

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：實習)

Packet Telephony 網路測試技術師資培訓

服務機關：中華電信股份有限公司

電信訓練所

出國人 職 稱：講師
姓 名：張永孝

出國地點：美國

出國期間：自 92 年 9 月 14 日至 9 月 27 日

報告日期：92 年 12 月 15 日

H6

1009205233

系統識別號:C09205233

公務出國報告提要

頁數: 60 含附件: 否

報告名稱:

Packet Telephony網路測試技術師資培訓

主辦機關:

中華電信訓練所

聯絡人/電話:

胡玲/02-29639282

出國人員:

張永孝 中華電信訓練所 網路技術科 講師

出國類別: 實習

出國地區: 美國

出國期間: 民國 92 年 09 月 14 日 - 民國 92 年 09 月 27 日

報告日期: 民國 92 年 12 月 15 日

分類號/目: H6/電信 H6/電信

關鍵詞: 寬頻測試,MPLS,BGP/MPLS

內容摘要: 爲了提供客戶較高服務品質(Quality of Service, QoS)的寬頻網路環境，各電信公司都在積極建設網路平台，在建設的同時，除了須考量維運成本外，也需瞭解其網路所能達到的效能。本出國實習案的目的即是要研習國外先進公司，對寬頻網路效能的測試技術，研習期間爲民國92年09月14日至92年09月27日，共計14天，研習內容是以Spirent公司之Adtec AX/4000寬頻測試儀器爲主，利用本項寬頻測試儀器，可以對中華電信公司目前所擁有之訊框傳送(Frame Relay) 網路、TCP/IP網路、非同步傳送模式(Asynchronous Transfer Mode ,ATM) 網路、MPLS(Multiprotocol Label Switching)等各類網路及各式路由器進行包括封包loss、封包delay及throughput ...等多項測試，本報告內容所含蓋的測試項目包括L2之ATM寬頻測試、L3之IP寬頻測試、BGP(Border Gateway Protocol)通信協定測試、OSPF(Open Short Path First)通信協定測試、BGP/MPLS VPN(Virtual Private Network)測試，以及MPLS RSVP-TE(Resource Reservation Protocol-Traffic Engineering)測試，希望藉由這些測試技術的導入，可以進一步瞭解本公司各類網路的效能(performance)，進而提高本公司之競爭力。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

摘 要

為了提供客戶較高服務品質(Quality of Service , QoS)的寬頻網路環境，各電信公司都在積極建設網路平台，在建設的同時，除了須考量維運成本外，也需瞭解其網路所能達到的效能。本出國實習案的目的即是要研習國外先進公司，對寬頻網路效能的測試技術，研習期間為民國 92 年 09 月 14 日至 92 年 09 月 27 日，共計 14 天，研習內容是以 Spirent 公司之 Adtec AX/4000 寬頻測試儀器為主，利用本項寬頻測試儀器，可以對中華電信公司目前所擁有之訊框傳送(Frame Relay) 網路、TCP/IP 網路、非同步傳送模式(Asynchronous Transfer Mode ,ATM) 網路、MPLS(Multiprotocol Label Switching)等各類網路及各式路由器進行包括封包 loss、封包 delay 及 throughput ...等多項測試，本報告內容所含蓋的測試項目包括 L2 之 ATM 寬頻測試、L3 之 IP 寬頻測試、BGP(Border Gateway Protocol)通信協定測試、OSPF(Open Short Path First)通信協定測試、BGP/MPLS VPN(Virtual Private Network)測試，以及 MPLS RSVP-TE(Resource Reservation Protocol-Traffic Engineering) 測試，希望藉由這些測試技術的導入，可以進一步瞭解本公司各類網路的效能(performance)，進而提高本公司之競爭力。

目 錄

頁次

摘要		
第一章	前言	1-1
第二章	行程及實習內容紀要	2-1
第三章	AX/4000 寬頻測試系統簡介	3-1
第四章	ATM 寬頻測試	4-1
第五章	IP 寬頻測試	5-1
第六章	BGP 測試	6-1
第七章	OSPF 測試	7-1
第八章	BGP/MPLS VPN 測試	8-1
第九章	MPLS RSVP-TE 測試	9-1
第十章	實習心得與建議	10-1

第一章 前言

由於電信科技的進步及 internet 人口的快速成長，各電信公司多建設了寬頻網路，提供其客戶語音、數據及影像等整合多媒體服務，隨著寬頻訊務呈指數型態之蓬勃發展，各電信網路業者為了競爭，也需要提供一個較高服務品質(Quality of Service, QoS)的網路環境來爭取客戶，因此網路的建設須兼顧其成本以及網路的效能，就網路的效能而言，網路的可靠度(reliability)及可用度(availability)顯得相當重要，這些資料都需要進行寬頻測試，才能確保服務品質與競爭力的強化。

有鑑於此，本出國實習案最主要的目的，就是要研習各種寬頻網路的測試技術，這些測試包括非同步傳送模式(Asynchronous Transfer Mode, ATM)、TCP/IP 及 MPLS(Multiprotocol Label Switching)等網路，以及網路間所使用的路由通信協定，如 OSPF(Open Short Path First)、BGP(Border Gateway Protocol)。本次研習是在美國夏威夷之 Spirent 公司，共接受為期二週之訓練，主要設備是該公司所生產(併購自 Adtec 公司)而為各大電信公司所廣泛使用之寬頻測試儀器 AX/4000，此產品有兩款，一種是具 4Slots 可攜帶型(Portable)，另一種是具 16Slots 較多界面卡之 Mainframe 型，實際功能完全一樣。AX/4000 早期是用來測試 ATM，現在則配合網路技術的演進，可用來測試 IP、ATM、Ethernet 及 Frame Relay 等四種傳輸技術之效能及服務品質，使用者可

規劃自己所需的測試模組，採用高速可程式化的硬體，來提供快速、彈性之寬頻測試，目前最新之測試模組為 2.488Gbps 之 IP 介面，AX/4000 具完全模組化，有最大之彈性及擴充性，支援多使用者及多重控制選項，它包括了 Windows、UNIX、C 或 TCL 平台，甚至於可以創造出一個虛擬 AX/4000 系統。

本出國實習報告依實際研習內容作一簡要報告，第一章為前言、第二章為行程及實習內容紀要、第三章為 AX/4000 測試系統簡介、第四章為 ATM 寬頻測試、第五章為 IP 寬頻測試、第六章為 BGP 測試、第七章為 OSPF 測試、第八章為 BGP/MPLS VPN 測試、第九章為 MPLS RSVP-TE 測試、第十章為實習心得與建議。

第二章 行程及實習內容紀要

2.1 日期:民國 92 年 09 月 14 日至 92 年 09 月 27 日，共計 14 天

2.2 實習內容紀要

(一) 92 年 09 月 14 日：去程(台北→美國夏威夷)

(二) 91 年 09 月 15 日至 09 月 25 日：(扣除週休二日，實際研習日數共九日)，本次研習的主要課程內容如下：

項目	課程內容	日期
1	AX4000 L2 BROADBAND TESTING	9/15 ~ 9/17
2	AX4000 L3 BROADBAND TESTING	9/18 ~ 9/19
3	AX4000 HOW TO TEST BGP	9/22
4	AX4000 HOW TO TEST OSPF	9/23
5	AX4000 HOW TO TEST MPLS	9/24
6	BGP/MPLS VPN TESTING	9/25

(三) 92 年 09 月 26~27 日：回程(美國夏威夷→台北)

第三章 AX/4000 寬頻測試系統簡介

一、AX/4000 之特點

AX/4000 是一套寬頻測試器，它可用來測試同質性(homogeneous)及異質性(heterogeneous) 寬頻網路的 L2 及 L3 之 QoS 效能，所謂同質性網路指的是 ATM 與 ATM 間、FR 與 FR 間或 Ethernet 與 Ethernet 網路間，而所謂異質性網路指的是 ATM 與 FR 間、ATM 與 Ethernet 間或 ATM 與 IP 間或 FR 與 IP 間，而其所能測得之 QoS 參數則包括傳送延遲(latency)、loss、順序性(ordering)及 bit errors…等，茲綜合其特點如下：

1. 可橫跨多種技術來量測效能
2. 可量測 L2、L3 之效能
3. 可同時產生很多 Streams
4. 可動態模擬很多真實世界所產生的訊務型態
5. 可即時分析每一個 cell/frame
6. 可量測所有的 QoS 參數
7. 可達 Full Line Rate 來進行量測，亦即沒有速率的限制

利用 AX/4000 寬頻測試器可進行的測試項目，包括了 QoS 測試、BER(Bit Error Rate)測試及 Conformance 測試，其中還包含路由通信協定的 Conformance 驗證及 Routing test，例如：MPLS (RSVP-TE and CR-LDP/LDP)、OSPF、BGP-4 (EBGP and IBGP)、IS-IS、BGP/MPLS VPNs(RFC2547)、IPv6 Emulation、Flapping、Protocol debugging (capture and decoding)……。

二、AX/4000 系統架構

AX/4000 寬頻測試器有共同之硬體平台，故可節省投資，並增加使用

上之彈性，它有 4-Slot 可攜帶型及 16-slot Mainframe 兩種款示，功能上完全一樣，其中 16-slot mainframe 外觀如圖 3.1 所示，有較多之測試界面模組(Slot 1~16)，而 Slot 0 則為控制模組，整個 chassis，透過此介面可以同時支援 8 個 sessions(亦即可以有 8 個 USER 同時使用本項測試儀器)，AX/4000 之軟體作業系統，則支援 Window 2000/NT/XP 及 Solaris。

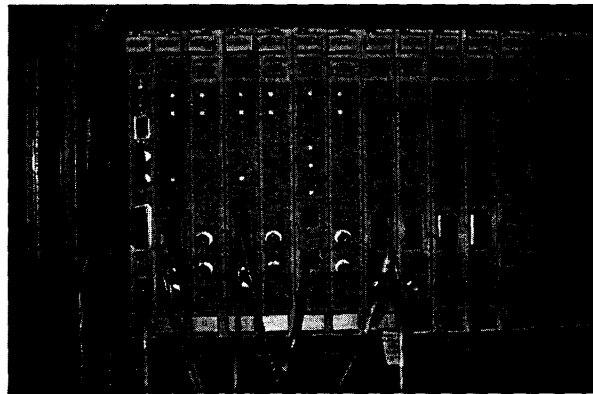


圖 3.1 AX/4000 寬頻測試器外觀

測試界面模組有一張含有可以產生多種訊務型態的產生器

(Generator, G) 及可同時接收訊務的分析器 (Analyzer, A) 之 G/A 卡片，再加上另一張介面卡片，就可以進行訊務模擬測試，目前之 G/A 卡片有 mAX(multiAX) 及 mAX/IP 兩種款式，mAX 卡片可提供 L2 及 L3 測試，但最多只能有三種 Protocols，而 mAX/IP 只有 L3(不支援 L2)，但可以同時提供各種通信協定(包括 IPv6)，至於介面卡片則有 FE、

GE、ATM 及 POS 等款式，可隨測試環境進行搭配，整個介面之運作模式如圖 3.2 所示。

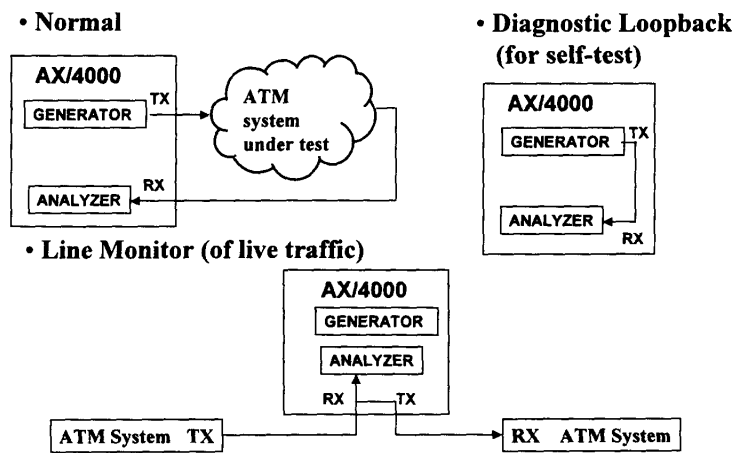


圖 3.2 測試介面之運作模式

三、即時寬頻測試訊務的產生與分析

3.1 AX/4000 寬頻測試器之 Generator(圖 3.3)

由於真實世界的寬頻訊務複雜且多變，故不能用簡單且重複之封包來測試網路及交換機，AX/4000 內之 Setup 精靈及邏輯功能方塊，可以很快地建立大量且複雜的訊務 Stream，例如 ATM 訊務產生器包含特殊的 traffic shapers，可依 PCR、SCR 及 MBS 來控制細包的釋放，而 IP 之訊務產生器則包括廣泛範圍之 Packet Length Distribution，產生器可模擬多媒體訊務及多重 QoS，每一 Source 能產生本身所定義之訊務型式，包括 Ethernet、MPLS、IP 及 Test Block Pattern。

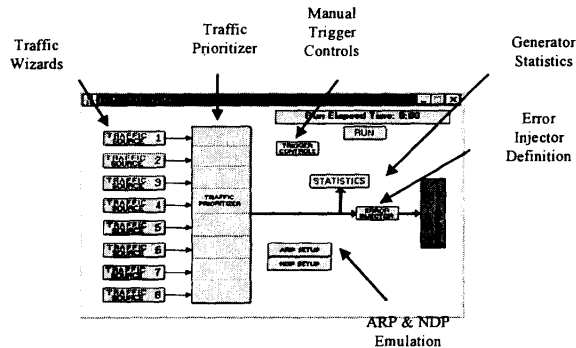


圖 3.3 訊務產生器視窗

Traffic Distribution Model 則係為產生真實的測試訊務，generator 包括多重之即時分配模式，從單一手動觸發封包至複雜之 Markov Modulated Poisson Process 分佈，如其分佈模型不合使用者需要，亦可加以修改。在 generator 內亦可對訊務排定優先順序(圖 3.4)，例如可指配較高之優先權給 CBR，而 VBR 則設為較低優先。

