

Redes Industriais

Módulo 5 – Camada de Enlace

Prof. Rone Ilídio

Tópicos

- 5.1 Camada de Enlace: introdução e serviços
- 5.1.1 Os serviços fornecidos pela Camada de Enlace
- 5.3 Protocolos de acessos múltiplos
- 5.3.1 Protocolos de divisão do canal
- 5.3.2 Protocolos de acesso aleatório
- 5.3.3 Protocolos de revezamento
- 5.4 Endereçamento na Camada de Enlace
- 5.4.1 Endereços MAC
- 5.4.2 ARP (protocolo de resolução de endereços)
- 5.5 Ethernet
- 5.5.1 Estrutura do Quadro Ethernet

Introdução

- Comunicação entre dois hospedeiros
- Dois tipos de enlace:
 - Broadcast:
 - Um envia e todos da rede recebem
 - Ex: LANs com e sem fio
 - Ponto a ponto
 - Entre dois hospedeiros
 - Ex: comunicação entre roteadores
- Nomenclatura
 - Nó: qualquer máquina ligada à rede, seja hospedeiro final ou roteador
 - Enlace: ligação entre dois nós
 - Quadro: pacote da camada de enlace

Possíveis Serviços da Camada de Enlace

- Enquadramento de dados
 - **Datagrama** da Camada de Redes dentro de um **quadro** da Camada de Enlace
- Acesso ao enlace
 - Controle de acesso ao meio
- Entrega confiável
 - Utilizado em enlaces com altas taxas de erro (fibra não possui)
- Controle de fluxo
 - Evita saturação do buffer do outro nó
- Detecção de erros
- Correção de erros
- Half-duplex (nó transmite OU recebe ao mesmo tempo) e Full-duplex (transmite E recebe ao mesmo tempo)

Protocolos de Acesso Múltiplo

Protocolos de Acesso Múltiplo

- Transmissão em broadcast
 - Todos recebem uma transmissão
 - Se dois ou mais transmitirem ao mesmo tempo ocorre uma colisão
- Protocolos de acesso múltiplo: regulam as transmissões em canais broadcast compartilhados
- Três tipos:
 - Protocolos de divisão do canal: TDM, FDM e CDMA
 - Protocolos de acesso aleatório: Aloha, Slotted Aloha, CSMA
 - Protocolos de revezamento: polling e passagem de permissão

Protocolos de Divisão do Canal

- TDM – Time Division Multiplexing
 - O tempo é dividido em N slots
 - Em cada slot um nó transmite
 - Cada nó tem banda de $1/N$
- FDM – Frequency Division Multiplexing
 - O espectro de frequência é dividido em N canais
 - Cada nó utiliza um canal
 - Cada nó tem banda de $1/N$
- CDMA – Code Division Multiplexing Access
 - Cada nó possui um código único
 - Todos os nós podem transmitir ao mesmo tempo
 - O receptor é capaz de decodificar cada transmissão

Protocolos de Acesso Aleatório

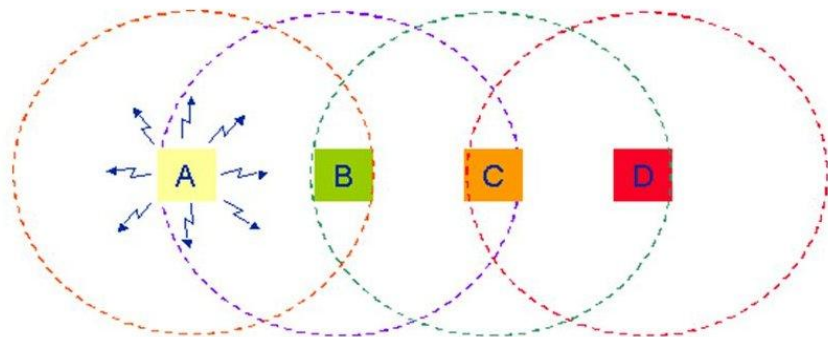
- Slotted Aloha
 - Utilizado para comunicação com satélites
 - Quadros de tamanho fixo
- Funcionamento
 - Divide o tempo de transmissão em slots
 - Cada nó só pode transmitir no início de um slot
 - Se dois nós transmitirem ao mesmo tempo → colisão
 - Em caso de colisão, o quadro é retransmitido após um período aleatório
- Período aleatório por backoff exponencial
 - Tempo máximo de espera cresce exponencialmente até um limite
- Baixa eficiencia com dois ou mais nós

