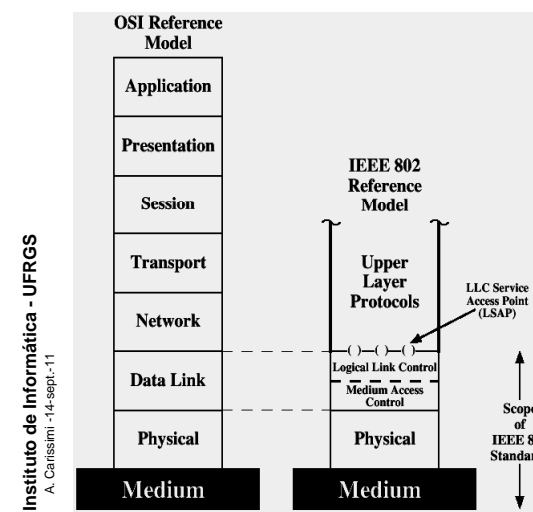


Redes de Computadores

IEEE Standard 802

Aula 11

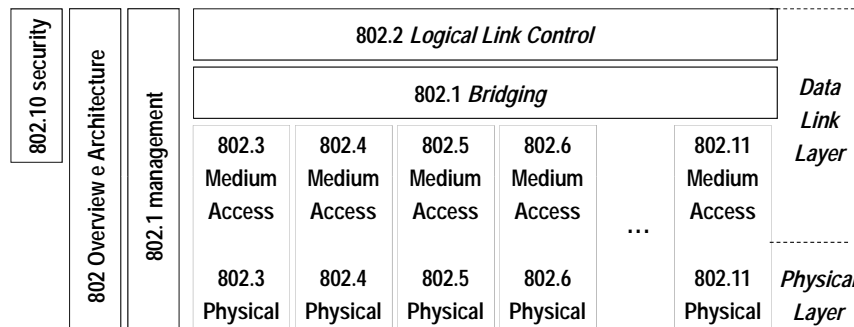
Arquitetura IEEE 802



Redes de Computadores

- Por que dividir a camada de enlace em duas?
 - Nível 2 ISO não especifica controle de acesso ao meio
 - O LLC pode ser transportado por diferentes níveis MAC

Standard IEEE 802



Um pouco de história.... a Ethernet

- Padrão para redes locais desenvolvido pela DEC, Intel e Xerox (DIX)
 - Velocidade de transmissão de 10 Mbps
 - Sinalização Manchester
 - Controle de acesso ao meio é CSMA/CD 1-persistente
 - Topologia em barramento (cabo coaxial)
- Padrão proprietário que serviu de base para a definição do padrão internacional IEEE802.3
 - Muito similares
 - Algumas mudanças para descaracterizar a patente industrial da Ethernet
 - Tipo de cabo, formato do quadro, topologia da rede, função dos transceptores

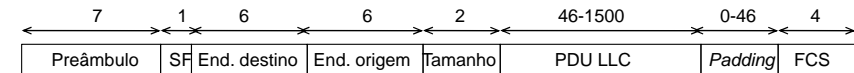
Seus criadores foram Bob Metcalfe e David Boggs, o primeiro fundou a 3Com (1973)

Standard IEEE 802.3

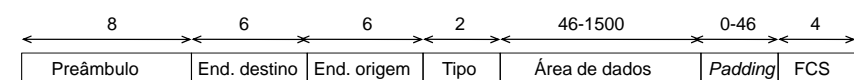
- Características fundamentais
 - Velocidade de transmissão de 10 Mbps
 - Sinalização Manchester
 - Controle de acesso ao meio é CSMA/CD 1-persistente
 - Define topologias em barramento e estrela
- Interpretação do quadro difere da Ethernet em três pontos
 - Preâmbulo
 - Interpretação do campo de controle tipo (Ethernet) e tamanho (IEEE 802.3)
 - Área de dados (*payload*) : encapsula um quadro LLC (IEEE 802.2)
- Ainda, por questões de custo...
 - Oferece um serviço não orientado a conexão, sem confirmação, apenas com detecção de erro (CRC)

