



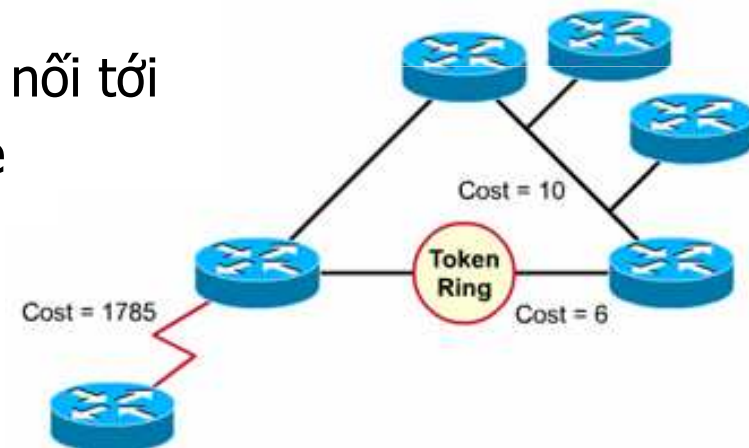
Dynamic Routing Protocols

Link-State Routing Protocols

Trần Tuấn Toàn

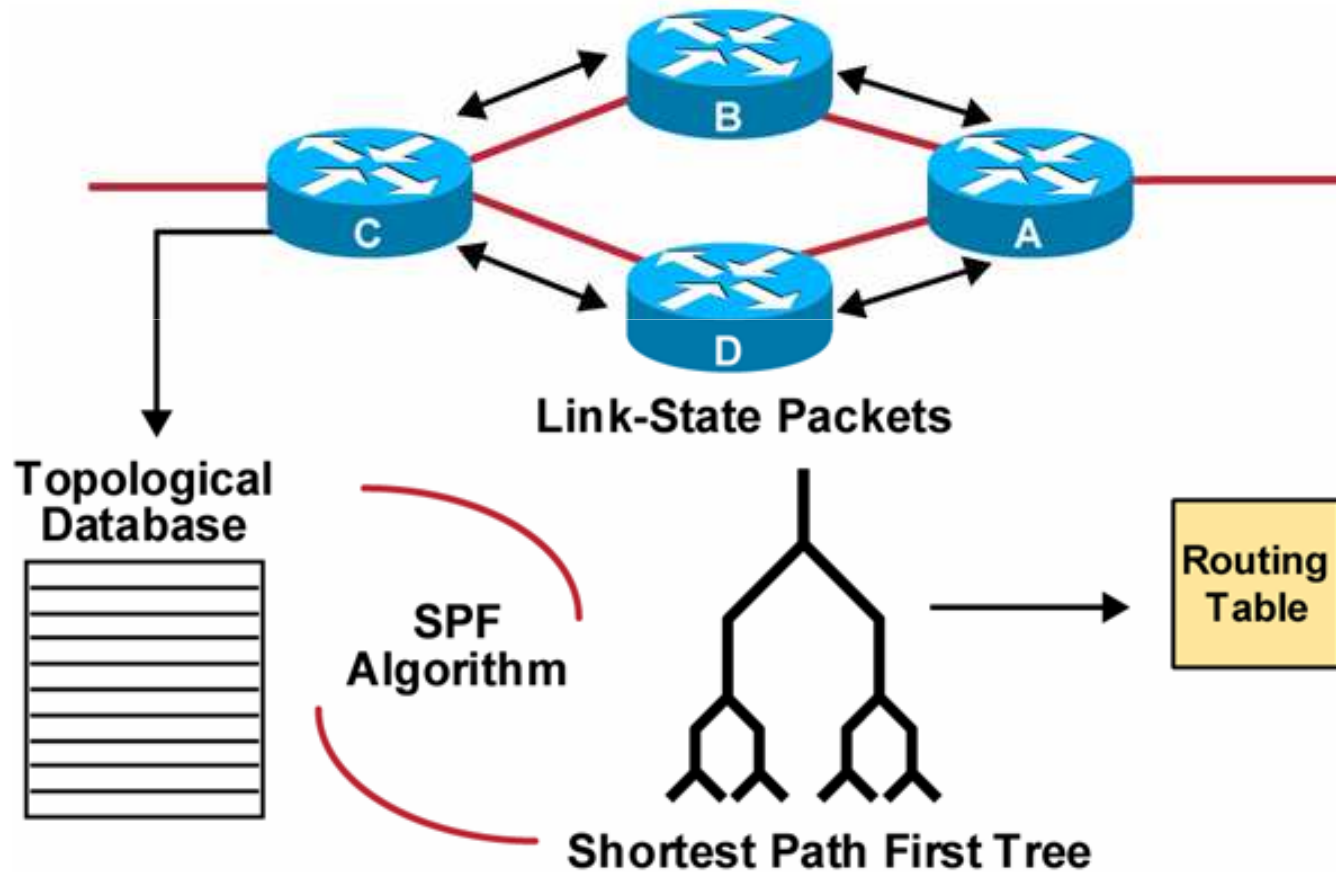
Terminology

- **Link**: Interface trên Router
- **Link state**: Mô tả về một Interface và mối quan hệ của Interface đó với láng giềng, bao gồm:
 - IP Address/Mask của Interface
 - Kiểu của mạng mà Interface kết nối tới
 - Các Router kết nối qua Interface
 - Chỉ số Metric (Cost) của liên kết

