

# Chp. 04 – Medium Access Control

- 4.1 – Problema de Alocação de Canais
- 4.2 – Protocolos de Acesso Múltiplo
- 4.3 – Protocolo Ethernet ... (GBC066)
- 4.4 – Protocolo WiFi ... (GBC066)
- 4.5 – Protocolos de Banda Larga ... (Tópicos Avançados)
- 4.6 – Protocolo BlueTooth ... (Tópicos Avançados)
- 4.7 – Protocolo RFID ... (Tópicos Avançados)
- 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

# Referências Bibliográficas

- Andrew S. Tanenbaum - “Computer Networks” - Prentice Hall; Englewood Cliffs; New Jersey; 1989; ISBN 0-13-166836-6
- Luis F.G. Soares et al. - “Redes de Computadores – LANs, MANs e WANs às Redes ATM”; Editora Campus; ISBN: 85-7001-998-X
- Eleri Cardozo; Maurício Magalhães - “Redes de Computadores: Modelo OSI/X.25”, Dep.<sup>to</sup> de Engenharia de Computação e Automação Industrial, FEEC, UNICAMP, 1996.
- Eleri Cardozo; Maurício Magalhães - “Redes de Computadores: Arquitetura TCP/IP” - Dep.<sup>to</sup> de Engenharia de Computação e Automação Industrial, FEEC, UNICAMP, 1994.

# Chp. 04 – Medium Access Control

- Redes podem ser divididas em duas categorias: as que usam conexões ponto a ponto e as que utilizam canais de difusão.
  - Ch03 – Link Layer .. redes ponto a ponto.
  - Ch04 – MAC Layer .. redes de difusão e de seus protocolos.
- ... protocolos usados para determinar quem será o próximo em um canal de multiacesso pertencem a Subcamada MAC da Camada de Enlace de Dados (Link Layer).
  - Medium Access Control – MAC ... especialmente importante em redes locais em sua maioria, pois utilizam um canal de multiacesso.

## ... Chp. 04 – Medium Access Control

- “objetivo” - descrever, entender e exemplificar os princípios de projeto da subcamada de controle de acesso ao meio.
- ... entender algoritmos para comunicação eficiente e confiável entre 02 “hosts” adjacentes no nível da camada de enlace.
  - ... adjacentes - 02 máquinas fisicamente conectadas por meio de um canal (e.g., cabo coaxial, linha telefônica ou canal sem fio ponto a ponto).
  - ... fato de um canal se comportar como um fio é o fato de os bits serem entregues na ordem exata em que são enviados.
  - ... limitações como taxa de transferência, erros no canal e atraso de propagação têm implicações na eficiência da transferência de dados.

## 4.1 – Problema da Alocação de Canais

- Obs.: Material disponibilizado no Piazza ...
- Ch03-LinkLayer-Tanenbaum-2nd.pdf

## 4.2 – Protocolos de Acesso Múltiplo

- Obs.: Material disponibilizado no Piazza ...
- Ch03-LinkLayer-Tanenbaum-2nd.pdf

## 4.3 – Protocolos Ethernet – IEEE 802.3

- GBC066 – Arquitetura de Redes TCP/IP

## 4.4– Protocolos WiFi – IEEE 802.a/b/g/n

- GBC066 – Arquitetura de Redes TCP/IP



## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

- “Interconexão de LANs” - ... redes locais podem ser conectadas por dispositivos chamados “pontes”
  - “pontes” - ... examinam os endereços da camada de enlace de dados para efetuar o repasse de um enlace para outro enlace.
- “comutador de camada de enlace” - ... não têm de examinar o campo de carga útil dos quadros que repassam, logo:
  - ... podem transportar pacotes ou datagramas IPv4, IPv6, AppleTalk, ATM, OSI ou quaisquer outros tipos de pacotes.
- “comutador de camada de rede” - examinam os endereços em pacotes e efetuam o roteamento com base nesses endereços.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### 4.8.1 – Utilização das Bridges

- Quais as razões da necessidade de várias LANs em uma Organização / Empresa / Universidade ??
- “autonomia de seus proprietários” - universidades e departamentos tem suas próprias redes locais para conectar os computadores e estações bem como os servidores.
- “dispersão geográfica” - ... para uma organização geograficamente dispersa, pode ser mais econômico ter redes locais separadas em cada edifício e interconectá-las.
- “balanceamento de carga” - pode ser necessário dividir uma rede local única em redes locais separadas para acomodar a carga.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

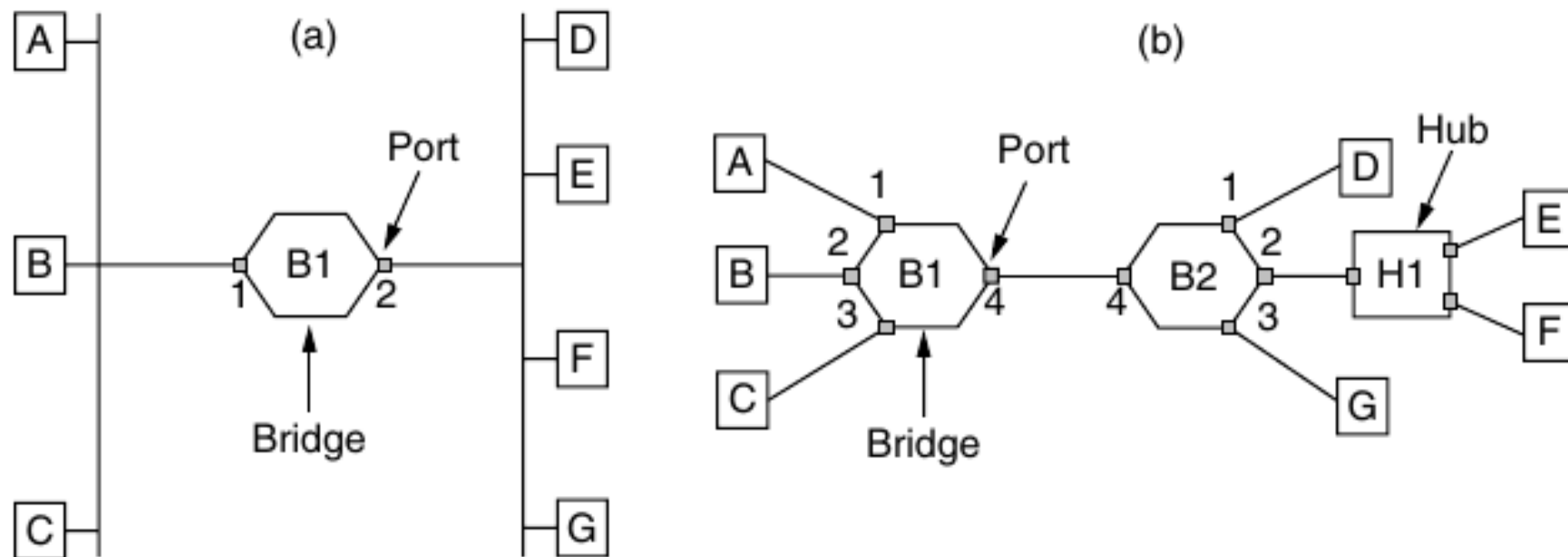
### ... 4.8.1 – Utilização das Bridges

- ... Quais as razões da necessidade de várias LANs em uma Organização / Empresa / Universidade ??
- “confiabilidade” - ... pontes podem ser inseridas em pontos específicos para impedir que um nó defeituoso continue a transmitir um fluxo contínuo de “lixo” na rede local.
- “segurança” - ... maioria das interfaces de LANs tem um modo promíscuo, no qual todos os quadros são enviados ao “host” e não apenas os quadros endereçados a ele.
  - ... com a inserção de pontes e o cuidado para não encaminhar tráfego de natureza sigilosa, um administrador de sistema pode isolar partes da rede.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### 4.8.2 – Aprendizado das Bridges

- “bridge” - ... dispositivos para ligar estações e “hubs”.
- ... estações ligadas à mesma porta pertencem ao mesmo domínio de colisão, o que é diferente do domínio de colisão das outras portas.



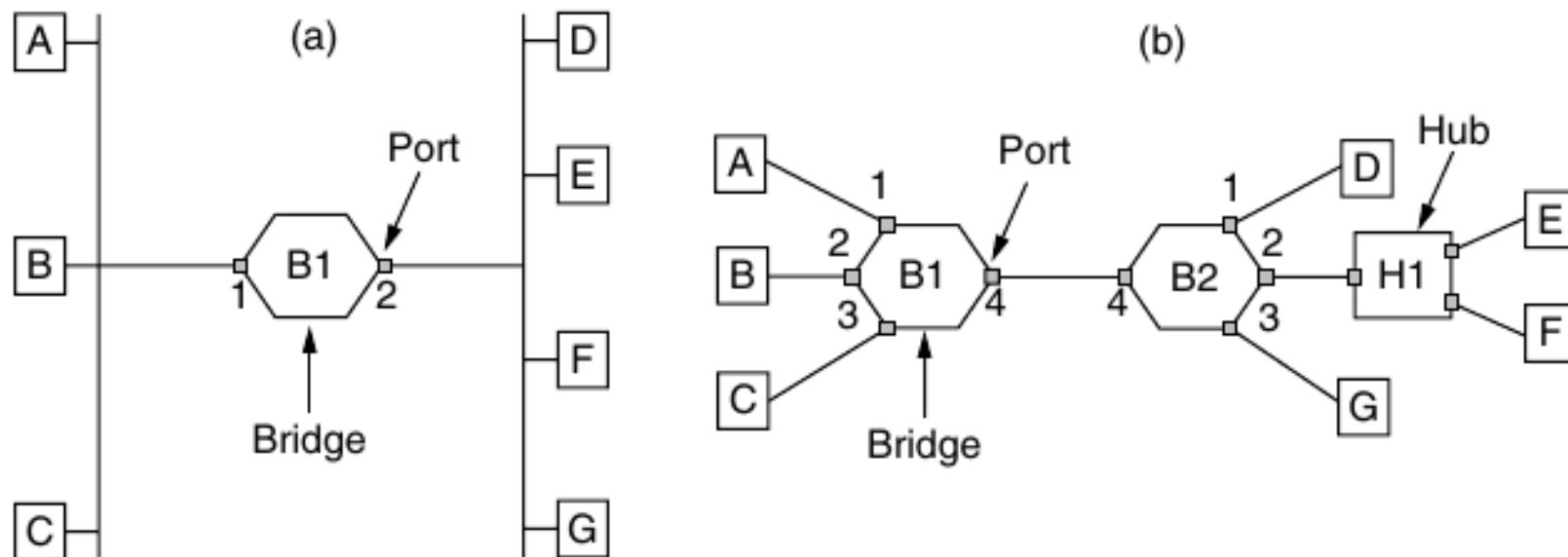
**Figure 4-41.** (a) Bridge connecting two multidrop LANs.

