

Redes de Computadores I

ENLACE:
PPP
ATM

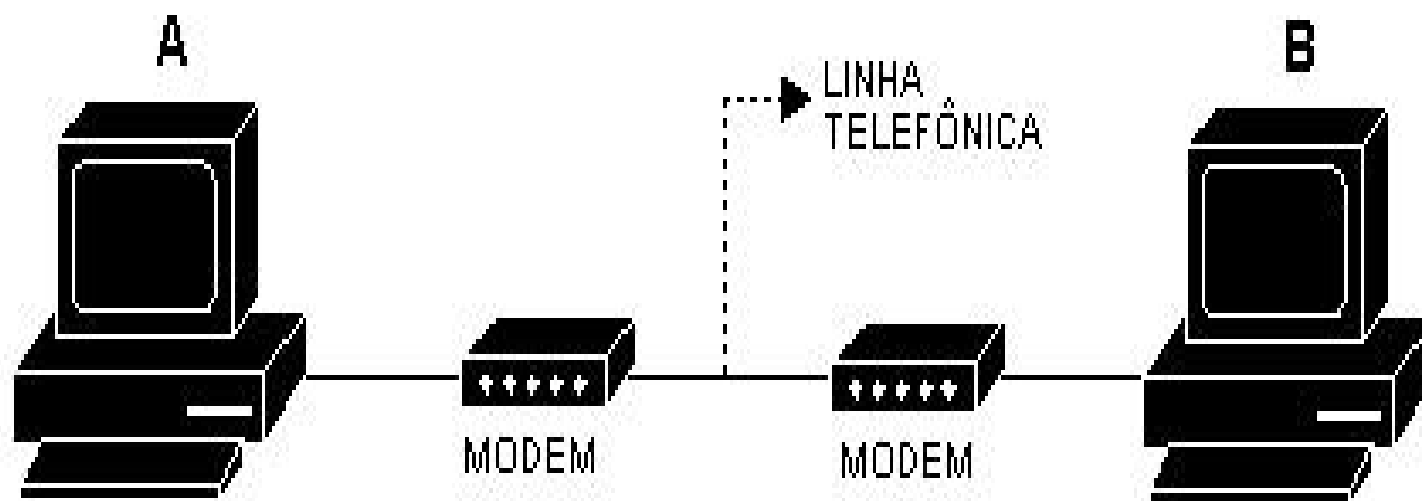
Enlace Ponto-a-Ponto

- Um emissor, um receptor, um enlace:
 - Sem controle de acesso ao meio;
 - Sem necessidade de uso de endereços MAC;
 - X.25, dialup link, ISDN.
- Protocolos PPP populares:
 - PPP (*Ponit-to-Point Protocol*)
 - HDLC (*High-level Data Link Control*)

Protocolo Ponto-a-Ponto (PPP)

- O PPP, RFC 1661 e RFC 2153, é um protocolo da camada de enlace que opera sobre um enlace ponto-a-ponto.
- Protocolo comumente escolhido para o enlace discado entre hospedeiros residenciais e ISP's.

PPP



Exigências Originais da IETF

RFC 1547

- Enquadramento do Pacote
 - O remetente deve ser capaz de encapsular um pacote em um quadro PPP
- Transparência
 - O PPP não deve impor nenhuma restrição sobre os dados que aparecem no pacote da camada de rede
- Múltiplos protocolos da camada de rede
 - Deve estar habilitado a suportar múltiplos protocolos da camada de rede e multiplexá-los
- Múltiplos tipos de enlaces

Exigências Originais da IETF

RFC 1547

- Detecção de erros
- Vida da Conexão
 - Detectar uma falha no nível de enlace e informar o erro à camada de rede
- Negociação do endereço de camada de rede
 - Fornecer um mecanismo para determinação dos endereços dos protocolos da camada de rede
- Simplicidade
 - A grande característica, segundo o RFC 1547, é a simplicidade, regida por mais de 50 RFC's.

