

# 行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：實習)

## 汰換北區數位微波系統出國報告書

服務機關：民用航空局飛航服務總台

出國人職稱：工務員

姓名：周富銘、潘世雄、柯正和、陳憲雄

出國地點：美國 Brookfield CT.

出國期間：92年4月6日至4月19日

報告日期：92年6月17日

G110 / C09>01998

公務出國報告提要

頁數: 101 含附件: 否

報告名稱:

汰換北區數位微波系統出國報告書

主辦機關:

交通部民用航空局

聯絡人/電話:

陳碧雲/(02)23496197

出國人員:

潘世雄	交通部民用航空局飛航服務總臺	台北裝修區台	工務員
陳憲雄	交通部民用航空局飛航服務總臺	台北裝修區台	工務員
周富銘	交通部民用航空局飛航服務總臺	台北裝修區台	工務員
柯正和	交通部民用航空局飛航服務總臺	中正裝修區台	工務員

出國類別: 實習

出國地區: 美國

出國期間: 民國 92 年 04 月 06 日 -民國 92 年 04 月 19 日

報告日期: 民國 92 年 06 月 17 日

分類號/目: G10/電子工程 G10/電子工程

關鍵詞: 數位微波,Marconi,Paragon,多工機

內容摘要: 此次參加汰換北區數位微波系統,含國內訓練部分,為期共五週,內容係以學習 Marconi 射頻收發機、Paragon 多工機、低速介面卡,了解數位微波系統、架構網管操作、操作維護等為主。現今數位微波系統大致均採 SDH 架構,在此架構下,可以透過網管迅速調整酬載。且多工機可以和現有光纖網路相容,故可以透過電信網路,做微波未達地區之網狀迴路或射頻收發機之備援,故功能上較現有 PDH 架構之數位微波更能適應未來的挑戰。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

# 「汰換北區數位微波系統」

## 出國報告書

### 摘 要

此次參加汰換北區數位微波系統，含國內訓練部分，為期共五週，內容係以學習 Marconi 射頻收發機、Paragon 多工機、低速介面卡，了解數位微波系統、架構網管操作、操作維護等為主。

現今數位微波系統大致均採 SDH 架構，在此架構下，可以透過網管迅速調整酬載。且多工機可以和現有光纖網路相容，故可以透過電信網路，做微波未達地區之網狀迴路或射頻收發機之備援，故功能上較現有 PDH 架構之數位微波更能適應未來的挑戰。

## 目錄

1 目的 .....	5
2 過程 .....	7
3 心得 .....	8
3.1 PDH 概述 .....	8
3.2 SDH 概述 .....	10
3.3 射頻：Marconi MDRS 155 E .....	21
3.3.1 系統概述 .....	21
3.3.2 系統架構 .....	28
3.3.3 發射機 .....	29
3.3.4 接收機 .....	37
3.3.5 調變解調器單元 .....	40
3.3.5.1 調變解調器單元架構 .....	40
3.3.5.2 調變解調器單元電源供應器 .....	43
3.3.5.3 同步實體界面 .....	44
3.3.5.4 資料處理單元/無線電保護單元 .....	46
3.3.5.5 調變器 .....	48

3.3.5.6	解調器 .....	49
3.3.6	Radio Protection Switching Hot standby (RPS-H).....	50
3.3.7	Overhead Access Unit (OHAU).....	52
3.3.7.1	Configuration .....	52
3.3.7.2	SOH Access Module .....	55
3.3.7.3	SISA-0N.....	59
3.3.7.4	QD2 Module.....	61
3.3.7.5	EOW Module .....	64
3.3.7.6	Overhead Access Unit Power Supply (OHAU PS).....	66
<b>3.4</b>	<b>多工機.....</b>	<b>66</b>
3.4.1	ADM 多工機系統簡介 .....	66
3.4.2	BROADway 系統特色.....	67
3.4.3	BROADway 主機介紹 .....	74
3.4.3.1	BROADway 系統架構.....	74
3.4.3.1.1	基本系統.....	74
3.4.3.1.2	介面.....	75
3.4.3.1.3	寬頻交換矩陣.....	75
3.4.3.1.4	多功能處理.....	76
3.4.3.1.5	系統介面配置.....	76
3.4.3.1.6	系統容量.....	78
3.4.3.1.7	系統外線配置.....	79
3.4.3.1.8	初始設定.....	80

<b>3.5 低速介面卡</b> .....	<b>81</b>
3.5.1 產品概述.....	81
3.5.2 系統組成.....	82
3.5.3 系統方塊圖.....	82
3.5.4 主控制單元(MCU).....	83
3.5.5 網路介面單元.....	83
3.5.6 D&I 介面單元.....	84
3.5.6.1 語音通道單元類卡板 (VCU).....	84
3.5.6.2 數據通道單元類卡板 (DCU).....	85
3.5.7 Configuration .....	85
3.5.8 DS0 的交換方式.....	85
3.5.9 D&I Circuit Access .....	86
3.5.10 同步與時鐘.....	86
3.5.11 維護單元.....	87
3.5.11.1 RS-232 接口 .....	87
3.5.11.2 維護終端功能 .....	87
3.5.11.3 網路管理功能 .....	88
3.5.11.3.1 子網路管理可提供:.....	89
3.5.11.3.2 SNMP 網路管理可提供:.....	89
3.5.12 簡易故障排除: .....	97

4	學習心得與建議.....	100
---	--------------	-----

## 1 目的

自一九六九年數位微波傳輸技術問世之後，如今通信服務的應用已可結合無線電、光纖和衛星等傳輸設備且相輔相成，數位微波設備的特點包括提供服務中測試功能、網路監測與管理功能、遠端診斷功能及簡易故障排除等。因此無論是現有電信網路現代化或是建立新的電信網路，在考慮了經濟、安全、性能、高效率的數據傳輸能力以及既有的無線電基礎設施等種種因素之後，經常會選擇數位微波作為通信設備網路安定化之用。此外，有越來越多的用戶需要利用到微波無線中繼技術的特性，如能迅速佈署建成、跨越艱難的地形，適用各種通信密度的線路且可以經濟地介接現有的無線電、光纖系統等。

基本上，微波無線中繼技術的典型用途包括傳統的電話網路、視訊廣播網路、公共事業、軍警單位、運輸部門及數據服務等，而這些系統目前乃屬於近乎同步數位階層(Plesiochronous Digital Hierarchy;PDH)，尚能符合本地及長途網路的傳輸需求。

隨著時代進步，網路服務形形色色，如語音、視訊、數據甚或是多媒體等，相對地，用戶對於網路服務的要求也日益增加，因此在既有的數位網路上提供多種不同服務的迫切性已迫在眉梢。當網路服務變得愈來愈重要之際，如何在網路上同時處理更多樣化的不同信號，如類比到數位信號、語音到多媒體信號以及低速率到高速率信號等，



已是一個重要的問題。為了能更有效率地提供這些服務，整個網路架構必須簡化，更重要的是必須強化網路的經營管理和維護功能

國際電話電報諮詢委員會(International Consultative Committee for Telephone and Telegraph;CCITT)已於一九九三年三月改名為 ITU-T，該會終於在一九八八年推薦 G.707、G.708 和 G.709，完成同步數位階層(Synchronous Digital Hierarchy;SDH)之世界標準規格，使得全世界的網路節點介面(Network Node Interface;NNI)標準化，進而整合北美、日本和歐洲三地不同的準同步網路架構。此外，在不同的數位傳輸模式之下，SDH 也提供了更具經濟效益的方式來管理網路多工(Multiplex)和進接(Access)。

