

Comunicação de Dados

Prof. Macêdo Firmino

Aula 11

Camada de Enlace: Controle de Acesso

“Quem comete uma injustiça é
sempre mais infeliz que o injustiçado.”
(Platão)



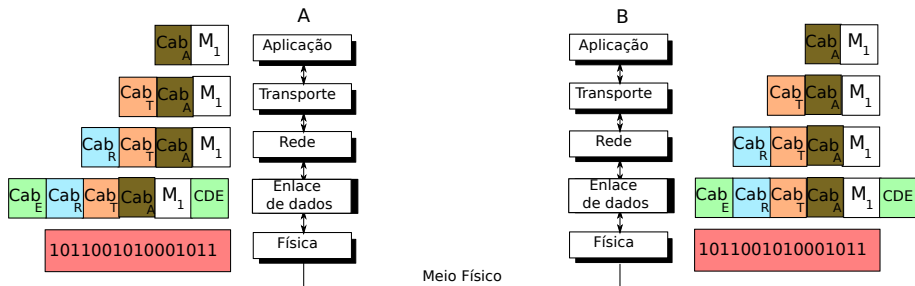
INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

O que Aprenderemos?

Compreender os métodos de controle de acesso ao meio utilizados na camada de enlace, explorando seus princípios, protocolos, tecnologias e implementações.



Relembrando.....



Camada de Enlace de Dados

A camada de enlace é responsável pela comunicação entre dispositivos na mesma rede local (LAN). As funções da camada de Enlace são:

- Dividir o fluxo de *bits* em unidades de dados (Enquadramento).
- Realizar o endereçamento físico;
- Implementar um mecanismo de detecção de erros e retransmissão de quadros (Controle de erro);
- Controlar o meio físico para evitar que um transmissor não interfira em outro (Controle de acesso).

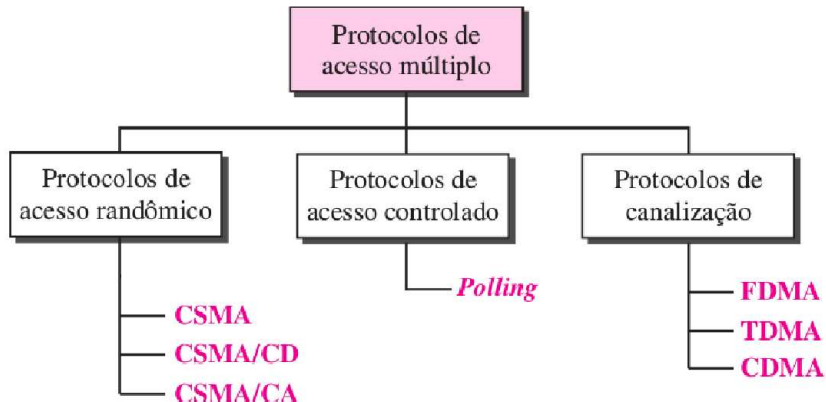


Controle de Acesso

O controle de acesso na camada de enlace refere-se a um conjunto de técnicas e protocolos usados para garantir que o meio compartilhado de comunicação seja usado de maneira eficiente e justa. Ou seja, coordenar o acesso ao meio para evitar que dois dispositivos transmitam simultaneamente e causem colisões, consequentemente perdas nas informações. O controle de acesso é utilizado em redes sem fio, comunicação por satélite, telefonia e algumas redes cabeadas.

Obs.: Em redes com enlace dedicado (sem compartilhamento) e que não causam interferência não se faz uso do controle de acesso. Por exemplo, nas redes *Fast Ethernet*, *Gigabit Ethernet* e *10GigaBit Ethernet*.

Controle de Acesso



Acesso Randômico

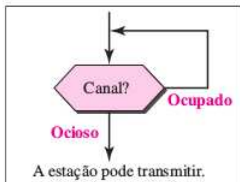
No método de acesso randômico não existe um equipamento controlador central do meio de transmissão, cada estação tem direito ao meio e irá transmitir somente quando perceber que o meio está livre. As principais técnicas de acesso randômico são:

- CSMA;
- CSMA/CD;
- CSMA/CA.

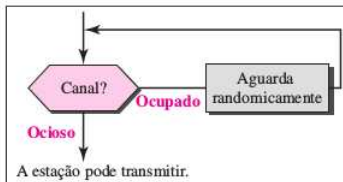


O método CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*) foi desenvolvido para minimizar a probabilidade de colisão. A chance de colisão é reduzida se uma estação verificar o meio antes de tentar utilizá-lo; Neste método cada estação “escuta” o meio (verifica o estado do meio) antes de iniciar uma transmissão. Se perceber canal ocupado, adia a transmissão. Existem três implementações do CSMA: o método persistente, não persistente e o persistente com probabilidade.

