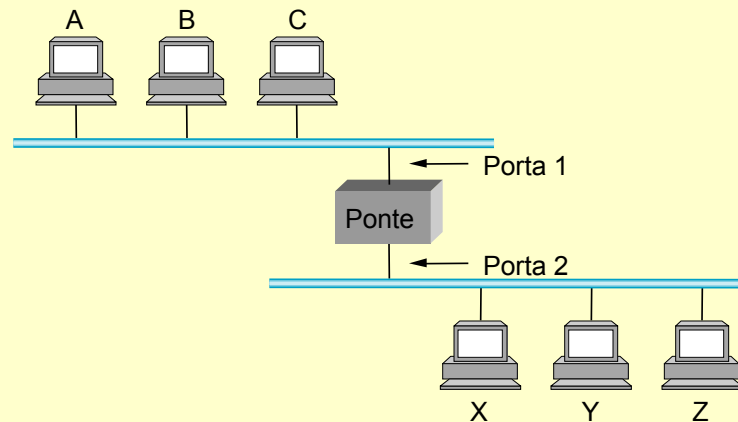


Comutação de pacotes: LANs Comutadas

Prof. Dr. S. Motoyama

Pontes e LANs estendidas

- LANs possuem limitações físicas (por exemplo, 2500m)
- Problema: Como conectar efetivamente múltiplos segmentos de LANs?
- Uma *ponte* conecta duas ou mais LANs
 - estratégia de aceitar e encaminhar
 - conexão nível 2 (não inclui cabeçalho de pacote)

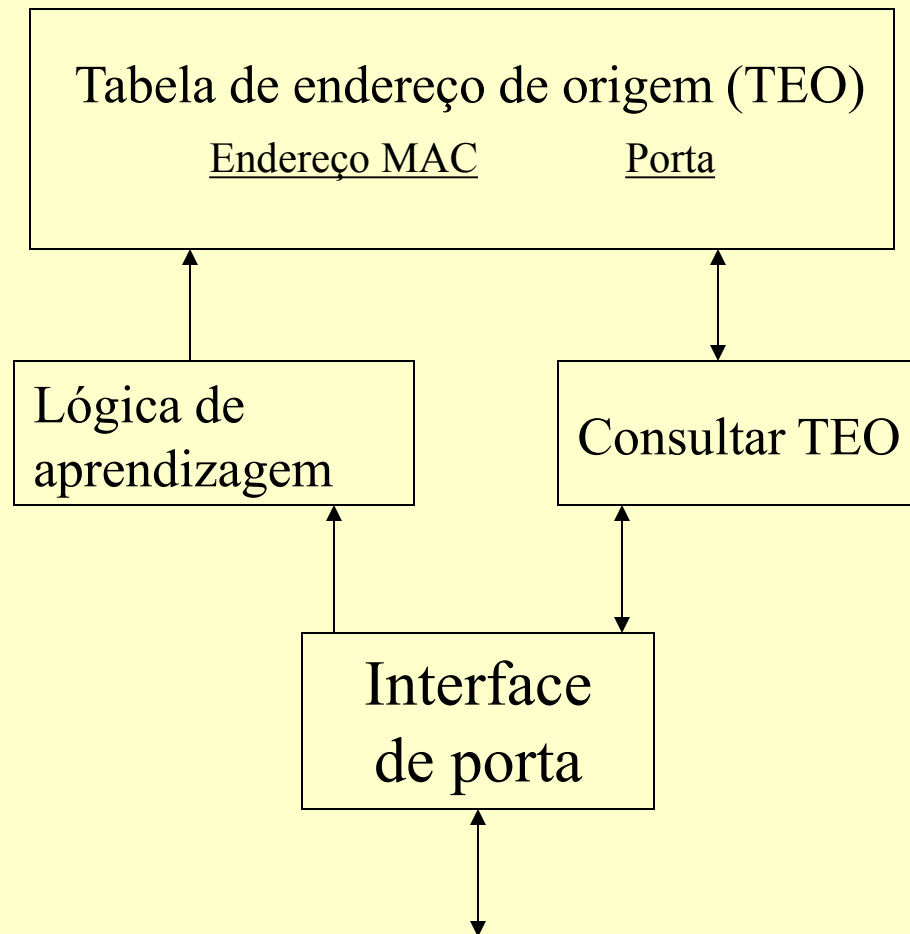


- Switch Ethernet = Ponte sofisticada

Modelo básico de um switch de LAN

- Switches de LAN são operacionalmente equivalentes a uma ponte transparente (IEEE 802.1D).
 - Usa um algoritmo de árvore de amplitude
 - Usa um espaço de endereço MAC de 48 bits (para Ethernet)
- Um switch de LAN é constituído de
 - Lógica de encaminhamento/filtro: faz decisões de encaminhamento
 - Lógica de aprendizagem: associa portas a endereços MAC
 - Interface de porta: acessa a portas
 - Tabela de endereço de origem: cada entrada da tabela está associada a um tempo de vida.

