

# Redes de Computadores

## Interconexões e PPP

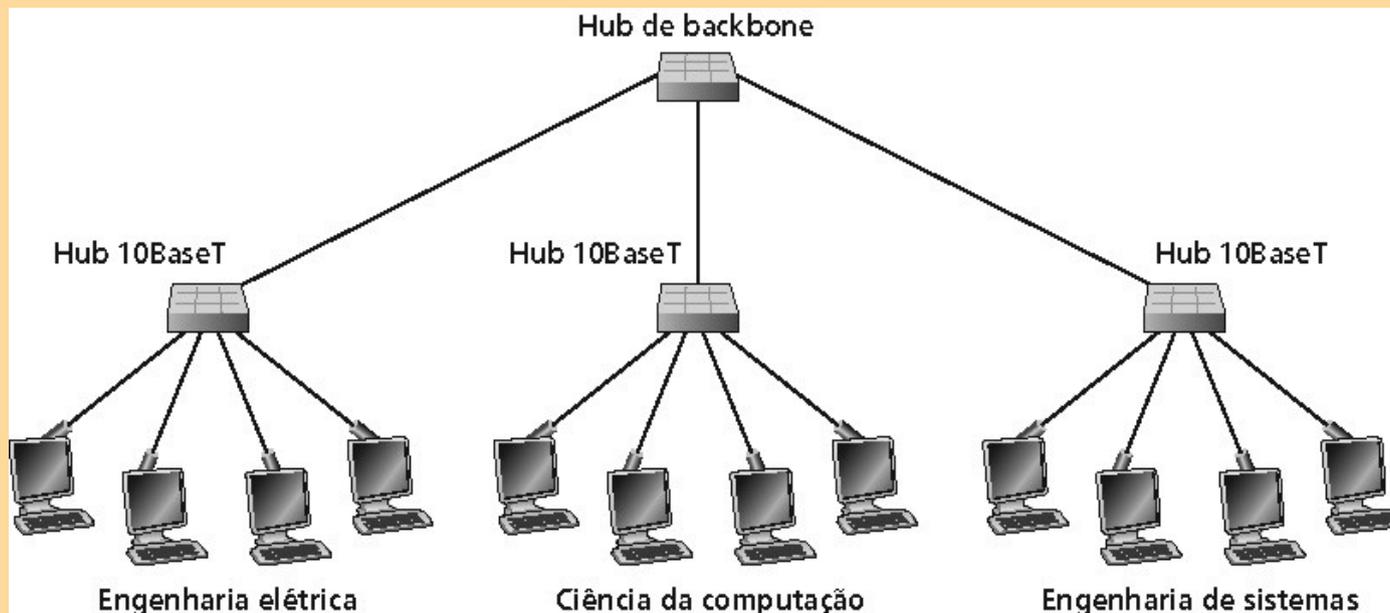
Prof. Jó Ueyama  
Junho/2012

# Elementos de Interconexão



# Interconexão com Hubs

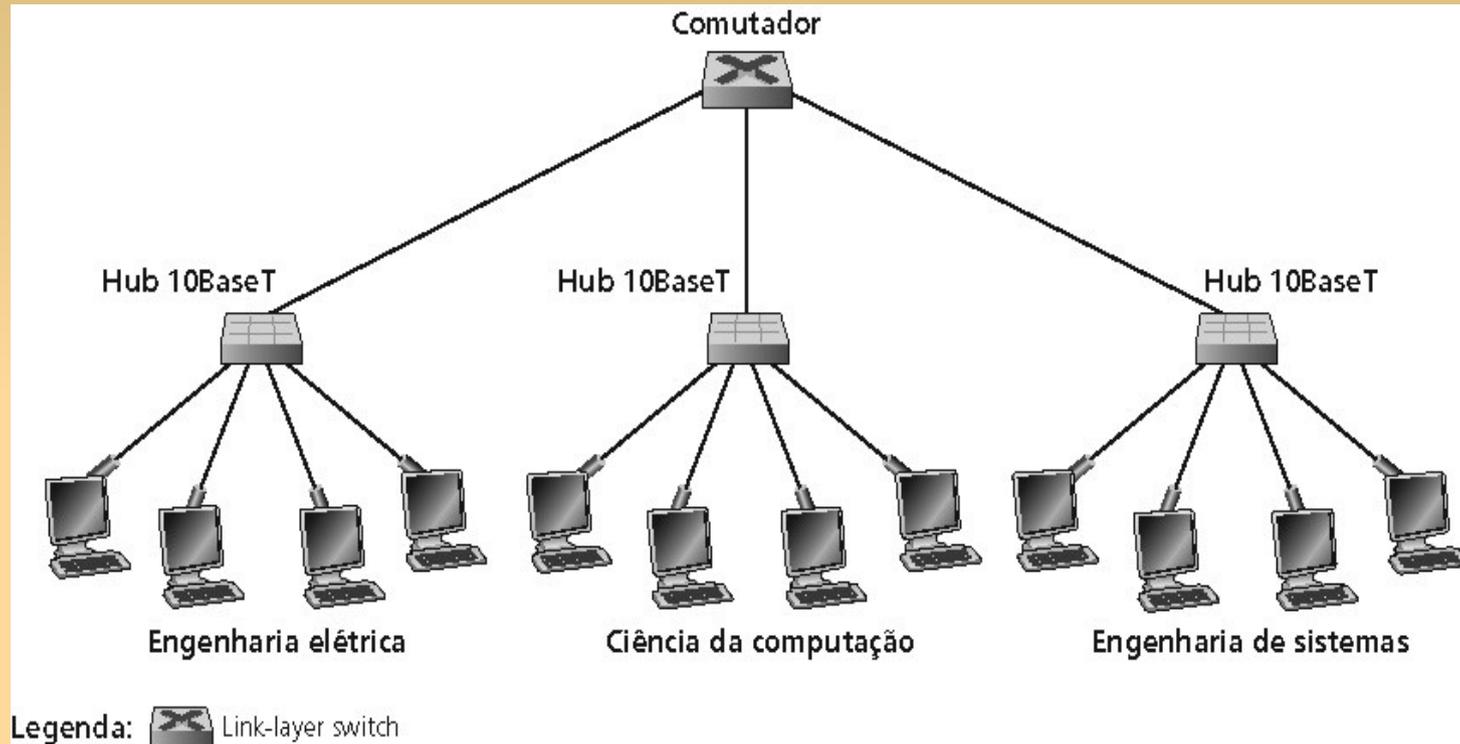
- ▽ Dispositivo de camada física.
- ▽ Backbone: conecta segmentos de LAN.
- ▽ Estende a distância máxima entre os nós.
- ▽ Um único domínio de colisão!!



# Comutador ou switch

- ∇ Dispositivo de camada de enlace:
  - armazena e encaminha quadros Ethernet;
  - examina o cabeçalho do quadro e seletivamente encaminha o quadro baseado no endereço MAC de destino;
  - quando um quadro está para ser encaminhado no segmento, usa CSMA/CD para acessar o segmento.
- ∇ Transparente.
- ∇ Plug-and-play, auto-aprendizado: switches não precisam ser configurados.