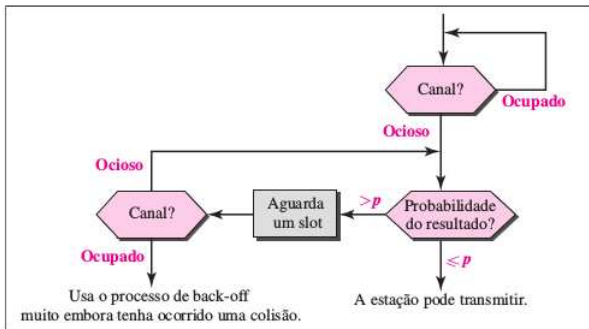




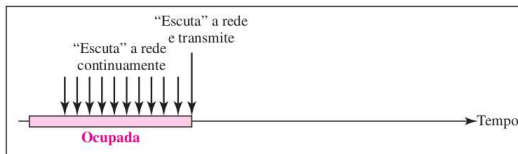
a. 1-persistent



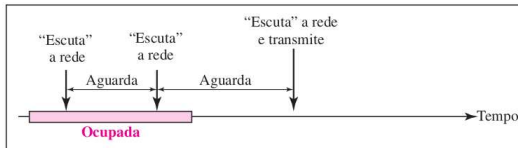
b. Nonpersistent



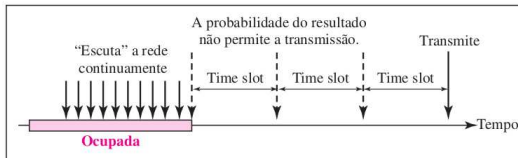
c. *p*-persistent



a. 1-persistent



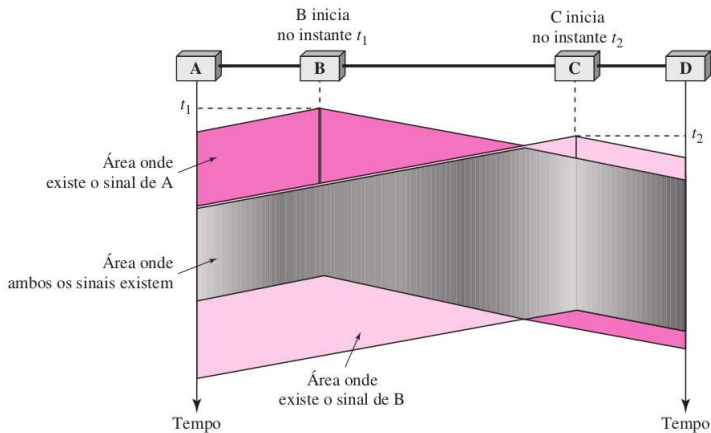
b. Nonpersistent



c. p -persistent

CSMA

O CSMA pode reduzir a possibilidade de colisão mas não pode eliminá-la. A possibilidade de colisão ainda existe em consequência do retardo de propagação.



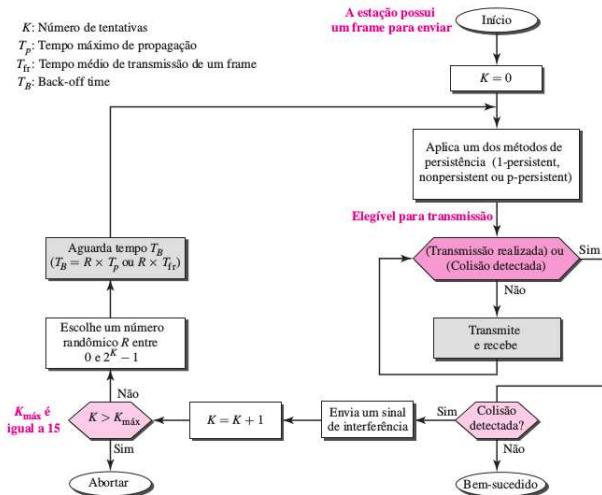
CSMA/CD

O CSMA/CD (CSMA com *Collision Detection*) estende o algoritmo CSMA para tratar colisão (quando dois ou mais dispositivos tentam transmitir simultaneamente). Nesse método, a estação monitora o meio após ela transmitir um quadro para verificar se ocorreu colisão. Caso não tenha ocorrida uma colisão, a estação finaliza. Caso contrário, a estação aborta a transmissão imediatamente, envia um sinal de interferência (*jamming signal*) e aguarda um período de tempo aleatório antes de tentar novamente. O tempo aleatório ajuda a minimizar as chances de uma nova colisão.

