

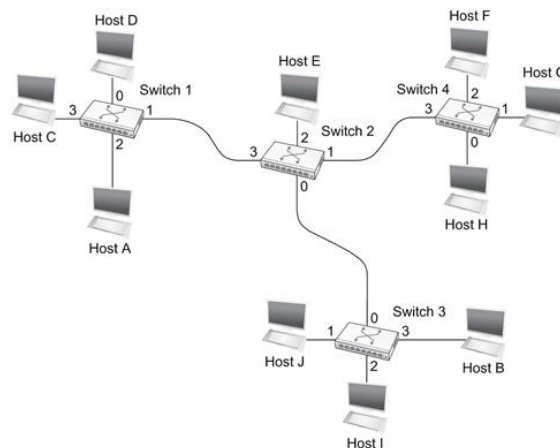
## Redes de Computadores – 2018

### Lista de Exercícios – Capítulo 3

*Os exercícios foram extraídos do livro texto mantendo-se a numeração original. Os exercícios sublinhados e destacados possuem respostas no final do livro texto.*

1. Usando a rede de exemplo dada na Figura 3.44, crie as tabelas de circuito virtual para todos os switches após cada uma das seguintes conexões ser estabelecida. Suponha que a sequência de conexões é cumulativa; ou seja, a primeira conexão ainda está ativa quando a segunda conexão é estabelecida, e assim por diante. Considere também que a atribuição de VCI sempre seleciona o VCI não utilizado mais baixo em cada enlace, começando com 0, e que um VCI é consumido para ambas as direções de um circuito virtual.

- a) Host A conecta-se ao host C.
- b) Host D conecta-se ao host B.
- c) Host D conecta-se ao host I.
- d) Host A conecta-se ao host B.
- e) Host F conecta-se ao host J.
- f) Host H conecta-se ao host A.

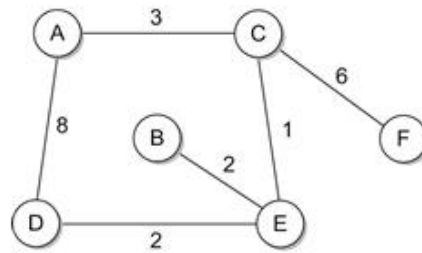


**Figura 3.44** Rede de exemplo para os Exercícios 1 e 2.

**2.** Usando a rede de exemplo dada na Figura 3.44, crie as tabelas de circuito virtual para todos os switches após cada uma das seguintes conexões ser estabelecida. Suponha que a sequência de conexões é cumulativa; ou seja, a primeira conexão ainda está ativa quando a segunda conexão é estabelecida, e assim por diante. Considere também que a atribuição de VCI sempre seleciona o VCI não utilizado mais baixo em cada enlace, começando com 0, e que um VCI é consumido para ambas as direções de um circuito virtual.

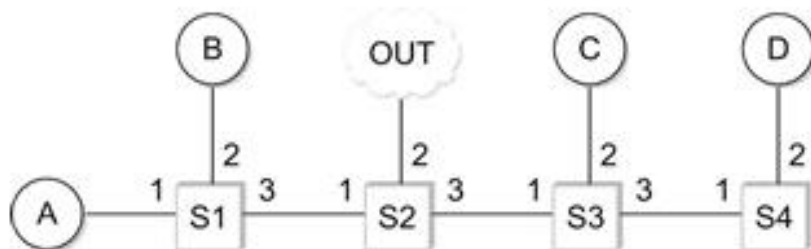
- a) Host D conecta-se ao host H.
- b) Host B conecta-se ao host G.
- c) Host F conecta-se ao host A.
- d) host H conecta-se ao host C.
- e) Host I conecta-se ao host E.
- f) host H conecta-se ao host J.

3. Para a rede mostrada na Figura 3.45, crie a tabela de encaminhamento de datagramas para cada nó. Os enlaces são rotulados com custos relativos; suas tabelas deverão encaminhar cada pacote por meio do caminho de menor custo até o seu destino.



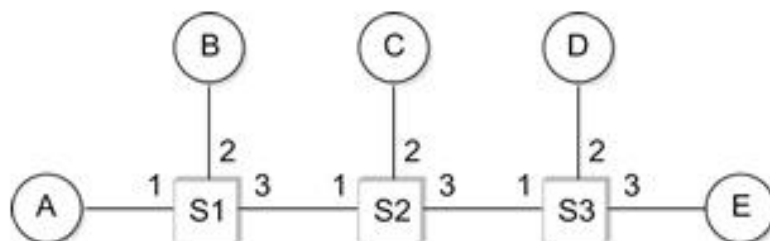
**Figura 3.45** Rede para o Exercício 3.

