

COMUNICAÇÃO DE DADOS

UnB

Parte 5

Prof. Fabio Montoro
março 1995
r1 (1996)

5 PADRÕES DE CONEXÃO FÍSICA PARA REDES LOCAIS

5.1 ETHERNET

A transmissão é feita por pacotes, sem recibo, que podem ter de 72 a 1526 bytes. O meio de comunicação é compartilhado por todas as estações e o acesso ao meio é aleatório segundo um algoritmo chamado CSMA/CD, ou "Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection".

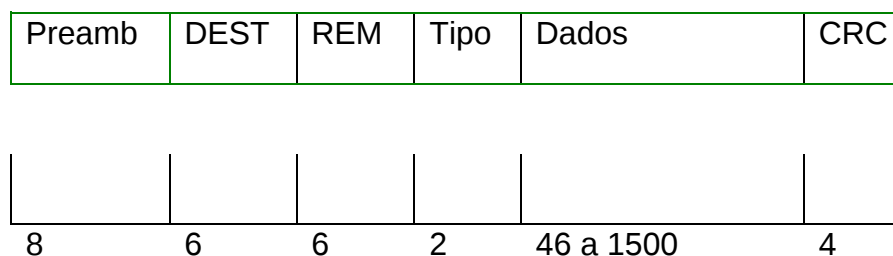


Fig. 5.1: Pacote Ethernet

A taxa de transmissão no meio é de 10 Mbps. O meio de transmissão definido no documento Ethernet¹ foi um cabo coaxial grosso, tipo RG 8, em topologia barramento, que poderia ter até 500 metros de extensão, surgindo daí o nome 10base5.

O padrão Ethernet gerou a norma IEEE 802.3², que hoje define quatro meios de transmissão: 10base5, 10base2, 10baseT e 10baseFL.

Em 1995 foi lançada a norma IEEE 100baseT, conhecida como Fast Ethernet, cuja velocidade de transmissão no meio é de 100 Mbps.

Vamos explorar rapidamente, neste curso, os diversos tipos de meios de transmissão, analisando suas características específicas, e focar na análise daqueles já consagrados nas instalações de redes locais.

Os meios de transmissão utilizados nas instalações de redes locais atualmente são:

- Cabo coaxial (10base5 e 10base2, cabos grosso e fino)
- Par trançado (10baseT)
- Fibra ótica (10baseFL)

Veremos esses meios de transmissão ao longo dos estudos que faremos dos padrões de rede local que abordaremos neste capítulo:

- Ethernet (4 meios diferentes)
- Token Ring
- FDDI (2 meios diferentes)
- ATM

Darei ênfase às descrições dos meios de transmissão utilizados pelo padrão Ethernet, que é um dos focos deste curso. No padrão Ethernet, um trecho da rede local constituído de um meio de transmissão, que não possui equipamentos repetidores, é chamado de “segmento”.

5.1.1 Placa de rede

A conexão de uma estação (microcomputador) ao meio físico da rede local é feita por um dispositivo chamado “adaptador de rede”³ ou “placa de rede” pois normalmente é uma placa opcional que se encaixa em uma posição de expansão do microcomputador.

¹ Ref. 25.

² Ref. 50.

³ A placa de rede é também conhecida como NIC (*Network Interface Card*)

A placa de rede faz a troca de dados entre a memória da estação e a rede

Há dois tipos básicos de placa de rede: com e sem DMA.

A próxima figura mostra o diagrama em blocos de uma placa com DMA.

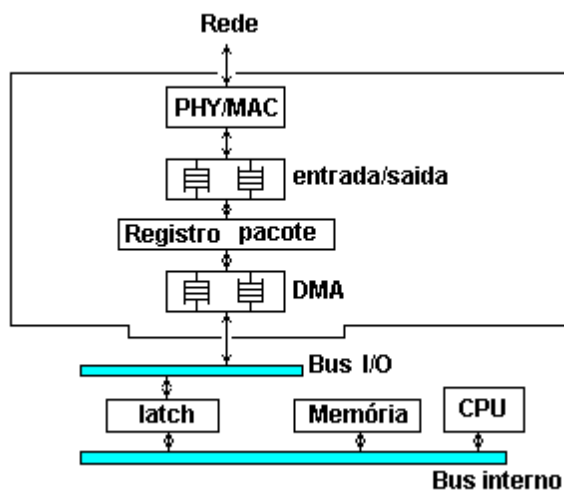


Fig. 5.2: Diagrama em blocos de uma placa de rede

A interface com o meio físico da rede é feita pelo bloco PHY⁴/MAC⁵. O pacote recebido pelo bloco PHY/MAC passa pela fila de entrada e é armazenado no registro de pacote. Dependendo da placa, o pacote pode ser parcial ou totalmente armazenado nesse registro⁶. Em seguida o pacote é transferido para a memória da estação, diretamente (com DMA) ou sob comando da CPU (sem DMA).

