: Conjunto de operações que cada camada oferece à camada imediatamente superior.

Ponto de acesso ao serviço (Service Access Point, SAP): Ponto de interação entre entidades de camadas adjacentes. A entidade da camada superior chama-se utilizador da camada corrente.

Primitivas de serviço: Interações básicas que ocorrem na comunicação entre duas entidades.

Unidades de serviços de dados (Service Data Units, SDU): Nome atribuído aos dados trocados entre entidades de camadas adjacentes.

Definição de serviço de camada: Inclui os parâmetros associados a cada primitiva de serviço, a sequência possível de primitivas num ponto de acesso ao serviço, os serviços elementares que compõem a camada e a qualidade de serviço fornecida pela camada.

Protocolos: Conjunto de regras que governam a comunicação entre entidades de camadas semelhantes de sistemas diferentes.

Unidades protocolares de dados (Protocol Data Units, PDU): Nome atribuído às mensagens trocadas num determinado protocolo (trocadas entre entidades de camadas semelhantes de sistemas diferentes).

Informação de controlo do protocolo (Protocol Control Information, PCI): Informação específica da camada que é adicionada à SDU recebida para formar a PDU a enviar. No sistema emissor, aos dados do utilizador vão sendo adicionada informação de controlo em cada camada da arquitetura, no sistema recetor acontece o oposto, vai sendo retirada a informação de controlo em cada camada de modo a chegar ao destinatário a informação original.

Especificação de protocolo: É composta por regras sintáticas e semânticas das mensagens, pela temporização associada às mensagens e por ações de natureza local.



Comunicação em modo de ligação (connection-mode): Duas entidades de camadas semelhantes comunicam usando uma ligação da camada inferior estabelecida e mantida por SAPs. Existem três fases distintas: estabelecimento da ligação, transferência dos dados e terminação da ligação. Neste modo existe normalmente o controlo de sequência, o controlo de fluxo e a detecção e recuperação de erros.

Comunicação em modo de ausência de ligação (connectionless-mode): Consiste na transferência de SDUs independentes de um SAP para outro. Neste modo toda a informação de endereçamento é transmitida e processada em cada PDU não havendo normalmente qualquer tipo de controlo de sequência e de erros.

Qualidade de serviço (Quality of Service, QoS): A qualidade de serviço é um conjunto de características que uma camada pode oferecer em ambos os modos de comunicação. A especificação da QoS é feita em termos de parâmetros de QoS que nem sempre podem ser negociados.

Alguns exemplos: atraso de estabelecimento de ligações; probabilidade de falha de estabelecimento de ligações; atraso de trânsito; taxa de erros residual; débito; probabilidade de não cumprimento de atraso de trânsito, taxa de erros ou débito; probabilidade de quebra de ligação pelo fornecedor de serviço; atraso de quebra de ligações; probabilidade de falha da quebra de ligações; proteção; prioridade.



Modelo de Referência OSI

Conceito

O modelo OSI (*Open Systems Interconnection*) é um modelo de referência que foi criado para identificar as tarefas fundamentais que devem ser implementadas para a comunicação de dados entre computadores. O RM OSI (*Reference Model for Open Systems Interconnection*) é constituído por sete camadas, bem definidas, e para cada existe pelo menos um protocolo de comunicação. Este modelo foi desenvolvido pela ISO (*International Organization for Standardization*) em 1974 e chamado também de Camadas.

O modelo OSI nunca foi amplamente implementado através de um sistema de protocolos. Todavia, permanece como um modelo de referência para identificar as funções típicas que devem ser desenvolvidas em qualquer sistema de protocolos de rede.

A ISO costuma trabalhar em conjunto com outra organização, a ITU (*International Telecommunications Union*), publicando uma série de especificações de protocolos baseados na arquitetura OSI. Estas séries são conhecidas como 'X ponto', por causa do nome dos protocolos – X.25, X.500, etc.

História

As primeiras empresas que utilizaram os computadores para processamento comercial foram grandes corporações, e o modelo utilizado era totalmente centralizado. No início da década de 60, os primeiros protocolos de comunicação *BSC-1* (*Binary Synchronous Communications*) foram criados para transmissão de informações remotas em batch, e *BSC-3*, desta forma, permitia a integração do utilizador com o sistema através de terminais, ou seja, o processamento *on-line*. Esses avanços tecnológicos proporcionaram um alto grau de conectividade para os sistemas.

Desta época em diante, foram desenvolvidos vários tipos de *mainframes* para disputar o mercado, cada um utilizava uma arquitetura de rede própria e incompatível entre si, como por exemplo, o SNA (*IBM*), o XNS (*Xerox*) e o DECNET (*Digital*).



Os problemas começaram a surgir quando os utilizadores tiveram a necessidade de interligar diferentes sistemas entre si, evidenciando assim as incompatibilidades entre as aplicações, placas de memórias, expansões de terminal, placas controladoras, etc. Os componentes geralmente só funcionavam se pertencessem ao mesmo fabricante do *mainframe*, assim, os utilizadores ficavam “presos” a um único fornecedor. Os sistemas deste tipo são conhecidos como sistemas fechados, pois não existe uma padronização consensual para os protocolos executados, que normalmente são conhecidos somente pelo fabricante.

Assim como pessoas que não falam o mesmo idioma têm dificuldade na comunicação entre si, era difícil para as redes que usavam diferentes especificações e implementações trocarem informações.

Se uma empresa adquirir outra empresa com um tipo diferente de sistema, seria um grande problema. Ambas vão querer comunicar-se entre si, e as incompatibilidades tornar-se-ão difíceis de superar.

No final dos anos 70 apresentava-se um panorama curioso em termos de comunicação de dados em redes de computadores: por um lado, uma perspectiva de crescimento vertiginoso causado pelo investimento e desenvolvimento que estavam a ser feitos, mas por outro lado uma tendência que poderia acarretar numa profunda crise no setor, a heterogeneidade de padrões entre os fabricantes, praticamente impossibilitando a interconexão entre sistemas de fabricantes distintos.

Iniciou-se a pesquisa de sistemas abertos (Figura 1) para resolver os problemas de conexão, integração de aplicações e transparência no acesso às informações. Pois assim o utilizador terá liberdade para a escolha do fabricante do equipamento, base de dados, protocolos utilizados e outros componentes que, obedecendo a certos padrões, garantem a portabilidade das aplicações em diferentes plataformas.

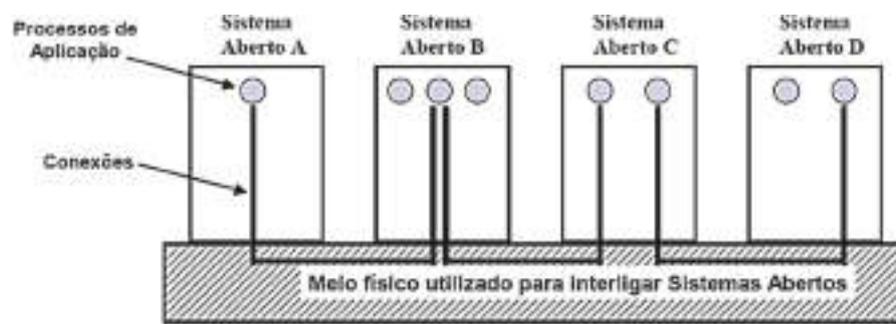


Fig. 1: Interligação de sistemas abertos



Então os fabricantes começaram a perseguir alguns objetivos necessários para a implementação de um sistema aberto. Esses objetivos são:

- Interoperabilidade: capacidade que os sistemas abertos possuem de troca de informações entre eles, mesmo que sejam fornecidos por fabricantes diversos, assim nenhum fabricante levaria vantagem sobre o outro;
- Interconetividade: é a maneira através da qual se podem ligar computadores de fabricantes distintos;
- Portabilidade da aplicação: é a capacidade de um software de rodar em várias plataformas diferentes;
- “Scalability”: capacidade de um software funcionar com uma performance aceitável em computadores de capacidades diversas, desde computadores pessoais até supercomputadores.

Para se atingir estes objetivos, a ISO (*International Organization for Standardization*) ou Organização Internacional de Normatização, passou a ocupar-se em criar um padrão de arquitetura aberta e baseada em camadas. E no início dos anos 80, foi então definido o Modelo de Referência para Interconexão de Sistemas Abertos (*Reference Model for Open Systems Interconnection - RM OSI*). Esse modelo serve de base para qualquer tipo de rede, seja de curta, média ou longa distância.

É igualmente objetivo desta norma a identificação das áreas para desenvolvimento ou melhoria de normas, e modo de proporcionar uma referência comum para manter a consistência entre normas semelhantes. Não é objetivo das normas servir de especificação para implementação ou constituir a base para avaliação da compatibilidade das implementações atuais. Igualmente, não pretende fornecer um detalhe tão fino que determine precisamente os serviços e protocolos da arquitetura de interligação. Além disso, o modelo oferece uma referência concetual e funcional que permite a equipas internacionais o desenvolvimento produtivo e independente de normas para cada nível do modelo OSI.



Características

O modelo OSI é dividido em sete níveis (camadas), sendo que cada uma delas possui uma função distinta no processo de comunicação entre dois sistemas abertos. A Figura 2 abaixo mostra os sete níveis do modelo OSI, que serão analisados a seguir, iniciando pelo nível mais próximo ao meio físico e acabando no nível mais próximo do utilizador. Pode-se ver através da figura que cada nível possui um ou mais protocolos que realizam as funções específicas daquele nível, e esses protocolos são compatíveis entre as máquinas que se estão a comunicar (*host A* e *host B*).



Fig. 2: Camadas do modelo OSI

Entre cada nível existe uma interface. Essa interface permite que dois níveis quaisquer troquem informações. A interface também define quais primitivas, operações e serviços ou nível inferior oferece ao imediatamente superior.

Cada nível é independente entre si e executa somente as suas funções, sem se preocupar com as funções dos outros níveis. Assim, por exemplo, o nível 2 preocupa-se em fazer uma transmissão livre de erros, não importando se o nível físico está a utilizar par trançado, cabo coaxial ou fibra ótica.

As sete camadas podem ser agrupadas em três grupos: Aplicação, Transporte e Rede, como você pode ver na Figura 3.





Fig. 3: Agrupamento do Modelo OSI

Rede: As camadas deste grupo são camadas de baixo nível que lidam com a transmissão e recepção dos dados da rede;

Transporte: Esta camada é responsável por receber os dados da rede e transformá-los num formato compreensível pelo programa. Quando seu computador está transmitindo dados, esta camada “pega” nos dados e divide-os em vários pacotes para serem transmitidos pela rede. Quando o seu computador está a receber estes dados, esta camada “pega” os pacotes recebidos e coloca-os em ordem;

Aplicação: Essas são as camadas mais altas que colocam os dados no formato usado pelo programa.

A seguir serão analisados os sete níveis do modelo OSI, bem como suas funções e exemplos referentes aos protocolos existentes para cada um deles.

Camada 7 – APLICAÇÃO

Este é o nível mais alto da arquitetura OSI, sendo o responsável pela viabilização dos serviços básicos de comunicação de dados. Nessa camada, encontram-se diversos protocolos, cada qual com a função de suprir as aplicações dos ambientes computacionais, com facilidades de comunicação de dados. As denominadas “facilidades básicas de comunicação de dados” são:

- Transferência de ficheiros;
- Correio eletrónico;
- “Login” remoto (emulação de terminal);
- Gestão de redes.



Existem várias outras funções implementadas nessa camada, contudo as funções básicas provêm as aplicações e bases de dados dos ambientes computacionais, facilidades suficientes para as operações de comunicação de dados.

Exemplos de protocolos deste nível são o NFS (*Network File System*), o X.400, o SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), bases de dados distribuídas, telnet, FTP (*File Transfer Protocol*), SNMP (*Simple Network Management Protocol*), CMIP (*Common Management Information Protocol*), X.500 e assim por diante.

Camada 6 – APRESENTAÇÃO

É a responsável pela compatibilização entre formas diferentes de apresentação de dados, gerando ao nível superior, o seu utilizador, uma facilidade de conversão e adequação das diferentes formas sintáticas de apresentação de dados. Basicamente, as tarefas a serem executadas por esta camada são:

- Conversão de dados: conversão dos caracteres e códigos (EBCDIC, ASCII, etc.);
- Formatação de dados: modificação da forma como são ou devem ser apresentados os dados (“layout” de dados);
- Seleção da sintaxe dos dados: viabilizar a adoção de determinada forma comum de troca de dados.

Desta forma, numa mesma sessão de comunicação, podemos ter três tipos diferentes de sintaxe utilizados simultaneamente, ou seja, a sintaxe da camada apresentação da máquina que iniciou a comunicação, a sintaxe da máquina recetora e por fim, a sintaxe comum negociada entre as duas máquinas para viabilizar a comunicação. Essa camada garante a transparência das aplicações quanto a códigos e formatações de dados dos envolvidos na comunicação. Na maioria das arquiteturas, a função dessa camada está implícita na camada aplicação, não existindo então a separação entre os níveis 7 e 6 (exemplo: Telnet – TCP/IP).



Camada 5 – SESSÃO

Essa camada implementa protocolos cuja função é o estabelecimento, manutenção e desconexão dos diálogos mantidos entre os níveis de apresentação das máquinas envolvidas. A ligação entre duas camadas de apresentação é denominada de sessão, onde métodos de controlo da comunicação são estabelecidos de forma ordenada. É nesta camada que implementamos as identificações de cada utilizador, restringindo os acessos a entidades autorizadas. Quando estabelecida a ligação entre as camadas de apresentação, a camada de sessão provê, a esta conexão, todo o controlo de envio e receção de mensagens, assegurando uma comunicação ordenada e segura entre elas. Podemos enunciar os principais serviços prestados pelo nível de sessão, conforme descrito a seguir:

- Estabelecimento de sessão entre duas camadas de apresentação;
- Libertação da sessão entre duas camadas de apresentação;
- Viabilizar a negociação de parâmetros entre as camadas de apresentação;
- Controlo da troca de dados entre as entidades de apresentação;
- Controlo de fluxo simplex, half-duplex ou full duplex, de acordo com as solicitações e negociações efetuadas pelas camadas de apresentação;
- Sincronismo da comunicação;
- Facilidade para envio de informação urgente, com prioridade sobre as demais sequências de dados.

Um exemplo de protocolo que se enquadra neste nível é o RPC (*Remote Procedure Call*).

Camada 4 – TRANSPORTE

Esse nível é responsável pela criação de uma interface transparente, entre dos níveis superiores e os níveis denominados inferiores, disponibilizando os serviços destes de forma ordenada. A camada 4 implementa a “multiplexação” de várias entidades da camada apresentação, para uso dos serviços da camada rede. Os protocolos de nível 4 podem ser do tipo “*connectionless*” (sem conexão) ou com conexão “*end-to-end*” (fim a fim). Quando o protocolo de nível 4 tem ligação fim a fim, ele implementa a deteção e



correção de erros, confirmações e sequenciamento de unidade de dados. A complexidade do protocolo de nível transporte depende da necessidade do nível de apresentação e das limitações do nível da rede.

Como exemplos de protocolos de nível de transporte da família TCP/IP temos o TCP (*Transfer Control Protocol*), orientado à conexão e mais confiável, e o UDP (*User Datagram Protocol*), orientado a datagrama e menos confiável. O protocolo especificado pela ISO nesse nível é o TP4.

Camada 3 – REDE

Este nível tem a função básica de encaminhar uma unidade de dados a uma determinada rede de destino e é dividido em dois protocolos distintos:

Protocolo de nível Rede: esse protocolo implementa a criação de canalizações virtuais, quando adota técnicas de comutação com comunicação “*end-to-end*”, sequenciamento e numeração das unidades de dados, confirmações dos segmentos, endereçamento e etc. As implementações, capacidades funcionais, performance, eficiência e aplicabilidade dos protocolos (de nível rede) dependem da técnica de comutação adotada (circuitos, mensagens, pacotes ou células). O endereçamento neste nível menciona a máquina (endereço do host) e sua localização (endereço da rede onde a máquina está alocada).

Exemplos destes protocolos:

- X-25 (comutação por pacotes);
- IP (comutação por mensagens);
- Frame Relay (FR – comutação por pacotes, entretanto é considerado de nível ligação de dados);
- ATM (comutação por células, entretanto também é considerado de nível ligação de dados);
- Protocolo de Encaminhamento: o protocolo de rede menciona o endereço do host e da rede (ou sub-rede) onde ele está ligado, mas o conhecimento dos “caminhos”, divulgação destes e manutenção das tabelas de encaminhamento, para que alcancemos a rede destino, são funções do protocolo de encaminhamento. Como exemplos de protocolos de encaminhamento, podemos citar os seguintes: IS-IS, ES-IS, EGP, BGP, RIP I, RIP II, OSPF e HELLO.



Camada 2 – LIGAÇÃO DE DADOS

Este nível tem diferenças fundamentais, quando abordamos protocolos de WAN, de MAN ou de LAN. Quanto às suas funções, o nível de ligação e dados deve prover mecanismos de endereçamento das máquinas envolvidas na comunicação, implementar fluxo de dados half ou full duplex, validar os dados transmitidos, inserir métodos de confirmação de erros (CRC, FCS e etc.), estabelecer uma comunicação síncrona ou assíncrona entre os envolvidos, operar de forma ponto, multiponto ou em rede local e solicitar os serviços do nível físico, por meio da sinalização elétrica das suas interfaces. Devido à procura do mercado de redes locais, um órgão dos EUA, o IEEE (*Instituto de Engenharia Elétrica e Eletrônica*), iniciou a atividade de padronização de protocolos de nível ligação e dados para redes locais. Pelo mesmo motivo, alguns fabricantes já disponibilizavam sistemas de redes locais com os seus respetivos protocolos de ligação e dados, o que forçou o IEEE a padronizar, não apenas 1 protocolo, mas sim 3 protocolos de nível ligação e dados (mais 1 de interface padrão entre o ligação e dados e o nível de rede, o 802.2 ou “LLC”). As tecnologias criadas pelos fabricantes são descritas a seguir:

- IBM: criou um protocolo denominado Token Ring, baseado numa técnica Token Passing;
- DEC/XEROX/INTEL: criaram juntas um protocolo Ethernet;
- HP e diversos fabricantes: criaram um protocolo denominado Token Bus, baseado também na técnica Token Passing.

O grupo de trabalho, designado pelo IEEE, para efetuar estas padronizações, foi denominado “Grupo 802”, e as normas carregam esse número de identificação, conforme descrito a seguir:

- Ethernet: 802.3
- Fast Ethernet: 802.3II ou 802.3u
- Gigabit Ethernet 802.3III
- 10Gigabit Ethernet: 802.3IV
- Token Bus: 802.4
- Token Ring: 802.5



Para que os protocolos de nível superior ao ligação e dados (rede) não tivessem problemas com a forma de comunicar-se com diferentes níveis de ligação e dados, este nível foi dividido em duas partes, em que a primeira corresponde às especificações dos protocolos de ligação e dados (802.3, 802.4 e 802.5) mais as especificações do nível físico, e a segunda parte é uma interface comum para todos os protocolos de ligação e dados e o nível rede (802.2).

Camada 1 – FÍSICA

A camada física é a única camada que possui acesso físico ao meio de transmissão da rede devendo, portanto, preocupar-se com fatores como as especificações elétricas, mecânicas, funcionais e processuais da interface física entre o equipamento e o meio de transmissão, ou seja, a camada física tem como função básica a adaptação do sinal ao meio de transmissão.

- Mecânicas: propriedades físicas da interface com o meio físico de transmissão, incluindo, por exemplo, o tipo de conector utilizado;
- Elétricas: relacionam-se com a representação de um bit em termos de, por exemplo, nível de tensão utilizado e taxa de transmissão de bits;
- Funcionais: definem as funções a serem implementadas por esta interface;
- Processuais: especificam a sequência de eventos trocados durante a transmissão de uma série de bits através do meio de transmissão.

A camada física possui as seguintes funções:

- Estabelecimento/encerramento de ligações: ativa e desativa ligações físicas mediante a solicitação de entidades da camada de ligação e dados;
- Transferência de dados: a unidade de transmissão utilizada é o bit. O nível físico tem como função transmitir os bits na mesma ordem em que chegam da camada de ligação e dados (no sistema de origem) e entregá-los à camada de ligação e dados na mesma ordem que chegaram (no sistema de destino);
- Gestão das ligações: gerência da qualidade de serviço das ligações físicas estabelecidas. Deve monitorar taxa de erros, disponibilidade de serviço, taxa de transmissão, atraso de trânsito etc.



Os padrões de nível físico utilizados são, por exemplo, X.21, X.21 bis, V.24, V.28, RS-232 I.430, I.431 etc.

Vantagens

A utilização de um ambiente de sistema aberto oferece-nos algumas vantagens, como:

- Liberdade de escolha entre soluções de diversos fabricantes;
- Acesso mais rápido a novas tecnologias e a preços mais acessíveis, já que é mais barato e rápido fabricar produtos baseados numa plataforma padrão;
- Redução de investimentos em novas máquinas, já que os sistemas e os softwares de aplicação são portáteis para os vários tipos de máquinas existentes;
- Maior flexibilidade e simplicidade de implementação;
- Cada camada é isolada, logo pode ser trabalhada independentemente das camadas superior e inferior e podem ser feitas mudanças nos padrões de uma camada sem afetar as demais.

O modelo é complementado com padrões que especificam o protocolo e o serviço de cada camada.

Desvantagens

Além das vantagens, podemos observar algumas desvantagens:

Quando as empresas começaram a reconhecer a necessidade de interoperabilidade entre as redes, somente o rival TCP/IP estava disponível e pronto para seguir, por isso o Modelo OSI não floresceu, decepcionando desta forma os projetistas deste modelo, porque consideravam que o Modelo OSI iria dominar as comunicações de computador; Muitas camadas tornam o processo lento e burocrático, passando por várias camadas para por fim ser transmitido.



Funcionamento

A estrutura em camadas define, de forma não-ambígua de cada uma delas, em que os protocolos de comunicação de cada camada são os responsáveis pela execução das funções. Um dos princípios básicos dessa estrutura em camadas é a hierarquia de utilização de serviços, no qual o protocolo de uma camada N utiliza os serviços do protocolo da camada inferior (N – 1), e é prestador de serviços para a camada superior (N + 1).

Sendo assim os protocolos da camada 7 (Aplicação) não prestam serviços a nenhum outro protocolo e sim diretamente às aplicações, via sistema operacional; por outro lado, a camada 1 (Física) não utiliza serviços de nenhuma outra camada, por ser o último nível da estrutura, utilizando diretamente os meios de transmissão. Veja a Figura 4.

