

Mục đích hình thành mạng máy tính

Các dịch vụ truyền thông

Ứng dụng

Quá trình phát triển kiến trúc mạng truyền thông

Các kiến trúc vật lý của mạng

Mô hình tham chiếu và các giao thức trên mạng

Một số thí dụ về mạng Internet

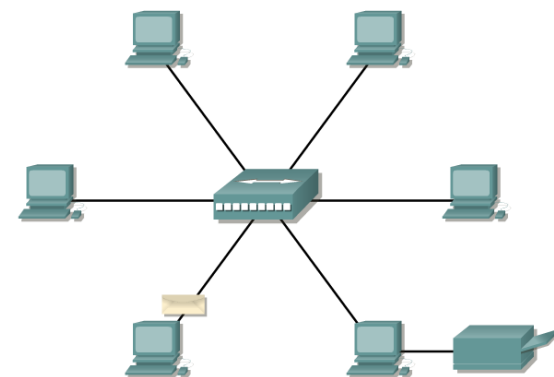
Mục đích hình thành mạng máy tính (MMT)

Nhược điểm trong phương thức trao đổi thông tin cũ

- Dư thừa tài nguyên thiết bị
- Hiệu suất trao đổi thông tin thấp
- Khó quản lý mạng

Mạng máy tính ra đời cung cấp các chuẩn mở cho phần cứng, phần mềm và các thiết bị mạng

→ Nhu cầu chia sẻ tài nguyên, thông tin và dịch vụ

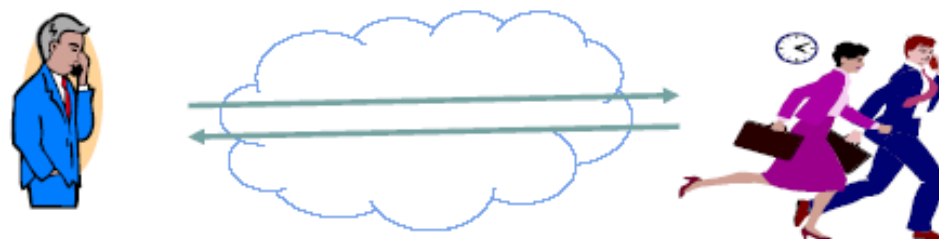


Các dịch vụ truyền thông

- Cho phép trao đổi thông tin giữa các user ở các vị trí địa lý khác nhau



Cell phone



Real-time voice exchange with mobile users

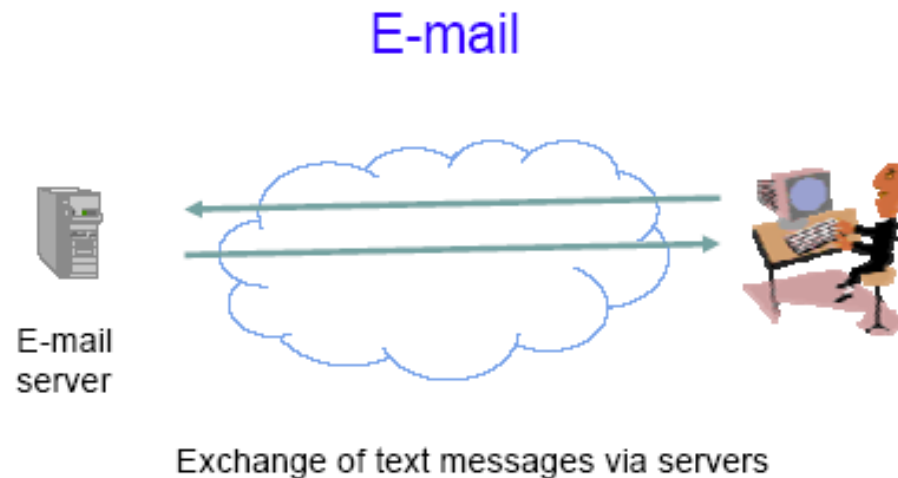
Internet



Interactive exchange of data

Ứng dụng

- Được xây dựng trên các dịch vụ truyền thông
- E-mail được xây dựng trên dịch vụ Internet (reliable stream)

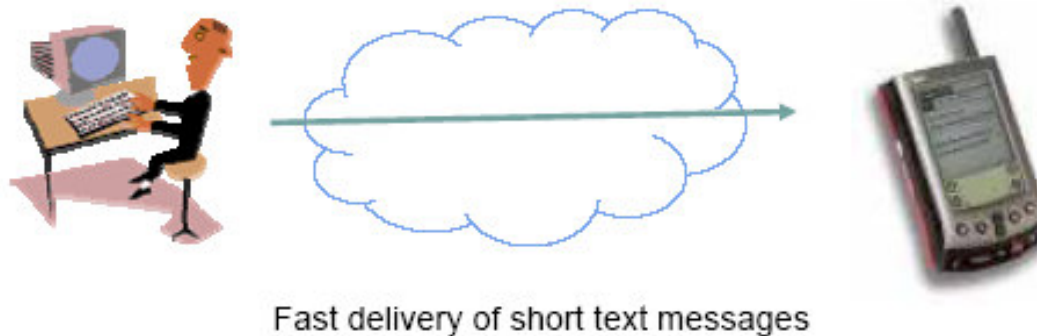


- Web browser được xây dựng trên dịch vụ Internet (reliable stream)



- Web browser được xây dựng trên dịch vụ Internet (reliable stream) và CPTM (cellular phone text messaging)

Short Message Service



Các ví dụ khác

- Peer-to-peer: Chia sẻ file của Napster, Gnutella, Kazza
- Audio – video streaming
- Network games
- Online purchasing
- Voice-over-Internet
- Video on demand
- IP TV

Mạng truyền thông là gì?



- Là tập hợp các thiết bị (hardware và software) và tiện nghi để có thể cung cấp các dịch vụ truyền thông cơ bản
 - + Thiết bị: Routers, servers, switches, multiplexers, hubs, modems, ...
 - + Tiện nghi: cáp đồng, cáp đồng trục, cáp quang, ống dẫn, ...
- Ví dụ: Mạng điện thoại, mạng di động, mạng máy tính, Internet, ...

- Kiến trúc mạng: Chỉ ra phương thức xây dựng và hoạt động của mạng
- Kiến trúc mạng phụ thuộc dịch vụ mạng
- Kiến trúc mạng chia các quá trình truyền thông trên mạng thành các vùng chức năng gọi là phân lớp (layers)

Quá trình phát triển kiến trúc mạng truyền thông

- Telegraph networks
 - ✓ Message switching and digital transmission
- Telephone networks
 - ✓ Circuit switching
 - ✓ Analog transmission -> digital transmission
 - ✓ Mobile communications
- Internet
 - ✓ Packet switching and computer applications
- Next-generation internet
 - ✓ Multi-service packet switching networks

Telegraph networks và message switching

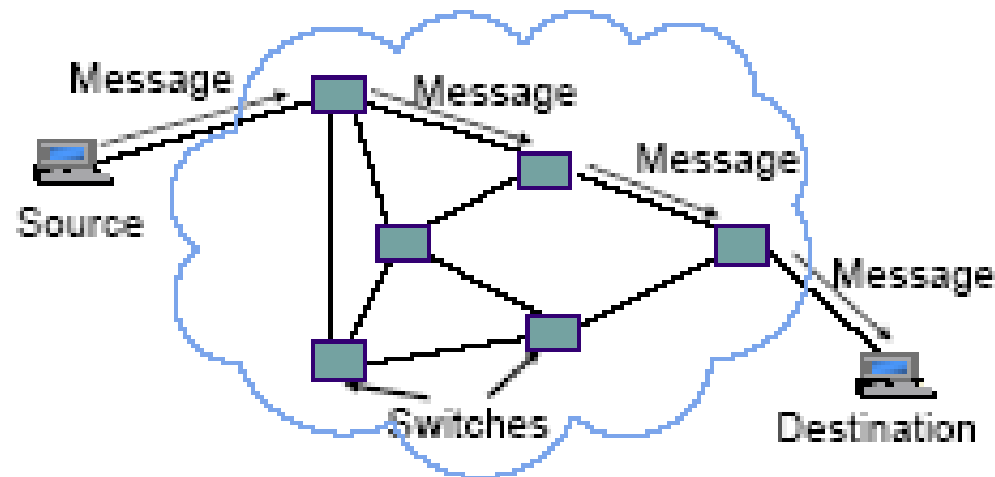
• Electric telegraph

- ✓ - Trường điện từ được tạo ra từ miếng lõi sắt quấn dây đồng khi có dòng điện chạy qua
- ✓ Samuel Morse (1835): Xung và dòng làm cong miếng nam châm tạo ra chấm và gạch.

	Morse Code		Morse Code		Morse Code		Morse Code
A	— —	J	— — — —	S	— — —	2	— — — — —
B	— — — —	K	— — —	T	—	3	— — — — —
C	— — — —	L	— — —	U	— — —	4	— — — — —
D	— — —	M	— —	V	— — — —	5	— — — — —
E	—	N	— —	W	— — — —	6	— — — — —
F	— — — —	O	— — — —	X	— — — —	7	— — — — —
G	— — — —	P	— — — —	Y	— — — —	8	— — — — —
H	— — — —	Q	— — — —	Z	— — — —	9	— — — — —
I	— —	R	— — —	1	— — — — —	0	— — — — —

- **Electric Telegraph Networks**

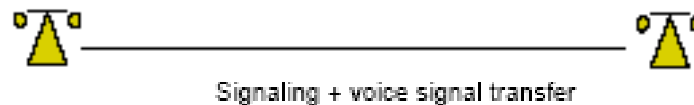
- ✓ Chuyển mạch thông báo và cơ chế Store-and-Forward
- ✓ Địa chỉ hóa, định tuyến, chuyển tiếp



Telephone networks và circuit switching

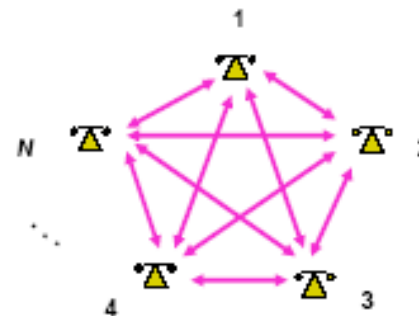
- Signaling

- ✓ Cần thiết để thiết lập cuộc gọi
- ✓ Bell's telephone (1875)



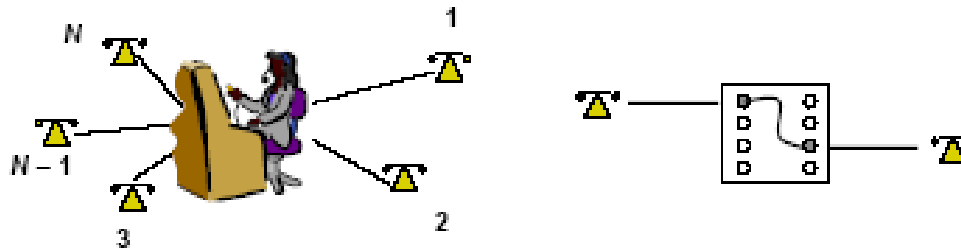
- N^2 problem

- ✓ Kết nối trực tiếp N users, cần $N(N-1)/2$ liên kết
- ✓ Lãng phí, kích thước cáp lớn
- ✓ Giải quyết bằng switch

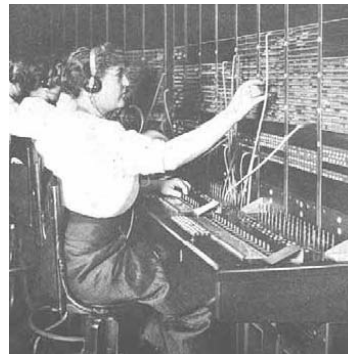


- **Circuit switching**

- ✓ Phát minh năm 1877
- ✓ Người điều hành kết nối khi có yêu cầu cuộc gọi: cung cấp dòng điện
- ✓ Chỉ có N kết nối tới tổng đài trung tâm

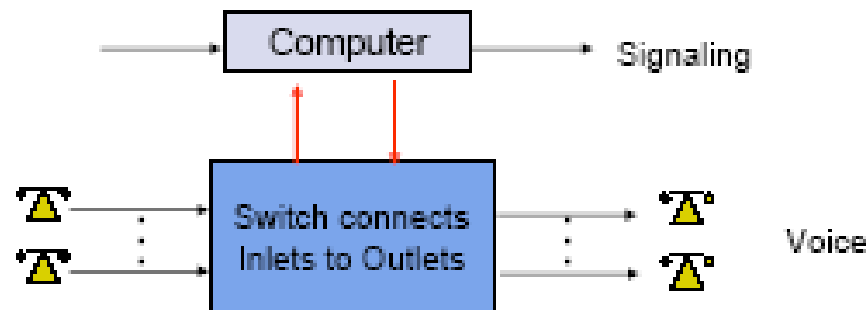


- **Manual switching**



- Điều khiển kết nối bằng máy tính

- ✓ Yêu cầu có hệ thống báo hiệu riêng
- ✓ Máy tính điều khiển kết nối trong bộ chuyển mạch
- ✓ Các máy tính trao đổi thông báo báo hiệu để:
 - Thiết lập kết nối cuộc gọi
 - Thiết lập các dịch vụ: Caller ID, voice mail, ...



- **Số hóa mạng điện thoại**

- ✓ Tín hiệu thoại PCM (Pulse Code Modulation)
 - Voice: $8\text{bit/sample} \times 8000\text{ samples/sec} = 64\text{ kbps}$
- ✓ Time Division Multiplexing (TDM) cho tín hiệu thoại
 - Ghép kênh T-1 (1961): $24\text{ voice signal} = 1.544\text{ Mbps}$
- ✓ Chuyển mạch số (1980s)
- ✓ Điện thoại số tế bào (1990s)
- ✓ Truyền số liệu quang (1990s)
- ✓ Chuyển mạch số, điều khiển số, truyền số liệu,

Computer network và packet switching

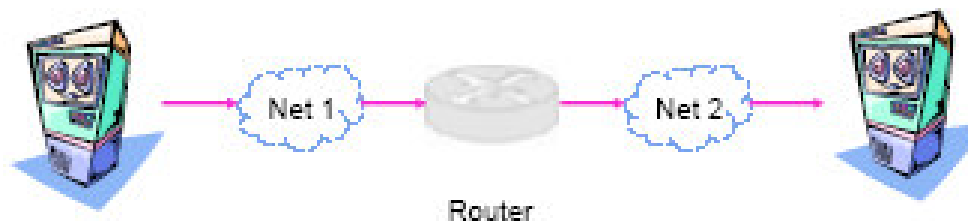
- Khái quát quá trình phát triển MMT
 - ✓ 1950s: Công nghệ điện báo thích ứng với máy tính
 - ✓ 1960s: Các thiết bị đầu cuối có thể truy nhập các máy chủ
 - ✓ 1970s: Các máy tính kết nối trực tiếp với nhau: ARPANET, TCP/IP, Ethernet LAN
 - ✓ 1980s & 1990s: Các ứng dụng khác và mạng Internet ra đời
- Một số giao thức trong mạng Internet Protocol (IP)
 - Transmission Control Protocol (TCP)
 - Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)
 - Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)

- **Mạng Internet**

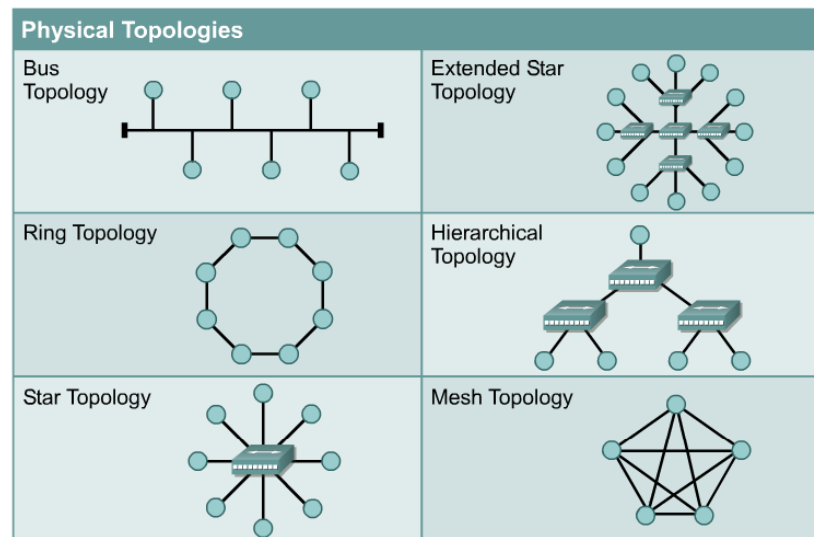
- ✓ Các kiểu MMT khác nhau được kết nối với nhau để trao đổi dữ liệu giữa MT
- ✓ Mỗi MMT có thể có kiến trúc và được xây dựng trên các công nghệ khác nhau
- ✓ Các giao thức liên mạng cần thiết cho trao đổi tin giữa các mạng
- ✓ Internet: mạng của các mạng