# Como determinar para qual segmento da LAN encaminhar um quadro?



# Tabela de Comutação

- ∇ Switch possui uma tabela de comutação:
  - entrada na tabela: <endereço MAC, interface, TTL>;
  - entradas expiradas na tabela são descartadas (TTL pode ser 60 min).
  
- ∇ Switch **aprende** quais hospedeiros são alcançados através de suas interfaces:
  - quando recebe um quadro, o switch “aprende” a localização do transmissor: segmento da LAN que chega.
  - registra o par transmissor/localização na tabela.

# Filtragem e Encaminhamento

Quando um switch recebe um quadro:  
 indexa tabela de comutação usando  
 endereço MAC destino;

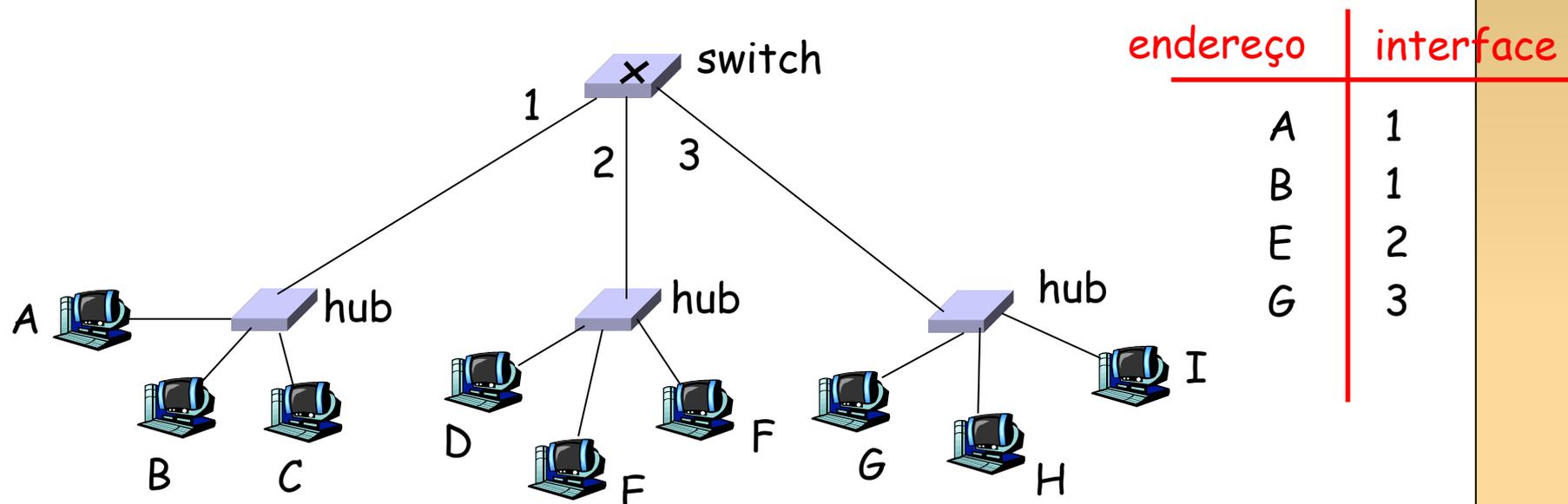
se entrada for encontrada, então:

- se destino encontra-se no segmento que quadro chegou, então descarta o quadro;
- senão, encaminha o quadro na interface indicada.

caso entrada não seja encontrada,  
 encaminha para demais interfaces.

# Exemplo de comutação

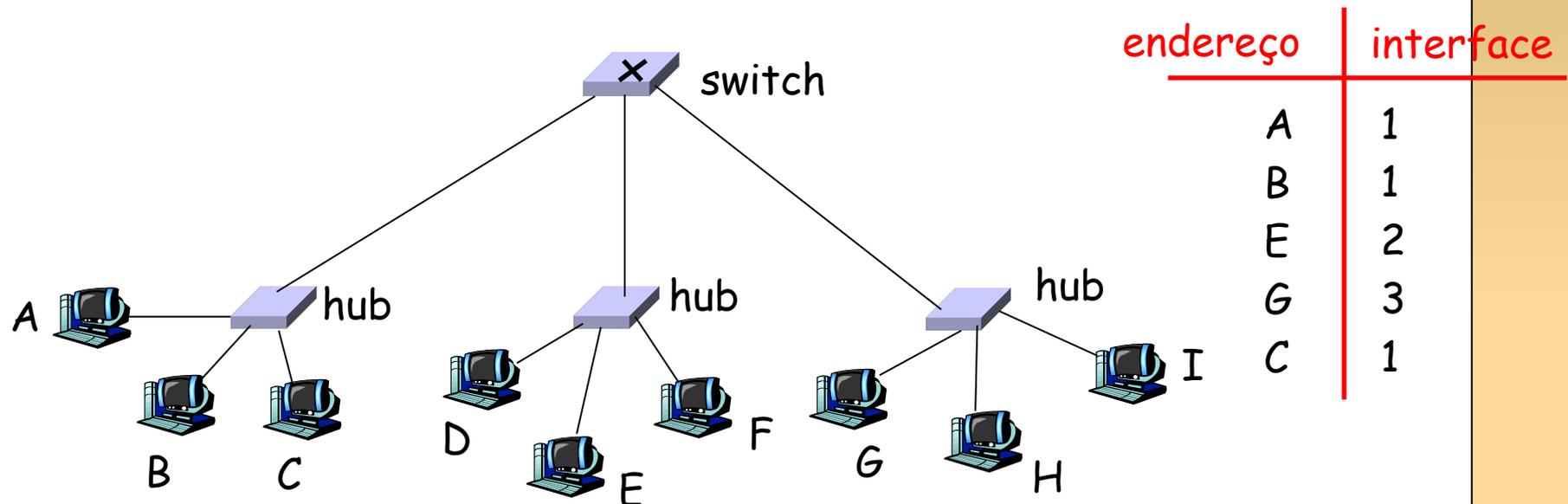
Suponha que C envia um quadro para D



- Switch recebe o quadro de C
- Anota na tabela que C está na interface 1
- Como D não está na tabela, o switch encaminha o quadro para as interfaces 2 e 3
- Quadro recebido por D