Supondo que a estação opera um barramento de 32 bits e possui uma memória com ciclos de leitura e escrita de 70 ns, teremos um tempo de transferência de:

$$t = 2 \cdot 70ns \cdot \frac{(\text{comprimento do pacote em bytes})}{4}$$

⁴ PHY = *Physical Layer*

⁵ MAC = *Medium Access Control*

⁶ Quando o pacote é totalmente armazenado chama-se de “store-and-forward”. Quando é parcialmente armazenado chama-se de “cut-through”.

Por exemplo, um pacote de 64 bytes vai levar 2,24 μ s para ser transferido da placa de rede para a memória da estação, onde vai ficar disponível para o programa aplicativo de comunicação.

A placa de rede executa outras tarefas cujos tempos de execução somados ao tempo de transferência mencionado, vai resultar no tempo total de transferência do pacote do meio físico da rede até a memória da estação. Como exemplo, podemos relacionar:

- Obter, para o circuito MAC, o endereço inicial do registro da placa de rede onde vai ficar o pacote (≈ 80 ns)
- Comandar quem lê ou escreve no registro da placa (≈ 80 ns)
- Informar status de MAC após receber um pacote (≈ 80 ns)
- Buscar informação sobre a memória da estação (endereço e comprimento), preparar DMA e informar status (≈ 600 ns)
- Acesso DMA (≈ 200 ns)

Somando os tempos do exemplo em questão obtemos um tempo total de processamento de pacote de 1,04 μ s. Logo, essa hipotética placa de rede, utilizando “store-and-forward”, vai introduzir um retardo total de 3,28 μ s (2,24 + 1,04) na recepção de um pacote de 64 bytes.

As funções básicas da placa de rede são:

- Montar, codificar e transmitir pacotes no meio físico da rede, gerando o sincronismo necessário.
- Receber pacotes do meio físico recuperando o sincronismo.
- Verificar se há erro nos pacotes recebidos.
- Identificar os pacotes recebidos e filtrar (multicast, etc.)
- Providenciar a transferência do pacote para uma posição da memória da estação utilizando DMA ou interrupção da CPU.

5.2 SEGMENTO ETHERNET

O padrão Ethernet⁷ define, dentre outras coisas, o meio de transmissão e como cada estação deve se conectar a ele.

⁷ Ref. 50.

A seguir vamos abordar 4 segmentos físicos, definidos para o Ethernet, que operam a 10 Mbps. Cada segmento define um meio de transmissão diferente (cabo coaxial, par trançado e fibra ótica).

O padrão Fast-Ethernet⁸, que surgiu posteriormente, opera a 100 Mbps e é semelhante ao Ethernet. Não define um novo meio de transmissão, mas utiliza dois dos segmentos definidos para o Ethernet: o par trançado e a fibra ótica. O Fast-Ethernet será estudado no próximo capítulo.

A tabela 5.1 mostra os segmentos Ethernet.

Tabela 5.1: Segmentos Ethernet

Característica	Coaxial 10base5	Coaxial 10base2	Par trançado 10baseT	Fibra ótica 10baseFL
Tipo do cabo	RG 8	RG 58	UTP	multimodo
Topologia	barramento	barramento	estrela	estrela
Bitola do cabo	$\phi \approx 10 \text{ mm}$	$\phi \approx 5 \text{ mm}$	22 a 26 AWG	62,5/125 μm
Tipo de conector	DB-15	BNC	RJ-45	ST
Codificação de linha	Manchester	Manchester	Manchester	-
Impedância	$50 + 2 \Omega$	$50 + 2 \Omega$	$100 + 25 \Omega$	-
Velocidade propag.	0,67 c	0,65 c	0,60 c	0,69 c
Retardo em 100 m	0,50 μs	0,51 μs	0,55 μs	0,48 μs
Comprimento máximo	500 m	185 m	100 m	2 km
Espaçam min estações	2,5 m	0,5 m	-	-
Qtde máx est/segm	99	30	1	1
Norma IEEE	802.3	802.3a	802.3i	802.3i

5.2.1 10base5

Utiliza um cabo coaxial com cerca de 10,3 mm de diâmetro externo, com um fio condutor central de cobre rígido com cerca de 2,2 mm de diâmetro separado do condutor externo (blindagem) por um material isolante. Sobre a blindagem vai uma capa normalmente de PVC amarelo. Esse cabo ficou conhecido como cabo coaxial grosso.

⁸ Ref. 47.

O padrão 10base5 é um trecho de cabo coaxial grosso, que pode ter até 500 metros de comprimento e 100 estações conectadas a ele, formando, portanto, uma rede com topologia barramento. Esse meio de transmissão foi o originalmente especificado em 1980 no primeiro documento Ethernet⁹, e mantido em sua revisão dois anos depois¹⁰.

Cada uma das duas extremidades do cabo coaxial deve ser terminada por um conector tipo N com uma carga resistiva de 50 Ω . Uma das extremidades do cabo deve ser aterrada.

As estações se conectam ao cabo através de um transceptor.

