

# Chương 4

## Mạng truyền số liệu

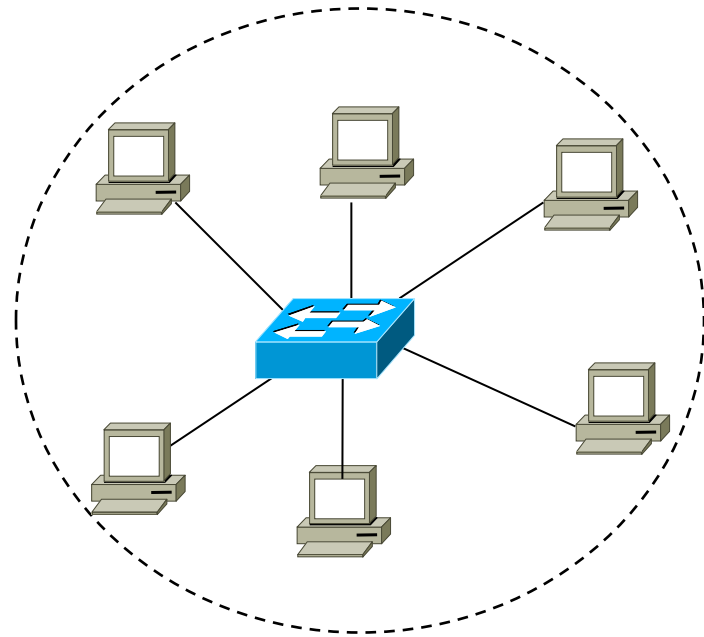
Nguyễn Khánh Lợi  
*[nkloi@hcmut.edu.vn](mailto:nkloi@hcmut.edu.vn)*

- **Chuẩn 802.x**
- **Ethernet, Token Bus, Token Ring**
- **Địa chỉ IP: Subnet & VLSM**
- **Switching và Routing (static, dynamic)**

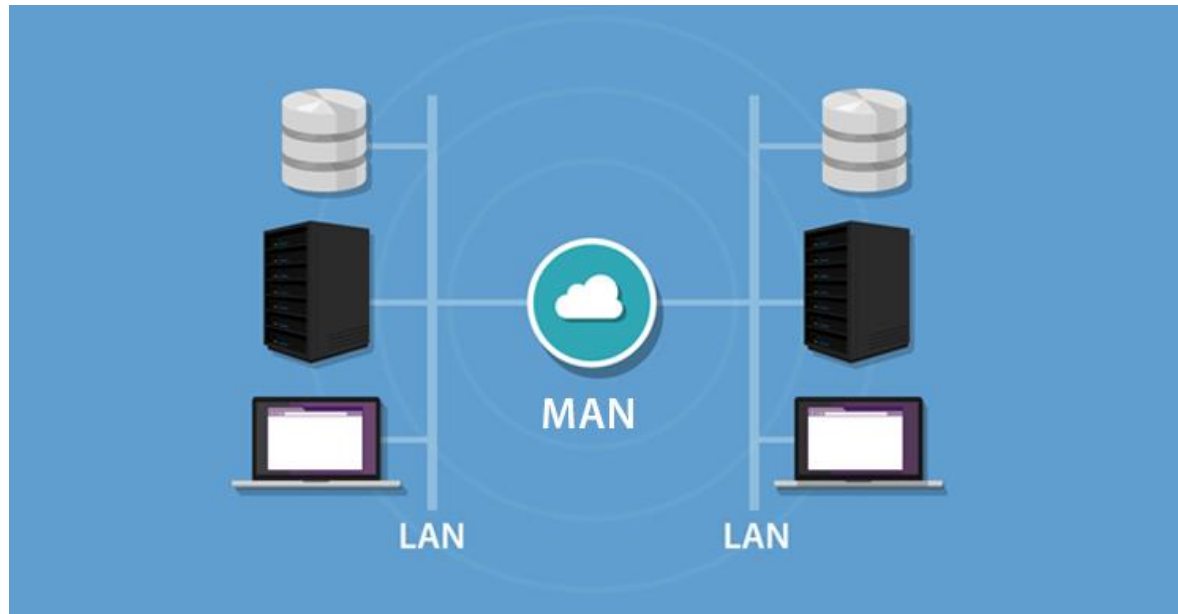
Mạng cục bộ (LAN) là một mạng kết nối các máy tính trong một khu vực giới hạn như nhà riêng, trường học, phòng thí nghiệm, toà nhà văn phòng ...

Các loại cáp thường được sử dụng:

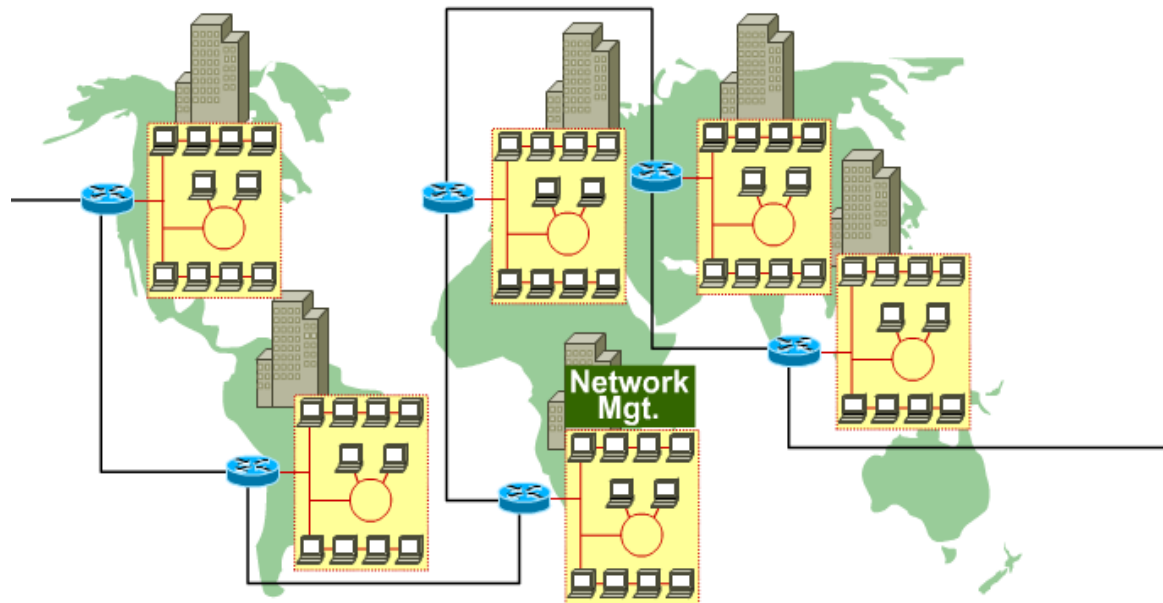
- Cáp đồng trục
- Cáp xoắn



Mạng MAN chính là mô hình mạng được kết nối từ nhiều mạng LAN với nhau thông qua dây cáp, các phương tiện truyền dẫn,... Phạm vi kết nối là trong một khu vực rộng như trong một thành phố. Sử dụng chủ yếu là các tổ chức, doanh nghiệp có nhiều chi nhánh hoặc nhiều bộ phận kết nối với nhau.

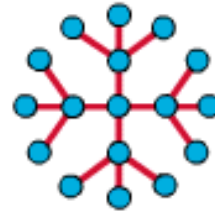


Mạng WAN là sự kết hợp giữa mạng LAN và mạng MAN nối lại với nhau thông qua vệ tinh, cáp quang hoặc cáp dây điện. Mạng diện rộng này vừa có thể kết nối thành mạng riêng vừa có thể tạo ra những kết nối rộng lớn, bao phủ cả một quốc gia hoặc trên toàn cầu.

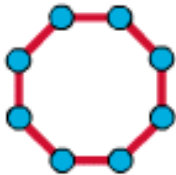




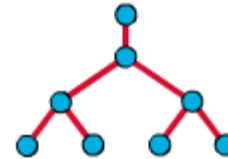
**Bus**



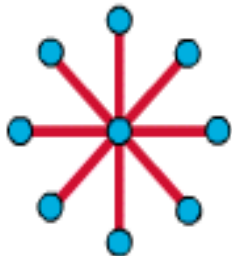
**Extended Star**



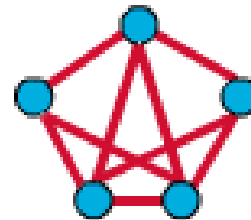
**Ring**



**Hierarchical**

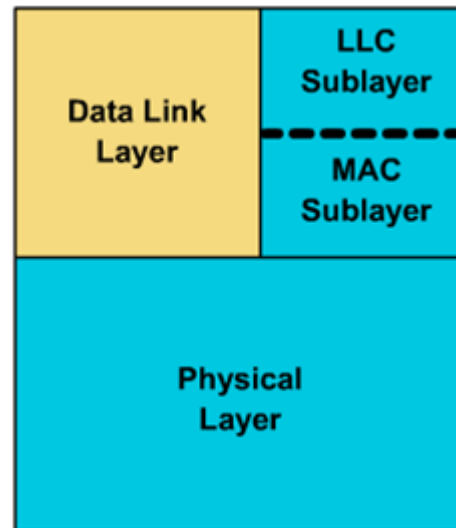


**Star**



**Mesh**

IEEE 802 đề cập tới một chuẩn dành cho mạng LAN và MAN. Các giao thức và dịch vụ được chỉ định trong IEEE 802 ánh xạ tới 2 lớp (Data Link và Physical) của mô hình OSI. Trên thực tế, IEEE 802 chia lớp Data Link (OSI) thành 2 lớp con là Logical Link Control (LLC) và Media Access Control (MAC).

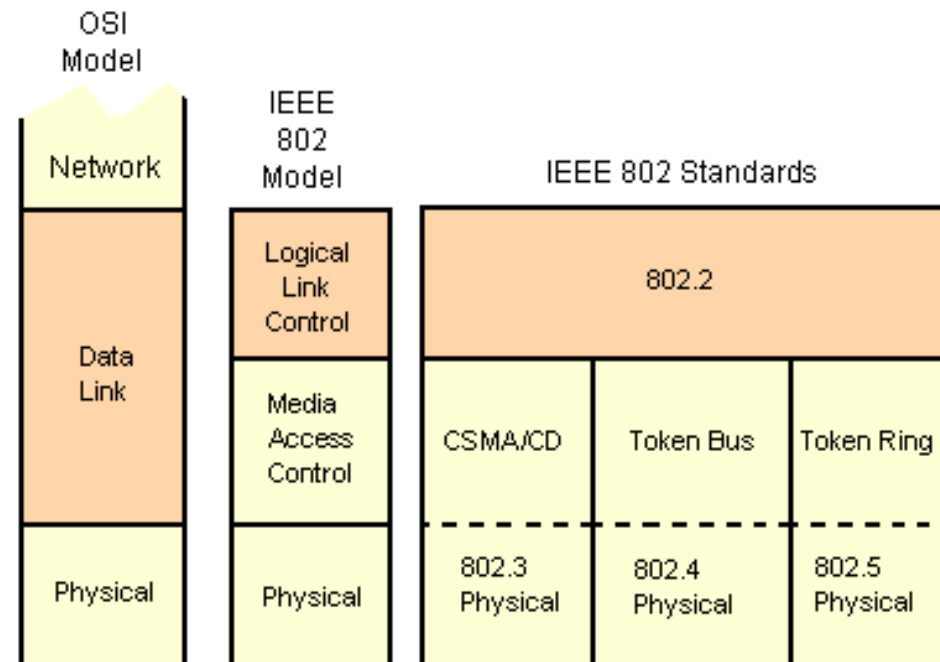


## LLC

Dựa trên giao thức HDLC. Tầng con LLC chủ yếu quan tâm đến:

- ✓ Ghép kênh (multiplexing) các giao thức được truyền qua tầng MAC (khi truyền) và phân kênh (demultiplexing) chúng (khi nhận).
- ✓ Theo yêu cầu, cung cấp chức năng điều khiển lỗi và luồng.
- ✓ Giao thức cho LLC được đặc tả trong chuẩn IEEE 802.2

### The OSI Model and IEEE 802.2

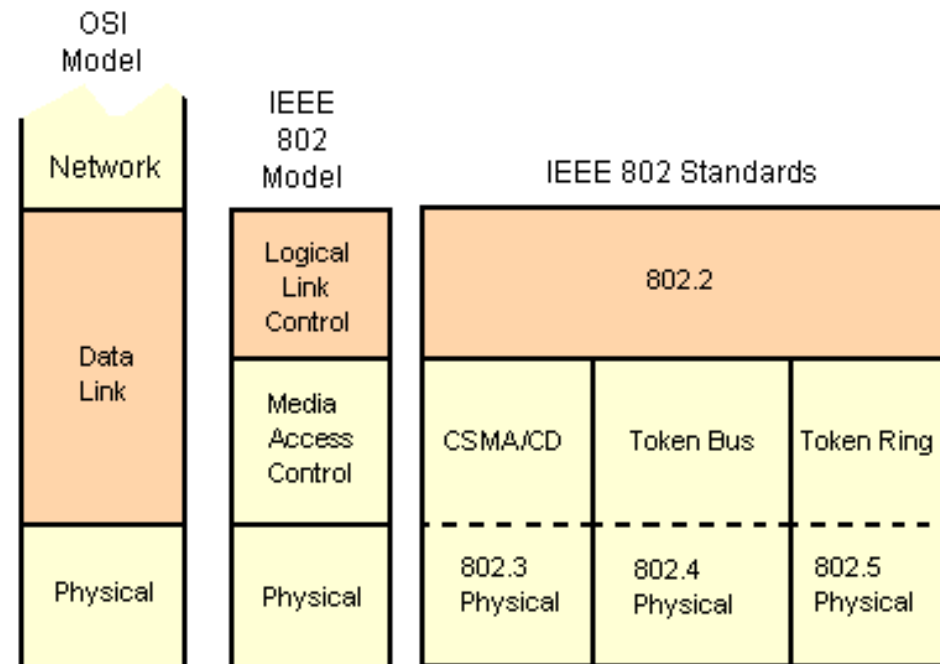




## MAC

Chức năng chính của Mac là cung cấp các **cơ chế đánh địa chỉ** và **điều khiển truy cập kênh**. Nghĩa là tầng con MAC trong tầng liên kết được hoạt động giống như một giao diện giúp việc truyền dữ liệu giữa tầng con LLC với tầng vật lý trong mô hình OSI được diễn ra thuận lợi. Ngoài ra, Mac còn có tác dụng cho phép nhiều trạm kết nối tới cùng một môi trường vật lý và dùng chung môi trường đó.