# Exemplo de comutação (cont.)

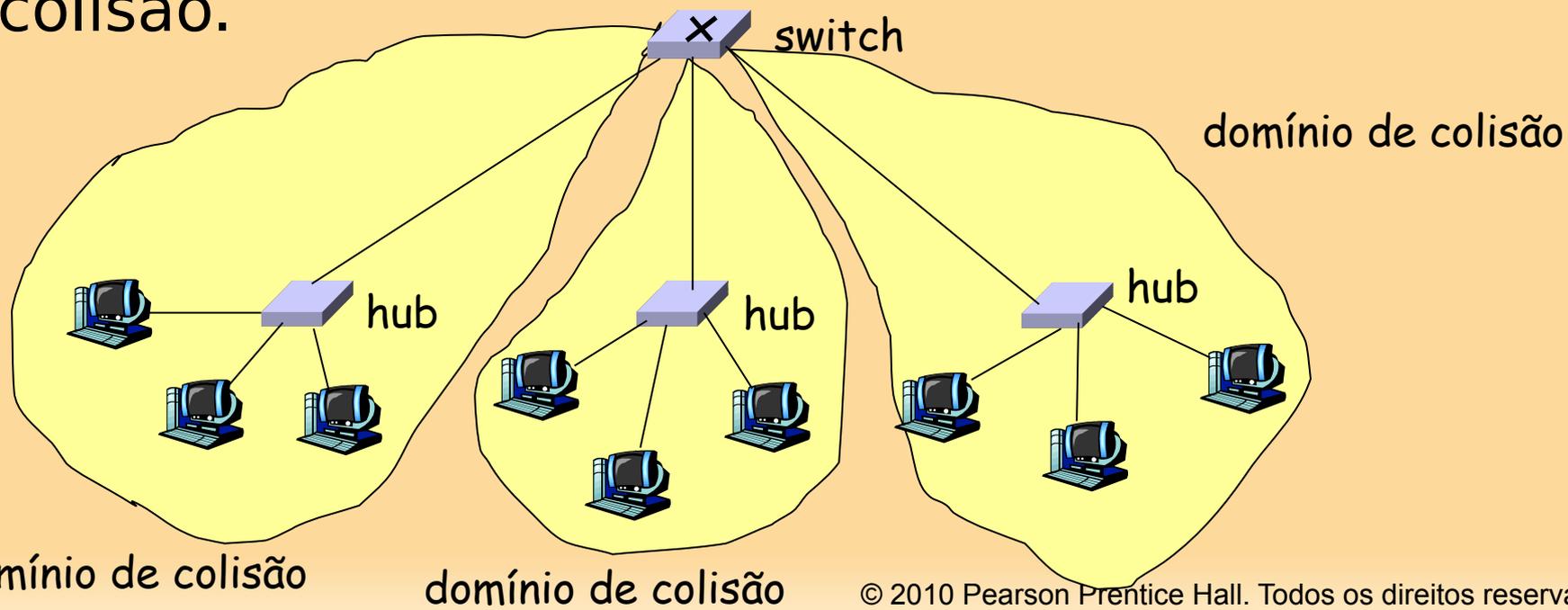
Suponha que D responde com um quadro para C.



- Switch recebe quadro de D
- Anota na tabela que D está na interface 2
- Como C está na tabela, o switch encaminha o quadro apenas para a interface 1
- Quadro recebido por C

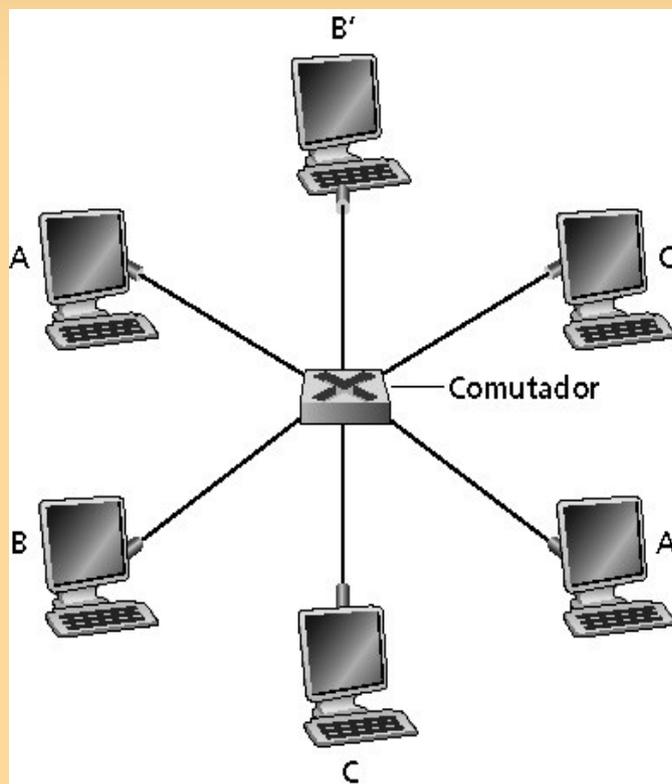
# Domínios de colisão

- ∇ A instalação do switch quebra as sub-redes em segmentos de LAN.
- ∇ Switch filtra pacotes:
  - quadros do mesmo segmento geralmente não são encaminhados para outros segmento.
  - segmentos se tornam separados em domínios de colisão.