(b) Bridges (and a hub) connecting seven point-to-point stations.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### 4.8.2 – Aprendizado das Bridges

- “bridge” - ... desenvolvidas para “Ethernet” clássica e, assim, são apresentadas em topologias com cabos “multidrop”.
  - Obs.: ... no entanto, topologias atuais são compostas de cabos ponto a ponto e “switches” em vez de “bridges” com cabos “multidrop”.

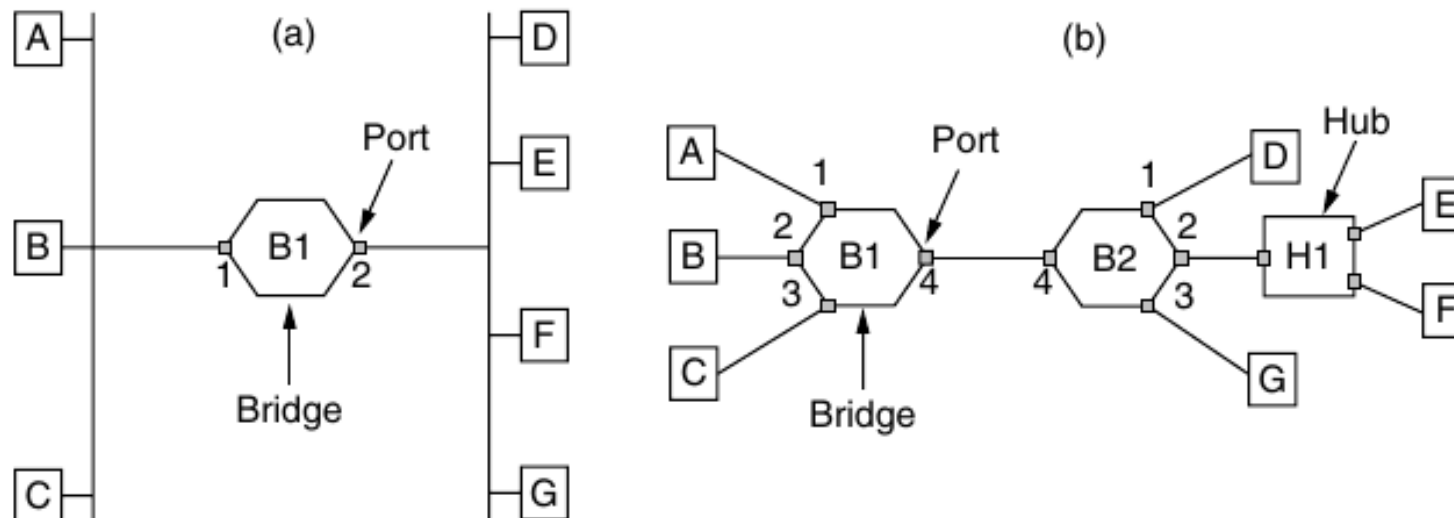


**Figure 4-41.** (a) Bridge connecting two multidrop LANs.  
(b) Bridges (and a hub) connecting seven point-to-point stations.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.2 – Aprendizado das Bridges

- Para fazer a ponte entre “LANs Multidrop”, basta adicionar uma “bridge” como uma nova estação entre as LANs – Fig. 4.41 a).
- ... para ligar LANs ponto-a-ponto, “hubs” são conectados as “bridges” ou substituídos por uma “bridge” para aumentar o desempenho - Fig. 4.41 b)

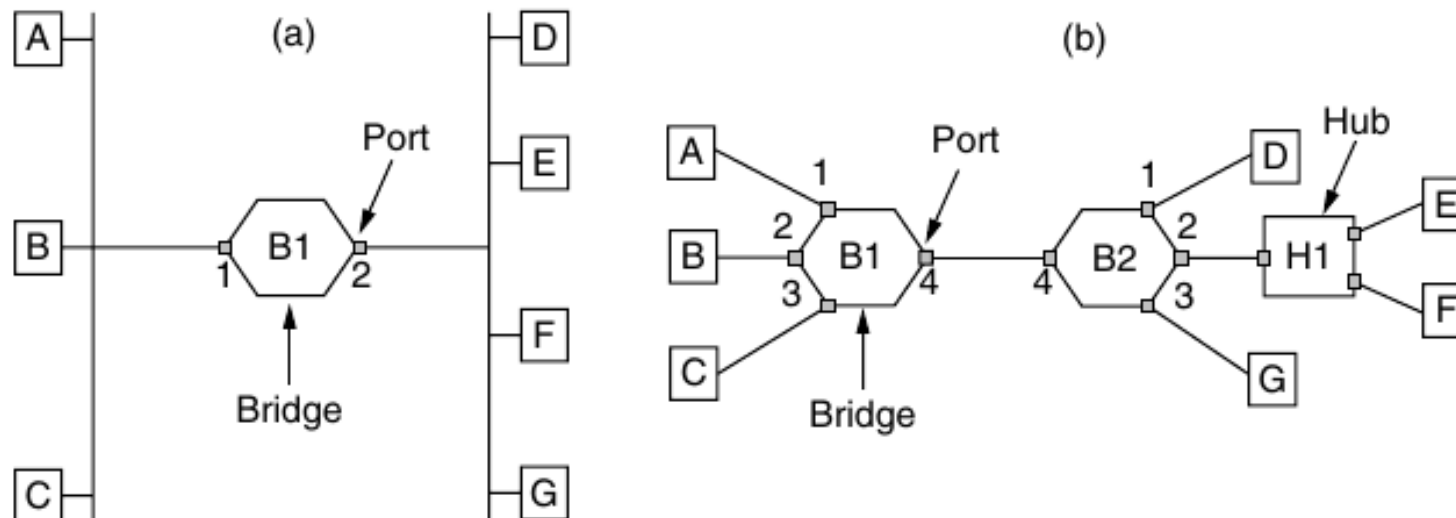


**Figure 4-41.** (a) Bridge connecting two multidrop LANs.  
(b) Bridges (and a hub) connecting seven point-to-point stations.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.2 – Aprendizado das Bridges

- “bridge” devem decidir quando encaminhar ou descartar cada “frame” e, no primeiro caso, em qual porta encaminhar.
- (a) ... se A envia um frame para B, B1 receberá o “frame” na P1 e na sequência descarta, pois o “frame” já se encontra na porta correta.

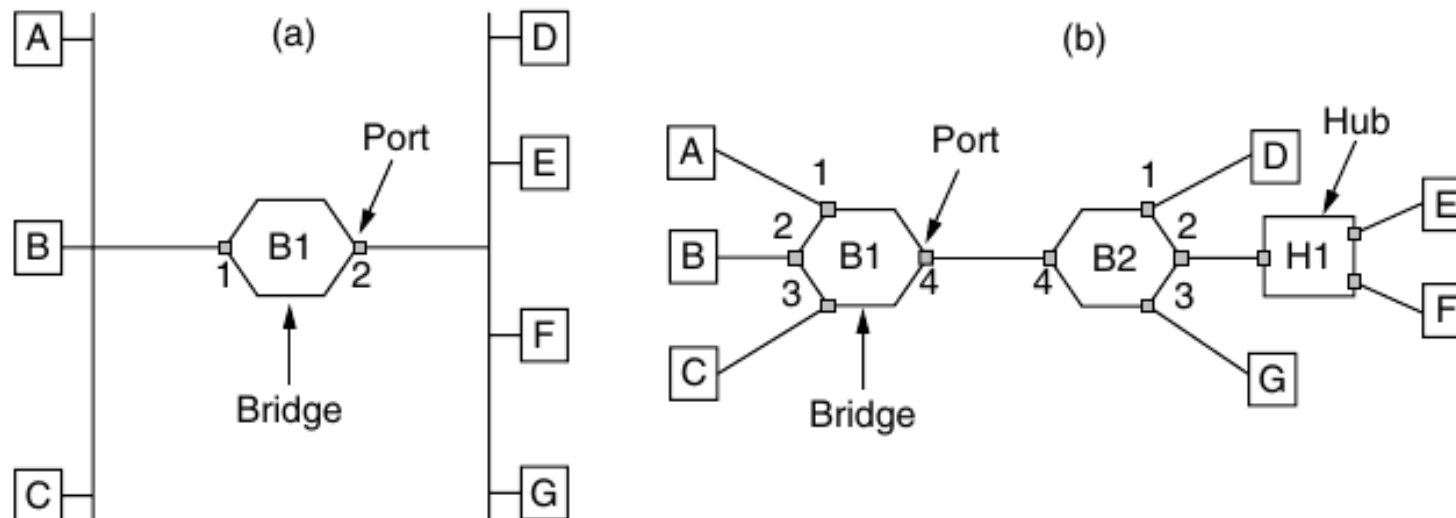


**Figure 4-41.** (a) Bridge connecting two multidrop LANs.  
(b) Bridges (and a hub) connecting seven point-to-point stations.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.2 – Aprendizado das Bridges

- “bridge” devem decidir quando encaminhar ou descartar cada “frame” e, no primeiro caso, em qual porta encaminhar.
- (b) ... A envia um “frame” para D, então B1 recebe o “frame” na P1 e o repassa em P4, e B2 recebe o “frame” na P4 e o repassa na P1.