4. Monte as tabelas de encaminhamento para os switches de S1 a S4 na Figura 3.46. Cada switch deverá ter uma entrada de roteamento padrão, escolhida de forma a encaminhar pacotes com endereços de destino não reconhecidos na direção OUT. Quaisquer entradas de tabela com destino específico que sejam redundantes em razão da entrada padrão deverão então ser eliminadas.



**Figura 3.46** Diagrama para o Exercício 4.

5. Considere os switches de circuito virtual na Figura 3.47. A Tabela 3.15 lista, para cada switch, quais pares <porta, VCI> (ou <VCI, interface>) estão conectados a qual outro. As conexões são bidirecionais. Liste todas as conexões de uma extremidade à outra.



**Figura 3.47** Diagrama para o Exercício 5.

**Tabela 3.15 Tabelas para switches da Figura 3.47.**

Switch S1			
Porta	VCI	Porta	VCI
1	2	3	1
1	1	2	3
2	1	3	2
Switch S2			
Porta	VCI	Porta	VCI
1	1	3	3
1	2	3	2
Switch S3			
Porta	VCI	Porta	VCI
1	3	2	1
1	2	2	2

6. No exemplo de roteamento na origem da Seção 3.1.3, o endereço recebido por B não é reversível e não ajuda B a saber como alcançar A. Proponha uma modificação no mecanismo de entrega que permita a reversibilidade. Seu mecanismo *não* deverá exigir nomes globalmente exclusivos para todos os switches.

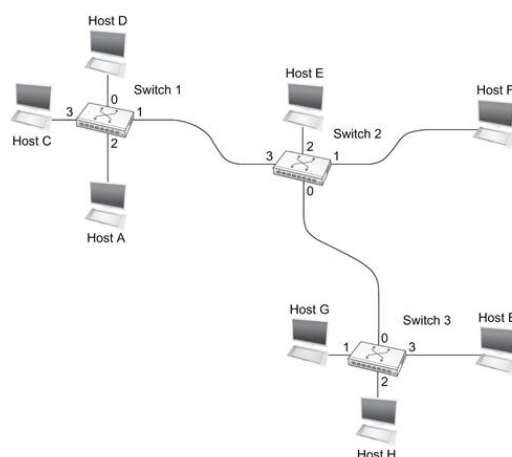
7. Proponha um mecanismo que os switches de circuito virtual possam usar de modo que, se um switch perder toda a sua informação de estado relativo às conexões, então um emissor de pacotes ao longo do caminho até esse switch seja informado da falha.

8. Proponha um mecanismo que possa ser usado por switches de datagramas de modo que, se um switch perder toda ou parte de sua tabela de encaminhamento, os emissores afetados sejam informados da falha.

9. O mecanismo de circuitos virtuais descrito na Seção 3.1.2 considera que cada enlace é ponto-a-ponto. Estenda o algoritmo de encaminhamento para que ele funcione no caso em que os enlaces são conexões de meio compartilhado (por exemplo, Ethernet).

10. Suponha na Figura 3.2, que um novo enlace tenha sido acrescentado, conectando a porta 1 do switch 3 (onde agora está G) e a porta 0 do switch 1 (onde agora está D); nenhum switch é informado desse enlace. Além disso, o switch 3 por engano pensa que o host B pode ser alcançado pela porta 1.

- O que acontece se o host A tentar enviar dados para o host B, usando o encaminhamento de datagramas?
- O que acontece se o host A tentar enviar se conectar ao host B, usando o mecanismo de estabelecimento de circuito virtual discutido no texto?

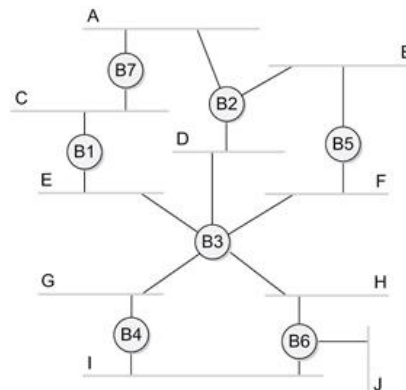


**Figura 3.2 Encaminhamento de datagrama: uma rede de exemplo.**

11. Dê um exemplo de um circuito virtual funcional cujo caminho atravessasse algum enlace duas vezes. Os pacotes enviados ao longo desse caminho, porém, *não* deverão circular indefinidamente.

