

Redes de Computadores

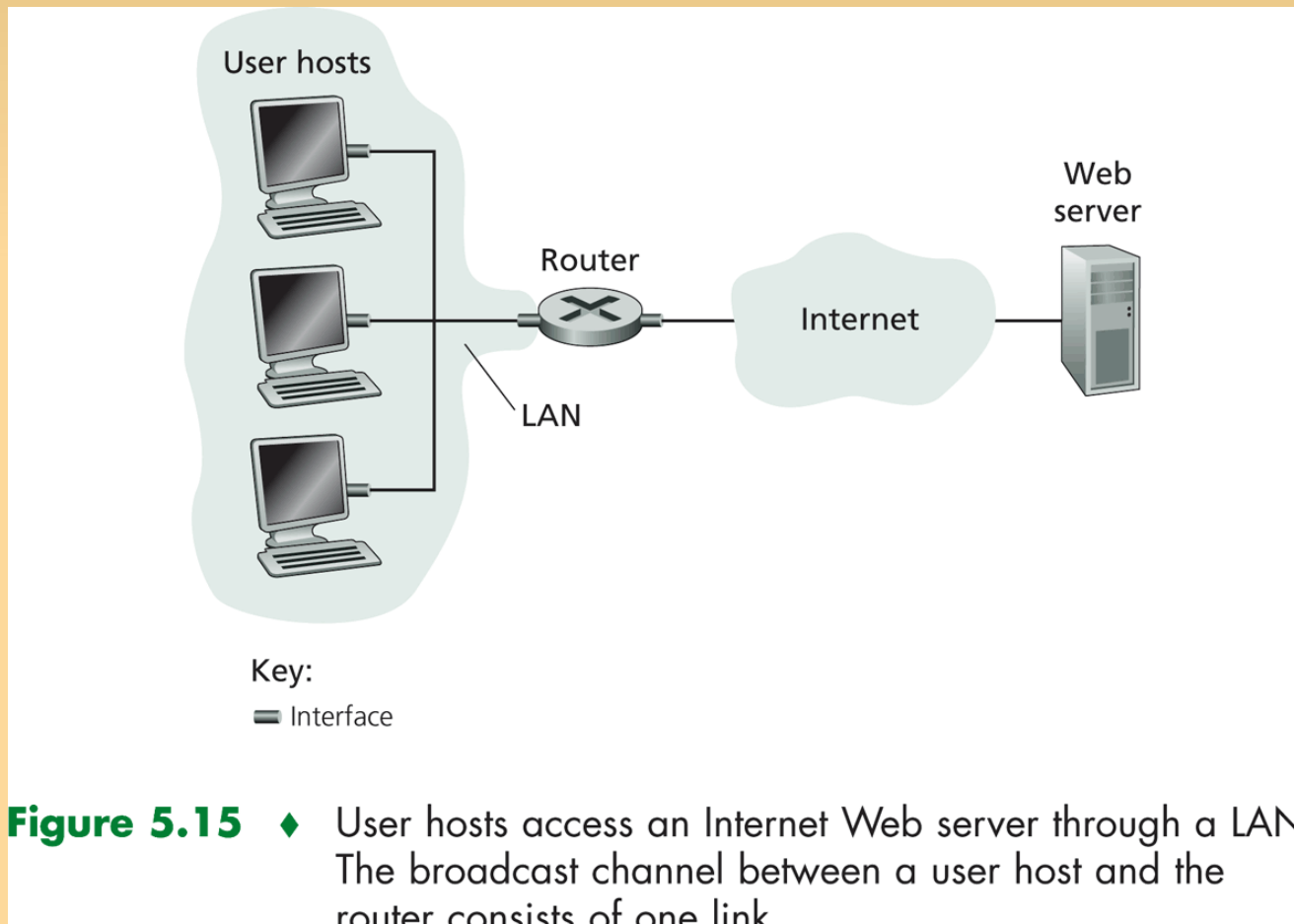
Endereçamento e Ethernet

Prof. Jó Ueyama
Junho/2017

Redes Locais

LAN: Local Area Network

concentrada em uma área geográfica, como um prédio ou um campus.



Tecnologias de Redes Locais

Década de 80 e início de 90:

Ethernet (IEEE802.3): redes de acesso aleatório;

Token Ring (IEEE802.5): passagem de permissão;

FDDI: passagem de permissão.

Atualmente:

Ethernet.

Camada de Enlace

- ! Funcionalidade:
 - transferência de dados entre elementos vizinhos da rede.
- ! Como identificar para qual nó (elemento vizinho) o quadro destina-se?

Endereços de Camada de Enlace

- Endereços IP de 32-bit:
endereços da *camada de rede*;
usados para levar o datagrama até a rede de destino.
- Endereço de LAN (ou MAC ou físico):
usado para levar o datagrama de uma interface física a outra fisicamente conectada com a primeira (isto é, na mesma rede).
notação hexadecimal: AB-DE-34-55-89-F0.

Endereços de Camada de Enlace

- ! 48 bits gravados na memória fixa (ROM) do adaptador de rede.
 - 24 bits fixos (alocados pelo IEEE);
 - 24 bits definidos pelo fabricante.
- ! é “flat” => portabilidade.
mobilidade entre LANs, sem reconfiguração.
- ! Analogia:
 - endereço MAC: CPF de uma pessoa;
 - endereço IP: endereço postal.