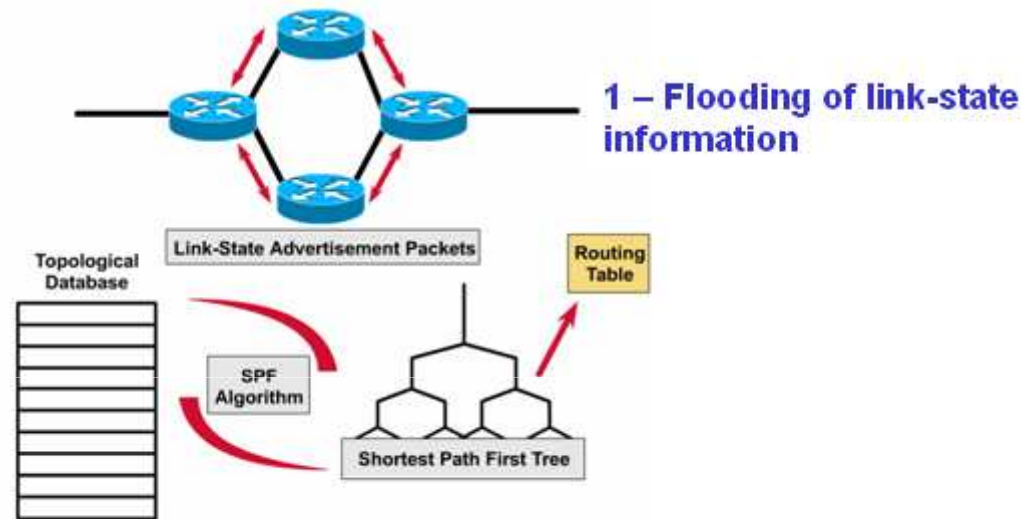


- Tập hợp tất cả các **link-state** được gọi là **link-state database**

Link-State Routing Protocols

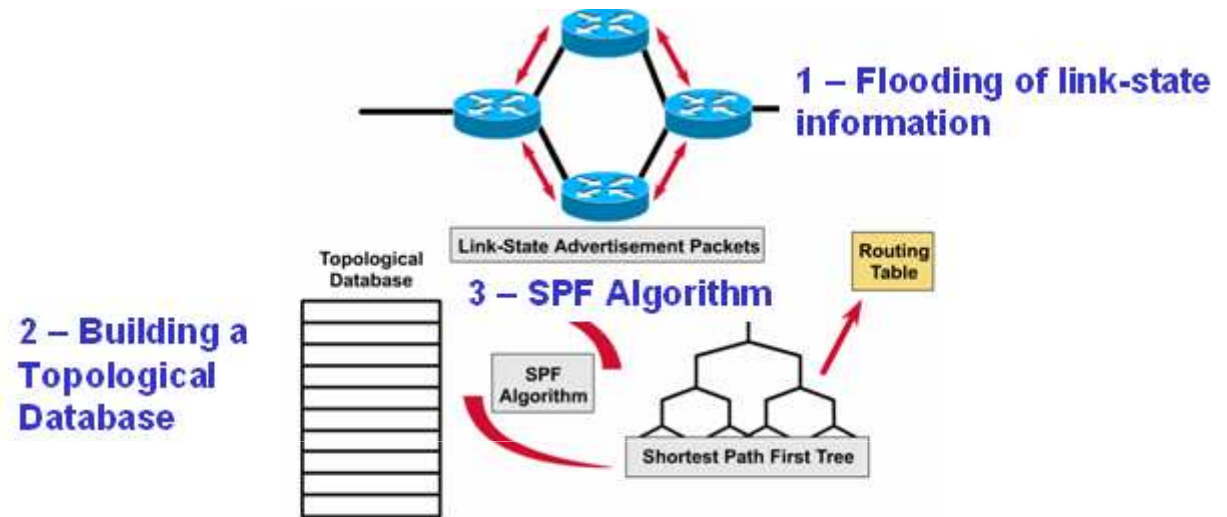
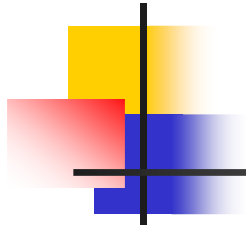