12. Na Seção 3.1.2, cada switch escolheu o valor de VCI para o enlace de chegada. Mostre que também é possível que cada switch escolha o valor de VCI para o enlace de saída e que os mesmos valores de VCI sejam escolhidos por cada técnica. Se cada switch escolher o VCI de saída, também é preciso esperar um RTT antes que os dados sejam enviados?

13. Dada a LAN estendida que aparece na Figura 3.48, indique quais portas não são selecionadas pelo algoritmo de *spanning tree*.



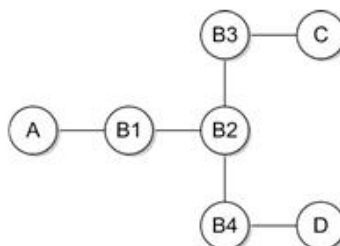
**Figura 3.48** Rede para os Exercícios 13 e 14.

**14.** Dada a LAN estendida mostrada na Figura 3.48, suponha que a bridge B1 sofra uma falha catastrófica. Indique quais portas não são selecionadas pelo algoritmo de *spanning tree* após o processo de recuperação e uma nova árvore tiver sido formada.

15. Considere o arranjo de bridges com aprendizado mostrado na Figura 3.49. Supondo que todas estejam inicialmente vazias, forneça as tabelas de encaminhamento para cada uma das bridges de B1 a B4 após as seguintes transmissões:

- A envia dados para C.
- C envia dados para A.
- D envia dados para C.

Identifique as portas com o único vizinho alcançado diretamente a partir dessa porta; ou seja, as portas de B1 são rotuladas como “A” e “B2”.



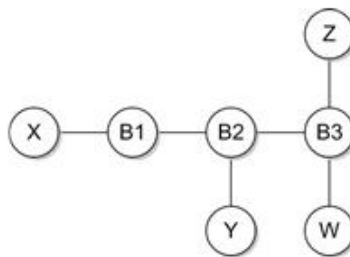
**Figura 3.49** Rede para os Exercícios 15 e 16.

16. Assim como no problema anterior, considere o arranjo das seguintes bridges mostradas na Figura 3.49. Considerando que todas estejam inicialmente vazias, forneça as tabelas de encaminhamento para cada uma das bridges de B1 a B4 após as seguintes transmissões:

- D envia dados para C.
- C envia dados para D.
- A envia dados para C.

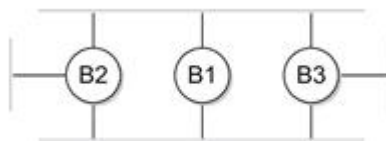
17. Considere os hosts X, Y, Z, W e as bridges com aprendizado B1, B2, B3, com tabelas de encaminhamento inicialmente vazias, como na Figura 3.50.

- Suponha que X envie dados para W. Quais bridges descubrem onde X está? A interface de rede de Y vê esse pacote?
- Suponha que Z agora envie dados para X. Quais bridges descubrem onde Z está? A interface de rede de Y vê esse pacote?
- Suponha que Y agora envie dados para X. Quais bridges descubrem onde Y está? A interface de rede de Z vê esse pacote?
- Por fim, suponha que W envie dados para Y. Quais bridges descubrem onde W está? A interface de rede de Z vê esse pacote?



**Figura 3.50** Diagrama para o Exercício 17.

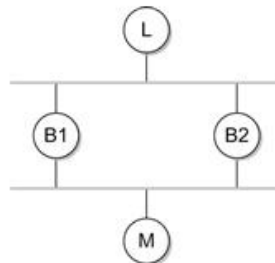
18. Forneça a spanning tree gerada para a LAN estendida mostrada na Figura 3.51, e discuta como situações de empate são resolvidas.



**Figura 3.51** Lan estendida para o Exercício 18.

19. Suponha que as bridges com aprendizado B1 e B2 formem um ciclo, conforme mostra a Figura 3.52, e *não* implementem o algoritmo de spanning tree. Cada bridge mantém uma única tabela de pares <endereço, interface>.