Endereços MAC em uma LAN

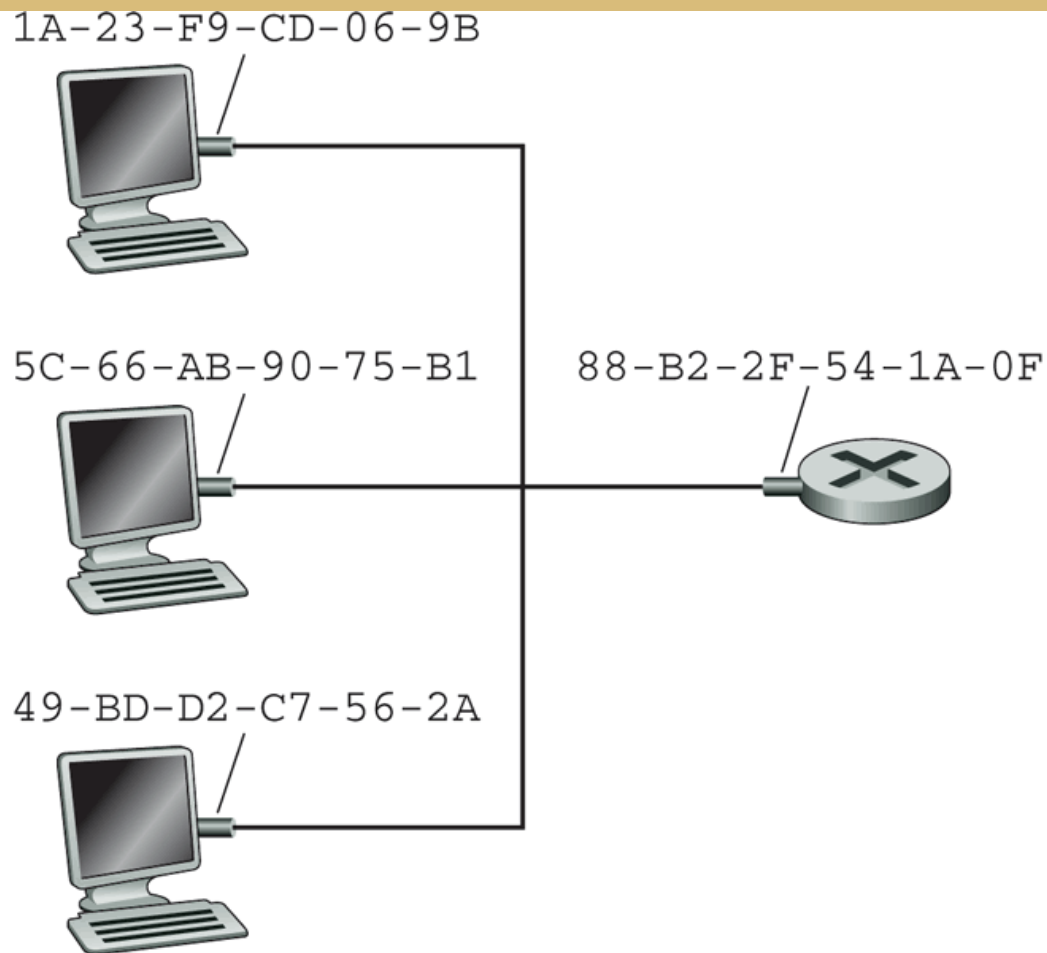


Figure 5.16 ♦ Each adapter connected to a LAN has a unique MAC address.

ARP (Address Resolution Protocol)

- ! RFC 826 define ARP Ethernet.
- ! Cada nó IP (**hospedeiro, roteador**) numa **LAN** tem um módulo e uma tabela ARP.
- ! Tabela ARP: mapeamento de endereços IP/MAC para alguns nós da LAN.
 - < endereço IP; endereço MAC; TTL >
 - TTL (Time To Live): tempo depois do qual o mapeamento de endereços será esquecido (tipicamente 20 min).

