

Exercícios de fixação

Capitulo 1 Questões de revisão

Secões 1.1 a 1.5

- 1. Qual é a diferença entre um hospedeiro e um sistema final? Cite os tipos de sistemas finais. Um servidor Web é um sistema final?
- 2. A palavra protocolo é muito usada para descrever relações diplomáticas. De um exemplo de um protocolo diplomático.
- 3. O que é um programa cliente? O que é um programa servidor? Um programa servidor requisita e recebe serviços de um programa cliente?
- 4. Quais são os dois tipos de serviços de transporte que a Internet provê às suas aplicações? Cite algumas características de cada um desses serviços.
- 5. Afirma-se que controle de fluxo e controle de congestionamento são equivalentes. Isso é válido para o serviço orientado para conexão da Internet? Os objetivos do controle de fluxo e do controle de congestionamento são os mesmos?
- 6. Utilizando uma analogia com nossos atos, faça uma breve descrição de como o serviço orientado para conexão da Internet provê transporte confiável.
- 7. Qual é a vantagem de uma rede de comutação de circuitos em relação a uma de comutação de pacotes? Quais são as vantagens da TDM sobre a FDM em uma rede de comutação de circuitos?
- 8. Por que se afirma que comutação de pacotes emprega multiplexação estatística? Compare a multiplexação estatística com a multiplexação que ocorre em TDM.
- 9. Suponha que exista exatamente um comutador de pacotes entre um computador de origem e um de destino. As taxas de transmissão entre a máquina de origem e o comutador e entre este e a máquina de destino são R1 e R2, respectivamente. Admitindo que um roteador use comutação de pacotes do tipo armazena-e-reenvia, qual é o atraso total fim-a-fim para enviar um pacote de comprimento L? (Desconsidere formação de fila, atraso de propagação e atraso de processamento.)
- 10. O que quer dizer informação de estado de conexão em uma rede de circuitos virtuais? Se a taxa de estabelecimento e interrupção de conexões em um comutador de uma rede de CVs for de uma conexão por milissegundo (em média), a que taxa a tabela de transmissão do comutador precisa ser modificada?
- 11. Suponha que você esteja desenvolvendo o padrão para um novo tipo de rede de comutação de pacotes e precisa decidir se sua rede usará CVs ou roteamento de datagramas. Quais são os prós e os contras da utilização de CVs?
- 12. Cite seis tecnologias de acesso. Classifique cada uma delas nas categorias acesso residencial, acesso corporativo ou acesso móvel.
- 13. Qual é principal diferença que distingue ISPs de nível 1 e de nível 2?
- 14. Qual é a diferença entre um POP e um NAP?
- 15. A taxa de transmissão HFC é dedicada ou é compartilhada entre usuários? É possível haver colisões na direção provedor-usuário de um canal HFC? Por quê?
- 16. Qual é a taxa de transmissão de LANs Ethernet? Para uma dada taxa de transmissão, cada usuário da LAN pode transmitir continuamente a essa taxa?
- 17. Cite alguns meios físicos utilizados para instalar a Ethernet.
- 18. Modens discados, HFC e ADSL são usados para acesso residencial. Para cada uma dessas tecnologias de acesso, cite uma faixa de taxas de transmissão e comente se a largura de banda é compartilhada ou dedicada.

Secões 1.6 a 1.8

- 19. Considere o envio de um pacote de uma máquina de origem a uma de destino por uma rota fixa. Relacione os componentes do atraso que formam o atraso fim-a-fim. Quais deles são constantes e quais
- 20. Cite cinco tarefas que uma camada pode executar. É possível que uma (ou mais) dessas tarefas seja(m) realizada(s) por duas (ou mais) camadas?
- 21. Quais são as cinco camadas da pilha do protocolo da Internet? Quais as principais responsabilidades de cada uma dessas camadas?
- 22. O que é uma mensagem de camada de aplicação? Um segmento de camada de transporte? Um datagrama de camada de rede? Um quadro de camada de enlace?
- 23. Que camadas da pilha do protocolo da Internet um roteador implementa? Que camadas um comutador de camada de enlace implementa? Que camadas um sistema final implementa?

o comviço unlostrado para coniexas da tino mid? Os obajitecedo como le de floxo e de

características de cada um desses serviços.

die ordermete dus aestrole de fluxale controle de congestionneme silo aquivalence une e duran-

Problemas

- 1. Projete e descreva um protocolo de nível de aplicação para ser usado entre um caixa automático e o computador central de um banco. Esse protocolo deve permitir verificação do cartão e da senha de um usuário, consulta do saldo de sua conta (que é mantido no computador central) e saque de dinheiro da conta corrente (isto é, entrega de dinheiro ao usuário). As entidades do protocolo devem estar habilitadas a resolver o caso comum em que não há dinheiro suficiente na conta do usuário para cobrir o saque. Faça uma especificação de seu protocolo relacionando as mensagens trocadas e as ações realizadas pelo caixa automático ou pelo computador central do banco na transmissão e recepção de mensagens. Esquematize a operação de seu protocolo para o caso de um saque simples sem erros, usando um diagrama semelhante ao da Figura 1.2. Descreva explicitamente o que seu protocolo espera do serviço de transporte fim-a-fim.
- Considere uma aplicação que transmita dados a uma taxa constante (por exemplo, a origem gera uma unidade de dados de N bits a cada k unidades de tempo, onde k é pequeno e fixo). Considere também que, quando essa aplicação começa, continuará em funcionamento por um período de tempo relativamente longo. Responda às seguintes perguntas, dando uma breve justificativa para sua resposta:
 - a. O que seria mais apropriado para essa aplicação: uma rede de comutação de circuitos ou uma rede de comutação de pacotes? Por quê?
 - b. Suponha que seja usada uma rede de comutação de pacotes e que o único tráfego dessa rede venha de aplicações como a descrita anteriormente. Além disso, admita que a soma das velocidades de dados da aplicação seja menor do que as capacidades de cada um dos enlaces. Será necessário algum tipo de controle de congestionamento? Por quê?
- 3. Considere a rede de comutação de circuitos da Figura 1.5. Lembre-se de que há n circuitos em cada
 - a. Qual é o número máximo de conexões simultâneas que podem estar em curso a qualquer instante nessa rede?
 - b. Suponha que todas as conexões sejam entre o comutador do canto superior esquerdo e o comutador do canto inferior direito. Qual é o número máximo de conexões simultâneas que podem estar em curso?
- 4. Considere novamente a analogia do comboio de carros da Seção 1.6. Admita novamente uma velocidade de propagação de 100 km/h.

Co

vel pag

Este trais ce d de d pace

> a. E b. I

c. I d. S

> e. S d

0

d, g. Si

7. Nesti rede lógic Há a

> de pr putac analó co no putac

Supor transi pacot

a. Qu

a. Suponha que o comboio viaje 200 km, começando em frente a um dos postos de pedágio, passando por um segundo e terminando em um terceiro. Qual é o atraso fim-a-fim?

Capítulo 1

- b. Repita o item 'a' admitindo agora que haja sete carros no comboio em vez de dez.
- Considere o envio de um pacote de F bits por um caminho de Q enlaces. Cada enlace transmite a uma velocidade de R bps. A rede está levemente carregada, portanto não há atrasos de fila. O atraso de propagação é desprezível.
 - a. Suponha que a rede seja de comutação de pacotes por circuitos virtuais. Designe o tempo de estabelecimento de CVs em t, segundos. Suponha que as camadas de envio agreguem um total de h bits de cabeçalho a cada pacote. Quanto tempo demoraria para enviar o arquivo da origem ao destino?
 - b. Suponha que a rede seja de datagramas por comutação de pacotes e que o serviço utilizado não orientado para conexão. Agora suponha que cada pacote tenha 2h bits de cabeçalho. Quanto tempo demora para enviar o pacote?
 - c. Finalmente, suponha que a rede seja de comutação de circuitos e que a velocidade de transmissão do circuito entre origem e destino seja R bps. Admitindo tempo de conexão t, e h bits de cabeçalho anexados ao pacote, quanto tempo levará para enviar esse pacote?
- 6. Este problema elementar começa a explorar atrasos de propagação e de transmissão, dois conceitos centrais em redes de computadores. Considere dois computadores, A e B, conectados por um único enlace de taxa R bps. Suponha que esses computadores estejam separados por m metros e que a velocidade de propagação ao longo do enlace seja de s metros/segundo. O computador A tem de enviar um pacote de L bits ao computador B.
 - a. Expresse o atraso de propagação, d_{prop}, em termos de m e s.
 - b. Determine o tempo de transmissão do pacote, d_{trans}, em termos de L e R.
 - c. Ignorando os atrasos de processamento e de fila, obtenha uma expressão para o atraso fim-a-fim.
 - d. Suponha que o computador A comece a transmitir o pacote no instante t = 0. No instante $t = d_{trans}$, onde estará o último bit do pacote?
 - e. Suponha que d_{prop} seja maior do que d_{trans} . Onde estará o primeiro bit do pacote no instante $t = d_{\text{trans}}$?
 - f. Suponha que d_{prop} seja menor do que d_{trans} . Onde estará o primeiro bit do pacote no instante $t = d_{\text{trans}}$?
 - g. Suponha s = 2,5 · 10⁸, L = 100 bits e R = 28 kbps. Encontre a distância m de forma que d_{prop} seja igual a d_{trans} .
- 7. Neste problema, consideramos o envio de voz do computador A para o computador B por meio de uma rede de comutação de pacotes (por exemplo, telefone por Internet). O computador A converte voz analógica para uma cadeia digital de bits de 64 kbps e, em seguida, agrupa os bits em pacotes de 48 bytes. Há apenas um enlace entre os computadores A e B; sua taxa de transmissão é de 1 Mbps e seu atraso de propagação, de 2 milissegundos. Assim que o computador A recolhe um pacote, ele o envia ao computador B. Quando recebe um pacote completo, o computador B converte os bits do pacote em um sinal analógico. Quanto tempo decorre entre o momento em que um bit é criado (a partir do sinal analógico no computador A) e o momento em que ele é decodificado (como parte do sinal analógico no computador B)?
- 8. Suponha que usuários compartilhem um enlace de 1 Mbps e que cada usuário precise de 100 kbps para transmitir, mas que transmita apenas durante 10 por cento do tempo. (Veja a discussão comutação de pacotes versus comutação de circuitos na Seção 1.3.)

e. Interporte o procinto lingue de banda atraso ato

a. Quando é utilizada comutação de circuitos, quantos usuários podem ter suporte?