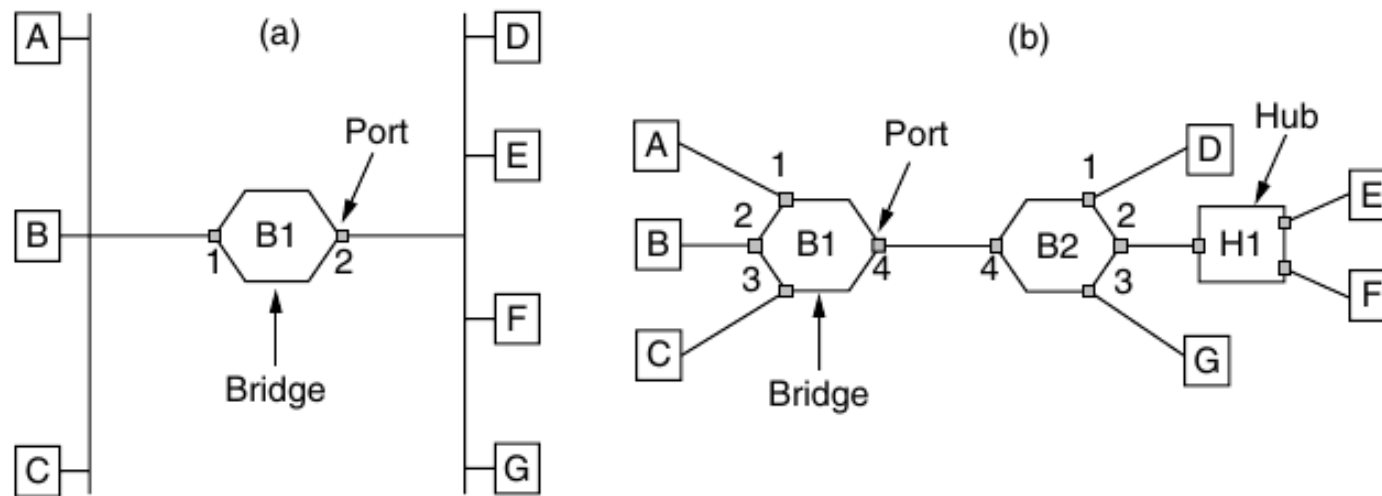
**Figure 4-41.** (a) Bridge connecting two multidrop LANs.  
(b) Bridges (and a hub) connecting seven point-to-point stations.



## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.2 – Aprendizado das Bridges

- “operação” - “bridges” operam no modo promíscuo e podem acomodar uma tabela “hash” internamente;
  - ... tabela pode listar cada possível destino e a porta associada.
  - Na Fig. 4.41 (b), B1 poderia listar D como associado a P4, assim B1 sabe em qual porta encaminhar “frames” para chegar a “D”.



**Figure 4-41.** (a) Bridge connecting two multidrop LANs.  
(b) Bridges (and a hub) connecting seven point-to-point stations.

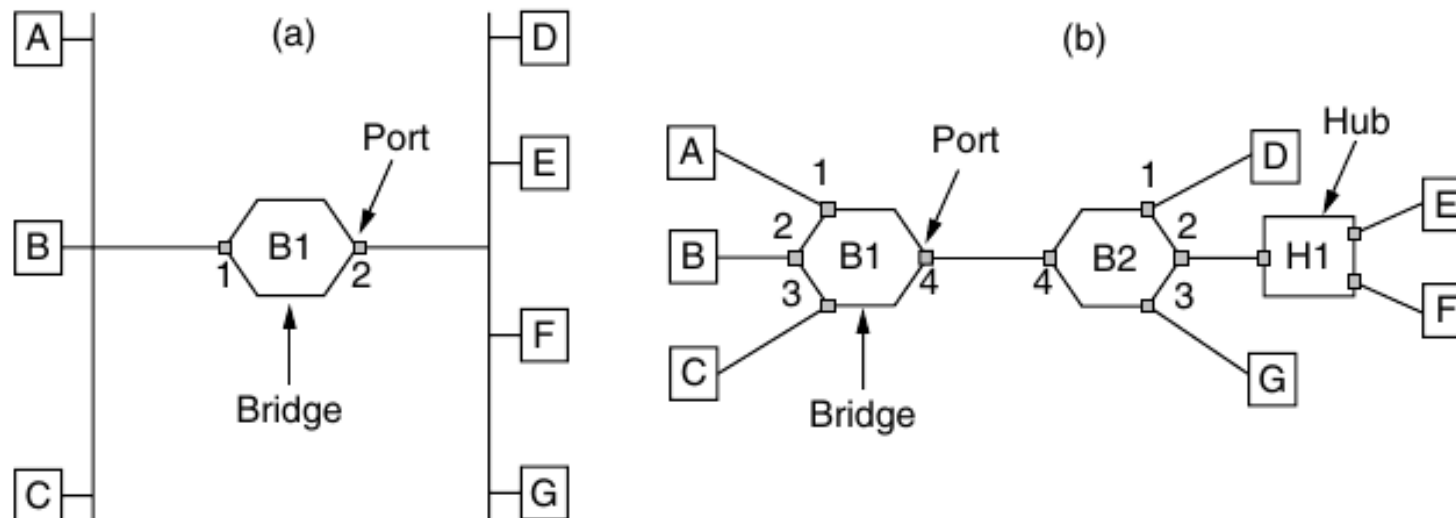
## ... 4.8.2 – Aprendizado das Bridges

- Quando as pontes são inicialmente conectadas, todas as tabelas de “hash” estão vazias, ou seja, nenhuma “bridge” sabe onde estão os destinatários;
  - “algoritmo de inundação” - ... cada quadro de entrada para um destino desconhecido é enviado para todas as LANs às quais a “bridge” está conectada, com exceção da LAN da qual o quadro originou.
- “Backward Learning” ou “Algoritmo do Aprendizado Reverso” - “bridges” operam no modo promíscuo, assim, elas vêem todo quadro enviado em qualquer uma das suas LANs.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.2 – Aprendizado das Bridges

- e.g., Seja a “bridge” B1 na Fig. 4.41 (b). B1 vê o “frame” em P3 vindo de “C”, então B1 sabe que “C” é atingível via P3, então insere uma entrada na tabela “hash”;
- ... qualquer “frame” subsequente endereçado para “C” vindo de B1 em qualquer outra porta será encaminhado por P3.



**Figure 4-41.** (a) Bridge connecting two multidrop LANs.  
(b) Bridges (and a hub) connecting seven point-to-point stations.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.2 – Aprendizado das Bridges

- “topologias dinâmicas” - ... sempre que uma entrada de “hash” é criada, o tempo de chegada do quadro é indicado na entrada.
- ... sempre que chega um quadro cujo destinatário já esteja na tabela, sua entrada é atualizada com a hora atual.
- ... assim, o tempo associado a cada entrada informa a última vez que foi visto um quadro proveniente dessa máquina.
- ... Periodicamente, um processo varre a tab. “hash” e expurga todas as entradas que tenham mais de alguns minutos.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

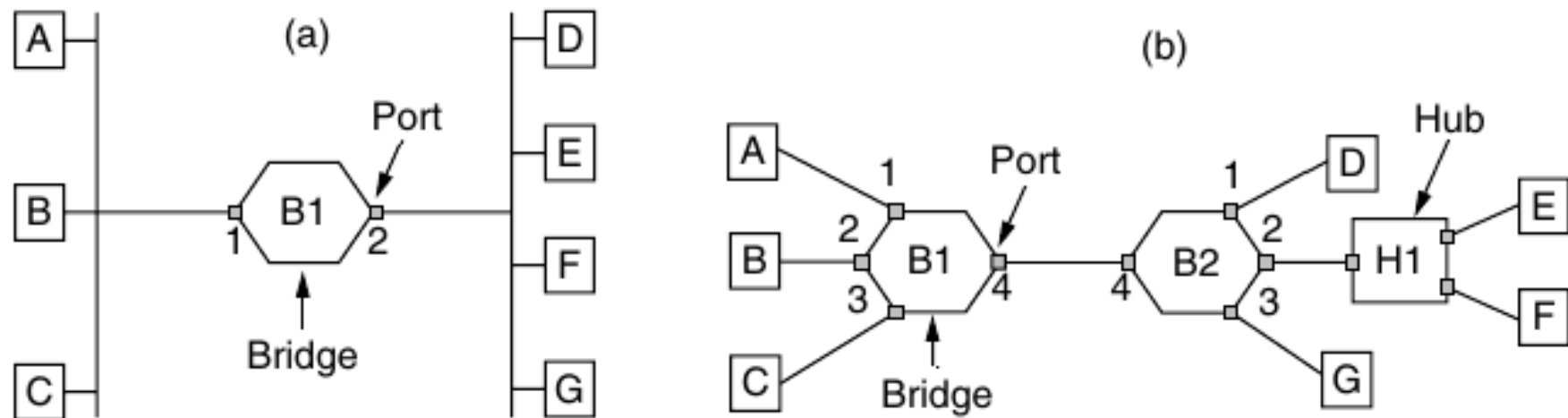
### ... 4.8.2 – Aprendizado das Bridges

- “procedimento de repasse” - ... considera a rede local de origem e a rede local de destino e segue as seguintes regras:
- 1ª ... se rede local de origem e rede local de destino forem uma só rede, o quadro será descartado;
- 2ª ... se rede local de origem e rede local de destino forem redes locais diferentes, o quadro será encaminhado;
- 3ª ... se rede local de destino for desconhecida, o quadro será difundido pelas redes locais por inundação.
  - “algoritmo de inundação” - ... cada quadro de entrada para um destino desconhecido é enviado para todas as LANs às quais a “bridge” está conectada, com exceção da LAN de que ele veio.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.2 – Aprendizado das Bridges

- “operação da bridge” - ... pode-se olhar para a operação de uma “bridge” em termos de pilha de protocolos para entender o que significa ser um dispositivo de camada de enlace.
- ... considere o “frame” enviado por A para D no cenário da Fig. 4.41 (a) e no qual as redes locais são “Ethernet”.