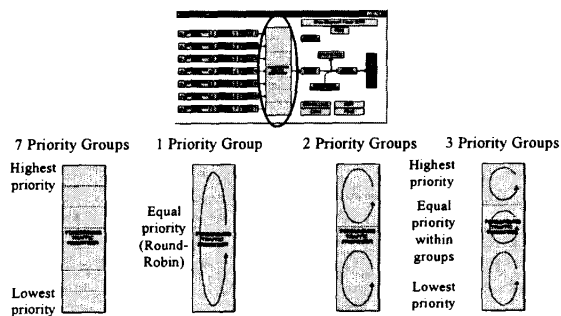


圖 3.4 優先器

在產生器內亦可 shape 及修改產生之訊務，以檢查被測試設備之 policing 及 error handling 的能力，Shaping 亦可幫助決定系統受影響之 errors，可注入 errors randomly 或 manually 來測試設備之偵錯及 error handling 能力。

3.2 AX/4000 寬頻測試器之訊務接收器 Analyzer(圖 3.5)

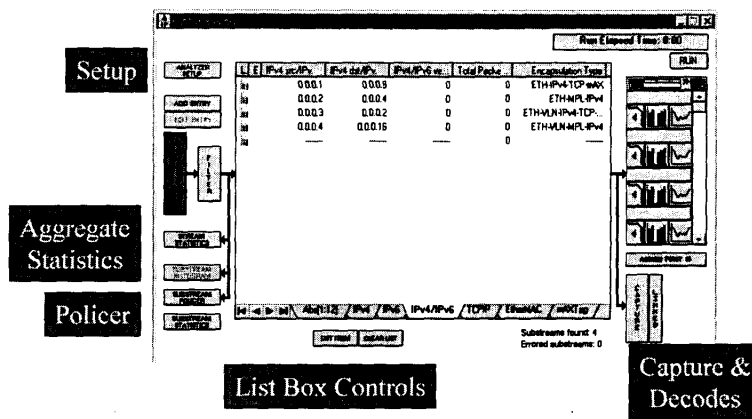
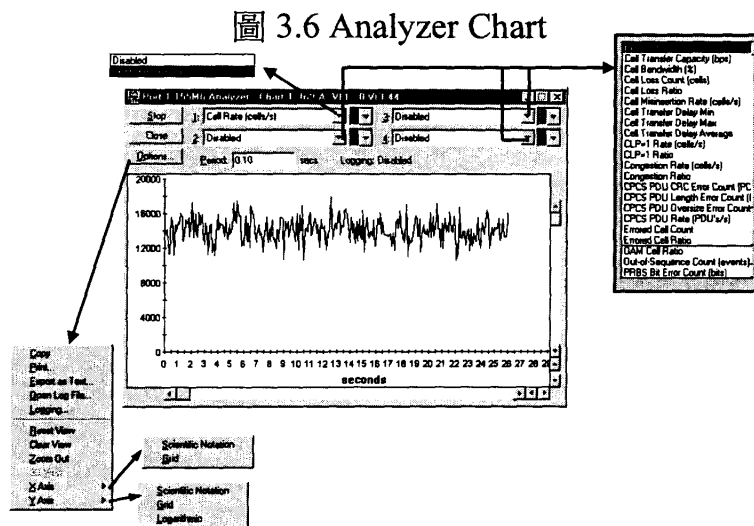


圖 3.5 訊務接收器視窗

AX/4000 之訊務產生器 Analyzer 允許同時分析大量的 Streams(最多同時 4095 條)，它可自動識別並提供連續 QoS 及效能的量測，其內之 traffic filter 可依不同之 Criteria(如 packet cell 的 identifier 或其型態)，識別出 4095 條 substreams，亦可依特定內容作 filter，以監測特定之 tagged substream 及 test blocks，analyzer 之 Capture

功能，除了提供線上統計外，亦可 full rate capture 訊務作進一步分析或作 protocol decoding，它亦可依特定的事件或錯誤，來自動或手動 trigger capture 的功能，由於是 full rate，Analyzer 接收到之每一 packet 或 cell 的每一單一 byte。至於其收集到之全部統計資料可儲存在 disk，以供進一步分析，亦可透過 Histograms 及 Charts，轉換為圖形方式，以便利使用者分析(圖 3.6)。



四、AX/4000 測試系統的啟動

本節所述在 Windows 環境下接取 AX/4000 的步驟，皆可適用於後面各章的測試，(後述各章之測試步驟將不再重述本說明)。

1. 先將 AX/4000 控制模組(Slot 0)上之 Ethernet port 指配一個 IP 位址，再用 RJ-45 Cable 將此 port 連接至同一網段內之一台已開機 PC，而該 PC 也已經事先安裝了 AX4000 Controller Software。
2. 開啟 AX4000 後面背板之電源開關。
3. 經由 Window 桌面之程式集 → Spirent Communication → AX4000

Controller Software 啟動 Network Access GUI(圖 3.7)。

4. 在圖 3.8 之畫面下，Click Admin 後選取 Assign systems 下 assign globally for client/server，可改變 AX/4000 之 IP 位址。
5. 按左邊之+號圖示，會顯示出該測試系統上所有可用之 port(圖 3.9)，其中綠色表示該 port 已 ready，紅色表示被鎖住(lock)。
6. 再點選其中之 port，該 port 會變成眼鏡符號表示 reserved(圖 3.10)。
7. 按 AX/4000 tab，即可啟動 AX/4000 之 GUI 畫面(圖 3.11)。

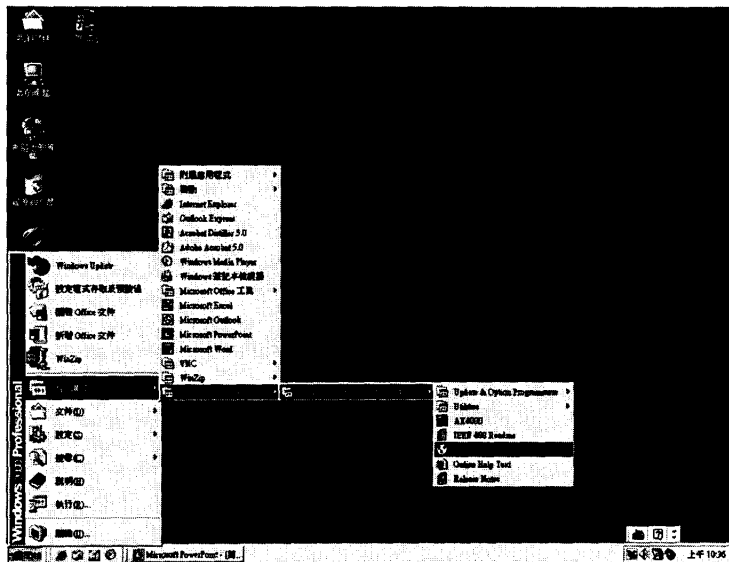


圖 3.7 Window Network Access GUI

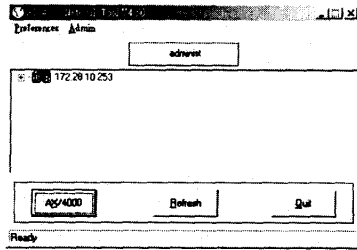


圖3.8 起始畫面

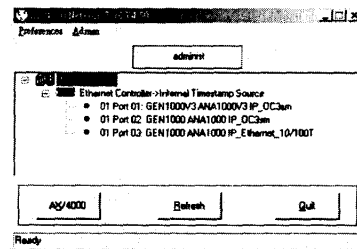


圖3.9 介面卡片ready

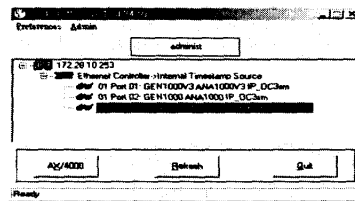


圖3.10 介面卡片已經被 reserved

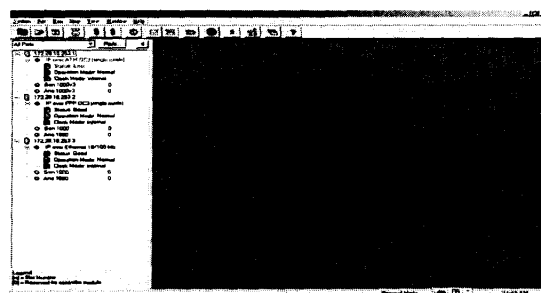


圖3.11 Reserve port 後作 initialize

第四章 ATM 寬頻測試

一、ATM 基本原理

ATM(Asynchronous Transfer Mode, 非同步傳送模式)交換機技術是一種連結導向(connection-oriented)技術，將不同種類的資訊加以包裝切割成長度相同且固定的細包(CELL)，以細包的方式在通信網路上傳送，細包長度為 53Bytes，其中前 5 個 Bytes 是整個細包的標頭(Header)，其餘 48 個 Bytes 為資料酬載(Payload)，交換機依據每個細包前面 5 個 Bytes 的標頭內之 VPI 及 VCI 來進行交換。

虛擬路徑(Virtual Path, VP)是一組的虛擬通道，描述如何以一共通辨識碼來傳送屬於若干虛擬通道的單向 ATM 細胞概念，此辨識碼稱為虛擬路徑辨識碼 (Virtual Path Identifier, VPI)，共 8 BITS。虛擬通道 (Virtual Channel, VC) 是 ATM 網路中兩個端點間特定的路由，描述如何以一個共通、唯一的辨識碼來傳送單向 ATM 細胞的概念，此辨識碼稱為虛擬通道辨識碼 (Virtual Channel Identifier, VCI)，共 16 BITS。ATM 細胞交換與傳送如圖 4.1，ATM 交換機的任務就是把進來之某一 VPI/VCI 的細胞交換至另一 VPI/VCI 的細胞。

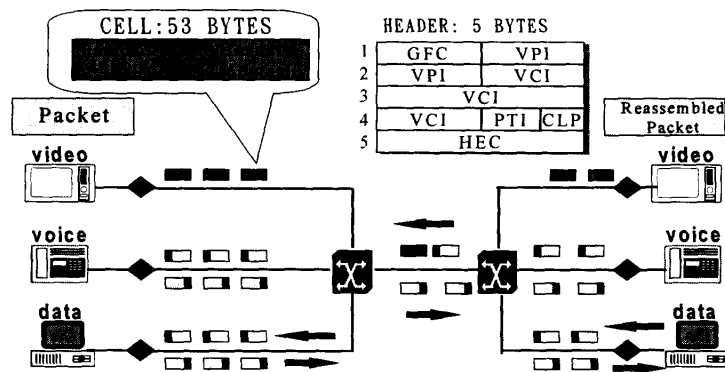


圖 4.1 ATM 細包交換與傳送

ATM 非同步傳送模式兼具多工、交換與傳輸資訊的特定方法，採快速 CELL SWITCH，由客戶所需之服務等級決定通信頻寬，高頻寬表示於虛擬電路上單位時間內 CELL 出現的次數較多，低頻寬表示單位時間內 CELL 出現的次數較少，它是實現寬頻交換網路之核心技術。

透過 VTOA(Voice Telephony Over ATM)的技術，ATM 設備能將傳統的語音轉換為 ATM CELL，所以它可以和 PSTN 介接，客戶透過接取網路(如 xDSL)可以在同一個基礎網路上來傳送語音、數據及視訊資料。

ATM 網路利用統計多工，將頻寬精確地分配給需要的使用者，並利用明確的 QoS，以確保所提供的傳輸具一定頻寬，因不同種類的封包訊務所需的 QoS 要求不同，所以網路必須同時滿足所有不同的 QoS 要求。

目前的 IP 服務為 UNRELIABLE、CONNECTIONLESS, 尚無法支援明確的 QoS，而只提供儘可能型(best effort)。ATM 網路則以訊務契約明

訂每一客戶服務類別(如 CBR)的訊務參數(如 PCR) 及其 QoS 參數(如 Cell Delay, Cell Loss) ，所以 ATM 網路可說是具網路分等、服務分級、價格分類等品質保證(QoS)之網路。

ATM 服務類別可分為以下五種(圖 4.2):

1. CBR(Constant Bit Rate 固定位元速率):支援需要穩定連續位元流、可預期傳輸速率、延遲時間最小以及極少的細包丟棄連結，提供固定頻寬的服務，應用在語音、電路模擬等即時性的服務。

2. rt-VBR (Real-Time Variable Bit Rate 即時變動位元速率):支援需要嚴格限制延遲時間，且需傳送叢發式資料，漏失率低的連結，傳送速率可以改變，但連結的兩端需維持時效性，應用於具有突發性且即時性需求的資料服務上，如視訊會議。

3. nrt-VBR(Non-Real-Time Variable Bit Rate 非即時變動位元速率):支援一些需要傳輸叢發式資料，漏失率很低但不在意時效性(延遲)的連結，應用於具有突發性且非即時性需求的資料服務上，如檔案傳送。

4. UBR(Unspecified Bit Rate 未指定位元速率):支援一些對網路效能完全沒有要求的連結，類似 Internet，在傳輸延遲和封包漏失上都沒有限制，當網路發生擁塞時，本類別的細包會首先被丟棄掉。適用於非即時、突發性資料的應用，如 E-MAIL。

5. ABR(Available Bit Rate 可用位元速率):支援需要高速率，又有叢發性質的傳輸，它容忍速度的變化及網路延遲，但要求高品質、低漏失率，通常是使用在 LAN-WAN 之間的服務，如 Router 的資料，ABR 有 Flow Control 的功能，可防止壅塞。

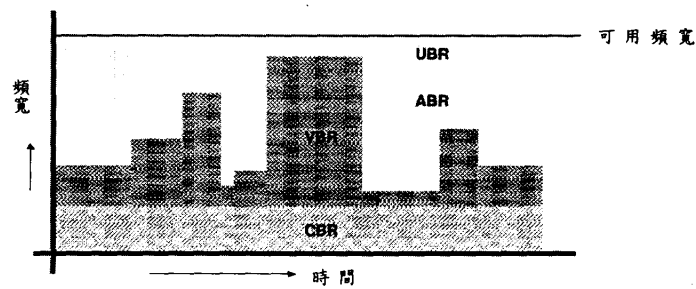
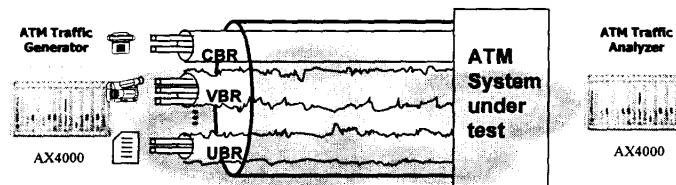