- Para o restante deste problema, suponha que seja utilizada comutação de pacotes. Determine a probabilidade de um dado usuário estar transmitindo.
- c. Suponha que haja 40 usuários. Determine a probabilidade de, a qualquer momento, n usuários transmitirem simultaneamente. (*Dica*: use a distribuição binomial.)
- d. Determine a probabilidade de haver 11 ou mais usuários transmitindo simultaneamente.
- 9. Considere a discussão na Seção 1.3 sob o título 'Comutação de Pacotes versus Comutação de Circuitos', na qual é dado um exemplo com um enlace de 1 Mbps. Quando em atividade, os usuários estão gerando dados a uma taxa de 100 kpbs; mas a probabilidade de estarem em atividade, gerando dados, é de p = 0,1. Suponha que o enlace de 1 Mbps seja substituído por um enlace de 1 Gbps.
 - a. Qual é o número máximo de usuários, N, que pode ser suportado simultaneamente por comutação de pacotes?
 - b. Agora considere comutação de circuitos e um número M de usuários. Elabore uma fórmula (em termos de p, M, N) para a probabilidade de que mais de N usuários estejam enviando dados.
- 10. Considere o atraso de fila em um buffer de roteador (antes de um enlace de saída). Suponha que todos os pacotes tenham L bits, que a taxa de transmissão seja de R bits e que N pacotes cheguem simultaneamente ao buffer a cada LN/R segundos. Determine o atraso de fila médio para um pacote. (Dica: o atraso de fila para o primeiro pacote é zero; para o segundo pacote, L/R; para o terceiro pacote, 2L/R. O pacote de ordem N já terá sido transmitido quando o segundo lote de pacotes chegar.)
- 11. Considere o atraso de fila em um buffer de roteador, sendo I a intensidade de tráfego; isto é, I = La/R. Suponha que o atraso de fila tome a forma de IL/R (1 I) para I < 1.
 - a. Deduza uma fórmula para o atraso total, isto é, para o atraso de fila mais o atraso de transmissão.
 - Faça um gráfico do atraso total como uma função de L/R.
- 12. a. Generalize a fórmula para o atraso fim-a-fim dada na Seção 1.6 para taxas de processamento, atrasos de propagação e taxas de transmissão heterogêneos.
 - **b.** Repita o item 'a', mas suponha também que haja um atraso de fila médio de $d_{\rm fila}$ em cada nó.
- Execute o programa Traceroute para verificar a rota entre uma origem e um destino, no mesmo continente, para três horários diferentes do dia.
 - a. Determine a média e o desvio padrão dos atrasos de ida e volta para cada um dos três horários.
 - b. Determine o número de roteadores no caminho para cada um dos três. Os caminhos mudaram em algum dos horários?
 - c. Tente identificar o número de redes ISPs pelas quais o pacote do Traceroute passa entre origem e destino. Roteadores com nomes semelhantes e/ou endereços IP semelhantes devem ser considerados como parte do mesmo ISP. Em suas respostas, os maiores atrasos ocorrem nas interfaces de formação de pares entre ISPs adjacentes?
 - d. Faça o mesmo para uma origem e um destino em continentes diferentes. Compare os resultados dentro do mesmo continente com os resultados entre continentes diferentes.
- 14. Suponha que dois computadores, A e B, estejam separados a uma distância de 10 mil quilômetros e conectados por um enlace direto de R=1 Mbps. Suponha que a velocidade de propagação pelo enlace seja de $2.5 \cdot 10^8$ metros por segundo.
 - a. Calcule o produto largura de banda-atraso R · tprop-
 - b. Considere o envio de um arquivo de 400 mil bits do computador A para o computador B. Suponha que o arquivo seja enviado continuamente, como se fosse uma única grande mensagem. Qual é o número máximo de bits que estará no enlace a qualquer dado instante?
 - c. Interprete o produto largura de banda-atraso.

- d. Qual é o comprimento (em metros) de um bit no enlace? É maior do que a de um campo de futebol?
- e. Derive uma expressão geral para o comprimento de um bit em termos da velocidade de propagação s, da velocidade de transmissão R e do comprimento do enlace m.
- 15. Com referência ao problema 14, suponha que possamos modificar R. Para qual valor de R o comprimento de um bit será o mesmo que o comprimento do enlace?
- 16. Considere o problema 14, mas agora com um enlace de R=1 Gbps.
 - a. Calcule o produto largura de banda-atraso, R · tprop-
 - b. Considere o envio de um arquivo de 400 mil bits do computador A para o computador B. Suponha que o arquivo seja enviado continuamente, como se fosse uma única grande mensagem. Qual será o número máximo de bits que estará no enlace a qualquer dado instante?
 - c. Qual é o comprimento (em metros) de um bit no enlace?
- 17. Novamente com referência ao problema 14.
 - a. Quanto tempo demora para enviar o arquivo, admitindo que ele seja enviado continuamente?
 - b. Suponha agora que o arquivo seja fragmentado em dez pacotes e que cada pacote contenha 40 mil bits. Suponha que cada pacote seja verificado pelo receptor e que o tempo de transmissão de uma verificação de pacote seja desprezível. Finalmente, admita que o emissor não possa enviar um pacote até que o anterior tenha sido reconhecido. Quanto tempo demorará para enviar o arquivo?
 - e. Compare os resultados de 'a' e 'b'.
- 18. Suponha que haja um enlace de microondas de 10 Mbps entre um satélite geoestacionário e sua estação-base na Terra. A cada minuto o satélite tira uma foto digital e a envia à estação-base. Admita uma velocidade de propagação de 2.4 · 10⁸ metros por segundo.
 - a. Qual é o atraso de propagação do enlace?
 - b. Qual é o produto largura de banda-atraso, R · t_{prop}?
 - e. Seja x o tamanho da foto. Qual é o valor mínimo de x para que o enlace de microondas transmita continuamente?
- 19. Considere a analogia da viagem aérea que utilizamos em nossa discussão sobre camadas na Seção 1.7, e a adição de cabeçalhos a unidades de dados de protocolo enquanto passam por sua pilha. Existe uma noção equivalente de adição de informações de cabeçalho à movimentação de passageiros e suas malas pela pilha do protocolo da linha aérea?
- 20. Em redes modernas de comutação de pacotes, a máquina de origem segmenta mensagens longas de camada de aplicação (por exemplo, uma imagem ou um arquivo de música) em pacotes menores e os envia pela rede. A máquina destinatária, então, monta novamente os pacotes restaurando a mensagem original. Denominamos esse processo segmentação de mensagem. A Figura 1.21 ilustra o transporte fima-a-fim de uma mensagem com e sem segmentação. Considere que uma mensagem de 7,5 · 10⁶ bits de comprimento tenha de ser enviada da origem ao destino na Figura 1.21. Suponha que a velocidade de cada enlace da figura seja 1,5 Mbps. Ignore atrasos de propagação, de fila e de processamento.
 - a. Considere o envio da mensagem da origem ao destino sem segmentação. Quanto tempo essa mensagem levará para ir da máquina de origem até o primeiro comutador de pacotes? Tendo em mente que cada comutador usa comutação de pacotes do tipo armazena-e-reenvia, qual é o tempo total para levar a mensagem da máquina de origem à máquina de destino?
 - b. Agora suponha que a mensagem seja segmentada em 5 mil pacotes, cada um com 1.500 bits de comprimento. Quanto tempo demorará para o primeiro pacote ir da máquina de origem até o primeiro comutador? Quando o primeiro pacote está sendo enviado do primeiro ao segundo comutador, o segundo pacote está sendo enviado da máquina de origem ao primeiro comutador. Em que instante o segundo pacote terá sido completamente recebido no primeiro comutador?