The OSI Model and IEEE 802.2

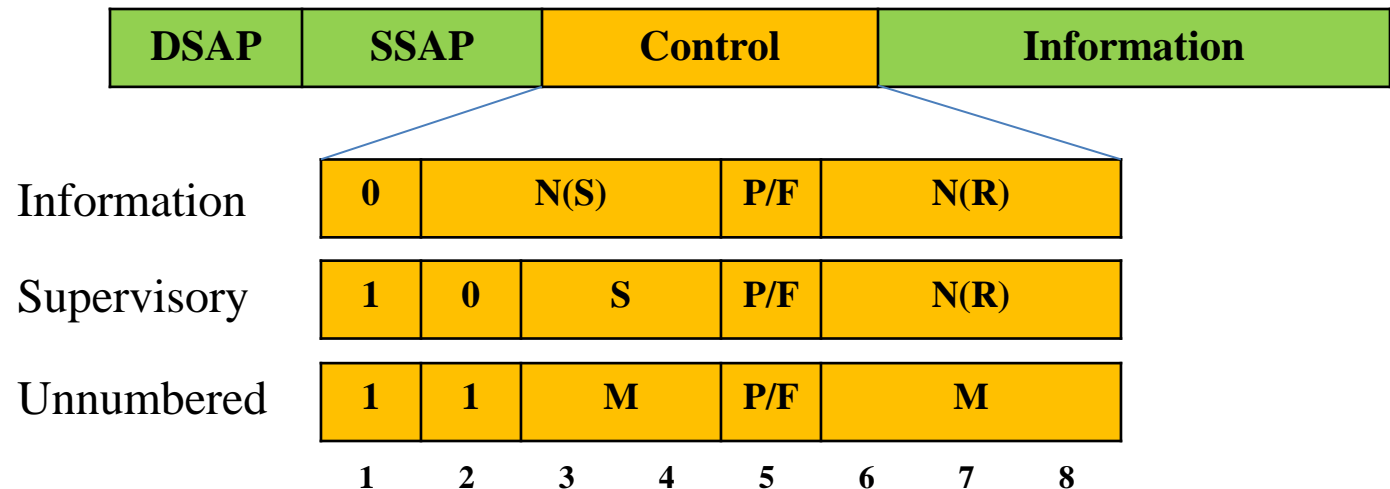
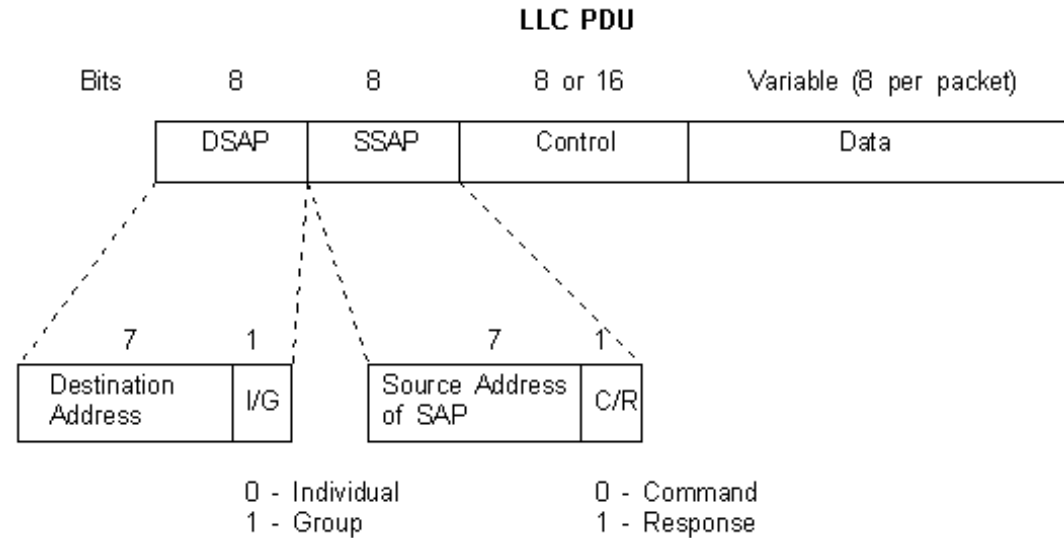


## LLC PDU:

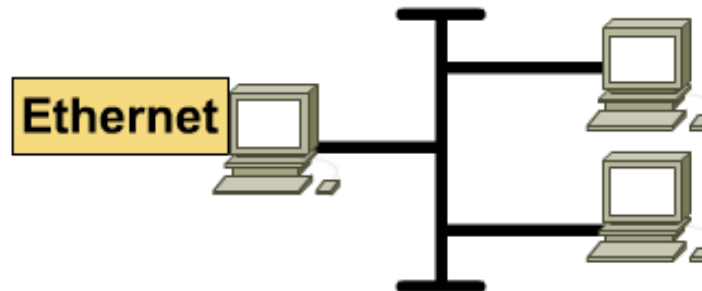
- ✓ DSAP: Destination Service Access Point
- ✓ SSAP: Source Service Access Point

## Control field:

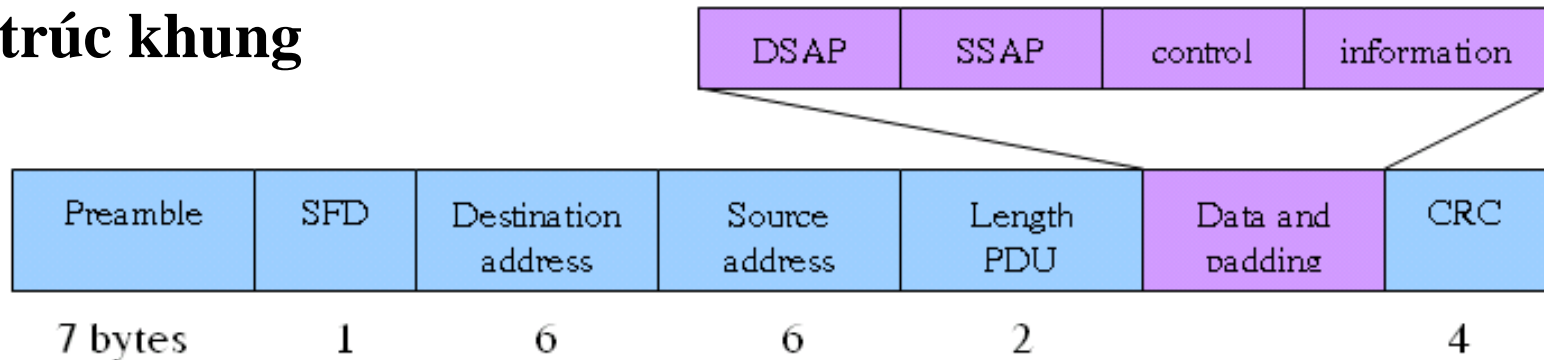
- ✓ HDLC format



- ❑ Phương thức truy cập: CSMA: Carrier Sense Multiple Access – Đa truy cập theo cách cảm biến sóng mang
- ❑ Cấu hình vật lý theo dạng: bus, star, ring
- ❑ Mỗi trạm trước khi truyền phải lắng nghe lưu lượng trên đường truyền bằng cách kiểm tra điện áp.
  - ✓ Nếu không có điện áp là đường truyền đang rảnh, trạm bắt đầu truyền dữ liệu
  - ✓ Nếu có điện áp là đường truyền không rảnh, trạm chờ 1 thời gian sau rồi kiểm tra lại



## Cấu trúc khung

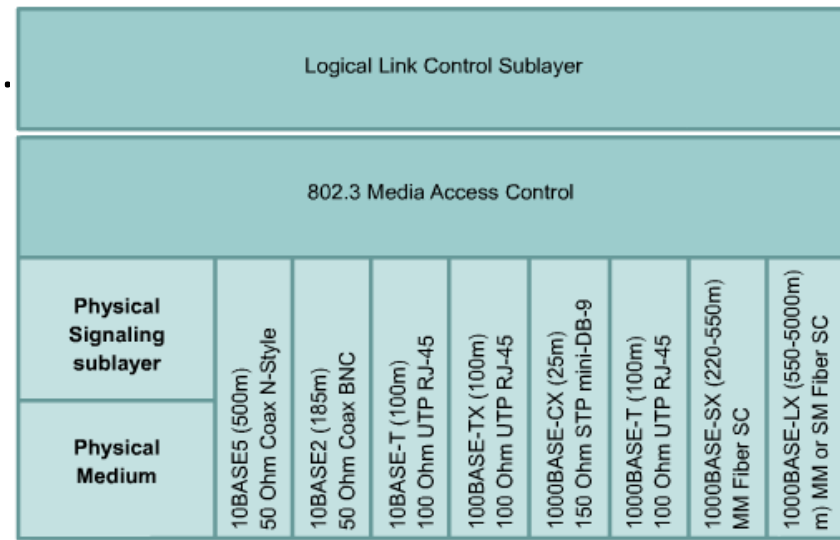


- ❑ Preamble: 10101010 (7 bytes), mục đích để cho phía thu đồng bộ
- ❑ SFD (Start frame delimiter): 10101011, chỉ ra vị trí bắt đầu khung
- ❑ Destination address: 6 bytes địa chỉ vật lý của trạm đích
- ❑ Source address: 6 bytes địa chỉ vật lý của trạm nguồn
- ❑ Length of PDU: 2 bytes chiều dài của PDU
- ❑ CRC: 4 bytes CRC-32

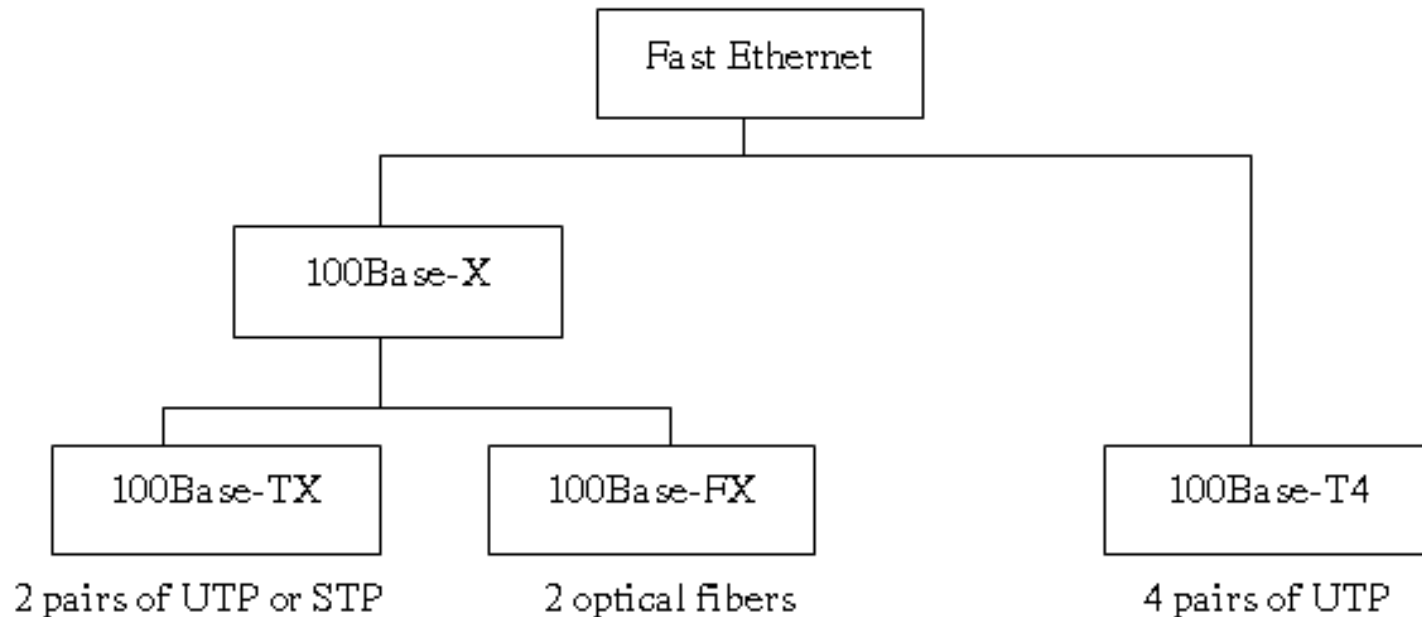
# Ethernet: 802.3



- ❑ 10Base-2: 50Ω Thin cable, 185m.
- ❑ 10Base-5: 50Ω Thick cable, 500m.
- ❑ 10Base-T: 100Ω UTP cable, 100m.
- ❑ 10Base-F: Fiber optic cable, 1000m.
- ❑ 100Base-TX: 100Ω UTP/STP cable, 100m.
- ❑ 100Base-T4: 100Ω UTP (4p) cable, 100m.
- ❑ 100Base-FX: Fiber optic cable, 400m.
- ❑ 1000Base-T: 100Ω UTP/STP cable, 100m.



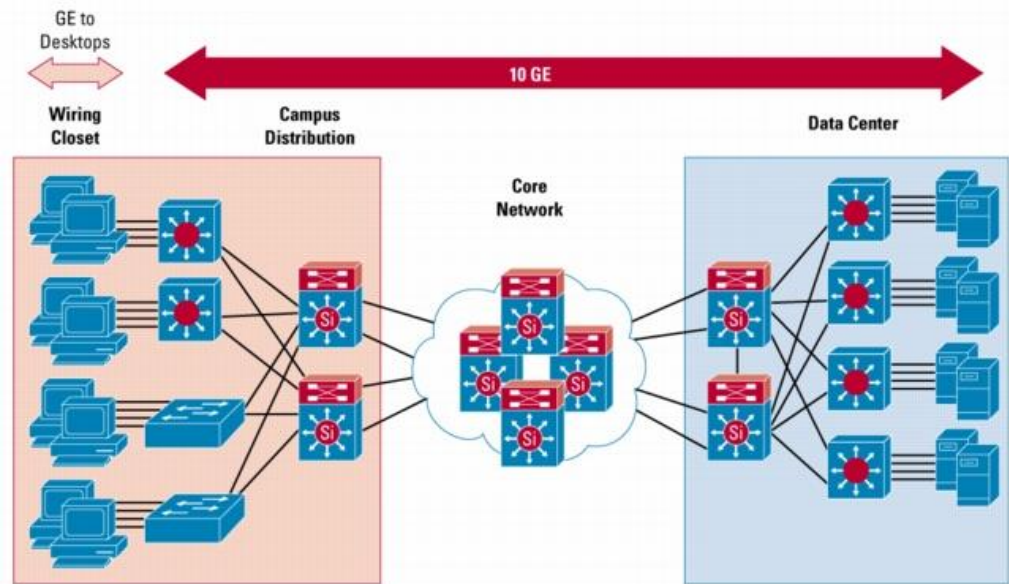
- ❑ Là 1 phiên bản khác của Ethernet
- ❑ Tốc độ tăng đến 100Mbps
- ❑ Khoảng cách ngắn (không quá 250m)