O cabo coaxial possui marcações a cada 2,5 m onde podem ser colocados os transceptores. Para se conectar uma estação ao cabo, instala-se um cabo AUI¹¹ do transceptor à sua placa de rede. O cabo AUI deve ter, no mínimo 2,5 e no máximo 50 metros de comprimento.

O transceptor é um dispositivo independente que se conecta diretamente ao cabo por meio de duas sondas chamadas de vampiro (interface com o meio). A interface digital do transceptor possui um conector AUI que vai se conectar à estação por meio do cabo AUI.

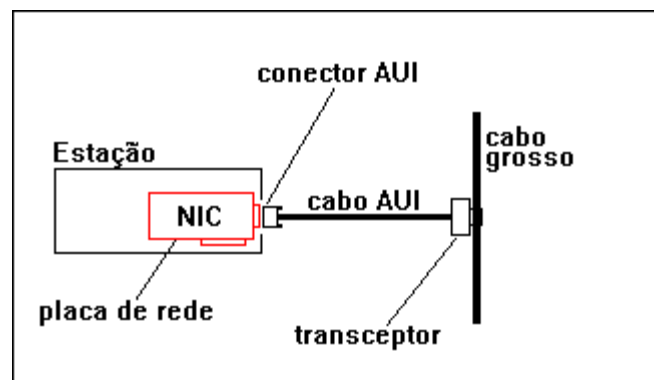


Fig. 5.3: Ligação de uma estação ao cabo coaxial grosso

⁹ Ref. 24.

¹⁰ Ref. 25.

¹¹ AUI significa *Attachment Unit Interface*. Denominação citada na norma IEEE 802.3 para a interface entre o transceptor e o adaptador Ethernet. Hoje, o cabo que liga essas interfaces é chamado de “cabo AUI”.

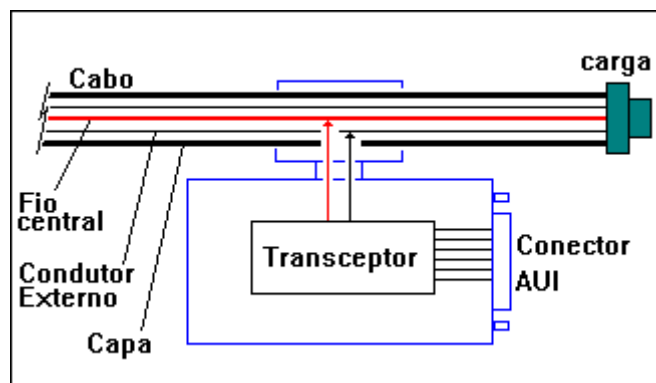


Fig. 5.4: Detalhe da conexão do transceptor ao cabo coaxial grosso

O conector AUI possui 15 pinos, mas nem todos são utilizados. A próxima tabela mostra os pinos utilizados.

Tabela 5.2: Pinagem do conector AUI

PINO	Sinal
1	Colisão (blindagem)
2	Colisão (+)
3	Transmissão (+)
4	Recepção (blindagem)
5	Recepção (+)
6	Alimentação (0v)
9	Colisão (-)
10	Transmissão (-)
11	Transmissão (blindagem)
12	Recepção (-)
13	Alimentação (+12v)
14	Alimentação (blindagem)

Não se instala mais esse tipo de cabo em redes locais. O padrão 10base5 está obsoleto. O cabo coaxial fino, mais barato e fácil de manusear, veio para substituí-lo. Agora, nem mesmo o cabo coaxial fino é utilizado, mas ambos podem ser encontrados em redes mais antigas.

5.2.2 10base2

Utiliza um cabo coaxial com cerca de 4,9 mm de diâmetro externo, com um fio condutor central de cobre rígido com cerca de 0,9 mm de diâmetro separado do condutor externo (blindagem) por um material isolante. Sobre a blindagem vai uma capa normalmente de PVC preto. Esse cabo ficou conhecido como cabo coaxial fino.

O padrão 10base2 é um trecho de cabo coaxial fino, que pode ter até 185 metros de comprimento e 30 estações conectadas. Também forma uma rede com topologia barramento.

Esse cabo, por ser mais flexível que o grosso, permite conexão direta com a estação, que possui o transceptor embutido em sua interface.

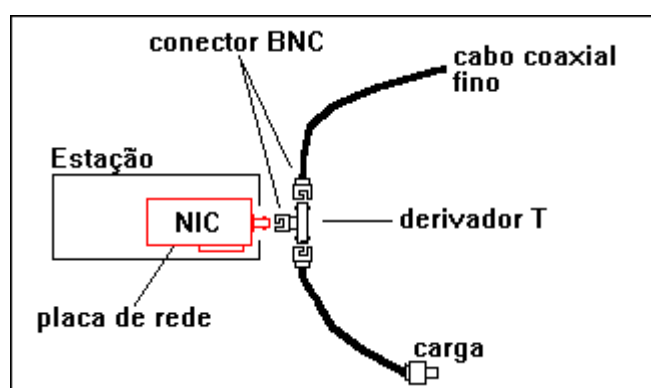


Fig. 5.5: Ligação de uma estação ao cabo coaxial fino

Por ser uma solução mais barata que aquela que usa os cabos grossos, este cabo ficou também conhecido como cheapernet.