Modelo básico de um switch



Lógica de aprendizagem

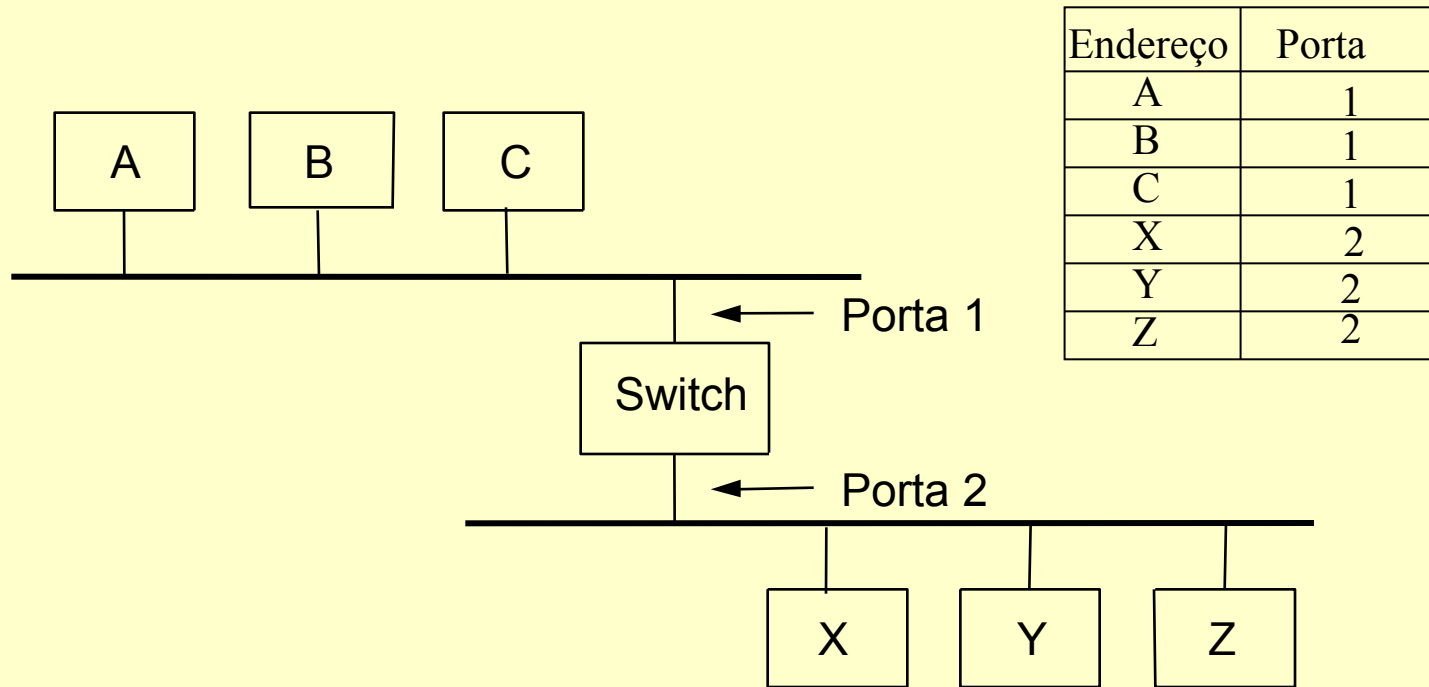
- Um switch recebe indiscriminadamente todos os quadros.
- Para cada quadro recebido, o switch armazena em um cache o endereço MAC da origem e a porta na qual o quadro foi recebido.
 - O endereço de broadcast or multicast não será utilizado como endereço de origem.
- O switch marca um tempo de vida para cada entrada no cache e após esse tempo elimina.

Lógica de encaminhamento

- Para cada quadro recebido, o switch consulta no seu cache o endereço MAC de destino especificado no quadro.
 - Se não encontrar, o switch encaminha o quadro para todas as portas com exceção da porta que o quadro foi recebido.
 - Se encontrar, e a porta especificada for diferente da qual foi recebido, o quadro é encaminhado nessa porta especificada.
 - Senão, o quadro é descartado.

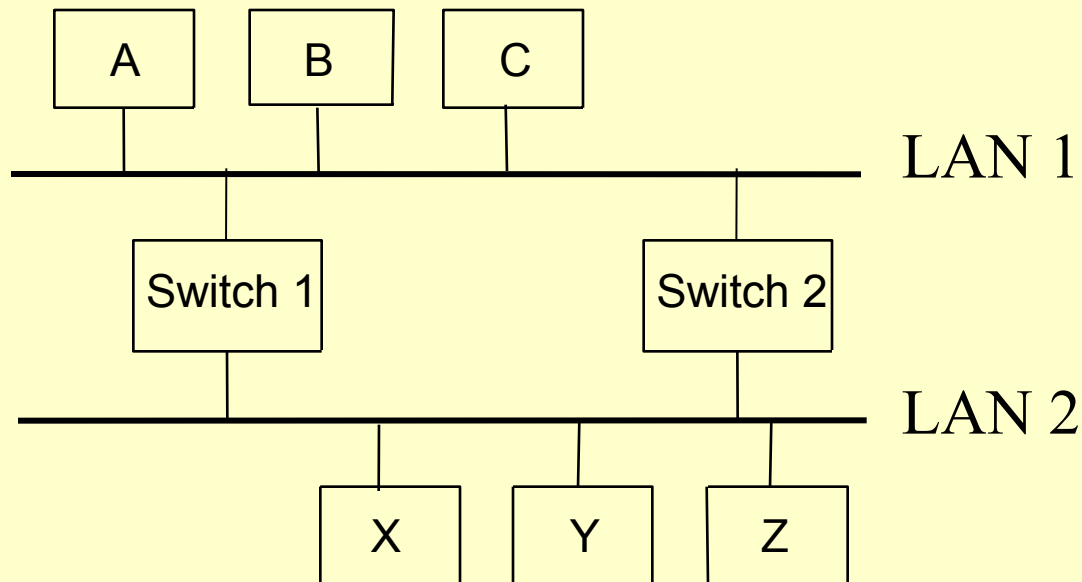
Um exemplo

- Inicialmente, suponha que o cache está vazio.
- Suponha a seguinte seqüência de transmissão de quadros: $A \rightarrow B$, $B \rightarrow A$, $A \rightarrow Z$, $Y \rightarrow A$.



