

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

高整合度多重服務光接取平臺 (Optical Access Platform, OAP)

服務機關：中華電信/臺區分公司/設計處

職稱：副工程師

出國人：黃煌城

服務機關：中華電信/北區分公司/網路維運處

職稱：助理工程師

出國人：張正杰

派赴國家：美國

出國期間：92年9月21日~10月4日

報告日期：92年12月3日

系統識別號:C09203308

公 務 出 國 報 告 提 要

頁數: 49 含附件: 否

報告名稱:

實習高整合度多重服務光接取平台(Optical Access Platform,OAP)接取設備

主辦機關:

中華電信台灣北區電信分公司

聯絡人/電話:

盧婉屏/2344-3261

出國人員:

黃煌城 中華電信台灣北區電信分公司 設計處 副工程師

張正杰 中華電信台灣北區電信分公司 網路維運處 助理工程師

出國類別: 實習

出國地區: 美國

出國期間: 民國 92 年 09 月 21 日 -民國 92 年 10 月 04 日

報告日期: 民國 92 年 12 月 03 日

分類號/目: H6/電信 H6/電信

關鍵詞: OADM, R-OADM, MPLS, iWSS

內容摘要: 本報告內容，主要是針對MOVAZ公司在「高整合度多重服務光接取平台(Optical Access Platform, OAP)」方面發展的實習心得。包括光塞取多工設備(Optical Add/Drop Multiplexer)：RAYexpress的架構與功能介紹；光多工交換設備：RAYstar的架構與功能介紹、發展中的光交換(Photonic Switch)技術：R-OADM的技術狀況說明、還有MOVAZ設備控制機制RAYo/s的簡介與網管RAYtracer的簡單說明。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

出國人員：

黃煌城 北區分公司 設計處 副工程師

張正杰 北區分公司 網路維運處 助理工程師

目錄：

摘要	3
1. 目的	3
2. 過程	3
3. 心得	3
3-1 RAYexpress	4
3-2 RAYstar	25
3-3 R-OADM	32
3-4 RAYo/s	38
3-5 RAYtracer	43
4. 建議	49

摘要

本報告內容，主要是針對 MOVAZ 公司在「高整合度多重服務光接取平台 (Optical Access Platform, OAP)」方面發展的實習心得。包括光塞取多工設備 (Optical Add/Drop Multiplexer)：RAYexpress 的架構與功能介紹；光多工交換設備：RAYstar 的架構與功能介紹、發展中的光交換(Photonic Switch)技術：R-OADM 的技術狀況說明、還有 MOVAZ 設備控制機制 RAYo/s 的簡介與網管 RAYtracer 的簡單說明。

1. 目的

赴美國 MOVAZ 公司，實習該公司在「高整合度多重服務光接取平台(Optical Access Platform, OAP)」方面所發展的整合系統設備與該公司對光接取平台的研究發展方向。

2. 過程

92 年 9 月 21 日，從台北出發，搭乘長榮班機至美國洛杉磯，轉 Delta 航空班機抵達美國亞特蘭大市，MOVAZ 總部。

92 年 9 月 22 日~10 月 2 日，在亞特蘭大市 MOVAZ 總部，接受 MOVAZ 公司所安排的訓練參觀課程。

92 年 10 月 3 日，從亞特蘭大出發，搭乘 Delta 航空班機至洛杉磯，轉長榮航空班機，於 92 年 10 月 4 日返抵台北。

3. 心得

MOVAZ 的光接取設備基本上分三大產品：光塞取多工設備 (Optical Add/Drop Multiplexer)：RAYexpress；光多工交換設備：RAYstar；光交換(Photonic Switch)：R-OADM 設備。此外設備運作核心是 RAYo/s，網管系統有 RAYtracer。

3-1 RAYexpress

架構與單體介紹：

圖 3.1.1 是 MOVAZ 的 OADM 產品 RAYexpress。RAYexpress 的插槽由左下角數起，Slot 1 與 Slot 5 是 redundant 的電源，Slot 2 與 Slot 4 是 redundant 的機框處理器源(shelf processor)，Slot 3 是應用介面卡。機框的中間部份 Slot 6~ Slot 19 分為兩個工作平面(plane)，Slot 6~ Slot 12 是 plane 0；Slot 13~ Slot 19 是 plane 1。Slot 6,7,18,19 是 SIM(Service Interface Module)卡插槽，Slot 8 跟 13 是 OLD(Optical Line Driver)，Slot 9~12 與 Slot 14~17 是 Transceiver 或 Transponder 插槽。機框的上方 Slot 20~ Slot 27 是光濾波器介面。

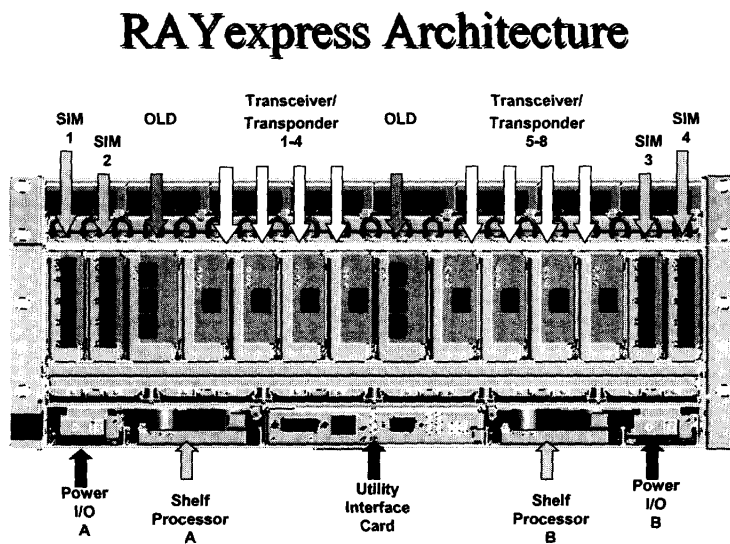


圖 3.1.1

RAYexpress Features

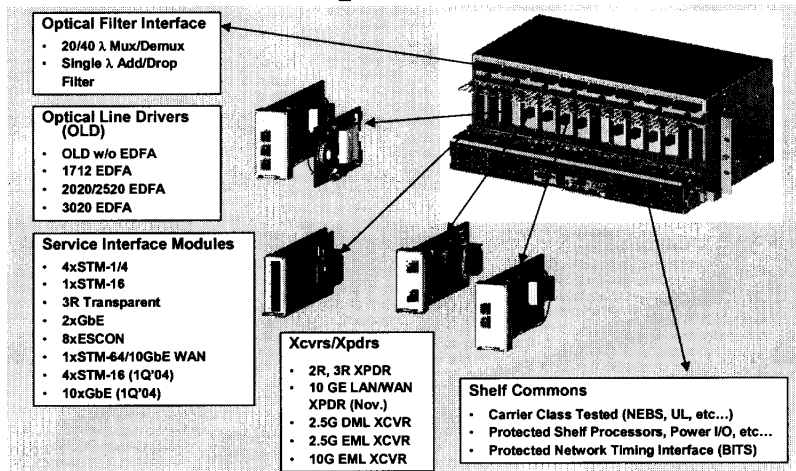


圖 3.1.2

圖 3.1.2 圖示各種介面卡支援的單體類型。光濾波器介面可以插 20 種波長或 40 種波長的多工/解多工器，也可以插單一波長的塞取(Add/Drop) 濾波器。OLD(光驅動器)有多種不同的摻鉕光纖放大器(Erbium Doped Fiber Amplifier, EDFA)模組，其型號與規格如表 3.1.1，計有 1712，2020，2520 和 3020 四種。1712 型的訊號流程圖示如圖 3.1.3，接收光訊號的輸入範圍在-5~-21dBm，可分出 5%的訊號供監視量測，再取出波長 1310nm 的控制訊號(Optical Signal Channel, OSC)供系統控制，之後取 1%功率給光二極體(Photo Diode, PD)作光訊號強度偵測，作為下一級可變光衰減器(Variable Optical Attenuator, VOA)的衰減調控，經過可變光衰減器後，適當強度的光訊號輸入參鉕光纖放大器，經放大後輸出到後端設備的訊號強度範圍在-3~+12dBm。

RAYexpress C-Band Amplifier Specifications

Specification	OLD Amplifier Type and Part Number			
	1712 (150-0057-01)	2020 (150-0052-01)	2520 (150-0054-01)	3020 (150-0058-01)
Stages	1	1	1	2
Wavelength Range (nm)	1528-1563	1528-1563	1528-1563	1528-1563
Wavelengths Supported	20	40	40	40
Gain	17 dB	20 dB	25 dB	20 dB
Minimum Input Power (see note 2)	-21 dBm	-17 dBm	-22 dBm	-17 dBm
Maximum Input Power	-5 dBm	13 dBm	13 dBm	13 dBm
Maximum Output Power	12 dBm	20 dBm	20 dBm	19.5 dBm
Spectral Flatness	±0.5 dB	±0.5 dB	±0.5 dB	±0.5 dB
Maximum Noise Figure	8.0 dB	8.5 dB	8.5 dB	9.0 dB
Maximum Reflectance Tolerated	-6 dB	-6 dB	-6 dB	-6 dB
Maximum Single Reflectance	-20 dB	-20 dB	-20 dB	-20 dB
Amplifier Shutdown Threshold	-23 dBm	-27 dBm	-27 dBm	-27 dBm

表 3.1.1

Optical Line Driver Signal Flow

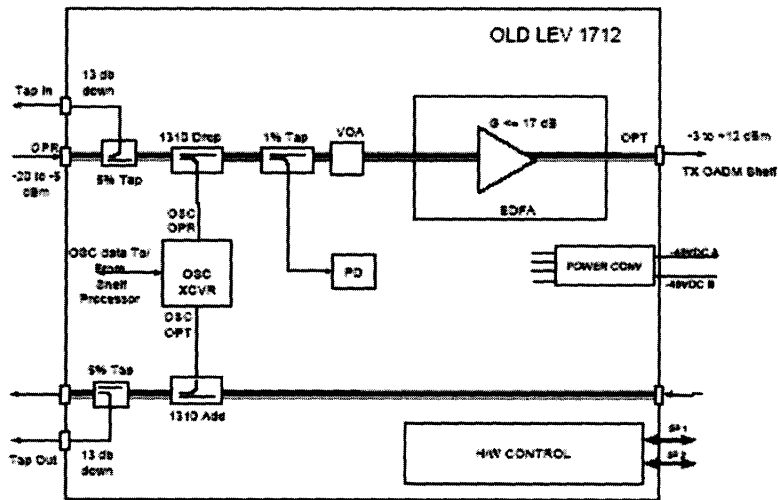


圖 3.1.3

MOVAZ 提供多種 SIM(服務介面)卡，圖 3.1.4 ~ 圖 3.1.9 分別是不同的卡板外觀與訊號流程圖。圖 3.1.4 是 155/622M 的 SIM 卡可提供用戶端 4-Port 的 STM-1 或 STM-4 訊號，經過 SONET/SDH 的多工器後多工成 STS - 48 的 SONET 訊框，分送到 PLANE 0 和 PLANE 1 的 Transceiver 卡中；反之

Transceiver 卡來的 STS - 48 光訊號，經過選擇器後送解多工器，解多工成四路 STM-1 或 STM-4 訊號，分送四個用戶 PORT。圖 3.1.5 是 GEB(Giga Bit Ethernet)的 SIM 卡，可提供用戶端 2 - Port 的 GBE 訊號，其訊號流程架構類似 155/622M 的 SIM 卡，不同在於以 Packet Over SONET Frammer 模組來接取用戶端的 Giga Bit Ethernet 訊務，取代 SONET/SDH 的多工/解多工器。圖 3.1.6 的 SIM 卡提供 1 - PORT 的 3R 功能，3R 功能是波形再造(Reshaping)，訊號再造(Regenerating)，時脈再造(Retiming)，3R 的功能由 CDR 模組運作。圖 3.1.7 的 SIM 卡提供 2 - PORT 的 3R 功能，因此除 CDR 模組的 3R 功能外，尚需要類似多工/解多工器的功能，這理是以 Mapper/DeMapper 與 G.709 的訊框/解訊框器來完成，再利用前向錯誤校正碼(Forward Error Correction, FEC)的 Encoder/Decoder 來增加訊號的解析能力。圖 3.1.8 是 STM-16 的 SIM 卡，同 155/622M 的 SIM 卡的架構，由於 STM-16 的速度等同於 STS-48，故只能提供一個 PORT。