Não é obrigação do PPP

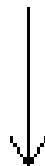
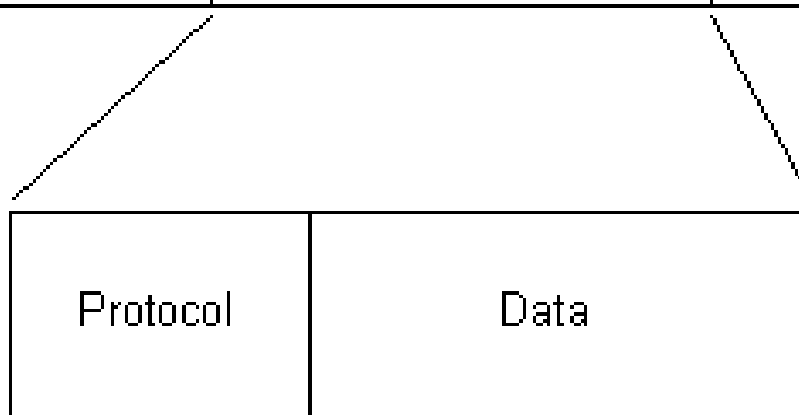
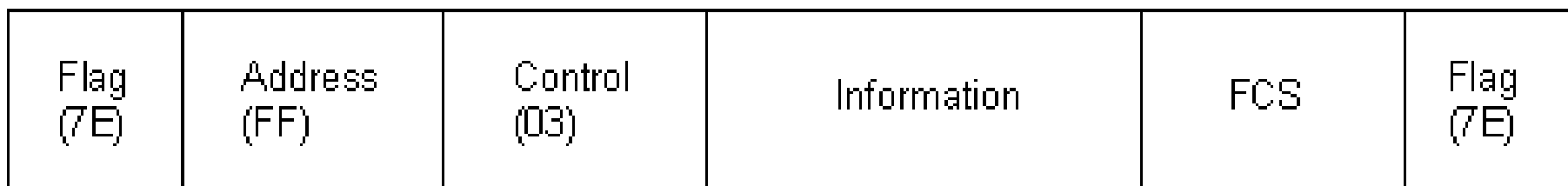
- Correção de erros
- Controle de fluxo
 - Espera-se que o PPP possa enviar e receber dados na velocidade máxima que o enlace pode oferecer.
- Sequenciamento
- Enlaces multiponto
 - Opera apenas com um único remetente e um único receptor.

Enquadramento de Dados PPP

- Campo de flag
 - Todo quadro começa e termina com um campo de flag
- Campo de endereço
 - O único valor do campo é 11111111
- Campo de controle
 - Valor do campo 00000011. Pode ser utilizado para implementações futuras
- Protocolo
 - Utilizado para multiplexar os dados para a camada de rede

- Informação
 - Contém o pacote encapsulado. O tamanho máximo padrão é de 1.500 bytes.
- Soma de Verificação
 - Utilizado para detecção de erros em um pacote transmitido. Usa um código de redundância cíclica padrão HDLC de 2 ou 4 bytes.

