

行政院及所屬各機關出國報告  
(出國類別:實習)

## 赴歐「Terabit Switch Router (TSR) 網路應用 技術實習」出國報告書

服務機關：中華電信股份有限公司  
預算項目：九十一年度派員出國實習  
計畫第十項  
出國人：溫明哲 網路處 副工程師  
出國期間：九十一年七月二十七日至  
八月九日  
出國地區：歐洲  
報告日期：九十二年七月二十五日

H6/c091030>1

系統識別號:C09103021

公務出國報告提要

頁數: 20 含附件: 否

報告名稱:

實習「Terabit Switch Router(TSR)網路應用技術」

主辦機關:

中華電信股份有限公司

聯絡人/電話:

柯志勇/2344-4094

出國人員:

濫明哲 中華電信股份有限公司 網路處 副工程師

出國類別: 實習

出國地區: 比利時 德國

出國期間: 民國 91 年 07 月 27 日 -民國 91 年 08 月 09 日

報告日期: 民國 92 年 07 月 25 日

分類號/目: H6/電信 H6/電信

關鍵詞: TSR,ROUTER,MPLS

內容摘要: 本次實習目的在於學習歐洲電信設備供應商ALCATEL及SIEMENS TSR 網路應用技術交換技術發展現況及未來各全球各大電信設備公司之研發重點及方向，以做為本公司高速網路之技術參考。超大容量交換式路由器(Switch Router)從推出到現在技術的進展一直沒有停止直到最近經濟發展減緩才放慢腳步，在處理能量上，從最初的數十Gbps (Giga- Bit- Per- Second) 進展到數百Gbps甚至到數個Tbps；通訊界面更進展到高達10Gbps！

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

# 赴歐洲「TERABIT SWITCH ROUTER (TSR)

## 網路應用技術實習」出國報告書

### 目錄

第一章 緒論.....	2
1.1 動機與目的.....	2
1.2 本文架構.....	3
2.1 高階骨幹路由器設計考量.....	4
2.2 光纖骨幹網路架構應用.....	5
2.3 具有各種 ATM 介面支援(BACKBONE ATM APPLICATIONS).....	6
TSR 核心網路與 ATM 交換機介面透過 VPs/VCs 連接公眾或私人 ATM 網路 network 且具有如下介面.....	6
(1) OC3c/STM1c.....	6
(2) OC12c/STM4c.....	6
2.4 核心網路與分封同步數位層網路應用(POS).....	6
2.5 架構設計原則.....	7
1 Core Router 採用兩部配置方式,訊務疏通路由 採 dual home。.....	7
2 可接續裝置 Access Device(BRAS、RAS、AR...)、Server Farm 及 Gateway 以 Dual Path 方式連接 Core Router。.....	7
2.6 以 GE 或 POS 高速彙集應用 INTRA-POP.....	7
1 TSR 骨幹路由器連接 Edge BRAS 或 Gigabit Ethernet 介面之 LAN switch.....	7
2 TSR 骨幹路由器連接 Edge BRAS 或 Gigabit Ethernet 介面之分封 SONET (POS) 網路.....	7
2.7 具有 MPLS BASICS 服務.....	7
1 簡潔整合 ATM 和 IP 之間 MPLS 服務.....	7
2 以 ATM 介面傳送 IP 封包.....	7
3 逐步整合 IP 與 with ATM 交換.....	7
4 訊務工程整合.....	7
5 逐步增進路由器容量.....	7
6 階級制的轉送訊務.....	7
7 逐步增進路由器.....	7
圖 2.2 為 MPLS 之 Lable 標籤在 Link Layer 與 Network Layer 中作轉介工作.....	8
圖 2.3 : 為 MPLS 之 Lable 標籤在 ATM 封包中配置情形.....	8
2.8 MPLS 工作情形.....	9
2.9 MPLS 連接 VPN 網路工作情形.....	9

第三章	介紹 TSR 網路之特性.....	11
3.1	GSR/TSR 系統可分兩種架構.....	11
3.2	各家廠商有不同之架構，但有共同特性.....	11
3.3	Juniper 公司 (T-640) 架構特性.....	12
第四章	TSR 產品發展現況.....	15
4.1	主流產品現況(I/O Spec.).....	15
4.2	主流產品現況(Performance).....	15
4.3	主流產品現況(Architecture).....	16
4.4	主流產品現況(Routing).....	16
4.5	主流產品現況(QoS).....	16
4.6	主流產品現況(Management).....	17
4.7	主流產品現況(Reliability).....	17
第五章	實習心得與建議.....	18

