

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別: 實習)

赴日本 NEC 公司實習「高密度分波多工設備 (DWDM)」及「第二期 SDH 長途骨幹網路」
出國報告書

	服務機關	職稱	姓名
出國人	中華電信長途及行動通信分公司	副工程師	魏榮里
	中華電信長途及行動通信分公司	助理工程師	張 煙
	中華電信長途及行動通信分公司	股長	林堂龍
	中華電信長途及行動通信分公司	助理工程師	黃榮滢

行政院研考會/省 (市)研考會編號欄

出國地點：日本川崎
出國期間：89 年 5 月 6 日至 89 年 5 月 26 日
報告日期：90 年 12 月 28 日

摘 要

以 SDH 技術建構傳輸網路已成為目前主流，結合先進光纖通信技術 DWDM 將使網路頻寬大幅提昇，成為由於寬頻時代來臨與網際網路急速發展所帶來大量頻寬之需求之一種解決技術。本分公司於第二期 SDH 建設案中同時規劃 SDH 與 DWDM 設備，將 SDH 架構於 DWDM 上，除了可以提供 SDH 設備目前既有之 MS-SPRING 環路保護機制外，並可以 DWDM 系統提昇全區網路頻寬，以因應未來高速頻寬之急遽需求。

本案之提出報告主要由三大部分組成。第一部份包括 SMS-2500A ADM 之系統架構、單體功能、告警、LCT 操作與網路應用語保護機制等。第二部分介紹新版 INC-100MS 網管系統(NMS)，包括網管系統概論、架構、功能與物件定義等，並逐一說明障礙 (FAULT) 性能 (PERFORMACE) 系統 (SYSTEM) 及安全 (SECURITY) 管理等特色。第三部份將說明本分公司第一次採用之 DWDM 設備，內容包括 DWDM 之基礎知識，如概論、歷史演進、主要元件及關鍵重要技術說明，另外亦對本次研系之研習設備 NEC SpectraWave 40-Channel DWDM 系統作逐項說明，包括該設備之重要特色、實際構裝、單體說明、CID 操作及網管系統簡述等。

最後除了應考量東西部光纜路由之保護，我們提出本次研習之感想與建議，希對本分公司 SDH 與 DWDM 設備之工作者未來規劃設計、施工建設及維運管理有所助益。

目 錄

一、目的	3
二、過程	3
三、研習心得	4
1. SMS-2500A ADD-DROP MULTIPLEXER	4
1.1 概述	4
1.2 系統架構	4
1.3 單體功能	6
1.4 LCT (Local Craft Terminal) 功能	11
1.5 告警	11
1.6 LOOPBACK	12
1.7 網路應用與保護	14
1.8 TECHNICAL SUMMARY 附錄	21
2. 網路管理系統概論	28
2.1 網路管理系統概論	28
2.2 網路管理系統架構	28
2.3 INC-100MS 物件定義	32
2.4 INC-100MS 功能	36
2.5 INC-100MS 障礙管理	39
2.6 INC-100MS 性能管理	43
2.7 INC-100MS 系統管理	44
2.8 INC-100MS 安全管理	45
3. SpectraWave DWDM SYSTEM	49
3.1 DWDM 概述	49
3.2 DWDM 歷史演進	49
3.3 DWDM 網路主要元件	50
3.4 DWDM 之特色	51
3.5 DWDM 之重要技術	52
3.6 DWDM 的其他元件	59
3.7 SpectraWave 40-Channel DWDM 設備	59
3.8 SpectraWave 40-Channel DWDM 之重要特色	62
3.9 實體結構說明	65
3.10 SpectraWave 40-Channel DWDM 單體功能	72
3.11 SpectraWave 40-Channel DWDM 系統 CID 操作概述	83
3.12 SpectraWave 40-Channel DWDM 網管系統簡述	91
四、感想與建議	93

一、目的

本案奉總公司九十年四月十七日信人三字第 90A3000862 號及九十年四月三十日信人三字第 90A3000932 號函，派員至日本 NEC 研習「第二期同步數位階層主幹網路 SDH」及「高密度分波多工設備 (DWDM) 系統」，以熟習本建設案相關傳輸設備及網路管理系統之運作，及實習 SDH 與本分公司第一次採用之 DWDM 設備相關技術，俾利未來網路系統設計、建設及維運。

二、過程

此次長通公司同仁共四人奉派赴日本 NEC 公司實習，本案研習行程概要如下：

<u>日期</u>	<u>地點</u>	<u>行程</u>
89/05/06	台北-日本川崎	去程
89/05/07~ 89/05/25	日本川崎	第二期同步數位階層主幹 網路 SDH」及「高密度分 波多工設備 (DWDM) 系 統」技術訓練課程
89/05/28~ 89/05/30	日本川崎	國外休假
89/05/31	日本川崎-台北	去程

三、研習心得

1.SMS-2500A ADD-DROP MULTIPLEXER

1.1 概述

NEC'S SDH (Synchronous Digital Hierarchy) SMS-2500A ADM 為階層 STM-16 (2,488.32 Mbit/s) 的塞取式多工設備，它是將 STM-4 (622.08 Mbit/s) STM-1 (155.52 Mbit/s) 140M (139.264 Mbit/s) 等低速支流 (Tributary) 之光電介面單體信號多工成速率為 STM-16 之同步高階信號 (Synchronous Aggregate Signal)。

1.2 系統架構

SMS-2500A 實體的架構配置有 1 架高速架 (HS Subrack) 及 1~2 架中速架 (MS Subrack)，如圖一所示。而各架分別是由以下單體介面所組成：

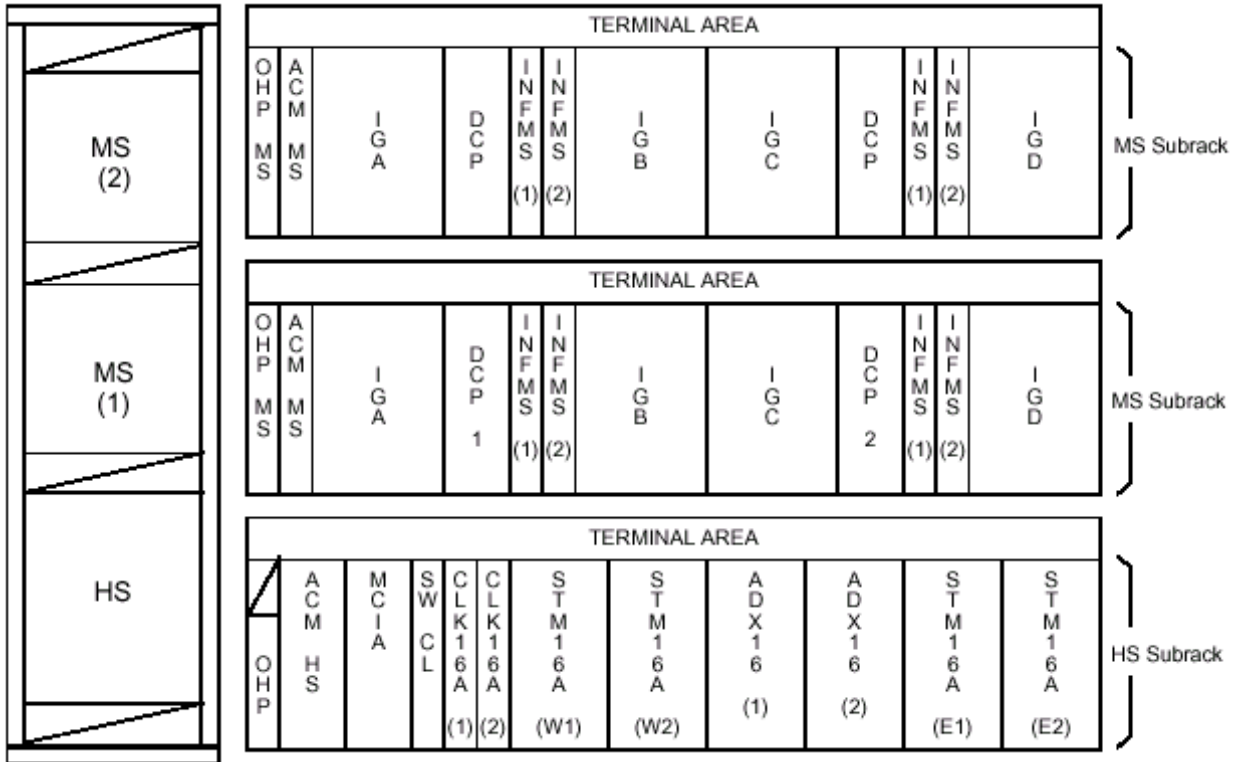
HS Subrack

- Line interface units
- Cross connect units
- Synchronization units
- Management unit
- Overhead access unit

MS Subrack

- Tributary interface units
- Overhead access unit
- Management unit

圖一 SMS-2500A 機架配置圖

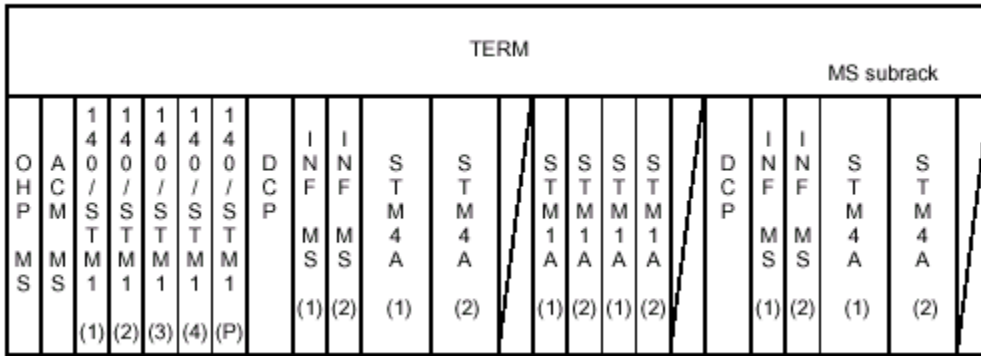


1.2.1 HS Subrack

HS Subrack STM-16 單體最多可插入 4 片 (東西側各 2 片), 使用者可依需求做 Point to Point、Linear、2-fiber BLSR 或是 4-fiber BLSR 等不同型式配置。

1.2.2 MS Subrack

MS Subrack 包含 4 個 IG(Interface Group), 分別是 IG A IG B IG C、IG D, 使用者可依需求做 STM-4、STM-1、140M 等不同速率配置, 但不同速率及不同介面之單體不可收容在同一個 IG 裡 如圖二所示, 其中光介面單體採 1+1 保護架構, 電介面單體採 1:4 保護架構。



圖

二

MS 機框配置圖

1.3 單體功能

1.3.1 140M & STM-1/E Interface

140/STM-1 單體提供 140M 或 STM-1/E 介面速率之電信號供選擇，採 1:4 保護架構，因此一個 IG 僅能提供 4 路 STM-1/E 或 140M。

1.3.2 STM-1/O Interface

STM1A 單體可提供速率 155.52Mbit/s 之光信號，採 1+1 保護架構，因此一個 IG 僅能提供兩路 STM-1/O。另 STM1A 單體亦提供下列三種型式供選擇，以做為不同距離之介接。

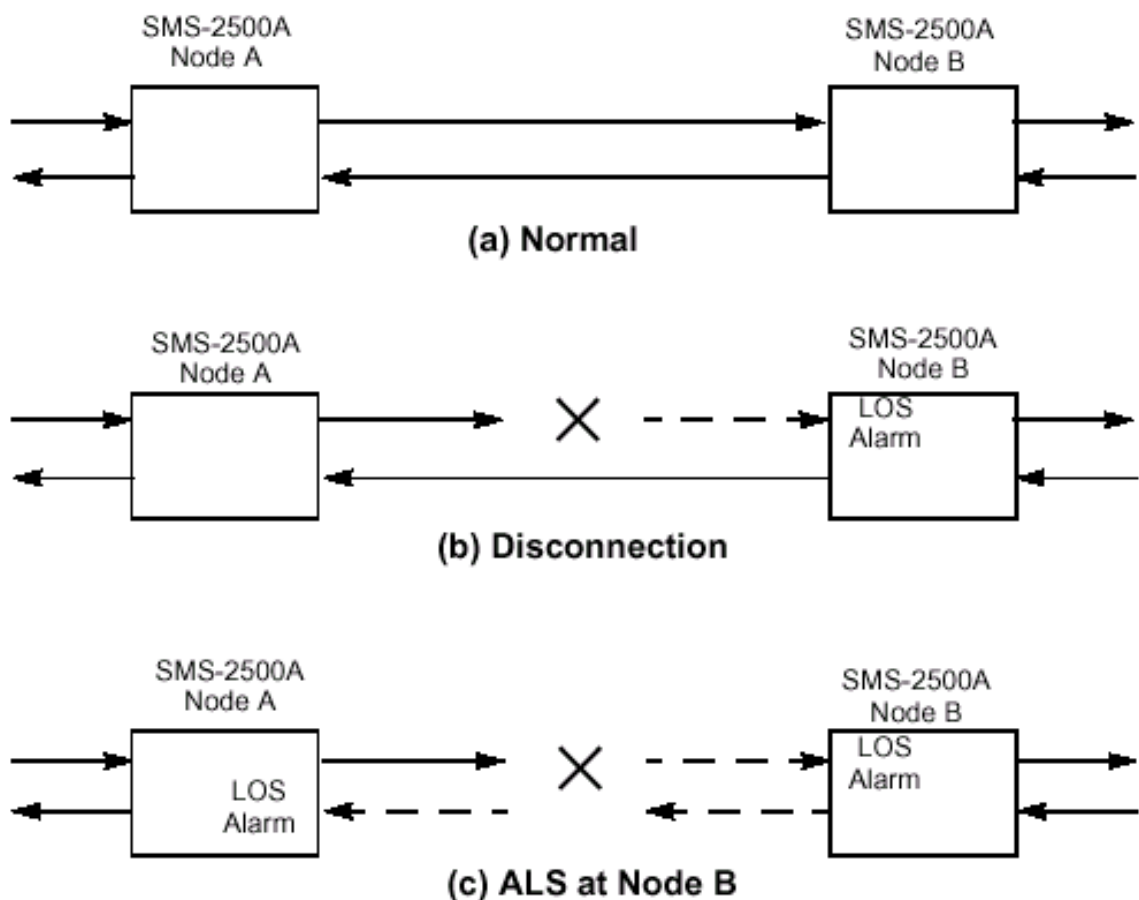
Unit Code	Function	ITU-T Rec. G.958 Reference
Y6770F	Intra office, 1310 nm (FC)	Type I-1
Y6770B	Long haul, 1310 nm (FC)	Type L-1.1
Y6770K	Long haul, 1550 nm (FC)	Type L-1.2

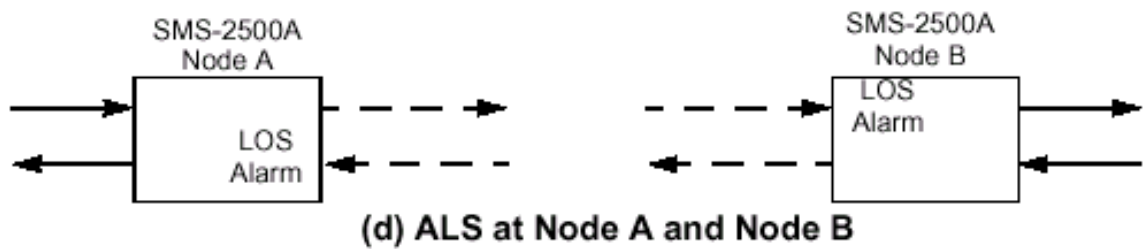
1.3.3 STM-4/O Interface: STM4A 單體可提供速率 622.08Mbit/s 之光信號，採 1+1 保護架構，一個 IG 僅能提 1 路 STM-4/O。另 STM4A 單體亦提供下列三種型式供選擇，以做為不同距離之介接。

Unit Code	Function	ITU-T Rec. G.958 Reference
Y6769F	Intra office, 1310 nm (FC)	Type I-4
Y6769B	Long haul, 1310 nm (FC)	Type L-4.1
Y6769K	Long haul, 1550 nm (FC)	Type L-4.2

1.3.4 STM-16 Interface

STM16A 單體可提供速率 2488.32Mbit/s 之光信號，可依 Point to Point、Linear、2-fiber BLSR 或是 4-fiber BLSR 等不同型式架構做保護。值得一提的是 STM16A 單體有 ALS (Automatic Laser Shutdown) 功能，當一端收不到對方之光信號時，會自動啟動 ALS 功能，切斷雷射二極體之輸出，以保護現場維護人員及線路查修人員之安全，如圖三。





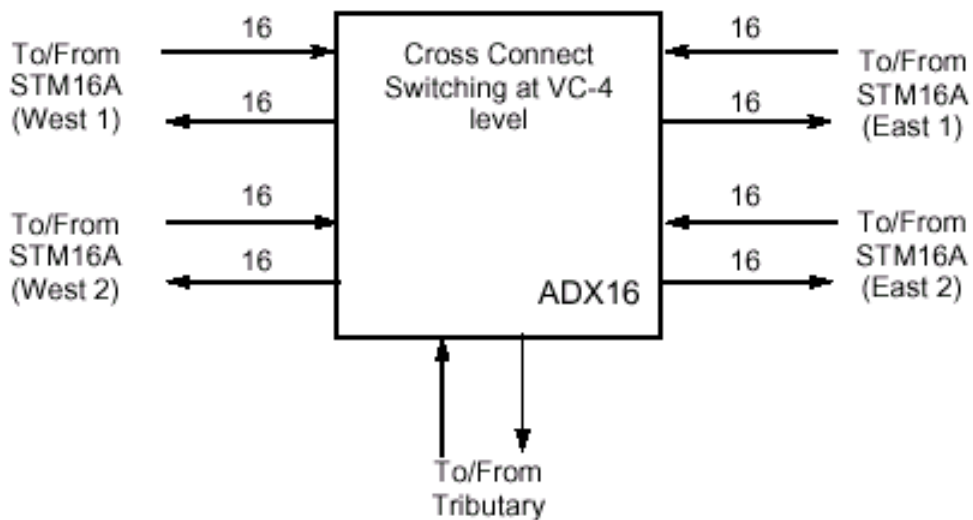
圖三

另 STM16A 單體亦提供下列三種型式供選擇，以做為不同距離之介接。

Unit Code	Function	ITU-T Rec. G.958 Reference
Y6768B	Long haul, 1310 nm (FC)	Type L-16.1
Y6768K	Long haul, 1550 nm (FC)	Type L-16.2
Y6768F	Long haul, 1550 nm (FC)	Type L-16.3

1.3.5 ADX 16 單體

本單體主要執行 VC4 之交叉連結，最大容量可做 96 路之 VC4 之交叉連結，亦即 96 路 STM-1 之交叉連結，其方塊圖如圖四。



圖四

1.3.6 ACM HS UNIT (Alarm & Control Management for HS) 及 ACM MS UNIT (Alarm & Control Management for MS)

高速架與中速架之 ACM 單體分別提供了插入單體之狀態、單體支路保護切換之控制、告警狀態以及提供連接 LCT (Local Craft Terminal) 之介面以支援告警管理。須注意一點的是當更換 ACM HS 單體時要做系統冷啟動，此時 ACM HS 單體會去搜集各單體之資料並儲存在 EEPROM 記憶體內。

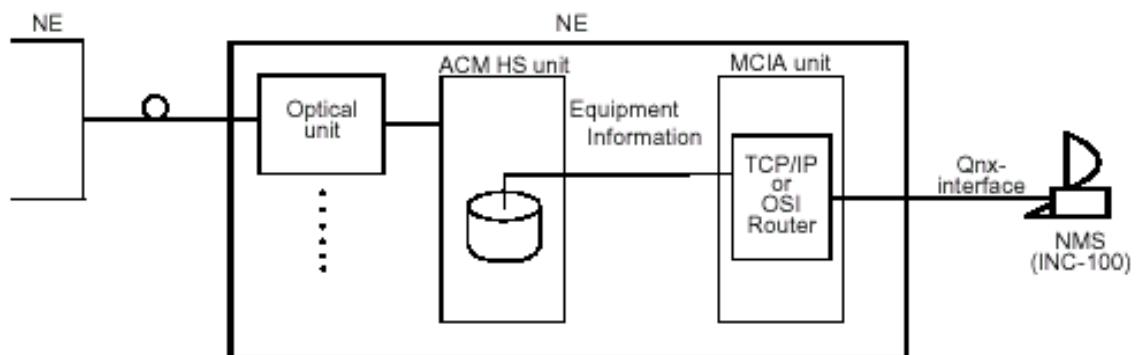
1.3.7 SWCL (Switching Controller) 單體

此單體主要功能有二：

- a. 控制 STM-16 單體線路(SPAN / RING)之切換以及 APS(Automatic Protection Switch) 之協定傳送。
- b. 控制 ADX 16 單體之交叉連結。

1.3.8 MCIA (Message Communication Interface for 2500A) 單體

MCIA 單體提供乙太網路介面供 ACM 單體與網管系統連結 (如圖五)，將 ACM 單體所搜集的系統資料、訊息、告警狀態等傳送給網管系統；反之，網管系統對各 NE (Network Element) 所下達的管理、維運、操作、電路建置等指令亦是透過 MCIA 單體傳送到 ACM 單體執行。



圖五

1.3.9 INF MS (Interface for MS) 單體

INF MS 單體提供了高速架 (HS Sunrack) 與中速架 (MS Sunrack) 之間的連結介面，如果 ADX 16 單體與 INF MS 單體均配置有保護單體，則 ADX 16 (1) 與 INF MS (1)，ADX 16 (2) 與 INF MS (2) 互相連結 (單體配置圖如圖一所示)，當 ADX 16 單體或是 INF MS 單體故障時就同時整組切換。

1.3.10 OHP (Overhead Processor) 單體

OHP 單體主要提供四線式音頻聯絡電話介面，以供各局站間之聯絡。

1.3.11 CLK16A (Clock Interface) 單體

CLK16A 單體控制了 SMS-2500A 整個系統的同步，並提供同步時訊給其他單體。而 CLK16A 單體的同步時鐘源獲得不外是下列幾種：

- a. 從線路 STM-16 或支流 STM-4、STM-1 等時鐘源輸入。
- b. 外部 2,048kHz G.703 時鐘源輸入。
- c. 外部 2,048kHz framed 時鐘源輸入。
- d. 由 CLK16A 單體內部之震盪電路產生。

上述幾種同步時鐘源可經由 LCT (Local Craft Terminal) 設定不同等級之優先權，當現用的同步時鐘源故障時即自動切換到下一等級之時鐘源運作；若所有之同步參考時鐘源都故障，則現用之同步時鐘產生器即進入 Holdover 運作模式，並保持在外接同步時鐘源良好時之最後階段之同步狀況。當外接之同步時鐘源恢復正常時，現用之同步時鐘產生器即離開 Holdover 運作模式並回復接續先前之同步時鐘源模式運作。

1.3.12 DCP (Dccr Processor) 單體

ACM 單體與網管系統的連結可藉由 MCIA 單體接路由器(Router) E1 專線或是走 DCP 單體內部之 DCCR(Data Communication Channel for Regenerator section) DCP 單體最多可提供 8 路 DCCR(8*64K)

1.4 LCT (Local Craft Terminal) 功能

藉由 LCT 與 SMS-2500A 連接，LCT 可控制、監視 SMS-2500A 之 OAM&P (Operation Administration Maintenance and Provisioning)，其 OAM&P 大致可分成以下四種管理功能：

- 1.4.1 系統架構管理：管理設備單體之型式、註冊登記、服務狀態、系統使用方式、建立交叉連結架構、設定同步時鐘源參數、Overhead 參數、Housekeeping 參數、設定 NE 位址以及提供軟體版本諮詢等。
- 1.4.2 系統障礙、告警管理：可查詢系統狀態、告警屬性、抑制告警、保護開關之設定、電路之切換與回復以及重置 ALS (Automatic Laser Shutdown) 等功能。
- 1.4.3 性能監視管理：使用者能設定系統以便監視傳輸信號之品質，並定義性能監測參數之門檻 (Thresholds)。如果超過其中之一的門檻值，系統將自動產生過門檻告警，即所謂的 TCA (Threshold Crossing Alert) 訊息通知使用者。通常在訊號失效前性能已先行劣化，性能監測能讓維護人員知道在影響服務之前採取必要的正確措施。
- 1.4.4 安全管理：管理使用者進入系統查詢、操作、執行的權限與密碼，以保護系統安全，防止他人不當的侵入。

1.5 告警

SMS-2500A 的告警分成以下四種：

1.5.1 Prompt Maintenance(PM)Alarm：影響服務的告警都歸類為緊急告警，指示維護人員必須修復故障設備或採取任何必要之正確措施，以恢復良好的服務。

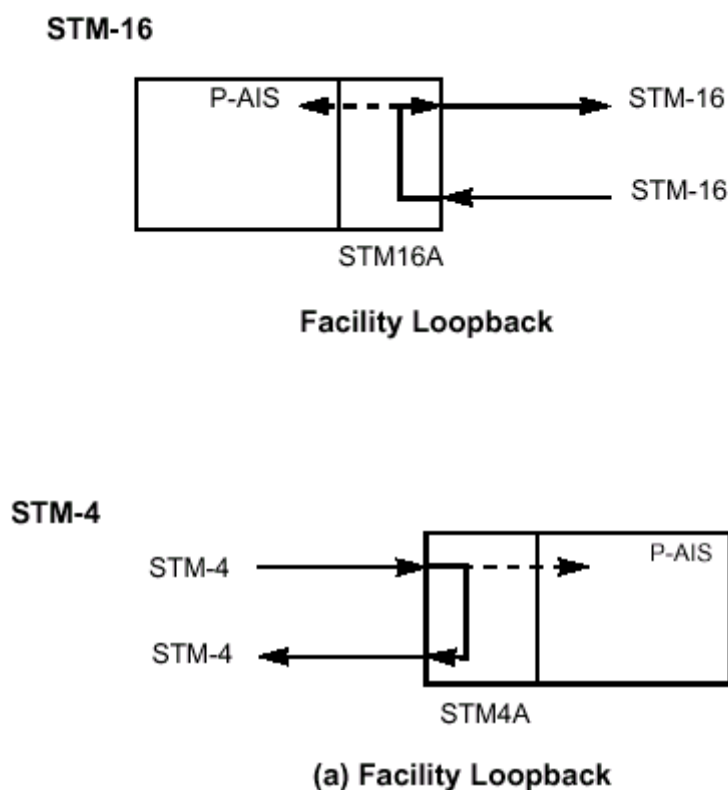
1.5.2 Deferred Maintenance (DM) Alarm：當性能劣化情況存在，但不影響服務時；或切換至備用設備且已恢復服務時，發生延遲的告警。維護人員必須儘快採取行動，但首先必須解決緊急告警問題。

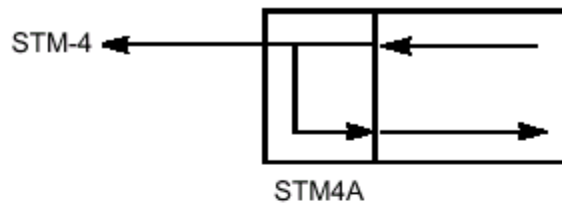
1.5.3 Remote (RMT) Alarm：指示遠端局站發生告警，倘若為無人機房，應儘快進入處理。

1.5.4 Maintenance (MAINT) Status：維護人員下達命令做系統維護，例如做路由切換或迴接測試時之告警，以便提醒維護人員於適當時機回復。

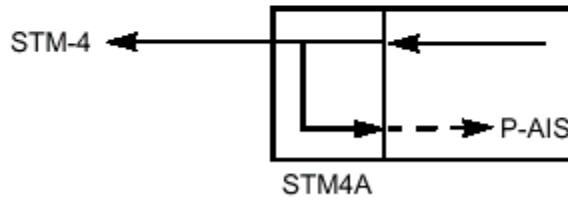
1.6 LOOPBACK

SMS-2500A 提供了設備迴接功能，可經由 LCT 下命令操作，方便維修人員測試與查修。各單體介面的迴接類型如圖六所示：



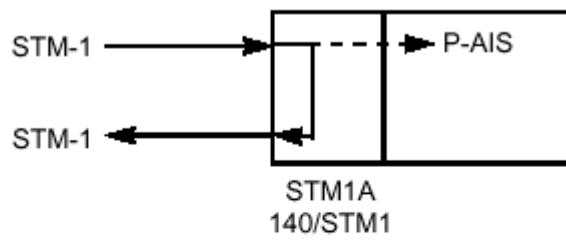


(b) Terminal Loopback

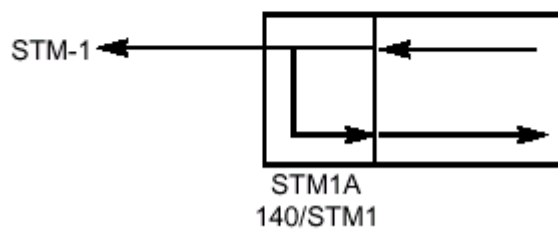


(c) Internal Terminal Loopback

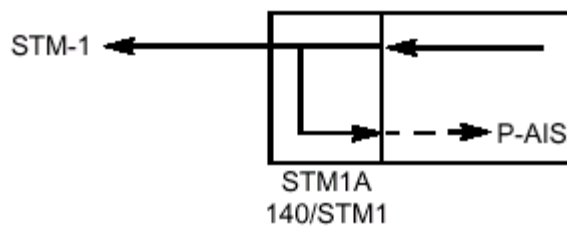
STM-1 (ELEC & OPT)



(a) Facility Loopback



(b) Terminal Loopback



(c) Internal Terminal Loopback

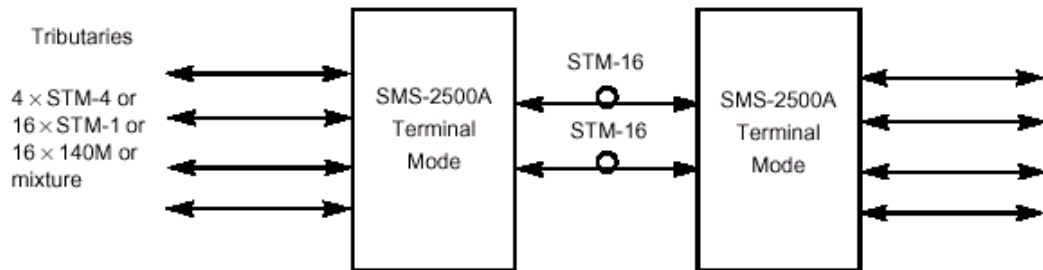
圖六 LOOPBACK

1.7 網路應用與保護

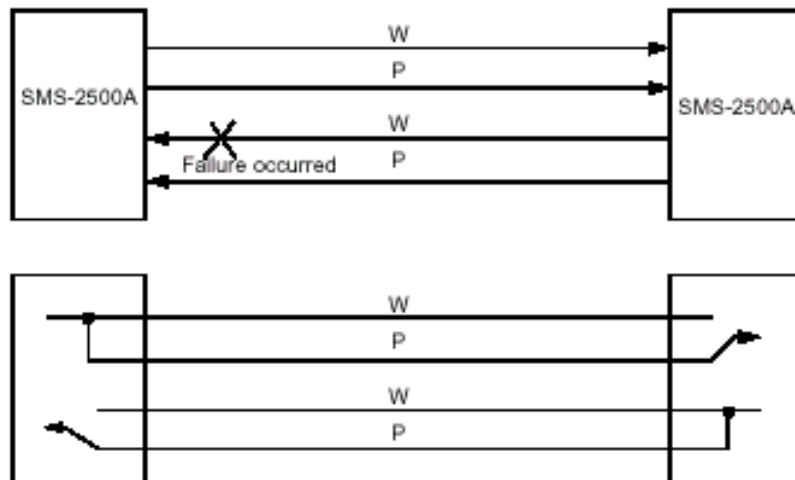
SMS-2500A 具良好彈性，可依使用者需求將系統設定成 Point to Point 或是 Linear 或是 2-fiber Ring、4-fiber Ring 架構使用。

1.7.1 Point to Point & Linear Mode

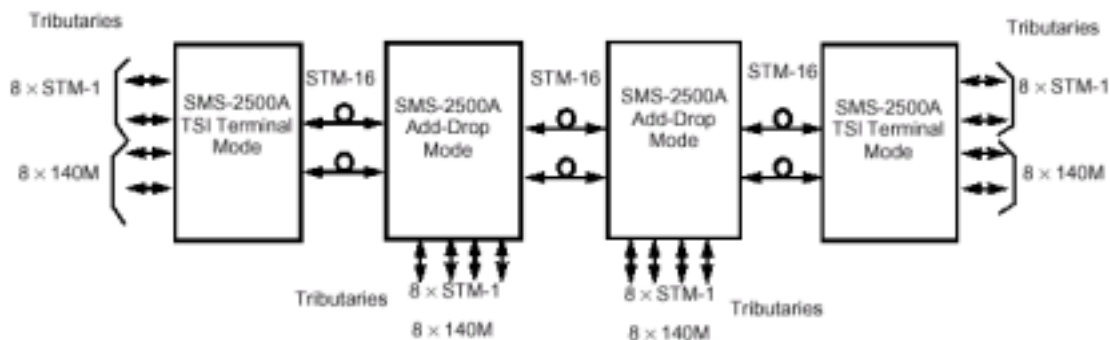
一般使用於電路連接較為單純的局站間，其保護方式多為多工區間 1+1 保護架構，圖七 (a) 為 Point to Point 系統示意圖，(b) 為 Point to Point 切換模式；圖八為 Linear ADM 系統示意圖。



