



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO

UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO

Comunicações Móveis

2019.1

Acesso ao Meio

Prof. Paulo Hugo

paulo.hugo@poli.br

paulo.hugo.poli.br

Agenda

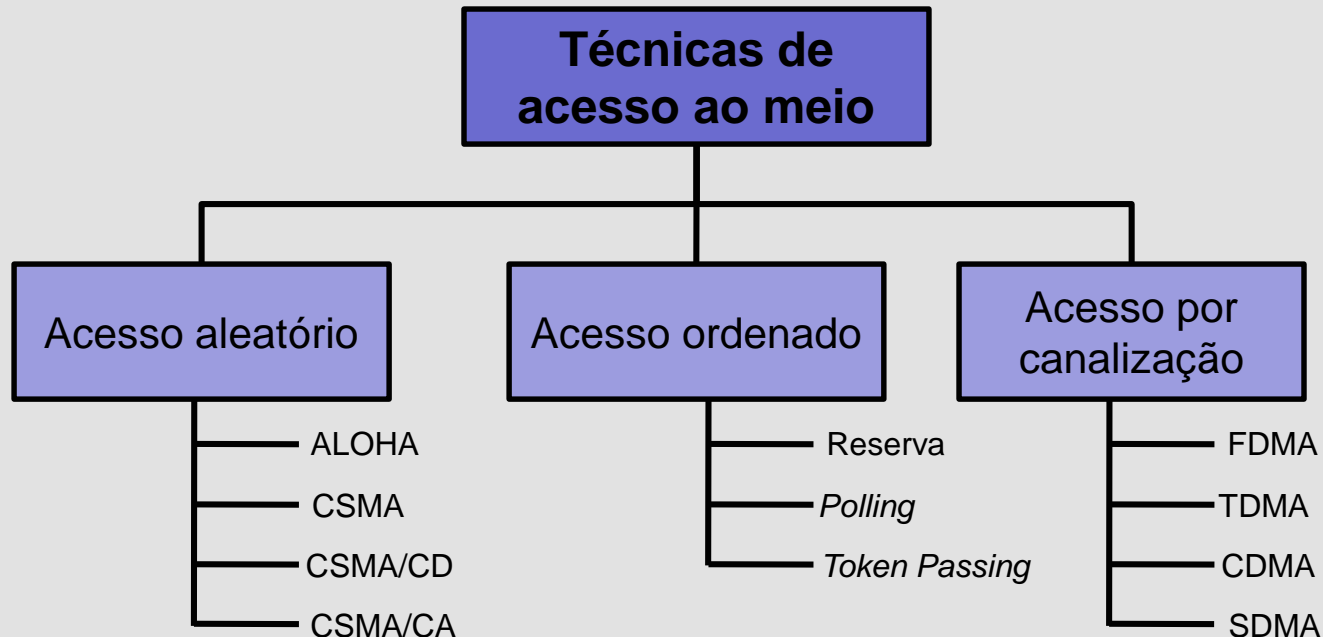
1. Técnicas de Acesso ao Meio
2. Acesso por Canalização
3. Acesso Aleatório
4. Acesso Ordenado

Técnicas de Acesso ao Meio

- ❑ As redes podem ser divididas em duas categorias: as que usam conexões ponto a ponto e as que utilizam canais de difusão.
- ❑ Na literatura, os canais de difusão as vezes são referidos como canais de multiacesso ou canais de acesso aleatório.

Técnicas de Acesso ao Meio

- Há três tipos básicos de protocolos.



Técnicas de Acesso ao Meio

- ❑ Há três tipos básicos de técnicas.
 - ❑ **Canalização ou alocação estática.** São usadas técnicas de multiplexação para compartilhar os recursos da rede sem que haja conflitos, maximizando a utilização de todos os recursos.
 - ❑ **Acesso aleatório.** Qualquer estação pode enviar um frame quando quiser iniciar uma transmissão.
 - ❑ **Acesso ordenado.** As estações consultam-se mutuamente para determinar qual delas irá transmitir.

