

路由基本原理



路由基本元素



- ◆ Network 網路號碼
 - ◆ 通常是網段描述的第一個IP位址
- ◆ Mask 網路遮罩
 - ◆ Cisco只接受x.x.x.x的寫法，其他廠牌大多還能接受 /number 的寫法
- ◆ Next Hop 下一跳
 - ◆ 爲此路由所指定的下一個轉送站的IP位址（不一定在本路由器上），或是本路由器上的某個介面
 - ◆ 若下一跳的IP並非本路由器的介面，則必須有另外一行包含此下一跳IP在範圍內的路由存在以指明如何到達下一跳
- ◆ Distance
 - ◆ 範圍從 1-255 之間的整數
 - ◆ 數字越小的路由優先權越高
 - ◆ 一般用來做異種路由協定之間的比較
- ◆ Metric
 - ◆ 第二個路由優先權數值，可大於255
 - ◆ 數字越小的路由優先權越高
 - ◆ 一般用來做同種路由協定之間的比較

路由基本元素 (續)



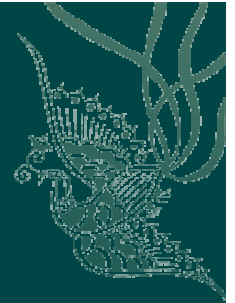
- ◆ Router# `sh ip route`
- ◆ Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
- ◆ D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
- ◆ N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
- ◆ E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
- ◆ i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
- ◆ ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
- ◆ o - ODR, P - periodic downloaded static route

- ◆ Gateway of last resort is 211.79.59.21 to network 0.0.0.0
- ◆ **network** B 192.68.132.0/24 [200/0] via 211.79.48.130, 00:56:29
- ◆ B 203.254.52.0/24 [20/0] via 140.109.251.90, 10:27:13
- ◆ B 192.236.46.0/24 [200/260] via 211.79.48.131, 10:22:57
- ◆ B 207.157.86.0/24 [200/847] via 211.79.48.131, 10:23:46
- ◆ B 192.55.243.0/24 [200/0] via 211.79.48.130, 2w2d
- ◆ 140.109.0.0/16 is variably subnetted, 3 subnets, 3 masks
- ◆ S 140.109.251.243/32 [1/0] via 140.109.251.90
- ◆ S 192.168.0.0/16 [1/0] via 192.168.7.1
- ◆ 210.200.45.0/27 is subnetted, 1 subnets
- ◆ i L2 210.200.45.0 [115/30] via 211.79.59.21, TenGigabitEthernet3/1
- ◆ 192.150.29.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
- ◆ i L2 192.150.29.156/30 [115/80] via 211.79.59.21, TenGigabitEthernet3/1
- ◆ i L2 192.168.12.0/24 [115/30] via 211.79.59.21, TenGigabitEthernet3/1
- ◆ 211.79.60.0/24 is variably subnetted, 13 subnets, 2 masks
- ◆ i L2 211.79.60.129/32 [115/40] via 211.79.59.21, TenGigabitEthernet3/1
- ◆ i L2 211.79.60.144/30 [115/40] via 211.79.59.21, TenGigabitEthernet3/1
- ◆ i L2 211.79.60.148/30 [115/40] via 211.79.59.21, TenGigabitEthernet3/1

Next Hop 下一跳

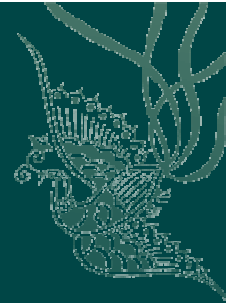
distance / metric 距離數值

Route & Routing



- ◆ Route 路由：
 - ◆ 名詞，每一筆路由可以想像為資料庫一筆記錄(Record)，此記錄具有多個欄位，每個欄位各有其意義，不同的路由協定有不同的欄位與格式
 - ◆ Static Route 靜態路由：由管理者在本機手動設定，非從其他路由器學來的路由
 - ◆ Dynamic Route 動態路由：從其他路由器交換學來的路由
- ◆ Routing：
 - ◆ 動詞，乃指路由器根據路由表來決定網路封包該如何轉送的動作過程