- **Internet Protocol (IP)**

- ✓ Routers hoặc gateway liên kết các mạng khác nhau
- ✓ Các máy trạm truyền các gói IP trong mạng kết nối
- ✓ Routers chuyển các gói tin qua liên mạng
- ✓ Best-effort IP services, no re-transmission



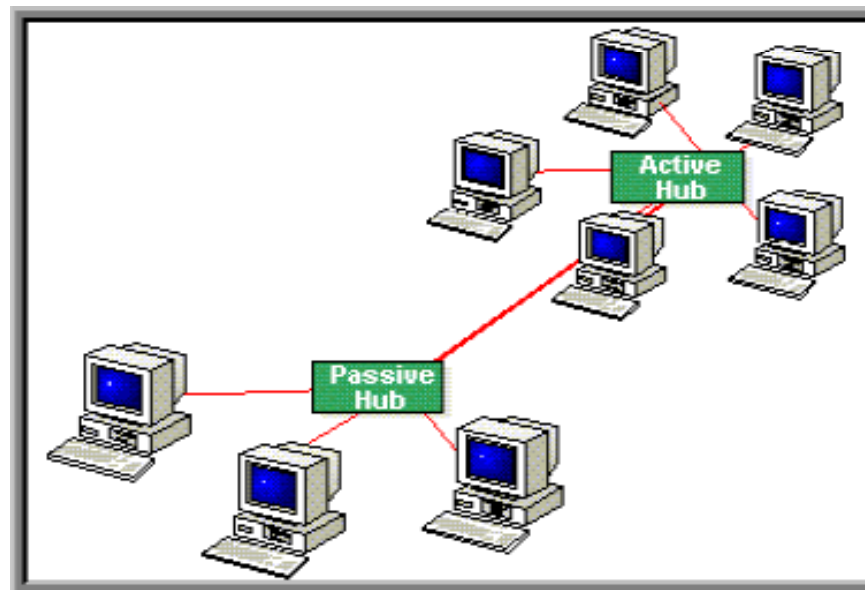
Các cấu trúc (topology) của mạng



- Topology mạng định nghĩa cấu trúc mạng
- Topology vật lý (physical), được xem là kết nối thực của dây dẫn hay phương tiện truyền dẫn
- Topology logic (logical) , được xem là cách thức truy nhập môi trường truyền dẫn của các máy tính khi truyền dữ liệu
- Logical topology thể hiện cách thức các máy tính trao đổi thông tin qua môi trường truyền dẫn
- Hai loại logical topologies chính là broadcast và token passing.

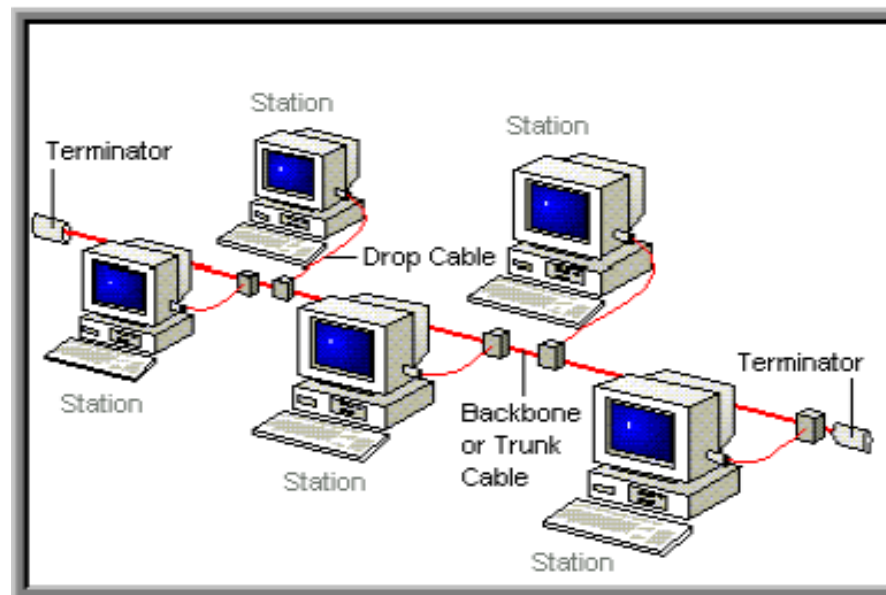
1. Mạng hình sao (star topology)

- Thiết bị trung tâm: switch, router, hub hoặc thiết bị tích hợp
- Passive hub: Bộ tập trung các máy tính thành mạng đơn hay segment
- Active hub: Bộ tập trung có khả năng khuếch đại tín hiệu



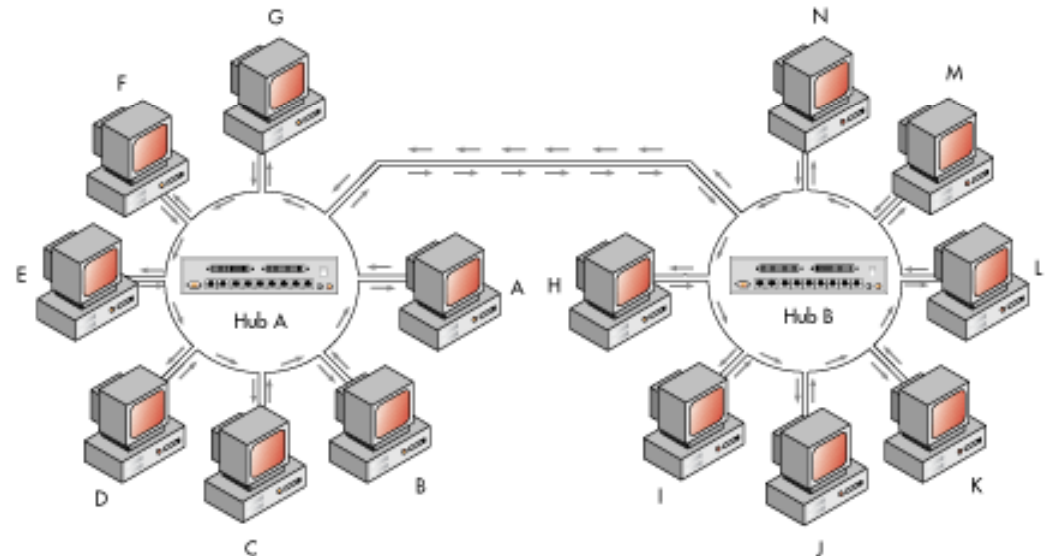
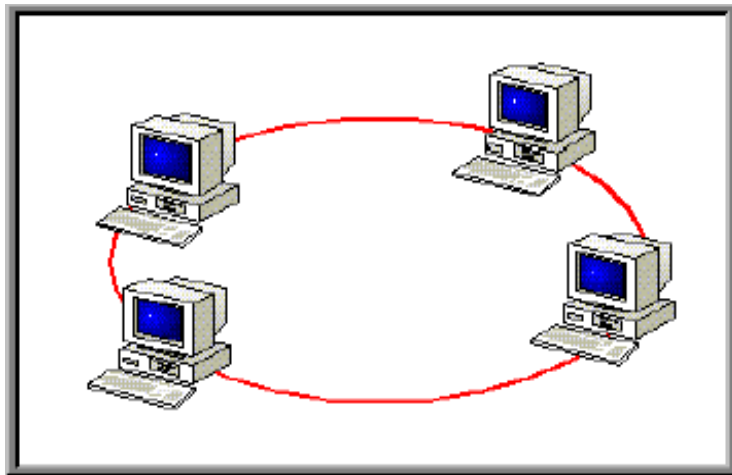
2. Mạng hình bus (bus topology)

- Sử dụng một đường truyền chung cho tất cả các máy tính
- Máy tính kết nối vào mạng sử dụng T-Connector
- Terminator: ngăn chặn khả năng dội tín hiệu



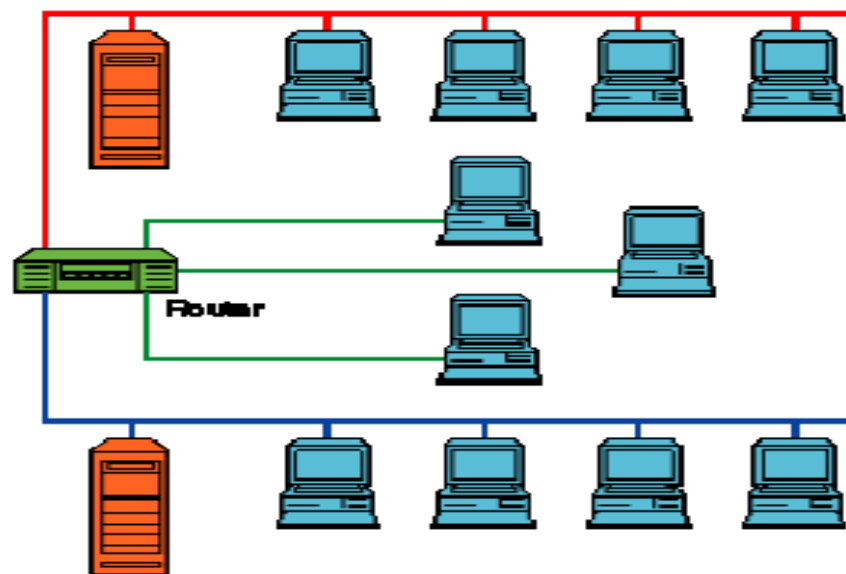
3. Mạng hình vòng (ring topology)

- Các máy tính liên kết với nhau thành vòng tròn theo nguyên tắc điểm-điểm
- Máy tính trao đổi dữ liệu theo một chiều
- Dữ liệu truyền dạng gói



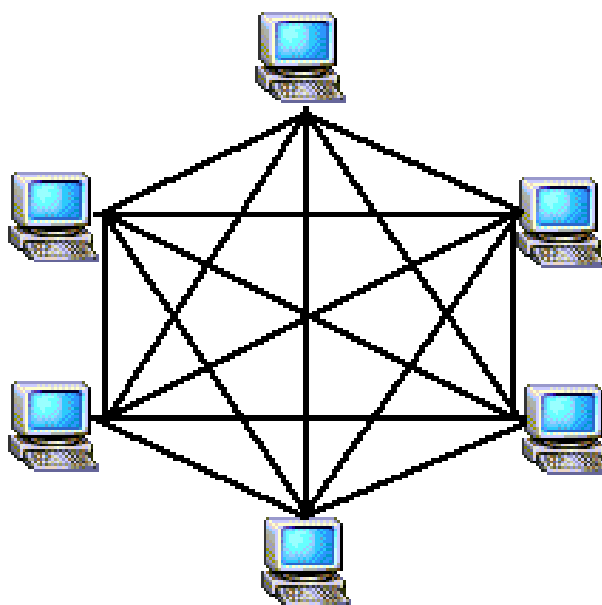
4. Mạng kết hợp (star bus, star-ring topology)

- Tổ hợp các topology cơ bản tùy theo địa hình nơi thiết kế mạng



5. Mạng Mesh

- Full - Mesh hoặc Partial - Mesh



Phân loại mạng

Theo khả năng cung cấp tài nguyên

- *Client/Server*
- *Peer-to-peer*

Theo Mô hình mạng

- *Mạng LAN*
- *Mạng WAN*
- *Mạng MAN*

Theo kỹ thuật chuyển mạch

***Theo phương thức kết nối* (connectionless - không kết nối hoặc oriented-connection hướng kết nối)**

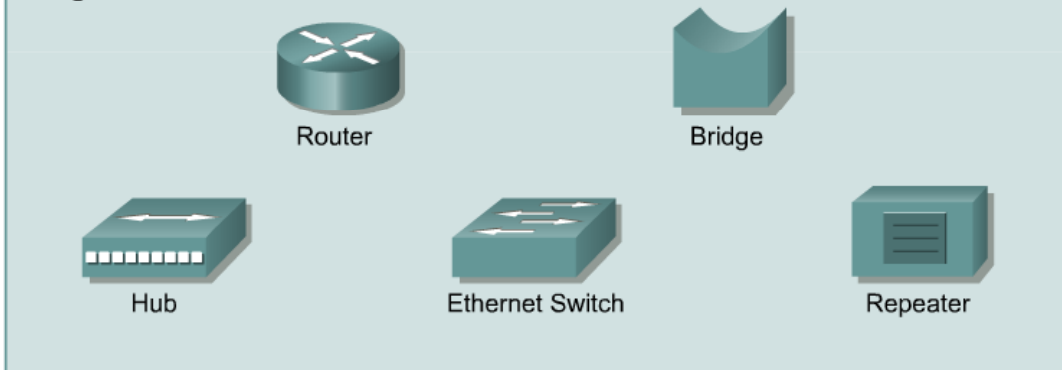
***Theo dạng kết nối* (đơn công, song công, bán song công)**

Local-area networks (LANs)

LANs are designed to:

- Operate within a limited geographic area
- Allow multi-access to high-bandwidth media
- Control the network privately under local administration
- Provide full-time connectivity to local services
- Connect physically adjacent devices

Using:



Một số công nghệ mạng LAN:

- ***Ethernet***
- ***Token Ring***
- ***FDDI (Fiber Data Distributed Interface)***

Wide-area networks (WANs)

WANS are designed to:

- Operate over a large geographical area
- Allow access over serial interfaces operating at lower speeds
- Provide full-time and part-time connectivity
- Connect devices separated over wide, even global areas

Using:



Router



Communication
Server

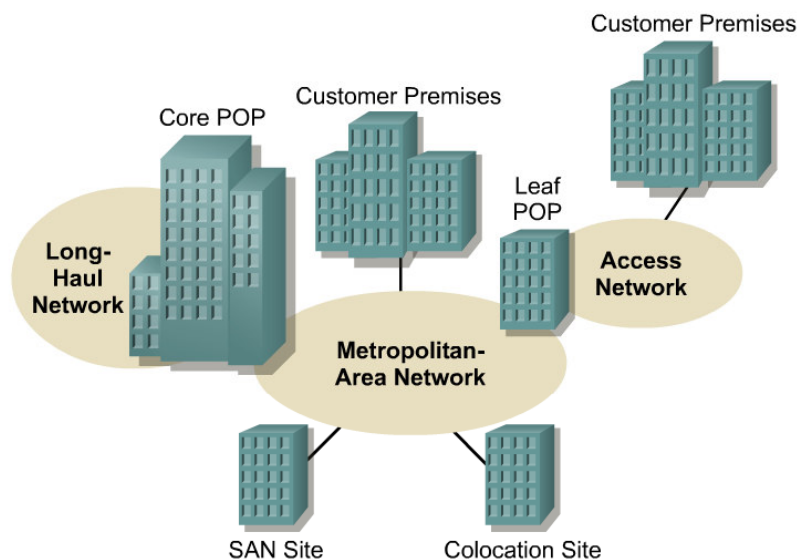


Modem CSU/DSU
TA/NT1

Một số công nghệ mạng WAN:

- Modems
- Integrated Services Digital Network (ISDN)
- Digital Subscriber Line (DSL)
- Frame Relay
- US (T) and Europe (E) Carrier Series – T1, E1, T3, E3
- Synchronous Optical Network (SONET)

Metropolitan-area networks (MANs)



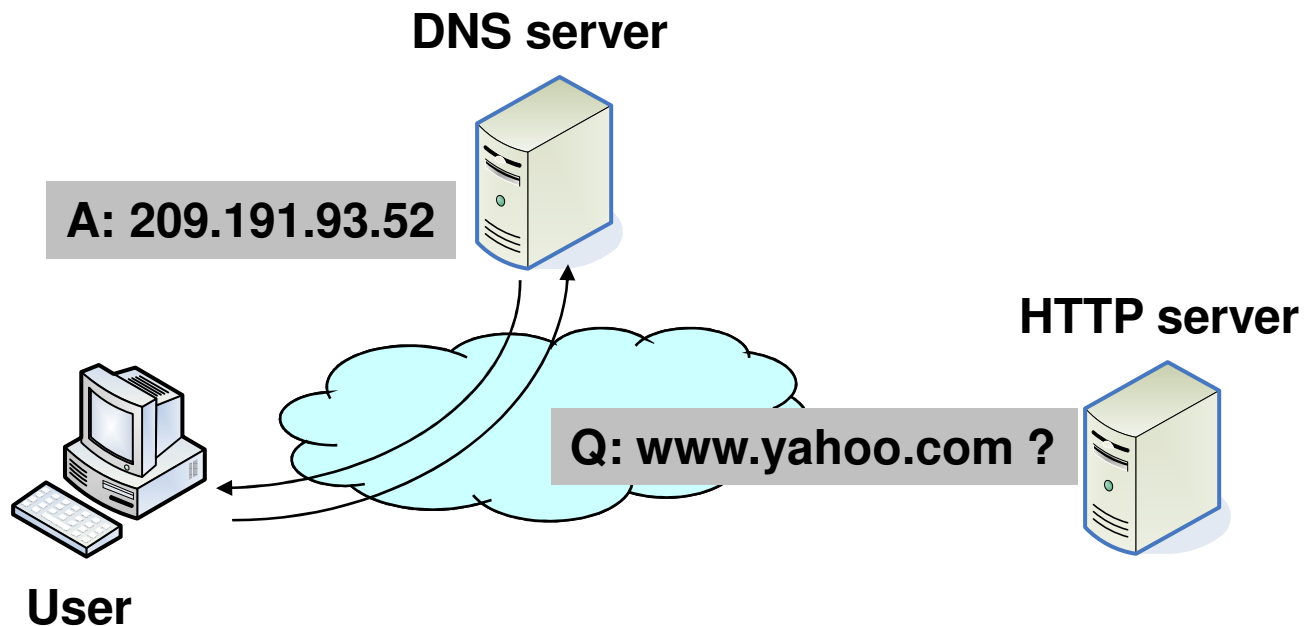
MAN thường mở rộng trong phạm vi 1 thành phố và có thể chứa nhiều mạng LAN

