

1. Quais possíveis serviços um protocolo da camada de enlace pode oferecer à camada de rede? Quais dos serviços da camada de enlace têm correspondentes no IP? E no TCP?

Enquadramento. Há também uma função de enquadramento (encapsulamento) na camada de rede e na camada de transporte.

Entrega confiável. Há também o serviço de entrega confiável no TCP.

Controle de fluxo. Há também controle de fluxo no TCP.

Deteção de erros. Há também detecção de erros no IP e no TCP.

Acesso múltiplo. Há também um processo similar de multiplexação e demultiplexação no protocolo TCP.

2. Relacione as quatro características desejáveis de um canal de difusão. O slotted ALOHA possui quais dessas características?

Admitindo um acesso múltiplo para um canal de difusão com taxa de R bps, as seguintes características são desejáveis (Seção 5.3 do Kurose, página 322):

- a. Quando apenas um nó tem dados para enviar, esse nó tem uma vazão de R bps.
- b. Quando M nós têm dados para enviar, cada um desses nós tem uma vazão de $\frac{R}{M}$ bps.
- c. O protocolo é descentralizado, isto é, não há um nó mestre que represente um único ponto de falha para a rede.
- d. O protocolo é simples para que a sua implementação seja barata.

O slotted ALOHA possui as características (a), (b) e (d). O slotted ALOHA requer que os nós sejam sincronizados.

3. Por que o protocolo de passagem de permissão seria ineficiente se uma LAN tivesse um perímetro muito grande?

Quando um nó transmite um quadro, o nó tem que aguardar o quadro ser propagado no anel inteiro antes que ele repasse o token (permissão de transmissão) para o nó seguinte. Se o tempo de transmissão da mensagem $\left(\frac{L}{R}\right)$ for pequeno comparado com o tempo de propagação, o protocolo será bem ineficiente.

4. Que tamanho tem o espaço de endereços MAC? E o espaço de endereço IPv4? E o espaço de endereços IPv6?

Endereços MAC: 2^{48} endereços.

Endereços IPv4: 2^{32} endereços.

Endereços IPv6: 2^{128} endereços.

5. Suponha que o conteúdo de informação de um pacote seja padrão de bits 1110, 0110, 1001, 1101, e que o esquema de paridade par esteja sendo usado. Qual seria a matriz para um esquema de paridade bidimensional?

A: 1 1 1 0 Paridade horizontal: 1

B: 0 1 1 0 Paridade horizontal: 0

C: 1 0 0 1 Paridade horizontal: 0

D: 1 1 0 1 Paridade horizontal: 1

Paridade vertical: 1 1 0 0 0

6. Suponha que a parte da informação de um pacote contenha 10 bytes consistindo na representação ASCII binária de 8 bits sem sinal da cadeia de caracteres “Redes2”. Calcule a soma de verificação da Internet para estes dados.

A: 01010010 01100101

B: 01100100 01100101

A+B: 10110110 11001010

C: 01110011 00110010

A+B+C =

7. Considere o gerador de 7 bits $G = 10011$ e suponha que D tenha o valor de 1010101010. Qual é o valor de R?

R = 0100.

8. Considere dois nós, A e B, que usem o protocolo slotted ALOHA para competir pelo canal. Suponha que o nó A tenha mais dados para transmitir do que o B, e a probabilidade de transmissão do nó A, p_A , seja maior do que a de transmissão do nó B, p_B .

- a. Determine a fórmula para a vazão média do nó A. Qual é a eficiência total do protocolo com esses dois nós?

$$\eta_A = p_A \cdot (1 - p_B)$$

Eficiência total:

$$\eta = p_A \cdot (1 - p_B) + p_B \cdot (1 - p_A)$$

- b. Se $p_A = 2 \cdot p_B$, a vazão média do nó A é duas vezes maior do que a do nó B?
Por quê? Se não, como escolher p_A e p_B para que isso aconteça?

$$\text{Vazão de A: } p_A \cdot (1 - p_B) = 2 \cdot p_B \cdot (1 - p_B) = 2 \cdot p_B - 2(p_B)^2$$

$$\text{Vazão de B: } p_B \cdot (1 - p_A) = p_B \cdot (1 - 2 \cdot p_B) = p_B - 2(p_B)^2$$