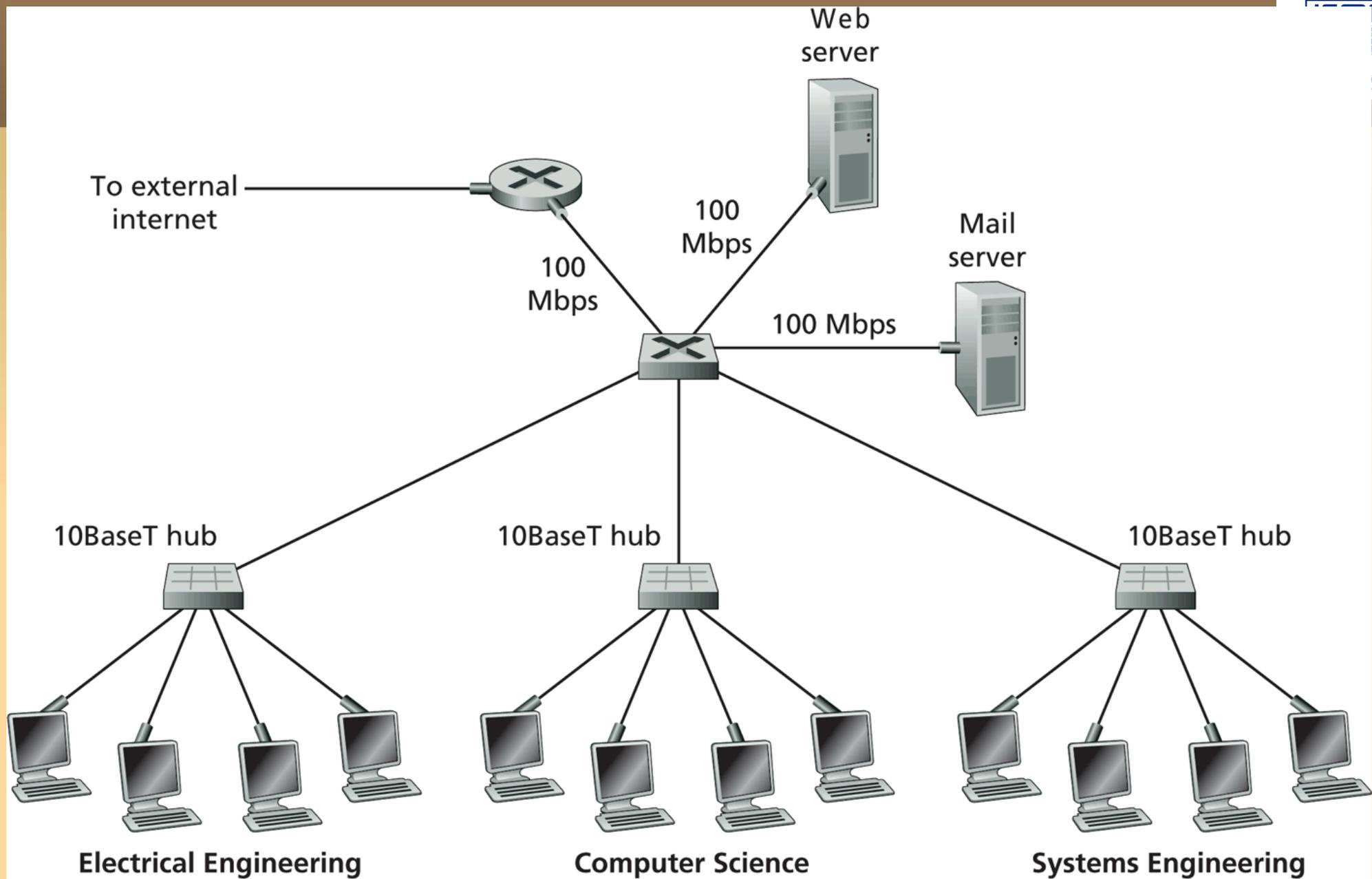
# Switches: acesso dedicado

- ▽ Switch com muitas interfaces.
- ▽ Hospedeiros possuem conexão direta ao switch.
- ▽ Sem colisões; full-duplex.



