

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：實習)

赴荷蘭參加「GMPLS 寬頻骨幹
網路設備」研習出國報告

服務機關：中華電信研究所

出國人 職 稱：助理研究員

姓 名：徐浩然

出國地區：荷蘭

出國期間：92年6月21日至7月2日

報告日期：92年9月2日

176/
c09>>3301

公務出國報告提要

頁數: 24 含附件: 否

報告名稱:

赴荷蘭參加「GMPLS寬頻骨幹網路設備」實習

主辦機關:

中華電信研究所

聯絡人/電話:

楊學文/03-4244218

出國人員:

徐浩然 中華電信研究所 寬頻網路技術研究室 助理研究員

出國類別: 實習

出國地區: 荷蘭

出國期間: 民國 92 年 06 月 21 日 -民國 92 年 07 月 02 日

報告日期: 民國 92 年 09 月 02 日

分類號/目: H6/電信 /

關鍵詞: 荷蘭,GMPLS,寬頻骨幹網路

內容摘要: 本公司新購置的「GMPLS寬頻骨幹網路設備」為目前先進的Generalized MPLS交換路由設備，目前裝置於中華電信研究所中，將可充分因應未來寬頻網路技術及服務不斷的演進與發展，進行各種可能的網路運轉模式測試，以提供總公司及各區分公司於大量建設前之參考，致使錯誤的投資風險降到最低，並對本公司的技術競爭力及導入新服務時效之提升將大有裨益。本「GMPLS寬頻骨幹網路設備」除可協助本公司業務及增進本所研發所需能量外，更可配合本公司支援政府六年國發計畫及電信國家型實驗計畫之執行，達成本公司協助政府相關推動工作，並兼具爭取相關國家型計畫未來轉商用之商機。因此研習此一設備運用於新一代寬頻網路新服務有關技術殊為重要。本研習課程內容理論與實作兼具，介紹的主題包括 Generalized MPLS、routing protocol（如:OSPF、IS-IS、BGP等）、MPLS及 multicast。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

摘要

本公司新購置的「GMPLS寬頻骨幹網路設備」為目前先進的Generalized MPLS交換路由設備，目前裝置於中華電信研究所中，將可充分因應未來寬頻網路技術及服務不斷的演進與發展，進行各種可能的網路運轉模式測試，以提供總公司及各區分公司於大量建設前之參考，致使錯誤的投資風險降到最低，並對本公司的技術競爭力及導入新服務時效之提升將大有裨益。本「GMPLS寬頻骨幹網路設備」除可協助本公司業務及增進本所研發所需能量外，更可配合本公司支援政府六年國發計畫及電信國家型實驗計畫之執行，達成本公司協助政府相關推動工作，並兼具爭取相關國家型計畫未來轉商用之商機。因此研習此一設備運用於新一代寬頻網路新服務有關技術殊為重要。

本研習課程內容理論與實作兼具，介紹的主題包括Generalized MPLS、routing protocol(如:OSPF、IS-IS、BGP等)、MPLS及multicast。

目 錄

1.	目的	1
2.	過程	1
3.	實習內容紀要	1
3.1.	Generalized MPLS	1
3.2.	其他訓練主題	6
3.2.1.	Lab 1: OSPF Multi-Area	7
3.2.2.	Lab 2: OSPF Stub Networks	8
3.2.3.	Lab 3: OSPF NSSA Networks	9
3.2.4.	Lab 4: IS-IS	10
3.2.5.	Lab 5: Multi-Area IS-IS	11
3.2.6.	Lab 6: BGP	12
3.2.7.	Lab 7: BGP – Route Reflectors	13
3.2.8.	Lab 8: BGP – Confederations.....	14
3.2.9.	Lab 9: RSVP	15
3.2.10.	Lab 10: CSPF	16
3.2.11.	Lab 11: Protection and Optimization.....	17
3.2.12.	Lab 12: LDP	18
3.2.13.	Lab 13: PIM.....	19
3.2.14.	Lab 14: MSDP	20
3.2.15.	Lab 15: MBGP	22
4.	建議	23

1. 目的

為執行資本支出購案—【R920172】『GMPLS 寬頻骨幹網路設備』之海外訓練實習，赴荷蘭阿姆斯特丹 Juniper Networks 原廠的教育訓練中心參加『Advanced Juniper Networks Routers』實習課程。

2. 過程

6 月 21 日—6 月 22 日：台北 → 阿姆斯特丹

6 月 23 日—6 月 30 日：Juniper Networks 研習

7 月 1 日—7 月 2 日：阿姆斯特丹 → 台北

3. 實習內容紀要

本訓練課程經由得標代理商—台灣吉悌電信股份有限公司及國外原設備製造商—Juniper Networks 的用心安排，使得課程的內容非常的豐富。

課程內容除介紹目前正在發展中的新技術-- Generalized MPLS 之外，尚包括 routing protocol (如:OSPF、IS-IS、BGP 等)、MPLS、及 multicast 等主題。其講員精采豐富的理論介紹再加上精心規劃密集扎實的實機演習操作課程，令學員滿載而歸。

3.1. Generalized MPLS

就 OADM 而言，可在一個光傳輸網路之中，塞入或取出個別的波長通道，它是置於兩個 DWDM 終端機之間來代替某一光放大器。目前大部份廠商已發展出固定型 OADM，它對於要塞入或取出的波道必須事先設定，至於另一種稱為可任意設定之 OADM，則可藉由外部指令對於要塞入或取出的波道作任意指配。

就光交接機(OXC)而言，在光纖通訊網路中使用於 DWDM 波長

愈來愈多時，對於這些波道須作彈性的調度或路由改接，此時必須藉由光交接機來完成此項功能，通常它可置於網路上重要的匯接點，在其輸入端可接收不同波長信號，經由光交接機將它們指配到任一輸出端。

在傳輸方面，摻鉕光纖放大器（EDFA）、DWDM 和光纖色散補償技術是建立全光通信網的核心技術。光纖在 1.55um 窗口有一較寬的低損耗帶寬（30THZ），可以容納 DWDM 的光信號同時在一條光纖上傳輸，這樣的多路傳輸系統是可以擴展的，而且經濟合理。1.55um 摻鉕光纖放大器（EDFA）能在較寬波段提供同等增益，它與 DWDM 和光纖色散補償技術結合，成為挖掘光纖潛在頻寬容量的最好辦法。

雖然 DWDM 和 EDFA 的結合堪稱光通信領域的完美聯姻，但是系統只提供了原始的傳輸頻寬，只有再加上靈活的節點才能實現高效的靈活組網能力。然而現有的電交叉連接（DXC）系統十分複雜，其系統開發和改進的速度要慢於半導體晶片性能改進的摩爾定律，從發展看是無法跟上網路傳輸鏈路容量每 9 個月加倍的增長速度的。於是業界的注意力開始轉向光節點，即 OADM 和 OXC，靠光層面上的波長連接來解決節點的容量擴展問題，即能直接在光路上對不同波長的信號實現上下和交叉連接功能。