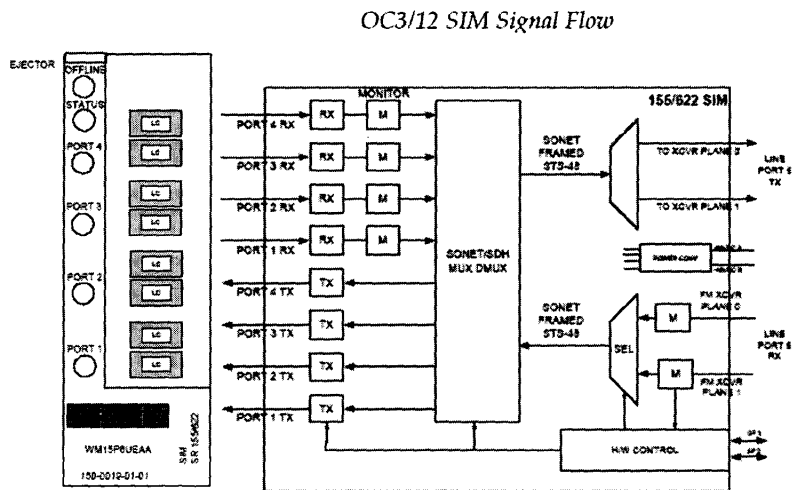


圖 3.1.4

GIGE SIM Signal Flow

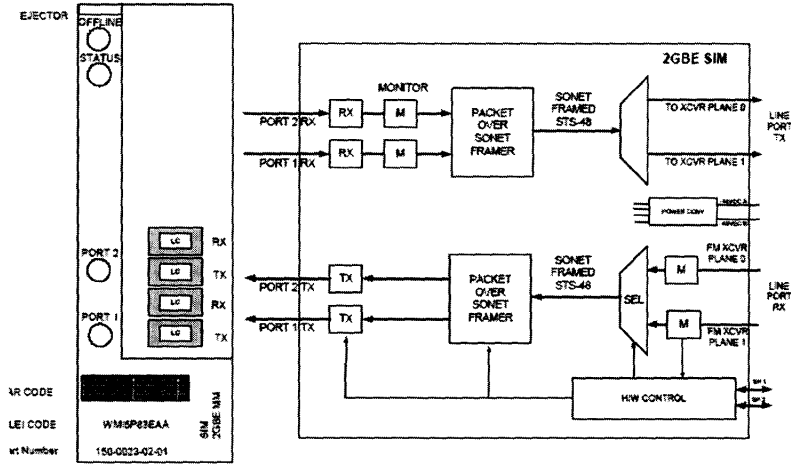


图 3.1.5

3R SIM Signal Flow

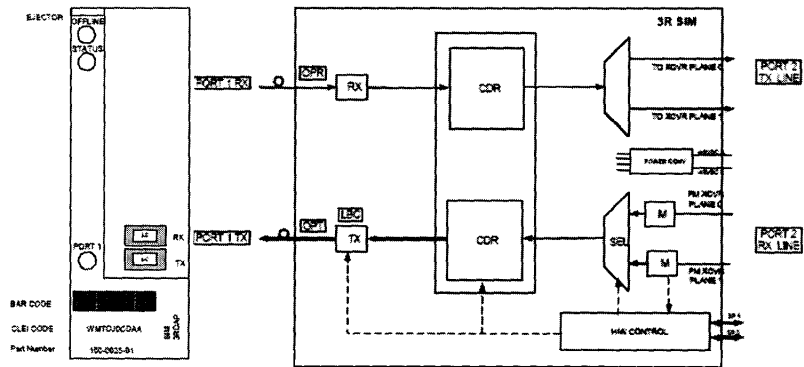


图 3.1.6

2X3R SIM Signal Flow

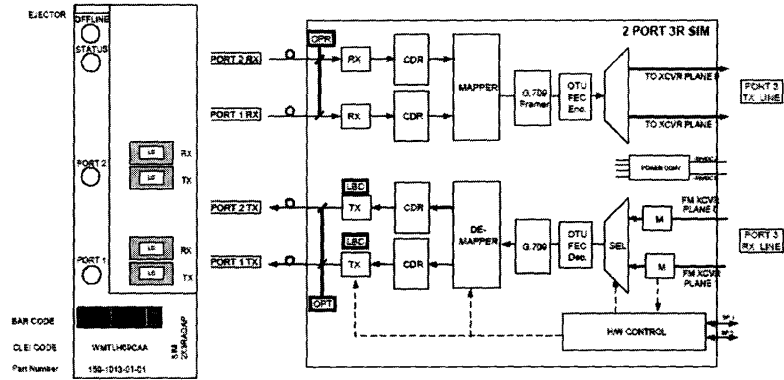


圖 3.1.7

OC48/STM16 SIM Signal Flow

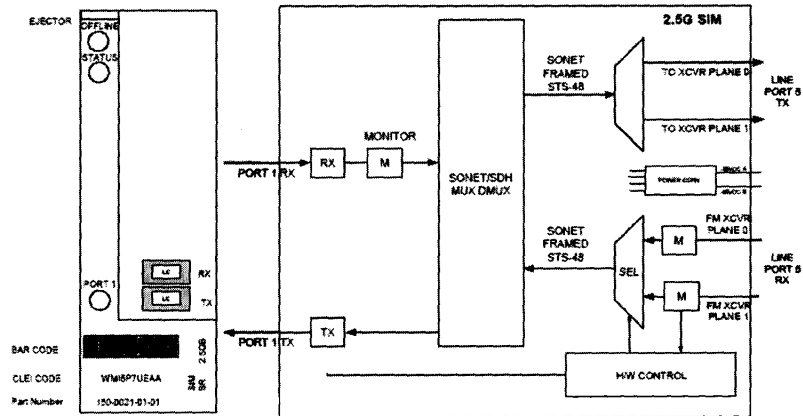


圖 3.1.8

10 Gbps SIM Circuit Pack Signal Flow

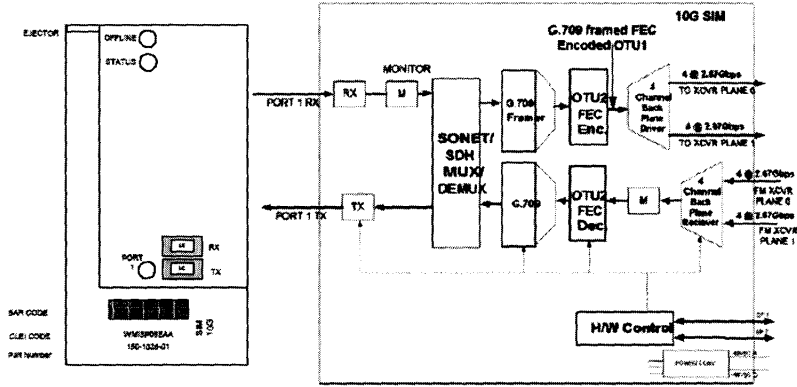


圖 3.1.9

圖 3.1.9 是 10Gbps 的 SIM 卡，10Gbps 的速度需要 4 個 STM-16 來傳送，所以 MOVAZ 的架構中以 4 個 STM-16 傳輸，因此用戶端 10Gbps 的訊號先經 SONET/SDH DEMUX 解多工成 4 個不同的訊號，再經 G.709 訊框器與 FEC 編碼器後，以 4 個 STM-16 訊號送出；同理，4 個 STM-16 從網路端送來，先經 FEC 解碼器，G.709 解訊框器後，由 SONET/SDH MUX 多工成 10Gbps 的訊號。除上述的多種 SIM 卡外，MOVAZ 尚提供多種 SIM 卡如表 3.1.2。

SIM	Part Count	Data Rate	Transmit Wave-length	Transmit Power Range	Receive Wave-length	Min. Receive Sensitivity	Receive Saturation Level	Reach
OC-3/OC-12 STM-1/STM-4	4 LC	155.5 Mbps or 622 Mbps	1274 nm to 1396 nm	-15 dBm to -8 dBm	1264 nm to 1300 nm	-28 dBm	-6 dBm	12 km
OC-48/STM-16	1 LC	2.488 Gbps	1266 nm to 1360 nm	-10 dBm to -3 dBm	1260 nm to 1360 nm	-18 dBm	-3 dBm	2 km
OC-64/STM-16	4 LC	2.488 Gbps	1266 nm to 1360 nm	-10 dBm to -3 dBm	1260 nm to 1360 nm	-18 dBm	-3 dBm	2 km
OC-192 STM-64	1 LC	9.953 Gbps	1290 nm to 1320 nm	-1 dBm to -5 dBm	1250 nm to 1615 nm	-11 dBm	-1 dBm	20 km
Gigabit Ethernet (LN)	2 LC	1.250 Gbps	1266 nm to 1360 nm	-11 dBm to -5 dBm	1260 nm to 1360 nm	-19 dBm	-3 dBm	10 km
Gigabit Ethernet (SN)	2 LC	1.250 Gbps	830 nm to 860 nm	-8.4 dBm to -4 dBm	770 nm to 860 nm	-17 dBm	-3 dBm	700 m
2.5 Gbps 3R Transparent SMD	1 LC	Proc. 155 Mbps to 2.67 Gbps	1266 nm to 1360 nm	-10 dBm to -3 dBm	1260 nm to 1360 nm	-18 dBm	-3 dBm	2 km
2.5 Gbps 3R Transparent SMD	2 LC	Proc. 155 Mbps to 2.67 Gbps	1266 nm to 1360 nm	-10 dBm to -3 dBm	1260 nm to 1360 nm	-18 dBm	-3 dBm	2 km
ESCON SMD (single mode)	8 LC	200 Mbps	1266 nm to 1360 nm	-15 dBm to -8 dBm	1260 nm to 1360 nm	-28 dBm	-8 dBm	10 km
ESCON SMD (multi mode)	8 1A'	200 Mbps	1266 nm to 1360 nm	-15 dBm to -8 dBm	1260 nm to 1360 nm	-28 dBm	-8 dBm	2 km

表 3.1.2

Transceiver 的功能是光轉電/電轉光，作為濾波器與 SIM 卡間的媒介，有兩種不同速度 2.5Gbps 與 10Gbps 的介面，和兩種雷射調變技術：直接調變雷射(direct modulated laser, DML)與外部調變雷射(externally modulated laser, EML)。圖 3.1.10 是 2.5Gbps Transceiver 的訊號流程圖，從濾波器來的光訊號由 2.5Gbps 的光接收器轉換成電訊號，經過限制放大器(Limiting Amplifier)放大訊號後，透過 I/O 介面輸出到 SIM 卡；反之從 SIM 來的 2.5Gbps 電訊號，經過限制放大器後輸入雷射驅動器，由雷射驅動器驅動 2.5Gbps 的雷射，經可變光衰減器往濾波器送。圖中光接收器的 LOL(Loss of Laser)可偵測有無輸入光訊號，限制放大器的 LOS(Loss of Signal)可偵測光接收器是否有輸出電訊號。圖 3.1.11 是 10Gbps Transceiver 的訊號流程圖，從濾波器來的光訊號由 10.709Gbps 的光接收器轉換成電訊號，經過限制放大器(Limiting Amplifier)放大訊號後，由 1:16 的解多工器，分成 16 個 667MHz 的訊號，再由 4 個頻道的時脈/資料回復器，重整成 4 個 2.67Gbps 的電訊號送到 SIM 卡；反之從 SIM 來的 4 個 2.67Gbps 的電訊號，經過 16:1 的多工器多工成 10.709Gbps 的電訊號後，再藉由雷射驅動器驅動 10.709Gbps 的雷射。

2.5G Transceiver Signal Flow

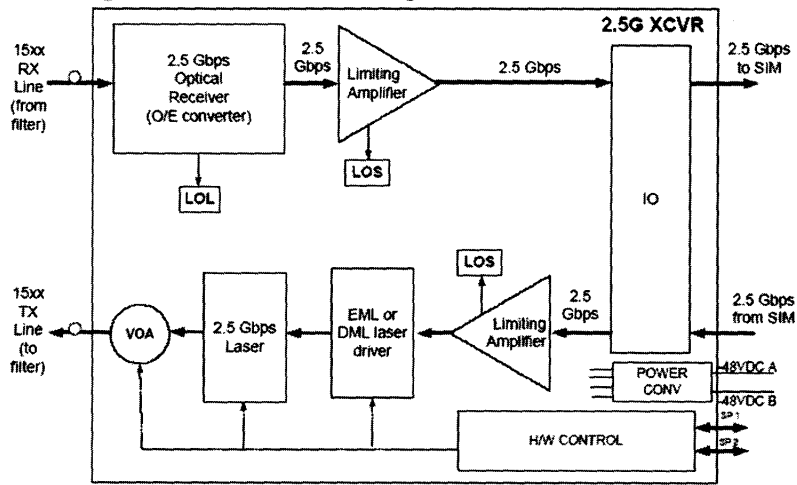


圖 3.1.10

10 Gbps Transceiver Circuit Pack Signal Flow

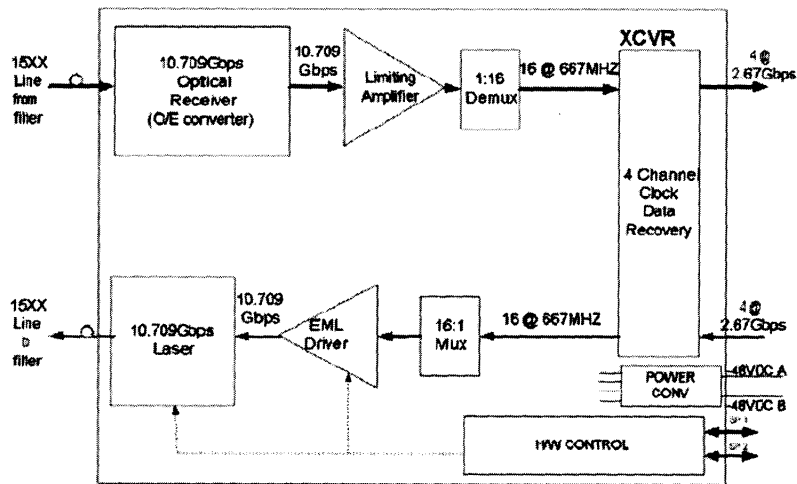


圖 3.1.11

Transponder 的功能是將 15xx nm 的光訊號轉換成電訊號，再將電訊號轉換成 1310 nm 的光訊號供用戶端應用，Transponder 可支援 100MHz 到 2.5Gbps 的速率。圖

