



MẠNG MÁY TÍNH

Chương 2

LỚP DATA LINK (LỚP LIÊN KẾT DỮ LIỆU)

Nội dung chương 2

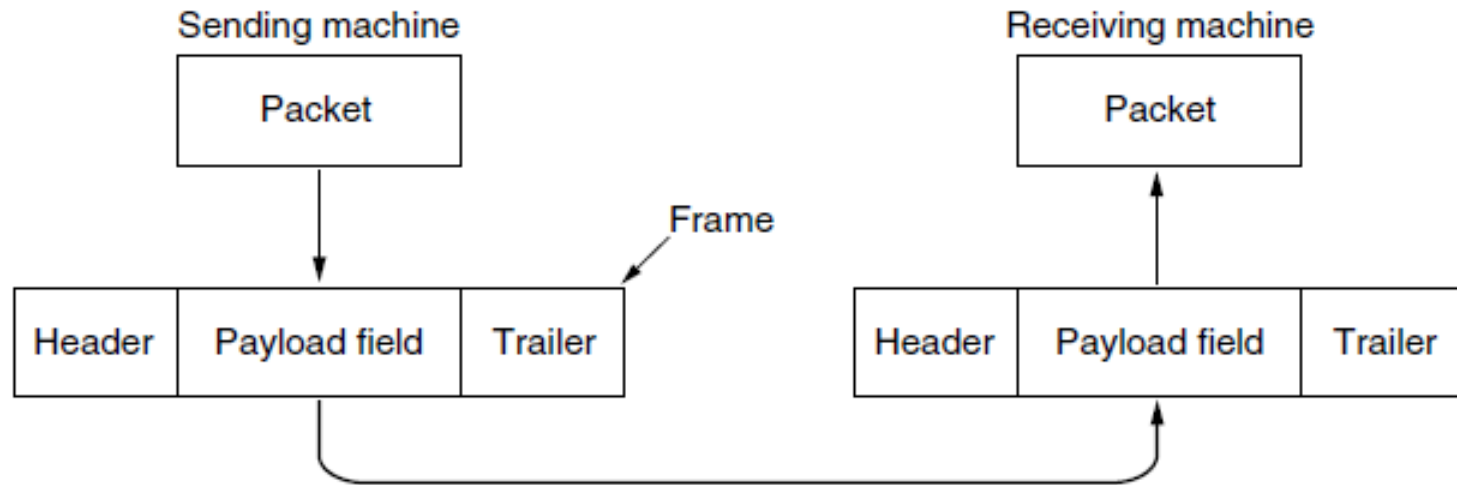
- I. Các vấn đề thiết kế lớp data link
- II. Các giao thức gửi nhận frame cơ bản
- III. Các kỹ thuật kết nối mạng miền rộng
- IV. Ví dụ giao thức lớp data link

I. Các vấn đề thiết kế lớp data link

1. Nhiệm vụ lớp data link
2. Các dịch vụ cung cấp cho lớp network
3. Các phương pháp tạo frame
4. Các kỹ thuật kiểm soát lỗi
5. Kiểm soát lưu lượng

I.1 Nhiệm vụ lớp data link

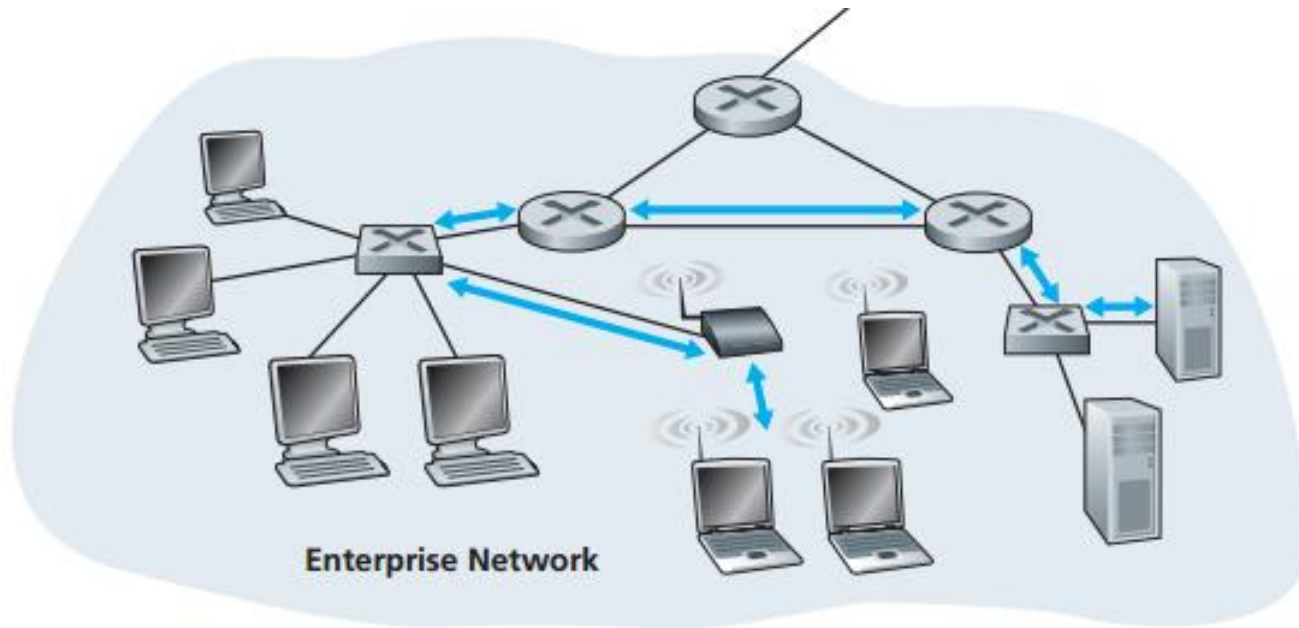
- Cung cấp dịch vụ gửi nhận dữ liệu (frame) tin cậy giữa hai máy láng giềng (hai máy có kết nối vật lý)
- Kiểm soát lỗi và kiểm soát lưu lượng



Relationship between packets and frames.

Nhiệm vụ lớp data link

- Ví dụ: để một datagram được chuyển giữa hai máy, nó phải được di chuyển qua từng liên kết riêng lẻ trong đường dẫn từ đầu đến cuối.



I.2 Các dịch vụ cung cấp cho lớp network

- Dịch vụ chính là truyền dữ liệu từ lớp mạng trên máy nguồn sang lớp mạng trên máy đích.
- Có ba dịch vụ thực tế phụ thuộc vào giao thức:
 - Gởi nhận không kiểm soát (Unacknowledged connectionless service)
 - Gởi nhận có xác nhận của máy nhận (Acknowledged connectionless service)
 - Gởi nhận có kết nối (Acknowledged connection-oriented service)

Gởi nhận không kiểm soát

- Không cần tạo kết nối logic
- Máy gởi tạo các frame độc lập và gởi cho máy nhận
- Không cần xác nhận của máy nhận

Gửi nhận có xác nhận của máy nhận

- Không cần tạo kết nối logic
- Máy gửi tạo frame (data frame) và gửi cho máy nhận
- Máy nhận gửi trả frame báo nhận (acknowledge frame - ACK) để xác nhận đã nhận được data frame.
- Sau một khoảng thời gian không nhận ack, máy gửi sẽ gửi lại