Link-State Concepts

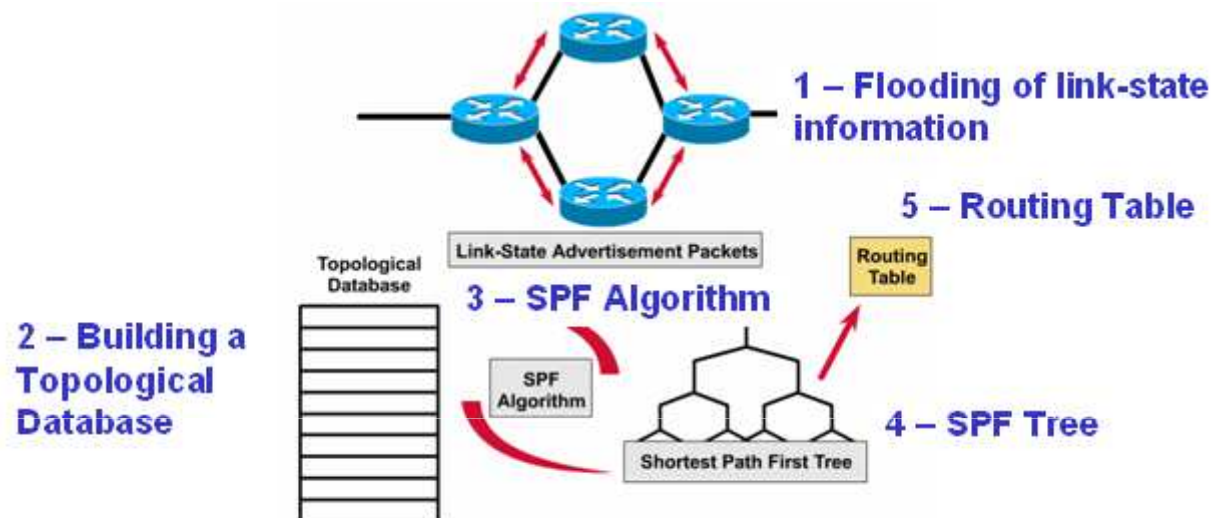
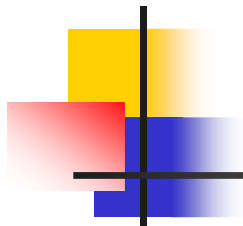


■ 1. Flooding of Link-State information:

- Router truyền bá các thông tin về link-state của mình cho tất cả các Router khác trong mạng



- **2. Building a Topological Database:**
 - Mỗi Router sẽ thu thập tất cả các thông tin link-state từ các Router khác và đưa vào ***topological database***
- **3. Shortest-Path First (SPF), Dijkstra's Algorithm:**
 - Sử dụng những thông tin thu thập được, các Router có thể tự xây dựng lại được sơ đồ toàn bộ hệ thống mạng



■ 4. Shortest-Path First Tree:

- Thuật toán SPF sẽ tạo ra **SPF tree**:
 - Router local là gốc của SPF tree
 - Các Router khác cùng với các đường link là các nhánh của SPF tree

■ 5. Building Routing table:

- Dựa trên SPF tree, Router sẽ xây dựng Routing table cho mình



Link-State Routing Protocols

- Toàn bộ sơ đồ mạng sẽ được mô tả qua quá trình cập nhật đường đi
- Link-state protocols phải tính ra được **metric** thay vì lấy metric từ trong quá trình nhận thông tin cập nhật
- Thông tin về đường đi learned được của Router đã bao gồm cả giá trị **cost** tương ứng với mỗi liên kết
- Link-state protocols có thể quảng bá một lượng thông tin sơ đồ mạng khá lớn



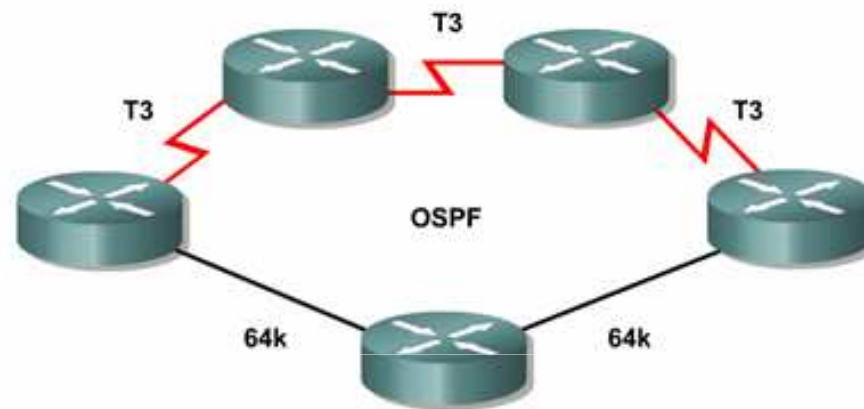
OSPF Routing Protocol



OSPF Operation

- **1.** Mỗi Router sẽ tự phát hiện ra *neighbors* của mình trên mỗi Interface. Danh sách neighbors được lưu trong *neighbor table*
- **2.** Mỗi Router sẽ sử dụng một giao thức tin cậy để trao đổi thông tin về topology (LSAs) với láng giềng.
 - LSA: mô tả subnet number/mask , cost và các thông tin khác của subnet.
- **3.** Mỗi Router sẽ đặt thông tin về topology mà mình học được trong *topology database*
- **4.** Mỗi Router sẽ tự chạy thuật toán SPF trên chính topology database của mình để tìm ra đường đi tốt nhất
- **5.** Mỗi Router sẽ đặt đường đi tốt nhất đã tìm được vào trong Routing table của mình

Advantages of OSPF (1)