Agenda

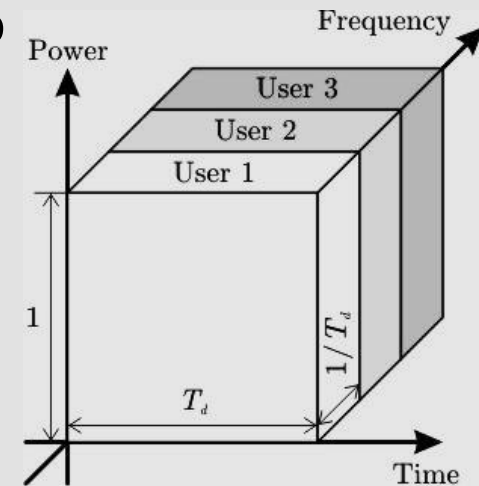
1. Técnicas de Acesso ao Meio
2. Acesso por Canalização
3. Acesso Aleatório
4. Acesso Ordenado

Acesso por canalização

- As técnicas de acesso múltiplo permitem o compartilhamento de recursos entre os usuários de um sistema.
- Contudo, isso deve ser feito sem que haja degradação no desempenho do sistema.
- Podem ser mencionadas 5 técnicas de acesso múltiplo: por divisão de **Tempo**, de **Frequência**, de **Código**, de **Espaço**, e **Espalhamento Espectral**.

Acesso por canalização

- ❑ FDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência)
 - ❑ O FDMA atribui canais individuais a usuários individuais.
 - ❑ É a implementação da técnica FDM.
 - ❑ Durante o período de chamada nenhum outro usuário pode compartilhar o mesmo canal.



FDMA

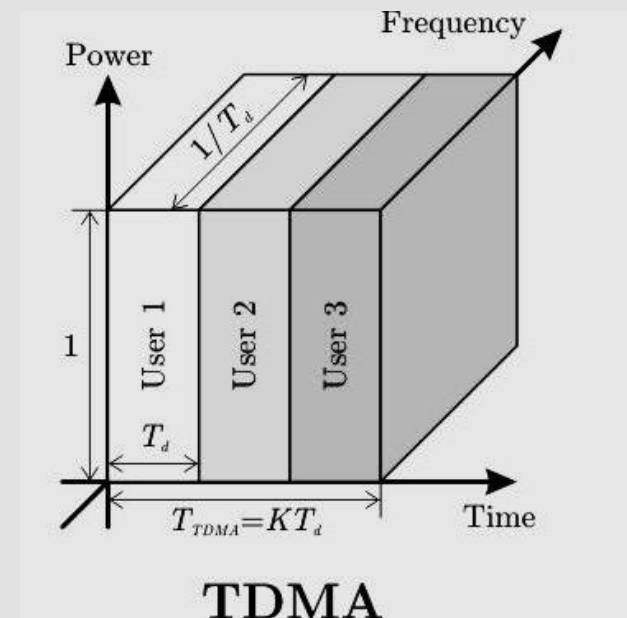
Acesso por canalização

- ❑ **FDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência)**
 - ❑ Eficiência Espectral: Sincronismo em frequência, Filtros, Banda de guarda.
 - ❑ Sensibilidade ao desvanecimento e múltiplo percurso.
 - ❑ O sinais são modulados por um mesmo modulador, o que pode gerar uma intermodulação, isto é, harmônicos das portadoras podem interferir nos canais adjacentes.

Acesso por canalização

❑ TDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo)

- ❑ O TDMA compartilha um única frequência de portadora com vários usuários por tempos não sobrepostos.
- ❑ O tempo é dividido em intervalos (time slot) que formam um frame.
- ❑ Em cada time slot, um único usuário lança mão do canal, enquanto todos os outros se mantêm em silêncio.