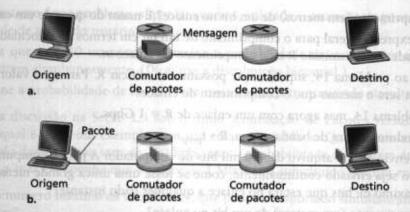


Figura 1.21 Transporte fim-a-fim de mensagem: a) sem segmentação de mensagem; (b) com segmentação de mensagem

- c. Quanto tempo demorará para movimentar o arquivo da máquina de origem até a máquina de destino quando é usada segmentação de mensagem? Compare este resultado com sua resposta na para 'a' e comente.
- d. Discuta as desvantagens da segmentação de mensagem.
- 21. Experimente o applet Java de segmentação de mensagem apresentado no site Web deste livro. Os atrasos no applet correspondem aos atrasos obtidos na pergunta anterior? Como os atrasos de propagação no enlace afetam o atraso total fim-a-fim na comutação de pacotes (com segmentação de mensagem) e na comutação de mensagens?
- 22. Considere o envio de um arquivo grande de F bits do computador A para o computador B. Há dois enlaces (e um comutador) entre eles e os enlaces não estão congestionados (isto é, não há atrasos de fila). O computador A fragmenta o arquivo em segmentos de S bits cada e adiciona 40 bits de cabeçalho a cada segmento, formando pacotes de L = 40 + S bits. Cada enlace tem uma taxa de transmissão de R bps. Qual é o valor de S que minimiza o atraso para levar o arquivo de A para B? Desconsidere o atraso de propagação.

cio convalente de aclicão de ladormações de cabecalho à movim

· (C)

Questões dissertativas

- Que tipos de serviços de telefone celular sem fio estão disponíveis em sua área?
- Usando tecnologia de LAN sem fio 802.11, elabore o projeto de uma rede doméstica para sua casa ou
 para a casa de seus pais. Relacione os modelos de produtos específicos para essa rede doméstica juntamente com seus custos.
- O que é "PC para telefone"? Descubra alguns sites de empresas que estão no negócio de "PC para telefone".
- 4. O que é Short Message Service (SMS)? Esse serviço é popular em algum lugar do mundo? Caso seja, diga onde e qual seu grau de popularidade. É possível enviar uma mensagem SMS de um Web site para um telefone portátil?
- 5. O que é recepção de áudio armazenado? Descreva alguns dos produtos existentes para a recepção de áudio em tempo real pela Internet. Descubra alguns sites de empresas que estão no negócio de recepção de áudio em tempo real pela Internet.
- 6. O que é videoconferência pela Internet? Descreva alguns dos produtos existentes para esse tipo de videoconferência. Descubra alguns sites de empresas que estão nesse negócio.



Exercícios de fixação

Capítulo 2 Questões de revisão

Serio 2

- Relacione cinco aplicações da Internet não proprietárias e os protocolos de camada de aplicação que elas usam.
- 2 Qual é a diferença entre arquitetura de rede e arquitetura de aplicação?
- 3 De que modo mensagem instantânea é um híbrido das arquiteturas cliente-servidor e P2P?
- 4. Para uma sessão de comunicação entre um par de processos, qual processo é o cliente e qual é o servidor?
- 5 Em uma aplicação de compartilhamento de arquivos P2P, você concorda com a afirmação: "não existe nenhuma noção de lados cliente e servidor de uma sessão de comunicação"? Por que sim ou por que não?
- 6. Que informação é usada por um processo que está rodando em um hospedeiro para identificar um processo que está rodando em outro hospedeiro?
- 1. Relacione os vários agentes de usuário de aplicação de rede que você utiliza no dia-a-dia.
- 6. Com referência à Figura 2.4, vemos que nenhuma das aplicações relacionadas nela requer 'sem perda de dados' e 'temporização'. Você consegue imaginar uma aplicação que requeira 'sem perda de dados' e seja também altamente sensível ao atraso?

Series 22 a 2.6

- 9. O que significa protocolo de apresentação (handshaking protocol)?
- 10. Por que HTTP, FTP, SMTP, POP3 e IMAP rodam sobre TCP e não sobre UDP?
- Considere um site de comércio eletrônico que quer manter um registro de compras para cada um de seus clientes. Descreva como isso pode ser feito com cookies.
- 12. Qual é a diferença entre HTTP persistente com paralelismo e HTTP persistente sem paralelismo? Qual dos dois é usado pelo HTTP/1.1?
- 13. Descreva como o cache Web pode reduzir o atraso na recepção de um objeto desejado. O cache Web reduzira o atraso para todos os objetos requisitados por um usuário ou somente para alguns objetos? Por quê?
- 14. Digite um comando Telnet em um servidor Web e envie uma mensagem de requisição com várias linhas. Inclua nessa mensagem a linha de cabeçalho If-modified-since: para forçar uma mensagem de resposta com a codificação de estado 304 Not Modified.
- 15. Por que se diz que o FTP envia informações de controle 'fora da banda'?
- 16. Suponha que Alice envie uma mensagem a Bob por meio de uma conta de e-mail da Web (como o Hotmail), e que Bob acesse seu e-mail por seu servidor de correio usando POP3. Descreva como a mensagem vai do hospedeiro de Alice até o hospedeiro de Bob. Não se esqueça de relacionar a série de protocolos de camada de aplicação usados para movimentar a mensagem entre os dois hospedeiros.
- 17. Imprima o cabeçalho de uma mensagem de e-mail que acabou de receber. Quantas linhas de cabeçalho Received: há nela? Analise cada uma das linhas.
- 18. Da perspectiva de um usuário, qual é a diferença entre o modo ler-e-apagar e o modo ler-e-guardar no POP3?
- 19. É possível que o servidor Web e o servidor de correio de uma organização tenham exatamente o mesmo apelido para um nome de hospedeiro (por exemplo, foo.com)? Qual seria o tipo de RR que contém o nome de hospedeiro do servidor de correio?

- 20. O que é uma rede de sobreposição em um sistema de compartilhamento de arquivos P2P? Ela inclui roteadores? O que são as arestas da rede de sobreposição? Como a rede de sobreposição Gnutella é criada e como é mantida?
- 21. Descubra três empresas que oferecem serviços de compartilhamento de arquivos P2P. Que tipo de conteúdo é distribuído por essas empresas? Como cada um dos projetos habilita usuários a localizar o conteúdo?

Seções 2.7 a 2.9

- 22. O servidor UDP descrito na Seção 2.8 precisava de uma porta apenas, ao passo que o servidor TCP descrito na Seção 2.7 precisava de duas portas. Por quê? Se o servidor TCP tivesse de suportar n conexões simultâneas, cada uma de um hospedeiro cliente diferente, de quantas portas precisaria?
- 23. Para a aplicação cliente-servidor por TCP descrita na Seção 2.7, por que o programa servidor deve se executado antes do programa cliente? Para a aplicação cliente-servidor por UDP descrita na Seção 28 por que o programa cliente pode ser executado antes do programa servidor?



Problemas

- Falso ou verdadeiro?
 - a. Suponha que um usuário requisite uma página Web que consiste em texto e duas imagens. Para ess página, o cliente enviará uma mensagem de requisição e receberá três mensagens de resposta.
 - b. Duas páginas Web distintas (por exemplo, www.mit.edu/research.html e www.mit.edu/stu-dents.html) podem ser enviadas pela mesma conexão persistente.
 - c. Com conexões não persistentes entre browser e servidor de origem, é possível que um único segmento TCP transporte duas mensagens distintas de requisição HTTP.
 - d. O cabeçalho Date: na mensagem de resposta HTTP indica a última vez que o objeto da resposta foi modificado.
- 2. Leia o RFC 959 para FTP. Relacione todos os comandos de cliente que são suportados pelo RFC.
- Visite http://www.iana.org. Quais são os números de porta bem conhecidos para o protocolo simple de transferência de arquivos (STFP)? E para o protocolo de transferência de notícias pela rede (NNTP)
- 4. Considere um cliente HTTP que queira obter um documento Web em um dado URL. Inicialmente, endereço IP do servidor HTTP é desconhecido. O documento Web no URL tem uma imagem GIF inserida que reside no mesmo servidor do documento original. Nesse cenário, quais protocolos de transporte e de camada de aplicação são necessários, além do HTTP?
- Obtenha a especificação HTTP/1.1 (RFC 2616). Responda às seguintes perguntas:
 - a. Explique o mecanismo de sinalização que cliente e servidor utilizam para indicar que uma conexis persistente está sendo fechada. O cliente, o servidor, ou ambos, podem sinalizar o encerramento de uma conexão?
 - b. Que serviços de criptografia são providos pelo HTTP?
- 6. Suponha que você clique com seu browser Web sobre um ponteiro para obter uma página Web e que o endereço IP para o URL associado não esteja no cache de seu hospedeiro local. Portanto, será necessária uma consulta ao DNS para obter o endereço IP. Considere que n servidores DNS sejam visitados antes que seu hospedeiro receba o endereço IP do DNS; as visitas sucessivas incorrem em um RTT de RTT₁, . . ., RTT_n. Suponha ainda que a página Web associada ao ponteiro contenha exatamente um objeto que consiste em uma pequena quantidade de texto HTML. Seja RTT₀ o RTT entre o hospedeim local e o servidor que contém o objeto. Admitindo que o tempo de transmissão do objeto seja zem quanto tempo passará desde que o cliente clica o ponteiro até que receba o objeto?

