

Arquitetura de Redes de Computadores

Prof. Macêdo Firmino

Aula 10

Implementações das Camadas Física e Enlace
(Protocolos Ethernet e Wi-Fi)



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

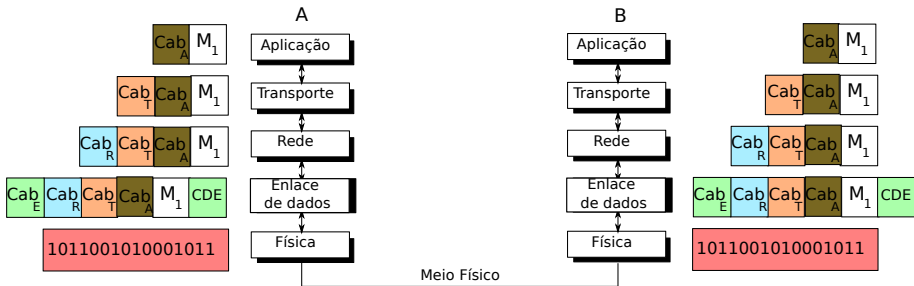
“Quando alguém lhe magoar ou ofender não retorque, não responda da mesma forma. Apenas sinta compaixão daquele que precisa humilhar, ofender e magoar para sentir-se forte.” (Chico Xavier)



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

O que Aprenderemos?

- Identificar e comparar as principais tecnologias e protocolos usados nas camadas física e de enlace.
- Conhecer as principais características do protocolo Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet e IEEE 802.11 (Wi-Fi).



Protocolo Ethernet

O protocolo Ethernet é uma das tecnologias de rede local (LAN) mais utilizadas no mundo. Ele padroniza tanto a camada física quanto a de enlace de dados para redes cabeadas. Originalmente desenvolvido na década de 1970, o Ethernet foi formalizado pelo IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) como o padrão IEEE 802.3.

Protocolo Ethernet

O padrão Ethernet evoluiu ao longo do tempo para acompanhar as necessidades de maior velocidade e confiabilidade. As primeiras versões usavam cabos coaxiais e tinham velocidades limitadas. Com o tempo, o Ethernet passou a utilizar cabos de par trançado, permitindo velocidades de 100 Mbps (Fast Ethernet), 1 Gbps (Gigabit Ethernet) e acima. Hoje, também é comum encontrar implementações de Ethernet sobre fibra óptica, especialmente em redes corporativas e ambientes de alto desempenho.



Protocolo Ethernet

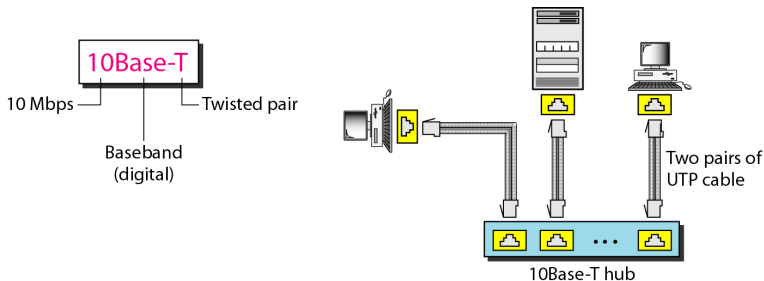
O Ethernet original (10Base5) utilizava cabo coaxial, atingia velocidade de 10 Mbps, alcance de até 500 metros, comunicação half-duplex, usava o CSMA/CD como método de acesso ao meio, codificação Manchester e CRC com 32 *bits* para detecção de erros.

Nos anos 1990, a Ethernet se popularizou com a introdução do padrão 10Base-T, que utilizava cabos de par trançado (UTP) e operava a 10 Mbps. Essa mudança facilitou a expansão da Ethernet para ambientes domésticos e empresariais, onde os cabos UTP já eram usados para telefonia.



Protocolo Ethernet – 10BaseT

A 10BaseT utiliza topologia em estrela com cabo de par trançado. As estações são interligadas a um hub com distância máxima de 100 m devido a atenuação do par trançado.