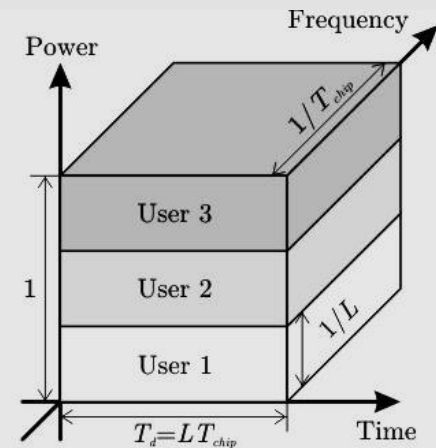


Acesso por canalização

- ❑ TDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo)
 - ❑ Esse sistema transmite dados no método buffer-and-burst (guardar-e-enviar), de modo que a transmissão é não contínua mas em rajadas.
 - ❑ O tempo de guarda deve ser minimizado.
 - ❑ A alocação de time slots permite uma taxa de transmissão sob demanda.
 - ❑ É possível usar um duplexador de tempo (TDD) ao invés de um FDD, o que aumenta a capacidade do sistema e torna mais barato os dispositivos.

Acesso por canalização

- ❑ CDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Código)
- ❑ O sinal em banda base é multiplicado por um sinal de espalhamento, cuja frequência é várias ordens de grandeza superior ao de banda base.
- ❑ Todos os usuários transmitem simultaneamente na mesma portadora, mas com seu sinal de espalhamento, apenas ele pode recuperar a mensagem.



CDMA

Acesso por canalização

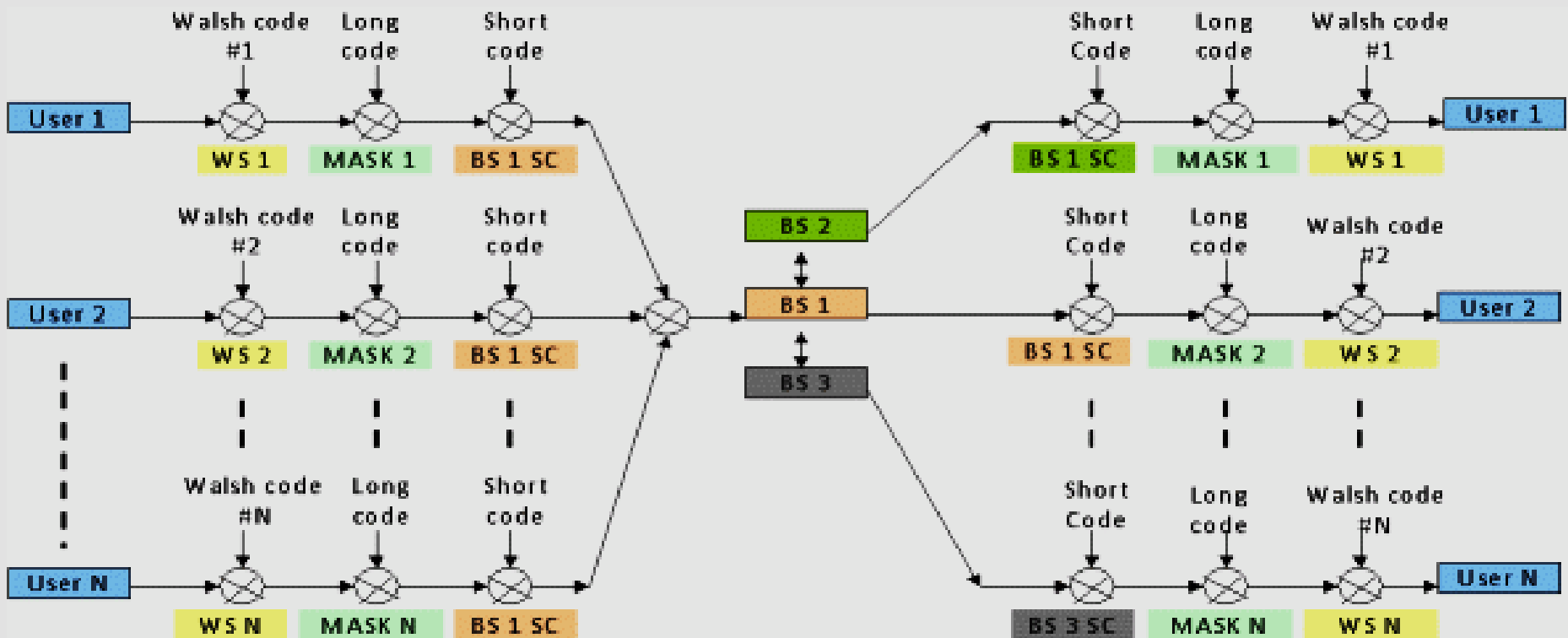
- ❑ CDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Código)
 - ❑ Um sinal de espalhamento deve apresentar baixa correlação em relação aos demais sinais.
 - ❑ Pode ser um código ortogonal ou um código pseudo-aleatório que é ortogonal aos demais sinais possíveis.
 - ❑ A decodificação é feita por filtros de correlação temporal para detectar apenas a palavra código desejada.