Gởi nhận có kết nối

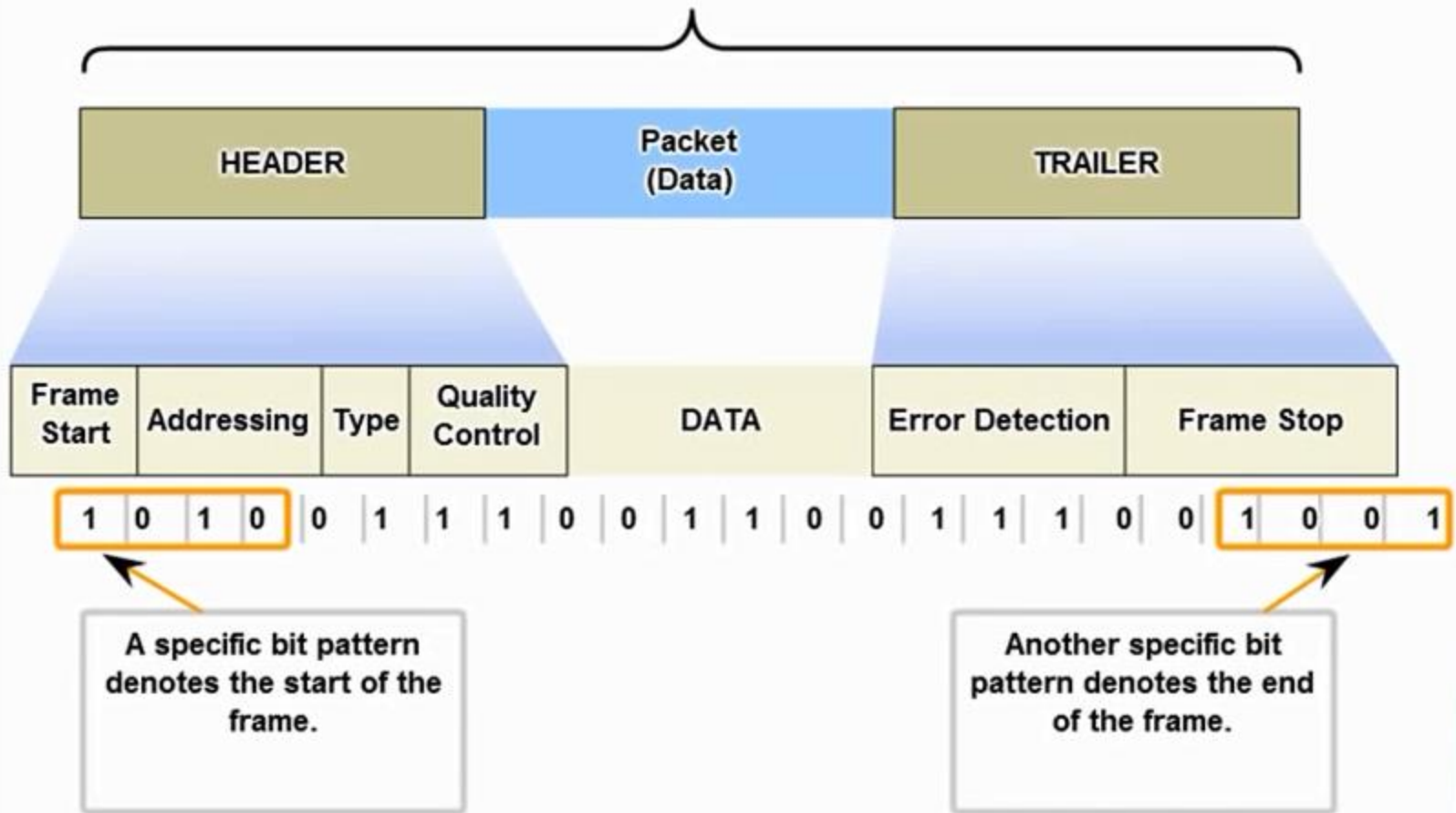
- Máy gởi và máy nhận thiết lập kết nối (connection) trước khi trao đổi dữ liệu
- Mỗi frame được gởi trên kết nối có đánh số thứ tự → không sai, không mất, không đảo lộn thứ tự.
- Có ba giai đoạn trong gởi nhận frame:
 - Thiết lập kết nối → khởi tạo các biến, bộ đếm cần thiết để theo dõi frame nào đã được nhận, hay mất...
 - Gởi nhận các frame
 - Hủy kết nối → giải phóng bộ nhớ, ...

I.3 Các phương pháp tạo frame

- Mục đích việc tạo Frame:
 - Máy tính nào truyền thông với máy tính nào?
 - Điểm bắt đầu/kết thúc một frame?
 - Có lỗi hay không?
- Các kỹ thuật cơ bản:
 - Byte count (đếm ký tự)
 - Flag bytes with byte stuffing (Flag và byte đệm)
 - Flag bits with bit stuffing (Flag và bit đệm)
 - Physical layer coding violations (tín hiệu báo phạm vi frame từ lớp vật lý)
- Thực tế: kết hợp các kỹ thuật

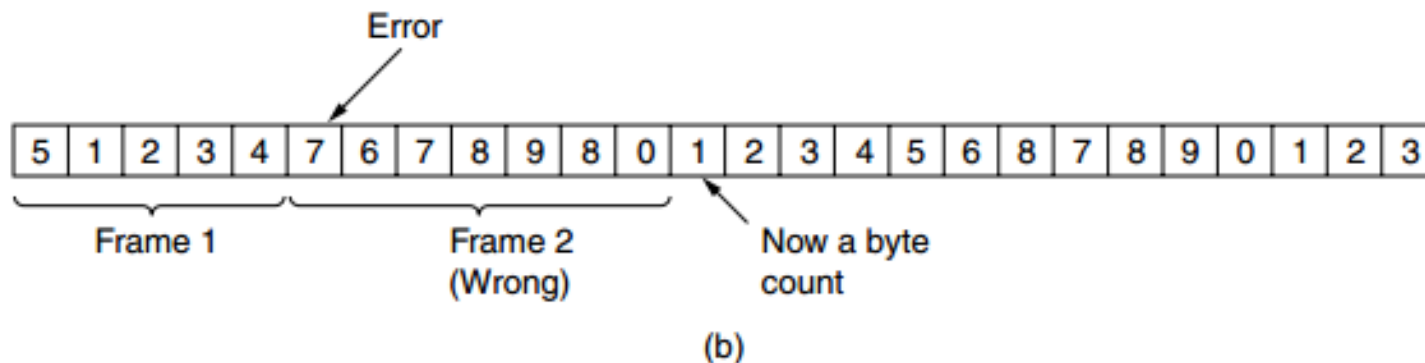
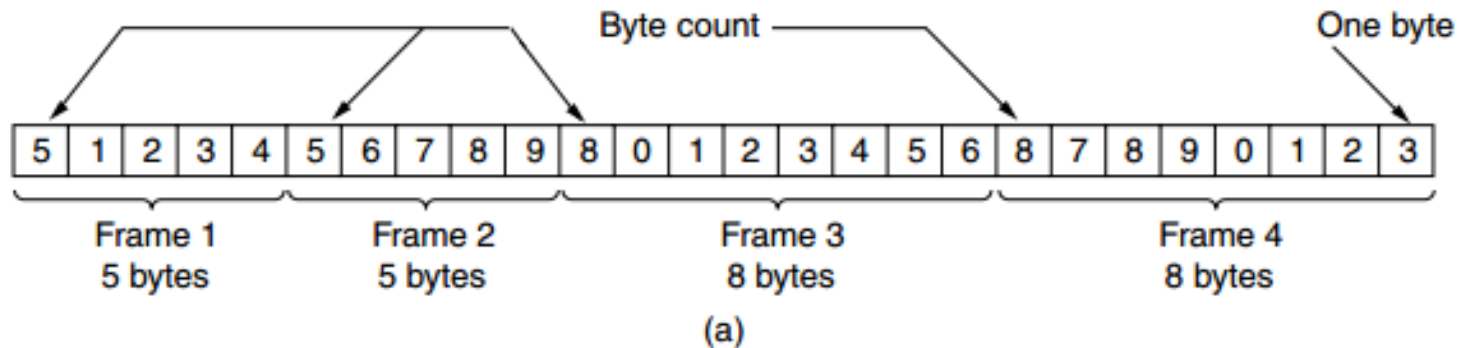
Các phương pháp tạo frame

- Dạng tổng quát của một frame



Tạo frame bằng cách đếm ký tự

- Sử dụng byte đầu tiên làm byte đếm, cho biết frame có bao nhiêu byte
- Nếu byte đếm bị lỗi → sai hết từ đó về sau