圖七 (a) Point to Point 系統示意圖



圖七 (b) Point to Point 切換模式



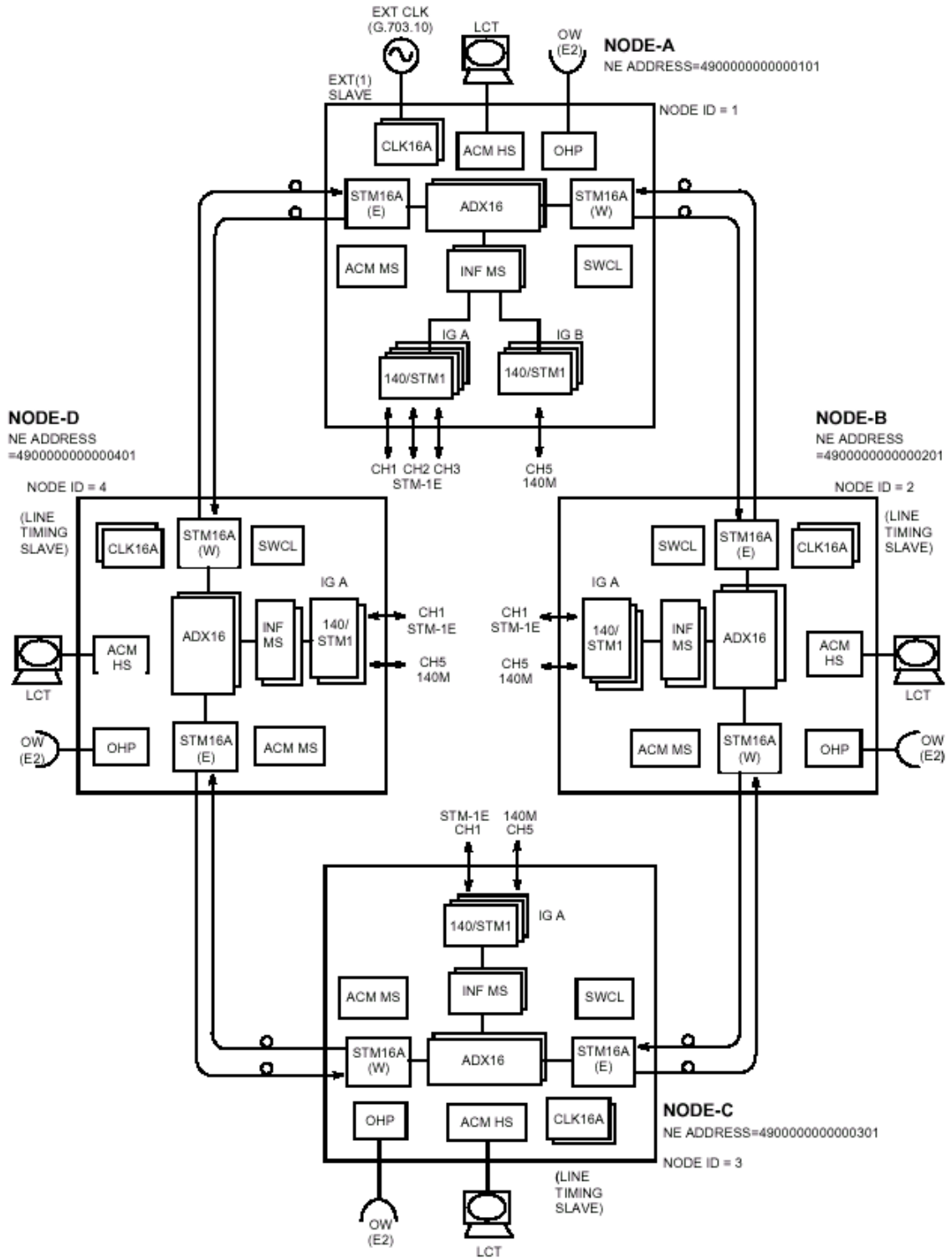
圖八 Linear ADM 系統示意圖

1.7.2 Ring Mode

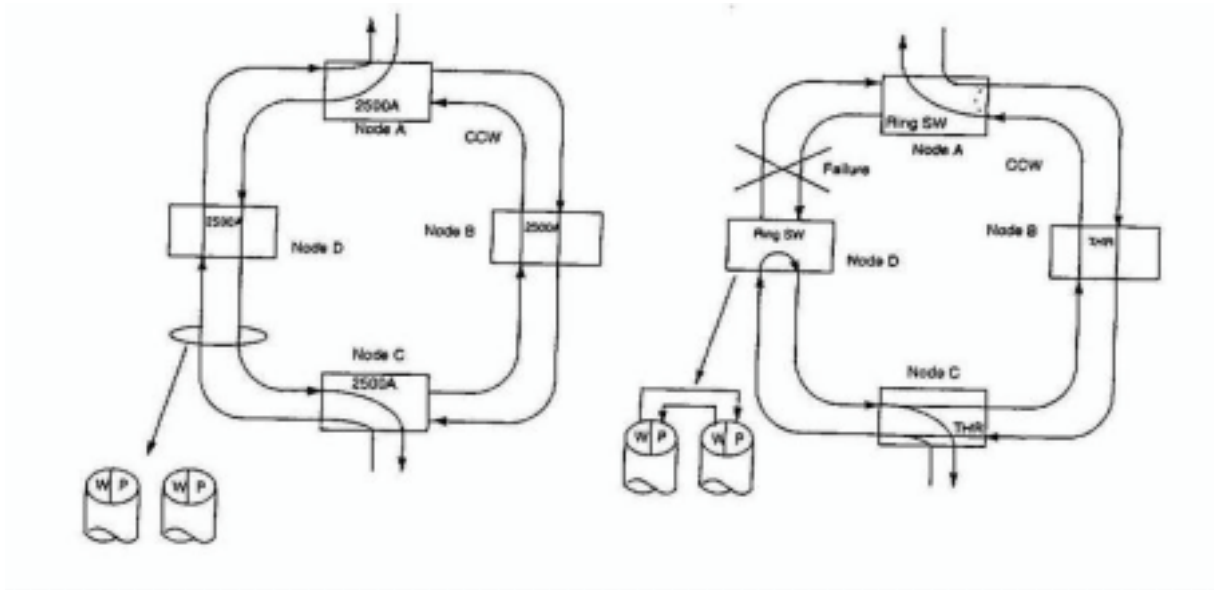
可分成 2-fiber Ring 與 4-fiber Ring 兩種,採用 Ring Mode 的好處是設備使用率高、融通性高、存活率高及擴充容易;但缺點則是環互連較為複雜,設備維修人員平時即應熟悉各環路架構,以防設備故障時能儘快修復。

圖九為 2-fiber BLSR (Bi-directional Line Switched Ring) 配線圖,同一芯光纖裡工作通道與保護通道各站一半訊務(最多 8 路 STM-1),正常時訊務走工作通道由 Node A 經 Node D 到 Node C,如圖十(a);當 Node A 與 Node D 間光纖中斷時,訊務改走 Node A 經 Node B Node C THROUGH(此段佔用保護通道),再由 Node C 經 Node D 折回至 Node C(此段佔用工作通道及保護通道),如圖十(b)所示。

圖十二為 4-fiber BLSR 配線圖,兩芯不同向光纖為工作通道,另兩芯不同向光纖為保護通道,各擁有 16 路 STM-1。4-fiber BLSR 可用折回方式(Loopback)做救援保護就如同 2-fiber BLSR,如圖十一(b)所示;如果工作通道與保護通道光纖分別走不同管道,則除了 Span Switch 救援功能外,又多了一重光纖不太可能同時被挖斷之區間保障。(4-fiber BLSR 應盡量使用 Span Switch 救援,因可有多個 Span Switch 同時存在。)

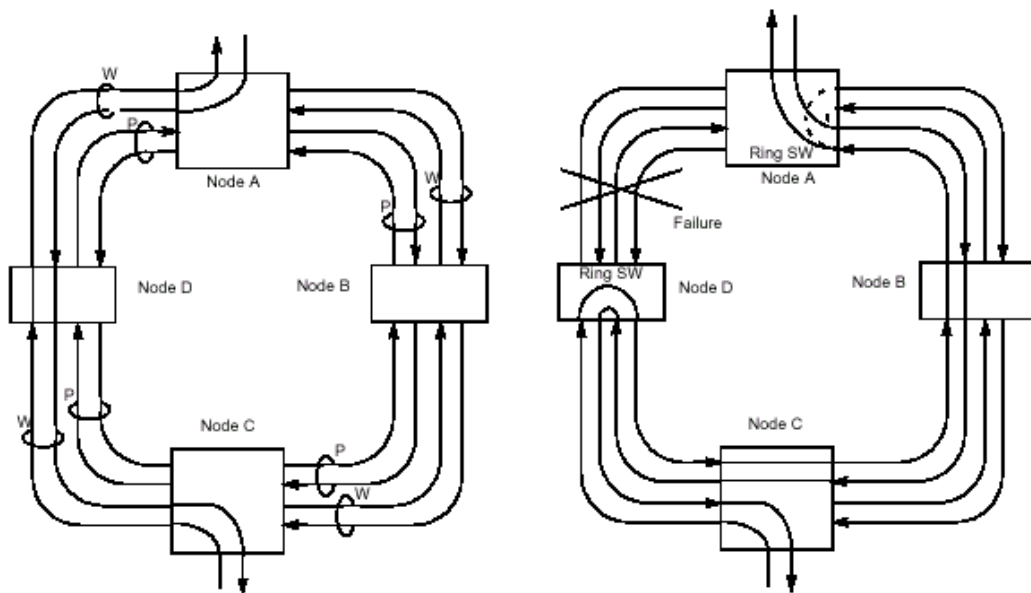


圖九 2F-BLSR MODE MODEL SYSTEM OUTLINE



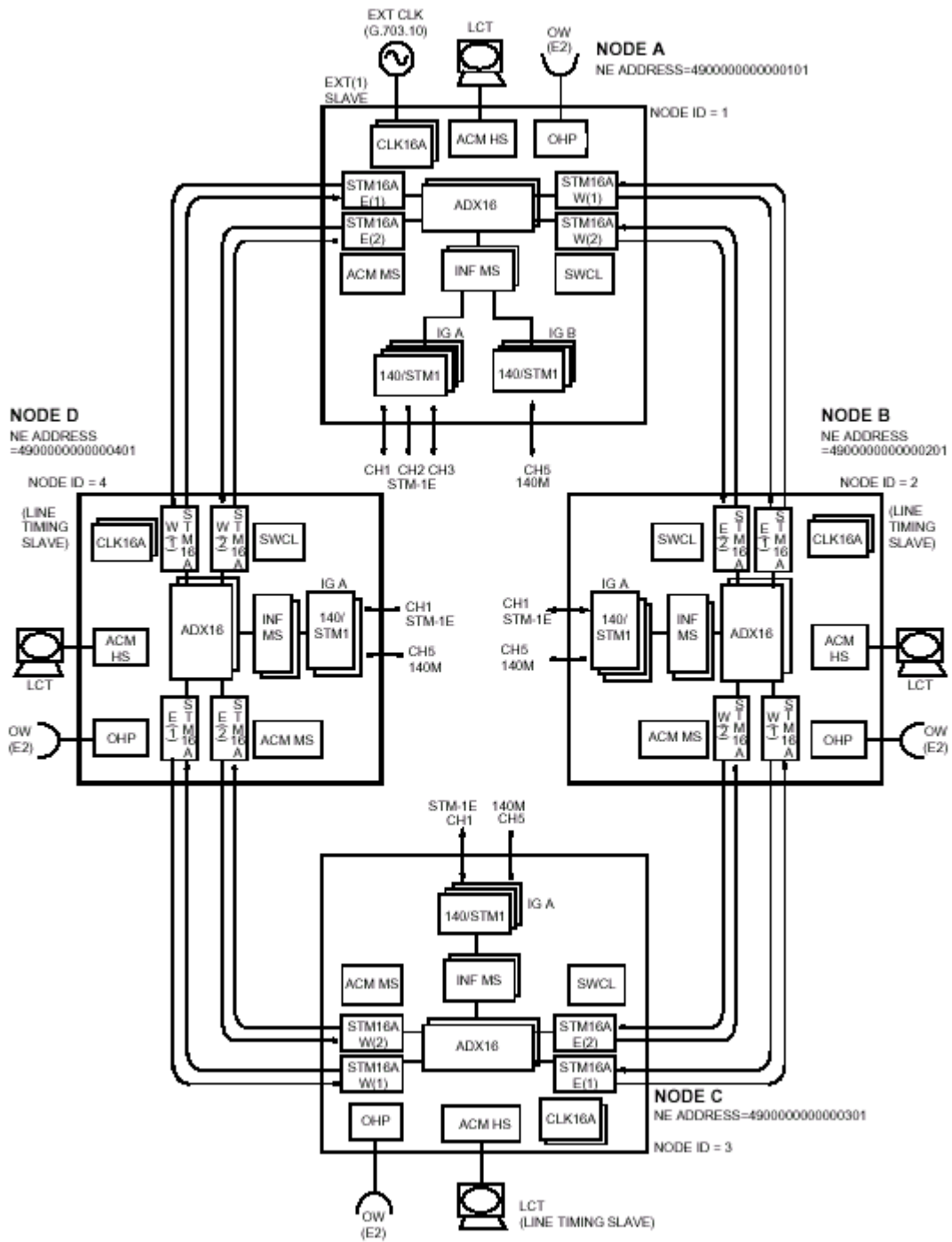
圖十 (a) 2F-BLSR~Normal

圖十 (b) 2F-BLSR~Abnormal



圖十一 (a) 4F-BLSR~Normal

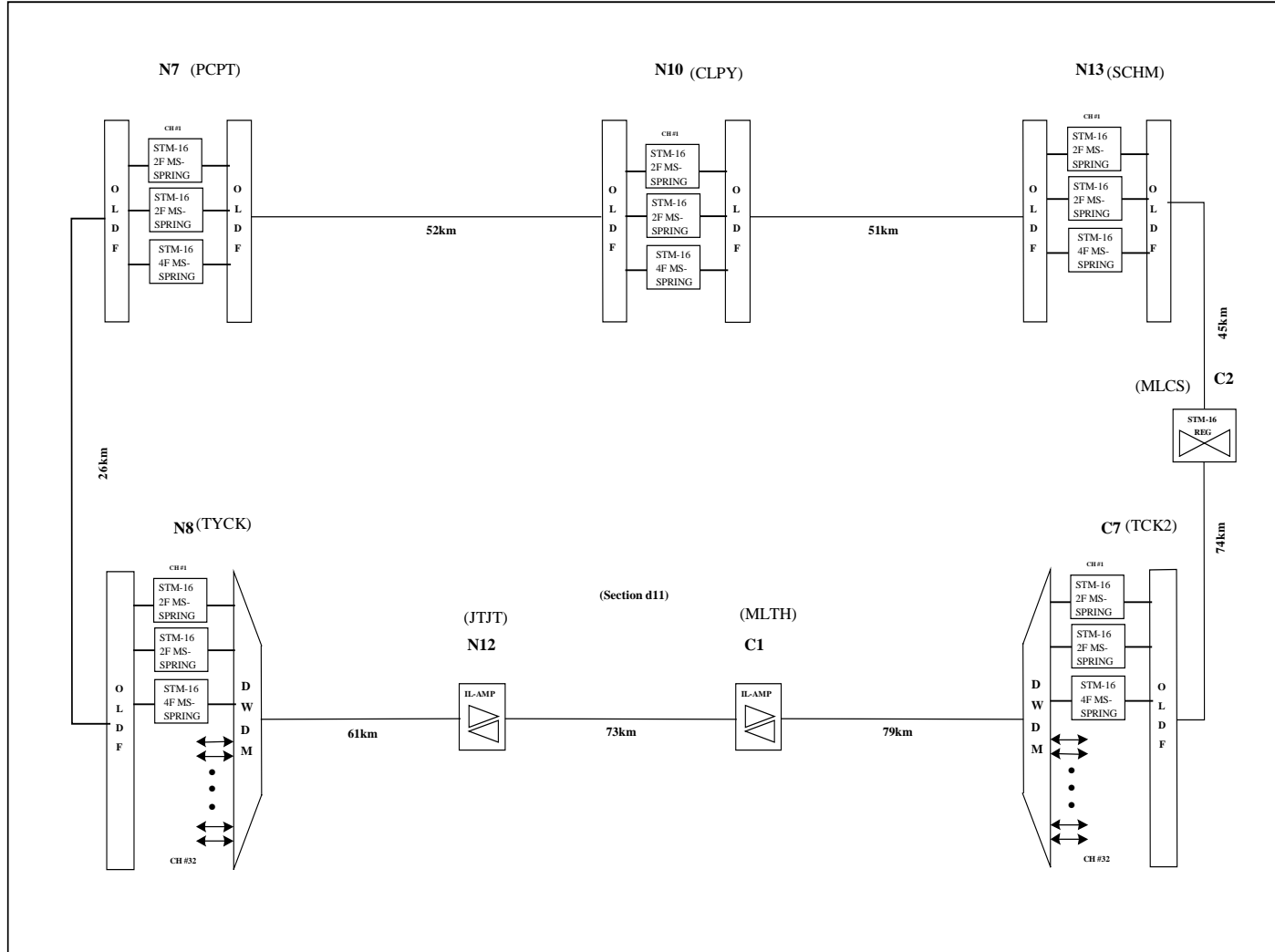
圖十一 (b) 4F-BLSR~Abnormal



圖十二 4F-BLSR MODE MODEL SYSTEM OUTLINE

1.7.3 應用實例

多工區間共用保護環網路(MS-SPRING Network)最多允許 16 個節點 (局站)，光纖環路最長允許 1200 公里。在現今光纜管道建設不易，光纖芯線不足的情況下，大部分的網路架構均採用環路保護模式，以達到設備與光纖芯線的最高利用率。圖十三為應用實例之一，在同一大環裡有三小環，分別是 2F MS-SPRING、2F MS-SPRING (即 2F-BLSR)、4F MS-SPRING (即 4F-BLSR)。在 N8~N7 間、N7~N10 間、N10~N13 間、N13~C7 間使用一般單模光纖，每個區間各用了 8 芯光纖 (2F-BLSR 各用 2 芯，4F-BLSR 用了 4 芯)，其中 N13~C7 間由於距離較遠，在 C2 加了光幫電機。在 C7~N8 間使用 DWDM 設備，共佔用了 8 個波道，但 DWDM 設備卻只需 2 芯光纖傳送即可，大大的節省了光纖芯線。DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) 設備為此次採購重點，其設備理論、原理與運用將詳述於後。



1.8 附錄

B. STM-16 Optical Interface

Digital Signal	STM-16 according to ITU-T Rec. G.707 and G.958		
Nominal Bit Rate	2,488.32 Mbit/s		
Application Code (ITU-T Table 1/G.957)	Long-haul		
	L-16.1	L-16.2	L-16.3
Operating Wavelength Range	1,280 - 1,335 nm	1,530 - 1,570 nm	1,530 - 1,570 nm
Transmitter at Reference Point S			
• Source Type	SLM	SLM	SLM
• Spectral Characteristics			
Maximum RMS width	–	–	–
Maximum –20 dB width	1 nm	<1 nm	<1 nm
Minimum side mode suppression ratio	30 dB	30 dB	30 dB
• Mean Launched Power			
Maximum	2 dBm	1 dBm	0 dBm
Minimum	–3 dBm	–4 dBm	–5 dBm
• Minimum Extinction Ratio	10 dB	10 dB	10 dB
Optical Path between S and R			
• Attenuation Range	12 -24 dB	11 - 23 dB	10 - 22 dB
• Maximum Dispersion	250 ps/nm	2500 ps/nm	250 ps/nm
• Minimum Optical Return Loss of Cable Plant at S, Including Any Connectors	24 dB	24 dB	24 dB
• Maximum Discrete Reflectance between S and R	–27 dBm	–27 dB	–27 dB
Receiver at Reference Point R			
• Minimum Sensitivity	–28 dBm	–28 dBm	–28 dBm
• Minimum Overload	–10 dBm	–10 dBm	–10 dBm
• Maximum Optical Path Penalty	1 dB	1 dB	1 dB
• Maximum Reflectance of Receivers Measured at R	–27 dB	–27 dB	–27 dB
Allowable Cable Loss	21 dB	20 dB	19 dB
Transmission Distance (typical)	42.0 km	66.6 km	63.3 km

Typical cable loss figures used: 0.5 dB/km at 1,310nm, 0.3 dB/km at 1,550nm.

C. STM-4 Optical Interface

Digital Signal	STM-4 according to ITU-T Rec. G.707 and G.958		
Nominal Bit Rate	622,080 kbit/s		
Application Code (ITU-T Table 1/G.957)	Intra-Office	Long-Haul	
	I-4	L-4.1	L-4.2
Operating Wavelength Range,,	1,260 - 1,360 nm	1,280 - 1,335 nm	1,480 - 1,580 nm
Transmitter at Reference Point S <ul style="list-style-type: none"> • Source Type • Spectral Characteristics <ul style="list-style-type: none"> Maximum RMS width Maximum -20 dB width Minimum side mode suppression ratio • Mean Launched Power <ul style="list-style-type: none"> Maximum Minimum • Minimum Extinction Ratio 	MLM-LD 14.5 nm – – 8.2 dB	SLM-LD – 1nm 30 dB +2 dBm –3 dBm 10 dB	SLM-LD – – 1 nm 30 dB +2 dBm –3 dBm 10 dB
Optical Path between S and R <ul style="list-style-type: none"> • Attenuation Range • Maximum Dispersion • Minimum Optical Return Loss of Cable Plant at S, Including Any Connectors • Maximum Discrete Reflectance between S and R 	0 - 7 dB NA 20 dB –25dB	10 - 28.5 dB NA 20 dB –25 dB	10 - 28.5 dB 1,570 ps/nm 24 dB –27 dB
Receiver at Reference Point R <ul style="list-style-type: none"> • Minimum Sensitivity • Minimum Overload • Maximum Optical Path Penalty • Maximum Reflectance of Receivers Measured at R 	–23 dBm –8 dBm 1 dB –14 dB	–32.5 dBm –8 dBm 1 dB –14 dB	–32.5 dBm –8 dBm 1 dB –27 dB
Allowable Cable Loss	4 dB	25.5 dB	25.5 dB
Transmission Distance (typical)	8 km	51 km	85 km

Typical cable loss figures used: 0.5 dB/km at 1,310nm, 0.3 dB/km at 1,550nm.

D. STM-1 Optical Interface

Digital Signal	STM-1 according to ITU-T Rec. G.707 and G.958		
Nominal Bit Rate	155,520 kbit/s		
Application Code (ITU-T Table 1/G.957)	Intra-Office	Long-Haul	
	I-1	L-1.1	L-1.2
Operating Wavelength Range	1,260 - 1,360 nm	1,270 - 1,345 nm	1,480 - 1,580 nm
Transmitter at Reference Point S			
• Source Type	MLM-LD	SLM-LD	SLM-LD
• Spectral Characteristics			
Maximum RMS width	40 nm	4 nm	–
Maximum –20 dB width	–	–	1 nm
Minimum side mode suppression ratio	–	–	30 dB
• Mean Launched Power			
Maximum	–8 dBm	0 dBm	0 dBm
Minimum	–15 dBm	–5 dBm	–5 dBm
• Minimum Extinction Ratio	8.2 dB	10 dB	10 dB
Optical Path between S and R			
• Attenuation Range	0 - 7 dB	0 - 28 dB	0 - 28 dB
• Maximum Dispersion	NA	NA	2500 ps/nm
• Minimum Optical Return Loss of Cable Plant at S, Including Any Connectors	NA	NA	20 dB
• Maximum Discrete Reflectance between S and R	NA	NA	–25 dB
Receiver at Reference Point R			
• Minimum Sensitivity	–23 dBm	–34 dBm	–34 dBm
• Minimum Overload	–8 dBm	–10 dBm	–10 dBm
• Maximum Optical Path Penalty	1 dB	1 dB	1 dB
• Maximum Reflectance of Receivers Measured at R	NA	NA	–25 dB
Allowable Cable Loss	4 dB	25 dB	25 dB
Transmission Distance (typical)	8 km	41.6 km	83.3 km

Typical cable loss figures used: 0.5 dB/km at 1,310nm, 0.3 dB/km at 1,550nm.

E. STM-1 Electrical Interface

Bit rate:

155,520 kbit/s

Impedance:

75 Ω unbalanced

Pulse Waveform :

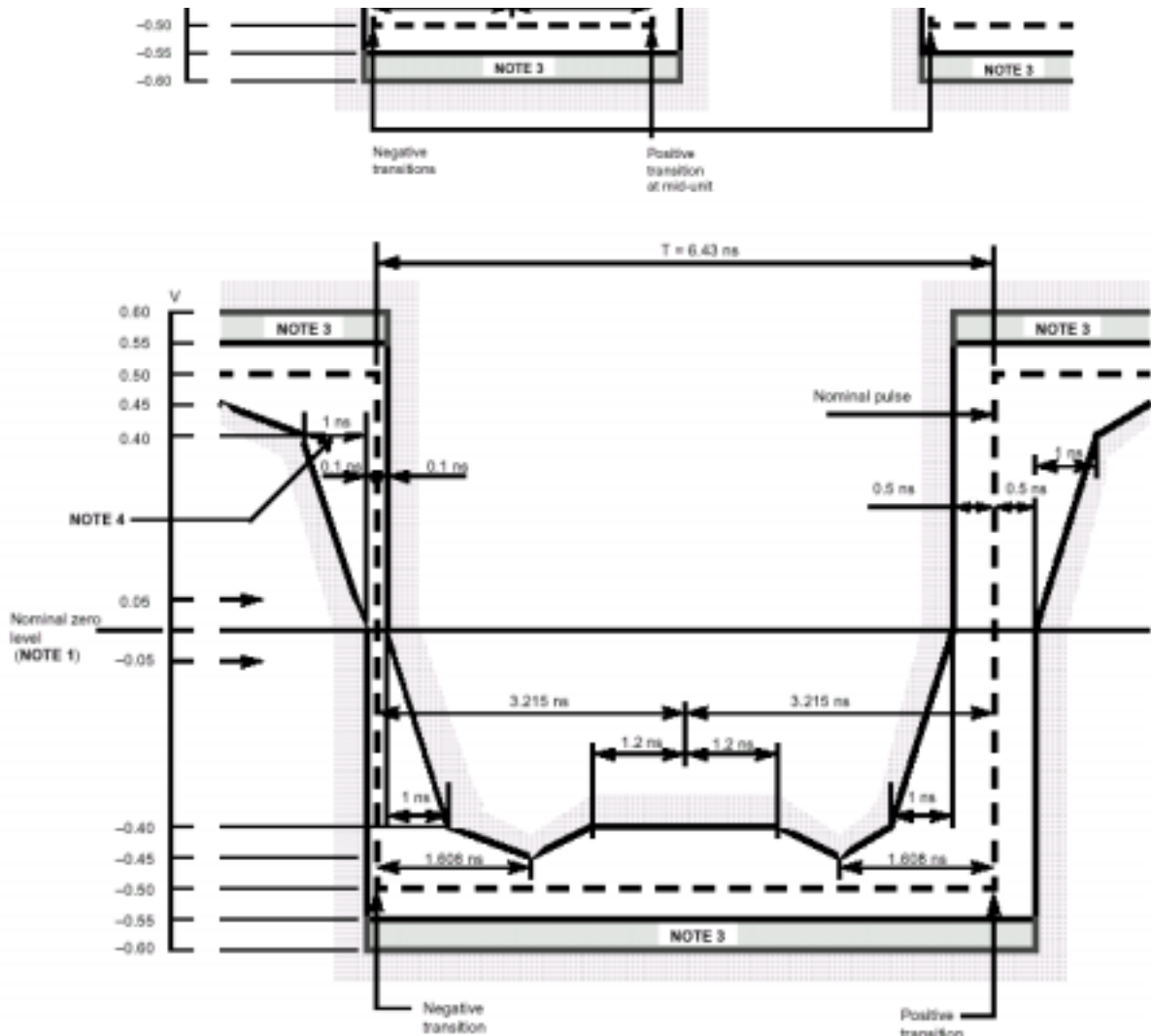
Pulse Mask for 155,520 kbit/s Interface Corresponding to a Binary 0

- Each pulse in a coded pulse sequence should meet the limits of the relevant mask, irrespective of the state of the preceding or succeeding pulses, with both pulse masks fixed in the same relation to a common timing reference i.e. with their nominal start and finish edges coincident.

The masks allow for HF jitter caused by inter symbol interference in the output stage, but not for jitter present in the timing signal associated with the source of the interface signal.

When using an oscilloscope technique to determine pulse compliance with the mask, it is important that successive traces of the pulses overlay in order to suppress the effects of low frequency jitter. This can be accomplished by several techniques (e.g. a) triggering the oscilloscope on the measured waveform or b) providing both the oscilloscope and the pulse output circuits with the same clock signal). These techniques require further study.

- The maximum "steady state" amplitude should not exceed the 0.55 V limit. Overshoots and other transients are permitted to fall into the shaded area, bounded by the amplitude levels 0.55 V and 0.6 V, provided that they do not exceed the steady state level by more than 0.05 V. The possibility of relaxing the amount by which the overshoot may exceed the steady state level is under study.
- For the purpose of these masks, the rise time and decay time should be measured between -0.4 V and 0.4 V, and should not exceed 2 ns.



Pulse Mask for 155.520 kbit/s Interface Corresponding to a Binary 1

NOTES:

1. For all measurements using these masks, the signal should be AC coupled, using a capacitor of not less than $0.01 \mu\text{F}$, to the input of the oscilloscope used for measurements.
The nominal zero level for both masks should be aligned with the oscilloscope trace with no input signal. With the signal then applied, the vertical position of the trace can be adjusted with the objective of meeting the limits of the masks. Any such adjustment should be the same for both masks and should not exceed $\pm 0.05 \text{ V}$. This may be checked by removing the input signal again and verifying that the trace lies within $\pm 0.05 \text{ V}$ of the nominal zero level of the masks.
2. Each pulse in a coded sequence should meet the limits of the relevant mask, irrespective of the state of the preceding or succeeding pulses, with both pulse masks fixed in the same relation to a common timing reference i.e. with their nominal start and finish edges coincident.
The masks allow for HF jitter caused by inter symbol interference in the output stage, but not for jitter present in the timing signal associated with the source of interface signal.
When using an oscilloscope technique to determine pulse compliance with the mask, it is important that successive traces of the pulses overlay in order to suppress the effects of low frequency jitter. This can be accomplished by several techniques (e.g. a) triggering the oscilloscope on the measured waveform or b) providing both the oscilloscope and the pulse output circuits with the same clock signal). These techniques require further study.
3. The maximum "steady state" amplitude should not exceed the 0.55 V limit. Overshoots and other transients are permitted to fall into the shaded area, bounded by the amplitude levels 0.55 V and 0.6 V , provided that they do not exceed the steady state level by more than 0.05 V . The possibility of relaxing the amount by which the overshoot may exceed the steady state level is under study.
4. For the purpose of these masks, the rise time and decay time should be measured between 0.4 V and 0.4 V , and should not exceed 2 ns .
5. The inverse pulse will have the same characteristics, noting that the timing tolerance at the level of the negative and positive transitions are $\pm 0.1 \text{ ns}$ and $\pm 0.5 \text{ ns}$ respectively.