# 第一章 緒論

## 1.1 動機與目的

由於傳統 PSTN 網路其網際網路高速網路不同特性亦不相同，再者全世界電信自由化的潮流，因此網路頻寬需求大幅增加，網路設計及結構出所衍生的高速網路技術也種類繁多，如何有效率且最佳化的設計將網路高速網路考量的首要課題，當各種網路可以更高速在網路傳送時更進一步需要探討高速網路網路安全及應用的各項技術探討。

本次實習目的在於學習歐洲電信設備供應商 ALCATEL 及 SIEMENS TSR 網路應用技術交換技術發展現況及未來各全球各大電信設備公司之研發重點及方向，以做為本公司高速網路之技術參考。超大容量交換式路由器(Switch Router)從推出到現在技術的進展一直沒有停止直到最近經濟發展減緩才放慢腳步，在處理能量上，從最初的數十 Gbps (Giga- Bit- Per- Second) 進展到數百 Gbps 甚至到數個 Tbps；通訊界面更進展到高達 10Gbps！

隨著網際網路訊務的快速成長，造就了龐大的市場需求，市面上的 GSR(Gigabit Switch Router)或 TSR(Terabit Switch Router)產

品如雨後春筍般的不斷推出，

網路 IP 化已經是既定的趨勢，同時 MPLS 技術的提出，眾多現有或新生的有服務品質保證” QoS” 的全方位服務將逐步的在 IP 網路上運轉，服務水準將不再侷限在以往的 Best Effort Data 服務，GSR/ TSR 將為 IP 骨幹網路的重要設備。

## 1.2 本文架構

本報告共分為五個章節，每一章節概要簡述如下：

第一章：說明實習 TSR 網路應用技術實習之動機與目的。

第二章：敘述 TSR 網路之基本架構，探討 GSR/TSR 高速網路基本介紹。

第三章：介紹 TSR 網路之特性，以及針對不同廠牌及結構加以分析網際網路、不同家廠商不同架構介紹，高速網路的技術，用於複雜的高速網路結構。

第四章：TSR 產品發展現況，及 TSR 之發展及未來性。

第五章：結論實習 TSR 網路技術之心得與建議。

## 第二章 高速網路(TSR)之基本架構

### 2.1 高階骨幹路由器設計考量

- 1 須有網路營運業者等級架構 Carrier-class architecture  
電磁規範 NEBS Criteria Level 3，物理性保護，EMC and Safety  
硬插拔組件 Hot Swappable、雙套備份組件 Components Redundancy  
自動切換保護裝置 Automatic Protection Switching
- 2 可逐步功能升級 Scalable Performance  
分散式分封交換 Distributed Forwarding of Packet  
分散式交換架構 Distributed Switching Fabric
- 3 迂迴方式 Routing  
支援各種迂迴約規 Routing protocol support  
迂迴路由表 Routing table entry  
廣播支援 Multicast support
- 4 頻寬介面種類豐富的 ATM 界面和功能，輕易支援網路轉型  
DS-3 to OC-192/STM-64、CT3,

PoS, ATM, Gigabit Ethernet

## 2.2 光纖骨幹網路架構應用

第三代網路平台提供前所未有的經濟性，此平台需要更少的路由器，消除了中間層，因而減小了複雜度並極大地降低了資金成本和運營成本。第三代網路路由器可輕易與低階系列的路由器接口（PIC）可移植性，提供空前的網路資產壽命和更高的投資回報。具備成熟的網條件、可靠性高的網管軟體系統可以確保服務提供商和信息密集型企業在將業務處理能力提升到多 terabit 速率級的過程中，進行戰略性的投資並轉換到通用的 MPLS 基礎設施，而不影響服務級別。Juniper Networks 網路通過提供市場上性能最佳的組網設備，延伸其領導地位，幫助您轉型組網業務。