- O que acontecerá se M enviar dados para L?
- Suponha que, pouco depois, L responda para M. Forneça uma sequência de eventos que leve um pacote de M e um pacote de L a circularem pelo ciclo em sentidos opostos.



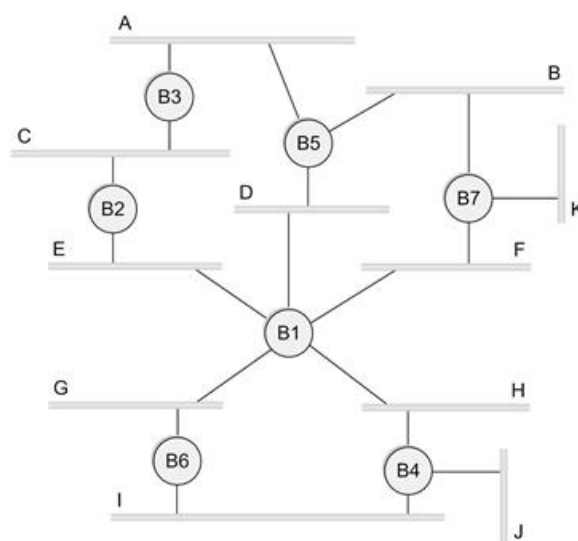
**Figura 3.52 Rede com ciclo para os Exercícios 19 e 20.**

20. Suponha que M na Figura 3.52 envie dados para si mesmo (isso normalmente nunca aconteceria). Indique o que aconteceria, supondo que:

- O algoritmo de aprendizagem das bridges deve adicionar (ou atualizar) a nova entrada <endereço\_origem, interface> antes de buscar o endereço de destino na tabela.
- O novo endereço de origem é adicionado *depois* da busca pelo endereço de destino.

21. Considere a LAN estendida da Figura 3.10. O que acontece no algoritmo de spanning tree se a bridge B1 não participar e

- Simplesmente encaminhar todas as mensagens do algoritmo de spanning tree?
- Descartar todas as mensagens de spanning tree?



**Figura 3.10 LAN estendida com loops.**

32. Suponha que um hub (repetidor) Ethernet de 10 Mbps seja substituído por um switch de 10 Mbps, em um único ambiente onde todo o tráfego é feito entre um único servidor e N “clientes”. Como todo o tráfego ainda precisa atravessar o enlace servidor-switch, nominalmente não existe melhoria na largura de banda.

- a) Você esperaria qualquer melhoria na largura de banda? Nesse caso, por quê?
- b) Que outras vantagens e desvantagens um switch poderia oferecer em relação a um hub?

33. Que aspecto dos endereços IP torna necessário ter um endereço por interface de rede, em vez de apenas um por host? Com base na sua resposta, por que o IP tolera interfaces ponto-a-ponto que possuem endereços não exclusivos ou nenhum endereço?

35. Alguns erros de sinalização podem fazer com que intervalos inteiros de bits em um pacote sejam substituídos por apenas 0s ou apenas 1s. Suponha que todos os bits no pacote, incluindo a soma de verificação sejam modificados. Um pacote com apenas 0s ou 1s poderia ser um pacote IPv4 válido? A soma de verificação da Internet detectaria esse erro? Por que?

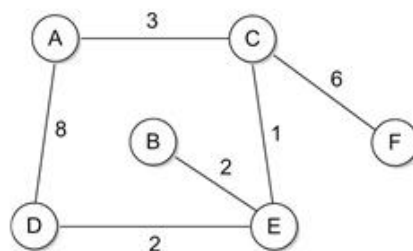
42. Fazer com que as entradas da tabela ARP expirem seu tempo limite após 10 a 15 minutos é uma tentativa que apresenta um compromisso razoável. Descreva os problemas que podem ocorrer se o valor do tempo de expiração for muito pequeno ou muito grande.

43. O IP atualmente usa endereços de 32 bits. Se pudéssemos reprojeter o IP para usar um endereço MAC de 6 bytes em vez do endereço de 32 bits, poderíamos eliminar a necessidade do ARP? Explique por quê.

44. Suponha que os hosts A e B tenham recebido o mesmo endereço IP na mesma Ethernet, na qual o ARP é utilizado. B é inicializado depois de A. O que acontecerá com as conexões existentes de A? Explique como o “ARP automático” (consultar a rede sobre o seu próprio endereço IP na inicialização) poderia ajudar com esse problema.