2.網路管

理系統

2.1 網管

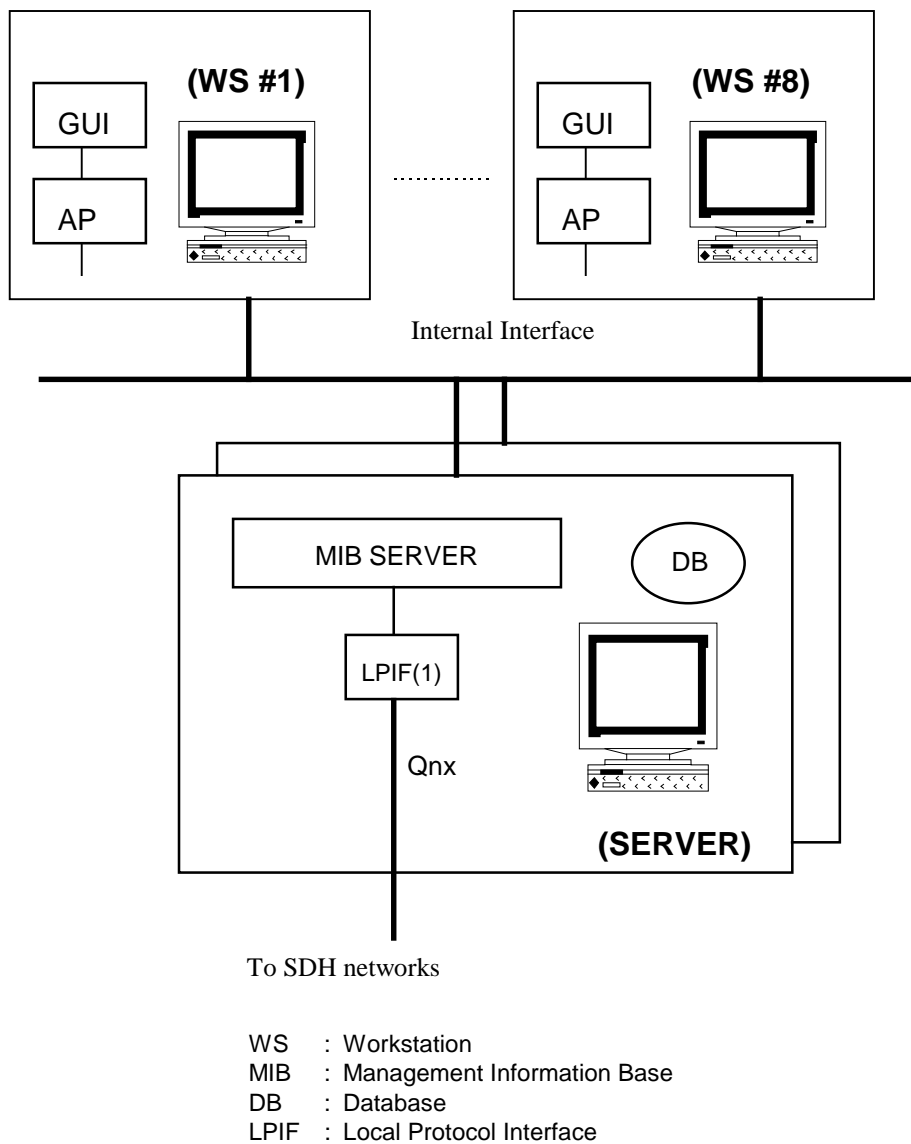
理系統概

論

在 INC-100MS 遵循 ITU-T Rec.M.3010 定義之 TMN (Telecommunication Management Network) 觀念設計規劃的網管系統，其設計理念係整合網元管理層 (EML) 及網路管理層 (NML) 成一整體組態以提供多樣化之功能，目的乃在實現 OAM&P (Operation、Adminisatation、Maintenance&Provision) 的架構，在其伺服器(Server)內具有一個資料管理資料庫 MIB (Management Information Base)。被管理的物件被定義成一種 GDMO 形式，因此，物件關係(containment relationship)是組織許多物件(object instances)之鑰。在物件新增及註銷時，物件關係(containment relationship)亦定義順序及規則。

2.2 網管系統架構

網管架構系統如圖一所示：



圖一 INC-100MS Architecture

在 INC-100MS 資料模組是由 NEC 公司規劃而成的”網路及網路元件” 模組。這些模組被製成適合供 INC-100MS 元件管理及網路管理用，而不供其它單位攫取資料用。

INC-100 模組的主要觀念是簡單用三個主要物件描述 SDH 網路。其命名為：

- (a) NE SDH 網路元件
- (b) Section 各 NE 間之實體連接
- (c) Path 每一 Port 間之邏輯(Logical)連接

其中 NE 及 Section 在工程建設中已規劃設計完成，稱為靜態源 (Static Source)，而可供操作員藉由指令建立、修改、刪除等之 Path 則稱為動態 (Dynamic) 源，

為了必須讓讀者瞭解 GDMO 定義的每一細節。因此，INC-100MS 程式提供較方便使用者的圖形介面 GUI (Graphic User Interface)。分別命名為：

- (a) Facilities
- (b) NE
- (c) Network
- (d) System

Facilities 包含在網路元件(NE)外的物件，如：

- (a) 區域(Domain)，現以 SDH Ring 之架構為規劃原則。
- (b) 辦公大樓(Office)，以各機房定義局名為 Office。
- (c) 管家告警(House Keeping Alarm)，收容機房外加告警。
- (d) 管家控制(House Keeping Control)，提供控制接點，做為機房之管理。

這些物件是邏輯的且存在於 INC-100MS 資料管理資料庫(MIB)內。設定的值也被儲存在 INC-100MS 資料管理資料庫(MIB)內。任何 NE 調度的資料不受這些物件影響。

NE 物件代表在 NE 內的實體物件，包括下列物件，其中亦含 NE 本身。

- (a) NE
- (b) Shelf
- (c) Drawer
- (d) Package
- (e) Port

唯一與 INC-100MS 連接的實體是 NE，NE 的地址(address)是一個要求很高的資料。操作者必須非常小心，必須使它在資料管理資料庫(MIB)內的地址(address)與當地 Local Craft Terminal(LCT)調度的地址(address)相吻合。許多 NE 具有彈性，可適用不同的架構、工作模式，及選擇支流(tributary)的介面。每一 NE 型式可指配給不同類的水準(level)，INC-100MS 可顯示 NE 被指配之資料。

根據“NE 架構(configuration)”資料，一組的物件產生在資料管理資料庫(MIB)的一個 NE 實例。一旦產生，在資料管理資料庫(MIB)的資料就變成固定。這些資料將成為主要資料，用來與 NE 內資料互相比對找出相異之參考。

Network 代表網路階層(level)之整體的物件，如下列所示：

- (a) SubNetwork
- (b) Section
- (c) Hopath
- (d) Path

其單獨提供網路階層(level)物件之架構，使 INC-100MS 不同於一般元件管理系統。網路階層(level)物件使用於障礙管理(Fault management)及架構管理(Configuration management)。

在障礙管理(Fault Management)，Section、Hopath 或 Path 設有傳輸路由障礙警示。操作者能依據線形記號(line symbol) 之顏色改變，立即證實區間(Section)發生障礙。

於架構管理(Configuration Management)，路徑(path)是由 A 端至 Z 端邏輯連接所構成。在每一 NE 個別的連接(Cross-Connection)是不能當作一個單獨物件管理。當一條路徑(path)連接完成，依據路由選擇(Route Selection) 下載至 NE(Downloaded to NE)，相關的每一 NE 做適當的連接(Cross-Connection) 才算。

於架構管理(Configuration Management)，調度資料指定在網路階層(level) 物件上。例如對路徑之每一方向，路徑追蹤資料(Path Trace data)當成單一資料管理。資料設定為送方 NE 之 PathTraceSend 及收方 NE 之 PathTraceExpected。單獨地在二個 NE 調度，可避免不吻合發生。其它如 BLSR SubNetwork 之等待復原時間(Wait-To-Restore) 當成 SubNetwork 單一資料管理。

SYSTEM 為管理系統相關功能的物件，其包含如下物件：

- (a) Server (伺服器)
- (b) Database (資料庫)
- (c) User (使用者)
- (d) License (執照)

這些物件是由 INC-100MS 內部自動產生及維護。操作者無法要求產生或註銷這些物件，操作者可藉圖形化使用者界面 (GUI) 操控它的資料，其階層樹狀架構如圖二所示。

圖二 物件階層樹狀圖(Containment Tree)

2.3 INC-100MS 物件定義

INC-100MS 物件階層樹狀圖如圖二所示，茲於下列分項說明其定義。

2.3.1 行政區域(Admin Domain)

行政區域為一個被管理物件的邏輯集合體(grouping)。若 INC-100MS 所管理區域需要被分割，每部分即稱為”行政區域(Admin Domain)”。它直接包含辦公大樓(Office)及 SDH Section。目前以 Ring 為規劃原則，在最開始的時候，資料庫至少需要新增一個行政區域(Admin Domain instance)，新增一個行政區域(Admin Domain instance)時，應選一個獨一無二名字。行政區域(adminDomain)無附屬資料(attribute)及最多可新增達 16 個行政區域(Admin Domain instance)。 新增一個

使用者帳號時，除了要設定為系統水準功能的權限外，對每一行政區域 (adminDomain) 必須指定一項權限。

2.3.2 辦公大樓(Office)

它代表電信公司一個辦公大樓(office building)機房的局名。辦公大樓(office) 隨著行政區域(Admin Domain instance)命名後再命名，其直接包含機房 NE，HKA 及 HKC。

2.3.3 管家告警/管家控制(HouseKeeping Alarm/ HouseKeeping Control)

SDH NE (含 DWDM、ILA、2500A、REG) 具備非連續性告警輸入(input) 及繼電器接點開關(relay contact closures)，以監視及控制外部設備。管家告警 (HouseKeeping Alarm) 可監視門禁、室內溫度，空調及其它外接告警等。管家控制 (HouseKeeping Control) 可控制冷氣機，門鎖及其它等。在機房的外部設備與任何 SDH 設備無關連。管家告警/管家控制 HouseKeeping Alarm/ HouseKeeping Control 隨著機房(office)命名後命名。操作者要求機房(office)之外部設備，與裝在同一機房(office)之 NE 之 HKA/HKC 所提供之輸入/輸出埠 (Port) 連接。對管家告警/管家控制 HouseKeepingAlarm/ HouseKeepingControl 內容定義，應使用易於了解且描述清楚的名字。

2.3.4 NE

NE 代表一個 SDH 網路元件，對每一型式的 NE 其等級(class)有一個次等級 (subclass)。最重要的資料是 NE 的 DCN 地址(address)，對 INC-100MS 來說，這是每個 NE 的唯一身份。根據路由協定(routing protocol)選擇，DCN 地址(adress) 可以是 IP 地址(adress)或 NSAP 地址(adress)。

2.3.5 Shelf , Drawer & Packages

上述三種組成 NE 的硬體元件。NE 含一個或更多機座(shelves)，在一個機座 (shelves)內，典型裝有 10 至 20 卡板/packages)。一些卡板/packages)就像抽屜般組合在一起稱 drawer。特別在支流(tributary)介面機座(shelves)，每一 drawer 供一種特別型式支流(tributary)介面使用。所有機座(shelves)，drawer 及卡板/packages) 的架構，依 NE 的型式有所不同。

操作者不需要新增機座(shelves)，drawer 及卡板/packages) instances。

當一個 NE 被註冊時,組成資料可從預先備妥的紀錄對話(entry dialog)填入。根據紀錄資料,選擇適當種類及數目的機座(shelves)/ drawer/卡板/packages) instances 等資料輸入 MIB。不同型式的卡板/packages),有許多次等級(subclass)定義。例如線路介面卡板(package)就是 SDH Package 或 PDH Package 的次等級(subclass)。

2.3.6 SDH Package

此 package 代表終端(terminate)線路介面卡板/packages)是 STMn 光介面或 STM1e 電介面。

2.3.7 PDH Package

此 package 代表終端(terminate)PDH 電介面的線路介面卡板/packages)。

2.3.8 PDH Section

一個 2M 卡板/packages)提供許多 2M 埠(ports),每一埠(port)稱” PDH Section” 模組。它有三階次級(subclasses)以表示 2M, 34M, 及 140M 設備(facility)。當 PDH Package 次級(subclasses) 之其中一階新增時,適當的 PDH Section instances 也內部地新增,名字自動被系統指配,操作者可以更改較有意義的名字。

2.3.9 SubNetwork

代表一個環狀網路(Ring Network),此環狀網路有如下二種形式。

2.3.9.1 BLSR SubNetwork

BLSR SubNetwork 為 Bidirectional Line-switched Self-healing Ring (BLSR) 之簡稱,另一名稱為 Multiplex-Section Shared Protection Ring(MS-SPRING)。其保護切換是在障礙多工區間(Multiplex Section)二端執行。

BLSR SubNetwork 有次級(subclasses) :

(a) 二心 BLSR SubNetwork (2F BLSR)

(b) 四心 BLSR SubNetwork (4F BLSR)

4F BLSR SubNetwork 除了環狀保護(Ring Protection),亦提供區段保護(Span Protection),而 2FBLSR SubNetwork 只提供環狀保護(Ring Protection)。因為 BLSR 是一種環形保護架構(ring wide protection mechanism),所以一些規則(rules)應用於整個環路(through-out the ring)。

2.3.9.1.1 交接(Cross-Connection)

環狀保護(Ring Protection)是利用反方向保護通道代替工作通道的架構。保護

措施(Protection)在障礙區間二端執行。就其種意義來說，它類似 1 : n 保護措施，多個工作通道(Channels)共同一個保護通道(Channels)。在時槽(Time Slot)內，可存在達 n 個 【環路節點數目(The Number Of Ring Nodes)】不同的訊務(Traffic)。

在二次障礙(Double Failure)或節點獨立(Node Isolation)情況，有無法接通(Mis-connection)危險。避免如此，Squelching Table 必須適當地被維護使 squelching 正確地工作。BLSR 實施時槽指配【Time Slot Assignment(TSA)】規則(Rule)。換言之，在通過節點(Through Node)，入時槽(Incoming Time Slot)及反方向時槽一樣需要維護。

2.3.9.1.2 等待復原時間[Wait-to-Restore(WTR)time]

每一保護軟體(Software)功能很強，足以忍受任何地點未預期的等待復原時間(WTR)之超過。但仍能有一個一致整體環路調動(Provisioning)。在 INC-100MS MIB，WTR 是 BLSR SubNetwork 一項單一屬性資料(attribute)。因此，當操作者在某 BLSR 網路設定它，同一值將傳給在某 BLSR 網路所有 NE。

2.3.9.2 UPSR SubNetwork

UPSR SubNetwork 為主 Unidirectional Path-switched Self-healing Ring 之簡稱(UPSR)，其根據一個有限網路 topology，稱為環路(namely a ring)上的 SubNetwork Connection Protection 簡稱(SNC/P)架構。因為 UPSR 也是一種環形寬保護架構(ring wide protection mechanism)，所以一些規則(rules)應用於整個環路(through-out the ring)。

2.3.9.2.1 交接(Cross-connection)

在 UPSR 保護措施(protection)，送的信號橋接(Bridged)至順 逆時鐘方向，在接收端選擇其中一個信號。換言之，不管二個環路節點的距離，只要每次建立一個新路徑(path)，整個環路容量就減少。雖然在中間節點(Intermediate Node)可技術性地可做時槽交換(Time Slot Interchange)，但沒有節省頻寬。因此，當二節點確定，INC-100MS 在所有中間節點(Intermediate Node)將建立連通(Through Connection)。

2.3.10 區間(Section)

區間(Section)是一個模組(module)在二個多工區間[Multiplex Section(MS)]的實體連接(Physical Connection)，例如終端機(Terminal)，Add-drop 多工機(Multiplexer)，所終端(Terminating)的實體連接(Physical Connection)。

MS[Multiplex Section]是下列之基礎：

- (a) 網路架構(Network Topology)
- (b) 保護(Protection)
- (c) 障礙管理(Fault Mmanagement)

再生器(Regenerator)也是區間(Section)之一部分。在 INC-100MS MIB , 再生器區間[Regenerator Section(RS)]不被模組(Module)視為獨立物件(Independent Object)。在圖形上, 區間(Section)是以一個連接記號(Connection Symbol)表示。根據頻寬(Bandwidth)、保護架構的型式(Type)及傳輸媒體((Transmission Media), 有幾種區間(Section)的次級(Subclasses)。一個區間模組(Instance of a Section)可表示達實際世界(real world)的四條光纜。它可包含由達 40 個終端節點所提供之功能, 這些功能被定義在 ITU-T Rec. G.774 , 例如 optical SPITTP Bidirectional , Regenerator Section TTP Bidirectional , Multiplex Section ITTP Bidirectional , Aug Bidirectional 等。

區間(Section)的每一次級(Subclasses)有一組資料(Attributes)當單一整體(Single Entity)管理。例如, 一個保護切換模組(Protection Switch Mode), 不管 1+1 或 1:1, 在一個區間(Section)二端之二個 NEs 間應是一致的。雖然個別對 NE 做調度(Provisioning), INC-100MS 的操作者將視為一個區間(Section), 而不是一個 NE 的單一資料。當工作站(Workstion) 對一個區間(Section)做調度, INC-100MS 將產生二個相同調度指令給二個牽涉到的 NEs。

2.3.10.1 Linear Section

Linear Section 可以設定為被保護或不被保護(unprotection)。

2.3.10.2 BLSR Section

BLSR Section 是 BLSR SubNetwork 的 SDH Section。

2.3.10.3 UPSR Section

UPSR Section 是 UPSR SubNetwork 的 SDH Section。

2.3.10.4 One Side Section

這是為 INC-100MS 所發展, 為獨一無二的物件(Object)。假設其它廠商的管理系統要進入 INC-100MS 的話, INC-100MS 的管理區域(Management Domain) 可以在 SDH Section 中切開。

在尾端終端節點(Trail Termination Point) 邊緣的 NE 仍在 INC-100MS 的管理區域

(Management Domain)內。但尾端(Trail)不包含在 INC-100MS 的管理區域或其它廠商的管理區域。管理此終端節點使用，”單邊區間(One Side Section)”物件功能。

2.3.11 路徑(Path)

路徑(Path)定義為一個邏輯連接(Logical Connection)，其包括：

- (a) PDH Section
- (b) PDH Section 及 SDH Section 的一個時槽(Time Slot)
- (c) SDH Section 的一個時槽(time slot)

依據傳輸容量，路徑(path)有一次級(Subclasses)，其命名為：

- (a) VC4 Path
- (b) VC3 Path
- (c) VC12 Path

每一路徑(Path)物件等級非常接近 ITU-T Rec. M.3100 的”尾端(trail)”物件等級。不同點在於 INC-100 的路徑(Path)可能或不可能被一個尾端終端節點(Trail Termination Point)所終端(Terminated)。需提供連接 SDH Section 的一個時槽(Time Slot)及 SDH Section 的一個時槽(Time Slot)間的路由(Routing)。

2.4 INC-100MS 功能

2.4.1 INC-100MS 架構管理

INC-100MS 架構管理可分成靜態管理(Static Management)與動態管理(Dynamic Management)二部分。

2.4.1.1 靜態管理(Static Management)

主要物件含行政區域(Admin Domain)，辦公大樓或機房(Office)，NE 及區間(Section)。

2.4.1.2 動態管理(Dynamic Management)

點型的物件是路徑(Path)。物件的調度參數(Provisioning Parameters)也是動態管理的目標，例如保護切換模式(Protection Switch Mode)，誤碼門檻值(Error Threshold)，Drawer 架構及其它。

2.4.2 路徑生命週期管理(Path Life Cycle Management)

路徑(Path Instance)定義為具有二端點資料及產生二端點資料。路由(Routing)對 NE 的建置(Implementation)在它的生命週期時段(Span)可修改的。

路徑(Path)最多能有二個路由(Routes)。每一路由(Route)具有生命週期。在規定

內，操作者能改變生命週期。路徑(Path)的生命週期狀況是由路由狀態的組合所決定。

2.4.2.1 路由狀態(Route Status)

路由的生命週期狀態如下幾種：

- (a) 未定義(Undefined)
- (b) 計劃(Planned)
- (c) 保留(Reserved)
- (d) 部分委任(Partly Commissioned)
- (e) 委任(Commissioned)

上述狀態除部分委任(Partly Commissioned)狀況外，狀況的改變是由操作者下的指令，及除部分委任(Partly Commissioned)外，可任意改變狀況。當路徑(Path)新增時，沒有指配路由(Route)，路由是在未定義(Undefined)狀況。在計劃(Planned)狀況，已指配路由(Route)，但沒有被保留(Reserved)，以致其它路徑(Path)可以使用部分或所有路由(Route)。於保留(Reserved)狀況，指配路由(Route)已獨佔給它的路徑(Path)。但路徑(Path)仍未建置於 NE 上。於在委任(Commissioned)狀況，路徑(Path)最後建置於 NE 上。假如建置的某些部分未成功，這種狀況就成為部分委任(Partly Commissioned)。

2.4.2.2 路由調度(Route Design)

路由(Route)能自動或人工調度，自動路由(route) 調度是根據下列參數的選擇：

- (a) 最短(Shortest)
- (b) 最便宜(Low Cost)+最短(Shortest)
- (c) 可用(Availability) +最短(Shortest)
- (d) 頻寬(Bandwidth)+最短(Shortest)

最普遍的參數選擇是找最短(Shortest)的，操作者可藉指定一個適當價格(cost)在區間(section)上，以決定自動調度。

藉選擇頻寬(Bandwidth)，自動調度將選擇最不擁塞的區間(section)，使訊務(traffic)趨於平均分配。操作者可設計 NE 及區間(Section)的調度表，以便調度路由(Route)時，避免使用上述 NE 及區間(Section)。這些特殊的規範(Criteria)是有用的，當計劃在某些 NE 或區間(Section)做維護工作，所有訊務(Traffic)需被迂迴。

2.4.2.3 路徑狀態(Path Status)

路徑(Path)的生命週期狀況是由路由狀態(Route Status)的組合所決定。

- (a) 計劃(Planned)
- (b) 保留(Reserved)
- (c) 部分委任(Partly Commissioned)
- (d) 委任(Commissioned)
- (e) 服勤中(In Service)
- (f) 未服勤(Out of Service)
- (g) 維護(Maintenance)

2.4.3 功能表(List of Function)

2.4.3.1 辦公大樓架構(Office Configuration)

中央辦公大樓(Central Office Building)以一個辦公大樓等級(Office Class)被模組化。辦公大樓等級(Office Class)有附屬資料以管理辦公大樓管理人(Office Representative) , 電話號碼或其它。

2.4.3.2 NE 架構(NE Configuration)

2.4.3.3 NE 資料(NE Information)

首先 , NE 本身及與 NE 有關的網路階層(Level)物件的管理 , NE 資料必須登錄於 MIB。NE 應有一個獨一無二的名字定義於收容的辦公大樓(Office) Instance。在 NE 新增的過程中 , INC-100MS 將為操作者提供自動尋找(Navigation) 功能 , 填滿(Fill Out)關於該 NE 所需要的資料 , 及操作者可進入 Modification Menu 更改資料。

2.4.3.4 NE 連接(NE Connection)

當資料庫的 NE 資料已備妥 , INC-100MS 伺服器(Server)和 NE 間的連接 (Connection)就能建立。這種連接(Connection)稱為”NE 連結(Association)”。在 Association Menu , 操作者能隨時選擇連接(Connection)或切斷(Disconnection) 與 NE 連接 , 連結狀態(Association Status)是連續地被監視著。

2.4.3.5 NE 時鐘設定(Clock Set)

INC-100MS 週期性地送出時間和日期 , 以確認所有 NE 的時鐘(Clock)與 INC-100MS 同步。

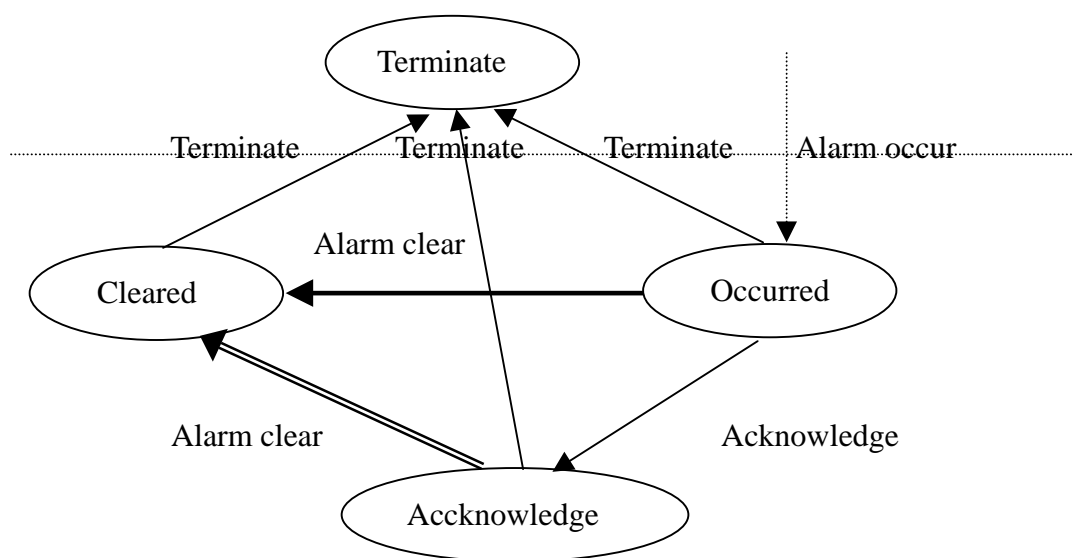
2.4.3.6 管家之控制架構(House Keeping Control Configuration)

繼電器接點開關輸出埠(Relay Contact Closures Output Port)能被建構 (Configured)，以控制辦公大樓或機房(Office)的外部設備。

2.5 INC-100MS 障礙管理

2.5.1 告警生命週期管理(Alarm Life Cycle Management)

當一個告警(Alarm)被偵測到，告警(Alarm)開始它的生命週期(Life Cycle)。告警生命週期狀態(Alarm Life Cycle Status)是由伺服器(Server)管理，如此，在任何工作站(Workstation)的操作者將可看到同樣生命週期狀態(Life Cycle Status)。告警生命週期及其狀態產生、清除與終結如下圖所示。



於上圖中生命週期狀態(Life Cycle status) 包括：

- (a) 發生(Occurred)
- (b) 確認(Acknowledged)
- (c) 清除(Cleared)
- (d) 終端(Terminated)

典型地一個告警(Alarm)被偵測到，它首先出現”發生(Occurred)”狀況。然後，操作者執行確認(Acknowledged)動作。告警(Alarm Status)現在於確認(Acknowledged)狀況。其它操作者將知道確認(Acknowledged)已被誰執行，在那一工作站(Workstation)及何時(when) 執行。在這二種狀況，告警(Alarm)被認為 outstanding。

當問題解決，狀態就變成”清除(Cleared)”。不管任何原因(By Any Reasons)，即使告警(Alarm)在執行確認(Acknowledged)動作之前清除(Cleared)，狀況也變成”

清除(Cleared)”。為證實瞬間告警(Instant Alarm)，”清除(Cleared)”之告警(Alarm)將留在表單(list)上，直到被操作者終端(Terminated)為止。如果未解決之告警 (outstanding) 延續一段時間(Extended Time Period)，操作者想使它由表單(List)消失情況下，終端(Termination)可被執行。當終端的告警(Pre-Terminated Alarm)被清除(Cleared)，清除的時間被記錄下來，但通知(Notification)沒有送出。

2.5.2 告警來源(Alarm Source)

此為 INC-100MS 獨一無二的特性，當網管偵測到 NE 的一個硬體障礙，NE 記號(Symbol)將改變顏色。在傳輸障礙，根據操作者登錄(Registration)時輸入的實體資料(Topological Information)，INC-100MS 將挑出(pin-point)該障礙區間(Section)。例如當 NE 偵測並發出 LOS[失去信號(Loss Of Signal)]告警，區間記號(Section Symbol)將改變顏色，而非 NE 記號(NE Symbol)。因此，操作者能立刻發現受影響的傳輸設備及二個相關的 NE ID (Identification)。操作者能藉查看相關的 NE 狀況 (NE Status)分析出傳輸障礙原因是由傳送端(Transmit Side)或光纖區間(Fiber Section)之間所引起。操作者更能藉按一下 menu，顯示通過目標區間(Subject Section)路徑(path)的報表(List)。

2.5.3 功能表

2.5.3.1 即時事件監視(Real Time Event Monitoring)

此功能之事件(Event)包括由 NE 送出的告警及保護切換報告，即時(Real Time)顯示，及由伺服器(Server)根據運作(Activity)或例行健康檢查(Health-Check Routine) 偵測到的告警。

2.5.3.2 事件通知(Event Notification)

當一個事件被偵測到，它藉下列通知操作者：

- (a) 可聽的信號(Audible Signal)
- (b) 特別記號閃爍(Blinking)。
- (c) 記號(Symbol)顏色改變。

其中可聽的信號(Audible Signal)大小可調整，及特別閃爍記號 (Blinking) 能藉著按該記號而停止。當壓完該記號，新發生事件(Event)的報表(List)顯示在螢幕視窗上(Pop-up Window)。

2.5.3.3 告警顯示在圖面上(Alarm Display in a Graphical Map)

此功能記號(Symbol)的顏色代表物件本身或包含在那物件的其它物件尚

未處理 (Outstanding)告警的標示。其預設值顏色 (Default colors)區分設定如下：

- (a) 紅色(Red) 緊急(Critical)
- (b) 2.橘色(Orange) 主要(Major)
- (c) 3.黃色(Yellow) 次要(Minor)
- (d) 4.青藍色(Cyan) 警告(Warning)
- (e) 5.綠(Green) 正常(Normal)

其中每一告警水準之顏色可調整(Customized)，及當狀況改變，顏色即時變更。

2.5.3.4 告警以數值形式顯示(Alarm Display in Textual Format)

此功能告警顯示在螢幕目錄表(List)的單一行，當狀態改變，文字顯示狀態即時變更。其包含文字顯示狀態如下列：

- (a) 告警位階：分為緊急(Critical)，主要(Major)，次要(Minor)，警告(Warning)，清除(Clear)。
- (b) 確認(Acknowledged)
- (c) 告警時間(Alarm time)
- (d) 告警明細(Alarm detail)
- (e) 告警物件(Alarm object)

對每一告警狀態，可藉由生命週期歷史資料供參考(Life cycle history)。操作者對每一告警可附加一些備註資料(Arbitrary Comment)，備註資料能供其它操作者參考，及修正或刪除及螢幕上之目錄表(list)能被印出。

2.5.3.5 告警統計(Alarm Statistic)

此告警統計之告警次數資料可供查測參考，當選項(Filter)是在工作狀態(Active)時，”所有(all)”及”選項(Filter)” 的告警次數將皆被顯示出來。

2.5.3.6 告警表(Alarm List)

此告警表包括轉儲存在資料庫伺服器(Server)所收集到 NE 的事件(Events)。其可依據不同的選項(Filter)產生不同之目錄表(List)，及目錄表(List)能被印出。

2.5.3.7 告警/事件選項(Alarm/Event Filter)

此工能可依據不同的選項(Filter)產生告警表(alarm list)及事件表(event list)。選項(Filter)只影響螢幕的顯示(Display on the Screen)。它不影響伺服器(Server)接收告警/事件及儲存它們於事件表(event list)。

所選的項目可根據下列參數來決定：

- (a) 告警位階(Alarm Level)
- (b) 確認狀態(Acknowledged Status)
- (c) 終端狀態(Terminated Status)
- (d) 目標物件(Target Object)：例如行政區域(AdminDomain)，辦公大樓 (office)，子網路(Subnetwork)，區間(Section)，NE 等。
- (e) 事件型式(type)

2.5.3.8 告警罩(Alarm Mask)

告警可以此功能罩住(marked)，當某告警被罩住後，伺服器(server)將不理會它且不儲存它於事件表(event list)內。對各種位階(Level)物件的告警能被罩住，例如 SDH Section，路徑 (Path)及 NE。但指配在那些物件的告警不被理會。例如，假設一個 SDH Section 被罩住，即使二邊 NE 發出失去信號(LOS)告警，也不被理會。

2.5.3.9 告警抑制(Alarm inhibit)

當與 NE 仍保持連結(Association)而發出此指令時，這是個不理會由指定 NE 所發出所有告警通知(Notifications)的設定。當某告警被抑制後，伺服器(Server)不理會它且不儲存它於事件表(Event list)內。

2.5.3.10 告警同步(Alarm Synchronization)

當 INC-100MS 開始運作，Outstanding 告警由網路收集。當伺服器(Server)與 NE 間失去連絡時，所有 Outstanding 告警被當做“清除(cleared)”而產生”NE 連結(Association) 失效(Fail)”之告警。當人為切斷與 NE 間連結時，所有 Outstanding 告警當做“清除(Cleared)告警。不管人為切斷或障礙，當伺服器(Server)與 NE 間連絡恢復時，在 NE 的 Outstanding 告警立即成為最新發生的告警。假如伺服器(server)與 NE 間的告警同步存有懷疑，操作者能利用手動方式執行同步指令。

2.5.3.11 折返指令(Loopback)

此指令可執行於如下設備之折返測試：

- (a) PDH Facility
- (b) PDH Terminal
- (c) SDH Facility

當打開 Loopback 測試對話方塊，它顯示 Loopback 狀態(status)供選擇。

2.5.3.12 自動雷射關閉(ALS) (Automatic Laser Shutdown)

自動雷射關閉(ALS)可設定於啟動或不啟動。假如自動雷射關閉(ALS)設定在(active), INC-100MS 能重新啟動光信號。

2.6 INC-100MS 性能管理

2.6.1 被監視個體元件(Monitored Entity)

被監視之個體可分為：

- (a) Path
- (b) Section
- (c) NE

路徑(Path)是性能管理[Performance Management(PM)]主要目標。區間(Section)的 PM 包含多工區間參數 (Multiplex-Section Parameters)及再生器區間參數 (Regenerator-Section Parameters)。

2.6.2 功能表

2.6.2.1 PM 間隔時間(Granularity)

此間隔時間提供 15 分和 1 天的間隔時間(Granularity)兩項。

2.6.2.2 即時需要(On-Demand) PM

此功能用於顯示儲存於 NE 的 PM 資料，及監視參數和時間區間(Time-Period)由 NE 容量決定。

2.6.2.3 制定長期(Long-term) PM 時間表

執行此功能時，操作者需選擇被監視物件及開始時間和結束時間。INC-100MS 將依據時間設定開始並連續監視 PM 資料。被設定時間的總資料，能被以表格形式(Table Form)或圖形形式(Graph Form) 顯示出。詳細監視資料包含：

- (a) 開始時間
- (b) 結束時間
- (c) 監視狀況(Status)： 包含“已做完(Done)”，”執行中(In progress)”，”已排定時間 (Scheduled)”等狀態
- (d) 間隔時間
- (e) 操作者名字[誰產生(或最後更改)時間表]
- (f) 備註(Note)[關於時間表任何註解，由操作者輸入]

上述已登記的時間表可以在任何時間被取銷。當時間表被移除(Removed)，所有

已被 Subject Schedule 查詢出來的資料將被刪除(Deleted)。

2.6.2.4 長期(Long-term) PM 資料的顯示

當點選物件後執行此功能時，可顯示長期(Long-term) 監視 PM 資料。亦可適當的增加選項，例如監視期間(Monitored Period)、日期/時間排序(Time Sorting Order)及監視形式(Monitored Types)等。此功能顯示形式的預設值(Default)是表格形式，亦可以下列形式顯示：

(a) 曲線圖(Plot Graph)：顯示過去的趨勢。

(b) 長條圖(Bar Graph)：顯示累加值。

2.7 INC-100MS 系統管理 (System Management)

2.7.1 執照控制(License Control)

裝機完成前，執照檔(License File)將個別地被裝在伺服器(Server)及工作站(Workstation)上。伺服器(Server)的執照檔(License File)定義為包括連結 NE 之形式與 NE 的最大數目。工作站(Workstation)的執照檔(License file)定義包括在工作站可執行的程式(Applications)，假如操作者超過執照範圍之 NE instance，指令將被拒絕。提昇 INC-100MS 的能力，執照檔(License File)必須更新。

2.7.2 操作模式管理(Operation Mode Management)

伺服器操作模式可分為如下模式：

(a) 控制(Control)+監督(Supervise)

(b) 控制(Control)

(c) 監督(Supervise)

(d) 待命(Stand-by)

“監督(Supervise)”功能包含障礙管理(Fault Management)及性能管理(Performance Management)。主要根據 NE 產生的獨立報告(Autonomous Report)。控制(Control)功能包含 MIB 及 NE 操控(Manipulation)之操作。在單一伺服器架構，操作模式必須是控制(Control)+監督(Supervise)。

2.7.3 資料庫操作(Database Operation)

伺服器有一個資料庫以管理(hold) MIB，其有下列三種操作方式：

(a) 備份(Backup)

(b) 儲存(Restore)

(c) 拷貝(Copy)

2.7.4 ”通達”接續至 NE[“Reach-Through” Access to NE]

操作者能藉由 INC-100MS 工作站(Workstation)去模擬本地終端機 [Emulated Local Craft Terminal(LCT)]的視窗進入至遠端的 NE，提供一個存取 (access)模式，可存取至任何 NE 的參數，此參數不必中央管理，因此，不儲存在 INC-100MS MIB 內。因此提供一超越本地維護人員的高層管理(superior comtrl)給 INC-100MS 操作者。此非常重要的”通達(Reach-Through)”功能提供一個可直接接取至 NE 之方法。當使用這方法使 NE 的一些資料變更時，INC-100MS 的 MIB 將**不自動地隨著被變更**。當執行”通達(Reach-Through)”時，良好的管制(Discipline)也是非常重要的。

2.8 安全管理(Security Management)

2.8.1 使用者權限

對 INC-100MS 系統，最高可註冊 20 個使用者，每一使用者必須有特定使用權限，以限制其操作範圍。有二種方法將使用者分類：一種是使用 INC-100MS 的預設權限，另一種是使用顧客型權限。當登記使用者時，系統管理者能選這些位階系統(level systems)之一。對各位階系統(level systems)，按工作型態有二類[系統(SYSTEM)及區域(DOMAIN)]。系統類是供系統之操作，例如改變狀態(status)、logging off 工作站等。區域類是供一個區域內之操作，例如註冊被管理之物件(MOs)，安排 MOs 的註冊等，因此對每一區域使用者必須指定區域類。登記使用者能由預設 user ID “INC-100”執行，因它的預設權限是”系統管理者(System Administrator)”。

2.8.1.1 預設權限

INC-100MS 的預設權限之方法是階級式，分為四項位階。如下表格說明：

階層 \ 類別	系統(SYSTEM)	區域(DOMAIN)
1	管理者(Administrator)	
2	系統操作者(System Operator)	

3	維護者(Maintenance Operator)
4	臨時操作者 (Casual Operator)

使用者權限的初值(DEFAULT)如下：

User ID “INC100MSstart”： 只能做伺服器操作狀態之變更/工作站關機
(Server Operational State Change/Stop
Workstation)

User ID “INC100MS”： 系統-管理者(System-Administrator)及區域-臨時操作者 (Casual Operator)

2.8.1.2 顧客型水準(Customized Level)

顧客型位階被分成 12 群[對每一系統(system)及區域(domain)類各 6 群]，它
能被當階級(hierarchy)或更詳細類的限制使用，等等，照您需要。註冊使用者，
您需要指定預設權限或顧客型位階之一。然而，您不能指定顧客型位階給所有使
用者(至少需存一個系統管理者)。指定顧客型水準，您需要預定(predefine)及指配
(specify)它們的水準。