Protocolos de Acesso Aleatório

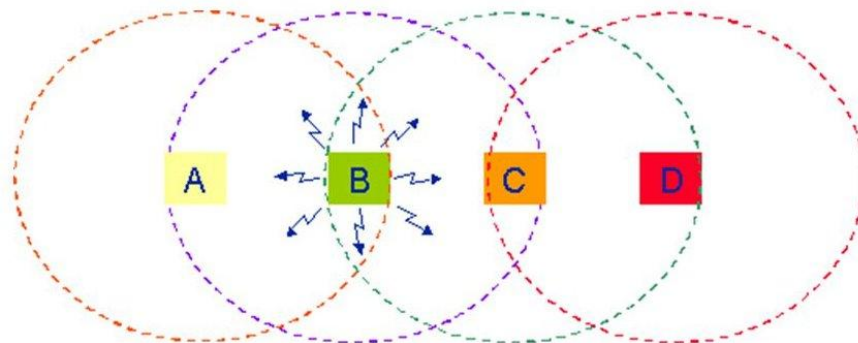
- CSMA – Carrier Sense Multiple Access (acesso múltiplo com detecção de portadora)
- Funcionamento
 - Nó só transmite se o meio estiver ocioso
 - Se escutar transmissão, espera um tempo aleatório
- Variações
 - CSMA/CD: com detecção de colisão (Ethernet)
 - Ouve enquanto fala
 - CSMA/CA: com prevenção de colisão (Wifi)
 - Mensagens RTS e CTS

Protocolos de Acesso Aleatório

- CSMA não pode ser utilizado em redes sem fio
 - Problema da estação oculta
 - Problema da estação exposta