46. Para a rede mostrada na Figura 3.53, mostre as tabelas globais de vetor de distâncias como aquelas mostradas nas Tabelas 3.10 e 3.13 quando

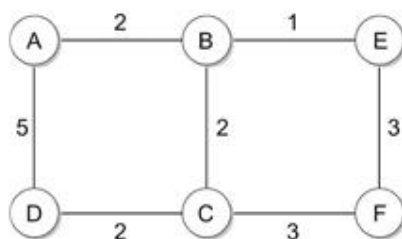
- a) Cada nó conhece apenas as distâncias até seus vizinhos imediatos.
- b) Cada nó enviou a informação que tinha na etapa anterior aos seus vizinhos imediatos.
- c) A etapa (b) acontece pela segunda vez.



**Figura 3.53** Rede para os Exercícios 46, 48 e 54.

**47.** Para a rede mostrada na Figura 3.54, mostre as tabelas globais de vetor de distâncias como aquelas mostradas nas Tabelas 3.10 e 3.13 quando

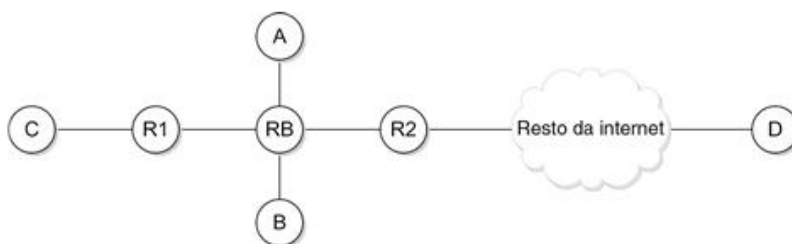
- a) Cada nó conhece apenas as distâncias até seus vizinhos imediatos.
- b) Cada nó enviou a informação que tinha na etapa anterior aos seus vizinhos imediatos.
- c) A etapa (b) acontece pela segunda vez.



**Figura 3.54** Rede para o Exercício 47.

49. Use o utilitário traceroute do Unix (tracert no Windows) para determinar a quantos saltos seu host está de outros hosts na Internet (por exemplo, cs.princeton.edu ou www.cisco.com). Quantos roteadores você atravessa apenas para sair do seu domínio local? Leia a página obtida pelo comando man para o traceroute, ou outra documentação relativa a ele, e explique como ele é implementado.

51. Considere a rede mostrada na Figura 3.55. R1 e R2 são roteadores; R2 conecta-se ao mundo exterior. As LANs individuais são Ethernets. RB é um *roteador-bridge*; ele direciona o tráfego endereçado a ele e atua como uma bridge para outros tipos de tráfego. São usadas subredes dentro dessa rede; o ARP é usado em cada subrede. Infelizmente, o host A foi mal configurado e não usa subredes. Quais hosts, dentre B, C e D, podem ser alcançados por A?



**Figura 3.55** Rede para o Exercício 51.



52. Suponha que temos as tabelas de encaminhamento mostradas na Tabela 3.16 para os nós A e F, em uma rede onde todos os enlaces têm custo 1. Mostre um diagrama da menor rede possível que seja consistente com essas tabelas.

**Tabela 3.16 Tabelas de encaminhamento para o Exercício 52.**

A		
Nó	Custo	PróximoSalto
B	1	B
C	2	B
D	1	D
E	2	B
F	3	D

F		
Nó	Custo	PróximoSalto
A	3	E
B	2	C
C	1	C
D	2	E
E	1	E

53. Suponha que temos as tabelas de encaminhamento mostradas na Tabela 3.17 para os nós A e F, em uma rede onde todos os enlaces têm custo 1. Mostre um diagrama da menor rede possível que seja consistente com essas tabelas.

**Tabela 3.17 Tabelas de encaminhamento para o Exercício 53.**

A		
Nó	Custo	PróximoSalto
B	1	B
C	1	C
D	2	B
E	3	C
F	2	C

F		
Nó	Custo	PróximoSalto
A	2	C
B	3	C
C	1	C
D	2	C
E	1	E

54. Para a rede da Figura 3.53, suponha que as tabelas de encaminhamento sejam todas estabelecidas como no Exercício 46 e que depois disso o enlace C-E falhe. Mostre:

- As tabelas de A, B, D e F depois que C e E tiverem reportado esta mudança.
- As tabelas de A e D depois de sua próxima troca mútua de informações.
- A tabela de C depois que A trocar informações com ele.