Routing Table & Forwarding Table & Flow Table



- ◆ Routing Table 路由表：
 - ◆ 各種路由協定都有一個路由表
 - ◆ 同一個目的地可能會出現在不同的路由表中
 - ◆ 有重疊時，依照各路由的距離值來選擇其中之一
 - ◆ 如果一切條件都相當，則通通入選
- ◆ Forwarding Table 轉送表
 - ◆ 上述各個路由表經過規則淬選之後，將最後收斂結果放置入 Forwarding Table
 - ◆ 每當有某種路由表更新時，本表必須重新產生
- ◆ Flow Table 流道表
 - ◆ 當路由器根據前表決定好傳送路徑時，會依照「來源IP/介面」「目的IP/介面」等數個重要欄位，形成短暫的流道表，各介面可以自行參照此表，逕行轉送，不需再煩勞上層處理器
 - ◆ 此表生命週期甚短

Connected & Static Route 靜態路由



- ◆ Connected route 是定義Gateway時就會自動產生的路由，伴隨Gateway的Up/Down而存在或消失，距離值為0，乃是任何方法都無法覆蓋的路由。
- ◆ Static route 是直接由本機管理者設定在本機內的路由，其距離值內定是1，因非學習所得，因此不會有變化
- ◆ 若 Next Hop 指向介面而非IP位址，則介面down的時候，該路由會暫時消失

```
Router# config t 進入設定編輯模式
Router(config)# ip route network 192.168.1.0 mask 255.255.255.0 Next hop 192.168.0.1
Router(config)# ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.0.1 10
Router(config)# exit
Router# sh ip route Distance metric 距離數值
```

```
S   192.168.1.0/24 [1/0] via 192.168.0.1
S   192.168.2.0/24 [10/0] via 192.168.0.1
```