圖 4.2 ATM 服務類別

二、ATM 寬頻測試架構(圖 4.3)



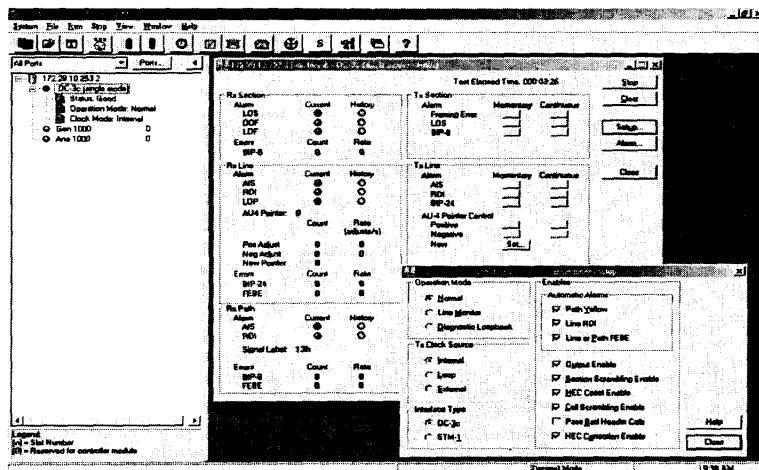
連上光纖將TX及RX作loopback,operation mode設為normal

圖 4.3 ATM寬頻測試架構

在此測試架構下所需設備包括:一台具 admins 權限並裝有 AX/4000 controller 軟體之 Controller unit (PC 或 Laptop) 、一台 AX/4000 chassis (mainframe or portable) 、具 ethernet controller module 之 AX/4000 、一個 mAX G/A 測試模組、一個 ATM OC-3 或 OC-12 介面模組(剛開始時不接 FIBER) 、一個 Ethernet 10/100 介面 (L2) 、一條光纜、一條 RJ-45 線、一個具 bridge IEEE 訊務之 DUT

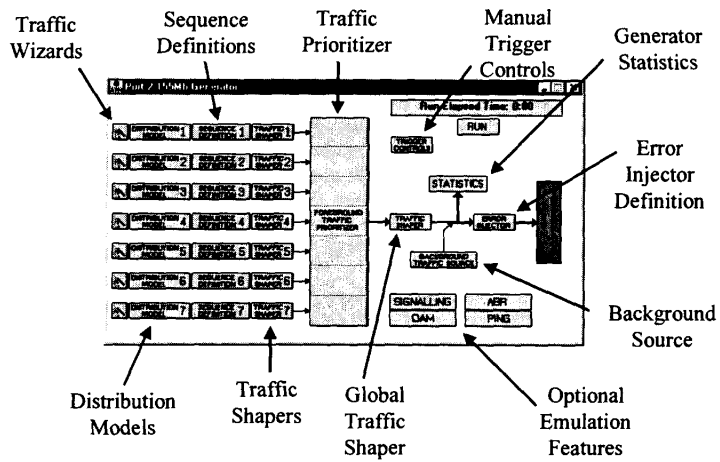
三、ATM 寬頻測試步驟圖示說明

1. 設定 AX/4000 ATM 測試界面(如 OC-3)之組態



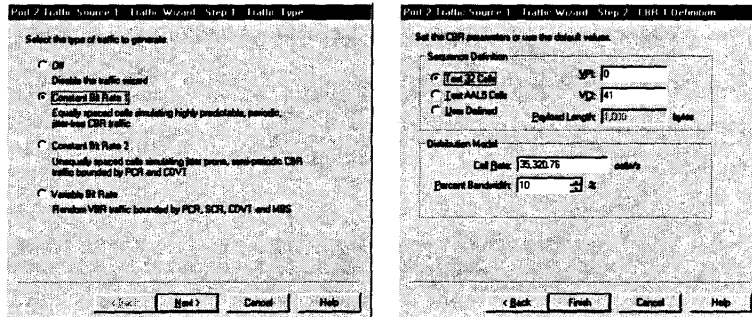
2. 產生 ATM 測試訊務(定義測試訊務)

Generator 可產生七種 foreground 的 sources, 可分別設計七個 COS, 其產生之 ATM Cell 可以選擇 Test cell、AAL5 cell、AAL5 cell 或 IP(L3)Test cell。



用 traffic wizard 產生 PVC 訊務

Traffic Wizard - CBR 1



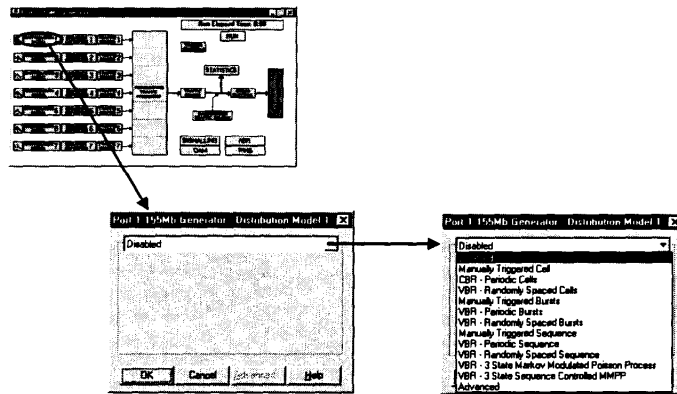
開啟 GENERATOR 1 , TRAFFIC SOURCE 1 旁之 TRAFFIC WIZARD: 選

CBR1(沒有 CDVT), TEST 32 CELLS(利用 PRBS 可測 QoS)

開啟 GENERATOR 2 , TRAFFIC SOURCE 1 旁之 TRAFFIC WIZARD: 選

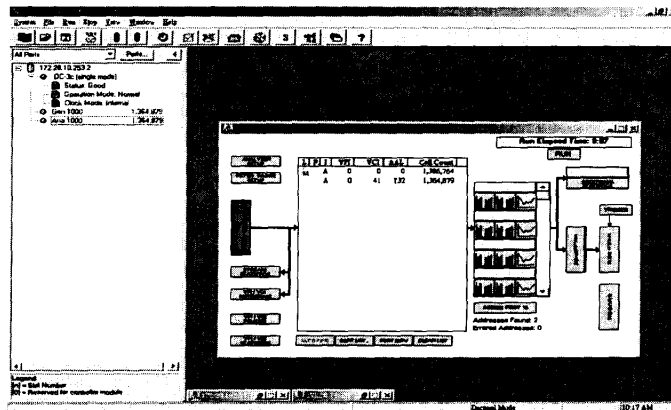
CBR2(有 CDVT), TESTAAL5 CELLS(利用 PRBS 可測 QoS, 並可載送 DATA)
 開啟 GENERATOR 3, TRAFFIC SOURCE 1 旁之 TRAFFIC WIZARD: 選 VBR(有
 SLA), USER DEFINED CELLS(沒有 QoS, 並可載送 DATA), 其
 ENCAPSULATION PROTOCOL 為 FTP/TCP/IP/FR DLCI/AAL5

Generator - Distribution Model

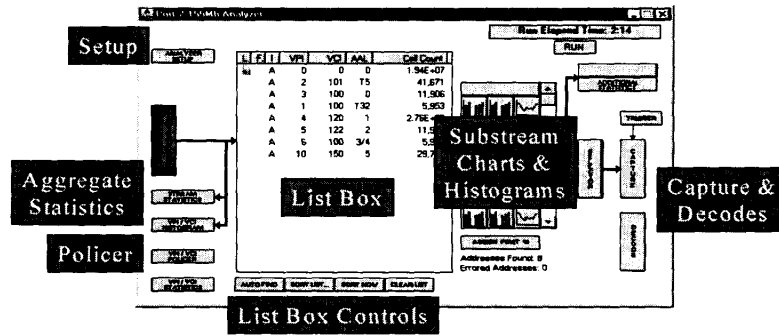


3. 分析訊務

設定 ANALYZER

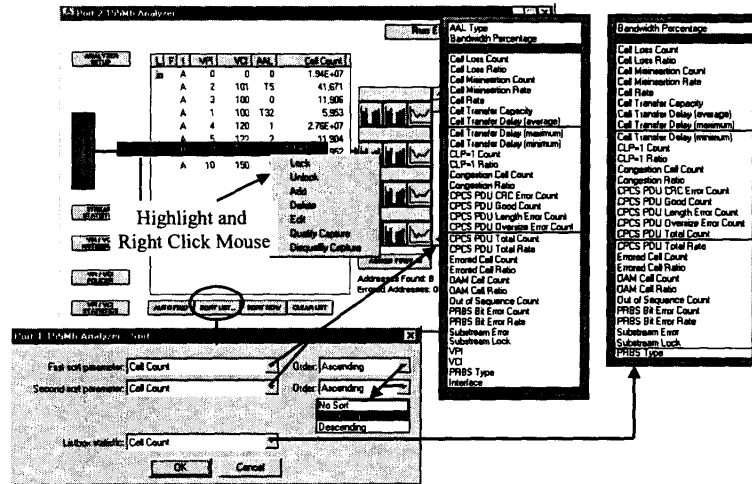


Analyzer 至多可進行 2040 channel 之 ATM 及 AAL-5 QoS 測試，亦可作即時 ATM/AAL 層統計及 traffic policing。

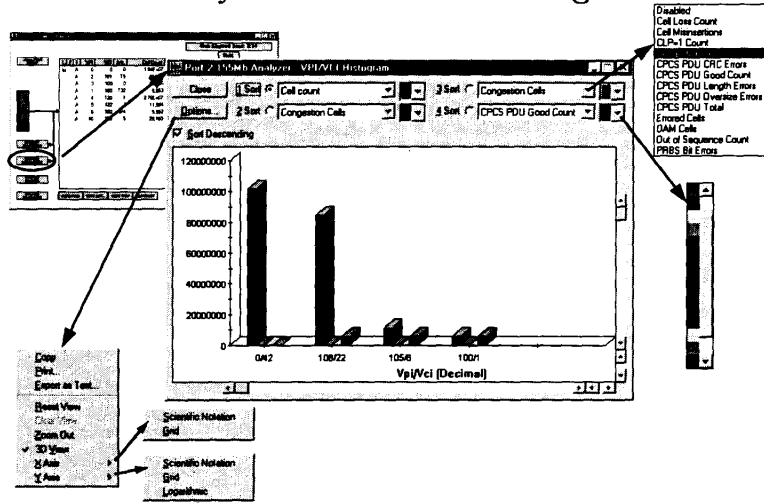


ATM QoS 的測量可包括 CTD、CDV、CER、CLR、CMR 及 SECB (Severely Error Cell Block)

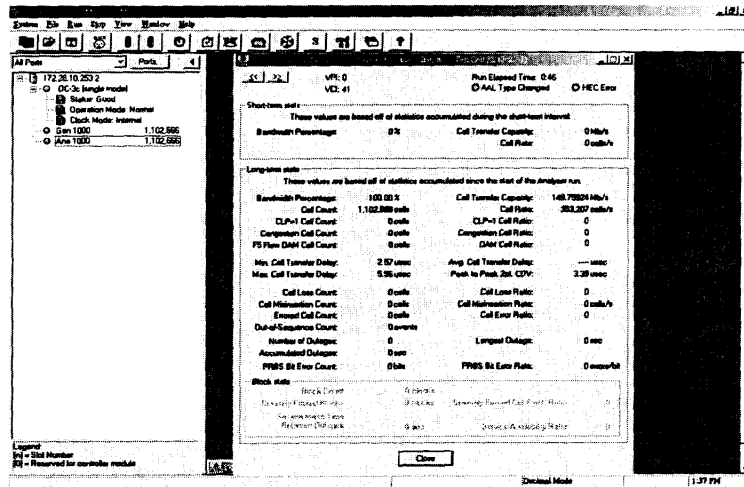
Analyzer List Box



Analyzer - VPI/VCI Histogram



QoS 統計資料

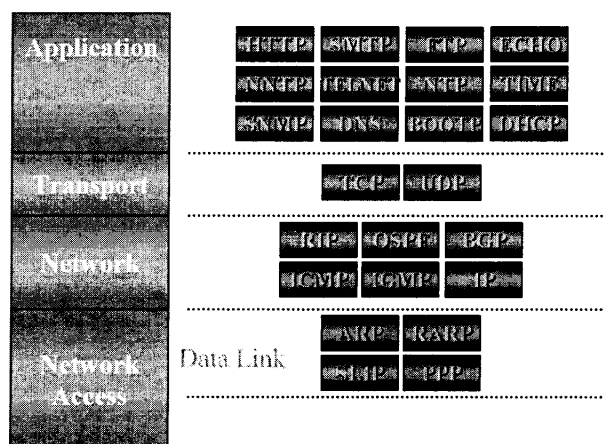


第五章 IP 寬頻測試

一、IP 基本原理

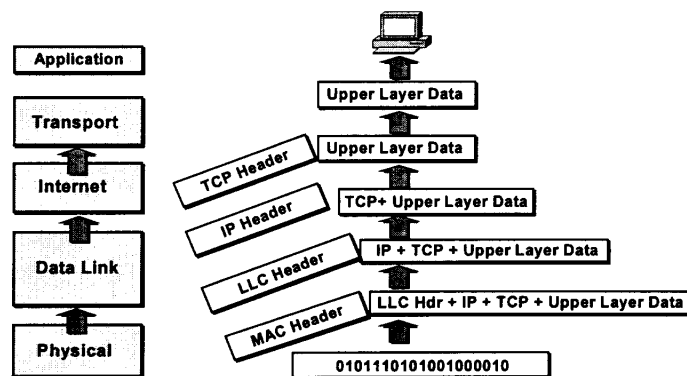
由國際標準組織 ISO (International Standard Organization)制定之網路分層架構標準稱為 OSI(Open Systems Interconnection)參考模型，它從實體傳輸介質至上層網路應用，由低而高共包括七個層級，以便清楚完整規範網路應有之功能元件以及必須遵守的準則。而 Internet 通信協定集常稱為 TCP/IP 通信協定，它並沒嚴格定義通信層級，一般將 TCP/IP 通信協定分為四層包括處理層 (Process Layer)、主機對主機層 (Host-to-host Layer)、網際網路層 (Internet Layer)、網路存取層 (Network Access Layer)，IP(Internet Protocol)通信協定位於網際網路層，主要提供多個互連網路間之路由(Routing)功能(圖 5.1)。