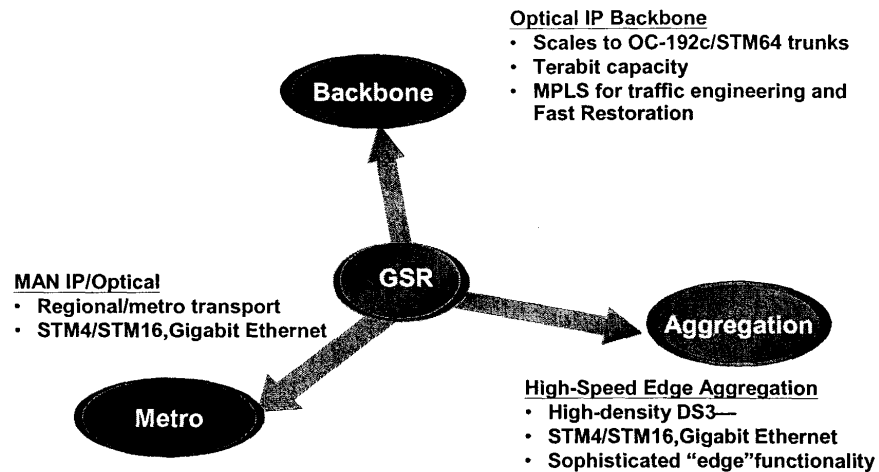
TSR 網路平台通過在真正的多服務平台上提供先進的處理功能，免除已往在智慧性和性能之間的權衡利弊。公司可以減少運營和資金成本，同時又可以容易地提供客戶化的解決方案和用戶體驗。

TSR 路由器具有各種高速率(10G)之光介面，近 1,000G 之大容量，具有各種類之 ATM 及 Gigabit Ethernet 連接埠，組成巨大



路由器。

圖 2.1：光纖骨幹網路架構



### 2.3 具有各種 ATM 介面支援(Backbone ATM Applications)

TSR 核心網路與 ATM 交換機介面透過 VPs/VCs 連接公眾或私人 ATM 網路 network 且具有如下介面

- (1) OC3c/STM1c
- (2) OC12c/STM4c

### 2.4 核心網路與分封同步數位層階網路應用(POS )

- 1 連接同步光纖網路/同步數位層階 SONET/SDH muxes  
(OC3c/STM1c 到 to OC192c/STM64c)
- 2 連接分波長多工(WDM system)(典型 OC48c/STM16c or

OC192c/STM64c 介面)

3 TSR 直接以裸光纜連接 (典型 OC48c/STM16c)

## 2.5 架構設計原則

- 1 Core Router 採用兩部配置方式,訊務疏通路由採 dual home。
- 2 可接續裝置 Access Device(BRAS、RAS、AR...)、Server Farm 及 Gateway 以 Dual Path 方式連接 Core Router。

## 2.6 以 GE 或 POS 高速彙集應用於 Intra-PoP

- 1 TSR 骨幹路由器連接 Edge BRAS 或 Gigabit Ethernet 介面之 LAN switch
- 2 TSR 骨幹路由器連接 Edge BRAS 或 Gigabit Ethernet 介面之分封 SONET (POS) 網路

## 2.7 具有 MPLS Basics 服務

- 1 簡潔整合 ATM 和 IP 之間 MPLS 服務
- 2 以 ATM 介面傳送 IP 封包
- 3 逐步整合 IP 與 with ATM 交換
- 4 訊務工程整合
- 5 逐步增進路由器容量
- 6 階級制的轉送訊務
- 7 逐步增進路由器

圖 2.2 為 MPLS 之 Label 標籤在 Link Layer 與 Network Layer 中作轉介工作

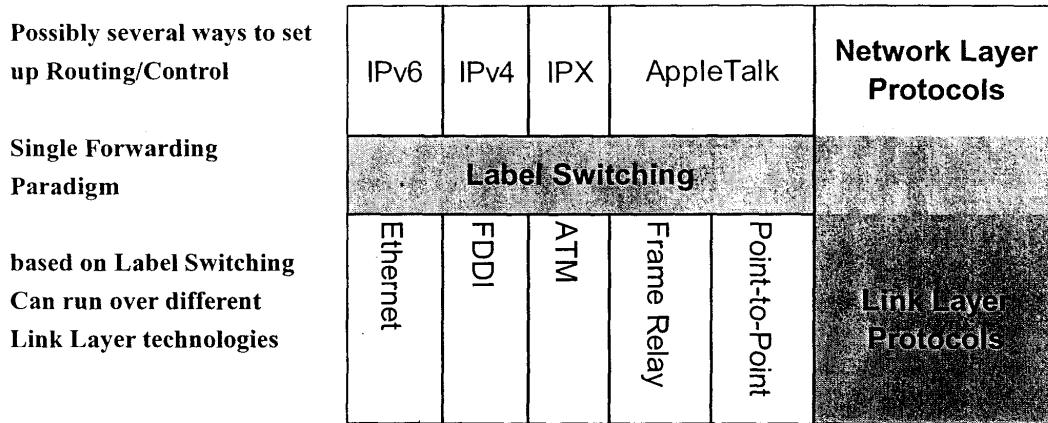
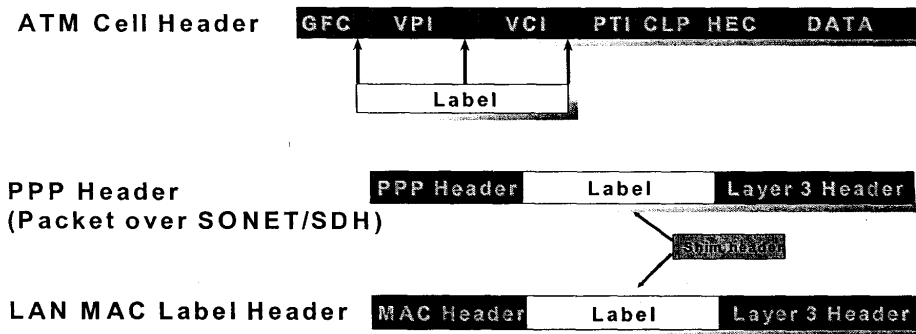