Quadro IEEE 802.3 versus quadro Ethernet

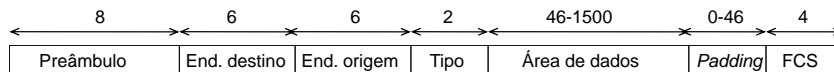
Quadro IEEE 802.3



Quadro Ethernet

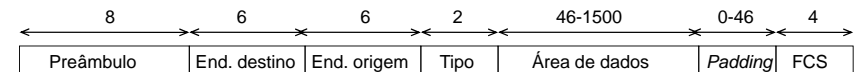


Formato do quadro Ethernet: preâmbulo



- O início do quadro é sinalizado por um preâmbulo (8 bytes):
 - Sequência de 62 bits com padrão 1010...10 seguido de 2 bits em um
 - Gera onda quadrada durante 5.6 µsec (10 Mbps) com codificação Manchester
 - Sinaliza o início da transmissão de um quadro e auxilia sincronização entre o transmissor e o receptor
- Diferenças
 - IEEE802.3 : 7 bytes (10101010) seguido do Byte Start of Frame – SF (10101011)
 - Ethernet : 62 bists com padrão 1010...10 e dois bits em um

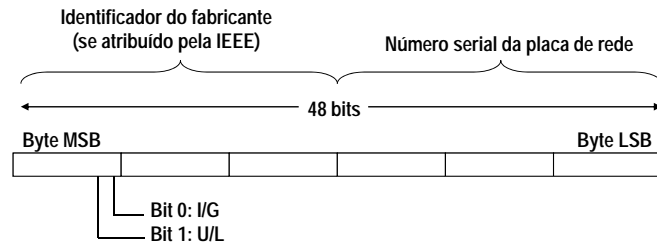
Endereço MAC



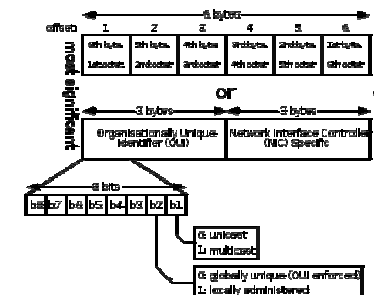
- Endereços físicos em 2 ou 6 bytes do destinatário e do fonte
 - Na prática encontra-se apenas endereços em 6 bytes
- Três tipos de endereços:
 - *Unicast*: identifica uma estação individualmente como origem ou destino
 - *Multicast*: identifica um grupo de estações
 - Caso particular: *Broadcast* = grupo composto por todas estações do enlace
- Representado por números hexa separados por dois pontos:
 - e.g.: 08:00:20:1A:20:09

Formato do endereço MAC

- Identificação do tipo de endereço (bit I/G)
 - I/G = 0: endereço de unicast; I/G = 1: endereço multicast ou broadcast
- Alocação de endereços (bit U/L)
 - U/L = 0: atribuído pela IEEE (global); U/L = 1; atribuído localmente

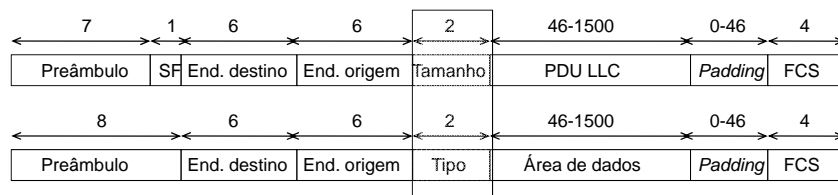


Convenções em RFCs



- Os bits são numerados da esquerda para a direita a partir de zero
- O endereço MAC é transmitido na rede:
 - Byte mais significativo ao menos significativo
 - Do bit menos significativo para ao mais significativo

Tamanho/Tipo da área de dados



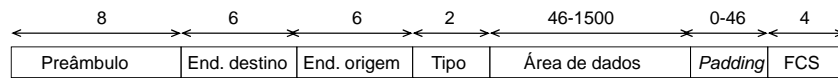
- Diferença entre ser Ethernet ou IEEE 802.3 é a interpretação do campo tamanho
- Interpretação depende do valor
 - Valor ≤ 1500 , indica o **tamanho** da área de dados (46 a 1500)
 - A área de dados é LLC PDU (IEEE 802.2)
 - Valor ≥ 1536 , define o **tipo** da PDU que está encapsulada
 - e.g.: 2048 (0x0800) para protocolo IP, 0x0806 para o protocolo ARP