- 7. Com referência ao problema 6, suponha que o arquivo HTML referencie três objetos muito pequenos no mesmo servidor. Desprezando tempos de transmissão, quanto tempo passa, usando-se:
 - a. HTTP não persistente sem conexões TCP paralelas?
 - b. HTTP não persistente com conexões paralelas?
 - c. HTTP persistente com paralelismo?
- 8. GET e POST são dois métodos de requisição HTTP. Há quaisquer outros métodos em HTTP/1.0? Se houver, para que são usados? Há outros métodos em HTTP/1.1?
- 9. Considere a Figura 2.11, que mostra uma rede institucional conectada à Internet. Suponha que o tamanho médio do objeto seja 900 mil bits e que a taxa média de requisição dos browsers da instituição aos servidores de origem seja 1,5 requisição por segundo. Suponha também que a quantidade de tempo que leva desde o instante em que o roteador do lado da Internet do enlace de acesso transmite uma requisição HTTP até que receba a resposta seja 2 segundos em média (veja Seção 2.2.6). Modele o tempo total médio de resposta como a soma do atraso de acesso médio (isto é, o atraso entre o roteador da Internet e o roteador da instituição) e o tempo médio de atraso da Internet. Para a média de atraso de acesso, use $\Delta/(1-\Delta\beta)$, onde Δ é o tempo médio requerido para enviar um objeto pelo enlace de acesso e β é a taxa de chegada de objetos ao enlace de acesso.
 - Determine o tempo total médio de resposta.
 - b. Agora, considere que um cache é instalado na LAN institucional e que a taxa de resposta local seja 0,4. Determine o tempo total de resposta.
- 10. Escreva um programa TCP simples para um servidor que aceite linhas de entrada de um cliente e envie as linhas para a saída padrão do servidor. (Você pode fazer isso modificando o programa TCPServer.java no texto.) Compile e execute seu programa. Em qualquer outra máquina que contenha um browser Web, defina o servidor proxy no browser para a máquina que está executando seu programa servidor e também configure o número de porta adequadamente. Seu browser deverá agora enviar suas mensagens de requisição GET a seu servidor, e este deverá apresentar as mensagens em sua saída padrão. Use essa plataforma para determinar se seu browser gera mensagens GET condicionais para objetos que estão em caches locais.
- II. Leia o RFC do POP3 [RFC 1939]. Qual é a finalidade do comando UIDL do POP3?
- 12. Considere acessar seu e-mail com POP3.
 - a. Suponha que você configure seu cliente de correio POP para funcionar no modo ler-e-apagar.

receptions suits completely and the studiod por suits of portains for port

```
5: 2 912
S: .
S: .....blah
```

b. Suponha que você configure seu cliente de correio POP para funcionar no modo ler-e-guardar. Conclua a seguinte transação:

C: list 5: 1 498

- 137
- 17. Neste problema exploramos o roteamento pelo caminho inverso das mensagens QueryHit em Gnutella. Suponha que Alice emita uma mensagem Query. Admita ainda mais que Bob receba as mensagens Query (que podem ter sido transmitidas por vários pares intermediários) e que tem um arquivo que corresponde à mensagem.
 - a. Lembre-se de que, quando um par tem um arquivo correspondente, ele envia uma mensagem QueryHit pelo caminho inverso da mensagem Query correspondente. Um projeto alternativo seria Bob estabelecer uma conexão TCP direta com Alice e enviar a mensagem QueryHit por essa conexão. Quais são as vantagens e desvantagens desse projeto alternativo?
 - b. No protocolo Gnutella, quando o par Alice gera uma mensagem Query, insere um ID exclusivo no campo MessageID da mensagem. Sempre que o par Bob tem uma correspondência, gera uma mensagem QueryHit usando o mesmo MessageID da mensagem Query. Descreva como pares podem utilizar o campo MessageID e tabelas locais de roteamento para realizar o roteamento pelo caminho inverso.
 - c. Uma abordagem alternativa, que não utiliza identificadores de mensagens, é a seguinte: quando uma mensagem Query chega a um par, antes de retransmiti-la o par amplia a mensagem adicionando a ela o seu endereço IP. Descreva como pares podem usar esse mecanismo para executar roteamento pelo caminho inverso.
- 18. Repita o problema 17, mas agora responda às perguntas considerando as mensagens Ping e Pong da Gnutella (e não as mensagens Query e QueryHit).
- 19. Neste problema exploramos a elaboração de um sistema semelhante ao KaZaA que tem os costumeiros nós, líderes de grupo e líderes de supergrupo.
 - a. Suponha que cada líder de supergrupo seja responsável por aproximadamente 200 líderes de grupo e que cada líder de grupo seja responsável por aproximadamente 200 pares normais. Quantos líderes de supergrupo seriam necessários para uma rede de quatro milhões de pares?
 - b. Que informações cada líder de grupo armazenaria? Que informações cada líder de supergrupo armazenaria? Como uma busca poderia ser realizada nesse projeto de três níveis?
- 20. Considere uma inundação de consultas em compartilhamento de arquivos P2P, como discutido na Seção 2.6. Suponha que cada par esteja conectado a, no máximo, N vizinhos na rede de sobreposição. Imagine também que o campo de contagem de nós esteja inicialmente estabelecido em K. Suponha que Alice faça uma consulta. Determine um limite superior para o número de mensagens de consulta que é enviado para a rede de sobreposição.
- Instale e compile os programas Java TCPClient e UDPClient em um hospedeiro e TCPServer e UDPServer em outro.
 - a. Suponha que você execute TCPClient antes de executar TCPServer. O que acontece? Por quê?
 - b. Imagine que você execute UDPClient antes de UDPServer. O que acontece? Por quê?
 - c. O que acontece se você usar números de porta diferentes para os lados cliente e servidor?
- Reescreva TCPServer.java de modo que ele possa aceitar várias conexões. (Dica: você precisará usar threads.)
- 23. Suponha que, em UDPClient.java, a linha

DatagramSocket clientSocket = new DatagramSocket():

seja substituída por

DatagramSocket clientSocket = new DatagramSocket(5432):

Será necessário mudar UDPServer.java? Quais são os números de porta para os sockets em UDPClient e UDPServer? Quais eram esses números antes dessa mudança?



da de aplicação e da camada de transporte, nossa discussão sobre a periferia da rede está completa. É hor de explorar o núcleo da rede! Essa jornada começa no próximo capítulo, em que estudaremos a camada de rede, e continua no Capítulo 5, em que estudaremos a camada de enlace.



Exercícios de fixação

Capítulo 3 Questões de revisão

Secões 3.1 a 3.3

- 1. Considere uma conexão TCP entre o hospedeiro A e o hospedeiro B. Suponha que os segmentos IO que trafegam do hospedeiro A para o hospedeiro B tenham número de porta da fonte x e número de porta do destino y. Quais são os números de porta da fonte e do destino para os segmentos que trafegam do hospedeiro B para o hospedeiro A?
- Descreva por que um desenvolvedor de aplicação pode escolher rodar uma aplicação sobre UDP em va de sobre TCP.
- 3. É possível que uma aplicação desfrute de transferência confiável de dados mesmo quando roda sobre UDP? Caso a resposta seja afirmativa, como isso acontece?

Sectio 3.5 discovery with the lightst oborg to factoring at unfilling the test of require as business as

- 4. Verdadeiro ou falso:
 - a. O hospedeiro A está enviando ao hospedeiro B um arquivo grande por uma conexão TCP. Suponh que o hospedeiro B não tenha dados para enviar para o hospedeiro A. O hospedeiro B não envia reconhecimentos para o hospedeiro A porque ele não pode dar carona aos reconhecimentos do dados.
 - b. O tamanho de RevWindow do TCP nunca muda enquanto dura a conexão.
 - c. Suponha que o hospedeiro A esteja enviando ao hospedeiro B um arquivo grande por uma coneta TCP. O número de bytes não reconhecidos que o hospedeiro A envia não pode exceder o tamanh do buffer de recepção.
 - d. Imagine que o hospedeiro A esteja enviando ao hospedeiro B um arquivo grande por uma conexista. TCP. Se o número de sequência para um segmento dessa conexão for m, então o número de sequência para o segmento subsequente será necessariamente m + 1.
 - e. O segmento TCP tem um campo em seu cabeçalho para RcvWindow.
 - f. Suponha que o último SampleRTT de uma conexão TCP seja igual a 1 segundo. Então, o valor como te de TimeoutInterval para a conexão será necessariamente ajustado para um valor ≥ 1 segundo
 - g. Imagine que o hospedeiro A envie ao hospedeiro B, por uma conexão TCP, um segmento comnúmero de sequência 38 e 4 bytes de dados. Nesse mesmo segmento, o número de reconhecima to será necessariamente 42.
- 5. Suponha que o hospedeiro A envie dois segmentos TCP um atrás do outro ao hospedeiro B sobre um conexão TCP. O primeiro segmento tem número de sequência 90 e o segundo, número de sequência III
 - a. Quantos dados tem o primeiro segmento?
 - b. Suponha que o primeiro segmento seja perdido, mas o segundo chegue a B. No reconhecimento que B envia a A, qual será o número?
- 6. Considere o exemplo do Telnet discutido na Seção 3.5. Alguns segundos após o usuário digitar a len 'C', ele digitará a letra 'R'. Depois disso, quantos segmentos serão enviados e o que será colocado as campos de número de sequência e de reconhecimento dos segmentos?

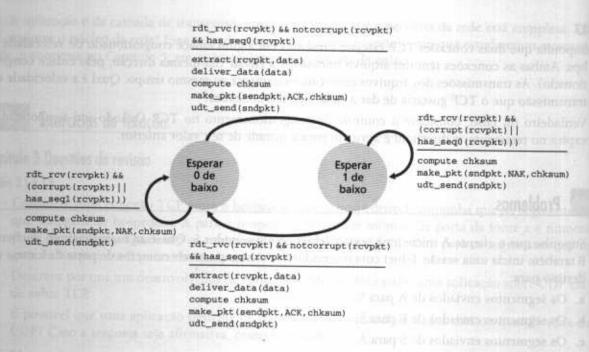
Sectio 3.7

- 7. Suponha que duas conexões TCP estejam presentes em algum enlace congestionado de velocidade R bps. Ambas as conexões têm um arquivo imenso para enviar (na mesma direção, pelo enlace congestionado). As transmissões dos arquivos começam exatamente ao mesmo tempo. Qual é a velocidade de transmissão que o TCP gostaria de dar a cada uma das conexões?
- Verdadeiro ou falso: considere o controle de congestionamento no TCP. Quando um temporizador expira no remetente, o threshold é ajustado para a metade de seu valor anterior.