2.8.2 LOGIN BLOCK

避免未有權利的使用者進入，INC-100 有 Login Block 系統，不允許使用者
login 超過某一次數。預設 Login Block 參數被調整為 24 小時內三次，那意義著，
假如一個使用者 24 小時內三次無法成功 Login，這使用者將被拒絕(rejected)。24
小時內一次或二次失敗，在下一 24 小時將自動被重新設定(reset)。系統管理者(或
假如顧客型水準被使用，及使用者的水準包含工作” Login Block Management”)能
改變參數設定。假如需要，系統管理者(或使用者的顧客水準包含工作” User
Registration”)能手動重新設定(reset)(unlock)一個被拒絕(rejected)的使用者。Login
Block 系統不影響系統管理者的進入。

臨時操作者 (Casual Operator)能查看網路架構，告警狀態，不能下任何影響
到 NE 或 MIB 的指令。維護者(Maintenance Operator)只能下維護(maintenance)指
令，例如折返測試(loopback)，機房之控制(House Keeping Control)，上述不影響
MIB 或 NE 內資料庫。系統操作者(System Operator)能新增，更新，及註銷所有
物件(objects)，除使用者外。物件(objects)包括 NE，Section，Path 及其它等。管
理者(Administrator)是唯一能新增，更新，及註銷使用者。管理者(Administrator)

可以新增及註銷其它管理者[Administrative User(s)]，不能註銷自己，如此，至少一個管理者(Administrator)能存在系統內。

2.8.3 LCT 使用者權限

LCT 使用者權限以下列表格說明：

	敘 述
使用者 ID	使用者 LOGIN ID 需 5 至 10 個字(CHAR)，含數字，—(連字符號)及標點符號。 使用者 ID 必須大寫。
密碼 (PASSWORD)	密碼需 5 至 10 個字(CHAR)，含數字，—(連字符號)及標點符號。 密碼必須大寫。 註：密碼能藉密碼變更功能(Administration Change Password) 變更
管理位階	使用者的管理位階有下列 4 項功能 <ul style="list-style-type: none"> 。組態管理 [Configuration(C)management]：調度及控制 。障礙管理 [Fault(F)management]：收集、編輯、分析及轉換 告警/狀態 。性能管理 [Performance(P)management]：收集、編輯、分析及轉換 性能監視信號 。安全管理 [Security(S)management]：編輯使用者帳號 每一項功能有 5 個管理水準—水準 1 最低而水準 5 最高。 這些管理水準限制使用者連接至系統特定組的 menu item 或指令。

STM—1、STM—4 NE 部份

管理位階	安全管理	組態管理	障礙管理	性能管理	管理功能
1	S5	C5	F5	P5	Super user
2	S4	C5	F3 (F4)	P5	讀/寫/執行 (只有安全管理無法做)
3	S4	C3 (C4)	F3 (F4)	P5	讀/寫/執行 (Turn up 之 Operation start and SEND , System Initiation , Cross connect (level) 之 SEND 無法執行

4	S4	C2	F2	P2(P3) (P4)	讀/MAP 寫* (Login/Logout 可執行)
5	S1 (S2/S3)	C1	F1	P1	只能讀+

*：可得 告警(alarm)及得到/增加/連接(connect) MAP，但無法變更保護路徑(path protection) MAP 之主流(aggregate)部分。

+：不能得到 MAP/ALARM/LOG。

STM—16 NE 部份

管理位階	管理功能	安全管理	組態管理	障礙管理	性能管理
1	無限制(Super user)	S5	C5	F5	P5
2	無法執行安全管理	S4	C5	F5	P5
3	除性能監視及切換測試外,無法執行參數設定及編輯	S4	C4	F3	P3
4	只能查詢告警之存檔(ALARM LOG), PM 屬性及 PM 狀態(STATUS)	S4	C3	F3	P2

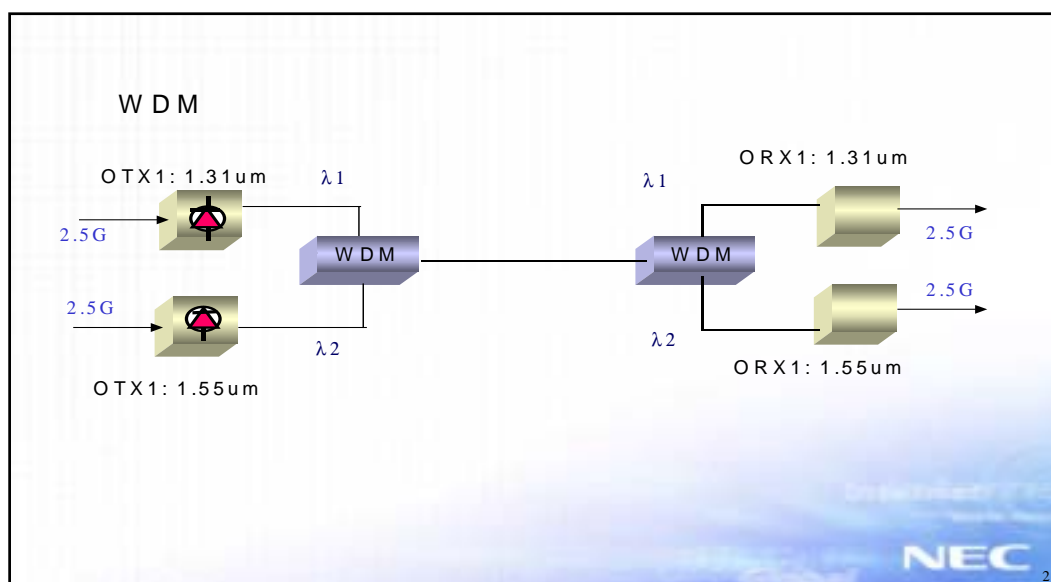
3.SpectraWave DWDM SYSTEM

3.1 DWDM 概述

隨著資訊時代來臨,通信業務逐年迅速增長,為了適應通信網傳輸容量的不斷增長,和滿足網路交互性靈活性的要求,產生了各種多工技術.在光纖通信中,除了大家熟知的 TDM、FDM 還有光時分多工器、光波分多工器(WDM)、光頻分多工器.光波分多工器(WDM)是在一根光纖中,同時傳輸多個波長光信號的一項技術,是在發送端將不同波長的光信號組合起來,並耦合到光纖線路上的同一根光纖中進行傳輸,在接收端又將組合波長的光信號分解出原信號後送入不同的終端,將此項技術稱為光波長分割復用技術。

3.2 DWDM 歷史演進

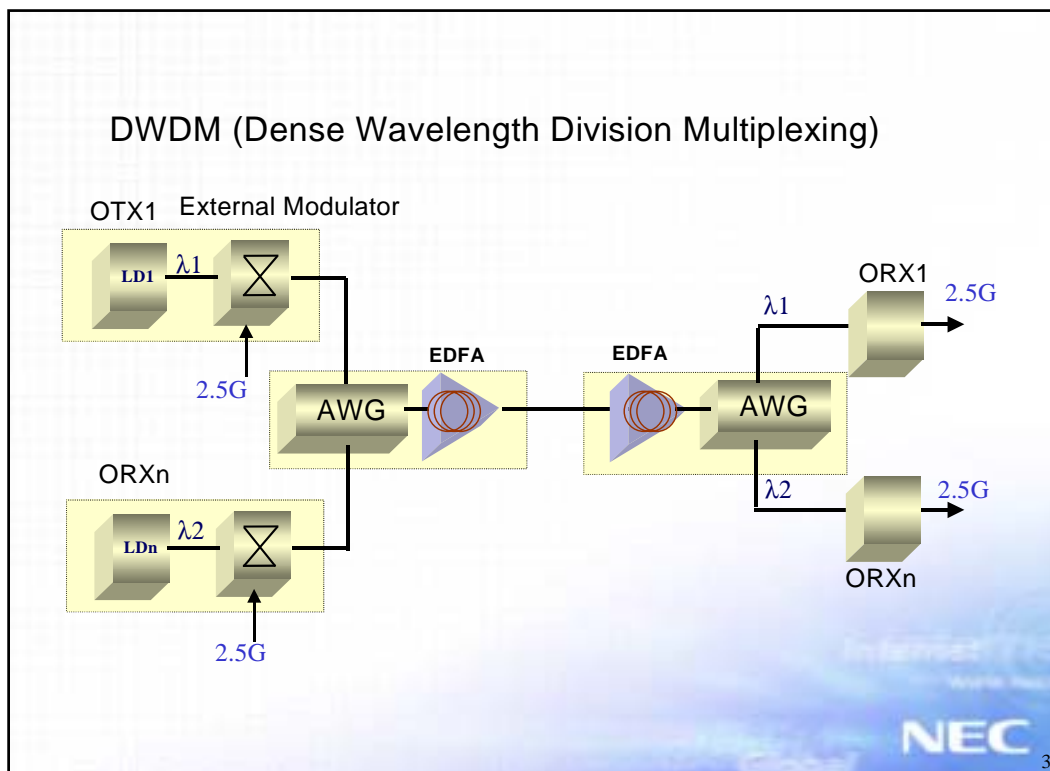
WDM 出現於 1980 年代後期,使用兩個分別窗口,即 1310nm 區及 1550nm 區,即在一根光纖同時傳遞兩個信號波長如下圖所示,此稱 wideband WDM。



1990 年代初期第二代 WDM 問世可用二到八通道此稱 narrow-band

WDM.1990 年代中期 denseWDM 系統問世,十六到四十通道且通道間隔為

100 到 200 GHz 如下圖所示，其工作於 1550nm 區。



3.3 DWDM 網路主要元件

DWDM 是光傳輸網路之核心技術，光傳輸網路之主要元件有 Omux/Odmux、 Optical amplifier 、 OADM、 Converter 、 OXC 、 Coupler、 Isolator 、 Circulator、 Attenuator 、 OTU 等，其大致可分類如下：

- (a) 傳送端精確、穩定之雷射光源，如 DFB LD module。
- (b) 區段間低損耗傳輸品質高之光纖及平坦增益之光放大器。
- (c) 其他光網路元件，如光交叉連接設備 OXC, 光塞取多工設備 OADM 等。

附註：

C-Band 光通道波長：

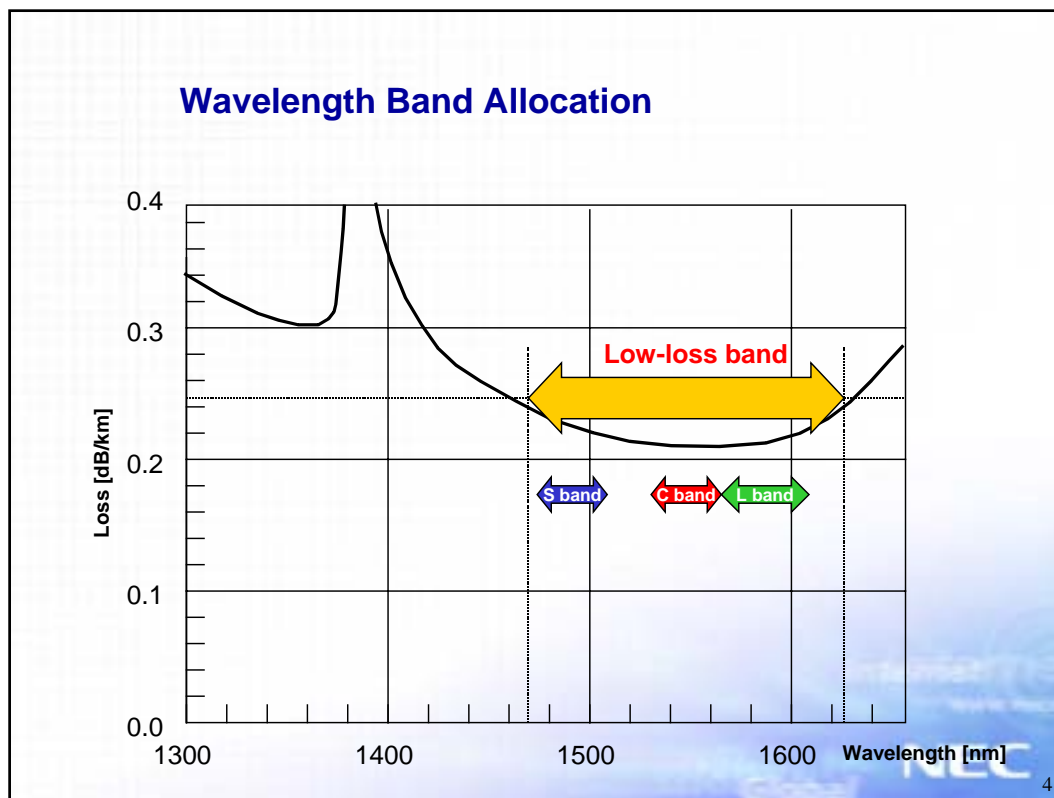
ITU G.692 定義:a laser grid 點對點 DWDM 系統,光通道波長為以 1552.525 中

心波長且間隔 100GHz 之所有波長如下:

1528.77,1529.55,1530.33,1531.12,1531.90,1532.68,1533.47,1534.25,1535.04,
1535.82,1536.61,1537.40,1538.19,1538.98,1539.77,1540.56,1541.35,1542.14,
1542.94,1543.73,1544.53,1545.32,1546.12,1546.92,1547.72,1548.51,1549.32,
1550.12,1550.92,1551.72,1552.52,1553.33,1554.13,1554.94,1555.75,1556.56,
1557.36,1558.17,1558.98,1559.79,1560.61,1561.42,1562.23,1563.05,1563.86

L-Band 之頻道範圍:1574nm~1608nm

S-Band 之頻道範圍:~1400nm~



3.4 DWDM 之特色

DWDM 具有如下三項特色：

(a) 單心光纖可傳輸多個波長

(b) 每一波長可使用不同傳輸速率(STM-1/4/16...)

(c) 每一波長可使用不同傳輸格式(ATM,SDH,IP...)

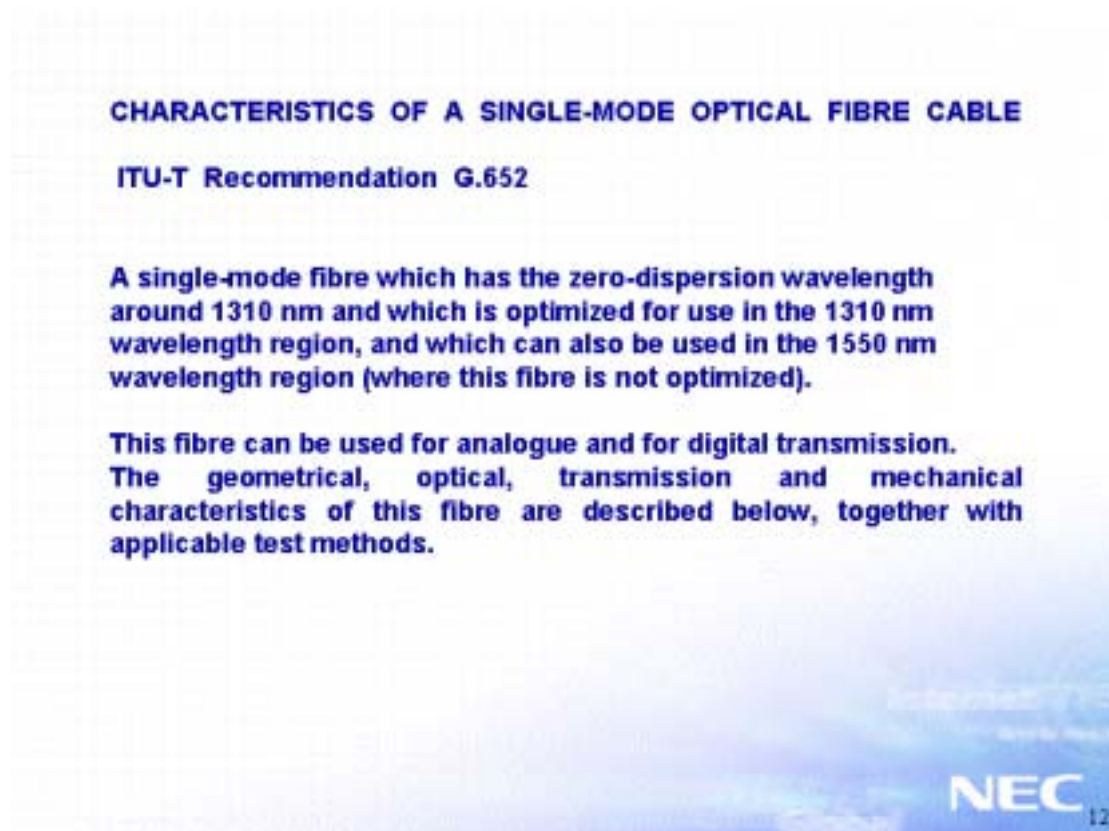
3.5 DWDM 之重要技術

3.5.1 光纖技術

應用於 DWDM 二種型式的光纖 ITU-T 規格如下:

(a) Non-Dispersion-Shifted Fiber(NDSF) or normal SMF(G.652)

(b) Non-Zero Dispersion-Shifted Fiber(NZDSF)(G.655)



Characteristics of a non-zero dispersion shifted single-mode optical fibre cable

ITU-T Recommendation G.655

Summary

This Recommendation describes a single-mode fibre whose chromatic dispersion (absolute value) is required to be greater than some non-zero value throughout the wavelength range of anticipated use. This dispersion suppresses the growth of four-wave mixing, a non-linear effect that can be particularly deleterious in dense Wavelength-Division Multiplexing (WDM).

NEC 14

由於(DSF)G.653 光纖在 1550nm 處的優良性質而成為人們考慮的首選光纖，雖在單波長長距離的優良性質，但當用於 DWDM 系統在零色散波長區出現嚴重的非線性問題，進而採用 NZDSF(G.655)光纖，其優點是在 EDFA 之工作範圍色散最小且能抑制非線性效應。

當系統採用高功率光放大器將可能引起非線性效應，其可分兩類：

- (a) Stimulated scattering
- (b) Refractive index fluctuation

Stimulated scattering 它又分為兩種：

1. Stimulated Brillouin Scattering

當較強的光入射到光纖中時會引起材料中的聲子(acoustic waves)振動，以致一些前向的光返回使入射光能傳送到接收端的功率受到限制。

2. Stimulated Raman Scattering

當較強的光入射到光纖中時會引起光纖材料中的分子振動導致 WDM 系統中短波長高頻波產生過大信號衰減而限制系統通路數。

Refractive index fluctuations 為低功率時光纖材料(silica fiber)Refractive index 折射率為常數,高功率時折射率會隨入射光的強度變化(fluctuations)

Refractive index fluctuations 引起非線性效應有三，說明如下：

(a) Self phase Modulation

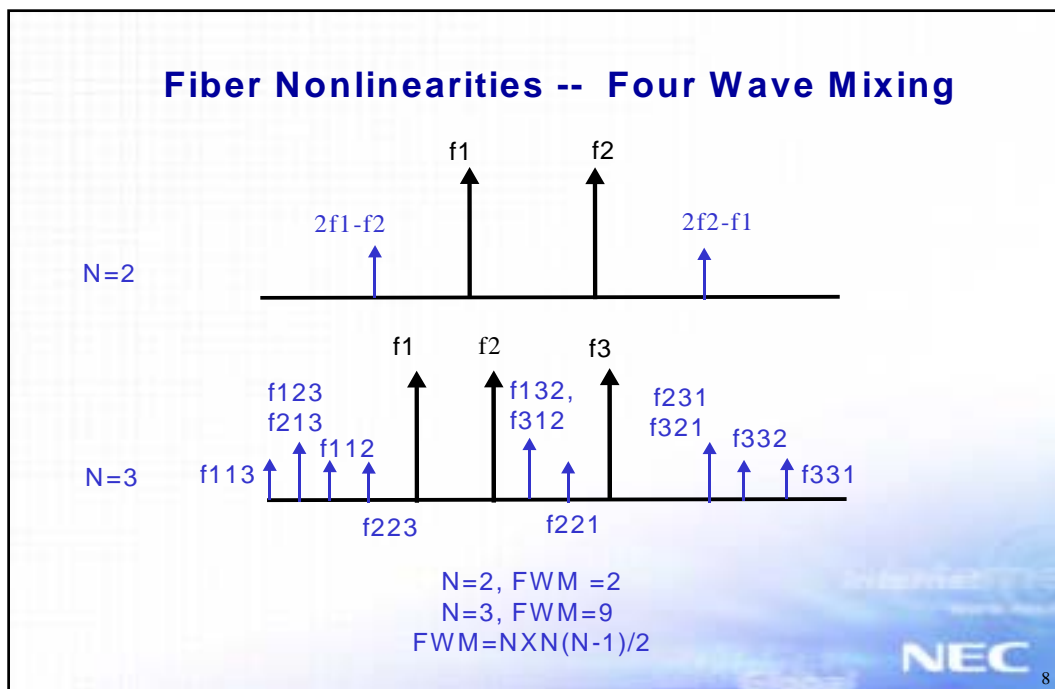
折射率隨入射光的強度變化引起光波的相位產生變化，加上光纖的色散將導致頻譜展寬並隨長度的增加而累積,光的強度變化越快，導致光頻率變化也越大,對系統的高速窄脈衝影響較大。

(b) Cross Phase Modulation

在多波長系統中，由於折射率隨光的強度變化而導致信號的相位受到其他通路功率的調制，而引起通路間的串音。

(c) Four Wave Mixing

當多個具有較強的光波信號在光纖中混合傳輸時，將導致產生其他新的光波長（如下圖示說明），引起串擾因而限制應用的波長數。



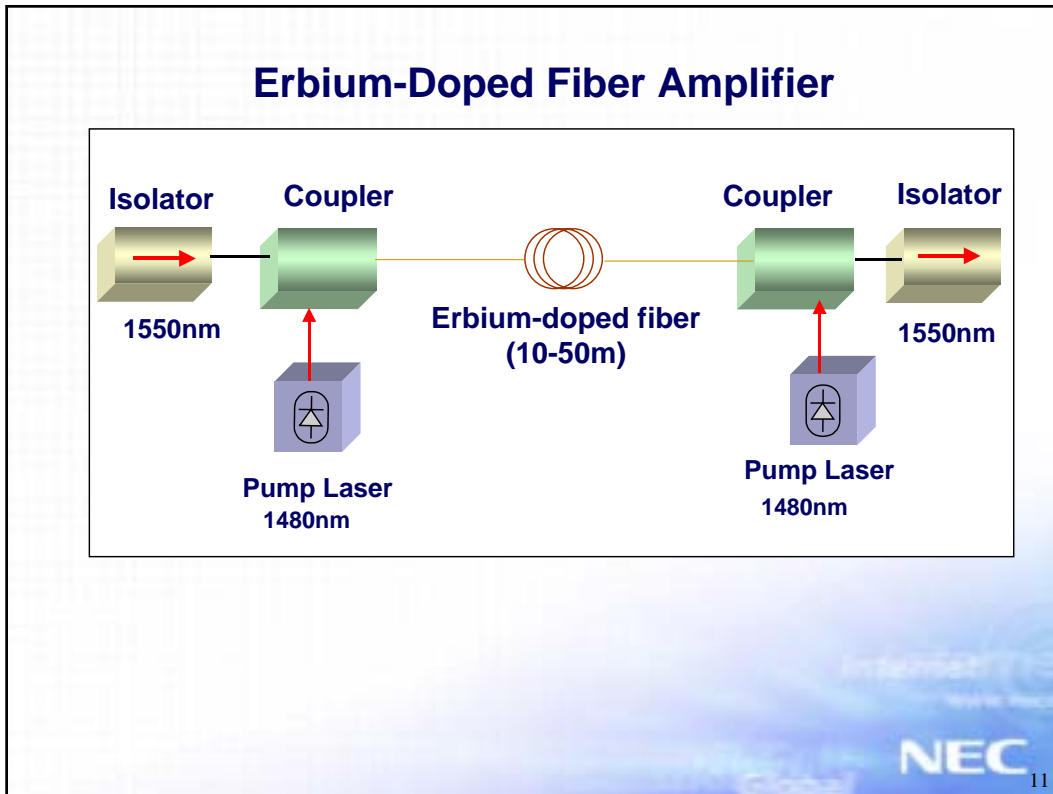
基於上述說明，DSF Dispersion-Shifted Fiber(DSF)G.653 不適合應用於 DWDM，而 NZDSF(G.655)由於其具有上述特色，因此近年來 DWDM 系統皆採用此光纖，本分公司最近所建設之西部幹線光纜亦為此 ZDSF(非零色散)單模光纜。

3.5.2 放大器技術

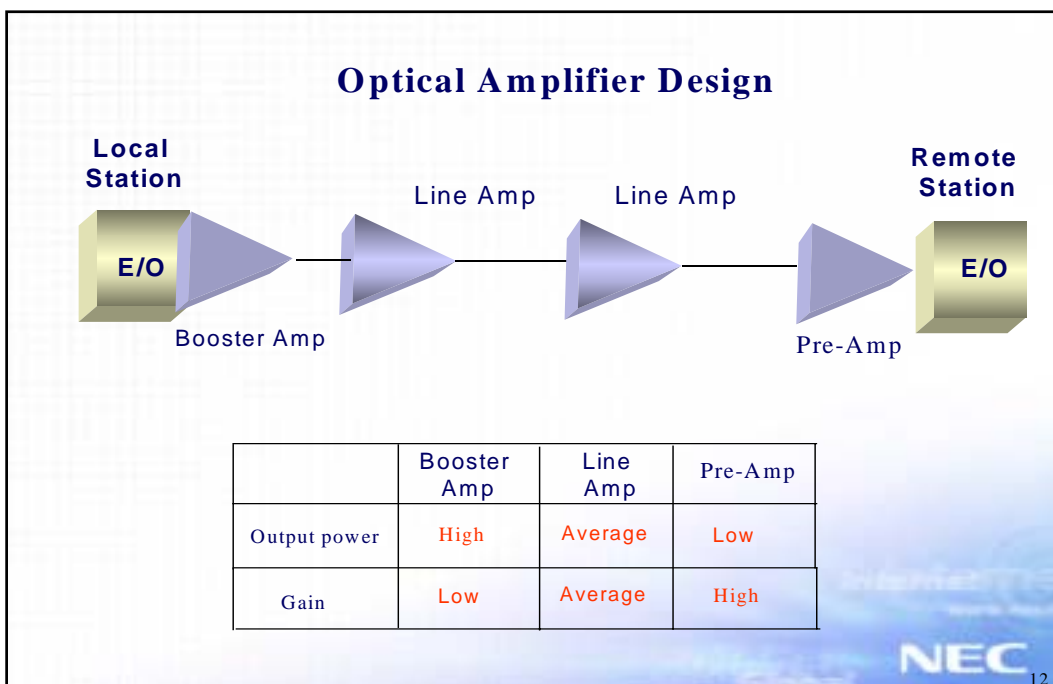
EDFA 功能為提供 WDM 之 flat gain spectrum，其工作原理說明如下：當 1550nm 弱信號進入摻鉕光纖時,Pump Laser 是一種 Silica-based or fluoride-based fibers laser pump 也射出 980nm 或 1480nm 光進入摻鉕光纖，

鉬元素電子受激跳到非穩態並釋放能量以 1550nm 光型式釋放, 摻鉬光纖鉬元素不斷受激並釋放累積的大能量的 1550nm 光信號,在此過程中,自發的 emission 成為 noise 的來源.EDFA 的重要品質參數有增益平坦度,增益,及 noise level。

EDFA 之架構如下圖所示：

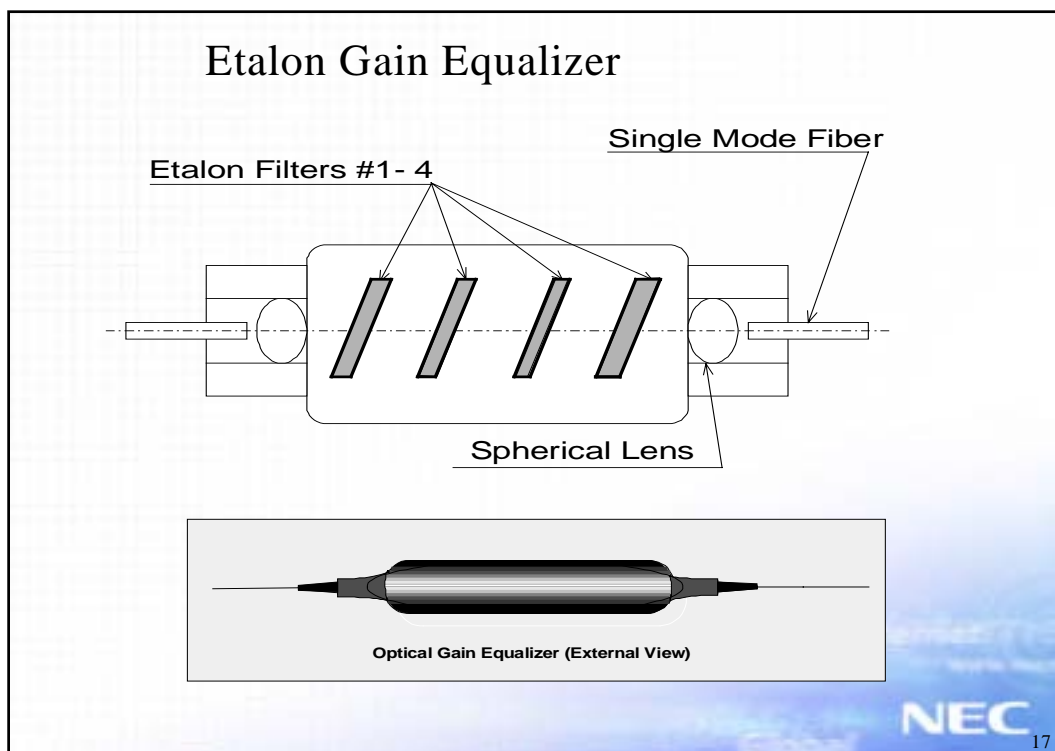
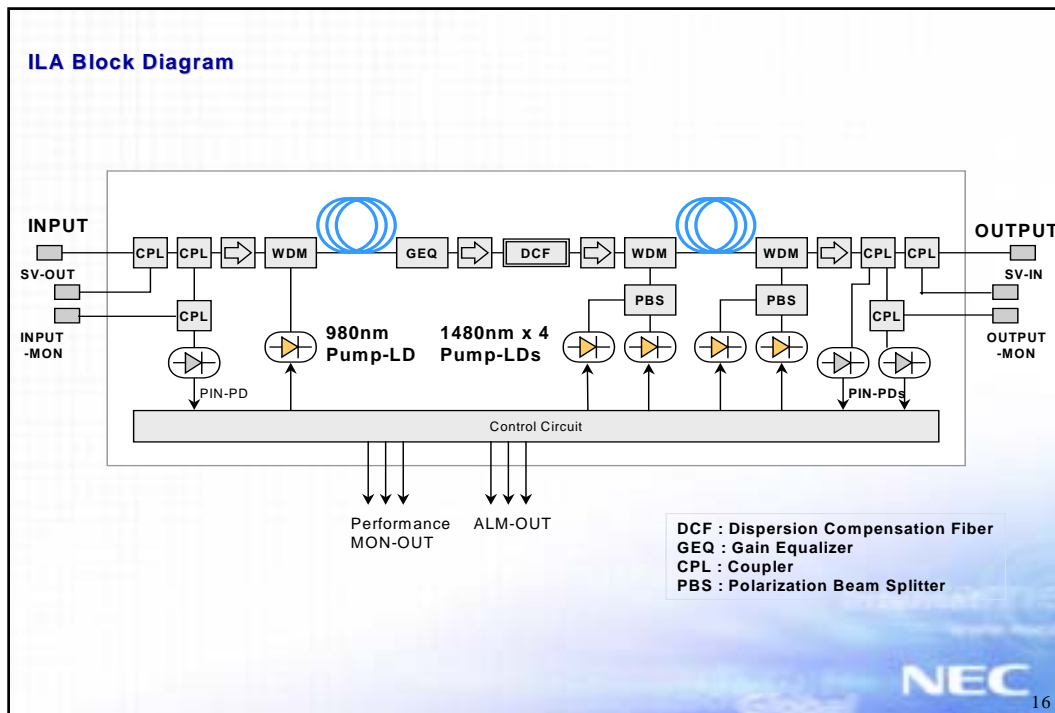


光放大器(Optical Amplifier)之應用於光系統設計可分為 Booster Amp , Line Amp 及 Pre-Amp 三種類別 , 如下圖所示。



而應用於 NEC DWDM 之 Line Amp 方塊圖及光增益等化器 GEQ 模組如下

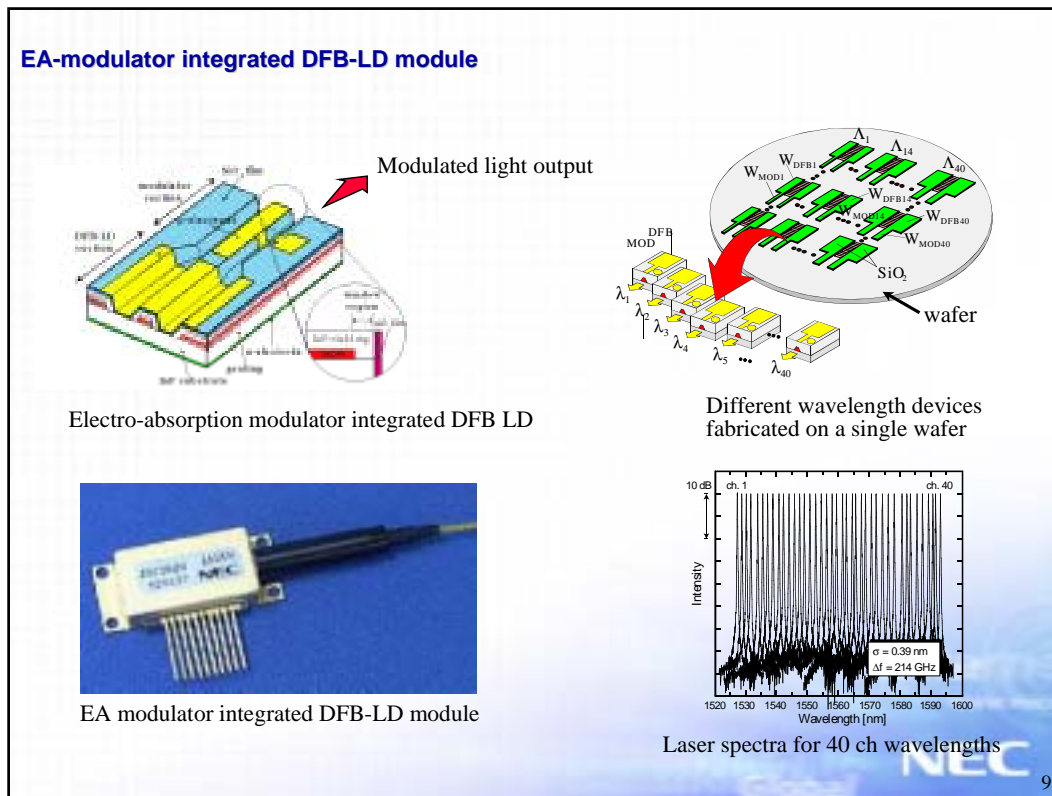
圖所示，NEC 已發展出光增益等化器 GEQ 其 gain variation 為 0.28 dB。