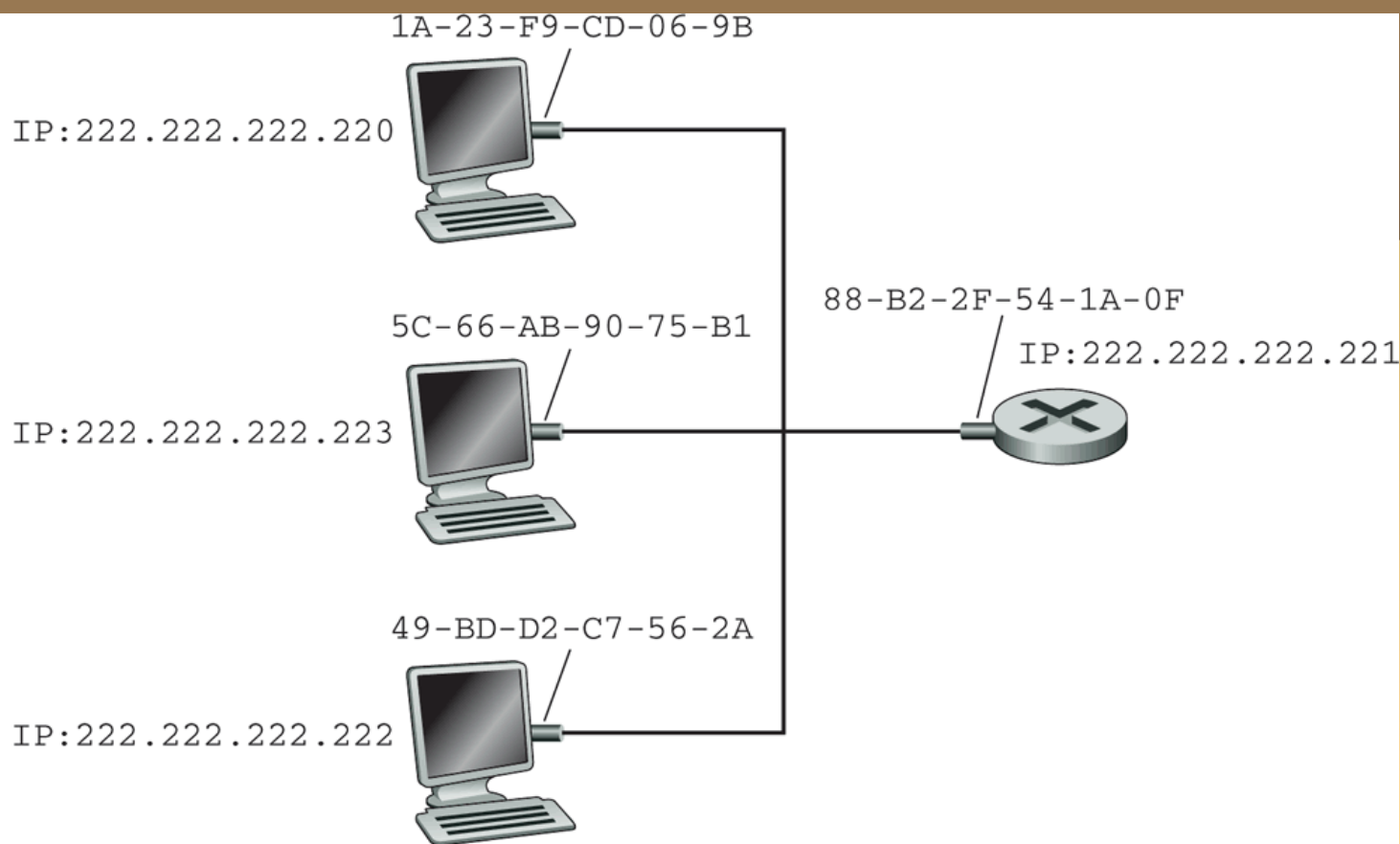


Figure 5.17 ♦ Each node on a LAN has an IP address, and each node's adapter has a MAC address.

IP Address	MAC Address	TTL
222.222.222.221	88-B2-2F-54-1A-0F	13:45:00
222.222.222.223	5C-66-AB-90-75-B1	13:52:00

Figure 5.18 ♦ A possible ARP table in node 222.222.222.220

Funcionamento do ARP

- ! Nó A quer enviar um datagrama para nó B, porém não possui endereço MAC do nó B.
- ! Nó A faz broadcast de pacote de consulta ARP, contendo o endereço IP do nó B:
 - endereço MAC destino = FF-FF-FF-FF-FF-FF (broadcast);
 - todas as máquinas na LAN recebem a consulta ARP.

Funcionamento do ARP (cont.)

- ! Nó B recebe o pacote ARP, e responde para nó.
 - Quadro enviado para o endereço MAC do nó A (unicast).
- ! Nó A atualiza a tabela ARP com o par de endereços IP e MAC.
 - Soft state: informação que expira, é descartada sem atualização.
- ! ARP é “plug-and-play”:
 - nós criam suas tabelas ARP sem intervenção do administrador da rede.

Roteamento entre LANs

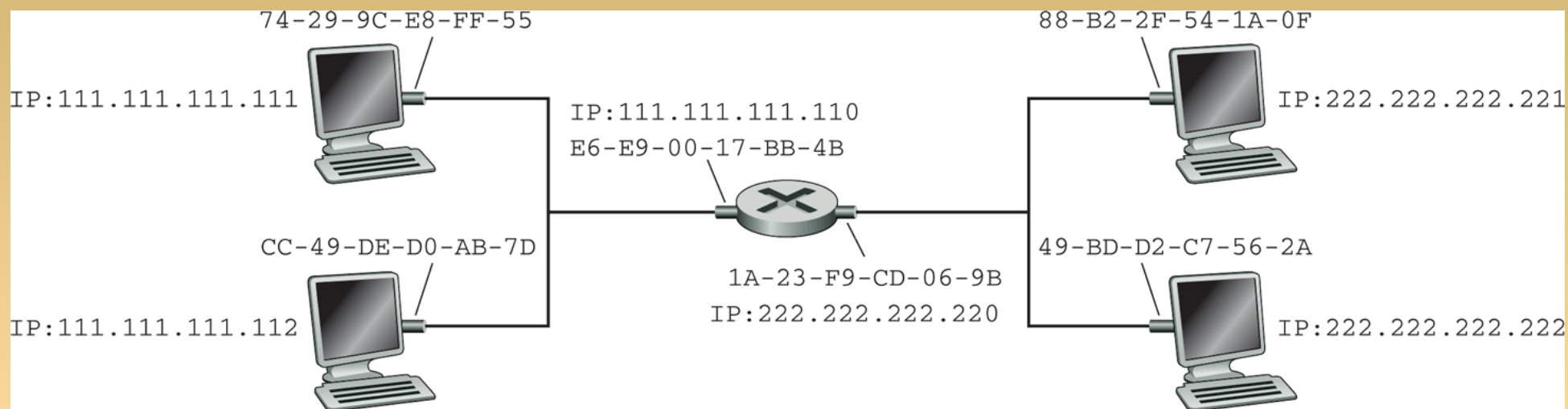


Figure 5.19 ♦ Two subnets interconnected by a router

Ethernet IEEE 802.3

- Tecnologia de LAN com fio "dominante":
- Baixo custo, em torno de \$20 por um NIC
- Primeira tecnologia LAN amplamente utilizada
- Mais simples e mais baratos do que token LANs e ATM
- Acompanhou a corrida de velocidade: 10 Mbps - 10 Gbps

Por que Ethernet?