過去十年中，SDH 已演變為愈來愈重要的傳輸標準，並將主宰未來的電信網路。SDH 系統內設的先進網路管理功能，對於架構複雜的網路特別有吸引力，而 PDH 網路則很難實現。SDH 的特點包括單端維護中心、服務中監測傳輸路由(微波或光纖)性能、DACS 般管理(本地或長途通信路由重新安排，調整與測試)、提供經濟的進接服務(存入/取出)、提高網路應付故障的能力(環形結構)及多家廠商設備兼容性等。上述 SDH 特點不僅可以降低費用，改善效率，同時可以增加現有 PDH 微波無線電和光纖設施所不能提供的新業務。

北部數位微波系統啟用至今已超過十年，已逾使用年限。受限於

PDH 架構下，使用彈性小。故為增加往後工作便利，甚至為 CNS/ATM 預作準備，且目前通訊傳輸的潮流為 SDH，因而有此次汰換計劃。

以數位微波功能一般可分為射頻、多工機及低速介面卡等三部份。本案得標廠商為國內之麟瑞科技股份有限公司，依該公司規劃，射頻採用德國 Marconi 公司產品，多工機為美國 Paragon 公司產品，低速介面卡為國內全濠公司產品。

此次受訓計劃為前往美國 Paragon 公司，接受為期兩週之多工機訓練。在回國之後，緊接著在麟瑞公司(南港)，接受另外兩週射頻及低速介面卡訓練及一周實機訓(中壢)。故為求完整性，此次報告將包含這三部份作全部概述。且為求資料一慣性，也先對 PDH 也作概略介紹。

## 2 過程

日期		起 訖 地 點	詳 細 任 務
月	日		
4	6	台北-美國紐約	往程
4	7	台北-美國紐約	往程
4	8	美國康迺迪克	原廠訓練
至	17		
4	18	美國紐約-台北	返程
4	19	美國紐約-台北	返程

### 3 心得

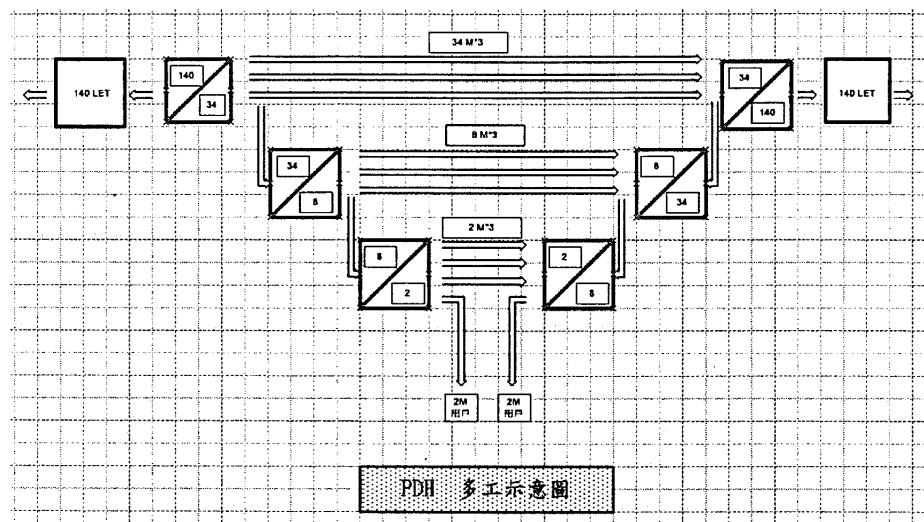
#### 3.1 PDH概述

七〇年代以來，類同步數位階層(Plesiochronous Digital Hierarchy;PDH)一直是通訊網路採用的傳輸方式(亦即目前北區微波所採用)，用以應付一般的通訊需求尚無問題，但隨著速率不斷提升與頻寬需求孔急，PDH的傳送能力即顯得捉襟見肘。

PDH主要是由博碼調變(Pulse Code Modulation;PCM)系統構成，其多重框傳輸是靠著時槽和框的同步來維持，在傳輸過程中必須經常定時才能維持同步。但是定時只是表面上的同步，實際上PCM數位信號在電路中傳送時，會因各個電路的傳播特性不同，而造成多工信號產生飄移(Drift)的現象，要解決這種飄移的現象，就必須在數位信號的比次串中塞入填充比次，來調整每一字或框的起始碼位置，使整個網路的傳輸得以同步。

PDH的彈性不佳為一大缺點，例如，在一組多工信號中，想把其中一個2Mbps的信號取出，在取出的過程中必須把這組多工信號全部解多工，取出所要的2Mbps後，再把各個信號多工回去以便繼續傳送下

去。這種過程（如圖 1），若網路傳送的都是基本速率(64Kbps)，那麼在運作上是沒什麼問題，倘若網路所連接的速率不同，而且要多工的電路越來越多時，每解多工一次就必須再塞入一些填充比次才能保持同步。日後在同一電路上傳送不同速率的機率愈來愈大，整個傳輸結構會因 PDH 的彈性不佳而變得複雜、設備成本提高、效率降低、資訊風險也因此相對提高。



圖表 1

就頻寬的使用效率而言，在 PDH 系統中每一基頻信號需要一個專屬電路，該電路的頻寬一旦被佔用後，其他的信號不能使用，除非重新接續，因此頻寬閒置的現象很普遍。PDH 沒有自動頻寬管理功能，不能將閒置的頻寬分配給其他話務使用；而且其網路重組的能力低，無法即時將頻道依話務量性質按時段來分配使用，這些都是 PDH 的缺點。

但也因為 SDH 可以輕易達成，故未來 SDH 勢必成為傳輸的唯一標準。

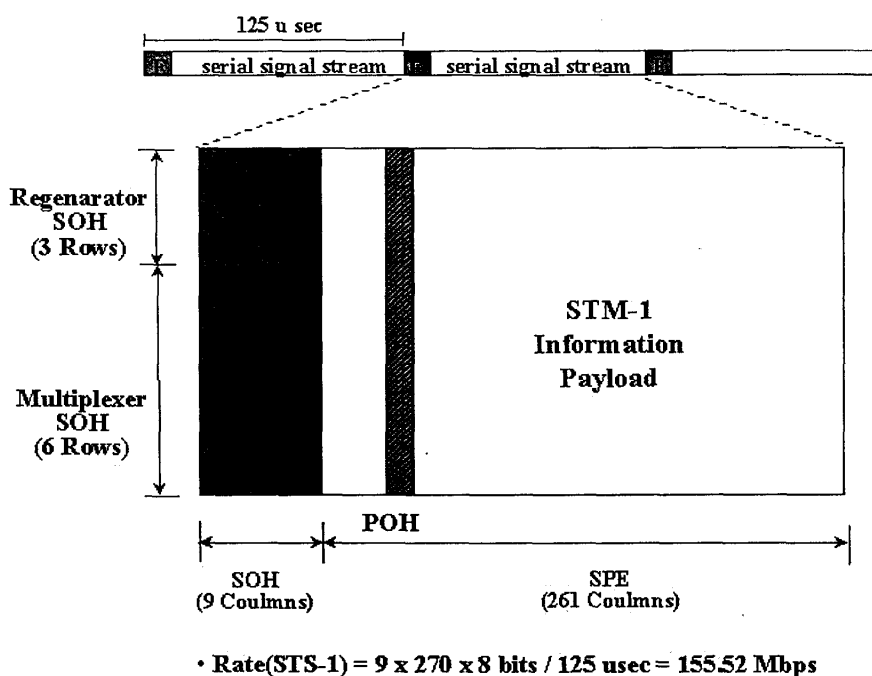
### 3.2 SDH概述

通訊網路越來越多元化，電信市場開放後，各種新型的電信業務相繼出現，電信網路將傳送視訊，而且是高品質的視訊，除了視訊之外，還要傳送各種不同速率的資訊。因此，通訊網路不僅須具有寬頻的特性，而且還須具有不同速率的彈性。為了因應這種趨勢，一九八〇年 AT&T 發展出同步光網路(Synchronous Optical Network;SONET)，經過一番的修正後，更名為同步數位階層(Synchronous Digital Hierarchy;SDH)，被當時的國際電報電話諮詢委員會(CCITT)，即現在的 ITU-T 所採用，成為現今寬頻電信網路的共同標準。