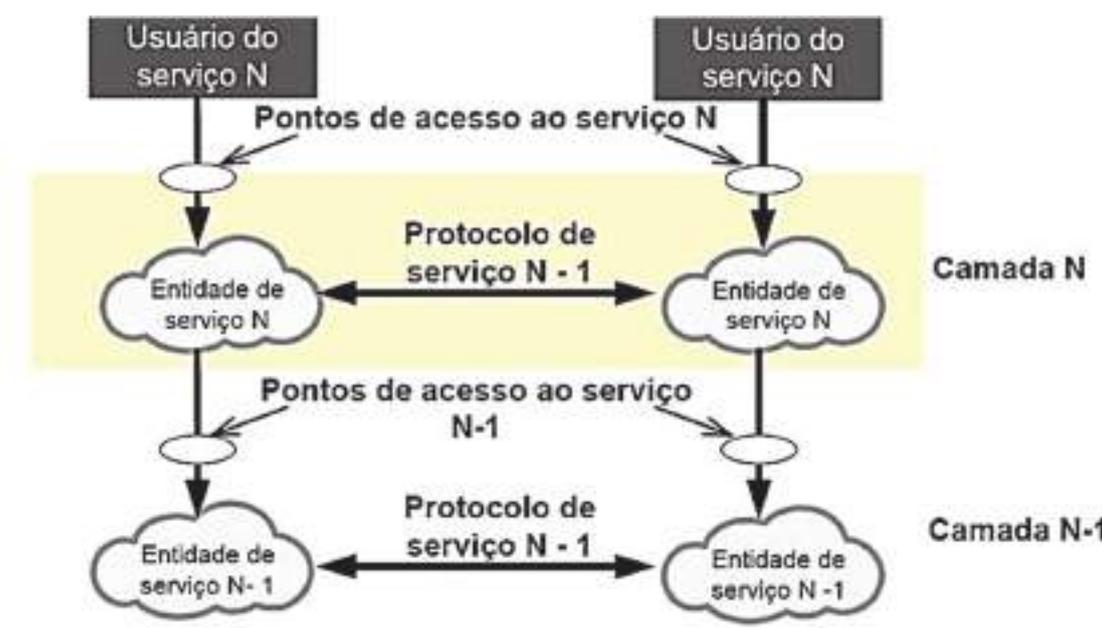


Fig. 4: Princípio de funcionamento do modelo OSI

A ligação física, entre as máquinas envolvidas na comunicação, é efetuada por meio de um único nível, o protocolo da camada Física. Por outro lado, todas as demais camadas efetuam uma comunicação lógica com suas similares, pertinentes à máquina com a qual estão ligadas. A comunicação lógica dá-se por intermédio da implantação de cabeçalhos, (*headers*), que são controlos de procedimento da comunicação. Com este conceito, verificamos que ocorre uma “envelopagem” e a respetiva tarefa inversa no recetor, onde



a informação é interpretada de acordo com os comandos inseridos nos cabeçalhos de cada camada, por seus respectivos protocolos. Alguns protocolos também implementam comandos de finalização (“Trailer”).

Verificamos que o protocolo X da camada N (Figura 5) que trabalha na máquina A comunica-se, logicamente, com o protocolo X da camada N que trabalha na máquina B, utilizando, ambos, os serviços do protocolo Y da camada N – 1 e prestando serviços à camada N + 1. Constatamos, então, que além da comunicação entre protocolos do mesmo nível que rodam em diferentes máquinas, existe uma comunicação entre as camadas prestadoras e usuárias de serviços.

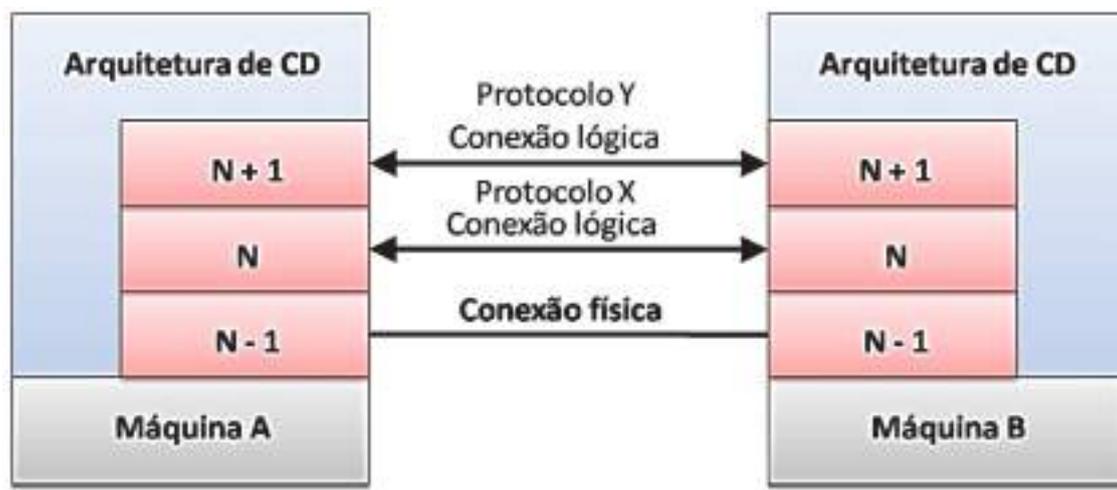


Fig. 5: Exemplo de Funcionamento do modelo OSI

Como verificamos na Figura 5, a camada N + 1 solicita à camada inferior, N um determinado serviço (exemplo: uma ligação com a máquina B), e esta (N) solicita também à camada N – 1 os seus serviços. Fica claro então, a necessidade de uma comunicação ordenada entre as camadas que fazem fronteiras (superior e inferior). Esta comunicação entre camadas adjacentes é função também dos respetivos protocolos. As camadas “pares” executam atividades similares em máquinas diferentes, sendo estas atividades comandadas por um software denominado protocolo de comunicação, o qual é idêntico em ambas as máquinas. Para que os protocolos se “entendam”, é necessário uma troca de controlos entre si, os quais são acondicionados no início das mensagens e nomeados cabeçalhos (*header*). Esses controlos são similares a uma conversa por telefone. Quando uma mensagem é recebida pela camada mais alta, esta efetua o tratamento necessário



mensagem, inserindo seu *header* e a enviando, com suas respectivas “recomendações” ao nível inferior, o qual também processa a mensagem, insere seus controlos (*header*) e a envia ao seu prestador de serviços (nível inferior). Este processo repete-se até a mensagem chegar ao último nível (físico), quando então é enviada ao destinatário por meio de determinado meio de transmissão, e quando chegar ao seu destino, ela é processada por cada nível, que retira o seu *header* (após processá-lo), o qual efetua a mesma operação. Este processo ocorre em cada camada, até que a mensagem chegue ao nível mais alto da arquitetura (aplicação). A estrutura é exemplificada na Figura 6. (Observação: “*header*” está sendo interpretado como “dados”)



Fig. 6: Troca de dados entre camadas



Topologias de Rede

A topologia de uma rede descreve o modo como todos os dispositivos estão ligados entre si, bem como se processa a troca de informação entre eles, ou seja, descreve um layout (o arranjo ou o rearranjo dos vários equipamentos até se obter a disposição desejada) de uma rede de computadores.

Existem vários tipos de topologias. Consoante a necessidade de o utilizador ou utilizadores de uma empresa, ou até mesmo em casa, há inúmeras formas de dispor uma rede. Havendo a necessidade de reduzir os custos, aumentar a velocidade e quantidade do tráfego de informação ou reduzir nos recursos utilizados (cablagem, equipamentos, máquinas), aplica-se a topologia de acordo com essas necessidades, garantindo a redução de custos e aumento da eficiência do sistema através da combinação de recursos outrora dispersos.

Em suma, a escolha da topologia mais adequada a um determinado sistema é feita através da análise dos seus objetivos e necessidades.

Por vezes, até são utilizadas várias topologias para se conseguir a melhor eficiência ao melhor preço.

As topologias podem ser descritas física e logicamente. A topologia física é a verdadeira aparência ou o tal layout e a topologia lógica descreve o fluxo de dados através da rede.

Topologia Física

Existem então vários tipos de topologias físicas, de entre as principais são:

- *Topologia em bus* (barramento) tem um meio de transmissão comum aonde estão ligados múltiplos dispositivos. Esta característica obriga a existência de um protocolo que determina a utilização do meio de transmissão por todos os dispositivos existentes na rede.
- *Topologia em estrela* não é mais do que um dispositivo central que interliga todos os dispositivos da rede com ligações ponto-a-ponto ou multiponto.
- *Topologia em anel* consiste em ligações ponto-a-ponto entre pares de dispositivos que, no seu conjunto, formam um ciclo fechado.

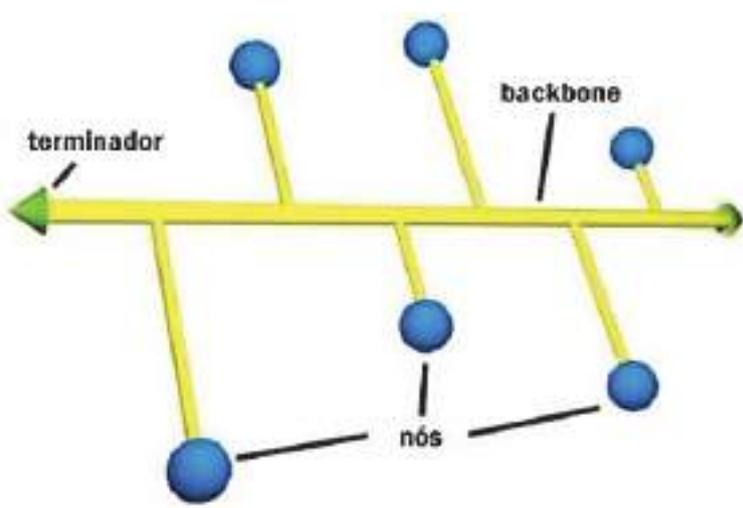


- Topologia em malha é uma rede de computadores que se interligam-se entre si, ponto a ponto, onde existem diversos caminhos para se chegar ao destino criando uma malha de caminhos possíveis.
- Topologia em árvore, e tal como o nome indica é estruturada em níveis (o nível superior é chamado de root - raiz). Ela combina muitas características da topologia em bus, em estrela, etc, quer seja com ligações ponto-a-ponto ou multiponto.
- Topologia Mista, é bem complexa e muito utilizada em grandes redes. Nela podemos encontrar uma mistura de topologias, tais como as de anel, estrela, bus, entre outras, que possuem como características as ligações ponto a ponto e multiponto.

Note-se que, as topologias mais frequentes são Topologia em Anel, Topologia em Estrela e Topologia Bus.

Topologia em Bus

Neste tipo de topologia cada nó é ligado em “série” (um nó é conectado atrás do outro) num mesmo backbone (um cabo contínuo), de forma semelhante às luzinhas de natal. As informações enviadas por um nó trafegam pelo backbone



até chegarem ao nó de destino. Cada extremidade de uma rede de barramento deve ser terminada por um “terminador” para evitar que o sinal enviado por um nó através da rede volte quando chegar ao fim do cabo. Ou seja, todos os computadores são ligados em um mesmo barramento físico de dados. Apesar de os dados não passarem por dentro de cada um dos nós, apenas uma máquina pode “escrever” no barramento num



dado momento. Todas as outras “escutam” e recolhem para si os dados destinados a elas. Quando um computador estiver a transmitir um sinal, toda a rede fica ocupada e se outro computador tentar enviar outro sinal ao mesmo tempo, ocorre uma colisão e é preciso reiniciar a transmissão.

Essa topologia utiliza cabos coaxiais. Para cada barramento existe um único cabo (backbone), que vai de uma ponta a outra. O cabo é seccionado em cada local onde um computador será inserido na rede. Com o seccionamento do cabo formam-se duas pontas e cada uma delas recebe um conector BNC. No computador é colocado um “T” conectado à placa que junta as duas pontas. Embora ainda existam algumas instalações de rede que utilizam esse modelo, é uma tecnologia obsoleta.

Embora esta topologia descrita fisicamente ter caído em desuso, logicamente ela é amplamente usada. Redes ethernet utilizam este tipo lógico de topologia.

Vantagens

- A facilidade de instalação;
- É relativamente económica;
- Usa menos cabo que as outras topologias.

Desvantagens

- A dificuldade de mudar ou mover nós;
- Praticamente não tem tolerância a falhas, caso falhe um dos nós toda a rede vai a baixo;
- Dificuldade de diagnosticar falhas ou erros.

Tipologia em Estrela

Neste tipo de rede, todos os utilizadores comunicam com um nó central, que tem o controle supervisor do sistema, chamado “host”. Através do host os utilizadores podem-se comunicar entre si e com processadores remotos ou terminais. No segundo caso, o host funciona como um comutador de mensagens para passar os dados entre eles.



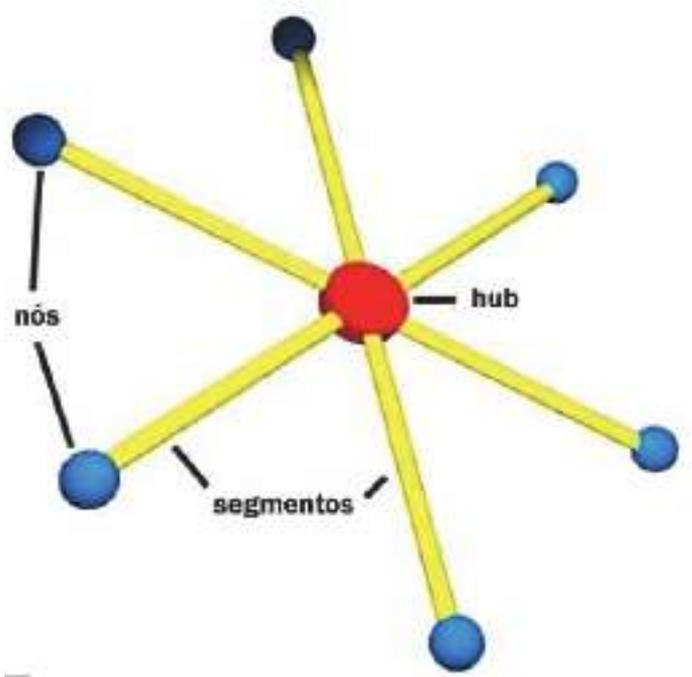
O arranjo em estrela é a melhor escolha se o padrão de comunicação da rede for de um conjunto de estações secundárias que se comunicam com o nó central. As situações onde isto acontece mais são aquelas em que o nó central está restrito às funções de gerente das comunicações e a operações de diagnósticos.

A gestão das comunicações por este nó central pode ser por comutação de pacotes ou de circuitos.

O nó central pode realizar outras funções além das de comutação e processamento normal. Por exemplo, pode compatibilizar a velocidade de comunicação entre o transmissor e o recetor. Se o protocolo dos dispositivos emissor e recetor utilizarem diferentes protocolos, o nó central pode atuar como um conversor, permitindo duas redes de fabricantes diferentes se comunicar.

No caso de ocorrer falha em uma estação ou no elo de ligação com o nó central, apenas esta estação fica fora de operação. Entretanto, se uma falha ocorrer no nó central, todo o sistema pode ficar fora do ar. A solução deste problema seria a redundância, mas isto acarreta um aumento considerável dos custos.

A expansão de uma rede deste tipo de rede só pode ser feita até um certo limite, imposto pelo nó



central: em termos de capacidade de chaveamento, número de circuitos concorrentes que podem ser gerenciados e números de nós que podem ser servidos.

O desempenho obtido numa rede em estrela depende da quantidade de tempo requerido pelo nó central para processar e encaminhar mensagens, e da carga de tráfego de conexão, ou seja, é limitado pela capacidade de processamento do nó central.

Esta configuração facilita o controlo da rede e a maioria dos sistemas de computação com funções de comunicação possuem um software que implementa esta configuração.



Em conclusão, topologia em estrela não é mais do que um dispositivo central que interliga todos os dispositivos da rede com ligações ponto-a-ponto ou multiponto. O aumento do número de dispositivos na rede em estrela é ilimitado, bem como o tamanho do meio físico de transmissão, o que torna fácil a expansão da rede.

Ao contrário da topologia em bus, o protocolo de acesso à rede é relativamente simples, pois o dispositivo central é que dirige e gere o tráfego da rede. Esta topologia tem como principal desvantagem a pouca fiabilidade da rede, pois basta falhar o dispositivo central para que toda a rede pare por completo.

Por outro lado, a troca de grandes quantidades de informação podem sobrecarregar o dispositivo central, congestionando o fluxo de informação na rede.

Vantagens

- Facilidade de modificação do sistema, já que todos os cabos convergem para um só ponto.
- Um dispositivo por derivação, se esta falhar só esse dispositivo é afetado.
- Fácil deteção e isolamento de falhas, dado que o nó central está diretamente ligado a todos os outros.
- Simplicidade no protocolo de comunicações. Resume-se a selecionar qual o nó periférico que em cada momento está ligado ao nó central.

Desvantagens

- Maior comprimento de cabo para efetuar ligações. A distância máxima sem amplificação é de apenas 100 m.
- Dependência do nó central, se este falha, a rede fica inoperacional.
- O número de portas de um concentrador é limitado e quando for atingido o limite de portas disponíveis é necessário adquirir outro e interligá-lo com o existente.
- Em comparação com a topologia em barramento, os seus
- Custos são mais elevados.



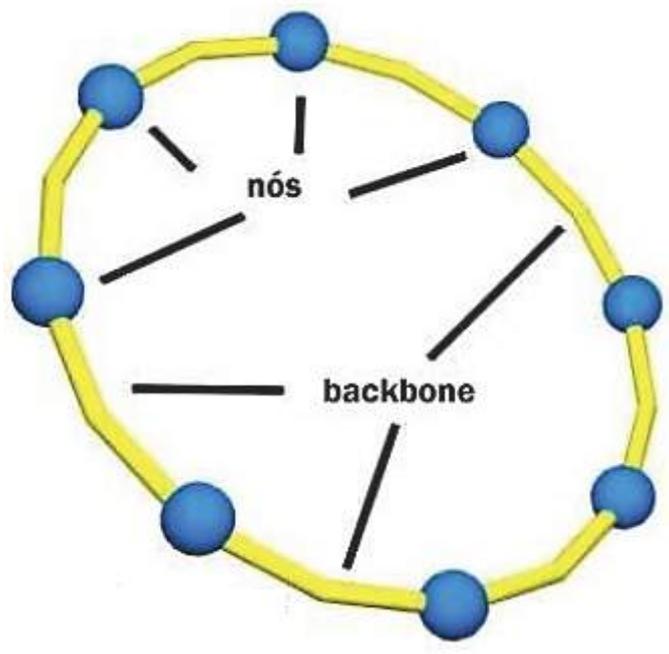
Topologia em Anel

Uma rede em anel consiste em estações conectadas através de um caminho fechado. Nesta configuração, muitas das estações remotas conectadas ao anel não se comunicam diretamente com o computador central.

Redes em anel são capazes de transmitir e receber dados em qualquer direção, mas as configurações mais usuais são unidirecionais, de forma a tornar menos sofisticado os protocolos de comunicação que asseguram a entrega da mensagem corretamente e em sequência ao destino.

Quando uma mensagem é enviada por um nó, ela entra no anel e circula até ser retirada pelo nó destino, ou então até voltar ao nó fonte, dependendo do protocolo empregado. O último procedimento é mais desejável porque permite o envio simultâneo de um pacote para múltiplas estações. Outra vantagem é a de permitir a determinadas estações receber pacotes enviados por qualquer outra estação da rede, independentemente de qual seja o nó destino.

Os maiores problemas desta topologia são relativos a sua pouca tolerância a falhas. Qualquer que seja o controle de acesso empregado, ele pode ser perdido por problemas de falha e pode ser difícil determinar com certeza se este controle foi perdido ou decidir qual nó deve recriá-lo. Erros de transmissão e processamento podem fazer com que uma mensagem continue



eternamente a circular no anel. A utilização de uma estação monitora pode contornar estes problemas. Outras funções desta estação seriam: iniciar o anel, enviar pacotes de teste e diagnóstico e outras tarefas de manutenção. A estação monitora pode ser dedicada ou uma outra que assuma em determinado tempo essas funções.

Esta configuração requer que cada nó seja capaz de remover seletivamente mensagens



da rede ou passá-las adiante para o próximo nó. Nas redes unidirecionais, se uma linha entre dois nós cair, todo o sistema sai do ar até que o problema seja resolvido. Se a rede for bidirecional, nenhum ficará inacessível, já que poderá ser atingido pelo outro lado.

Numa rede em anel, cada nó tem sua vez para enviar e receber informações através de um token (ficha). O token, junto com quaisquer informações, é enviado do primeiro para o segundo nó, que extrai as informações endereçadas a ele e adiciona quaisquer informações que deseja enviar. Depois, o segundo nó passa o token e as informações para o terceiro nó e assim por diante, até chegar novamente ao primeiro nó. Somente o nó com o token pode enviar informações. Todos os outros nós devem esperar o token chegar.

Vantagens

- Pequeno comprimento de cabo.
- Não são necessários armários de distribuição de cabos dado que as ligações são efetuadas em cada um dos nós.
- O desenho das cablagens é bastante simples.

Desvantagens

- A falha de um nó provoca a falha da rede.
- Dificuldade de localização de falhas (a falha de um nó provoca a falha de todos os outros).
- Dificuldade em reconfigurar a rede (instalação de vários nós em locais diferentes).

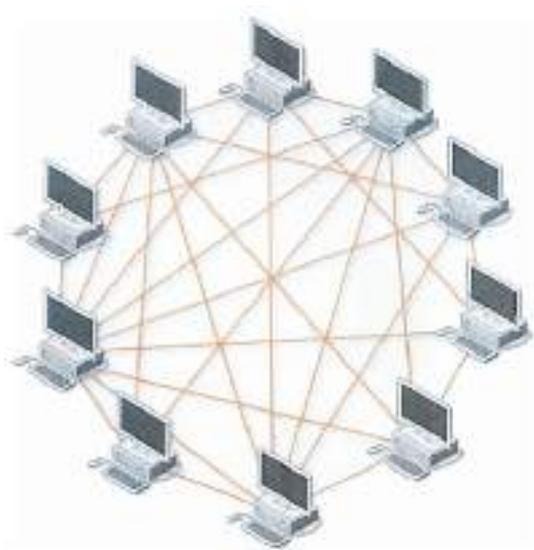
Topologia em Malha

Topologia em malha é uma rede de computadores que se interligam entre si, ponto a ponto, onde existem diversos caminhos para se chegar ao destino criando uma malha de caminhos possíveis.



Nesta modalidade de ligação existe sempre uma estação controladora que coordena o tráfego de dados das demais estações chamadas subordinadas. Este controle é feito através de uma rotina de atendimento denominada “POLL-SELECT”.

Estas redes podem permitir que estações subordinadas se comuniquem entre si diretamente ou apenas através da estação controladora. A diferença entre estes dois modos de envio de mensagens é a complexidade de controlo.



Redes interligadas ponto a ponto crescem em complexidade com o aumento do número de estações conectadas. Nestes sistemas não é necessário que cada estação esteja ligada a todas as outras (sistemas completamente ligados). Devido ao custo das ligações é mais comum o uso de sistemas parcialmente ligados baseados em chaveamento de circuitos de mensagens ou de pacotes. Os arranjos das ligações são normalmente baseados no tráfego da rede. A generalidade introduzida neste tipo de topologia visa a otimização do custo do meio de transmissão. Devido a isto tal topologia é normalmente empregada em redes de longa distância (geograficamente distribuídas).

Em redes locais meios de transmissão de alta velocidade e privados podem ser utilizados, pois têm um custo baixo, devido às limitações das distâncias impostas. Tal topologia não tem tanta aplicação neste caso, por introduzir mecanismos complexos de decisões de roteamento em cada nó da rede, causado por sua generalidade. Tais mecanismos iriam introduzir um custo adicional nas interfaces de rede que tornariam seu uso proibitivo quando comparado com o custo das estações.

A figura anterior demonstra a complexidade desta topologia. Temos um exemplo de quatro nós e já se torna relativamente complexa, mas isso aumenta exponencialmente conforme acrescentamos mais nós. Se tivéssemos cerca de 10 computadores teríamos qualquer coisa como 45 ligações o que traria uma grande dor de cabeça a quem tivesse que gerir semelhante rede.