Mô hình tham chiếu và giao thức trên mạng

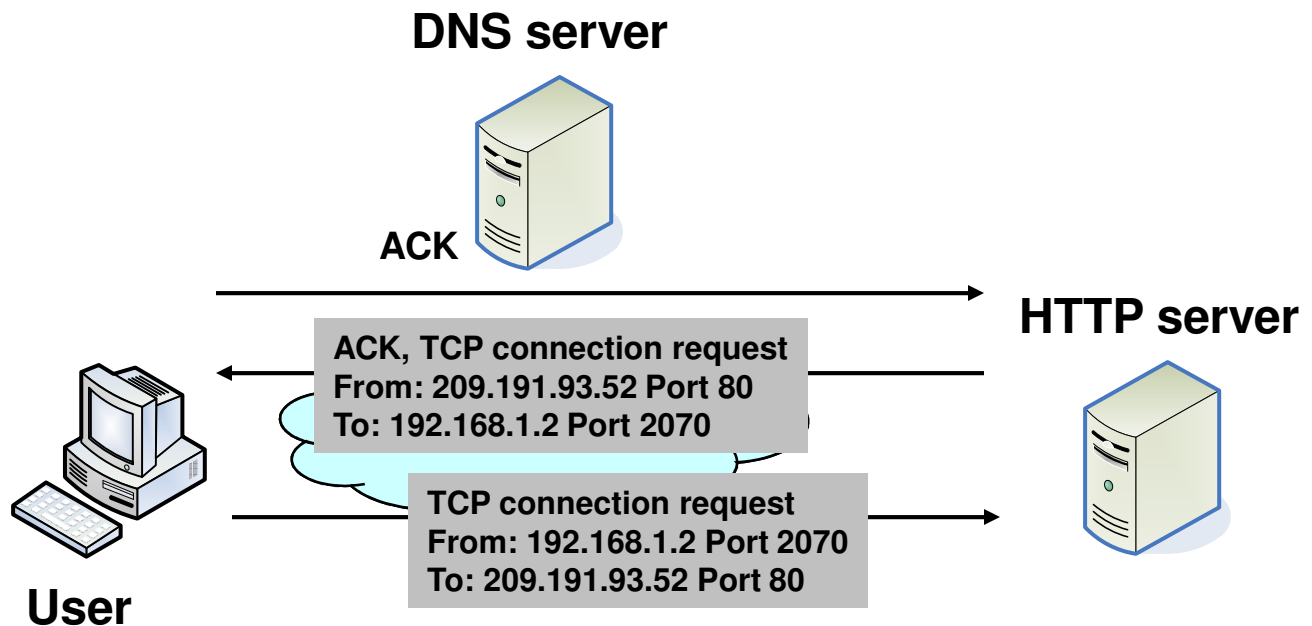
- **Giao thức, dịch vụ và phân tầng**
 - ✓ **Layers, Service & Protocols**
 - o Quá trình giao tiếp truyền thông trên mạng rất phức tạp
 - o Phân tầng chia quá trình giao tiếp thành các nhóm chức năng tiện quản lý (layer)
 - o Tầng dưới cung cấp dịch vụ (service) cho tầng trên
 - o Mỗi tầng làm việc theo giao thức (protocol) của tầng đó
 - ✓ **Ví dụ: Web browsing application**
 - o World Wide Web (WWW) cho phép người sử dụng truy nhập các tài nguyên của mạng dưới dạng văn bản HTML
 - o Browser là chương trình để truy nhập web (IE, Netscape, Firefox ...)
 - o Trong văn bản HTML có link tới các tài nguyên khác
 - o Mỗi link tham chiếu tới Uniform Resource Locator (URL) cung cấp tài nguyên yêu cầu

✓ Ví dụ: Access to a web

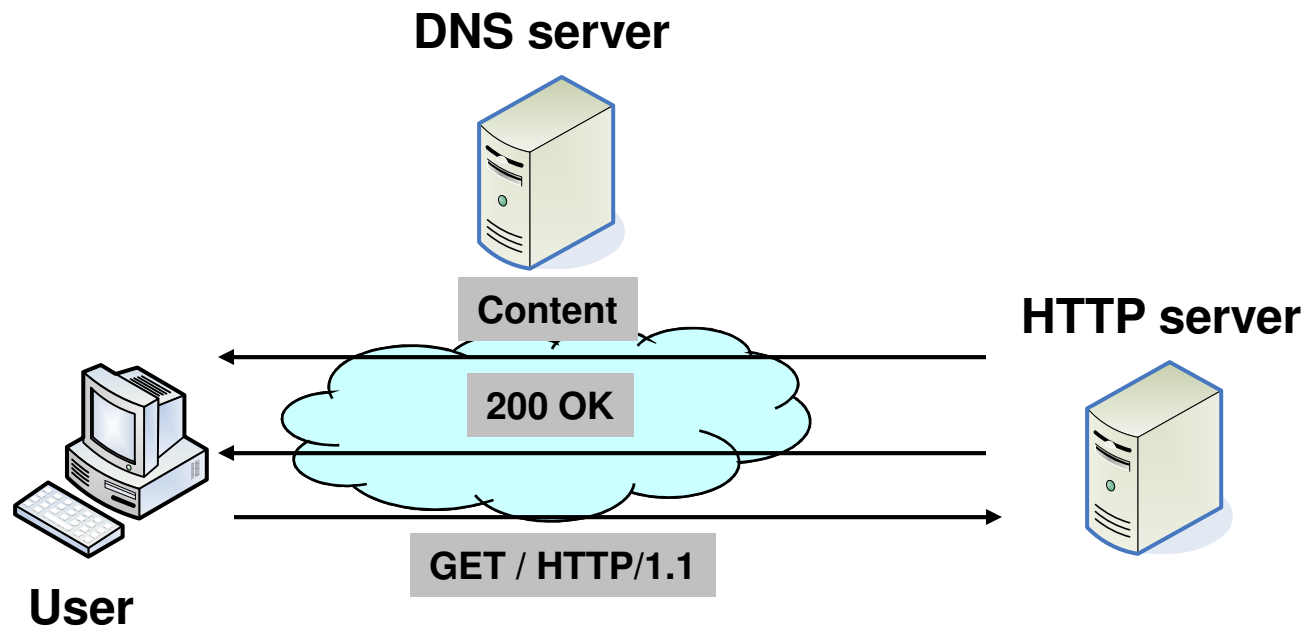
1. Domain Name Server (DNS)



2. Transport Control Protocol (TCP)



3. Hyper Text Transport Protocol (HTTP)



- **Mô hình tham chiếu OSI**

- ✓ **Open system for interconnection**

- o Kiến trúc mạng định nghĩa dựa vào các tầng với giao thức mỗi tầng
 - o 1970s: Nhiều hãng thiết kế kiến trúc phân tầng riêng → khó khăn trong kết nối mạng giữa các máy tính của các hãng khác nhau
 - o ISO đưa ra mô hình OSI cho phép kết nối các máy tính từ nhiều hãng

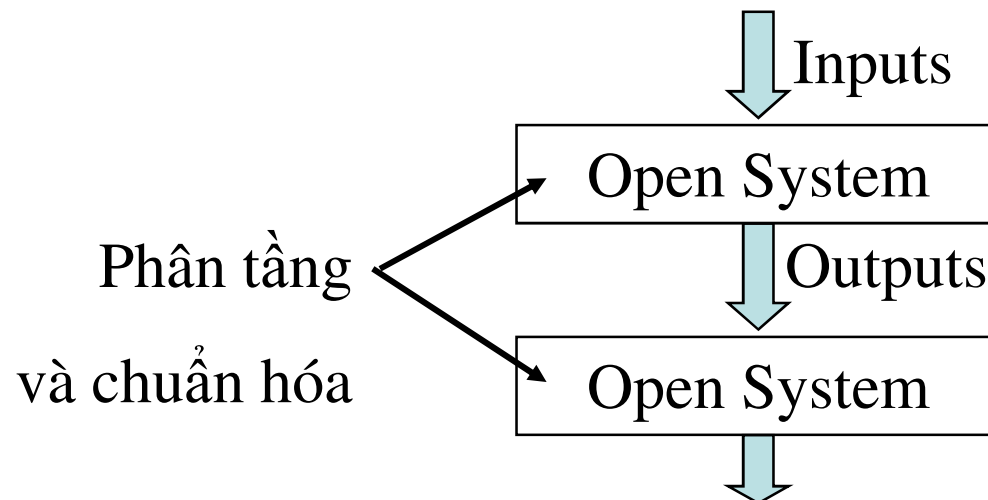
- ✓ **Mô hình tham chiếu OSI**

- o Mô hình 7 tầng cho kiến trúc mạng
 - o Sử dụng để phát triển các giao thức
 - o TCP/IP được xây dựng dựa trên mô hình tham chiếu OSI

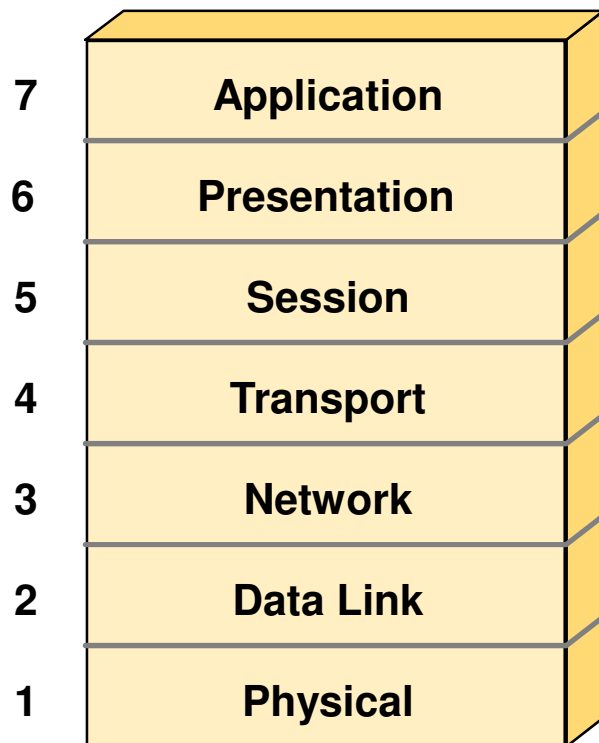
Mô hình tham chiếu OSI - Open Systems Interconnection)

Mô hình tham chiếu liên kết các hệ thống mở được tổ chức tiêu chuẩn hoá quốc tế ISO (International Standard Organization) đưa ra vào năm 1984.

❖ Hệ thống mở là gì ? ý nghĩa của nó ?

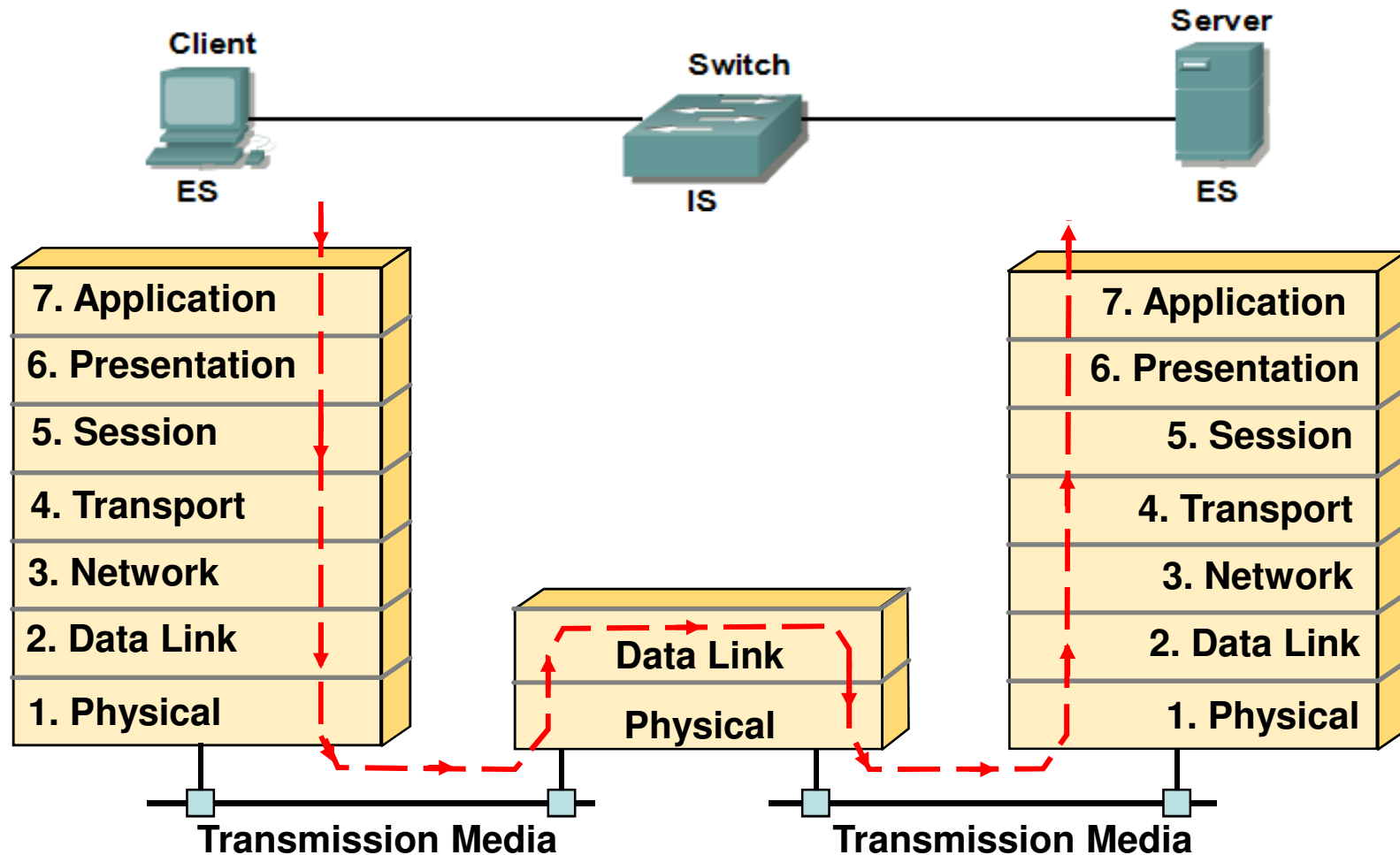


Ý nghĩa phân tầng



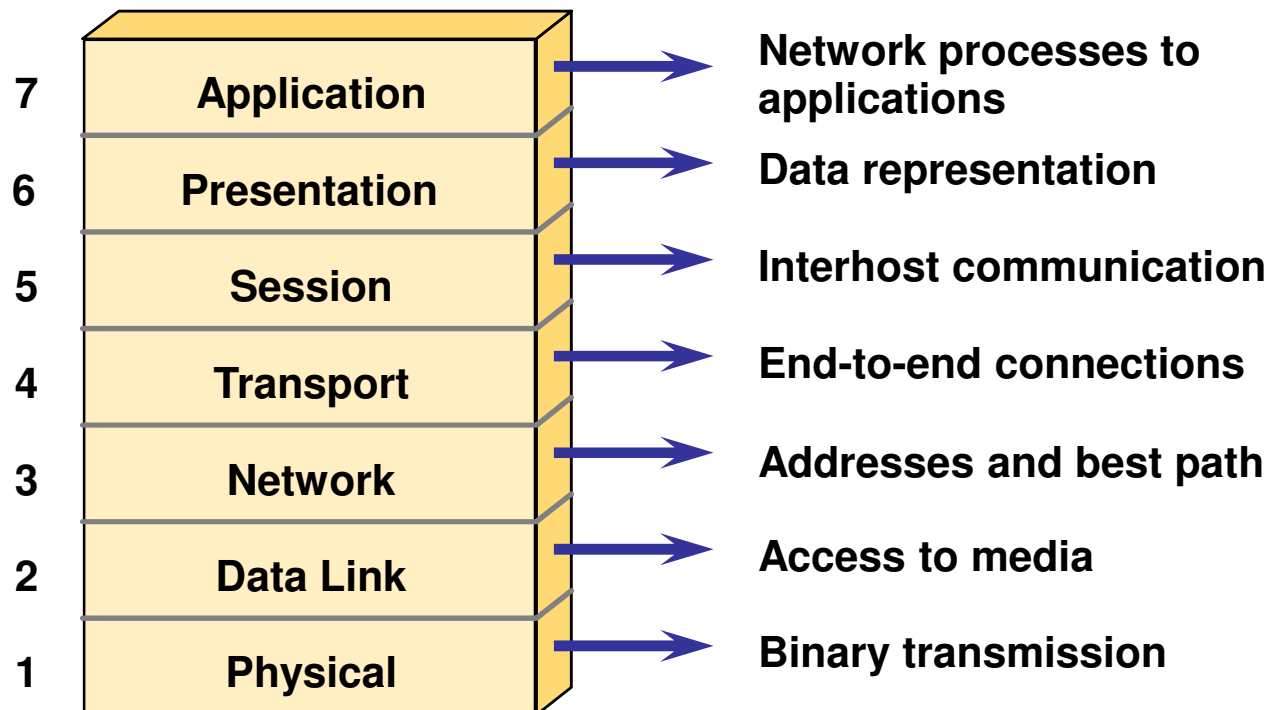
- Giảm độ phức tạp khi phân tích và thiết kế.
- Dễ tiêu chuẩn hóa các giao diện
- Tạo khả năng môdul hóa cao
- Đảm bảo khả năng làm việc giữa các công nghệ khác nhau
- Gia tốc cho những hướng phát triển mới
- Dễ học và giảng dạy