SDH 可被看成另一種傳輸系列，可以與現在的通訊形態相容，也可以很有彈性地傳送各種不同的速率。除了可傳送博碼調變信號之外，也可以傳送非同步傳輸模式(Asynchronous Transfer Mode;ATM)封包，把一般的語音電話、低速數據業務與寬頻電信業務結合起來在一個網路上傳送。對第一類的電信業者及客戶而言，這是相當吸引人的。

SDH 基本上是由 125  $\mu$ s 的訊框所構成，每秒 8 Kframes。每 frame 有 2.43 KBytes，一秒鐘傳送 19.44 MBytes。每 1Byte 有 8bits，一秒鐘內可傳送 155.52Mbps，即一個 STM-1。把一連串 SDH 的訊框中的一框放大，以位元組為單位，可以把它看成該訊框是由 270 欄和 9 列的位元組所組成，其結構參看圖 2。

### SDH (Synchronous Digital Hierarchy) 碼框架構

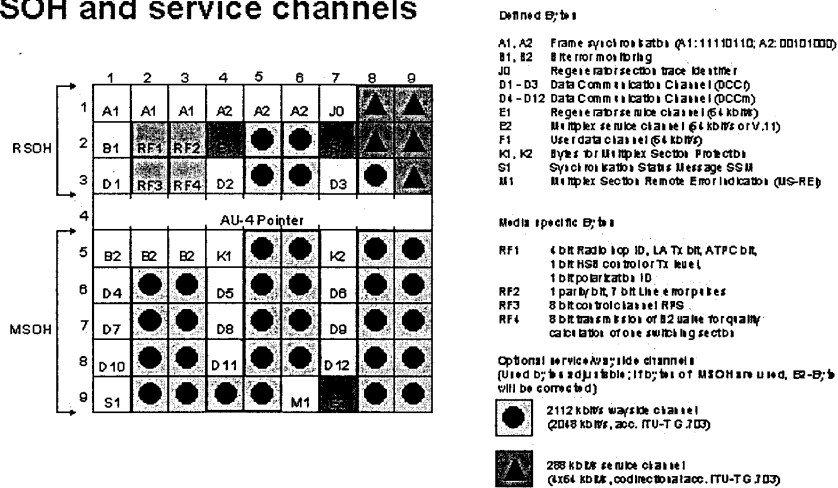


圖表 2

這 155.52Mbps 並不是都可用來傳訊，為了要能夠順利傳輸，訊框的部份比次必須撥出來作為傳輸控制之用，即圖二中的灰色位置，又稱為 SOH(SESSION OVER HEAD)這部份共有九欄九列，其詳細內容如圖

三所示。剩下的二百六十一欄九列即為酬載(Pay Load)區，供載送資訊之用，其實際的傳輸速率是  $155.52\text{Mbps} \times 261/270 = 150.34\text{Mbps}$ ，稱為虛擬信號櫃-4(Virtual Container Level 4;VC-4)，後面「4」是用來區別區內次頻道之用。VC-4 本身具有很大的彈性，它不一定侷限在一個訊框裡面，它可以橫跨兩個訊框。VC-4 與 STM-1 訊框間的正時(Timing)可以調整，以配合電路傳輸所引起的遲滯。因此在數個 SDH 鏈路會合點，各個路由可利用這種彈性調整正時，使會合點的各路由得以同步再重新出發。

### SOH and service channels



圖表 3

在圖 3 中

A1,A2 為碼框位元。其功能為碼框同步，以一個 STM-1 來說

$A1=(F6)_H$ ， $A2=(28)_H$ ，故以一 6 byte 組成一個 STM-1 起始位元。

**J0** 為重複傳輸識別碼

**B1,B2** 誤碼監視

**F1** 為使用者專用，主要是為維護目的而提供如溫控、門禁、警報、自動控制等措施之應用。

**E1,E2** 為連絡電話用，即是維護人員使用的音頻波道。

**D1-D12** 為數據通信鏈路(DCC)作為 SDH 架構中網管傳輸鏈路。

**K1,K2** 為自動切換保護。

**S1** 為同步狀態用來表示同步位階等級。

**M1** 遠端誤碼指示用以報告 B2 所偵測之誤碼數目。

以上為 SDH 之 SOH 中保留位元組況略之介紹。

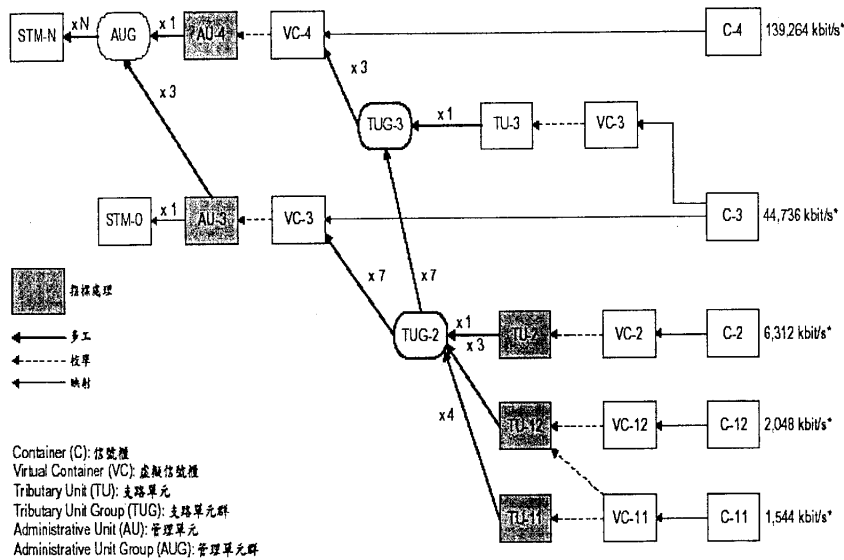
VC-4 的酬載表面上是 150.34Mbps，但是這 150.34Mbps 也不可能全部都給客戶使用。電路的甲端與乙端之間可能有中間的結點，為了確保 VC-4 的完整，又必須將 VC-4 每一列的第一個位元組撥出來作為輔助傳輸之用，稱為路徑添加信號(Path Overhead;POH)。每一 VC-4 可劃分為九列(圖二)。每一位元組有 8 bits，9 bytes 共 72 bits，又每秒鐘有八千個訊框，POH 所佔用的比次有 576Kbps。所以，VC-4 實際的速率是 149.76Mbps。目前高速率的多工是以 DS3 為基礎，三個 DS3 多工在一起即為公稱的 140Mbps，顯然的 VC-4 傳送此速率當無問題。



SDH 以 STM-1 為基本的速率單位，這個速率對現在較普遍使用的速率而言又似乎太大，在一般用戶使用速率尚未大到一個 STM-1 之前，SDH 必須能將各種不同的速率容納在一個 STM-1 內才能發揮其功效。例如歐規的原級速率為 E1，2.048Mbps 如果把它多工在一個 STM-1 內，則變成六十三個 E1，每個 E1 佔 SDH 訊框的四欄。VC-4 實際撥給 E1 的容量為： $4(\text{欄}) \times 9(\text{列}) \times 8000(\text{框}) \times 8(\text{Bits}) = 2.304\text{Mbps}$ ，傳送一個 E1 綽綽有餘(如圖 3 所示)。但有些個國家，像我國除了有 E1 電路以外，也有不少美規的 DS1(1.544Mbps)信號的電路必須將這些信號多工到 STM-1 內。一個 DS1 所佔的容量為： $3(\text{欄}) \times 9(\text{列}) \times 8000(\text{框}) \times 8(\text{Bits}) = 1.728\text{Mbps}$ 。其他速率如 6Mbps、34Mbps 等都可放進 VC-4 內傳送。