LANs comutadas com loops

Suponha a configuração abaixo em que dois switches foram providenciados para fins de confiabilidade.

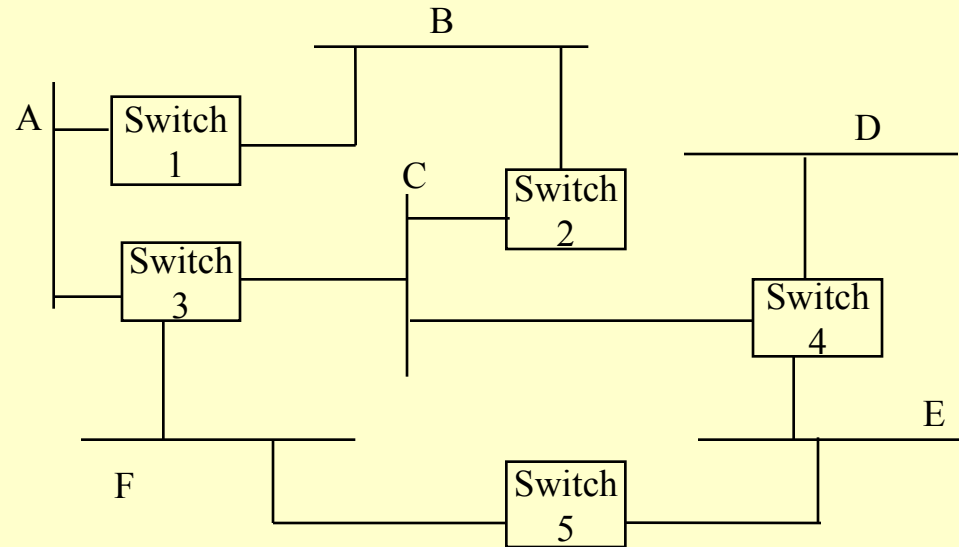


LANs comutadas com loops

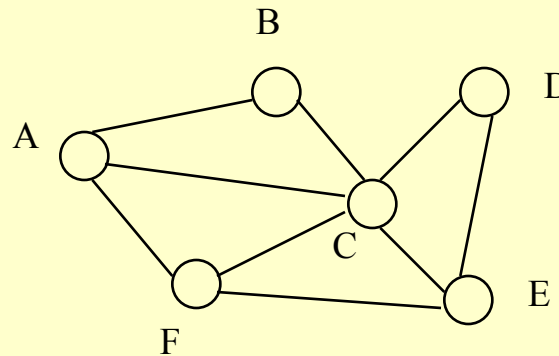
- Suponha que ambos os switches aprenderam os endereços MACs.
- Agora, quando A transmite um quadro de difusão,
 - Tanto B como C recebem o quadro.
 - Switches 1 e 2 encaminham cada um, uma cópia para a LAN 2.
 - Na LAN 2, quando a cópia do switch 1 é recebida por switch 2,
 - Altera a porta de A
 - E encaminha uma outra copia para a LAN 1.
- Dois problemas: Tabela de endereço incorreto e broadcast storm (tempestade de difusão).

Utilização do algoritmo de spanning tree (árvore de amplitude)