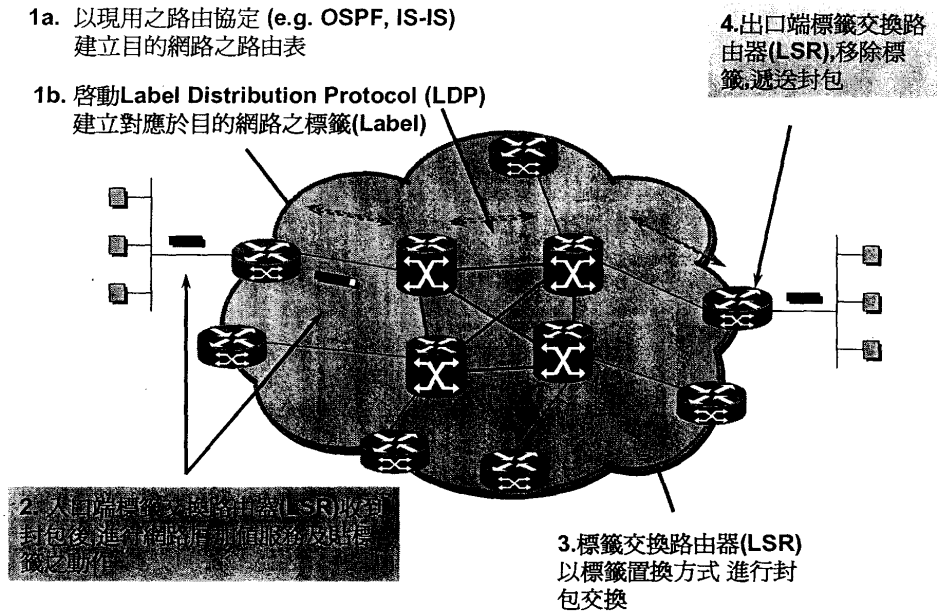
圖 2.3：為 MPLS 之 Label 標籤在 ATM 封包中配置情形

### MPLS Labels



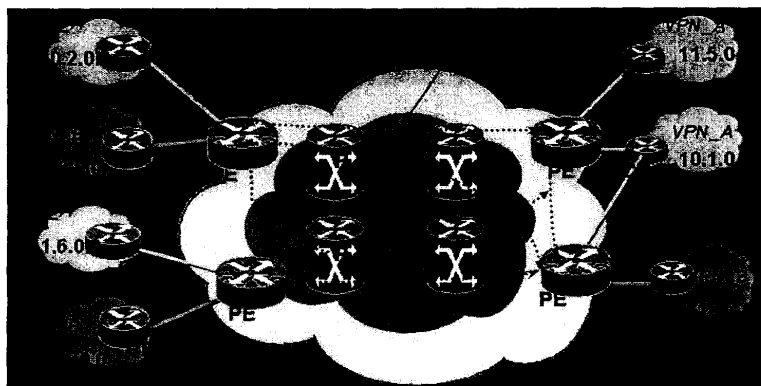
## 2.8 MPLS 工作情形

圖 2.4 MPLS 在實際網路工作情形



## 2.9 MPLS 連接 VPN 網路工作情形

圖 2.5 以 MPLS 連接 VPN 網路工作情形



- 1 P 路由器(LSRs) 為 MPLS 網路之核心路由器.
- 2 PE 路由器以 MPLS 方式與核心路由器(P)銜接, 同時以一般簡單的 IP 方式連接客戶路由器(CE).
- 3 P and PE 路由器以(IGP 如 OSPF,IS-IS)路由協定共享相同之網路路徑訊息
- 4 PE 路由器之間以 MP-iBGP 方式 fully meshed