- 1) Ela foi a primeira LAN de alta velocidade amplamente disseminada.
- 2) Token ring, FDDI e ATM são tecnologias mais complexas e mais caras do que a Ethernet, o que desencorajou ainda mais os administradores na questão da mudança.
- 3) A Ethernet sempre produziu versões que funcionavam a velocidades iguais, ou mais altas.

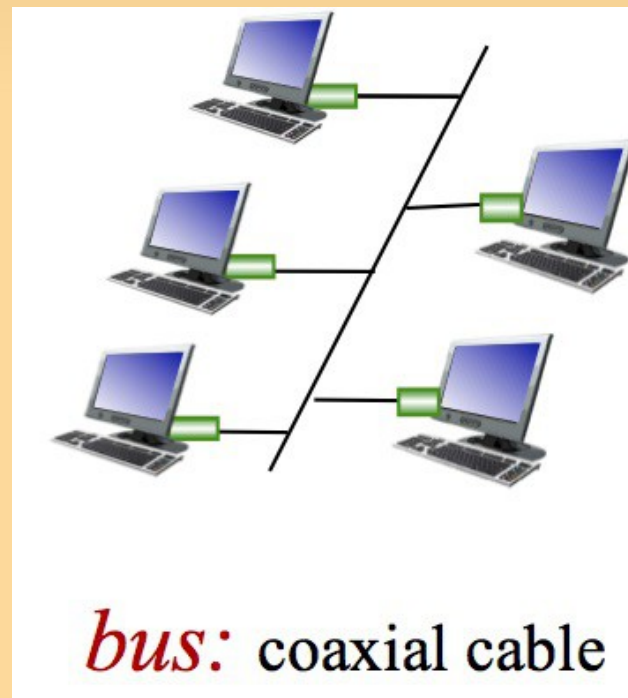
Por que Ethernet?

4) O hardware para Ethernet passou a ser mercadoria comum, de custo muito baixo.

A Ethernet praticamente tomou conta do mercado de LANs com fio.

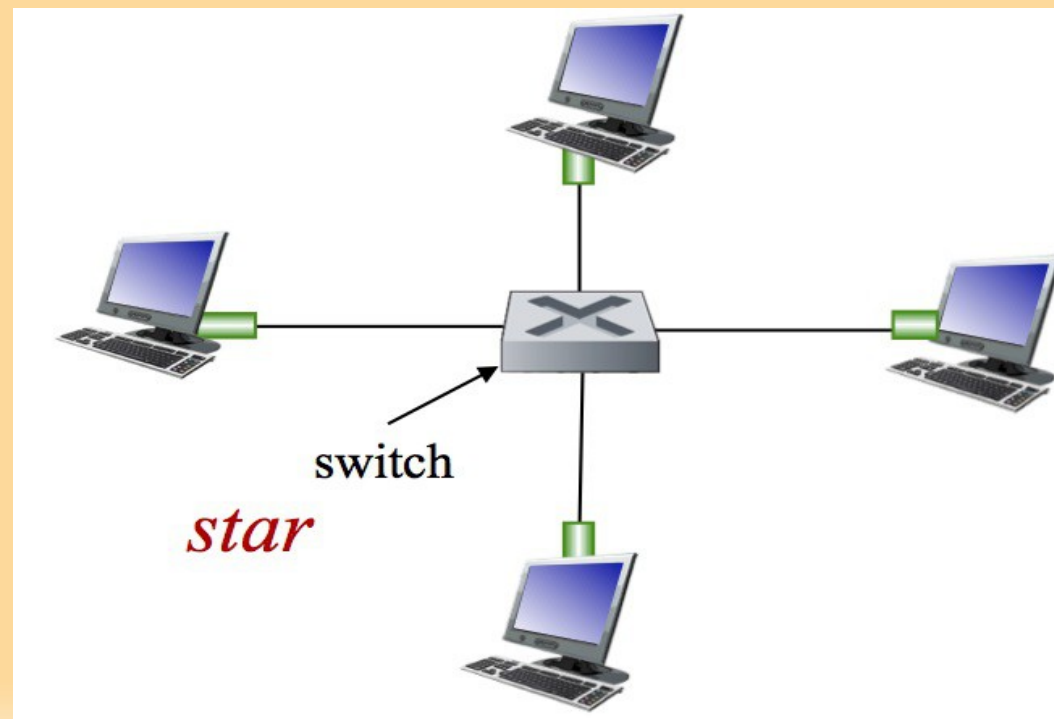
Topologia Ethernet

- Barramento: popular até meados dos anos 90
 - Todos os nós no mesmo domínio de colisão (podem colidir uns com os outros)



Topologia Ethernet

- Estrela: prevalece hoje
 - Interruptor ativo no centro
 - Cada nó executa um protocolo Ethernet separado
 - Os nós não colidem uns com os outros



Quadro Ethernet

Adaptador do transmissor encapsula o datagrama IP em um quadro Ethernet:



Preâmbulo: (8 bytes)

7 bytes com padrão 10101010 seguido por 1 byte com padrão 10101011;

usado para sincronizar as taxas de relógio do transmissor e do receptor.

Quadro Ethernet

Endereços: (6 bytes cada)

quadro com endereço de destino coincidente ou com endereço de broadcast (ex., pacote ARP), ele passa o dado no quadro para o protocolo da camada de rede.

Tipo: indica o protocolo da camada superior (2 bytes).

CRC: se um erro é detectado, o quadro é simplesmente descartado (4 bytes).

Dados: no max 1500 bytes.

Tipo de Serviço

! Sem conexão:

não ocorre conexão entre adaptadores transmissor e receptor.