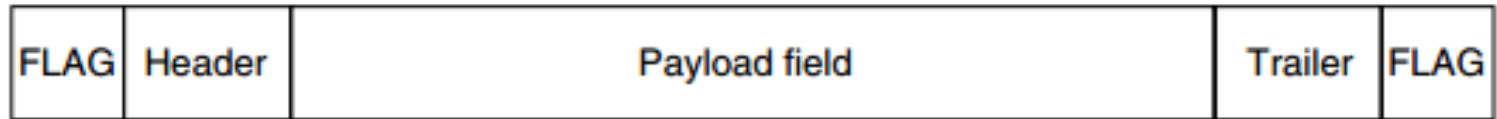


Tạo frame dùng FLAG và byte độn

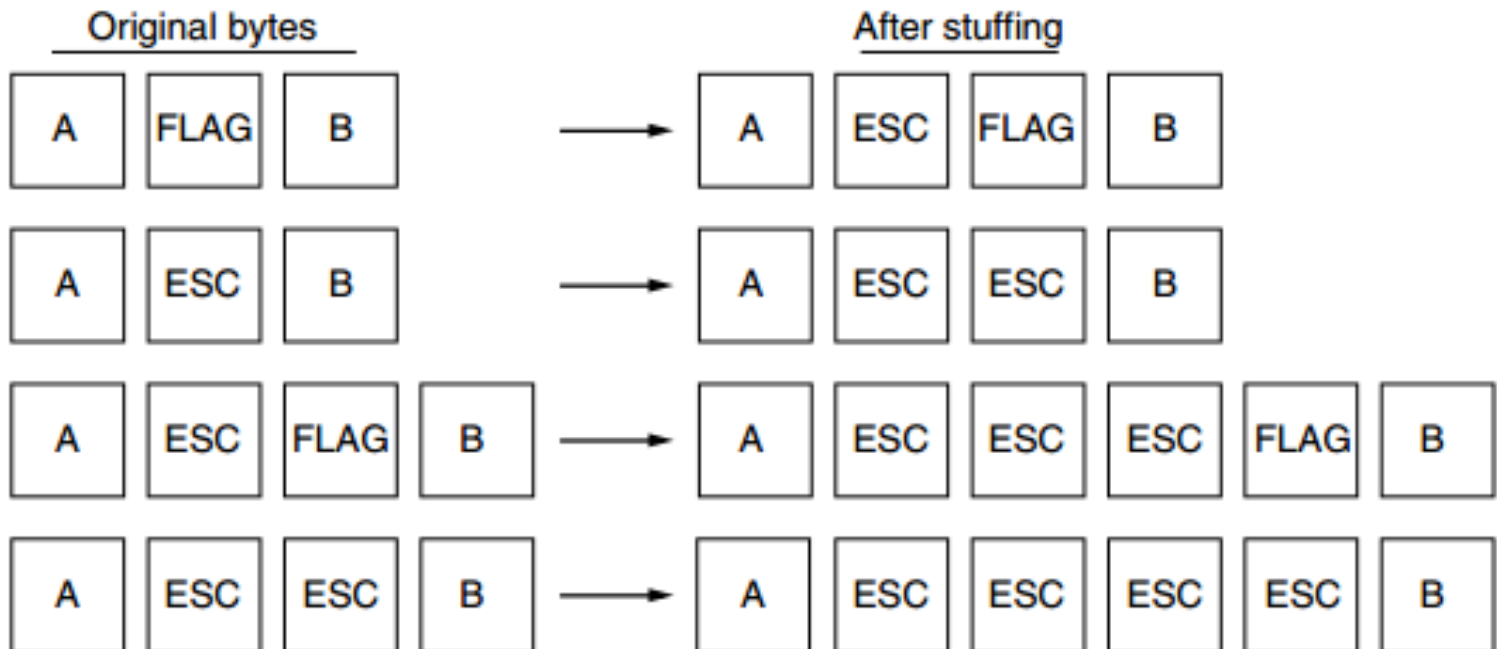
- Dùng byte đặc biệt (flag) đánh dấu bắt đầu/kết thúc frame
- Nếu trong dữ liệu có chứa Flag, độn trước nó byte ESC
- Nếu trong dữ liệu có chứa ESC, độn trước nó byte ESC

Tạo frame dùng FLAG và byte độn

- Ví dụ:



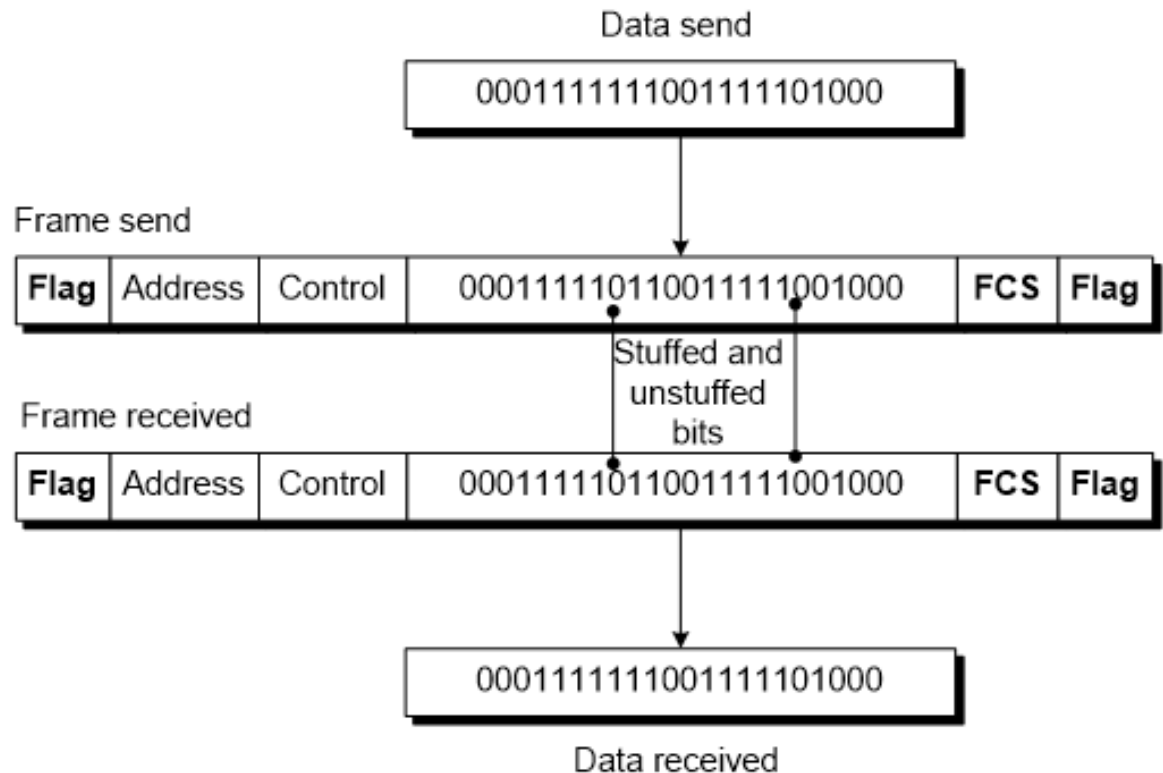
(a)



(b)

Tạo frame dùng FLAG và bit đệm

- Sử dụng Flag đặc biệt: 01111110 đánh dấu điểm bắt đầu/kết thúc một frame
- Nếu trong dữ liệu có một dãy liên tục năm bit 1 → đệm sau đó một bit 0



Các phương pháp tạo frame khác

- Phương pháp dùng byte độn và bit độn: kích thước dữ liệu trên đường truyền có thể lớn.
- → Sử dụng một số tín hiệu dành riêng của lớp Physical để chỉ ra điểm bắt đầu và kết thúc của khung
- Kết hợp các phương pháp:
 - Frame đánh dấu bắt đầu (72 bit - 802.11).
 - Kế đó là byte đếm → dùng để xác định vị trí cuối của Frame

I.4 Các kỹ thuật kiểm soát lỗi

- Dùng checksum
- Có xác nhận của máy nhận (ACK - (acknowledgement) hoặc NAK (negative acknowledgement))
- Định thời (timer)
- Số thứ tự trình tự (sequence number)
- Kiểm soát lỗi bảo đảm việc gửi nhận frame:
 - không sai
 - không mất
 - không đảo lộn thứ tự.

Checksum

- Máy gửi tạo frame và tính checksum
- Máy gửi sẽ gửi frame có checksum
- Nhờ vùng checksum máy nhận xác định frame không có lỗi
- Với checksum → không sai

ACK (**ack**nowledgment)

- Khi nhận một frame không có lỗi thì máy nhận sẽ gửi một frame điều khiển (ACK) cho máy gửi để xác nhận
- Nếu không có ACK thì máy gửi sẽ gửi lại frame
- Với ACK → không mất

Timer

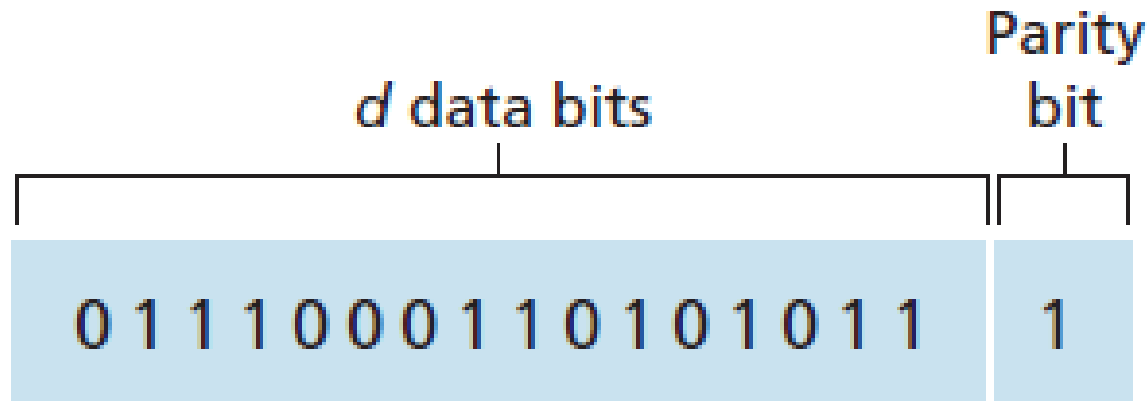
- Sau khi gửi frame, máy gửi khởi động một bộ định thời (timer)
- Nếu hết thời gian (timeout) mà không có ACK từ máy nhận thì máy gửi sẽ gửi lại frame

Sequence number

- ACK từ máy nhận có thể không đến máy gửi, và máy gửi sẽ gửi lại frame
- Máy nhận có thể nhận cùng một frame nhiều lần
- Để tránh nhận trùng frame, mỗi frame có một số thứ tự
- Số thứ tự frame thuộc về một khoảng giá trị xác định → số thứ tự trình tự
 - Ví dụ: dùng số thứ tự 3 bit → có số thứ tự từ 0 đến 7

Một số ví dụ về kỹ thuật kiểm soát lỗi

- Kỹ thuật Parity 1 chiều



One-bit even parity

- Phát hiện được lỗi khi số bit lỗi lẻ
- Không sửa được lỗi

Một số ví dụ về kỹ thuật kiểm soát lỗi

- Kỹ thuật Parity 1 chiều (tt)
 - Có thể tính một bit chẵn lẻ cho mỗi cột và gửi tất cả các bit dữ liệu theo từng hàng với thứ tự từ trên xuống dưới và các bit trong mỗi hàng từ trái sang phải.
 - Hàng cuối cùng là n bit chẵn lẻ

Một số ví dụ về kỹ thuật kiểm soát lỗi

- Kỹ thuật Parity 1 chiều
 - Ví dụ sau với số cột $n = 7$ và số hàng $k = 7$.