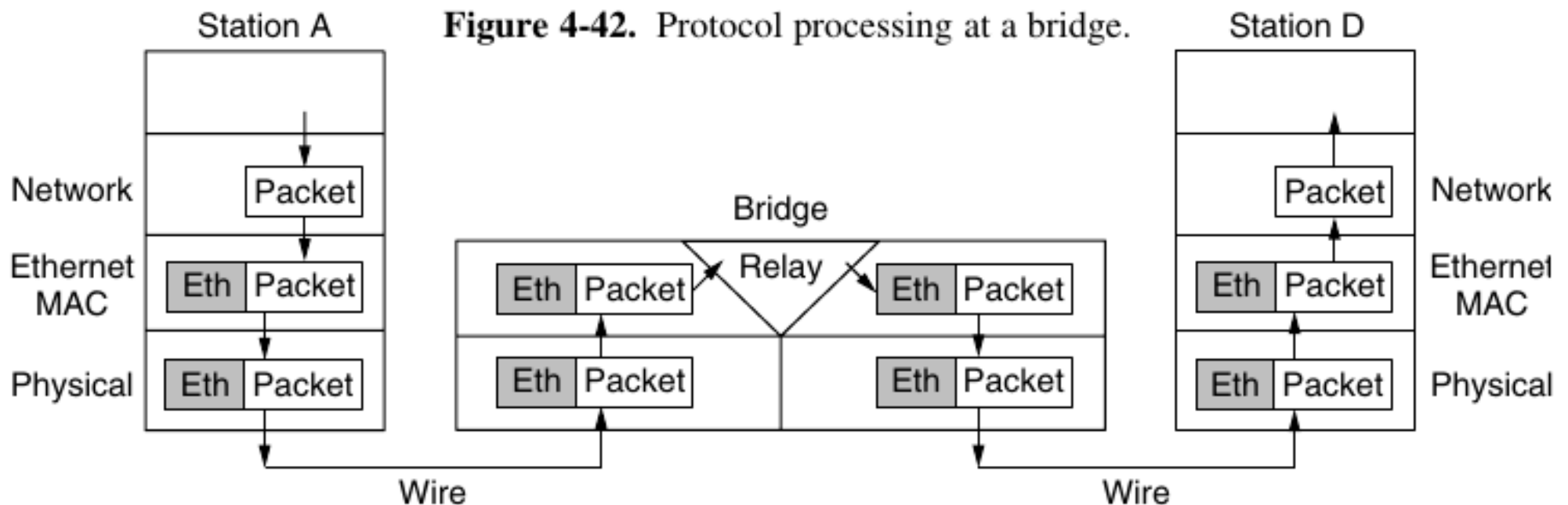


**Figure 4-41.** (a) Bridge connecting two multidrop LANs.  
(b) Bridges (and a hub) connecting seven point-to-point stations.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.2 – Aprendizado das Bridges

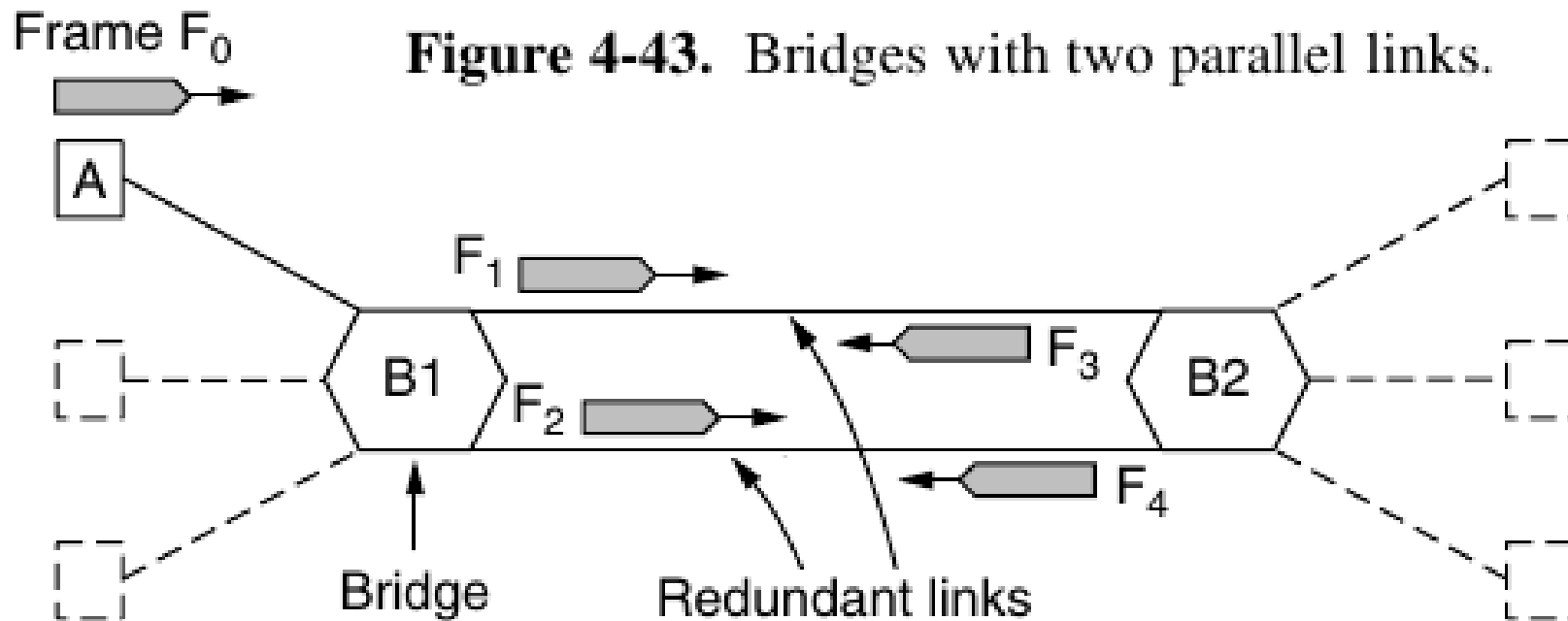
- ... “frame” irá transpassar a “bridge” .. (visão correspondente da pilha de protocolos é apresentada na Fig. 4.42).



## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### 4.8.3 – Bridges Spanning Tree

- “confiabilidade” - ... para aumentar a confiabilidade, enlaces redundantes podem ser utilizados entre “bridges”.
- ... projeto garante que se um dos enlaces é eliminado, a rede não será dividida em 02 conjuntos de estações que não irão se falar.

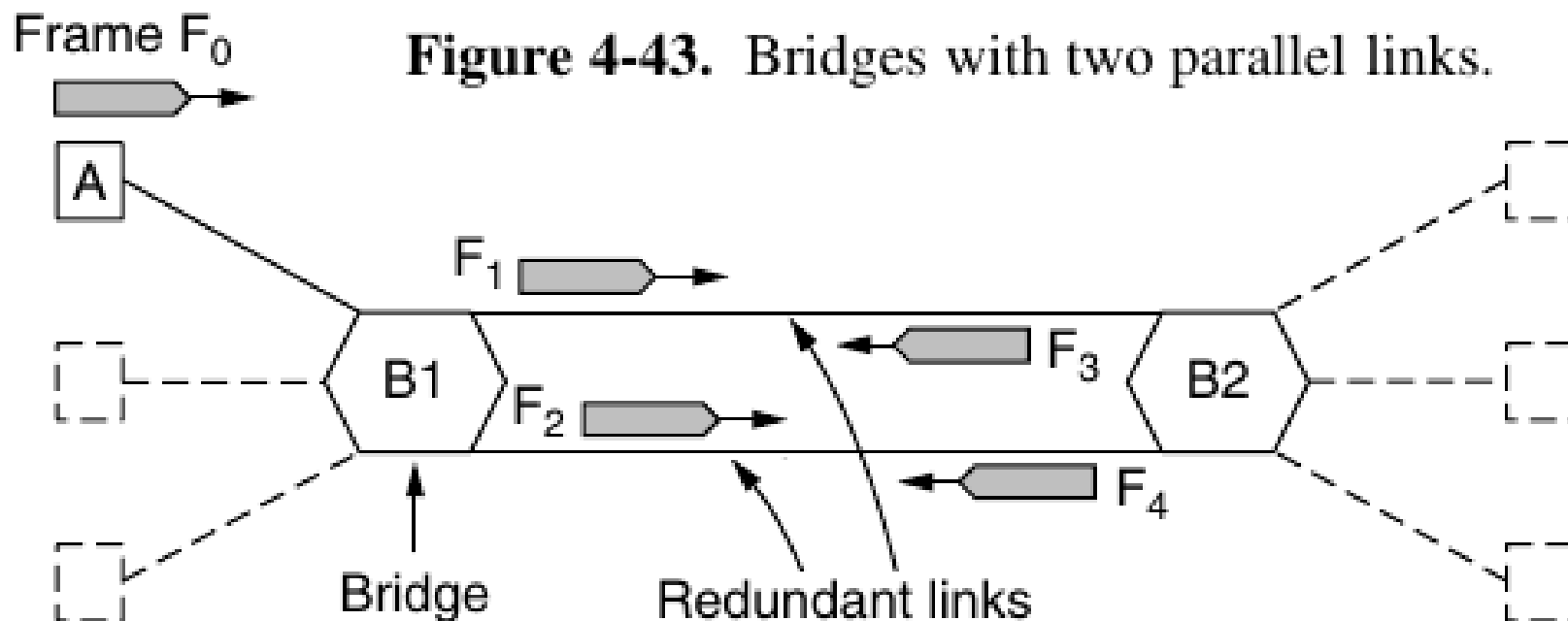




## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.3 – Bridges Spanning Tree