圖5.1 Internet 通信協定



第一層實體層(Physical Layer,L1)定義連接到傳輸媒體的電氣、機械介面(electro-mechanical interface)特性及佈線方式，實體層個體(physical layer entities)藉由實質媒體(physical medium)互連，常見設備如網路卡、集線器、傳輸媒體。第二層資料鏈路層(Data Link Layer,L2)將實體層送來的資料信號合成一個資料框(frame)，或將網路層送來的資料框拆解成封包給實體層，以及單一通訊鏈路上的錯誤控制，使網路個體(network-entities)之間的資料鏈路連接(data-link-connections)能被建立、保持及釋放，常見設備如交換式集線器、橋接器。第三層網路層(Network Layer,L3)使運送個體(transport-entities)在 network connection 的建立及運作中，無須作 routing 及 relay 的考量，負責建立、維護、結束兩台電腦之間的路徑，跨網資料的交換，與通訊子網的傳輸介質及 topology 無關。TCP/IP 內資料封裝程序如圖 5.2

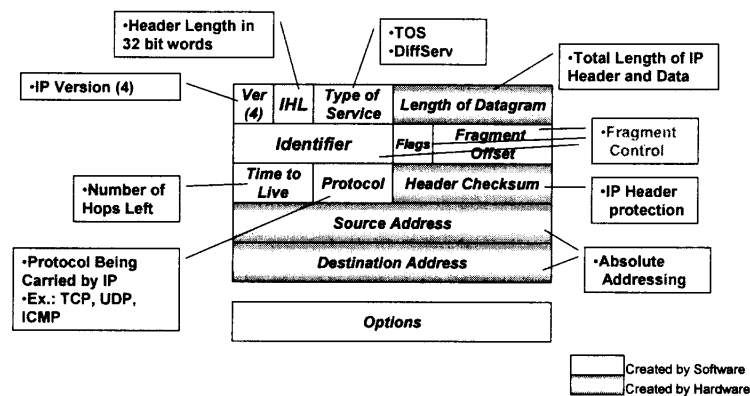
圖 5.2 TCP/IP 資料封裝程序



為能提供有效路由功能，制定了 IP 定址機制，網路上每一部機器均須有一個唯一的 IP 位址，IP 位址是一 32 位元的數字，以點號分開成 4 個位元組來表示之，並且寫成十進位數以方便閱讀。IP 位址代表某一網路中的某一主機，包含兩個部份，第一個部份指定網路，第二部份再指定此網路中的某一台主機，IP 標頭格式如圖 5.3。

IP

圖5.3 IP Header

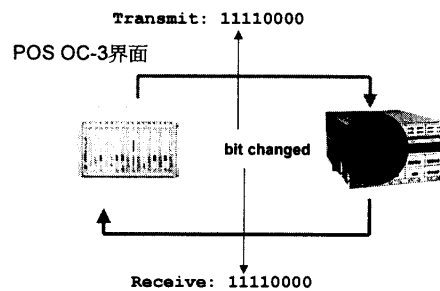


TCP (Transmission Control Protocol) 是端對端傳輸層內最重要的協定之一(另一個是 UDP)，TCP 的功能包括:提供連線導向式 (Connection-Oriented)及可信賴的端對端資料傳輸服務 (Sequencing, Checksum)，滑動窗式(Sliding Window)流量控制與重新傳送(retransmission)之傳送通信協定。所謂連線導向係指 TCP 首先利用控制資訊和對方建立連線，也就是連線前的

握手(handshake)動作，之後再傳送資料，最後還有終止連線的動作。TCP 採三向式握手(three-way handshake)建立連線，首先，由客戶端向伺服器發出 SYN 訊息，表示要求建立 TCP 連線，若伺服器接受連線，則回應 SYN/ACK 訊息，客戶端收到之後再回應 ACK 訊息，然後即可開始傳送資料。

二、IP 寬頻測試架構(圖 5.4)

圖5.4 IP 測試架構

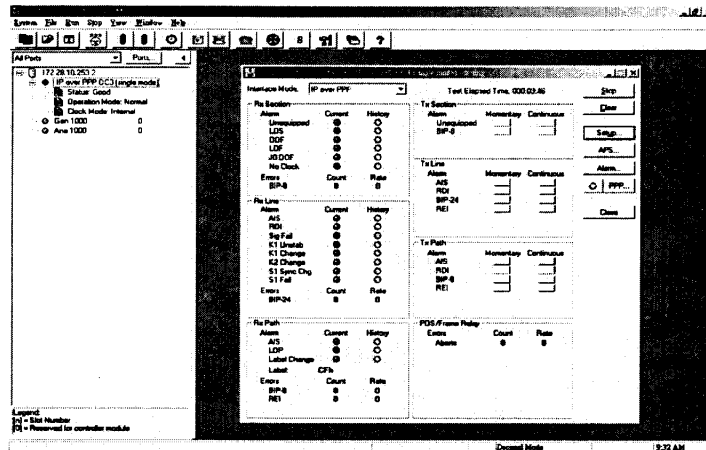


在此測試架構下所需設備包括：一台具 admin 權限並裝有 AX/4000 controller 軟體之 Controller unit (PC 或 Laptop)、一台 AX/4000 chassis (mainframe or portable)、具 ethernet controller module 之 AX/4000、二個 mAX G/A 測試模組、二個 Ethernet 10/100 介面 (L3)、二條 RJ-45 線、一條光纜、一個具 ROUTE IP 訊務之 DUT (ERX 700)。

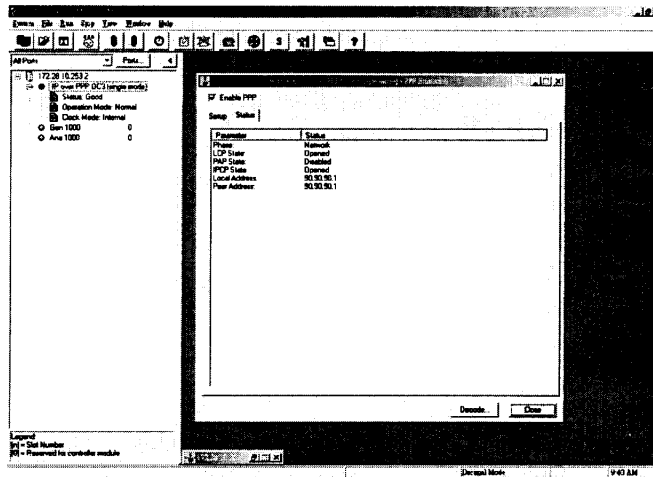
三、IP 寬頻測試步驟圖示說明

1. 設定 IP over PPP OC3 介面

設定 IP over PPP OC3 介面



ENABLE PPP/STATUS



2. 設定 GENERATOR(定義測試訊務)

EDIT IP Packet

The 'EDIT IP Packet' window contains the following sections:

- Type:** Flow ID
- Error mask:** [Dropdown menu]
- Options:**
 - Create test stream for Each flow
 - Aggregate of flows
- IP Section:**
 - Address: [Field]
 - Protocol: [Field]
 - Port: [Field]
 - Port: [Field]
- TCP Section:**
 - Ver: 4, Len: 5, Seq: 000, Win: 65535, Len: 144
 - Res: [Field], Flags: [Field], Win: [Field], Len: [Field]
 - Time To Live: [Field], Priority: [Field], Check Sum: [Field]
 - Source Address: 2.2.2.2
 - Destination Address: 1.1.1.1
- Test Block Section:**
 - Port: [Field], Seq: [Field], Len: [Field], Seq: [Field], Seq: [Field], Seq: [Field], Seq: [Field]
 - Time stamp: [Field]
 - Seq: [Field], Seq: [Field], Seq: [Field], Seq: [Field]
- Buttons:** Save, Open, Preview, Export, Full Mesh, Set & Dest, OK, Cancel, Help

3. 產生多重 IP FLOWS

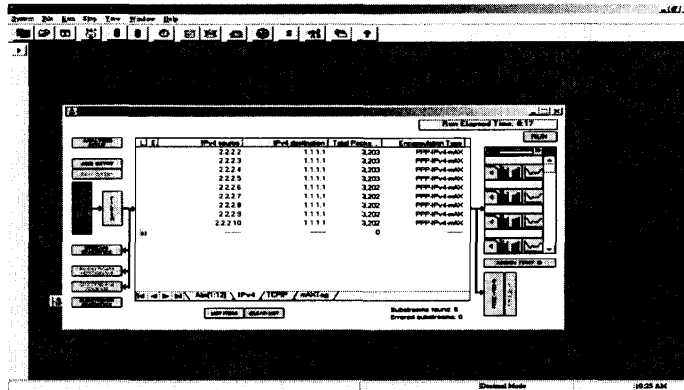
STEP SOURCE ADDRESS

The 'STEP SOURCE ADDRESS' dialog box includes the following options and fields:

- Fixed:**
 - Address: 2.2.2.2
- Random (Uniform):**
 - Starting address range: 2.2.2.2
 - Ending address range: 2.2.2.2
 - Address mask: 255.255.255.255
 - Number of addresses: [Field]
- Step:**
 - Starting address range: 2.2.2.2
 - Number of addresses: 4
 - Step applied: 0.0.0.1
- Step addresses:**
 - Skip adjacent addresses
 - Skip adjacent addresses
 - Prefix length: 8
- Buttons:** OK, Cancel

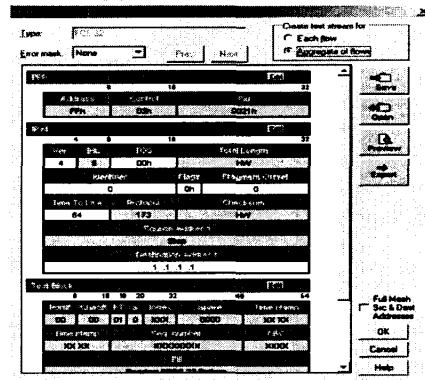
4. 設定 ANALYZER(可觀察每一 FLOW 之 SUBSTREAM STATISTICS)

MULTIPLE FLOW ANALYZER

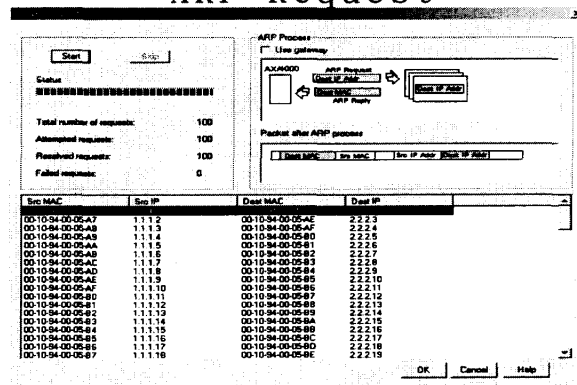


5. 用 mAX Tag 分析(Aggregate of flows)

Aggregate of flows



ARP Request

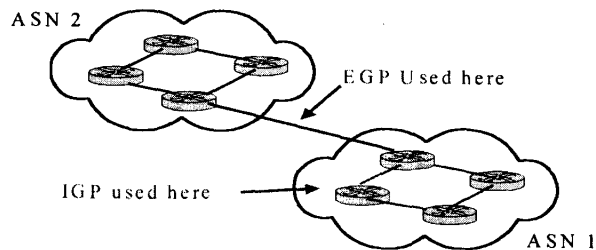


第六章 BGP 測試

一、BGP 基本原理

BGP(Border Gateway Protocol)提供不同自治區(Autonomous System, AS)間可以避免造成環狀(loop)之網域間的路由資訊，一個 AS 是在一技術管理者內具有相同路由策略的一群路由器，AS 內通常使用如 RIP、SPF、IS-IS 等 IGP(Interior Gateway Protocol)，AS 間則使用如 BGP 作為 EGP(Exterior Gateway Protocol)，即使 AS 內可能同時使用不同組合之 IGP，但對外而言，AS 是一個單一的個體，因此它有一個固定的識別碼(圖 6.1)。BGP 不像其他的路由通信協定，它本身不會互相彼此發現而交換資訊，而是需要通過明確的設定其 BGP Peer(或稱為 BGP neighbor)後，才能互相交換路由資訊。

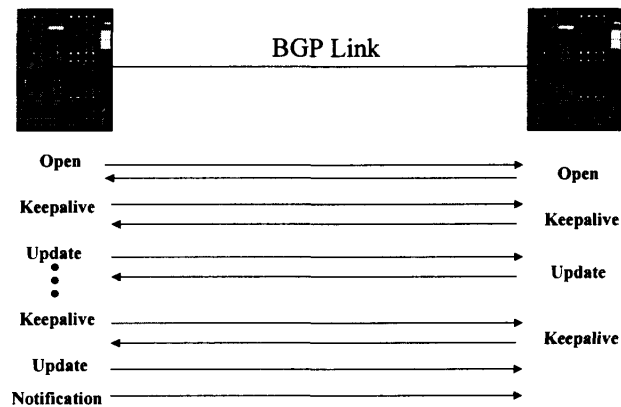
圖 6.1 IGP s vs. EGP s



當兩個具 BGP 的路由器被規劃為 BGP Peers 時，他們之間會建立一個 BGP Session 來交換路由資訊，所謂的 BGP session 就是按照 BGP