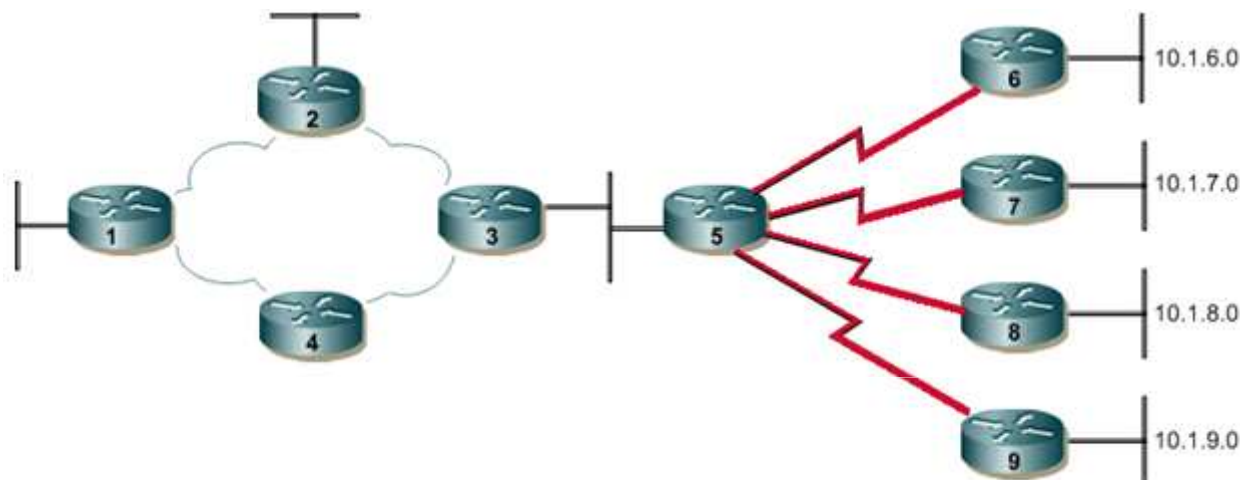
- OSPF – Link-state Routing Protocol
 - RIP, IGRP, EIGRP – distance-vector Routing Protocol:
 - Hạn chế: Routing Loop, Split-Horizon, ...
- OSPF có độ hội tụ cao
- OSPF hỗ trợ VLSM và CIDR
 - RIPv1 và IGRP không hỗ trợ



Advantages of OSPF (2)

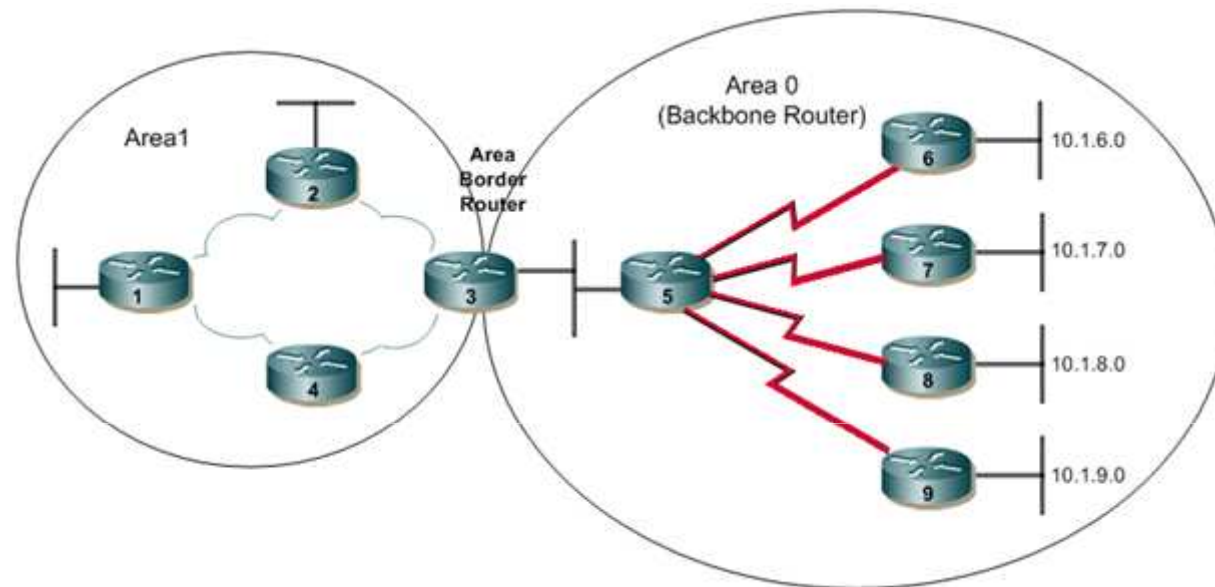
- Cisco's OSPF metric: bandwidth
 - RIP metric: hop count
 - IGRP: bandwidth, delay, reliability, load
- OSPF chỉ gửi thông tin cập nhật khi có sự thay đổi
 - RIP (30 giây), IGRP (90 giây): định kỳ tự động gửi
- OSPF là cơ sở để có thể tiến hành mở rộng hệ thống mạng theo chiều ngang
- OSPF được hỗ trợ trên nhiều hệ thống
 - IGRP và EIGRP là 2 giao thức đặc trưng của riêng Cisco