# Comutação acelerada

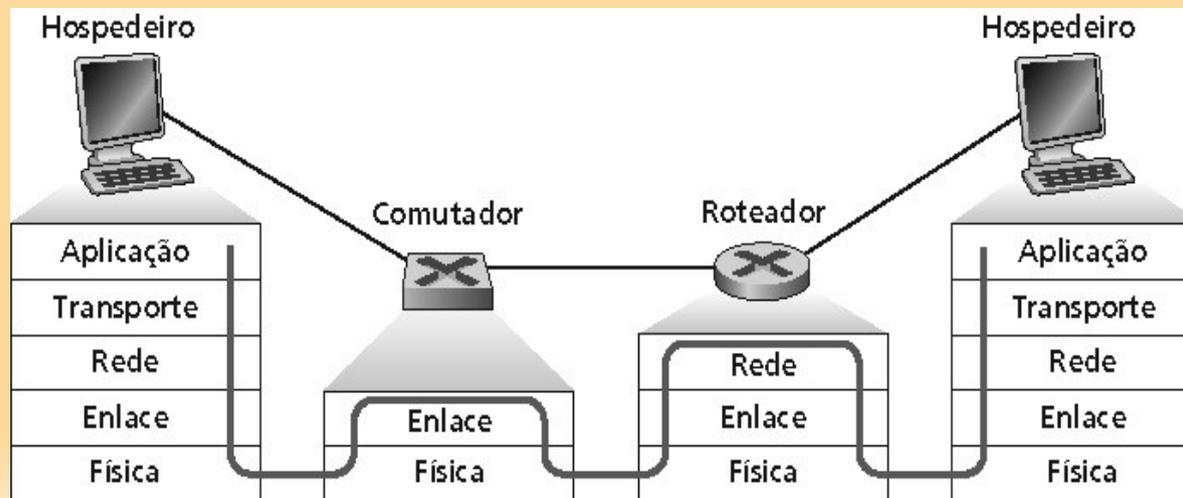
- ∇ Comutação “normal”: *store-and-forward* (armazenar e repassar).
- ∇ ***Cut-through switching***:
  - quadro encaminhado da porta de entrada até a de saída sem ter de sido completamente recebido;
  - se a porta de saída estiver ocupada, não funciona;
  - redução na latência não é significativa (atraso máximo é  $L/R$ )  $\rightarrow$  0,12ms para 100Mbps.



**Figure 5.29** ♦ An institutional network using a combination of hubs, Ethernet switches, and a router

# Comutadores vs. Roteadores

- ▽ Ambos são dispositivos *store-and-forward*:
  - roteadores: dispositivos de camada de rede;
  - switches: dispositivos da camada de enlace.
- ▽ Roteadores mantêm tabelas de roteamento, e implementam algoritmos de roteamento.
- ▽ Switches mantêm tabelas de comutação, implementam filtragem, algoritmos de aprendizagem.



# Resumindo ...

	Hubs	Switches	Roteadores
Isolamento de tráfego	não	sim	sim
<i>plug-and-play</i>	sim	sim	não
Roteamento ótimo	não	não	sim
Comutação Acelerada	sim	sim	não

# Controle de Enlace de Dados Ponto-a-Ponto



# Controle de Enlace de Dados Ponto-a-Ponto



- ou DLC (Data Link Control).
- Um transmissor, um receptor, um enlace: mais fácil do que enlace de broadcast:
  - sem controle de acesso ao meio (MAC);
  - não necessita de endereçamento MAC explícito;
  - ex.: dialup link
- Protocolos mais populares:
  - PPP (point-to-point protocol);
  - HDLC: High level data link control.

# Requisitos de Projeto para o PPP



- Estabelecidos pela RFC 1547.
- Enquadramento de pacote:  
encapsulamento do datagrama da camada de rede no quadro.  
Capacidade de separar os protocolos na recepção.
- Transparência: deve transportar qualquer padrão de bit no campo de dados.
- Múltiplos protocolos de camada de rede.
- Múltiplos tipos de enlace.

# Requisitos de Projeto para o PPP (cont.)



- Detecção de erros (mas não correção).
- Gerenciamento da conexão: detecta e informa falhas do enlace para a camada de rede.
- Negociação de endereço da camada de rede: os pontos terminais do enlace podem aprender e configurar o endereço de rede dos outros.
- Simplicidade!  
mais de 50 RFCs definem o PPP...