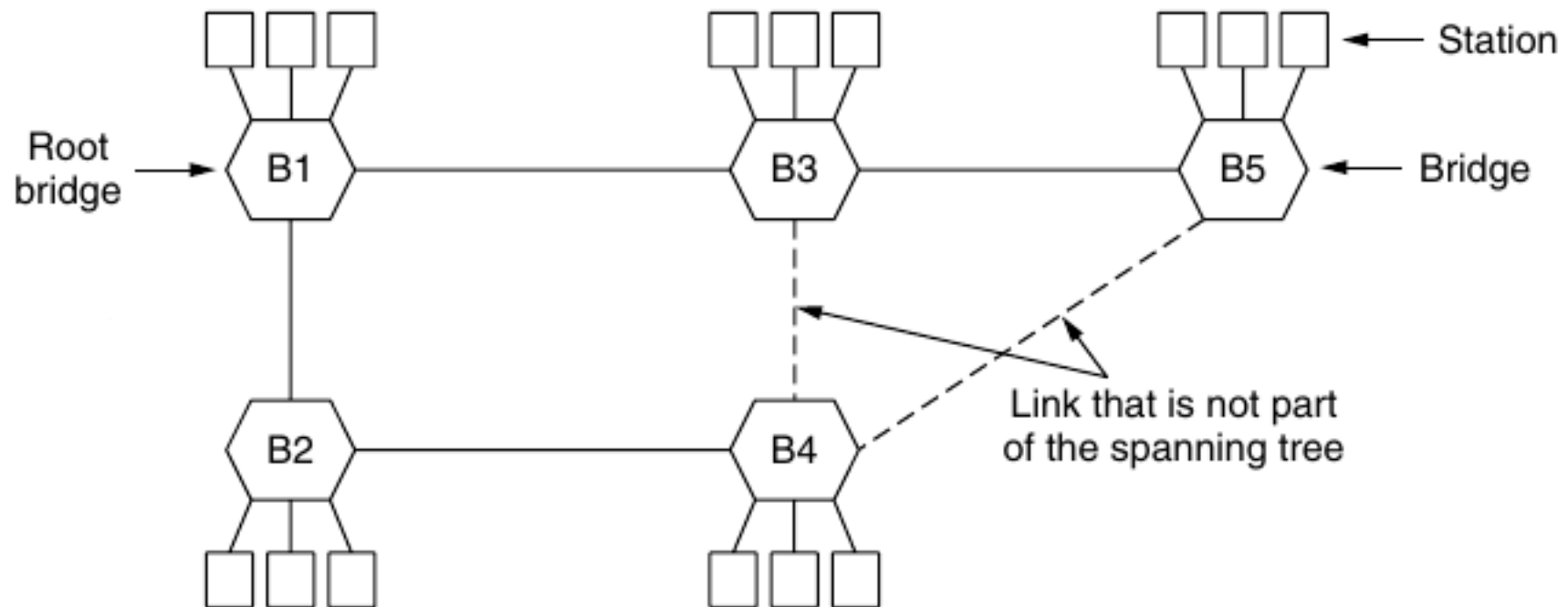
- “problema” - ... redundância introduz “loops” na topologia
  - ... como cada “bridge” segue a regra padrão para lidar com os destinos desconhecidos, ou seja, inundação dos quadros nos 02 enlaces.
  - ... após B1 ao receber o “frame”  $F_0$ , B1 envia as cópias  $F_1$  e  $F_2$  deste quadro para as suas outras portas (todas as portas).



## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.3 – Bridges Spanning Tree

- ... cada estação se liga a apenas uma “bridge”, mas há conexões redundantes entre as “bridges” que implica no encaminhamento de quadros em “loops” se todos os enlaces forem usados.

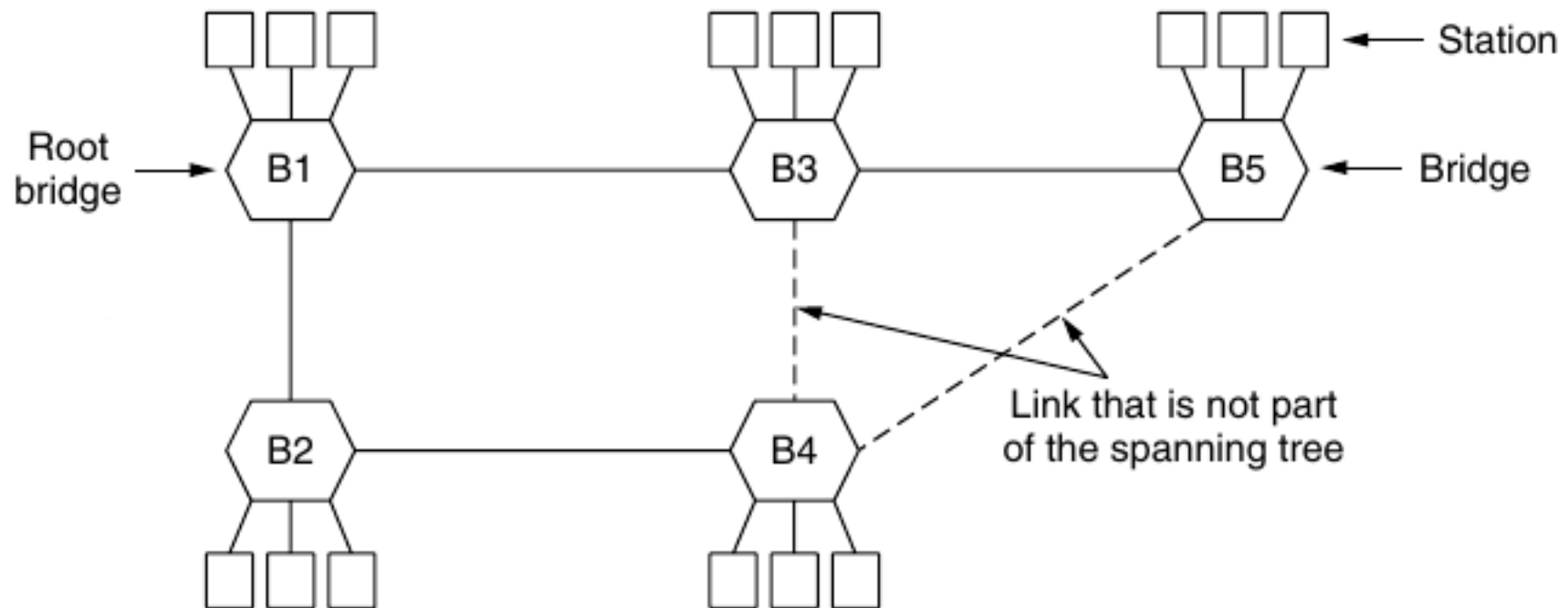


**Figure 4-44.** A spanning tree connecting five bridges.  
The dashed lines are links that are not part of the spanning tree.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.3 – Bridges Spanning Tree

- “solução” - ...sobreposição da topologia real por uma árvore geradora a partir da topologia e que atinja todos os nós.

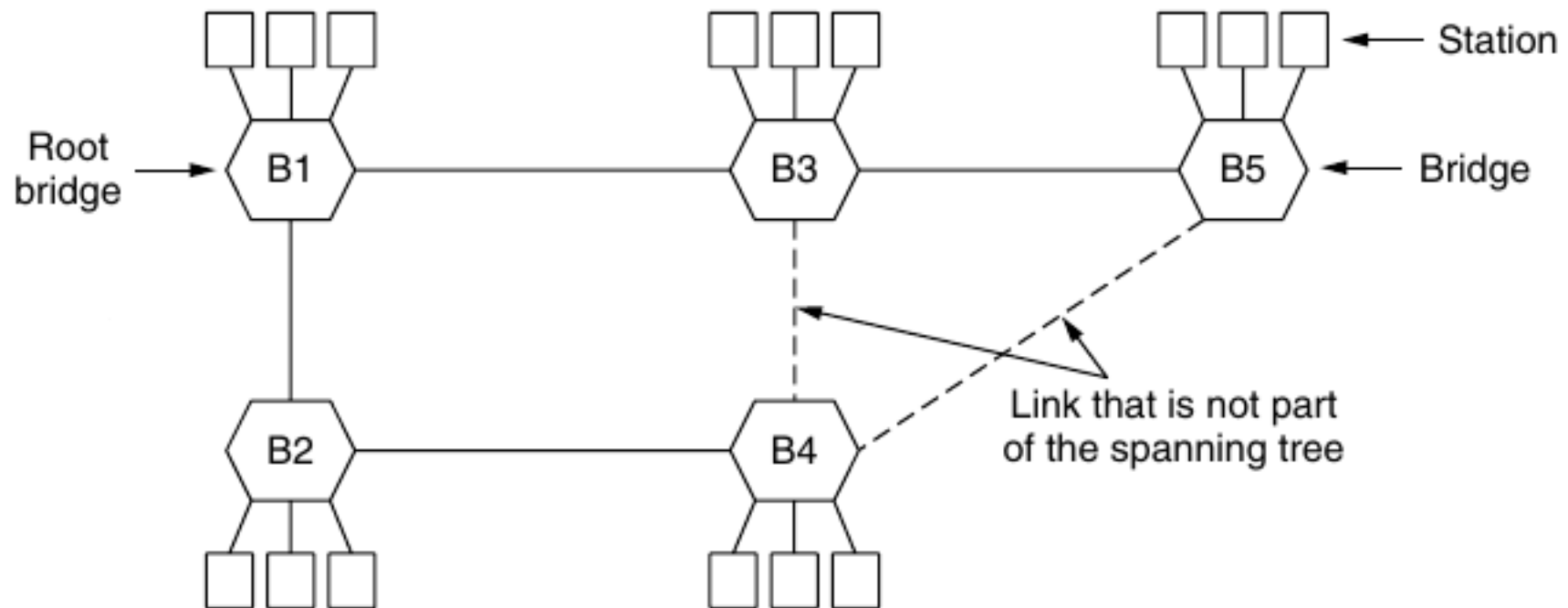


**Figure 4-44.** A spanning tree connecting five bridges.  
The dashed lines are links that are not part of the spanning tree.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.3 – Bridges Spanning Tree

- ... uma vez que as “bridges” concordem com a “spanning tree”, teremos um único caminho entre cada fonte e cada destino.