OXC 目前尚處於發展階段，主要問題在於性能價格比及容量擴充性較差。穩定可靠的光交換矩陣的核心是光開關。目前看來，微電機開關（MEMS）最有前途。美國朗訊公司採用 MEMS 技術實現了 256×256 的全光交叉連接器，稱為波長路由器。美國 Xros 公司利用兩個相對放置的各有 1152 個微型鏡面的陣列實現了 1152×1152 的大型 OXC，容量上和端口上都有重大突破，其總容量已經比傳統電交叉連接器提高了約兩個量級。

從實現技術上看，OXC 可以劃分為兩類，即採用電交叉矩陣的 OXC 和採用純光交叉矩陣的 OXC。前者可以比較容易地實現信號品質監控和消除傳輸損傷，更重要的是可以對小於整個波長的帶寬進行處理，符合近期市場的容量需要。然而其擴充主要是通過持續的半導體晶片密度和性能的改進來實現的，無法跟上網路傳輸鏈路容量的增長速度，很難滿足長遠需要。另一方面，採用光交叉矩陣的 OXC 省去了光電轉換環節，不僅節約了大量光電轉換介面，而且容量可望大幅度擴展，隨之帶來的透明性還可以使其支持各種客戶層信號，具有更長遠的技術壽命，但近期的容量需求並不需要這麼大容量的 OXC。

光傳送聯網的一個最新發展趨勢是引入自動波長配置功能。隨著 IP 業務的爆炸性增長，對網路頻寬的需求不僅變得越來越大，而且由於 IP 業務量本身的不確定性和不可預見性，對網路頻寬的動態分配要求也越來越迫切。傳統的主要靠人工配置網路連接的原始方法耗時費力，不僅難以適應現代網路和提供新業務拓展之需要，也難以適應市場競爭的需要。一種能夠自動完成網路連接的新型網路概念——自動交換光網路（ASON）應運而生。在傳統的傳輸網中引入動態交換的概念不僅是幾十年來傳輸網概念的重大歷史性突破，也是傳輸網技術的一次重要突破。

向自動光聯網目標的過渡主要有兩種基本演進結構，即重疊模型（Overlay model）和集成模型（Peer model）。儘管兩者都是以 IP 為中心的控制結構，也都將應用 enhanced MPLS 信令和基於下一代光網狀網結構，但在管理應用上有很大的不同，也基本地反映了計算機界（Datacom）和電信界（Telecom）的不同思維方式。

(1) 重疊模型（Overlay model）

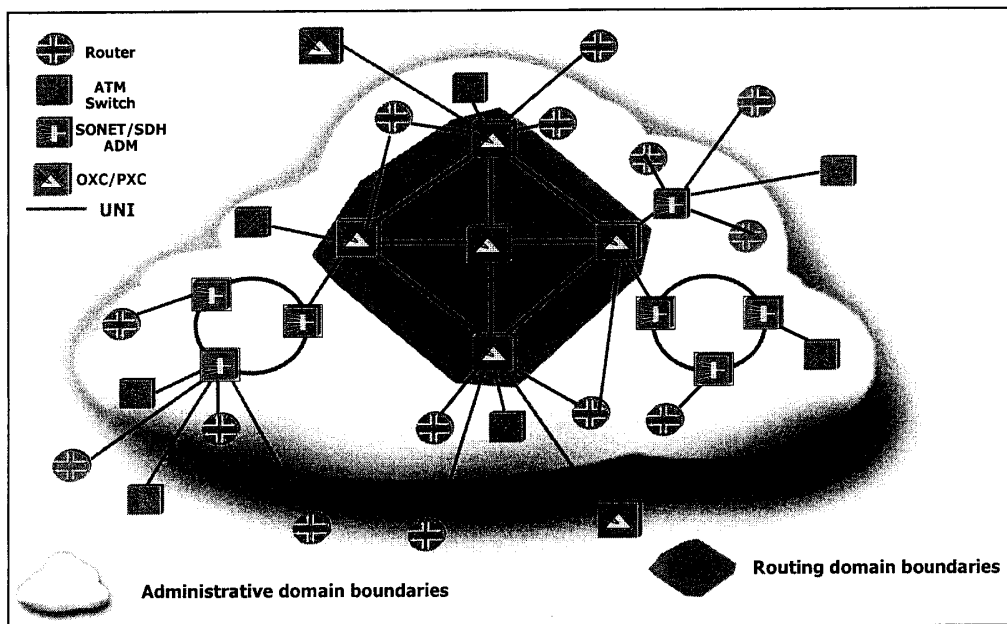


圖 1 重疊模型 (Overlay model)

重疊模型又稱客戶-服務者模型，是 ITU、OIF 和 ODSI 等國際標準組織和準標準組織所支持的網路演進結構。這種模型的基本思維是將光傳送層特定的控制智慧完全放在光傳送層獨立實施，無須客戶層干預，客戶層和光傳送層將成為兩個基本獨立的智慧網路層，而光傳送層將成為一個開放的通用傳送平臺，可以為包括 IP 層在內的所有客戶層提供動態互聯。為此，這種模型有兩個獨立的控制平面，一個在核心光網路，即光網路層，而另一個在客戶層，兩者之間不交換路由資訊，獨立選路，最大限度地實現了光網路層和客戶層的控制分離。

這種模型的最大好處首先是可以實現統一透明的光傳送層平臺，支持多客戶層信號，不限定於 IP 路由器。其次，讓客戶層特定要求通過介面送給光服務層，由光網路層來完成客戶的連接要求可以遮罩光傳送層的網路拓撲細節，維護了光網路擁有者的網路秘密。第三，這種模型允許光傳送層和客戶層獨立演進，也允許光傳送層內的每一個子網獨立演進。這樣光傳送層不會受制於 IP 層發展速度。第

四，採份子網分割後，運營者既可以充分利用原有基礎設施，又可以在網路其他部分引入新技術，不為原有基礎設施所累。第五，採用這種方式後在網路運營商和客戶層信號間有一個清晰的分界點，允許網路運營商按照需要實施靈活的策略控制。最後，這種模型可以利用成熟的標準化的 UNI 和 NNI，比較容易在近期實現多廠家光網路中的互連。

這種模型的缺點是功能重疊，兩個層面都需要有網管和控制功能。其次是擴展性受限，存在 N2 問題。還有，管理兩個獨立的物理網的成本較高，帶寬利用率較低。最後，由於兩個層面存在兩個分離的地址空間，因此需要複雜的地址解析。

總的看，目前這種模型最適合那些傳統的已具有大量 SDH 網路基礎設施而同時又需要支持分組化數據的網路運營商。

(2) 集成模型 (Peer model)