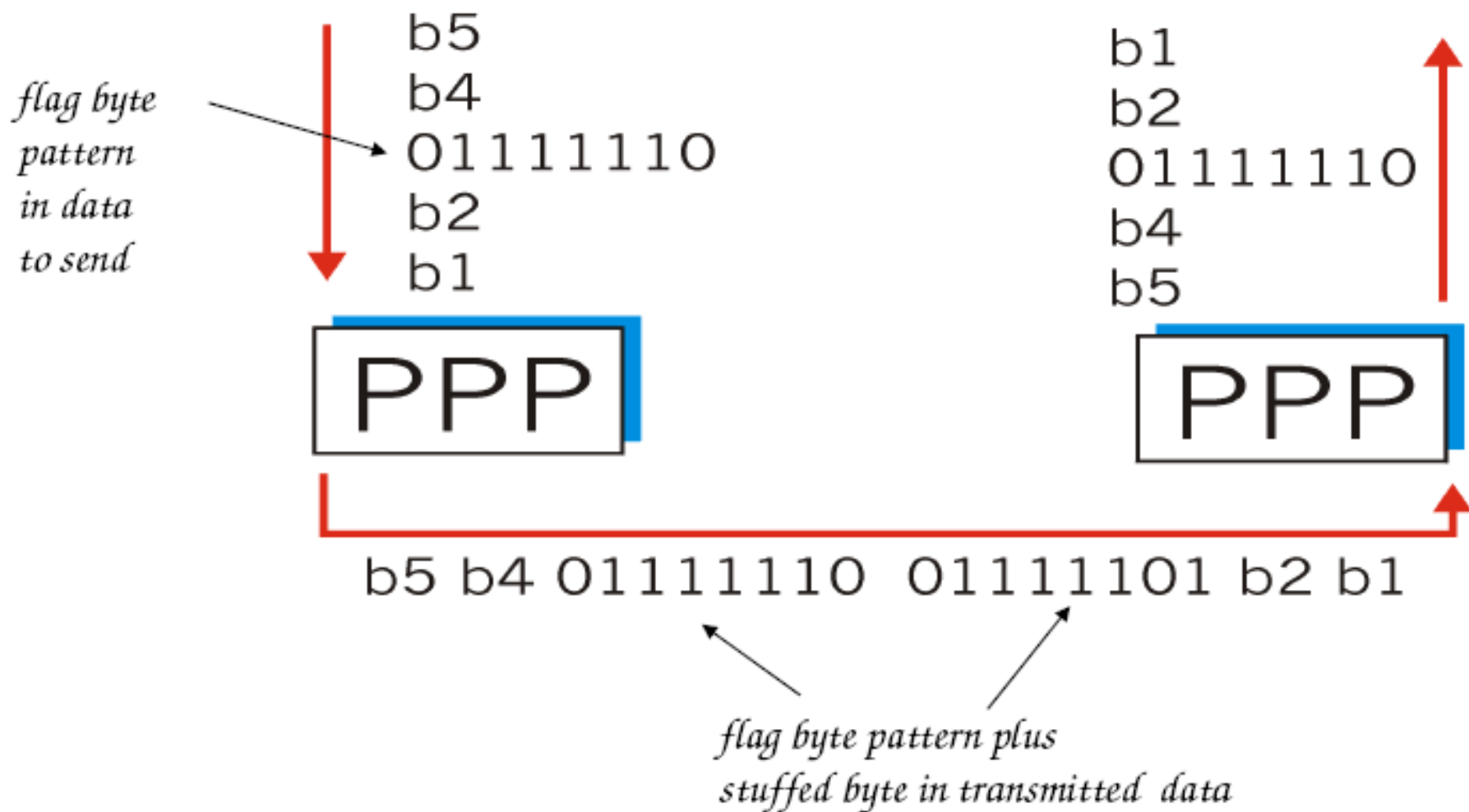
Quadro PPP



Cxxx = LCP
8xxx = NCP
0xxx = Network Layer

Byte Stuffing

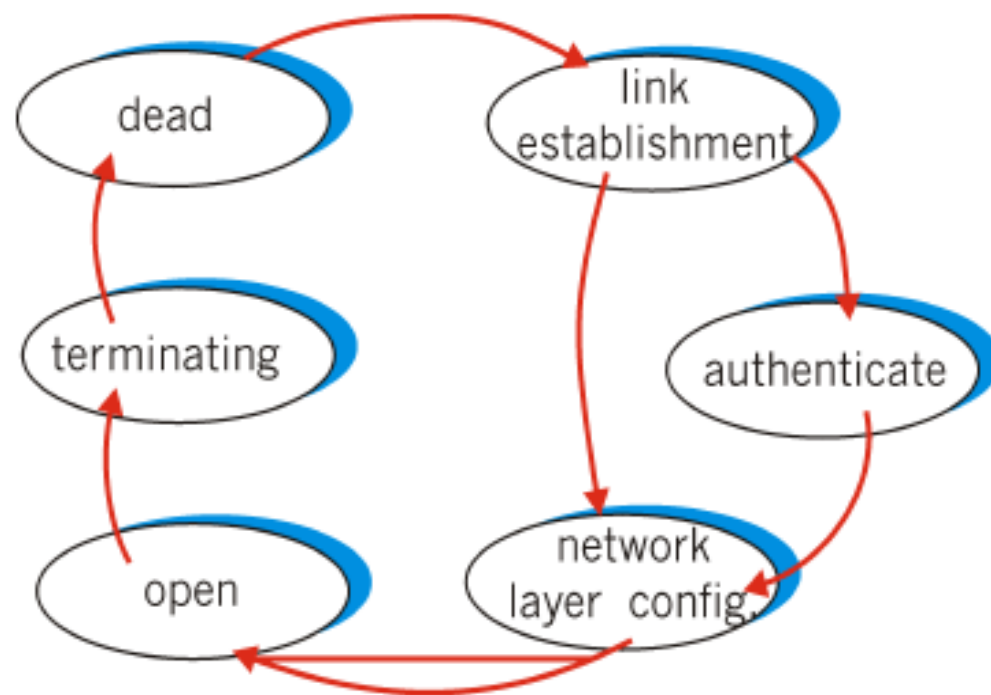
- *Byte Stuffing* é uma solução alternativa utilizada pelo PPP e muitos outros protocolos.
- Define um byte de controle especial de escape, 01111101, que é utilizado para indicar que a sequência especial 01111110, não está determinando o fim do quadro PPP.



Protocolo de Controle de Enlace - LCP

- *Link Control Protocol* – LCP
- Responsável pela abertura, manutenção, indicação de erro e fechamento de um enlace PPP.
- Antes do início da troca de dados os dois pares devem primeiramente rodar uma quantidade considerável de trabalho para configurar o enlace.

- Todo enlace PPP começa e termina em estado inativo
- Detecta camada física entra em modo de estabelecimento de enlace
- É enviado um quadro LCP ***configure-request***, solicitando uma configuração. Pode receber ***configure-ack***, ***configure-nak*** ou ***configure-reject***
- No quadro LCP pode estar informando entre outras coisas o descarte dos campos de endereço e de controle, economizando assim 2 bytes em cada quadro PPP



Protocolos de Controle de Rede

- *Network Control Protocol* – NCP
- Após o estabelecimento do enlace, negociadas as opções e realizada a autenticação, entra em ação o NCP.
- Troca de pacotes específicos de controle da camada de rede para cada protocolo de rede.
- Se o IP estiver rodando, será utilizado protocolo de controle IP (RFC 1332) para configurar os módulos do protocolo IP em cada lado do enlace.