Serviço sem *handshake*

! Não confiável:

adaptador receptor não envia ACKs ou NACKs para o adaptador transmissor;

fluxo de datagramas que passa para a camada de rede pode deixar lacunas.

Ethernet usa CSMA/CD

- ! Sem slots.
- ! **Carrier Sense:** adaptador não transmite se detectar algum outro adaptador transmitindo.
- ! **Collision Detection:** adaptador transmissor aborta quando detecta outro adaptador transmitindo.
- ! Antes de tentar uma retransmissão, o adaptador espera um período aleatório.

Tecnologias Ethernet

- ! 10BaseT e 100BaseT
- ! Taxa de 10 e 100 Mbps (“fast ethernet”).
- ! T significa “Twisted Pair” (par trançado).
- ! Nós se conectam a um hub:
 - “topologia em estrela”;
 - 100 m é a distância máxima entre os nós e o hub.



Hub

Hubs são essencialmente repetidores de camada física:

bits que chegam de um enlace se propagam para todos os outros enlaces com a mesma taxa.

Não possuem armazenagem de quadros.

Não há CSMA/CD no hub: adaptadores detectam colisões.

Provê funcionalidade de gerenciamento de rede.

Gigabit Ethernet

- ! Padrões IEEE 802.3z e ab.
- ! Formato do quadro padrão do Ethernet.
- ! Permite enlaces ponto-a-ponto e canais de múltiplo acesso compartilhados.
- ! No modo compartilhado, o CSMA/CD é usado; exige pequenas distâncias entre os nós para ser eficiente.
- ! Usa hubs (Distribuidores com Armazenagem - “Buffered Distributors”).

Comutadores da camada de enlace

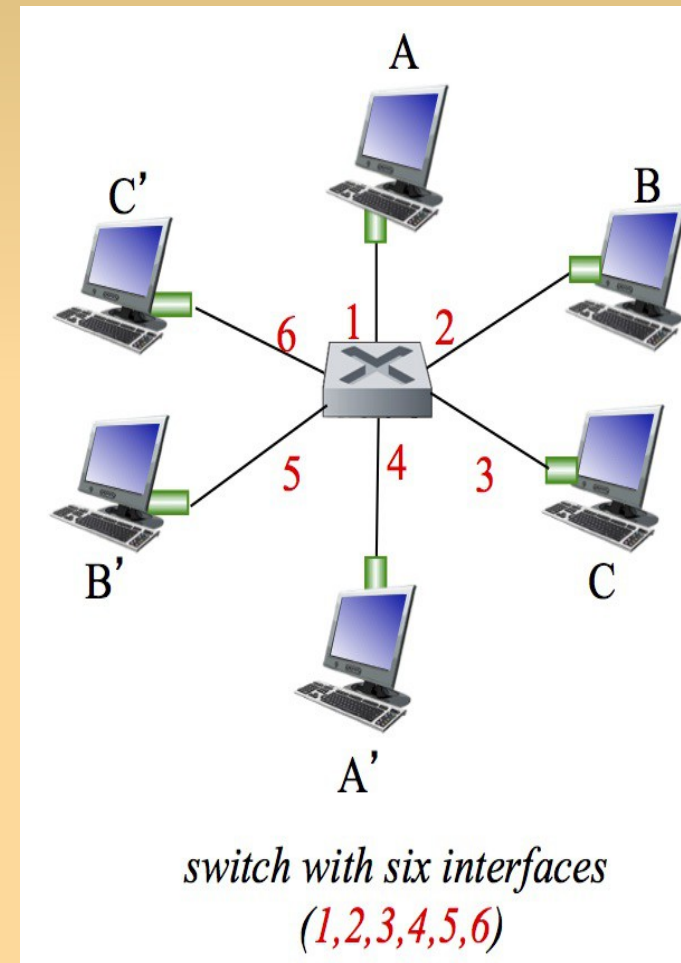
- A função de um comutador é receber quadros da camada de enlace e repassá-los para enlaces de saída.
- **Filtragem** é a capacidade de um comutador que determina se um quadro deve ser repassado ou se deve apenas ser descartado.
- **Repasse** é a capacidade de um comutador que determina as interfaces para as quais um quadro deve ser dirigido.

Comutadores da camada de enlace

- Switch assume um papel ativo
 - Armazenar, encaminhar quadros Ethernet
 - Examine o endereço MAC do quadro recebido, encaminhe seletivamente o quadro para um ou mais links de saída (CSMA/CD)
- transparente
 - Os hosts desconhecem a presença deles
- Plug-and-play, auto-aprendizagem
 - Os switches não precisam ser configurados