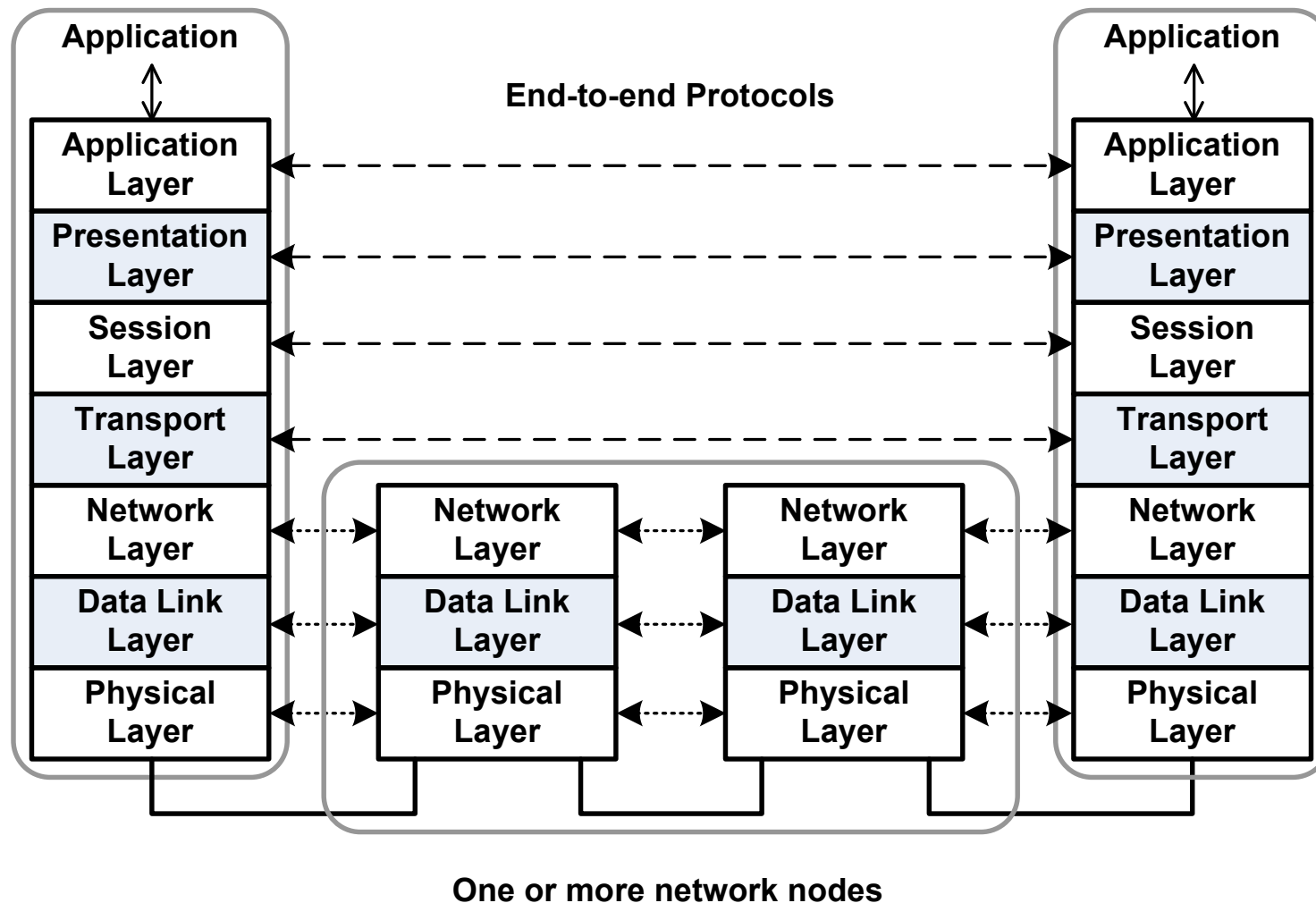
Hệ thống ES và IS



Các nguyên tắc phân tầng

- Đơn giản hóa (hạn chế số lượng các tầng).
- Các tầng tách biệt bởi các chức năng độc lập.
- Các chức năng giống nhau được đặt cùng một tầng.
- Các chức năng được định vị sao cho có thể thiết kế lại tầng mà không ảnh hưởng tới các tầng khác.
- Tạo ranh giới giữa các tầng sao cho có thể chuẩn hoá giao diện tương ứng.
- Tạo một tầng khi dữ liệu được xử lý một cách tách biệt.
- Mỗi tầng sử dụng dịch vụ của tầng dưới nó, cung cấp dịch vụ cho các tầng trên.





✓ **Tầng vật lý – physical**

- o Cơ chế truyền **bit**
- o Các giao thức liên quan đến điện áp và cơ khí
- o Đường truyền vật lý: Twisted-pair cable, coaxial cable, optical fiber, radio, infrared, ...

✓ **Tầng liên kết dữ liệu – data link**

- o Truyền **frame** qua đường kết nối trực tiếp
- o Cơ chế chia sẻ môi trường truyền dẫn
- o Phát hiện lỗi bit, truyền lại frame
- o MAC cho mạng LAN, địa chỉ phần cứng
- o Điều khiển luồng (flow control)

✓ **Tầng mạng – network**

- o Truyền **packet** giữa các mạng
- o Cơ chế địa chỉ hóa (địa chỉ logic)
- o Chọn đường tối ưu. Các nút mạng (node) sử dụng thuật toán định tuyến để xác định đường đi của packet
- o Kiểm soát, cắt/hợp dữ liệu khi cần thiết

✓ **Tầng giao vận – transport**

- o Truyền dữ liệu theo phương thức end-to-end giữa 2 trạm
- o Truyền dẫn tin cậy
- o Cơ chế MUX tại các địa chỉ cổng (port number)
- o Thiết lập và hủy bỏ liên kết

✓ **Tầng phiên – session**

- o Điều khiển phương thức trao đổi dữ liệu, cung cấp phương tiện quản lý truyền thông giữa các ứng dụng
- o Thiết lập, duy trì, đồng bộ hoá và hủy bỏ các phiên truyền thông giữa các ứng dụng.

✓ **Tầng trình diễn – presentation**

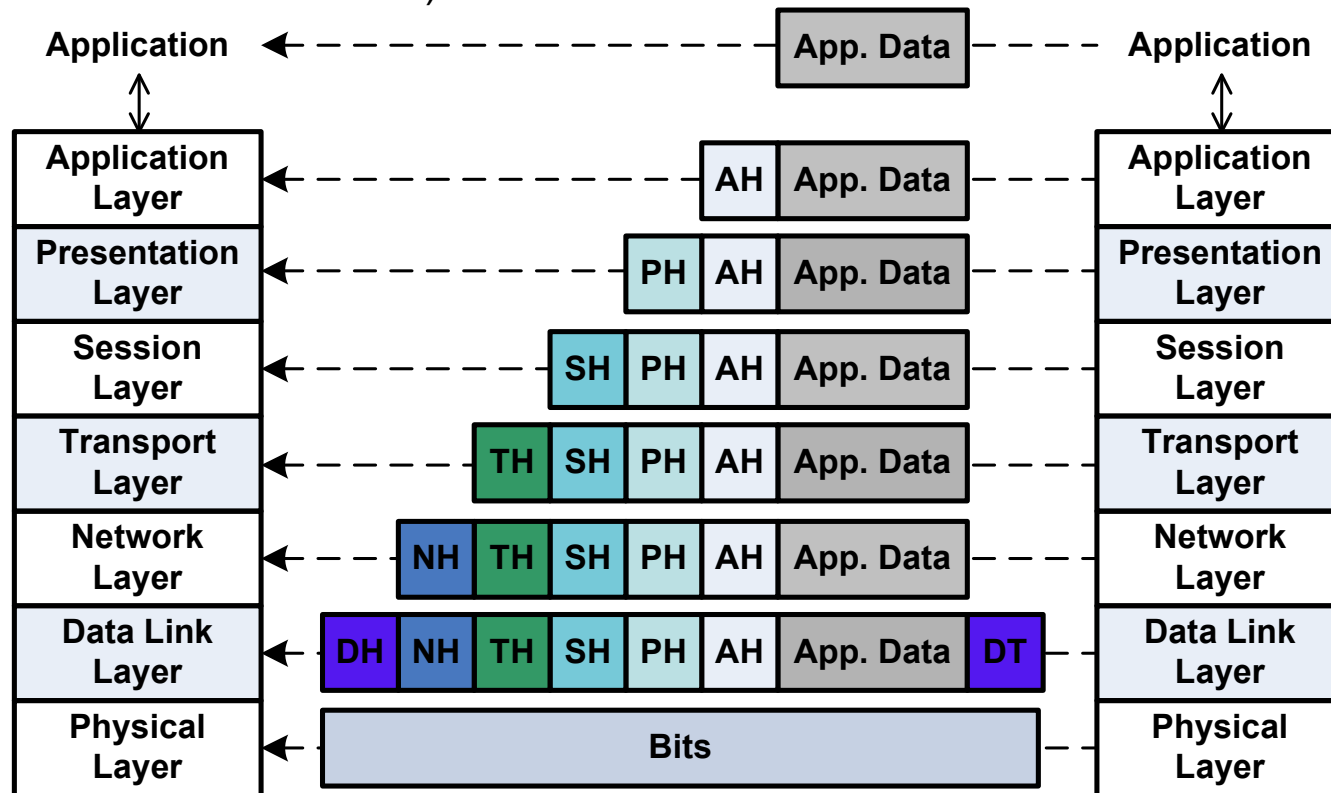
- o Chuyển đổi cú pháp dữ liệu.
- o Cung cấp biểu diễn dùng chung trong truyền thông (mã hoá, nén, định dạng, xác thực, mật mã hoá)

✓ **Tầng ứng dụng – application**

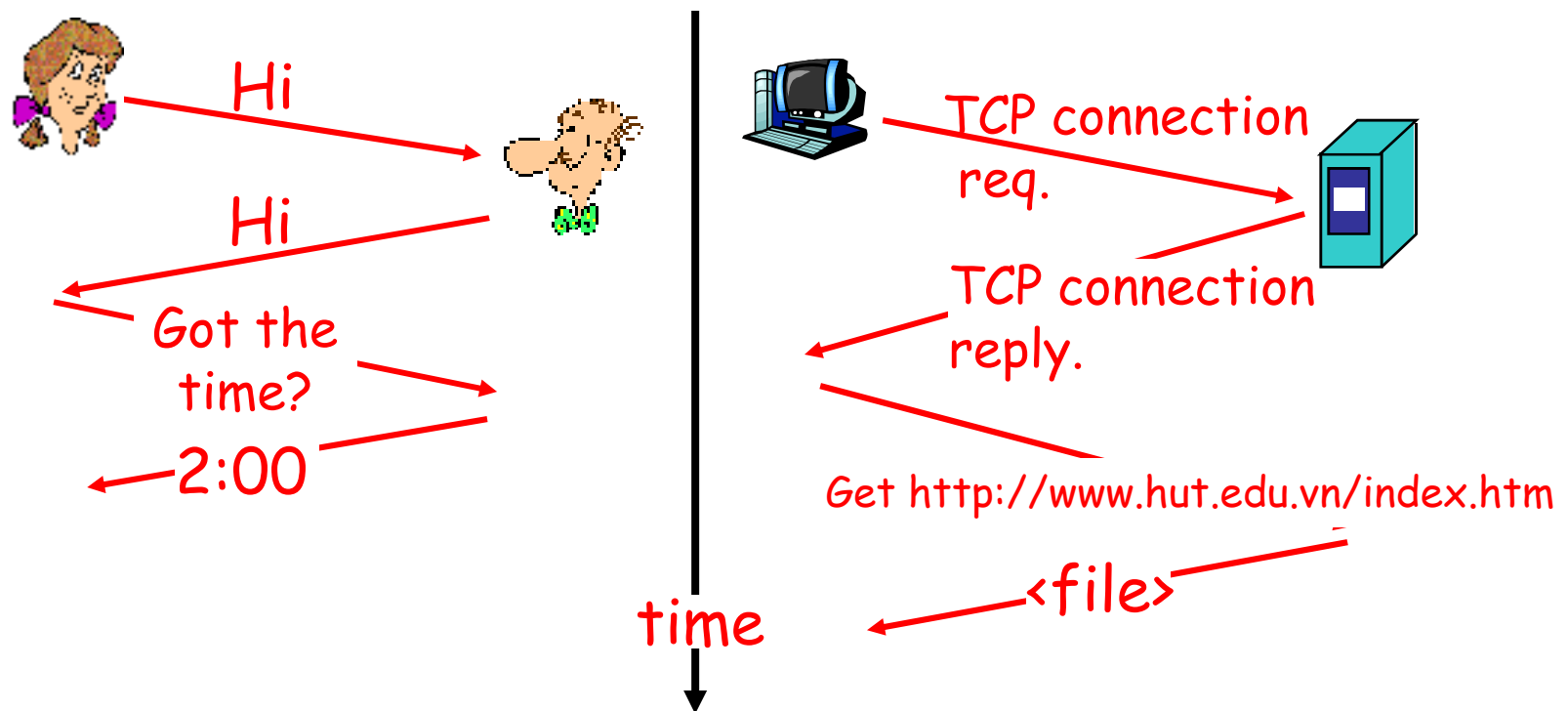
- o Cung cấp các dịch vụ của người sử dụng trực tiếp
- o Cung cấp giao diện tương tác vào các hệ thống đầu cuối (end system)
- o Giao diện lập trình ứng dụng API (application programming interface)
- o Ví dụ: WWW, e-mail, FTP, telnet, ...