如圖 4 即為 SDH 映射圖，如全部以 T1 計算  $STM1=4 \times 7 \times 3$  T1=84 T1

如全部以 E1 計算  $STM1=3 \times 7 \times 3$  E1=63 E1



圖表 4

圖表 4 為 SDH 之映射圖，現就以這圖說明 SDH 如何由 T1 或 E1 開始組合成 STM1。

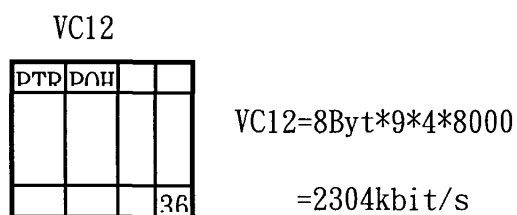
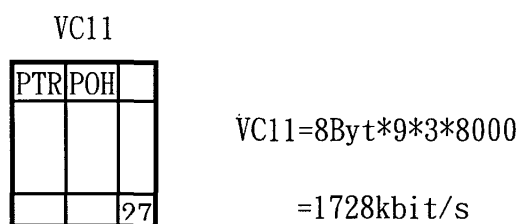
信號框(C: Container):在 SDH 網路架構中，為了因應傳送各種不同容量信號框，如 DS1、DS2、DS3、E1、E3、E4 及 ATM 等信號流架構，需設置若干不同信號框，組合成不同配套模式，提供網路傳輸及交換。

每個信框之容量及速率如下所述

信 框		PDH 速率(Mbps)	
SDH/C-n	SONET/VTs	SDH	SONET
C-11	VT1.5(相當 T1)		1.544
C-12	VT2.0(相當 E1)	2.048	
	VT3.0		3.152

C-2	VT6.0	6.312	6.312
C-3		34.368	44.736
C-4		139.264	

虛擬信號框(VC: Virtual Container):由標準信號框輸出的數位信號  
 上加上路徑管理位元組(POH)後組成所謂虛擬信號框(VC: Virtual  
 Container)如下圖





較高階路徑層:係將速率較高的 PDH 信號映射成 C-n(n=3,4), 並加入路徑添加信號組成 VC-n(n=3,4); 或將較低階的 VC-1、VC-2 多工成 VC-n(n=3,4); 或將較低階的 VC-3 多工成 VC-4。

(三)區段層:係將 VC-n(n=3,4)調適成管理單元 AU-n(n=3,4),

AU-n(n=3,4)再多工成管理單元群 AUG, 最後, 將 N 個 AUG 多工並加入區段添加信號(SOH), 組成 STM-N(N=1,4,16)。

為什麼發展 SDH

為因應將來寬頻通訊, 網路光纖化已是未來趨勢。由於光通訊系統的頻寬大, 可傳送現有金屬電纜所不能傳送的資訊, 例如高畫質電視畫面、X 光圖片、高解析度圖片等, 這些資訊所用的速率單位不同於現有金屬網路所送的。當世界各先進國家在發展寬頻, 各地區所用的傳輸標準不同時, 就會妨礙網路通訊及資訊全球化。因此, 有必要建立一套全球通用的寬頻通訊速率標準; 而在建立新的標準時, 也要考慮能與現行慣用速率相容的問題。所以, SDH 又必須能容納 E1 和 DS1 的信號。

光纖化是未來網路的趨勢, 無論光纖網路怎樣發達, 在網路的終端、中間節點都必須有光終端機處理光信號或是將光信號轉換成電信號供人類或終端機使用。這些終端設備只要稍具規模的廠商都可以生產, 各廠牌產品的規格若能標準化, 則更能促成多廠商設備間之互

連，不但可降低網路建設的成本，使網路的介接更為容易，也可使網路業者不必受到特定廠商的限制，隨意廠牌的產品都可互通，網路的維護更為方便，網路斷訊的時間可減至最短。也因為設備的介面相容，數位信號可以很容易地進出數位交換機、數位交接設備及網路信號的塞/取多工器(Add-drop Multiplexer)設備，大大提高頻寬使用率，同時促進寬頻網路的普及。

因為光纖的使用，網路的頻寬得以大幅提高，所傳送的資訊量變大。頻道對業者與客戶而言，變成不可或缺的資產。為了降低資訊傳送的風險，網管的重要性也跟著水漲船高。所謂網管，不外網路效能監視、告警、障礙管理、帳務、網路重組、電路調度等。SDH 的設計都已將這些功能納入，例如只要在機房內就可以監視遠端網路元件的性能狀況，有故障隨時示警並顯示處理障礙所需的資料(如工具、光纖種類、接續方式、元件型式、人員電話、障礙地標等)，萬一線路挖損可自動跳接至備用路由，網路的存活率(Survivability)得以提高。再者，網路的佈局(Configuration)未必永遠固定，有時會因應客戶成長的情況而有所調整，SDH 可以在數分鐘(平常需時一至四週)內完成網路重組。

其實，數據網路平均使用率不是一般所想像般的高，就傳送資料的成本來看，頻寬空閒時的費用也攤了進去。數據通訊與一般的語音通訊

性質不同，上班時段應該兩者都忙，但是有時公司業務的淡、旺時間不同，往往數據電路在淡的時段是空閒的，可是家用的一般電話卻未必，它的忙時可能發生在下班之後或數據電路較閒的時候。因此，有人提倡利用虛擬專用網路(Virtual Private Network; VPN)、公共訊框、或是 ATM 網路，將數據話務與語音話務合併以增加頻寬的使用率，這些技術都在 SDH 的涵蓋之下。例如，某一個光纜環銜接數個大戶話務至某一端局，而該端局又須將該話務傳至彙接局，該網路在白天有大量商業數據，但在晚上有住宅型話務，SDH 網路可以用這些技術執行頻寬管理，白天將 STM-1 撥出較大頻寬給數據，晚上把頻寬撥回住宅，使頻寬閒置的時間降至最低。

目前一般的通訊速率中，較高且較實用的速率是 DS1 和 E1，要具有規模的客戶才可能申租 DS3 或 E3，一時看不出急迫性大頻寬的需求。但是將來電視數位化後，客戶平均所需的頻寬可能到達 DS3 或 E3。當傳統的通訊系統汰換後，大量交換系統和寬頻網路日漸普及，下一步就是建設多媒體網路，而先進和複雜的電信業務已可就緒供應。數據和傳統電話已透過 ISDN 和區域網路整合提供，而接下來則是整合視訊。再來的寬頻整體數位服務網路(B-ISDN)，下行頻寬更高達 622Mbps，相當於十多個 DS3 多工而成的高速信號。如此高的速率只能用光纖才能順利傳送，也將符合未來的網路需求。不過，未來