Problem in large OSPF networks



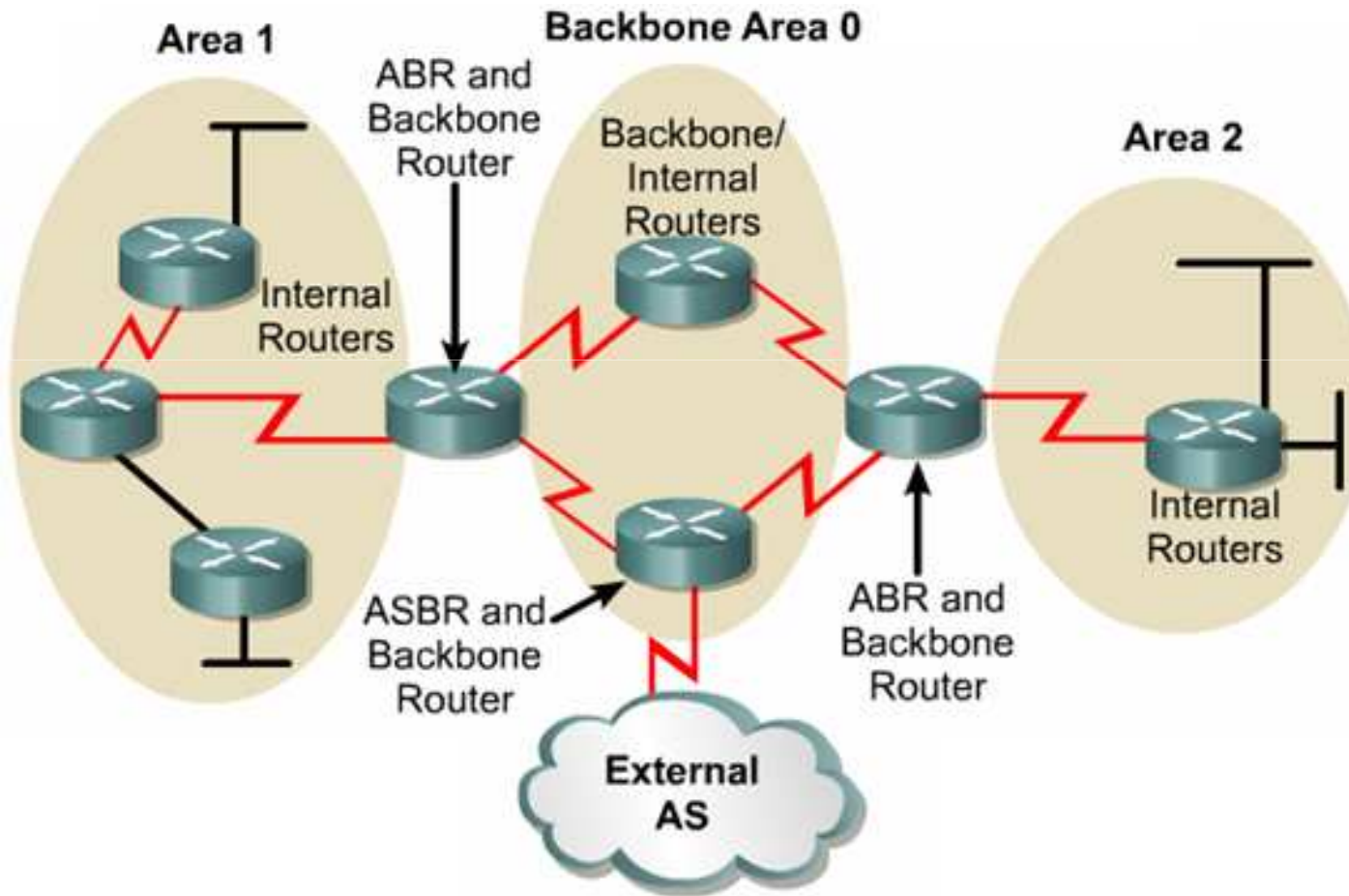
- Một topology database lớn thường sẽ đòi hỏi về bộ nhớ nhiều hơn trên mỗi Router
- Chỉ một Interface đơn lẻ trong hệ thống thay đổi trạng thái (up/down) sẽ kéo theo tất cả các Router sẽ phải chạy lại SPF

Solution: Hierarchical Design



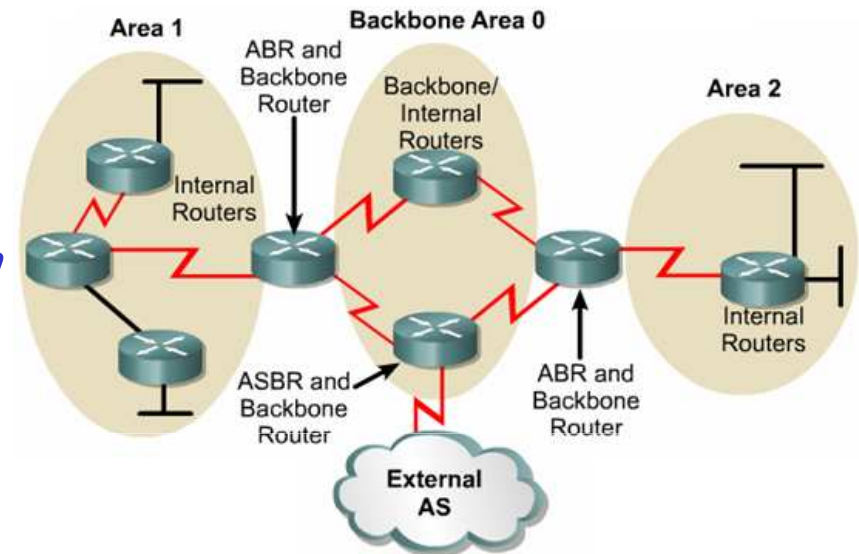
- Sử dụng OSPF Area để chia nhỏ mạng:
 - Router chỉ nhận biết được thông tin về topology trong nội vùng (area) của mình
- Topology database sẽ nhỏ hơn, Router cần ít bộ nhớ hơn, thuật giải SPF sẽ tiêu tốn ít thời gian hơn
 - ⇒ Độ hội tụ sẽ nhanh hơn và ổn định hơn