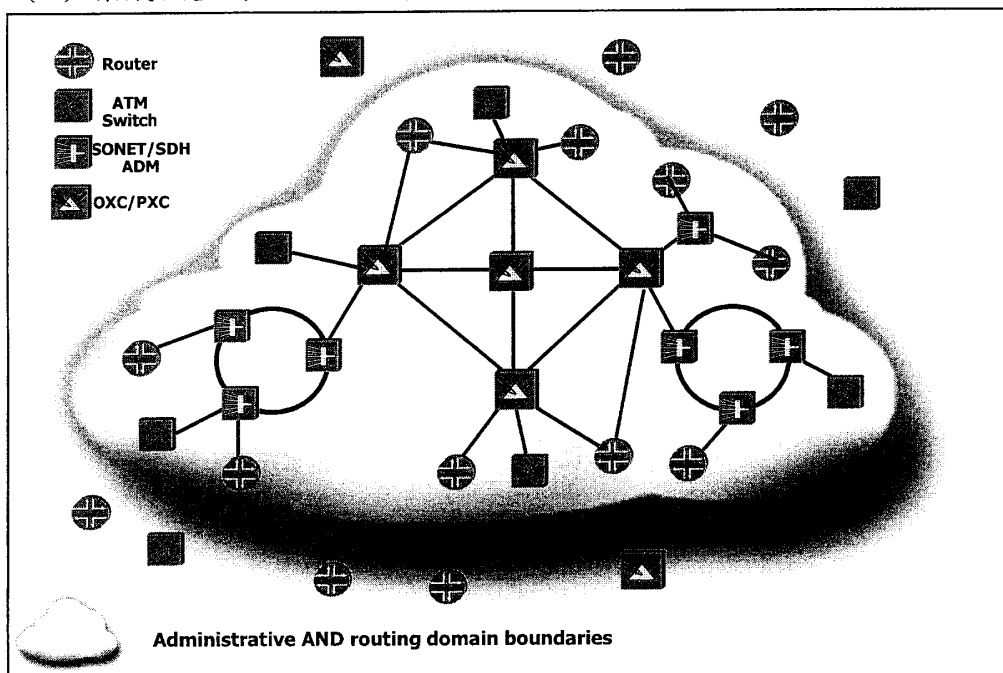


圖 2 集成模型 (Peer model)

集成模型又稱對等模型，是 IETF 所支持的網路演進結構，為此 IETF 提出了通用的多協議標記交換(GMPLS)概念。基本思路是將 IP 層用於 MPLS 通道的選路和信令經適當修改後直接應用於包括光傳送層在內的各個層面的連接控制。

這種模型的基本特點是將光傳送層的控制智慧轉移到 IP 層，由 IP 層來實施端到端的控制。此時光傳送網和 IP 網可以看作一個集成的網路，光交換機和標記交換路由器具有統一的選路區域，兩者之間可以自由地交換所有資訊並運行同樣的選路和信令協定，實現一體化的管理和流量工程，消除了不同網路區域間的壁壘。統一的控制面可以消除因控制通道（control channel）和數據通道（data channel）分離的混合光互連系統而帶來的複雜性。

然而採用這種模型時光網路層只能支持單一的客戶業務，難以支持其他業務，失去了對業務的透明性，這對多數運營商並不適合。其次，為了實現路由器對光傳送層的全面控制，必須對客戶層開放光傳送層的網路拓撲等細節，這在多數情況下是行不通的。最後，這種模型必須在 IP 和光傳送層之間有大量的狀態和控制資訊需要交換，從標準化的角度較難實現光傳送層的操作性。

總的看，這種模型較適合那些新興的同時擁有光網路和 IP 網的 ISP 運營商，從長遠看，也適合於傳統的電信運營商。

3.2. 其他訓練主題

3.2.1. Lab 1: OSPF Multi-Area

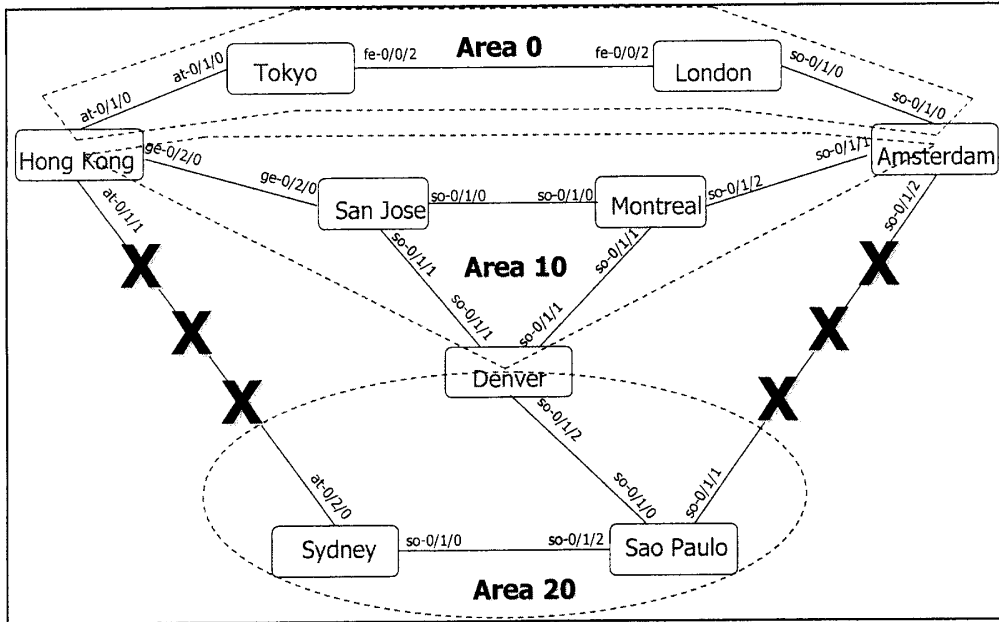


圖 3 OSPF Multi-Area

Lab objective:

Configure, monitor, and trouble shooting the operation of an OSPF network using multiple areas. Additionally, configure virtual links, authentication, and interface costs.

3.2.2. Lab 2: OSPF Stub Networks

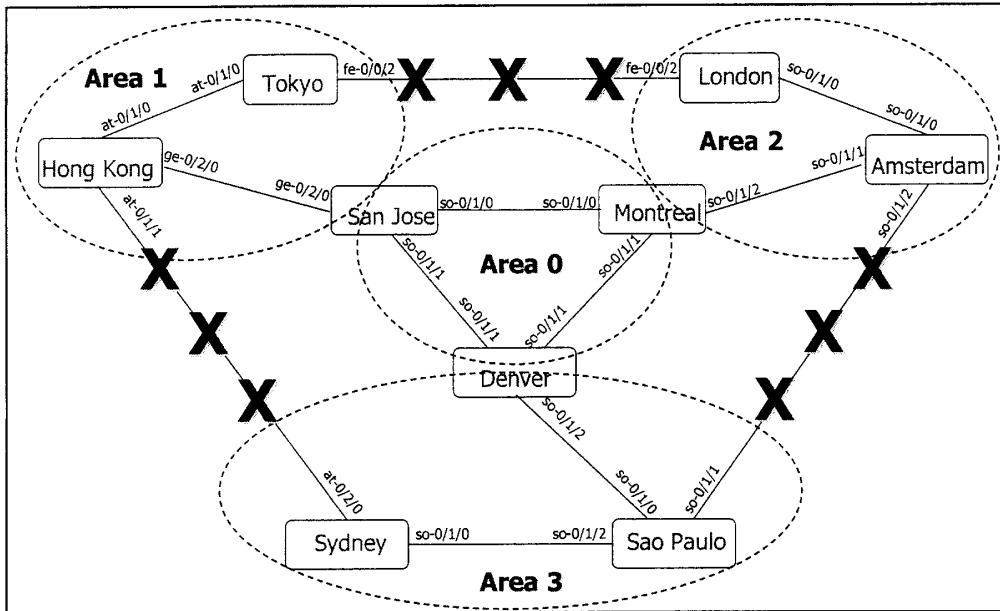


圖 4 OSPF Stub Networks

Lab objective:

Configure, monitor, and trouble shooting the operation of OSPF stub areas with and without address summarization and restrictions.