É possível notar que a vazão de A não é 2 vezes a vazão de B.

$$\text{Para fazer } p_A \cdot (1 - p_B) = 2 \cdot p_B \cdot (1 - p_A) \text{ é necessário } p_A = 2 - \left(\frac{p_A}{p_B}\right)$$

9. Suponha que quatro nós ativos, nós A, B, C e D, estejam competindo pelo acesso a um canal usando o slotted ALOHA. Imagine que cada nó tenha um número infinito de pacotes para enviar. Cada nó tenta transmitir em cada intervalo (slot) com probabilidade p . O primeiro é numerado como 1, o segundo como 2, e assim por diante.

- a. Qual a probabilidade que o nó A tenha sucesso pela primeira vez no intervalo 5?

$$\text{Probabilidade de sucesso pela primeira vez no intervalo 5: } P_5 = (1 - p_A)^4 \cdot p_A$$

$$\text{Sendo } p_A = p \cdot (1 - p)^3$$

Então:

$$P_5 = (1 - p \cdot (1 - p)^3)^4 \cdot p \cdot (1 - p)^3$$

- b. Qual a probabilidade que algum nó (A, B, C ou D) tenha sucesso no intervalo 4?

$$\text{Probabilidade de sucesso de A no intervalo 4: } P_4 = p \cdot (1 - p)^3$$

$$\text{Probabilidade de sucesso de B no intervalo 4: } P_4 = p \cdot (1 - p)^3$$

$$\text{Probabilidade de sucesso de C no intervalo 4: } P_4 = p \cdot (1 - p)^3$$

$$\text{Probabilidade de sucesso de D no intervalo 4: } P_4 = p \cdot (1 - p)^3$$

Então, a probabilidade de que algum nó tenha acesso será $P = 4 \cdot p \cdot (1 - p)^3$. São eventos mutuamente exclusivos.

- c. Qual a probabilidade que o primeiro sucesso ocorra no intervalo 3?

$$\text{Probabilidade que algum nó tenha sucesso no 3º intervalo é: } 4 \cdot p \cdot (1 - p)^2$$

$$\text{Probabilidade que algum nó NÃO tenha sucesso no 3º intervalo é: } 1 - 4 \cdot p \cdot (1 - p)^2$$

Assim, a probabilidade que algum nó tenha sucesso apenas no 3º intervalo é:

$$P = 4 \cdot p \cdot (1 - p)^2 \cdot (1 - 4 \cdot p \cdot (1 - p)^1) \cdot (1 - 4 \cdot p \cdot (1 - p)^0)$$

d. Qual a eficiência nesse sistema de quatro nós?