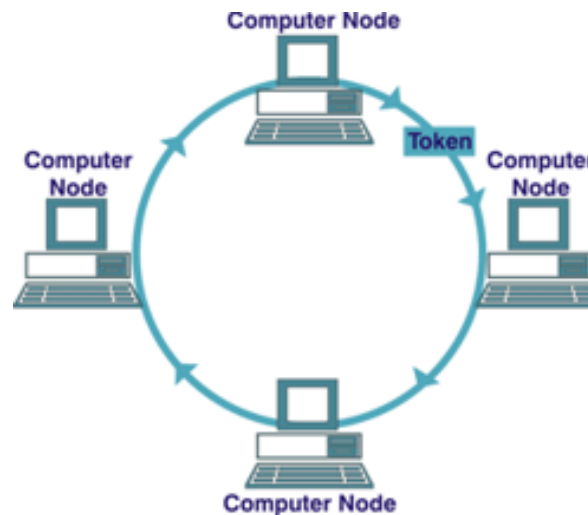
# Gigabit Ethernet

- ❑ Tốc độ dữ liệu > 1Gbps
- ❑ Chủ yếu dùng sợi quang

Feature	1000Base-SX	1000Base-LX	1000Base-CX	1000Base-T
Medium	Optical fiber (multimode)	Optical fiber (multimode or single mode)	STP	UTP
Signal	Short-wave laser	Long-wave laser	Electrical	Electrical
Max distance	550m	550m (multimode) 5000m (single mode)	25m	25m

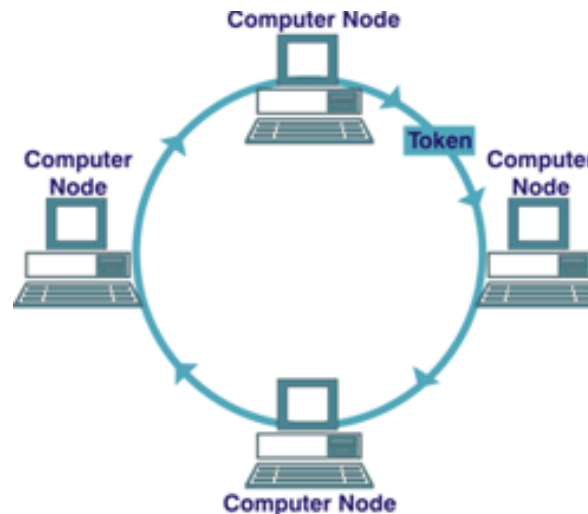


- ❑ Cấu hình vật lý được kết nối theo dạng VÒNG
- ❑ Đa truy cập (cấu hình luận lý) theo dạng VÒNG dùng thẻ bài (token )
  - ✓ Thẻ bài sẽ được truyền dọc theo vòng tròn luận lý
  - ✓ Nếu một trạm muốn truyền dữ liệu, nó phải đợi và giữ thẻ bài
  - ✓ Sau khi truyền dữ liệu xong, trạm sẽ truyền thẻ bài cho trạm kế trên vòng luận lý

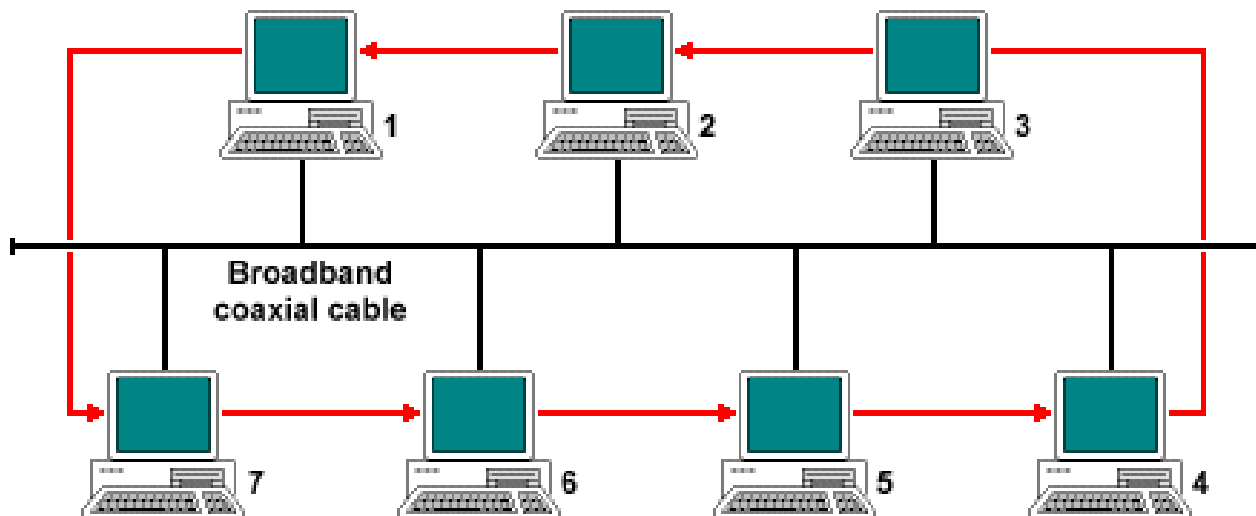




- ❑ Khung dữ liệu được truyền dọc theo vòng qua mỗi trạm.
- ❑ Mỗi trạm khi nhận khung sẽ kiểm tra địa chỉ đích đến, không trùng thì chuyển tiếp cho trạm lân cận. Nếu đúng sẽ nhận và đổi 4 bit trong byte cuối cùng của đề xác nhận khung đã được nhận.
- ❑ Gói dữ liệu sẽ được xoay vòng cho đến khi về trạm phát ra nó.
- ❑ Trạm gửi sau khi nhận khung, kiểm tra các bit địa chỉ nhận dạng, nếu chúng đã được đặt nghĩa là khung đã được nhận, bộ gửi loại bỏ khung và giải phóng thẻ bài, truyền thẻ bài đến trạm kế

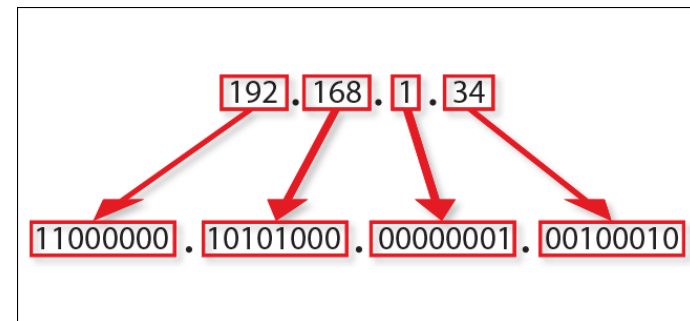
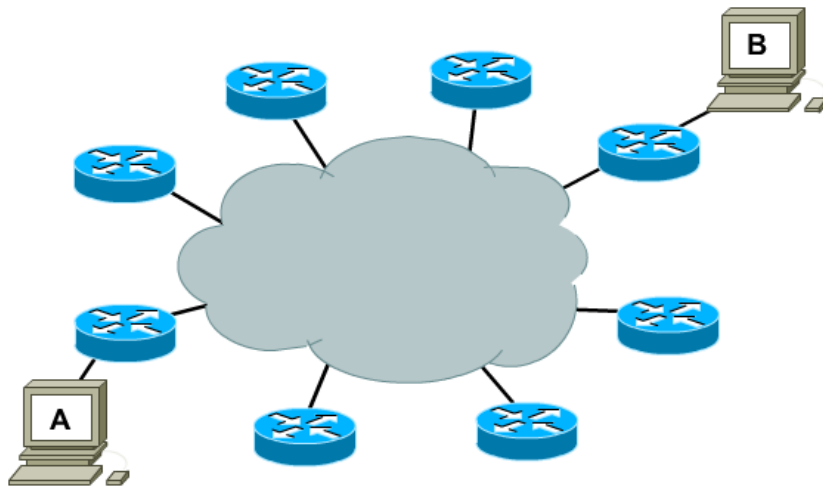


- ❑ Cấu hình vật lý được kết nối theo dạng BUS
- ❑ Đa truy cập (cấu hình luận lý) theo dạng vòng dùng thẻ bài (token )
  - ✓ Thẻ bài sẽ được truyền dọc theo vòng tròn luận lý
  - ✓ Nếu một trạm muốn truyền dữ liệu, nó phải đợi và giữ thẻ bài
  - ✓ Sau khi truyền dữ liệu xong, trạm sẽ truyền thẻ bài cho trạm kế trên vòng luận lý

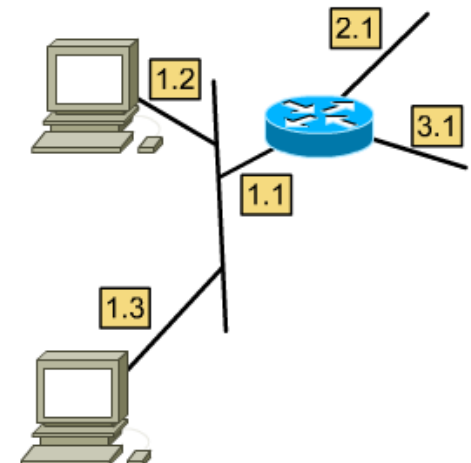


# Địa chỉ IP: IPv4

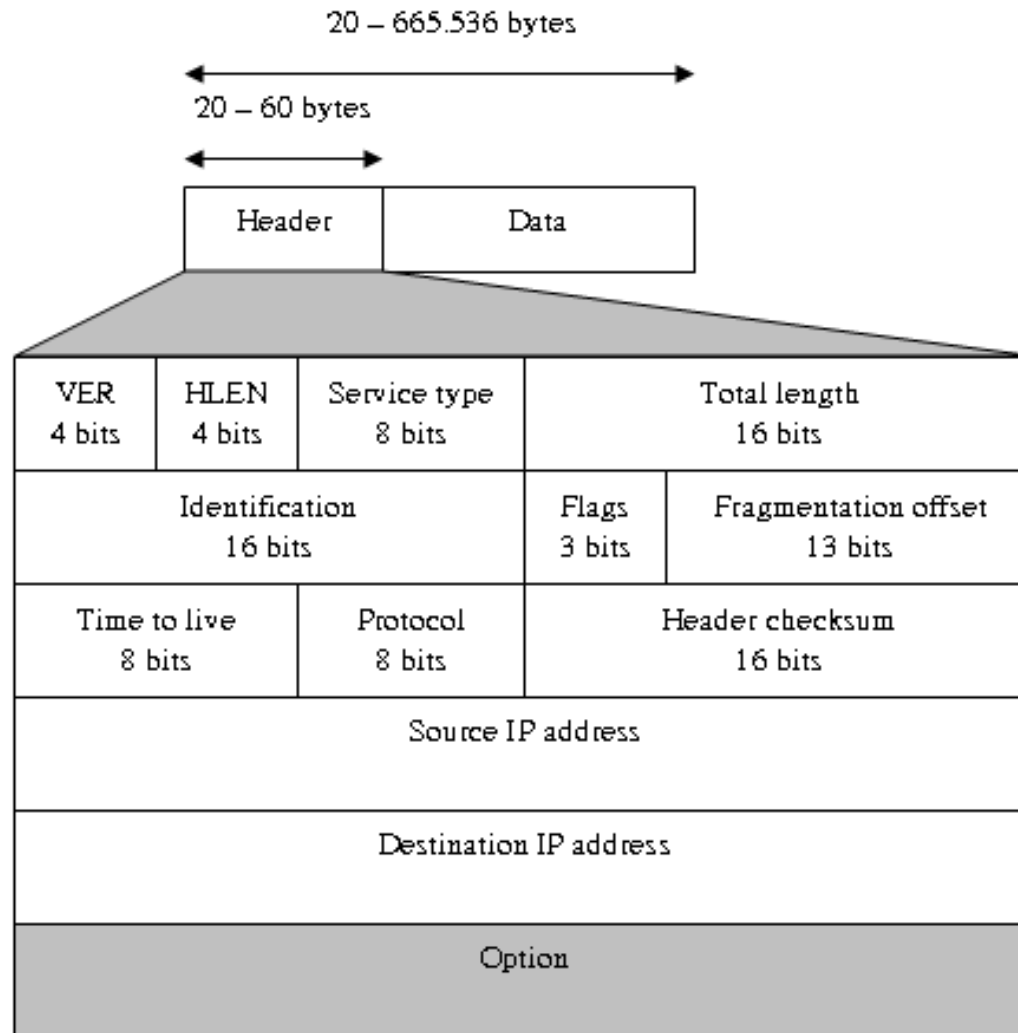
- ❑ Độ dài của địa chỉ IPv4 32bits.
- ❑ Là duy nhất trong cùng 1 mạng
- ❑ Lược đồ địa chỉ phân cấp (Hierarchical Addressing Schemes) bao gồm:  
Network address và Host address.



Network	Host
1	1
	2
	3
2	1
3	1



# Định dạng IP Header



# Định dạng IP Header



## ❑ VERS:

- ✓ Độ dài 4 bits.
- ✓ Xác định phiên bản của loại địa chỉ IP.
  - IPv4: 0100
  - IPv6: 0110

## ❑ HLEN:

- ✓ Độ dài 4 bits.
- ✓ Xác định độ dài của IP header (bộ số của 4 bytes).
- ✓  $\text{Length} = 4 * \text{HLEN}$  (bytes)

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (If Any)					Padding	
Data						
...						

# Định dạng IP Header



## ❑ Service Type:

- ✓ Độ dài 8 bits.
- ✓ Xác định mức độ quan trọng của gói tin dựa vào thông số nào.
  - Precedence: Giá trị ưu tiên
  - Reliability: Độ tin cậy
  - Speed: Tốc độ

## ❑ Total Length:

- ✓ Độ dài 16 bits.
- ✓ Xác định độ dài (byte) của gói tin (bao gồm data và header)

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (If Any)					Padding	
Data						
...						

# Định dạng IP Header



## ❑ Identification:

- ✓ Độ dài 16 bits.
- ✓ Xác định số nhận dạng của gói tin đang gửi. Nếu dữ liệu cần phân chia ra thành nhiều gói tin.

## ❑ Flags:

- ✓ Độ dài 3 bits.
- ✓ Bit thứ hai xác định liệu gói có bị phân mảnh hay không.
- ✓ Bit cuối cùng xác định gói tin có phải là mảnh cuối cùng hay không.

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (If Any)					Padding	
Data						
...						

# Định dạng IP Header



## ❑ Fragment Offset:

- ✓ Độ dài 13 bits.
- ✓ Được dùng để giúp ghép các phân đoạn lại với nhau.

## ❑ Time to Live:

- ✓ Độ dài 8 bits.
- ✓ Xác định số lượng node tối đa mà gói tin có thể đi chuyển qua.
- ✓ Tránh trường hợp gói tin bị lặp vô tận trong mạng.

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (If Any)					Padding	
Data						
...						