Área de dados e padding



- Sequência de n bytes de dados
 - Quantidade máxima 1500 bytes: razões históricas (buffer, memória, equidade de uso do meio)
 - Quantidade mínima 46 bytes: funcionamento correto do CSMA/CD
 - Atraso máximo é 25.6 μ s, portanto o quadro mínimo deve ter uma duração de 51.2 μ s (considera 2500 m com a regra 5-4-3 e 10 Mbps)
 - *Padding* é a inserção de bytes extras (sem informação) na área de dados para completar o tamanho mínimo necessário

Frame Check Sequence (FCS)

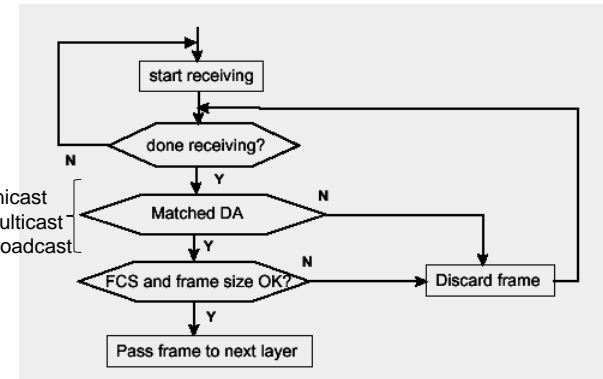


- Código para detecção de erros (CRC-32)
- Calculado considerando endereço do destinatário, do remetente, campo de tamanho e a área de dados

13

Algoritmo de recepção de quadros IEEE 802.3

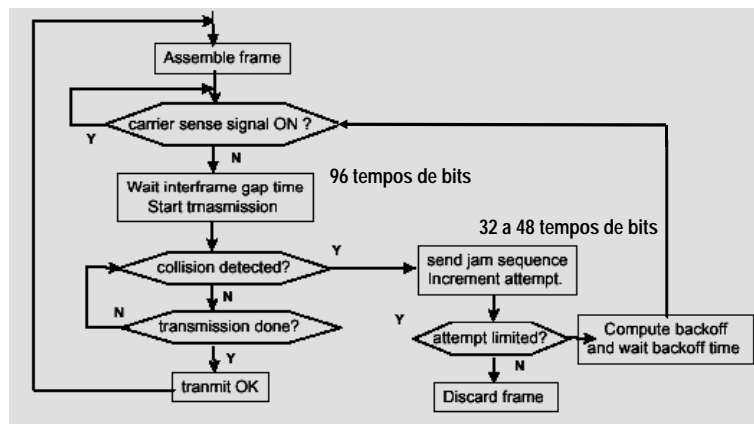
- Endereço unicast
- Endereço multicast
- Endereço broadcast



Redes de Computadores

14

Algoritmo de transmissão de quadros IEEE 802.3

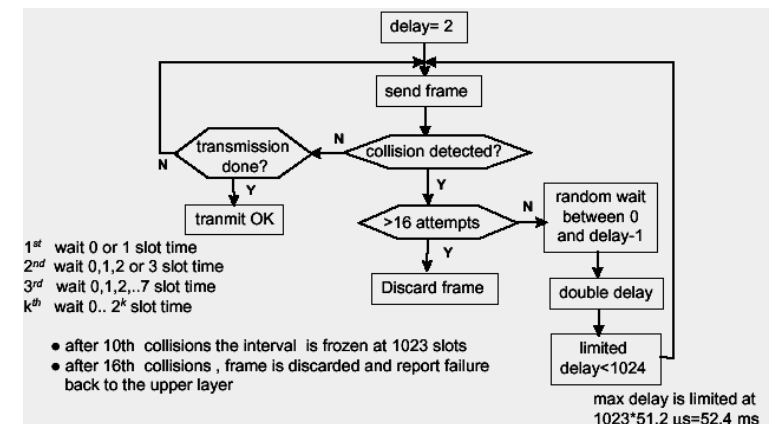


Jam: sinal para garantir que todas estações "escutaram" a colisão

Redes de Computadores

15

Algoritmo de recuo binário exponencial (*backoff*)



Um slot time = 51.2 μs (tamanho do quadro a 10 Mbps)