Protocolo *Fast Ethernet*

Com a crescente demanda por mais velocidade para aplicativos, como vídeo e gráficos, surgiu o padrão Fast Ethernet, formalizado em 1995. O *Fast Ethernet* passou a permitir transmissão de até 100 Mbps, entretanto, ele manteve a compatibilidade com versões anteriores através da autonegociação.

Com a autonegociação, os dispositivos determinam os parâmetros que poderá ser utilizada para transmissão. Isto é, as placas de rede informam e negociavam qual velocidade poderão operar (10 Mbps ou 100 Mbps) e o modo de transmissão suportado (*full-duplex* ou *half-duplex*).



Protocolo *Fast Ethernet*

Desta forma, ele tinha dois modos de operação: *half-duplex* (quando utilizado em redes com pelo menos um dispositivo era Ethernet padrão) e *full-duplex* (em redes com equipamentos todos com *Fast Ethernet*).

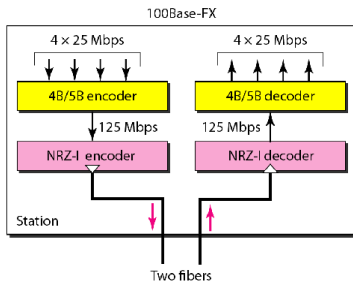
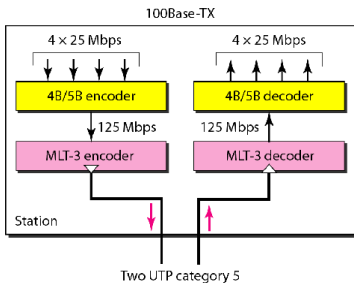
O método de acesso é o CSMA/CD para o modo *half-duplex*, já para o *full-duplex* não há a necessidade do CSMA/CD pois utilizam fios distintos para enviar e receber dados.



As principais implementações do Fast Ethernet são:

100BaseTX: (100 Mbps Banda Base com par trançado) usa dois pares de par trançado (UTP cat. 5 ou STP) distância de até 100m, full-duplex, com codificação **MLT-3 com 4B/5B** em transmissão digital;

100BaseFX: (100 Mbps Banda Base com fibra) usa dois cabos de fibra óptica com distância de até 2 km, com codificação **NRZ-I com 4B/5B** em transmissão digital;



Protocolo Gigabit Ethernet

O próximo salto significativo na evolução da Ethernet veio com o padrão Gigabit Ethernet (1000Base-T) em 1999. Este padrão trouxe uma velocidade de transmissão de 1 Gbps (1000 Mbps), usando os mesmos cabos de par trançado (Categoria 5e ou superior).

O protocolo Gigabit manteve a compatibilidade com os outros padrões Ethernet existentes (mesmo endereço, mesmo formato de frame e suporte a autonegociação).



Gigabit Ethernet

As principais implementações da camada física:

1000BaseT: utiliza quatro pares de par trançado UTP, no mínimo categoria 5e, com distâncias de até 100 m, com codificação **4D-PAM5**.

1000BaseSX: utiliza dois pares de fibra óptica, com distâncias de até 550 m, com codificação **NRZ com 8B/10B**;

1000BaseLX: utiliza dois pares de fibra óptica, com distâncias de até 10 km, com codificação **NRZ 8B/10B**.

10 Gigabit Ethernet

O 10 Gigabit Ethernet, também conhecido como 10GbE, é uma evolução do padrão Ethernet que oferece uma taxa de transmissão de 10 gigabits por segundo (Gbps). Ele foi padronizado pelo IEEE no padrão 802.3ae em 2002, com o objetivo de atender à crescente demanda por redes de alto desempenho, especialmente em ambientes corporativos, datacenters e interconexões de backbone.

10GbE define apenas full-duplex, a controle de Acesso por CSMA/CD não foi implementada e não tem compatibilidade com o padrão Ethernet original.