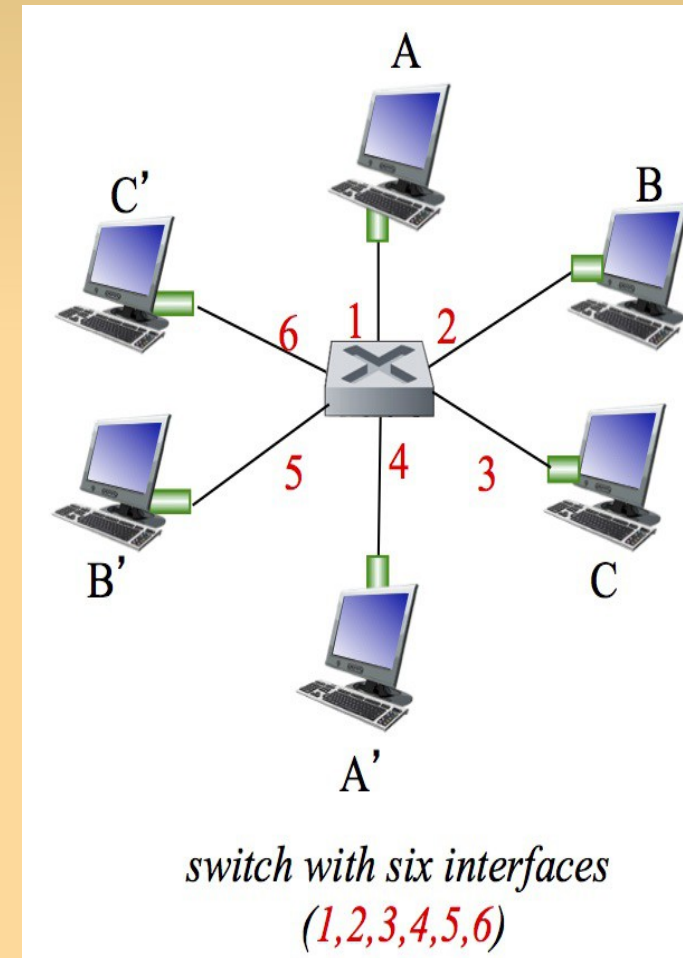
Comutadores da camada de enlace

- Os hosts têm conexão dedicada e direta para os switches
- Os switches armazenam pacotes no buffer
- Protocolo Ethernet usado em cada link de entrada, mas sem colisões; full-duplex
- Cada link tem seu próprio domínio de colisão
- Switching: A-para-A 'e B-para-B' podem ocorrer simultaneamente, sem colisões



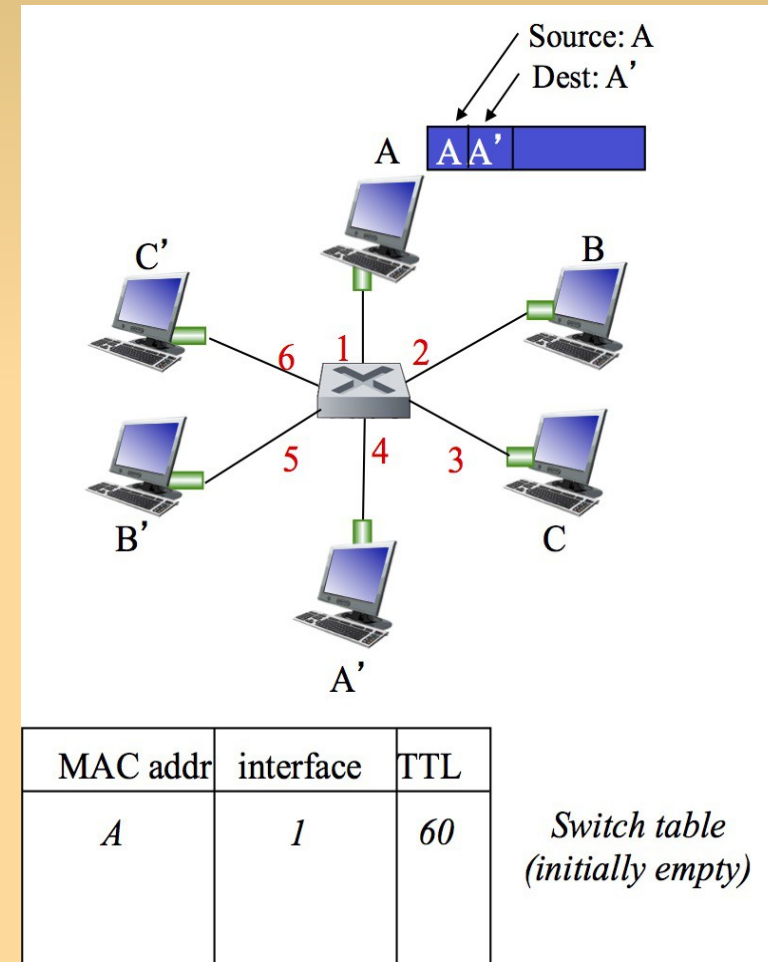
Comutadores da camada de enlace

- **P:** como o switch sabe que o nó A' pode ser alcançado pela interface 4 e o nó B' pela interface 5?
- **R:** cada switch possui uma tabela de comutação.
- Cada entrada:
- Endereço MAC do host, interface para alcançar o host, timestamp
- Parece uma tabela de roteamento!



Comutadores da camada de enlace

- Switch descobre quais hosts podem ser alcançados através de quais interfaces.
- Quando recebe frames:
- Switch “aprende” a localização do “remetente”.
- Registra o par do remetente & localização na tabela do switch