Acesso por canalização

- ❑ **CDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Código)**
 - ❑ No CDMA a potência de múltiplos usuários em um receptor determina o patamar de ruído após a correlação.
 - ❑ A capacidade do CDMA não é determinística, uma vez que o principal fator limitante é a potência. O CDMA pode ser de dois tipos:
 - ❑ **FH-CDMA (frequency hopping)**: Usa características do TDMA e do FDMA. De fato, a cada slot a transmissão de um determinado usuário se dá por um canal diferente. A mudança entre as frequências (frequency hopping) de transmissão segue um código pré-estabelecido entre transmissor e o receptor.
 - ❑ **DS-CDMA (direct sequence)**: Cada usuário do sistema possui um código privado e único. Conhecem-no apenas o terminal e a central. Os sinais enviados por a um usuário são multiplicados por seu código, que tem uma taxa bem superior à dos sinais originais.

Acesso por canalização

CDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Código)



Acesso por canalização

❑ CDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Código)

Sequências de Walsh, construídas pela matriz de Hadamard.

$$H_n = \begin{pmatrix} H_{n-1} & H_{n-1} \\ H_{n-1} & H_{n-1} \end{pmatrix} \quad H_1 = \begin{pmatrix} H_0 & H_0 \\ H_0 & H_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & -1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$H_2 = \begin{pmatrix} H_1 & H_1 \\ H_1 & H_1 \end{pmatrix} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline -1 & -1 & -1 & -1 & \mathbf{W(0,2)} \\ \hline -1 & 1 & -1 & 1 & \mathbf{W(1,2)} \\ \hline -1 & -1 & 1 & 1 & \mathbf{W(3,2)} \\ \hline -1 & 1 & 1 & -1 & \mathbf{W(4,2)} \\ \hline \end{array}$$

Acesso por canalização

- ❑ SDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Espaço)
 - ❑ Esse sistema controla a energia radiada por cada usuário no espaço. Ela localiza as coordenadas geográficas dos terminais, alocando dinamicamente as faixas de frequência disponíveis para os locais onde têm terminais.
 - ❑ O sistema então segmenta a área de cobertura com base na potências admitidas.
 - ❑ A setorização é um tipo primitivo do SDMA, onde a segmentação é fixa. Essas áreas diferentes cobertas pelo raio da antena podem ser servidas pela mesma frequência (TDMA e CDMA) ou por diferentes (FDMA).

Acesso por canalização

- ❑ *Spread Spectrum* (Acesso Múltiplo por Espalhamento Espectral)
 - ❑ Os sistemas de acesso múltiplo por espalhamento espectral SSMA utilizam sinais com largura de banda de transmissão com várias ordens de grandeza maior do que o mínimo exigido para a largura de banda RF.
 - ❑ Ela também oferece imunidade à interferência de caminho múltiplo e capacidade robusta ao acesso múltiplo. Porém, como muitos usuários podem compartilhar a mesma largura de banda de espalhamento espectral sem interferir um com o outro.
 - ❑ O acesso múltiplo por salto em frequência (FHMA) é um sistema em que as frequências da portadora dos usuários individuais são variadas ao longo do tempo.

Acesso Aleatório

- ❑ Como estação pode enviar um frame quando quiser iniciar uma transmissão, naturalmente, haverá colisões e os frames que colidirem serão danificados.
- ❑ A estação transmissora deve receber um ACK durante um certo intervalo de tempo, ou então considerar que o frame foi perdido.
- ❑ Sistemas em que vários usuários compartilham um canal comum de forma que possa gerar conflitos em geral são conhecidos como sistemas de disputa.