3.1.12 是 Transponder 的訊號流程圖，用戶端 1310 nm 的光訊號，由接收器轉換成電訊號，再由發送單體轉換成 15xx nm 的光訊號經可變光衰減器送濾波器；反之由濾波器來的 15xx nm 的光訊號先由接收器轉換成電訊號，再由發送單體轉換成 1310 nm 的光訊號，送用戶端。

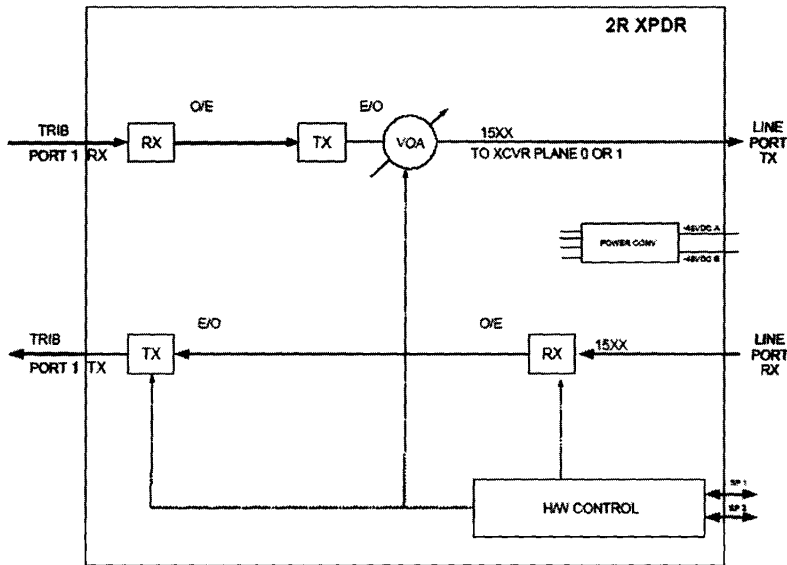


圖 3.1.12

Signal Flow Through a RAYexpress

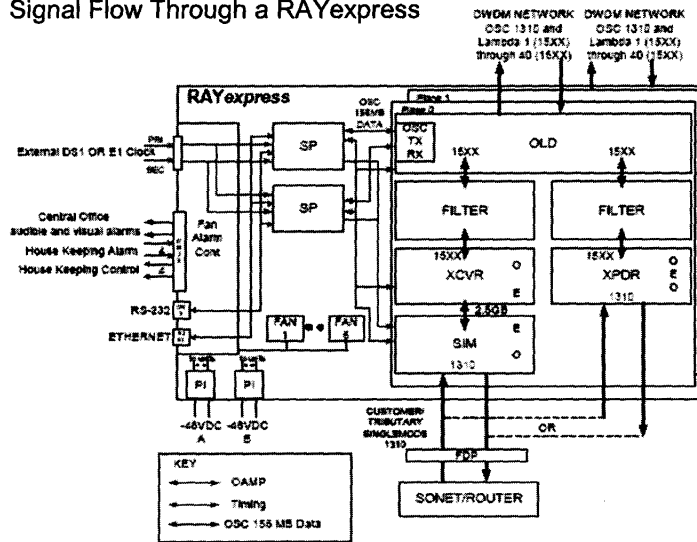


圖 3.1.13

系統訊號流程介紹：

圖 3.1.13 是整個 RAYexpress 的整個訊號流程架構。用戶端 1310 nm 的單模光訊號可以藉由 Transponder 光轉電，電轉光，轉換成 15xx nm 波長的光訊號，經過濾波器送到 OLD 整合多個不同波長光訊號後，送 DWDM 網路；用戶端 GBE、10Gbps 光訊號可藉由 SIM 單體收容，將光訊號轉換成適合 Transceiver 的電訊號，再藉由 Transceiver 將電訊號轉換成 15xx nm 的光訊號，經濾波器由 OLD 整合多個不同波長光訊號，送 DWDM 網路；從圖 3.1.13 可以發現 RAYexpress 有兩組電源(Power Indicator, PI)，多組風扇，兩組機架處理器(Shelf Processor, SP)，機架處理器可以直接控制 OLD、Transceiver/Transponder 和 SIM 卡，同時可利用波長 1310 nm，155MHz 的光訊號頻道(OSC)透過 OLD 與周邊 MOVAZ 系列設備溝通，此外機架處理器可以接受 OSC 來的時脈訊號，也可以接受外部的時脈訊號，來對 SIM 卡作同步動作。

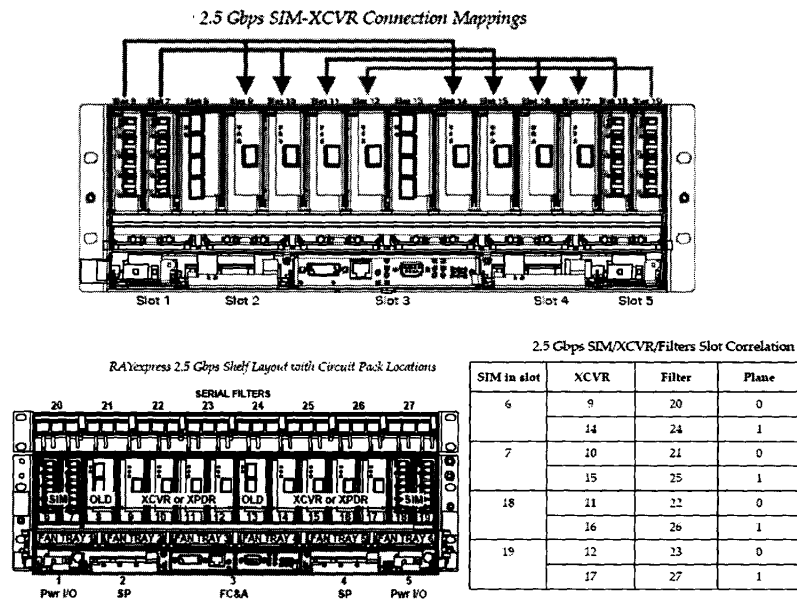


圖 3.1.14

RAYexpress 應用介紹：

RAYexpress 的單機框除了可以提供 STM-1 ~ STM-16 服務外，還可以提供

2.5G 的服務如圖 3.1.14，和 10G 的服務如圖 3.1.15。從圖 3.1.14 中可以得知，一框的 RAYexpress 提供 2.5G 的服務時，每個 Plane 可以插兩片 SIM 卡，Slot-6 的 SIM 卡接 Slot-9 和 Slot-14 的 Transceiver，再接 Slot-20 和 Slot-24 的濾波器，分別從 Plane 0 和 Plane 1 的 OLD 送出，其餘的詳細對照表同樣顯示於圖 3.1.14 的右下方表格。當 RAYexpress 提供 10G 的服務時，每個 Plane 只可以插一片 SIM 卡，如圖 3.1.15 所示，Slot-6，Slot-7 只能插一片 SIM 卡，其詳細對照表顯示於圖 3.1.15 的下方表格。

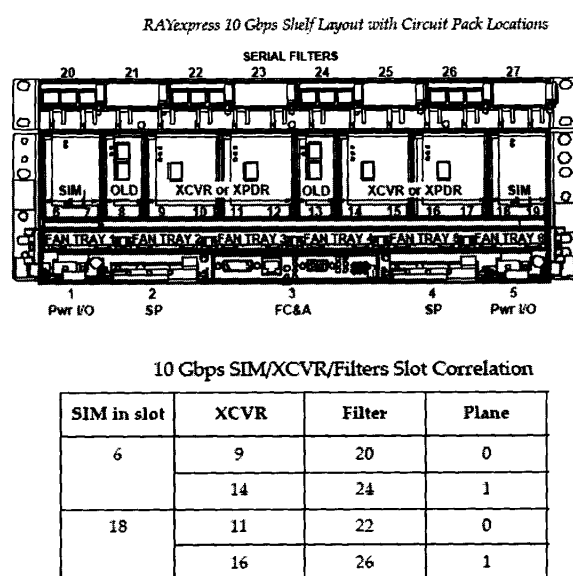


圖 3.1.15

除了單機框的應用外，RAYexpress 也可作堆疊的應用，特別是 20 波長和 40 波長的應用，一定是堆疊架構如圖 3.1.16，左邊是 20 波長架構，堆疊了 5 個 RAYexpress，右邊是 40 波長架構，堆疊了 10 個 RAYexpress。圖 3.1.17 有 20 個波長的多工/解多工器外觀及其波長列表，還有 20 波長堆疊的訊號流程圖示。每個 RAYexpress 的每個 Plane 計有 4 片的 Transceiver/Transponder，每片 Transceiver/Transponder 佔用一個波長，所以 20 個波長用了 5 個 RAYexpress 的

堆疊，分別與 20 波長的多工/解多工器銜接，然後串接第一框的 OLD 與網路連接，同理 Plane 1 也可提供一路 20 波長的服務。圖 3.1.18 是 40 個波長的多工/解多工器外觀及其波長列表，還有 40 波長堆疊的訊號流程圖示。40 波長堆疊的訊號流程類似於 20 波長堆疊的訊號流程，只是 10 個機框堆疊與 40 個波長的多工/解多工器取代 5 個機框堆疊與 20 個波長的多工/解多工器，如圖 3.1.16 的右圖。圖 3.1.18 的 40 波長堆疊只用了 5 個 RAYexpress，每個 RAYexpress 的兩個 Plane 共計有 8 片的 Transceiver/Transponder，每片 Transceiver/Transponder 佔用一個波長，所以共用了 40 個波長，圖中除了第一框 Plane 0 的 OLD 連接上網路外，第一框 Plane 1 的 OLD 銜接第二框 Plane 0 的 OLD，第二框 Plane 1 的 OLD 銜接第三框 Plane 0 的 OLD，依此類推，這些未連接到網路的 OLD 只使用到 OSC 的 1310 nm 波長，供系統管理各個機框。

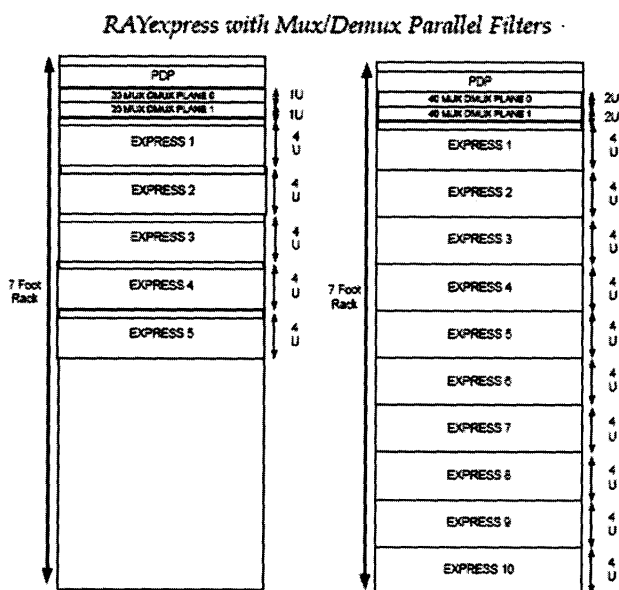


圖 3.1.16

20-Wavelength Mux/Demux Shelf

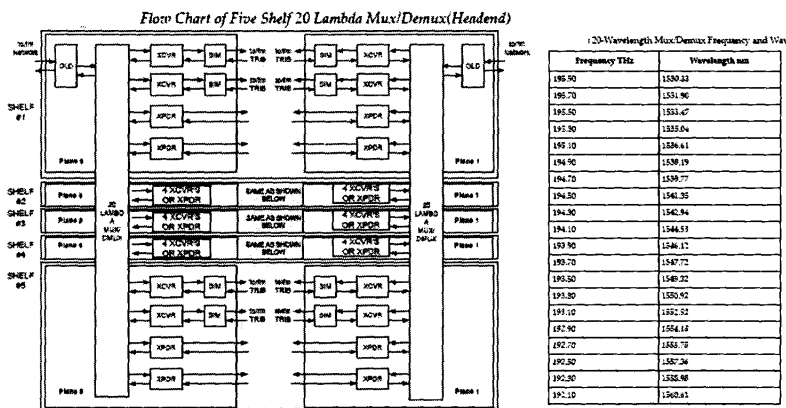


圖 3.1.17

40-Wavelength Mux/Demux Shelf Assembly

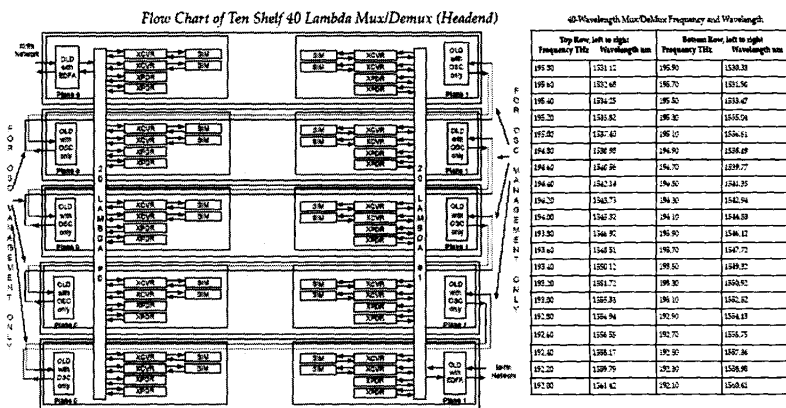


圖 3.1.18

RAYexpress 網路架構介紹：

RAYexpress 可構成環狀網路或者線性網路。圖 3.1.19 是一個 3 節點的環狀網路例子，3 個節點分別為 RE1，RE2 和 RE3，其 Loopback Interface IP 依次為 1.1.1.1/32，1.1.1.2/32，1.1.1.3/32；Broadcast Interface IP 依次為 1.1.2.11/24，1.1.2.12/24，1.1.2.13/24；Plane 0 Interface IP 依次為 1.1.3.1/30，1.1.3.5/30，1.1.3.9/30；Plane 1 Interface IP 依次為 1.1.3.10/30，1.1.3.2/30，1.1.3.6/30；其中 Loopback Interface IP 供測試用，Broadcast Interface IP 供設備網管用，Plane 0 Interface IP 和 Plane 1 Interface IP 供相鄰設備的连接，所以 3 個設備的設定分別如下，其中因為 RE1 直接介接網管路由器，為其他相鄰設備到網管伺服器的開道器，故 RE1 比其他相鄰設備 RE2，RE3 多了紅色的兩道設定指令：