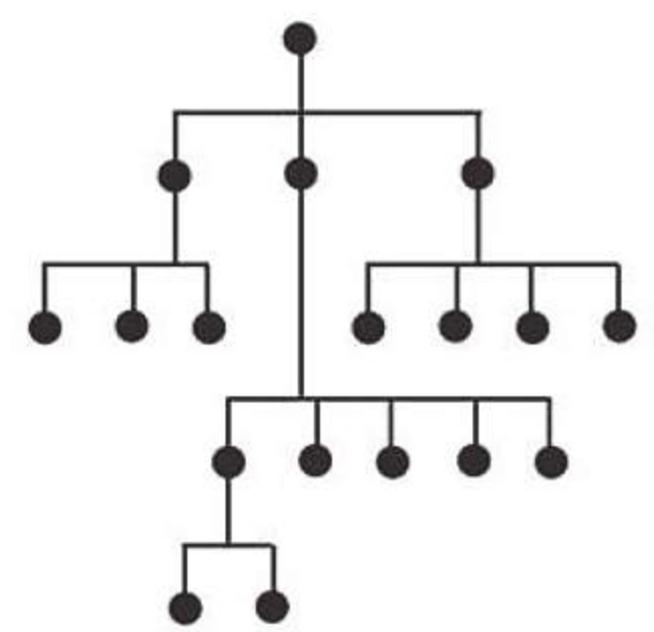
A única vantagem desta rede é a tolerância a falhas, pelo menos no que diz respeito a cablagens, já que em relação aos computadores depende mais deles do que da rede.



Topologia em Árvore

A topologia Hierárquica ou em árvore é essencialmente uma série de barramentos (bus's) interconectados. Geralmente existe um barramento (bus) central onde outros ramos menores se ligam. A ligação entre barramentos é realizada através de derivadores e as conexões das estações realizadas da mesma maneira que no sistema de barramentos padrão. Cada ramificação significa que o sinal deverá se propagar por dois caminhos diferentes.

A menos que estes caminhos sejam perfeitamente casados, os sinais terão velocidades de propagação diferentes e refletirão os sinais de diferentes formas. Por este motivo, em geral, as redes hierárquicas trabalham com taxas de transmissão menores do que as redes de barramento comuns. Esta topologia é muito usada para supervisionar aplicações de tempo real, como algumas de automação industrial e automação bancária.



Pequenos sistemas baseados em mini ou microcomputadores proporcionam o atendimento em tempo real das atividades da agência bancária. Quando uma operação exige acesso a informações que não estão disponíveis na agência, elas são buscadas no computador central. Se este não tiver acesso direto a estas informações, redirecionará a busca para outro computador da rede que as detém.

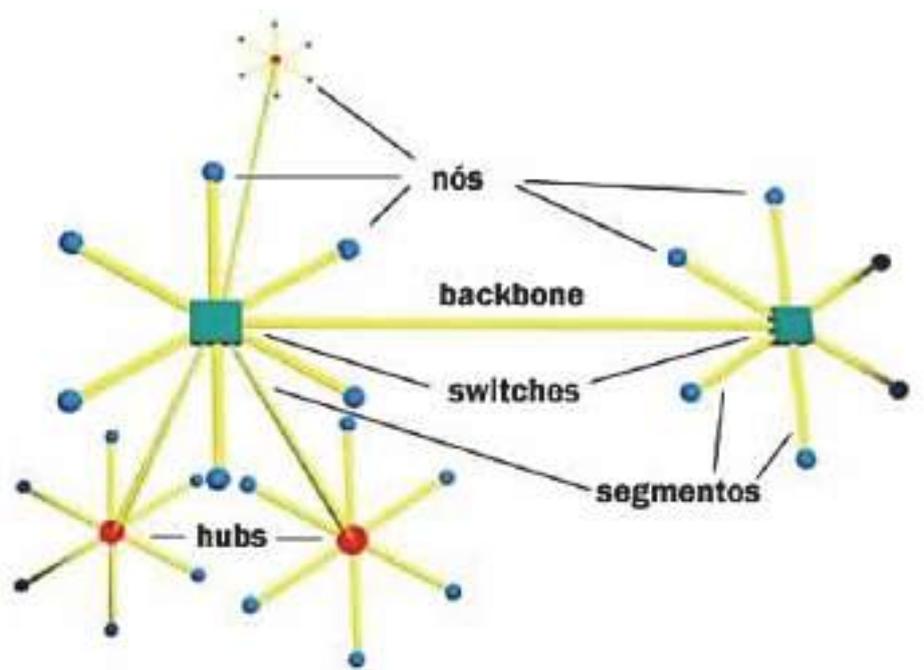
Topologia Mista

As Estruturas Mistas ou Híbrida são tipos de redes que utilizam características dos dois tipos básicos de redes, a ligação ponto-a-ponto e multiponto, para obter redes mais complexas e com maiores recursos. As estruturas mistas podem ser do tipo Estrela, Bus, Árvore, Anel etc.



Numa topologia híbrida, o desenho final da rede resulta da combinação de duas ou mais topologias de rede. A combinação de duas ou mais topologias de rede permite-nos beneficiar das vantagens de cada uma das topologias que integram esta topologia.

Embora muito pouco usada em redes locais, uma variante da topologia em malha, a malha híbrida, é usada na Internet e em algumas WANs. A topologia de malha híbrida pode ter múltiplas ligações entre várias localizações, mas isto é feito por uma questão de redundância, além de que não é uma verdadeira malha porque não há ligação entre cada um e todos os nós, somente em alguns por uma questão de backup.



Adequa-se esta topologia de rede em função do ambiente, compensando os custos, expansibilidade, flexibilidade e funcionalidade de cada segmento de rede.

Muitas vezes acontecem pedidos imediatos de conexões e a empresa não dispõe de recursos, naquele momento, para a aquisição de produtos adequados para a montagem da rede. Nestes casos, a administração de redes pode utilizar os equipamentos já disponíveis considerando as vantagens e desvantagens das topologias utilizadas.

Consideremos o caso dum laboratório de testes computacionais onde o número de equipamentos é flutuante e que não admite um layout definido. A aquisição de concentradores ou comutadores pode não ser conveniente, pelo contrário até custosa. Talvez uma topologia em barramento seja uma solução mais adequada para aquele segmento físico de rede.



Topologia Lógica

Este tipo de topologia diz respeito ao modo como os sinais circulam pela rede.

Existem dois tipos principais de modos de circulação dos sinais numa rede de computadores em relação aos tipos de transmissão de dados:

- Funcionamento em Bus;
- Funcionamento em Anel.

Redes com funcionamento em Bus

Consiste na transmissão do sinal de cada ponto emissor, através de um só cabo (meio físico compartilhado), para todos os postos ligados a esse cabo (broadcast).

As placas de rede que ligam a cada computador ao cabo encarregam-se de captar as mensagens que são destinadas ao seu computador, ignorando as restantes.

Devido à partilha do meio de transmissão (cabo), só pode circular uma transmissão de cada vez.

O funcionamento lógico do tipo bus pode ocorrer não apenas em redes com topologia física *bus*, como também em redes com topologia física em estrela, mas em que no *hub* é feita a transmissão do sinal em *broadcast* para todos os computadores ligados à rede (funcionamento em *bus* com meio físico compartilhado).

Redes com funcionamento em Anel

Cada nó da rede transmite apenas para um outro nó, num funcionamento ponto-a-ponto sequencial, como acontece nas topologias em anel, as mensagens circulam pelos sucessivos nós que constituem esse anel até chegarem ao destino.

Com a introdução dos *hubs* a circulação passa a ser feita internamente dentro desses dispositivos e não de computador em computador.

Com a evolução dos *hubs* para *switching hubs* ou *switches*, torna-se possível efetuar a comutação das transmissões, ligando o computador emissor ao computador receptor (ponto-a-ponto), através de canais próprios (estabelecidos pela comutação dos circuitos internos do *hub* ou *switch*).



Topologia física em Estrela com Funcionamento em Anel

Os computadores ligam-se a um ponto central ou *hub*, porém, no interior deste, a ligação é constituída em formato de anel.

Os dados são transmitidos da mesma maneira que na topologia em anel, ou seja, circulando sequencialmente pelo anel até chegar ao destinatário.

O anel lógico é estabelecido no interior de um *hub* a que os nós da rede se ligam.

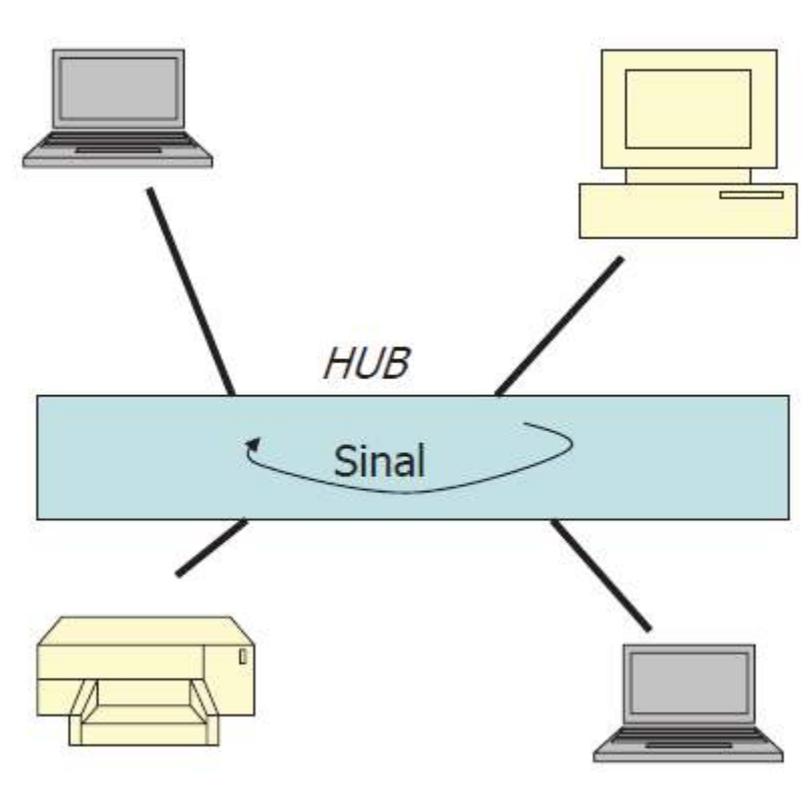


Fig. 8: Circulação Ponto a Ponto Sequencial

Topologia Física em Estrela com Funcionamento Lógico em Bus

Os computadores ligam-se a um ou mais *hubs*, logo, com uma topologia física em estrela; No interior dos *hubs*, os sinais transmitidos em *broadcast*, ou seja, para todos os computadores da rede;

O *bus* é estabelecido no interior do *hub*.



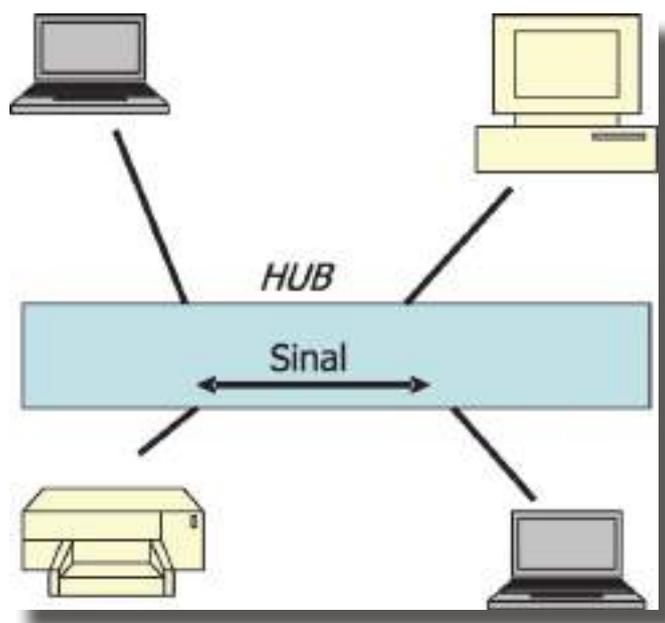


Fig. 9: Circulação do sinal em Broadcast

Vantagens das topologias em Estrela

Uma avaria numa conexão de um computador não põe em causa o funcionamento dos restantes elementos da rede, pois cada computador tem o seu cabo autónomo que o liga ao dispositivo central.

Torna-se mais fácil detectar e resolver avarias da rede, devido à utilização de cabos individuais para cada computador.

Maior facilidade e flexibilidade na segmentação de uma rede em sub-redes, bem como a sua expansão e interligação a outras redes.



Tecnologias de Redes Locais (LAN)

Controlo de acesso ao meio físico (MAC)

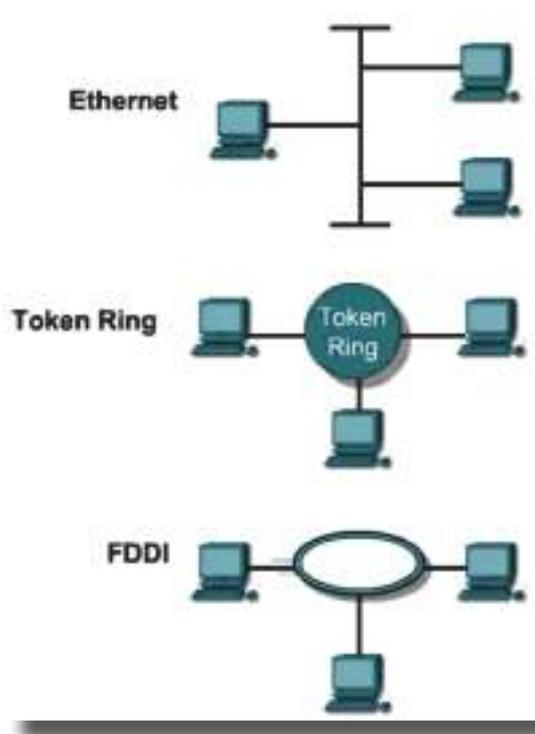
MAC (Media Access Control) refere-se aos protocolos que determinam qual dos computadores num ambiente de meios físicos partilhados, ou domínio de colisão, tem permissão para transmitir os dados. O MAC, com o LLC, compreende a versão IEEE da Camada 2 do OSI. O MAC e o LLC são subcamadas da Camada 2. Há duas abrangentes categorias de Controlo de Acesso aos Meios, determinístico (revezamento) e não determinístico (primeiro a chegar, primeiro a usar).

Exemplos de protocolos determinísticos incluem Token Ring e FDDI. Numa rede Token Ring, os hosts individuais são organizados num anel e um token especial de dados circula em redor do anel, chegando a cada host sequencialmente. Quando um host quer transmitir, ele captura o token, transmite os dados durante um tempo limitado e depois encaminha o token até o próximo host no anel. O Token Ring é um ambiente sem colisões pois apenas um host é capaz de transmitir em qualquer dado momento.

Os protocolos MAC não-determinísticos usam uma abordagem primeiro a chegar, primeiro a usar. O CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection) é um sistema bem simples. A placa de rede observa se há ausência de sinal nos meios físicos e começa a transmitir. Se dois nós transmitirem simultaneamente, ocorrerá uma colisão e nenhum dos nós poderá transmitir.

Três tecnologias comuns da camada 2 são Token Ring, FDDI e Ethernet. Todas as três especificam questões relativas à camada 2, LLC, nomeação, enquadramento e MAC, assim como componentes de sinalização da Camada 1 e questões dos meios físicos. As tecnologias específicas de cada uma delas são as seguintes:





Ethernet: topologia de barramento lógico (o fluxo de informações acontece num barramento linear) e estrela física ou estrela estendida (interligada como uma estrela).

Token Ring: topologia lógica em anel (por outras palavras, o fluxo de informações é controlado num anel) e uma topologia física em estrela (ou seja, é interligada como uma estrela).

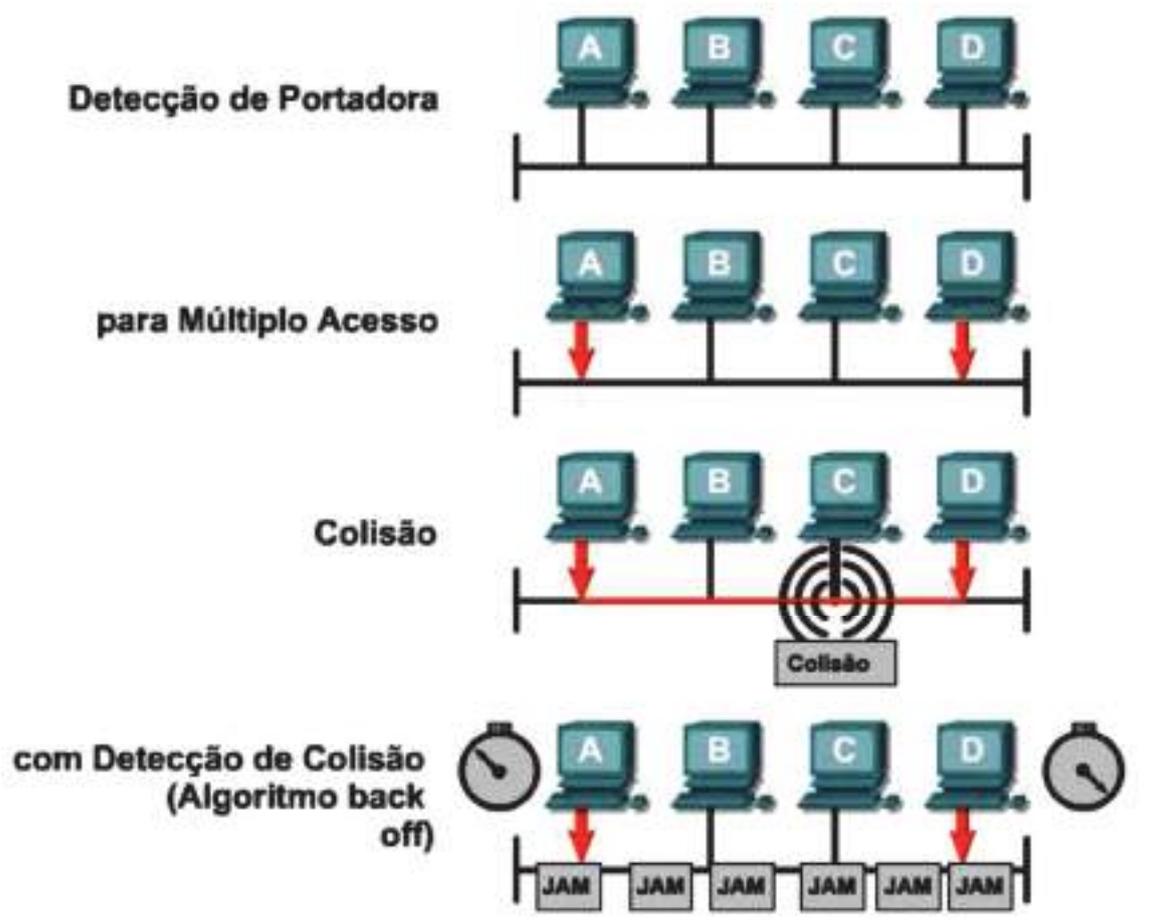
FDDI: topologia em anel lógico (o fluxo de informações é controlado num anel) e topologia em anel duplo (interligada como um anel duplo).

Regras MAC e deteção de colisões/backoff

A Ethernet é uma tecnologia de broadcast de meios físicos partilhados. O método de acesso CSMA/CD usado na Ethernet executa três funções:

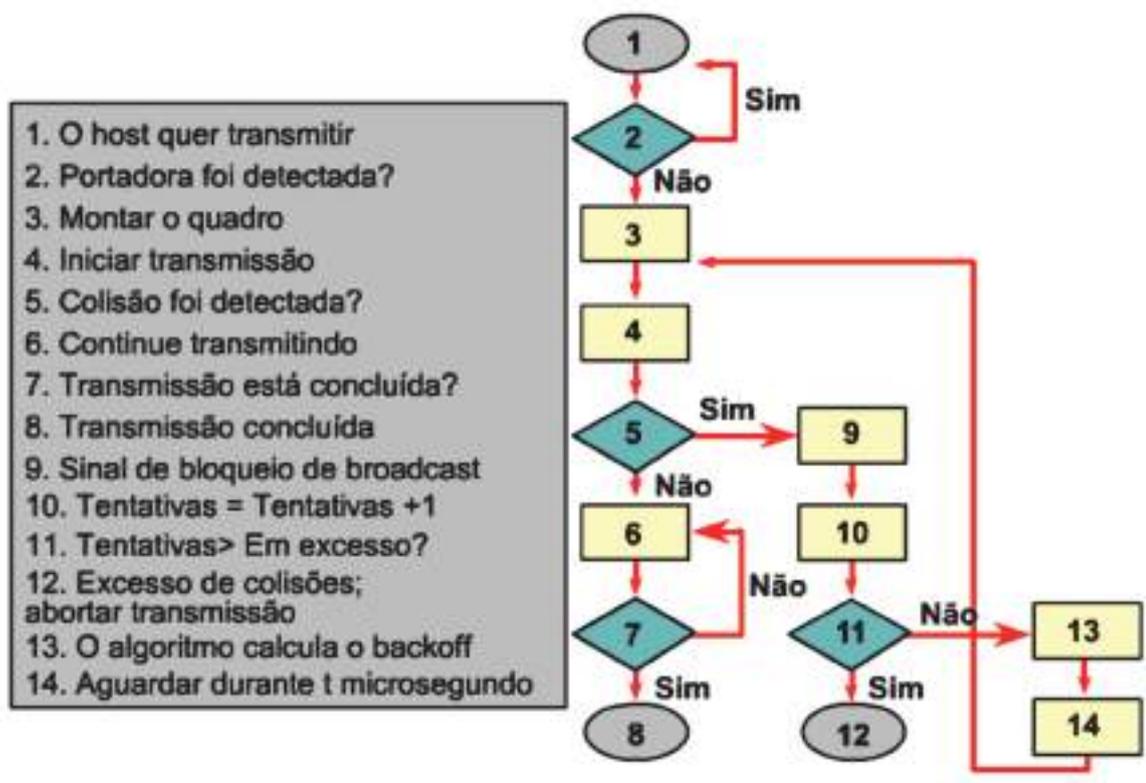
- Transmitir e receber pacotes de dados;
- Descodificar pacotes de dados e verificar se os endereços são válidos, antes de passá-los às camadas superiores do modelo OSI;
- Detetar erros dentro dos quadros de dados ou na rede.





No método de acesso CSMA/CD, os dispositivos de rede com dados a serem transmitidos funcionam em modalidade de “escuta antes de transmitir”. Isso significa que, quando um nó deseja enviar dados, ele deve verificar primeiramente se os meios da rede estão ocupados. Se o nó determinar que a rede está ocupada, o nó aguardará um tempo aleatório antes de tentar novamente. Se o nó determinar que os meios físicos da rede não estão ocupados, o nó começará a transmitir e a escutar. O nó escuta para garantir que nenhuma outra estação esteja a transmitir ao mesmo tempo. Depois de completar a transmissão dos dados, o dispositivo retornará ao modo de escuta.





Os dispositivos de rede detetam a ocorrência de uma colisão pelo aumento da amplitude do sinal nos meios físicos da rede. Quando ocorre uma colisão, cada um dos nós que está a transmitir continuará a transmitir por um curto espaço de tempo, para garantir que todos os dispositivos identifiquem a colisão.