✓ Headers và Trailers

- o Mỗi giao thức sử dụng header mang thông tin về địa chỉ, số thứ tự, cờ, độ dài thông tin ...
- o Trailer thường chứa thông tin phát hiện lỗi (Cyclic Redundancy Check - CRC)



Giao thức trong mạng máy tính



Giao thức điều khiển toàn bộ quá trình trao đổi thông tin bao gồm:

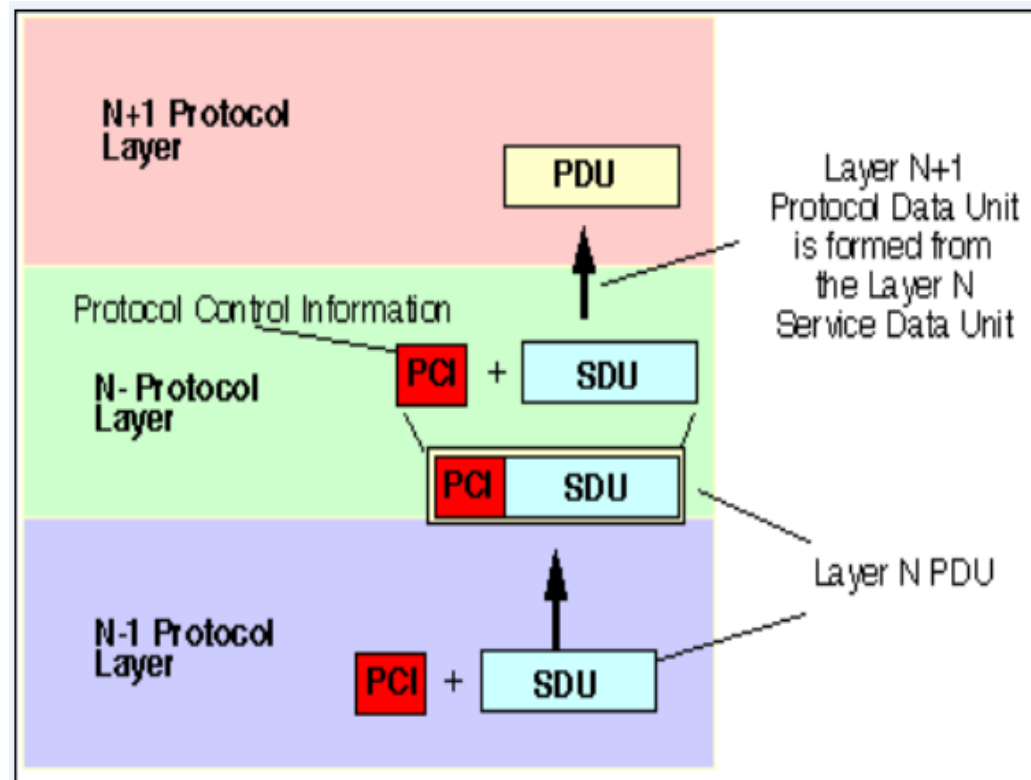
- Kết nối vật lý được xây dựng thế nào
- Các máy tính kết nối tới mạng ra sao
- Dữ liệu có định dạng thế nào khi truyền
- Cách thức truyền dữ liệu
- Xử lý lỗi khi truyền thế nào

Ví dụ về một số tổ chức đưa ra giao thức mạng:

- Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE),
- American National Standards Institute (ANSI),
- Telecommunications Industry Association (TIA),
- Electronic Industries Alliance (EIA)
- International Telecommunications Union (ITU), formerly known as the Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique (CCITT).

Định nghĩa giao thức (Protocol)

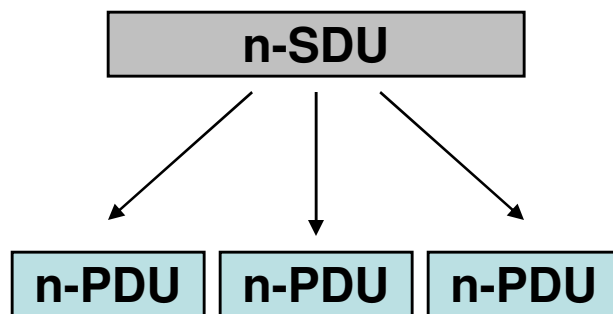
Giao thức (protocol) là tập quy tắc quy định phương thức truyền nhận/thông tin giữa các máy tính trên mạng.



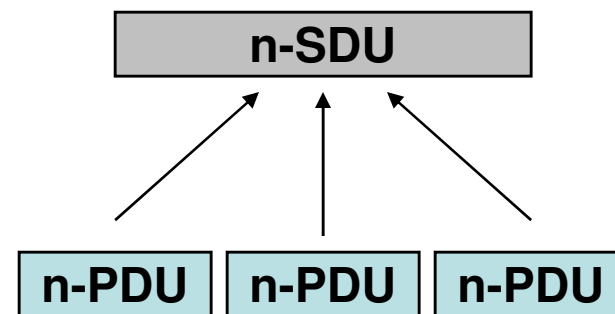
✓ **Segmentation và Reassembly**

- o Mỗi layer quy định kích thước khối dữ liệu SDU mà nó có thể truyền được
- o Một SDU của layer n có thể lớn hơn SDU của layer n-1
- o Phía truyền: SDU phân đoạn thành nhiều PDUs
- o Phía nhận: các PDUs được kết hợp lại thành SDU

Segmentation



Reassembly

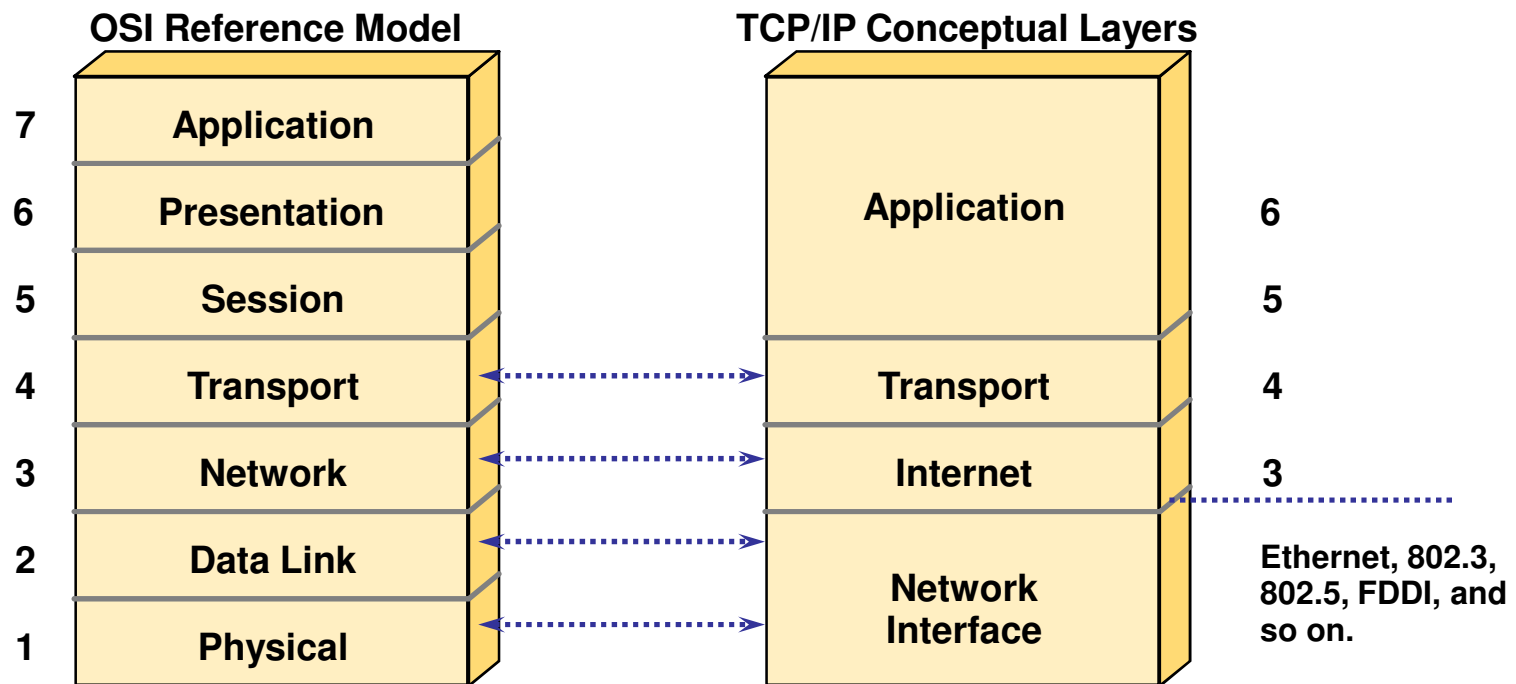


Giới thiệu họ giao thức TCP/IP

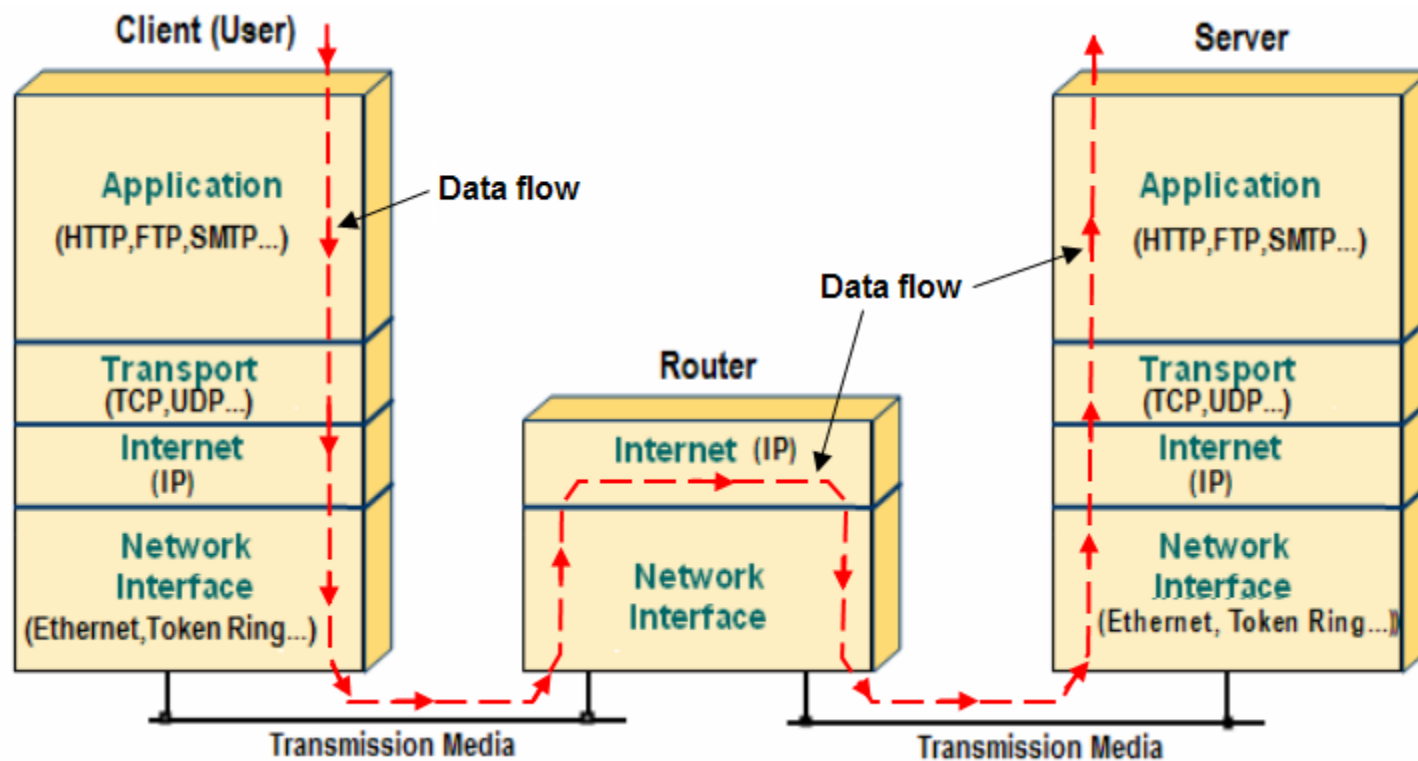
Vào cuối những năm 1960, Trung tâm nghiên cứu cấp cao (Advanced Research Projects Agency - ARPA) thuộc bộ quốc phòng Mỹ (Department of Defense - DoD) được giao trách nhiệm phát triển mạng ARPANET bao gồm mạng của những tổ chức quân đội, các trường đại học và các tổ chức nghiên cứu và được dùng để hỗ trợ cho những dự án nghiên cứu khoa học và quân đội

Đầu những năm 1980, một họ giao thức mới được đưa ra làm giao thức chuẩn cho mạng ARPANET và các mạng của DoD mang tên DARPA Internet protocol suit, thường được gọi là họ giao thức TCP/IP hay còn gọi tắt là TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol).