3.2.3. Lab 3: OSPF NSSA Networks

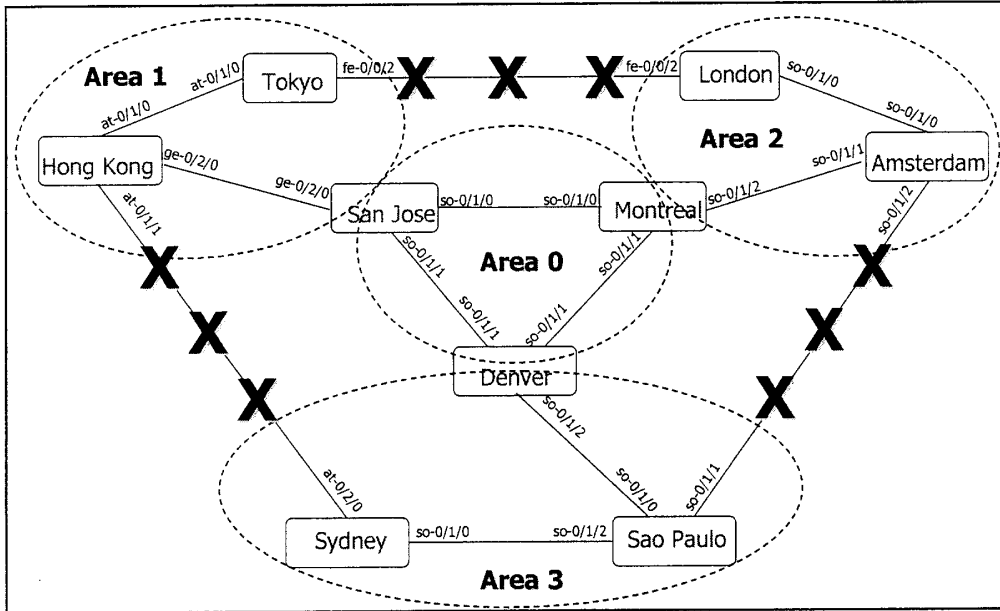


圖 5 OSPF NSSA Networks

Lab objective:

Configure, monitor, and trouble shooting the operation of an OSPF network using not-so-stubby areas with and without address summarization.

3.2.4. Lab 4: IS-IS

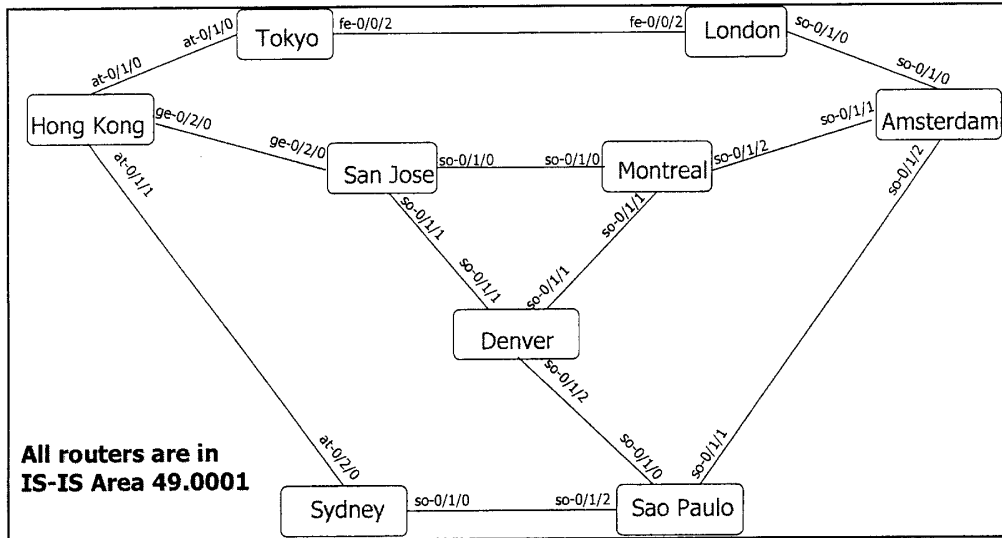


圖 6 IS-IS

Lab objective:

Configure, monitor, and trouble shooting the operation of an IS-IS network. Additionally, configure interface metrics, wide metrics, and authentication.

3.2.5. Lab 5: Multi-Area IS-IS

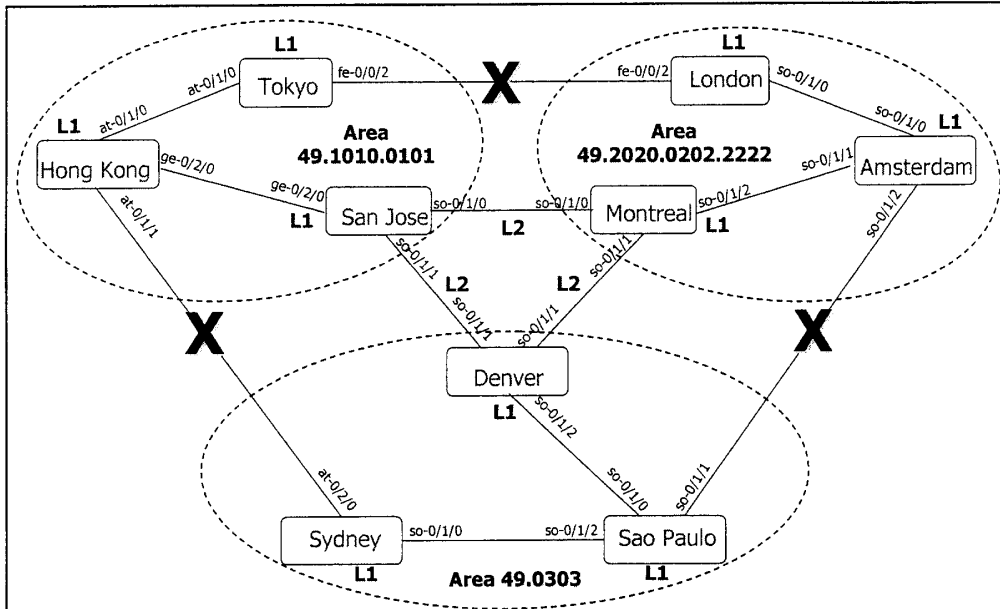


圖 7 Multi-Area IS-IS

Lab objective:

Configure, monitor, and trouble shooting the operation of a multi-area IS-IS network. Once operational, configure route leaking and address summarization.