Problemas

- Suponha que o cliente A inicie uma sessão Telnet com o servidor S. Quase ao mesmo tempo, o cliente B também inicia uma sessão Telnet com o servidor S. Forneça possíveis números de porta da fonte e do destino para;
 - a. Os segmentos enviados de A para S.
 - b. Os segmentos enviados de B para S.
 - c. Os segmentos enviados de S para A.
 - d. Os segmentos enviados de S para B.
 - e. Se A e B são hospedeiros diferentes, é possível que o número de porta da fonte nos segmentos de A para S seja o mesmo que nos de B para S?
 - f. E se forem o mesmo hospedeiro?
- 2. Considere a Figura 3.5. Quais são os valores da porta de fonte e da porta de destino nos segmentos que fluem do servidor de volta aos processos clientes? Quais são os endereços IP nos datagramas de camada de rede que carregam os segmentos de camada de transporte?
- 3. O UDP e o TCP usam complementos de 1 para suas somas de verificação. Suponha que você tenha as seguintes três palavras de 8 bits: 01010101, 01110000 e 01001100. Qual é o complemento de 1 para as somas dessas palavras? (Note que, embora o UDP e o TCP usem palavras de 16 bits no cálculo da soma de verificação, nesse problema solicitamos que você considere parcelas de 8 bits). Mostre todo o trabalho. Por que o UDP toma o complemento de 1 da soma, isto é, por que não toma apenas a soma? Com o esquema de complemento de 1, como o destinatário detecta erros? É possível que um erro de 1 bit passe despercebido? E um erro de 2 bits?
- 4. Considere nosso motivo para corrigir o protocolo rtd2.1. Demonstre que o destinatário apresentado na figura da página seguinte, quando em operação com o remetente mostrado na Figura 3.11, pode levar remetente e destinatário a entrar em estado de travamento, em que cada um espera por um evento que nunca vai ocorrer.
- 5. No protocolo rot3.0, os pacotes ACK que fluem do destinatário ao remetente não têm números de sequência (embora tenham um campo de ACK que contém o número de sequência do pacote que estão reconhecendo). Por que nossos pacotes ACK não requerem números de sequência?
- 6. Elabore a FSM para o lado destinatário do protocolo rdt3.0.
- Elabore um diagrama de mensagens para a operação do protocolo rdt3.0 quando pacotes de dados e de reconhecimento estão truncados. Seu diagrama deve ser semelhante ao usado na Figura 3.16.
- 8. Considere um canal que pode perder pacotes, mas cujo atraso máximo é conhecido. Modifique o protocolo rdt2.1 para incluir esgotamento de temporização do remetente e retransmitir. Informalmente, argumente por que seu protocolo pode se comunicar de modo correto por esse canal.



- 9. O lado remetente do rdt3.0 simplesmente ignora (isto é, não realiza nenhuma ação) todos os pacotes recebidos que estão errados ou com o valor errado no campo acknum de um pacote de reconhecimento. Suponha que em tais circunstâncias o rdt3.0 devesse apenas retransmitir o pacote de dados corrente. Nesse caso, o protocolo ainda funcionaria? (Dica: considere o que aconteceria se houvesse apenas erros de bits; não há perdas de pacotes, mas ocorrem esgotamentos de temporização prematuros. Imagine quantas vezes o enésimo pacote seria enviado, no limite em que n se aproximasse do infinito.)
- 10. Considere o protocolo bit alternante (também conhecido como pare e espere). Elabore um diagrama mostrando que, se a conexão de rede entre o remetente e o destinatário puder alterar a ordem de mensagens (isto é, se for possível reordenar duas mensagens que se propagam no meio entre o remetente e o destinatário), então o protocolo bit alternante não funcionará corretamente (lembre-se de identificar claramente o sentido no qual o protocolo não funcionará corretamente). Seu diagrama deve mostrar o remetente à esquerda e o destinatário à direita; o eixo do tempo deverá estar orientado de cima para baixo na página e mostrar a troca de mensagem de dados (D) e de reconhecimento (A). Não esqueça de indicar o número de sequência associado com qualquer segmento de dados ou de reconhecimento.
- 11. Considere um protocolo de transferência confiável de dados que use somente reconhecimentos negativos. Suponha que o remetente envie dados com pouca frequência. Um protocolo que utiliza somente NAKs seria preferível a um protocolo que utiliza ACKs? Por quê? Agora suponha que o remetente tenha uma grande quantidade de dados para enviar e que a conexão fim-a-fim sofra poucas perdas. Nesse segundo caso, um protocolo que utilize somente NAKs seria preferível a um protocolo que utilize ACKs? Por quê?
- 12. Considere o exemplo em que se atravessa os Estados Unidos mostrado na Figura 3.17. Que tamanho deveria ter a janela para que a utilização do canal fosse maior do que 90 por cento?
- 13. Projete um protocolo de transferência confiável de dados com paralelismo que use apenas reconhecimentos negativos. Com que rapidez seu protocolo responderia à perda de pacotes quando a taxa de chegada de dados ao remetente fosse baixa? E quando fosse alta?
- 14. No protocolo genérico SR que estudamos na Seção 3.4.4, o remetente transmite uma mensagem assim que ela está disponível (se ela estiver na janela), sem esperar por um reconhecimento. Suponha, agora, que queiramos um protocolo SR que envie duas mensagens de cada vez. Isto é, o remetente enviará um par de mensagens, e o par de mensagens subsequente somente deverá ser enviado quando o remeten-

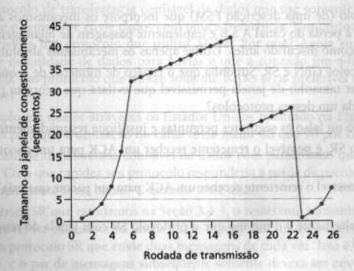
te souber que ambas as mensagens do primeiro par foram recebidas corretamente. Suponha que o canal possa perder mensagens, mas que não as corromperá nem as reordenará. Elabore um protocolo de controle de erro para a transferência confiável unidirecional de mensagens. Dê uma descrição FSM do remetente e do destinatário. Descreva o formato dos pacotes enviados entre o remetente e o destinatário e vice-versa. Se você usar quaisquer procedimentos de chamada que não sejam os da Seção 3.4 (por exemplo, udt_send(), start_timer(), rdt_rcv() etc.), esclareça as ações desses procedimentos. Dê um exemplo (um diagrama de mensagens para o remetente e para o destinatário) mostrando como seu protocolo se recupera de uma perda de pacote.

- 15. Considere um cenário em que o hospedeiro A queira enviar mensagens para os hospedeiros B e C simultaneamente. O hospedeiro A está conectado a B e a C por um canal broadcast — um pacote enviado por A é levado pelo canal a B e a C. Suponha que o canal broadcast que conecta A, B e C possa, independentemente, perder e corromper mensagens (e assim, por exemplo, uma mensagem enviada de A poderia ser recebida corretamente por B, mas não por C). Projete um protocolo de controle de erro do tipo pare e espere para a transferência confiável de um pacote de A para B e para C, tal que A não receba novos dados da camada superior até que saiba que B e C receberam corretamente o pacote em questão. Dê descrições FSM de A e C. (Dica: a FSM para B deve ser essencialmente a mesma que para C.) Também dê uma descrição do(s) formato(s) de pacote usado(s).
- 16. Considere o protocolo GBN com um tamanho de janela remetente de 3 e uma faixa de números de sequência de 1.024. Suponha que, no tempo t, o pacote seguinte na ordem, pelo qual o destinatário está esperando, tenha um número de sequência k. Admita que o meio não reordene as mensagens. Responda às seguintes perguntas:
 - a. Quais são os possíveis conjuntos de números de sequência dentro da janela do remetente no tempo t? Justifique sua resposta.
 - b. Quais são todos os possíveis valores do campo ACK em todas as mensagens que estão correntemente se propagando de volta ao remetente no tempo t? Justifique sua resposta.
- 17. Suponha que haja duas entidades de rede A e B e que B tenha um suprimento de mensagens de dados que será enviado a A de acordo com as seguintes convenções: quando A recebe uma solicitação da camada superior para extrair a mensagem de dados seguinte (D) de B, A deve enviar uma mensagem de requisição (R) a B no canal A a B; somente quando B receber uma mensagem R, ele poderá enviar uma mensagem de dados (D) de volta a A pelo canal B a A; A deve entregar uma cópia de cada mensagem D à camada superior; R mensagens podem ser perdidas (mas não corrompidas) no canal A a B; D mensagens, uma vez enviadas, são sempre entregues corretamente; o atraso entre ambos os canais é desconhecido e variável.

Elabore um protocolo (de uma descrição FSM) que incorpore os mecanismos apropriados para compensar a propensão à perda do canal A a B e implemente passagem de mensagem para a camada superior na entidade A, como discutido antes. Utilize apenas os mecanismos absolutamente necessários.

- 18. Considere os protocolos GBN e SR. Suponha que o espaço de números de sequência seja de tamanho k. Qual será o maior tamanho de janela permissível que evitará que ocorram problemas como os da Figura 3.27 para cada um desses protocolos?
- 19. Responda verdadeiro ou falso às seguintes perguntas e justifique resumidamente sua resposta:
 - a. Com o protocolo SR, é possível o remetente receber um ACK para um pacote que caia fora de sua janela corrente.
 - b. Com o GBN, é possível o remetente receber um ACK para um pacote que caia fora de sua janela cor-
 - c. O protocolo bit alternante é o mesmo que o protocolo SR com janela do remetente e do destinatário de tamanho 1.