**Figure 4-44.** A spanning tree connecting five bridges.  
The dashed lines are links that are not part of the spanning tree.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.3 – Bridges Spanning Tree

- “spanning tree” - ... para construir a árvore, as “bridges” executam um algoritmo distribuído tendo por base as msgs. de configuração que recebem das “bridges” vizinhas.
- e.g., Na Fig. 4.44 as “bridges” B2 e B3 são atingíveis diretamente a partir de B1 em um salto → menor caminho.
- ... B4 é atingível em 02 saltos via B2 ou B3, assim, para quebrar esta ligação, o caminho via a “bridge” com menor identificador é escolhido, então B4 é atingível por B2.
- ... B5 é atingível em 02 saltos via B3 ou B4, assim, para quebrar esta ligação, o caminho via a “bridge” com menor identificador é escolhido, então B5 é atingível por B3.

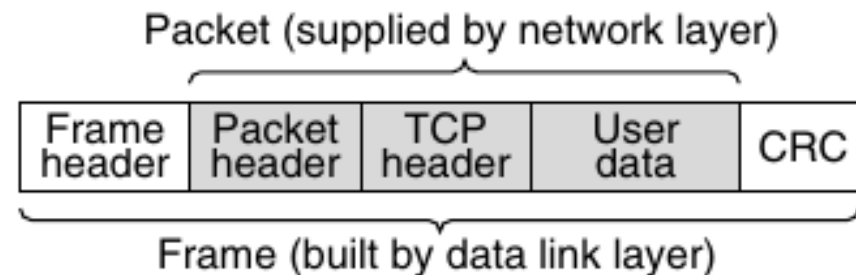
## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### 4.8.4 – Hubs, Bridges, Switches e Routers

- “hubs, bridges, switches e routers” - ... chave para entender estes dispositivos é perceber que operam em diferentes camadas.
  - ... diferentes dispositivos utilizam informações diferentes para decidir como comutar a informação de um enlace para outro.

Application layer	Application gateway
Transport layer	Transport gateway
Network layer	Router
Data link layer	Bridge, switch
Physical layer	Repeater, hub

(a)



(b)

**Figure 4-45.** (a) Which device is in which layer. (b) Frames, packets, and headers.

## ... 4.8.4 – Hubs, Bridges, Switches e Routers

- “repeaters” - ... dispositivos analógicos que manipulam sinais nos cabos com os quais estão conectados.
  - ... sinal analógico em um enlace (cabo) é filtrado, amplificado e colocado em um outro enlace (cabo);
  - ... repetidores não entendem “frames”, “packets” ou mesmo “headers”, mas reconhecem símbolos que codificam “bits” em “volts”.
- “Ethernet Clássica” ... projetada para permitir 04 repetidores que ao reforçar o sinal analógico, possibilitaram a extensão dos cabos de 500 m (comprimento inicial máximo) para 2.500 m.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.4 – Hubs, Bridges, Switches e Routers

- “hubs” - ... contempla inúmeras linhas de entrada que se juntam eletricamente, assim, “frames” que chegam em uma das linhas são encaminhados para todas as outras linhas;
  - ... como o sinal é repetido em todas as outras linhas (enlaces), todas as linhas de “hubs” operam na mesma velocidade.
  - ... por outro lado, se “frames” chegam ao mesmo tempo → colisão .. pois todos os enlaces constituem um único domínio de colisão)
- ... diferentemente do “repeaters”, “hubs” usualmente não amplificam sinais nas linhas de entrada e são projetados para acomodar múltiplas linhas de entrada com poucas diferenças.
  - ... assim como os “repeaters”, “hubs” são dispositivos da camada física e, por isso, não examinam endereços da camada de enlace.



## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.4 – Hubs, Bridges, Switches e Routers

- “bridge” - ... contemplam múltiplas portas, usualmente entre 04 e 48 linhas de entrada aderentes a um tipo de meio físico.
- ... diferentemente dos “hubs”, cada porta está isolada e constitui um domínio de colisão único;
- ... para porta com linhas “full-duplex”, não há a necessidade do CSMA/CD uma vez que temos um enlace ponto-a-ponto.
- ... “bridge” extrai o endereço do cabeçalho de um “frame” e busca na sua tabela informação acerca para onde encaminhá-lo.
- e.g., ... endereços de “frames” “ethernet” contém 48 bits e, são normalmente representados na base 16 .. “byte” a “byte”.

## ... 4.8.4 – Hubs, Bridges, Switches e Routers

- “bridges” - ... inicialmente projetada para interligar diferentes tipos de redes locais, tais como “ethernet” e “token ring”.
- ... interligar diferentes tipos de redes locais nunca funcionou bem em razão das grandes diferenças entre estas redes.
  - ... formatos diferentes de “frames” exigem cópia, remontagem do “frame” e recálculo do “checksum” → exige tempo de processador.
  - ... diferentes comprimentos máximos de “frames” constituem-se sérios problemas cujas soluções não são adequadas.
  - ... “segurança” e “qualidade de serviço” - ... 02 outras áreas onde as redes locais se diferem consideravelmente.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

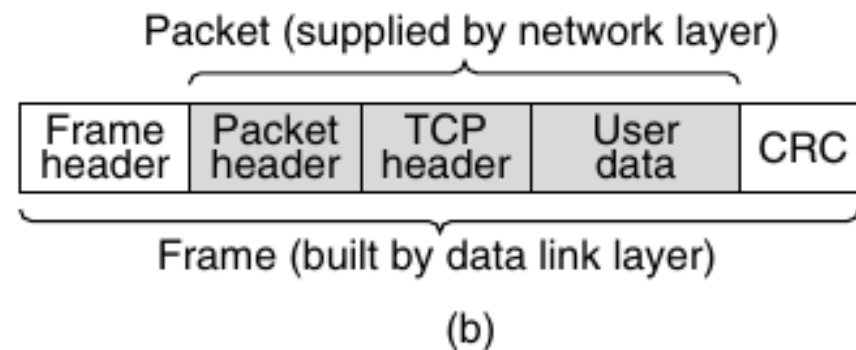
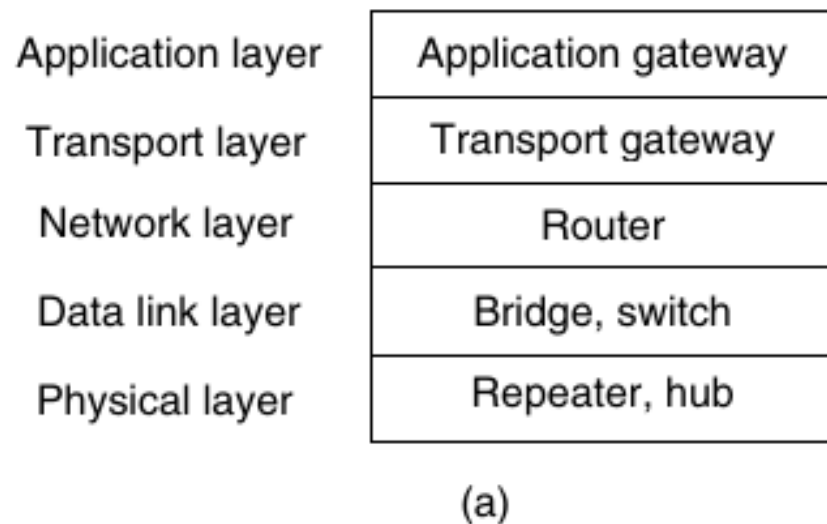
### ... 4.8.4 – Hubs, Bridges, Switches e Routers

- “bridges” - ... solução para a “ethernet” clássica, ou seja, permite a junção de algumas poucas redes locais e contemplam relativamente poucas portas para conexão.
- “switches” - ... são “bridges” modernas cujo nome contempla mais o apelo comercial do que aspectos técnicos diferentes.
- “switches” utilizam-se de enlaces ponto-a-ponto como par trançado, assim, computadores individuais ligam-se diretamente no “switch” que por sua vez contemplam inúmeras portas.
- Obs.: ... assim como “repeaters” e “hubs” são similares, “bridges” e “switches” contemplam similaridades entre si.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.4 – Hubs, Bridges, Switches e Routers

- “routers” - ... bem diferentes dos “repeaters”, “hubs”, “bridges” e “switches”, são responsáveis pelo roteamento dos “packets”.
- ... quando o pacote chega ao roteador, o cabeçalho e o rodapé do “frame” são retirados e o pacote localizado no campo “payload” do “frame” é repassado para o “software” de roteamento.



**Figure 4-45.** (a) Which device is in which layer. (b) Frames, packets, and headers.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.4 – Hubs, Bridges, Switches e Routers

- software de roteamento - ... utiliza informações do cabeçalho do pacote para decidir o caminho que o pacote irá tomar.
- e.g., Pacote IP contém endereços de 32-bits no IPv4 ou 128-bits no IPv6, mas o endereço IEEE 802 é 48-bits.
- ... software de roteamento não enxerga o endereço do “frame” e não sabe nem mesmo de onde o “frame” veio ...
  - ... ou seja, se da rede local ou de uma linha ponto-a-ponto !?