Cada uma das duas extremidades do cabo deve ser terminada por um conector tipo BNC com uma carga resistiva de $50\ \Omega$. Uma das extremidades deve ser aterrada.

Cada estação se conecta ao cabo por meio de uma derivação ("T") do tipo BNC. O segmento de cabo, portanto, é formado por vários lances de cabo interligados pelas derivações, uma para cada estação.

Não é permitido estender derivação com outro lance de cabo, para ligar a derivação até a estação.

O padrão 10base2, assim como o 10base5, está obsoleto, e não é mais implementado atualmente, a não ser em situações especiais, onde se deseja ligar apenas duas estações, por exemplo. Esse tipo de cabo ainda pode ser encontrado em algumas redes antigas.

5.2.3 10baseT

Utiliza o cabo de rede padrão, com dois pares de cobre, trançados (4 fios): um para transmitir e outro para receber. O cabo é formado de fios com bitola AWG 26 a 24 (diâmetro de 0,4 a 0,6mm), trançados dois a dois, com impedância de 100 Ω . Por não possuir blindagem é chamado de UTP (Unshielded Twisted Pair).

O padrão 10baseT são trechos desse cabo, que podem ter até 100 metros de comprimento e apenas duas estações conectadas. Para formar uma rede com mais de duas estações é preciso utilizar um repetidor com várias portas, gerando uma topologia estrela.

Essa é a tecnologia mais atual em instalação de redes locais e a cada dia vem sendo mais pesquisada e difundida. Atualmente a tecnologia de par trançado é utilizada para diversos padrões de rede, como será visto adiante.

Os cabos de pares trançados, para rede local foram classificados pela EIA nas categorias 3, 4 e 5.

O cabo se conecta aos transceptores (internos ao ETD e ao repetidor) por meio de um conector RJ45, que possui 8 pinos onde somente 4 são utilizados, segundo a norma Ethernet:

Tabela 5.3: Pinagem do conector RJ45

Pino	Sinal	Descrição
1	TX +	TX do ETD, RX do repetidor +
2	TX -	TX do ETD, RX do repetidor -
3	RX +	RX do ETD, TX do repetidor +
6	RX -	RX do ETD, TX do repetidor -

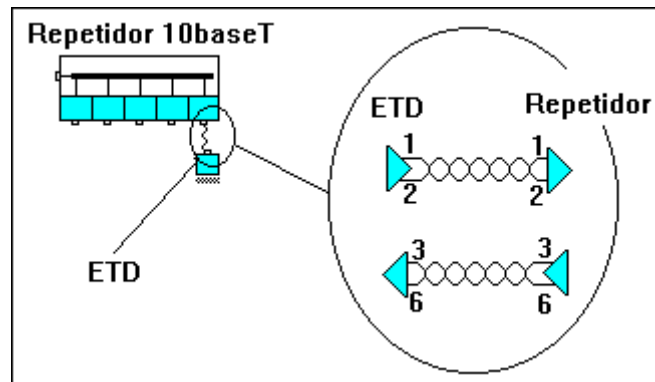


Fig. 5.6: Ligação de uma estação ao repetidor usando cabo UTP

Para ligar uma estação (ETD) a um repetidor usa-se um cabo direto, mas para ligar duas estações ou dois repetidores é preciso usar um cabo cross.

Tabela 5.4: Pinagem do cabo RJ45 cross

Cabo cross	
lado A	lado B
1	3
2	6
3	1
6	2

5.2.4 10baseFL

Utiliza, normalmente, um cabo de fibra ótica multimodo 62,5/125 μm , com comprimento de onda de 850 nm e conectores do tipo ST ou SC nas extremidades. Um cabo típico utilizado para essa aplicação possui cerca de 4 a 5 dB de atenuação a cada 100 metros e cada conexão do tipo ST apresenta uma atenuação de 0,5 a 2 dB. Apesar de não ser utilizado na prática, a norma deixa aberto para se utilizar outros tipos de fibra, como 50/125 μm , 82/125 μm e 100/140 μm .

O padrão 10baseFL é um trecho de cabo de fibra ótica, que pode ter até 2 km de comprimento e apenas duas estações conectadas. Para formar uma rede com mais de duas estações é preciso utilizar um repetidor com várias portas, gerando uma topologia estrela.

A norma IEEE 802.312, de 1993, especifica um segmento de fibra, chamado de FOIRL, que pode ter até 1 km de comprimento. As interfaces FOIRL e 10baseFL são compatíveis e podem ser conectadas entre si, mas nesse caso o comprimento fica restrito a 1 km.

5.3 Token Ring¹³

Criado pela IBM no final da década de 1960, com a finalidade de interconectar computadores de grande porte, esse padrão se baseia em um funcionamento determinístico, completamente diferente do Ethernet. Em 1985 o IEEE publicou a norma 802.5, baseada nos estudos da IBM.