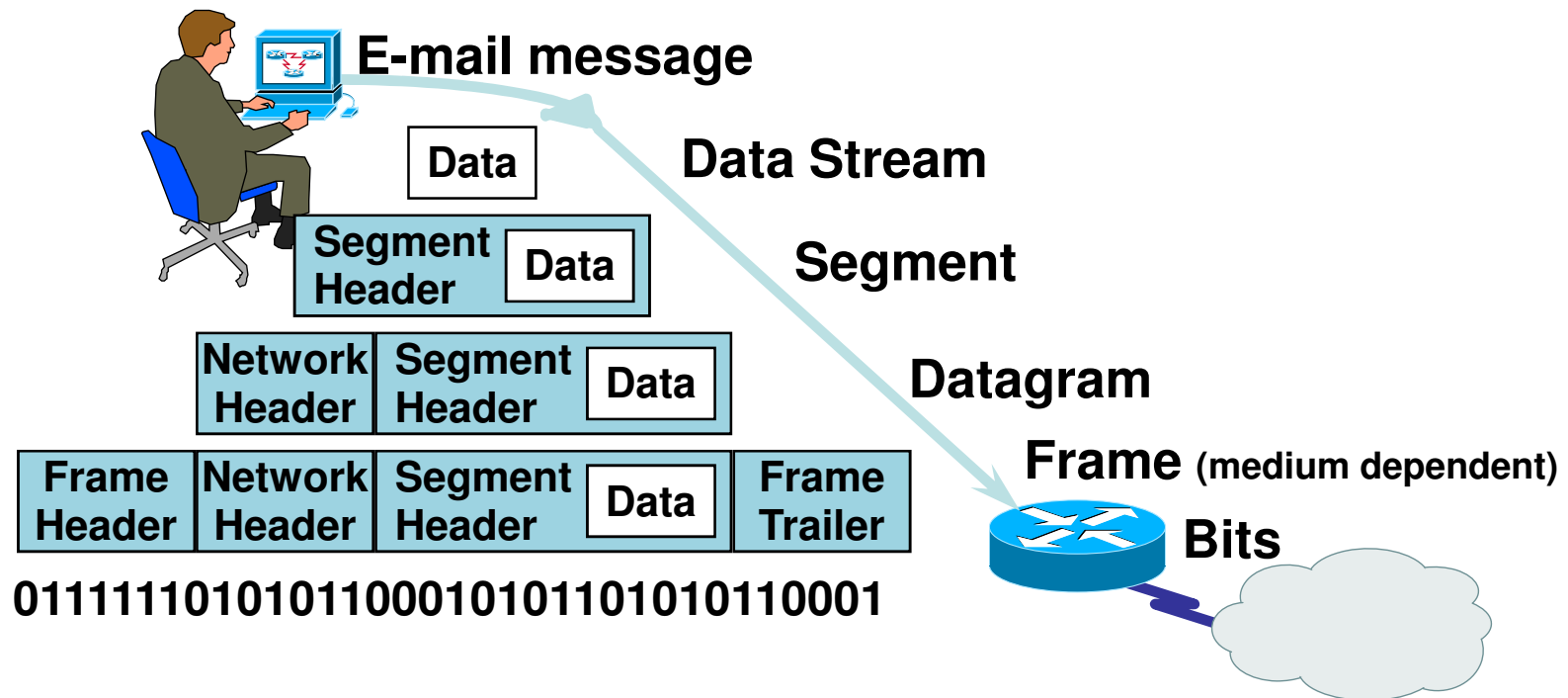
Kiến trúc họ giao thức TCP/IP



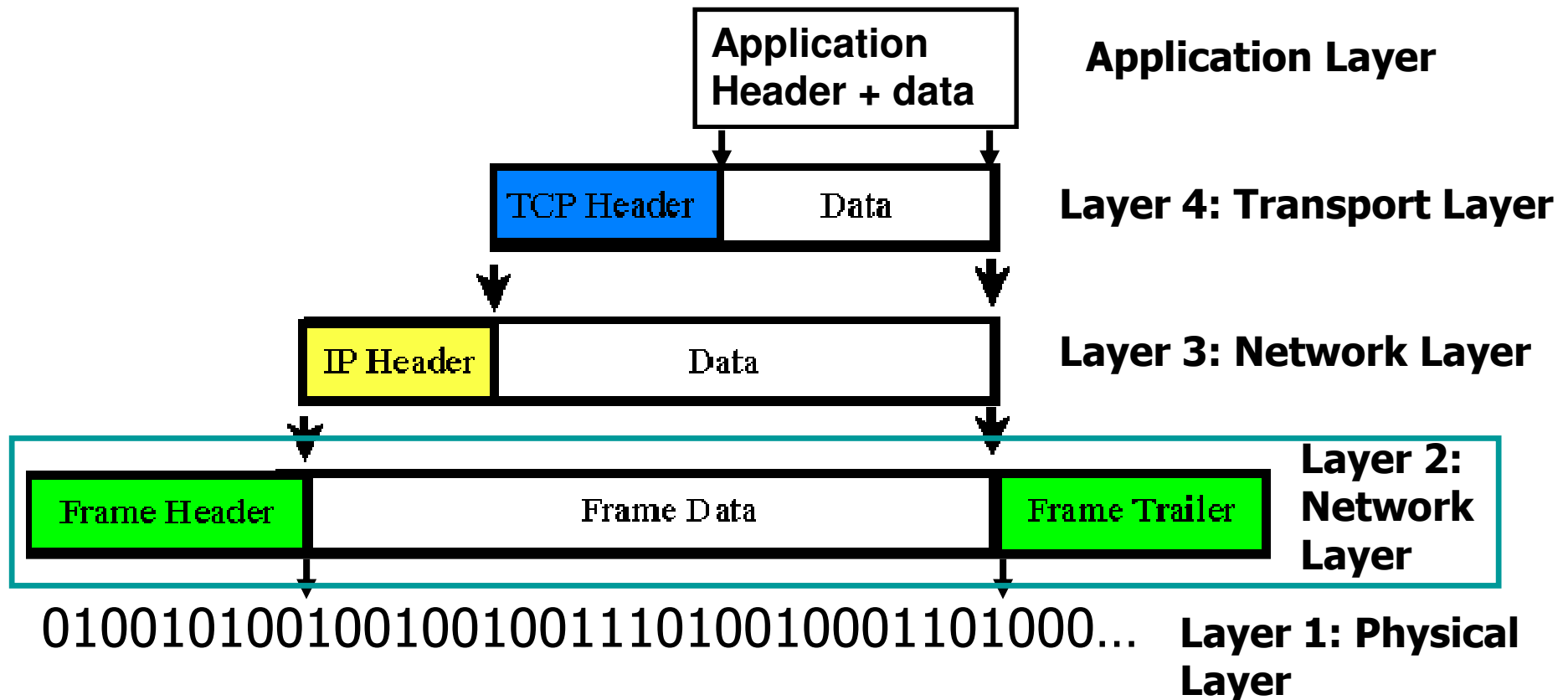
Truyền tin trên mô hình TCP/IP



Đóng gói tin trong TCP/IP



Ví dụ về data encapsulation

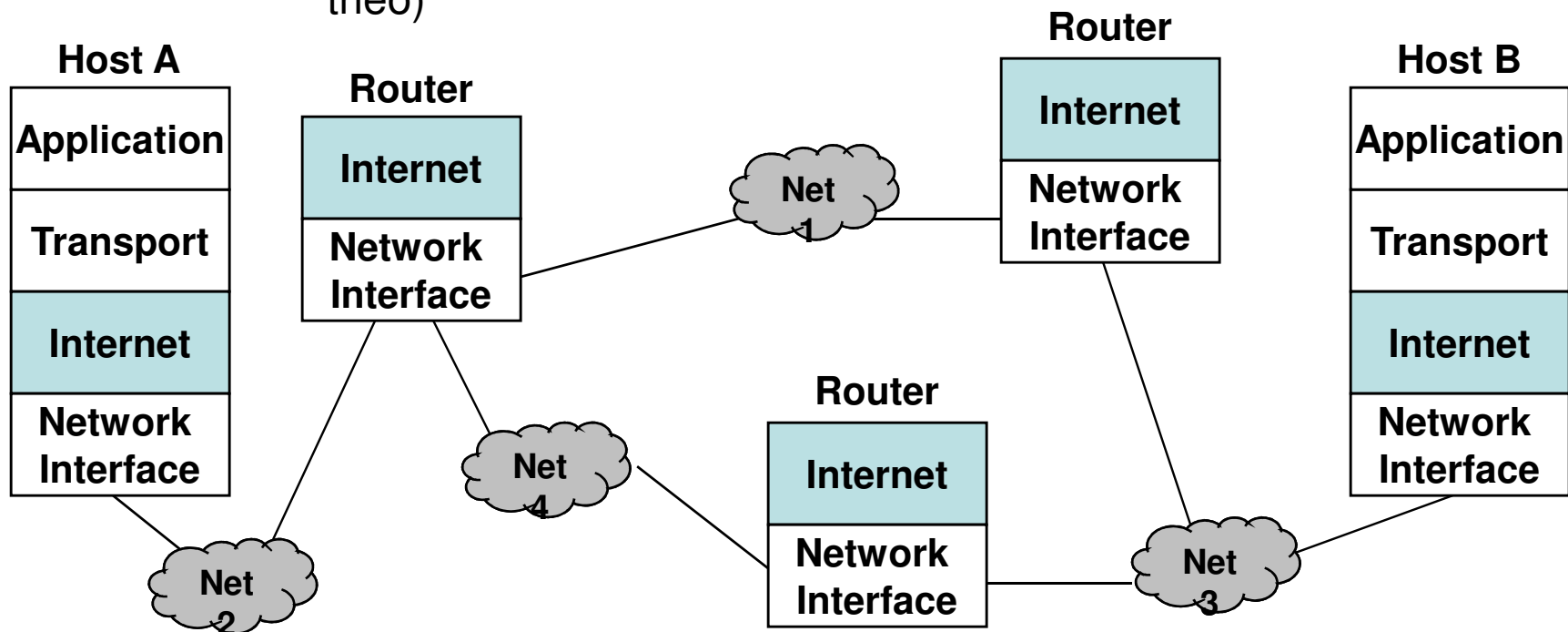


✓ Internet protocol

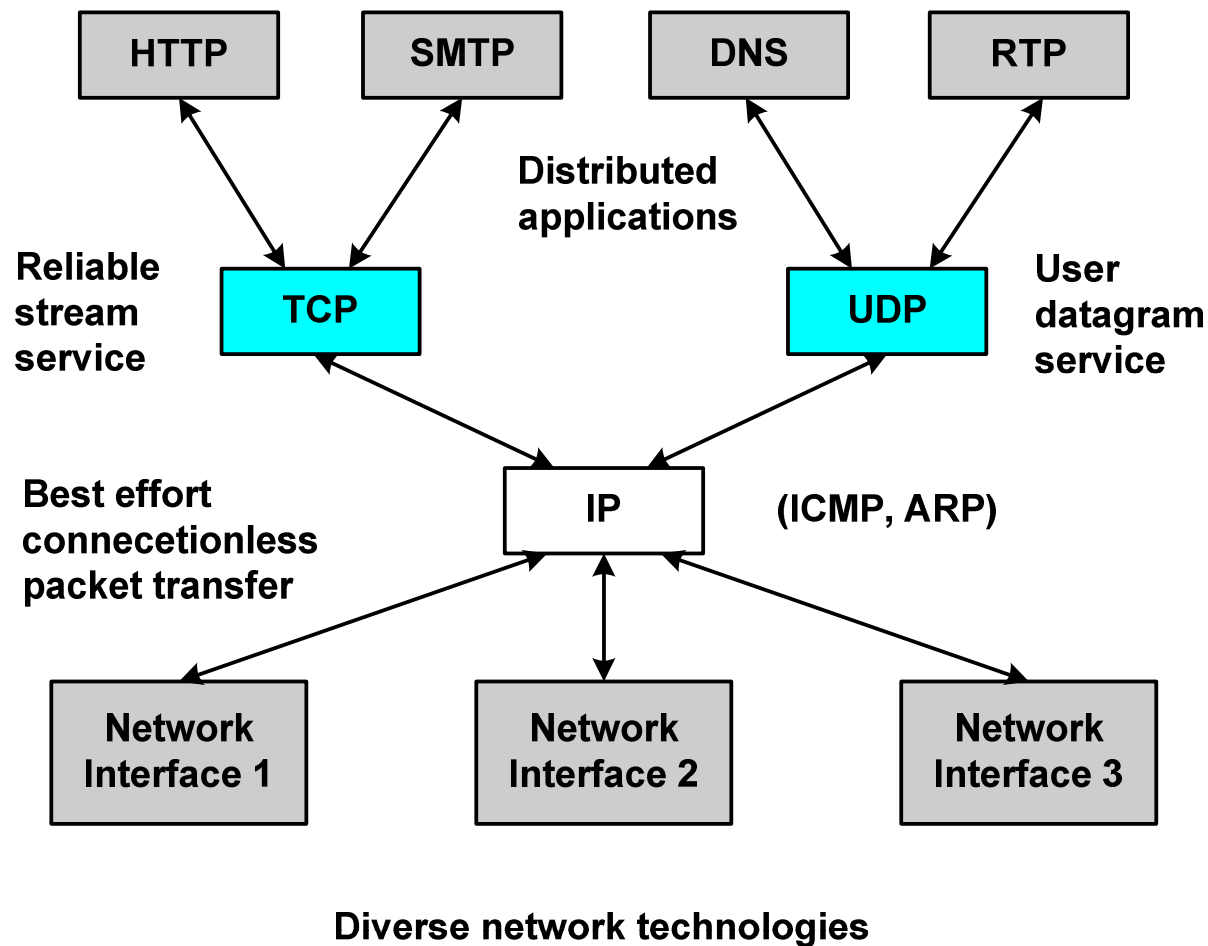
- o Các gói tin IP truyền thông tin qua mạng Internet qua các giao diện của mạng:

Host A IP → router → router → ... → router → host B IP

- o Layer IP trong mỗi router sẽ xác định chặng tiếp theo (router tiếp theo)



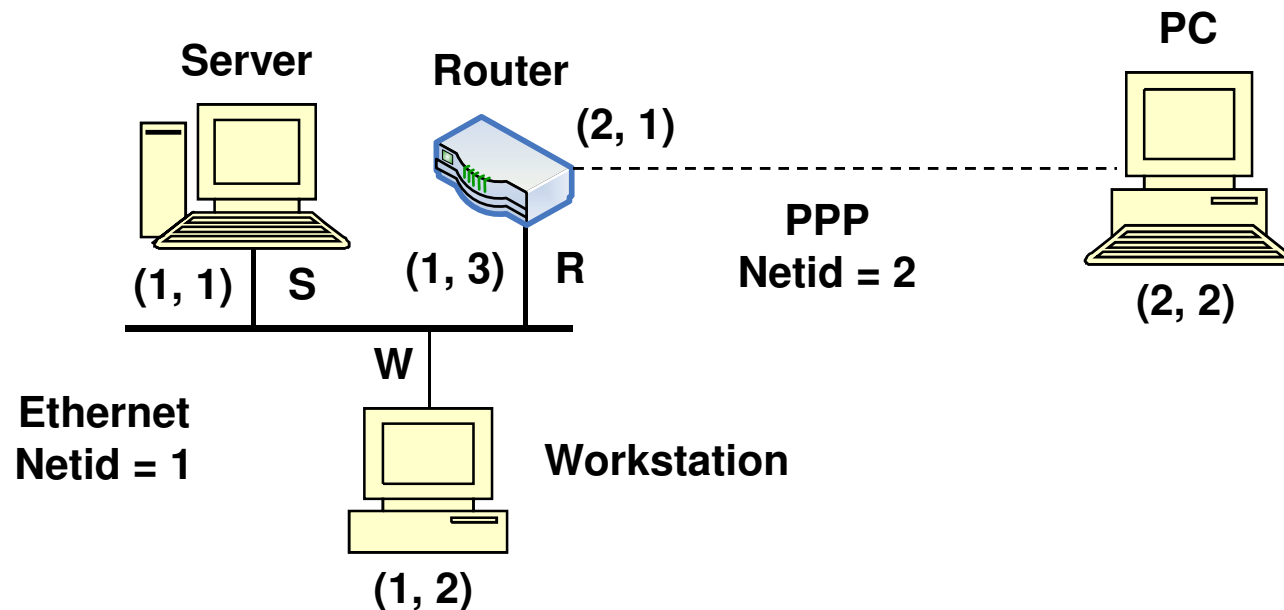
✓ Các giao thức trong bộ giao thức TCP/IP



✓ Tên và địa chỉ Internet

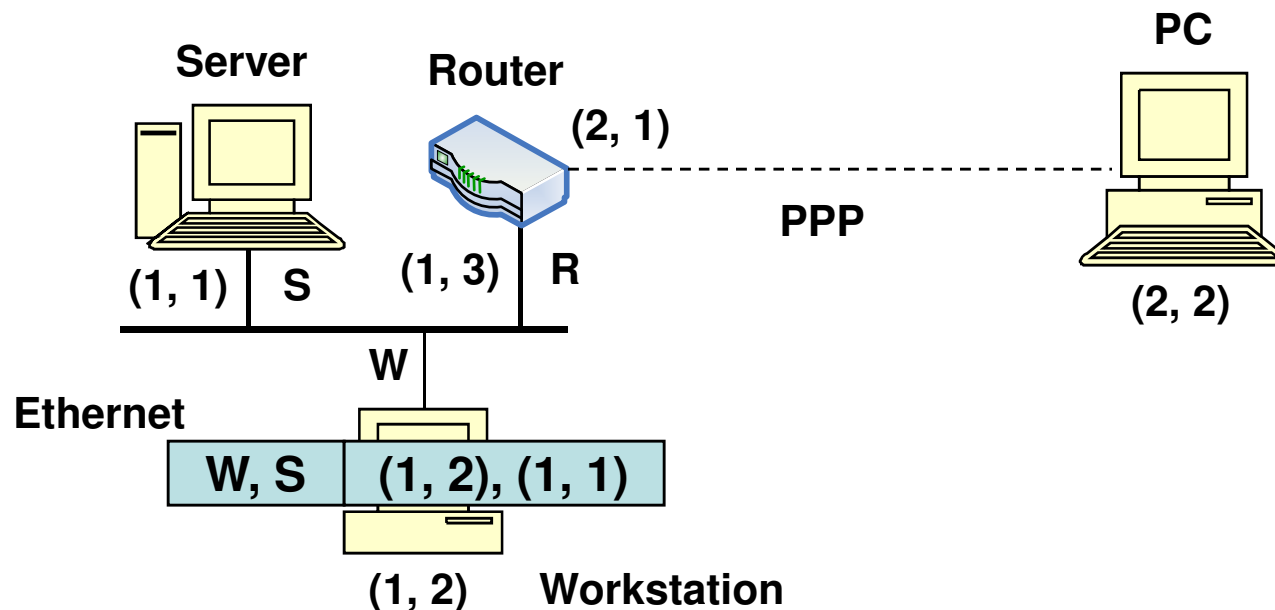
- o Tên Internet
 - Mỗi host có tên duy nhất
 - ❖ Không phụ thuộc vào địa chỉ vật lý
 - ❖ Dễ nhớ
 - ❖ Domain name
 - Host name và user name
- o Địa Internet
 - o Địa chỉ IP riêng cho mỗi kết nối vật lý trong mạng
 - o Định tuyến thực hiện thông qua địa chỉ IP đích
 - o Địa chỉ IP gồm
 - Netid và hostid
 - Netid là duy nhất
 - Netid sử dụng trong định tuyến
 - o Dotted Decimal Notation
 - Octet
 - Ví dụ: 128.100.10.3

✓ Ví dụ về mạng Internet



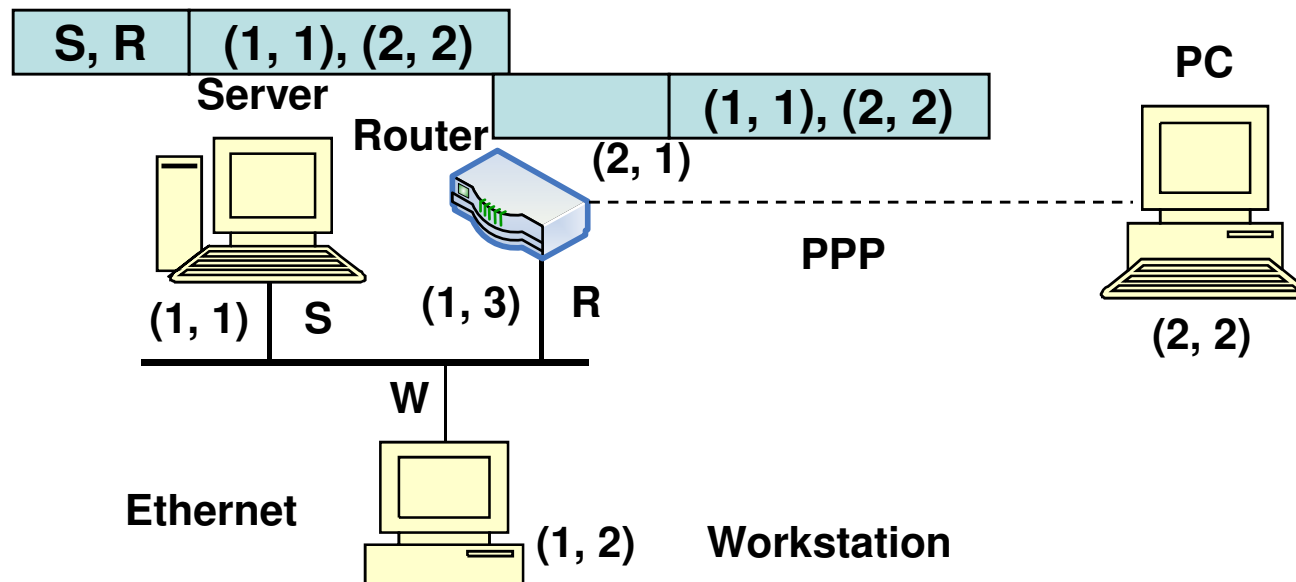
	Netid	Hostid	Phy. Add.
Server	1	1	S
Workstation	1	2	W
Router	1	3	R
Router	2	1	-
PC	2	2	-