3.5.3 光源技術

用於 DWDM 系統的光源有 DFB 和 DBR 半導體激光器,利用布拉格反射原理,由於 DFB 激光器中的柵距很小形成一個微型振盪腔,對波長具有良

好的選擇性,使主模與邊模的閾值增益相對較大,因而得到窄的線寬,其波長穩定性良好約為 0.8A/C。

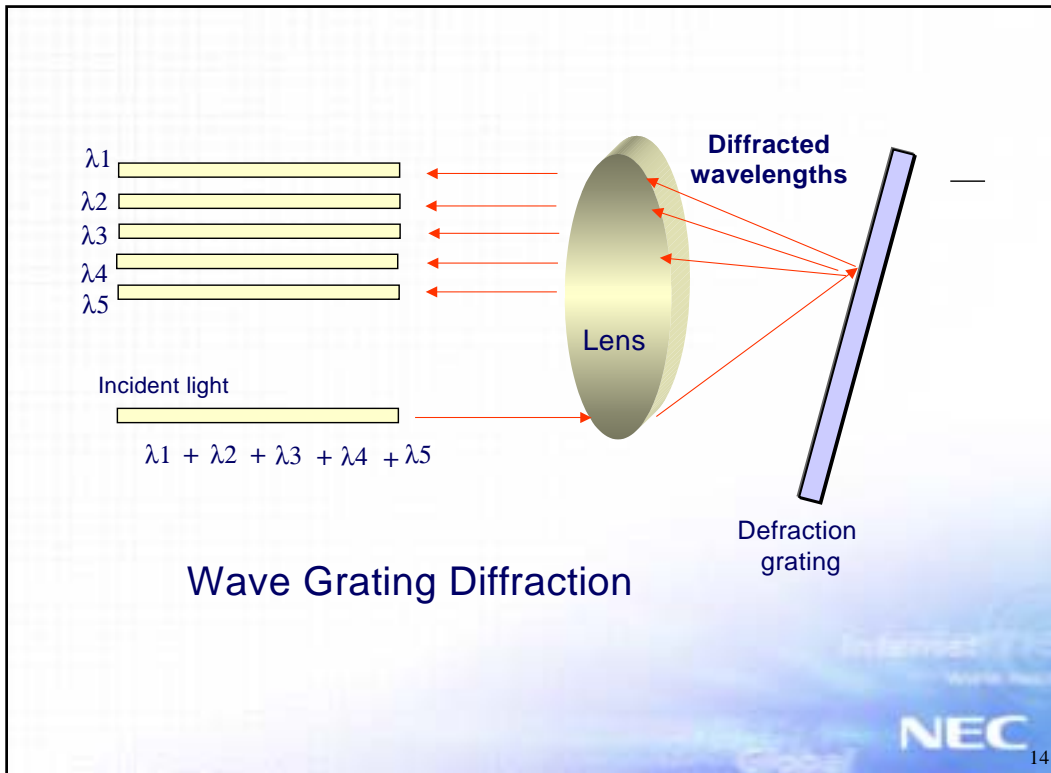


3.5.4 光波分多工和解多工技術

OMUX/ODMUX(光波分多工和解多工器)是 DWDM 技術中的關鍵元件從原理上說該元件是互易的(雙向可逆),即只要將解多工器的輸出端和輸入端反過來使用就是多工器光波分多工和解多工器,在超高速大容量 DWDM 系統中具關鍵作用,其性能的優劣對系統傳輸品質有決定性,影響其性能指標主要有插入損耗和串擾。光波分多工和解多工器主要有介質膜濾波式及光柵式星形耦合器等型式。

3.5.4.1 光柵型光波分多工和解多工器

所謂光柵是指在一塊能夠透射或反射的平面上,刻劃平行且等距的槽痕,形成許多具有相同間隔的狹縫。當含有多波長光信號在通過光柵時產生繞射,不同波長成份的光信號,將以不同角度射出,如下圖所示:


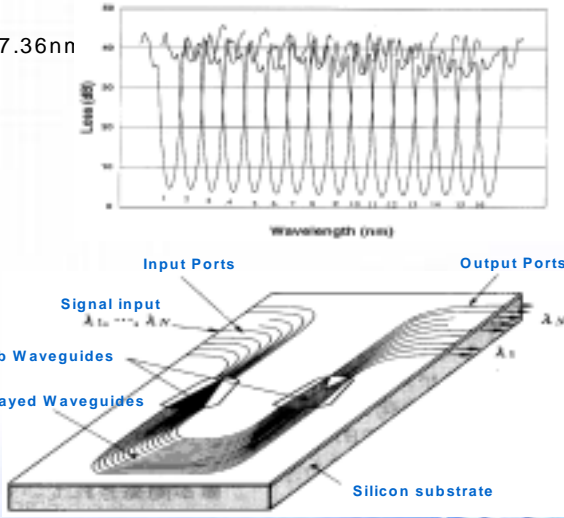


3.5.4.2 陣列波導光柵式光波分多工和解多工器

所謂陣列波導光柵(Arrayed Waveguide Grating-AWG)器件的結構如下圖所示:由輸入、輸出端、波導群、兩個盤形波導及陣列波導光柵 AWG 一起建構在 Silicon substrates 上各波導路徑長度差所產生的效應就如光柵槽痕作用相當輸入輸出端通過扇形波導與 AWG 相連當某根輸入光纖中含有多波長光信號時則在輸出端的各光纖中分別具有相當波長光信號這結構可實現數十個乃至數百個波長的多工和解多工其原因是利用了 $N \times N$ 矩陣形式即在 N 個不同波長上可同時傳輸 N^2 路光信號。

Arrayed Waveguide Grating (AWG) Module

- 100GHz Channel Spacing
- 16 Channels from 1545.32 to 1557.36nm
- Pass Bandwidth : 0.35 nm typical (FWHM : Full Width at Half Maximum)
- Channel Isolation
 - AWG > 25dB
 - ODMUX > 22dB
- Used for not only ODMUX but also OMUX

Loss (dB)

Wavelength (nm)

Input Ports

Output Ports

Signal input $\lambda_1, \dots, \lambda_N$

Slab Waveguides

Arrayed Waveguides

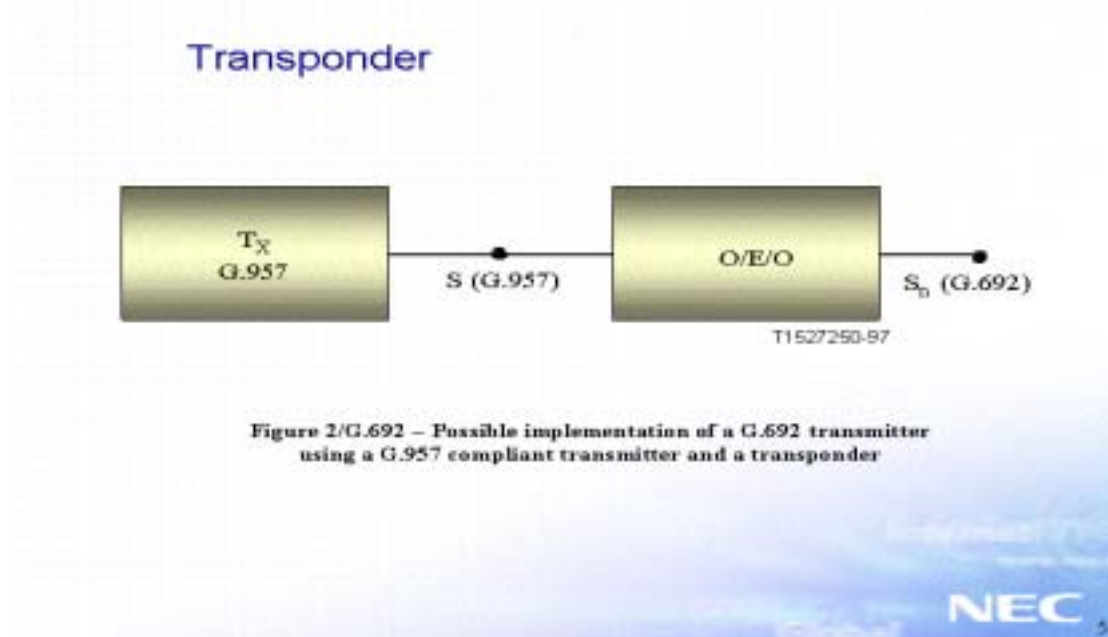
Silicon substrate

15

AWG 型波分多工和解多工器具有波長間隔小信道數多通帶平坦等優點，非常適合超高速大容量 DWDM 系統使用。

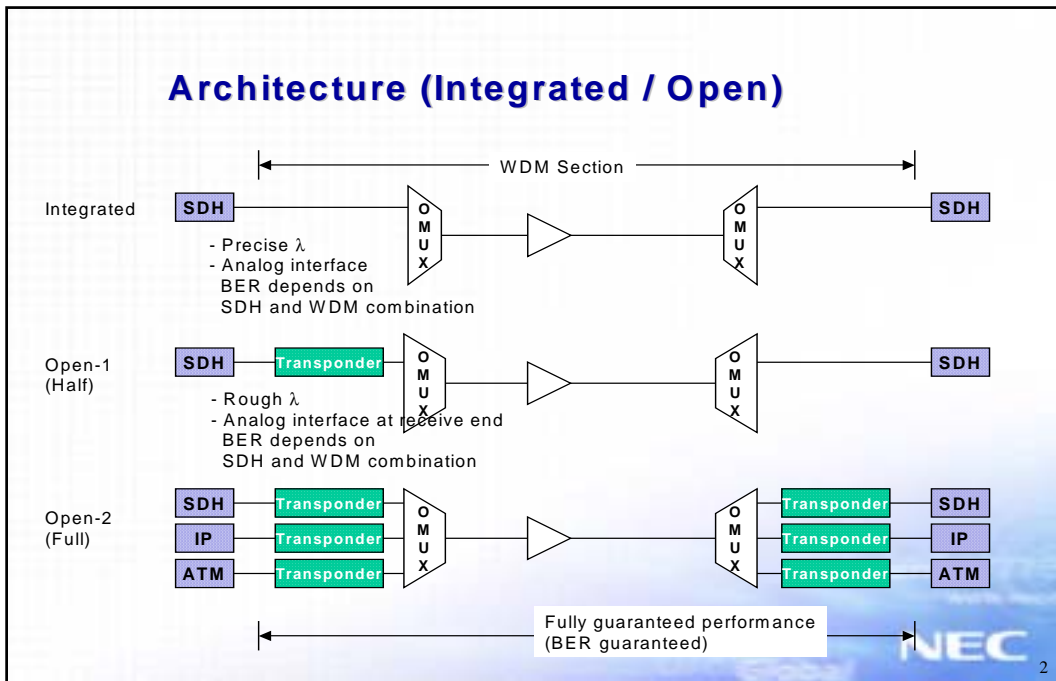
3.6 DWDM 的其他元件

- (a) 光衰減器：平衡功率或降低多餘的功率使用在光放大器中提供增益斜率的補償。
- (b) OTU：開放式 DWDM 系統在發送端採用 OTU 光轉發器將非標準波長轉換為標準波長，目前已商用的產品是使用光/電/光的變換方式，如下圖所示：

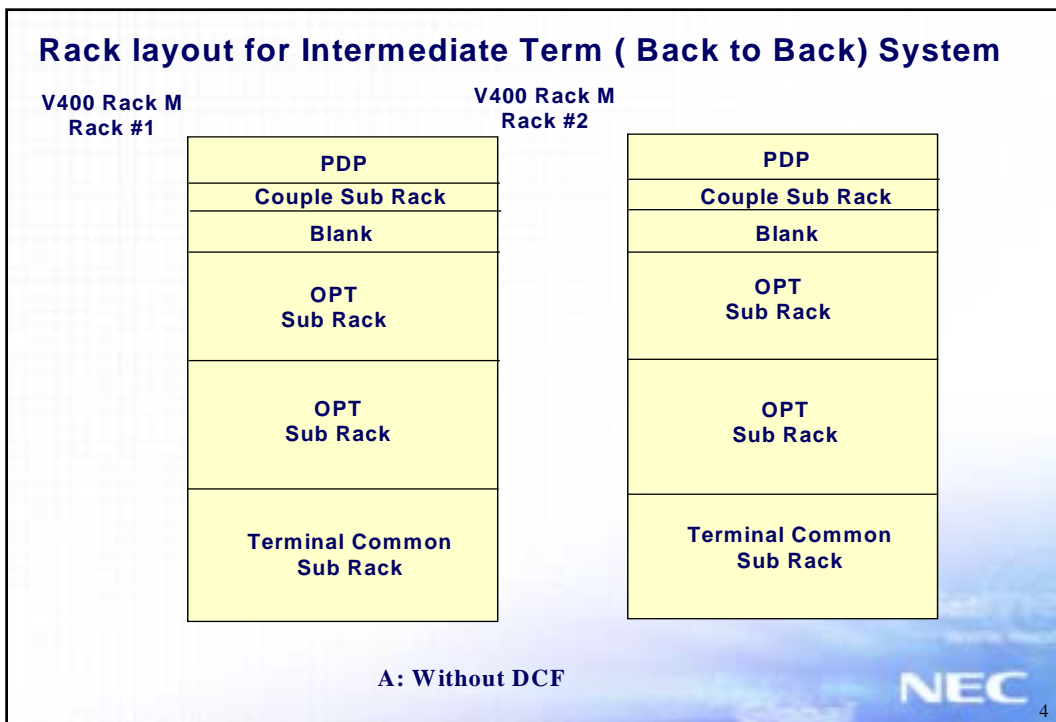


3.7 SpectralWave 40-Channel DWDM 設備

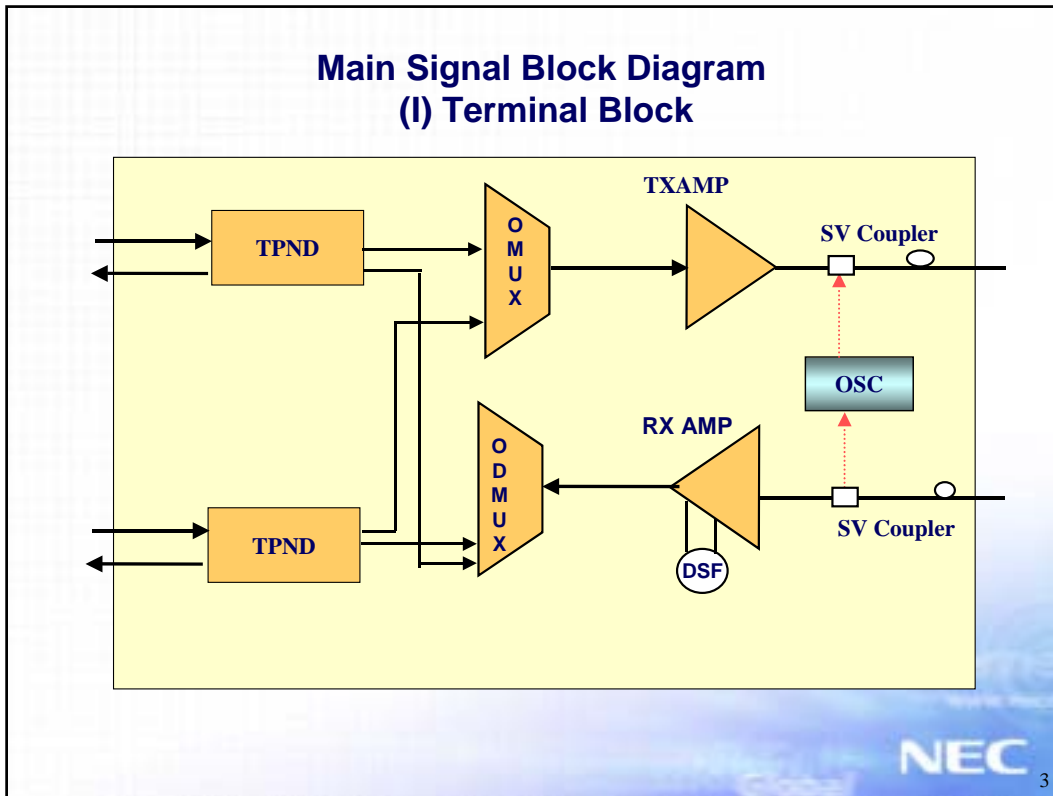
SpectralWave 40 可用在開放式或集體式的系統。在開放式 DWDM 系統在發送端採用 OTU 光轉發器即所謂的 Transponder(TPND)。因此可傳送 STM-16、STM-64、STM-4 或 STM-1 光信號。在集體式的系統 NEC 的 SDH 的系列設備可直接接到 Optical Multiplexer(OMUX)，下圖所示為開放式或集體式的架構：



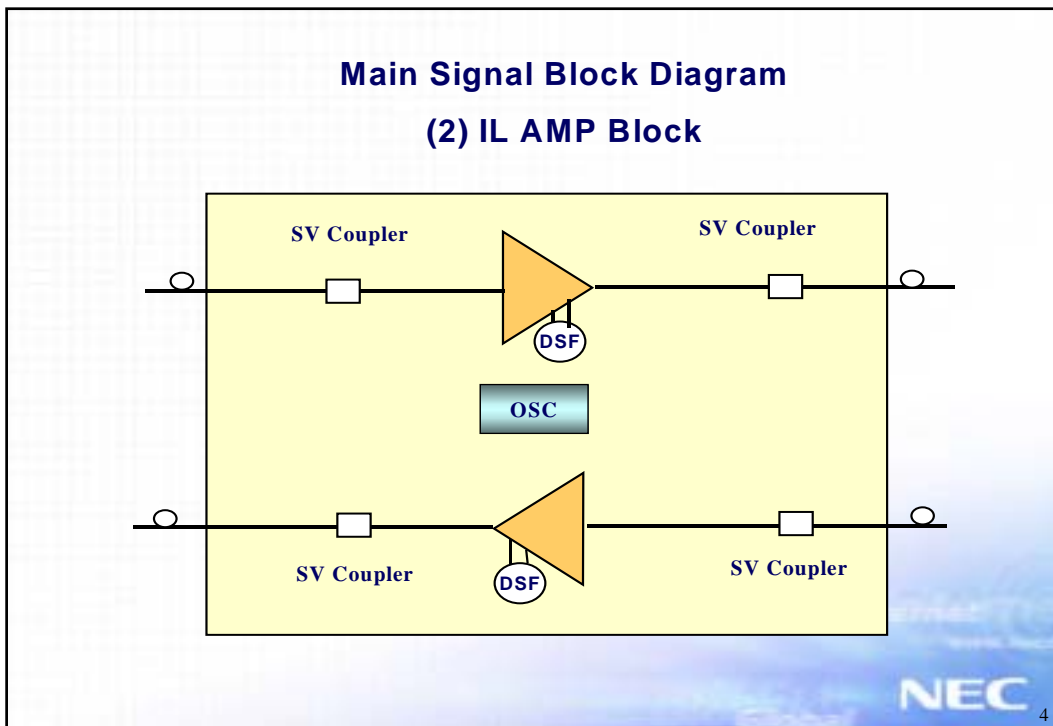
其中背對背的系統稱之為 intermediate TERMS，其利用 TPNDDB 作為 OCH(optical channel)的終端並將兩個 TERM 連接起來。



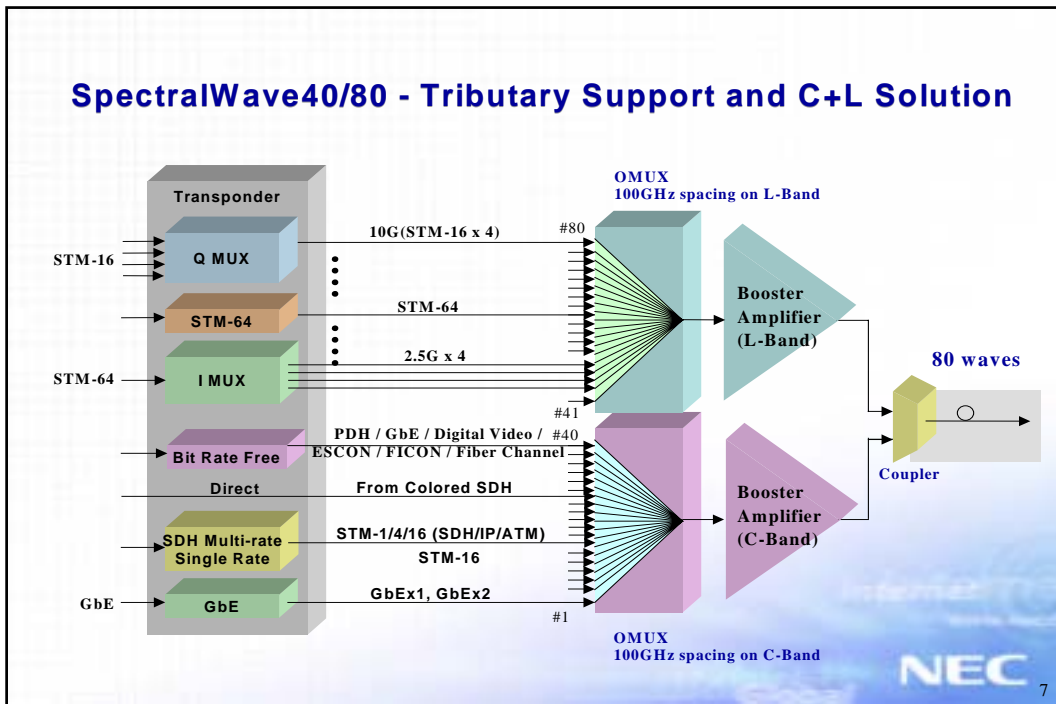
TERM 的主信號方塊如下圖所示,其中 DSF 單體可補償光信號色散範圍 100 ps/nm~2200 ps/nm，對 10G 系統的 TPND 是需要作此補償。



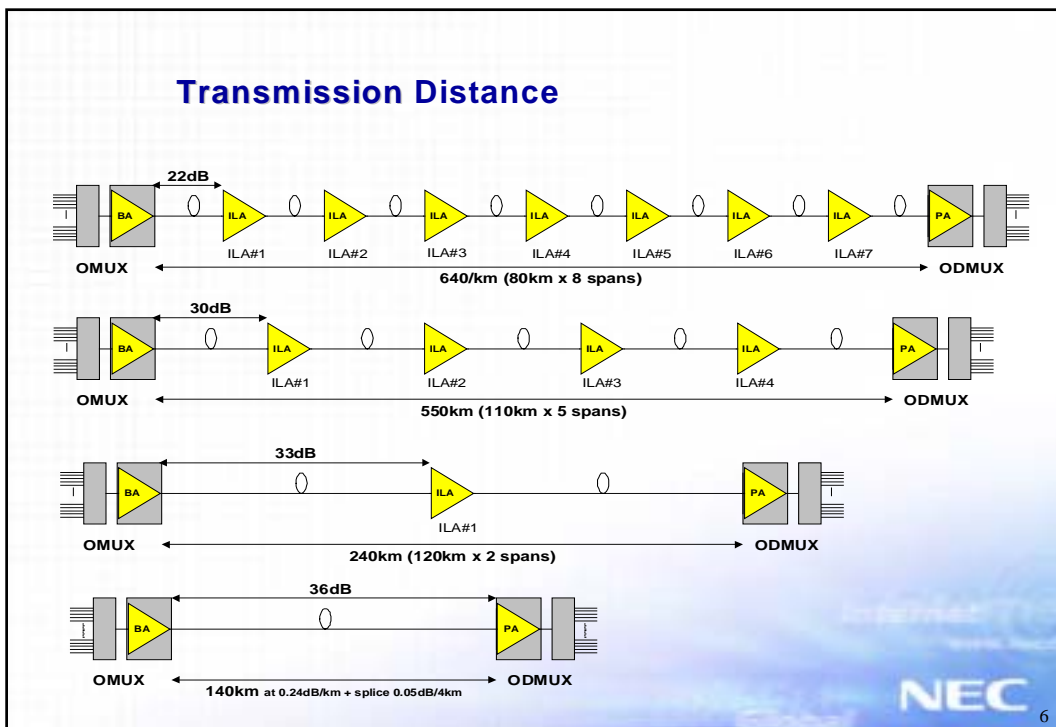
IL AMP Block 為在 IL AMP Subrack 中 SV coupler 銜接 OSC 單體主信號方塊，如下圖所示：



NEC SpectralWave 40-Channel DWDM(可擴充至 80 Channel)如下示意圖 SpectralWave 40/80 說明。



長距離傳輸時有四種 Repeater 型式，亦即 8 x 22 dB、5 x 25 dB、4 x 30 dB、2 x 33 dB 等，例如 8 x 22 dB 型式的應用需用 7 個 IL AMP(即 8 個 Repeater Span)以達到 640Km 傳輸，如下圖示說明。

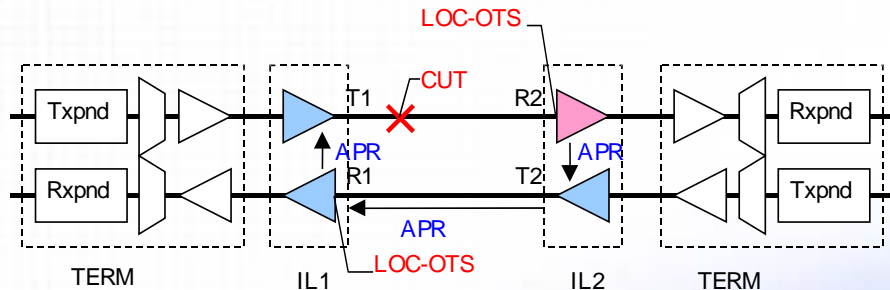


3.8 SpectralWave 40-Channel DWDM 重要特色

NEC SpectralWave 40-Channel DWDM 具有波長分割多工、長距離中繼區間 自動 Power Reduction 及 Keep Alive 功能等重要特色，其中自動 Power Reduction 功能如下圖所示：

Automatic Power Reduction (APR)

- APR is an important function for automatic shutdown of optical output when the system detects fiber-cut.
- Necessary for safety maintenance.



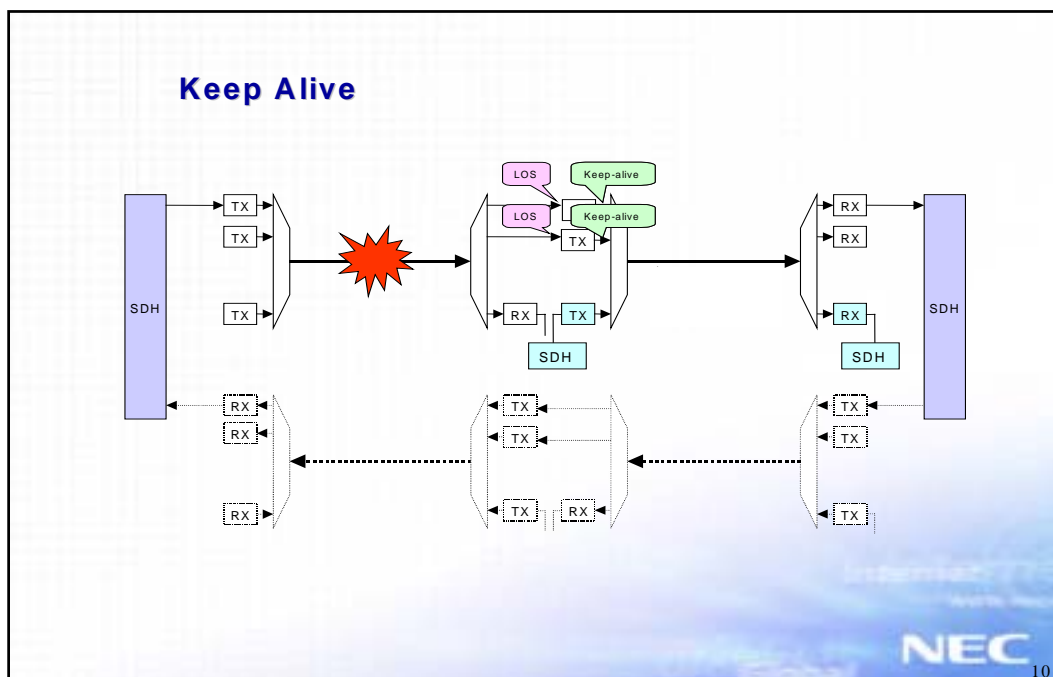
- Ex.; R2 at IL2 detects LOS as LOC-OTS (Loss of Continuity of Optical Transport Section).
- IL2 automatically shutdown its output from T2.
- R1 at IL1 detects LOS.
- IL1 automatically shutdown its output from T1.

NEC

9

上圖中放大器單體當光纜斷時或NE-NE間斷路時都會自動的SHUT DOWN 它的光信號輸出至 TXA40C RXA40C ILA40C， SHUT DOWN 的功能為防止因放大 Spontaneous emissions 雜訊而造成之損害，及為了防止人員的輻射傷害。放大器會產生 SHUT DOWN 是原為它同時收到 LOS 信號(for main traffic) 及 OSC channel 的 LOS 信號。

Keep Alive 功能為當遭受到 Loss of Signal 時，TPND 單體產生 keep alive 信號(all one 信號)，可保持 DWDM 設備信號功率，如下圖所示：



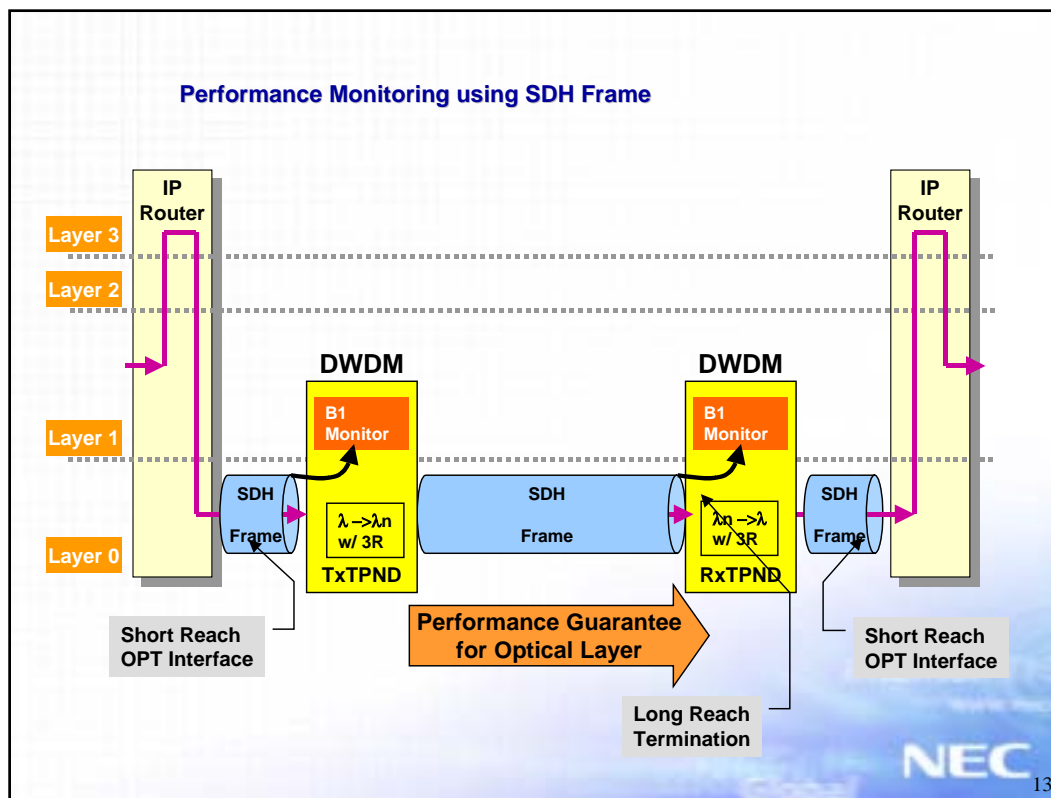
NEC

10

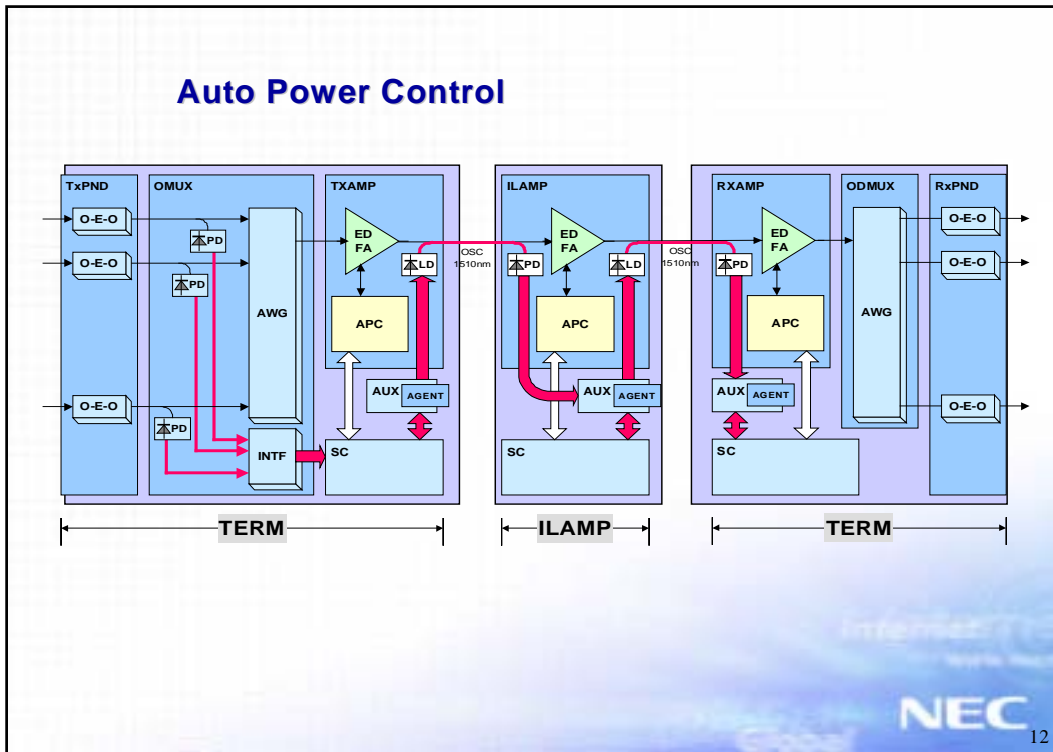
另 SpectralWave 40-Channel DWDM 亦具有其他重要特色，如具有下列功能：