10-Gigabit Ethernet

As principais implementações da camada física:

10GBASE-SR: utiliza fibra óptica multimodo com alcance de até 300 metros. Uso comum em conexões internas em datacenters;

10GBASE-LR: utiliza fibra com lasers de 1310 nm com alcance de até 10 km (monomodo);

10GBASE-ER: fibra com lasers de 1550 nm, tem um alcance de 40 km (monomodo).

10GBASE-T: utiliza par trançado (categoria 6 ou superior) em distâncias de até 100 metros.

100 Gigabit Ethernet

O 100GbE é um padrão de Ethernet que oferece taxa de transmissão de 100 gigabits por segundo (Gbps). Ele foi padronizado pelo IEEE no padrão 802.3ba, lançado em 2010, para atender às crescentes demandas por largura de banda em data centers, redes metropolitanas e backbones de operadoras. As principais implementações:

100GBASE-LR4: utiliza fibra óptica multimodo com alcance de até 10 km.

100GBASE-ER4: utiliza fibra óptica monomodo com alcance de até 40 km.



Ethernet – Vantagens e Desvantagens

O Ethernet oferece várias vantagens, como baixo custo, alta velocidade e simplicidade de implementação, alta compatibilidade com equipamentos de diferentes fabricantes e grande confiabilidade.

Como desvantagens temos que o uso de cabos impõe limitações quanto à mobilidade e à distância. Embora os equipamentos sejam baratos, a instalação de cabos em edifícios pode exigir tempo, mão de obra e planejamento, principalmente se for necessário romper paredes ou passar por forros.

História – IEEE 802.11 (Wi-Fi)

Enquanto a Ethernet (IEEE 802.3) se refere à tecnologia para redes cabeadas, o Wi-Fi (IEEE 802.11) é o conjunto de padrões de implementação das camadas física e de enlace para redes sem fio.

O Wi-Fi foi desenvolvido a partir do padrão IEEE 802.11, lançado no início dos anos 1990 pelo Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE). Desde então, o padrão evoluiu com diversas revisões, oferecendo melhorias em velocidade, alcance e segurança.

Implementações – IEEE 802.11 (Wi-Fi)

- 802.11 a: opera na faixa de frequência de 5 GHz, velocidade de até 54 Mbps, utilizava modulação PSK e QAM.
- 802.11 b: opera na faixa de frequência de 2,4 GHz, velocidade de até 11 Mbps, utilizava modulação 4-PSK.
- 802.11 g: opera na faixa de frequência de 2,4 GHz, velocidade de até 54 Mbps, utilizava modulação OFDM.
- 802.11 n: opera nas faixas de frequência de 2,4 GHz e 5 GHz, velocidade de até 600 Mbps, utilizava MIMO com até 4 antenas e modulação 64-QAM.

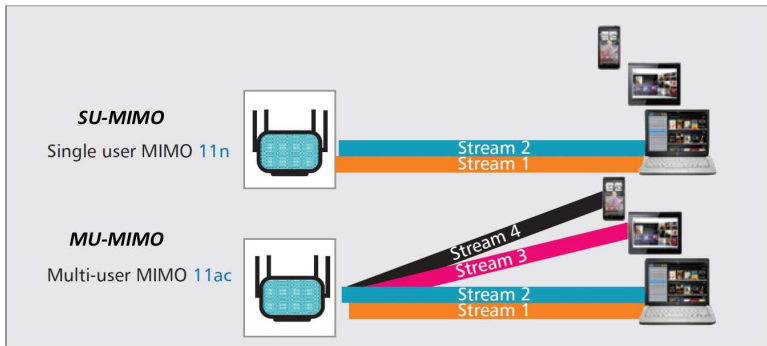


Implementações – IEEE 802.11 (Wi-Fi)

- 802.11 ac:** opera na faixa de frequência de 5 GHz, velocidade de até 1,3 Gbps, utilizava MIMO com até 8 antenas e modulação 256-QAM.
- 802.11 ax:** opera nas faixas de frequência de 2,4 GHz e 5 GHz, velocidade de até 9,6 Gbps, utilizava OFDMA, MIMO com até 8 antenas e modulação 1024-QAM.
- 802.11 be:** opera em 2,4 GHz e 5 GHz. Podendo alcançar taxas de transmissão de até 46 Gbps, modulação 4096-QAM com OFDMA e MU-MIMO.