通信協定來交換資訊的一個 TCP 連結，TCP 連結可以提供很可靠及可流量控制的路由資訊傳送。IBGP (Internal BGP)是在相同 AS 內，EBGP(External BGP)則是存在於不同之 AS 間，IBGP 和 EBGP 雖然有相同的資訊型態，但是其傳送規則仍有所不同，IBGP 的路由器間必須規劃為完全連結(Fully meshed)，亦即 AS 內每一對的 peer 皆需有一個 BGP session，EBGP 則不需作完成連結，但需作實體的連線。BGP 通信協定包含訊息，在 BGP session 內所交換的 BGP 訊息有下列五種型態(圖 6.2)：

圖 6.2 BGP-4 Packet Flow



1. Open BGP 訊息—為 TCP 建立後之第一個訊息。
2. Update 訊息—是 BGP 內最重要的訊息,用來宣告可以到達或抽退之 route to prefix。
3. Keep alive 訊息—定期檢查 TCP 連結是否仍存在。

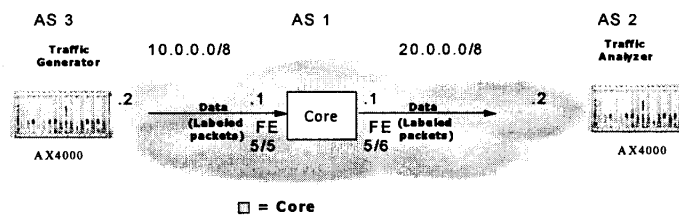
4.Notification 訊息—用來告訴對方 BGP session 結束的原因。

5.Route refresh 訊息—用來告訴對方修改過或新的 policy。

一個 BGP 路由是由一個 prefix 及一組的 path attribute 所構成，它是存在 RIB(Routing Information Base)內，prefix 代表使用路由可以到達的一組 IP 位址，path attribute 則提供一些路由的額外資訊，例如 AS-path、Next-hop、originator ID...等等。

二、BGP 寬頻測試架構(圖 6.3)

圖 6.3 BGP 測試架構



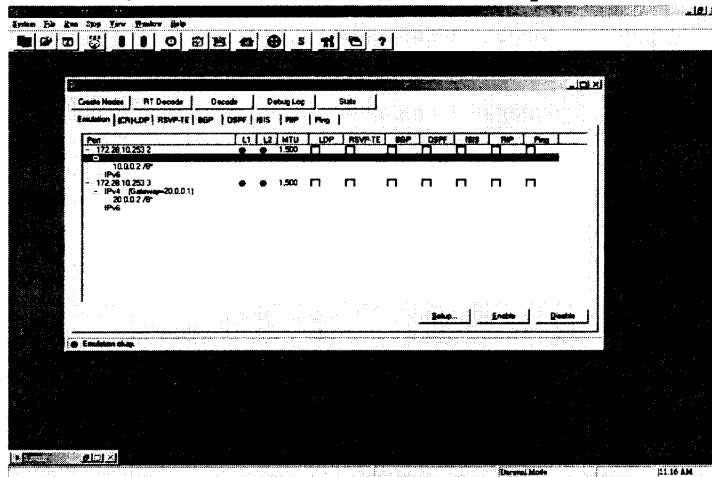
先建立好 ERX ROUTER 之 BGP 組態(二個 ETHERNET 介面)

在此測試架構下所需設備包括：一台具 admin 權限並裝有 AX/4000 controller 軟體之 Controller unit (PC 或 Laptop)、一台 AX/4000 chassis (mainframe or portable)、具 ethernet controller module 之 AX/4000、二個 mAX /IP G/A 測試模組、二個 Ethernet 10/100 介面(L3)、二條 RJ-45 線、一個具 BGP-4 之二個 Ethernet 介面 DUT(ERX 700 router)

三、BGP 寬頻測試步驟圖示說明

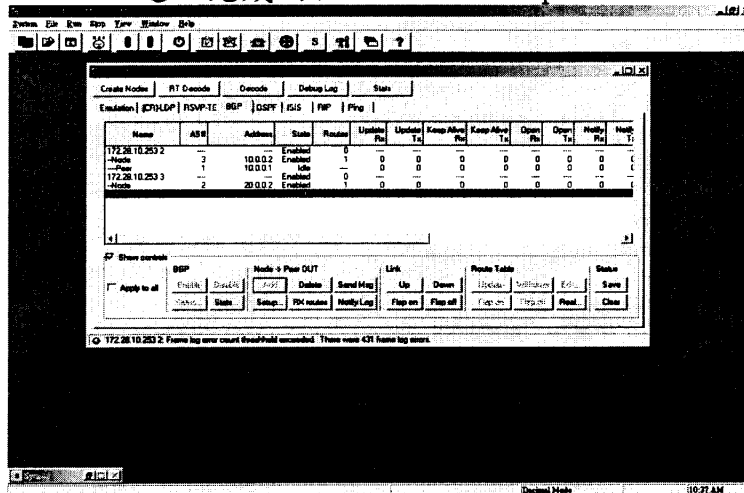
1. 建立 AX/4000 和 DUT 間之 BGP peers(建立 IP 位址)

建立 AX/4000 和 DUT 間之 BGP peers



2. 建立 BGP nodes 及 peers(設定 BGP Protocol)

建立完成兩個 BGP nodes 及 peers

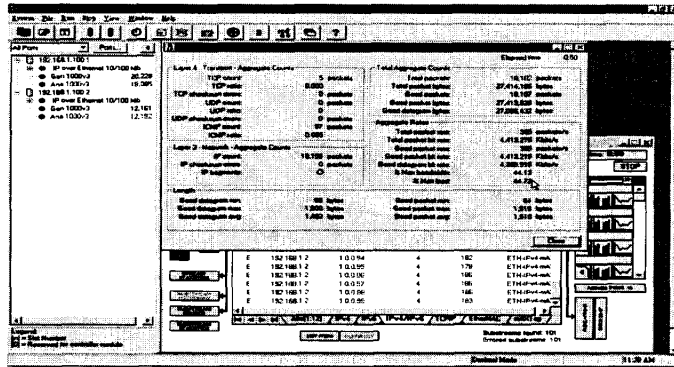


3. 傳送 BGP ROUTE TABLES 至 DUT

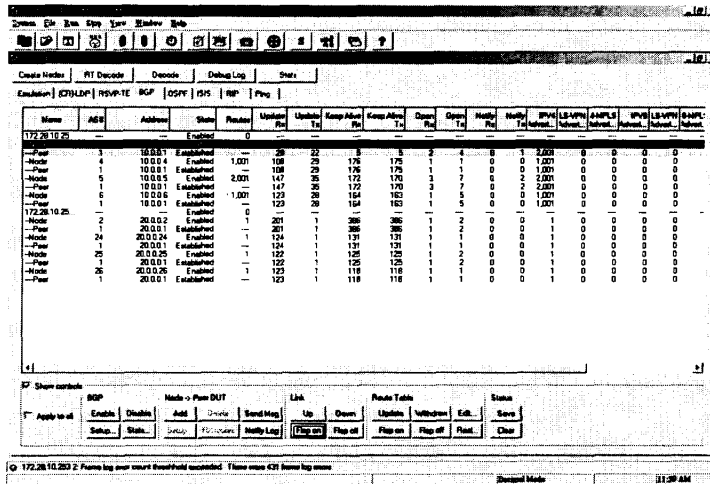
- Forwarding Performance: Use BGP4 to set up large route tables
- Stress router with traffic "to" routes
- Measure QoS(Throughput, Loss , Sequence , Latency)

5. 分析 ROUTER 訊務

Analysis each stream



automatic flapping



第七章 OSPF 測試

一、OSPF 基本原理

在 IP 網路層必須能透通的將資料傳送服務給上層使用，負責處理有關資料由一部電腦傳給另外一部電腦，因此網路間須設置一至數部對外的閘道器(gateway)或路由器(router)，路由器所連接的各個網路可能採不同的傳輸介質，當資料片由一網傳送至另一網之前，若其長度超過傳輸介質能負荷的最大量時，需將資料片拆解成較小的資料片，接收主機的 IP 則負責將這些小的資料片重組成原來的資訊。

路由器為了能順利把封包轉送到目的地，它們之間需要互相交換路由訊息，因此得依靠其它路由器提供的資訊來學習網路的拓撲結構，每一台路由器會向其它的路由器宣告自己的存在，同時公佈自己擁有可抵達的網路，路由通信協定分類如圖 7.1。

圖 7.1 路由通信協定分類

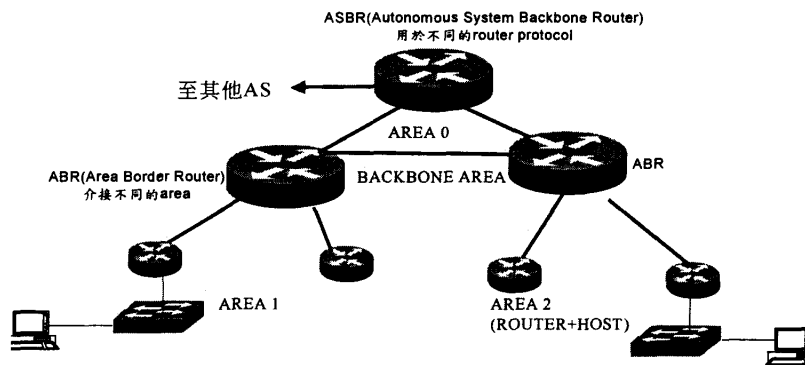
	DISTANCE VECTOR	LINK STATE
IGPs	RIP(TCP/IP) HELLO(NSF) GGP IGRP(CISCO) EIGRP(CISCO)	OSPF(TCP/IP) IS-IS(OSI) EIGRP(CISCO)
EGPs	EGP BGP	IDPR

IGP:Interior Gateway Protocol
EGP:Exterior Gateway Protocol
RIP:Routing Information Protocol
OSPF:Open Shortest Path First
BGP:Border Gateway Protocol
IDPR:Inter-Domain Policy Routing

GGP:Gateway to Gateway Protocol
IGRP:Inter-Gateway Routing Protocol
EIGRP:Enhanced IGRP(DUAL)
IS-IS:Intermediate System to Intermediate System

OSPF(Open Short Path First)即是動態路由的一種，其主要特點為
OSPF 會根據網路的拓撲架構計算路由，不會因為部分網路斷線導致
迴圈。此外，網路上的改變會立刻傳送到整個網路，讓全部的路由器
更新本身的拓撲，收斂時間極短，而且只會在連結狀態改變時才傳送
更新，節省了網路頻寬及 ROUTER 的計算資源，每個 router 會把各
段連線的傳輸速率納入考量，因此可選出較佳的傳輸路徑。OSPF
router 有全部 topology 資訊，沒有最大 hop count 的限制，適用在大
型的網多重路徑支援能力強。OSPF 網路架構如圖 7.2，一個 AS 由一
個以上 AREA 所組成，每一 AREA 有自己的 TOPOLOGY
DATABASE，一個 area 約可收容 40 ~ 50 台 router，AS 內之
ROUTING 可分為 INTRA-AREA 及 INTER-AREA ROUTING，若 area
無法直接連至 backbone 者須建立 Virtual Link 連到 ABR。

圖 7.2 OSPF Area



OSPF 運作原理包括下述程序

1. Establish Router Adjacencies: 每一 router 送一個包含 router

ID,DR/BDR IP address 的 Hello Packet 給 neighbor router，同時也會收到 neighbor router 傳來的 Hello Packet 。

2. Discovery Routes: 每一 router 在交換一次或多次的 database

description packets 之 LSA (Link state advertisement) 後,會回送一個包含 sequence number 的 link-state acknowledgement(LSACK) Packet

給 neighbor router，所有 router 都會異動連結狀態資料庫,當 Area 內連結狀態資料庫都相同時即進入了 full state 。

3.choose routes/maintaining routing information :DR(Designated Router)

代表 multi access Network，每個 router 都鄰接 DR，OSPF router 會選擇 priority 較高者或選 highest IP address of active interface 為 DR，

經由 router 的鏈路狀態廣播(Link State Advertisements, LSA)功能，使得 Router 內路由資料庫的 link 有：

1. Router Link：網內的 router send a link to neighbor

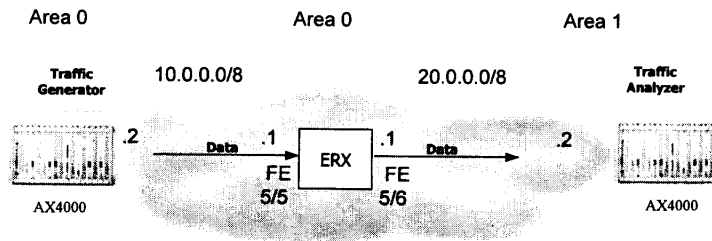
2. Network Link：由 DR (Designated Router)發出有關 router connected network segment

3. Summary Link：由 ABR 發出有關網路內的 routing Data

4. External Link：由 ASBR 發出有關外部網路的 Data

二、OSPF 寬頻測試架構(圖 7.3)

圖 7.3 OSPF 測試架構



先建立好ERX ROUTER 之OSPF IP 組態(二個ETHERNET介面)

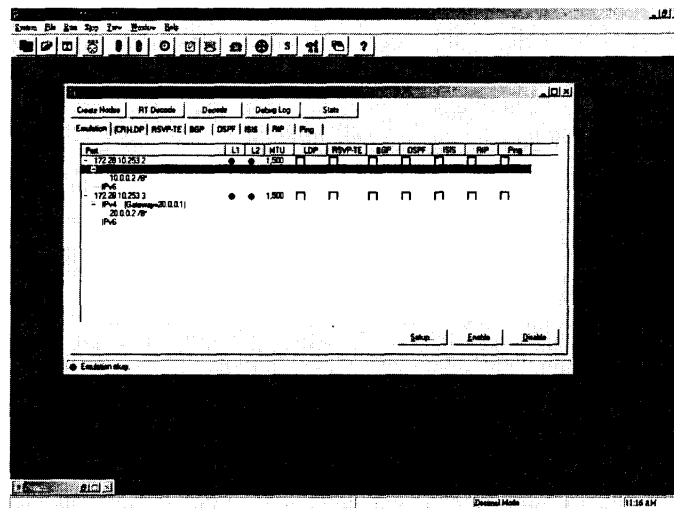
在此測試架構下所需設備包括:一台具 admin 權限並裝有 AX/4000 controller 軟體之 Controller unit (PC 或 Laptop)、一台 AX/4000 chassis (mainframe or portable)、具 ethernet controller module 之 AX/4000、二個 mAX / G/A 測試模組、二個 Ethernet 10/100 介面(L3)、二條 RJ-45 線、一個具 OSPF 之二個 Ethernet port DUT(ERX700)