✓ Gói IP từ W → S




1. Gói IP của **W** có địa chỉ IP nguồn (1, 2) và địa chỉ IP đích (1, 1)
2. Từ bảng IP → **W** và máy có địa chỉ đích ở cùng mạng. Đóng gói IP trong khung Ethernet với các địa chỉ (W, S)
3. Khung Ethernet được truyền lên mạng nhờ NIC của **W** và NIC của server sẽ nhận được gói tin
4. NIC phân tích trường TYPE và truyền gói tin tới lớp IP








✓ Gói IP từ S → PC



1. Gói IP của W có địa chỉ IP nguồn (1, 1) và địa chỉ IP đích (2, 2)
2. Từ bảng IP → gói tin phải gửi đến R, đóng gói IP trong khung Ethernet với các địa chỉ (S, R)
3. NIC của R sẽ nhận gói tin IP, phân tích TYPE và gửi tới lớp IP
4. Lớp IP phân tích IP đích và định tuyến đến (2, 2)
5. Bảng IP của R chỉ ra (2, 2) được kết nối trực tiếp với R qua PPP
6. Đóng gói gói IP vào khung PPP và gửi tới PC
7. PPP tại PC phân tích TYPE và truyền gói IP tới lớp IP của PC

- So sánh mô hình OSI và Internet

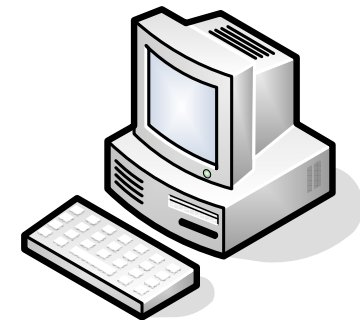
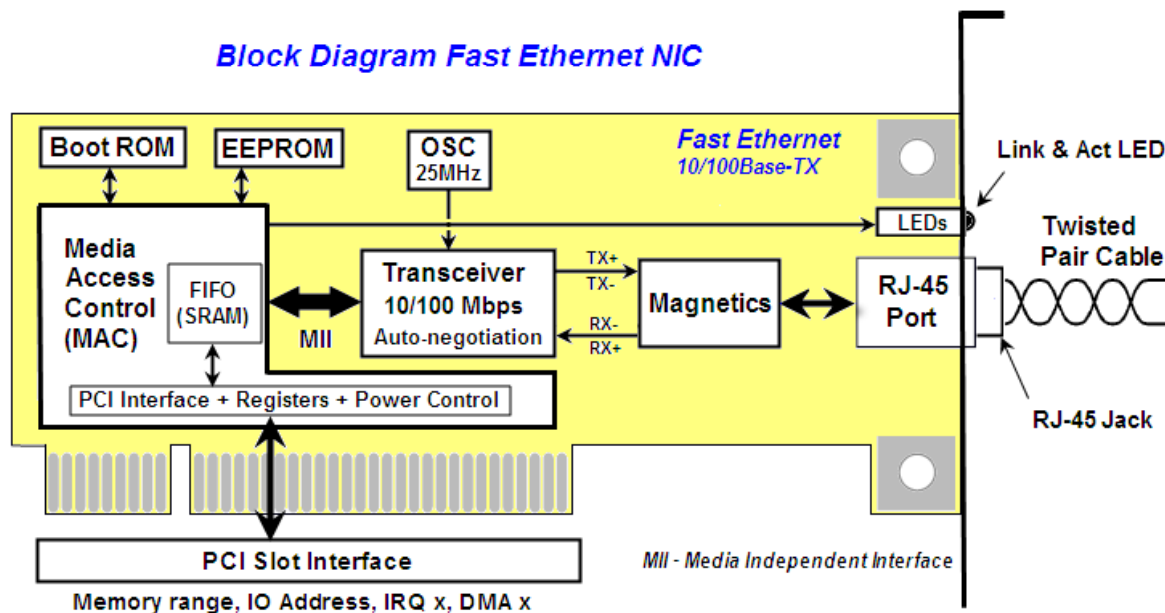


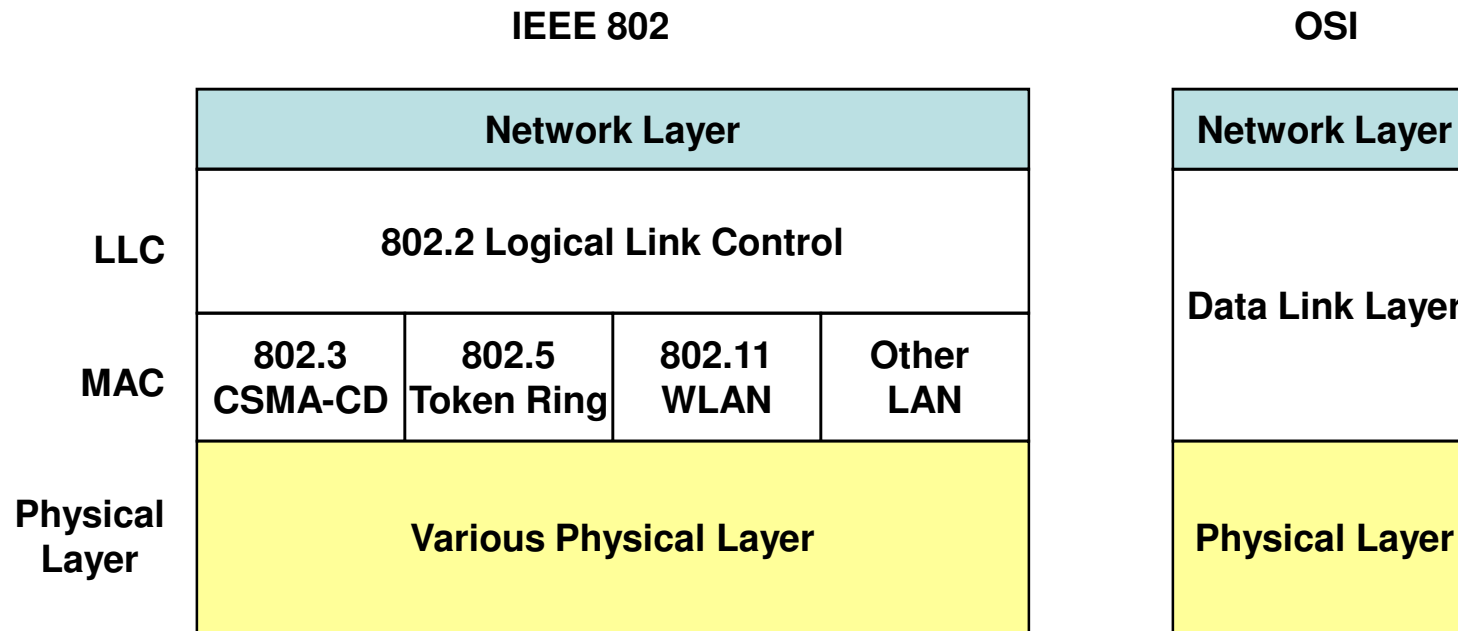
OSI MODEL		NETWARE	TCP / IP
7	 Application Layer Type of communication: E-mail, file transfer, client/server.	NCP (NetWare Core Protocol)	FTP, SMTP, DNS, Telnet
6	 Presentation Layer Encryption, data conversion: ASCII to EBCDIC, BCD to binary, etc.		
5	 Session Layer Starts, stops session. Maintains order.		
4	 Transport Layer Ensures delivery of entire file or message.	SPX	TCP (delivery ensured) UDP (delivery NOT ensured)
3	 Network Layer Routes data to different LANs and WANs based on network address.	IPX	IP (ICMP, ARP, RARP)
2	 Data Link (MAC) Layer Transmits packets from node to node based on station address.	LSL (ODI, NDIS)	
		LAN Driver	
1	 Physical Layer Electrical signals and cabling.	Physical	

Một số ví dụ về mạng

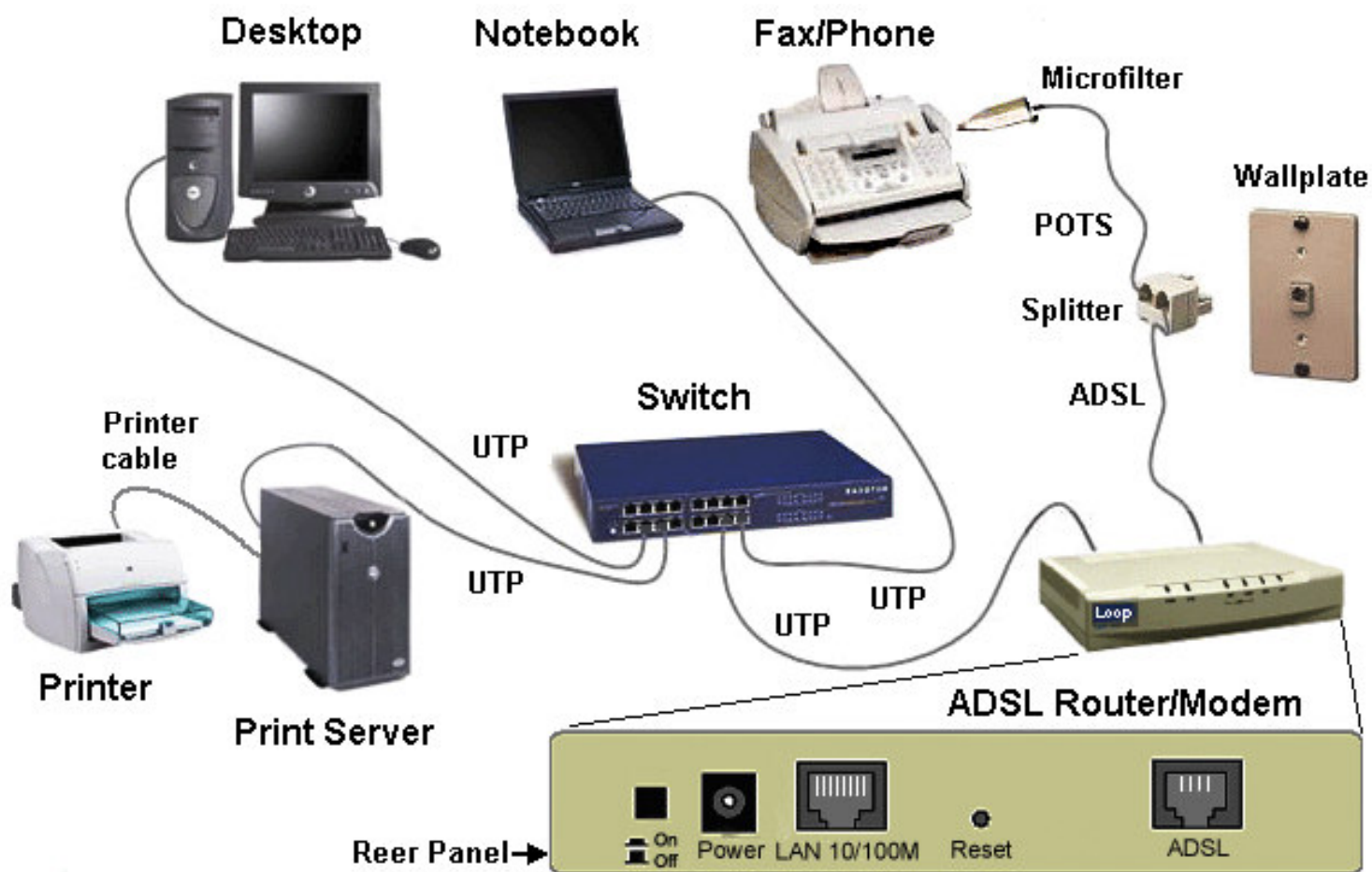
- Mạng cục bộ (Local Area Network – LAN)

- ✓ Môi trường truyền dẫn
- ✓ Network Interface Card (NIC)
- ✓ Mỗi NIC có địa chỉ vật lý duy nhất