PPPoE e PPPoA

- PPPoA, PPP *over* ATM
 - Protocolo a ser utilizado sobre redes ATM
- PPPoE, PPP *over Ethernet*
 - Protocolo a ser utilizado sobre redes *Ethernet*

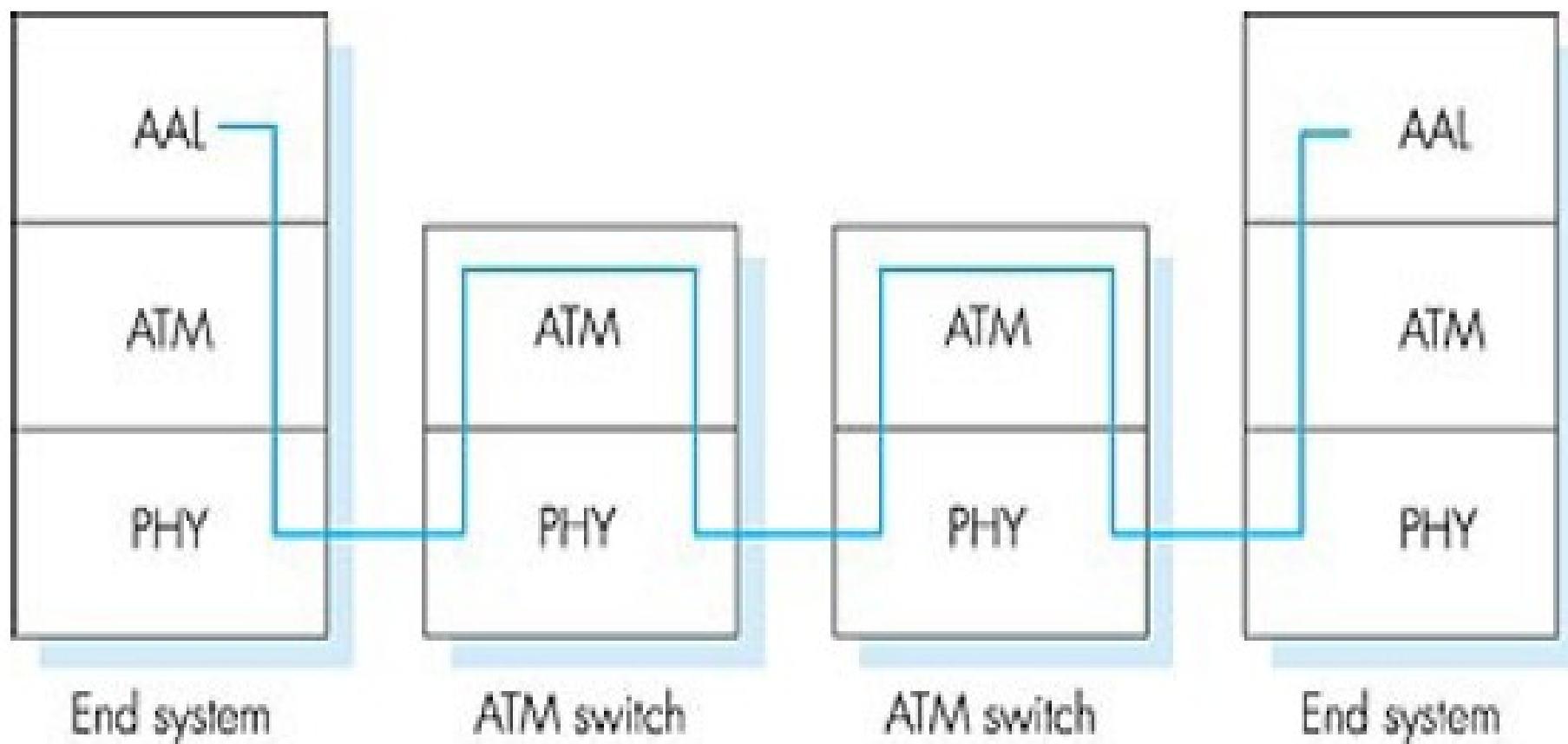
ATM

- Padrão dos anos 1980/1990 para altas taxas de transmissão (155Mbps a 622 Mbps e mais alto) arquitetura de Broadband Integrated Service Digital Network (B-ISDN)
- Objetivo: transporte integrado de voz, dados e imagens com foco nas redes públicas de comunicação
- deve atender os requisitos de tempo/QoS para aplicações de voz e de vídeo (versus o serviço de melhor esforço da Internet)
- comutação de pacotes (pacotes de tamanho fixo, chamados “células”) usando circuitos virtuais

Arquitetura ATM

- **Camada de adaptação (*ATM Adaptation Layer - AAL*):** apenas na borda de uma rede ATM
 - Segmentação e remontagem dos dados
 - Grosseiramente análoga à camada de transporte da Internet
- **Camada ATM:** camada de “rede”
 - comutação de células, roteamento
- **Camada física**