三、OSPF 寬頻測試步驟圖示說明

1. 建立 AX/4000 和 DUT 間之 OSPF adjacency(建立 IP 位址)

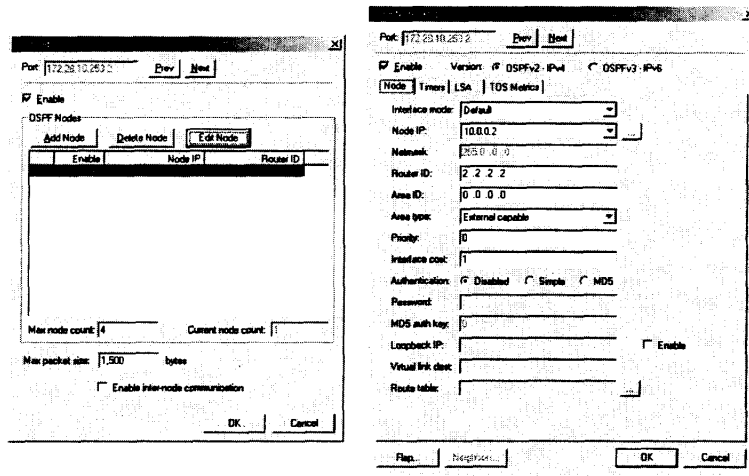
先建立 port1 及 port2 之 IP 及 GW

建立port1及port2之IP及GW



2. 設定 OSPF Protocol (Emulation/OSPF)

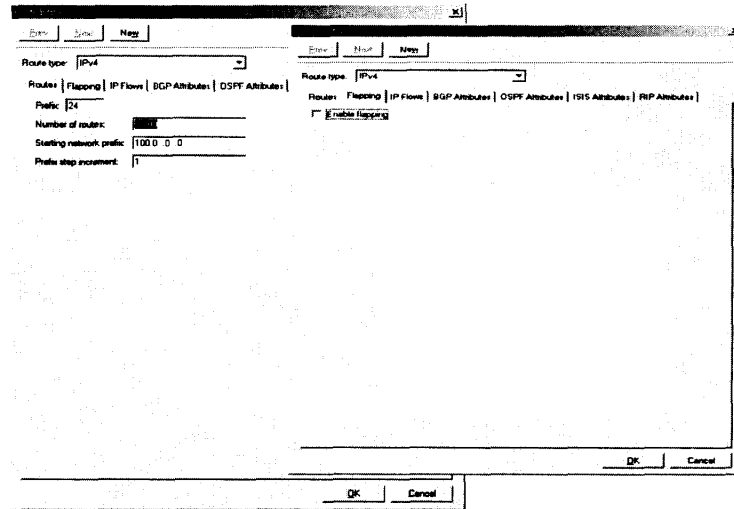
設定port1及port 2 OSPF Protocol



3. 建立 OSPF ROUTE

加入 port1 1000 個 routes 並加入 port1 另 1000 個 routes (no flapping)

加入port1 另1000個routes (no flapping)



DUT(ERX)之OSPF routing

The screenshot shows a terminal window displaying OSPF routing table information for DUT(ERX). The output is as follows:

```
ERX: ERX-254>show ip ospf neighbors
Neighbour ID      Pri  State          Dead Time  Address      Interface
-----
254.254.254.0  0    FULL-DROTHER  00:00:15  10.0.0.2
254.254.254.1  0    FULL-DROTHER  00:00:15  20.0.0.2
254.254.254.2  0    FULL-DROTHER  00:00:15  30.0.0.2

ERX: ERX-254>show ip ospf database
OSPF Database

Router Link States: (China 0.0.0.0)

Link ID          RWI  Router      Age      Seq#      Checksum
-----
2.2.2.2          0  2.2.2.2     1219    0x00000000  0x115
3.3.3.3          0  3.3.3.3     522    0x00000001  0x212
20.0.0.1         0  20.0.0.1    519    0x00000000  0x011

Network Link States: (China 0.0.0.0)

Link ID          RWI  Router      Age      Seq#      Checksum
-----
10.0.0.1         0  10.0.0.1    1210    0x00000000  0x200
20.0.0.1         0  20.0.0.1    520    0x00000001  0x000

OS External Link States

Link ID          RWI  Router      Age      Seq#      Checksum
-----
1.0.0.0         0  1.0.0.0     110    0x00000002  0x100
1.0.1.0         0  1.0.1.0     110    0x00000002  0x100
1.0.2.0         0  1.0.2.0     110    0x00000002  0x100
1.0.3.0         0  1.0.3.0     110    0x00000002  0x100
1.0.4.0         0  1.0.4.0     110    0x00000002  0x100
1.0.5.0         0  1.0.5.0     110    0x00000002  0x100
1.0.6.0         0  1.0.6.0     110    0x00000002  0x100
1.0.7.0         0  1.0.7.0     110    0x00000002  0x100
1.0.8.0         0  1.0.8.0     110    0x00000002  0x100
1.0.9.0         0  1.0.9.0     110    0x00000002  0x100
1.0.10.0        0  1.0.10.0    110    0x00000002  0x100
1.0.11.0        0  1.0.11.0    110    0x00000002  0x100
1.0.12.0        0  1.0.12.0    110    0x00000002  0x100
1.0.13.0        0  1.0.13.0    110    0x00000002  0x100
1.0.14.0        0  1.0.14.0    110    0x00000002  0x100
1.0.15.0        0  1.0.15.0    110    0x00000002  0x100
```

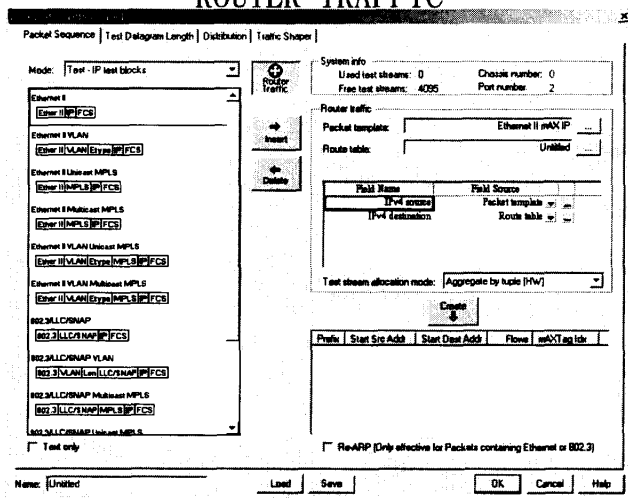
4. 產生測試訊務(定義測試訊務)

PACKET TEMPLATE 輸入 ERX PORT 2 MAC

DEST IP 使用前已建之 ROUTE TABLE

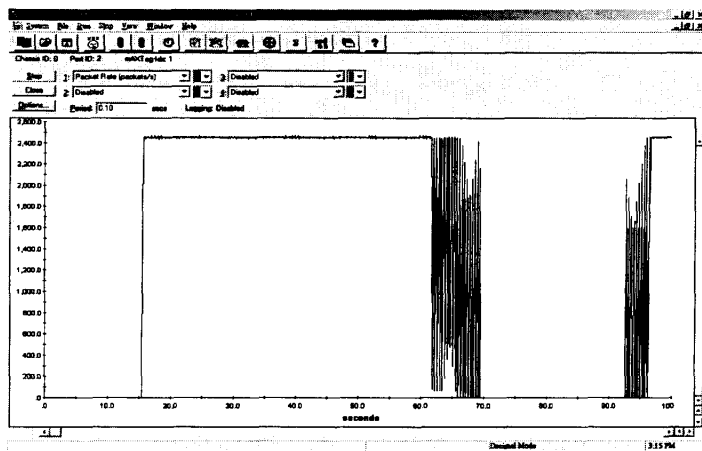
CREATE router traffic

ROUTER TRAFFIC



5. 分析 ROUTER 訊務

Router performance 測試 Stream1 (受 withdraw 影響 down 下來)

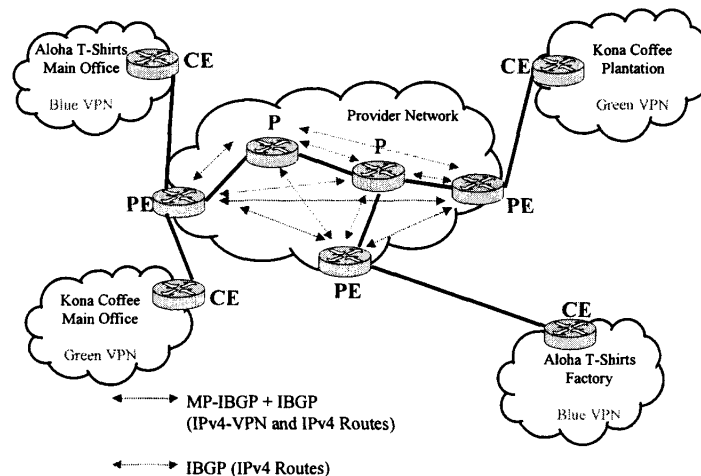


第八章 BGP/MPLS VPN 測試

一、BGP/MPLS 基本原理

BGP 之多重協定(MP-BGP)使 BGP 能支援如 BGP Multicast、BGP/MPLS VPN 等之 IP V4 服務，通常 BGP/MPLS VPN 又稱為 RFC 2547 bis VPN，BGP 之多重協定會使用到多種之位址家族(address families)，也就是說 multiprotocol BGP(MP-BGP)能交換不同型式或 address families 之路由資訊，包括 unicast IPV4、multicast IPV4 及 VPN-IPV4 因而能透過 MPLS 提供 IPV4VPN 服務(圖 8.1)。

圖8.1 BGP MLS/VPN網路(RFC 2547)

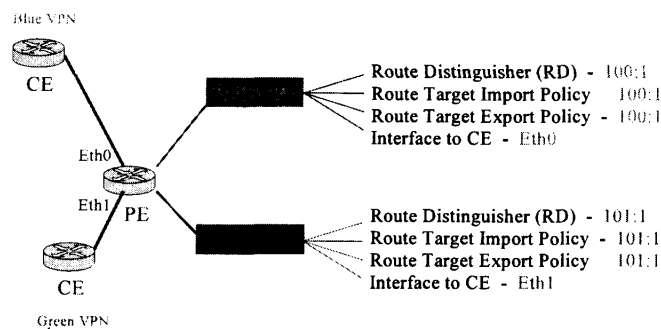


BGP/MPLS VPN 的網路環境，最主要的是利用 BGP 來傳送網路路由資訊及 MPLS Labels，而 MPLS 則是用來傳送資料訊務，在 SP 的骨幹包括 P(Provider core router)及 PE(Provide Edge router)，其中 PE 位在

網路邊緣，並有接連至客戶端，這些 PE 路由器包括了 BGP/MPLS VPN 所需之 BGP-4，並且能夠作為 MPLS 的起端及終端，P 路由器則直接連至 PE 或其他之 P 路由器，它並不直接連至客戶端，這些 P 路由器能交換 MPLS LSP，它並不一定要執行 BGP-4 來交換 VPN 的路由資訊，它也不需要包括客戶端的任何資訊，PE 直接連接至客戶端之 CE(Customer Edge)，故 CE 是 PE 的 routing peer，兩者之間不一定要使用 MPLS，它們可使用任何型態的 encapsulation。

一個客戶端指的是能和同一 VPN 內之其他網路作通信的網路，它亦能同時屬於其他之 VPN，每一客戶端在特定之 PE 內都是一個 VRF(VPN routing and forwarding)，有其本身之 forwarding table，一個虛擬路由器內可能有 0 或多個 VRF(圖 8.2)。

圖 8.2 Route Distinguisher

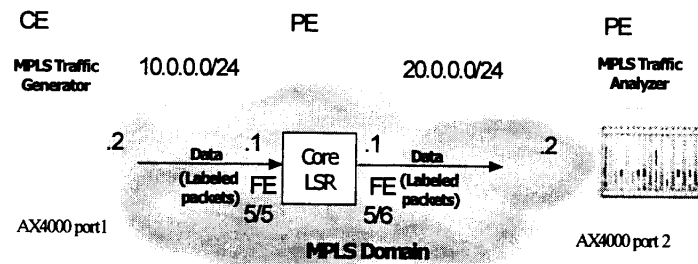


至於需要使用到 VPN IPV4 的位址格式，其最主要的原因是，因為每

其路由資訊放入特定的路由表內，同時儲存其 label，RT 用來識別所要廣播路由的一組 sites。L3 MPLS VPN 的最大好處就是 CPE 不必作特別設定，只有在 PE 處需維護設定 VPN，此外，在 MPLS 核心上亦可同時提供 public 及 private 訊務。

二、BGP/MPLS VPN 寬頻測試架構(圖 8.4)

圖8.4 BGP/MPLS VPN 測試架構



VPN RD :Type 0,100:1

Subnetmask 24 bits

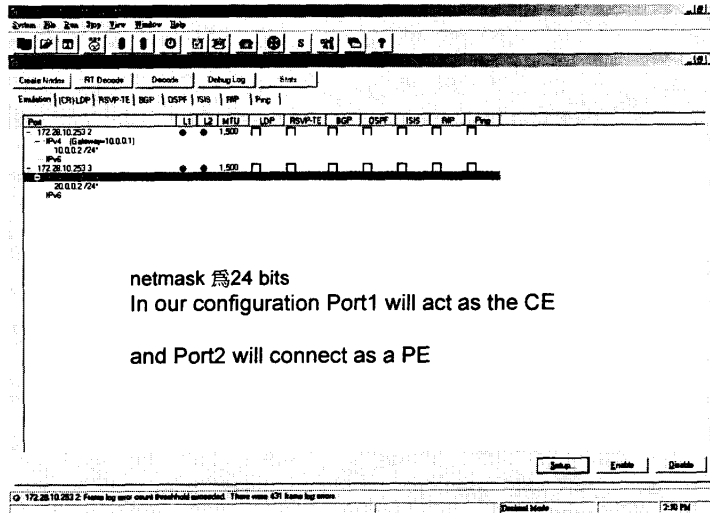
先建立好 ERX ROUTER 之 BGP 組態二個 ETHERNET 介面

在此測試架構下所需設備包括：一台具 admins 權限並裝有 AX/4000 controller 軟體之 Controller unit (PC 或 Laptop)、一台 AX/4000 chassis (mainframe or portable)、具 ethernet controller module 之 AX/4000、二個 mAX /IP G/A 測試模組、二個 Ethernet 10/100 介面(L3)、二條 RJ-45 線、一個具 BGP-4 之 ERX router