CLI command sequence to configure RE1

```
set ne name re1
set osc config 1-1-8-1 ptop-protected
# set osc config 1-1-13-1 ptop-protected
# set mpls autoconfig on
set interface lo0.0 ip-address 1.1.1.1/32
set interface eth0.0 ip-address 1.1.2.11/24
set interface eth0.10 ip-address 1.1.3.1/30 tx-plane 0
set interface eth0.11 ip-address 1.1.3.10/30 tx-plane 1
# IP address of router should be 1.1.2.1/24
set route default nexthop 1.1.2.1
set protocol ospf redistribute static
```

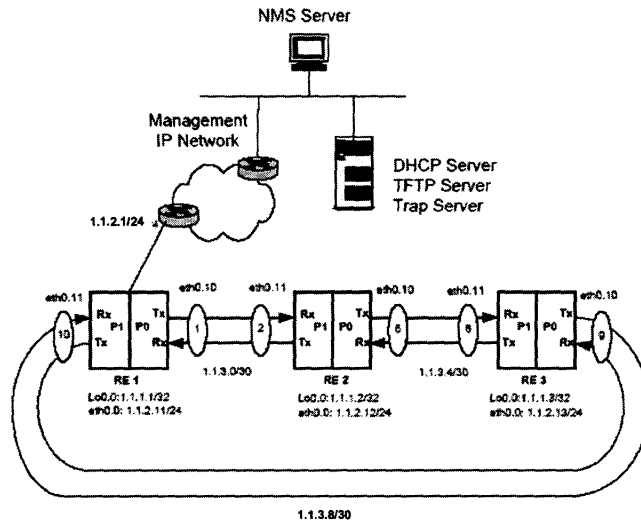


圖 3.1.19

CLI command sequence to configure RE2

```

set ne name re2

set osc config 1-1-8-1 ptop-protected

# set osc config 1-1-13-1 ptop-protected

# set mpls autoconfig on

set interface lo0.0 ip-address 1.1.1.2/32

set interface eth0.0 ip-address 1.1.2.12/24

set interface eth0.10 ip-address 1.1.3.5/30 tx-plane 0

set interface eth0.11 ip-address 1.1.3.2/30 tx-plane 1

# IP address of router should be 1.1.2.1

# set route default nexthop 1.1.2.1
    
```

CLI command sequence to configure RE3

```

set ne name re3

set osc config 1-1-8-1 ptop-protected
    
```

```

# set osc config 1-1-13-1 ptop-protected
# set mpls autoconfig on
set interface lo0.0 ip-address 1.1.1.3/32
set interface eth0.0 ip-address 1.1.2.13/24
set interface eth0.10 ip-address 1.1.3.9/30 tx-plane 0
set interface eth0.11 ip-address 1.1.3.6/30 tx-plane 1
# IP address of router should be 1.1.2.1/24
# set route default nexthop 1.1.2.1

```

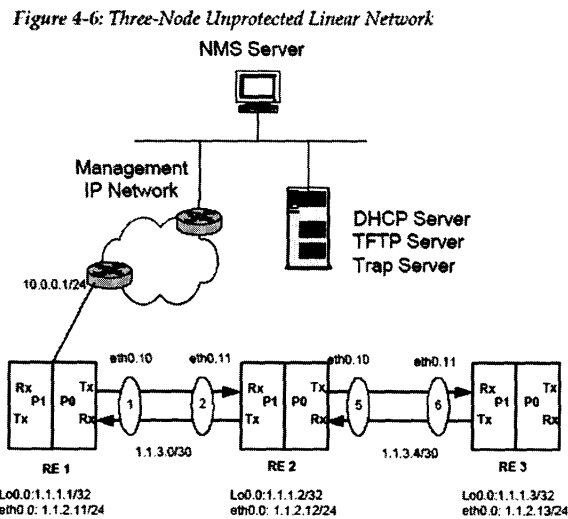


圖 3.1.20

圖 3.1.20 是一個 3 節點的線性網路例子，RE1，RE2 和 RE3，其 Loopback Interface IP，Broadcast Interface IP，Plane 0 Interface IP 和 Plane 1 Interface IP 如圖中所標示，其中 RE1 的 Plane 1 Interface 與 RE3 的 Plane 0 Interface 並無任何銜接，故並沒有指配 IP，所以 3 個設備的設定分別如下：

CLI command sequence to configure RE1

```
set ne name re1
```

```
set osc config 1-1-8-1 ptop-protected
set osc config 1-1-13-1 unequipped
# set mpls autoconfig on
set interface lo0.0 ip-address 1.1.1.1/32
set interface eth0.0 ip-address 1.1.2.11/24
set interface eth0.10 ip-address 1.1.3.1/30 tx-plane 0
# IP address of router should be 1.1.2.1/24
set route default nexthop 1.1.2.1
set protocol ospf redistribute static
```

CLI command sequence to configure RE2

```
set ne name re2
set osc config 1-1-8-1 ptop-protected
set osc config 1-1-13-1 ptop-protected
# set mpls autoconfig on
set interface lo0.0 ip-address 1.1.1.2/32
set interface eth0.0 ip-address 1.1.2.12/24
set interface eth0.10 ip-address 1.1.3.5/30 tx-plane 0
set interface eth0.11 ip-address 1.1.3.2/30 tx-plane 1
# IP address of router should be 1.1.2.1/24
# set route default nexthop 1.1.2.1
```

CLI command sequence to configure RE3

```
set ne name re3
set osc config 1-1-8-1 ptop-protected
set osc config 1-1-13-1 unequipped
# set mpls autoconfig on
set interface lo0.0 ip-address 1.1.1.3/32
```

```

set interface eth0.0 ip-address 1.1.2.13/24
set interface eth0.11 ip-address 1.1.3.6/30 tx-plane 1
# IP address of router should be 1.1.2.1/24
# set route default nexthop 1.1.2.1

```

在上述的環狀網路與線性網路的設定中，有一個基本的假設，就是 MPLS 的自動設定是啟動的，因此設備的網路設定可以如上述設定般簡單，跨網路增加服務電路也會很容易，只要從其中一個端點設備作設定，整個 MOVAZ 的網路便會自動將網路上經過的每一個結點作設定，例如從 RE1 的卡板<1 1 1>到 RE3 卡板<1 1 2>建立一條雙向無保護的 OC-48 Optical Channel Trail (OCT)，只需在 RE1 上加入設定即可建立全線的網路連線：

```

edit service oct example-1-oct
set source ip-address 1.1.1.1 cp 1-1-1
set destination ip-address 1.1.1.3 cp 1-1-2
set protection none
# set direction bi-directional
# set priority setup 7 hold 7
# set status on
# set rro all
# set bandwidth oc-48
exit
commit service example-1-oct

```

例子二，在 RE1 的卡板<1 1 1>到 RE2 卡板<1 1 2>建立一條單向保護的 Gig-E OCT，只需在 RE1 上加入設定即可建立全線的網路連線：

```

edit service oct example-2-oct
set source ip-address 1.1.1.1 cp 1-1-1
set destination ip-address 1.1.1.2 cp 1-1-2

```

```

set direction unidirectional

set priority setup 4 hold 7

set protection path required 1+1

set bandwidth GigE

# set status on

# set rro all

exit

commit service example-2-oct

```

RAYexpres 的機框處理器(SP)與服務介面模組(SIM)可以提供保護切換，其指令如下示：

```

initiate protect sp <B-S-S> switch           →機框處理器切換
initiate protect sim <B-S-S> action lockout   →SIM 禁止切換
initiate protect sim <B-S-S> action forced plane{0|1} →SIM 強迫切換
initiate protect sim <B-S-S> action manual plane{0|1} →SIM 手動切換
release protect sim <B-S-S>                   →解除 SIM 切換

```

此外 SIM 卡也可支援 Port Loopback 與 Line Loopback，其指令如下所示：

```

initiate loopback port <B-S-S-P> {facility|terminal} →port loopback
release loopback port <B-S-S-P>                    →解除 port loopback
initiate loopback line <B-S-S> {facility|terminal} →line loopback
release loopback line <B-S-S>                      →解除 line loopback

```

圖 3.1.21 是 Port Loopback 訊號流程圖，當執行 facility loopback 時，會針對選定 Port 在多工/解多工模組上，將用戶端訊號回送用戶端；執行 terminal loopback 時，會針對選定 Port 在多工/解多工模組上，將網路端訊號回送網路端。圖 3.1.22 是 Line Loopback 訊號流程圖，當執行 facility loopback 時，會在多工/解多工模組上，將全部用戶端訊號回送用戶端；執行 terminal loopback 時，會在多工/解多工模組

上，將全部網路端訊號回送網路端。

Signal Flow for OC3/12 Port Loopback Function

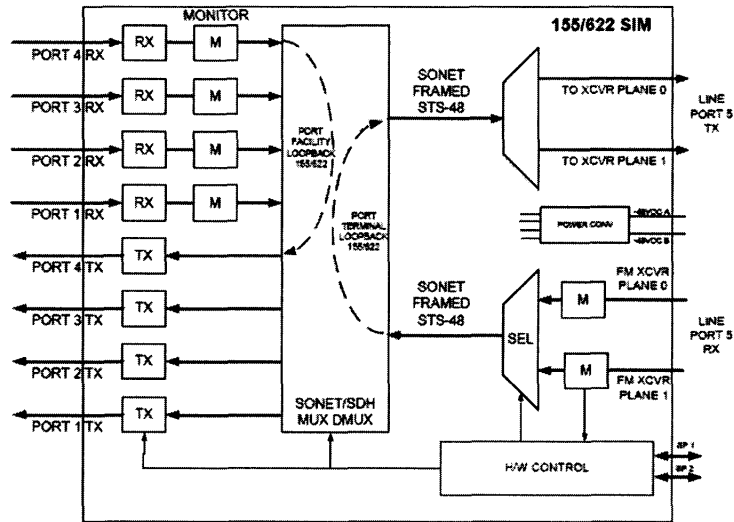


圖 3.1.21

Signal Flow for OC3/12 Line Loopback Function

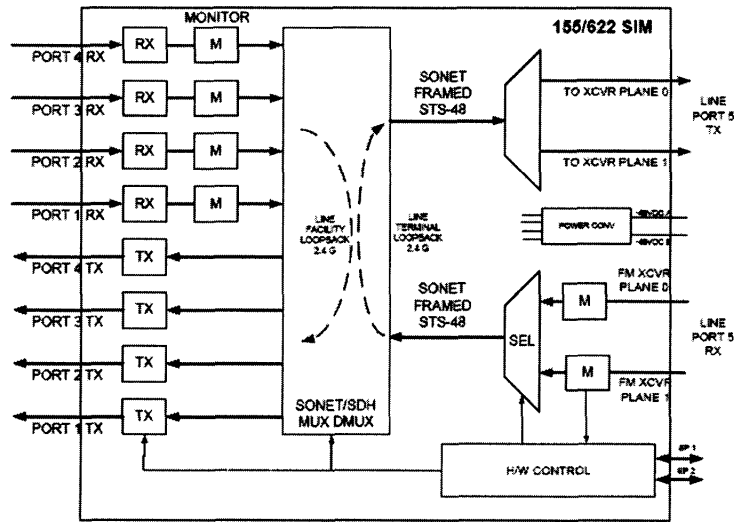


圖 3.1.22

3-2 RAYstar

RAYstar Layout

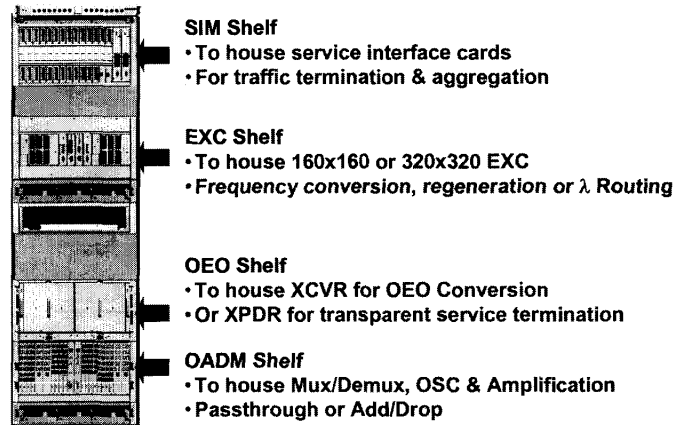
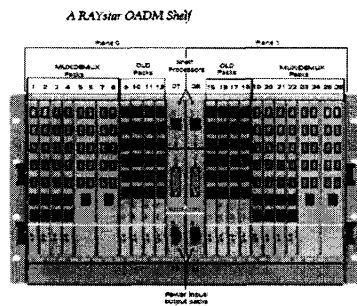