Protocolo IEEE 802.11 – MIMO



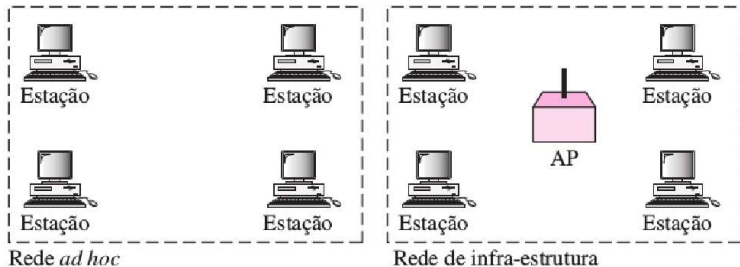
Protocolo IEEE 802.11 – Camada de Enlace

- Enquadramento com tamanho variável: é utilizado um padrão de bits pré-determinados para definir o início. Além disso, é informado o tamanho do quadro para realizar o enquadramento;
- Endereçamento Físico (MAC) de 48 *bits* conforme mostrado na camada de enlace;
- Detecção de Erros com CRC de 32 bits;
- Controle de Acesso com CSMA/CA e *polling* no modo infra-estrutura (com AP - *Acess Point*) e OFDMA no 802.11ax.

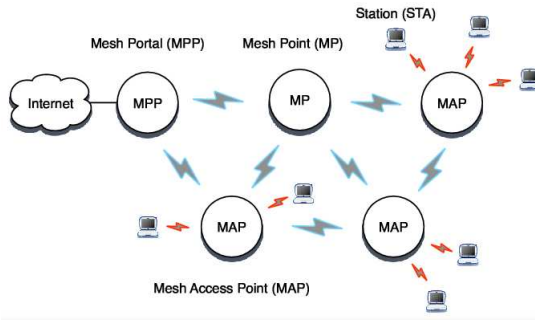


- O protocolo 802.11 suporta vários modos de operação, os principais são:
- Modo de Infraestrutura: todos os dispositivos sem fio se comunicam através de um ponto de acesso (AP - *Access Point*). Esse é o modo mais comum usado em redes Wi-Fi domésticas, empresariais e públicas. O ponto de acesso serve como um hub central que gerencia as comunicações entre os dispositivos e também fornece acesso à rede com fio (por exemplo, a internet);
 - Modo Ad-hoc: os dispositivos se conectam diretamente uns aos outros sem a necessidade de um ponto de acesso. Este modo é utilizado para comunicações ponto-a-ponto (P2P) ou para pequenas redes temporárias.

Arquitetura



- **Modo Mesh:** permite que dispositivos sem fio se conectem diretamente uns aos outros para formar uma rede em malha. Esta configuração é utilizada para estender a cobertura de rede sem a necessidade de infraestrutura adicional. Cada dispositivo na rede atua como um nó e pode retransmitir dados para outros nós. Os dados podem ser roteados dinamicamente através da rede, encontrando o melhor caminho até o destino.



Faixas de Frequência do IEEE 802.11

O Wi-Fi opera principalmente em duas faixas de frequência:

- 2,4 GHz: oferece maior alcance, mas é mais suscetível a interferências e congestionamento, devido ao uso comum por outros dispositivos (micro-ondas, telefones sem fio).
- 5 GHz: oferece maiores velocidades e menos interferência, porém com menor alcance.



IEEE 802.11 – Vantagens e Desvantagens

O Wi-fi apresenta como vantagens: Mobilidade e Liberdade de Movimento, Facilidade de Instalação, Flexibilidade e Escalabilidade.

Como desvantagens temos: Menor Velocidade em Relação ao Cabeado, Interferência, Alcance Limitado e Mais complexo para garantir a segurança.



Dúvidas



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