Protocolo ALOHA

- ❑ Na década de 1970, Norman Abramson e seus colegas da Universidade do Havaí elaboraram um método novo e sofisticado para resolver o problema de alocação de canais em sinais de Radio (não havia como conectar as várias ilhas por cabo).
- ❑ A ideia era:
 - ❑ Se um usuário quisesse enviar algo, ele simplesmente o fazia.
 - ❑ Se ninguém enviasse ao mesmo tempo, recebia a confirmação.
 - ❑ Se não recebesse confirmação, retransmitia.
- ❑ Não havia controle de contenção.

Protocolo ALOHA puro

❑ Aloha puro

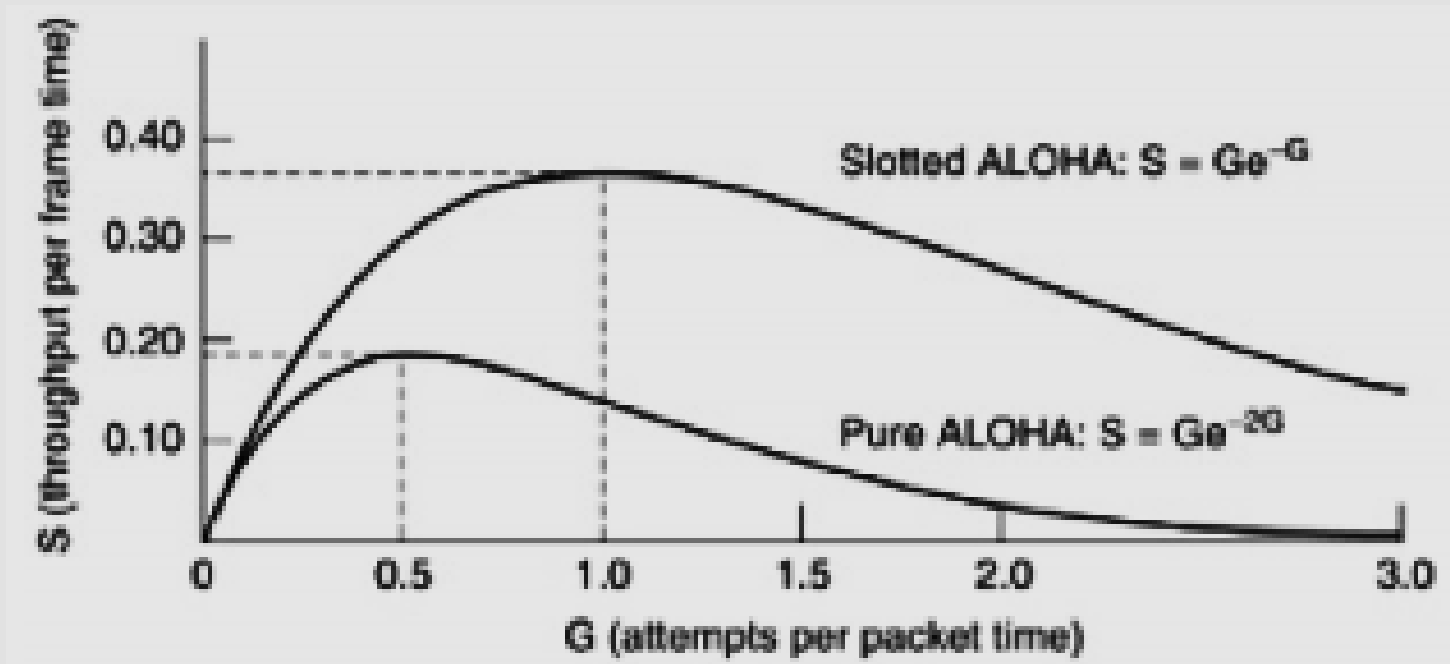
- Usuários transmitem sempre que tiverem pacotes para enviar.
- Colisões ocorrem, mas podem ser detectadas pela escuta da saída do canal (transmitem, recebem e analisam seu próprio sinal - talvez modificado), como outros usuários o fazem:
 - Com uma LAN, a detecção é quase imediata
 - Com satélite, há um atraso por volta de 270 ms
- Se o quadro foi destruído, o usuário espera e o envia após um tempo arbitrário.
 - Tempos constantes acarretariam repetições das colisões
- Se não for possível escutar o canal, são necessárias confirmações (ACK).