圖 3.2.1

架構與單體介紹：

圖 3.2.1 是 RAYstar 的典型架構，由 OADM、OEO、EXC 與 SIM 四種機框組成。光塞取多工(OADM)框，有三種多工/解多工單體，20 波長，40 波長和 80 波長；兩種 OLD，接取型(Access) OLD 與都會型(Metro) OLD，詳細的插槽位置如圖 3.2.2，Slot-1 ~ 8 與 Slot-19 ~ 26 是多工/解多工單體；Slot-9 ~ 12 與 Slot-15 ~ 18 是 OLD 的插槽，接取型與都會型 OLD 的訊號流程結構類同 RAYexpress 的 OLD，但又有單放大器與雙放大器不同模組，因應不同的傳輸距離；Slot-13,14 為電源單體；Slot-27,28 為機框處理器。

OEO 機框如圖 3.2.3，是光電轉換處理的機框，可以插用 Transceiver/Transponder，如同 RAYexpress，Transponder 是光轉電又電轉光的單體，可以在設備上提供透通的終端服務；Transceiver 則為光轉電的介面，接到電交換模組(Electric Cross Connection, EXC)轉接到 SIM 介面，再由電轉光訊號。其訊號流程結構均類同於 RAYexpress。



RAYstar 20 Wavelength Mux/Demux Card



RAYstar 40 Wavelength Mux/Demux Card



OADM (Mux/Demux) Cards
 The RAYstar offers three types of OADM or multiplexer/demultiplexer (mux/demux cards):

- 20 wavelength (200 GHz spacing)
- 40 wavelength (100 GHz spacing)
- 80 wavelength (50 GHz spacing)

圖 3.2.2

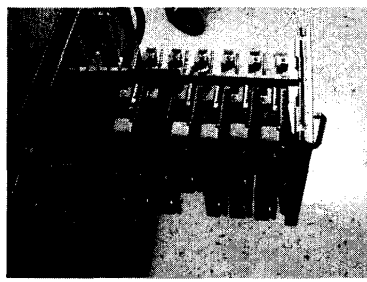
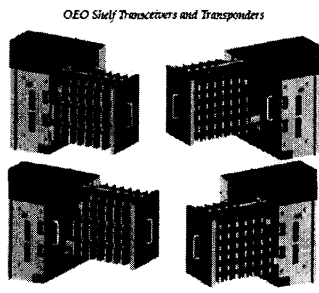
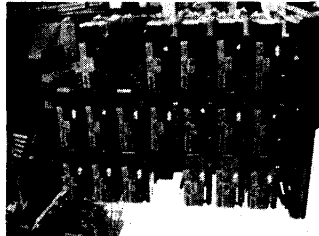
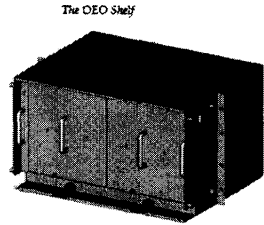


圖 3.2.3

RAYstar Connectivity

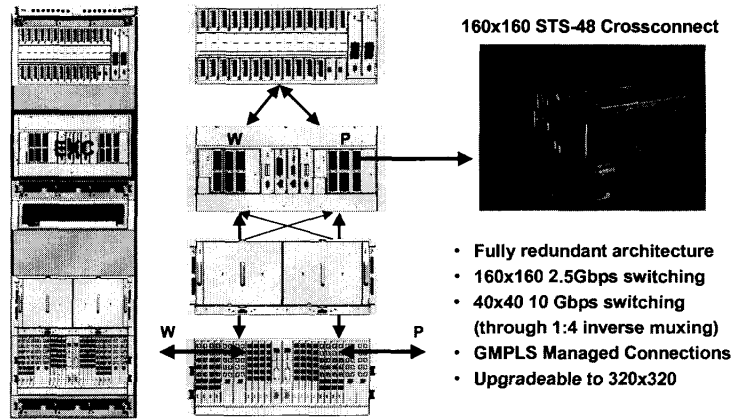


圖 3.2.4

圖 3.2.4 標示出 EXC 機框相對應的位置與實物外觀，是以電訊號的方式，應用 GMPLS 協定來管控交接動作，可提供 160x160 2.5Gbps 交接與 40x40 10Gbps 交接(透過 1:4 的反相多工)，未來可升級到 320x320 2.5Gbps 交接。

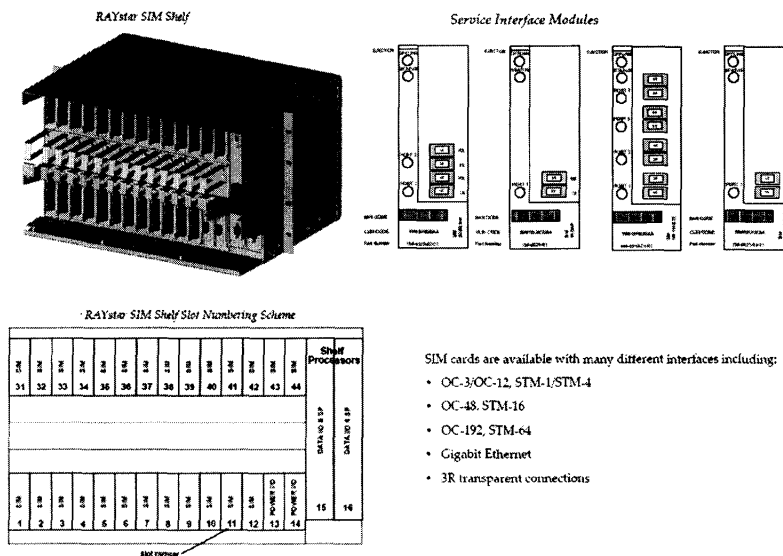


圖 3.2.5

圖 3.2.5 有 RAYstar 的 SIM 機框的插槽規劃與卡片型式，其種類與訊號流程架構皆類同於 RAYexpress 的介紹。

系統訊號流程介紹：

如圖 3.2.4，網路上 20/40/80 波長的光訊號由 OADM 機框的 OLD 進入 RAYstar，經過同在 OADM 機框的解多工器解析成單一波長的光訊號後，可轉接到同在 OADM 機框的其他多工器，例如 slot-3 與 slot-4 的多工/解多工器間的 Mapping 如下：

```
set map passthrough 02-03-04 02-02-04
```

```
set map passthrough 02-04-02 02-03-02
```

或分送 OEO 機框的 Transceiver/Transponder 單體。若是送 Transponder 單體，則波長 15xx nm 光訊號會先轉成電訊號，該電訊號會再轉換成 1310 nm 的光訊號，供本地服務電路使用；若是送 Transceiver 單體，則波長 15xx nm 光訊號轉成電訊號後，將匯接到 EXC 機框，經交接切換後，可由任意 SIM 卡轉成相關服務的光訊號。OADM 框與 OEO 框間的 Mapping 如下：

```
set map xc 02-03-09 03-18
```

```
set map xc 02-03-15 03-21
```

```
set map xc 02-03-19 03-26
```

```
set map xc 02-04-11 03-14
```

```
set map xc 02-04-13 03-20
```

```
set map xc 02-04-18 03-11
```

```
set map xc 02-04-20 03-12
```

同理，本地特定服務的電路，可經由 SIM 卡介接後，轉光訊號成電訊號匯接到 EXC 機框，經交接切換後，可由 OEO 框裏選定任意 Transceiver 單體，轉換成的 15xx nm 波長光訊號，經過 OADM 框的多工器多工成 20/40/80 波長的光訊號，由選定的 OLD 送到網路上。

RAYstar 網路架構介紹：

圖 3.2.6 的 RAYstar 分別與左邊的 RAYexpress RE1、RE2 構成具保護的環狀網路，與右邊的 RAYexpress RE3 構成具保護的線性網路。同 RAYexpress 中介紹，Loopback Interface IP 供測試用，Broadcast Interface IP 供設備網管用，Plane 0 Interface IP 和 Plane 1 Interface IP 供相鄰設備的连接，詳細 IP 規劃如表 3.2.1。各設備的設定指令如下：

CLI command sequence to configure RE1

```
set ne name re1  
  
set osc config 1-1-8-1 ptop-protected  
  
# set osc config 1-1-13-1 ptop-protected  
  
# set mpls autoconfig on  
  
set interface lo0.0 ip-address 10.1.1.11/32  
  
set interface eth0.0 ip-address 10.1.3.18/28 tx-plane 0  
set interface eth0.10 ip-address 10.1.3.5/30 tx-plane 0  
set interface eth0.11 ip-address 10.1.3.2/30 tx-plane 1
```

Protected Access Ring and Point-to-Point Networks

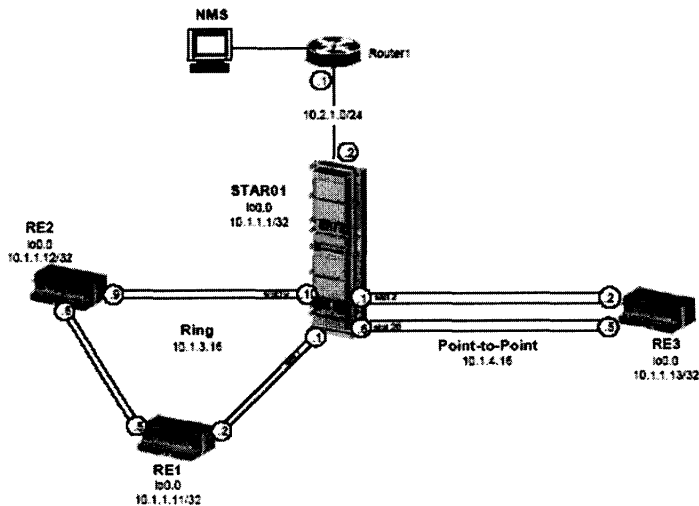


圖 3.2.6

IP Address Assignment for the Network

Interface	RE1	RE2	RE3	STAR01
Lo0.0 Loop-Back Interface	10.1.1.11/32	10.1.1.12/32	10.1.1.13/32	10.1.1.1/32
eth0.0 Broadcast Interface	10.1.3.18/28	10.1.3.19/28	10.1.4.18/28	10.2.1.2/24
eth0.10 Plane 0 Interface	10.1.3.5/30	10.1.3.9/30	10.1.4.5/30	_____
eth0.11 Plane 1 Interface	10.1.3.2/30	10.1.3.6/30	10.1.4.2/30	_____
trip0.0 Plane 0 Interface	_____	_____	_____	10.1.3.17/28
trip0.10 Plane 0 Interface	_____	_____	_____	10.1.3.1/30
trip1.10 Plane 0 Interface	_____	_____	_____	10.1.4.1/30
trip1.0 Plane 0 Interface	_____	_____	_____	10.1.4.17/28
trip100.11 Plane 1 Interface	_____	_____	_____	10.1.3.10/30
trip101.11 Plane 1 Interface	_____	_____	_____	10.1.4.6/30

表 3.2.1

CLI command sequence to configure RE2

```

set ne name re2
set osc config 1-1-8-1 ptop-protected
set interface lo0.0 ip-address 10.1.1.12/32
set interface eth0.0 ip-address 10.1.3.19/28
set interface eth0.10 ip-address 10.1.3.9/30 tx-plane 0
set interface eth0.11 ip-address 10.1.3.6/30 tx-plane 1
    
```

CLI command sequence to configure RAYstar

```

set ne name star01
set osc config 1-2-1-1 ptop-protected
set osc config 1-2-2-1 ptop-protected
set osc config 1-2-19-1 ptop-protected
set osc config 1-2-20-1 ptop-protected
set interface lo0.0 ip-address 10.1.1.1/32
set interface eth0.0 ip-address 10.2.1.2/24
set interface trip0.0 ip-address 10.1.3.17/28
    
```

```
set interface trip0.10 ip-address 10.1.3.1/30 tx-plane 0
set interface trip100.11 ip-address 10.1.3.10/30 tx-plane 1
set interface trip1.0 ip-address 10.1.4.17/28
set interface trip1.10 ip-address 10.1.4.1/30 tx-plane 0
set interface trip101.11 ip-address 10.1.4.6/30 tx-plane 1
# IP address of router should be 10.2.1.1
set route default nexthop 10.2.1.1
set protocol ospf redistribute static
```

CLI command sequence to configure RE3

```
set ne name re3
set osc config 1-1-8-1 ptop-protected
set osc config 1-1-13-1 ptop-protected
set interface lo0.0 ip-address 10.1.1.13/32
set interface eth0.0 ip-address 10.1.4.18/28
set interface eth0.10 ip-address 10.1.4.5/30 tx-plane 0
set interface eth0.11 ip-address 10.1.4.2/30 tx-plane 1
```

CLI command sequence to configure router

```
hostname Router1
Interface ethernet 0
Description To Management Ethernet
Ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
Ip route 10.1.0.0 255.255.252.0 10.2.1.2
exit
```

從 RE1 cp <1-1-7>與 RE3 cp <1-1-2>間，建立一條 OC-48 雙向 OCT，只需由任一端點設備，鍵入下列指令即可：

```
edit service oct example-1-OCT
```



```
set source ip-address 10.1.1.11 cp 1-1-7
set destination ip-address 10.1.1.13 cp 1-1-2
set protection none
# set direction bi-directional
# set priority setup 7 hold 7
# set status on
# set rro all
# set bandwidth oc-48
exit
commit service oct example-1-OCT
```