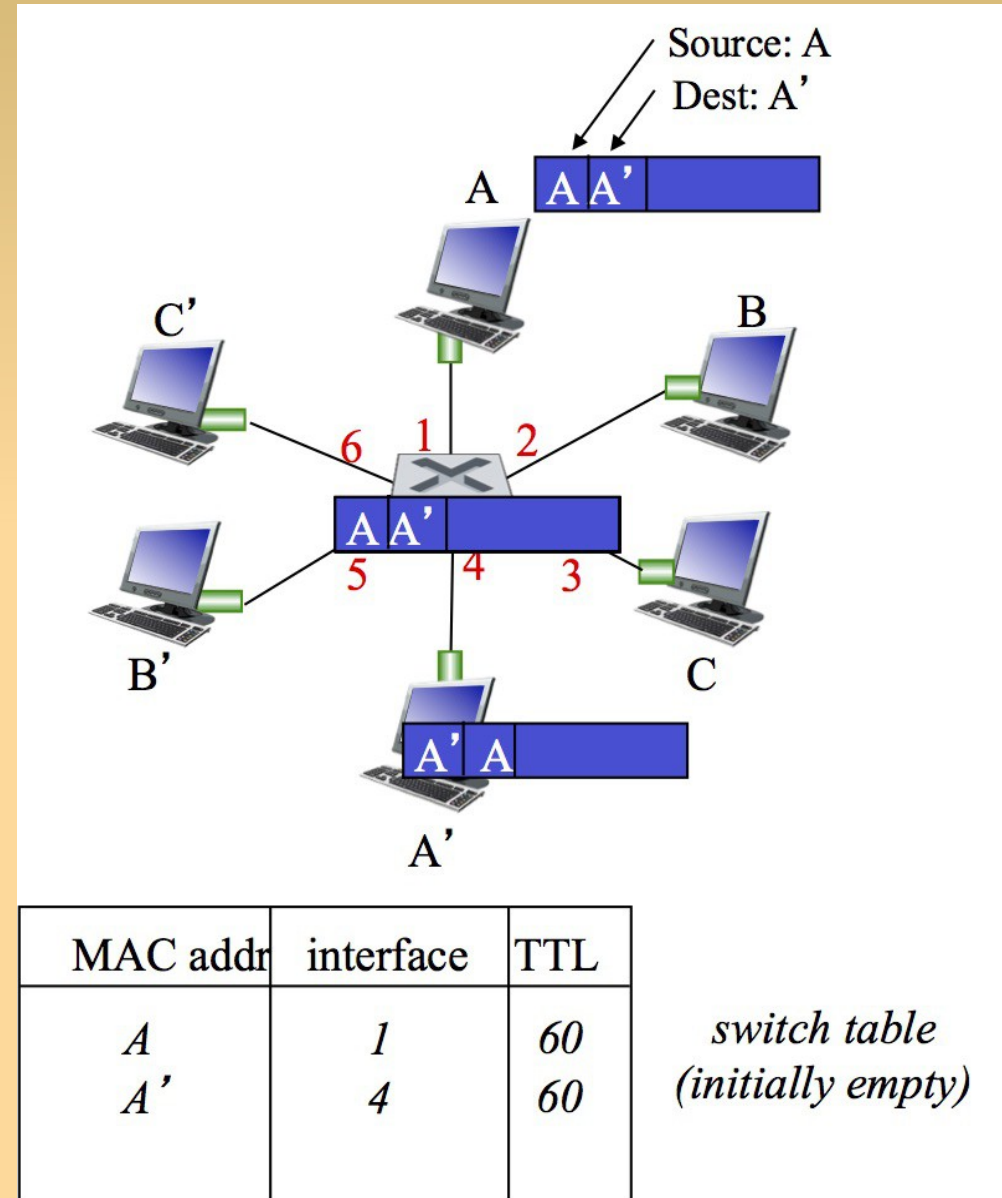
Filtro e Repasse

1. record incoming link, MAC address of sending host
2. index switch table using MAC destination address
3. **if** entry found for destination
then {
 if destination on segment from which frame
arrived **then** drop frame
 else forward frame on interface indicated by entry
}
else flood /* forward on all interfaces except arriving
interface */

Exemplo de Autoaprendizagem

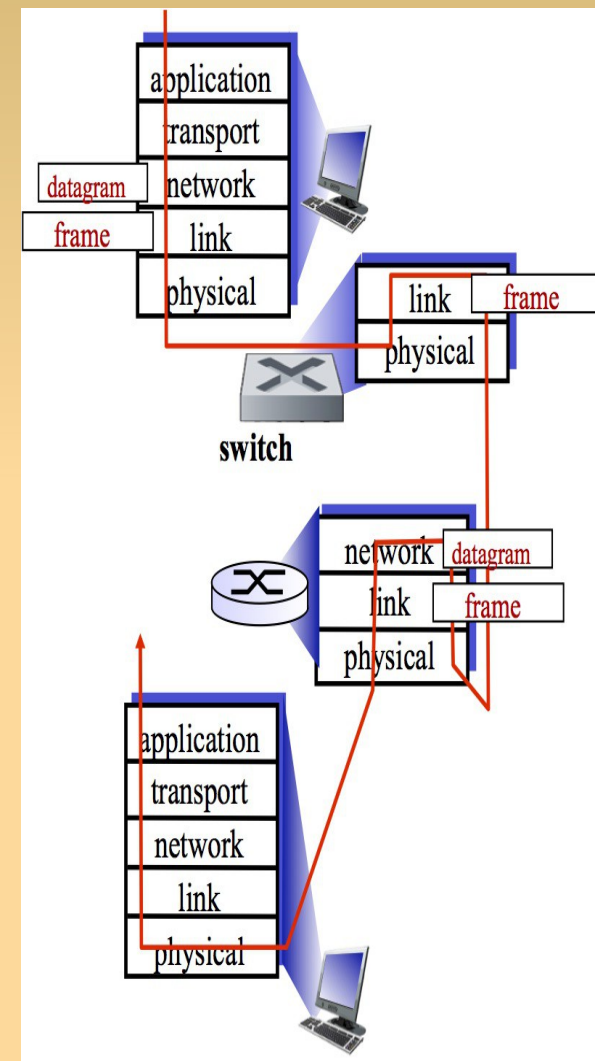
- Destino do quadro para A' desconhecida? **Flood!**