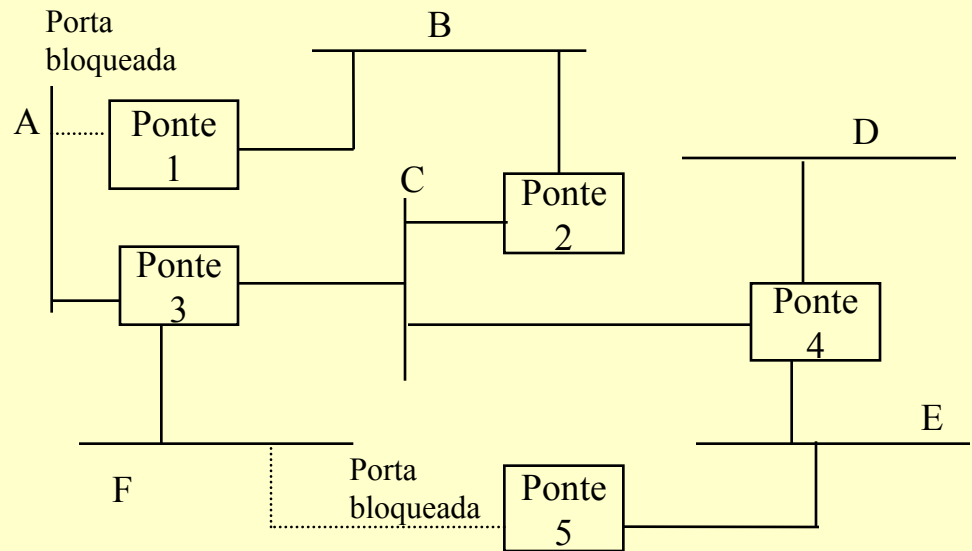
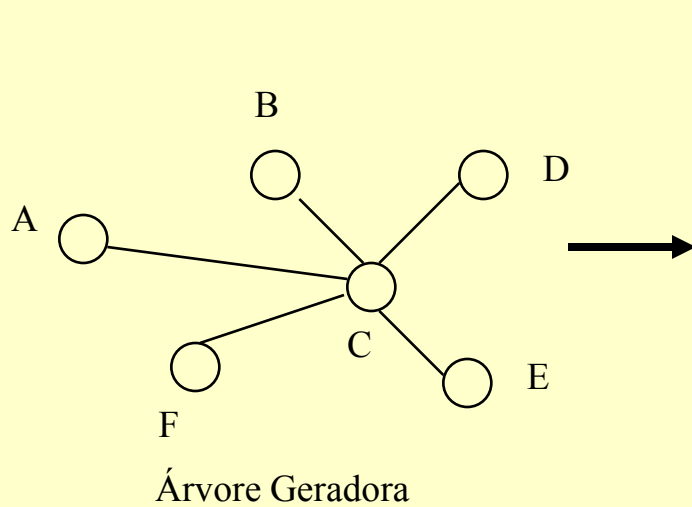
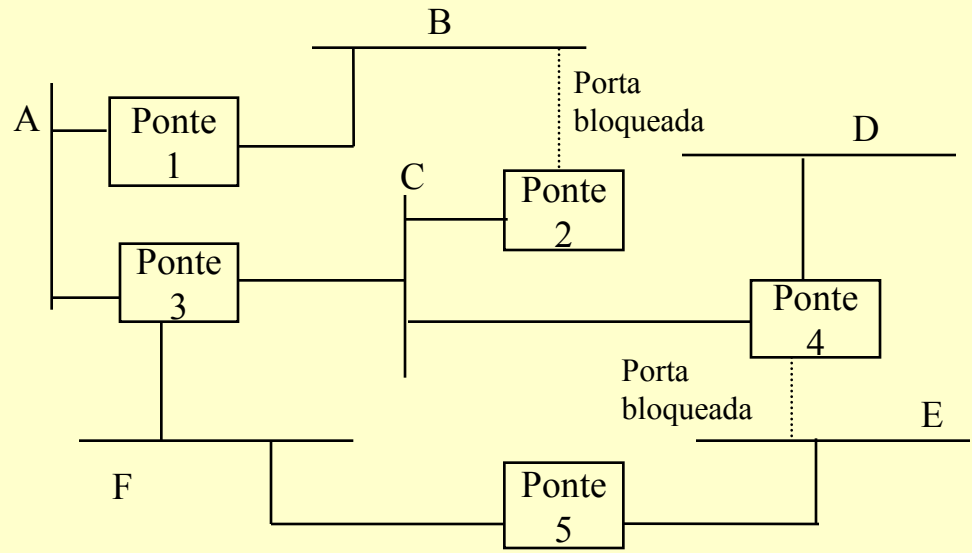
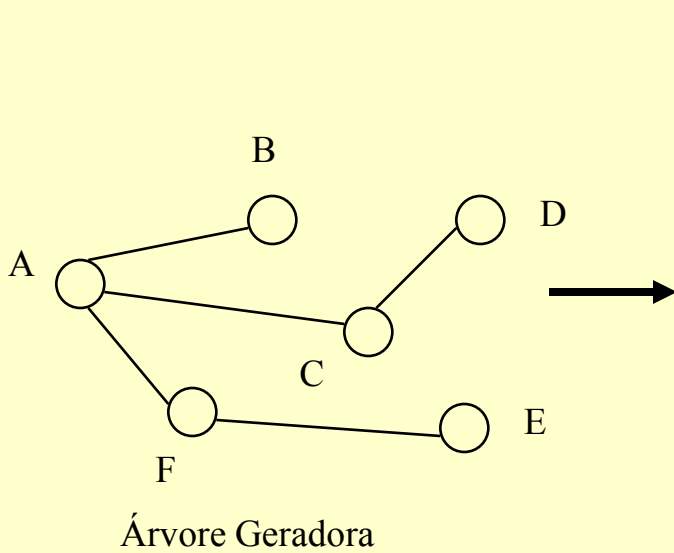
A, B, C, D, E e F
são LANs.



Grafo Correspondente:
Cada LAN corresponde a um nó.
Cada switch corresponde a um arco.



Algoritmo de spanning tree



Implementação do spanning tree

- É eleito um switch como switch raiz.
- Em cada LAN, no máximo uma porta de um switch (excetuando o switch raiz) está em estado de encaminhamento; as outras portas são colocadas em estados de bloqueio.
 - Quadros recebidos nas portas em estados de bloqueio serão descartados.
 - Quadros recebidos nas portas em estados de encaminhamento serão processados normalmente.