Transmit order

N	1	0	0	1	1	1	0
e	1	1	0	0	1	0	1
t	1	1	1	0	1	0	0
w	1	1	1	0	1	1	1
o	1	1	0	1	1	1	1
r	1	1	1	0	0	1	0
k	1	1	0	1	0	1	1
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	1	0	1	1	1	1	0
	Parity bits						

Channel

Burst error

N	1	0	0	1	1	1	0
c	1	1	0	0	0	1	1
l	1	1	0	1	1	0	0
w	1	1	1	0	1	1	1
o	1	1	0	1	1	1	1
r	1	1	1	0	0	1	0
k	1	1	0	1	0	1	1
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	1	0	1	1	1	1	0
	Parity errors						

Một số ví dụ về kỹ thuật kiểm soát lỗi

- Kỹ thuật Parity 2 chiều

Row parity				
Column parity	$d_{1,1}$	\dots	$d_{1,j}$	$d_{1,j+1}$
	$d_{2,1}$	\dots	$d_{2,j}$	$d_{2,j+1}$
	\dots	\dots	\dots	\dots
	$d_{i,1}$	\dots	$d_{i,j}$	$d_{i,j+1}$
	$d_{i+1,1}$	\dots	$d_{i+1,j}$	$d_{i+1,j+1}$

Một số ví dụ về kỹ thuật kiểm soát lỗi

- Kỹ thuật Parity 2 chiều

No errors						Correctable single-bit error					
1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1
1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1
0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0

Two-dimensional even parity

–Phát hiện và sửa được một bit lỗi

Một số ví dụ về kỹ thuật kiểm soát lỗi

- Internet checksum:

Dữ liệu ban đầu: 00FE C523 FDA1 D68A AF02		
+	00FE C523	C3C3 D68A
+	C621 FDA1	9A4D 1
+	C3C2 1	9A4E AF02
	C3C3	4950 1
		4951h = 0100 1001 0101 0001b
	Lấy bù 1 được 1011 0110 1010 1110b = B6AEh (checksum)	
Dữ liệu trên đường truyền: 00FE C523 FDA1 D68A AF02 B6AE		

I.5 Kiểm soát lưu lượng

- Mục đích: máy gửi không nhanh hơn máy nhận
- Hai kỹ thuật cơ bản:
 - Máy gửi chờ ACK từ máy nhận
 - Máy gửi hoạt động theo tốc độ giới hạn

II. Các giao thức gửi nhận frame cơ bản

- Giao thức đơn giản trên đường truyền một chiều lý tưởng
- Giao thức stop-and-wait
- Giao thức trên đường truyền một chiều thực tế
- Các giao thức dạng sliding window

Giao thức đơn giản trên đường truyền một chiều lý tưởng

- Đường truyền lý tưởng:
 - Không có lỗi → không cần kiểm soát lỗi
 - Máy nhận tốc độ vô hạn → không cần kiểm soát lưu lượng
- Đường truyền một chiều:
 - dữ liệu một chiều từ máy gửi đến máy nhận
 - simplex
- Máy gửi tạo frame và gửi cho máy nhận

Giao thức stop-and-wait

- Đường truyền: không có lỗi và máy nhận tốc độ hữu hạn
- Máy gửi tạo frame gửi đến máy nhận
- Máy gửi chờ ACK từ máy nhận
- Máy gửi gửi frame tiếp theo
- Đường truyền một chiều dữ liệu nhưng có chiều truyền ACK
- → 2 chiều không đồng thời: half-duplex

Giao thức đơn giản trên đường truyền một chiều thực tế

- Đường truyền thực tế:
 - Có thể có lỗi
 - Máy nhận tốc độ hữu hạn
- Máy gửi tạo frame, tính checksum, ghi số thứ tự frame, khởi động timer, gửi đến máy nhận
- Nếu có ACK thì gửi frame tiếp theo
- Nếu không có ACK thì gửi lại frame

Các giao thức dạng sliding window

- Mục tiêu:
 - Cho phép truyền dữ liệu đồng thời cả hai chiều → full-duplex
 - Gởi nhận theo nhóm frame
 - Các loại frame gồm có: frame dữ liệu, ACK, NAK
- Hoạt động:
 - Một máy sẽ gởi một nhóm frame trước khi chờ ACK.
 - sending window: cần có bộ đệm lưu thông tin các frame đã gởi chưa có ACK
 - receiving window: cần có bộ đệm lưu thông tin các frame chờ nhận

Các giao thức dạng sliding window

- Máy truyền frame có thể kết hợp ack vào frame mà nó truyền đi thay vì gửi các frame ack riêng → piggybacking
- Ví dụ: sequence number 3 bit
 - Gửi các frame 1 đến 4 0 1 2 3 4 5 6 7
 - Nhận ACK frame 1 0 1 2 3 4 5 6 7
 - Gửi tiếp frame 5 0 1 2 3 4 5 6 7

Các giao thức dạng sliding window

- Ví dụ:

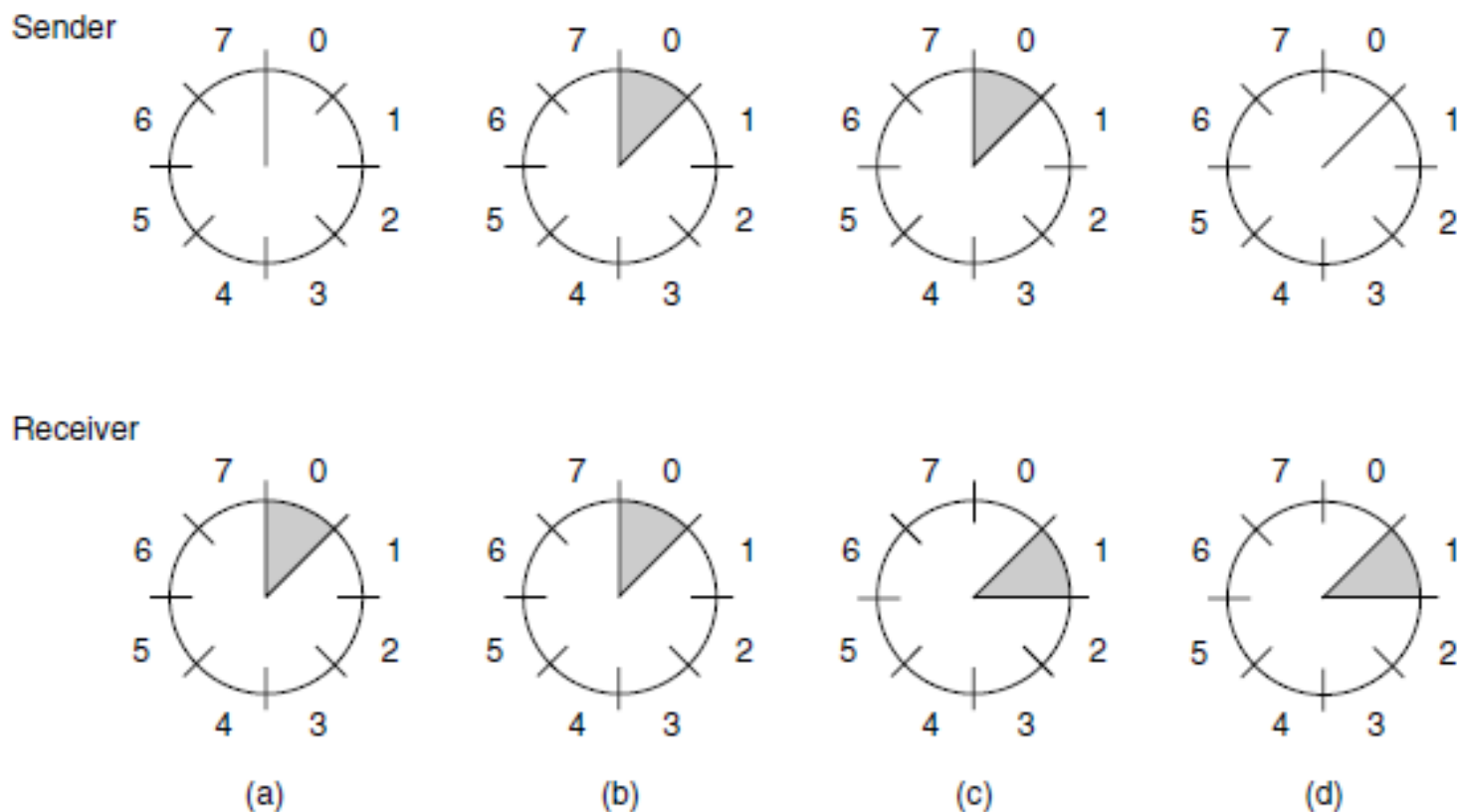


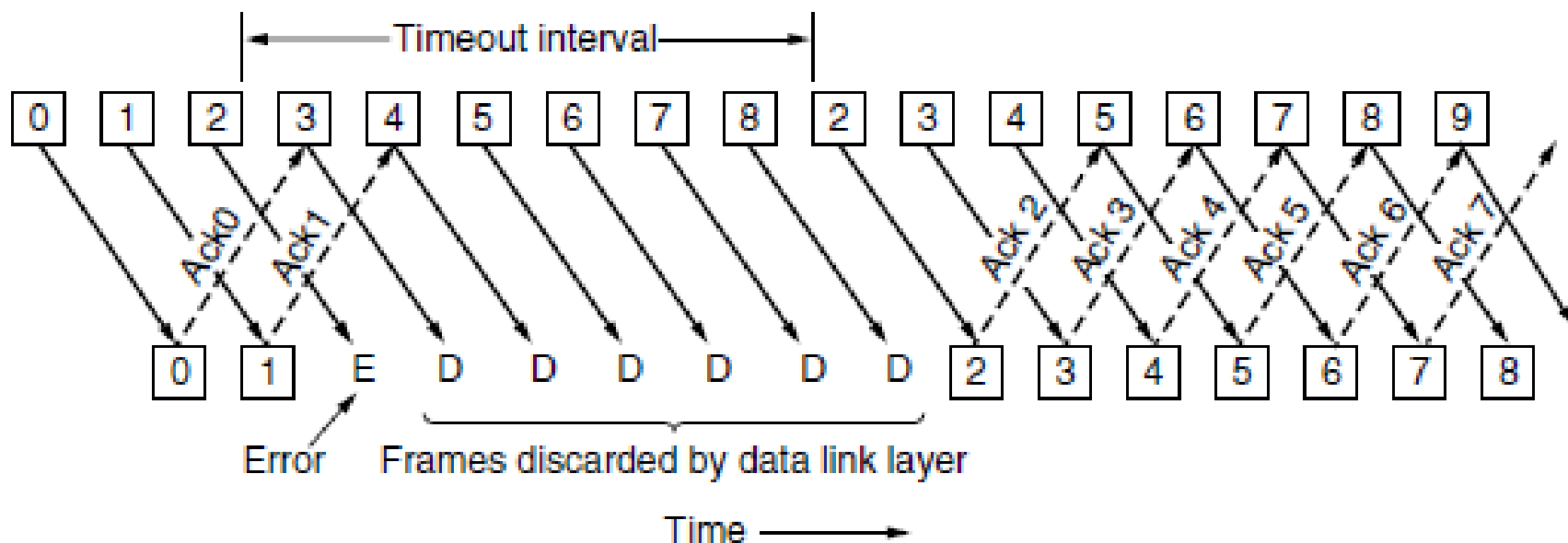
Figure 3-15. A sliding window of size 1, with a 3-bit sequence number. (a) Initially. (b) After the first frame has been sent. (c) After the first frame has been received. (d) After the first acknowledgement has been received.

Các giao thức dạng sliding window

- Có hai dạng cơ bản với cách xử lý frame có lỗi (mất, checksum error)
 - Go back n:
 - Máy gửi sẽ gửi lại tất cả các frame từ frame có lỗi
 - Selective Repeat
 - Máy gửi chỉ gửi lại frame có lỗi
 - Máy nhận phải lưu lại các frame tốt sau frame có lỗi

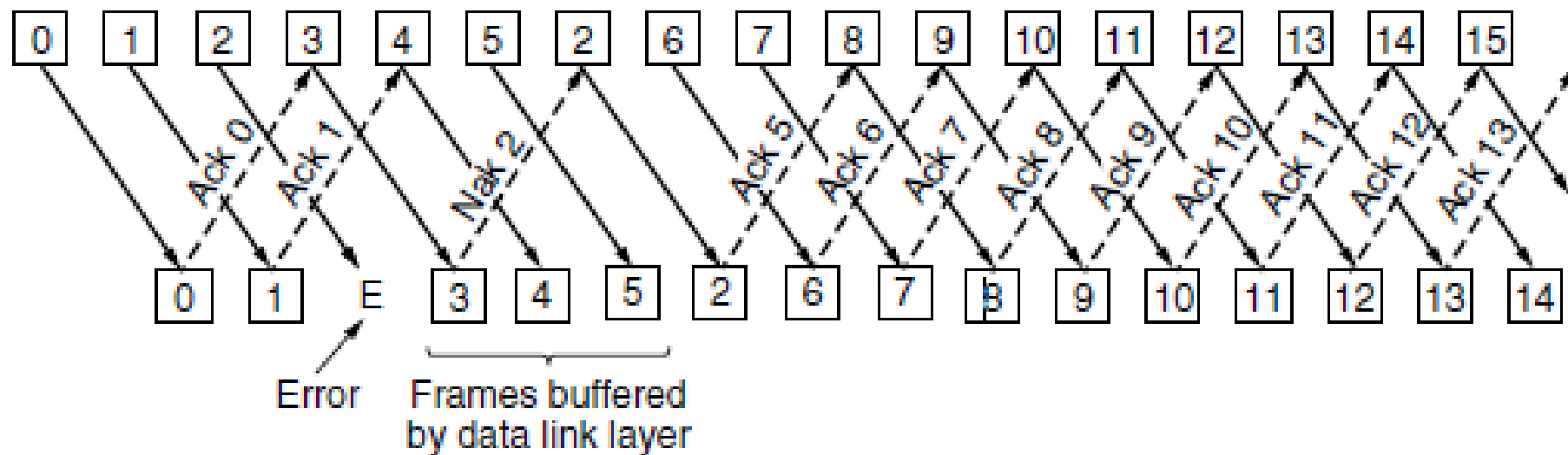
Các giao thức dạng sliding window

- Go back n



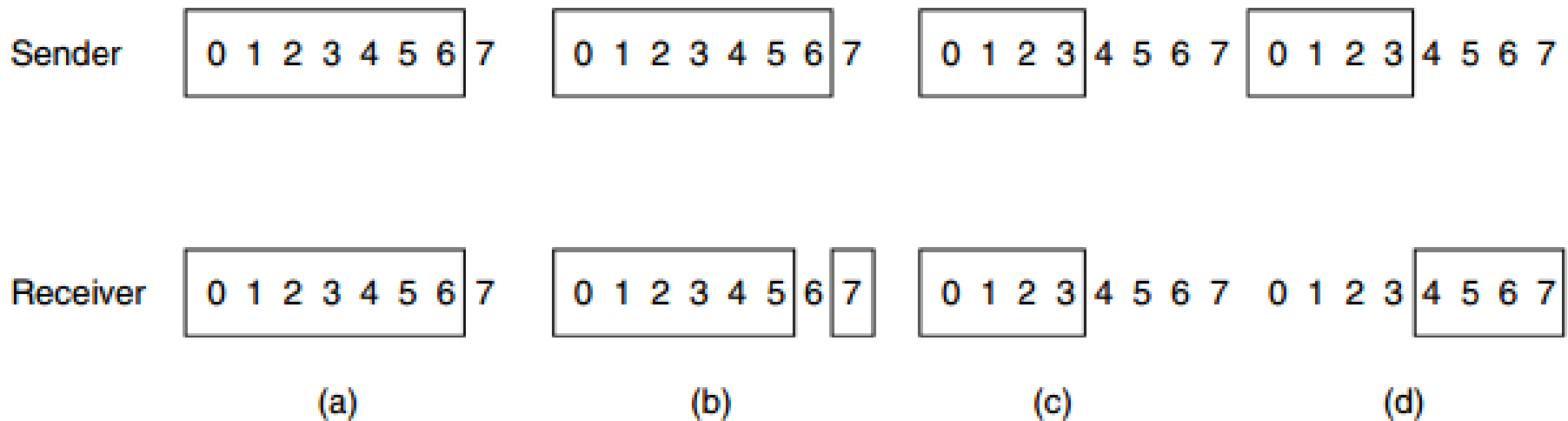
Các giao thức dạng sliding window

- Selective Repeat



Các giao thức dạng sliding window

- Trường hợp window size lớn:
số bộ đệm (buffer) = kích thước tối đa của cửa sổ
nhận = $(\text{MAX SEQ} + 1)/2$



(a) Initial situation with a window of size 7. (b) After 7 frames have been sent and received but not acknowledged. (c) Initial situation with a window size of 4. (d) After 4 frames have been sent and received but not acknowledged.