- Destino conhecido?
 - Enviar seletivamente
 - Em apenas um link



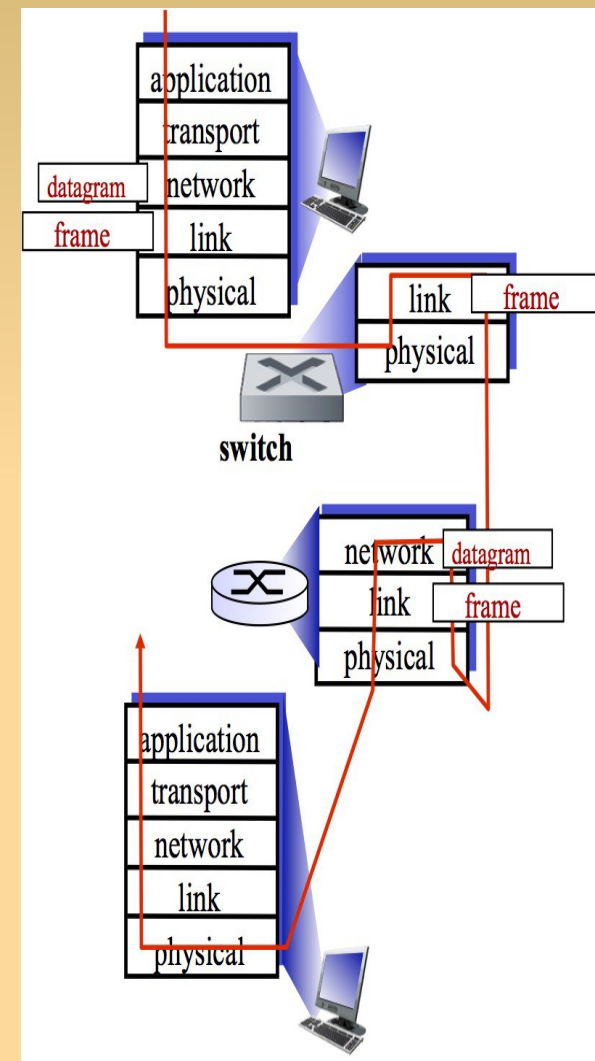
Roteador vs. Switch

- Ambos são armazenar-e-encaminhar
- Roteadores: dispositivos de camada de rede (examina cabeçalhos de camada de rede)
- Switches: dispositivos de camada de link (examina cabeçalhos de camada de enlace)



Roteador vs. Switch

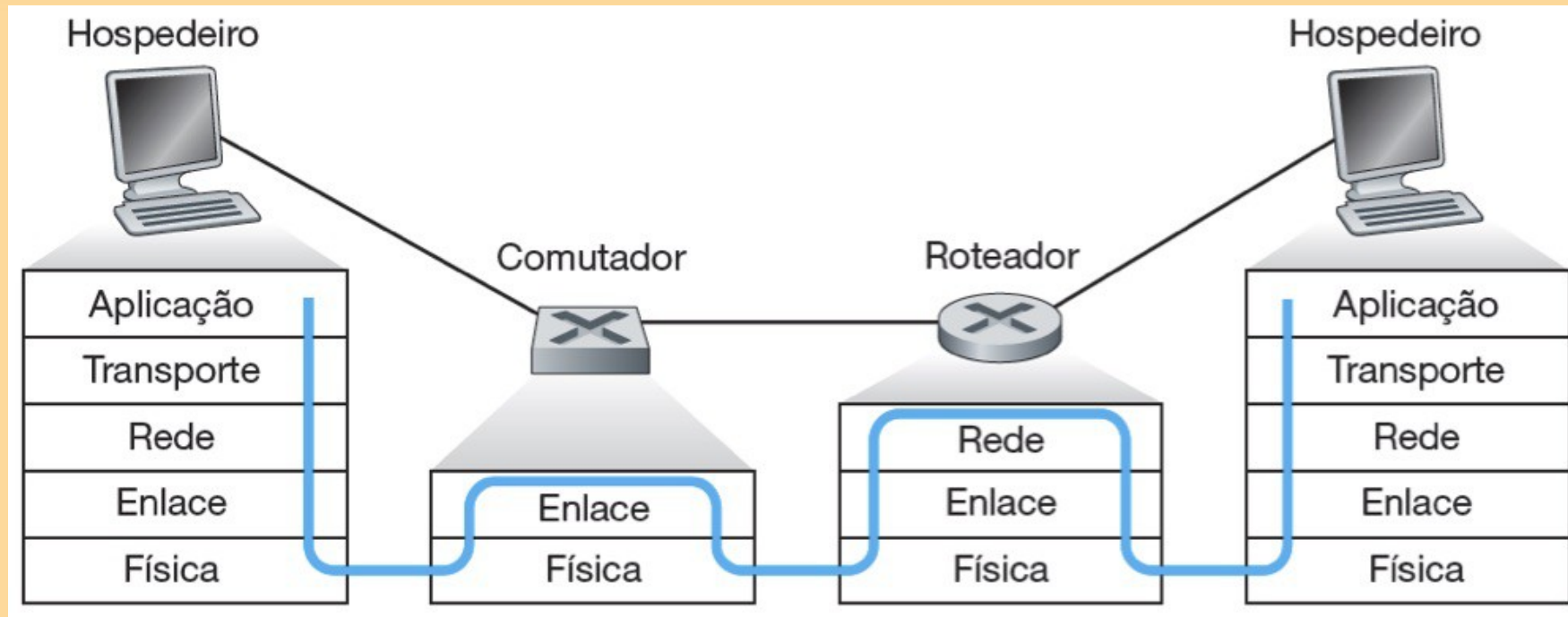
- Ambos têm tabelas de repasse:
- Roteadores: cria tabelas usando algoritmos de roteamento, endereços IP
- Switches: cria tabela de repasse usando inundações, autoaprendizado, usa endereços MAC



Vantagens dos Switches

- Eliminação de colisões.
- Enlaces heterogêneos.
- Gerenciamento.

Processamento de pacotes em comutadores, roteadores e hospedeiros:



Camada de Enlace

- Leiam Capítulo 5