Protocolo de Spanning tree

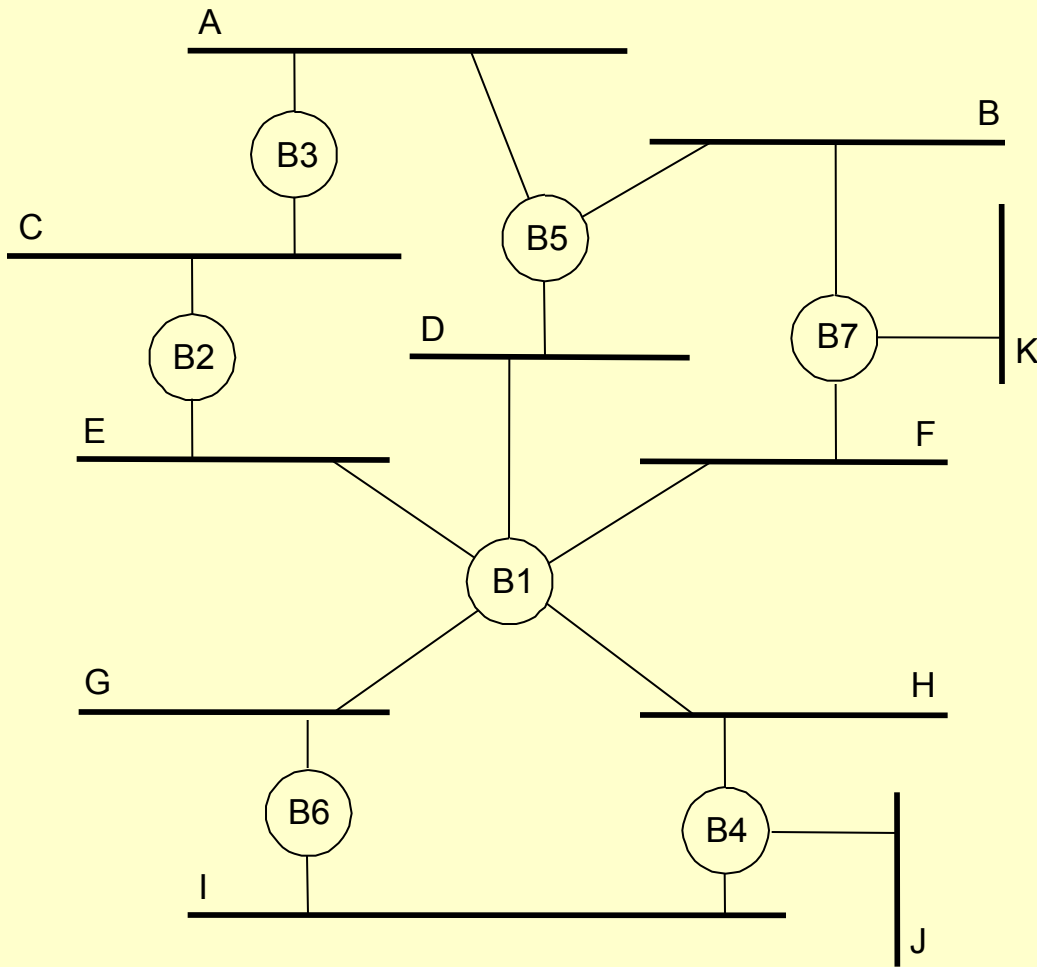
- Os switches transmitem mensagens (BPDUs) um para o outro para computar o spanning tree.
- Os BPDUs contem informações suficientes para que os switches possam:
 - Eleger um switch raiz. Cada switch possui id exclusivo (por exemplo, B1, B2, B3). Selecione o switch com menor id como raiz,
 - Encontrar um caminho mais curto para o switch raiz.
 - Para cada LAN, eleger um switch designado que é mais perto do switch raiz. Use id para desempatar.
 - Escolher uma porta (porta raiz) que dê o caminho mais curto para o switch raiz.

Protocolo de spanning tree

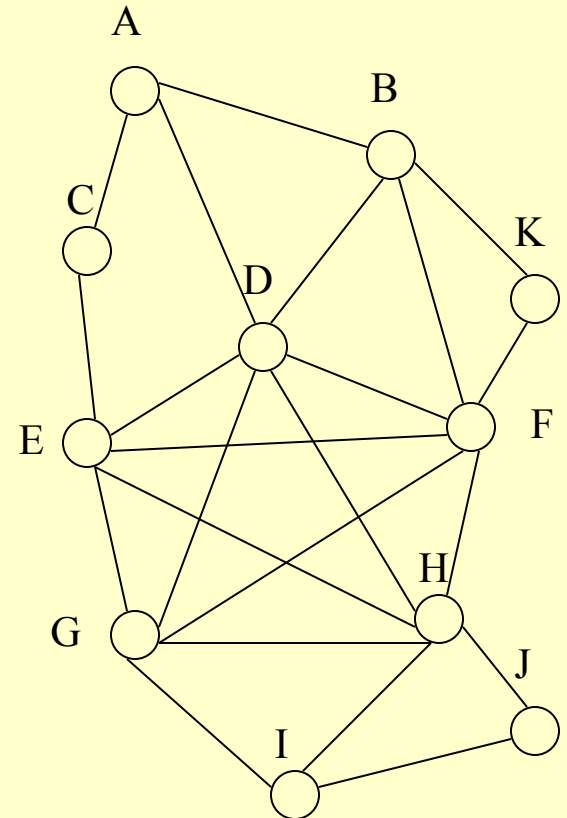
- Cada BPDU contém
 - O id do switch que está enviando a mensagem,
 - O id do switch que ele acredita ser o switch raiz,
 - A distância, medida em saltos, do switch origem para o switch raiz.
- Cada switch registra a melhor mensagem BPDU que foi observada em uma das suas portas.