Depois de todos os dispositivos detetarem a colisão, um algoritmo de recuo (backoff) será invocado e a transmissão será interrompida. Os nós param então de transmitir durante um tempo aleatório determinado pelo algoritmo de backoff. Quando este período expirar, cada um dos nós envolvidos poderá tentar obter acesso aos meios físicos da rede. Os dispositivos envolvidos na colisão não terão prioridade na transmissão.

Ethernet

A maior parte do tráfego na Internet inicia-se e termina com ligações Ethernet. Desde o seu início nos anos 70, a Ethernet evoluiu para acomodar o grande aumento na exigência de redes locais de alta velocidade.

Quando foram produzidos novos meios físicos, como a fibra ótica, a Ethernet adaptou-se para aproveitar a largura de banda superior e a baixa taxa de erros que as fibras



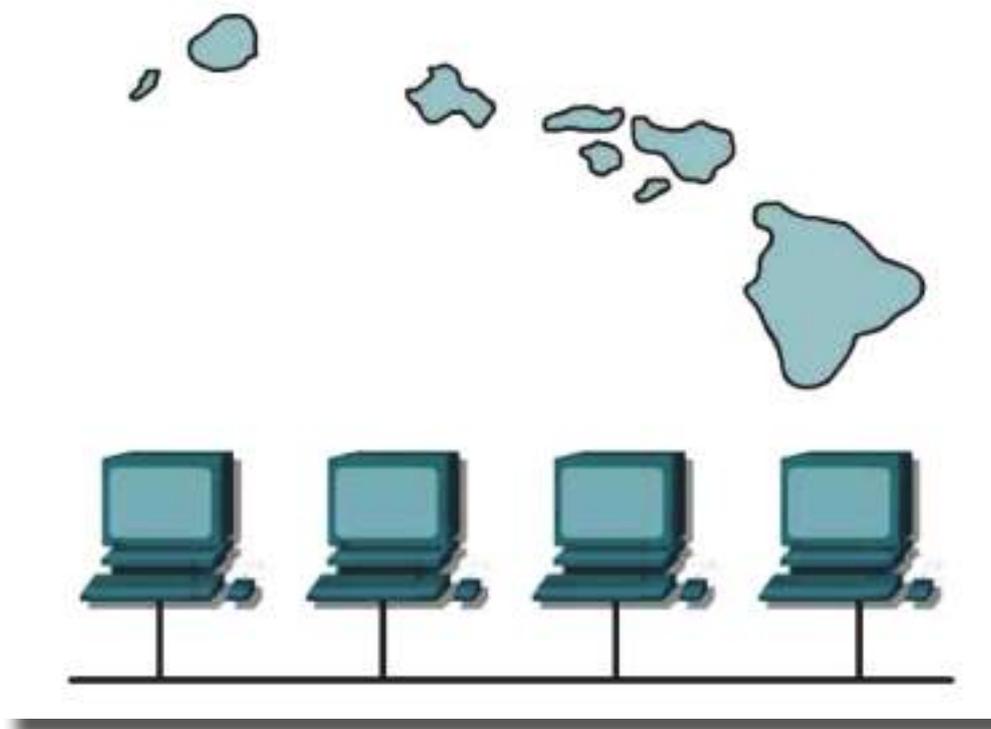
oferecem. Atualmente, o mesmo protocolo que transportava dados a 3 Mbps em 1973 está transportar dados a 10 Gbps.

Esse sucesso da Ethernet deve-se aos seguintes fatores:

- Simplicidade e facilidade de manutenção;
- Capacidade de introdução de novas tecnologias;
- Fiabilidade;
- Instalação e atualização económicas.

Com a introdução da Gigabit Ethernet, aquilo que começou como uma tecnologia de redes locais, agora estende-se a distâncias que fazem da Ethernet um padrão para MAN (Rede Metropolitana) e para WAN (Rede de longa distância). A ideia original para Ethernet surgiu com os problemas em permitir que dois ou mais hosts usem o mesmo meio físico e de evitar que sinais interfiram um com o outro. Esse problema de acesso de vários utilizadores a um meio físico partilhado foi estudado no início dos anos 1970 na University of Hawaii.

Foi desenvolvido um sistema denominado Alohanet para permitir o acesso estruturado de várias estações nas Ilhas do Havá à largura de banda partilhada por radio frequência na atmosfera. Esse trabalho veio a formar a base para o método de acesso Ethernet conhecido como CSMA/CD.



A primeira rede local do mundo foi a versão original da Ethernet. Robert Metcalfe e seus colegas na Xerox fizeram o seu projeto há mais de trinta anos. O primeiro padrão Ethernet foi publicado em 1980 por um consórcio entre a Digital Equipment Company, a Intel, e a Xerox (DIX). Metcalfe quis que a Ethernet fosse um padrão partilhado que beneficiasse a todos e foi então lançada como padrão aberto. Os primeiros produtos desenvolvidos que usavam o padrão Ethernet foram vendidos durante o início dos anos 80. A Ethernet transmitia até 10 Mbps através de cabo coaxial grosso a uma distância de até 2 quilómetros. Esse tipo de cabo coaxial era conhecido como thicknet e era da espessura de um pequeno dedo.

Em 1985, o comité de padronização de Redes Locais e Metropolitanas do Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) publicou padrões para redes locais. Esses padrões começam com o número 802. O padrão para Ethernet é 802.3. O IEEE procurou assegurar que os padrões fossem compatíveis com o modelo da International Standards Organization (ISO)/OSI. Para fazer isso, o padrão IEEE 802.3 teria que satisfazer às necessidades da camada 1 e da parte inferior da camada 2 do modelo OSI. Como resultado, no 802.3, foram feitas algumas pequenas modificações em relação ao padrão Ethernet original.

As diferenças entre os dois padrões eram tão insignificantes que qualquer placa de rede Ethernet (NIC) poderia transmitir e receber dados tanto Ethernet como 802.3. Essencialmente, Ethernet e IEEE 802.3 são padrões idênticos.

A largura de banda de 10 Mbps da Ethernet era mais do que o suficiente para os computadores pessoais lentos (PCs) dos anos 80. Nos princípios dos anos 90, os PCs tornaram-se mais rápidos, os tamanhos dos ficheiros aumentaram. A principal causa era a baixa disponibilidade de largura de banda. Em 1995, o IEEE anunciou um padrão para 100 Mbps Ethernet. A esse, seguiram-se padrões para Ethernet de gigabit por segundo (Gbps, 1 bilhão de bits por segundo) em 1998 e 1999.

Todos esses padrões são essencialmente compatíveis com o padrão Ethernet original. Um quadro Ethernet podia sair de uma placa de rede Ethernet de cabo coaxial mais antiga de 10 Mbps instalada num PC, ser colocado num link de fibra Ethernet de 10 Gbps e ter o seu destino numa placa de rede de 100 Mbps. Desde que o pacote permaneça em redes Ethernet, não será modificado. A largura de banda da rede poderia ser aumentada muitas vezes sem modificar a tecnologia Ethernet subjacente.



O padrão Ethernet original tem sido atualizado várias vezes com a finalidade de acomodar novos meios físicos e taxas mais altas de transmissão. Essas atualizações proporcionam padrões para as tecnologias emergentes e mantêm compatibilidade entre as variações da Ethernet.

Ethernet 10 Mbps

Ethernet 10BASE5, 10BASE2 e 10BASE-T são consideradas Ethernet antigas. As quatro características comuns em todos os tipos de Ethernet antigas são os parâmetros de temporização, o formato de quadros, o processo de transmissão e as regras básicas de projeto.

		Subcamada Logical Link Control 802.3 Media Access Control								
Camada Física de Sinalização	Meio Físico	Coax N-Style 10BASE5	Coax BNC 10BASE2	UTP RJ-45 10BASE-TX	100BASE-TX (100m) 100-Ohm UTP RJ-45	Fibra SC 100BASE-FX	UTP RJ-45 1000BASE-T	Fibra SC 1000BASE-SX	Fibra SC 1000BASE-LX	Fibra SC 10GBASE-
		(500m) 50 Ohm	(185m) 50 Ohm	(100m) 100 Ohm		(228 a 412m) MM	(100m) 100 Ohm	(220 a 550) MM	(550 a 5000) MM	(vários) MM ou SM

A figura apresenta os parâmetros de operação da tecnologia Ethernet 10-Mbps. A Ethernet 10-Mbps e versões mais lentas de Ethernet são assíncronas. Cada estação recetora usa 8 octetos de informação de temporização para sincronizar os seus circuitos de receção em relação aos dados que chegam. 10BASE5, 10BASE2, e 10BASE-T partilham os mesmos parâmetros de temporização, conforme mostra a Figura (1 tempo de bit a 10 Mbps = 100 nano segundos = 0,1 micro segundo = 10- milionésimos de um segundo). Isto significa que numa rede Ethernet 10-Mbps, 1 bit leva 100 ns para ser transmitido pela subcamada MAC.



Parâmetro	Valor
Bit Time (tempo de bit)	100 nanoseconds (ns)
Slot Time	512 tempos de bit, 64 octetos
Interframe Spacing (espaçamento entre quadros)	96 bits *
Collision Attempt Limit	16
Collision Backoff Limit	10
Collision Jam Size	32 bits
Maximum Untagged Frame Size	1518 octetos
Minimum Frame Size	512 bits (64 octetos)

Em todas as variações de Ethernet com taxas de transmissão de 1000 Mbps ou inferiores, o tempo de transmissão de um quadro não pode ser inferior a um slot time. Slot time é o tempo exatamente acima ao tempo que leva, teoricamente, para ir de um extremo ao outro do maior domínio de colisão Ethernet permitido, colidir com outra transmissão no último instante possível, e detetar os fragmentos da colisão que retornaram à estação transmissora.

10BASE5, 10BASE2 e 10BASE-T também utilizam o mesmo formato de pacotes.

Quadro Ethernet							
Preâmbulo	SFD	Destino	Origem	Tipo Comprimento	Dados	Enchimento	FCS
7	1	6	6	2	46 a 1500		4

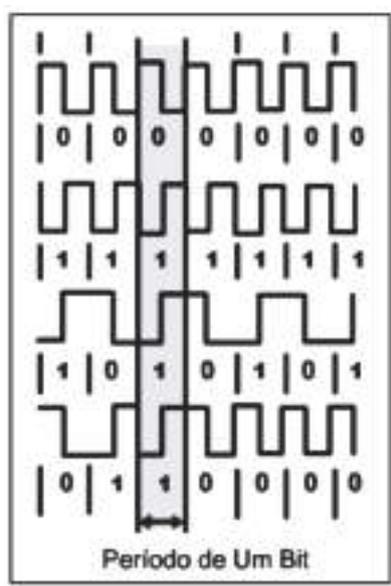
Todas as formas de Ethernet 10 Mbps usam os octetos recebidos de uma subcamada MAC e realizam um processo conhecido como codificação da linha. A codificação da linha descreve exatamente como os bits são sinalizados no fio. As codificações mais simples têm características elétricas e de temporização indesejáveis. Portanto, os códigos de linha foram elaborados para que tenham propriedades de transmissão desejáveis. Esta forma de codificação usada nos sistemas de 10-Mbps é conhecida como codificação *Manchester*.

A codificação *Manchester* baseia-se no sentido da transição da borda do sinal no meio da janela de tempo do bit, de forma a determinar o valor binário para aquele bit. A forma de onda superior tem uma borda descendente de modo que é interpretada como 0



binário. A segunda forma de onda apresenta uma borda ascendente que é interpretada como 1 binário. Na terceira forma de onda existe uma sequência binária alternada. Com os dados binários alternados não há necessidade de voltar ao nível de voltagem anterior. Como se pode ver pela terceira e quarta formas de onda no gráfico, os valores binários de bits são indicados pelo sentido da mudança durante qualquer período de bits apresentado. Os níveis de voltagem da forma de onda, no início ou no fim de qualquer período, não são fatores determinantes de valores binários.

Segue um exemplo de codificação Manchester. Onde o eixo dos Y representa a voltagem e o eixo dos X representa o tempo.



Todos os tipos de Ethernet antiga possuem características comuns de arquitetura. Geralmente as redes contêm vários tipos de meios físicos. O padrão garante que seja mantida a interoperabilidade. O projeto completo é extremamente importante quando se implementa uma rede utilizando diferentes meios.

Conforme a rede vai crescendo, torna-se mais fácil a violação dos limites máximos de atraso. Os limites de temporização são baseados em parâmetros, tais como:

- O comprimento do cabo e seu atraso de propagação;
- O atraso dos repetidores;
- O atraso dos transceivers;
- A redução do espaço entre quadros;
- Atrasos dentro da estação.



A Ethernet 10-Mbps opera dentro dos limites de temporização oferecidos por uma série de, no máximo, cinco segmentos separados por até quatro repetidores, no máximo. Isto é conhecido como a regra 5-4-3. Num máximo de quatro repetidores, estes podem ser ligados em série entre duas estações distantes. Pode haver no máximo três segmentos povoados entre duas estações distantes.

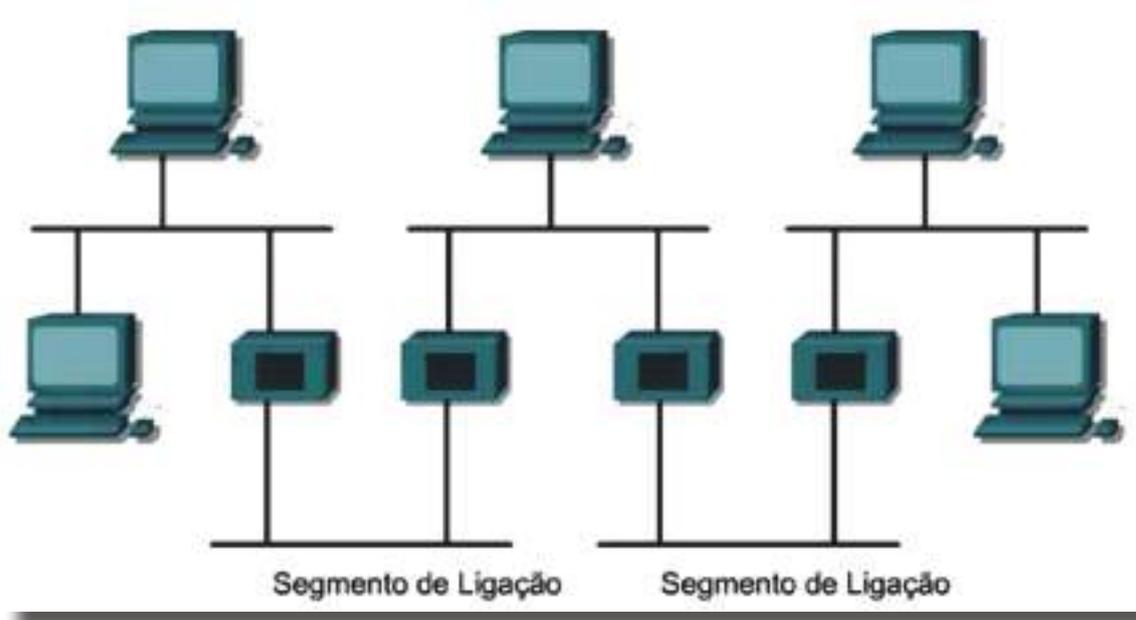
10BASE5

O produto original Ethernet 10BASE5 de 1980 transmitia 10 Mbps através de um único barramento de cabo coaxial grosso. O 10BASE5 é importante pois foi o primeiro meio físico usado pela Ethernet. 10BASE5 fazia parte do padrão 802.3 original. A principal vantagem de 10BASE5 era o comprimento. Hoje pode ser encontrado em instalações antigas, mas não seria recomendado para novas instalações. Os sistemas 10BASE5 são económicos e não exigem configuração, mas os componentes básicos, como placas de rede, são muito difíceis de se encontrar por serem sensíveis às reflexões de sinais no cabo. Os sistemas 10BASE5 representam também, um único ponto de falha.

10BASE5 usa codificação Manchester. Possui um condutor central sólido. Cada um dos (no máximo) cinco segmentos de coaxial grosso pode ter até 500 m de comprimento. O cabo é grande, pesado e difícil de se instalar. No entanto, os limites de distância foram favoráveis e isso prolongou a sua utilização em certas aplicações.

Já que o meio físico é composto de um único cabo coaxial, apenas uma estação pode transmitir de cada vez, caso contrário, ocorrerá uma colisão. Portanto, 10BASE5 só funciona em half-duplex, resultando num máximo de 10 Mbps de transferência de dados. A Figura mostra uma configuração possível para um domínio de colisão. Entre duas estações distantes quaisquer, apenas três segmentos têm permissão para terem estações ligadas, com os outros dois segmentos usados apenas como segmentos de ligação para entender a rede.





10BASE2

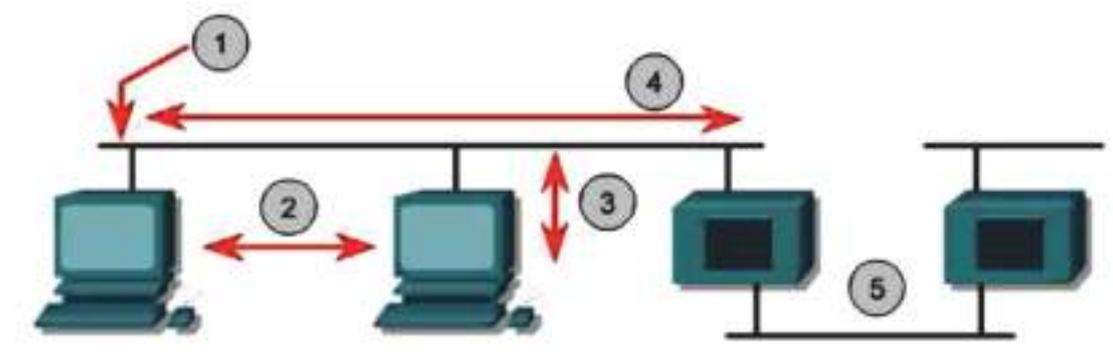
10BASE2 foi introduzido em 1985. A instalação era mais fácil porque o cabo era menor, mais leve e mais flexível. Esta tecnologia ainda existe em redes antigas. Como o 10BASE5, atualmente não é recomendado para novas instalações. É económico e não precisa de hubs. Da mesma forma, placas de rede para este meio também são difíceis de obter.

10BASE2 usa codificação Manchester. Os computadores de rede local eram ligados um ao outro por uma série de cabos coaxiais ininterruptos. Estes cabos eram ligados por conectores BNC a um conector em formato de T na placa de rede.

O meio físico em 10BASE2 utiliza um condutor central retorcido. Cada um dos cinco segmentos de cabo coaxial fino permitidos entre estações pode ter um comprimento de até 185 metros, e cada estação é ligada diretamente ao conector BNC tipo "T" no cabo coaxial. Apenas uma estação pode transmitir por vez, caso contrário ocorrerá uma colisão. 10BASE2 também usa half-duplex. A taxa máxima de transmissão de 10BASE2 é de 10 Mbps.

Podem haver até 30 estações em qualquer segmento 10BASE2. Dentre os cinco segmentos consecutivos em série, entre quaisquer duas estações distantes, apenas três podem ter estações ligadas a eles.





10BASE-T

10BASE-T foi introduzido em 1990. 10BASE-T usava cabos de cobre de par trançado, não blindado (UTP), que era mais barato e mais fácil de instalar que o cabo coaxial. O cabo era ligado a um dispositivo central de conexão que continha o barramento partilhado. Esse dispositivo era um hub. Localizava-se no centro de um conjunto de cabos que eram distribuídos aos PCs como os raios de uma roda. Isto é conhecido como topologia estrela. As distâncias que os cabos podiam ter até o hub, e a maneira pela qual o UTP era instalado, levavam cada vez mais à utilização de estrelas compostas de estrelas, numa topologia chamada de estrela estendida. Originalmente, o 10BASE-T era um protocolo half-duplex, mas a funcionalidade de full-duplex foi adicionada posteriormente. A explosão da popularidade da Ethernet entre meados e fins dos anos 90 foi quando a Ethernet passou a dominar a tecnologia de redes locais.

10BASE-T também usa codificação Manchester. Um cabo UTP 10BASE-T tem um condutor sólido para cada fio nos 90 metros (no máximo) de cabo horizontal.

O cabo UTP usa conectores RJ-45 de oito pinos. Embora o cabo Categoria 3 seja adequado para utilização nas redes 10BASE-T, recomenda-se enfaticamente que qualquer instalação nova de cabos seja feita com Categoria 5 ou melhor. Todos os quatro pares de fios deverão ser usados conforme os padrões dos pinos T568-A ou T568-B.

Com os cabos instalados desta forma, é suportada a utilização de vários protocolos sem que o código de cores/ fio precise ser alterada. A Figura ilustra a disposição dos pinos para uma conexão 10BASE-T. O par transmissor na extremidade recetora é ligado ao par recetor no dispositivo conectado.



Número do Pino	Sinal
1	TD+ (Transmitir Dados, sinal diferencial no sentido positivo)
2	TD- (Transmitir Dados, sinal diferencial no sentido negativo)
3	RD+ (Receber Dados, sinal diferencial no sentido positivo)
4	Unused
5	Não usado
6	RD- (Receber Dados, sinal diferencial no sentido negativo)
7	Não usado
8	Não usado

A utilização de half-duplex ou full-duplex é uma escolha de configuração. 10BASE-T transporta 10 Mbps de tráfego no modo half-duplex e 20 Mbps no modo full-duplex.

Ethernet 100-Mbps

A Ethernet 100 Mbps é também conhecida como Fast Ethernet. As duas tecnologias que se destacaram foram a 100BASE-TX, que utiliza um meio físico de cabo de cobre UTP e a 100BASE-FX que utiliza um meio físico de fibra ótica multimodo.

100BASE-TX e 100BASE-FX têm três características em comum: parâmetros de temporização, formato de quadros e partes do processo de transmissão. 100BASE-TX e 100-BASE-FX partilham os parâmetros de sincronismo. Note que um tempo de bit em Ethernet 100 Mbps é de 10 nseg = 0,01 microssegundos = 1 centésimo-milionésimo de um segundo.

Parâmetro	Valor
Bit Time (tempo de bit)	10 nanoseconds (ns)
Slot Time	512 tempos de bit, 64 octetos
Interframe Spacing (espaçamento entre quadros)	96 bits
Collision Attempt Limit	16
Collision Backoff Limit	10
Collision Jam Size	32 bits
Maximum Untagged Frame Size	1518 octetos
Minimum Frame Size	512 bits (64 octetos)

O formato de quadro 100-Mbps é o mesmo do quadro 10-Mbps.