Originalmente o Token Ring funcionava a 4 Mbps. Em 1989 saiu a versão de 16 Mbps. Atualmente os dispositivos normalmente operam a 4 e 16 Mbps.

O Token Ring utiliza a topologia lógica em anel, onde se transmite uma sequência específica de 24 bits, chamada de "Token", de uma estação para a próxima, no anel. Se a estação que recebe o token, tiver dados a transmitir, o faz nesse instante.

O pacote Token Ring possui endereços de destinatário e remetente com 6 bytes cada, mesmos comprimentos do pacote Ethernet.

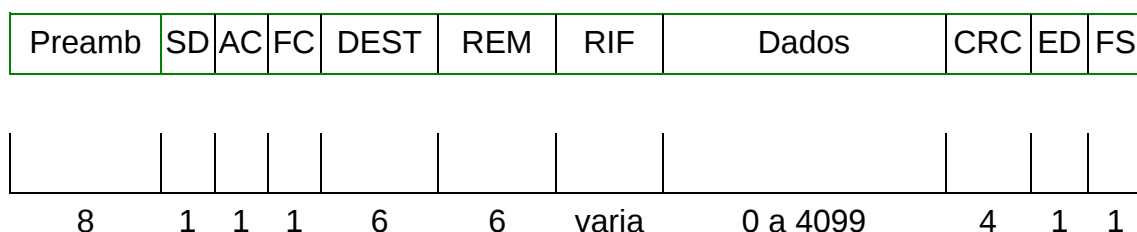


Fig. 5.7: Pacote Token Ring

SD = Starting Delimiting

AC = Access control. Seus 8 bits são:

Bits PPP = prioridade

Bit T = Token bit (0 = livre)

¹² Ref. 50.

¹³ Ref. 51.

Bit M = bit monitor
Bits RRR = Request monitor bits
ED = Ending delimiter

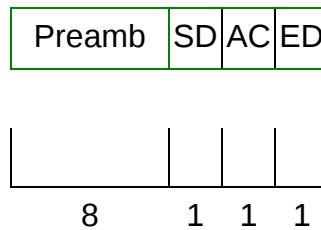


Fig. 5.8: Formato do Token

Há três tipos de pacotes que circulam no anel: o token e pacotes de dados e gerenciamento.

Os três primeiros bits do campo AC definem a prioridade.

Se o quarto bit do campo AC (bit T) for "1" o pacote é um token; se for "0" o pacote é de dados ou de gerenciamento.

Quando uma estação recebe um token, se sua prioridade é maior que a do token e tem dados para transmitir, ela muda o bit T para "0" e junta o restante do pacote.

Apesar da topologia lógica ser um anel, a topologia física da instalação é em estrela.

O principal cabo utilizado em instalações Token Ring é o cabo com dois pares trançados e blindados, STP, que aceita uma distância de até 100 metros da estação até o concentrador. Cabos UTP e de fibra ótica também podem ser utilizados.

5.4 FDDI e TP-PMD

O FDDI¹⁴ também adota a técnica do Token Ring, com transmissão de um token ou um pacote com informações, porém com dois anéis para prevenir contra qualquer interrupção do cabo.

¹⁴ "Fiber Distributed Data Interface"

O FDDI prevê a utilização de fibra ótica (monomodo ou multimodo) para a construção dos anéis que podem chegar a 100 km de perímetro. As estações podem ficar distantes até 40 km, dependendo do tipo da fibra ótica utilizada.

O anel opera a 125 Mbps na linha, com a codificação 4B/5B, que proporciona uma transmissão de 100 Mbps de dados. Diz-se, por isso, que o FDDI opera a 100 Mbps.

Há dois tipos de encaixe no anel:

- simples: SAS ("Single Attached Station")
- duplo: DAS ("Dual Attached Station")

Há também dois tipos de concentradores:

- simples: SAC ("Single Attached Concentrator")
- duplo: DAC ("Dual Attached Concentrator")

O TP-PMD¹⁵, também conhecido por CDDI¹⁶, é a versão do FDDI para par trançado. O pacote TP-PMD tem o seguinte aspecto:

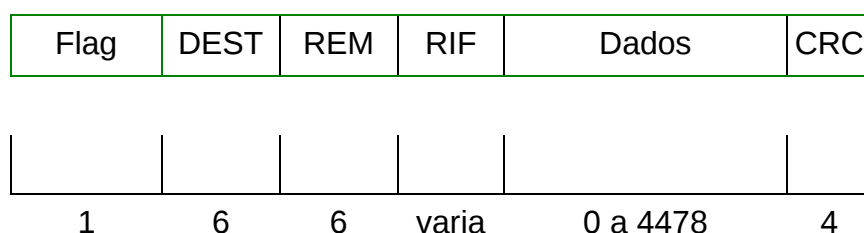


Fig. 5.9: Pacote CDDI

5.5 ATM

O ATM¹⁷ utiliza um pacote de tamanho fixo, chamado de célula, com 5 bytes de controle e 48 para dados. Pode operar em fibra ótica ou par trançado UTP.