OSPF Router types

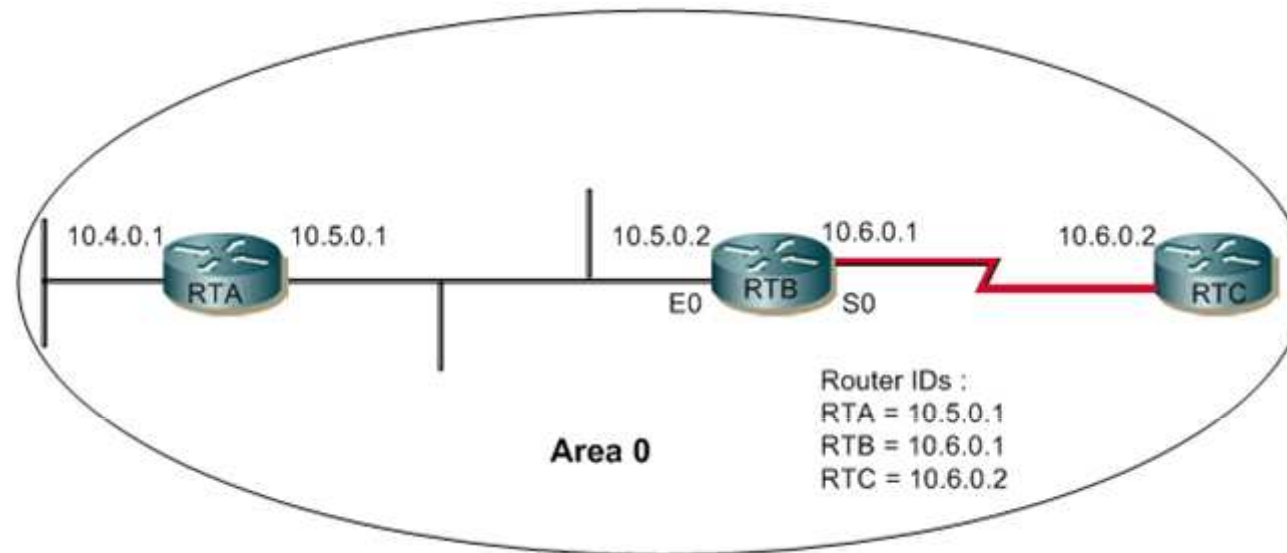


OSPF Router types

- **Internal:**
 - Là các Router cùng tất cả các Interface trong cùng một *area*
- **Backbone:**
 - Là các Router có ít nhất một Interface kết nối tới *area 0*
- **ASBR (Autonomous System Boundary Router):**
 - Là các Router có ít nhất một Interface kết nối sang một vùng bên ngoài (một *area khác*)
- **ABR (Area Border Router):**
 - Là các Router với những Interface kết nối tới nhiều *area*