Routing Protocol 路由協定



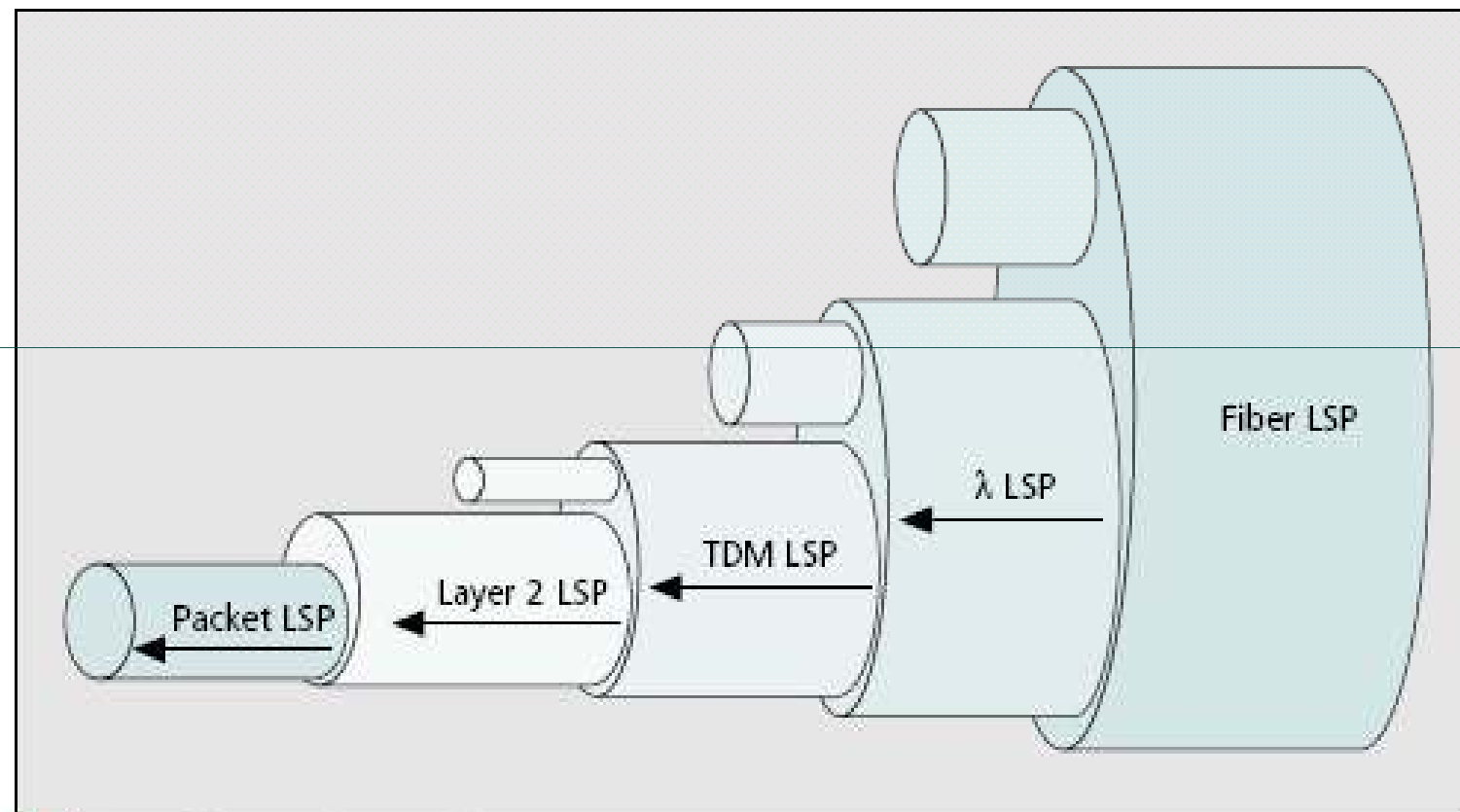
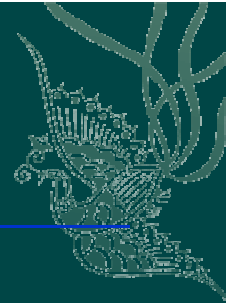
- ◆ 路由器之間用來交換路由表的溝通協定
- ◆ 路由協定種類：
 - ◆ RIP/RIP2 (Distance Vector)
 - ◆ OSPF (Link Status)
 - ◆ ISIS (Link Status)
 - ◆ BGP
 - ◆ EIGRP
- ◆ Distance Vector 距離向量
 - ◆ 純以距離(Hop數量)作為遠近的判斷依據
 - ◆ 將學到的路由Hop加一之後再轉送給隔壁
 - ◆ 收斂快，但是路徑未必是最好的
- ◆ Link Status 連線狀態
 - ◆ 利用群組內每個路由器的路由表綜合出整體的拓樸圖
 - ◆ 收斂慢，但是比較容易找出最佳路徑

網路設備



- ◇ 線材
- ◇ 增益器
- ◇ Bridge
- ◇ Hub
- ◇ Layer2 switch
- ◇ Layer3 switch
- ◇ Switch router
- ◇ Router
- ◇ OXC
- ◇ DWDM / CWDM / Transponder
- ◇ OADM / FOADM / ROADM