# Định dạng IP Header



## ❑ Protocol:

- ✓ Độ dài 8 bits.
- ✓ Cho biết giao thức lớp trên nào nhận gói tin sau khi IP xử lý hoàn tất.
  - 06: TCP
  - 17: UDP

## ❑ Header Checksum:

- ✓ Độ dài 16 bits.
- ✓ Checksum cho IP header.
- ✓ Đảm bảo rằng phần header của IP packet chính xác.

0		4		8		16		19		24		31	
VERS		HLEN		Service Type		Total Length							
Identification						Flags		Fragment Offset					
Time to Live				Protocol		Header Checksum							
Source IP Address													
Destination IP Address													
IP Options (If Any)										Padding			
Data													
...													

# Định dạng IP Header



## ☐ Source/Destination IP Address:

- ✓ Độ dài 32 bits.
- ✓ Xác định địa chỉ nguồn và đích.

## ☐ IP Options:

- ✓ Độ dài tùy chọn.
- ✓ Các tùy chọn khác: security, route, error report...

## ☐ Padding:

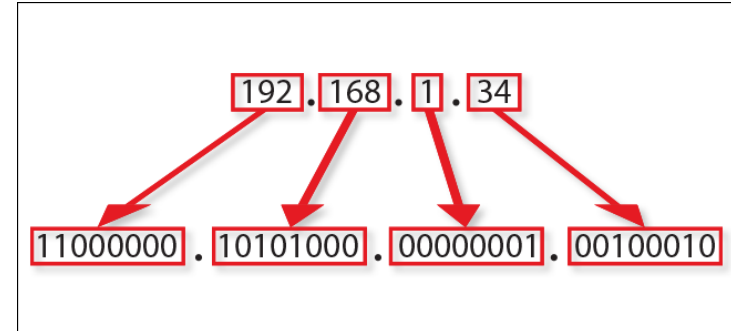
- ✓ Độ dài phụ thuộc IP Options
- ✓ Đảm bảo kích thước của IP header là bội số của 32 bit

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (If Any)					Padding	
Data						
...						

# Phân lớp địa chỉ IPv4



- ❑ Địa chỉ IP là địa chỉ tại lớp **Network**, nghĩa thức IP sẽ dùng địa chỉ này để định tuyến các gói dữ liệu đến mạng đích
- ❑ Địa chỉ IP là địa chỉ mềm, có thể thay đổi khi cấu hình mạng, còn gọi là địa chỉ luận lý (logical address)
- ❑ Chiều dài địa chỉ IP là 32 bit, thường phân thành 4 byte
- ❑ Giữa các byte phân cách bằng dấu chấm



Ethernet adapter Ethernet:

```
Connection-specific DNS Suffix . : Home
Description . . . . . : Realtek PCIe GbE Family Controller
Physical Address. . . . . : 00-D8-61-84-D2-35
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::e837:8826:21f4:3fa9%15(Preferred)
IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.191(Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Default Gateway . . . . . : fe80::62e3:27ff:fe55:641a%15
                          192.168.1.1
```

# Phân lớp địa chỉ IPv4

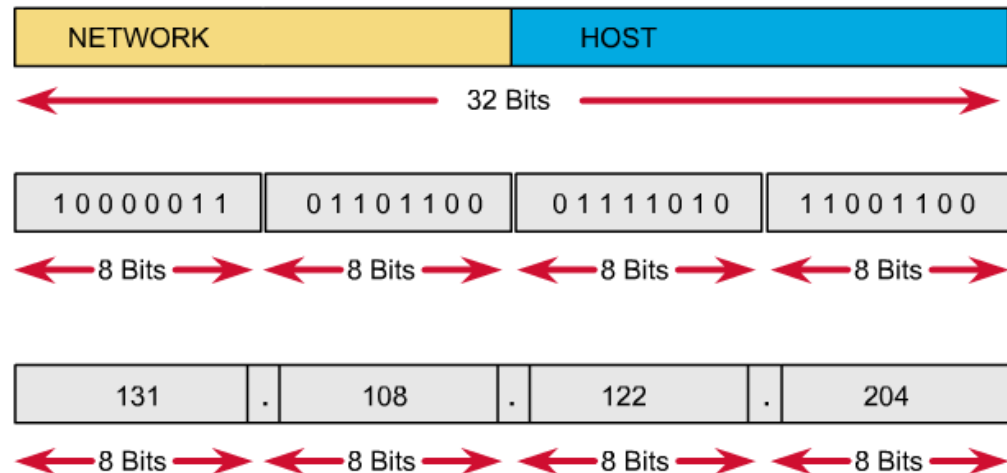
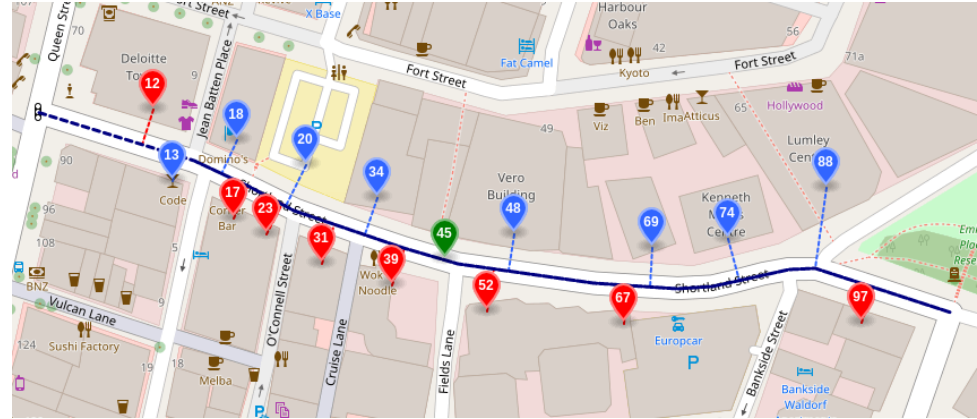
Trong địa chỉ IP sẽ phân thành **network bits** và **host bits**.

## ☐ Network bits:

- ✓ Được cung cấp bởi Internet Network Information Center.
- ✓ Định nghĩa mạng và thiết bị muốn kết nối
- ✓ Tất cả các bit bằng 0: Không sử dụng
- ✓ Được định nghĩa bởi subnet-mask

## ☐ Host bits:

- ✓ Được quản lý bởi Network Administrator.
- ✓ Định nghĩa địa chỉ của thiết bị trong mạng.
- ✓ Tất cả các bit bằng 1: Địa chỉ broadcast



# Phân lớp địa chỉ IPv4

- Địa chỉ IP được phân thành 5 class: A, B, C, D, E

	First byte	Second byte	Third byte	Fourth byte
Class A	0			
Class B	10			
Class C	110			
Class D	1110			
Class E	1111			

a. Binary notation

	First byte	Second byte	Third byte	Fourth byte
Class A	0–127			
Class B	128–191			
Class C	192–223			
Class D	224–239			
Class E	240–255			

b. Dotted-decimal notation

	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
Class A	NET ID	HOST ID		
Class B	NET ID		HOST ID	
Class C	NET ID			HOST ID
Class D	MULTICAST ADDRESS			
Class E	RESERVED			

# Phân lớp địa chỉ IPv4



- ❑ Số lượng network và host tối đa cho mỗi class.

Class	Number of Blocks	Block Size	Application
A	128	16,777,216	Unicast
B	16,384	65,536	Unicast
C	2,097,152	256	Unicast
D	1	268,435,456	Multicast
E	1	268,435,456	Reserved

$$Block\ Size_A = 2^{3 \times 8}$$

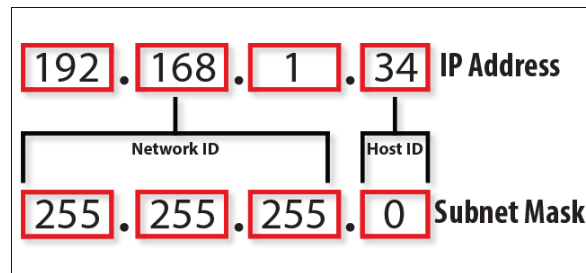
- ❑ Subnet-mask cho từng class.

	First byte	Second byte	Third byte	Fourth byte
Class A	0			
Class B	10			
Class C	110			
Class D	1110			
Class E	1111			

Class	Binary	Dotted-Decimal	CIDR
A	11111111 00000000 00000000 00000000	255.0.0.0	/8
B	11111111 11111111 00000000 00000000	255.255.0.0	/16
C	11111111 11111111 11111111 00000000	255.255.255.0	/24

- ❑ **Subnet-mask** dùng để tách địa chỉ mạng từ 1 địa chỉ IP
  - Các bit tương ứng với vị trí của **Network + Subnet** là bit 1
  - Các bit tương ứng với vị trí của **Host** là bit 0

**IP network = IP address and Subnet-mask**



IP address	192	168	1	34
IP address (bin)	11000000	10101000	00000001	00100010
Subnet-mask	255	255	255	0
Subnet-mask (bin)	11111111	11111111	11111111	00000000
IP Network (bin)	11000000	10101000	00000001	00100010
IP Network	192	168	1	0

Tìm class và subnet-mask tương ứng của các các IP sau:

a. 00000001 00001011 00001011 11101111

b. 11000001 10000011 00011011 11111111

c. 14.23.120.8

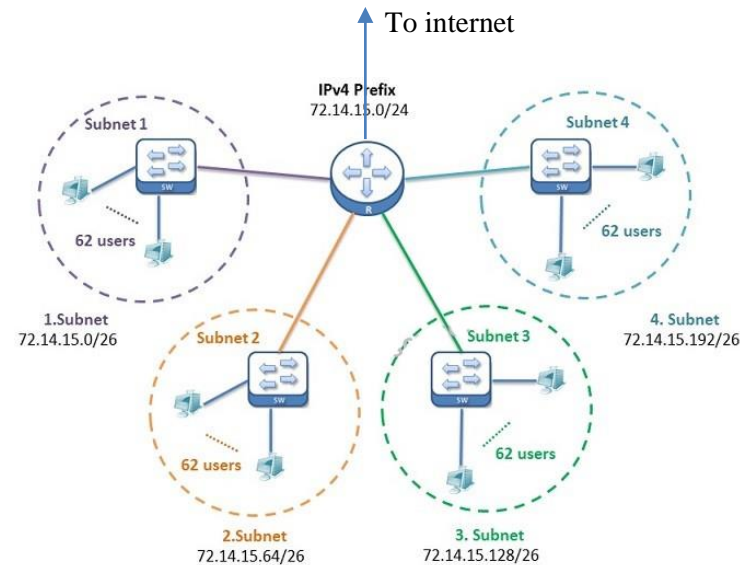
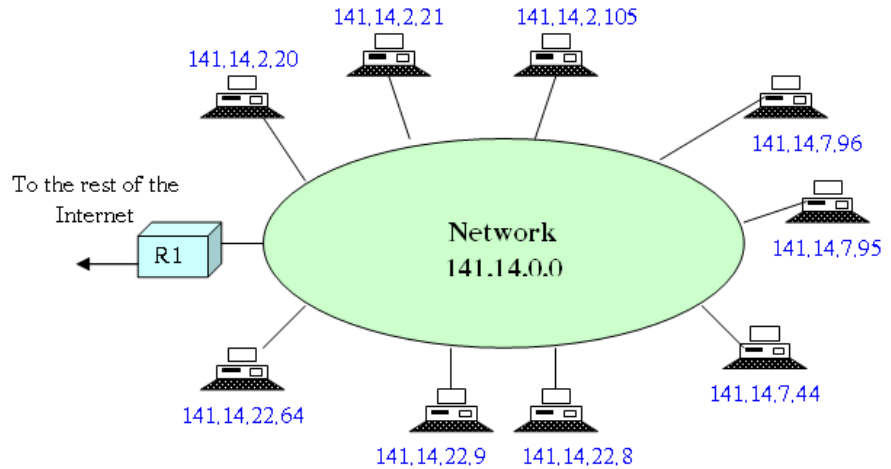
d. 252.5.15.111



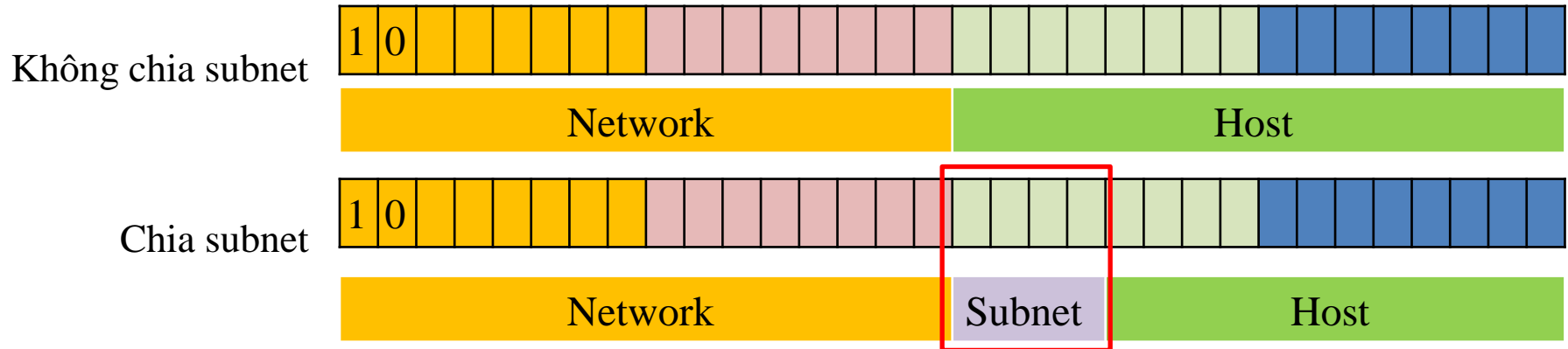
❑ Người quản trị mạng (Network Administrators) đôi khi cần chia mạng thành các mạng nhỏ hơn.  
Mục đích:

- Giảm kích thước của miền quảng bá
- Tăng độ bảo mật
- Cấu hình quản lý phân cấp

❑ Cần phân chia thành các mạng con, nhưng vẫn muốn mạng ngoài nhìn vào vẫn là 1 mạng duy nhất.



Sự phân chia được thực hiện bằng cách phân phần host thành 2 phần subnet (địa chỉ mạng con) và host. Ví dụ đối với IP class B như sau:



**Nếu tất cả các bit của subnet:**

- 0: Dự phòng cho địa chỉ mạng (Thường không sử dụng)
- 1: Dự phòng cho địa chỉ quảng bá.

**Số bit tối đa có thể mượn:**

Class	Số bit tối đa	#Subnets
A	22	$2^{22} - 2 = 4.194.302$
B	14	$2^{14} - 2 = 16.382$
C	06	$2^6 - 2 = 62$

Cho mạng có địa chỉ IP Network: **172.16.0.0**. Người quản trị mạng cần chia thành **6 subnet** với **8100** hosts cho mỗi subnet.