3-3 R-OADM：可重新規劃光塞取多工機(Reconfigurable optical add/drop multiplexer)

可重新規劃光塞取多工機有兩種常見技術，一種利用廣播與選取的機制(Broadcast and Select)；另一中是使用交換(Switched)的機制。

•廣播與選取的機制(Broadcast and Select)

圖 3.3.1 的可重新規劃光塞取多工機是一種廣播與選取架構。光訊號從前級放大器(Pre-amplifier)輸入，經過分歧器(splitter)後，光訊號廣播向兩個路由，欲拈取出來的光訊號經解多工器(DEMUX)將特定波長的光訊號解出；通過動態頻道等化器(Dynamic Channel Equalizer, DCE)的光訊號，被解多工的波長訊號會被阻絕，其餘未被解多工的波長訊號，將依不同頻道的傳輸特性，予以等化後送組合器(combiner)與從多工器送來的光訊號重新組合，再送往後級放大器(Post-amplifier)輸出。此種架構只可對固定特定波長的光訊號，作重新規劃塞取。

R-OADM – Broadcast and Select

Splitter with Mux/Demux (fixed- λ -port)

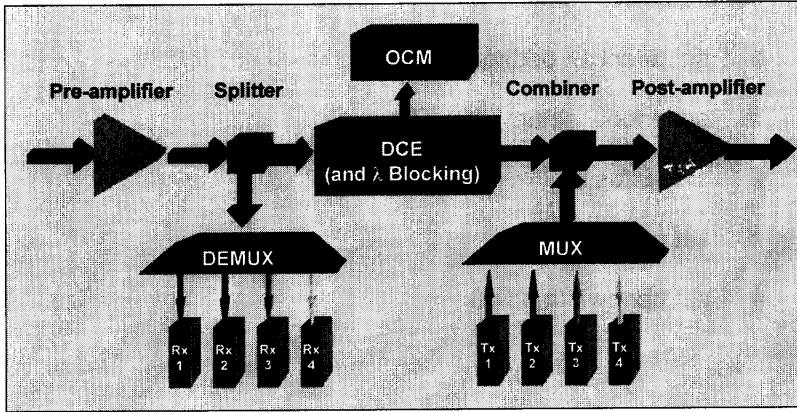


圖 3.3.1

R-OADM – Broadcast and Select

Splitters and Tunable Filters (any- λ -any-port)

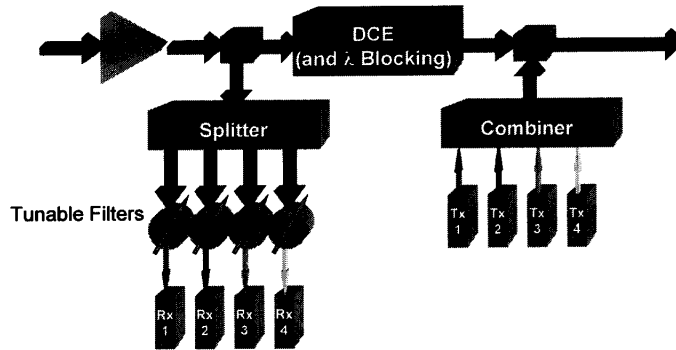


圖 3.3.2

圖 3.3.2 是另一種廣播與選取架構的可重新規劃光塞取多工機。此架構類似圖 3.3.1 的架構，所不同點主要在於解多工器換成分歧器與可調式光濾波器

(Tunable Filters)，如此可任意選擇要取出的光訊號波長，該波長的光訊號可重新再利用於後面的傳輸網路。

- 交換(Switched)的機制

圖 3.3.3 的 R-OADM 中，光訊號經過前級放大器後，輸入一個 1x2(一進二出)的波長選擇交換器，可將要取出的特定波長訊號切換輸出到解多工器；其餘波長的光訊號切換輸出到下一級 2x1(二進一出)的波長選擇交換器，匯整多工器送來可重新使用的特定波長訊號，送到後級放大器。

R-OADM – 1x2 wavelength switch

1x2 Wavelength-selective switch with Mux/Demux (fixed- λ -port)

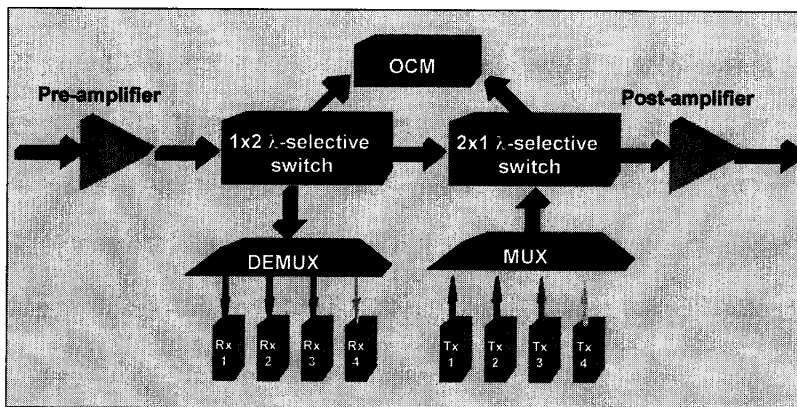


圖 3.3.3

R-OADM – Switched

Splitter with Mux/Demux (fixed- λ -port)

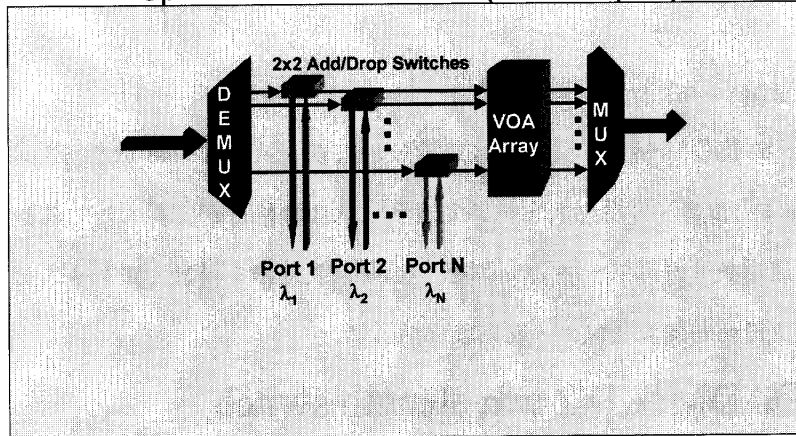


圖 3.3.4

圖 3.3.4 的 R-OADM 中左端輸入的光訊號，先進入解多工器，解多工成 N 種不同波長的光訊號，在經過 N 個 2x2 的塞取交換器來決定那個特定波長的光訊號要在此 R-OADM 取出，則該特定波長的光訊號可重新應用於右端環路的傳輸。N 個塞取交換器輸出訊號到 N 進 N 出的矩陣式可變式光衰減器(variable optical attenuator, VOA)將 N 種不同波長的光訊號等化後，經多工器整合由單一光纖傳送。

R-OADM – Switch (MEMS)

MEMS Switch Array with Mux/Demux (any-λ-any-port)

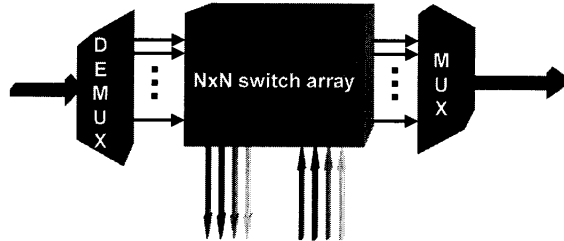


圖3.3.5

圖 3.3.5 的 R-OADM 中， N 個 2×2 的塞取交換器與 N 進 N 出的矩陣式可變式光衰減器，由一個 $N \times N$ 的交換矩陣所取代，這個 $N \times N$ 的交換矩陣可選取任意波長的光訊號並加以等化處理，故可選取任意波長與任意埠作為重複傳輸使用。圖中 $N \times N$ 的交換矩陣使用一種整合式波長選擇交換器(integrated Wavelength Selective Switch, iWSS)，這個交換器的機構圖與 MOVAZ 的實際成品圖分別如圖 3.3.6 與圖 3.3.7。其中的交換核心是以微機電(Micro Electronics Mechanical System, MEMS)的 IC 製造技術所設計的可控制鏡面角度的鏡子矩陣，可控制鏡面的微機電機構圖如圖 3.3.8 右下圖，是利用控制電壓來調控鏡面對任意波長光訊號的鏡射角度，再配合光柵與折射反射的物理處理，以達成任意波長任意埠的光訊號可以交換成任意波長到任意埠。圖 3.3.8 左邊是 MEMS 的 IC 光罩圖，中間部分是 960 個可調控的鏡子矩陣；LV decoder ASIC 是可定址的內容記憶體 (Contents Addressable Memory, CAM) 為低電壓模組，一組 CAM 可紀錄 240 筆的鏡子傾斜資料，故有 4 組 CAM；因為鏡面傾斜角的控制需要高電壓，所以 CAM 與 Mirrors 之間必須借由高壓的驅動模組 HV Drive ASIC 將 5V 的方波訊號提升為 200V，共有 12 個模組；圖 3.3.8 右邊則是成品的照相圖，

Free Space Optical System

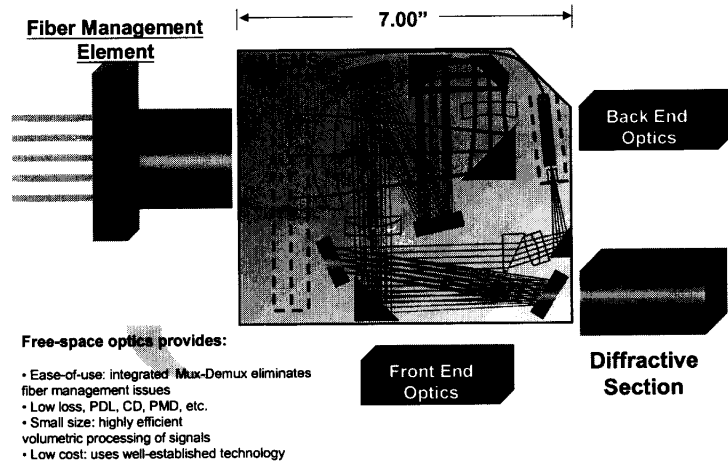


图 3.3.6

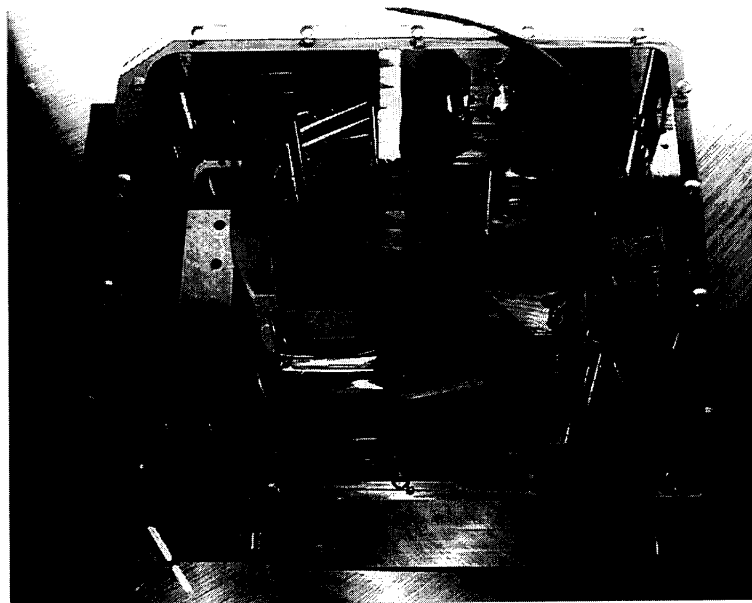


图 3.3.7

Custom Drive IC's and Si Packaging

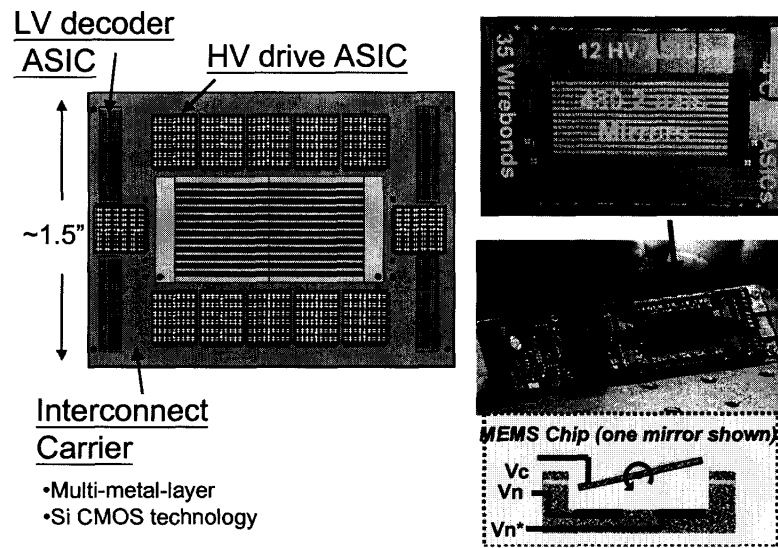


圖 3.3.8

3-4 RAYo/s

MOVAZ 系列設備的作業系統(operating system)是 MOVAZ 自行研發的 RAYo/s，這個作業系統可以提供設備節點管理(Node Management)，安全管理(Security)，單體提供(Equipment Provisioning)，軟體管理(Software Management)，性能監視(Performance Monitoring)，使用者管理(User Management)，障礙管理(Fault Management)，保護管理(Protection Management)，智慧控制平台(Intelligent Control Plane)。