- d. O protocolo bit alternante é o mesmo que o protocolo GBN com janela do remetente e do destinatário de tamanho 1.
- 20. Considere a transferência de um arquivo enorme de L bytes do hospedeiro A para o hospedeiro B. Suponha um MSS de 1.460 bytes.
 - a. Qual é o máximo valor de L tal que não sejam exauridos os números de sequência TCP? Lembre-se de que o campo de número de sequência TCP tem quatro bytes.
 - b. Para o L que obtiver em (a), descubra quanto tempo demora para transmitir o arquivo. Admita que um total de 66 bytes de cabeçalho de transporte, de rede e de enlace de dados seja adicionado a cada segmento antes que o pacote resultante seja enviado por um enlace de 10 Mbps. Ignore controle de fluxo e controle de congestionamento de modo que A possa enviar os segmentos um atrás do outro e continuamente.
- Considere o procedimento TCP para estimar RTT. Suponha que α = 0,1. Seja SampleRTT₁ a amostra
 mais recente de RTT, SampleRTT₂ a seguinte amostra mais recente de RTT etc.
 - a. Para uma dada conexão TCP, suponha que quatro reconhecimentos foram devolvidos com as amostras RTT correspondentes SampleRTT₄, SampleRTT₃, SampleRTT₂ e SampleRTT₁. Expresse EstimatedRTT em termos das quatro amostras RTT.
 - b. Generalize sua fórmula para n amostras de RTTs.
 - c. Para a fórmula em (b), considere n téndendo ao infinito. Comente por que esse procedimento de média é denominado média móvel exponencial.
- 22. Na Seção 3.5.3 discutimos estimativa de RTT para o TCP. Na sua opinião, por que o TCP evita medir o SampleRTT para segmentos retransmitidos?
- 23. Qual é a relação entre a variável SendBase na Seção 3.5.4 e a variável LastByteRcvd na Seção 3.5.5?
- 24. Qual é a relação entre a variável LastByteRcvd na Seção 3.5.5 e a variável y na seção 3.5.4?
- 25. Na Seção 3.5.4 vimos que o TCP espera até receber três ACKs duplicados antes de realizar uma retransmissão rápida. Na sua opinião, por que os projetistas do TCP preferiram não realizar uma retransmissão rápida após ser recebido o primeiro ACK duplicado para um segmento?
- 26. Considere a Figura 3.45(b). Se λ'_{in} aumentar para mais do que R/2, λ_{out} poderá aumentar para mais do que R/3? Explique. Agora considere a Figura 3.45(c). Se λ'_{in} aumentar para mais do que R/2, λ_{out} poderá aumentar para mais de R/4 admitindo-se que um pacote será transmitido duas vezes, em média, do roteador para o destinatário? Explique.
- 27. Considere o seguinte gráfico que representa o tamanho de janela do TCP como uma função do tempo.





Admitindo-se que TCP Reno é o protocolo que experimenta o comportamento mostrado no gráfico, responda às seguintes perguntas. Em todos os casos você deverá apresentar uma justificativa resumida para sua resposta.

- a. Quais os intervalos de tempo em que a partida lenta do TCP está em execução?
- b. Quais os intervalos de tempo em que a prevenção de congestionamento do TCP está em execução?
- c. Após a 16ª rodada de transmissão, a perda de segmento será detectada por três ACKs duplicados ou por um esgotamento de temporização?
- d. Após a 22ª rodada de transmissão, a perda de segmento será detectada por três ACKs duplicados ou por um esgotamento de temporização?
- e. Qual é o valor inicial de Threshold na primeira rodada de transmissão?
- f. Qual é o valor inicial de Threshold na 18ª rodada de transmissão?
- g. Qual é o valor de Threshold na 24ª rodada de transmissão?
- h. Durante qual rodada de transmissão é enviado o 70º segmento?
- i. Admitindo-se que uma perda de pacote será detectada após a 26ª rodada pelo recebimento de três ACKs duplicados, quais serão os valores do tamanho da janela de congestionamento e de Threshold?
- 28. Consulte a Figura 3.53, que ilustra a convergência do algoritmo AIMD do TCP. Suponha que, em vez de uma diminuição multiplicativa, o TCP reduza o tamanho da janela de uma quantidade constante. O AIMD resultante convergiria a um algoritmo de igual compartilhamento? Justifique sua resposta usando um diagrama semelhante ao da Figura 3.53.
- 29. Na Seção 3.5.4 discutimos a duplicação do intervalo de temporização após um evento de esgotamento de temporização. Esse mecanismo é uma forma de controle de congestionamento. Por que o TCP precisa de um mecanismo de controle de congestionamento que utiliza janelas (como estudado na Seção 3.7) além desse mecanismo de duplicação do intervalo de esgotamento de temporização?
- 30. O hospedeiro A está enviando um arquivo enorme ao hospedeiro B por uma conexão TCP. Nessa conexão nunca há perda de pacotes e os temporizadores nunca se esgotam. Seja R bps a taxa de transmissão do enlace que liga o hospedeiro A à Internet. Suponha que o processo no hospedeiro A consiga enviar dados para seu socket TCP a uma taxa de S bps, em que S = 10 · R. Suponha ainda que o buffer de recepção do TCP seja grande o suficiente para conter o arquivo inteiro e que o buffer de envio possa conter somente um por cento do arquivo. O que impediria o processo no hospedeiro A de passar dados continuamente para seu socket TCP à taxa de S bps: o controle de fluxo do TCP; o controle de congestionamento do TCP; ou alguma outra coisa? Elabore sua resposta.
- 31. Relembre o modelo idealizado para a dinâmica de regime estável do TCP. No período de tempo transcorrido para a taxa da conexão variar de W/(2 · RTT) a W/RTT, apenas um pacote é perdido (bem ao final do período).
 - a. Mostre que a fração de pacotes perdidos é igual a

THE end and Cooling L = fração de pacotes perdidos =
$$\frac{1}{\frac{3}{8}}W^2 + \frac{3}{4}W$$

b. Use o resultado anterior para mostrar que, se uma conexão tiver taxa de perda L, sua largura de banda média é dada aproximadamente por:

ando una protocolo de fransporte contido
$$= \frac{1.22 \cdot MSS}{RTT\sqrt{L}}$$

- 32. Quando discutimos TCPs futuros na Seção 3.7, observamos que, para conseguir uma vazão de 10 Gbps, o TCP apenas poderia tolerar uma probabilidade de perda de segmentos de 2 · 10⁻¹⁰ (ou, equivalentemente, uma perda para cada 5.000.000.000 segmentos). Mostre a derivação de valores para 2 · 10⁻¹⁰ para 1 em cada 5.000.000 para os valores de RTT e MSS dados na Seção 3.7. Se o TCP precisasse suportar uma conexão de 100 Gbps, qual seria a perda tolerável?
- 33. Quando discutimos controle de congestionamento em TCP na Seção 3.7, admitimos implicitamente que o remetente TCP sempre tinha dados para enviar. Agora considere o caso em que o remetente TCP envie uma grande quantidade de dados e então fique ocioso em t1 (já que não há mais dados a enviar). O TCP permanecerá ocioso por um período de tempo relativamente longo e então irá querer enviar mais dados em t2. Quais são as vantagens e desvantagens do TCP utilizar os valores CongWin e Threshold de t1 quando começar a enviar dados em t2? Que alternativa você recomendaria? Por quê?
- **34.** Considere o envio de um objeto de tamanho O = 100 kbytes do servidor ao cliente. Seja S = 536 bytes e RTT = 100 milissegundos. Suponha que o protocolo de transporte use janelas estáticas e tamanho de janela W. (Ver Seção 3.7.2).
 - a. Para uma velocidade de transmissão de 28 kbps, determine a mínima latência possível. Determine o tamanho mínimo de janela para atingir essa latência.
 - b. Repita (a) para 100 kbps
 - c. Repita (a) para 1 Mbps.
 - d. Repita (a) para 10 Mbps.
- 35. Suponha que o TCP aumente sua janela de congestionamento de um fator de 2, em vez de 1, para cada reconhecimento recebido durante a partida lenta. Assim, a primeira janela consistirá em um segmento; a segunda, em três segmentos; a terceira, em nove segmentos e assim por diante. Usando as técnicas da Seção 3.7.2:
 - a. Expresse K em termos de O e S.
 - b. Expresse Q em termos de RTT, S e R.
 - c. Expresse a latência em termos de $P = \min(K 1, Q)$, O, R e RTT.
- **36.** Considere o caso em que *RTT* = 1 segundo e *O* = 100 kbytes. Monte um gráfico (semelhante aos gráficos da Seção 3.7.2) que compare a latência mínima (*O/R* + 2 *RTT*) com a latência com partida lenta para *R* = 28 kbps, 100 kbps, 1 Mbps e 10 Mbps.
- 37. Verdadeiro ou falso?
 - a. Se uma página Web consistir em exatamente um objeto, as conexões persistentes e não persistentes terão exatamente o mesmo desempenho de tempo de resposta.
 - b. Considere o envio de um objeto de tamanho O do servidor ao browser por TCP. Se O > S, em que S é o tamanho máximo de segmento, o servidor entrará em suspensão no mínimo uma vez.
 - c. Suponha que uma página Web consista em dez objetos, cada um de tamanho O bits. Para HTTP persistente, a porção RTT do tempo de resposta será 20 RTTs.
 - d. Imagine que uma página Web consista em dez objetos, cada um de tamanho O bits. Para HTTP não persistente com cinco conexões paralelas, a porção RTT do tempo de resposta será 12 RTTs.
- 38. Neste problema completamos alguns detalhes da derivação da latência na Seção 3.7.2.
 - a. Derive a fórmula