Protocolo ALOHA com Slots

- ❑ O tempo é dividido em intervalos discretos correspondentes a um slot. Os usuários transmitem apenas no início de um slot.
 - Requer que os usuários concordem em relação às fronteiras dos slots.
 - Sincronismo – Uma forma seria uma das estações emitir um sinal no início de cada intervalo.
- ❑ Esse método passou a ser conhecido como slotted ALOHA.

Acesso Aleatório

Comparação ALOHA puro X slotted



Protocolo CSMA

- ❑ Quando se usa o mesmo barramento ou canal é necessário evitar colisões dos pacotes. Isso pode ser feito através dos protocolos CSMA (Carrier sense multiple access) que realiza um sensoriamiento dos canais.
- ❑ O CSMA é um protocolo que verifica a disponibilidade (se outra transmissão já foi iniciada) do canal para poder transmitir, e assim evitar colisões entre pacotes.
- ❑ Na estratégia não-persistente, após verificar a disponibilidade do canal espera-se um tempo aleatório para tornar a verificar.

Protocolo CSMA

- No método persistente, há duas variações:
- 1 persistente.** A estação monitora o canal, e se este estiver disponível envia de imediato os pacotes.
- P persistente.** A estação monitora o canal, e se este estiver disponível há uma probabilidade p de enviar os pacotes, ou uma probabilidade $(1-p)$ de esperar outro momento para transmitir.

Protocolo CSMA

- ❑ O CSMA não detecta nem evita uma colisão por isso nasceram as variantes CSMA/CD (CSMA -Collision detection) e CSMA/CA (CSMA - Collision Avoid).
- ❑ Com o CSMA/CD, uma estação envia um frame a qualquer momento e monitora o canal a espera do ACK. Quando o recebe, ela deixa de monitorar o canal.
- ❑ Contudo se ocorrer uma colisão, a estação cancela sua transmissão, espera um intervalo de tempo aleatório e, em seguida, tenta novamente, supondo que nenhuma outra estação tenha começado a transmitir nesse intervalo.
- ❑ O método CSMA/CD consiste em períodos alternados de disputas e de transmissão, com a ocorrência de períodos de inatividade quando todas as estações estiverem em repouso.