O método CSMA/CD é utilizado nas redes Ethernet padrão



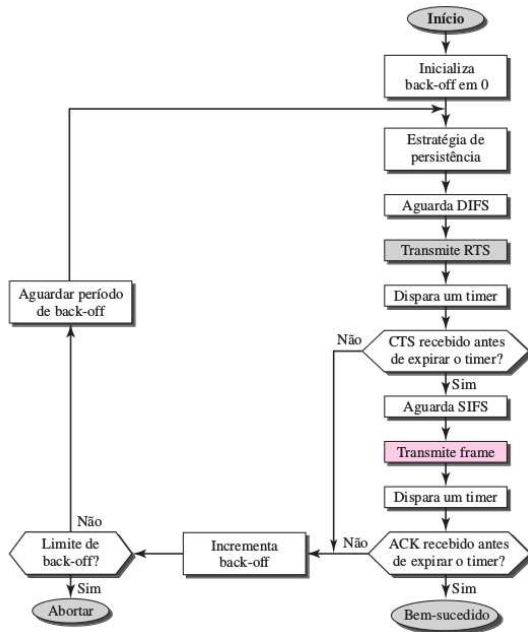
K : Número de tentativas
 T_p : Tempo máximo de propagação
 T_{fr} : Tempo médio de transmissão de um frame
 T_B : Back-off time



CSMA/CA

Em redes sem fio, o nível do sinal recebido, normalmente tem muito pouca energia. Consequentemente, detectar uma colisão é uma tarefa bem mais complexa e que consome muito mais energia do que nas redes cabeadas. Para evitar colisão em redes sem fio foi criada o CSMA/CA (CSMA com *Collision Avoidance*). O CSMA/CA procura somente evitar ao máximo colisões e não detecta-las. As colisões são evitadas por meio da utilização de três estratégias: espaçamento entre quadros (IFS), janela de contenção e confirmações (ACKs).

O IEEE 802.11 (Wi-Fi) fez uma modificação no CSMA/CA incluindo os quadros de RTS e CTS.



CSMA/CA do IEEE 802.11

O CSMA/CA do IEEE 802.11 funciona da seguinte forma:

1. Antes de transmitir, a estação “escuta” o meio usando uma estratégia de persistência com back-off (tentativa);
2. Após constatar que o canal está livre, a estação espera um período DIFS (*Distributed Interface Space*). Em seguida, envia um quadro de controle RTS (*Request to Send*) solicitando autorização para transmissão;
3. Após receber o RTS, a estação de destino envia um *frame* de controle CTS (*Clear to Send*), para a estação de origem, informando que poderá transmitir;



CSMA/CA do IEEE 802.11

4. A estação de origem envia os frames de dados após aguardar um período SIFS (*Short Interframe Space*);
5. A estação de destino, envia um ACK (confirmação) para indicar que o quadro foi recebido com sucesso.
6. Fim da transmissão.

Caso algum erro, não receber o CTS ou ACK ou estourar o temporizador, é aumentado o back-off (tentativa), verifica se não estourou o limite de tentativas, espera um tempo e tenta novamente a transmissão. O tempo de espera é aleatório e proporcional a quantidade de tentativas de transmissão. Ela possui o tempo na primeira vez e, em seguida, vai aumentando de acordo com o número de tentativas de transmissão.

CSMA/CA do IEEE 802.11

Quando uma estação manda um frame RTS, ela inclui quanto tempo será necessário ocupar o canal (transmissão e confirmação de recebimento pelo destinatário). As estações que estão na rede e não irá receber os dados, inicializam um *timer*, chamado de Network Allocation Vector (NAV), que mostra quanto tempo as estações irão esperar para verificar novamente se o canal está livre.

Quando receber o RTS o receptor envia de volta um quadro CTS. Este quadro também informa o tempo necessário para a transmissão. As estações que não escutarem o RTS, mas escutam o CTS, também irão entrar no mecanismo NAV, e a colisão será evitada.



Protocolos de Acesso Múltiplo – Acesso Controlado

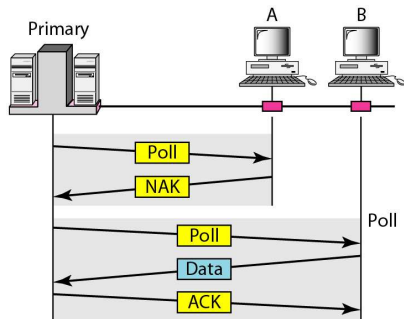
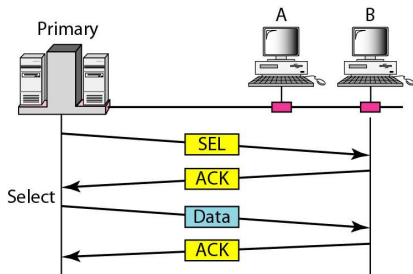
No Acesso Controlado, as estações fazem consulta entre si para saber qual delas tem autorização para transmitir. Uma estação não pode transmitir a menos que tenha sido autorizada por outras. A principal técnica de acesso controlado é o *Polling*.