¹⁵ "Twisted Pair – Physical Layer Medium Dependent"

¹⁶ É uma marca registrada da empresa Crescendo Corporation, que foi a pioneira nessa técnica. A sigla ficou conhecida como "Cooper Distributed Data Interface", mas a empresa Crescendo diz que o "C" é do seu nome.

¹⁷ Asynchronous Transfer Mode

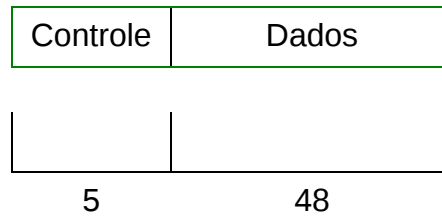


Fig. 5.10: Célula ATM

A publicação UNI, do Forum ATM, especifica diversas velocidades para o ATM, dentre elas:

- 45 Mbps
- 155 Mbps
- 622 Mbps

O estabelecimento do ATM como protocolo de comunicação está sendo considerado por muitos especialistas como uma mudança de paradigma em comunicação de dados, principalmente por dois motivos: uma célula ATM pode ser transportada tanto em rede local quanto em rede de longa distância, eliminando as conversões de protocolo hoje utilizadas, e é uma tecnologia escalonável, ou seja, o usuário pode facilmente aumentar a velocidade de seus canais agregando as inovações dos fabricantes.

O equipamento que recebe os dados dos usuários, que pode operar em um dos protocolos atualmente utilizados como TCP/IP em Ethernet, Token Ring, etc, e transforma em células, se comporta de forma similar aos multiplexadores estatísticos. Os multiplexadores estatísticos montam os dados de entrada em pacotes de tamanhos variáveis, conforme a forma original desses dados, o que pode deixar pequenas informações de entrada, com alta prioridade, muito tempo em espera até ser transmitida. Essa espera variável gera um efeito de jitter inaceitável para transmissões de voz e vídeo. A célula de tamanho fixo de 53 bytes do ATM soluciona essa dificuldade.

Por exemplo, se duas informações entram em um adaptador ATM ao mesmo tempo, sendo uma delas um sinal de voz digitalizado, que é sensível às variações do retardo. O equipamento pode transmitir mais células do sinal de voz, mas intercalando algumas do outro sinal (menos crítico), conseguindo assim atender aos requisitos de retardo para o sinal de voz, deixando o sinal menos crítico com uma espera maior porém sem consequências.

5.6 Comparando as diversas tecnologias

As tecnologias com velocidade abaixo de 100 Mbps (Ethernet a 10 Mbps, Token Ring a 16 Mbps) tendem a ser substituídas pelas tecnologias que hoje se chamam de alta velocidade, como o Fast Ethernet (100 Mbps), Gigabit Ethernet (1000 Mbps) e o ATM (155 Mbps e maior).

A eficiência do Ethernet, em termos percentuais, é sempre a mesma, independente da velocidade (10, 100 ou 1000) pois o protocolo é o mesmo.

A tabela 5.5 apresenta alguns aspectos das principais tecnologias utilizadas em redes locais de alta velocidade:

Tabela 5.5: Comparação entre as tecnologias de alta velocidade

Aspecto	Fast Ethernet	FDDI	ATM
Tamanho Pacote	≤ 1518 bytes	≤ 4500 bytes	= 48 bytes
Acesso	CSMA/CD	Token Ring	dedicado
Extensão	210 m	100 km	ilimitada
Complexidade	baixa	Média	alta
Topologia	estrela	Anel duplo	malha

É interessante comparar a eficiência dessas tecnologias, medida como a razão entre o tempo total utilizado para transmitir os bits de dados e o tempo total de transmissão (considerando o “overhead” do protocolo). A tabela 5.6 apresenta as eficiências, em percentual, para diversos tamanhos do pacote do protocolo da camada superior¹⁸

Tabela 5.6: Eficiência das tecnologias de alta velocidade

Pacote da camada superior [bytes]	Fast Ethernet 2 hubs 20 estações 210 m	FDDI 3 hubs 20 estações 2,2 km	ATM 1 switch 1 estação 1 link
64	65	84	58
128	74	91	78
256	80	96	78

¹⁸ Ref. 21.

512	83	98	85
1024	86	99	85
1518	87	99	85

5.7 CABEAMENTO ESTRUTURADO

Atualmente a norma EIA-568A¹⁹, publicada pela Associação das Indústrias Eletrônicas (filiada à ANSI), é a especificação básica mais utilizada nos cabeamentos para comunicação de dados dentro dos edifícios, pois ela conseguiu estabelecer os procedimentos para se ter um cabeamento independente da tecnologia de rede a ser utilizada. Uma vez pronto o cabeamento, ele vai suportar redes Ethernet, Fast Ethernet, Token Ring, 100VG-AnyLAN, CDDI e ATM.

Como a norma EIA-568A pode ser aplicada para instalações de telefonia e rede local, ela possui definições gerais que se aplicam a ambos. No entanto cada instalação deve considerar as limitações da tecnologia de transmissão utilizada.