- (1) Order wire unit
- (2) Software download
- (3) Performance Monitoring
- (4) Auto Power Control
- (5) Supervisory and NMS
- (6) Alarms and Status
- (7) Security and Easy Connection

其中 Performance Monitoring 功能以下列概圖說明：

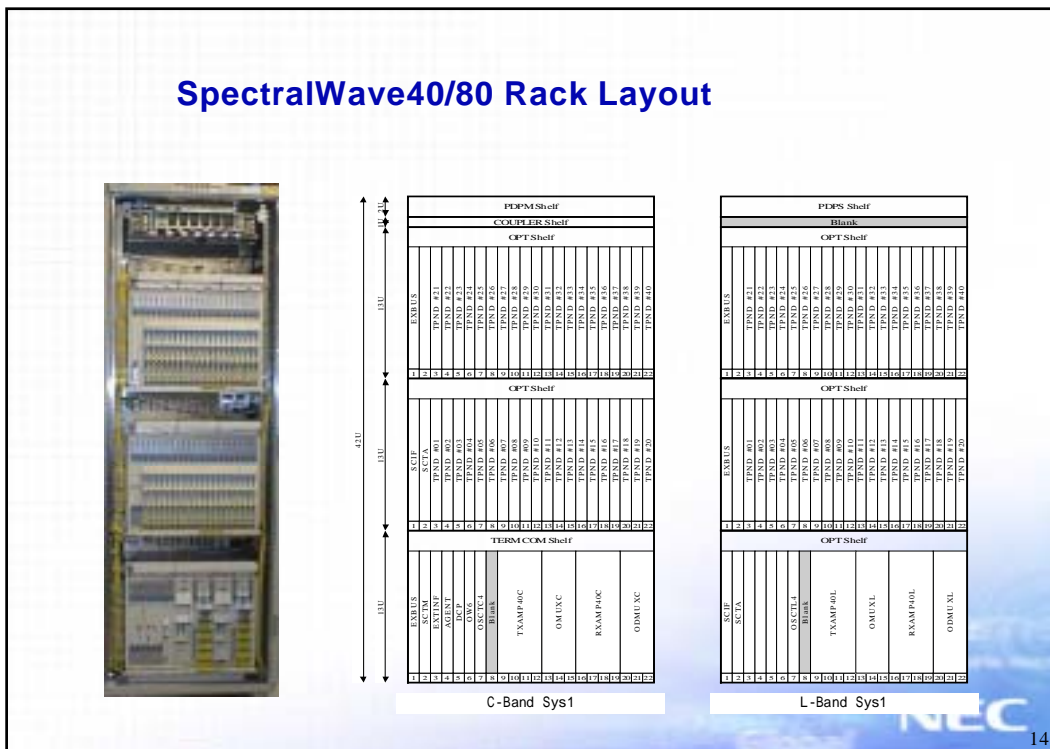


Auto Power Control 之功能為 OMUX 單體偵測輸入光信號 (含使用通道數) , 經由 OSC (Optical Supervisory Channel) 單體 , 傳到線路放大器 ILAMP 及對方終端機 TERM , 藉以保持一定光功率輸出。



3.9 實體結構說明

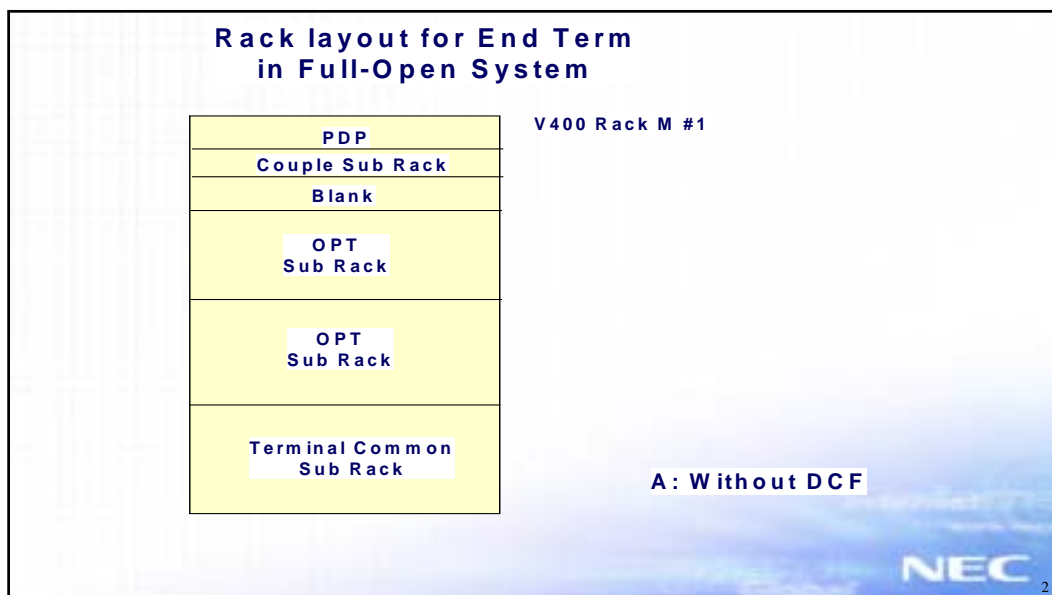
SpectralWave 40/80Channel DWDM 設備實體如下圖所示：



上圖為 SpectralWave 40/80 WDM 設備安裝在 ETSI Rack 上當擴充到 80

Channel 時，其需要另一 Rack 安裝 L-Band 的各個 Subrack 及另一 Subrack 安裝 L/C coupler 單體。

SpectralWave 40-Channel DWDM 其無 DCF 之 OPEN SYSTEM END STATION 硬體實裝圖如下所示：



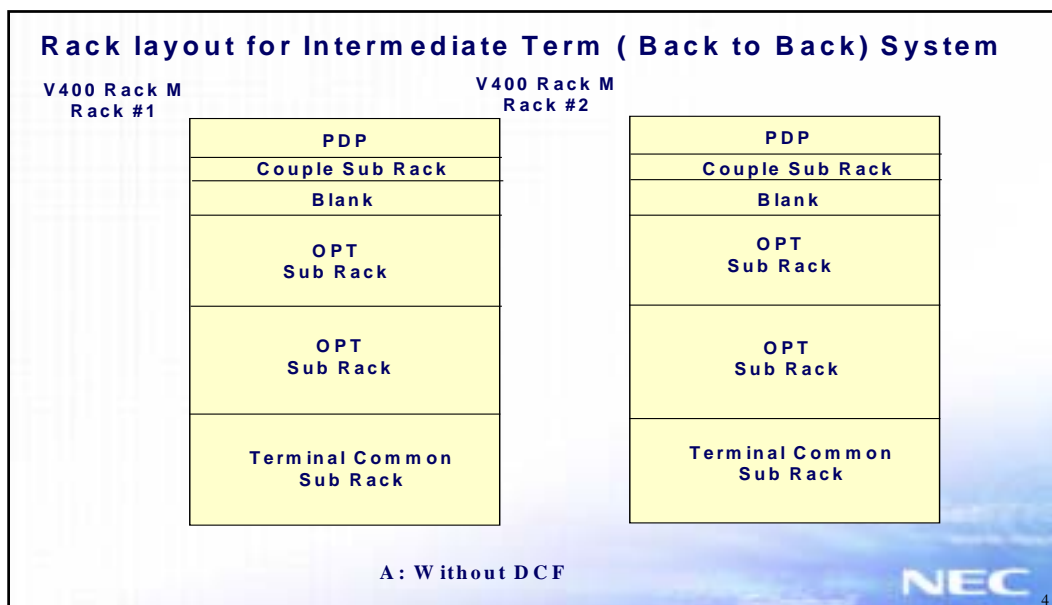
上圖 PDP SUBRACK 具有它有下列兩種 TYPE，其功用為供應-48V 直流電源：

- (1) PDPM-提供 TERM COM Subrack 及 OPT Subrack 電力。
- (2) PDPS-僅提供 OPT Subrack 電力。

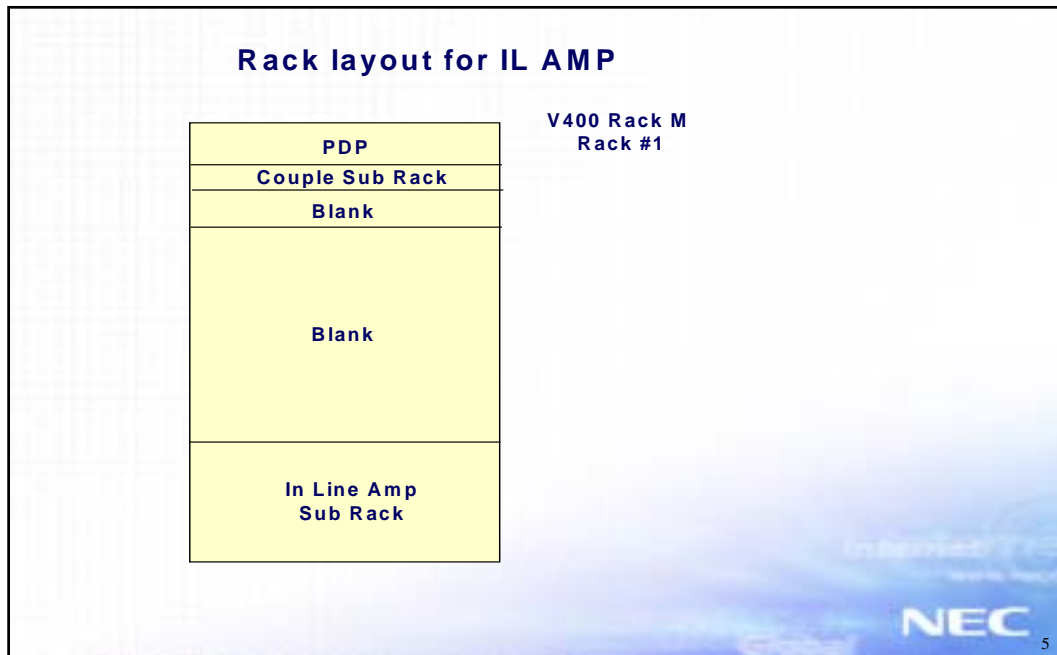
TERM COM SUBRACK 其功能為多工、放大、監視控制並提供使用者介面及 ORDERWIRE。

OPT SUBRACK 其功能為 SDH 信號轉換波長，以符合 ITU-T 規格。

此外，亦可以兩個 RACK 背對背構裝形成 Intermediate Term，其實裝圖如下所示： OPEN SYSTEM INTERMIDIATE STATION 實裝圖



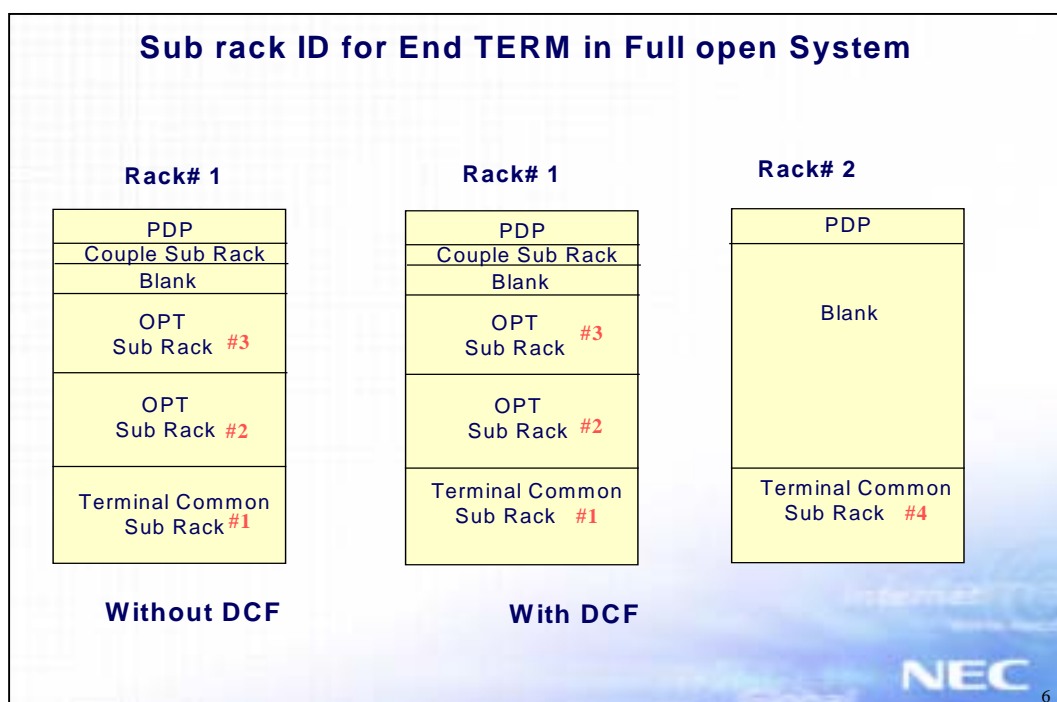
IL AMP RACK 實裝圖如下所示：



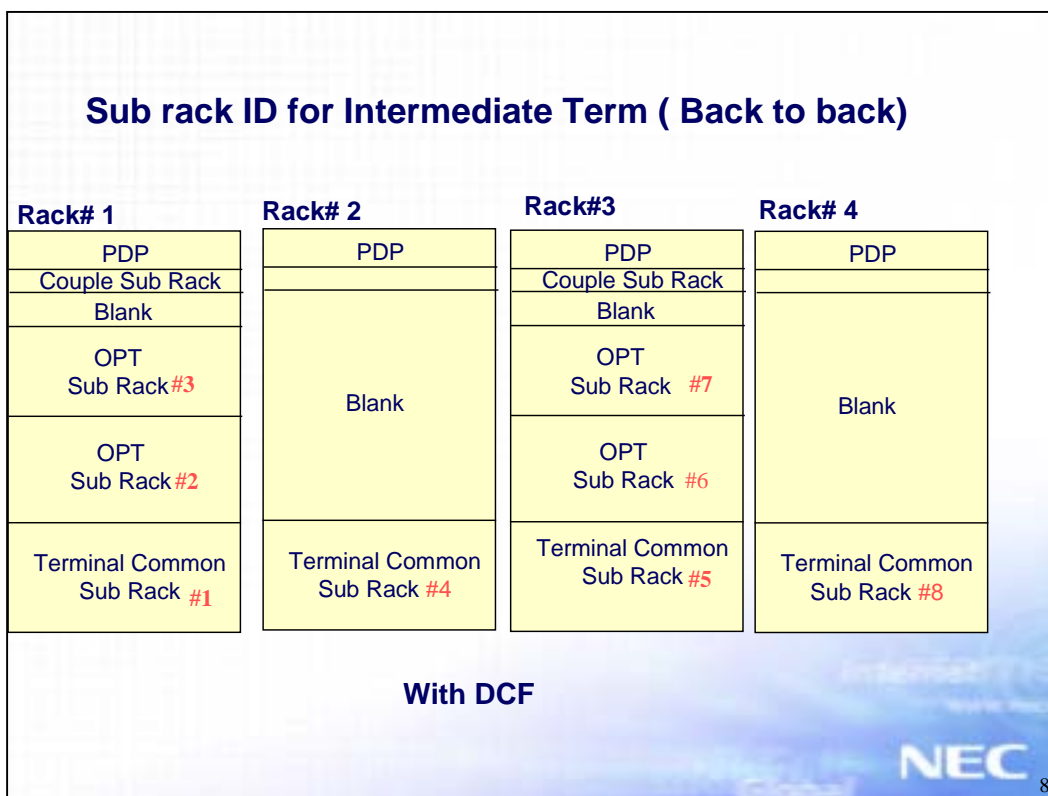
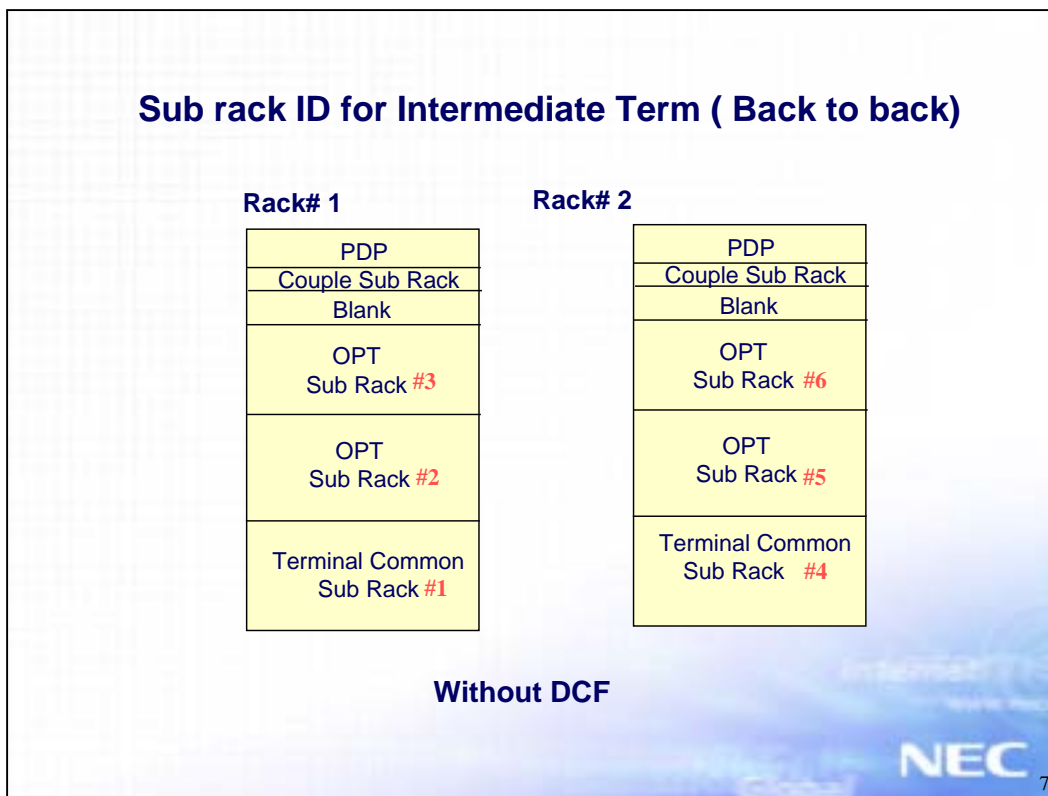
上圖 IL COM SUBRACK 功能為放大 Aggregate WDM 信號，ILA40C unit 僅放大而不作光/電轉換，ILA40C unit 並塞取來自 OSC 之監控信號以傳送告警/控制信息及 order wire 信號。

WDM Coupler Subrack 之功能為利用 BMUX/BDMUX unit 以耦合/分解 1.55um C-Band 及 1.58um L-Band 之 WDM 信號。

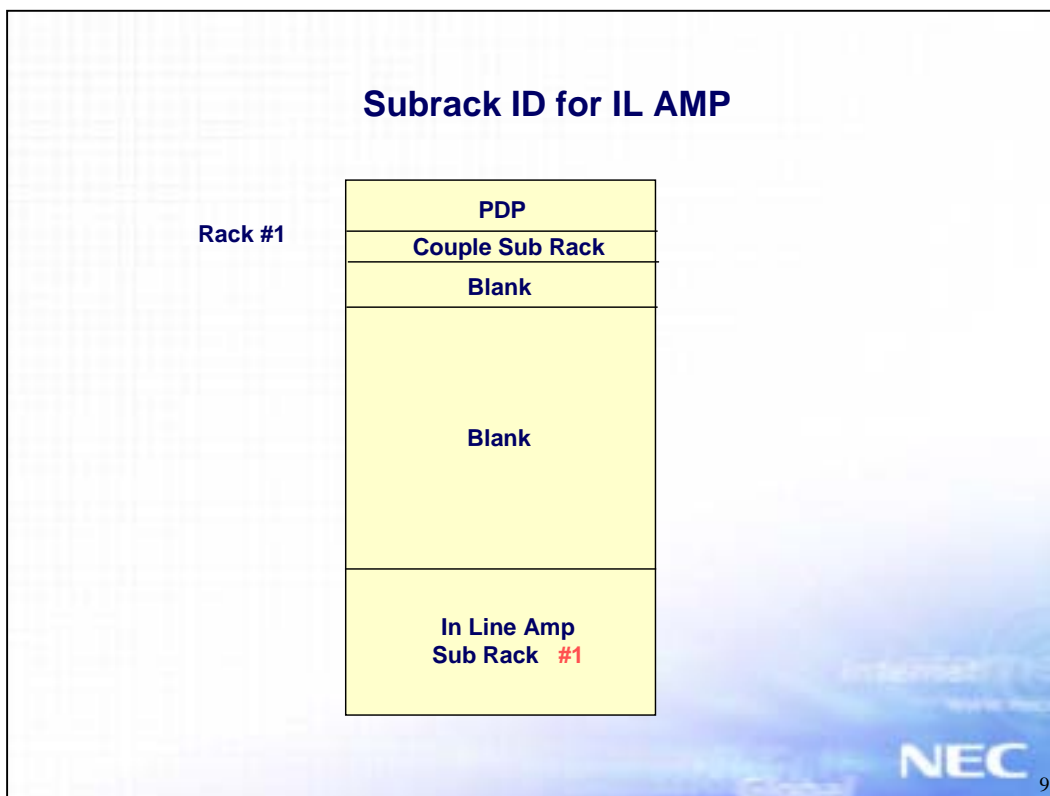
下圖為 STATION Subrack ID 指配情形，每一 Subrack 須指定一個 Subrack ID，其指配規則對每一 Rack 為由上而下、由左而右，End TERM(包含 DCF 與無 DCF 之情況) Subrack ID 之指配如下圖所示：



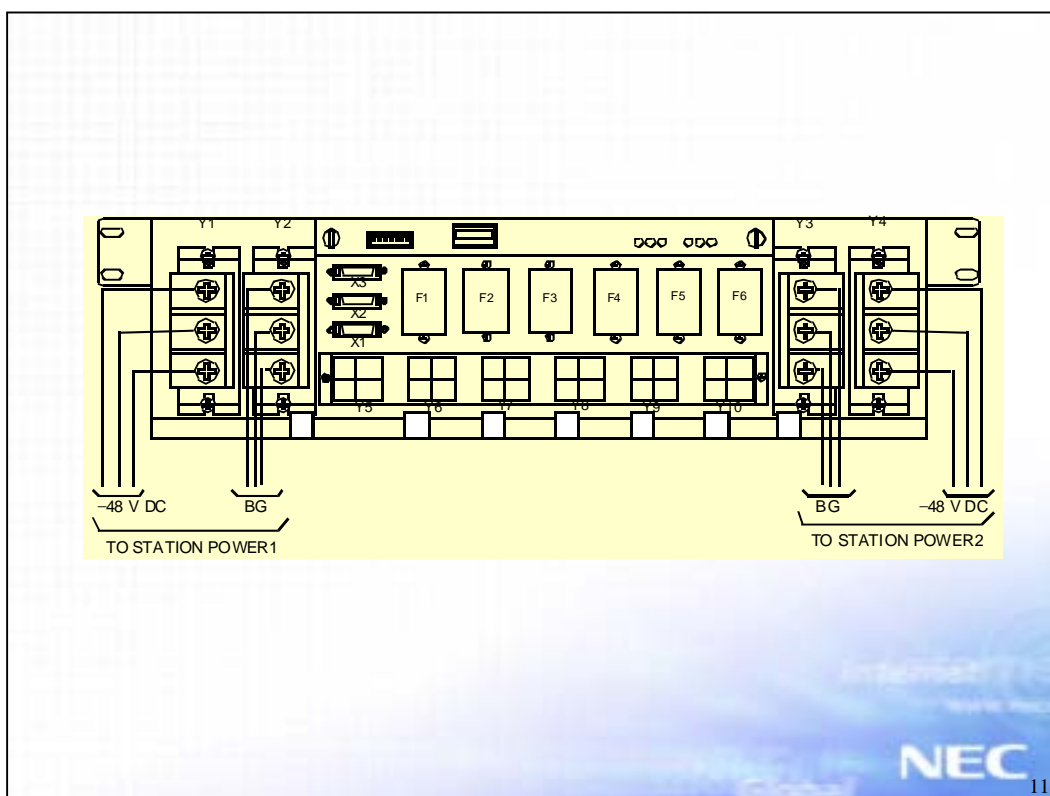
Intermediate Term (包含 DCF 與無 DCF 之情況) STATION Subrack ID 之指配方式如下圖所示 :

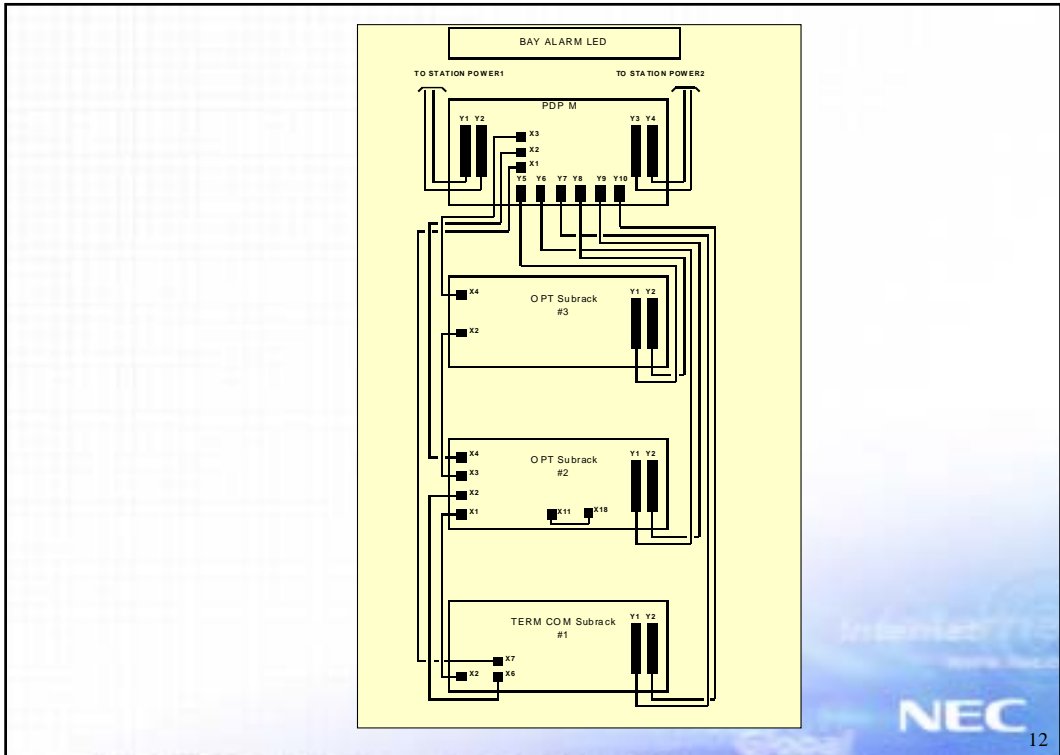


IL AMP STATION Subrack ID 之指配方式如下圖所示：

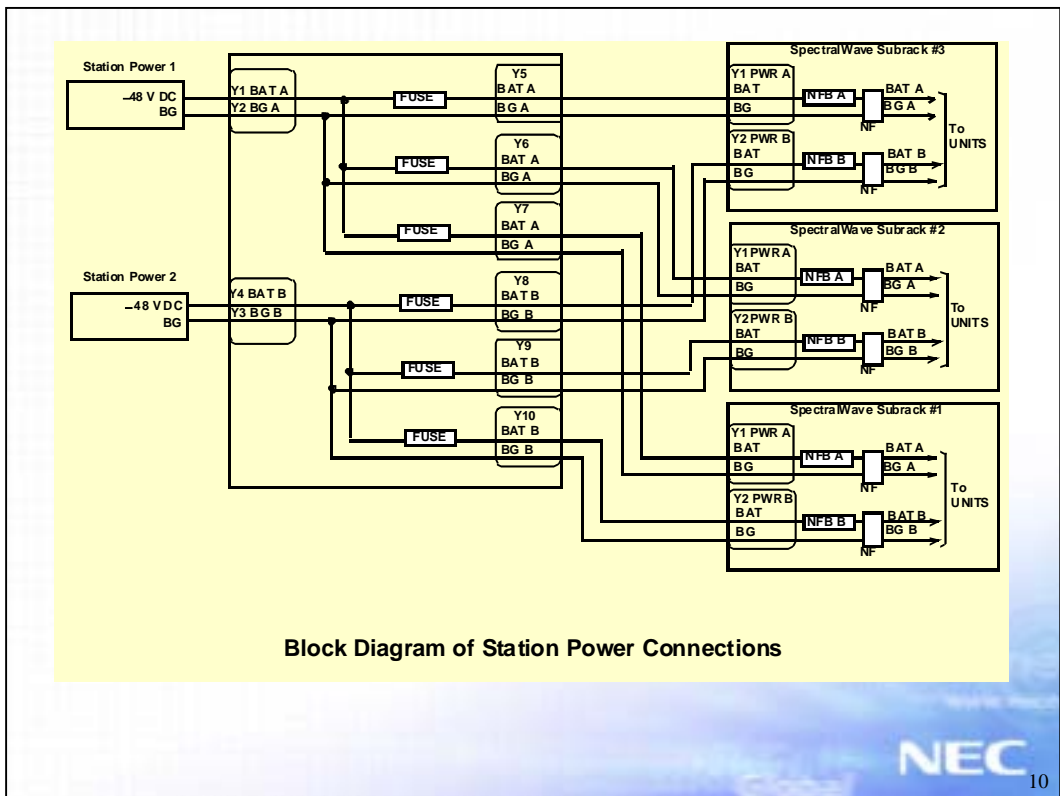


本系統機架電源配線以如下圖之方式配置：

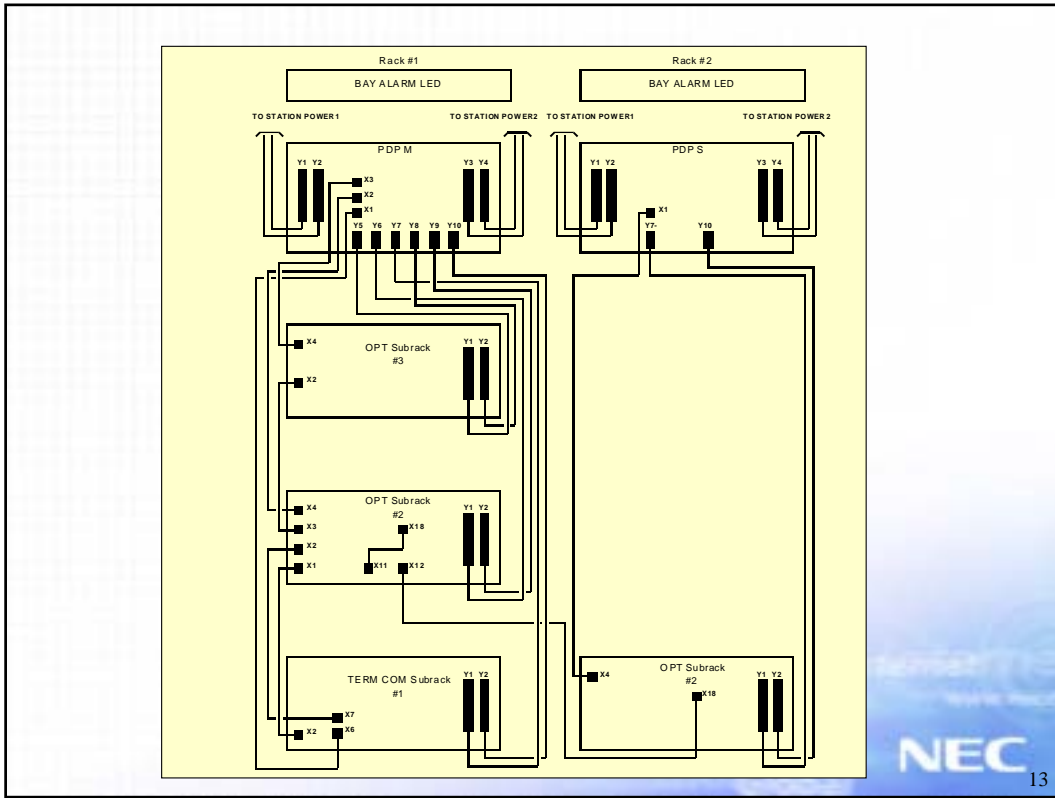




Cable Connection- End Term in Full-Open System with DCF



Block Diagram of Station Power Connections

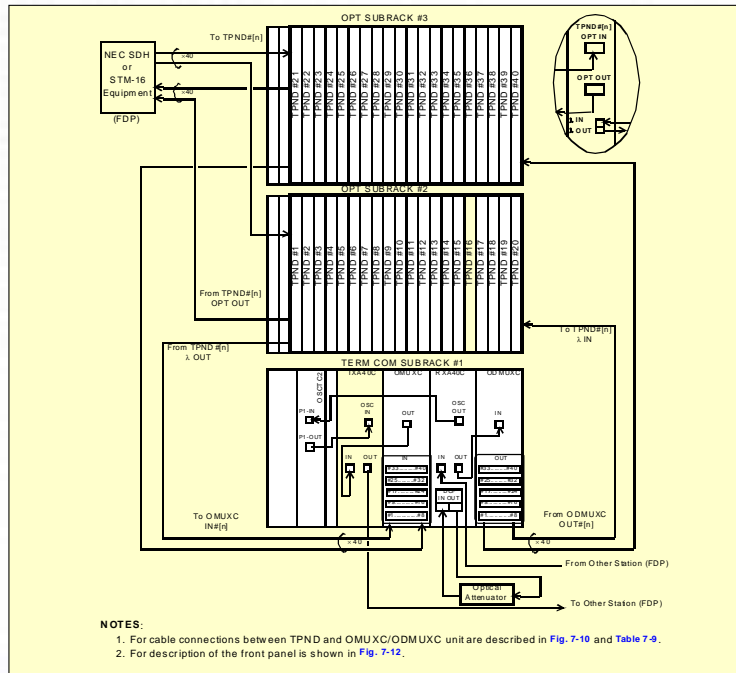


13

Cable Connection- End Term in Full-Open System with DCF

光纖配線為以下圖之方式配置：

Optical Fiber Connection (I)

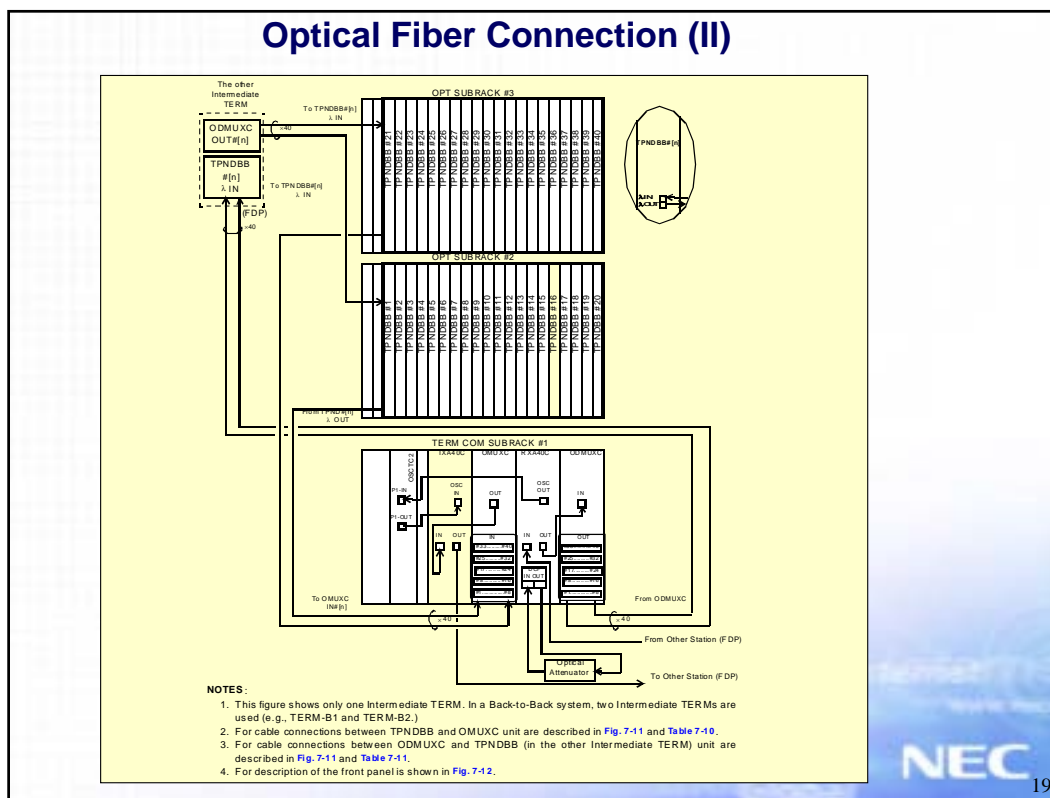


NOTES:

1. For cable connections between TPND and ODMUXC/ODMUXC unit are described in Fig. 7-10 and Table 7-9.
2. For description of the front panel is shown in Fig. 7-12.