3.2.6. Lab 6: BGP

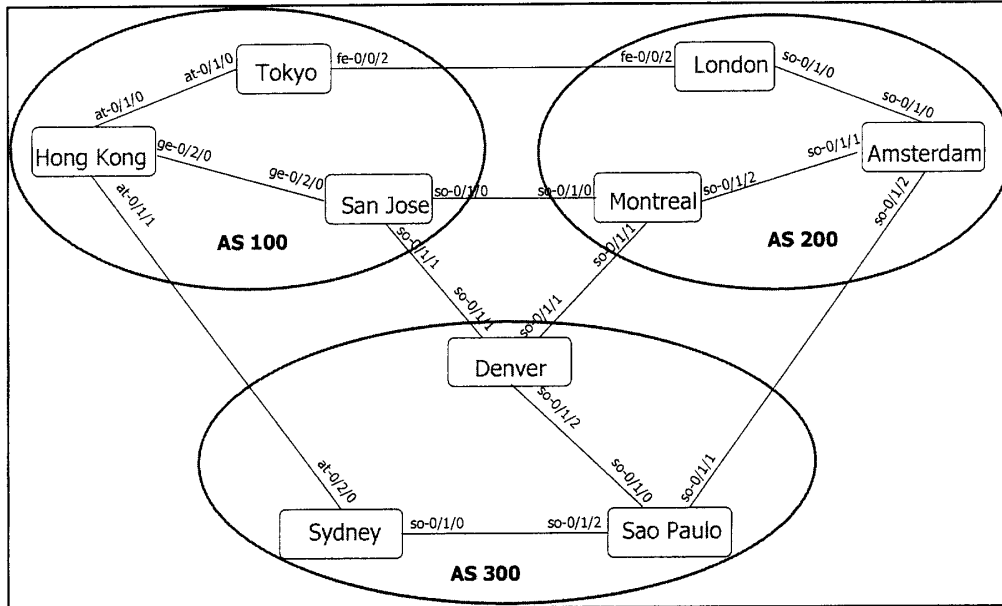


圖 8 BGP

Lab objective:

Configure, monitor, and trouble shooting the operation of a BGP network.

Advertise routes of your peers and verify the operation of the protocol.

3.2.7. Lab 7: BGP – Route Reflectors

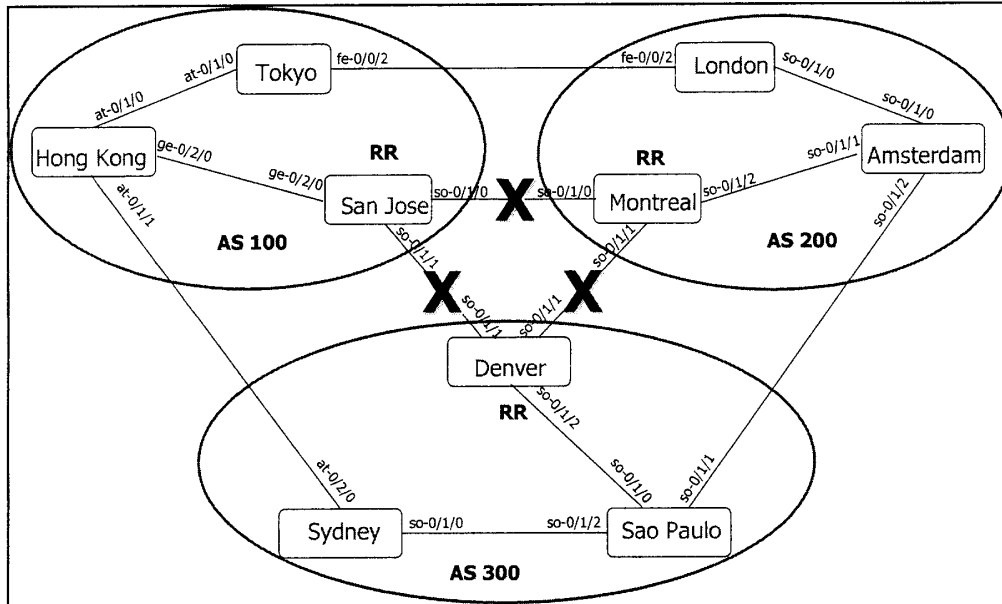


圖 9 BGP – Route Reflectors

Lab objective:

Configure a BGP network which consists of multiple AS networks.

Configure each AS for route reflection and verify the operation of the protocol.

3.2.8. Lab 8: BGP – Confederations

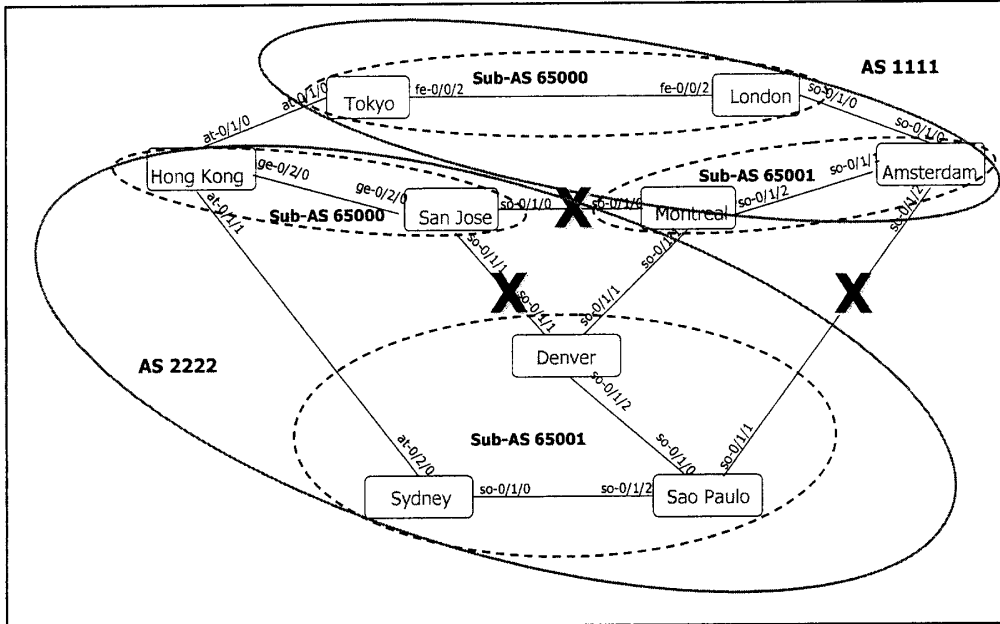


圖 10 BGP – Confederations

Lab objective:

Configure a BGP network which consists of multiple AS networks.

Configure each AS for confederations for advertise routes to your peers.

Verify the operation of the protocol and the propagation of the BGP attributes within the confederations.