RAYo/s 的節點管理可藉由 CLI (Command Line Interface)或 SNMP(Simple Network Management Protocol)來管理，使用 CLI 介面可透過設備上的 Ethernet 介面或 Telnet Session 登入設備直接管理；使用 SNMP 協定則須透過網管程式 RAYtracer，以 MIB 與 TRAP 與設備溝通。

保護管理方面，RAYo/s 目前支援三種保護機制：路由一加一保護(Path 1+1 protection)，鏈結一加一保護(Link 1+1 protection)，端對端回復(End-to-end Recovery)，三種保護機制的示意圖展示如圖 3.4.1。路由一加一保護如圖 3.4.1

的上圖，當頭端與尾端間的工作路由任何一點障礙時，路由一加一保護機制會自動從頭端到尾端間產生一條保護路由，這個保護機制只需簡單的一道指令即可達成：“set service oct ABC protection path 1+1”；

圖 3.4.1 的中圖是鏈結一加一保護的示意圖，其保護機制是針對節點與節點間的鏈路做保護，當工作路由任何一點障礙時，系統會在故障鏈路的兩個節點間自動產生保護鏈路，原工作路由中未障礙的鏈路仍保持不變，其設定也可用一道指令達成：“set service oct ABC protection link 1+1”；

圖 3.4.1 的下圖是端對端回復機制的示意圖。此端對端的回復機制並不會預先規劃保護路由，而是當工作路由障礙時，自動送出訊令(signaling)，在頭端與尾端間重新產生一條服務路由，其設定指令如下：

“set service oct ABC recovery end-to-end”

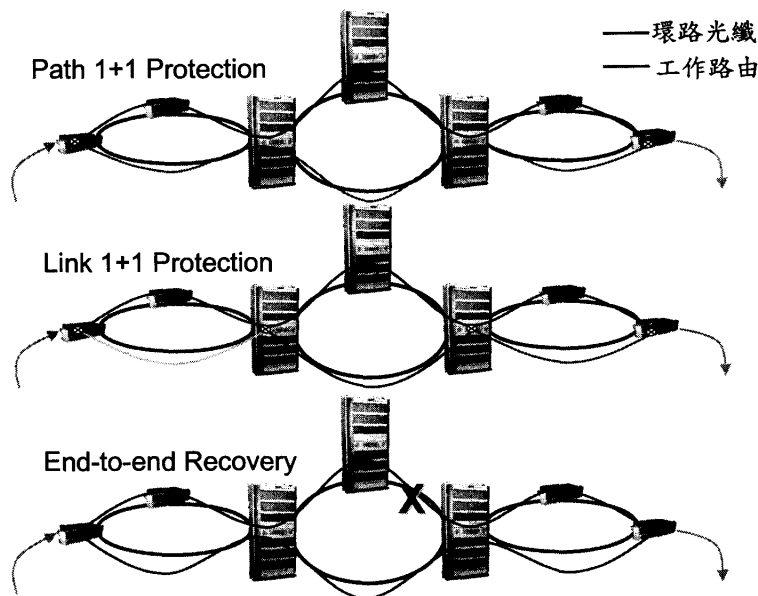


圖 3.4.1

MOVAZ 的智慧控制平台架構如圖 3.4.2，主要有三種模組：訊令模組 (Signaling Module)，路由計算模組(Path Computation)，路由規劃模組(Routing Module)。訊令模組的核心是 GMPLS-RSVP 和光路由資料庫(Optical Path

Database)，可以動態控制電路服務的傳遞；路由計算模組的核心是路由計算引擎(Path Computation Engine)，透過拓樸資料庫(Topology Database)，可以根據設定的條件選擇出所要的服務路由；路由規劃模組有兩種路由規劃，光訊號頻道路由規劃(OSC Routing)與光路由規劃(Optical Routing)，光訊號頻道路由規劃使用 OSPF 的繞路協定，光路由規劃使用 GMPLS-OSPF 的繞路協定，可提供網路的拓樸架構與可用的網路資源給網路上的所有節點，中華電信的控制平台部分建置時並未啟動。啟動控制平台機能可以使 MOVAZ 設備，透過 GMPLS 的通訊協定提供下列機能：

- 目錄發現與廣告：可發現網路新增原件並告知其他網路原件。
- 提供端對端動態服務：可從任一端點網路原件的 CP(circuit pack)，產生跨網路的服務電路，中間的路由可由路由計算模組自動產生，並將路由資料傳送給相關的網路原件。
- 網路原件層的服務認知：網路原件可以認知該原件上產生或經過的服務電路。
- 電路卡層的服務認知：電路卡可以認知該電路卡上產生或經過的服務電路。
- 告警的相關性與傳遞：當有電路卡發生故障時，在該電路卡上受影響的服務電路，會沿著各個服務電路的光頻道路徑(Optical Channel Trail, OCT)傳送給相關設備。
- 狀態的重新同步：當網路原件遭到重大當機重新啟動時，原來的網路服務資訊可以從鄰近的網路原件中學得，而回復原本的運作狀態。
- 自動的服務保護與回復：可提供三種服務保護機制。

Control Plane Architecture

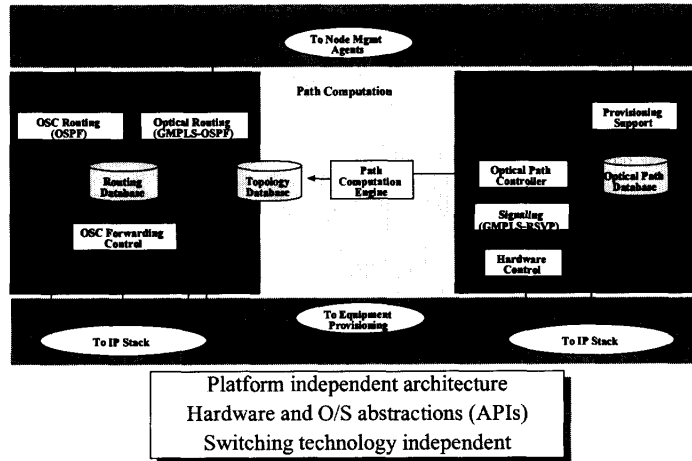


圖 3.4.2

控制平台的核心協定是 GMPLS (Generalized MPLS)，GMPLS 是 MPLS (Multi Protocol Label Switch) 與 MP λ S (Multi Protocol λ Switch) 兩種通訊協定的巨集，可以跨不同傳輸技術，例如 IP, ATM, SONET/SDH, λ s 等。MPLS 有兩種路由器，標籤邊緣路由器 (Label Edge Router) 與標籤交換路由器 (Label Switch Router)，標籤邊緣路由器可將非 MPLS 介面的輸入資料貼上標籤送到標籤交換路由器，或將標籤交換路由器送來的資料移除其標籤，送到輸出介面。標籤交換路由器則根據標籤值來做資料交換，以送達目的地的標籤邊緣路由器。

圖 3.4.3 是 MPLS 建立標籤交換路由 (Label Switch Path, LSP) 的示意圖。由 Ingress 端發動建立 LSP 的 Request，透過 MPLS-OSPF 送到 Egress 端，Egress 端收到 Ingress 的 Request 後，會根據 MPLS-RSVP 沿 LSP 路徑回覆標籤給 Ingress 端，Ingress 端收到標籤後，便根據標籤建立起 Ingress 端到 Egress 端的 LSP 電路。圖 3.4.4 是 MP λ S 建立路由的示意圖，其原理同 MPLS，只是標籤交換 (Label Switch) 改成波長交換 (Wavelength Switch)。

MPLS Tunnel LSP

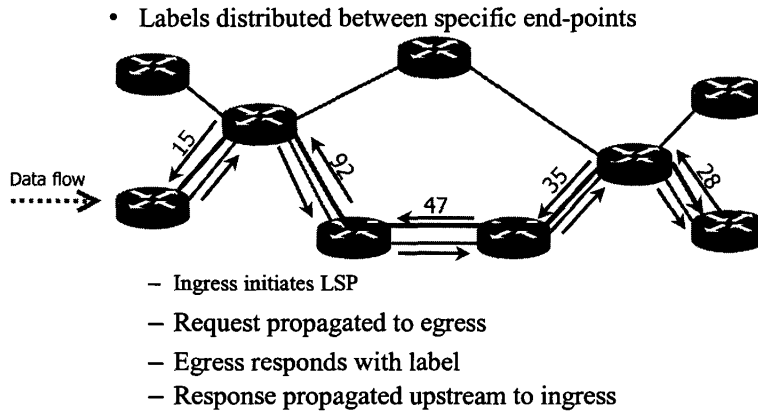


圖 3.4.3

MP λ S Controlled Lightpath

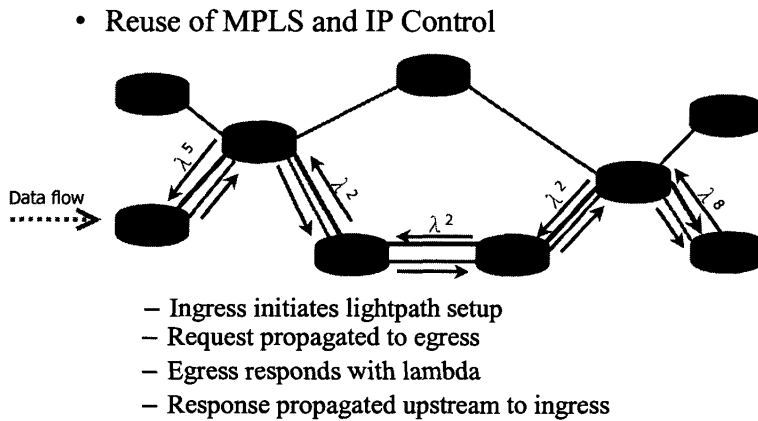


圖 3.4.4

3-5 RAYtracer

RAYtracer 是 MOVAZ 網管的圖形介面，可以架設在 Windows、Solaris、Linux 三種作業平台上，透過 SNMP 或 GMPLS 兩種協定對節點設備網管控制，圖 3.5.1

是 MOVAZ 的整個網管架構圖，其中的 DHCP Server 可以提供給 RAY 系列產品網管 IP，網管伺服器分正用主機與備用主機，兩部伺服器主機間以 UDP 協定互相通訊，備用主機會以固定周期送 Heartbeat 訊息給正用主機，並以 FTP 協定作資料備援。RAYtracer 可以提供設備管理，服務管理，操作管理，效能/頻寬管理，告警/事件管理及設備軟體管理。

圖 3.5.2 顯示 RAYtracer 所提供的設備管理，點選一個節點後，該節點的選單內容如圖 3.5.2 圖的左上方，可提供設備詳細資料、機框圖形、效能監視、服務提供、設備連結與告警/事件查看等，圖的右上方是 Chassis 的圖形介面，可以由燈號顯示，判斷卡片的服務狀況；右下方則顯示，可以進一步點選任一卡片，查視該卡片的內容、效能狀態與告警/事件情形。圖 3.5.3 分別是 RAYexpress 與 RAYstar 的設備提供內容，RAYstar 多了 Cross Connect(供 EXC 框)和 Mapping(供 OADM 與 OEO 框的光纖連線)兩項，其內容參考圖 3.5.4。

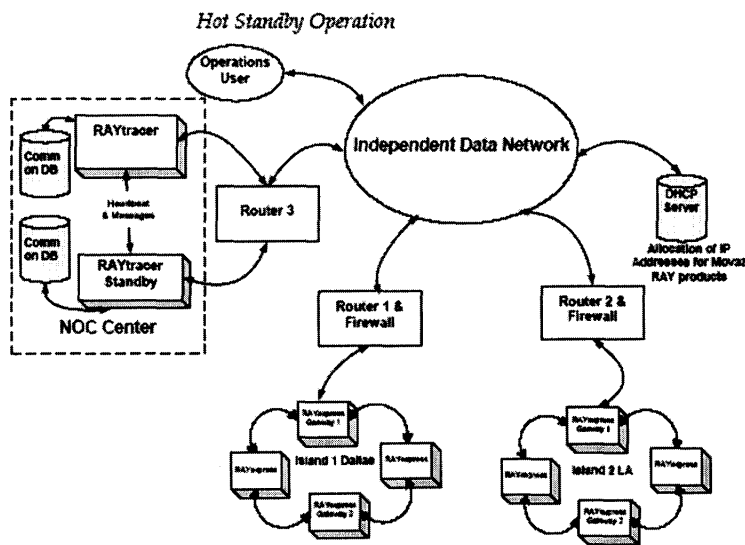
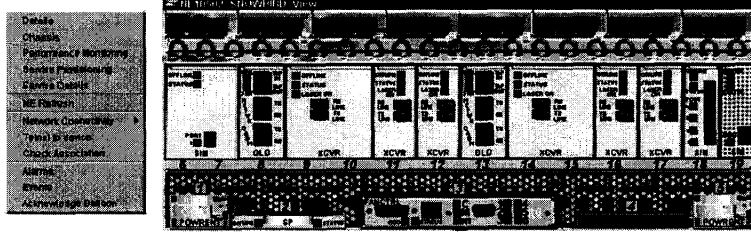