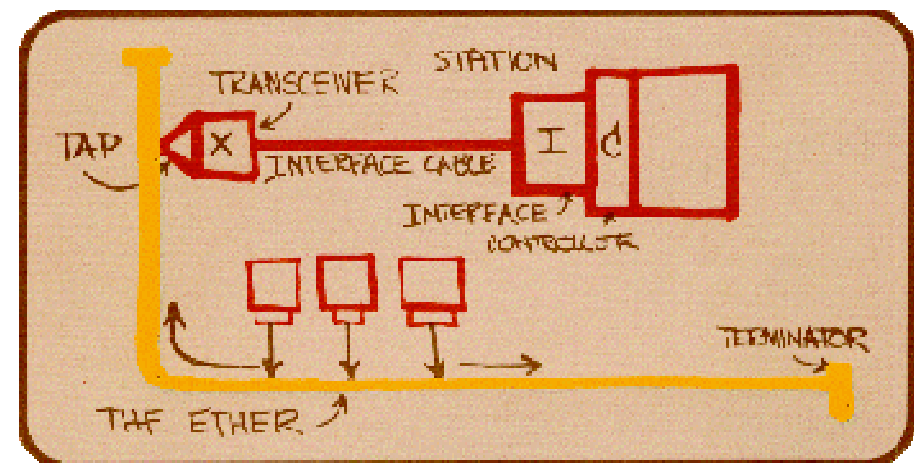


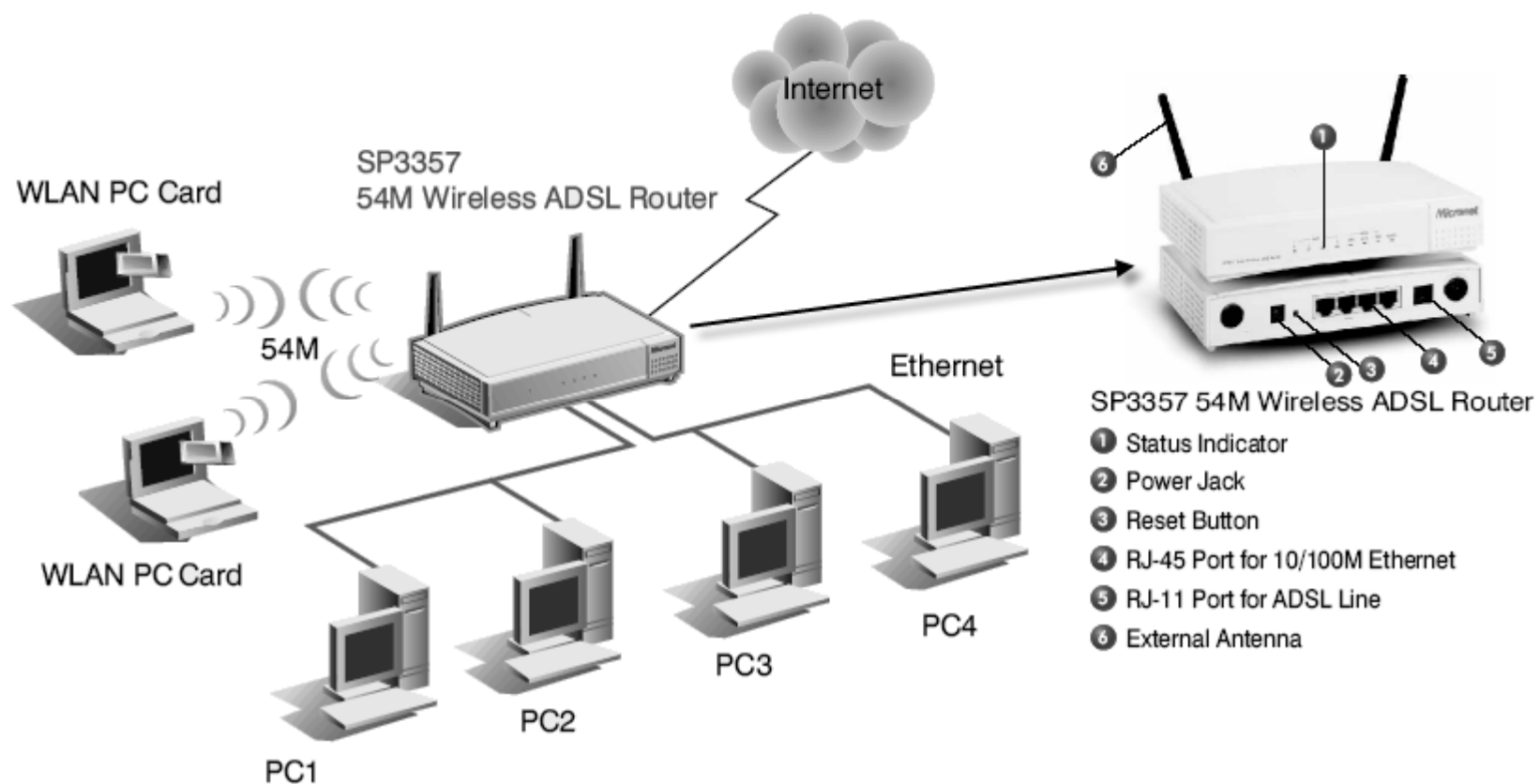
LẮP ĐẶT BỘ ĐỊNH TUYẾN+MODEM ADSL



- Ethernet

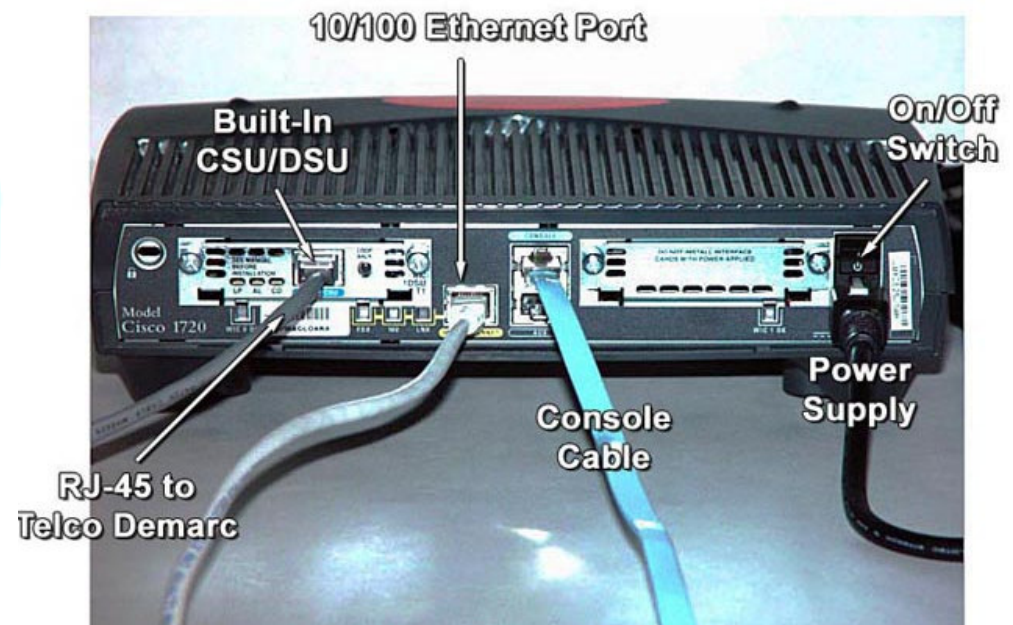
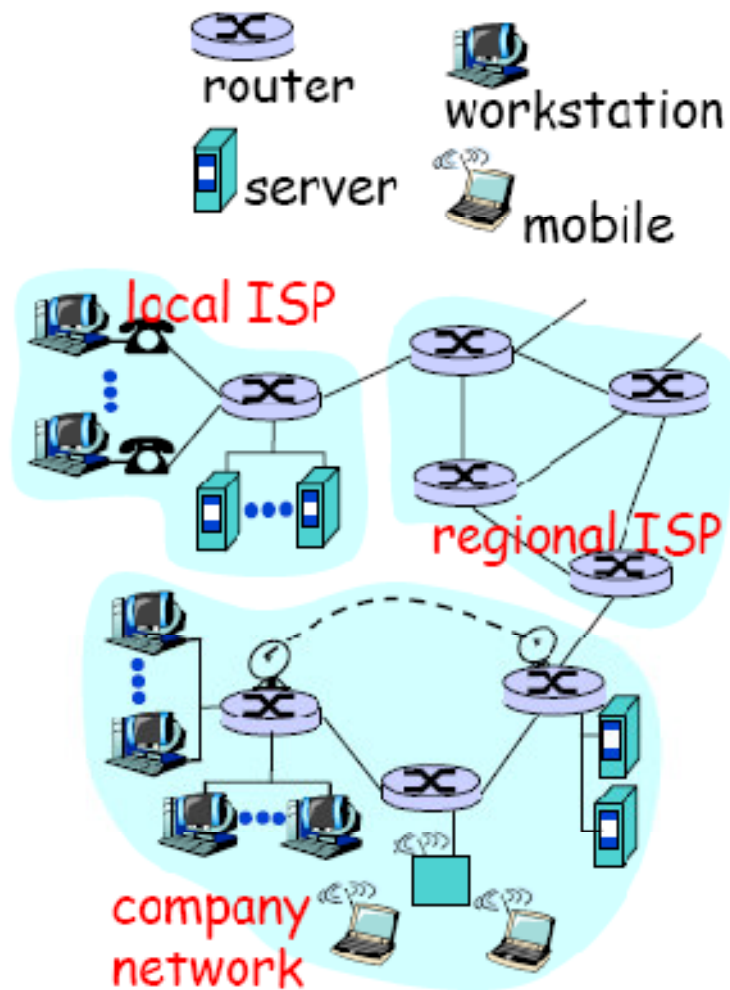
- ✓ 1970: radio network ALOHA in Hawaii
- ✓ 1973: Metcalf và Boggs phát minh Ethernet, random access, wired net
- ✓ 1979: DIX (Digital, Intel và Xerox) Ethernet II standard 10 Mbps
- ✓ 1985: IEEE 802.3 LAN 10 Mbps
- ✓ 1995: Fast Ethernet 100 Mbps
- ✓ 1998: Gigabit Ethernet
- ✓ 2002: 10 Gigabit Ethernet

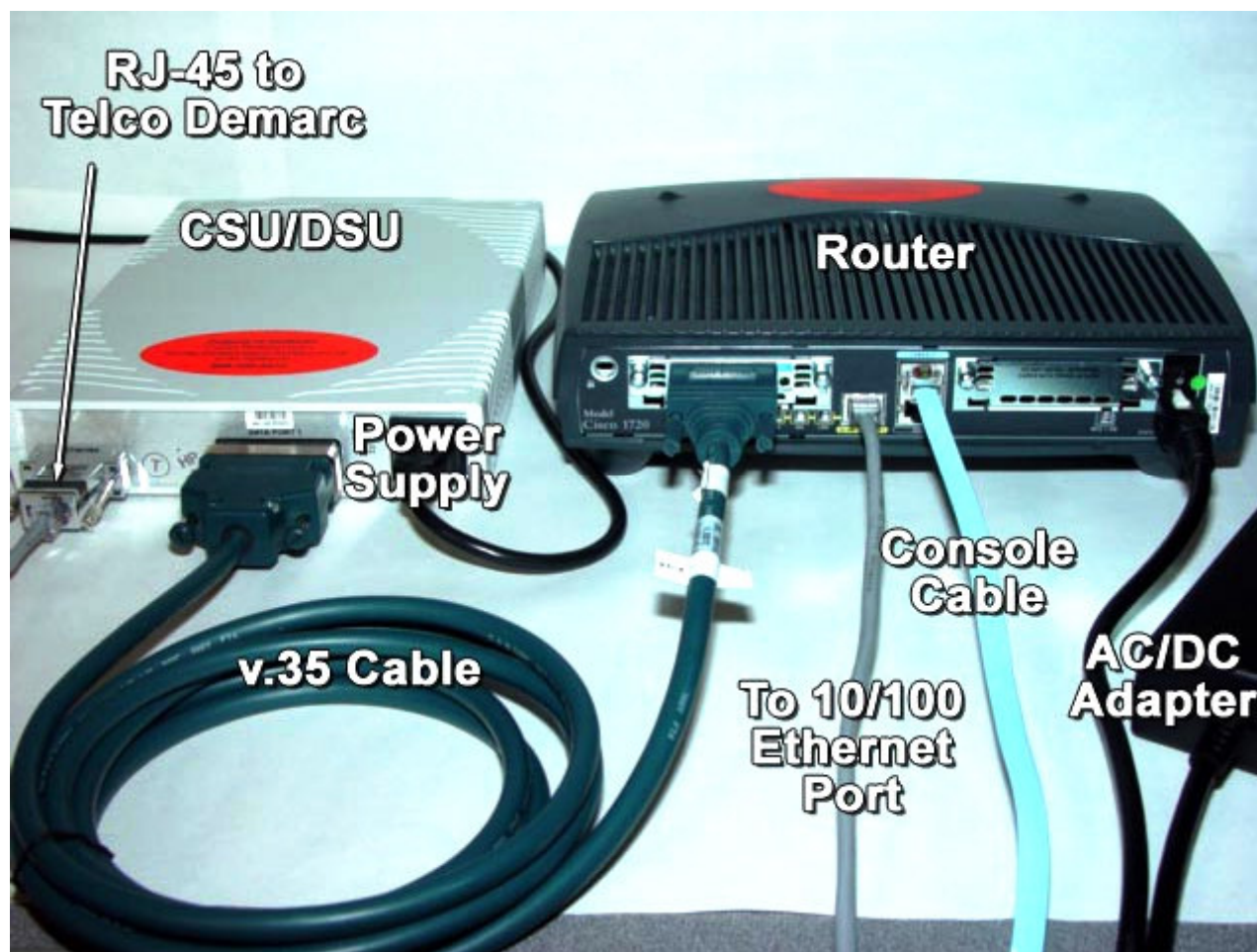




• Internet

- ✓ Mạng của liên mạng
- ✓ Host và End-System: chạy các ứng dụng
- ✓ Giao thức: TCP, IP, HTTP, FTP, PPP
- ✓ Liên kết truyền thông: Cáp, vệ tinh, vô tuyến
- ✓ Router: Định tuyến cho các gói tin
- ✓ Chuẩn Internet: RFC (Request for Comments), IETF (Internet Engineering Task Force)
- ✓ Cơ sở hạ tầng truyền thông cho phép triển khai các dịch vụ phân tán: Web, E-mail, online Game, v.v...
- ✓ Khả năng cung cấp các dịch vụ liên kết và không liên kết





- Mạng WAN

- ✓ Integrated Services Digital Network (ISDN)

- o Khái niệm

- Tích hợp điện thoại số và dịch vụ truyền dữ liệu
 - Số hóa mạng điện thoại để cho phép truyền voice, data, text, graphics, music, video ... qua mạng điện thoại sẵn có
 - Cung cấp dịch vụ ISDN tốc độ cao: image, file transmission, video conferencing ...

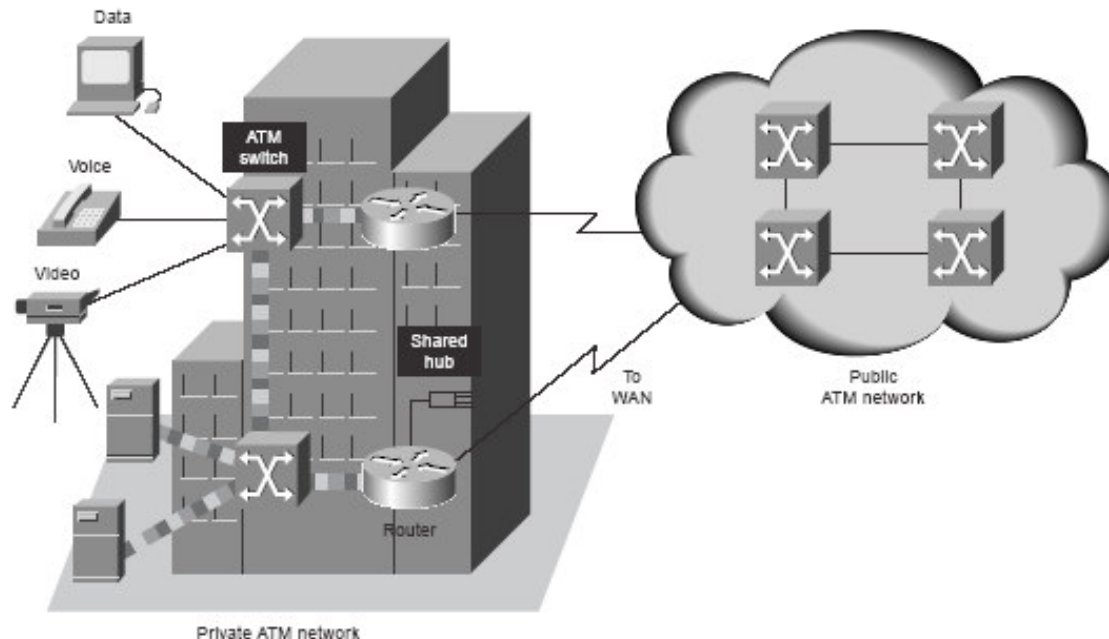
- o Thiết bị ISDN

- Terminal: ISDN (**TE1**) kết nối với ISDN bằng cáp xoắn đôi, non-ISDN (Data Terminal Equipment - **DTE**) hay **TE2**, kết nối với mạng ISDN qua **TA** theo chuẩn vật lý (RS-232C, V24...)
 - Data Circuit Terminating Equipment (**DCE**): Modem, MUX ...
 - Terminal adapter (**TA**): stand-alone hoặc on-board của **DTE2**
 - Network_termination: **NT1**, **NT2**, kết hợp

✓ **Asynchronous Transfer Mode (ATM)**

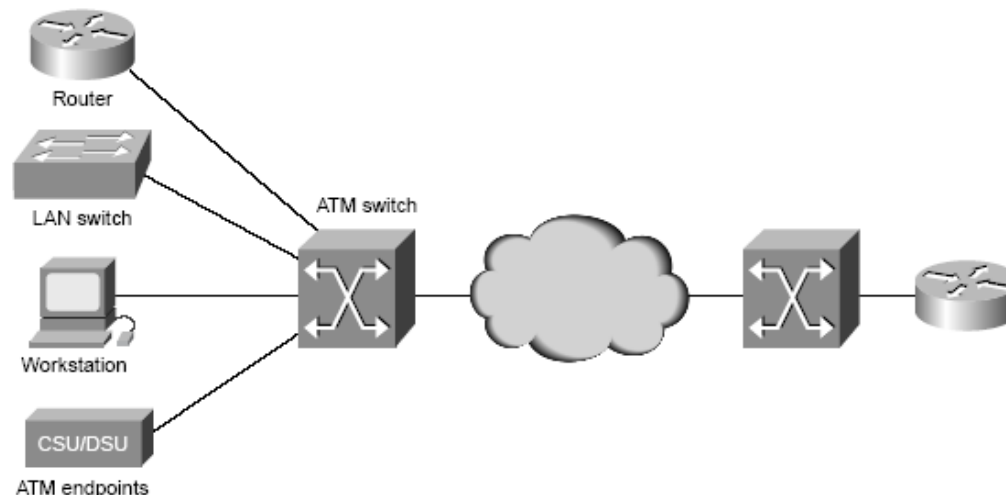
o Khái niệm

- Thông tin của các loại dịch vụ khác nhau (voice, image, video...) được tải vào tế bào với kích thước nhỏ xác định
- Mạng ATM là loại connection-oriented



o Thiết bị ATM và môi trường mạng

- Asynchronous transmission: Time slot được cấp theo yêu cầu căn cứ vào ATM header để xác định source (khác synch.TDM)
- ATM format: 53 octet (byte) với 5 byte header+48 byte payload
- Thiết bị ATM
 - ❖ Mạng ATM dựa vào ATM switch và ATM endpoint
 - ❖ ATM switch nhận cell từ ATM switch và ATM endpoint, cập nhật header và chuyển tiếp tới đích



✓ **Frame relay**

o Khái niệm

- Giao thức mạng WAN tốc độ cao làm việc ở tầng vật lý và liên kết dữ liệu trong mô hình OSI
- Cho phép các trạm đầu cuối chia sẻ môi trường và băng thông linh hoạt dựa vào: gói tin với kích thước thay đổi và dồn kênh dựa trên mô hình thống kê
- Là một phiên bản của X25 nhưng không có chức năng windowing và re-transmission

o Thiết bị Frame relay

- DTE (PC, router, bridge) và DCE để tạo xung nhịp và cung cấp dịch vụ chuyển mạch (packet switch)
- Kết nối giữa DTE và DCE thực hiện ở cả 2 tầng: Vật lý (chủ yếu là RS-232) và tầng liên kết cung cấp giao thức kết nối giữa DTE (router) và DCE (switch)

- o Triển khai thiết kế mạng frame relay