III. Các kỹ thuật kết nối mạng miền rộng

- Dùng đường dây điện thoại
- Kết nối trực tiếp dùng cable
- ISDN (Integrated **S**ervices **D**igital **N**etwork)
- Kết nối không dây
- Kết nối qua vệ tinh

Kết nối dùng đường dây điện thoại

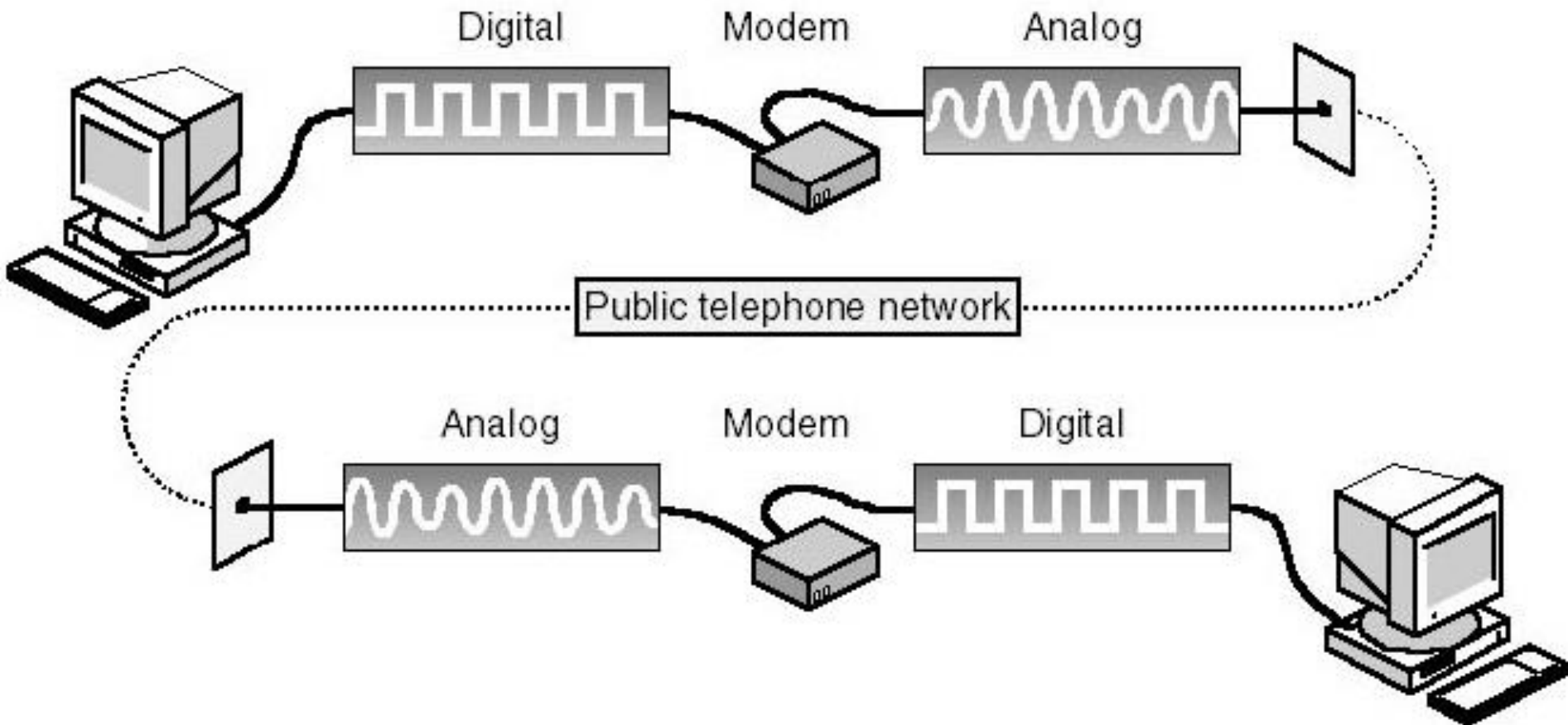
- Dạng quay số (Dial-up)
- DSL (Digital Subscriber Line)

Dạng quay số

- Thiết bị:
 - Người sử dụng: modem
 - Nhà cung cấp dịch vụ: modem
- Giao thức thông dụng: PPP
(Point-to-Point Protocol)
- Phần mềm: tích hợp trên các hệ điều hành

Modem

- Modem thực hiện điều chế (**MO**dulation) khi gửi và giải điều chế (**DE**Modulation) khi nhận



Modem (tt)

- Các dạng modem:
 - Internal – mạch điều khiển gắn trong máy
 - Kết nối với I/O bus, ví dụ PCI
 - Tích hợp trên mainboard
 - External – Thiết bị đặt ngoài kết nối qua cổng COM hay USB
- Một số tiêu chuẩn modem theo ITU:
 - V34 – tốc độ 28.800 bps (bits per second)
 - V90 – tốc độ 56.600 bps

Digital Subscriber Line - DSL

- Digital Subscriber Line: đường dây thuê bao kỹ thuật số
- Dùng chung kết nối mạng trên đường dây điện thoại
- Không có quay số → kết nối thường trực
- Tốc độ cao hơn so với dùng modem

DSL (tt)

- Có các dạng:
 - ADSL- Asymmetric DSL: thông dụng
 - Truyền không đối xứng
 - Tốc độ download: 384Kbps → 8Mbps
 - Tốc độ upload: 64Kbps → 1.5 Mbps
 - Có giới hạn về khoảng cách ~ 5.500 mét
 - HDSL - High-speed DSL:
 - Tốc độ cao hơn ADSL
 - Truyền đối xứng: tốc độ truyền và nhận bằng nhau

DSL (tt)

- Các dạng (tt):
 - RADSL Rate-adaptive DSL
 - Tốc độ download: 600 Kbps → 12 Mbps
 - Tốc độ upload: 128Kbps → 1 Mbps
 - Băng thông có thể được điều chỉnh bằng phần mềm
 - SDSL-Symmetric DSL
 - Truyền đối xứng
 - Tốc độ download và upload: 160 Kb/giây → 2,048 Mb/giây
 - VDSL-Very High Data Rate DSL
 - Truyền đối xứng/không đối xứng
 - Tốc độ download và upload đến 52Mbps

Các dạng ADSL

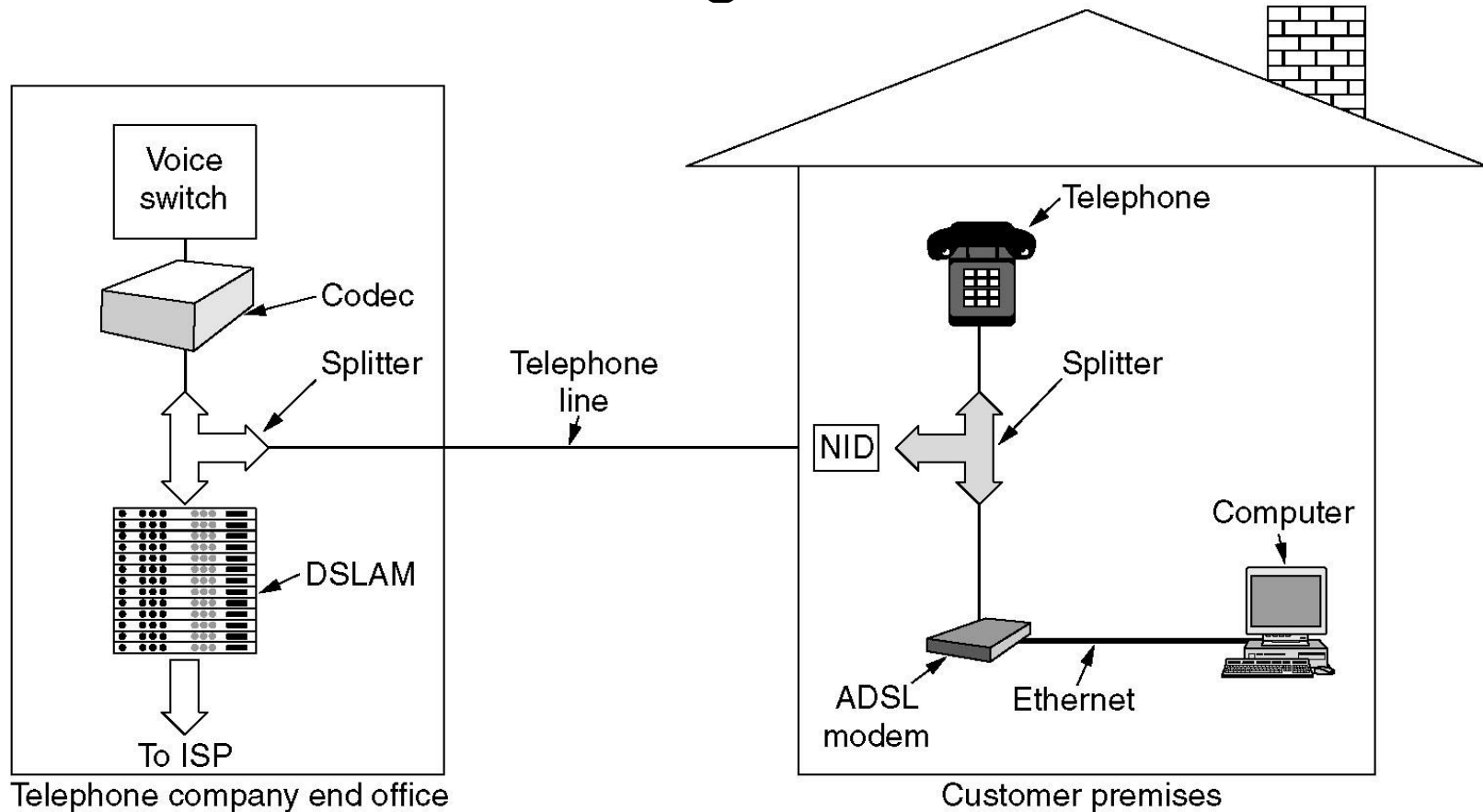
- ADSL
 - Tốc độ download: 8 Mbps, tốc độ upload: 1.5 Mbps
 - Giới hạn về khoảng cách ~ 5.500 mét
- ADSL2
 - Tốc độ download: 12 Mbps, tốc độ upload: 3 Mbps
 - Giới hạn về khoảng cách ~ 5.700 mét
- ADSL2+
 - Tốc độ download: 24 Mbps, tốc độ upload: 3 Mbps
 - Giới hạn về khoảng cách ~ 1.500 mét