18

Optical Fiber Connections- End TERM in Full-Open System without DCF



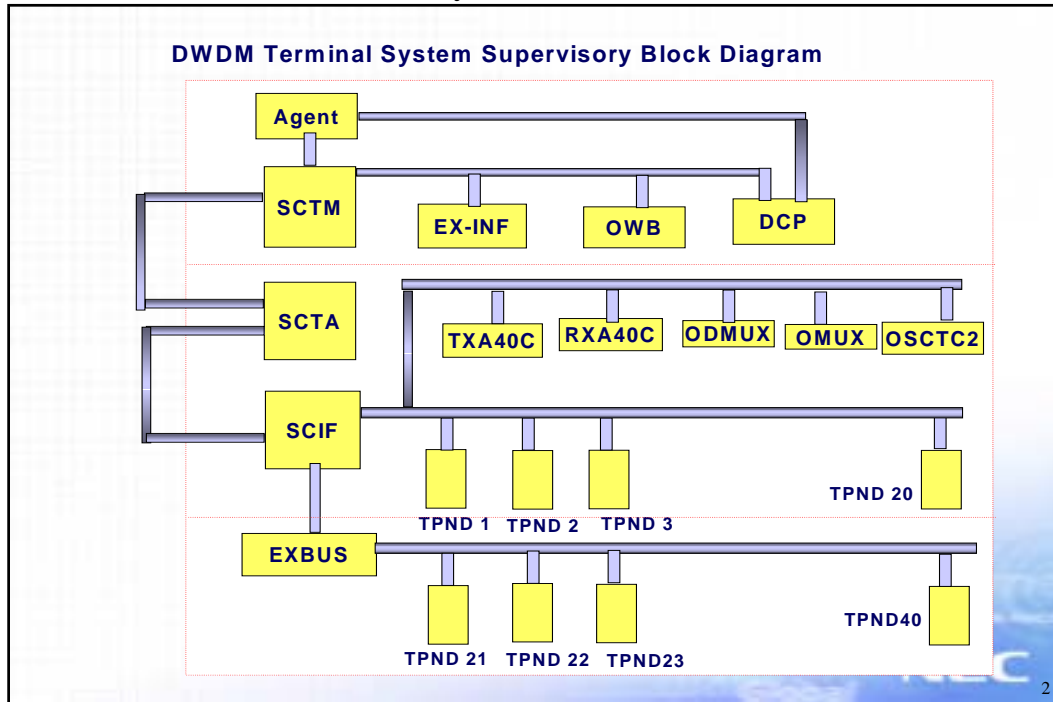
Optical Fiber Connections: Intermediate TERM without DCF

3.10 SpectralWave 40Channel DWDM 單體功能

SpectralWave 40Channel DWDM 單體具有下列之單體：

- (1) SC unit
- (2) Agent unit
- (3) SCTM unit
- (4) SCTA unit
- (5) SCIF unit
- (6) EXBUS unit
- (7) EXT INF unit
- (8) DCP unit
- (9) DCF unit
- (10) OSCTC2 unit
- (11) TPND unit
- (12) OMUX-C unit
- (13) TX40C unit
- (14) RXA 40C unit

上述單體於 DWDM Terminal System 中之方塊圖，及信號流程如下列所示：



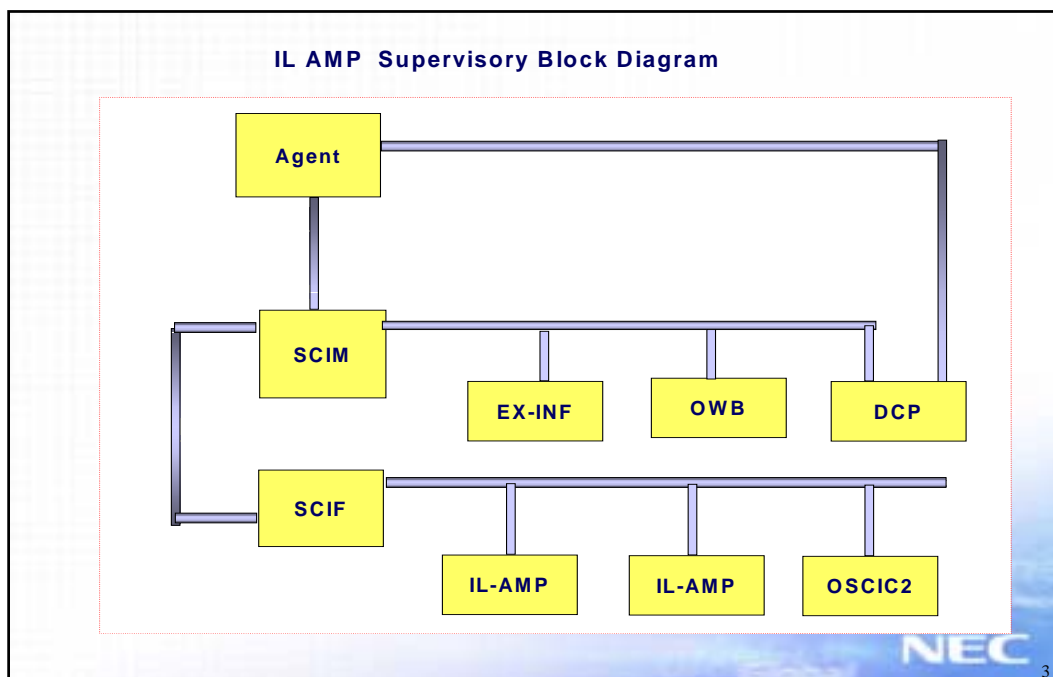
茲依各單體功能逐一說明如下：

3.10.1 SC unit

SC unit 管理 SpectralWave 系統告警、狀態品質等資訊收集、分析及處理。亦管理系統的設定(provisioning)及單體的工作。SC unit 有下列型式：

- (a) SCTM-used for TERM COM subrack
- (b) SCTA- used for OPT subrack in TERM element
- (c) SCIF- used for TERM COM OPT and IL COM subrack
- (d) SCIM- used for IL COM subrack

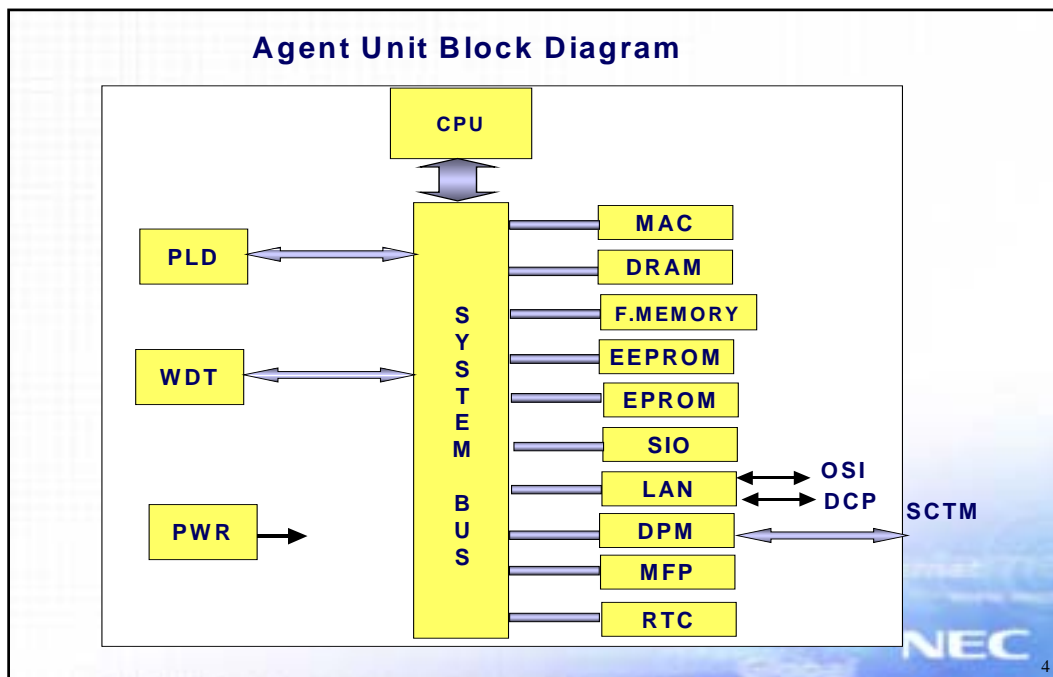
DWDM Terminal System 及 IL AMP 之監控信號流程如下圖所示：



3.10.2 Agent unit

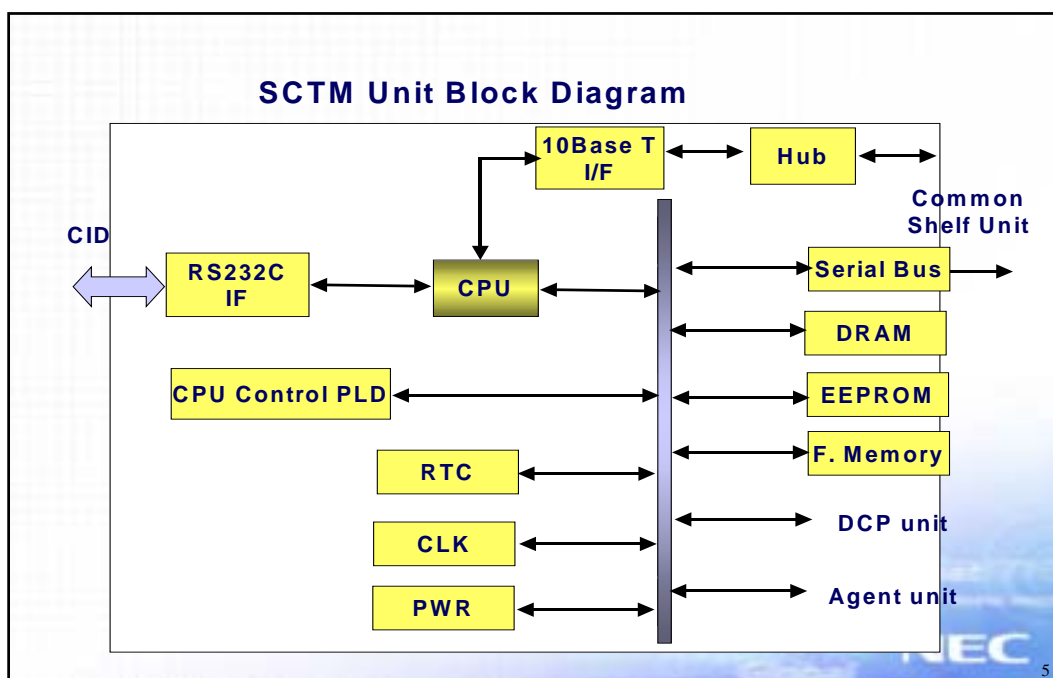
其功能及特色為管理系統通信（system communications）及作為 SpectralWave System 之元件管理（EMS）介面，及提供下列功能：

- (a) OSI Protocol 協定轉換
- (b) OSI、OSI-NE、NE-NE 間通信管理
- (c) DCC 路由功能



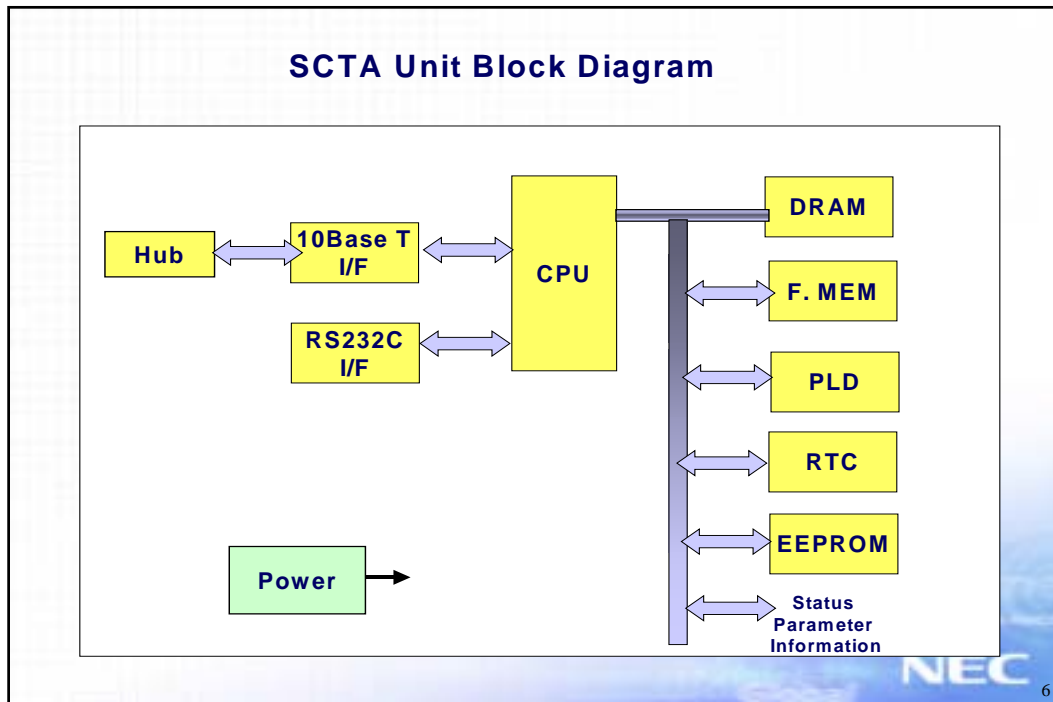
3.10.3 SCTM unit

其功能為 NE 管理、提供 CID RS-232 Ether 界面、HKA/HKC 管理、及 login 管理及 COM Subrack 單體管理，如 Agent、DCP、EXTINF、OSC 等。SCTM 單體之方塊圖如下所示：



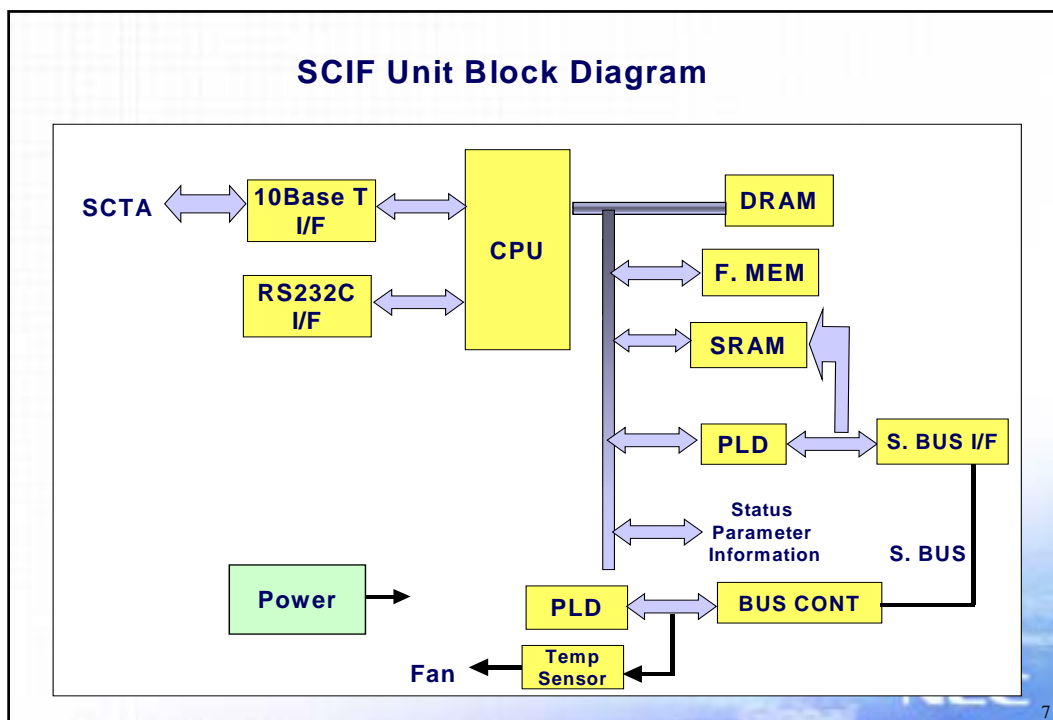
3.10.4 SCTA unit

主要功能為系統設備管理，亦即 C band 及 L band 之管理。SCTA 單體之方塊圖如下所示：



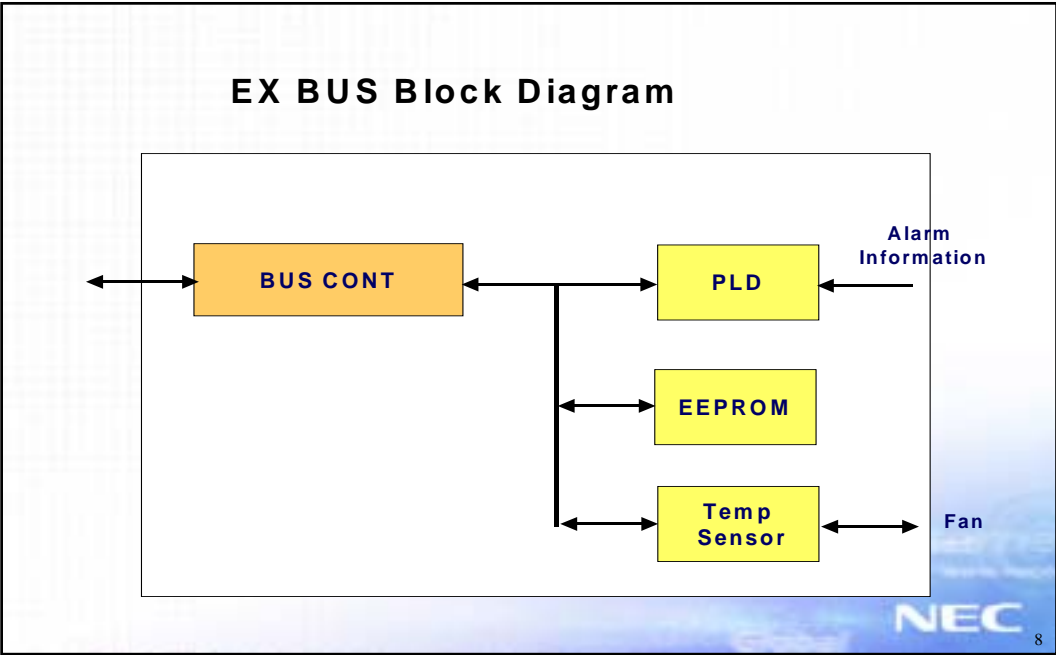
3.10.5 SCIF unit

機房 bay 之管理(The PKG management information in a unit of a rack is sent to and receive from SCTA)，並提供 EXBUS function block 及 memory backup function block，SCIF 單體之方塊圖如下所示：



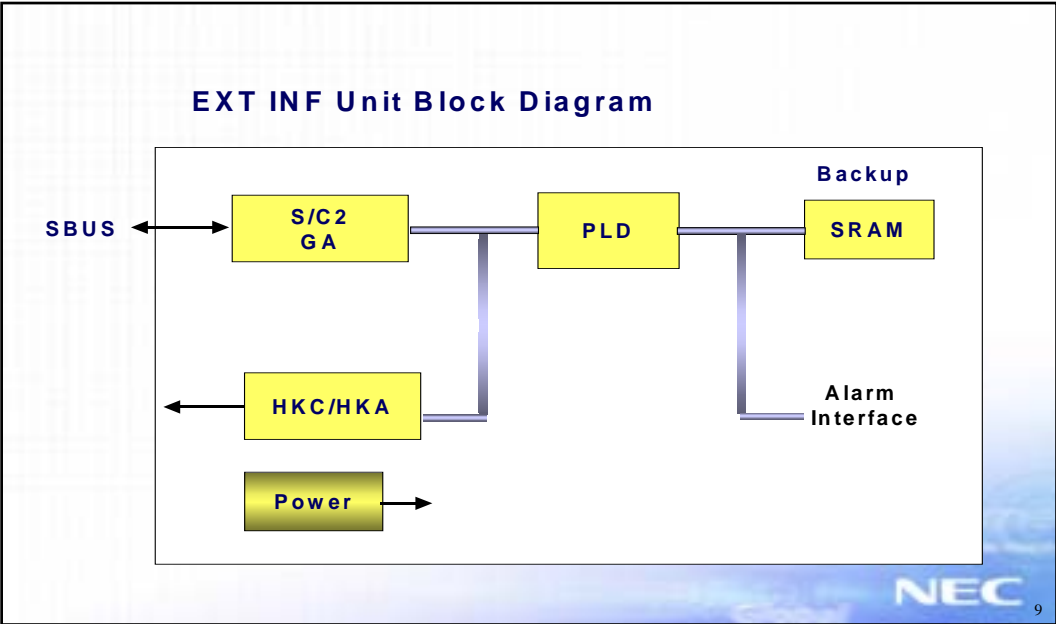
3.10.5 EXBUS unit

此單體(Extension Bus) 提供 SpectralWave subracks 間之通信。進行串列 BUS 水準之轉換 (level conversion for the serial bus)，監控主電源，無熔絲開關及風扇之溫度，並將告警情報通知 SCTM/SCTA/SCIF/SCIM 等單體。EXBUS 單體之方塊圖如下所示：



3.10.6 EXT INF unit

其功能為提供 64 HKA ports 及 16 HKC ports 局內告警與 Spectral Wave system 間控制界面，及備份記憶體。EXT INF 單體之方塊圖如下所示：

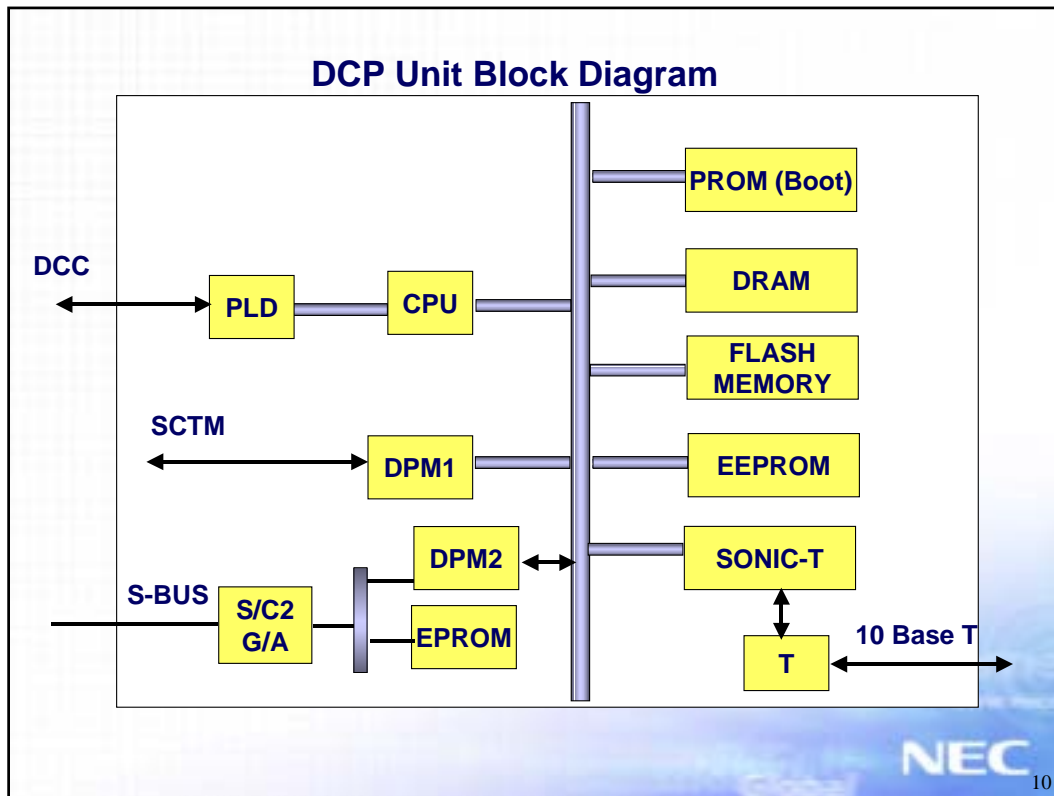


3.10.7 DCP unit

其主要功能如下：

- (1) 使用 LAPD 協定進行 NE 間之通信。
- (2) DCC I/O 4 systems from OSC unit 。
- (3) 資料通信處理。

DCP 單體之方塊圖如下所示：



3.10.8 DCF(Dispersion Compensation Fiber)

DCF 之規格說明如下：

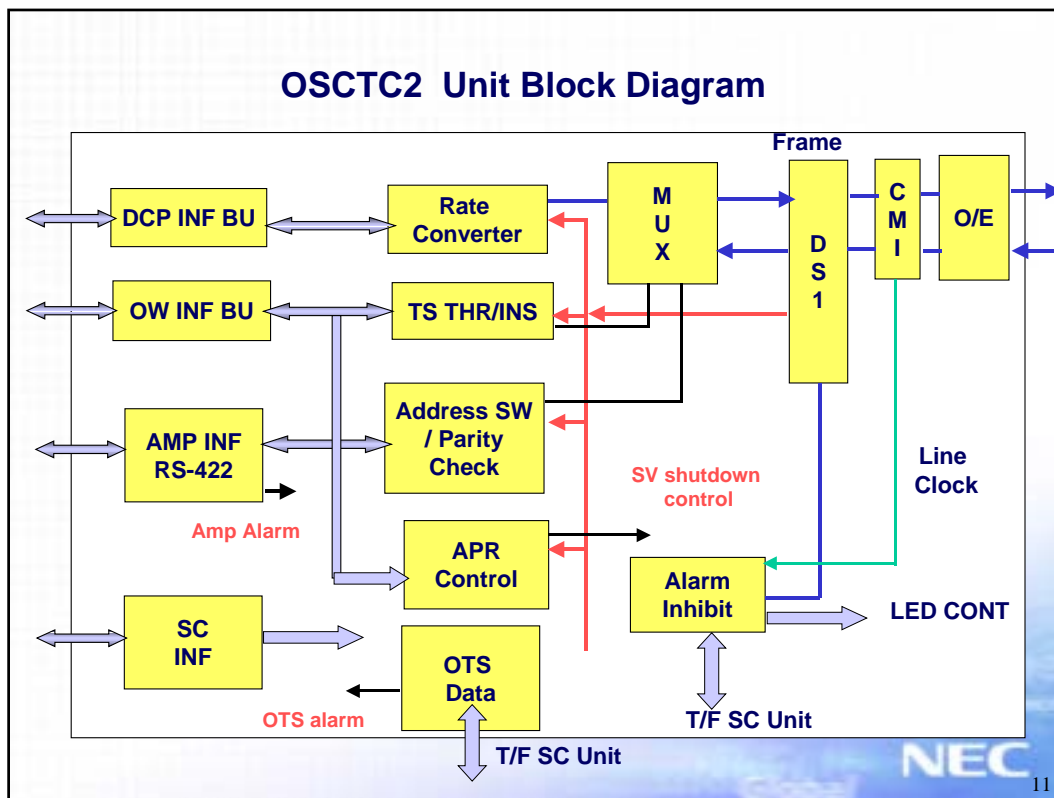
Dispersion Compensation	100 to 2200ps/nm(100ps/nm step)
Insertion Loss:	12+/-0.25dB
Connection Type:	SC

3.10.9 OSCTC2 unit (光纖監視通道單體)

此單體主要功能如下：

- (1) 使用於 C-band 2-fiber 終端元件
- (2) 控制包括下列型式之 OSC 信號：
 - (a) Number of wavelengths control information
 - (b) APR control singals
 - (c) VF singals
 - (d) Digital OW /User channel
 - (e) Inter-NE DCC message communication
 - (f) OTS(Optical Transmission Section Trace)
- (3) Singal speed can be software setting
- (4) Through and Add/Drop connection can be set in a unit of a channel

OSCTC2 單體之方塊圖如下所示：



3.10.10 TPND unit

TPND unit 主要功能如下列說明：

- (1) Optical input signals are converted to ITU specification wavelength signals

3.10.11 OMUX-C unit

OMUX-C unit 主要功能如下列說明：

(1) 40 Channel optical signal are multiplexed with WDM signal

(2) AUX SV SIGNALS are also multiplexed together with main signal

此單體需求界面規格如下：

Insertion loss: 13.0dB+/-0.5dB

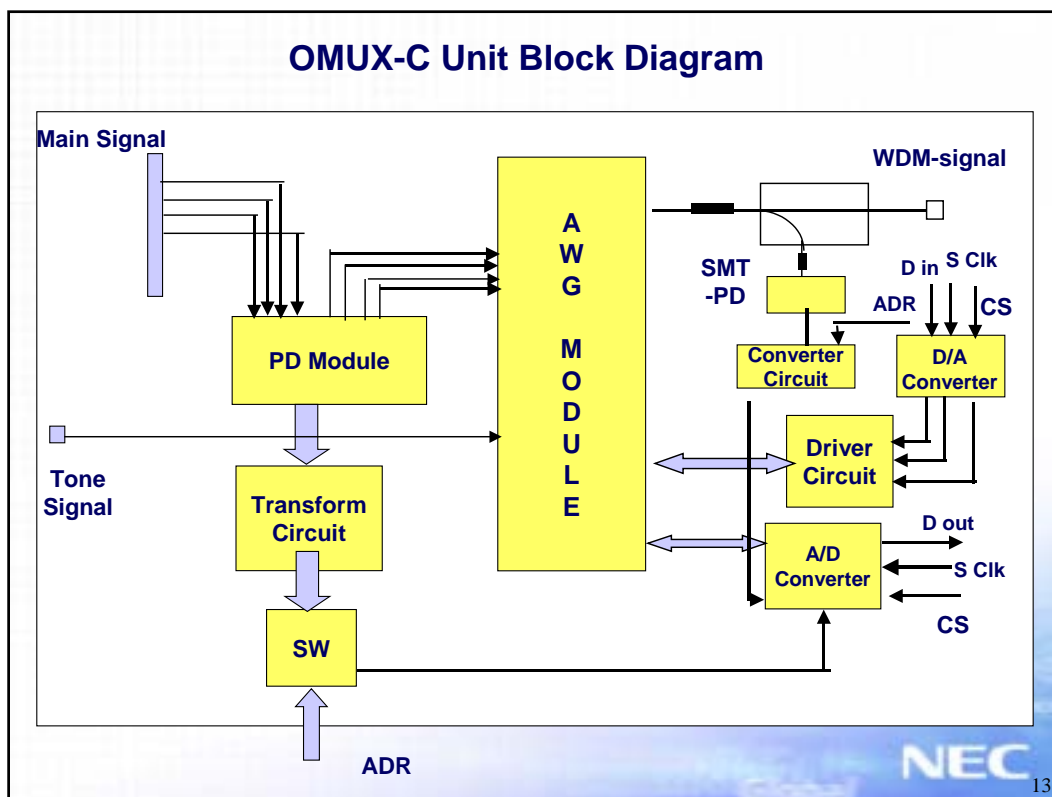
Polarization Dependent Loss:<0.8dB

Return Loss: >40.0 dB

Connector Type: MU(From TPND)

SC(to TXA40C)

此 OMUX-C 單體之方塊圖如下所示：



3.10.12 ODMUX-C unit

ODMUX-C unit 主要功能如下列說明：

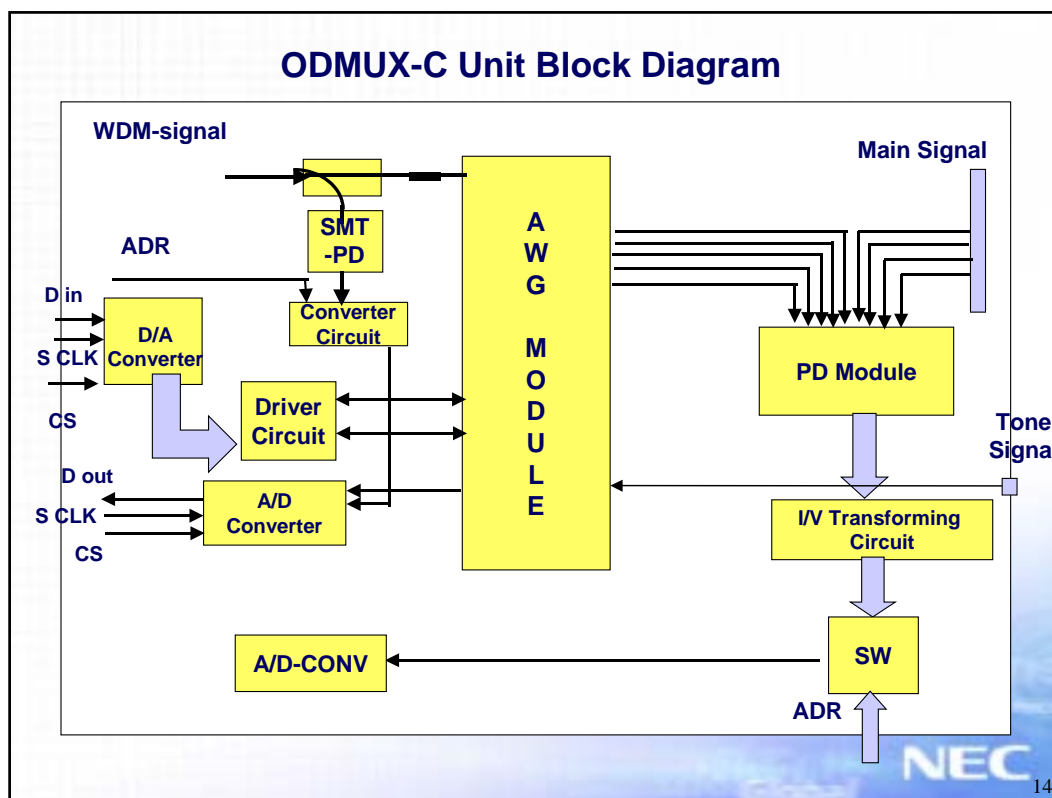
(1) The ODMUX-C(Optical Demultiplexer for C-band)unit demultiplexes a multiplexed signal input from the RXA40C unit to forty STM-16 optical signals,then outputs them to the TPND unit。