**Xác định:**

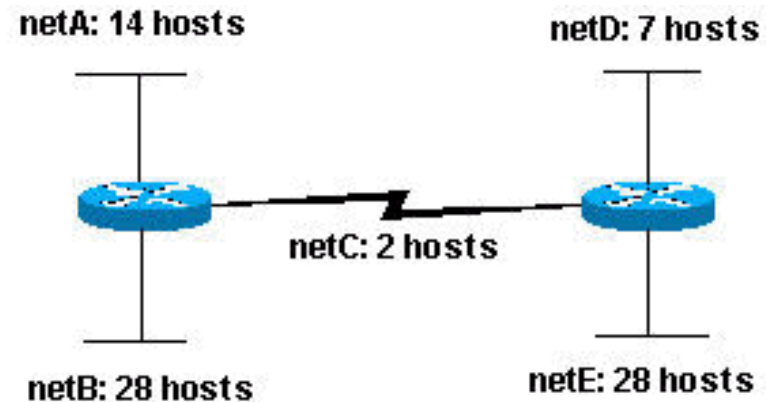
- IP của subnet network
- Dải IP host của từng subnet
- Địa chỉ IP quảng bá

172	16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

No	Sub-network address	Possible host address	Broadcast address	Use ?
0	172.16.0.0	.0.1 – .31.254	.31.255	N
1	172.16.32.0	.32.1 – .63.254	.63.255	Y
2	172.16.64.0	.64.1 – .95.254	.95.255	Y
3	172.16.96.0	.96.1 – .127.254	.127.255	Y
4	172.16.128.0	.128.1 – .159.254	.159.255	Y
5	172.16.160.0	.160.1 – .191.254	.191.255	Y
6	172.16.192.0	.192.1 – .223.254	.223.255	Y
7	172.16.224.0	.224.1 – .255.254	.255.255	N

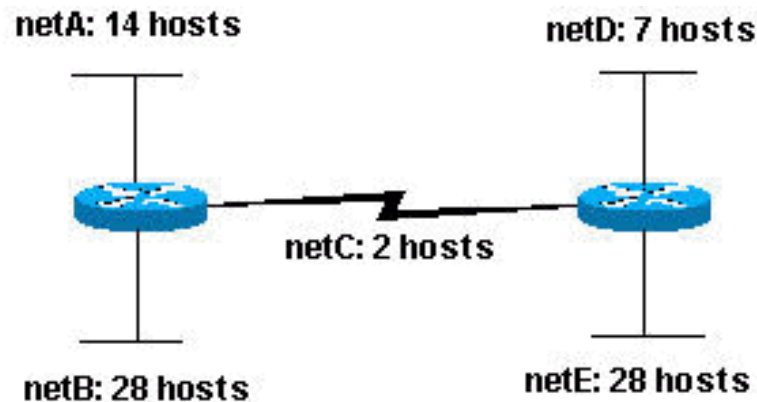
Cho một địa chỉ lớp C 204.15.5.0/24. Subnet được cấu hình để thỏa mãn yêu cầu sau:

- NetA: 14 hosts
- NetB: 28 hosts
- NetC: 2 hosts
- NetD: 7 hosts
- NetE: 28 hosts

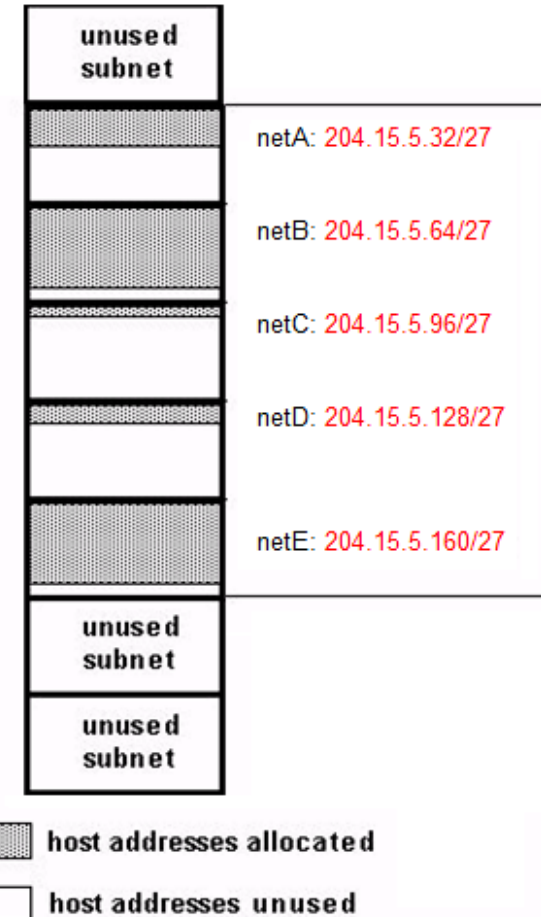


**Solution:** Chia thành các mạng con đẳng cấp:

- NetA: 204.15.5.32/27 (33 to 62)
- NetB: 204.15.5.64/27 (65 to 94)
- NetC: 204.15.5.96/27 (97 to 126)
- NetD: 204.15.5.128/27 (129 to 158)
- NetE: 204.15.5.160/27 (161 to 190)

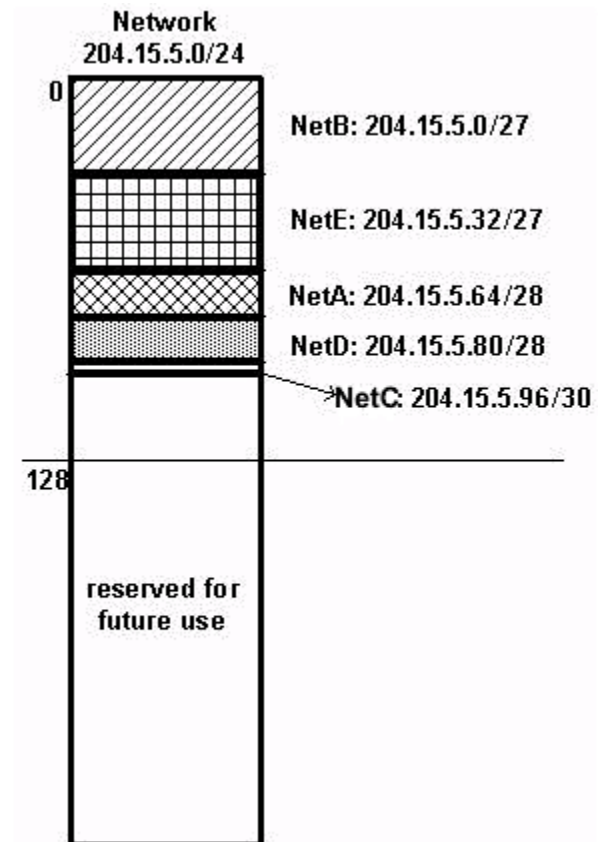
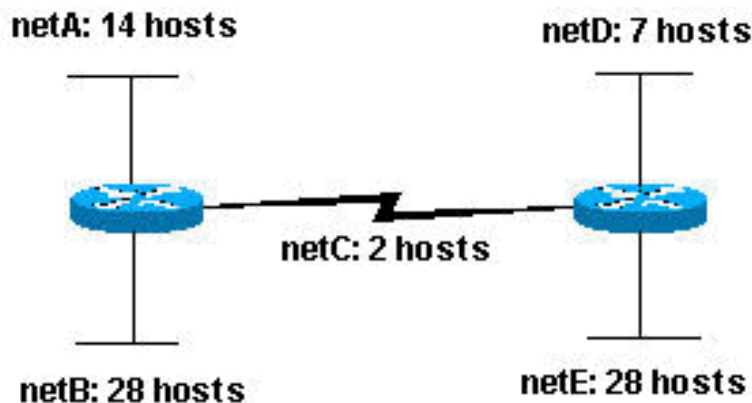


Network  
204.15.5.0/24



**Solution:** Sử dụng VLSM và gán cho subnet có số host lớn trước

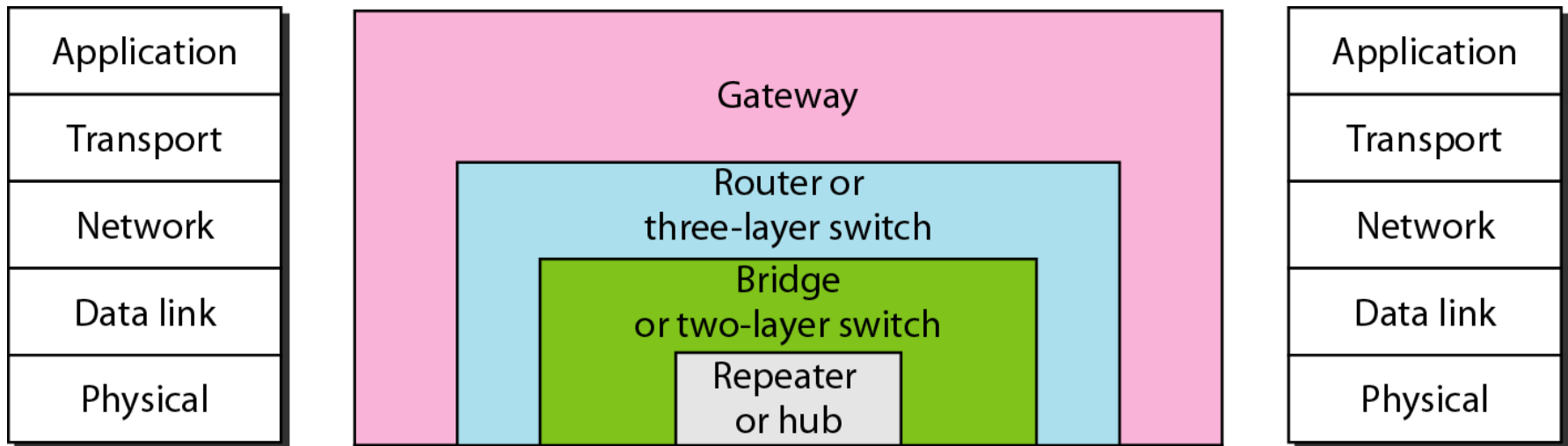
- NetB (28 hosts): 204.15.5.0/27 (1 to 30)
- NetE (28 hosts): 204.15.5.32/27 (33 to 62)
- NetA (14 hosts): 204.15.5.64/28 (65 to 78)
- NetD (7 hosts): 204.15.5.80/28 (81 to 94)
- NetC (2 hosts): 204.15.5.96/30 (97 to 98)



Một công ty tương đối nhỏ sử dụng mạng lớp C để quản lý với địa chỉ mạng là **201.45.222.0/24**. Công ty có 6 phòng ban (S1, S2, S3, S4, S5, S6). Người quản trị mạng cần chia subnet cho các phòng ban này. Biết rằng **S1, S2, S3, S4** có **10** nhân viên. **S5** có **50** nhân viên, **S6** có **100** nhân viên. Hãy giúp người quản trị mạng thực hiện nhiệm vụ này.

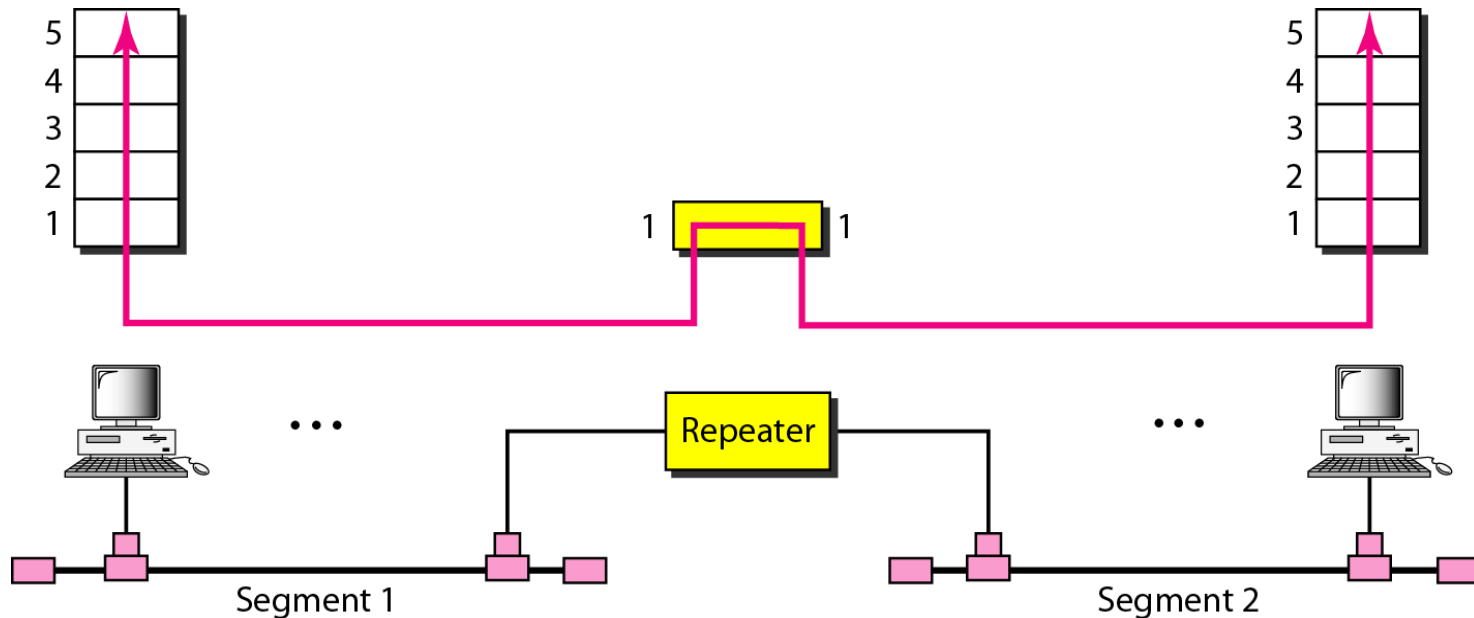
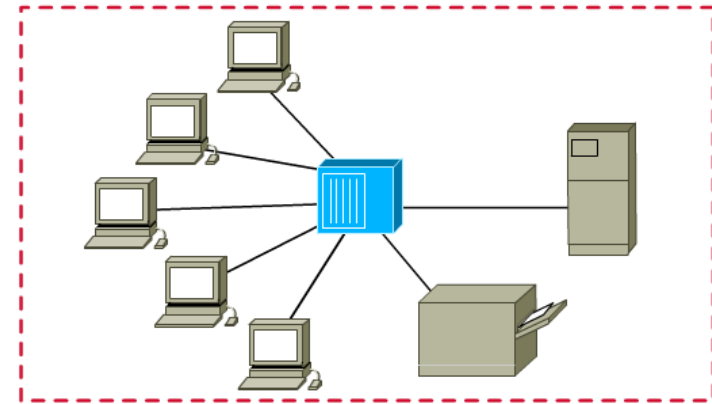