光網路



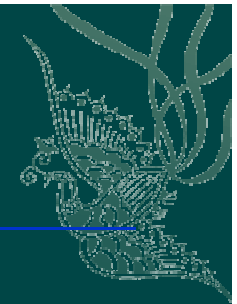
■ Figure 2. *LSP hierarchy in GMPLS.*

名詞



- ◇ 分時多工技術 (Time Division Multiplexing ; **TDM**)
- ◇ 分頻多工技術 (Frequency Division Multiplexing ; **FDM**)
- ◇ 波分多工技術 (Wavelength Division Multiplexing ; **WDM**)
- ◇ 高密度波分多工技術 (Dense Wavelength Division Multiplexing ; **DWDM**)
- ◇ 光塞取多工技術 (Optical Add-Drop Multiplexing ; **OADM**)
- ◇ 可重置光塞取多工技術 (Reconfigurable OADM; **ROADM**)
- ◇ 光交錯連接系統 (Optical Cross-Connect System ; **OXC**)
- ◇ 同步光纖網路 (Synchronous Optical Network ; **SONET**)
- ◇ 同步數位階層 (Synchronous Digital Hierarchy ; **SDH**)
- ◇ 廣域網路 (Wide Area Network ; **WAN**)
- ◇ 區域網路 (Local Area Network ; **LAN**)
- ◇ 骨幹網 (**Backbone** Network)
- ◇ 地區網 (**Regional** Network)
- ◇ 接入網 (**Access** Network)
- ◇ 都會/接入網 (Metro/Access; **MAN**)
- ◇ 光纖都會網 (Metro Optical Networking)
- ◇ Erbium-Doped Fiber Amplifiers ; **EDFA**
- ◇ Next Generation SDH/SONET; **NGSDH**
- ◇ Ethernet Passive Optical Network ; **EPON**
- ◇ Optical Burst Switching ; **OBS**
- ◇ 光電轉換器 (Optical **Transponder**)

SDH/SONET



SDH container size/bit-rates vs. Data bit-rates

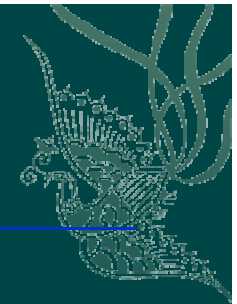
SDH - TDM

C-11	1.600 Mbit/s
C-12	2.176 Mbit/s
C-2	6.784 Mbit/s
C-3	49.536 Mbit/s
C-4	149.760 Mbit/s
C-4-4c	599.040 Mbit/s
C-4-16c	2.396 160 Mbit/s
C-4-64c	9.584 640 Mbit/s
C-4-256c	38.338 560 Mbit/s

DATA

10 Mbit/s	Ethernet
25 Mbit/s	ATM
100 Mbit/s	Fast Ethernet
200 Mbit/s	ESCON
400 Mbit/s 800 Mbit/s	Fibre Channel
1 Gbit/s	Gigabit Ethernet
10 Gbit/s	10 Gb Ethernet

SDH/SONET



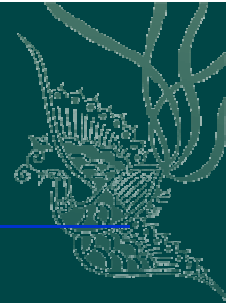
Transport efficiencies

Data		SDH	Efficiency
Ethernet	10 Mbit/s	C-3	20%
ATM	25 Mbit/s	C-3	50%
Fast Ethernet	100 Mbit/s	C-4	67%
ESCON	200 Mbit/s	C-4-4c	33%
Fibre Channel	400 Mbit/s	C-4-4c	67%
	800 Mbit/s	C-4-16c	33%
Gigabit Ethernet	1 Gbit/s	C-4-16c	42%
10 Gb Ethernet	10 Gbit/s	C-4-64c	100%

the solution:

Virtual Concatenation

Next Generation SDH/SONET



Transport efficiencies

Data		SDH	Efficiency
Ethernet	10 Mbit/s	C-12-5c	92%
ATM	25 Mbit/s	C-12-12c	98%
Fast Ethernet	100 Mbit/s	C-12-46c	100%
		C-3-2c	100%
ESCON	200 Mbit/s	C-3-4c	100%
Fibre Channel	400 Mbit/s	C-3-8c	100%
	800 Mbit/s	C-4-6c	89%
Gigabit Ethernet	1 Gbit/s	C-4-7c	95%
10 Gb Ethernet	10 Gbit/s	C-4-64c	100%

GMPLS應用

目的:將集中式網管部份功能(provision, restoration)移至NE，設備智慧化，減少人為介入，user可透過signaling，直接請求拆建所需電路，加速service velocity