55. Suponha que um roteador tenha montado a tabela de roteamento mostrada na Tabela 3.18. O roteador pode entregar pacotes diretamente pelas interfaces 0 e 1, ou então pode encaminhar aos roteadores R2, R3 ou R4. Descreva o que o roteador faz com um pacote endereçado a cada um dos seguintes destinos:

- 128.96.39.10
- 128.96.40.12
- 128.96.40.151
- 192.4.153.17
- 192.4.153.90

**Tabela 3.18** Tabela de roteamento para o Exercício 55.

NúmeroSubRede	MáscaraSubRede	PróximoSalto
128.96.39.0	255.255.255.128	Interface 0
128.96.39.128	255.255.255.128	Interface 1
128.96.40.0	255.255.255.128	R2
192.4.153.0	255.255.255.192	R3
⟨padrão⟩		R4

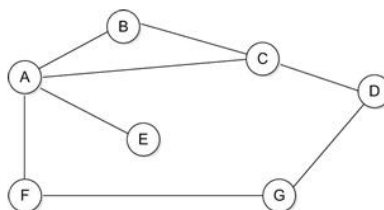
**56.** Suponha que um roteador tenha montado a tabela de roteamento mostrada na Tabela 3.19. O roteador pode entregar pacotes diretamente pelas interfaces 0 e 1, ou então pode encaminhar aos roteadores R2, R3 ou R4. Suponha que o roteador faça a correspondência do prefixo mais longo. Descreva o que o roteador faz com um pacote endereçado a cada um dos seguintes destinos:

- a) 128.96.171.92
- b) 128.96.167.151
- c) 128.96.163.151
- d) 128.96.169.192
- e) 128.96.165.121

**Tabela 3.19** Tabela de roteamento para o Exercício 56.

NúmeroSubRede	MáscaraSubRede	PróximoSalto
128.96.170.0	255.255.254.0	Interface 0
128.96.168.0	255.255.254.0	Interface 1
128.96.166.0	255.255.254.0	R2
128.96.164.0	255.255.252.0	R3
⟨padrão⟩		R4

58. Considere a situação envolvendo a criação de um ciclo de roteamento na rede da Figura 3.29, quando o enlace A-E falha. Liste *todas* as sequências de atualizações de tabela entre A, B e C referentes ao destino E, que levaram ao ciclo. Suponha que as atualizações de tabela sejam feitas uma por vez, que a técnica de horizonte dividido é seguida por todos os participantes e que A envia seu relatório inicial sobre a impossibilidade de alcançar E para B antes de C. Você pode ignorar as atualizações que não resultem em mudanças.



**Figura 3.29** Roteamento por vetor de distância: uma rede de exemplo.

67. Leia a página obtida pelo comando `man` para o utilitário `netstat` do Unix/Windows, ou outra documentação para ele. Use `netstat` para exibir a tabela de roteamento atual no seu host. Explique a finalidade de cada entrada. Qual é, na prática, o número mínimo de entradas?

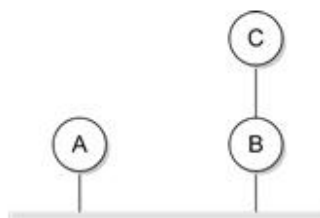
68. Uma organização recebeu o prefixo 212.1.1/24 (classe C) e deseja formar subredes para quatro departamentos, com os hosts distribuídos da seguinte forma:

- A 75 hosts
- B 35 hosts
- C 20 hosts
- D 18 hosts

Existem 148 hosts no total.

- a) Mostre um arranjo possível de máscaras de subrede para que isso seja possível.
- b) Sugira o que a organização poderia fazer se o departamento D crescesse para 32 hosts.

69. Suponha que os hosts A e B estejam em uma LAN Ethernet com endereço de rede IP 200.0.0/24. Pretende-se conectar um host C à rede por meio de uma conexão direta com B (ver Figura 3.62). Explique como fazer isso usando subredes; mostre atribuições de subrede de exemplo. Suponha que um prefixo de rede adicional não esteja disponível. Qual a consequência disso para o tamanho da LAN Ethernet?