三、BGP/MPLS VPN 寬頻測試步驟圖示說明

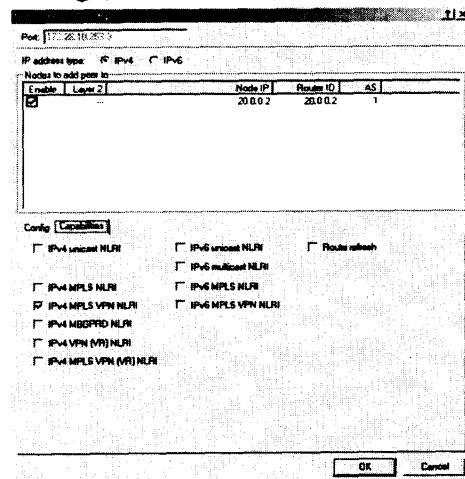
1. 建立 AX/4000 和 DUT 間之 BGP peers(建立 IP 位址)

Configure The Tester



2. 建立 PE-to-PE MP-IBGP peering session(設定 MPLS VPN)

選取Peer 之IPv4 MPLS VPN



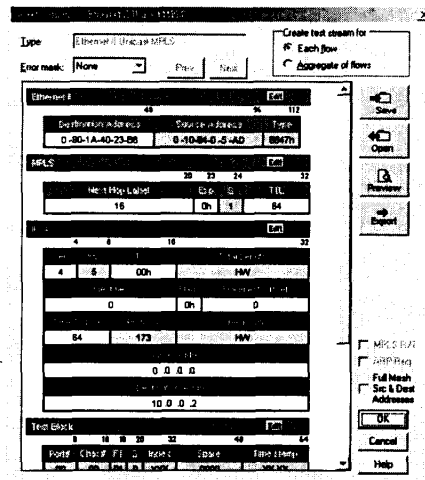
3. 傳送 BGP ROUTE TABLES 至 DUT

4. 產生測試訊務(定義測試訊務)

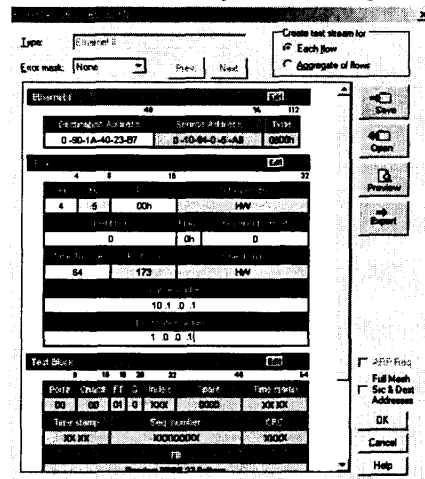
We' ll use Port 2 (PE) to push traffic into the DUT to be forwarded to Port 1 (CE).

Since this traffic is coming from the "backbone" it needs to carry a label to identify the VRF. We' ll choose the proper MPLS encap to accomplish this.

PORT2 為unicast MPLS格式



PORT1 為IPv4格式



5. 分析 ROUTER 訊務

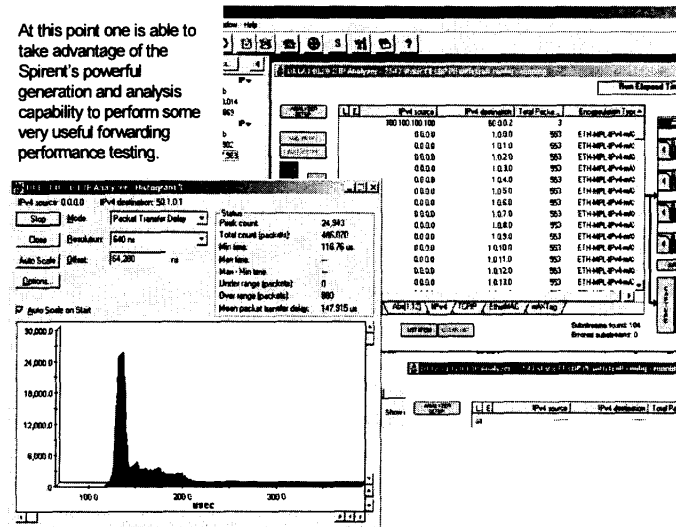
查看 CE 和 PE 間的訊務

Note that the traffic on the PE side appears as MPLS labeled traffic. This is the inner label we assigned when the PE announced the VPN-IPv4 routes.

L/E	IPv4 source	IPv4 destination	MPLS T1S1B	Total Pkts	Encapsulation Type
E	50.100.0.1	1.0.0.39	100/0/1.63	26	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.40	100/0/1.63	26	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.41	100/0/1.63	27	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.42	100/0/1.63	26	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.43	100/0/1.63	27	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.44	100/0/1.63	25	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.45	100/0/1.63	28	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.46	100/0/1.63	26	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.47	100/0/1.63	27	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.48	100/0/1.63	26	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.49	100/0/1.63	28	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.50	100/0/1.63	28	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.51	100/0/1.63	27	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.52	100/0/1.63	26	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.53	100/0/1.63	25	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.55	100/0/1.63	27	ETH-MPL-IPv4-mux
E	50.100.0.1	1.0.0.56	100/0/1.63	27	ETH-MPL-IPv4-mux

最後測試結果

At this point one is able to take advantage of the Spirent's powerful generation and analysis capability to perform some very useful forwarding performance testing.

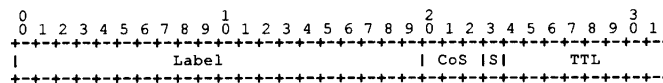


第九章 MPLS RSVP-TE 測試

一、MPLS RSVP-TE 基本原理

MPLS(Multiprotocol Label Switching)用來整合網路層路由及標籤(Label)的交換，標籤的格式如圖 9.1，它是可提供第三層網路訊務管理能力的一種混合通信協定，MPLS 之訊務工程(Traffic Engineering ,TE)能在高頻寬及高穩定度下有效的利用網路資源，MPLS 並不是一個路由通信協定，它和 L3 的 OSPF、BGP 等通信協定一起工作，提供 L3 網路的訊務管理能力。

圖 9.1 MPLS 使用之Label



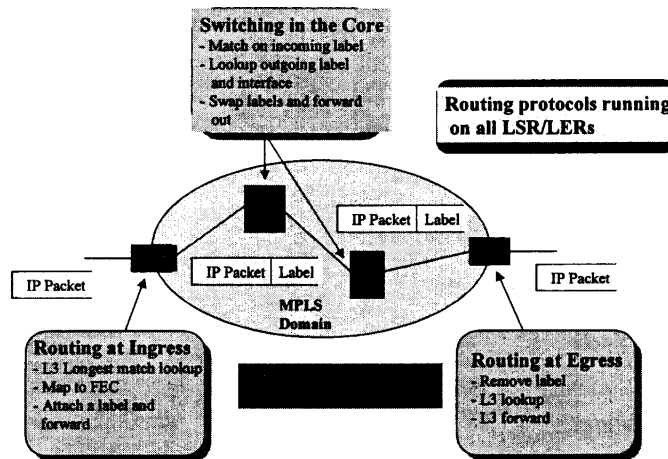
S = Bottom of stack
TTL = Time to live
CoS = Class of Service

- Can be used over Ethernet, 802.3, or PPP links
- Require 2 new Ethertypes/PPP PIDs
- one for unicast, one for multicast
- 4 octets per label level

MPLS 架構如圖 9.2，Ingress 及 egress 的節點，又稱為 LER(Label Edge Router)，在 ingress node 之 LSR(Label Switching Router)將第三層之封包指配為一個 FEC(Forwarding Equivalence Class)，每一 LSR 須有至少一個 L3 路由通信協定 LDP(Label Distribution Protocol) ，LDP 能

和 LSR 作協調，以決定 LSP 標籤交換路徑(Label Switched Path, LSP) 使用的標籤，在出端 MPLS 節點之 LSR 則使用 FEC 作為尋找所需資訊表格的 index。

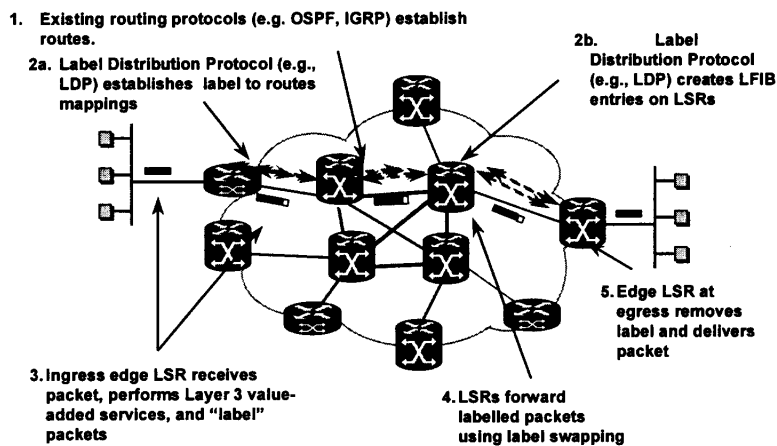
圖9.2 MPLS架構



MPLS 兩個主要的元件是標籤的分配及資料的 mapping，前者是 MPLS 執行建立及維護標籤交換路徑(Label Switched Path, LSP)的一組動作，亦即 MPLS 隧道或 MPLS 定義域(Domain)，後者是在已建立的 LSP 上得到資料封包的程序。進一步而言，MPLS 在處理標籤的過程包括標籤指定(Label Assignment)、標籤分配(Label Distribution)及封包轉送(Packet forwarding)三個程序如圖 9.3，標籤指定又可分為 Topology Driven、Date Driven 及 Request Driven 三種方式，以 Topology Driven 為例，它是伴隨 L3 之 OSPF、BGP 的控制訊息執行，在建立網路路由資料時，同時指配 Label。標籤分配可分為 Explicit 及 Implicit

Label Distribution 兩種，以前者為例，它提供一獨立的標準標籤分配協定(LDP)，由 Ingress LSR 發出 Label Request，再由 Egress LSR 回應 Label，完成分配工作(此稱為 Downstream Assigned on Demand)。封包轉送是在建立好 LSP 後，各 LSR 依據其內之 LIB 中代表某一 LSP 之 Label 執行 packet forwarding，標籤分配通信協定有 LDP, CR-LDP 及 RSVP-TE 三種。

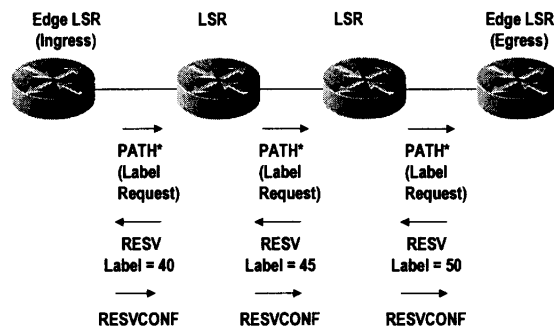
圖9.3 MPLS標籤處理



為了進一步提供 QoS 服務，MPLS 以 ER(Explicit Routing)方式建立 ER-LSP，此種應用於 Traffic Engineering(TE)之通信協定有 CD-LDP(Constrain-based Routing LDP) 及 RSVP-TE(Resource Reservation Protocol-TE)兩種，RSVP-TE(圖 9.4)只提供 Downstream on Demand 分式的標籤分配，當其作 Label request 時會送出 Path 訊息，

對方會回送 RESV 訊息作 Label binding，使用 RSVP-TE 來建立 ER-LSP 時可分為 Strict 和 Loose 兩種方式(圖 9.5)，前者係明確指出 LSP 所經各節點，後者則只指定抽象節點(如自治號碼)來明示 LSP。總之，MPLS 之 TE 目的就是在節省網路成本之下，希望能有效的使用網路頻寬。

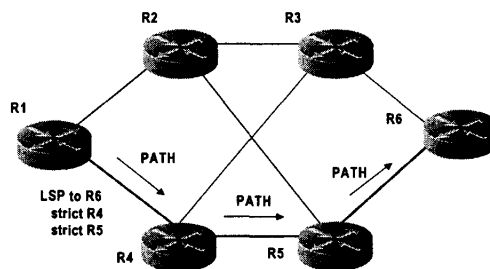
圖9.4 RSVP-TE Operation



* LSP_Tunnel_IPv4 Session Object identifies the IP address of the egress LSR

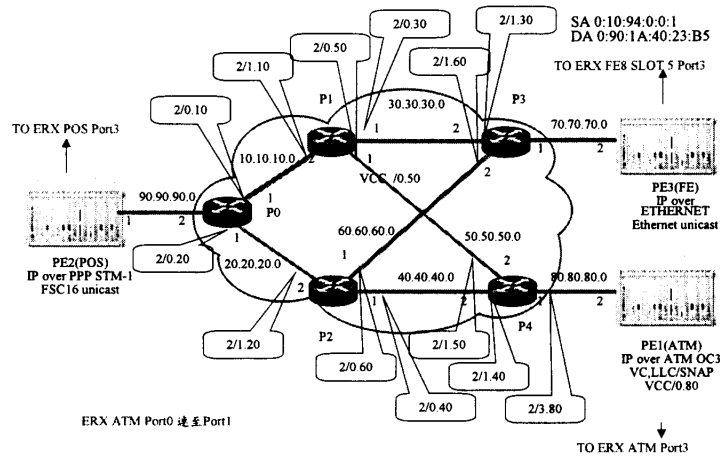
圖9.5 Explicit Route

Once the path has been determined, the ingress router will typically signal the path using the Explicit Route Option (ERO) or ER-TLV