(2) DWDM main signal are separated to 40 channels and SV signal。

此單體需求界面規格如下：

Insertion loss:	7.0dB+/-1.0dB
Wavelength Stability:	+/-0.05nm
Channel Isolation:	>or = 20.0 dB
Polarization Dependent Loss:	<0.8dB
Return Loss:	>or = 40.0 dB
Connector Type:	MU(From TPND) , SC(to TXA40C)

此 ODMUX-C 單體之方塊圖如下所示：

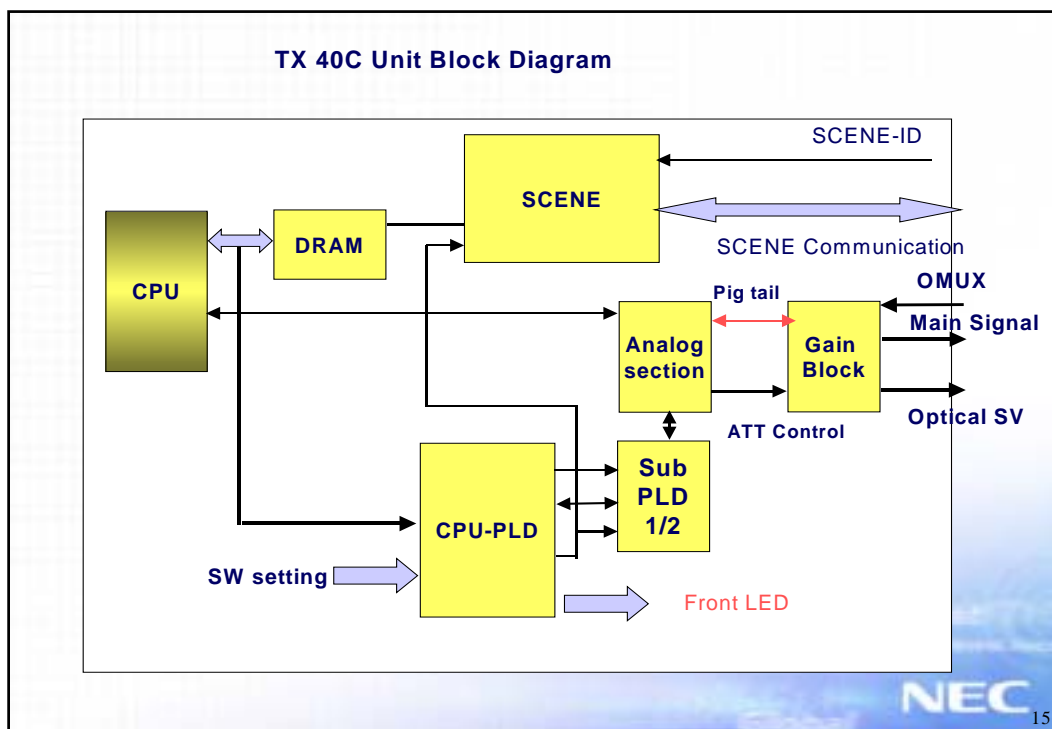


3.10.13 TX 40C unit

TX40C unit 主要功能如下列說明：

- (1) Amplifies optical signals of main C band
- (2) Insert the supervisory 1510nm optical signal from OSC unit

此 TX 40C 單體之方塊圖如下所示：

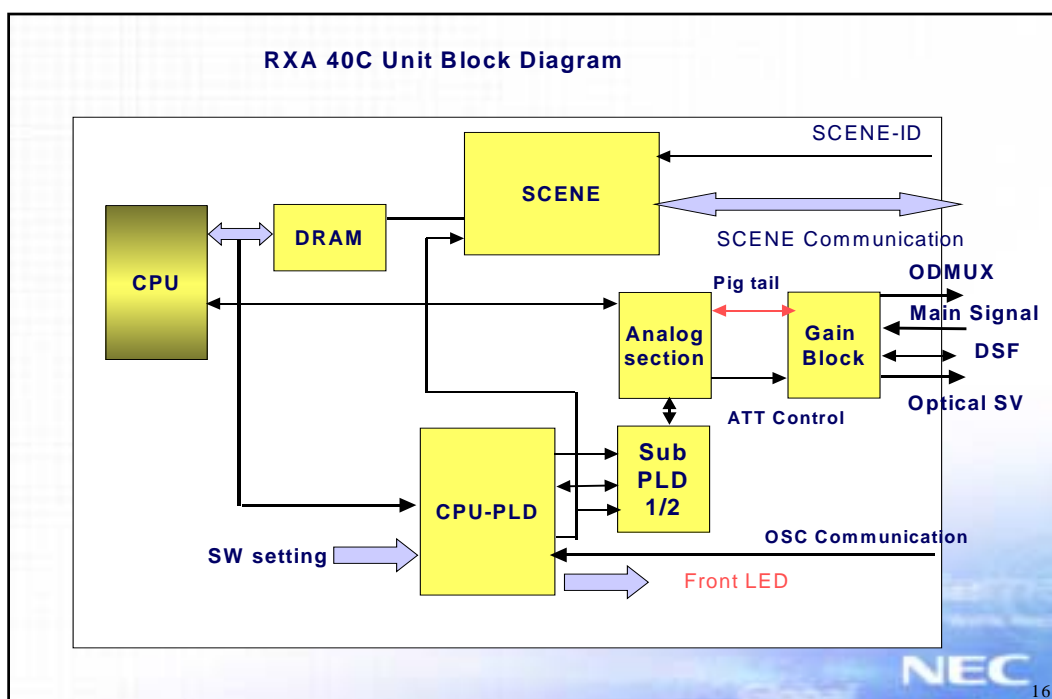


3.10.14 RXA 40C unit

RXA 40C unit 主要功能如下列說明：

- (1) Optical preamplifier the main signal receive from line side。
- (2) Interface with DSF unit in case of 10G Transponder unjts are in used。

此 TX 40C 單體之方塊圖如下所示：

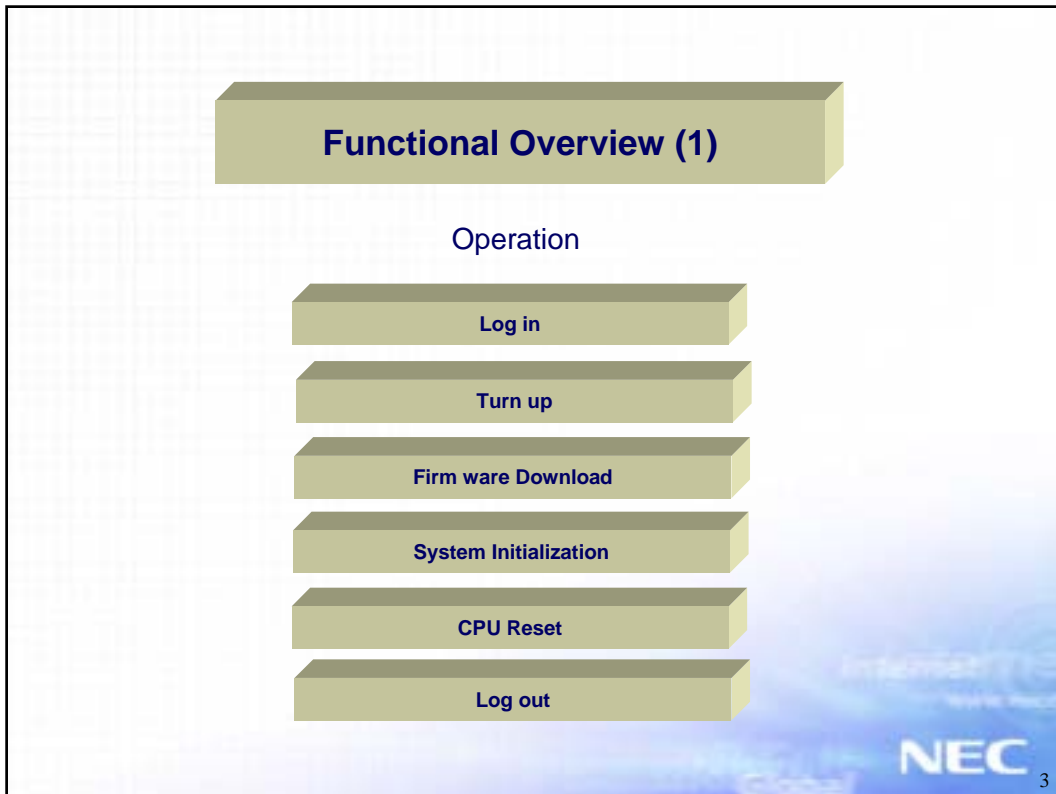


3.11 SpectralWave 40-Channel DWDM 系統 CID 操作概述

SpectralWave 40-Channel DWDM 系統提供一 Craft Interface Device (CID), 其可用來操作、管理、調度、維護、系統故障報告及公用程式。並可利用圖形介面、控制鈕、下拉選項及交談等方式使系統操作十分容易, 茲分項逐一說明如下：

3.11.1 操作(Operation)

此操作之功能畫面如下圖所示：



上圖中之操作功能方塊選項，依序說明如下：

(1) Login：

登錄本端或遠端 NE，注意要登錄遠端 NE 前須先登錄本端 NE，且同時只能登錄兩個 NE。

(2) Turn up：

進行有關 NE 之啟動及啟始調度之操作。

(3) Firmware download：

下再 firmware 至 NE。通常此 Firmware 下載功能，為於 firmware upgrade 程序時，由 NEC supervisor 執行或支援。

(4) System Initialization :

將 NE 至啟始化至工廠預設值，注意執行此命令將影響通信服務。

(5) CPU Reset:

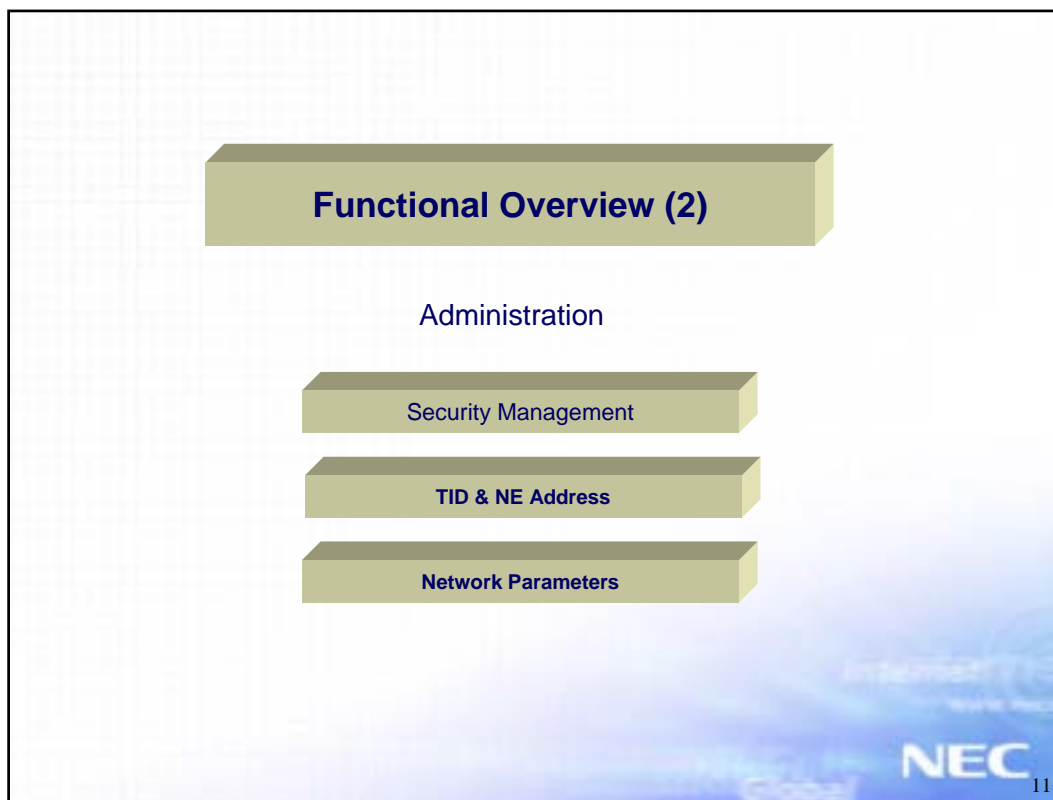
將 CPU circuit packs Reset，注意執行此命令不影響通信服務但一些資料會消失如 PM data。

(6) Logout:

登出本端或遠端 NE。

3.11.2 管理(Administration)

此管理之功能畫面如下圖所示：



上圖中之操作功能方塊選項，依序說明如下：

(1) Security Management:

此功能用以管理及查看使用者檔案、使用者註冊管理與密碼變更。系統管理者可使用使用者註冊選項以增加、編輯、或刪除使用者檔案。

(2) TID & NE Address:

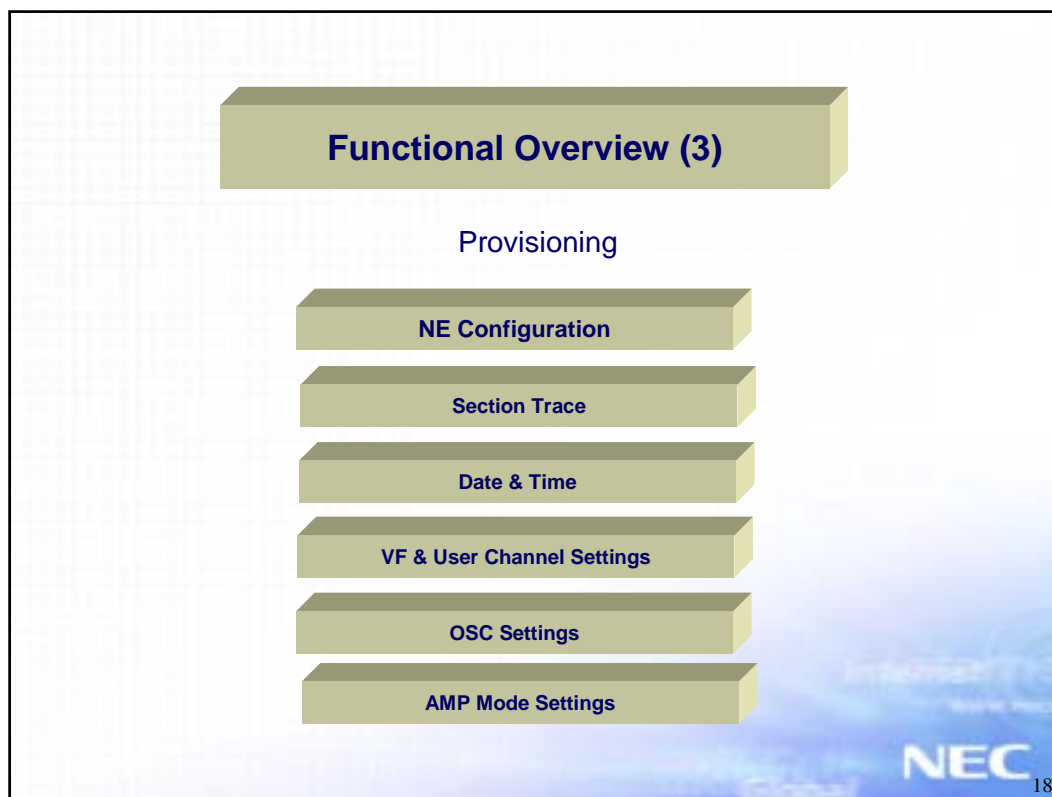
設定 NE 位址及 NE 名稱 (target identifier) 及檢查遠端 NE 之 TID。

(3) Network Parameters:

設定網路參數 (parameters for the network)

3.11.3 調度(Provisioning)

此調度之功能畫面如下圖所示：



上圖中之操作功能方塊選項，依序說明如下：

(1) NE Configuration:

此功能用以修正 bay shelf、circuit pack、facility 註冊及相關資料。

注意須依下列順序 1.Node 2.Bay 3.Shelf 4.Circuit packs 5.Facilities 註冊。

(2) Section Trace:

設定有關 section trace 之 J0 byte 及 Trace Indication 參數。

(3) Date and Time:

設定NE之日期與時間。

(4) VF&User Channel Setting:

設定 VF&User Channel port 相關參數，及對 User Channel ports 指配 OSC signal 中之時槽。

(5) OSC Settings:

設定 **APR mode** 、 OSC signal Timing 及 OTS Trace 等相關參數。

(6) AMP Mode setting:

依光纖模式(Fiber type)及區間損耗(span loss)設定放大模式(AMP Mode)

3.11.4 維護(Maintenance)

此調度之功能畫面如下圖所示：



上圖中之操作功能方塊選項，依序說明如下：

(1) Alarm settings:

可查看或設定告警之grade/threshold 位準。依據告警嚴重性設定其屬性分別為critical、 major、 minor or non-alarm events、 or not reported at all等。

(2) Housekeeping:

設定housekeeping告警及控制。

(3) Office alarms:

設定局內告警參數或切斷局內告警

(4) Shutdown:

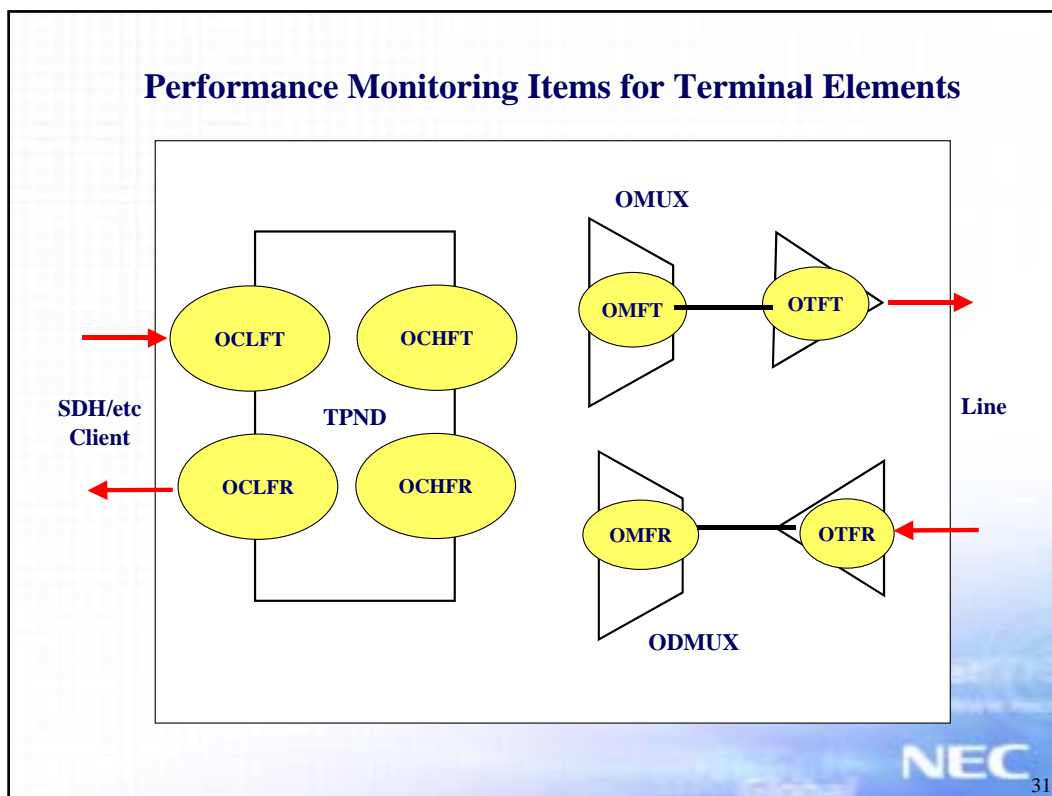
執行或禁止切斷光功率及禁止 APR 功能。APR 被 LOS 及 SV-LOS 告警啟動，此告警信號其表示兩 NE 間主光信號及 OSC 信號漏失之情況。

(5) Performance Monitoring:

顯示 PM 值及設定 PM threshold 位準與 threshold 設定檔。終端元件之品質監測項目如下：

- 1.OCLFT:Optical Client Facility,Transmitter Facility
- 2.OCLFR: Optical Client Facility,Receiver Facility
- 3.OCHFT: Optical Channel Facility,Transmitter Facility
- 4.OCHFR: Optical Channel Facility, Receiver Facility
- 5.OMFT: Optical Multiplex Facility,Transmitter Facility
- 6.OMFR: Optical Multiplex Facility, Receiver Facility
- 7.OTFT: Optical Transmission Facility,Transmitter Facility
- 8.OTFR: Optical Transmission Facility, Receiver Facility

終端元件品質監測項目方塊圖如下所示：

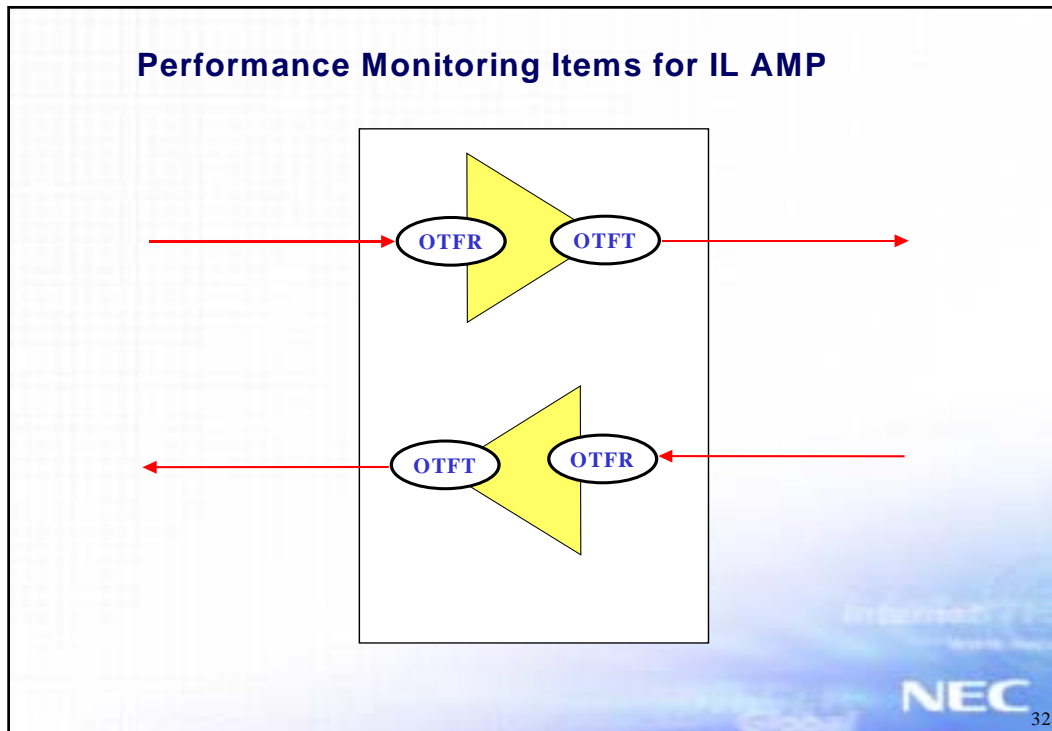


IL AMP 之品質監測項目如下所列：

1.OTFT: Optical Transmission Facility,Transmitter Facility

2.OTFR: Optical Transmission Facility, Receiver Facility

IL AMP 之品質監測項目方塊圖如下所示：



(6) Loopback :

執行VF/User Channel之迴接或釋放 (loop back/release)。

(7) Port Mode :

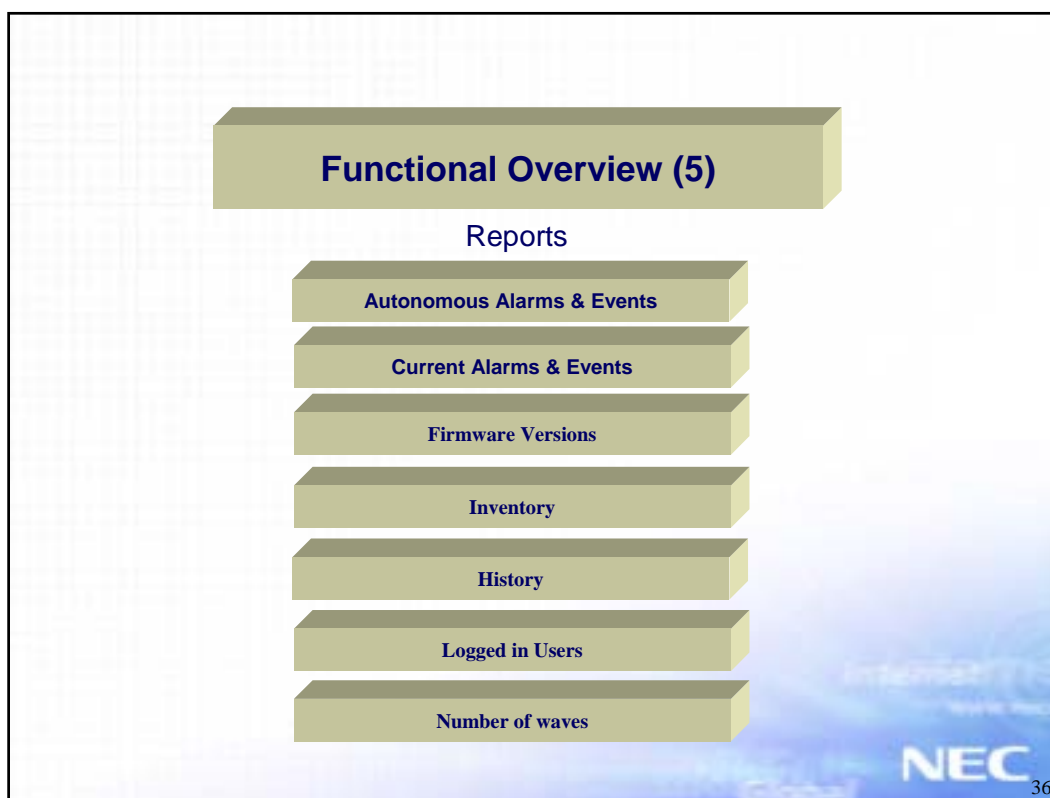
facilities port mode之擷取/變更 (retrieves/changes)。

(8) OSI/TRAP :

搜尋 Network Area 相對應 TID 之 NSAP 位址。

3.11.5 報告(Reports)

此報告之功能畫面如下圖所示：



上圖中之操作功能方塊選項，依序說明如下：

(1) Autonomous Alarms&Events:

查看告警及由 NE 自動報出之訊息，注意本告警事件最大容量為 2500 筆。

(2) Current alarms:

查看於一單元或 facility 上目前告警與事件。

(3) Firmware Version:

確認此 firmware 版本。

(4) Inventory:

查看實體 shelf 及 unit 之資訊。

(5) History:

查看或搜尋送至 NE 指令歷史記錄及由 NE 自動報出之訊息。

(6) Logged-in Users:

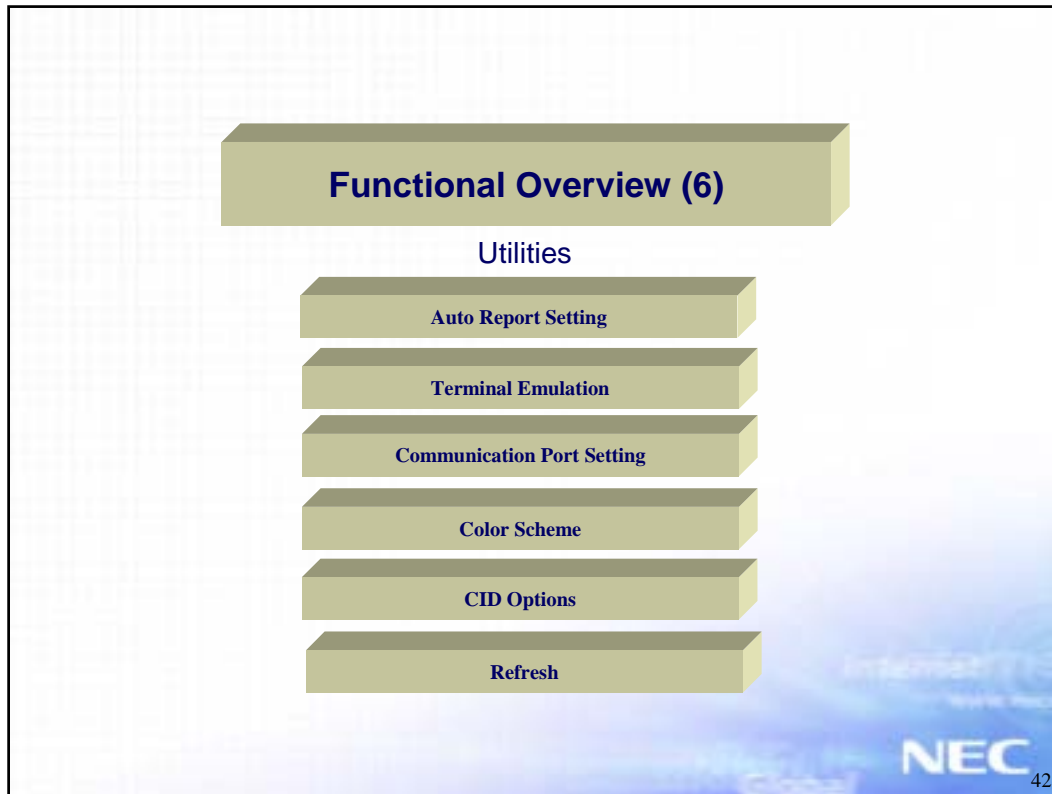
確認登入 NE 之使用者。

(7) Number of waves:

顯示多工至 DWDM 信號之波長數目。

3.11.6 公用程式(Utilities)

此報告之功能畫面如下圖所示：



上圖中之操作功能方塊選項，依序說明如下：

(1) Auto Report Setting:

此功能可允許或禁止自動報出之功能。使用此選項功能可接收由 NE 自動報出之訊息。

(2) Terminal Emulation:

可顯示傳送與接收 TL1 訊息。此終端模擬允許操作者切換至 TL1 指令畫面。

(3) Communication Port Setting:

可選擇以數據機或直接方式將 CID 連接 NE。

(4) Batch Processing:

以 batch file 方式執行 TL1 指令。

(5) Color Scheme:

此公用程式功能可設定 CID 螢幕之顯示顏色，其允許於 CID 上改變重要告警之顏色。

(6) CID Options:

設定 CID 上之操作參數及編輯操作歷史紀錄資訊。

(7) Refresh:

更新 CID 內部資料。

3.12 SpectralWave 40-Channel DWDM 網管系統簡述

此網管系統主要功能包括故障管理、性能管理、配置管理和安全管理，茲簡要說明如下：

3.12.1 故障管理

應具有對傳輸系統進行故障診斷故障定位故障隔離故障改正以及路徑測試等功能，在 DWDM 系統中故障管理必須監視的告警參數分類為以下各部件：

- (1) SDH 終端中的光發射單元：監測激光器輸出光功率值不足或過載、輸入信號丟失及發送器劣化等。
- (2) OTU 單元：監測激光器輸出光功率值不足或過載、輸入信號丟失、發送器劣化及光輸入信號功率值不足或過載等。
- (3) 放大器單元：監測輸入合路信號丟失、輸入單波長信號丟失、PUMP 激光器偏流溫度過高及監測失效等。
- (4) 光接收單元：監測輸入合路波長信號丟失、輸入單波長信號丟失、分波器溫度控制告警等。

3.12.2 性能管理

故障管理必須監視的基本參數也就是性能管理必須監視的參數，此外性能管理還有的管理功能：

- (1) 能對監控信道的誤碼性能參數進行自動採集和分析並以文件型式傳送給外部儲存設備。
- (2) 能同時對所有終端設備進行性能監視。
- (3) 能同時對所有性能監視設定門限。
- (4) 能儲存和報告監控數據 15 min and 24h。

3.12.3 配置管理

網管系統應能提供下述網元配置管理功能：

- (1) 初始化設置

(2) 建立和修改網路拓樸圖

(3) 網元的狀態和控制

當前點對點 DWDM 系統的配置功能還較少,但隨著 OADM 和 OXC 的引入,配置功能將大大加強。

3.12.4 安全管理

安全管理應能提供下述管理功能：

(1) 操作級別及權限劃分

(2) 操作者登錄管理

(3) 日誌管理

(4) 密碼管理

(5) 管理區域劃分

四、感想與建議

1. 本分公司目前於本案已建設已建設 SDH 及 DWDM 系統，雖然具有環路保護機制，並可迅速提昇網路頻寬，但仍需加強對於重大光纜故障之緊急應變處理能力，傳輸系統設計施工及電路調度時，除了考量東西部光纜路由之保護，應再結合目前建設之 DXC4/1 作緊急切換，將使網路管理更有效率之運作，以縮短搶修時間，提昇網路維運品質。
2. 為對施工期間工程有效管理，確保施工品質及日後維運順暢，應加強監工或驗收人員之對系統測試訓練，確實有效執行驗收計劃，將可減輕未來因系統設備異常查修工作之額外負荷，有助於日後系統運轉之可靠度。
3. 未來新一代網路技術全光網路已逐漸成熟，本分公司可於目前既有之 DWDM 網路基礎上建構，並培訓相關人才與技術，加強與各國家之互動，討論未來方向、經驗交換，參加國際研討會汲取新知，引進更先進之技術，以強化本分公司之競爭力。
4. 本次至至 NEC 受訓，行程及實習期間計為二星期，因 DWDM 為較先進之技術，若增加訓練時間，將可對此設備作深入之實習探討，並可參訪日本 NTT 公司相關機房設備，作為日後規劃、設計及維運之借鏡。
5. 對於新建設之傳輸系統除了應確實執行訓練工作外，以確保系統於最短時間完成運轉即時提供電路，亦需有效規劃備用料與維護料系統，此可於合約中增加條款，請得標廠商建立保固期間所需之備用料與維護料，

並保證維修之期限，以加強搶修時效、縮短故障時間及提昇電路穩定度。