Redes de Computadores

16

Desempenho do 802.3/Ethernet


- O desempenho depende de:
 - Tempo de espera para transmitir quadros se meio está ocupado
 - Número de colisões ocorridas (força retransmissão e execução do *backoff*)
- Possíveis soluções:
 - Segmentação da rede: divisão em diferentes domínios de colisão
 - Utilização de *full duplex*
 - Adendos para IEEE 802.3: aumento da taxa de transmissão, porém CSMA/CD deve continuar funcionando, portanto, se deve:
 - diminuir o diâmetro da rede OU
 - aumentar o tamanho mínimo do quadro

Tecnologias Ethernet: evolução

- Diferentes versões em função da tecnologia empregada;
 - Acrônimos (100BASE-TX, 1000BASE-LX, 10GBASE-T, etc)
 - Velocidade: 10, 100, 1000 e 10 G
 - BASE: indica que a sinalização é banda base (sem FDM)
 - Mídia física*: T para par trançado, C para cobre, SX e LX para fibra óptica
- Evolução
 - Aumento da velocidade
 - Introdução de *full-duplex* ponto a ponto, comutado (elimina colisões)
 - Ethernet atual difere da original, mas mantém o formato do quadro

* No início, a Ethernet era só em cabos coaxiais, e terceira parte significava o tamanho do segmento em centenas de metros (10-BASE2, 10-BASE5)

Adendos a IEEE802.3

- Objetivos:
 - Tornar a rede mais rápida em fator de 10
 - Manter compatibilidade retroativa com o padrão existente
 - Linha evolutiva
- 
- Fast Ethernet (100 Mbps)
 - Gigabit Ethernet (1000 Mbps = 1 Gbps)
 - 10 Gigabit Ethernet (10000 Mbps = 10 Gbps)

Fast Ethernet (IEEE 802.3u)

- Especificação 100 Base T
 - Topologia em estrela
 - Suporte a par trançado (100 base TX e 100 base T4) e fibra (100 base FX)
- Tempo de transmissão reduzido por um fator 10
 - 512 tempos de bit (quadro de 64 bytes) são 5.12 us
- Concebida para operar com *hubs* e com *switches*
 - Para correto funcionamento do CSMA/CD deve-se aumentar o tamanho mínimo do quadro OU diminuir a distância
 - Opção foi diminuir a distância e manter o formato do quadro IEEE802.3
 - Uso de *full-duplex* em *switches*
- Codificação utilizada:
 - 4B/5B para 100 Base TX e FX e 8B/6T para 100 Base T4

Gigabit Ethernet

- IEEE 802.3ab
 - 1000 base TX
 - Gigabit ethernet em cabos categoria UTP 5 até 100m
 - Padrão permite uso em *half-duplex* (com hubs), mas, nesse caso, o tamanho mínimo do quadro é de 512 bytes para não reduzir o diâmetro da rede
- IEEE 802.3z (fibra óptica)
 - 1000 Base SX (Short) e 1000 Base LX (Long)
- IEEE 802.3ae
 - 10 Gigabit Ethernet
 - Apenas em modo full-duplex (sem CSMA/CD)
- Em padronização: 40 Gbps e 100 Gbps

Ethernet in the First Mile (EFM)

- A conexão entre o assinante e a rede é o atual gargalo na rede
 - Tecnologias (first mile ou last mile) são ADSL e cable modem
- Padrão IEEE 802.ah (publicado em 2004)
 - Permitir que a rede opere em Ethernet sem necessitar conversões
 - Implica em novas topologias de redes e de gerenciamento

Leituras complementares

- Stallings, W. *Data and Computer Communications* (6th edition), Prentice Hall 1999.
 - Capítulo 13. Seção 13.1, 13.2
 - Capítulo 14, seção 14.1
- Tanenbaum, A. *Redes de Computadores* (4^a edição), Campus 2003.
 - Capítulo 4, seção 4.3

O original: IEEE802.3 10 Mbps

- Diferentes implementações em função do suporte físico
 - Notação:
[taxa de transmissão][método de sinalização][tamanho máx do segmento]
• E.g.: 10Base5, 10Base2, 10Base-T (*Twisted-pair*), 10Base-F (Fibra)
- Problemas da especificação IEEE 802.3
 - half-duplex
 - Enquanto uma estação “conversa” as demais devem apenas “escutar”
 - Meio compartilhado
 - Disputa de acesso ao meio
 - Possibilidade de colisões e tratamento