## 第三章 介紹 TSR 網路之特性

### 3.1 GSR/TSR 系統可分兩種架構

Cross Bar 架構(Sisco)

Share memory 架構(Juniper)

### 3.2 各家廠商有不同之架構，但有共同特性

- 第三代 TSR 系列平台強化了網路的核心產品領導地位和可伸縮性。
- 提供前所未有的密度
- 任何服務、任何端口、任何時刻、多 terabit 速率，提供可預見的服務性能
- 豐富的 ATM 界面和功能，輕易支援網路轉型
- 實現多種類、高可靠性的、基於 MPLS 的業務
- 領先的 MPLS 業務和功能
- 基於硬體的特性、完善無瑕的性能
- 高可靠性的硬體和軟體結構
- 促進從 ATM 和幀中繼到通用 MPLS 基礎設施的移植

- 服務品質具有廣泛的類別和精細的序列
- 廣泛的安全功能（磁碟作業系統 攻擊緩解、端口映射、流量控制等）
- 提供第 2 層和第 3 層 VPN 功能
- 第一個具備成熟生產條件的 GMPLS 實現
- 隨著網路的伸展提供更高的投資回報
- 模組化的界面設計提供投資保護
- 最大化的資產壽命：5 年以上
- 無隱性運營商固定資產投資成本，可預見的、始終如一的性能
- 通過 PIC 可移植性和矩陣技術提升了資產壽命
- 通過使用所有低階系列平台支援的網管軟體簡化運營複雜度、實現最小的運營開支。
- TSR 網路平台支援整合網路轉型模型，可以定義新的運營、技術和業務模型以轉型組網業務。

### 3.3 Juniper 公司 (T-640) 架構特性

西門子公司本身並無 TSR 網路平台設備，故併購 Juniper 公司為以取得該項設備

ATM、FR 及專線業務收入是網路服務供應商取得商業成功的關鍵。雖然這些傳統業務仍是最主要的數據收入源，但服務供應商正日益將 網際網路通訊協定 業務作為主要收入來源。服務供應商正在進行戰略性投資，希望將這兩種創收機會同時聚合到同一套 MPLS 基礎設施上。

這種移植當然不能影響客戶滿意度。通用基礎設施必須使網路服務供應商能夠繼續提供嚴格的服務級別保證，同時最大限度地降低設備投資成本和運營成本。

為了迎接這些挑戰並滿足這些移植需求，TSR 網路網絡公司推出了最廣泛的第三代核心路由平台系列。

T 系列平台構建在 MPLS 優化的硬體及強韌的服務質量基礎上，以便支持豐富且可擴展的 ATM、FR 及 網際網路通訊協定 業務。

通過基於互通網路的 JUNOS 軟體，T 系列平台可同時將可靠性、功能、性能及運行規模結合在一起而不對系統造成任何負面影響，從而解決了傳統設備中最常見的問題。

T 系列平台使網路服務供應商能夠在不中斷業務的情況下將其網路從 OC-3/STM-1 ATM 和 SONET/SDH 無縫擴展到高



密度的 2.5 和 10-Gbps 界面( OC-192c/STM-64 SONET/SDH SM LSR, SMSR2, VSR 和 10-Gbps 千兆乙太網路) , 直到數 terabit 的容量。 T 系列解決方案能夠透過可在 M40e 、 M160 、 T320 和 T640 路由選擇平台間移植的物理界面卡 (PIC) 來提供無與倫比的投資保證。