3.2.9. Lab 9: RSVP

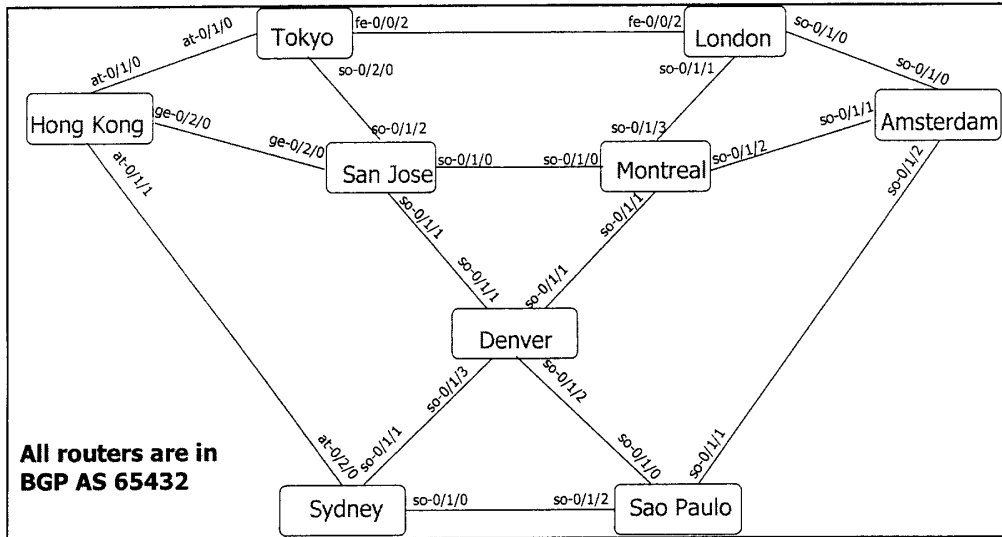


图 11 RSVP

Lab objective:

Configure an MPLS network using RSVP as a signaling protocol. Verify the operation of the network after the configuration by assigning bandwidth and path parameters to the LSPs.

3.2.10. Lab 10: CSPF

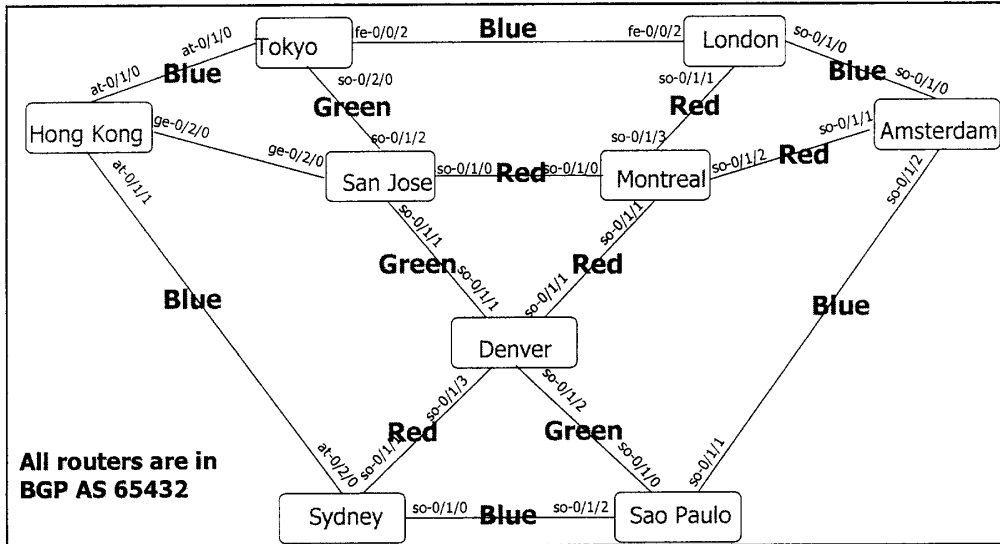


图 12 CSPF

Lab objective:

Configure RSVP LSPs which reserve bandwidth in the network and preempt those LSPs using configured priority values. Assign administrative groups to interfaces and signal LSPs using those group values.

3.2.11. Lab 11: Protection and Optimization

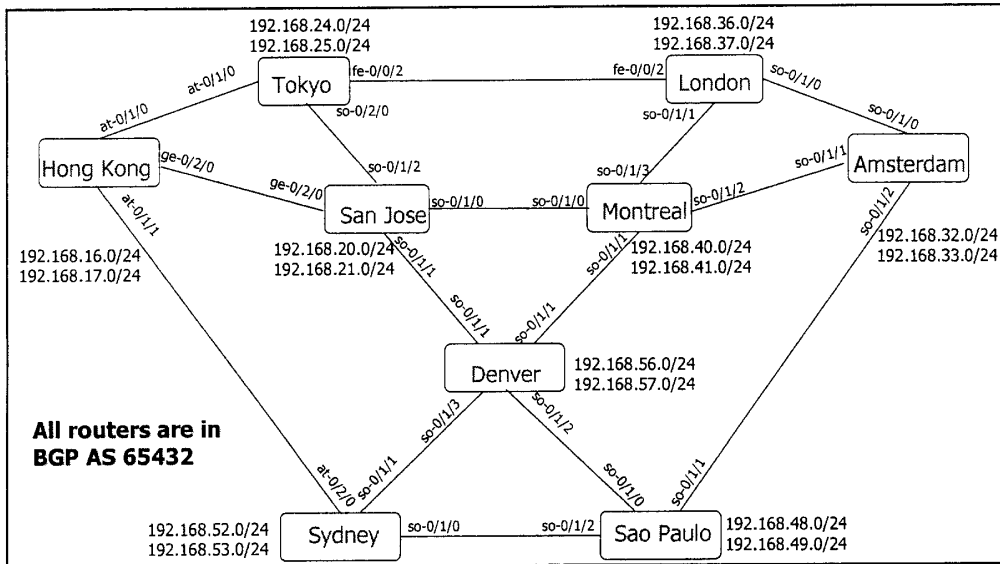


圖 13 Protection and Optimization

Lab objective:

Use the following parameters in your MPLS network: load balancing, installing LSPs in the forwarding table, primary, secondary, standby, and fast reroute.

3.2.12. Lab 12: LDP

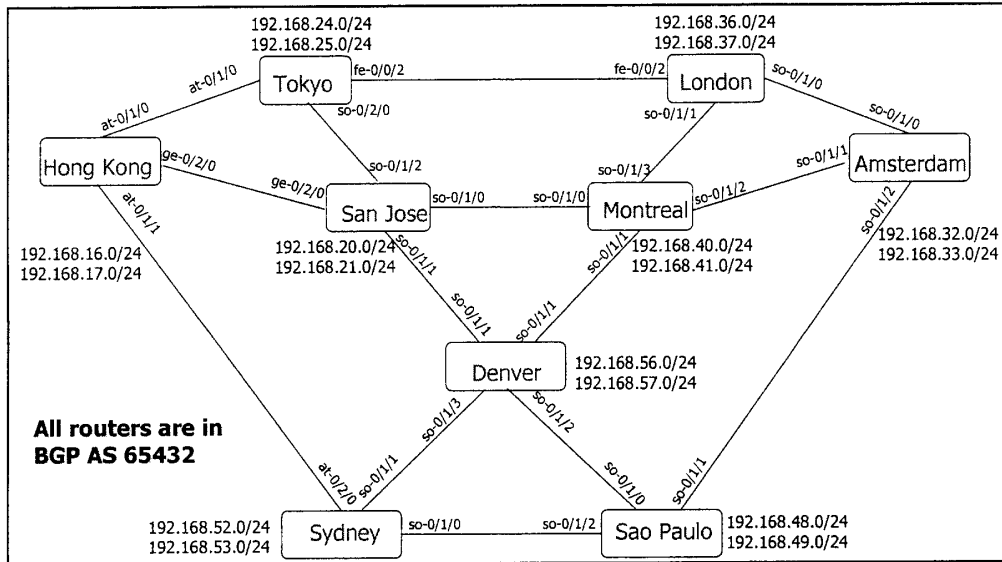


圖 14 LDP

Lab objective:

Configure an MPLS network using LDP signaling and verify the operation of the network. Configure LDP session over RSVP-based traffic engineered LSPs.