標準:GMPLS (IETF), ASON (ITU-T)

應用:國內尚未應用，國外亦以Demo/test/field trial居多。

提供廠商:

(1)ASON/OIF: Alcatel-Lucent, Ciena, Ericsson, Huawei, Sycamore

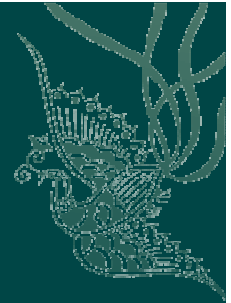
(2)GMPLS: Calient, Lambda, Movaz, Cisco, Juniper

Carrier:

(1)商用:AT&T, Telecom Italia, Verizon

(2)test/field trial: Deutsche Telekom, France Telecom, KDDI, NTT

G.709/GFP/VCAT/LCAS應用



➤ G.709

- ✓ 定義於ITU-T G.709的一種光信號碼框，方便於inter或intra domain進行光波長管理與監控，目前普遍應用於DWDM系統傳輸。由於全光化OTN尚未來臨，現階段主要應用，在於提供transparent transmission (e.g. DCC channel)及利用碼框內建FEC之coding gain，延伸傳輸距離。

➤ GFP

- ✓ 定義於ITU-T G.7041的packet payload封裝技術，使方便於傳輸網路裝載與傳送。共有GFP-F及GFP-T兩種mapping方式，前者適合Ethernet MAC、HDLC/PPP、RPR、MPLS等信號封裝，目前最常見之應用是Ethernet MAC與RPR；後者適合於具有8B/10B信號格式之packet的封裝，常見之應用是SAN服務信號(FC, FICON, ESCON)之傳送。

➤ **VCAT**

- ✓ 定義於ITU-T G.707，是一種將SDH信號頻寬分割傳送技術，讓SDH網路傳送packet信號更有效率，目前普遍應用於NG SDH設備。
- ✓ 另外，針對OTN，ITU-T G.709亦定義**Virtual Concatenation Of OPUk**，但尚未有商用產品採用。

➤ **LCAS**

- ✓ 定義於ITU-TG.7042，是一種頻寬需求自動增減的協商機制，但它無法單獨啓動，必需搭配NMS或GMPLS確認有可用的resource，運作複雜，目前尚未有商用產品。
- ✓ 但是，LCAS搭配VCAT，不需NMS介入，已能完成**partial protection**功能(網路故障時，縮減傳送頻寬)，目前普遍應用於NG SDH設備。

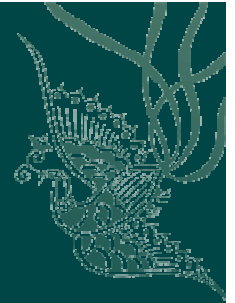
何謂DWDM



- ◆ DWDM(高密度波長多工分工器)為Dense Wavelength Division Multiplexer的簡稱，乃利用彩虹分合光波原理，將光分成不同顏色的波長，可運用現有光纖增加頻寬速度，而不同波長分享光纖，在同一條光纖中可傳輸4~32種多種不同光波道信號；凡是分波數高於4個Channel者便為DWDM。
- ◆ 傳統的光纖通訊技術一條光纖只有一個通訊頻道，要提高頻寬而又不用大費周章去鋪設新的光纖網路的方法有兩大類，一是提高電路系統的操作頻率，然而此類方法將受限於高頻電路的高昂價格。
- ◆ 另一辦法為同時傳送許多由不同波長所攜帶的訊息，以此一辦法只要同時傳送4個或16個不同波長的2.5GHz頻寬的訊息，全部的總頻寬就可達到10GHz或40GHz，此辦法成本較低，技術障礙也較低，但系統穩定度較佳，且系統具有可擴充性，這種將不同波長的光分開及合起來的技術即是DWDM技術。
- ◆ DWDM設備若加上Transponder卡版即可將光波長變換為SDH、SONET、10GE等電訊號。