- ❑ Hub/Repeater
- ❑ Switch/Bridge
- ❑ Router/3-layer switch
- ❑ Gateway



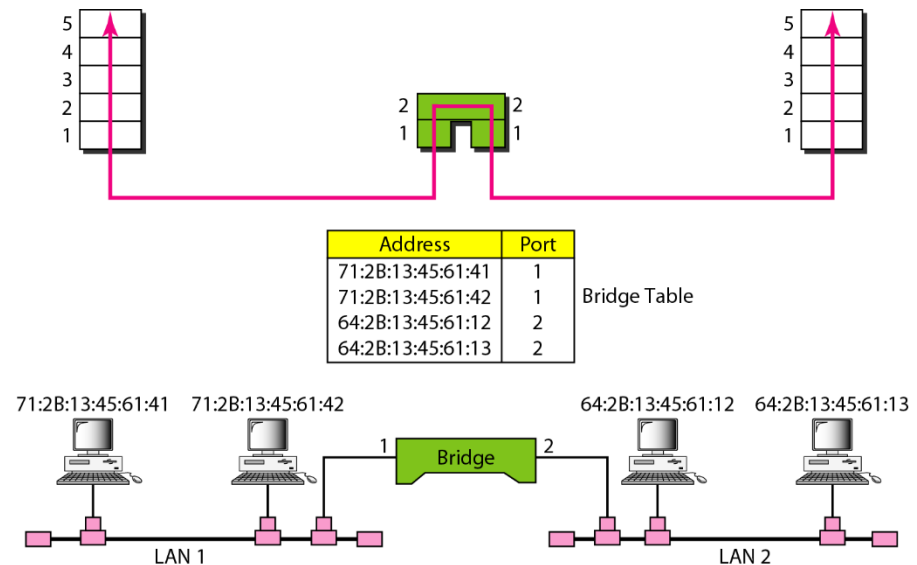
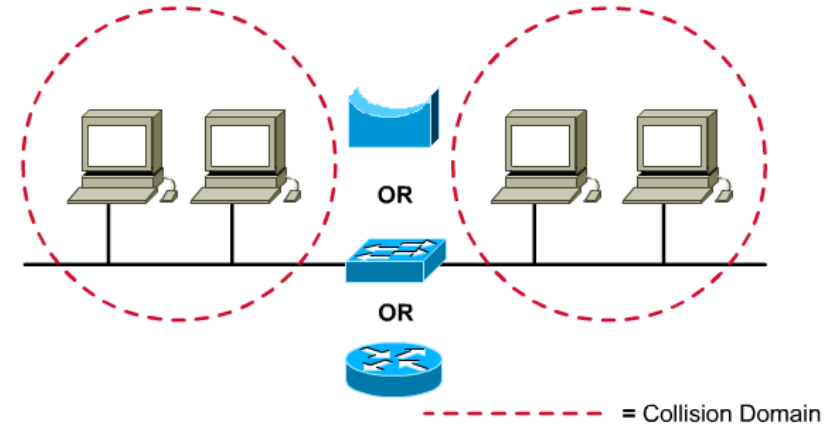
## ❑ Hub/Repeater

- Là thiết bị lớp Physical
- Mục đích mở rộng mạng



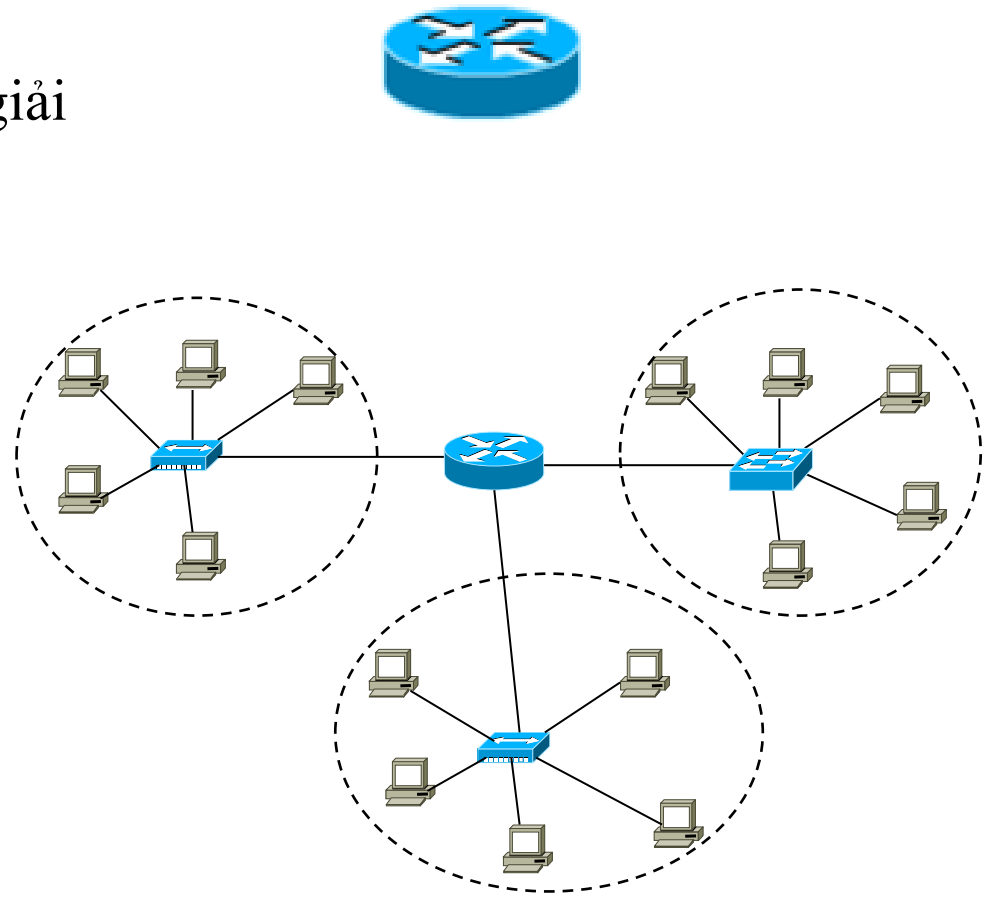
## ❑ Switch/Bridge

- Hoạt động ở lớp Data Link
- Dữ liệu truyền dựa vào địa chỉ MAC
- Phân chia kết nối riêng biệt trên mỗi đoạn mạng: Switch chia nhỏ hệ thống mạng thành những đơn vị cực nhỏ gọi là microsegment. Chính điều này cho phép nhiều người dùng trên nhiều segment khác nhau có thể giao tiếp và gửi dữ liệu cùng lúc mà không làm ảnh hưởng đến ai.



## ❑ Router

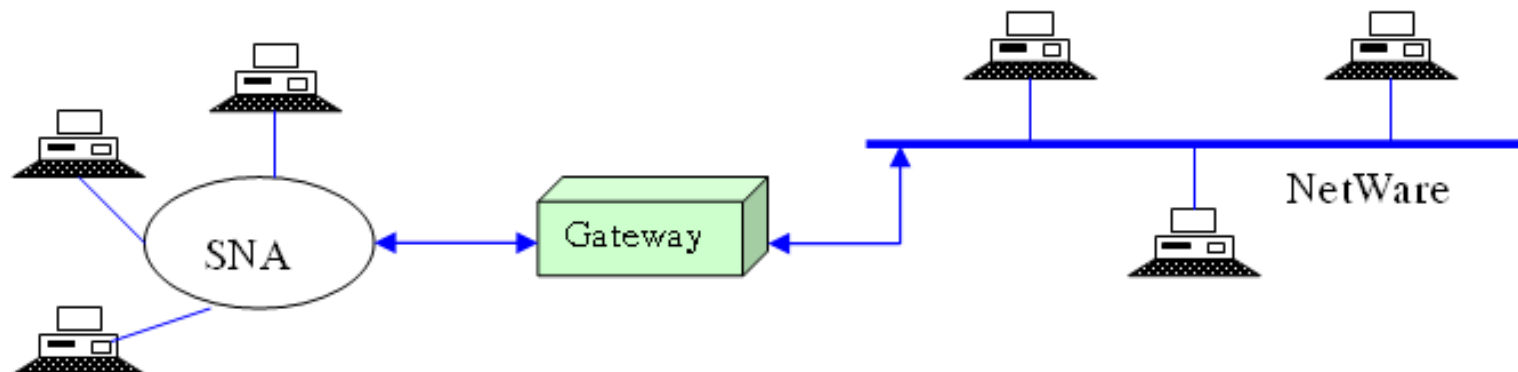
- Là thiết bị lớp Network
- Sử dụng địa chỉ IP để phân giải gói tin tới vị trí trạm đích.
- Tạo mạng cục bộ (LAN)



## ❑ Gateway

- Hoạt động ở lớp Application.
- Chuyển đổi dữ liệu giữa các mạng với các protocols khác nhau.

OSI MODEL		SNA	NETWARE
7	<b>Application Layer</b> Type of communication: E-mail, file transfer, client/server.	Transaction Services	<b>ICP (NetWare Core Protocol)</b>
6	<b>Presentation Layer</b> Encryption, data conversion: ASCII to EBCDIC, BCD to binary, etc.	Presentation Services	
5	<b>Session Layer</b> Starts, stops session. Maintains order.	Data Flow Control	<b>Named Pipes, NetBIOS</b>
4	<b>Transport Layer</b> Ensures delivery of entire file or message.	Transmission Control	<b>SPX</b>
3	<b>Network Layer</b> Routes data to different LANs and WANs based on network address.	Path Control	<b>IPX</b>
2	<b>Data Link (MAC) Layer</b> Transmits packets from node to node based on station address.	Data Link Control	<b>LSL (ODI, NDIS)</b> <b>LAN Driver</b>
1	<b>Physical Layer</b> Electrical signals and cabling.	Physical Control	<b>Physical</b>



# Định tuyến

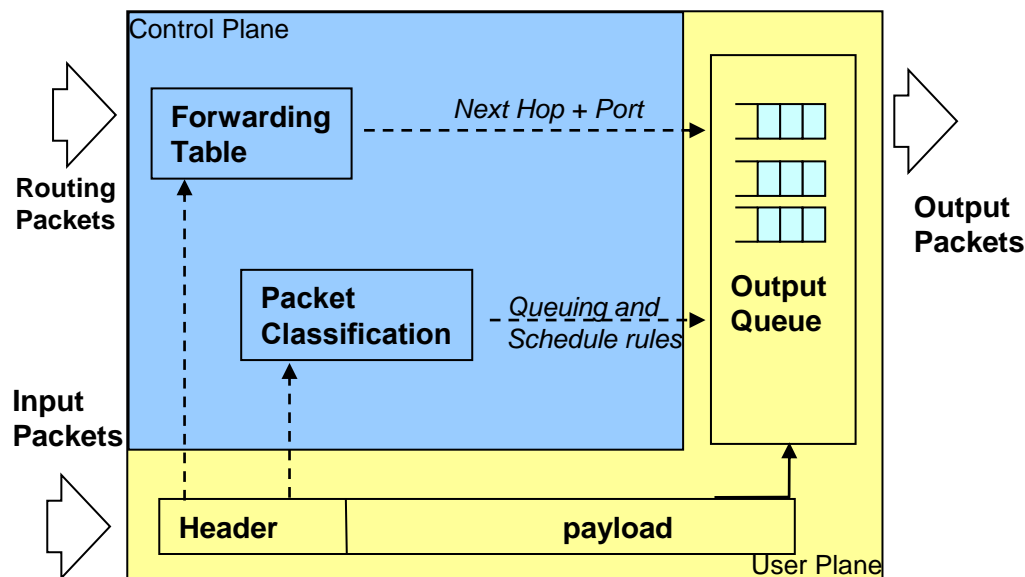
## Routing

❑ Router nhận gói và chuyển tiếp chúng tới trạm đích dựa vào địa chỉ IP.

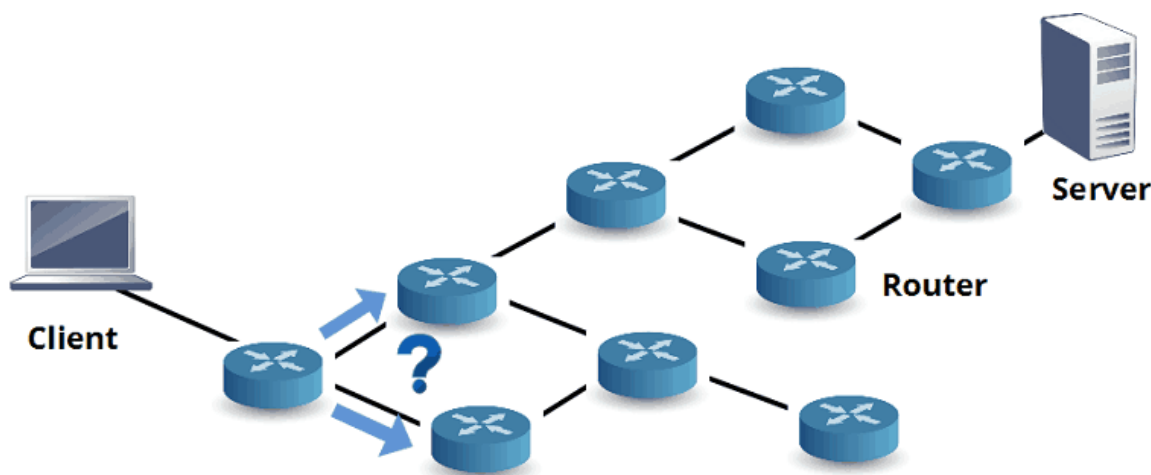
❑ Các bước thực hiện:

- Kiểm tra header của gói IP
- Tìm kiếm trong bảng định tuyến (routing/forwarding table)
- Xác định output port.
- Chuyển tiếp gói tin qua output port

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (If Any)					Padding	
Data						
...						