3.2.13. Lab 13: PIM

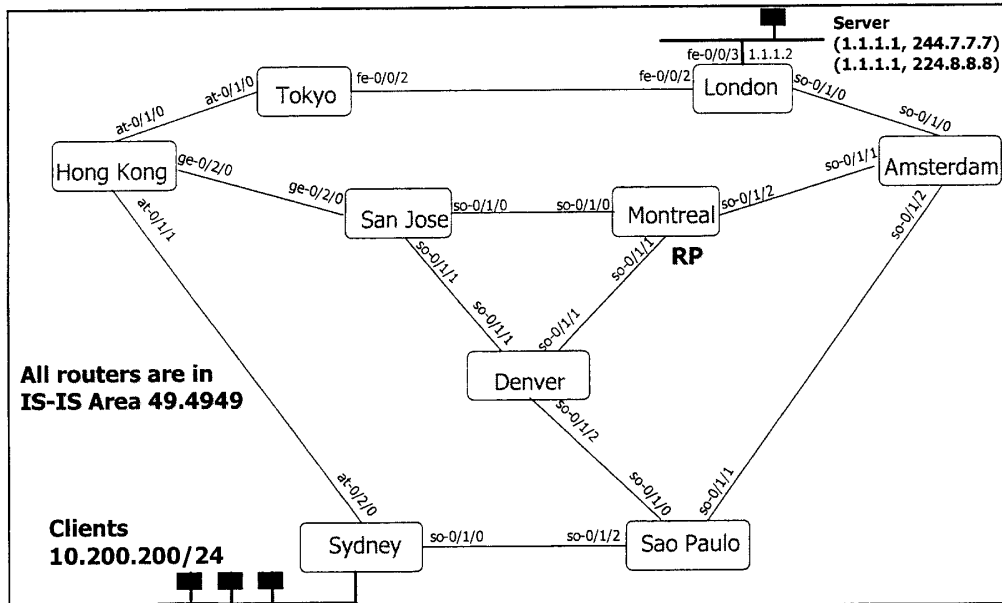


圖 15 PIM

Lab objective:

Configure a basic IGP network and perform multicast scoping in the network. Establish a PIM-SM domain and elect RP routers using Auto RP and Bootstrap routing. Successfully, transmit multicast traffic.

3.2.14. Lab 14: MSDP

Parts 1 & 2:

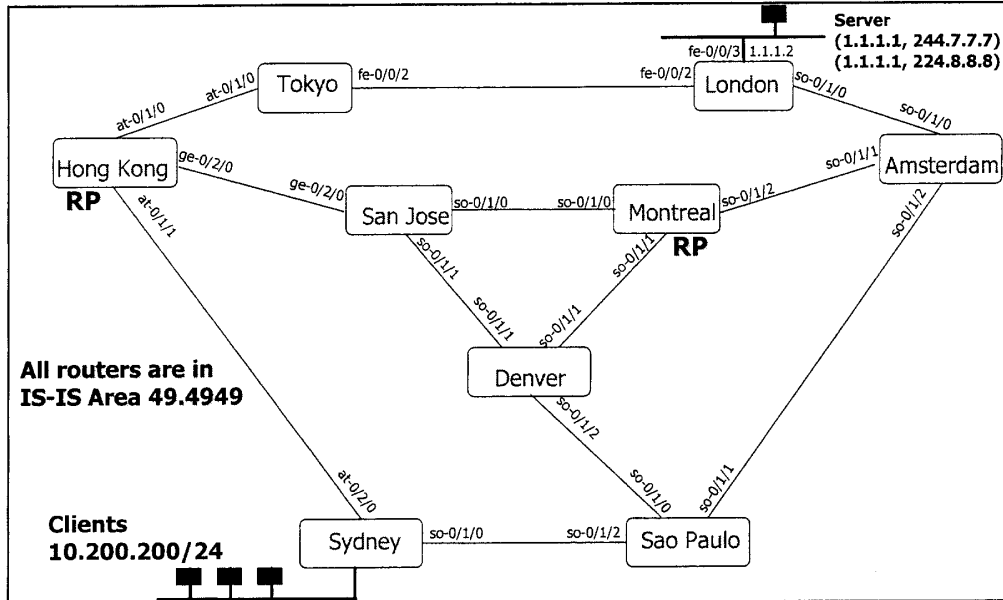


圖 16 MSDP (intra-domain)

Lab objective:

Configure MSDP for operation within a single AS to support Anycast RP.

Part 3:

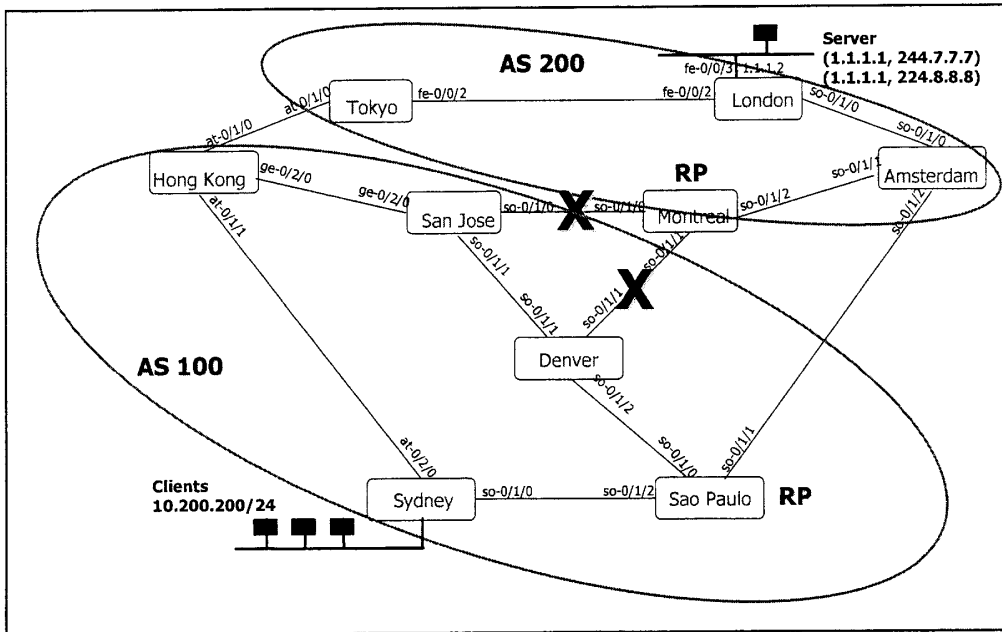


圖 17 MSDP (Inter-domain)

Lab objective:

Configure MSDP for operation across an AS boundary. Successfully transmit multicast traffic within both scenarios.