O polling funciona designando um dispositivo, chamado de estação primária, que concentram o fluxo de dados, e as demais estações, chamadas de estações secundárias. Todas as trocas de dados têm que ser feitas por intermédio do primário. O dispositivo primário, controla o acesso ao enlace, determinando qual dispositivo tem permissão de usar o canal.

O Bluetooth utilizar este método e o Wi-Fi utiliza também uma modificação desta técnica.

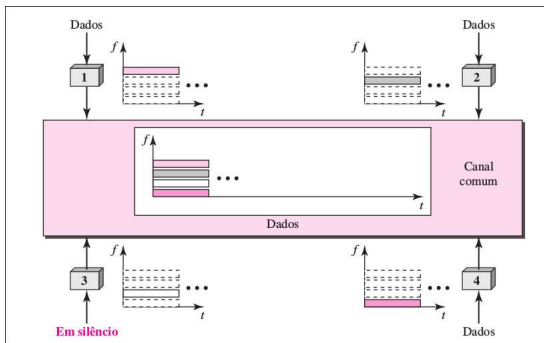
Acesso Controlado – *Polling*

O primário de tempos em tempos, pergunta aos secundários se estes têm algo para transmitir, isto é chamado de **polling**. Se o primário quiser enviar dados, ele diz ao secundário para ficar pronto, isso é denominado de **select**.



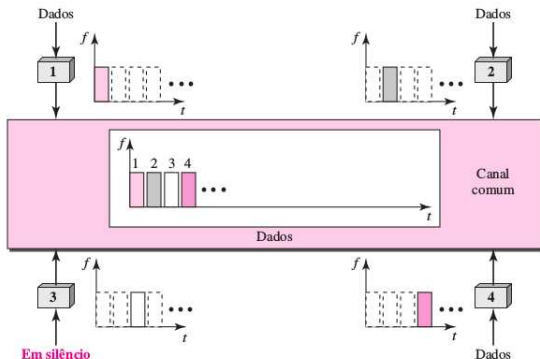
Canalização - FDMA

No FDMA (Frequency-Division Multiple Access) utiliza o FDM para controle de acesso. Nele a largura de banda disponível é dividida em faixas de frequência. É alocada uma faixa a cada estação para envio de seus dados. Em outras palavras, cada faixa de frequência é reservada a determinada estação e a ela pertencerá durante todo o tempo



Canalização - TDMA

No TDMA (Time-Division Multiple Access) utiliza o TDM para controle de acesso. Nele as estações compartilham a largura de banda do canal no tempo. É alocado um *time slot* para cada estação, durante o qual ela pode enviar dados. Cada estação transmite seus dados em seu *time slot* atribuído.



Canalização - CDMA

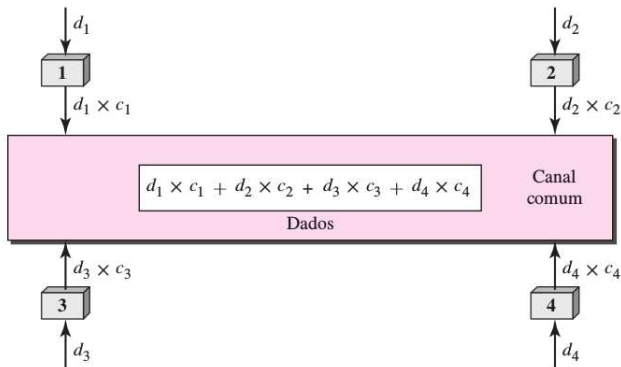
O CDMA (Code-Division Multiple Access) cada canal ocupa a largura de banda inteira do enlace e todas as estações podem enviar dados simultaneamente, não há compartilhamento de tempo. Ele codifica os dados com um código especial associado com cada canal e usa as propriedades de interferência dos códigos especiais para executar a multiplexagem.

É utilizado tanto para a telefonia celular (3G) quanto para o rastreamento via satélite (GPS)



Canalização - CDMA

Suponha que tenhamos quatro estações 1, 2, 3 e 4 conectadas ao mesmo canal. A cada estação é atribuída um código (c_x).



Implementações e Controle de Acesso

Implementação	Controle de Acesso
Bluetooth	Pooling
IEEE 802.11	CSMA/CA e Pooling
Ethernet	CSMA/CD
1G	FDMA
2G	FDMA e TDMA
3G	CDMA
4G	OFDMA
5G	OFDMA e TDMA



Dúvidas



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