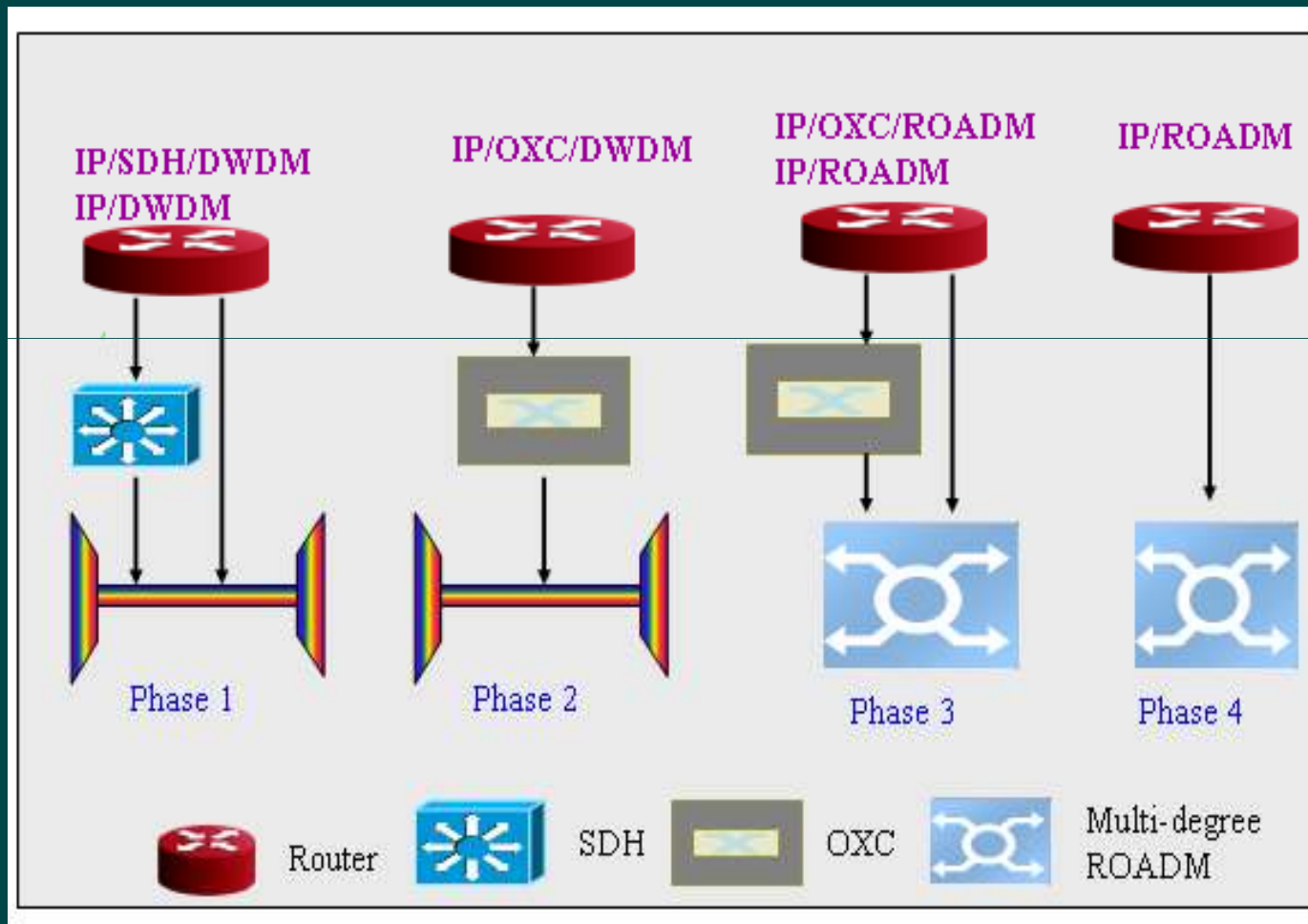
OADM (Optical Add/Drop Multiplexer)