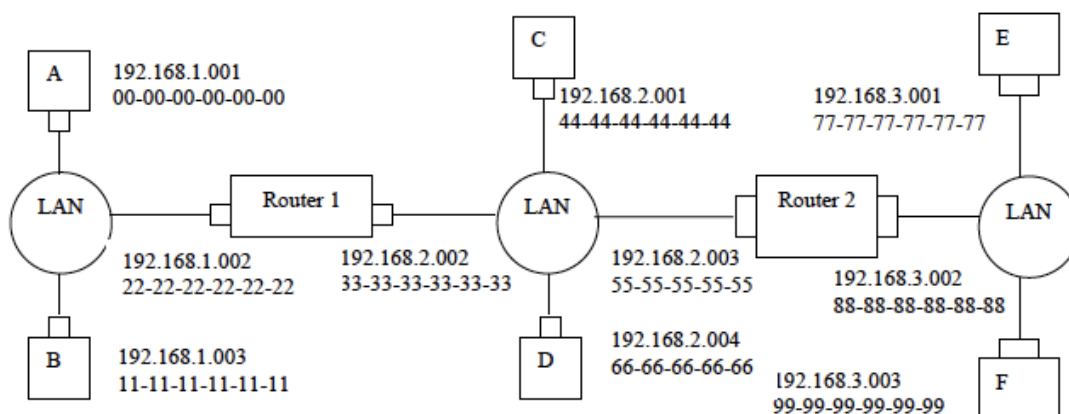
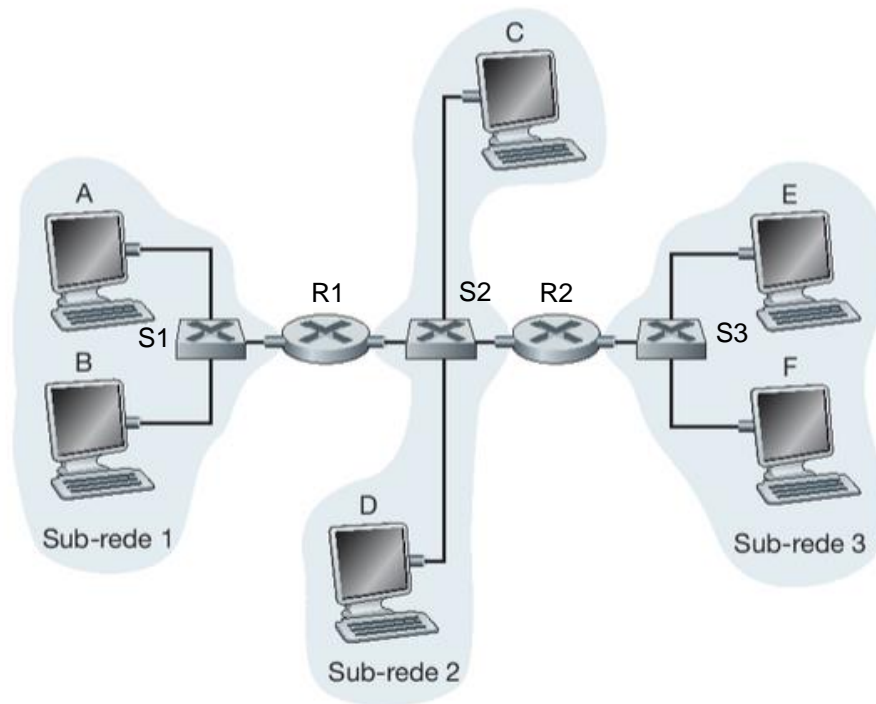
$$\eta = 4 \cdot p \cdot (1 - p)^3$$

10. Considere as três LANs interconectadas por dois roteadores, como mostrado na Figura abaixo.

- Atribua endereços IP a todas as interfaces. Para a sub-rede 1, use endereços do tipo 192.168.1.xxx. Para sub-rede 2, use endereços IP do tipo 192.168.2.xxx. Para sub-rede 3, use endereços do tipo 192.168.3.xxx.
- Atribua endereços MAC a todos os adaptadores.
- Considere o envio de um datagrama IP do hospedeiro **A** para o hospedeiro **F**. Suponha que todas as tabelas ARP estejam atualizadas. Enumere todas as etapas, como foi feito no exemplo. Ver exemplo da Seção 5.4.1 do Kurose, página 346 e 347.
- E se a tabela ARP do hospedeiro remetente estiver vazia (e todas as outras tabelas estiverem atualizadas)? Quais os passos adicionais que devem ser inseridos nas etapas relacionadas no item (c).
- Considere o envio de um datagrama IP do hospedeiro **E** ao hospedeiro **F**. O hospedeiro **E** pedirá ajuda ao roteador **R2** para enviar o datagrama? Por quê? No quadro Ethernet que contém o datagrama IP, quais são os endereços IP e MAC de origem e destino?
- Suponha de **E** quisesse enviar um datagrama IP a **B**, e que o cache ARP de **E** não tenha o endereço MAC de **B**. **E** preparará uma consulta ARP para descobrir o endereço MAC de **B**? Por quê? No quadro Ethernet (que contém o datagrama IP destinado a **B**) entregue ao roteador **R2**, quais são os endereços de origem e destino IP e MAC?
- Suponha que o hospedeiro **A** gostaria de enviar um datagrama IP ao hospedeiro **B**, e nem o cache ARP de **A** contém o endereço MAC de **B**, nem o cache ARP de **B** contém o endereço MAC de **A**. Suponha ainda que a tabela de encaminhamento do comutador **S1** contenha entradas apenas para o hospedeiro **B** e para o roteador **R1**. Dessa forma, **A** transmitira por difusão uma mensagem de requisição ARP. Que ações o comutador **S1** tomará quando receber a mensagem de requisição ARP? O roteador **R1** também receberá esta mensagem? Se sim, **R1** a encaminhará para sub-rede 3? Assim que o hospedeiro **B** receber essa mensagem de requisição ARP, ele enviará a mensagem de resposta ARP de

volta ao hospedeiro **A**. Mas, enviará uma mensagem de consulta ARP para o endereço MAC de **A**? Por quê? O que o comutador **S2** fará quando receber a mensagem de resposta ARP do hospedeiro **B**?