此外, 在所有 T 系列平台上營運單一 JUNOS 網管系統可確保操作簡單性, 同時簡化了將軟體版本和硬體版本相容性, 這一複雜昂貴的工作。

這種業務特性在所有界面上的激活和擴展可以大幅度減少所需的硬體數量且不必急於強迫升級。

## 第四章 TSR 產品產品發展

### 現況

#### 4.1 主流產品現況(I/O Spec.)

Specifications	Cisco 12416	Avici TSR	Juniper M160
<b>Physical Design</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>#Slots: 16 / chassis</li> <li># Interface slots: 15/ bay</li> <li>71.5"(h) x 17.25"(w) x 22"(d)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li># Slots: 40/ bay, 560 / system</li> <li># Interface slots:40 / bay</li> <li>83.25" (h) x 26" (w) x 33.62" (d)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li># Slots: 8 / chassis</li> <li># Interface slots:16 / bay</li> <li>35" (h) x 19" (w) x 29"(d)</li> </ul>
<b>Interfaces Card</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>1Q/01</b></li> <li>1pOC-192c/STM-64 POS (vSR),</li> <li>4pOC-48c/STM-16 POS,</li> <li>1pOC-48c/STM-16 DPT,</li> <li>1pOC-48c/STM-16 POS,</li> <li>1pOC12c/STM-4 DPT,</li> <li>1pCh OC-12c/STM-4(4xOC-3/STM-1) POS,</li> <li>1p Ch OC-12c/STM-4(12xDS3) POS,</li> <li>4pOC-12/STM-4 ATM&amp;POS, 1pOC-12/STM-1 ATM&amp;POS,</li> <li>6pCh T3 (168 T1) POS, 16pOC3c/STM-1POS,</li> <li>4pOC-3c/STM-1 ATM &amp; POS, 12pE3&amp;DS3, 6pE3, 12p DS3, 8pFE, 1p10GE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>3Q/01</b></li> <li>1pOC-192c POS,</li> <li>2pOC-48c POS,</li> <li>1pOC-48c POS (SR),</li> <li>4pOC-12c POS (SM, IR),</li> <li>4pOC-12c POS (MM),</li> <li>16pOC-3c POS (SM, IR),</li> <li>16pOC-3c POS (MM),</li> <li>2pGE(SX)</li> <li><b>???</b></li> <li>10GE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>3Q/01</b></li> <li><b>1 card per slot :</b></li> <li>1pOC-192c POS (SR, LR)</li> <li><b>4 cards(PIC) per slot(FPC) :</b></li> <li>1pOC-48c POS (SR),</li> <li>4pOC-12c POS (MM, SMIR),</li> <li>1pOC-12 ATM (MM, SMIR),</li> <li>4pOC-3c POS (MM, SMIR),</li> <li>2pOC-3 ATM (MM, SMIR),</li> <li>4pGE (SX), 2pGE (LX, SX),</li> <li>1pGE (LH, LX, SX),</li> <li>4pDS3 ATM, 4pE3 ATM,</li> <li>1pOC-12 ch to DS-3,</li> <li>1xSTM-1 SMIR ch to E1,</li> <li>4pFE</li> <li><b>???</b></li> <li>10GE</li> </ul>
<b>Max # of ports per system</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>320Gbps System:</b></li> <li>15p for 1pOC192</li> <li>60p for 4pOC-48</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Goal: 5.6Tbps System (14 bay):</b></li> <li>280p for 1p OC-192</li> <li>560p for 1p OC-48</li> <li>2240p for 4p OC-12</li> <li>8960p for 16p OC-3</li> <li><b>3Q/01: 4 bay</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>80Gbps system:</b></li> <li>8p for OC-192c</li> <li>32p for OC-48c POS</li> <li>128p for OC-12c POS</li> <li>32p for OC-12 ATM</li> <li>128p for OC-3 POS</li> <li>64p for OC-3 ATM</li> <li>128p for GE (SX)</li> </ul>

#### 4.2 主流產品現況(Performance)

Performance	Cisco 12416	Avici TSR	Juniper M160
<b>Availability (Gen. Avail.)</b>	1Q01	4Q99	1Q00
<b>Switch fabric Capacity per System</b>	320Gbps	Scales from 2.5 Gbps to 5.6 Tbps	160Gbps
<b>Maximum interface capacity/ system</b>	150 Gbps of I/O	400 Gbps for one bay 5.6Tbps (TBC) for 14 bay	80 Gps for one chassis 160 Gbps for one rack (2 systems)
<b># 10G I/O Slots per System</b>	16 slot / chassis	10 slot / shelf 40 slot / bay 560 slot / system	8 slot/chassis 16 slot/rack
<b>Scalability to maximum capacity</b>	12000 TSR consists of the 12016 node & the Terabit Fabric Interconnect (TFI) which supports up to 256 interface slots across 16 nodes – Terabit Scalability Modules connect the 12416 nodes with the TFI, IOS software ties components into a single entity.	Each I/O module provides addtl' switch capacity. Switch components of each line card interconnected-via point to point connections in the backplane. Multiple are interconnected via direct backplane extension	The M160 is a single-chassis system ad ships with support for full capacity forwarding.
<b>Max. throughput with min. packet size</b>	25Mpps x 15=375Mbps per chassis Dedicated 25 Mpps Layer 3 lookup per	250Mpps per chassis with 48 byte packet	160Mpps with all packet sizes, 40 to 9192bytes