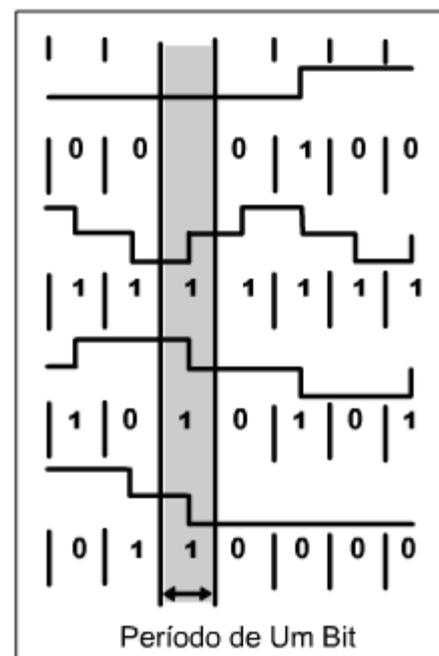
Quadro Ethernet						
Preâmbulo	SFD	Destino	Origem	Tipo Comprimento	Dados : Enchimento	FCS
7	1	6	6	2	46 to 1500	4

Fast Ethernet representa um aumento de dez vezes sobre a velocidade de 10BASE-T. Devido ao aumento na velocidade, deve-se ter um cuidado adicional, pois os bits enviados diminuem sua duração e ocorrem mais frequentemente. Estes sinais de frequência mais alta são mais sensíveis a ruídos. Como resposta a essas questões, a Ethernet 100 Mbps usa duas etapas separadas de codificação. A primeira parte da codificação usa uma técnica denominada 4B/5B, a segunda parte da codificação é a codificação de linha específica para cobre ou fibra.

100BASE-TX

Em 1995, o 100BASE-TX era o padrão, usando cabo UTP Cat 5, que se tornou um sucesso comercial. O cabo coaxial Ethernet original usava transmissão half-duplex e apenas um dispositivo podia transmitir de cada vez. Porém, em 1997, a Ethernet foi expandida para incluir a capacidade de incluir full-duplex permitindo que mais de um PC numa rede pudesse transmitir ao mesmo tempo. Pouco a pouco os switches substituíram os hubs. Esses switches ou comutadores tinham a capacidade de full-duplex e de manipular rapidamente quadros Ethernet.

100BASE-TX usa codificação 4B/5B, que é então baralhada e convertida em níveis MLT-3 (multi-level transmit-3). Na figura, a janela destacada exibe quatro exemplos de forma de onda. A forma de onda superior não possui transição no centro da janela de tempo de bit.



A falta de transição indica que um 0 binário está presente. A segunda forma de onda mostra uma transição no centro da janela de timing. Um 1 binário é representado por uma transição. A terceira forma de onda mostra uma sequência binária alternada. A ausência de transição binária indica um 0 binário, e a presença de transição indica um 1 binário. Uma borda ascendente ou descendente indica um 1. Uma variação muito repentina no sinal indica um 1. Qualquer linha horizontal detetada no sinal indica um 0. A Figura a seguir exibe a legenda dos pinos para uma ligação 100BASE-TX. Observe que existem dois caminhos separados de transmissão/recepção. Isto é idêntico à configuração 10BASE-T.

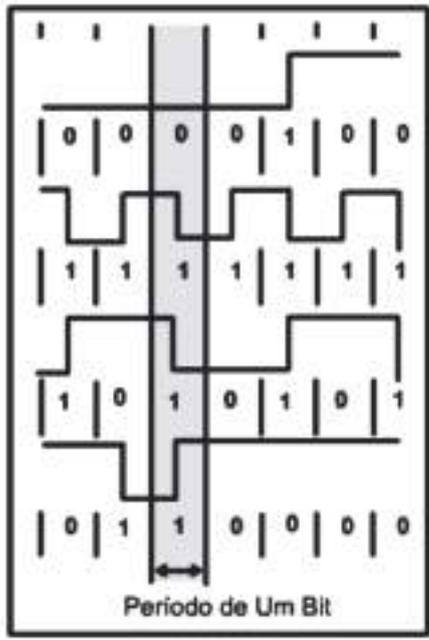
Número do Pino	Sinal
1	TD+ (Transmissão, sinal diferencial positivo)
2	TD- (Transmissão, sinal diferencial negativo)
3	RD+ (Recepção, sinal diferencial positivo)
4	Não usado
5	Não usado
6	RD- (Recepção, sinal diferencial negativo)
7	Não usado
8	Não usado

100BASE-TX transporta 100 Mbps de tráfego no modo half-duplex. No modo full-duplex, 100BASE-TX pode trocar 200 Mbps de tráfego. O conceito de full-duplex torna-se cada vez mais importante conforme vai aumentando a velocidade da Ethernet.

100BASE-FX

Na época em que a Fast Ethernet baseada em cobre foi introduzida, foi também necessária uma versão para fibra ótica. Uma versão para fibra ótica poderia ser usada para aplicações de backbone, ligações entre andares e edifícios onde o cobre é menos desejável e também em ambientes com muito ruído. 100BASE-FX foi criado para satisfazer essa necessidade. Porém, 100BASE-FX nunca foi adotado com êxito. Isto ocorreu devido à conveniente introdução dos padrões Gigabit Ethernet em cobre e fibra. Os padrões Gigabit Ethernet são agora a tecnologia dominante para as instalações de backbone, ligações cruzadas de alta velocidade e necessidades de infra-estrutura geral.





A temporização, o formato de quadro e a transmissão são as mesmas nas versões em cobre e em fibra ótica de Fast Ethernet 100 Mbps. 100BASE-FX, entretanto, usa a codificação NRZI, a qual é apresentada na Figura. Na primeira forma de onda não há transição no sinal, o que indica um 0 binário. A segunda forma de onda mostra uma transição no centro da janela de timing. Um 1 binário é representado por uma transição. Na terceira forma de onda, existe uma sequência binária alternada. Neste exemplo, é mais óbvio que a falta de transição indica um 0 binário e a presença de transição indica um 1 binário.

Fibra	Sinal
1	Tx (LED e transmissores laser)
2	Rx (detectores de fotodiodos de alta velocidade)

Caminhos separados de Transmissão (TX) e Recepção (RX) na fibra ótica 100BASE-FX permitem uma transmissão a 200 Mbps.

Arquitetura Fast Ethernet

Os links Fast Ethernet geralmente consistem numa ligação entre uma estação e um hub ou switch. Os hubs são considerados repetidores multiportas e os switches são considerados bridges multiportas. Estão sujeitos ao limite de distância dos meios físicos UTP de 100 m.

Um repetidor Classe I pode introduzir até 140 tempos de bit de latência. Qualquer repetidor que mude entre uma implementação Ethernet e outra é um repetidor Classe I. Repetidor classe II é limitado a atrasos menores, 92 tempos de bit, porque ele repete imediatamente o sinal que chega para todas as outras portas, sem que este passe por um processo de conversão. Para obter um atraso menor, repetidores classe II podem ligar apenas segmentos que utilizem a mesma sinalização.



Como no caso das versões de 10 Mbps, é possível modificar algumas das regras de arquitetura para as versões 100 Mbps. Porém, virtualmente não existe tolerância alguma para atraso adicional. A modificação das regras de arquitetura é enfaticamente desencorajada para 100BASE-TX. O cabo 100BASE-TX entre os repetidores Classe II não pode exceder os 5 metros. Não é raro encontrar links a trabalharem em half-duplex em Fast Ethernet. No entanto, não é aconselhável usar half-duplex, pois o esquema de sinalização é basicamente para full-duplex.

Arquitetura	100BASE-TX	100BASE-FX	100BASE-TX e FX
Estação para Estação, Estação para Switch, Switch para Switch (half ou full duplex)	100 m	412 m	N/A
Um repetidor Classe I (half duplex)	200 m	272 m	100 m (TX) 160.8 m (FX)
Um repetidor Classe II (half duplex)	200 m	320 m	100 m (TX) 208 m (FX)
Dois repetidores Classe II (half duplex)	205 m	228 m	105 m (TX) 211.2 m (FX)

A Figura mostra as distâncias permitidas de cabos para cada configuração utilizada. Os links 100BASE-TX podem ter distâncias sem repetição de até 100 m. A introdução universal de switches diminuiu a importância deste limite. Já que a maior parte de Fast Ethernet é comutada, estes são os limites práticos entre dispositivos.

Ethernet 1000-Mbps

Os padrões para Ethernet 1000-Mbps ou Gigabit Ethernet representam transmissões que usam meios físicos tanto de fibra como de cobre. O padrão 1000BASE-X, IEEE 802.3z, especifica 1 Gbps full duplex sobre a fibra ótica. O padrão 1000BASE-T, IEEE 802.3ab, usa cabo de par trançado balanceado categoria 5, ou maior.



Subcamada de Controle Lógico de Enlace Controle de Acesso ao Meio 802										
Camada Física de Sinalização										
Meio Físico	<table border="1"> <tr> <td>Coax N-Style 10BASE5 (500m) 50 Ohm</td> <td>Coax BNC 10BASE2 (185m) 50 Ohm</td> <td>UTP RJ-45 10BASE-T (100m) 100 Ohm</td> <td>UTP RJ-45 100BASE-TX (100m) 100 Ohm</td> <td>Fibra SC 100BASE-FX (228 a 412m) MM</td> <td>UTP RJ-45 1000BASE-T (100m) 100 Ohm</td> <td>Fibra SC 1000BASE-SX (220 a 550) MM</td> <td>Fibra SC 10GBASE-(vários) MM ou SM</td> <td>1000BASE-LX Fibra SC MM ou SM (550-5000m)</td> </tr> </table>	Coax N-Style 10BASE5 (500m) 50 Ohm	Coax BNC 10BASE2 (185m) 50 Ohm	UTP RJ-45 10BASE-T (100m) 100 Ohm	UTP RJ-45 100BASE-TX (100m) 100 Ohm	Fibra SC 100BASE-FX (228 a 412m) MM	UTP RJ-45 1000BASE-T (100m) 100 Ohm	Fibra SC 1000BASE-SX (220 a 550) MM	Fibra SC 10GBASE-(vários) MM ou SM	1000BASE-LX Fibra SC MM ou SM (550-5000m)
Coax N-Style 10BASE5 (500m) 50 Ohm	Coax BNC 10BASE2 (185m) 50 Ohm	UTP RJ-45 10BASE-T (100m) 100 Ohm	UTP RJ-45 100BASE-TX (100m) 100 Ohm	Fibra SC 100BASE-FX (228 a 412m) MM	UTP RJ-45 1000BASE-T (100m) 100 Ohm	Fibra SC 1000BASE-SX (220 a 550) MM	Fibra SC 10GBASE-(vários) MM ou SM	1000BASE-LX Fibra SC MM ou SM (550-5000m)		

1000BASE-TX, 1000BASE-SX e 1000BASE-LX usam os mesmos parâmetros de temporização, conforme apresentado na Figura. Estes usam um tempo de bit de 1 nano segundo (0,000000001 segundo) ou 1 bilionésimo de segundo. O quadro Gigabit Ethernet possui o mesmo formato usado para Ethernet 10 e 100-Mbps.

Dependendo da implementação, a Gigabit Ethernet pode usar diferentes processos para converter quadros em bits no cabo. A Figura ilustra os formatos de quadro Ethernet.

Parâmetro	Valor
Tipos de Ethernet	1 ns
Slot de Tempo	4096 bit times
Espaçamento Entre Quadros	96 bits *
Limite de Tentativa de Colisão	16
Limite de Backoff de Colisão	10
Tamanho do Bloqueio de Colisões	32 bits
Tamanho Máximo de Quadros Sem Etiquetas	1518 octetos
Tamanho Mínimo de Quadros	512 bits (64 octetos)
Limite de Sequência	65.536 bits

* O valor apresentado é o espaçamento entre quadros (Interframe spacing)

As diferenças entre o padrão Ethernet, Fast Ethernet e Gigabit Ethernet ocorre na camada física. Devido às velocidades aumentadas destes novos padrões, os tempos de bit de duração mais curta precisam de considerações especiais. Já que os bits são introduzidos nos meios físicos por um tempo reduzido e com uma frequência mais alta,



a temporização é crítica. Esta transmissão de alta velocidade exige frequências próximas aos limites de largura de banda dos meios de cobre. Isto faz com que os bits se tornem mais sensíveis ao ruído em meios de cobre.

Quadro Ethernet							
Preâmbulo	SFD	Destino	Origem	Tipo de Comprimento	Dados	Enchimento	FCS
7	1	6	6	2	46 to 1500		4

Estas questões exigem que a Gigabit Ethernet use duas etapas separadas de codificação. A transmissão de dados é agilizada com a utilização de códigos para representar o fluxo binário de bits. Os dados codificados proporcionam características de sincronização, uso eficiente de largura de banda e uma melhor relação Sinal/Ruído.

Na camada física, os padrões de bits da camada MAC são convertidos em símbolos. Os símbolos podem também controlar informações como início e fim de quadro, e condições de meio inativo. O quadro é codificado em símbolos de controlo e de dados para aumentar o throughput da rede.

Gigabit Ethernet (1000BASE-X) baseada em fibra usa codificação 8B/10B, que é semelhante ao conceito 4B/5B. Isto é seguido pelo uso da codificação NRZ (Non-Return to Zero) da luz na fibra ótica. Este processo mais simples de codificação é possível porque o meio físico da fibra pode transportar sinais de maior largura de banda.

1000BASE-T

Ao ser instalada a Fast Ethernet para aumentar a largura de banda das estações de trabalho, começaram a aparecer afunilamentos nos troncos da rede. 1000BASE-T (IEEE 802.3ab) foi desenvolvido para proporcionar largura de banda adicional para ajudar a aliviar tais afunilamentos. Isto proporcionou mais throughput para dispositivos como backbones entre edifícios, links entre switches, server farms e outras aplicações de wiring closet, assim como ligações para estações de trabalho de alto desempenho. Fast Ethernet foi projetada para funcionar através de cabos de cobre Cat 5 que foram terminados corretamente e que conseguissem passar nos testes de certificação de cabos 5e. A maioria dos cabos Cat 5 que foram instalados conseguem passar nos testes de

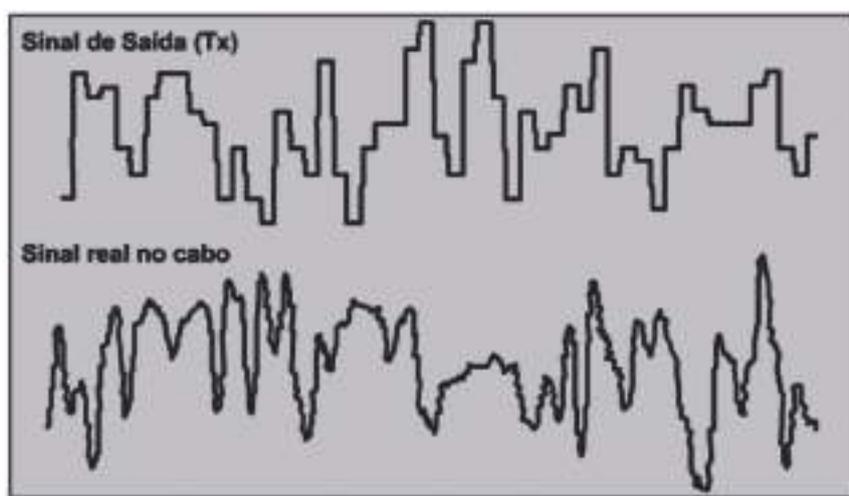


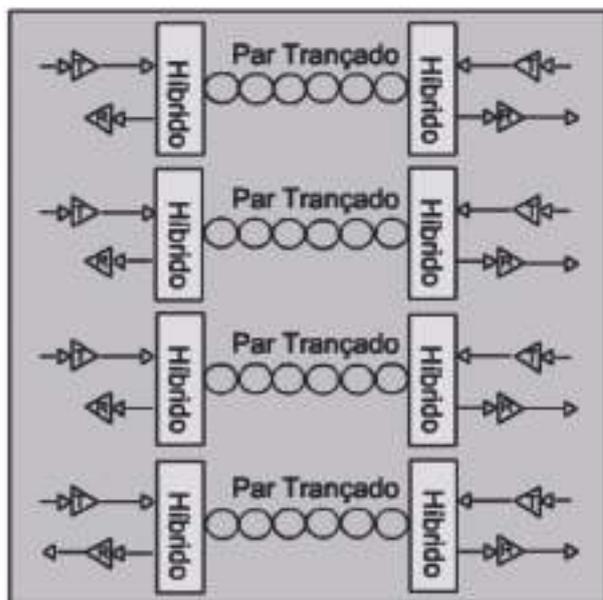
certificação de cabos 5e. Um dos atributos mais importantes do padrão 1000BASE-T é que seja mutuamente operável com 10BASE-T e 100BASE-TX.

Já que o cabo Cat 5e pode transportar com fiabilidade até 125 Mbps de tráfego, conseguir 1000 Mbps (Gigabit) de largura de banda foi um desafio para o projeto. A primeira etapa para viabilizar o 1000BASE-T é usar todos os quatro pares de fios, ao invés dos dois pares tradicionais de fios usados para 10BASE-T e 100BASE-TX. Isto é feito usando circuitos complexos para permitir transmissões full-duplex no mesmo par de fios. Isto proporciona 250 Mbps por par. Com todos os pares de quatro fios, isto proporciona os 1000 Mbps desejados. Já que as informações se propagam simultaneamente através dos quatro caminhos, os circuitos precisam dividir quadros no transmissor e reorganizá-los no receptor.

A codificação 1000BASE-T com codificação de linha 4D-PAM5 é usada em cabos UTP Cat 5e, ou melhores. Isto significa que a transmissão e recepção de dados ocorrem em ambos os sentidos, no mesmo fio e ao mesmo tempo. Pode-se esperar que isso resulte numa colisão permanente nos pares de fios. Essas colisões resultam em padrões complexos de voltagens. Com circuitos integrados complexos e utilizando técnicas tais como cancelamento de eco, FEC da Camada 1 (Forward Error Correction) e a prudente seleção dos níveis de voltagem, o sistema consegue um throughput de 1 Gigabit.

Em períodos de inatividade, existem nove níveis de voltagem encontrados no cabo e, durante períodos de transmissão de dados, podem ser encontrados 17 níveis de voltagem no cabo. Com este grande número de estados e com os efeitos de ruído, o sinal no fio parece mais analógico que digital. Como é o caso de um sistema analógico, este sistema é mais sensível a ruídos oriundos de problemas nos cabos e nas terminações.





Os dados vindos da estação emissora são cuidadosamente divididos em quatro fluxos paralelos, codificados, transmitidos e detetados em paralelo e depois reorganizados e recebidos em um só fluxo de bits. A Figura representa full-duplex simultâneo em pares de quatro fios. 1000BASE-T suporta uma operação tanto em half-duplex como em full-duplex. 1000BASE-T full-duplex é amplamente utilizado.

1000BASE-SX e LX

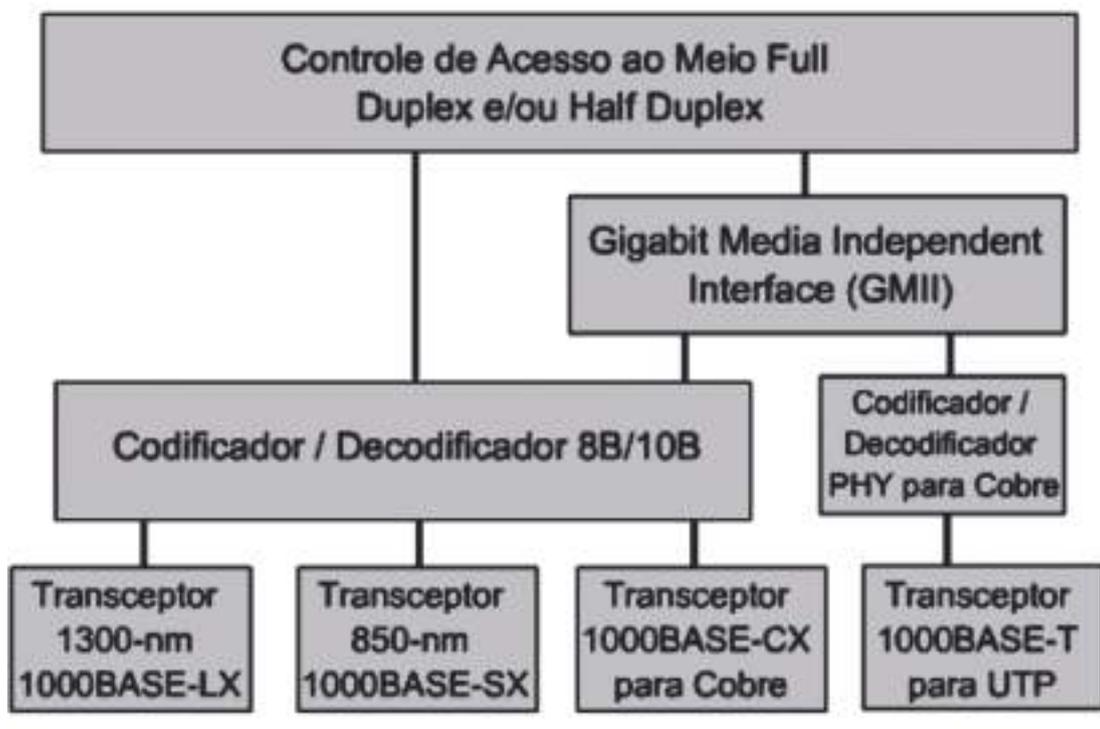
O padrão IEEE 802.3 recomenda que a Gigabit Ethernet através de fibra seja a tecnologia adequada para o backbone.

Vantagens do Gigabit Ethernet em Fibra

- Imunidade ao ruído
- Nenhum problema potencial de aterramento
- Características excelentes de distâncias
- Muitas opções do dispositivo 1000BASE-X
- Pode ser usado para conectar segmentos Fast Ethernet amplamente dispersados

A temporização, o formato de quadros e a transmissão são iguais para todas as versões de 1000 Mbps. Dois esquemas de codificação de sinal são definidos na camada física. O esquema 8B/10B é usado para fibra ótica e meios de cobre blindado, e a modulação de amplitude de pulso 5 (PAM5) é usada para UTP.



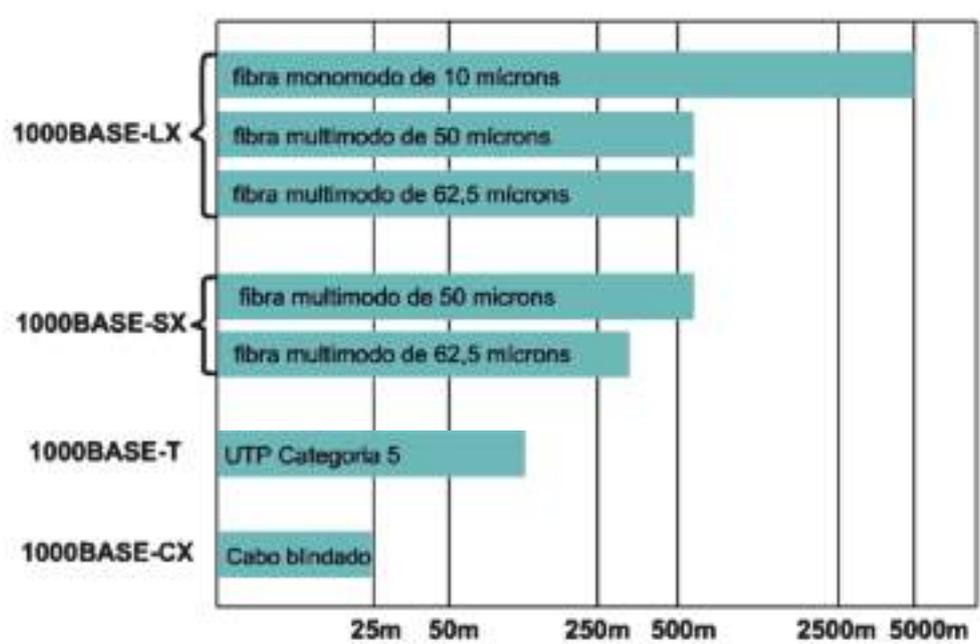


1000BASE-X usa a codificação 8B/10B convertida em codificação de linha NRZ (Non-Return to Zero). A codificação NRZ baseia-se no nível de sinal encontrado na janela de tempo de bit para determinar o valor binário desse bit. Ao contrário de muitos dos outros esquemas de codificação, este sistema é determinado pelo nível e não pela borda. Isto é, a determinação de um bit representar 0 ou 1 é feita pelo nível do sinal e não quando o sinal muda de nível.