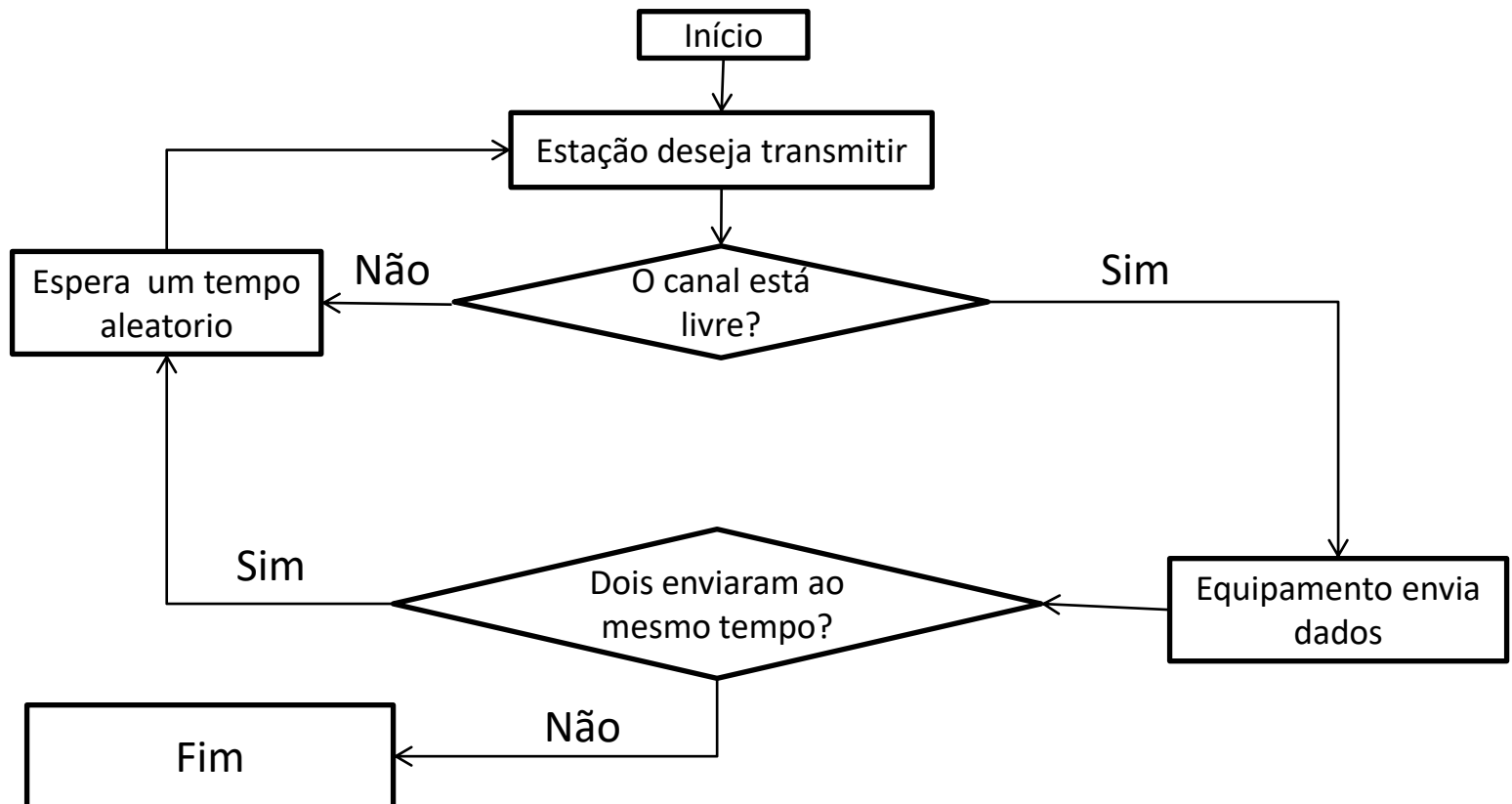
Estação oculta: C escuta o meio e não percebe transmissões. Se C transmitir para B, ocorrerá colisão em B



Estação exposta: C quer transmitir para D. C escuta o meio e não transmite pois percebe que B está transmitindo.