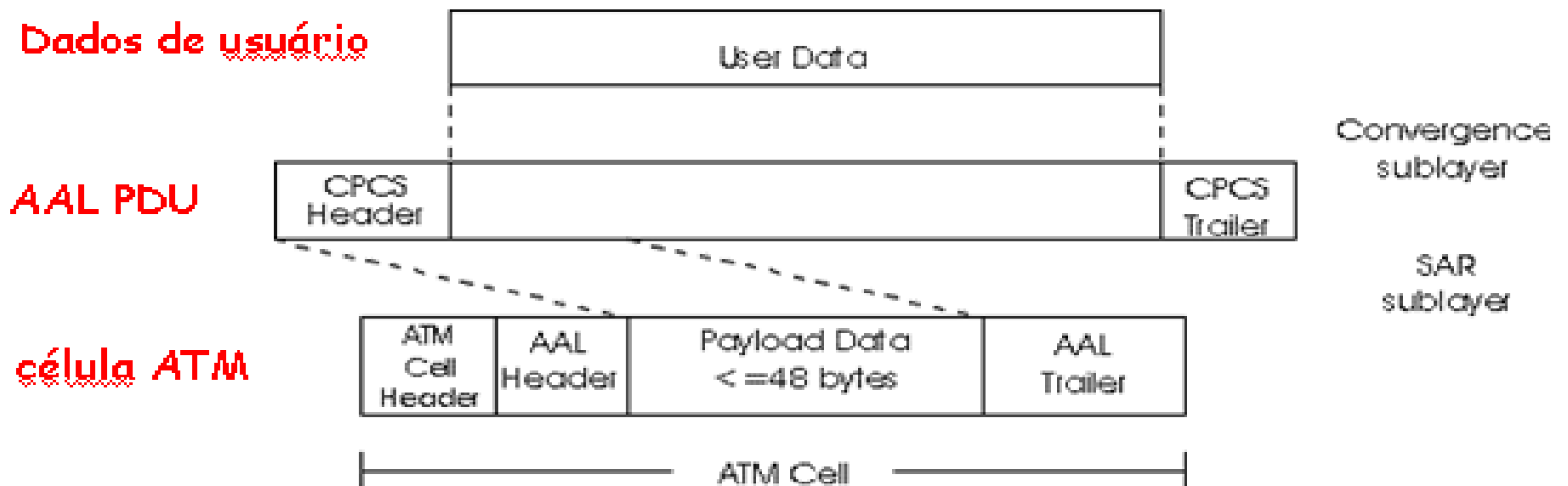
Arquitetura ATM



Camada de Adaptação ATM (AAL)

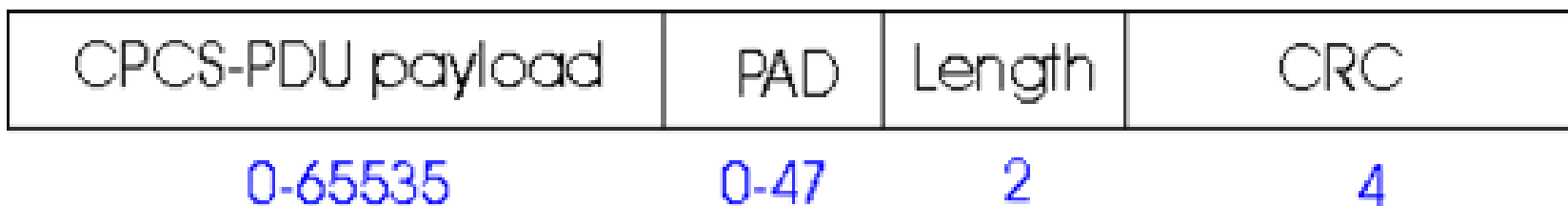
- “Adapta” camadas superiores (aplicações IP ou nativas ATM) para a camada ATM abaixo
- AAL presente apenas nos sistemas finais, não nos comutadores ATM (“switches”)
- O segmento da camada AAL (campo de cabeçalho/trailer e de dados) são fragmentados em múltiplas células ATM
 - analogia: segmento TCP em muitos pacotes IP

- Diferentes versões da camada AAL, dependendo da classe de serviço ATM:
 - **AAL1**: para serviço CBR (Taxa de Bit Constante), ex. emulação de circuitos
 - **AAL2**: para serviços VBR (Taxa de Bit Variável), ex., vídeo MPEG
 - **AAL5**: para dados (ex., datagramas IP)



AAL5 - *Simple And Efficient AL* - SEAL

- AAL5: AAL com cabeçalhos pequenos usado para transportar datagramas IP
 - 4 bytes de verificação cíclica de erros
 - PAD assegura que o segmento tem tamanho múltiplo de 48 bytes
 - grandes unidades de dados AAL5 devem ser fragmentadas em células ATM de 48 bytes