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

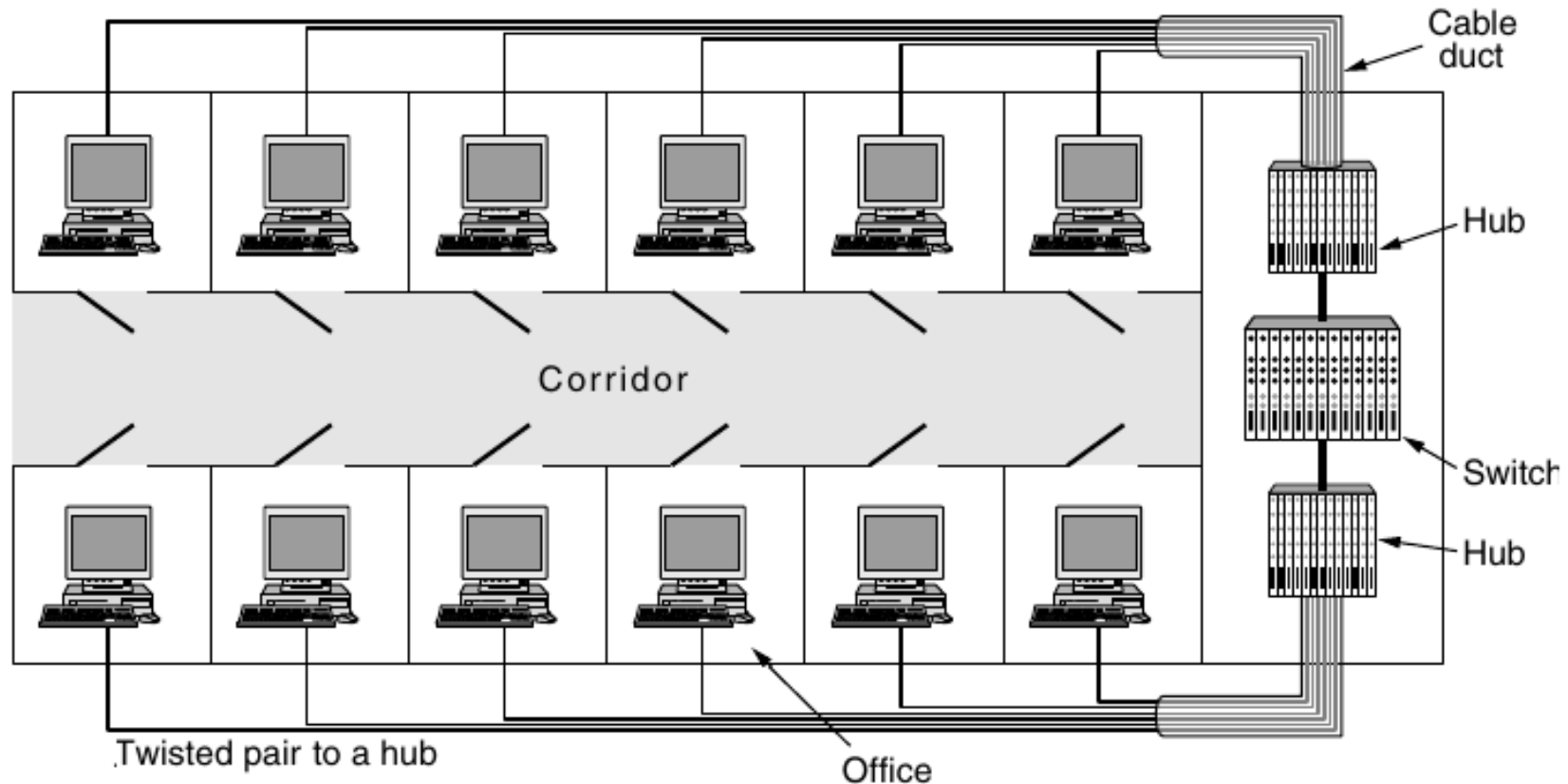
### 4.8.5 – Redes Locais Virtuais

- “primórdios das redes locais” - ... equipamentos eram interligados através de derivações de um cabo principal - “yellow cables” sem a preocupação da rede local ao qual pertenciam.
  - ... escritórios de pessoas próximas pertenciam a mesma rede local, ainda que pertencessem ou não à mesma rede local.
  - ... “yellow cable” - cabo coaxial (thin yellow cable / thick yellow cable)
- “1990s” - mudança radical face ao aparecimento do par trançado, pois as instalações tiveram seus cabos, considerados caros, eliminados para dar lugar aos cabos de pares trançados.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.5 – Redes Locais Virtuais

- “1990s” - instalações tiveram seus cabos, considerados caros, eliminados para dar lugar aos cabos de pares trançados.



**Figure 4-46.** A building with centralized wiring using hubs and a switch.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.5 – Redes Locais Virtuais

- “dias atuais” - ... “hubs” foram substituídos pelos “switches”, mas o padrão de cabeamento (par trançado) é o mesmo.
- ... agora tem-se a possibilidade de configurar redes locais logicamente e fisicamente, enquanto que no passado a possibilidade era apenas de configuração física.
- e.g., Como proporcionar a uma Companhia que adquiriu “k” “switches”, “k” Redes Locais (LANs) ?!
  - ... escolhendo-se cuidadosamente quais conectores utilizar em quais “switches”, os ocupantes de uma rede local podem ser escolhidos de modo que formem um grupo no sentido organizacional.



## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.5 – Redes Locais Virtuais

- “segurança” - ... administradores de rede normalmente organizam grupo de usuários como reflexo da estrutura organizacional, sem se preocupar necessariamente com o “layout” físico.
  - ... algumas redes locais contêm servidores de uso público enquanto outras redes locais contêm dados de uso restrito.
- Netes casos, colocar todos os computadores fisicamente em uma única rede local e não permitir que nenhum dos servidores seja acessado na rede local passa a fazer sentido !!!
  - ... muitos acham que este arranjo é impossível !!

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.5 – Redes Locais Virtuais

- “carga” - ... algumas redes locais tem mais tráfego que outras, então, separá-las pode ser uma solução.
- e.g., ... redes locais nas quais um grande nro de experimentos é executado, pode sair do controle e saturar a rede local.
  - ... embora uma solução possível seja aumentar a largura de banda da rede, a relação custo x benefício pode não favorecer a mudança.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.5 – Redes Locais Virtuais

- “broadcast traffic” - ... “bridges” usam o tráfego de difusão quando a localização do destino não é conhecida, assim como protocolos de camadas superiores também usam “broadcasting”.
- e.g., ... quando um usuário quer encaminhar um pacote para um endereço “X” IP, como ele sabe qual endereço MAC deve ser usado para inserir no “frame” ??
- ... faz-se um “broadcast” com um “frame” com a pergunta “Quem detém o endereço IP X ?” .. aguarda-se pela resposta.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.5 – Redes Locais Virtuais

- “broadcast” - ... consome mais capacidade da rede local que “frames” regulares, pois ele deve ser entregue a todos os nós.
- ... assim, não manter as redes locais tão grandes quanto poderiam ser, reduz o impacto do tráfego “broadcast”.
- “broadcast storm” - ... tráfego que gera mais tráfego.
  - ... capacidade total da rede local é ocupada por “frames”;
  - ... todas as máquinas em nas redes locais interconectadas estão apenas processando e descartando os “frames” de “broadcast”.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

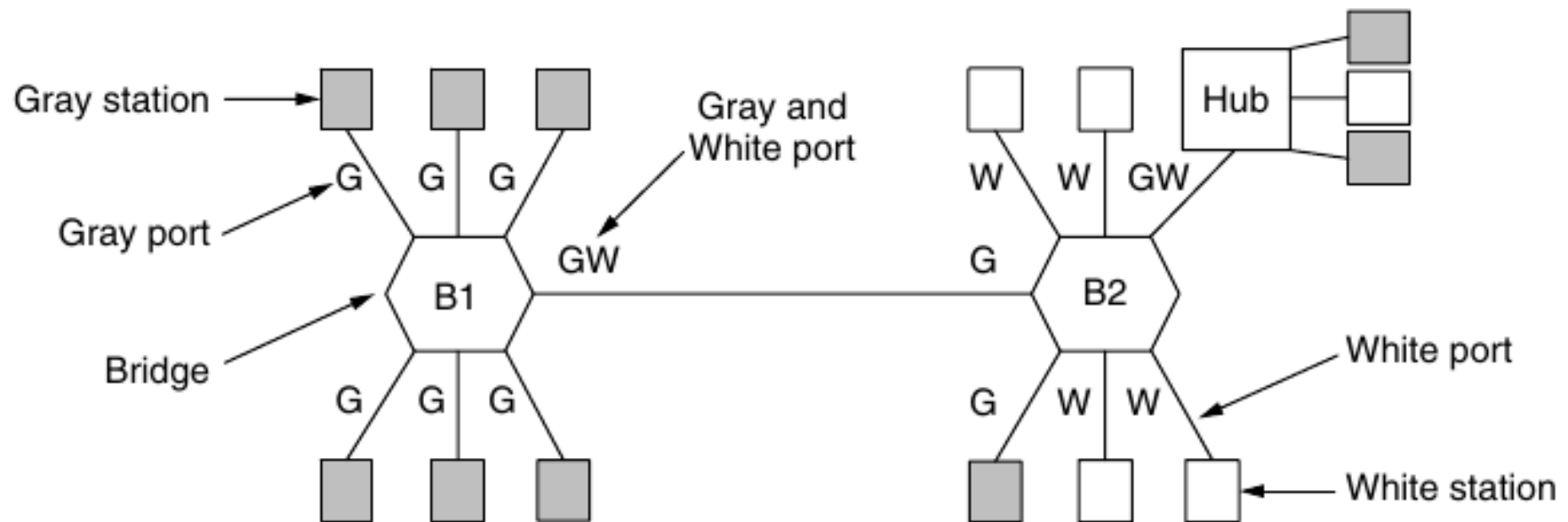
### ... 4.8.5 – Redes Locais Virtuais

- “Virtual LAN” - ... padronizado pelo Comitê IEEE 802 é utilizado largamente por diferentes organizações.
- ... para configurar um rede baseada em VLANs, o administrador de rede define a quantidade de VLANs; quais computadores estarão em qual VLAN e como as VLANs serão chamadas.
- ... frequentemente e informalmente VLANs são nomeadas por cores, assim é possível imprimir diagramas mostrando o “layout” físico das máquinas com os membros na cor da VLAN.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.5 – Redes Locais Virtuais

- Fig. 4.47 contempla 09 máquinas na VLAN G - “gray” e 05 máquinas pertencem a VLAN W - “white” .. e espalhadas ao longo de 02 “switches”, incluindo 02 conectadas por “hubs”.