Os sinais NRZ são então inseridos na forma de pulsos para dentro da fibra usando fontes de luz com comprimento de onda curta ou longa. As de comprimento de onda curta usam como fonte um laser de 850 nm ou um LED em fibra ótica multimodo (1000BASE-SX). É a mais econômica entre as opções, mas é limitada por distâncias mais reduzidas. As de comprimento de onda longa (1310 nm) originadas por laser usam fibra ótica monomodo ou multimodo (1000BASE-LX). Laser usado com fibra monomodo pode alcançar distâncias de até 5000 metros. Devido ao curto tempo necessário para ligar e desligar totalmente o LED ou o laser, a luz é pulsada na fibra usando potência baixa e alta. Um 0 lógico é representado por uma luz de baixa potência e um 1 por uma de alta potência.



O método de Controlo de Acesso ao Meio trata o link como ponto-a-ponto. Já que fibras separadas são usadas para transmissão (Tx) e recepção (Rx) a conexão é inerentemente full-duplex. A Gigabit Ethernet permite um único repetidor entre duas estações. A Figura é um gráfico de comparação dos meios físicos utilizados em Ethernet 1000BASE.



Arquitetura Gigabit Ethernet

As limitações de distância dos links full-duplex são apenas definidas pelo meio físico e não pelo atraso de ida e volta. Já que a maioria das Gigabit Ethernet é comutada, os valores nas Figuras são os limites práticos entre os dispositivos. São permitidas todas as topologias em cascata, de estrela e de estrela estendida. A questão então passa a ser de topologia lógica e de fluxo de dados, e não de temporização ou de limitações de distância.

Meio	Largura de Banda Modal	Distância Máxima
Fibra Multimodo de 62,5µm	160	220 m
Fibra Multimodo de 62,5µm	200	275 m
Fibra Multimodo de 50µm	400	500 m
Fibra Multimodo de 50µm	500	500 m



Um cabo 1000BASE-T UTP é idêntico aos cabos 10BASE-T e 100BASE-TX, exceto que o desempenho dos links precisa satisfazer os requisitos de qualidade mais altos de Categoria 5e ou ISO Classe D (2000).

Meio	Largura de Banda Modal	Distância Máxima
Fibra Multimodo de 62,5µm	500	550 m
Fibra Multimodo de 50µm	400	550 m
Fibra Multimodo de 50µm	500	550 m
Fibra Multimodo de 10µm	N/A	5000 m

A modificação das regras definidas na arquitetura 1000BASE-T é totalmente desencorajada. A 100 metros, 1000BASE-T está a operar perto do limite da capacidade do hardware em recuperar o sinal transmitido.

Quaisquer problemas de cabeleagem ou ruído ambiental poderia tornar inoperante um cabo normalmente compatível, mesmo a distâncias dentro das especificações.

É recomendado que todos os links entre uma estação e um hub ou switch sejam configurados para a Auto Negociação, de forma a permitir o mais alto desempenho comum a todos. Isto evitará que seja realizada por acidente uma configuração errada dos outros parâmetros exigidos para uma operação adequada do Gigabit Ethernet.

Ethernet 10 Gigabit

IEEE 802.3ae foi adaptado para incluir transmissões 10 Gbps full-duplex através de cabos de fibra ótica. As semelhanças básicas entre 802.3ae e 802.3, a Ethernet original, são impressionantes. Esta 10-Gigabit Ethernet (10GbE) está a evoluir não só para redes locais mas também para MANs e WANs.

Com o formato de quadros e outras especificações Ethernet da Camada 2, compatíveis com padrões anteriores, 10GbE pode fornecer o aumento necessário na largura de banda para que seja mutuamente operável com a infraestrutura das redes já existentes.



Parâmetro	Valor
Bit Time (tempo de bit)	0.1 ns
Slot Time	não aplicável *
Interframe Spacing (espaçamento entre quadros)	96 bits **
Collision Attempt Limit	não aplicável *
Collision Backoff Limit	não aplicável *
Collision Jam Size	não aplicável *
Maximum Untagged Frame Size	1518 octetos
Minimum Frame Size	512 bits (64 octetos)
Burst Limit	não aplicável *
Interframe Spacing Stretch Ratio	104 bits ***

* A Ethernet de 10 Gbps não permite a operação em half duplex, por isso os parâmetros relacionados ao processamento da temporização e colisão não se aplicam.

** O valor apresentado é o espaçamento padrão entre quadros

*** A razão de descompactação de espaço entre quadros aplica-se exclusivamente às definições 10GBASE-W

Uma mudança conceitual importante para Ethernet está a surgir com a 10GbE. Ethernet é tradicionalmente considerada uma tecnologia para redes locais, mas os padrões da camada física de 10GbE permitem uma extensão da distância de até 40 km sobre fibra monomodo e compatibilidade com redes SONET (Synchronous Optical Network) e com a SDH (Synchronous Digital Hierarchy). Uma operação a 40 km de distância torna a 10GbE uma tecnologia viável para MAN. A compatibilidade com as redes SONET/SDH a operar a velocidades de até OC-192 (9,584640 Gbps) torna a 10GbE uma tecnologia viável para WAN. 10GbE pode também competir com ATM para certas aplicações. Em resumo, como se compara 10GbE com outras variedades de Ethernet?

- O formato dos quadros é idêntico, permitindo a mútua operabilidade com todas as variedades de Ethernet antiga, fast, gigabit e 10 Gigabit sem conversões de quadros ou de protocolos.
- O tempo de bit agora é de 0,1 nano segundos. As restantes variáveis de tempo são ajustadas apropriadamente.
- Não é necessário o CSMA/CD, já que são usadas apenas ligações de fibra full-duplex.
- As subcamadas de IEEE 802.3, dentro das Camadas 1 e 2 do modelo OSI, na sua maioria são preservadas, com algumas adições para acomodar 40 km de links de fibra e a mútua operabilidade com as tecnologias SONET/SDH.



- Torna-se possível a criação de redes Ethernet flexíveis, eficientes, fiáveis e de custo relativamente baixo do início ao fim.
- O TCP/IP pode trabalhar sobre redes locais, MANs e WANs com um só método de Transporte de Camada 2.

O padrão básico que gere o CSMA/CD é IEEE 802.3. Um suplemento do IEEE 802.3, conhecido como 802.3ae, regula a família 10GbE. Como é típico para novas tecnologias, uma série de implementações estão sendo consideradas:

- 10GBASE-SR: Destinado a curtas distâncias através de fibras multimodo já instaladas, suporta uma distância entre 26 m e 82 m.
- 10GBASE-LX4: utiliza WDM (Wavelength Division Multiplexing), suporta distâncias de 240 m a 300 m através das fibras multimodo já instaladas, e 10 km através de fibras monomodo.
- 10GBASE-LR e 10GBASE-ER: Suporta de 10 km a 40 km através de fibra monomodo.
- 10GBASE-SW, 10GBASE-LW e 10GBASE-EW: Conhecidos de forma genérica como 10GBASE-W são destinados a funcionar com equipamentos OC-192 STM (synchronous transport module) SONET/SDH para WAN.

A Ethernet 10-Gbps (IEEE 802.3ae) foi padronizada em junho de 2002. É um protocolo full-duplex que usa fibra ótica como meio de transmissão. A distância máxima de transmissão depende do tipo de fibra a ser usada. Quando se usa fibra monomodo como o meio de transmissão, a distância máxima de transmissão é de 40 quilómetros. Algumas discussões entre os membros do IEEE sugerem a possibilidade de padrões para 40, 80 e mesmo 100-Gbps Ethernet.

Arquiteturas 10 Gigabit Ethernet

Semelhante ao desenvolvimento da Gigabit Ethernet, o aumento da velocidade é acompanhado por requisitos adicionais. A reduzida duração do tempo de bit, devido ao aumento da velocidade, requer considerações especiais. Para transmissões 10 GbE, cada duração de bit de dados é 0,1 nano segundo. Isto significa que poderá haver 1.000

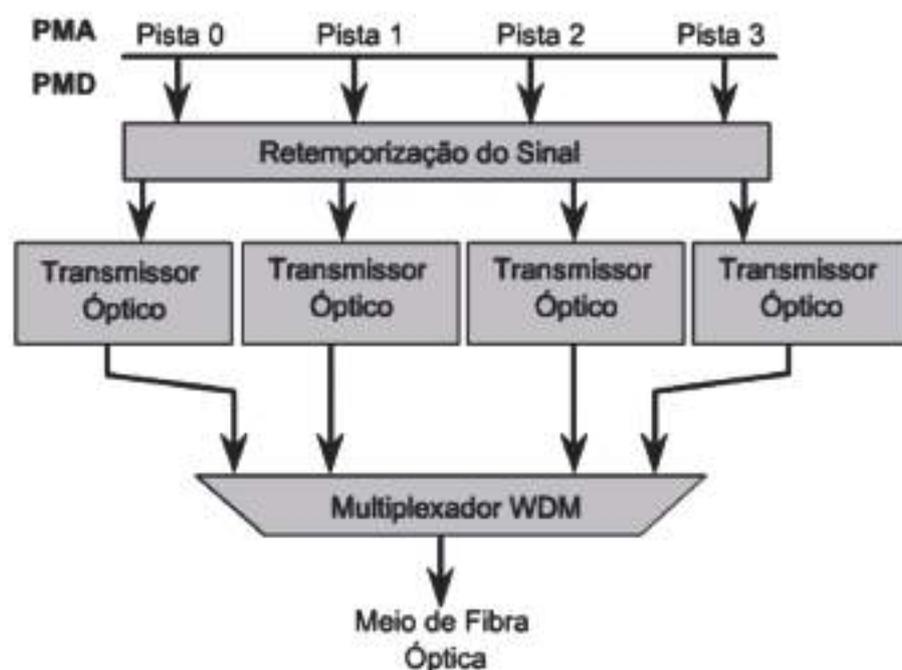


bits de dados GbE, no mesmo tempo de bit de um só bit de dados de um fluxo de dados Ethernet 10-Mbps. Devido à curta duração do bit de dados 10 GbE, às vezes é difícil distinguir entre um bit de dados e ruído. A transmissão de dados 10 GbE conta com a precisão na temporização dos bits para separar os dados dos efeitos do ruído na camada física. Este é o propósito da sincronização.

Como resposta a estas questões de sincronização, largura de banda e Relação Sinal/Ruído, o 10 Gigabit Ethernet usa duas etapas separadas de codificação. A transmissão torna-se mais eficiente com a utilização de códigos que representam os dados do utilizador. Os dados codificados proporcionam características como sincronização, uso eficiente de largura de banda e uma melhoria na relação Sinal/Ruído.

Fluxos de bits serie complexos são usados para todas as versões de 10GbE, exceto para 10GBASE-LX4, que usa (WDM) (Wide Wavelength Division Multiplex) para multiplexar quatro fluxos de bits simultâneos, como quatro feixes de luz de diferentes comprimentos de onda, projetados simultaneamente na fibra.

A Figura representa o caso particular da utilização de quatro fontes de luz com comprimentos de onda ligeiramente diferentes. Ao ser recebido pelo meio, o sinal ótico é desmultiplexado em quatro fluxos óticos separados. Os quatro fluxos óticos são então convertidos de volta em quatro fluxos de bits, enquanto passam por processo reverso semelhante através das subcamadas da camada MAC.



Atualmente, a maioria dos produtos 10GbE está na forma de módulos, ou placas (line cards), para serem incorporados em switches e routers de alto desempenho. Conforme as tecnologias 10GbE vão evoluindo, é de se esperar um aumento na diversidade de componentes de sinalização. Conforme as tecnologias óticas vão evoluindo, são incorporados nesses produtos transmissores e recetores melhorados, valendo-se cada vez mais da modularidade. Todas as variantes de 10GbE usam meios de fibra ótica. Os tipos de fibras incluem fibra monomodo 10 μ e 50 μ e fibras multimodo 62.5 μ . É suportada uma série de fibras com diferentes características de atenuação e dispersão, o que limita as distâncias de operação.

Embora o suporte seja limitado aos meios de fibras óticas, alguns dos comprimentos máximos de cabo são surpreendentemente curtos. Não há repetidor definido para 10-Gigabit Ethernet já que o half-duplex não é explicitamente suportado.

Implementação	Comprimento de Onda	Meio	Largura de Banda Mínima Modal	Distância de Operação
10GBASE-LX4	1310 nm	62.5 μ m MMF	500 MHz/km	2 - 300 m
10GBASE-LX4	1310 nm	50 μ m MMF	400 MHz/km	2 - 240 m
10GBASE-LX4	1310 nm	50 μ m MMF	500 MHz/km	2 - 300 m
10GBASE-LX4	1310 nm	10 μ m MMF	N/A	2 - 10 km
10GBASE-S	850 nm	62.5 μ m MMF	160 MHz/km	2 - 26 m
10GBASE-S	850 nm	62.5 μ m MMF	200 MHz/km	2 - 33 m
10GBASE-S	850 nm	50 μ m MMF	400 MHz/km	2 - 66 m
10GBASE-S	850 nm	50 μ m MMF	500 MHz/km	2 - 82 m
10GBASE-S	850 nm	50 μ m MMF	2000 MHz/km	2 - 300 m
10GBASE-L	1310 nm	10 μ m SMF	N/A	2 - 10 km
10GBASE-E	1550 nm	10 μ m SMF	N/A	2 - 30 km

Como é o caso das versões 10 Mbps, 100 Mbps e 1000 Mbps, é possível modificar ligeiramente algumas das regras da arquitetura. Possíveis ajustes na arquitetura são relacionados à perda de sinais e distorção ao longo do meio físico. Devido à dispersão do sinal e outras questões, o pulso de luz torna-se indecifrável a partir de certas distâncias.



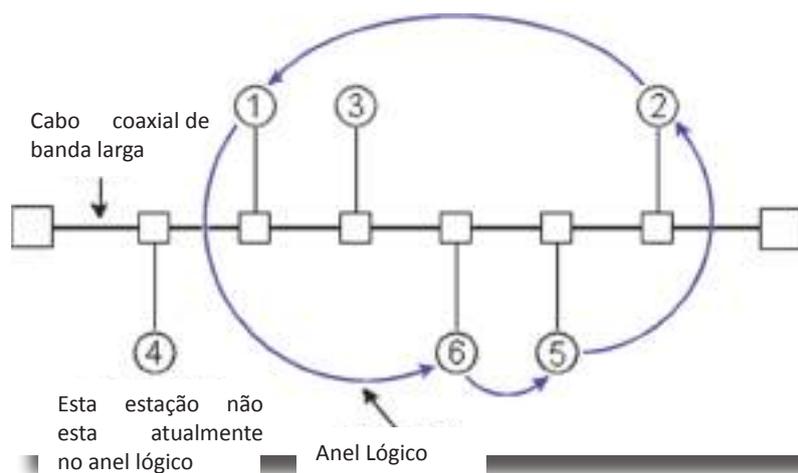
Token Bus

Nas redes em Bus, quando uma estação transmite ela passa a permissão (Token) para a próxima estação, assim que a transmissão atual termina. A permissão é um padrão variável (a identificação da próxima estação) que é passada de estação a estação até que se feche o ciclo, que então recomeça, simulando um anel virtual, no qual a ordem física das estações não depende da ordem lógica.

Esse esquema requer que várias funções sejam realizadas (de forma centralizada ou distribuída) para o seu funcionamento correto. No mínimo as seguintes funções devem ser realizadas:

- Adição e Retirada do Anel Virtual: estações fora da rede devem ter a oportunidade de serem inseridas no anel virtual, e as estações devem se poder retirar do anel virtual, evitando assim a passagem desnecessária do token quando estão fora da rede.
- Gestão de Falhas: uma série de situações de falha podem ocorrer, como por exemplo: duas ou mais estações podem ter endereços duplicados e, ao receberem o token, transmitem sempre em conjunto, causando colisão e perda da próxima permissão. A perda de permissão pode também ocorrer quando nenhuma estação pensa que é a sua vez de transmitir, deterioração do token por ruídos, falhas no transmissor, falhas na estação de recepção, ou ainda pelo token ter sido passado a uma estação que não está na rede.
- Iniciação do Anel Virtual: na partida da rede, ou em caso de falhas que exigem uma reiniciação do anel, algum algoritmo deve ser utilizado para criação do anel virtual e do token.





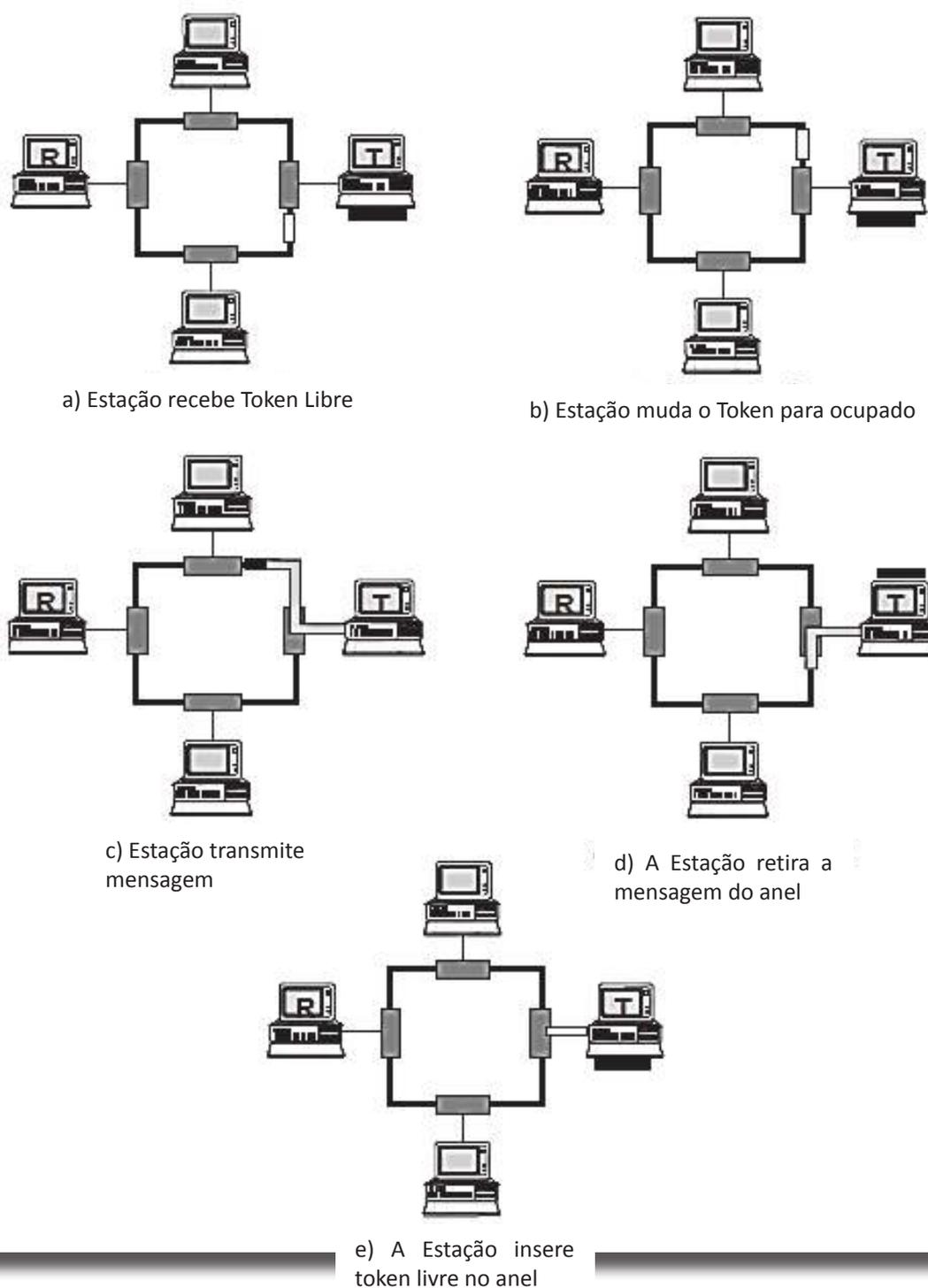
Desta forma fica claro o método de passagem do token bus é muito complexo. Uma desvantagem da passagem do token bus é o overhead envolvido quando o tráfego é baixo. Uma estação pode ter que esperar por várias passagens de permissões para estações que não têm nada a transmitir, antes de receber a permissão.

Token Ring

A passagem de token em anel baseia-se num pequeno quadro que contém o token (permissão), que circula pelo anel, chamado **token livre**. Ao querer transmitir, uma estação espera pelo token livre. Ao recebê-lo, a estação altera o padrão para **token ocupado** e transmite os seus dados logo a seguir. A estação transmissora é responsável pela retirada da sua mensagem do anel e pela inserção de novo token livre. O momento da inserção de um token livre no anel varia conforme o tipo de operação, que pode ser de três tipos: single packet, single token e multiple token.

No modo single packet o transmissor só insere um token livre no anel depois de receber de volta o token ocupado e retirar a sua mensagem do anel. Nesse tipo de operação, em dado instante, apenas um quadro e um token são encontrados a circular no anel. A figura a seguir ilustra este modo de operação.





FDDI

O padrão FDDI (Fiber Distributed Data Interface), tal como os anteriores, abrange os níveis físicos e de ligação de dados (as duas primeiras camadas OSI).

Enquanto os padrões Ethernet e Token-Ring têm aplicação exclusivamente em redes locais (LANs), o padrão FDDI permite o desenvolvimento de redes com um âmbito



maior, nomeadamente redes do tipo MAN (Metropolitan Area Network), bem como pode servir de base à interligação de redes locais, como nas redes de campus.

As redes FDDI seguem uma tecnologia de transmissão parecida com as redes Token-Ring, mas utilizando, normalmente, cabos de fibra ótica, o que lhes confere capacidades de transmissão bastante elevadas (na ordem dos 100 Mbits/segundo e superiores) e a possibilidade de se estenderem até distâncias da ordem dos 100 Km. Estas características, tomam o padrão FDDI bastante adequado para a interligação de redes através de um backbone - neste caso, o backbone das redes é precisamente o cabo de fibra ótica, com configuração em anel FDDI, ao qual se ligam as sub-redes.

O protocolo FDDI é um padrão desenvolvido pelo ANSI (American National Standard Institute).