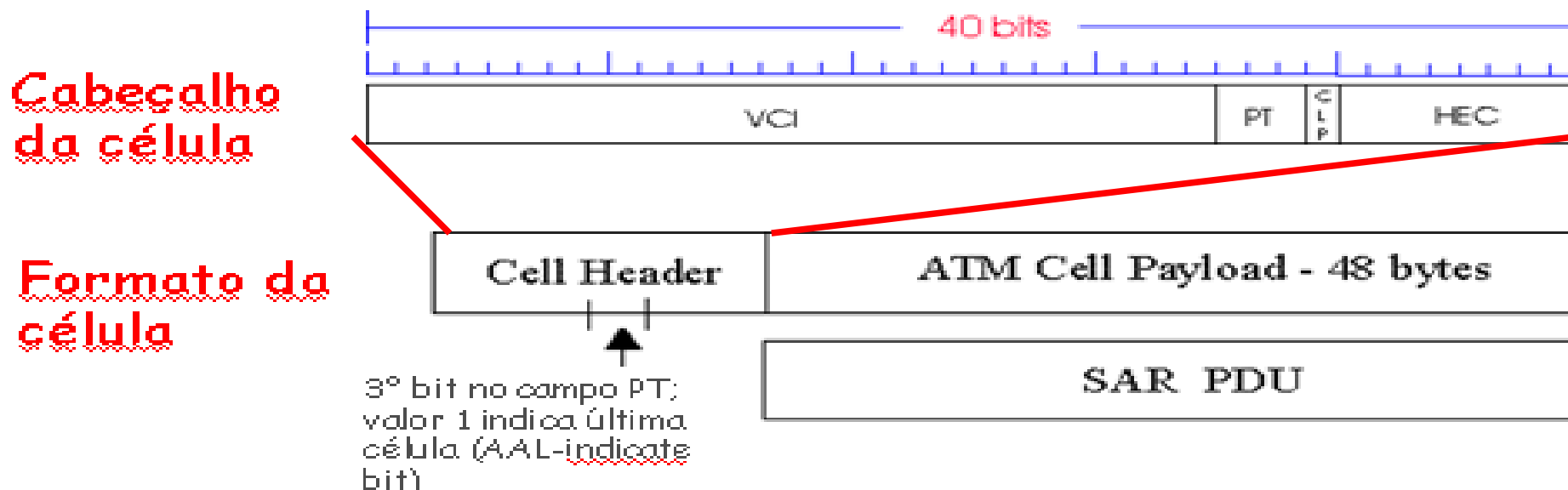
Camada ATM

- Transporte de células através da rede ATM
 - análoga à camada de rede IP
 - serviços muito diferentes da camada de rede IP

Arquitetura de Rede	Modelo de Serviço	Garantias ?				Aviso de Congestão
		Banda	Perda	Ordem	Tempo	
Internet	melhor esforço	não	não	não	não	não (inferido pelas perdas)
ATM	CBR	taxa constante	sim	sim	sim	não há congestão
ATM	VBR	taxa garantida	sim	sim	sim	não há congestão
ATM	ABR	mínimo garantido	não	sim	não	sim
ATM	UBR	não	não	sim	não	não

Célula ATM

- Cabeçalho da célula ATM com 5 bytes
- Carga útil com 48-bytes
 - carga útil pequena -> pequeno atraso de criação de célula para voz digitalizada
 - meio do caminho entre 32 e 64 (compromisso!)



Cabeçalho da célula ATM

- VCI: identificador de canal virtual
 - pode mudar de enlace para enlace através da rede
- PT: Tipo de payload (ex. célula RM versus célula de dados)
- CLP: bit de Prioridade de Perda de Célula
 - CLP = 1 implica célula de baixa prioridade, pode ser descartada em caso de congestão
- HEC: Verificação de Erros no Cabeçalho
 - verificação cíclica de erros