Kiến trúc ADSL

- Thiết bị
 - Phía người sử dụng: ADSL modem/ ADSL router
 - Phía nhà cung cấp dịch vụ: Access Multiplexer - DSLAM (Bộ ghép kênh truy cập DSL)
- Phần mềm:
 - Người sử dụng dùng phần mềm do nhà sản xuất thiết bị cung cấp
 - Nhà cung cấp dịch vụ thường dùng kỹ thuật ATM (Asynchronous Transfer Mode)
- ADSL là tiêu chuẩn của lớp vật lý

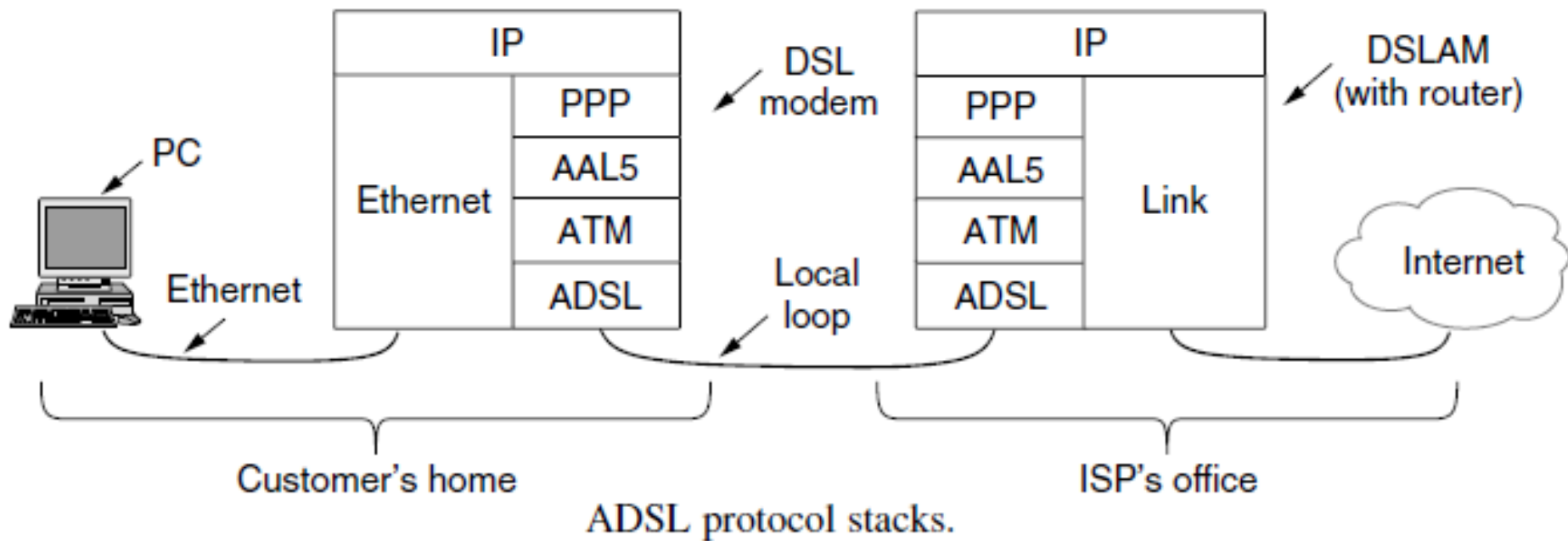
ADSL (tt)

- Cấu hình cơ bản dùng ADSL



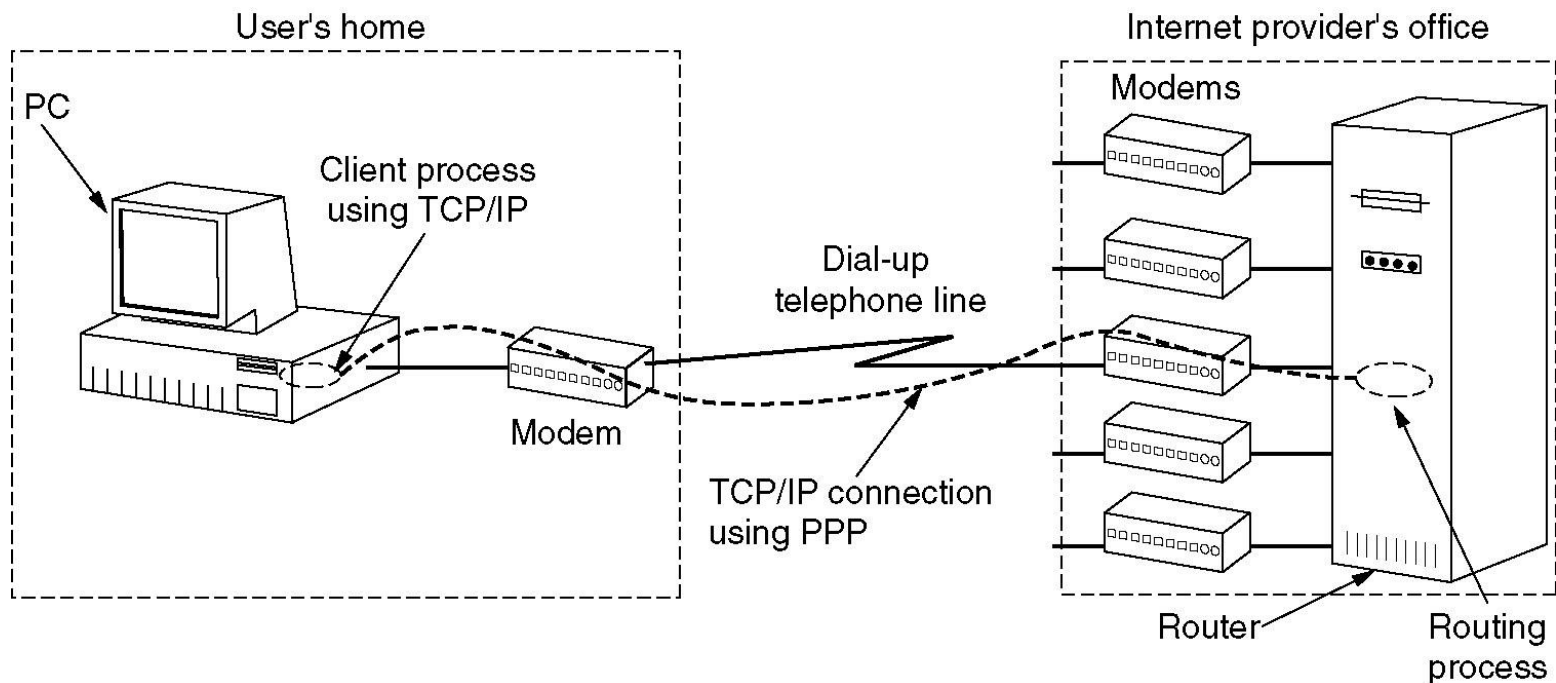
ADSL (tt)

- Các giao thức liên quan



IV. Giao thức PPP (Point-to-Point Protocol)

- Giao thức PPP dùng trong kết nối giữa máy tính cá nhân (PC) với nhà cung cấp dịch vụ Internet (ISP) qua đường điện thoại.