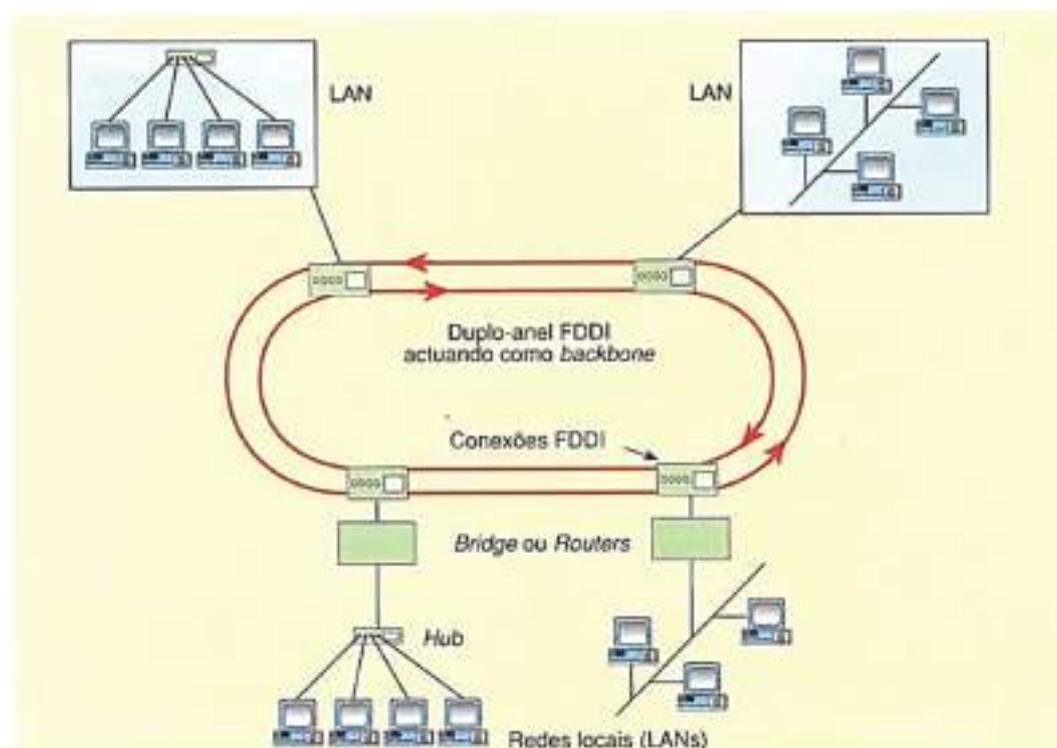


Fig. 12: Configuração de uma rede FDDI. O cabo em anel duplo atua como backbone para um conjunto de LAN's



Redes locais sem fios

Uma rede sem fio proporciona-nos uma maior mobilidade e comodidade, facilitando a troca de informações sem termos que nos preocupar com uma ligação física. Além disso, a rede pode ser mais ampla sem a necessidade de mover ou instalar cabos.

Uma das maiores vantagens, talvez a maior, é a mobilidade que as redes sem fios provêm na sua utilização.

Mobilidade significa estar ligado a qualquer hora, em qualquer lugar, com acesso às informações que forem necessárias para fazer o nosso trabalho. Além disso, a rede sem fio provê maior liberdade e utilização de “Palm Tops” e “laptops”. Há muitos estabelecimentos comerciais, como redes de “fast food”, que substituíram os blocos de anotação de pedidos por “Palm tops” que enviam diretamente ao balcão o pedido feito por um determinado cliente, poupando tempo e criando maior satisfação.

Vantagens oferecidas por uma rede sem fio:

- Informação em tempo real em qualquer lugar da organização ou empresa para todo usuário de rede;
- Facilidade de instalação;
- Flexibilidade;
- Diminuição nos custos, afinal, não será necessário mudar absolutamente nada quando for preciso fazer qualquer alteração no layout da empresa.

O que é WLAN

WLAN é uma nova tecnologia de redes de computadores, com as mesmas funcionalidades das redes de computadores com fio (LAN). Por meio do uso de rádio ou infravermelho é que as WLANs estabelecem a comunicação entre os computadores e dispositivos da rede, ou seja, não usam fios ou cabos. Os dados são transmitidos através de ondas eletromagnéticas e várias ligações podem existir num mesmo ambiente sem que uma interfira na outra, permitindo, por exemplo, a existência de várias redes dentro de um prédio. Para isso, basta que as redes operem em frequências diferentes. Através de algumas ferramentas, é possível até mesmo interligar estas redes.



Tecnologias usadas na transmissão

As WLANs podem utilizar várias tecnologias para permitir a conexão dos computadores e dispositivos da rede. Cada uma tem vantagens e limitações que as distinguem das outras. As mais conhecidas são: os sistemas “*spread spectrum*”, rádio e infravermelho (infrared), sendo este último pouco usado em WLANs.

Também conhecida como CDMA (“*Code Division Multiple Access*”) a “*spread spectrum*” é a tecnologia de transmissão mais utilizada atualmente, pois é menos sensível a interferências e a mais capaz de atravessar obstáculos, como paredes, por exemplo.

Já a tecnologia de rádio não chega a ser exatamente uma tecnologia de WLAN, mas pode ser utilizada para interligar redes locais que se encontram em prédios diferentes. As micro-ondas operam numa faixa de frequência de 18 GHz e teoricamente podem atingir velocidades de transmissão de até 15 Mbps.

O esquema de uma WLAN, representada na imagem a seguir é composta por:

- Um servidor que provê diversos serviços, dentre eles armazenamento e impressão
- Um “switch” | “router” | “hub” | “bridges”, para interligar as workstations, impressoras, servidores, storages etc.
- “Firewall” para garantir a segurança e integridade da rede.

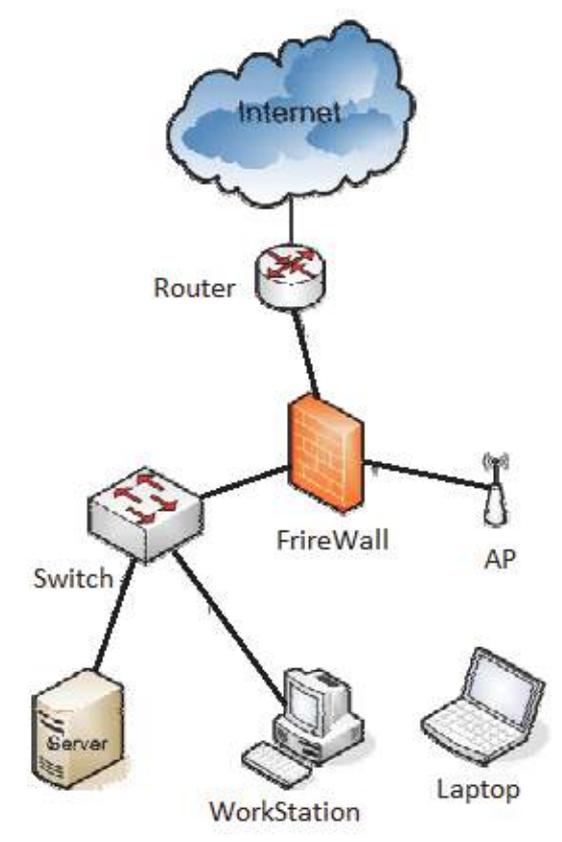


Fig. 10: Esquema de uma rede WAN



Método criptográfico

WEP: “Wired Equivalent Privacy” (WEP) tem uma codificação de 64-bit ou 128-bit. Este sistema tem um problema. Especialistas de segurança conseguiram encontrar uma maneira, com o qual analisando os dados transferidos, é possível encontrar a chave para decodificar os dados, já existem programas para fazer isso, que estão livremente acessíveis na Internet, e por tanto este método não é muito seguro.

WPA: “Wi-Fi Protected Access” (WPA) foi criado para melhorar os pontos fracos do WEP. Por essa questão ao comprar um router wireless tenha em conta se funciona com WPA. Se poder optar pelas duas chaves, tente sempre usar o WPA para ter maior segurança.

WPA2: “Wi-Fi Protected Access” 2, sucessor do WPA e mais seguro que WPA. Para a ligação criptografada é necessária mais capacidade e tempo para co/descodificar os dados. Por isso sempre vai ser mais lenta que uma transferência sem criptografia. A quantidade dos bits da chave usada tem de ser idêntica tanto na configuração do emissor como no recetor. Ao usar uma chave, usar todo o tamanho possível. Assim temos a certeza que todos os bits da chave estão a ser usados, tendo assim a máxima segurança oferecida pela criptografia. A velocidade de transferência em Mbit/s de um router realmente só tem importância dentro da rede local, para o uso de aplicações dentro dela (por exemplo a troca de ficheiros, jogos na rede local, controlo remoto de pc). Dentro de um ambiente wireless é muito mais provável o recetor perder pacotes de dados causados por interferências, obstáculos e pela distancia do emissor, do que num ambiente que use cabo. Isto reduz a velocidade, comparando-a com uma rede em ambiente ethernet (a cabo).

O padrão 802.11

O padrão 802.11 é uma arquitetura definida pelo IEEE (“Institute of Electrical and Electronics Engineers”) para as redes sem fio, onde a área coberta pela rede é dividida em partes denominadas células. Cada célula, por sua vez, é chamada de BSA (“Basic Service Area”). O tamanho da BSA depende das características do ambiente e das capacidades dos transmissores usados na rede.



Existem vários tipos de padrão 802.11, onde cada um é dotado de características próprias, principalmente no que se refere à velocidade de transmissão dos dados. Cada tipo é identificado por uma letra ao final do nome 802.11. Por exemplo: 802.11a, 802.11b etc. É importante citar que apesar de ser possível a criação de WLANs com áreas grandes de cobertura, o 802.11 é voltado somente às redes locais.

Quando utilizar redes sem fio

As redes sem fio constituem-se apenas numa alternativa às redes convencionais com cabeamento, onde as redes cabeadas não podem chegar, complementando e fornecendo as mesmas funcionalidades destas de forma flexível e apresentando boa conectividade em áreas habitacionais ou de campus.

Pois, dessa forma, as redes sem fio atendem pontos de rede com a mesma eficiência e até mesmo com uma melhor relação custo/benefício em relação ao sistema de cabeamento convencional nesses casos.

Existem diversas aplicações possíveis para as redes se fio. Entretanto, como em todos os projetos de rede devem apresentar os seus benefícios, torna-se necessário justificar a utilização desta ou daquela tecnologia.

Existem lugares onde não e possível instalar o cabeamento convencional, como edifícios antigos de patrimônio histórico, por exemplo. A melhor solução é ver qual a dimensão necessária para cada rede disponível e, dependendo dos custos das soluções selecionadas, é que poderemos considerar as diversas possibilidades de combinação das tecnologias para obter os equipamentos necessários.

Redes “Sem fio” com Infraestrutura

Nesse tipo de rede, a transferência de dados acontece sempre entre uma estação e um ponto de acesso – AP (“Access Point”). Os APs são nós especiais responsáveis pela captura e retransmissão das mensagens enviadas pelas estações. A transferência de dados nunca ocorre diretamente entre duas estações.

Essa estrutura é típica de uma rede com topologia em estrela, onde um elemento central (no caso, o AP) controla o fluxo de toda a rede. Esse tipo de rede pode usar diferentes



esquemas de acesso, com ou sem colisão. Colisões podem ocorrer se as estações junto com o AP não forem coordenadas. Entretanto, quando somente o AP controla o acesso ao meio, nenhuma colisão é possível.

Redes com infraestrutura perdem um pouco da flexibilidade que as redes sem fio podem oferecer.

Redes “Sem fio” Ad Hoc

Uma rede Ad Hoc não precisa de nenhuma infraestrutura para funcionar.

Cada estação comunica-se diretamente com outra estação. Nenhum AP é necessário para controlar o acesso ao meio. Uma estação A só se pode comunicar com uma estação B se esta estiver dentro do raio de ação de A ou se existir uma ou mais estações entre A e B que possam encaminhar a mensagem. Entende-se por raio de ação a área de cobertura de uma estação, ou seja, todos os pontos geográficos aonde o sinal desta estação chegue com um mínimo de clareza.

A complexidade de cada estação é alta porque toda estação tem que implementar mecanismos de acesso ao meio, mecanismos para controlar problemas com “estações escondidas” e mecanismos para prover uma certa qualidade de serviço.

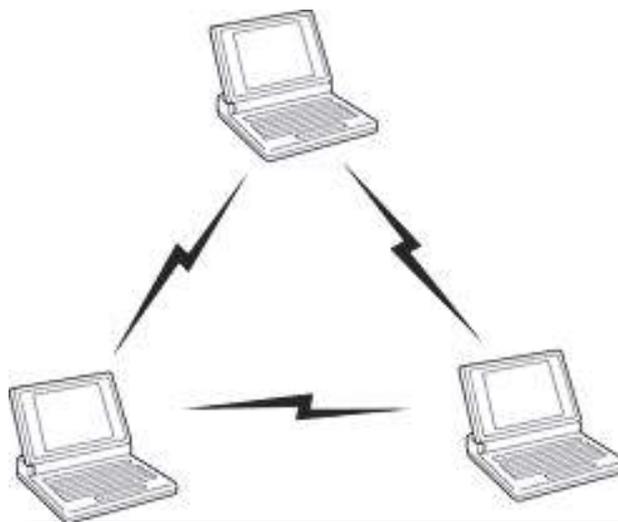


Fig. 11: Exemplo de rede Ad Hoc



Limitações tecnológicas

Por se tratar de uma tecnologia nova, as rede sem fios ainda tem algumas limitações, principalmente em relação ao alcance do sinal e velocidade, quando comparamos aos sistemas estruturados.

Para montar uma rede sem fios é necessário analisar muito bem o ambiente em que será montada, pois como o próprio nome diz, por ser sem fio, o seu meio de transmissão é o ar podendo assim sofrer interferências por ondas de radio ou sinais telefônicos. Deste modo, também será importante conhecer qual o uso do espaço radioelétrico e como está a sua saturação.

Este tipo de rede está a crescer muito em grandes, médias e pequenas empresas. E, graças à sua facilidade, existe a expectativa de crescer ainda mais.



As principais são:

- Asymmetric DSL (ADSL) que tem velocidades de transmissão diferentes para “upload” e “download” (o que a torna indicada, sobretudo para acesso à Internet) e que vão de 1 a 8 megabits por segundo, respetivamente, numa distância máxima de 4 km.
- Symetric DSL (SDSL) e High data rate DSL (HDSL): Usados para linhas de 2 Mbits.
- Very high data rate DSL (VDSL): Usado para linhas de alta capacidade e serviços de banda larga.

Aqui vamos abordar a Tecnologia ADSL, que é uma das mais comuns

ADSL

ADSL é a sigla para Assymmetric Digital Subscriber Line ou “Linha Digital Assimétrica para Assinante”. Trata-se de uma tecnologia que permite a transferência digital de dados em alta velocidade por meio de linhas telefônicas comuns.

Funcionamento da ADSL

A tecnologia ADSL basicamente divide a linha telefônica em três canais virtuais, sendo um para voz, um para download (de alta velocidade) e um para upload (com velocidade média se comparado ao canal de download). Teoricamente, as velocidades de download podem ir de 256 Kbps até 6.1 Mbps. No caso do upload essas taxas variam de 16 Kbps até 640 Kbps. É por causa destas características que o ADSL ganhou o termo “assymmetric” (assimétrica) no nome, pois indica que a tecnologia possui maior velocidade para download e menor velocidade para upload.

Entre os três canais, há um disponível para voz. Isso permite que o utilizador fale ao telefone e ao mesmo tempo navegue na Internet, ou seja, não é necessário desconectar para falar ao telefone. Para separar voz de dados na linha telefônica, é instalado na linha do utilizador um pequeno aparelho chamado Splitter. Nele, ligamos o cabo que sai do aparelho telefónico e ligamos o cabo que sai do modem.



Na central telefónica também há uma espécie de Splitter. Assim, quando se realiza uma chamada telefónica (voz), o sinal é encaminhado para a rede de comutação de circuitos da companhia telefónica (PSTN - Public Switched Telephone Network) e procede pelo seu caminho habitual. Quando se utiliza a Internet, o sinal é encaminhado para um DSLAM. Quando uma linha telefónica é usada somente para voz, essas chamadas utilizam frequências baixas, geralmente entre 300 Hz e 4000 Hz. Na linha telefónica é possível usar taxas mais altas, mas elas acabam por ser desperdiçadas. Explicando de maneira simples, o que o ADSL faz é aproveitar essas frequências que não são usadas para a transmissão de dados. Como é possível usar mais de uma frequência ao mesmo tempo na linha telefónica, é então possível usar o telefone para voz e dados ao mesmo tempo. A figura abaixo exemplifica este funcionamento.



A tecnologia ADSL funciona instalando-se um modem específico para esse tipo de ligação na residência ou empresa do utilizador e fazendo-o ligar-se a um equipamento na central telefónica. Neste caso, a linha telefónica serve como “estrada” para a comunicação entre esses dois pontos. Essa comunicação ocorre em frequências acima de 5000 Hz, não interferindo na comunicação de voz (que funciona entre 300 Hz e 4000 Hz). Como a linha telefónica é usada unicamente como um meio de comunicação entre o modem do utilizador e a central telefónica, não é necessário pagar impulsos telefónicos, pois a ligação ocorre por intermédio do modem e não ao marcar um número específico, como é feita com o acesso à Internet via ligação marcada.

Assim fica claro que todo o funcionamento do ADSL não se refere à linha telefónica, (pois esta é apenas um “caminho”), mas sim ao modem. Quando o modem estabelece uma ligação com o modem da central telefónica, o sinal vai para um router, de seguida para o provedor e finalmente para a Internet. É importante frisar que é possível que este sinal saia diretamente do router para Internet.



Cable Modem

Esta tecnologia, utiliza as redes de transmissão de TV por cabo convencionais (chamadas de televisão por cabo - Community Antenna Television) para transmitir dados em velocidades que variam de 70 Kbps a 150 Mbps, fazendo uso da porção de banda não utilizada pela TV por cabo.

Utiliza uma topologia de rede partilhada, onde todos os utilizadores partilham a mesma largura de banda. Para este tipo de acesso à internet utiliza-se um cabo coaxial e um modem. Nota: O computador do utilizador deve estar equipado com placa de rede Ethernet.

Nela, conecta-se um cabo par-traçado (UTP). A outra extremidade deste cabo deve ser ligada ao modem. Ao modem, também é conectado o cabo coaxial da TV, que servirá para conectar o utilizador à Internet.

Outra forma de conexão é através de um conector USB, cujo modem de rede conecta-se ao computador através de um cabo.



Tecnologias de Redes de Área Alargada (WAN)

A camada física utilizada em uma WAN possui uma gama muito grande de possibilidades. Temos vários tipos de redes WAN, disponibilizadas comercialmente pelas operadoras de telecomunicações.

As tecnologias mais conhecidas são: X.25, Frame-Relay, ATM, RDSI (*ISDN*).

Portanto, para decidirmos qual o meio físico que será utilizado deve-se antes decidir qual a tecnologia mais adequada e o serviço que será prestado por meio dela.

Dentre os cabeamentos mais utilizados para a comunicação de redes de longa distância, atualmente, a fibra ótica é a que se destaca.

Tecnologia X.25

Definição

O X.25 é um grupo de protocolos incorporados em uma rede de pacote de distribuição composta por serviços de comutação. Os serviços de comutação foram originalmente estabelecidos para ligar terminais remotos à sistemas principais.

O X.25 é um conjunto de protocolos padronizado pela ITU para redes de longa distância (WAN's) e que usam o sistema telefônico ou ISDN como meio de transmissão, adere às três primeiras camadas do modelo OSI, são elas:

Camada física: Define as características mecânicas e elétricas da interface do terminal e da rede. A transmissão é feita de modo síncrono e full duplex.

Camada de ligação de dados: Responsável por iniciar, verificar e encerrar a transmissão dos dados na ligação entre DTE e o DCE. Responsável pelo sincronismo, detecção e correção de erros durante a transmissão.

Camada de rede: Responsável pelo empacotamento dos dados. Define se a transmissão será realizada por circuito virtual (conexão temporárias, estabelecidas somente no momento da comunicação) ou por circuito virtual permanente (ligação permanente, não existe a necessidade de realizar uma chamada para estabelecer ligação).



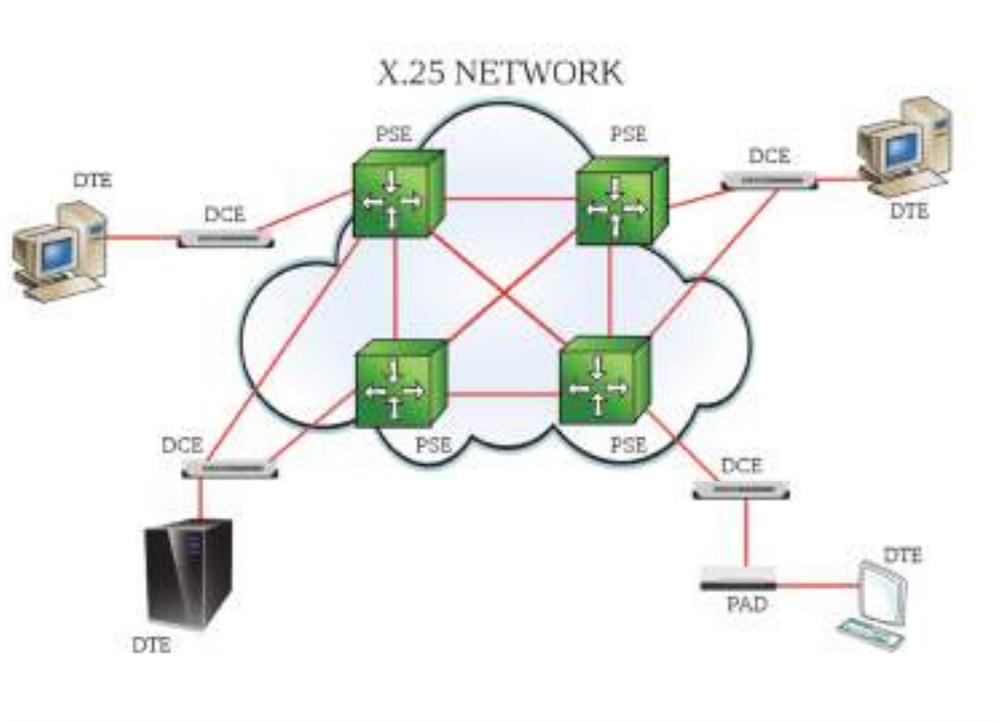
História

O X.25 foi lançado em 1970 pelo Tymnet, baseado numa estrutura de rede analógica, que era predominante na época. É um protocolo de rede, que tem a função de gerir um pacote de maneira a fazer a organização das informações. O X.25 faz isto da seguinte forma: o protocolo X.25 será responsável pela interpretação de uma onda modulada recebida e fará a desmodulação do sinal. Separando o cabeçalho de um pacote de uma mensagem.

Quando uma informação entra na interface de rede esse é o primeiro protocolo a ser acionado.

Funcionamento do X.25

Definido como uma disciplina de comunicação entre terminais e uma rede pública ou privada, podemos notar que X.25 é a interface padrão em redes comutadas por pacotes (switches). A transmissão de dados ocorre entre o terminal cliente, denominado de (DTE) Data Terminal Equipment e um equipamento de rede denominado (DCE) Data Circuit-terminating Equipment ou Data Communications Equipment. A transmissão dos pacotes de dados é realizada através de um serviço orientado à ligação (o emissor envia uma mensagem ao recetor pedindo a ligação antes de enviar os pacotes), garantindo assim a entrega dos dados na ordem correta, sem perdas ou duplicações.



Vantagens

Este tipo de protocolo, conforme detalhado na terminologia, o canal físico de comunicação pode estabelecer comunicação simultânea com até 4095 outros equipamentos ligados a rede de pacotes. Esta é uma das grandes vantagens do X.25 quando comparado a outras facilidades de comunicação, pois os equipamentos que trocam informações entre si não estão fisicamente ligados uns aos outros.