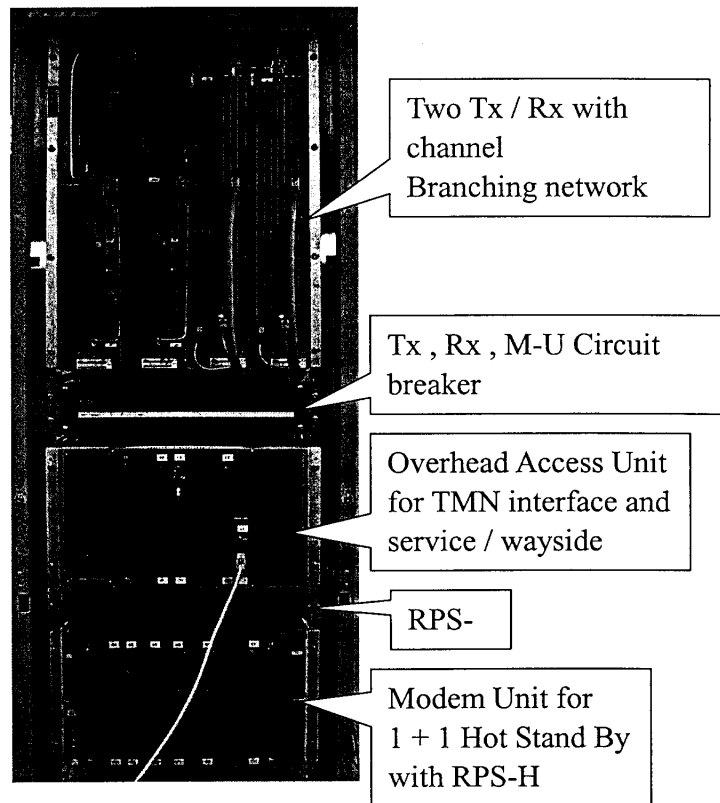
網路設計所要面臨的問題還將包括如何自動化、有效的網管，這些都將因 SDH 網路的出現而有所解決。

### 3.3 射頻：Marconi MDRS 155 E

#### 3.3.1 系統概述

民航局北區數位微波無線電系統是由德國 Marconi 公司 MDRS 155 – 128 MLQAM E (簡稱 MDRS 155 E)所組成，請參考圖一 (MDRS 155 E 1+1 Hot Standby 系統實體圖)。從圖一可知此系統包括兩部發射機及兩部接收機(Hot Standby)、Modem Unit、Overhead Access Unit、RPS-H(Radio Protection Switch-Hot Stand By)、Operator Terminal PC(MSP) 所組成。





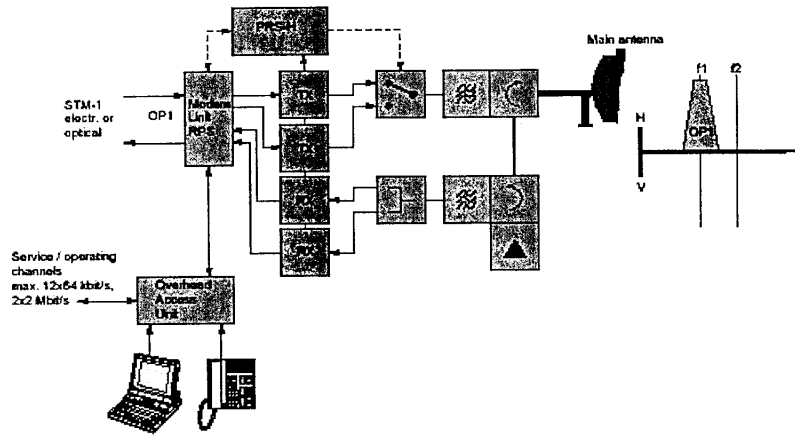
圖表 5 MDRS 155 E 1+1 Hot Standby 系統實體圖

**Notes:**

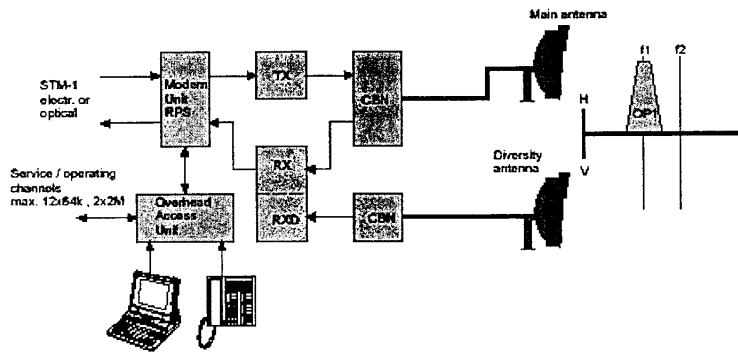
- MDRS = Marconi Digital Microwave Radio System
- 155 = Transmission Capacity (Mbit / S)
- MLQAM = Multi-Level Quadrature Amplitude Modulation
- E = ETSI design (European Telecommunication Standard Institute)
- TMN = Telecommunication Management Network

MDRS 155 E 為長距離傳輸系統，依據 ETSI 模組化設計，傳輸容量為 155Mbit/s(STM-1)，最多可擴充到 622Mbit/s(STM-4)，並可整合設備成為 1+1 Hot Standby 保護(系統方塊圖如圖 6)，最多可到

14+2 保護(options)，以改善傳輸品質。若無線電傳輸受地形(例如海面)、距離(30 到 80 公里)因素影響傳輸品質時，可用 Space Diversity 架構改善(系統方塊圖如圖 7)。

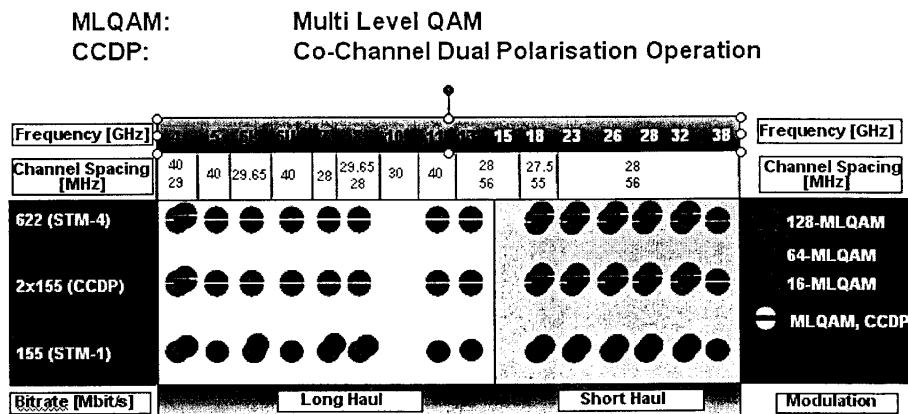


圖表 6 1 + 1 Hot Standby configuration

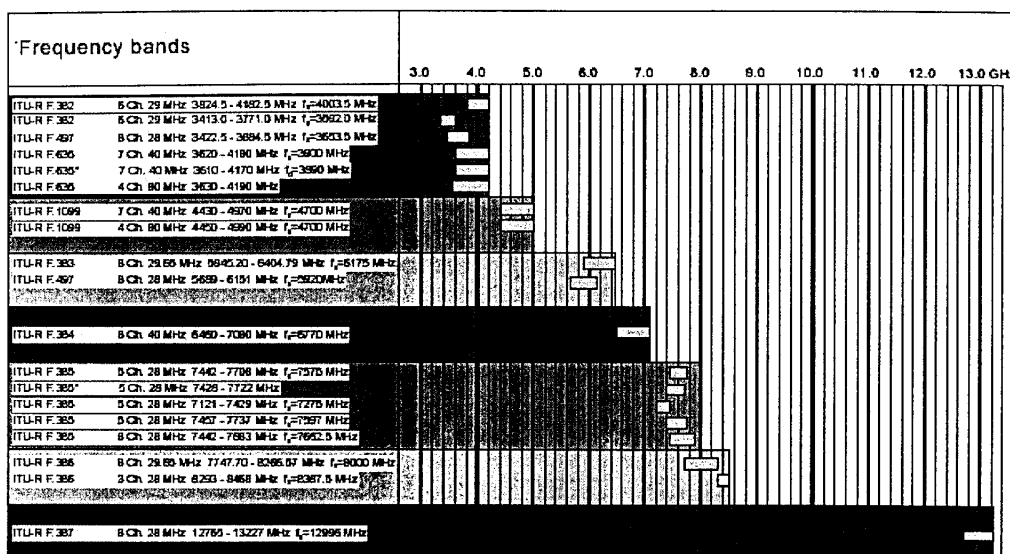


圖表 7 1 + 0 configuration with space diversity

在 4 GHz 到 38GHz 頻帶，Marconi 公司提供完整的 SDH 數位微波系統產品，如圖四所示。民航局北區數位微波系統所用的頻帶為 7GHz、頻寬 28MHz、STM-1 速率、128QAM 的設備，各 HOP 載波工作頻率值，以 ITU-R F.385 Annex 4(8ch. 28MHz 7442-7883MHz  $f_0=7662.5\text{MHz}$ )內兩組頻率為限，在 3 GHz 到 13GHz 頻帶須符合的 ITU-R 規範如圖 9。



圖表 8 SDH microwave radio product matrix



圖表 9 Frequency bands

依據頻率型式(frequency pattern)的利用方式可分為鄰頻雙極化(ACDP.