$$Q = \left| \log_2(1 + \frac{RTT}{S/R}) \right| + 1$$





Exercícios de fixação

Capítulo 4 Questões de revisão

Seções 4.1 a 4.2

- 1. Vamos rever um pouco da terminologia usada neste livro. Lembre-se de que o nome de um pacote de camada de transporte é segmento e que o nome de um pacote de camada de enlace é quadro. Qual é o nome de um pacote de camada de rede? Lembre-se de que roteadores e comutadores de camada de enlace são denominados comutadores de pacotes. Qual é a diferença fundamental entre um roteador e um comutador de camada de enlace? Lembre-se de que usamos o termo roteadores tanto para redes de datagramas quanto para redes de CVs.
- Quais são as duas funções mais importantes de camada de rede em uma rede de datagramas? Quais são as três funções mais importantes de camada de rede em uma rede com circuitos virtuais?
- 3. Qual é a diferença entre rotear e repassar (transmitir)?
- 4. Os roteadores de redes de datagramas e de redes de circuitos virtuais usam tabelas de repasse? Caso usem, descreva as tabelas de repasse para ambas as classes de redes.
- 5. Descreva alguns serviços hipotéticos que a camada de rede poderia oferecer a um pacote individual. Faça o mesmo para um fluxo de pacotes. Alguns dos serviços hipotéticos que você descreveu são fornecidos pela camada de rede da Internet? Alguns deles são fornecidos pelo modelo de serviço ATM CBR? Alguns são fornecidos pelo modelo de serviço ATM ABR?
- 6. Cite algumas aplicações que poderiam se beneficiar do modelo de serviço ATM CBR.

Seção 4.3

- Discuta por que cada porta de entrada em um roteador de alta velocidade armazena uma cópia-sombra da tabela de repasse.
- Três tipos de elementos de comutação são discutidos na Seção 4.3. Cite e descreva brevemente cada tipo.
- Descreva como pode ocorrer perda de pacotes em portas de entrada. Descreva como a perda de pacotes pode ser eliminada em portas de entrada (sem usar buffers infinitos).
- 10. Descreva como pode ocorrer perda de pacotes em portas de saída.
- 11. O que é bloqueio HOL? Ele ocorre em portas de saída ou em portas de entrada?

Seção 4.4

- 12. Roteadores têm endereços IP? Em caso positivo, quantos endereços eles têm?
- 13. Qual é o equivalente binário de 32 bits para o endereço IP 223.1.3.27?
- 14. Visite um hospedeiro que usa DHCP para obter seu endereço IP, máscara de rede, roteador de default e endereço IP de seu servidor DNS local. Faça uma lista desses valores.
- 15. Suponha que haja três roteadores entre os hospedeiros da fonte e do destino. Ignorando a fragmentação, um datagrama IP enviado do hospedeiro da fonte até o hospedeiro do destino transitará por quantas interfaces? Quantas tabelas de repasse serão indexadas para deslocar o datagrama desde a fonte até o destino?
- 16. Suponha que uma aplicação gere blocos de 40 bytes de dados a cada 20 milissegundos e que cada bloco seja encapsulado em um segmento TCP e, em seguida, em um datagrama IP. Que porcentagem de cada datagrama será sobrecarga e que porcentagem será dados de aplicação?
- 17. Suponha que o Hospedeiro A envie ao Hospedeiro B um segmento TCP encapsulado em um datagrama IP. Quando o Hospedeiro B recebe o datagrama, como a camada de rede no Hospedeiro B sabe que deve passar o segmento (isto é, a carga útil do datagrama) para TCP e não para UDP ou qualquer outra coisa?

- 18. Suponha que você compre um roteador sem fio e o conecte a seu modem a cabo. Suponha também que seu ISP designe dinamicamente um endereço IP a seu dispositivo conectado (isto é, seu roteador sem fio). Suponha ainda que você tenha cinco PCs em casa e que usa 802.11 para conectá-los sem fio ao seu roteador também sem fio. Como são designados endereços IP aos cinco PCs? O roteador sem fio usa NAT?
- 19. Compare os campos de cabeçalho do IPv4 e do IPv6 e aponte suas diferenças. Eles têm algum campo em comum?
- 20. Afirma-se que, quando o IPv6 implementa túneis através de roteadores IPv4, o IPv6 trata os túneis IPv4 como protocolos de camada de enlace. Você concorda com essa afirmação? Explique sua resposta.

Seção 4.5

- 21. Compare e aponte as diferenças entre os algoritmos de estado de enlace e de vetor de distâncias.
- Discuta como uma organização hierárquica da Internet possibilitou estender sua escala para milhões de usuários.
- 23. É necessário que todo sistema autônomo use o mesmo algoritmo de roteamento intra-AS? Justifique sua resposta.

Seção 4.6

24. Considere a Figura 4.31. Começando com a tabela original em D, suponha que D receba de A o seguinte anúncio:

Sub-rede de destino	Roteador seguinte	Número de saltos até o destir	10
2	Security Comment	10	71
Singinia rw s vo all as	ingonia me o nomi	nu rode da encullos virtual	
applies one x a obstance.	munis-and podicing	ndimero mbxumi de currinos	
and of CVA properties of the	ediminare e hûmen	que un suscentral dateron	nd

A tabela em D mudará? Em caso positivo, como mudará?

- 25. Compare os anúncios utilizados por RIP e OSPF e aponte suas diferenças.
- 26. Complete: anûncios RIP normalmente anunciam o número de saltos até vários destinos. Atualizações BGP, por outro lado, anunciam ______ aos diversos destinos.
- 27. Por que são usados protocolos inter-AS e intra-AS diferentes na Internet?
- 28. Por que considerações políticas não são tão importantes para protocolos intra-AS como o OSPF e o RIP, quanto para um protocolo de roteamento inter-AS como BGP?
- 29. Defina e aponte as diferenças entre os seguintes termos: sub-rede, prefixo e rota BGP.
- 30. Como o BGP usa o atributo NEXT-HOP? Como ele usa o atributo AS-PATH?
- 31. Descreva como um administrador de rede de um ISP de nível superior pode implementar política ao configurar o BGP.

Seção 4.7

- 32. Cite uma importante diferença entre a implementação da abstração broadcast por múltiplos unicasts e a de um grupo broadcast suportado por uma única rede (roteador).
- 33. Para cada uma das três abordagens gerais que estudamos para a comunicação broadcast (inundação não controlada, inundação controlada e broadcast de spanning tree), as seguintes declarações são verdadeiras ou falsas? Você pode admitir que não há perda de pacotes devido ao transbordamento do buffer e que todos os pacotes são entregues em um enlace na ordem em que foram enviados.
 - a. Um nó pode receber várias cópias do mesmo pacote.
 - b. Um nó pode repassar várias cópias de um pacote pelo mesmo enlace de saída.

ote de tal é o enlae um data-

is são

Caso

dual, for-ATM

ibra

nda

tco-

ult

nte

to la

- 34. Quando um hospedeiro se junta a um grupo multicast, ele deve mudar seu endereço IP para o endereço do grupo multicast ao qual está se juntando?
- 35. Quais são os papéis desempenhados pelo protocolo IGMP e por um protocolo de roteamento multicast de longa distância?
- 36. Qual é a diferença entre uma árvore compartilhada por um grupo e uma árvore de fonte no contexto do roteamento multicast?



Problemas

- 1. Considere alguns dos prós e dos contras de redes de circuitos virtuais e redes de datagramas.
 - a. Suponha que, na camada de rede, os roteadores estivessem sujeitos a condições estressantes que talvez os tenham feito falhar com bastante freqüência. Que ações deveriam ser executadas no alto nível para sanar essa falha do roteador? Essas ações favorecem uma arquitetura de circuitos virtuais ou de datagramas?
 - b. Suponha que, para fornecer uma garantia do nível de desempenho (por exemplo, atraso) que seria observado ao longo do caminho fonte-destino, a rede exija que um remetente declare sua taxa de pico de tráfego. Se a taxa de pico de tráfego declarada e as taxas de pico declaradas existentes forem tais que não há nenhum modo de levar o tráfego da fonte ao destino que satisfaça as exigências quanto aos atrasos, o acesso à rede é negado a essa fonte. Essa abordagem seria mais facilmente realizada dentro de uma arquitetura de CVs ou de datagramas?
- 2. Considere uma rede de circuitos virtuais. Suponha que o número do CV é um campo de 16 bits.
 - a. Qual é o número máximo de circuitos virtuais que pode ser carregado por um enlace?
 - b. Suponha que um nó central determine caminhos e números de CVs no estabelecimento da conexão. Suponha que o mesmo número de CV seja usado em cada enlace ao longo do caminho do CV. Descreva como o nó central poderia determinar o número do CV no estabelecimento da conexão. É possível haver um número de CVs ativos menor do que o máximo determinado na parte (a) e, mesmo assim, não haver nenhum número de CV livre em comum?
 - c. Suponha que sejam permitidos números diferentes de CVs em cada enlace ao longo do caminho de um CV. Durante o estabelecimento da conexão, após a determinação de um caminho fim-a-fim, descreva como os enlaces podem escolher seus números de CVs e configurar suas tabelas de repasse de uma maneira descentralizada, sem depender de um nó central.
- 3. Uma tabela de repasse bem básica em uma rede de CVs tem quatro colunas. O que significam os valores em cada uma dessas colunas? Uma tabela de repasse bem básica em uma rede de datagramas tem duas colunas. O que significam os valores em cada uma dessas colunas?
- 4. Considere uma rede de CVs cujo campo de número de CV tenha 2 bits. Suponha que a rede queira estabelecer um circuito virtual por quatro enlaces; enlace A, enlace B, enlace C e enlace D. Suponha que, nesse momento, cada um desses enlaces esteja carregando dois outros circuitos virtuais e que os números desses outros CVs são os seguintes:

Enlace A	Enlace B	Enlace C	Enlace D
00	01	10	11
01	10	11	00

Ao responder as perguntas a seguir, tenha em mente que cada um dos CVs existentes pode estar atravessando apenas um dos quatro enlaces.