### 4.3 主流產品現況(Architecture)

Architecture	Cisco 12416	Avici TSR	Juniper M160
<b>Switch Fabric architecture</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Crossbar</li> <li>Dist. Across 3 switch fabric cards+2 Clock and Scheduler Cards</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 dimensional toroidal mesh interconnect</li> <li>Distributed Routing Architecture for both forwarding and routing functions.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Shared Memory</li> <li>Centralized ASICs co-ordinate flow of packets to/from shared memory pool and interfaces.</li> </ul>
<b>Buffer capacity and location</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Line cards have 256 MB of packet buffer memory in both receive and transmit directions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>32 MB input per line card</li> <li>32MB output per line card</li> <li>Expandable to 128 MB input and 128 MB output per card</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Output buffered.</li> <li>128 MB of shared output memory is located on I/C concentrators in configurable length queues.</li> </ul>

### 4.4 主流產品現況(Routing)

Routing	Cisco 12416	Avici TSR	Juniper M160
<b>Routing protocols supported</b>	BGP-4, IS-IS, OSPFv2, RIPv2, IGRP, EGRP, IGMP, Traffic Engineering Extensions to OSPF, IS-IS Extensions for Traffic Engineering, MPLS	BGP-4, IS-IS, OSPFv2, Extensions to RSVP for LSP Tunnels, Traffic Engineering Extensions to OSPF, IS-IS Extensions for Traffic Engineering, MPLS	BGP-4, IS-IS, OSPFv2, ICMP, RIPv1/v2, Traffic Engineering Extensions to OSPF, IS-IS Extensions for Traffic Engineering, Extensions to RSVP for LSP Tunnels, MPLS
<b>Maximum routing table capacity</b>	<b>BGP-4 :</b> 1 million route entries	<b>BGP-4:</b> 1 million route entries, 150 K routes, 100+ peers	<b>BGP-4 :</b> 2 million routes
<b>IP Multicast supported</b>	AutoRP, GMPv1/v2, CGMP, MBGP, MSDP, DVMRP, PIM-SM, PIM-DM	MSDP, PIM-SM, PIM-DM, Auto-RP, MBGP	IGMPv1&v2 SDP, MSDP, PIM-SM, PIM-DM, MBGP, DVMRP

### 4.5 主流產品現況(QoS)

Quality Of Service	Cisco 12416	Avici TSR	Juniper M160
<b>ATM Service classes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terminates ATM connections, UBR and VBR-nrt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UBR with support for RFC 1483</li> <li>CBR will be supported by 'IP cell relay'. AAL1 cells encapsulated in MPLS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yes. ATM CBR, VBR and UBR</li> </ul>
<b>SVCs or PVCs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PVCs and SVCs over AAL5. Up to 2048 VCs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ATM PVCs and IP LSPs PVCs = 41K IP LSPs = 4 K</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PVCs only. 600VCs per interface</li> </ul>
<b>Method of IP QoS or CoS implementation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CAR, WRED, MDRR, Virtual Output Queues, 2048 queues per card</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ASICs provide line rate QoS.</li> <li>Traffic classified &amp; prioritized across 8 queues per logical interface.</li> <li>WRED, WFQ, policing and shaping on each queue.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CoS implemented in ASICs. No input buffering. Police incoming traffic, tag or drop out of profile packets. Output queuing based on Xcriteria. RED, WRR applied to queues. Precedence queues can be rewritten</li> </ul>
<b>MPLS Support</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yes</li> <li>MPLS, RSVP, LDP, RRR, FRR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yes</li> <li>RSVP-TE today. 100s of LSPs can be set up per second.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yes. MPLS support for traffic engineering and constraint-based routing using RSVP signaling.</li> </ul>
<b>IP flow classification</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yes</li> <li>AS-Matrix, protocol matrix, source &amp; dest. Matrix.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yes</li> <li>for traffic termination at the router IP precedence /TOS, Dest. IP, UDP/TCP port</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yes</li> <li>IP precedence, ToS, S/D IP address, TCP/UDP port</li> </ul>