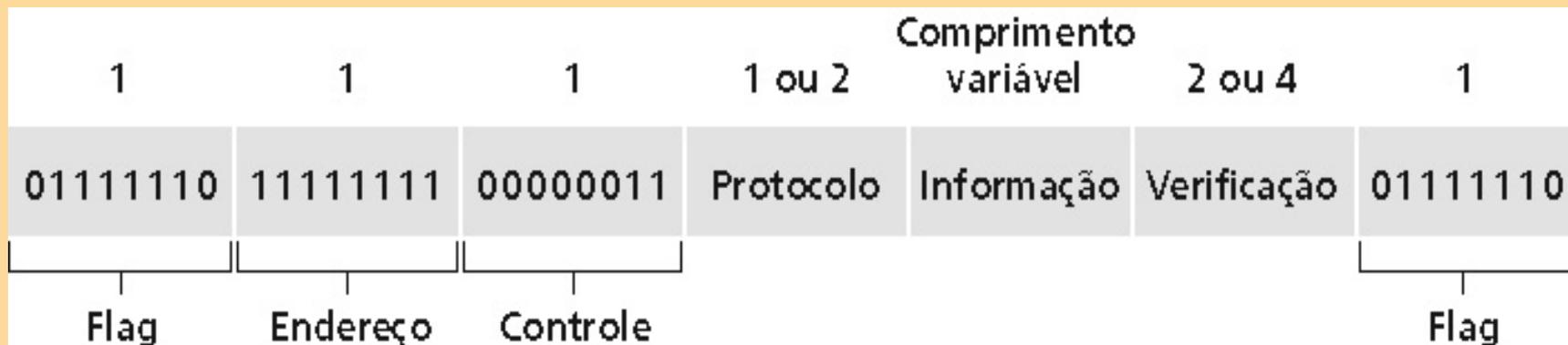
# Funcionalidades que o PPP não é obrigado a implementar



- ▽ Correção de erros.
- ▽ Controle de fluxo.
- ▽ Sequenciamento (aceita entregas fora de ordem).
- ▽ Enlaces multiponto.
  
- ▽ **Recuperação de erros, controle de fluxo, reordenação dos dados são todos relegados para as camadas mais altas!**

# Formato do Quadro PPP

- ▽ **Flag:** delimitador (enquadramento).
- ▽ **Endereço:** não tem função.
- ▽ **Controle:** não tem função.
- ▽ **Protocolo:** indica o protocolo da camada superior ao qual o conteúdo do quadro deve ser entregue (ex.: IP)
- ▽ **Informação:** dados da camada superior.
- ▽ **CRC:** CRC de 16 bits de 2 ou 4 bytes.

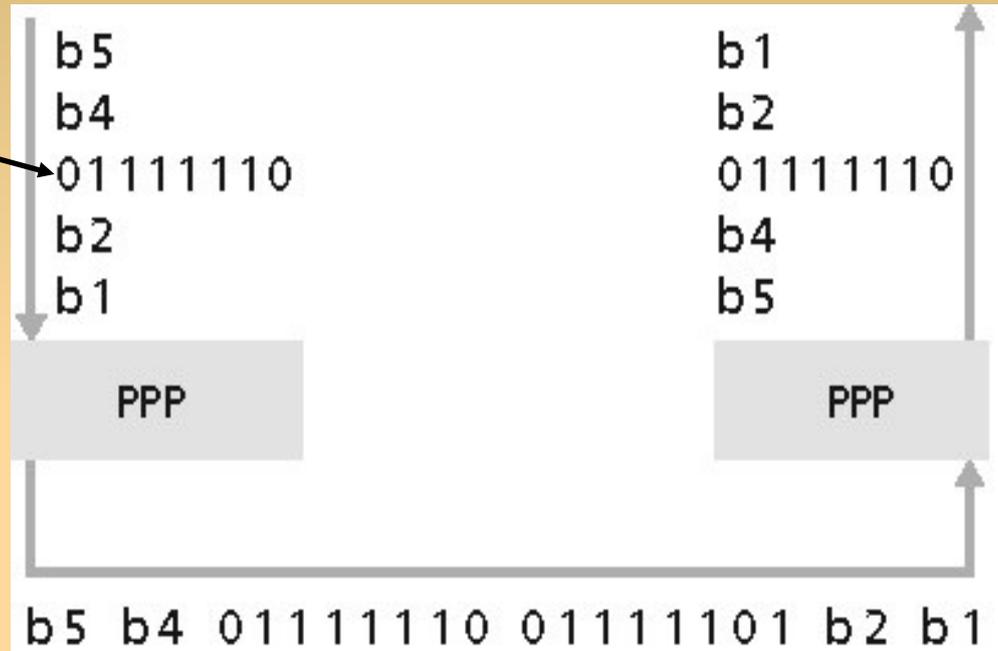


# Byte Stuffing

- ∇ Requisito de **transparência**:  
 campo de dados pode incluir o padrão igual ao flag  $\langle 01111110 \rangle$ .  
 como identificar se é dado ou é flag?
- ∇ **Transmissor**:  
 acrescenta byte  $\langle 01111101 \rangle$  (escape) antes do byte  $\langle 01111110 \rangle$  nos *dados*.
- ∇ **Receptor**:  
 único byte  $01111110$ : então é um flag;  
 byte  $01111101$  seguido de  $01111110$ : descarta o primeiro e continua a recepção de dados.