**Figura 3.62 Rede para o Exercício 69.**

70. Um método alternativo para conectar o host C do exercício 69 é usar um *proxy ARP* e roteamento: B concorda em rotear o tráfego de A para C e também responde a consultas de ARP para C recebidas pela Ethernet.

- a) Indique todos os pacotes enviados, com endereços físicos, enquanto A usa ARP para localizar e depois enviar um pacote para C.
- b) Mostre a tabela de roteamento de B. Que peculiaridade ela precisa ter?

71. Suponha que duas subredes compartilhem a mesma LAN física; os hosts em cada subrede verão os pacotes de broadcast da outra subrede.

- a) Como o DHCP se sairá se dois servidores, um para cada subrede, coexistirem na LAN compartilhada? Que problemas poderiam [e podem!] surgir?
- b) O ARP será afetado por esse compartilhamento?

72. A Tabela 3.20 é uma tabela de roteamento usando CIDR. Os bytes de endereço estão em hexadecimal. A notação “/12” em C4.50.0.0/12 indica uma máscara de rede com 12 bits 1 iniciais: FF.F0.0.0. Observe que as três últimas entradas abrangem cada endereço e, portanto, podem ser usadas no lugar de uma rota padrão. Indique para qual próximo salto os pacotes com os seguintes endereços serão entregues:

- a) C4.5E.13.87
- b) C4.5E.22.09
- c) C3.41.80.02
- d) 5E.43.91.12
- e) C4.6D.31.2E
- f) C4.6B.31.2E

**Tabela 3.20** Tabela de roteamento para o Exercício 72.

Rede/ ComprimentoMáscara	PróximoSalto
C4.50.0.0/12	A
C4.5E.10.0/20	B
C4.60.0.0/12	C
C4.68.0.0/14	D
80.0.0.0/1	E
40.0.0.0/2	F
00.0.0.0/2	G

73. A Tabela 3.21 é uma tabela de roteamento usando CIDR. Os bytes de endereço estão em hexadecimal. A notação “/12” em C4.50.0.0/12 indica uma máscara de rede com 12 bits 1 iniciais: FF.F0.0.0. Observe que as três últimas entradas abrangem cada endereço e, portanto, podem ser usadas no lugar de uma rota padrão. Indique para qual próximo salto os pacotes com os seguintes endereços serão entregues:

- a) C4.4B.31.2E
- b) C4.5E.05.09
- c) C4.4D.31.2E
- d) C4.5E.03.87
- e) C4.5E.7F.12
- f) C4.5E.D1.02

**Tabela 3.21 Tabela de Roteamento para o Exercício 73**

Rede/ ComprimentoMáscara	PróximoSalto
C4.5E.2.0/23	A
C4.5E.4.0/22	B
C4.5E.C0.0/19	C
C4.5E.40.0/18	D
C4.4C.0.0/14	E
C0.0.0.0/2	F
80.0.0.0/1	G

74. Um ISP que tem autoridade para atribuir endereços de um prefixo /16 (um antigo endereço de classe B) está trabalhando com uma nova empresa para alocar uma parte do espaço de endereços base em CIDR. A nova empresa precisa de endereços IP para máquinas em três divisões de sua rede corporativa: Engenharia, Marketing e Vendas. Essas divisões planejam crescer da seguinte forma: Engenharia tem 5 máquinas no início do ano 1 e pretende incluir 1 máquina a cada semana, Marketing nunca precisará de mais do que 16 máquinas e Vendas precisa de 1 máquina para cada 2 clientes. No início do ano 1, a empresa não tem clientes, mas o modelo de vendas indica que, no início do ano 2, a empresa terá 6 clientes e cada semana depois disso receberá um novo cliente com probabilidade de 60%, perderá um cliente com probabilidade de 20% ou manterá o mesmo número com probabilidade de 20%.

- Que faixa de endereço seria necessária para dar suporte aos planos de crescimento da empresa para pelo menos 7 anos se o Marketing usar todos os seus 16 endereços e os planos de Vendas e Engenharia se comportarem conforme o esperado?
- Quanto tempo essa atribuição de endereços durará? Quando a empresa estiver sem espaço para novos endereços, como os endereços estariam atribuídos aos três grupos?
- Se, em vez de usar o endereçamento CIDR, fosse necessário usar os endereços com classes no estilo antigo, que opções a nova empresa teria em termos de obtenção do espaço de endereços?