- a. Se cada CV tiver de usar o mesmo número de CV em todos os enlaces ao longo de seu caminho, qual número de CV poderia ser designado ao novo CV?
- b. Se fosse permitido que cada CV tivesse um número de CV diferente nos diferentes enlaces ao longo de seu caminho (de modo que a tabela de repasse tenha de realizar tradução de número de CV), quantas combinações diferentes de quatro números de CVs (um para cada um dos quatro enlaces) poderiam ser usadas?
- 5. No texto usamos o termo serviço orientado para conexão para descrever a camada de transporte e serviço de conexão para a camada de rede. Por que essa sutileza na terminologia?
- 6. Na Seção 4.3 observamos que não pode haver nenhuma fila de entrada se o elemento de comutação for n vezes mais rápido do que as taxas das linhas de entrada, admitindo que n linhas de entrada tenham todas a mesma velocidade de linha. Explique (com palavras) por que isso tem de ser assim.
- 7. Considere uma rede de datagramas que usa endereços de hospedeiros de 32 bits. Suponha que um roteador tenha quatro enlaces, numerados de 0 a 3, e que os pacotes têm de ser repassados para as interfaces de enlaces como segue:

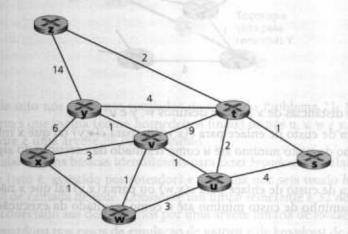
Faixa do endereço de destino	Interface de enlace
11100000 00000000 00000000 00000000	
até an accordance le la constant de	es a resulta de para para esta la marcial de como de como de la como de como d
11100000 11111111 11111111 11111111	o para concept di articlen.
11100001 00000000 00000000 00000000	His the Surpose 2.2st differ the recording to other
até	
	rati Post robileja D. salehimos dot vik čemborak Robi mais lengo). Rosserva a teleta utando ir
11100001 00000001 00000000 00000000	รับบริการีสาราสาราสาราสาราสาราสาราสาราสาราสาราส
Developedeld o amoraté Eldun Gup o levujate siest alons	
11100001 11111111 11111111 11111111	
senão	Tenbor-due 3 map tuste

- Elabore uma tabela de repasse que tenha quatro registros, use compatibilização com o prefixo mais longo e repasse pacotes para as interfaces de enlace corretas.
- b. Descreva como sua tabela de repasse determina a interface de enlace apropriada para datagramas com os seguintes endereços:

8. Considere uma rede de datagramas que utiliza endereços de 8 bits. Suponha que um roteador utilize compatibilização com o prefixo mais longo e tenha a seguinte tabela de repasse:

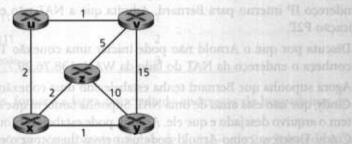
Interface
0
1
2
3/10 100

- a. Designe endereços a todas as interfaces na rede residencial.
- b. Suponha que haja duas conexões TCP em curso em cada hospedeiro, todas para a porta 80 no hospedeiro 128.119.40.86. Forneça os seis registros correspondentes na tabela de tradução NAT.
- 18. Neste problema estudaremos o impacto das NATs sobre aplicações P2P. Suponha que um parceiro com nome de usuário Arnold descubra, por meio de consulta, que um parceiro com nome de hospedeiro Bernard tem um arquivo que ele, Arnold, quer descarregar. Suponha também que Bernard esteja por trás de uma NAT, mas Arnold, não. Seja 138.76.29.7 o endereço da NAT do lado da WAN e seja 10.0.0.1 o endereço IP interno para Bernard. Admita que a NAT não está especificamente configurada para a aplicação P2P.
 - a. Discuta por que o Arnold não pode iniciar uma conexão TCP com o Bernard mesmo que Arnold conheça o endereço da NAT do lado da WAN, 138.76.29.7.
 - b. Agora suponha que Bernard tenha estabelecido uma conexão TCP em curso com um outro parceiro, Cindy, que não está atrás de uma NAT. Suponha também que Arnold soubesse, por Cindy, que Bernard tem o arquivo desejado e que ele, Arnold, pode estabelecer (ou já estabeleceu) uma conexão TCP com Cindy. Descreva como Arnold pode usar essas duas conexões TCP (uma de Bernard para Cindy e a outra de Arnold para Cindy) para instruir Bernard a iniciar uma conexão TCP direta com Arnold (isto é, que não esteja passando por Cindy). Essa técnica costuma ser denominada reversão de conexão. Note que, mesmo que Bernard esteja por trás de uma NAT, Arnold pode usar essa conexão TCP direta para requisitar o arquivo e Bernard pode usar a conexão para entregar o arquivo.
- 19. Prosseguindo com o problema anterior, suponha agora que ambos, Arnold e Bernard, estejam por trás de NATs. Tente imaginar uma técnica que permitirá a Arnold estabelecer uma conexão TCP com Bernard sem configuração de NAT específica para aplicação. Se tiver dificuldades para elaborar essa técnica, discuta por quê.
- 10. Considerando a Figura 4.25, enumere os caminhos de u a z que não tenham nenhum laço.
- 11. Considere a seguinte rede. Com os custos de enlace indicados, use o algoritmo do caminho mais curto de Dijkstra para calcular o caminho mais curto de x até todos os nós da rede. Mostre como o algoritmo funciona calculando uma tabela semelhante à Tabela 4.3.

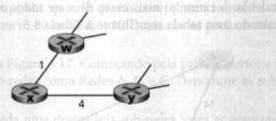


- 22. Considere a rede mostrada no Problema 21. Usando o algoritmo de Dijkstra e mostrando seu trabalho usando uma tabela semelhante à Tabela 4.3, faça o seguinte:
 - a. Calcule o caminho mais curto de s até todos os nós da rede.
 - b. Calcule o caminho mais curto de t até todos os nós da rede.
 - c. Calcule o caminho mais curto de u até todos os nós da rede.
 - d. Calcule o caminho mais curto de v até todos os nos da rede.

- e. Calcule o caminho mais curto de w até todos os nós da rede.
- f. Calcule o caminho mais curto de y até todos os nós da rede.
- g. Calcule o caminho mais curto de z até todos os nós da rede.
- 23. Considere a rede mostrada a seguir e admita que cada nó inicialmente conheça os custos até cada um de seus vizinhos. Considere o algoritmo de vetor de distâncias e mostre os registros na tabela de distâncias para o nó z.



- 24. Considere uma topologia geral (isto é, não a rede específica mostrada anteriormente) e uma versão síncrona do algoritmo de vetor de distâncias. Suponha que, a cada iteração, um nó troque seus vetores de distâncias com seus vizinhos e receba os vetores de distâncias deles. Supondo que o algoritmo comece com cada nó conhecendo apenas os custos até seus vizinhos imediatos, qual é o número máximo de iterações requeridas até que o algoritmo distribuído convirja? Justifique sua resposta.
- 25. Considere o fragmento de rede mostrado a seguir. x tem apenas dois vizinhos ligados a ele: w e y. w tem um caminho de custo mínimo u de 6. Os caminhos completos de w e de y até u (e entre w e y) não são mostrados. Todos os valores dos custos de enlace na rede são números inteiros estritamente positivos.



- a. De os vetores de distâncias de x para os destinos w, y e u.
- b. Dê uma mudança de custo de enlace para c(x,w) ou para c(x,y) tal que x informará a seus vizinhos um novo caminho de custo mínimo até u como resultado da execução do algoritmo de vetor de distâncias.
- c. Dê uma mudança de custo de enlace para c(x,w) ou para c(x,y) tal que x não informará a seus vizinhos um novo caminho de custo mínimo até u como resultado da execução do algoritmo de vetor de distâncias.
- 26. Considere a topologia de três nós mostrada na Figura 4.27. Em vez de ter os custos de enlace da Figura 4.27, os custos de enlace são: c(x,y) = 5, c(y,z) = 6, c(z,x) = 2. Calcule as tabelas de distâncias após a etapa de inicialização e após cada iteração de uma versão síncrona do algoritmo de vetor de distâncias (como fizemos em nossa discussão anterior da Figura 4.27).
- 27. Descreva como laços no caminho podem ser detectados com BGP.
- 28. Considere a seguinte rede. O ISP B provê serviço nacional de backbone ao ISP regional A. O ISP C provê serviço nacional de backbone ao ISP regional D. Usando BGP, B e C formam pares entre si em dois luga-