A infra-estrutura do X.25 normalmente garante velocidade de até 2 mbps nas transmissões com acesso dedicado (a terminais com interface síncrona X.25). Além disso, o serviço oferece alto grau de segurança, graças ao sistema de verificação da integridade das informações, a cada momento, e da correção de possíveis erros de transmissão.

Desvantagens

Alto custo computacional e de comunicação, já que este tipo de protocolo cuida da integridade das informações nos seus mínimos detalhes.

Relativamente lento a transmitir pacotes e pouco escalável. Um pacote pode levar 600 ms a atravessar a rede X.25 o que impede a utilização de programas com um elevado grau de interação. Os operadores públicos fornecem circuitos virtuais de X.25 entre 2.4 kb/s e 64 Kb/s o que torna esta tecnologia pouco atrativa para aplicações que precisem de largura de banda.

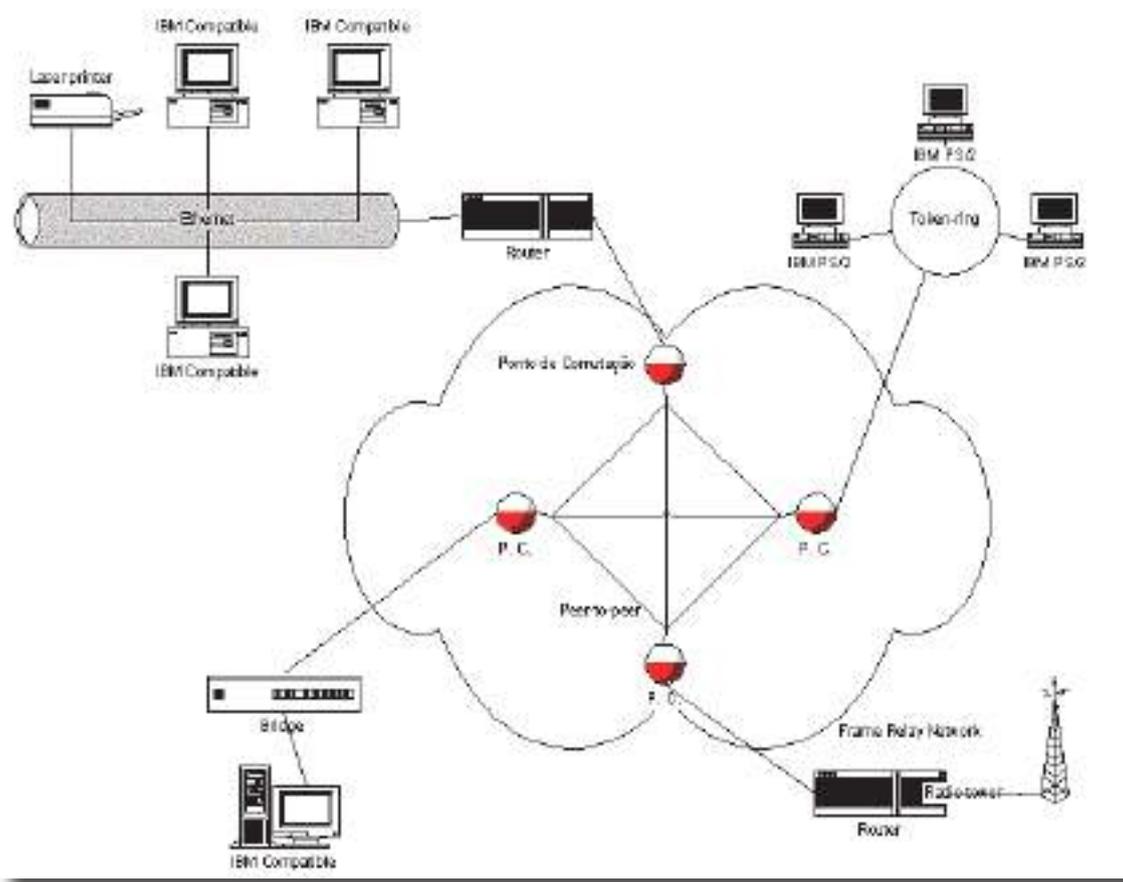
Tecnologia Frame Relay

Frame Relay é um serviço para o envio de informação através de uma rede global (WAN). A informação trafega em quadros. Cada quadro possui um endereço de destino, o que irá permitir que a rede o conduza até lá. Esta tecnologia é também conhecida como comutação de pacotes, já que é o papel dos comutadores encaminharem os quadros pela rede.

Uma rede *Frame Relay* consiste em pontos de acesso (*endpoints*), equipamento de acesso e periféricos de rede. A sua representação gráfica é uma nuvem para caracterizar uma arquitetura indefinida na disposição e número de comutadores.



Com o aparecimento da fibra ótica, foi possível diminuir significativamente a taxa de erro na transmissão de dados. A tecnologia *Frame Relay* soube aproveitar-se deste fato, para oferecer mais velocidade que a tecnologia anterior (X.25), retirando da sua responsabilidade a correção de erro e o controle de fluxo.



História

A rede *Frame Relay* veio para substituir a X.25, pois esta já não tinha mais condições de atender ao mercado. No final da década de 80, o panorama da área de redes de comunicação era o seguinte:

- Interação gráfica substituindo o texto;
- Aplicações exigindo tráfego em rajada;
- Estações inteligentes com aplicações de alto nível;
- Proliferação de LAN's e programas Cliente-Servidor;
- Redes digitais em expansão.



Estes pontos caracterizavam as necessidades da nova tecnologia a ser criada. Os primeiros passos do desenvolvimento da frame relay foram dados no laboratório da *BELL Labs* como parte das especificações da rede ISDN (*Integrated Services Digital Network*). Rapidamente, foi transformado num serviço de rede e aperfeiçoado pelo consórcio fundador do Frame Relay Forum, que reunia na época, 4 empresas: Cisco, DEC, NorTel e StrataCom. Hoje, o fórum conta com mais de 300 membros.

Benefícios

Uma nova tecnologia tem o seu sucesso ligado diretamente ao retorno financeiro proveniente da sua implementação. Com a Frame Relay não poderia ser diferente. A sua grande aceitação no mercado não foi à toa. Em baixo estão apresentadas algumas razões:

- Custo de Propriedade: Devido ao suporte a diferentes protocolos da camada 3 é possível eliminar a necessidade de múltiplas linhas privadas. Além disso, a necessidade de apenas um circuito para conectar múltiplos utilizadores reduz consideravelmente os custos de *hardware*.
- Padronização: A tecnologia foi muito bem planeada e largamente aceite, garantindo a sua eficiência e característica *Plug-and-Play*.
- Baixa Sobre carga (Overhead): o custo percentual para o transporte de dados em relação aos dados transmitidos é menor que o de outras tecnologias.
- Topologia Variável: a configuração da nuvem Frame Relay varia, assim como varia o caminho pelo qual trafega um quadro por ela. O modelo criado é flexível, escalável e ainda permite o desvio da rota caso haja necessidade.
- Interoperabilidade com novas aplicações e serviços: Da maneira que a rede foi concebida, é possível que tecnologias emergentes enviem os seus dados através dela. ATM é um bom exemplo. Na época, ainda não tinha sido oficializada mas estava seguramente ambientada na Frame Relay.

Funcionamento

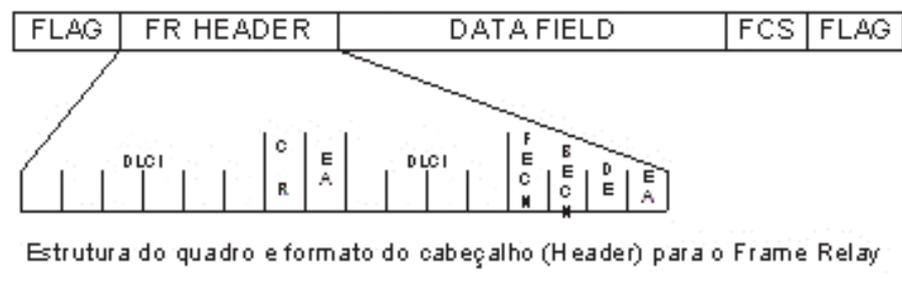
A Frame Relay baseia-se na utilização de circuitos virtuais: *caminho de dados entre duas portas que se assemelham a uma linha privada*. Um circuito virtual pode ser permanente (caso mais comum) ou comutado.



No caso Permanente (PVC), a conexão fim a fim é sempre a mesma, embora possa haver uma reconfiguração na rota do pacote. No caso Comutado (SVC), a conexão é estabelecida dinamicamente.

O Cabeçalho

Um quadro Frame Relay é definido com a ideia de não alterar o pacote que ele transporta. Ele identifica o seu destino através dos 10 bits do DLCI (identificador da ligação de dados). No caso *LAN-WAN-LAN* este número corresponde a porta na qual a LAN de destino está conectada. Abaixo segue o diagrama do quadro:



Routing de Quadros

Um comutador de uma rede Frame Relay realiza o seguinte procedimento ao receber um quadro:

- Verifica a integridade dos dados fazendo uso da FCS (Frame Chek Sequence).
- Procura o DLCI em sua tabela. Caso não esteja definido, o quadro é descartado.
- Retransmite o quadro pela porta indicada.

REGRA BÁSICA: “Se há problemas, descarte os dados.”

Os dados podem ser descartados devido a presença de protocolos inteligentes nas camadas superiores. A necessidade de descartar os dados acontece apenas em duas ocasiões: Ao detetar erros e quando há congestionamento. O congestionamento pode ser tanto de envio quanto de receção.



Tecnologia ISDN

ISDN é a sigla para Integrated Services Digital Network. Esta tecnologia também recebe o nome de RDSI - Rede Digital de Serviços Integrados. Trata-se de um serviço disponível em centrais telefônicas digitais, que permite o acesso à internet e baseia-se na troca digital de dados, onde são transmitidos pacotes sobre condutores de “par-trançado”.

A tecnologia ISDN já existe há algum tempo, tendo sido consolidada entre os anos de 1984 e 1986. Através do uso de um equipamento adequado, uma linha telefônica convencional é transformada em dois canais de 64 Kbps, onde é possível usar voz e dados ao mesmo tempo, sendo que cada um ocupa um canal. Também é possível usar os dois canais para voz ou para dados.

A tecnologia ISDN possui um padrão de transmissão que possibilita aos sinais que trafegam internamente às centrais telefônicas serem gerados e recebidos em formato digital no computador do utilizador, sem a necessidade de um modem. No entanto, para ser ativo o serviço ISDN numa linha telefônica, é necessário que sejam colocados equipamentos ISDN na casa do utilizador e que a central telefônica na qual a linha do assinante esteja ligada esteja preparada para o serviço ISDN.

Enquanto as linhas telefônicas convencionais geralmente transmitem a uma taxa de 28,8 a 56 Kbps, os dispositivos ISDN comuns podem transmitir a 64 ou 128 Kbps por segundo. Essa velocidade é inferior à das redes locais que têm suporte de tecnologias de comunicação de dados de alta velocidade, mas superior à das linhas telefônicas analógicas.

Uma linha ISDN precisa ser instalada pela companhia telefônica no local e no servidor de acesso remoto. Além disso, um adaptador ISDN deve ser instalado no lugar de um modem no seu computador e no servidor de acesso remoto.

Funcionamento

A largura de banda de uma linha analógica convencional é de 4 KHz.

Numa linha digital ISDN esse valor é de 128 Kbps, o que faz com que o sinal de 4 KHz não exista mais, pois a interface da central de comutação na outra “ponta da linha” não trabalha mais com sinais analógicos. Os circuitos eletrônicos da central telefônica efetuam a equalização e detecção do sinal digital a 128 Kbps transmitido a partir do equipamento do utilizador.



Esta técnica de transmissão na linha digital é a conhecida como “Híbrida com Cancelamento de Eco”. O equipamento do utilizador recebe o fio do telefone proveniente da rede telefónica e disponibiliza duas ou mais saídas: uma para o telefone e a outra para a ligação com o computador, geralmente via cabo serie.

Quando o equipamento do utilizador é informado pela central telefónica que chegará até ele uma chamada telefónica, ou quando o utilizador aciona o aparelho telefónico para realizar uma ligação, automaticamente um dos dois canais utilizados na transmissão a 128 Kbps passa a transmitir os dados a 64 Kbps enquanto o utilizador utiliza o telefone para voz, no canal disponibilizado.

Após o término do uso de voz, o canal volta a ser usado para a transmissão de dados a 128 Kbps.

O utilizador pode aceder à internet e falar ao telefone no mesmo instante.

O ISDN é uma espécie de “upgrade” da linha telefónica, que não implica nenhuma alteração nas instalações dos cabos da rede pública no par de fios que chega à casa do utilizador. Basta que nas pontas, na central telefónica e na casa do cliente, sejam implantados os equipamentos adequados. O par de fios usado pelas operadoras de comunicação no padrão analógico comporta atualmente apenas um canal de 64 Kbps.

A transmissão analógica esta mais sujeita a interferências e ruídos, que fazem a qualidade cair, o que pode ser sentido na taxa de transferências de quem navega na Internet. Mesmo com 56 kbps, o utilizador dificilmente atinge velocidades acima de 45 kbps.

Vantagens

É a modalidade de acesso por banda larga mais barata do mercado. Se o problema é dinheiro, trata-se de uma boa opção.

Desvantagens

Não deixa de ser um acesso de marcação, ou seja, o utilizador continua a pagar pelos impulsos telefónicos. Claro que, com velocidades mais altas, é possível fazer mais em menos tempo;

A velocidade está limitada a 128 kbps.



Tecnologia ATM

Definição

O ATM é uma tecnologia de comunicação de dados de alta velocidade usada para interligar redes locais, metropolitanas e de longa distância para aplicações de dados, voz, áudio, e vídeo.

Basicamente a tecnologia ATM fornece um meio para enviar informações em modo assíncrono através de uma rede de dados, dividindo essas informações em pacotes de tamanho fixo denominados células (cells). Cada célula carrega um endereço que é usado pelos equipamentos da rede para determinar o seu destino.

A tecnologia ATM utiliza o processo de comutação de pacotes, que é adequado para o envio assíncrono de informações com diferentes requisitos de tempo e funcionalidades, aproveitando-se de sua confiabilidade, eficiência no uso de banda e suporte a aplicações que requerem classes de qualidade de serviço diferenciadas.

História

No fim da década de 80 e início da década de 90, vários fatores combinados exigiram a transmissão de dados com velocidades mais altas:

- A evolução das redes de transmissão para a tecnologia digital em meios elétricos, óticos e rádio;
- A descentralização das redes e o uso de aplicações cliente / servidor;
- A migração das interfaces de texto para interfaces gráficas;
- O aumento do tráfego do tipo rajada (bursty) nas aplicações de dados e o consequente aumento do uso de banda larga;
- O aumento da capacidade de processamento dos equipamentos dos utilizadores (PCs, estações de trabalho, terminais Unix, entre outros);
- A exigência por protocolos mais confiáveis e com serviços mais abrangentes.

Nessa época consolidava-se o desenvolvimento das tecnologias ISDN e Frame Relay. Entretanto, a crescente necessidade do uso de banda larga e de classes de serviços diferenciadas, de acordo com o tipo de aplicação, levou ao desenvolvimento das



tecnologias ATM e B-ISDN (Broadband-ISDN), com padrões e recomendações elaborados por órgão internacionais de Telecomunicações e suportados pela indústria mundial.

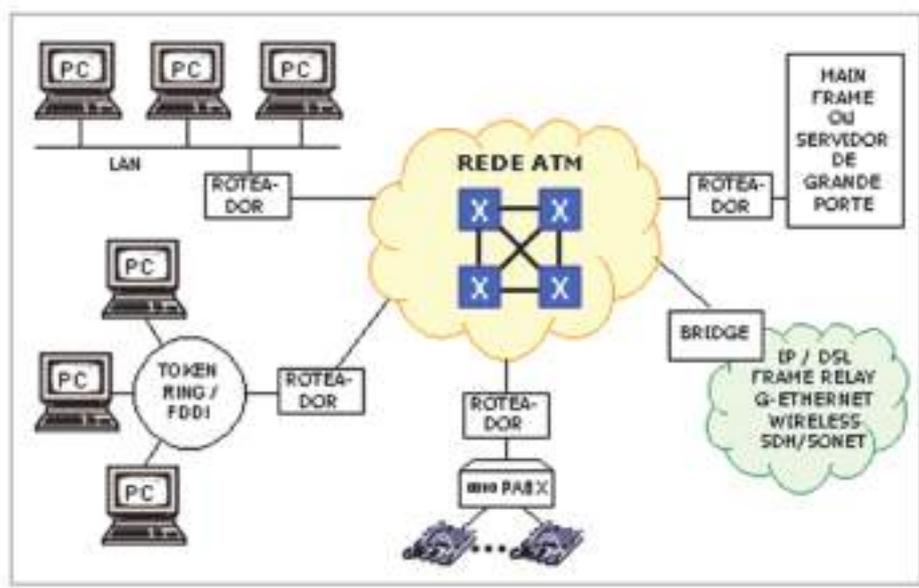
Funcionamento da Rede ATM

Uma rede ATM é composta por:

- Equipamentos dos utilizadores (PCs, estações de trabalho, servidores, computadores de grande porte, PABX, etc.) e as suas respectivas aplicações;
- Equipamentos de acesso com interface ATM (Routers de acesso, hubs, switches, bridges, etc.);
- Equipamentos de rede (switches, routers de rede, equipamentos de transmissão com canais E1 / T1 ou de maior banda larga, etc.).

A conversão dos dados para o protocolo ATM é feita pelos equipamentos de acesso. Os frames gerados são enviados aos equipamentos de rede, cuja função é basicamente transportar esse frames até o seu destino, usando os procedimentos próprios do protocolo. A rede ATM é representada por uma nuvem, já que ela não é uma simples conexão física entre 2 pontos distintos. A ligação entre esses pontos é feita através de rotas ou canais virtuais (virtual path / channel) configurados com uma determinada largura de banda. A alocação de largura de banda física na rede é feita célula a célula, a quando da transmissão dos dados.

A figura a seguir apresenta uma rede ATM.



Vantagens e Restrições

A tecnologia ATM oferece vários benefícios, quando comparada com outras tecnologias:

- Emprega a multiplexação estatística, que otimiza o uso de banda larga;
- Faz a gestão dinâmica de banda larga;
- O custo de processamento das suas células de tamanho fixo é baixo;
- Integra vários tipos diferentes de tráfego (dados, Voz e vídeo);
- Garante a alocação de banda larga e recursos para cada serviço;
- Possui alta disponibilidade para os serviços;
- Suporta múltiplas classes de Qualidade de Serviço (QoS);
- Atende a aplicações sensíveis ou não a atraso e perda de pacotes;
- Aplica-se indistintamente a redes públicas e privadas;
- Pode compor redes escaláveis, flexíveis e com procedimentos de recuperação automática de falhas;
- Pode operar com outros protocolos e aplicações, tais como Frame Relay, TCP/IP, DSL, Gigabit Ethernet, tecnologia wireless, SDH / SONET, entre outros.

Entretanto, a sua utilização irrestrita tem encontrado alguns obstáculos:

- Outras tecnologias, tais como Fast Ethernet, Gigabit Ethernet e TCP/IP, têm sido adotadas com grande frequência em redes de dados;
- O uso de interfaces ATM diretamente aplicadas em PC's, estações de trabalho e servidores de alto desempenho não tem sido tão grande como se esperava a princípio.



Exercícios Propostos

1. Diga o que entende por arquitetura de rede.
2. Existem dois tipos de arquiteturas de rede. Diga quais e em que diferem uma da outra.
3. Defina Camada e Protocolo.
4. O que é o modelo de referência OSI?
5. As sete camadas do modelo OSI podem ser agrupadas em três grupos. Diga quais explicando cada um deles.
6. Como já foi visto o modelo OSI é composto por 7 camadas. Diga quais são explicando a função de pelo menos duas delas.
7. Diga alguma das vantagens e desvantagens deste modelo.
8. Existem diferentes tipologias de rede. Diga quais conhece explicando sucintamente cada uma delas.
9. Refira algumas das vantagens e desvantagens da topologia em BUS.
10. Como é feita a gestão da comunicação pelo nó central de uma topologia em estrela?
11. Diga uma vantagem e uma desvantagem da topologia em estrela.
12. Em que consiste a topologia em malha?



13. Existem três tecnologias comuns na camada dois. Diga quais explicando pelo menos uma delas.
14. A que se deve o sucesso da Ethernet?
15. Que tipo de Ethernet conhece?
16. Quais as principais vantagens da Ethernet 10base5?
17. A Ethernet 100Mbps é também conhecida como?
18. Quais as tecnologias que se destacaram na Ethernet 100Mbps? E quais os meios físicos utilizados por cada tecnologia?
19. Existe alguma diferença entre transmissão half-duplex e full-duplex?
20. Qual o propósito da criação da ethernet 100BASE-FX?
21. Para uma configuração de ligação qual é a distância máxima permitida utilizando do cabo ethernet 100BASE-FX?
22. Existem vantagens do gigabit ethernet em fibra? Se sim quais?
23. Surgiu alguma mudança conceitual com a ethernet 10Gbps?
24. Explique o funcionamento de redes Token Bus.
25. O momento da inserção de um token livre no anel varia conforme o tipo de operação, que pode ser de três tipos: single packet, single token e multiple token. Explique o modo single packet.
26. Qual é a principal diferença entre o padrão FDDI e os padrões Ethernet e Token Ring?



27. Diga o que entende por WLAN.
28. As WLANs podem utilizar várias tecnologias, das quais se destacam a spread **spectrun**, rádio e infravermelho. Explique a tecnologia spread **spectrum**.
29. Quais os métodos criptográficos que conhece.
30. Qual é a principal limitação das redesss sem fios?
31. Que tecnologias de redes de área alargada conhce?
32. Das tecnologias descritas por si na resposta anterior, explique o funcionamento de uma delas.
33. Diga algumas vantagens e desvantagens da tecnologia ISDN.



Bibliografia

Baptista, Carlos Pedro Zaragoza, *Fundamental dos Sistemas Digitais*. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2003.

Gouveia, José; Magalhães, Alberto, *Curso Técnico de Hardware*. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2003.

Gouveia, José; Magalhães, Alberto, *Hardware Montagem, Atualização, Detecção e Reparação de Avarias em PCs e Periféricos* 4ª ed.. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2004.

Gouveia, José; Magalhães, Alberto. *Hardware para PC's e Redes*. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2004.

Loureiro, Paulo, *TCP / IP em Redes Microsoft – Para Profissionais*. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2004.

Marques, José Alves; Guedes, Paulo, *Tecnologia de Sistemas Distribuídos*. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2004.

Monteiro, Edmundo; Boavista, Fernando, *Engenharia de Redes Informáticas*. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2005.

Monteiro, Rui Vasco et al., *Tecnologia dos Equipamentos Informáticos*. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2005.

Nunes, Mário Serafim; Casaca, Augusto Júlio, *Redes Digitais Com Integração de Serviços*. Editorial Presença, 2001.

Rodrigues, Eleri; Magalhães, Maurício F., *Redes de comunicação*. DCA – FEEC UNICAMP, 1996. Rodrigues, Luís Silva, *Arquiteturas dos Sistemas de Informação*. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2003.

Sousa, Sérgio, *Tecnologias de Informação - O que são? Para que Servem?* - 4ª ed.. Lisboa: FCA – Editora Informática, 2005.