A norma EIA-568A reuniu um conjunto de normas anteriormente emitidas e que tratavam do mesmo assunto: EIA-568, TSB-36, TSB40 e TSB-53. Ela cobre tópicos de cabeamento utilizando os seguintes meios de transmissão:

- cabo UTP 100 Ω
- cabo STP 150 Ω
- Fibra ótica multimodo 62,5/125 μm
- Fibra ótica monomodo

5.7.1 Cabo UTP

A norma especifica três categorias de cabos UTP e três categorias de enlases: 3, 4 e 5. Os cabos devem ter 4 pares de fios trançados.

¹⁹ Ref. 34.

Tabela 5.7: Categorias de cabo UTP

Cat	Performance	Aplicação
3	16 MHz	10baseT, Token Ring 4 Mbps, ARCnet, 100baseT4, 100VG-AnyLan
4	20 MHz	Token Ring 16 Mbps
5	100 MHz	100baseTX, TP-PMD, ATM 155 Mbps

5.7.2 Atenuação no cabo UTP

É a perda do sinal transmitido, no meio de transmissão, normalmente medida em decibel (dB), para um sinal senoidal. Varia com a frequência.

A especificação do enlace leva em consideração, além do cabo, os conectores, tomadas e todos os elementos que estiverem no caminho do sinal. O cabo categoria 4 tem uma performance um pouco superior ao cabo categoria 3, já permitindo operar Token-Ring a 16 Mbps. A performance do cabo categoria 5 é bem melhor, permitindo a operação de outras tecnologias de rede. Na prática, o cabo categoria 4 teve vida curta. Atualmente recomenda-se fortemente que toda instalação de cabeamento para redes locais utilize cabos categoria 5.

A tabela 5.8 mostra a atenuação máxima permitida pela EIA-568A.

Tabela 5.8: Atenuações máximas no cabo UTP (EIA-568A)

Frequência [MHz]	Cat 5 enlace [dB]	Cat 5 cabo [dB]	Cat 3 enlace [dB]	Cat 3 cabo [dB]
1	2.5	2.0	2.6	2.6
4	4.5	4.1	5.6	5.6
8	6.3	5.8	8.5	8.5
10	7.0	6.5	9.7	9.7
16	9.2	8.2	13.1	13.1
20	10.3	9.3	-	-

25	11.4	10.4	-	-
31.25	12.8	11.7	-	-
62.50	18.5	17.0	-	-
100	24.0	22.0	-	-

5.7.3 Next

A corrente elétrica em um par de fios gera um campo magnético que, por sua vez, induz uma corrente elétrica indesejável em outro par que esteja próximo. O trançado do par de fios visa anular esse campo magnético. Quanto mais trançado estiver o par de fios, menor será a interferência provocada em seu adjacente.

NEXT (Near End Cross Talk) é a medida dessa interferência, que ocorre com mais intensidade nas extremidades do cabo, onde o sinal transmitido em um par é muito mais intenso que o sinal de recepção no par adjacente.

$$Next = 20 \log_{10} \frac{\text{Voltagem da transmissão}}{\text{Voltagem da recepção}}$$

Essa interferência, medida em dB, também varia com a frequência e possui picos e vales, o que não ocorre com a atenuação.

A próxima tabela mostra o NEXT máximo permitido pela EIA-568A.

Tabela 5.9: NEXT máximo no cabo UTP (EIA-568A)

Frequência [MHz]	Enlace cat 5 [dB]	Cabo cat 5 [dB]	Cabo cat 3 [dB]
1	-60,3	-62,0	-56,0
4	-50,6	-53,0	-47,0
8	-45,6	-48,0	-42,0
10	-44,0	-47,0	-41,0
16	-40,6	-44,0	-38,0
20	-39,0	-42,0	-

25	-37,4	-41,0	-
31.25	-35,7	-39,0	-
62.50	-30,6	-35,0	-
100	-27,1	-32,0	-

5.7.4 Conector RJ45

É o conector especificado para as instalações de cabo UTP. Esse conector, de 8 pinos, se tornou o padrão mundial nas instalações para comunicação de dados interna aos edifícios e todos os padrões, citados a seguir, já o adotaram.

A tabela 5.10 mostra como são alocados os pinos nos diversos padrões.

Tabela 5.10: Pinagem utilizada pelos diversos padrões

Padrão	1,2	3,6	4,5	7,8
Ethernet	3	3		
100baseTX	3			3
100baseT4	3	3	3	3
100VG-AnyLAN	3	3	3	3
Token Ring		3	3	
Multimídia 802.9	3	3		3
TP-PMD	3			3
ATM	3	3	3	3

5.7.5 Topologia

A instalação de cabeamento estruturado em um edifício, através da norma EIA-568A, prevê uma sala de entrada de cabos, uma sala principal de equipamentos e várias salas secundárias de equipamentos, conforme o caso.