- h. Considere o roteador **R1** sendo substituído por um comutador de enlace, digamos **S4**. Como seria a resposta do item (g)?



c)

1. A tabela de encaminhamento em E determina que o datagrama deve ser roteado para a interface 192.168.3.002.

2. O adaptador em E cria um pacote Ethernet com endereço de destino Ethernet 88-88-88-88-88-88.

3. O roteador 2 recebe o pacote e extrai o datagrama. A tabela de encaminhamento neste roteador indica que o datagrama deve ser roteado para 198.162.2.002.

4. O roteador 2 envia o pacote Ethernet com o endereço de destino 33-33-33-33-33-33 e endereço de origem de 55-55-55-55-55-55 através de sua interface com IP endereço de 198.162.2.003.

5. O processo continua até o pacote atingir o Host B.

d)

O ARP em E deve agora determinar o endereço MAC de 198.162.3.002. O host E envia um pacote de consulta ARP dentro de um quadro Ethernet de transmissão. O roteador 2 recebe o pacote de consulta e envia ao Host E um pacote de resposta ARP. Este pacote de resposta ARP é transportado por um quadro Ethernet com endereço de destino Ethernet 77-77-77-77-77-77.

e)

Não. E pode verificar o prefixo de sub-rede do endereço IP do Host F e depois descobrir que F está na mesma LAN. Assim, E não enviará o pacote para o roteador padrão R1.

Quadro Ethernet de E a F:

IP de origem = endereço IP de E

IP de destino = endereço IP de F

MAC de origem = endereço MAC de E

MAC de destino = endereço MAC de F

f)

Não, porque eles não estão na mesma LAN. E pode descobrir isso verificando o endereço IP de B.

Quadro Ethernet de E a R1:

IP de origem = endereço IP de E

IP de destino = o endereço IP de B

MAC de origem = endereço MAC de E

MAC de destino = O endereço MAC da interface do R1 conectando-se à sub-rede 3.

g)

O switch S1 transmitirá o quadro Ethernet por meio de ambas as interfaces, pois o endereço de destino do quadro ARP recebido é um endereço de broadcast. E aprende que A reside na Sub-rede 1 que está conectada a S1 na interface conectada à Sub-rede 1. E, S1 atualizará sua tabela de encaminhamento para incluir uma entrada para o Host A.

Sim, o roteador R1 também recebe essa mensagem de solicitação ARP, mas o R1 não encaminha a mensagem para a sub-rede 3.

B não envia uma mensagem de consulta ARP solicitando o endereço MAC de A, pois esse endereço pode ser obtido na mensagem de consulta de A.

Quando o switch S1 receber a mensagem de resposta de B, ele adicionará uma entrada para o host B em sua tabela de encaminhamento e, em seguida, descartará o quadro recebido, pois o host de destino A está na mesma interface do host B (ou seja, A e B na mesma LAN segmento).

h)

O comutador S1 transmitirá o quadro Ethernet através de ambas as suas interfaces como um quadro ARP. E aprende que A reside na Sub-rede 1, que está conectada a S1 na interface que se conecta à sub-rede 1. E, S1 irá atualizar sua tabela de encaminhamento para incluir uma entrada para o Host A.

Sim, S2 também recebe esta mensagem de solicitação ARP, e o S2 transmitirá este pacote de consulta para todas as suas interfaces.

B não enviará mensagens de consulta ARP solicitando o endereço MAC de A, pois esse endereço pode ser obtido a partir da mensagem de consulta de A.

Quando S1 receber a mensagem de resposta de B, ele adicionará uma entrada para o host B em sua tabela de encaminhamento e, em seguida, descartará o quadro recebido, pois o host de destino A está na mesma interface do host B (ou seja, A e B estão no mesmo segmento da LAN).