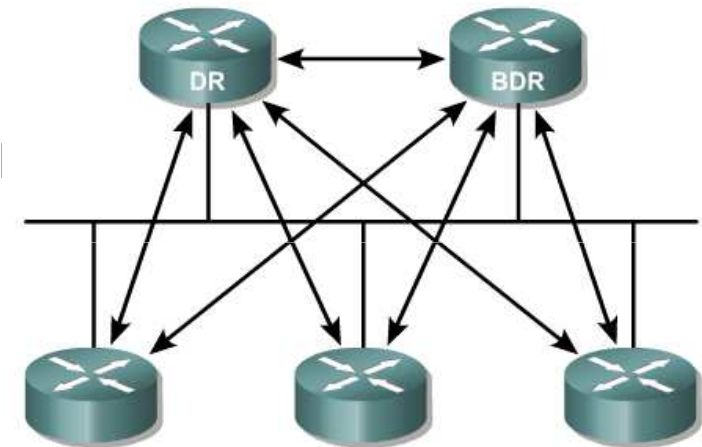
OSPF Terminology



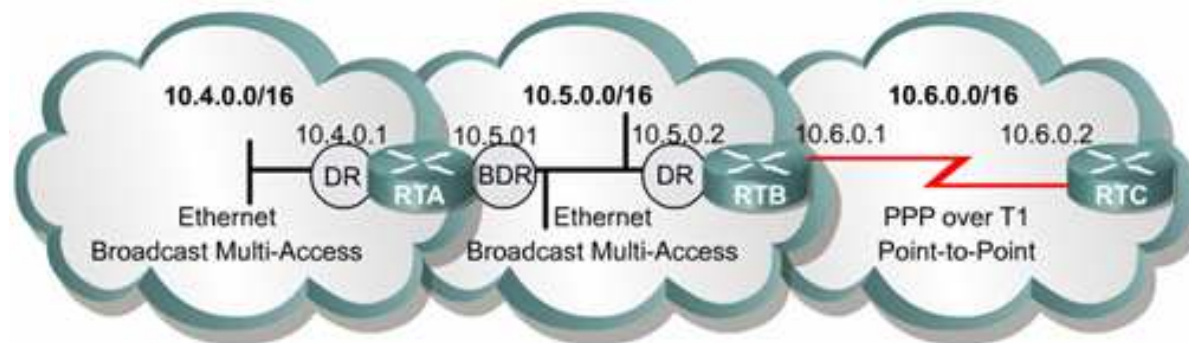
- **Router ID:** xác định Router trong hệ thống mạng OSPF
 - IP address được cấu hình gắn với Router qua câu lệnh **router-id**
 - Loopback address cao nhất
 - IP address đang kích hoạt cao nhất
- **Loopback address** có ưu điểm là không bao giờ "down"

Electing the DR and BDR (1)

- Trong các hệ thống mạng multi-access, DR và BDR cần phải được lựa chọn
- **DR** – Designated Router
- **BDR** – Backup Designated Route
- DR được coi là một điểm tập hợp **Link State Advertisements** (LSAs) trong *multi-access network*
- Nếu IP network là multi-access, các Router OSPF sẽ tự bầu ra một DR và BDR



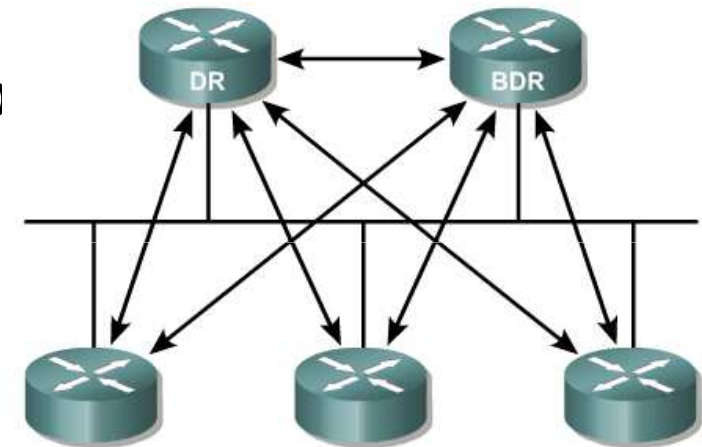
Electing the DR and BDR (2)



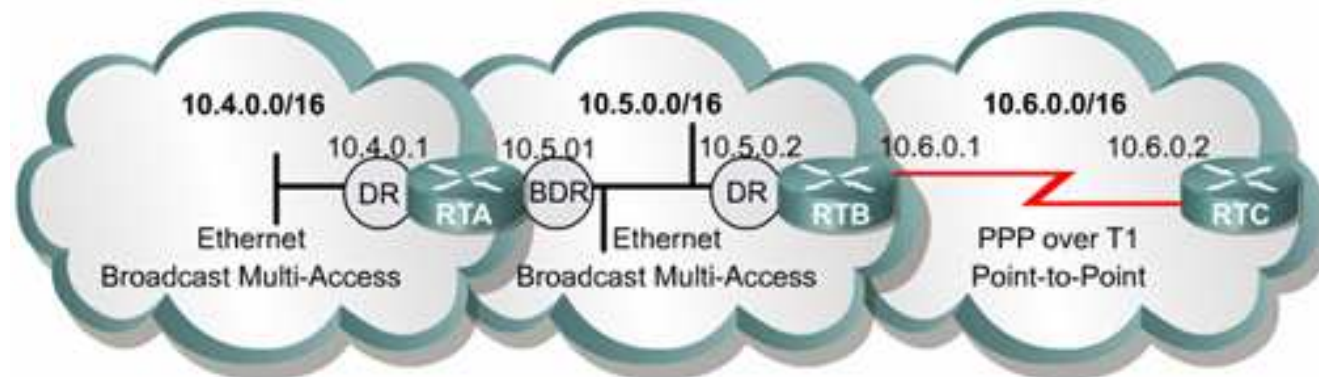
- Các Router sẽ “bầu” Router nào có ***router-id*** cao nhất làm DR, tiếp theo là BDR
- Trường *priority* của Router có thể được thiết đặt nhằm xác định mức độ ưu tiên lựa chọn làm DR của Router
 - Router(**config-if**)#**ip ospf priority** <0-255>
 - Mặc định priority = 1
 - priority = 0: ngăn không cho Router trở thành DR/BDR

Electing the DR and BDR (3)

- Tất cả các Router khác không được bầu làm DR/BDR thì được gọi là "**DROther**"
- Các DROther được gộp nhóm vào địa chỉ *224.0.0.5*
- DR/BDR được gộp nhóm vào địa chỉ *224.0.0.6*
- ***Backup Designated Router :***
 - Lắng nghe, không hành động
 - Nếu LSA được gửi, BDR sẽ thiết lập thời gian
 - Nếu thời gian thiết lập quá hạn mà chưa nhận được hồi âm của DR, BDR sẽ tự động trở thành DR và tiếp tục cập nhật
 - Quá trình tiếp tục diễn ra với việc bầu BDR mới



Electing the DR and BDR (4)



- Khi một Router mới được thêm vào mạng:
 - DR được thông báo, tuy nhiên nếu Router mới có **router-id** cao hơn của DR hiện tại thì cũng không trở thành DR/BDR
- Khi DR bị “down”, BDR sẽ tự động chuyển thành DR và các DROther sẽ bầu một BDR mới.