3.2.15. Lab 15: MBGP

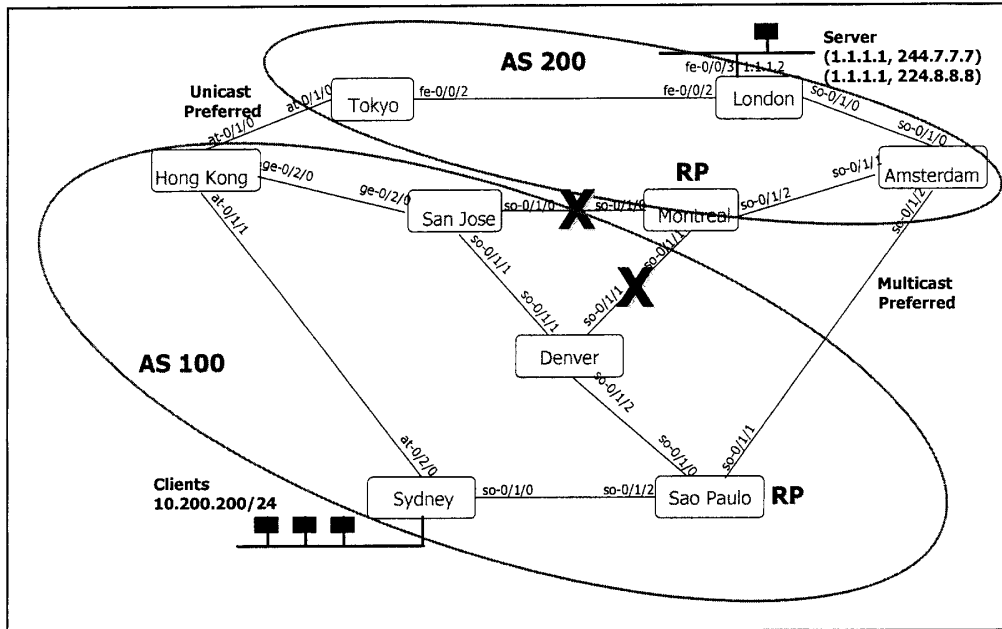


圖 18 MBGP

Lab objective:

Configure a multi-AS network for MBGP. Use routing policies and rib-groups to create a multicast forwarding topology. Successfully transmit multicast traffic in the network.

4. 建議

顯而易見的，就目前觀之，IP-based 的網路是現在及未來網路發展的趨勢。雖然現有的路由規約如 OSPF、IS-IS、RIP 等等都已經發展很完全，對網路的路由架構的建立都有相當理想的結果，但是這些路由規約並無法滿足未來多媒體網路的需求。未來的多媒體網路比起最短路徑更重視頻寬的分配、網路壅塞的控制、網路鏈路的故障處理、整體網路頻寬使用率的提升等等，要達到這些要求需要進一步的訊務工程規劃才可以。

目前網路上的訊務負載常會因為某些特殊原因而有極大的波動，例如在選舉時、特殊的運動比賽或影視活動時，都會使得網路上的訊務流突然大幅增加，活動過後網路的訊務流又會大幅減少，所以若只依靠傳統的路由規約將會造成網路的不穩定及會因為網路的突然壅塞而造成網路效能低落。所以在這種情況下，應在活動之前預先做好 TE，如此才可避免不必要的網路效能震盪。

因為現有的 Interior Gateway Protocol (IGP) 的路由選擇大部分依據最短路徑演算法(shortest path algorithms)，而未考慮目前剩餘的頻寬及訊務的特性，所以 IGP 並不適合用於訊務工程規劃(TE)。所以若要達到良好的訊務工程規劃，必須要能在實體的網路上建立虛擬的拓樸環境。這虛擬網路架構的建立相當於路由規約在實體網路上建立傳輸路徑一樣，但是這虛擬網路架構進一步提供了條件限制的路由選擇、traffic shaping/policing、及虛擬路徑隨時取消的可能性，如此才能迅速地將訊務流由一個正在使用的路徑搬移到另一個未使用的路徑。

傳統網際網路通訊協定網路為人所詬病的交通流量管理 (traffic engineering) 能力，則可藉由多協定標籤交換技術 MPLS (MultiProtocol Label Switching) 來改善，因為此技術引入限制基礎的 (Constraint-based Shortest Path First, CSPF) 路由方式而具有強大的交通流量管理能力。MPLS 因為透過 label 而有 LSP (label switch path)

的觀念，因而可以建立 TE 所需的虛擬網路架構，又可避免如 ATM 或是 Frame Relay 等無法完全與 IP 相容的缺點，因此成為未來網路的基礎架構。

然而，單有 IP-based 的 MPLS traffic engineering 的機制，並無法滿足電信服務業者對靈活組網能力的殷切期盼。在實體的網際網路的世界裡，IP 路由器不代表網路的全貌。IP 路由網間往往不是單純靠 dark fiber 來互連，而是需要透過居中的眾多光傳輸、多工及交換設備來從事長距離大頻寬的訊務傳送。

自動波長配置功能是光傳送聯網的一個最新發展趨勢。IP 業務呈現爆炸性增長，對網路頻寬的需求不僅變得越來越大，而且由於 IP 業務量本身的不確定性和不可預見性，對網路頻寬的動態分配要求也越來越迫切。傳統的靠人工配置網路連接的原始方法曠日費時，已經難以滿足電信服務業者對新業務提供拓展的迫切需要，也難以適應市場競爭的需要。自動交換光網路（ASON）的概念應運而生。在傳統的傳輸網中引入動態交換的概念，使靈活地電路調度變成可能。這不僅是幾十年來傳輸網概念的重大歷史性突破，也是傳輸網技術的一次重要突破。而 GMPLS 正是其中的利器。

GMPLS 為目前國際上各重量級網路相關組織與設備商致力發展之新興網路尖端技術。本公司身為 OIF member 的一員，理當針對此一尖端網路技術進行深入之研究，透過設備功能之測試，來進一步了解與驗證相關之技術，以其同步跟上國際發展之腳步。

期望未來在中華電信研究所寬頻網路技術研究室利用「GMPLS 寬頻骨幹網路設備」建構一個以 IP 網路及 optical 網路為主的核心理論實驗平台。此平台將結合實驗室既有的網路設備及相關量測儀器，以進行靈活組網能力的評估與驗證，可作為本公司未來 IP 網路與傳輸網路技術整體規劃建置之顧問諮詢。