- ❑ Mỗi router cần thực hiện giao thức định tuyến (routing protocol) để cập nhật bảng định tuyến (routing table))
- ❑ Các nguyên nhân dẫn tới delay của packets:
  - Trễ bộ đệm
  - Trễ xử lý
  - Trễ lan truyền



### ❑ Global - decentralized information:

#### ❖ Global:

- Tất cả các router đều có thông tin kết nối của mạng (topology) và thông tin chi phí (độ trễ, băng thông, ...)
- Sử dụng giải thuật “**link state**”

#### ❖ Decentralized:

- Router biết kết nối vật lý với các router lân cận, chi phí tới các router lân cận.
- Lặp lại việc trao đổi thông tin với các router lân cận để cập nhật thông tin
- Sử dụng giải thuật “distance vector”

### ❑ Static - dynamic:

#### ❖ Static:

- Các kết nối có sự thay đổi ít

#### ❖ Dynamic:

- Các kết nối có sự thay đổi thường xuyên
- Các router phải cập nhật thường xuyên để đáp ứng với các thay đổi về chi phí

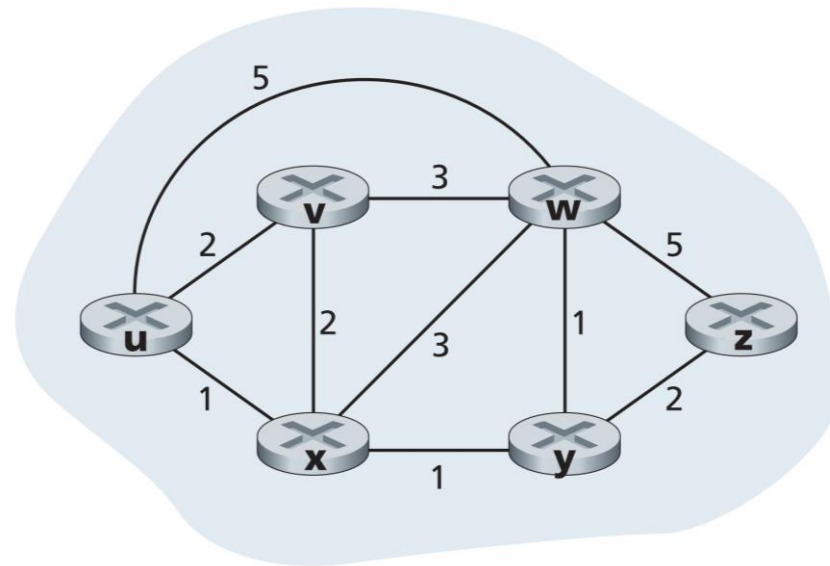


## ❑ Giải thuật Dijkstra

- Cấu trúc mạng, chi phí liên kết được quảng bá tới tất cả các router
- Tất cả các router đều có thông tin giống nhau
- Các router tính toán các đường liên kết có chi phí thấp nhất để tới các node khác nhau

## ❑ Ký hiệu:

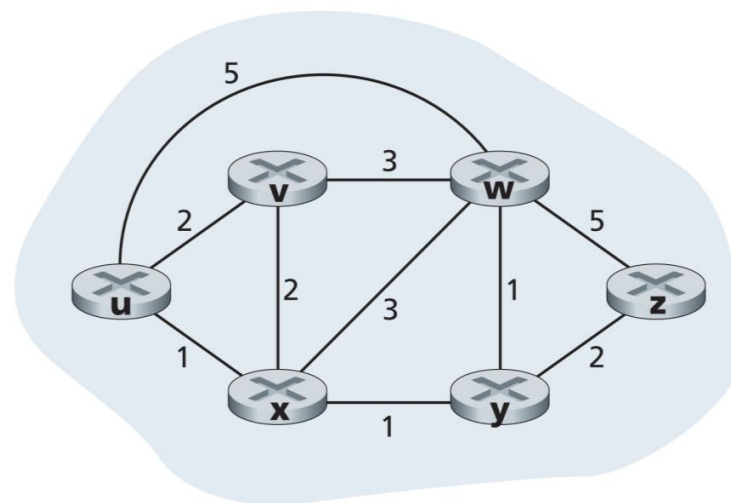
- $c(x, y)$ : Chi phí để di chuyển từ node  $x$  tới node  $y$ . Được khởi tạo bằng  $\infty$  nếu không có kết nối trực tiếp giữa 2 node.
- $D(v)$ : Giá trị hiện tại của chi phí di chuyển từ node gốc tới node  $(v)$ .
- $p(v)$ : Node tiền nhiệm  $(v)$  trong liên kết từ node gốc tới node  $(v)$ .



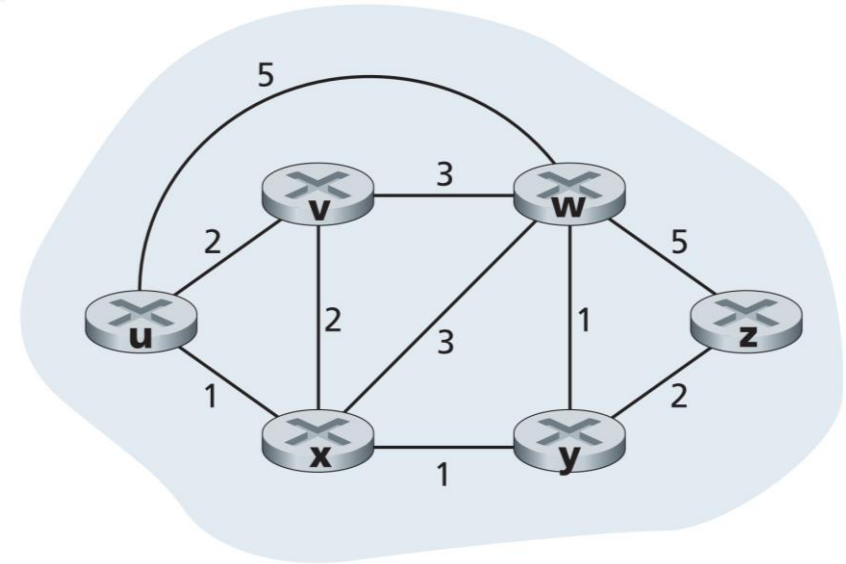
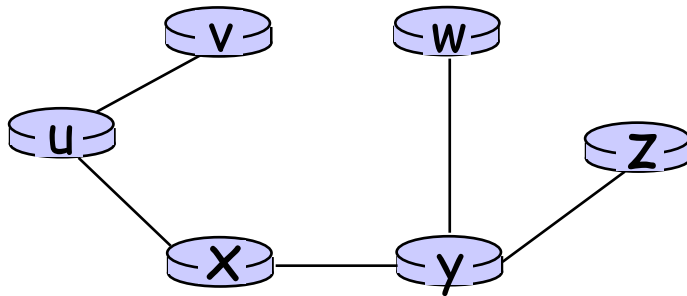
# Giải thuật định tuyến: Link State

Step	N'	D(v), p(v)	D(w), p(w)	D(x), p(x)	D(y), p(y)	D(z), p(z)
0	u	2, u	5, u	1, u	$\infty$	$\infty$
1	u, <b>x</b> ←	2, u	4, x	1, u	2, x	$\infty$
2	u, x, <b>v</b> ←	2, u	4, x	1, u	2, x	$\infty$
3	u, x, v, <b>y</b> ←	2, u	3, y	1, u	2, x	4, y
4	u, x, v, y, <b>w</b> ←	2, u	3, y	1, u	2, x	4, y
5	u, x, v, y, w, <b>z</b> ←	2, u	3, y	1, u	2, x	4, y

- ❑ Trong mỗi bước lặp, chọn liên kết có chi phí thấp nhất.
- ❑ Nếu các liên kết có chi phí bằng nhau, thì chọn liên kết đi qua ít node nhất (Tối ưu TTL)



## ❑ Kết quả đồ thị dạng ngắn gọn

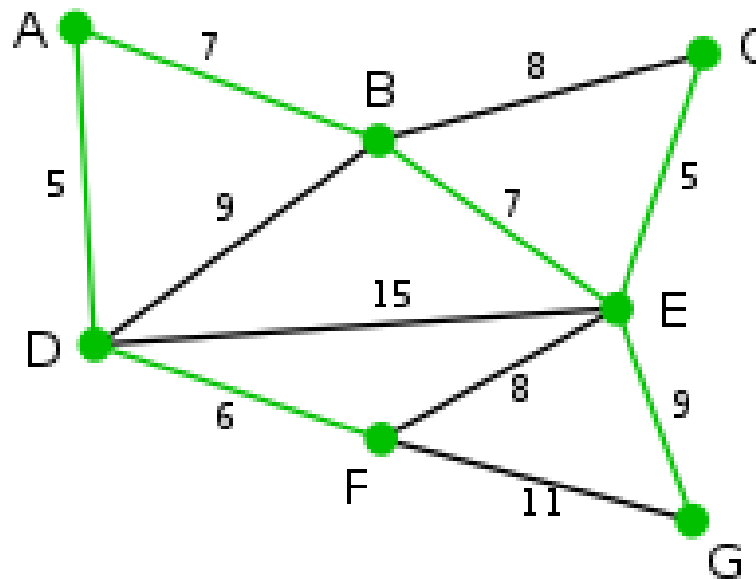


## ❑ Bảng chuyển tiếp (forwarding table) ở node u:

- Thể hiện việc đi từ node gốc tới 1 node bất kỳ cần phải đi qua node nào
- Các node khác cũng có bảng tương tự.

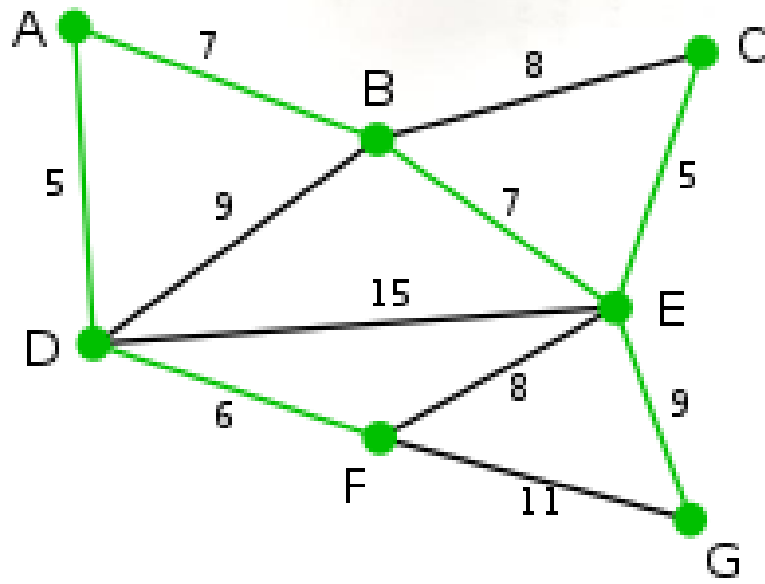
destination	link
v	(u,v)
x	(u,x)
y	(u,x)
w	(u,x)
z	(u,x)

- ❑ Thực hiện giải thuật Dijkstra để tìm đường đi ngắn nhất xuất phát từ A.
- Lập bảng giải thuật
  - Lập bảng chuyển tiếp (forwarding table)



Step	N	A	B	C	D	E	F	G
0	A		7, A	20	5, A	20	20	20
1	A, D		7, A	20	5, A	20, D	11, D	20
2	A, D, B		—	15, B	—	14, B	11, D	20
3	A, D, B, F		—	15, B	—	14, B	—	22, F
4	A, D, B, F, E		—	15, B	—	—	—	22, F
5	A, D, B, F, E, C		—	—	—	—	—	22, F
6	A, D, B, F, E, C, G		A					

Destination	link
B	(A, B)
C	(A, C)
D	(A, D)
E	(A, E)
F	(A, F)
G	(A, G)



❑ Phương trình Bellman-Ford (Giải thuật quy hoạch động)

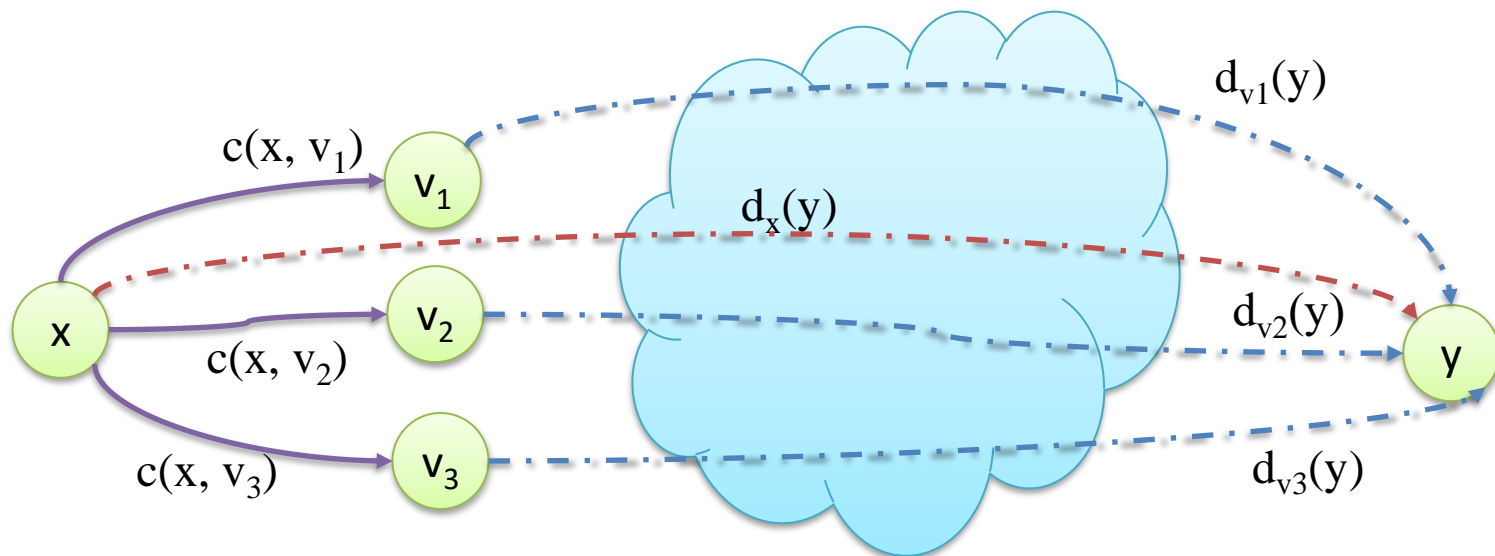
❑ Định nghĩa:

$d_x(y)$ : Chi phí tối ưu nhất để di chuyển từ  $x$  tới  $y$

Vậy:

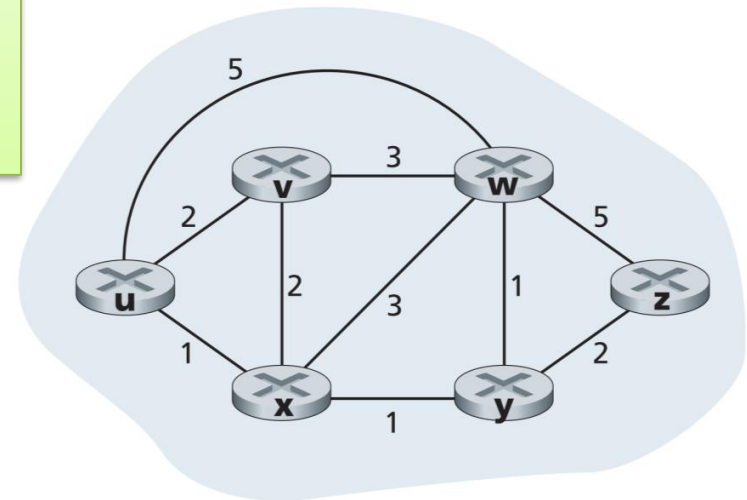
$$d_x(y) = \min \{c(x, v) + d_v(y)\}$$

Trong đó  $v$  là các các node lân cận của  $x$



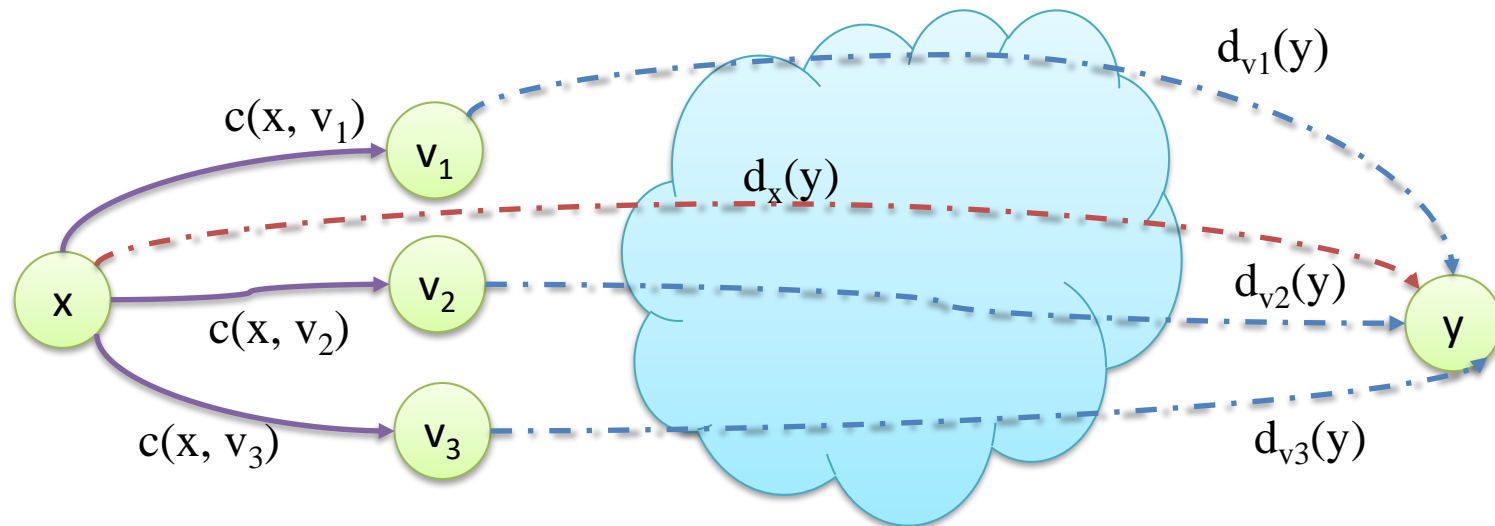
- Ví dụ với cấu hình mạng như bên dưới. Sau một số lần chạy giải thuật ta đã có được  $d_v(z) = 5$ ,  $d_x(z) = 3$ ,  $d_w(z) = 3$ . Khi đó để tính  $d_u(z)$  ta sử dụng công thức sau:

$$\begin{aligned}d_u(z) &= \min \{c(u,v) + d_v(z), \\&\quad c(u,x) + d_x(z), \\&\quad c(u,w) + d_w(z)\} \\&= \min \{2 + 5, \\&\quad 1 + 3, \\&\quad 5 + 3\} \\&= 4\end{aligned}$$



# Giải thuật Distance Vector

- ❑ Node  $x$  có biết được thông tin chi phí tới các node  $v$  lân cận  $c(x, v)$
- ❑ Node  $x$  lưu các giá trị *distance vector* ( $dv$ )  $d_x(y)$ ,  $y \in N$  và sẽ được cập nhật nếu có thông tin thay đổi.
- ❑ Node  $x$  cũng lưu các giá trị  $dv$  của các node lân cận  $D_v(y)$ :  $y \in N$





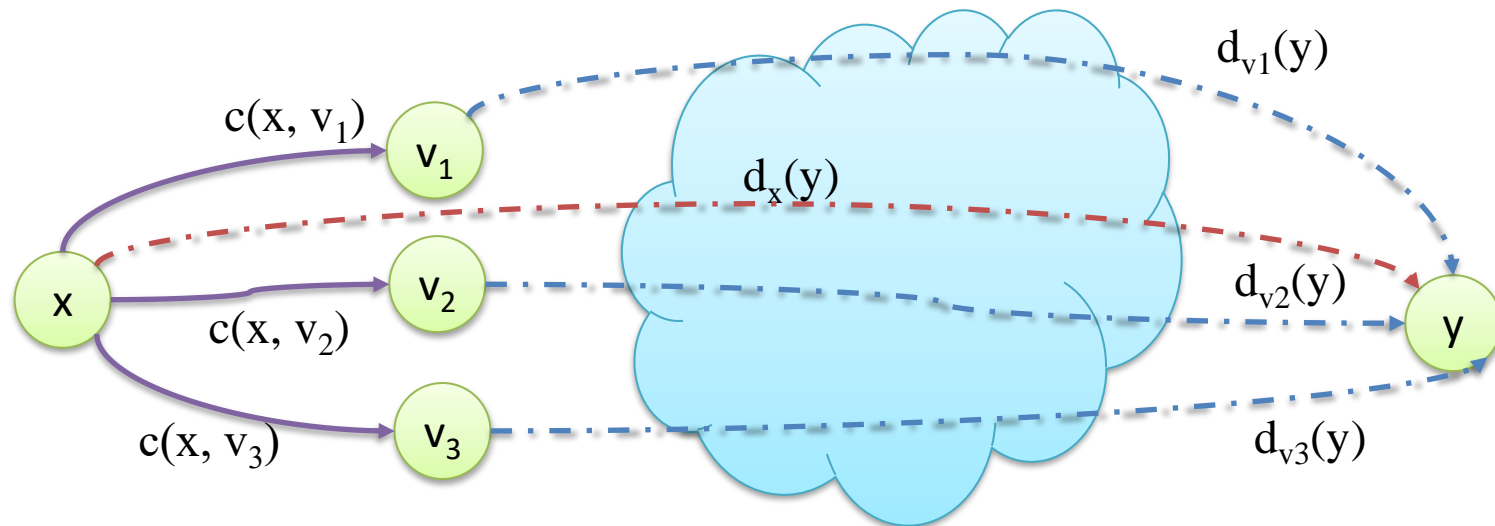
# Giải thuật Distance Vector

- ❑ Các node gửi ước lượng  $dv$  của nó cho các node lân cận
- ❑ Khi node  $x$  nhận được  $dv$  từ node lân cận sẽ cập nhật  $dv$  của chính nó bằng phương trình BF
- ❑ Sau một số lần cập nhật nhất định thì  $d_x(y)$  sẽ hội tụ ở chi phí thực tế nhỏ nhất giữa  $d_x(y)$

*wait* for (change in local link cost or msg from neighbor)

*recompute* estimates

if DV to any dest has changed, *notify* neighbors



## node x table

cost to

from		x	y	z
	x	0	2	7
	y	$\infty$	$\infty$	$\infty$
	z	$\infty$	$\infty$	$\infty$

## node y table

cost to

from		x	y	z
	x	$\infty$	$\infty$	$\infty$
	y	2	0	1
	z	$\infty$	$\infty$	$\infty$

## node z table

cost to

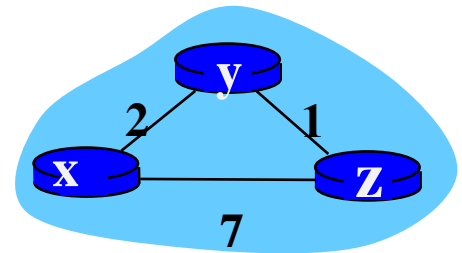
from		x	y	z
	x	$\infty$	$\infty$	$\infty$
	y	$\infty$	$\infty$	$\infty$
	z	7	1	0

cost to

from		x	y	z
	x	0	2	3
	y	2	0	1
	z	7	1	0

$$D_x(z) = \min\{c(x,y) + D_y(z), c(x,z) + D_z(z)\} \\ = \min\{2+1, 7+0\} = 3$$

$$D_x(y) = \min\{c(x,y) + D_y(y), c(x,z) + D_z(y)\} \\ = \min\{2+0, 7+1\} = 2$$



Network Layer

time

## node x table

		cost to		
		x	y	z
from	x	0	2	7
	y	$\infty$	$\infty$	$\infty$
	z	$\infty$	$\infty$	$\infty$

## node y table

		cost to		
		x	y	z
from	x	$\infty$	$\infty$	$\infty$
	y	2	0	1
	z	$\infty$	$\infty$	$\infty$

## node z table

		cost to		
		x	y	z
from	x	$\infty$	$\infty$	$\infty$
	y	$\infty$	$\infty$	$\infty$
	z	7	1	0

		cost to		
		x	y	z
from	x	0	2	3
	y	2	0	1
	z	7	1	0

		cost to		
		x	y	z
from	x	0	2	7
	y	2	0	1
	z	7	1	0

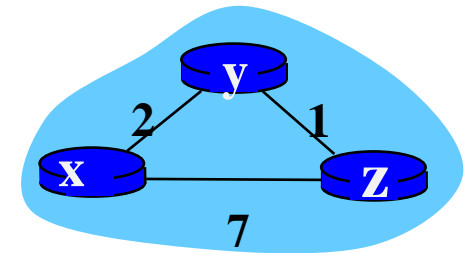
		cost to		
		x	y	z
from	x	0	2	7
	y	2	0	1
	z	3	1	0

		cost to		
		x	y	z
from	x	0	2	3
	y	2	0	1
	z	3	1	0

		cost to		
		x	y	z
from	x	0	2	3
	y	2	0	1
	z	3	1	0

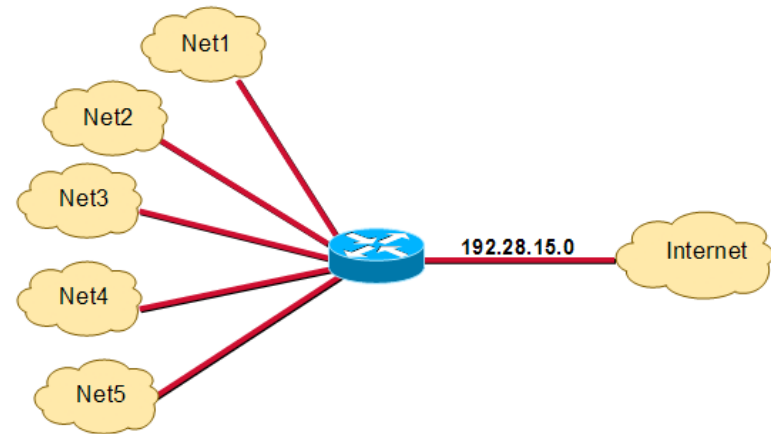
		cost to		
		x	y	z
from	x	0	2	3
	y	2	0	1
	z	3	1	0

time



Một nhà quản trị mạng cần xây dựng một network bao gồm 5 subnet như hình vẽ với các yêu cầu:

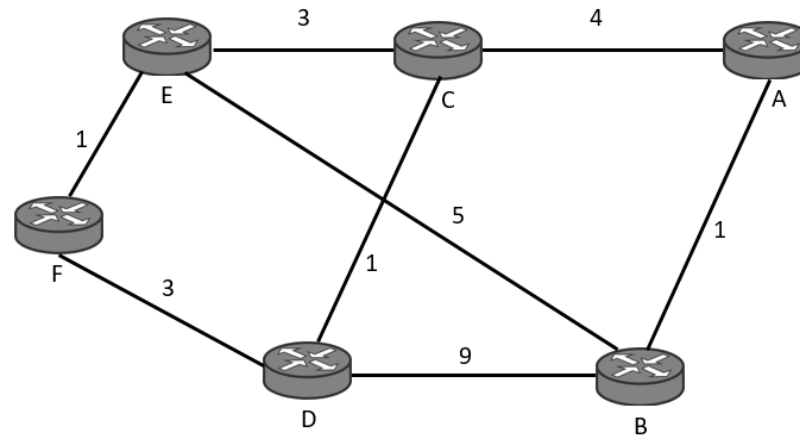
- Net1: gồm 10 thiết bị mạng
- Net2: gồm 6 thiết bị mạng
- Net3: gồm 18 thiết bị mạng
- Net4: gồm 22 thiết bị mạng
- Net5: gồm 17 thiết bị mạng



- Hãy chia địa chỉ IP cho các subnet và xác định subnet-mask tương ứng với địa chỉ IP lớp C **192.28.15.0** cho trước (**dạng VLSM**).
- Hãy tính số lượng địa chỉ IP tổng cộng có thể sử dụng được từ đó suy ra số lượng IP còn lại.
- Nếu dùng tất cả các thiết bị mạng của 5 subnet trên trong một network duy nhất sử dụng địa chỉ network là **192.28.15.0**. Hãy tính số lượng địa chỉ IP còn lại trong network đó

## Bài tập 2

- a. Một công ty có 6 phòng chức năng được quản trị theo lớp địa chỉ IP 172.18.0.0/16. Trong đó phòng kinh doanh có 30 nhân viên, phòng sản xuất có 40 nhân viên, phòng triển khai có 50 nhân viên, các phòng hành chính, kế toán và chăm sóc khách hàng mỗi phòng có 20 nhân viên. Hãy thực hiện chia subnet địa chỉ IP cho công ty này bằng phương pháp chia subnet classful VÀ classless (VLSM)?
- b. Dùng giải thuật Dijkstra lập bảng định tuyến và xác định đường đi ngắn nhất từ nút B đến các nút còn lại cho topo sau:



Giả sử nguồn tin có các mẫu dữ liệu nhiệt độ được lấy mẫu với tốc độ 100 mẫu/giây, với số lượng các mẫu dữ liệu được thống kê trên bảng sau:

Ký hiệu mẫu	S0	S1	S2	S3	S4	S5
Giá trị mẫu (°C)	20	25	30	35	40	45
Số lượng mẫu	160	20	80	10	120	30

- Sử dụng mã Huffman để mã hóa nguồn dữ liệu trên. Trình bày cách mã hoá và xác định các từ mã?
- Dựa vào kết quả câu a, hãy tính hiệu suất của bộ mã Huffman, và so sánh kỹ thuật mã hoá Huffman với kỹ thuật mã hóa đồng đều dựa trên tốc độ bit cần phải truyền một ký hiệu (sau khi mã hoá)?
- Ba mẫu dữ liệu liên tiếp [(MSB) 30°C, 40°C, 35°C] sau khi mã hoá nguồn bằng Huffman, được mã hóa kênh bằng CRC dùng đa thức sinh  $G(x)=x^3+x+1$ . Hãy xác định chuỗi bit mà máy phát truyền cho máy thu? Giải thích cơ chế máy thu có thể giải mã chuỗi bit này ra các giá trị mẫu nhiệt độ âm mà máy phát đã truyền đi?