圖 3.5.1

Node Context Menu

Chassis View



Circuit Pack Context Menu

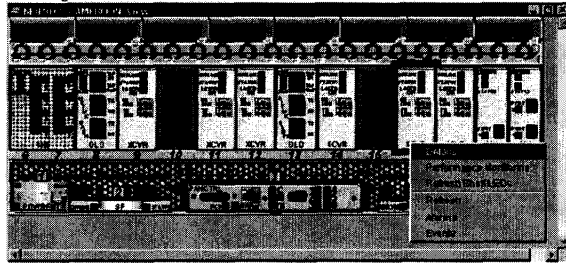
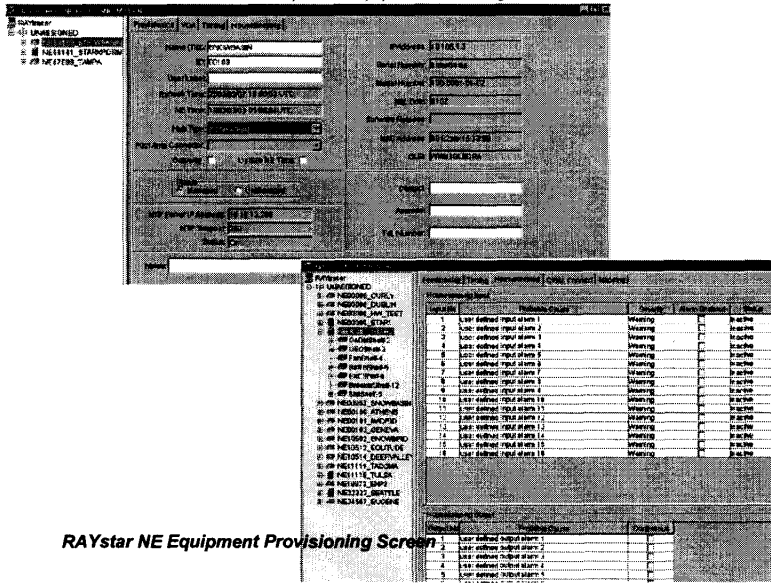


圖 3.5.2

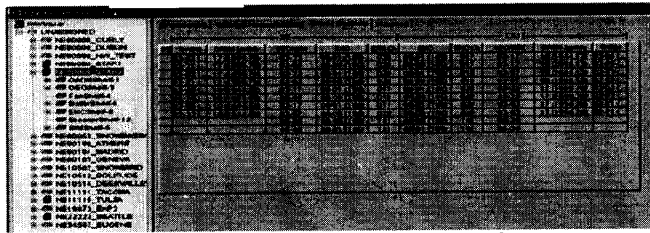
RAYexpress NE Equipment Provisioning Screen



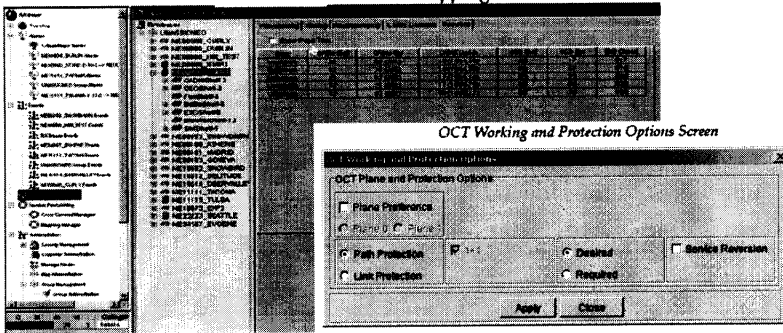
RAYstar NE Equipment Provisioning Screen

圖 3.5.3

RAYstar Cross Connect Screen



RAYstar Mapping Screen



OCT Working and Protection Options Screen

圖 3.5.4

圖 3.5.5 圖示服務管理、操作管理與頻寬管理的圖形介面，圖的右方表列各種服務的訊號型態與資訊速率，圖的左上方是提供服務電路的管理畫面，有 OCT 電路與 Data 電路，圖的左下方是增加或移除電路交接的畫面，可分 In/Out 端，雙向或單向，硬體保不保護，還有訊號型態與資訊速率的選擇，In/Out 端又可選擇 SIM 卡、OADM、Lambda、OEO 位置。

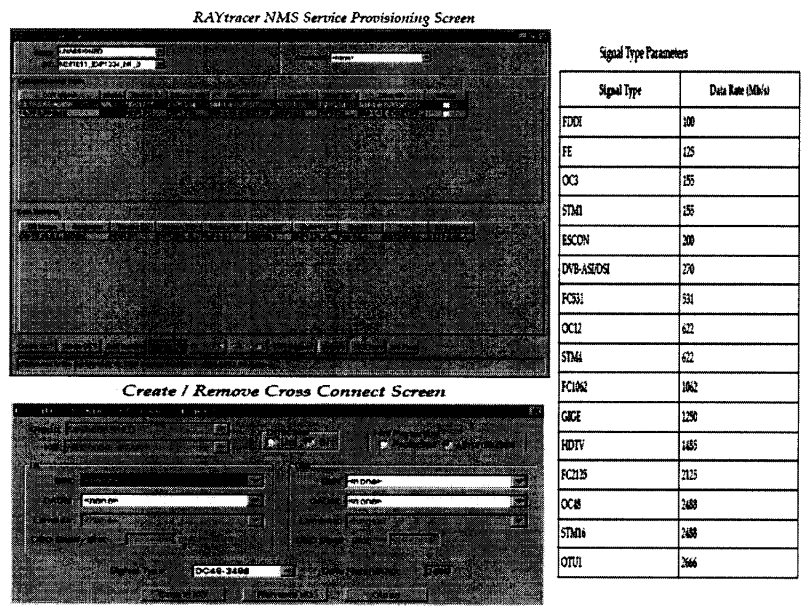


圖 3.5.5

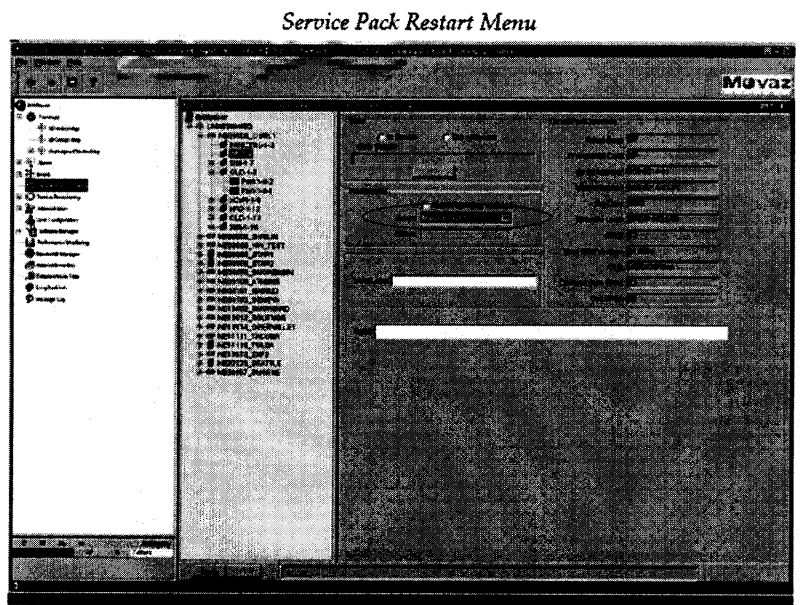


圖 3.5.6

圖 3.5.6 提供卡片 Restart 的圖形畫面，選定卡板後可至 Action 處選擇切換或重新啟動卡片，可選 Warm Restart 或 Cold Restart，然後執行 Apply 即可，Warm Restart 約需 30 秒，Cold Restart 約需 45 秒。圖 3.5.7 是服務電路資料備份功能的畫面。

Service Backup Screen

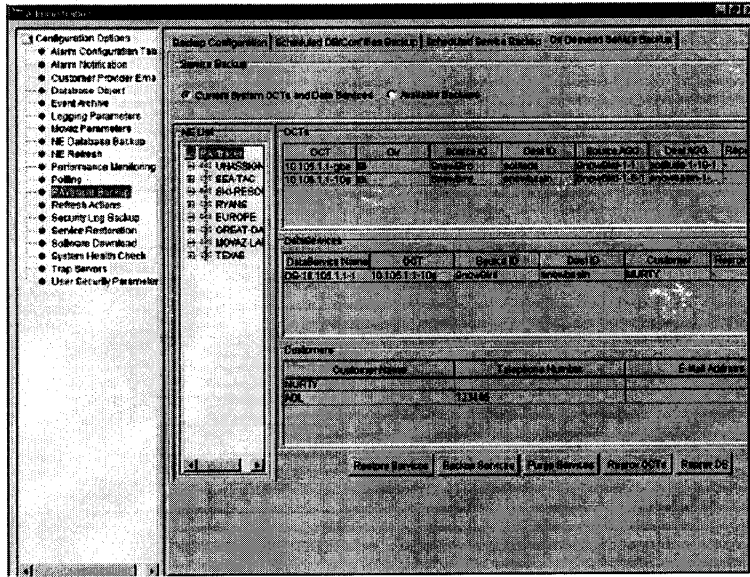


圖 3.5.7

SIM Circuit Pack Performance Monitoring Points

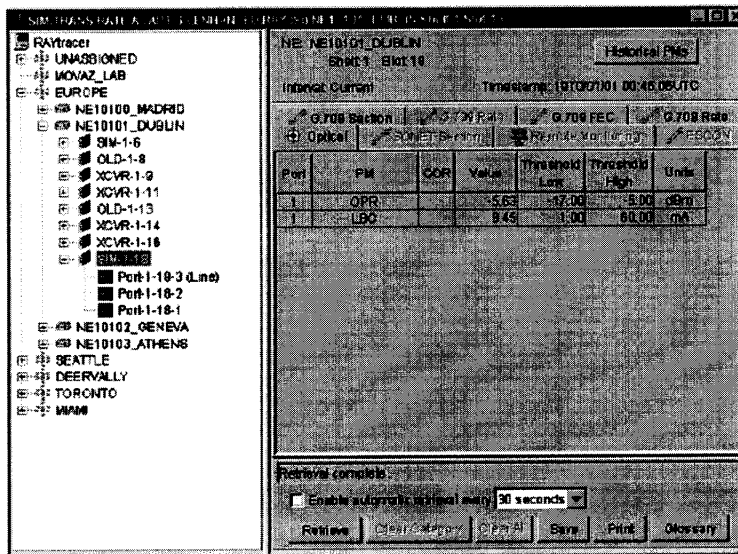


圖 3.5.8

圖 3.5.8 是 SIM 卡單體的效能監視畫面，如圖所示 port 1 的光接收功率 (Optical Power Receive, OPR) 值是 -5.63dBm，最高與最低臨限值分別為 -5dBm，與

-17dBm；port 1 的雷射偏壓電流(Laser Biased Current, LBC)值是 9.45mA，其高低臨限值分別為 60mA 與 1mA。圖 3.5.9 是 OLD 卡單體的效能監視畫面，port 1 有光接收功率值(OPR)，光訊號頻道(OSC)的光接收功率值與可變光衰減器(VOA)的衰減值等效能參數。port 2 有光發射功率值(Optical Power Transmit, OPT)，光訊號頻道(OSC)的光發射功率值，光訊號頻道(OSC)的雷射偏壓電流(LBC)值等效能參數。port 3 有摻鉕光纖放大器(EDFA)的輸入功率(Input Power, IP)、摻鉕光纖放大器的增益值、摻鉕光纖放大器的雷射功率值(Laser Power, LP)、摻鉕光纖放大器的雷射偏壓電流值、摻鉕光纖放大器的雷射溫度等效能參數。

OLD Circuit Pack Performance Monitoring Points

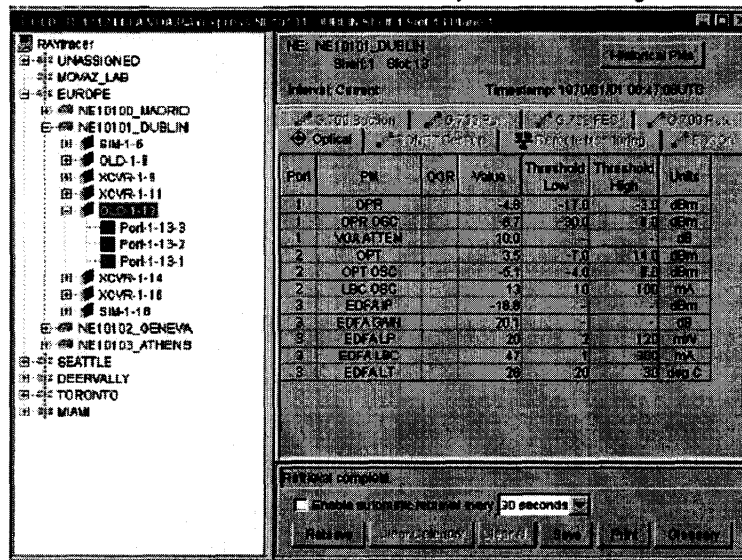


圖 3.5.9

圖 3.5.10，圖示告警/事件管理畫面，告警/事件表可以分別從點選設備、卡片或連線的子選單中找到，圖 3.5.10 的例子是從設備的子選單中，點選事件單，事件單中除事件外還包括告警部分，不同的告警等級分別用不同的顏色表示，表單中紀錄有設備名稱、告警點、告警可能原因、告警發生時間等資料。