Exemplo

LANs interconectadas



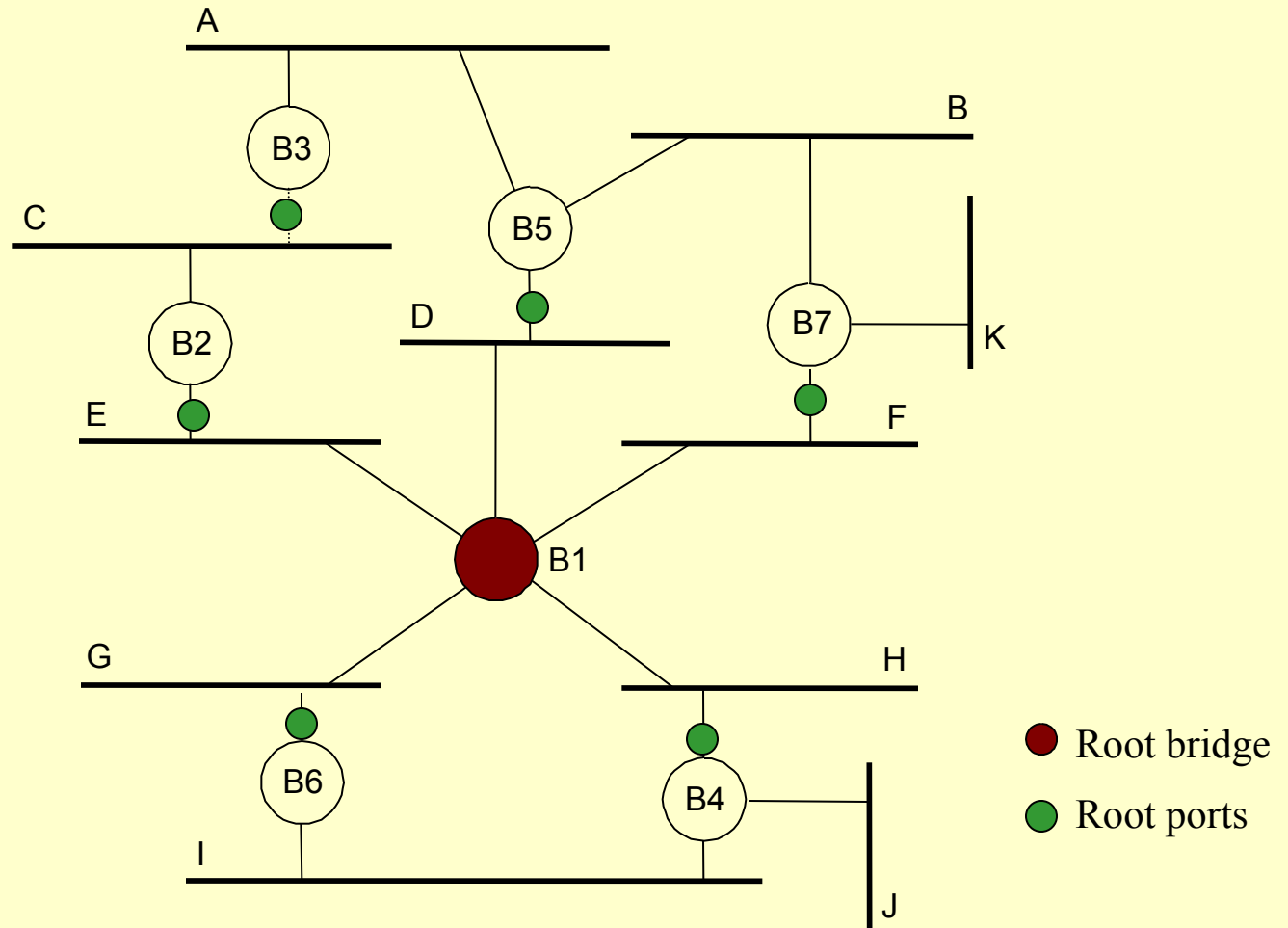
Grafo de conexao



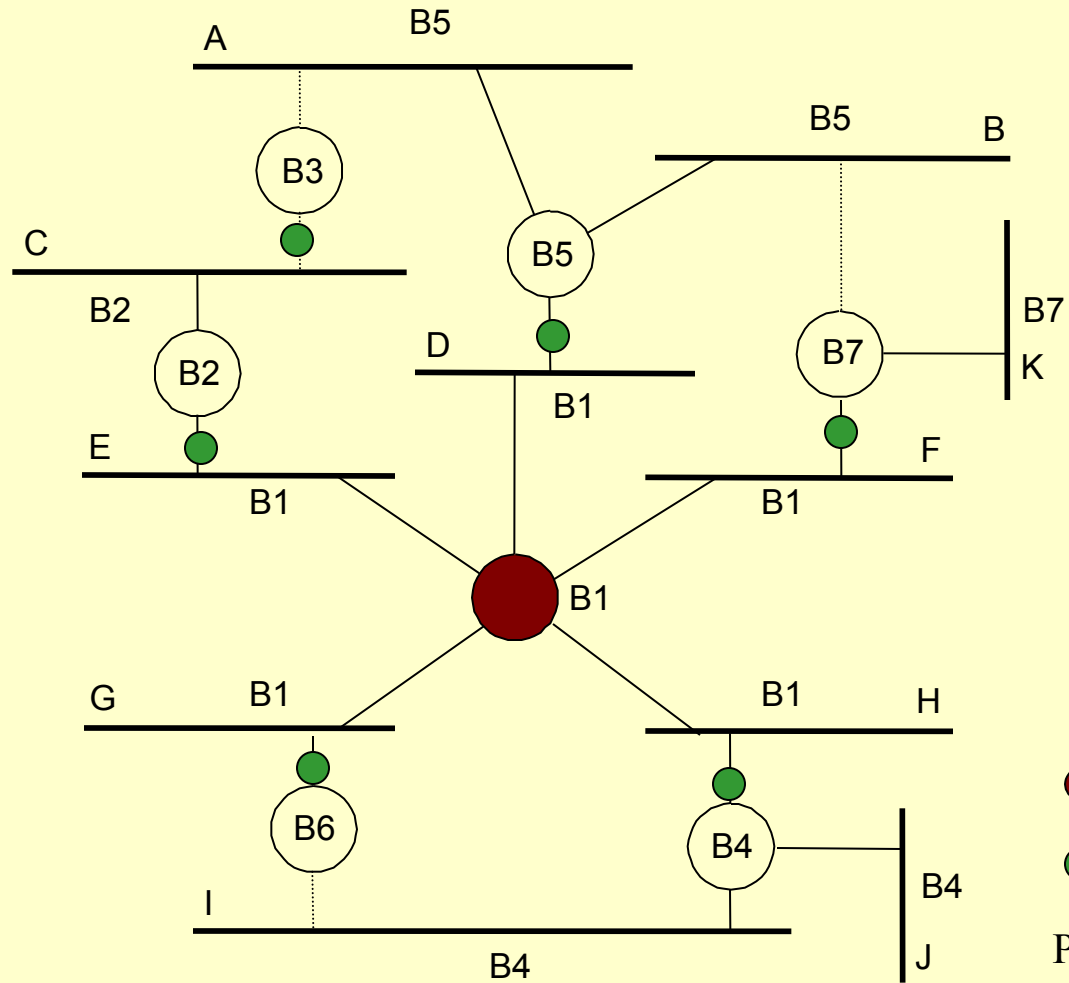
Exemplo

- Inicialmente, cada switch, por ex. B1, envia (B1, B1, 0) para todas as suas portas.
 - O que tem menor id é eleito o switch raiz.
- Então, B2, B4, B5, B6, and B7 enviam (Bx, B1, 1) para as outras LANs conectadas que não sejam aquelas conectadas a B1.
- Então, B3 envia (B3, B1, 2) para a LAN A.