Các đặc điểm của giao thức PPP

- Tạo frame theo giao thức HDLC (High-level Data Link Control), dùng kỹ thuật chèn ký tự, có kiểm soát lỗi
- Dùng giao thức LCP (Link Control Protocol) để kiểm soát kết nối, thoả thuận tham số...
- Dùng giao thức NCP (Network Control Protocol) để thiết lập tham số cho lớp Network, dùng được với nhiều loại mạng như TCP/IP, IPX/SPX, NetBEUI, Apple Talk

Các bước máy PC kết nối Internet

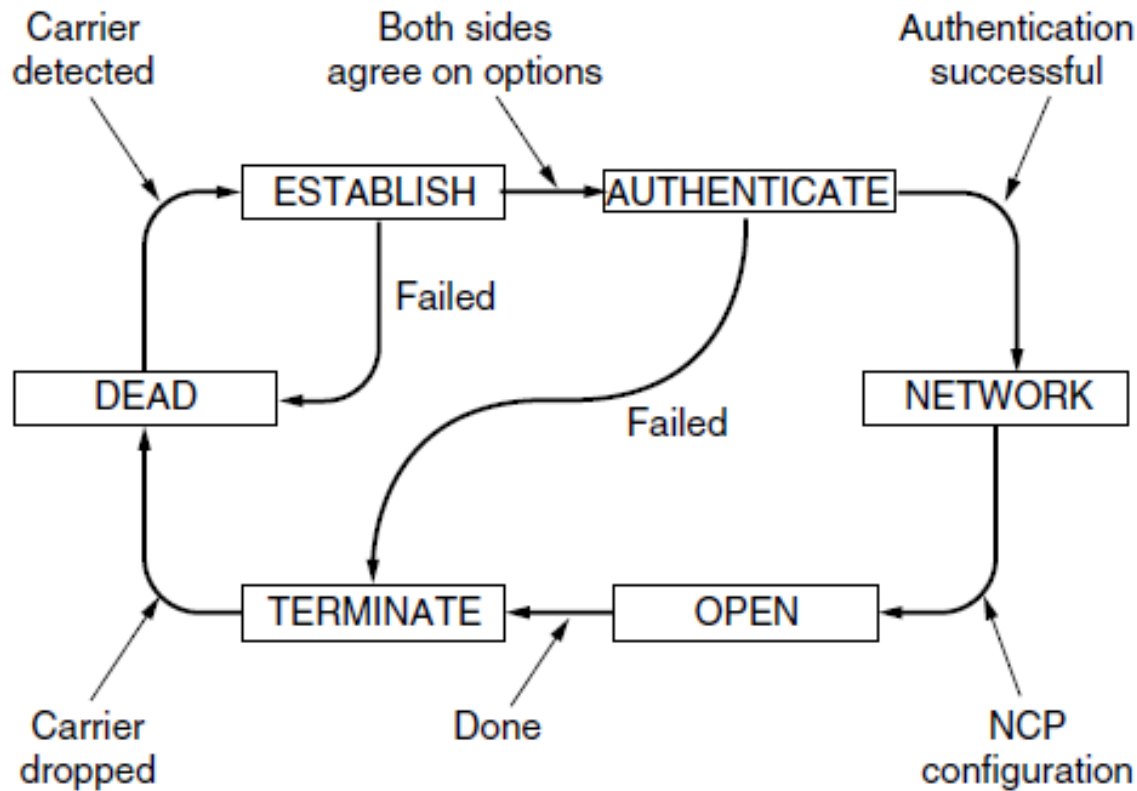
- Máy PC thiết lập kết nối vật lý với ISP bằng cách quay số qua modem
- Máy PC gửi một chuỗi LCP packet trên các PPP frame để thoả thuận tham số
- Máy PC gửi một chuỗi NCP packet trên các PPP frame để thiết lập cấu hình hoạt động lớp network
- → máy PC được cấp một địa chỉ IP động và trở thành Internet host, có thể gửi nhận dữ liệu theo các IP packet.

Các bước máy PC kết nối Internet (tt)

- Khi kết thúc phiên làm việc:
 - Dùng các NCP packet để hủy kết nối lớp network và trả lại địa chỉ IP
 - Dùng các LCP packet hủy kết nối lớp data link
 - Hủy kết nối vật lý bằng lệnh ngắt modem ra khỏi đường dây điện thoại

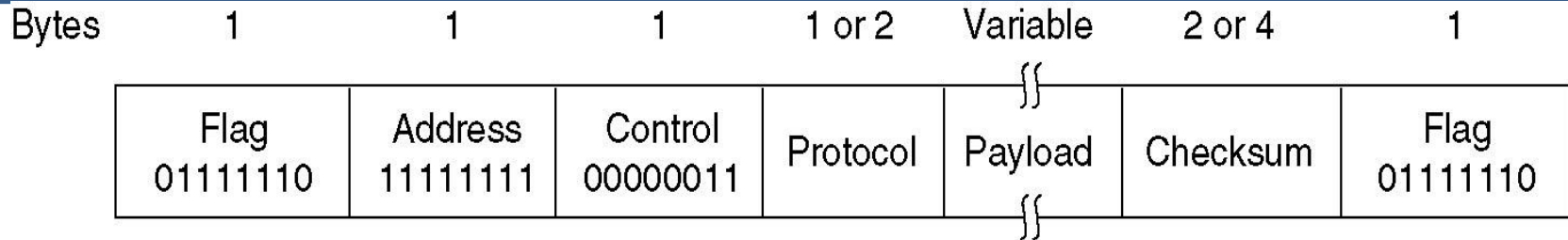
Các bước máy PC kết nối Internet(tt)

- Các giai đoạn hoạt động theo giao thức PPP



State diagram for bringing a PPP link up and down.

PPP frame

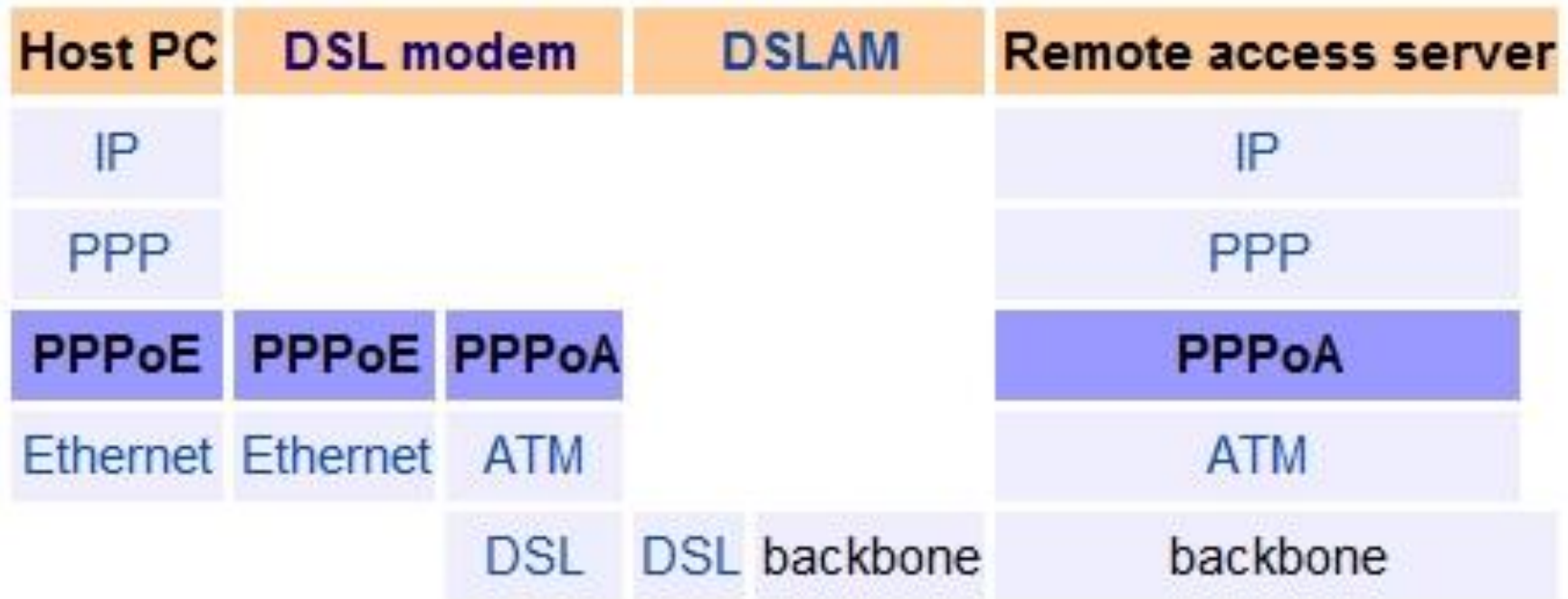


- Dạng frame điều khiển không có số thứ tự
- Flag: đánh dấu đầu và cuối frame
- Address và Control: hằng số đối với control frame
- Protocol: xác định loại dữ liệu trong vùng payload
- Payload: dữ liệu, kích thước do thoả thuận, mặc định là 1500 bytes
- Checksum: dùng kiểm soát lỗi

PPPoE (PPP over Ethernet)

- Giao thức kết hợp:
 - Giao thức PPP
 - Mạng Ethernet
- Dùng trong kết nối máy PC với nhà cung cấp dịch vụ trên đường truyền ADSL
- Thiết lập PPPoE session có hai giai đoạn:
 - PPPoE discovery
 - PPP session

Kết nối máy PC với ISP dùng PPPoE



Giới thiệu FTTH (Fiber To The Home)

- Phát triển từ 2005
- FTTH là mạng dùng cáp quang kết nối từ nhà cung cấp đến thuê bao/nhóm các thuê bao
- FTTH được dùng như một dạng kết nối Internet tốc độ cao, có thể đến gigabits/giây