# Byte Stuffing

byte com o padrão do flag nos dados a enviar



byte com o padrão de escape acrescentado nos dados transmitidos seguido por um byte com padrão de flag

# LCP – Protocolo de Controle de Enlace



Antes de trocar dados da camada de rede, é preciso:

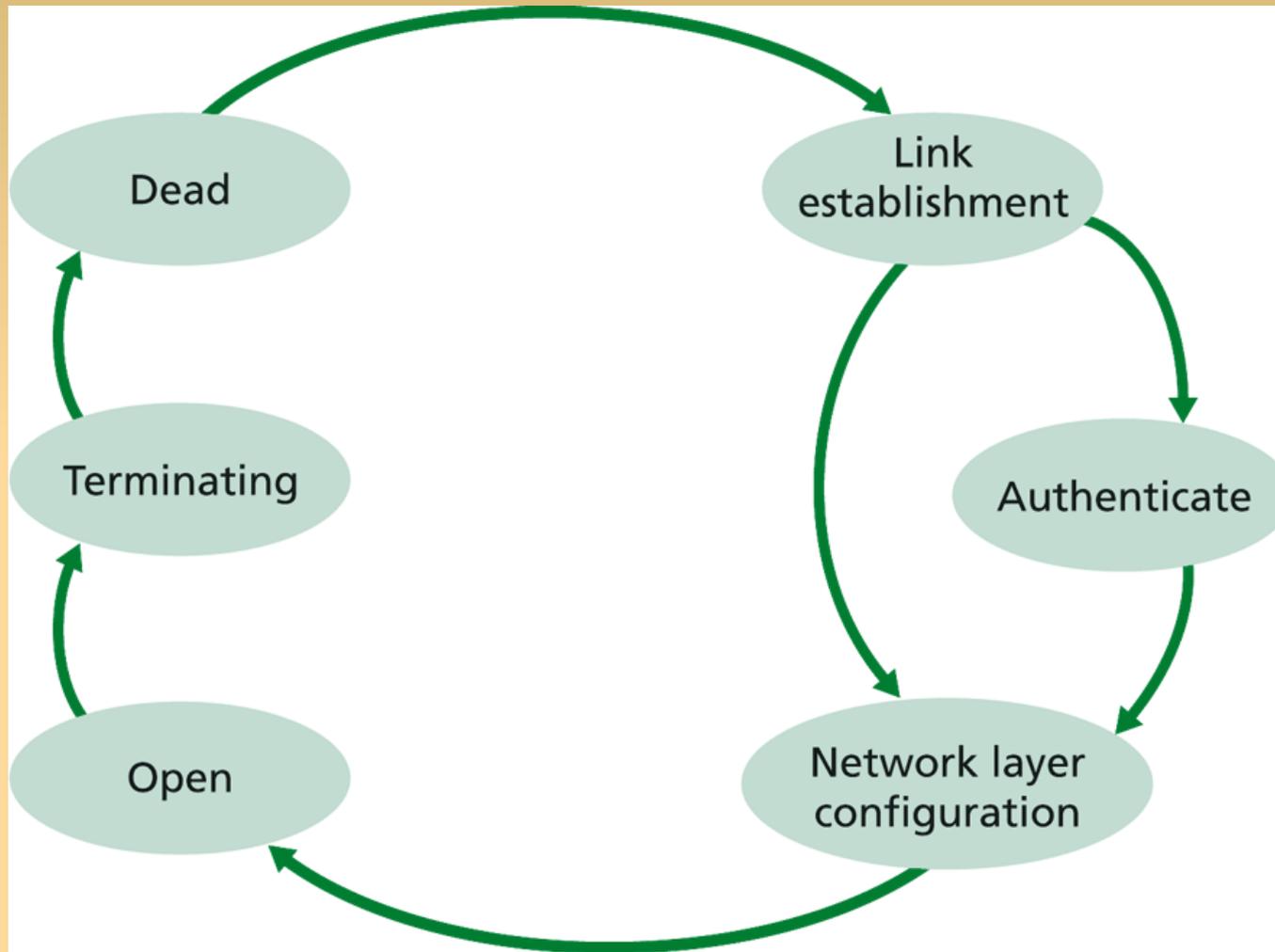
configurar o enlace PPP:

- tamanho máximo do quadro, autenticação e omissão de campos de endereço e controle;

configurar as informações da camada de rede:

- Para o IP: transportar mensagens do protocolo de controle IP (IPCP) (campo de protocolo: 8021) para configurar/aprender os endereços IP.

# LCP – Protocolo de Controle de Enlace



**Figure 5.36** ♦ PPP link-control protocol states

# Camada de Enlace



Até a Seção 5.7