光塞取多工器



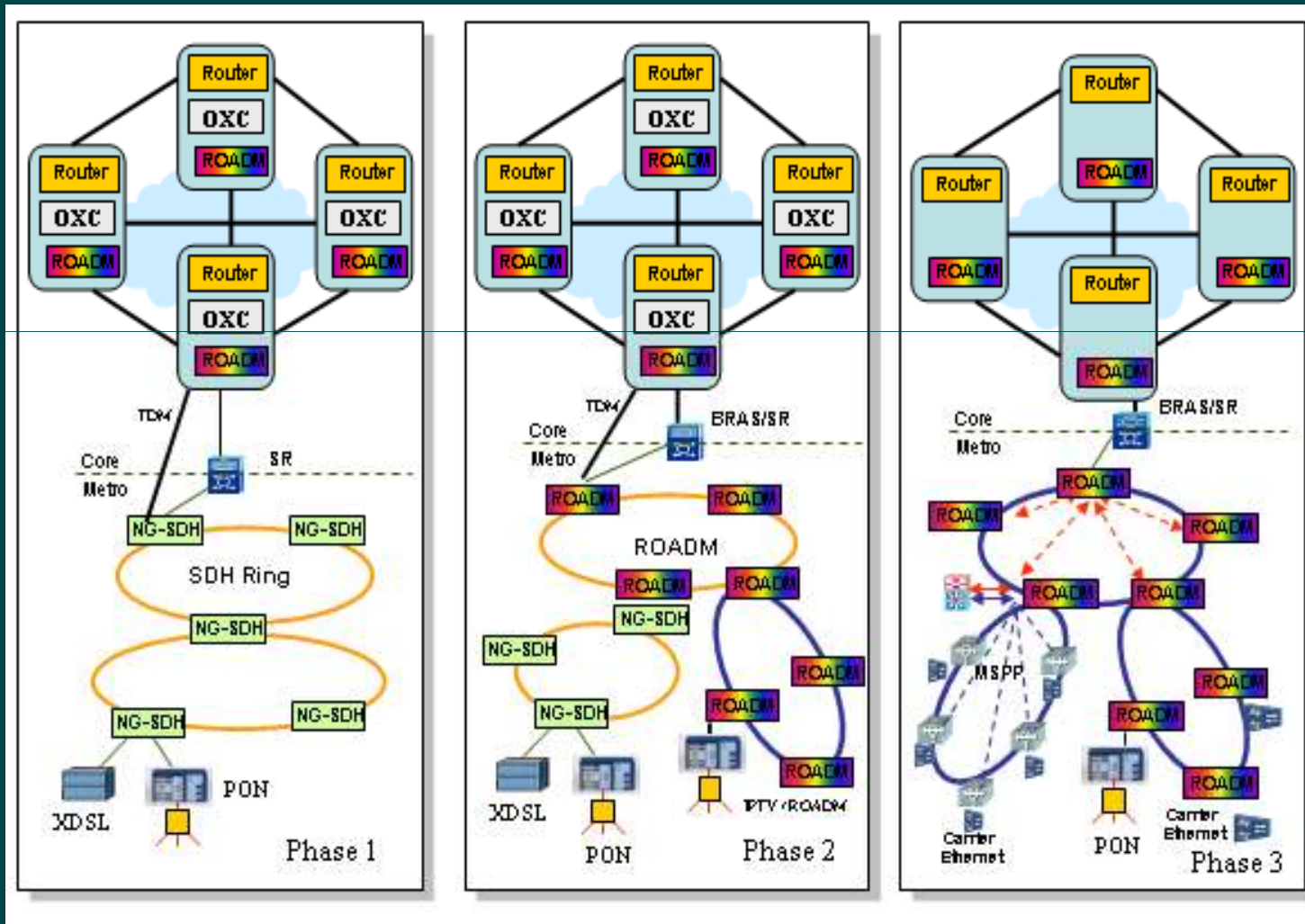
- ◆ OADM
 - ◆ FOADM (Fixed OADM, 固定式光塞取多工器)
 - ◆ ROADM (Reconfigurable OADM, 可調式光塞取多工器)
- ◆ FOADM是目前的市場主流，提供固定波長上下載的功能，由於它只能提供特定波長的上下載，並不能滿足都會網路的彈性需求，因此其在都會核心網路的地位將漸漸被可彈性調度波長的ROADM所取代，而漸漸退居於都會邊緣網路及接取網路。