Comparison

	Link-State	Distance-Vector
Độ hội tụ	Nhanh	Chậm
Tránh lặp vòng	Tích hợp sẵn	Cần có tính năng phụ (split-horizontal)
Yêu cầu về memory/CPU	Có thể lớn	Thấp
Yêu cầu nỗ lực khi thiết kế mạng lớn	Có	Không
Dùng chung/riêng	Cho mọi loại Router	Được thiết kế riêng cho Cisco Router



OSPF Configuration

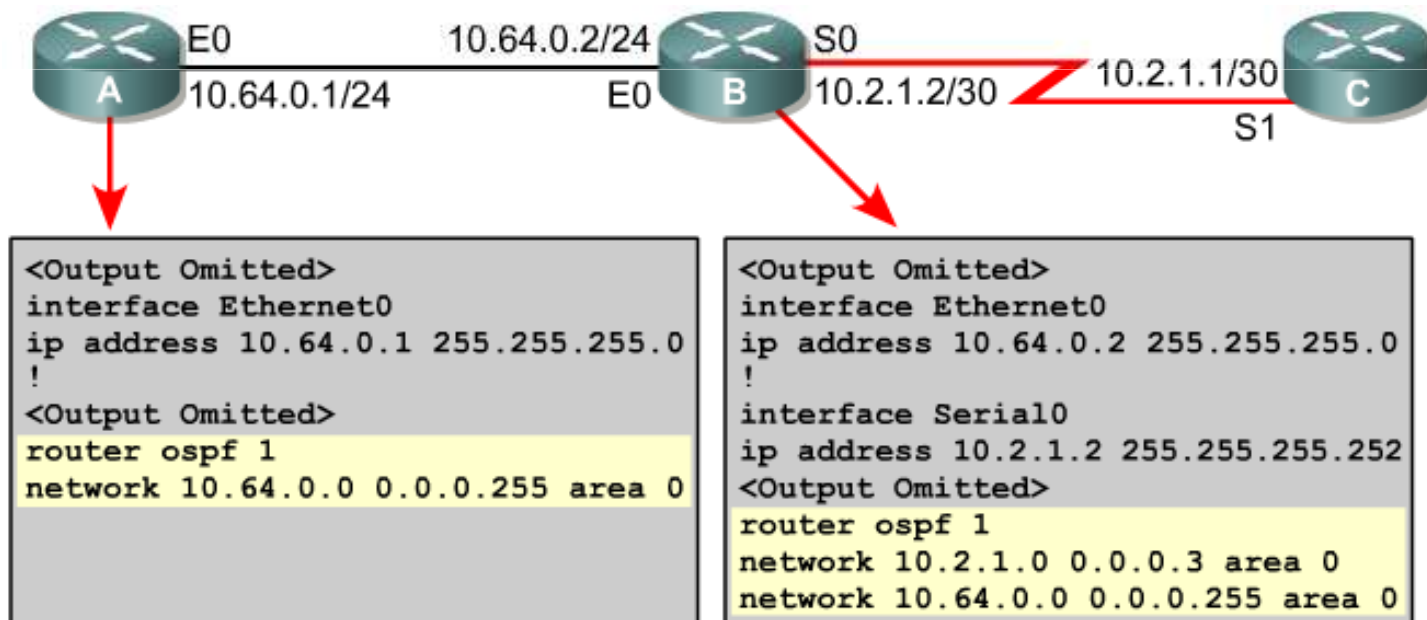


Enable OSPF

- Router(**config**)#**router ospf** *process-id*
 - *process-id*: 1 - 65.535
 - Cisco Router cho phép chạy được nhiều OSPF với process khác nhau trên một Router (*Not Recommend*)
 - process-id chỉ là một giá trị cục bộ, không có ý nghĩa trong hệ thống mạng (không phải giống với Router khác)

Network command

- Router(**config**)#**router ospf** process-id
- Router(**config-router**)#
network address wildcard-mask **area** area-id





OSPF's reference bandwidth

- *Router*(**config-if**)#**ip ospf** *x*
 - Thiết đặt cost cho Interface hiện tại
- *Router*(**config-if**)#**bandwidth** *kbps*
 - Thiết đặt bandwidth cho Interface hiện tại

Link Type and Bandwidth	Cost
56-kbps serial link	1785
T1 1.544-Mbps serial link	64
E1 2.048-Mbps serial link	48
4-Mbps Token Ring	25
10-Mbps Ethernet	10
16-Mbps Token Ring	6
100-Mbps Fast Ethernet , FDDI	1