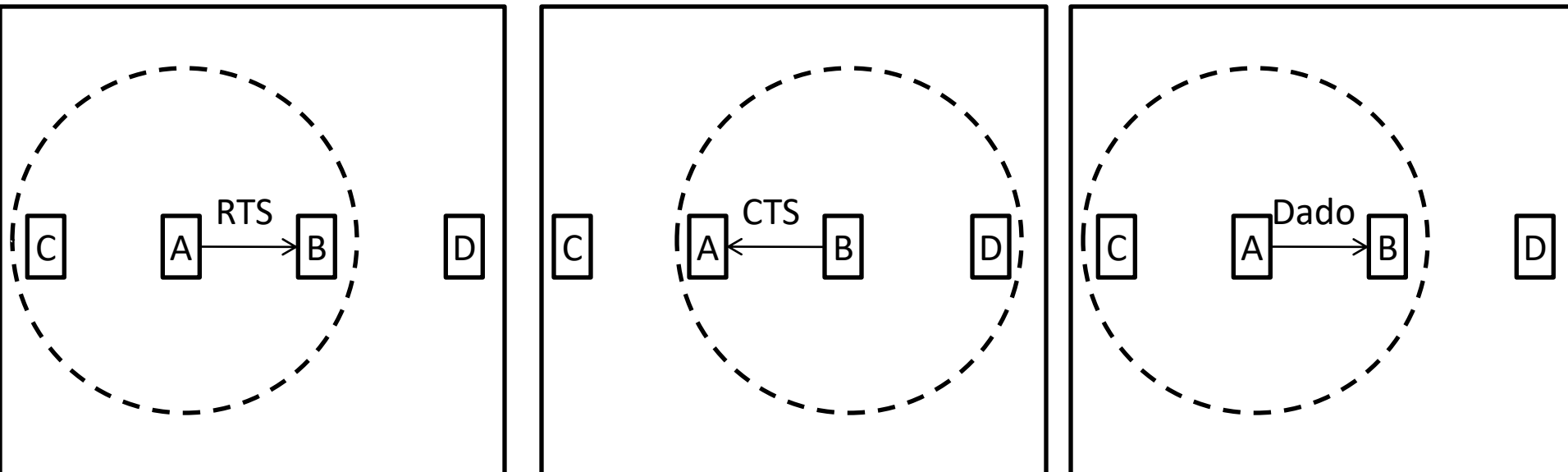
Protocolos de Acesso Aleatório

- CSMA/CD



Protocolos de Acesso Aleatório

- CSMA/CA
 - Antes de transmitir, uma estação A envia um RTS (Request To Send) para B: pacote curto com o tamanho dos dados
 - B responde com um CTS (Clear To Send) com o tamanho dos dados
 - A envia os dados
 - C e D sabem o tempo que devem ficar esperando



Protocolos de Revezamento

- Protocolos de seleção ou polling
 - Mestre controla quem vai transmitir
 - Alternância circular
 - Introduz atraso na seleção
 - Se o Mestre falhar a rede toda cai
- Protocolos de Passagem de Permissão
 - Distribuído: a permissão de transmissão é circula entre os nós
 - Se o nó com a permissão falhar, um sistema de recuperação deve ser ativado

Endereçamento na Camada de Enlace

- Cada adaptador de rede possui um endereço MAC (Medium Access Control)

- 6 bytes em hexadecimal

FF – FF – FF – FF – FF – FF

- Endereços fíxos
- Distribuição controlada pela IEEE
 - Os primeiros 24 bits são fíxos para cada fabricante
 - Informação pública na internet

Protocolo ARP

- ARP – Address Resolution Protocol
- Converte endereços MAC em IP dentro de uma subrede
- Cada nó possui a tabela ARP com: endereço IP, endereço MAC e TTL (tempo de vida do registro, normalmente 20 minutos)

Ethernet

- Tecnologia de rede cabeada mais utilizada atualmente para redes locais
- Utiliza cabos de cobre de par trançado
- Estrutura do quadro



Ethernet

- Preâmbulo
 - Desperta os demais computadores
 - Sincronizam os relógios
 - Formado por 7 bytes 10101010 e o último 10101011
- Endereços (MAC) de origem e destino
- Tipo: protocolo da camada superior
- Dados: de 46 a 1500 bytes para alocar o datagrama da Camada de Rede
- CRC: verificação de erro
 - Somente descarta quadros com erros, não envia ACK nem retransmite o quadro (serviço não confiável)

Ethernet

- Padrões Ethernet
 - 10 megabits/seg: 10Base-T Ethernet (IEEE 802.3)
 - 100 megabits/seg: Fast Ethernet (IEEE 802.3u)
 - 1 gigabits/seg: Gigabit Ethernet (IEEE 802.3z)
 - 10 gigabits/seg: 10 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ae)
 - 40 ou 100 gigabits/seg: 40 ou 100 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ba-2010)
 - 1000 gigabits/seg: 1000 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ab)

Roteadores - Computadores

- Roteadores
 - Acessam até a camada IP
 - Definem para qual porta o datagrama IP recebido será transmitido
 - Interligam subredes distintas
- Computadores
 - Acessam até a Camada de Enlace
 - Redes locais
 - Hubs e switches
- Pontes (bridges)