ROADM應用



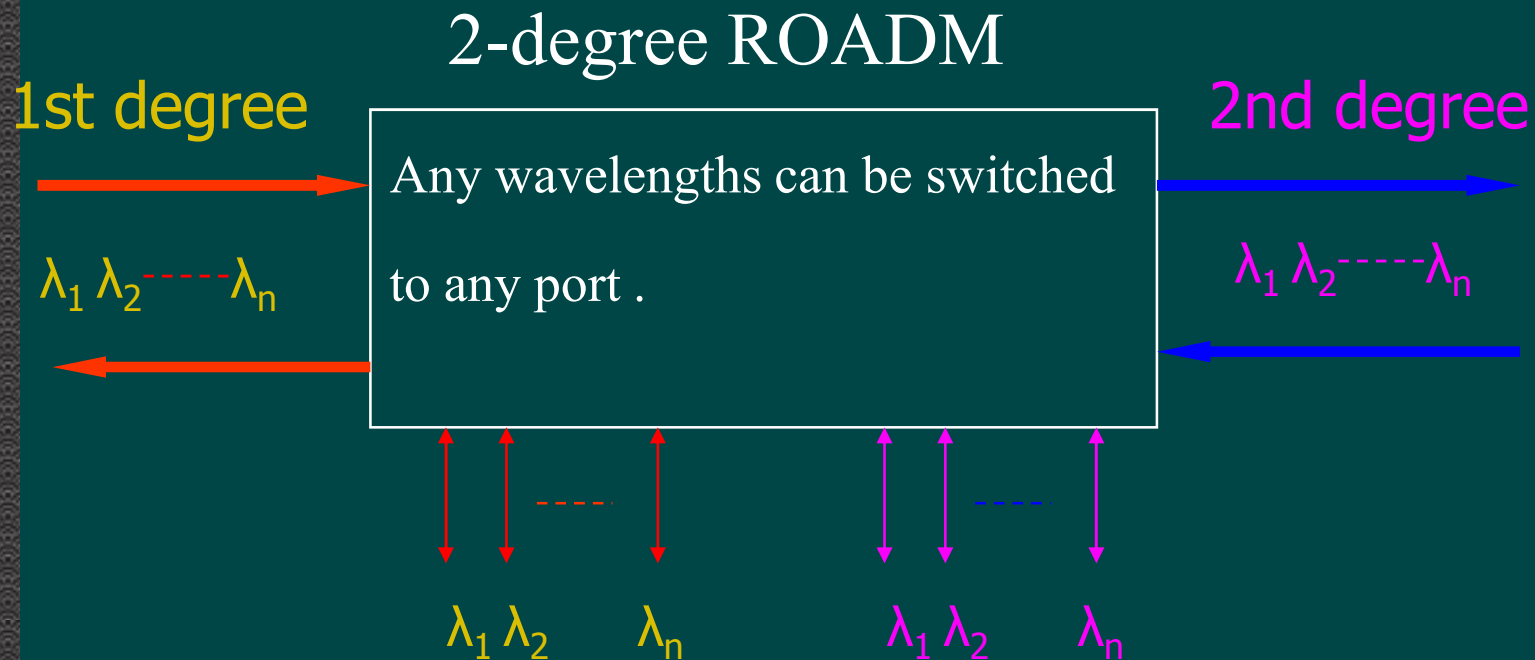


➤ Applications in metro/core networks



Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexing (ROADM)技術

➤ 功能定義



*additional functions: ALC + AGC + APE

Wavelength Selective Switch (WSS) based ROADM

WSS



1x9 switch can be implemented by MEMS, LC, or PLC