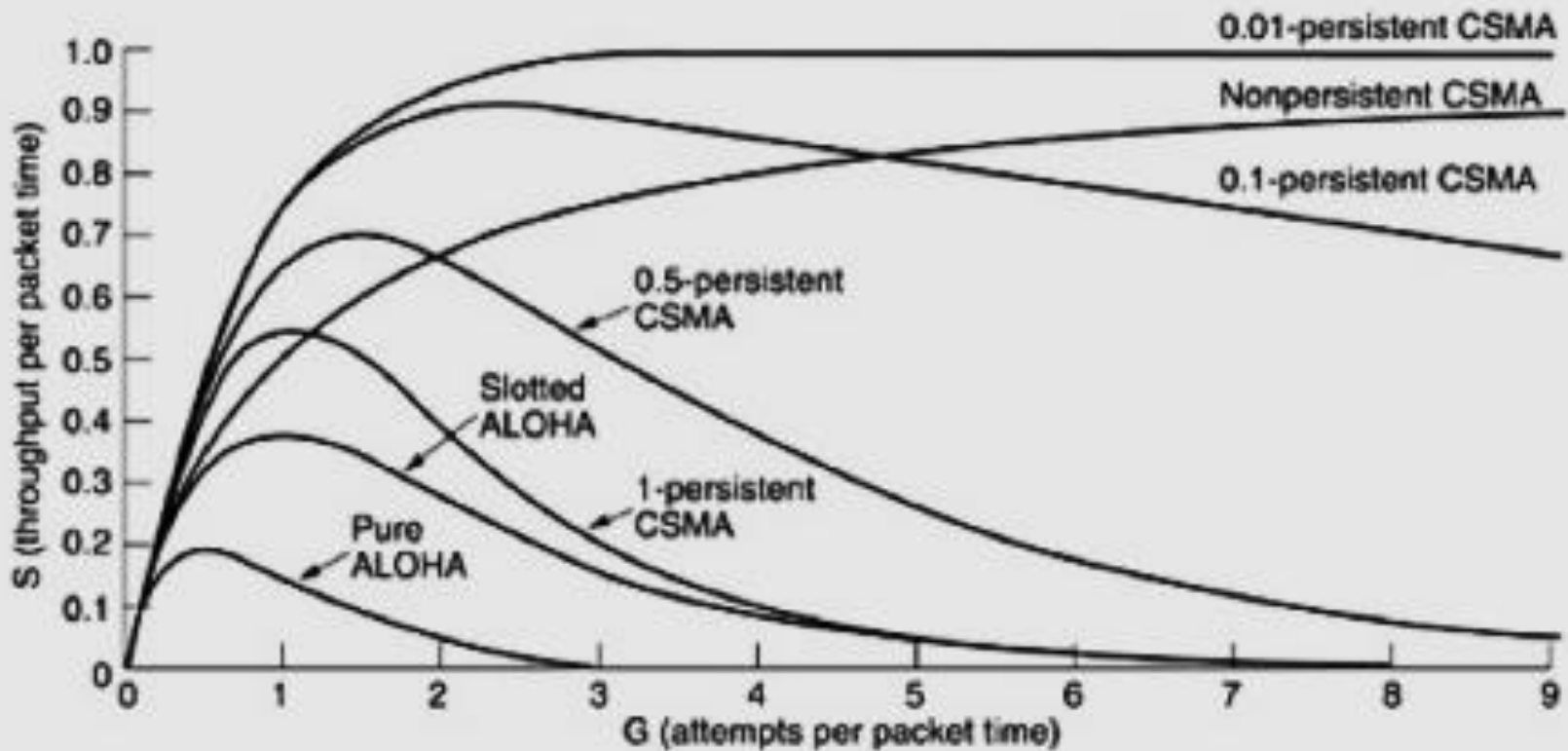
Acesso Aleatório

Protocolo CSMA

- ❑ O CSMA/CA é livre de colisão, onde as estações monitoram persistentemente o canal, e se este estiver disponível espera um tempo aleatório para transmitir.
- ❑ Nesse momento ela inicia um timer a espera do ACK, e se este vier a transmissão foi bem sucedida. Caso contrário, se o timer acabar a transmissão falhou.
- ❑ A forma básica de implementar o CSMA/CA, é a de mapa de bits.
 - Cada período de disputa consiste exatamente em N slots. A estação solicita e “trava” o slot. Nenhuma outra estação poderá transmitir durante esse slot.
 - Como todas as estações concordam sobre quem será a próxima a transmitir, nunca haverá colisões.
 - Após a última estação pronta ter transmitido seu pacote, um evento que todas as estações podem monitor com facilidade, inicia-se outro período de disputa de N bits.

Acesso Aleatório

Comparação CSMA X ALOHA



Acesso Ordenado

- ❑ As estações consulta-se mutuamente para determinar qual delas irá transmitir.
- ❑ No **acesso com reserva**, uma estação solicita reserva antes de transmitir. O tempo é dividido em intervalos, e em cada intervalo é enviado um frame de reserva antes do frame de dados.
- ❑ Num sistema com N estações, o frame de reserva contém N bits reservados para identificar cada estação. Apenas o bit da estação liberada é setado em um.

Acesso Ordenado

- ❑ A técnica do **polling** é usada em topologias em que se tem uma estação principal e as outras são secundárias. Toda troca de informação passa pela estação principal.
- ❑ Se uma estação secundária quer transmitir ela solicita à principal.
- ❑ Se há uma solicitação de envio a principal pergunta a secundária se ela está apta a receber.

Acesso Ordenado

- ❑ No método de **passagem de permissão** (*Token-passing*), uma estação é autorizada a enviar quando recebe um frame de permissão.
- ❑ Ela é usada em topologia anel, assim os frames passam de uma estação pelas vizinhas.
- ❑ Quando os dados não estiverem sendo transmitidos, a permissão circula pelo anel. A estação que recebeu a permissão envia os dados e no fim libera a permissão que circula no anel.