Adjacent-Channel Dual-Polarized)與同頻雙極化(CCDP. Co-Channel Dual-Polarized)。如圖 10 所示。

**同頻雙極化 CCDP:** 在一個 28 或 40MHz 頻寬波道可傳送 2x155Mbit/S 資料(垂直極化+水平極化)，為了消除接收端垂直極化和水平極化彼此間的干擾，接收機必需要有交叉極化干擾消除(XPIC.

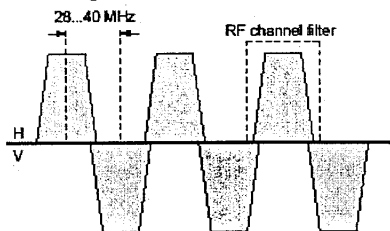
Cross-Polarization Interference Canceller)功能，其方塊圖如圖 11。

Marconi MDRS 155 E 的接收機內含 XPIC 功能，可經由網管軟體設定 ON 或 OFF。例如 ITU-R F.384 如圖 12 所示，只要用一個 Radio Hop

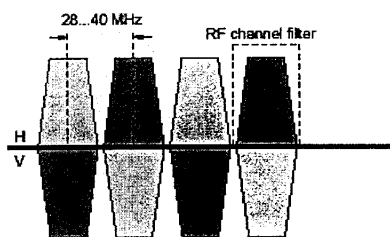
及一個天線，就可傳送 16x155Mbit/S 資料。

鄰頻双極化 ACDP：在一個 28 或 40MHz 頻寬波道，使用垂直極化或相鄰的水平極化傳送 1x155Mbit/S 資料。

The XPIC is integrated in the demodulator and can be software-activated.

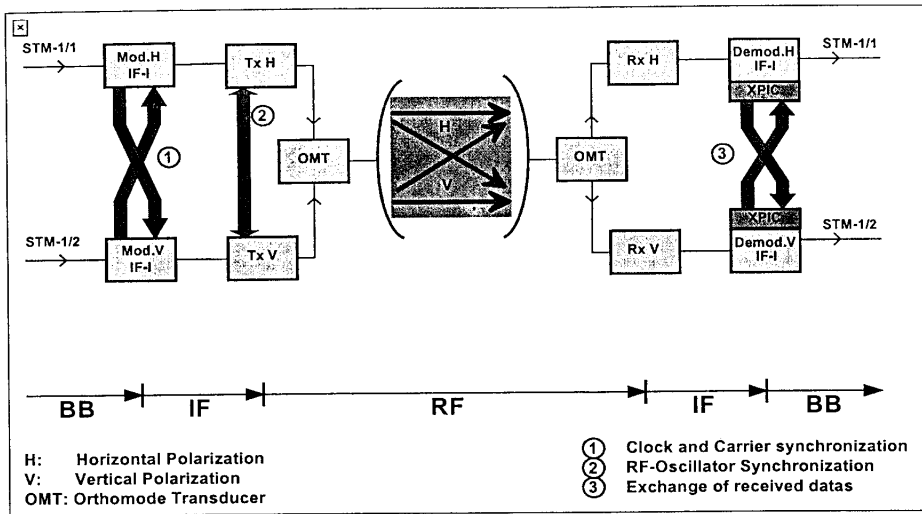


ACDP system  
1x155 Mbit/s in one  
30 or 40 MHz channel

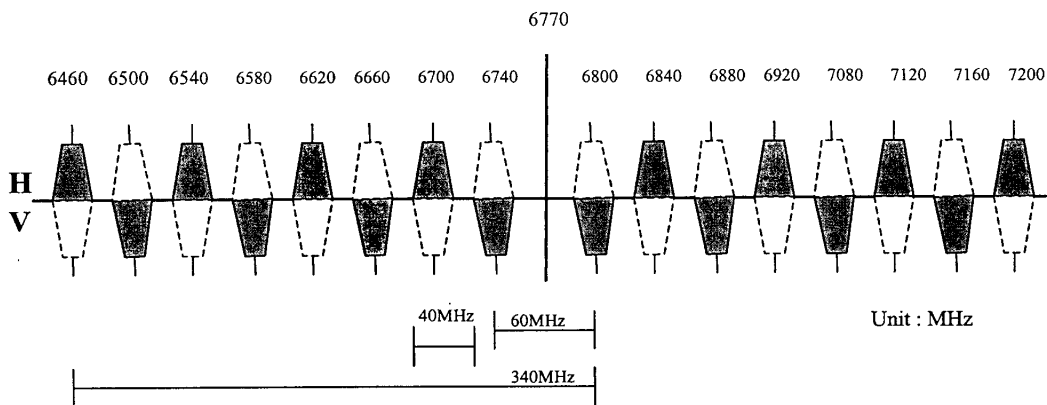


CCDP system  
2x155 Mbit/s in one  
30 or 40 MHz channel  
using both polarizations  
(XPIC)