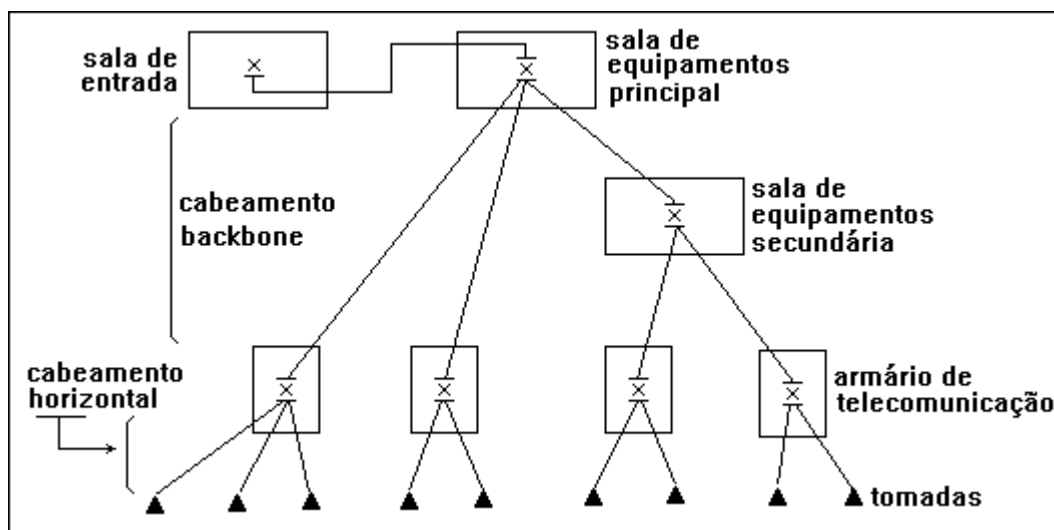


Fig. 5.11: Topologia do cabeamento estruturado

As tomadas de dados ficam na área de trabalho, onde está o usuário. A estação de trabalho do usuário vai se ligar a uma dessas tomadas para participar da rede local de computadores. Cada uma dessas tomadas deve ser ligada a uma outra, situada em um painel de manobra, por meio de um cabo chamado "cabo horizontal", constituindo um enlace de dados. Veja a figura 5.12.

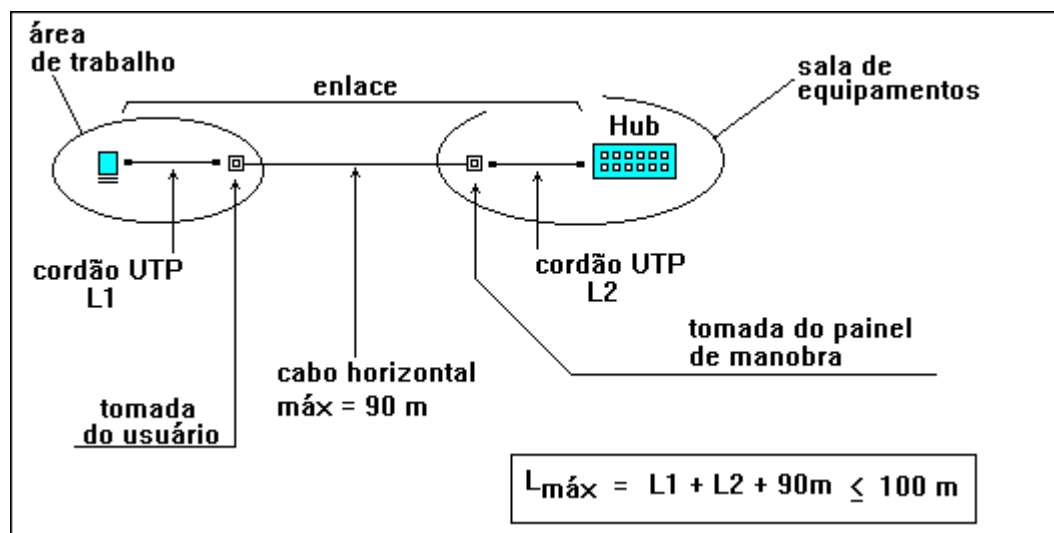


Fig. 5.12: Detalhes do cabeamento estruturado

O enlace de dados deve ter, no máximo, 100 metros de comprimento, sendo 90 m para o cabeamento horizontal e os 10 restantes destinados aos cordões de manobra.

O painel de manobra normalmente fica em um rack na sala de equipamentos, onde também fica o concentrador da rede (Hub).

As tomadas do painel de manobra serão ligadas a uma porta de equipamento (repetidor, switch, etc) por meio de um cordão de manobra confeccionado com cabo de 4 pares de fios multivias para permitir flexibilidade.

Da mesma forma, as estações dos usuários serão ligadas às tomadas com um cordão de manobra.

A interligação entre salas de equipamentos deve ser feita preferencialmente em fibra ótica.

Note que cada cabo UTP ou um par de fibras óticas, consegue transmitir os dados de um domínio de colisão. Em um projeto de cabeamento deve ser levado em conta a capilaridade dos domínios pelo edifício e, portanto, prever o dimensionamento correto dos cabos UTP e óticos nos backbones.

- 0 - 0 - 0 -