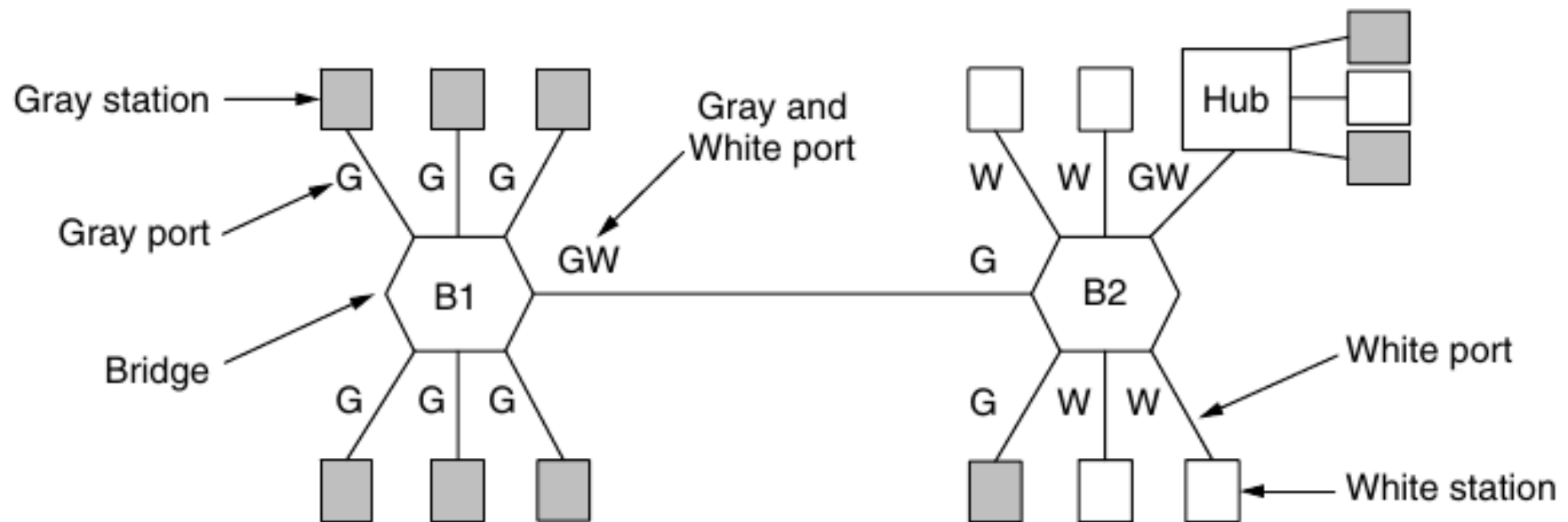


**Figure 4-47.** Two VLANs, gray and white, on a bridged LAN.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.5 – Redes Locais Virtuais

- e.g., ... suponha que um estação “gray” ligada na “bridge” B1 envie um “frame” para um destinatário não observado ainda.
  - ... “bridge” B1 irá receber o “frame” e verificar se ele veio de uma máquina na VLAN “gray” e irá inundar todas as portas cujo rótulo é “G”, exceto a porta da qual o “frame” chegou;

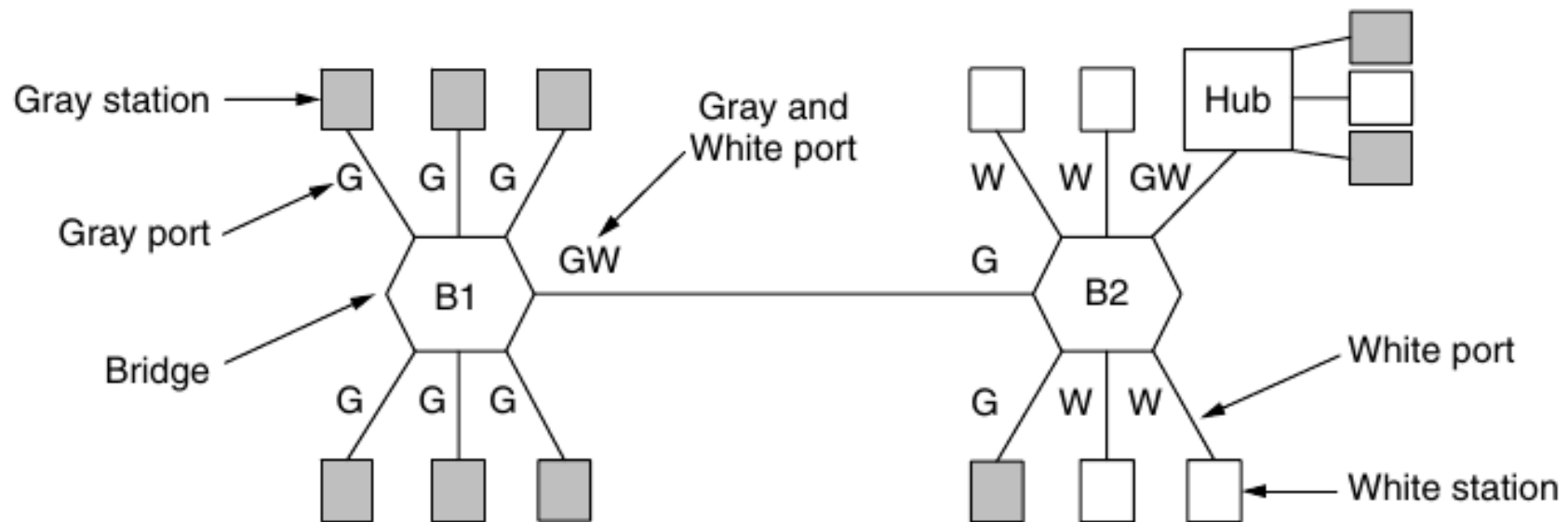


**Figure 4-47.** Two VLANs, gray and white, on a bridged LAN.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.5 – Redes Locais Virtuais

- e.g., ... suponha que um estação “gray” ligada na “bridge” B1 envie um “frame” para um destinatário não observado ainda.
  - ... “frame” será enviado para as demais 05 estações ligadas a B1 assim como para o enlace que liga B1 a “bridge” B2;
  - ... B2 por sua vez, encaminha o “frame” para todas as portas G;



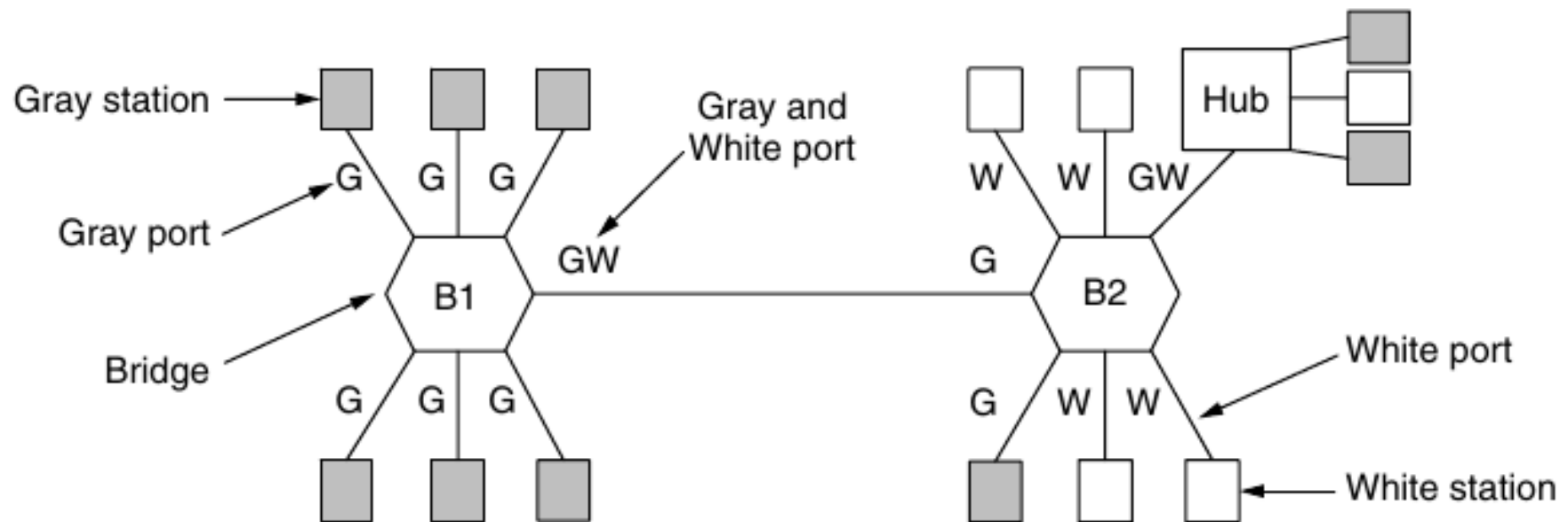
**Figure 4-47.** Two VLANs, gray and white, on a bridged LAN.



## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.5 – Redes Locais Virtuais

- e.g., ... suponha que um estação “gray” ligada na “bridge” B1 envie um “frame” para um destinatário não observado ainda.
  - ... B2 envia para uma estação e para o “hub” que, por sua vez, transmite o “frame” para todas as suas estações (“cinza” e “branco”).



**Figure 4-47.** Two VLANs, gray and white, on a bridged LAN.

## 4.8 – Comutação na Camada de Enlace

### ... 4.8.5 – Redes Locais Virtuais

- e.g., ... suponha que um estação “gray” ligada na “bridge” B1 envie um “frame” para um destinatário não observado ainda.
  - ... “bridge” B1 irá receber o “frame” e verificar se ele veio from de uma máquina na VLAN “gray” e irá inundar todas as portas cujo rótulo é “G”, exceto a porta da qual o “frame” chegou;
  - ... “frame” será enviado para as demais 05 estações ligadas a B1 assim como também para o enlace que liga B1 a “bridge” B2; e B2 por sua vez, encaminha o “frame” para todas as portas G;
  - ... B2 envia para uma estação e para o “hub” que, por sua vez, transmite o “frame” para todas as suas estações.
- Obs.: ... “frame” não é enviado para portas que não “G”, pois a “bridge” sabe que não há máquinas na VLAN “gray” que possam ser alcançadas por estas portas.