圖表 10 ACDP and CCDP mode



圖表 11 XPIC function



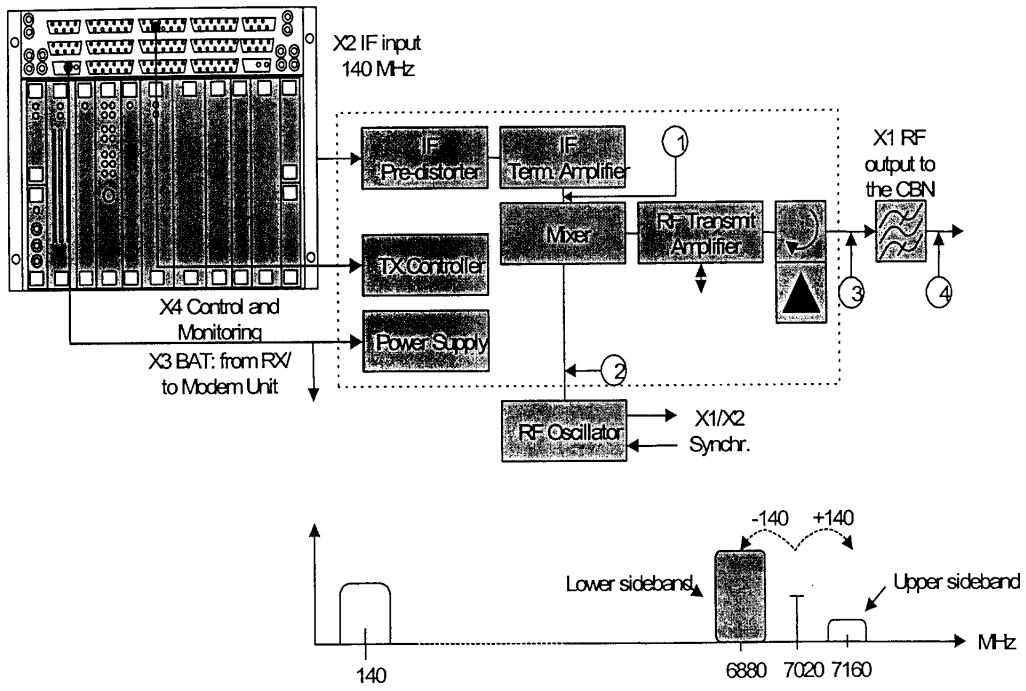
圖表 12 ITU-R F.384



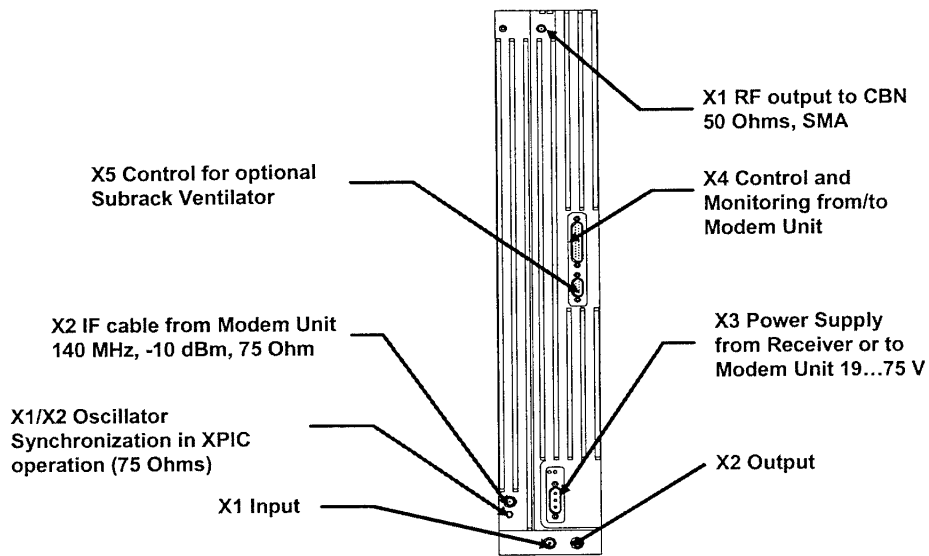
### 3.3.3發射機

發射機方塊圖如圖 14 所示，發射機的射頻振盪器(RF Oscillator)為模組化設計，可依據所使用發射機的射頻載波頻率，而更換射頻振盪器模組，振盪器頻率為射頻載波頻率±已調變中頻(Intermediate Frequency)信號(IF = 140 MHz)，若發射機的射頻載波頻率低於一個中頻頻率，則稱為 Lower sideband，反之就稱為 Upper sideband。發射機的主要設計就是要將 140 MHz 中頻信號與射頻振盪器混頻，經混頻後即成為射頻信號，此過程亦稱為 Tx-Upconverter，此射頻信號經由射頻放大器放大後，再經由導波管至天線發射。發射控制器(Tx Controller)負責監控發射機界面匯流排，包括自動發射功率控制(ATPC)。

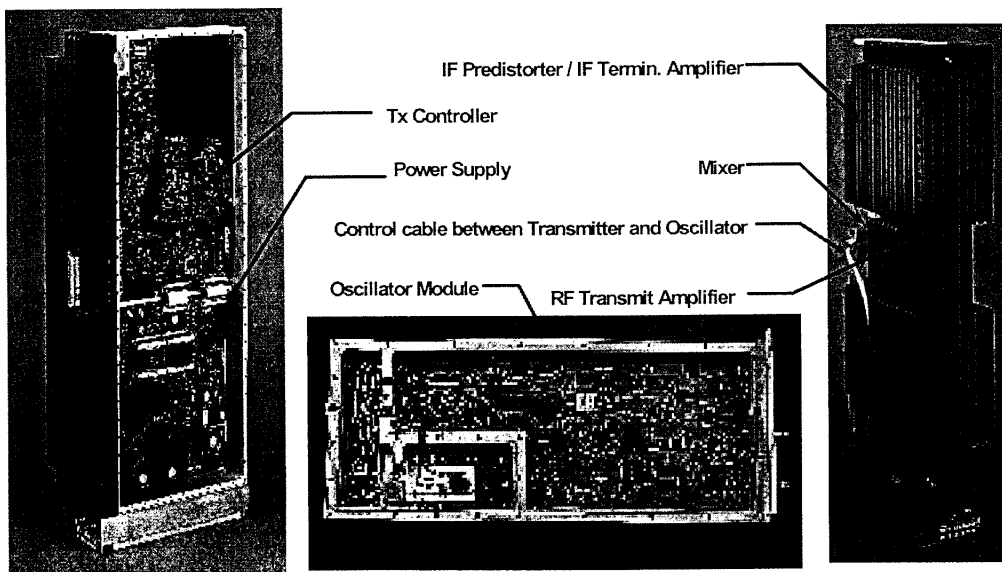




圖表 14 發射機方塊圖



圖表 15 發射機界面



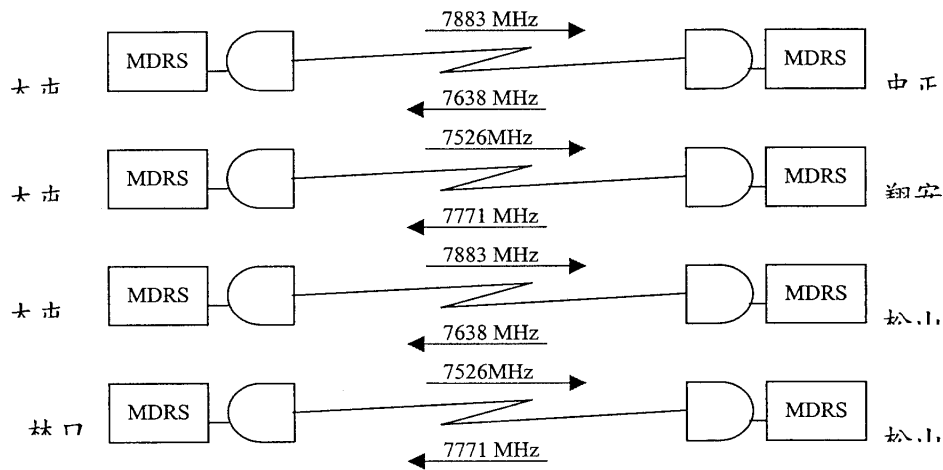
圖表 16 發射機模組

振盪器模組(Oscillator Module)決定了發射機的射頻載波頻率，而民航局

北區數位微波系統所使用的頻率是依據 ITU-R F.385 A4 的兩組頻率

(7526MHz, 7771MHz)、(7638MHz, 7883MHz), 各微波站台所使用的載

波頻率如圖 17, 發射機振盪器頻率可參考圖 18。



圖表 17

7.5 GHz frequency band (ITU-R Rec. F.385 Annex 4)

28 MHz

Subband no.	Lower subband				Upper subband			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Channels	1a, 2a	3a	4a, 5a, 6a	7a, 8a	1b, 2b	3b, 4b, 5b	6b	7b, 8b
Channel frequencies [MHz]	7442 7470	7498	7526 7554 7582	7610 7638	7687 7715	7743 7771 7799	7827	7855 7883
Oscillator frequencies [MHz]	7582 7610	7638	7386 7414 7442	7470 7498	7627 7655	7683 7711 7739	7687	7715 7743
Upper sideband (Up)			X	X			X	X
Lower sideband (Down)	X	X			X	X		