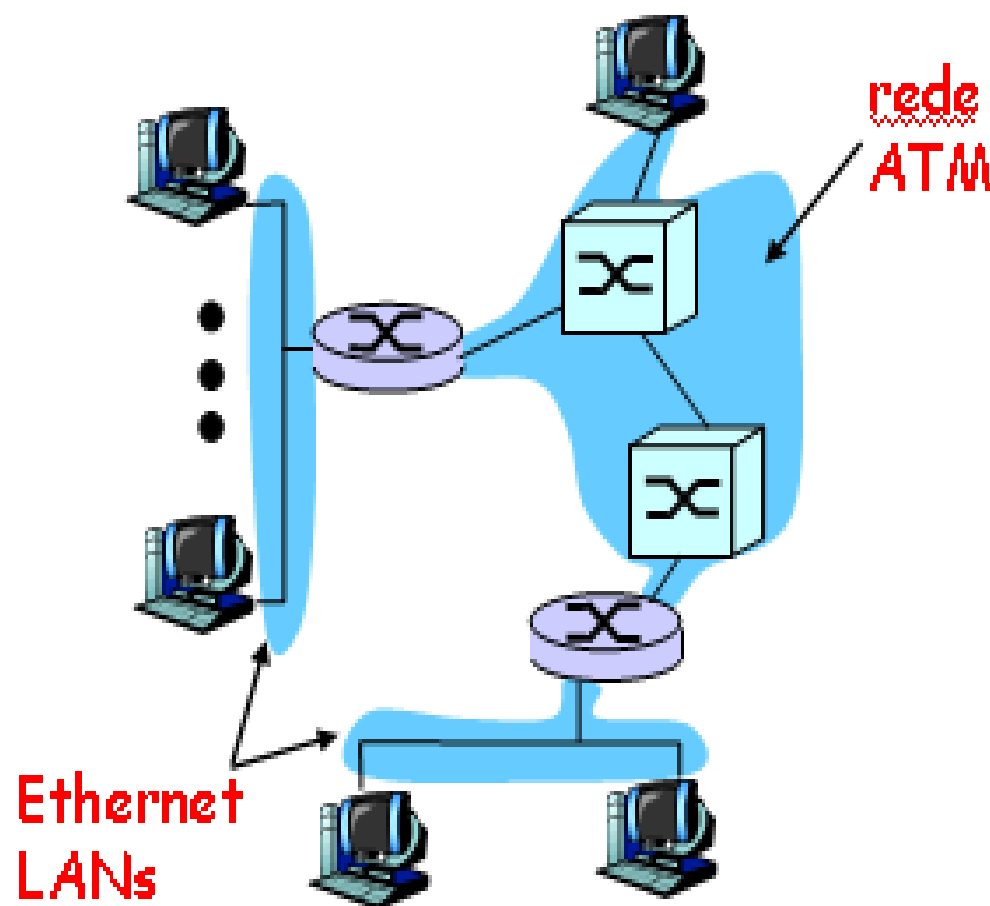
Camada Física ATM

- A camada física se compõe de duas partes:
 - **Subcamada de Convergência de Transmissão (TCS):** adapta a camada ATM acima à subcamada física abaixo (PMD)
 - **Subcamada Dependente do Meio:** depende do tipo de meio físico sendo empregado
- **Funções da TCS :**
 - Geração do checksum do cabeçalho: 8 bits CRC
 - Delineamento de célula
 - Com uma subcamada PMD não estruturada, transmite células vazias (*idle cells*) quando não há células de dados a enviar.

- Subcamada Dependente do Meio Físico (PMD)
 - **SONET/SDH**: estrutura de transmissão de quadros (como um container carregando bits);
 - sincronização de bits;
 - partições da banda passante (TDM);
 - Várias velocidades: OC1 = 51.84 Mbps; OC3 = 155.52 Mbps; OC12 = 622.08 Mbps
 - **T1/T3**: estrutura de transmissão de quadros (velha hierarquia de telefonia: 1.5 Mbps/ 45 Mbps. No Brasil usa-se a hierarquia europeia E1/E3: 2 / 34 Mbps)
 - **Não estruturada**: apenas células (ocupadas/vazias)

IP-sobre-ATM

- Substitui a rede (ex., segmento de LAN) com a rede ATM
- Endereços ATM, endereços IP



IP-sobre-ATM

- Endereço de Origem:
 - Camada IP encontra um mapeamento entre o endereço IP e o endereço de destino ATM (usando ARP)
 - passa o datagrama para a camada de adaptação AAL5
 - AAL5 encapsula os dados, segmenta em células, e passa para a camada ATM
- Rede ATM: move a célula para o destino de acordo com o seu VC (circuito virtual)
- Host de Destino:
 - AAL5 remonta o datagrama original a partir das células recebidas
 - se o CRC OK, datagrama é passado ao IP