#### 4.6 主流產品現況(Management)

Management	Cisco 12416	Avici TSR	Juniper M160
<b>Software Version</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IOS version 12.0S (11) and above</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IPRIORI 3.1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>JUNOS Release 4.3 and above</li> </ul>
<b>Principal features of the management system</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manually configure the router called the IOS Command Line Interface (CLI).</li> <li>Element layer system called the <b>GSR Manager</b> for configuration, fault, and performance element management</li> <li>View SNMP traps</li> <li>Security                             <ul style="list-style-type: none"> <li>RADIUS and TACACS+ authentication</li> </ul> </li> <li>Fault, Configuration, Alarm, Performance, and Statistics (FCAPS)</li> <li>Management Information Bases (MIBS)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>SONET MIB RFC 1595</li> <li>MIB-II</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industry standard CLI.</li> <li>SNMP v1 &amp; v2c including traps.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Standard and vendor-specific MIBS</li> <li>RMON Events and Alarms Group</li> <li>64bit counters</li> </ul> </li> <li><b>System event log for all events including</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Protocol activity (tracing)</li> <li>Local and remote SYSLOG support</li> <li>Log all CLI commands</li> </ul> </li> <li>Logging system syslogd.</li> <li><b>Security</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>TACACS+ Enhancements (Terminal Access Controller Access Control System Plus) authentication</li> <li>Secure Shell</li> </ul> </li> <li>Central office alarms</li> <li>Standby Route Servers                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Dual Servers can be deployed for additional redundancy</li> </ul> </li> <li><b>Traffic separation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>All ForMe traffic is classified into 24 application-specific queues serviced by WRR to avoid starvation of control traffic and ensure against DoS attack</li> </ul> </li> <li><b>Configurable for ForMe Traffic Filters</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Management access via dedicated Ethernet, console, auxiliary ports and in-band.</li> <li>SSH secure access</li> <li>Partitioned permission levels</li> <li>SNMP monitoring</li> <li>Full per-interface instrumentation</li> <li>Configuration change history</li> <li>Security                             <ul style="list-style-type: none"> <li>RADIUS and TACACS+ authentication</li> </ul> </li> </ul>

#### 4.7 主流產品現況(Reliability)

Reliability	Cisco 12416	Avici TSR	Juniper M160
<b>NEBS Level 3 Compliance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fully NEBS compliant.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In process of NEBS Level 3 testing at Telecordia.</li> </ul>
<b>Redundant Components</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Power supplies</li> <li>Dual Gigabit Router processor</li> <li>4:1 fabric card redundancy</li> <li>Dual redundant fans</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Switch fabric, power, and cooling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Power supplies</li> <li>Cooling</li> </ul>
<b>Automatic Protection Switching implementation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yes. All POS interfaces in the GSR support APS for SONET.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No. APS provided via external SONET ADM, either for dual router or single router.</li> </ul>
<b>Reliability features of the software system</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HSRP for fast failover on LAN segments.</li> <li>APS for fast failover on WAN/POS segments.</li> <li>MPLS Fast Re-Route for real-time restoration.</li> <li>DCEF for reliable non-interruptible forwarding.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Full watchdog support to catch all hang or loop conditions and force a restart.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>JUNOS Internet software features modular design with separate processes running in protected memory space on top of an optimized kernel to protect against system-wide failure. Other reliability features include                             <ul style="list-style-type: none"> <li>MSPL, Fast Remote and VRRP (virtual router redundancy protocol)</li> </ul> </li> </ul>

## 第五章 實習心得與建議

此次實習 TSR 網路技術固然時程十分緊湊但收穫很多，雖然十分辛苦但能夠同時學習歐洲電信設備供應商 ALCATEL 及 SIEMENS VoIP 網路高速網路技術及 TSR 發展現況及未來藍圖，在他們實驗室內一起參與整個網路之規劃設計及高速網路可能之解決方案，有助於瞭解高速網路技術之世界趨勢及目前發展之現況，在 ALL IP 之美麗願景之下，相對應之開放性平台，開發增值服務非常容易，對於客製化，差異性之增值服務視為未來電信公司之主要利基之一，然而在網路高速網路及高速網路產生之網路安全仍須作適當開發與研究，尤其大容量之路由器是未來之發展將是關鍵性之高速網路技術，再者唯有網路安全有適當的解決方案，否則以目前之世界發展來看各電信設備供應商及制訂標準之電信先進仍須更進一步之開發研究，以達到 ALL IP 美麗願景之無縫性(Seamless)之高速網路網。