Exemplo



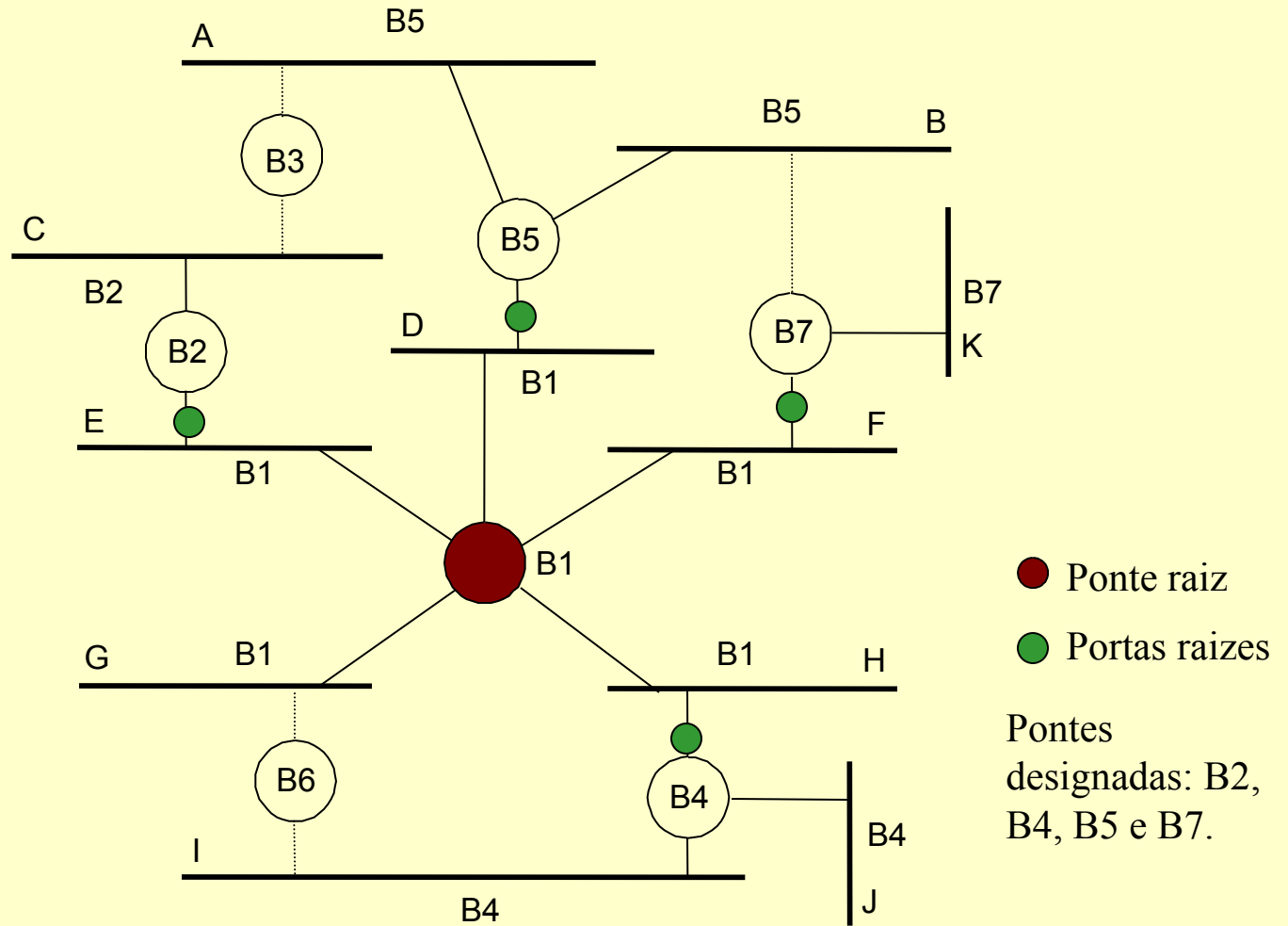
Exemplo



- Ponte raiz
- Portas raizes

Pontes designadas: B2, B4, B5 e B7.

Exemplo



Exemplo

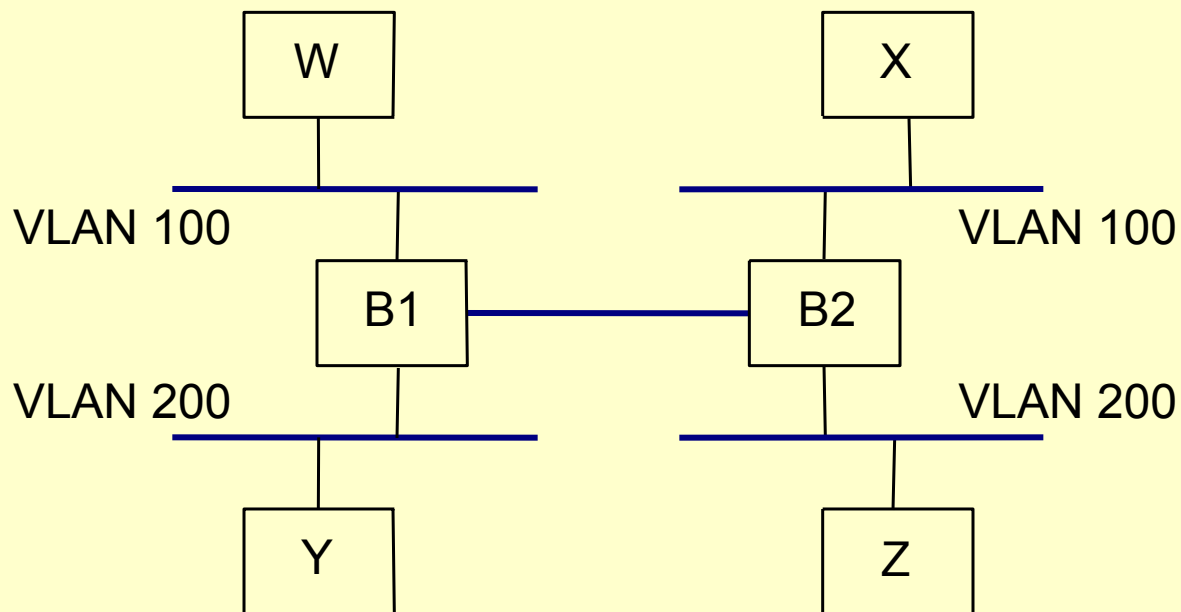
- Switches designados:
 - LAN A: B5 (mais perto do que B3)
 - LAN B: B5 (id menor do que B7)
 - LAN C: B2 (mais perto do que B3)
 - LAN D-H: B1 (mais perto do que qualquer outro switch)
 - LAN I: B4 (id menor do que B6)
 - LAN J: B4 (único switch)
 - LAN K: B7 (único switch)

Benefícios e Limitações dos switches

- Benefícios:
 - Uma rede com switch é geralmente muito mais rápida e mais econômico do que uma rede com roteador.
 - Suporte a LANs virtuais.
 - Experiências práticas mostram que as redes com switches podem proporcionar uma boa qualidade de fluxo de vídeo.
- Limitações:
 - Atenção especial para evitar broadcast storm (incluindo multicast), limitando, dessa forma, a sua escalabilidade.
 - Limitação nos tipos de LANs conectados ao switch.
 - O spanning tree não suporta o balanceamento de carga.

LANs Virtuais

- As LANs Virtuais permitem a um grupo de hosts que pode não estar conectado a uma mesma LAN parecer estar na mesma LAN.



LANs Virtuais

- Os membros de uma LAN virtual podem ser determinados baseados em:
 - Números de portas dos switches
 - Endereços MAC dos hosts
 - Endereços da camada superior dos hosts como endereço IP.
- Os switches que dão suporte a VLANs necessitam conhecer o número (ou cor) da VLAN associado com cada uma das suas portas, e comunicar essa informação a outros switches.

Exercício

1 Dada a LAN estendida mostrada na figura abaixo, indique quais portas não são selecionadas pelo algoritmo de árvore de amplitude.