ARP em redes ATM

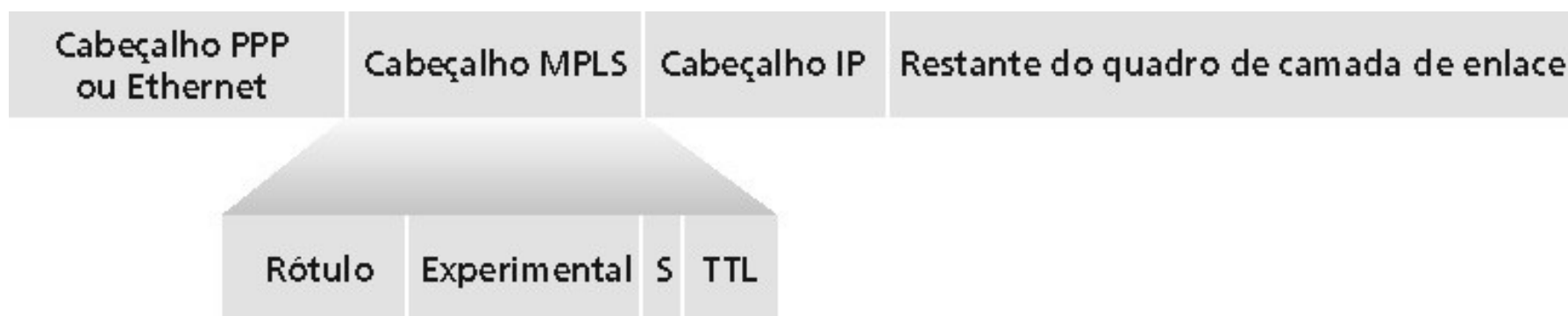
- A rede ATM precisa do endereço de destino
 - da mesma forma que uma rede *Ethernet* necessita do endereço MAC do destino
- Translação de endereço IP/ATM é feita pelo protocolo ATM ARP
 - servidor ARP numa rede ATM realiza *broadcast* de translações solicitadas para todos os equipamentos ATM conectados
 - *hosts* podem registrar seus endereços ATM com o servidor para facilitar as buscas

X.25 e *Frame Relay*

- Semelhante ao ATM:
 - tecnologias de redes de longa distância
 - orientados a circuitos virtuais
 - origens no mundo da telefonia
 - podem ser usados para transportar datagramas IP
 - portanto podem ser vistos como entidades de camada de enlace pelo protocolo IP

Multiprotocol label switching - MPLS

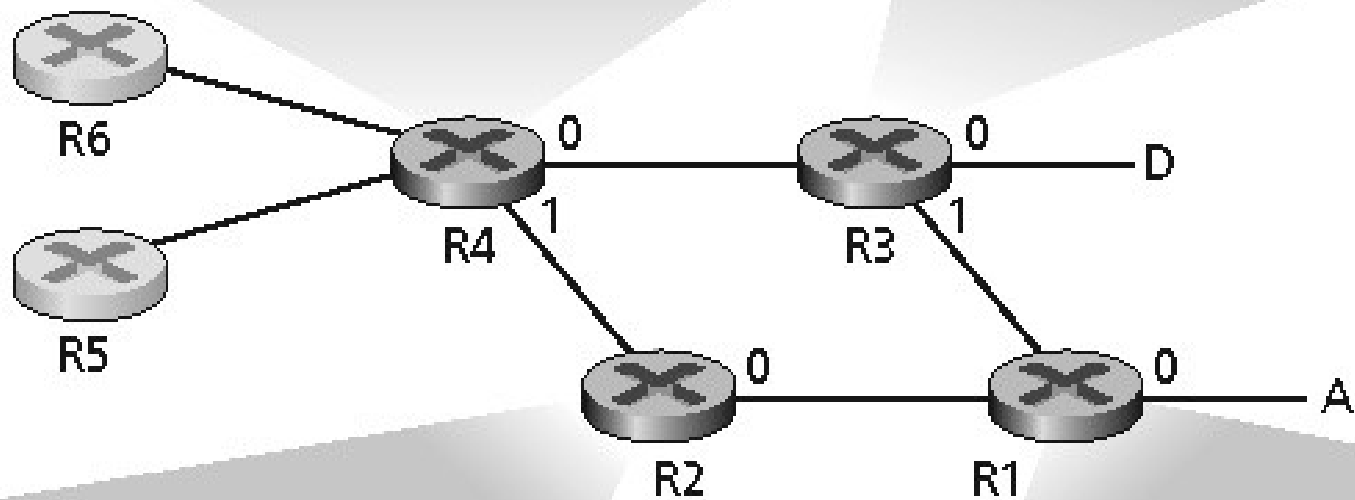
- Objetivo inicial: aumentar a velocidade de encaminhamento IP usando labels de tamanho fixo (em vez de endereço IP)
 - Mesma idéia do método de circuito virtual (VC)
 - Mas o datagrama IP ainda mantém o endereço IP!



- Roteador faz a função de comutador de rótulo
- Pacotes encaminhados para interface de saída com base apenas no valor do rótulo (não inspeciona o endereço IP)
 - Tabela de encaminhamento MPLS distinta das tabelas de encaminhamento IP
- Protocolo de sinalização necessário para estabelecer o encaminhamento
 - RSVP-TE
 - Encaminhamento é possível por caminhos que o IP sozinho não pode usar (ex.: roteamento de especificado pela origem)!!
 - Use MPLS para engenharia de tráfego
- Deve coexistir com roteadores unicamente IP

rótulo de entrada	rótulo de saída	destino	interface de saída
	10	A	0
	12	D	0
	8	A	1

rótulo de entrada	rótulo de saída	destino	interface de saída
10	6	A	1
12	9	D	0



rótulo de entrada	rótulo de saída	destino	interface de saída
8	6	A	0

rótulo de entrada	rótulo de saída	destino	interface de saída
6	–	A	0