二、MPLS RSVP-TE 寬頻測試架構(圖 9.6)

圖9.6 MPLS RSVP-TE 測試架構



在此測試架構下所需設備包括:一台具 admin 權限並裝有 AX/4000 controller 軟體之 Controller unit (PC 或 Laptop)、一台 AX/4000 chassis (mainframe or portable)、具 ethernet controller module 之 AX/4000、二個 mAX /IP G/A 測試模組、二個 Ethernet 10/100 介面(L3)、二條 RJ-45 線、具二個 Ethernet 10/100 介面之 DUT(Juniper ERX 700 router, 規劃為 RSVP-TE 及 LDP)

三、MPLS RSVP-TE 寬頻測試步驟圖示說明

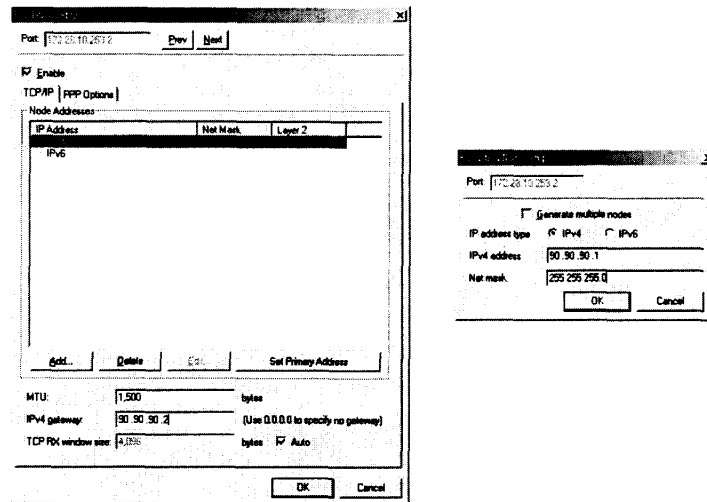
1. 建立三個 port 的介面及 IP 位址

PE1(ATM):IP over ATM OC3 VC, LLC/SNAP VCC/0.80

PE2(POS):IP over PPP STM-1 FSC16 unicast

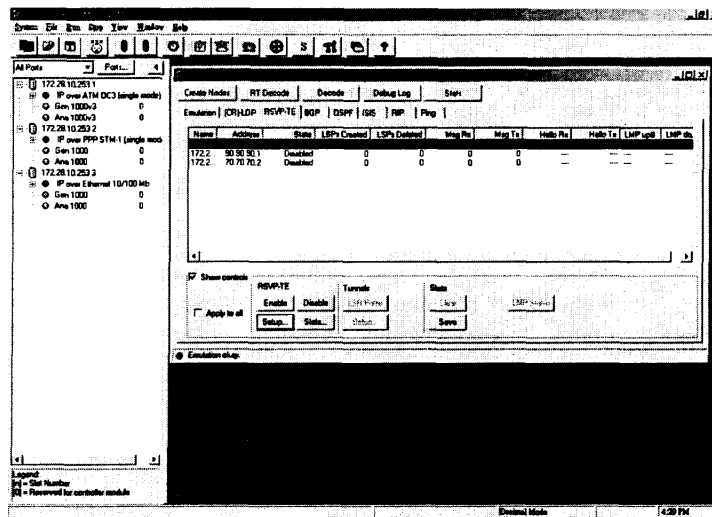
PE3(FE):IP over ETHERNET Ethernet unicast

PORT2 SETUP /Enable IPv4

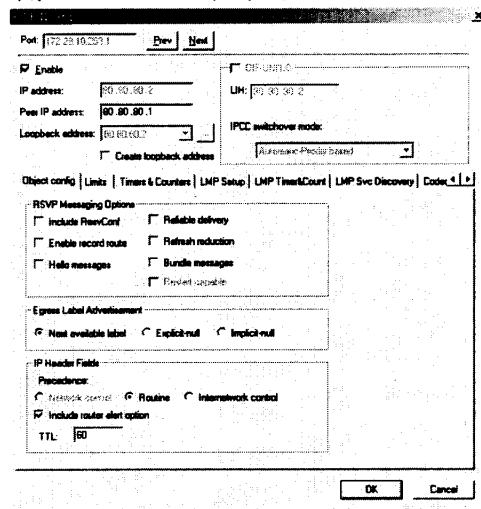


2. 設定 RSVP-TE Protocol

選取RSVP-TE 標籤



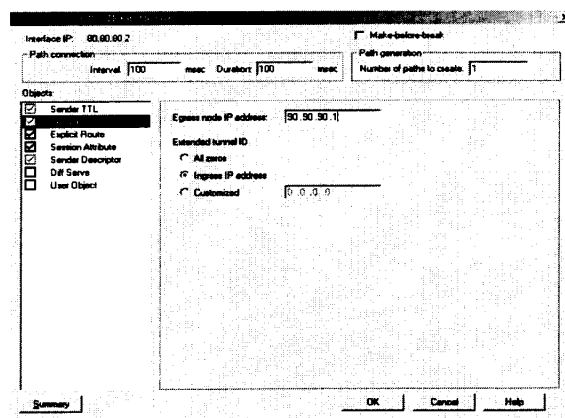
輸入PORT 1所對應之Peer address



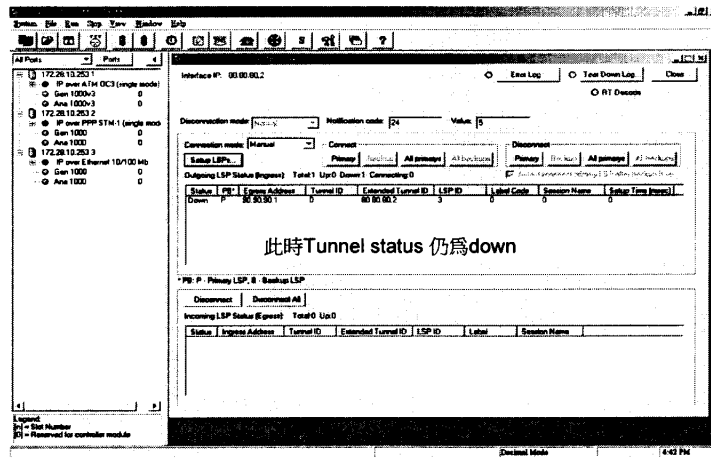
在 Enable RSVP 並輸入 router 端 port 之 IP 作為 PEER IP 後，接著對其他 PORT 執行同樣動作，並 Enable 每一 port 之 RSVP-TE。

3. 建立 LSP

在 Session 建 Egress node IP



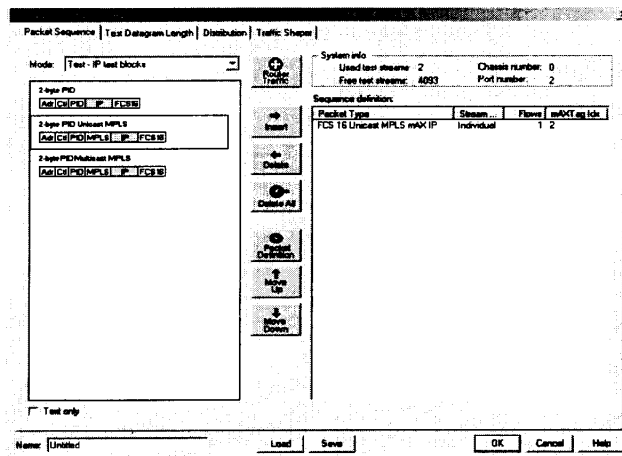
已經建好LSP



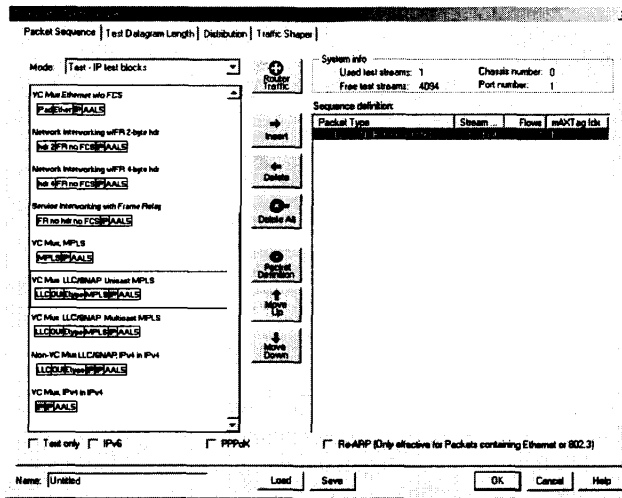
按 Connect Primary 後會送出 PATH 訊息，之後 RESV 訊息從 egress mode 送回 LABEL，而此時 Tunnel status 會由 down 變為 connecting 最後變為 up 狀態。

4. 產生測試訊務(定義測試訊務)

Port 2FCS 16 Unicast MPLS/GENERATOR 2

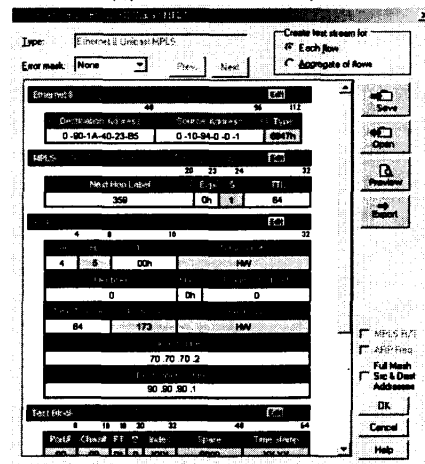


Port 1 VC, LLC/SNAP Unicast MPLS



檢視 Label Code 後，在 Port 3 選擇 Ethernet II Unicast MPLS 輸入 MAC DA/SA, LABEL 及 IP SA/DA。

Unicast MPLS 輸入 MAC DA/SA, LABEL 及 IP SA/DA



5. 分析 ROUTER 訊務

Viewer type—decode type

The screenshot shows a network traffic analysis tool interface. The main display area shows a decoded packet with the following details:

- Port #2 SONET-IP>
- Port #2 SONET-IP> EPLS Octet: 0001130h (49949d)
- Port #2 SONET-IP> Next Hop Label: 00013h (17d)
- Port #2 SONET-IP> Experimental: 0h (0d) (Reserved)
- Port #2 SONET-IP> End of Stack: 1h (1d) (This is the last EPLS label)
- Port #2 SONET-IP> Time To Live: 3h (6d) seconds

The packet structure is shown as follows:

- <0000, 03E0, 02> | packet: IP PDU
- <0000, 0014, 03> | packet: IP header
- <0000, 0001, 03> | version (0100) = 04h (004d): IP Internet Pr
- <0000, 0001, 03> | header length (.... 0101) = 03h (003d): in 32 bit unit
- <0001, 0001, 04> | packet: Type of Service
- <0001, 0001, 04> | precedence field (0000) = 00h (000d): Routine
- <0001, 0001, 04> | minimize delay (.... 0) = 00h (000d): normal delay
- <0001, 0001, 04> | maximize throughput (.... 0) = 00h (000d): normal throu

Hex data is shown at the bottom:

```
0001 00177 31 81 78 03 00 70 89 00 00 01 81 00 18 94 70 D2 1.....1..P
0001 00192 24 24 29 AC 20 04 81 C1 88 73 D8 0A 13 82 80 47 4.....80.....0
0001 00209 C1 23 47 C1 80 8C 2E 31 64 86 37 23 80 88 80 D9 36.....17.....
0001 00226 E3 97 CB 22 D0 E3 FE ED D1 28 9A 88 18 A1 8C D7 .....U.....
```

第十章 實習心得與建議

本次出國實習案係一個人單槍匹馬前往夏威夷之 Spirent 公司上課，該處亦為 AX4000 寬頻測試器研發部門之所在，講師一位，而學員亦只有一位，故採取單獨面對面授課方式，每次上完一個 Topic 後，緊接著就是實際操作設備，進行測試演練，經過九天的研習，收穫良多，例如可以針對 ATM 網路之 CBR、VBR 等訊務參數進行量測，對 TCP/IP 網路測量 packet loss ,packet delay，對目前公司所使用之各式路由器測試其各種通信協定如 RIP、OSPF、BGP、IS-IS 等之 conformance，尤其是透過這套設備，可以很容易建立起目前最新通信技術之 MPLS 網路，進行可供企業客戶使用之 BGP/MPLS VPN 效能測試。然各種網路技術及通信協定範圍廣泛，如要真正瞭解其中之深奧理論，並非一蹴可幾，尚有待日後進一步探討。

經由此次之研習，日前已規劃於明年度在板橋電信訓練所開辦寬頻網路訊務模擬分析班，主要課程包括L2之ATM訊務測試，L3之IP訊務測試以及MPLS訊務測試，希望能培育本公司之訊務測試人才，惟測試技術常須兼顧理論及實務，學員來源又較為有限，訓練所可能以小班方式上課，雖然成本較高，但是其投資對公司的後續網路建設是很有必要的。由於網路技術方面的訓練，通常需輔以學員實際操作實習，才更能顯現其效果，目前國外訓練機構多設有webex meeting

server，讓學員由遠端透過帳號及密碼登入，講師對於學員的操作狀況可以一覽無遺，進而加以指導，訓練所可建立一套類似系統，如此也可以解決事業單位現場人員，既想提升技術而又難於調度人力參訓的窘境。在此也建議公司能對目前所擁有之各類寬頻網路，作較大規模之端對端(end to end)測試，先瞭解我們的網路效能，確切掌握網路可提供的QoS，作為推廣新服務(如Videophone)或改善現有客戶抱怨時的參考，如此才能確保和滿足客戶所需之SLA(Service Level Agreement)，更進一步強化中華電信公司的競爭力，而在競爭激烈的電信網路世界裡，繼續保持領先的地位。