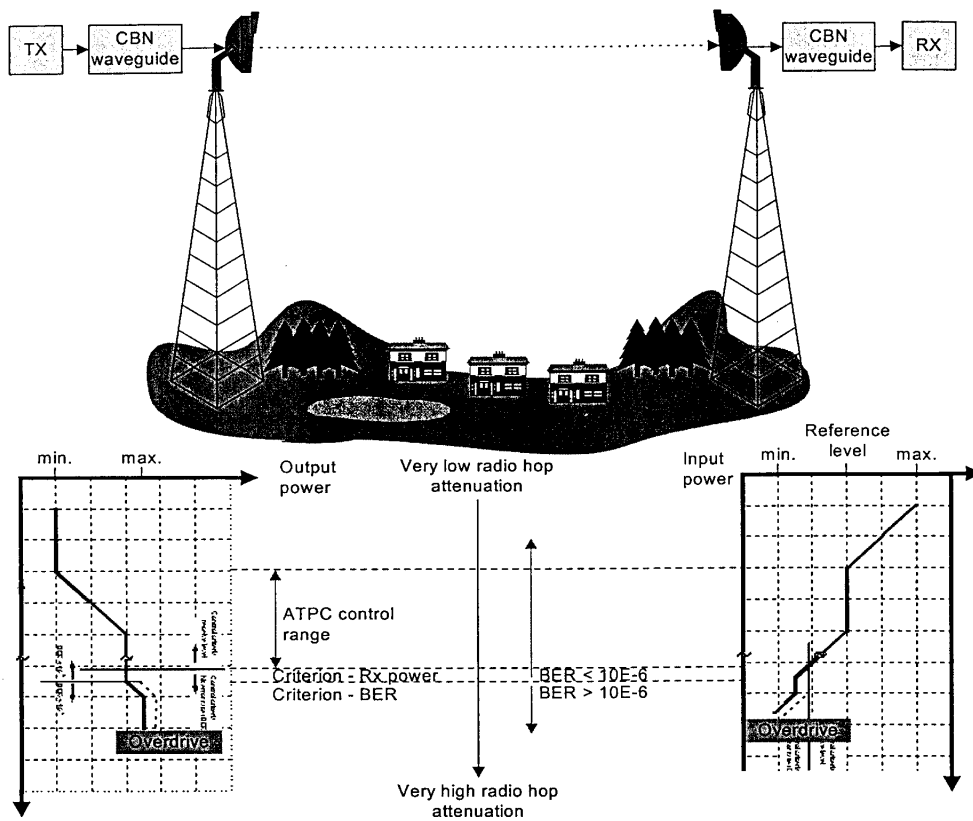
圖表 18

## 自動發射功率控制 ATPC (Automatic Transmit Power Control)

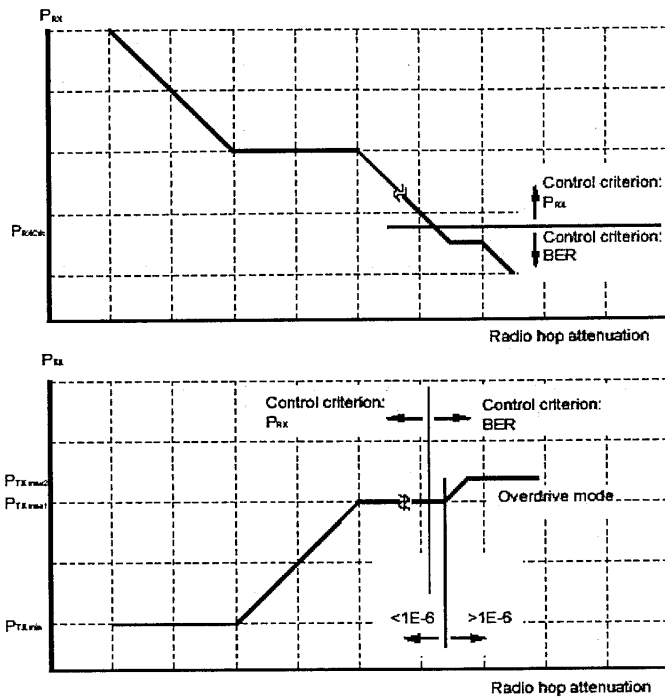
### 目的：

- 一、 為了能使用相同的頻率在微波通訊系統中(如圖 19)，必需避免發射機的射頻信號位準過大，而越過遠端接收的微波站台，干擾到其他的微波站台，使用自動發射功率控制(ATPC)能減少彼此微波站台間的射頻干擾現象。
- 二、 當微波站台間的 Radio Hop 受到氣候(如下雨、濃霧)或其他因素而衰弱時，使用自動發射功率控制(ATPC)能使接收維持固定位準(normal：-50dBm)，若持續衰弱以致誤碼率(Bit Error Rate)增加到  $10E-6$  時，將啟動 Overdrive 模式，再增加 1.5dB 的發射功率，以改善持續衰弱情況。其流程圖可參考圖 20；ATPC 特性曲線可參考圖 21、圖 22。





圖表 21 ATPC 特性曲線



圖表 22 ATPC 特性曲線

- ◆ RF band
  - 4, 5, L6, U6, 7, 8 and 13 GHz
- ◆ Transmit power at A
  - (Output – Transmitter)

Frequency	64 MLQAM	128 MLQAM
4 to 8 GHz	30.5 dBm	30 dBm
13 GHz		28 dBm

- Transmit power reduction
  - 3dB, 6dB or 9dB possible

- ◆ ATPC
  - Control Range

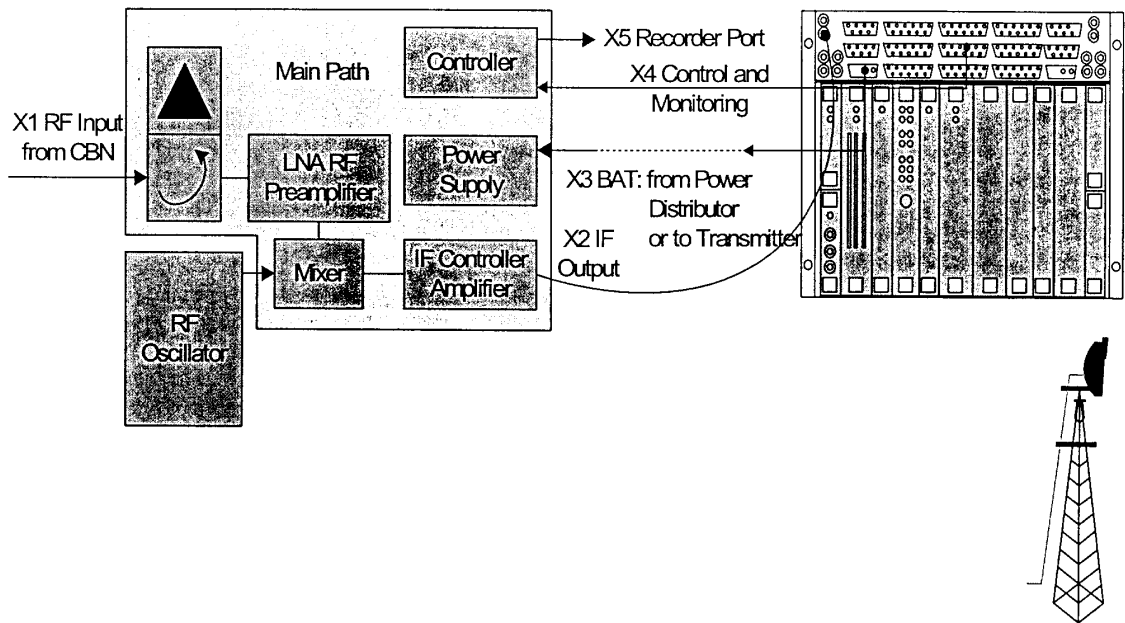
	64 MLQAM	128 MLQAM
4 to 8 GHz	20 dB (+30.5 to +10.5 dBm)	19.5 dB (+30 to +10.5 dBm)
13 GHz		16 dB (+28 to +12 dBm)

- ATPC control velocity
  - 50 dB/s
- ATPC control thresholds
  - Reference point
  - -30 dBm, -40 dBm, -45 dBm, -50 dBm
- +1.5 dB with ATPC overdrive

圖表 23

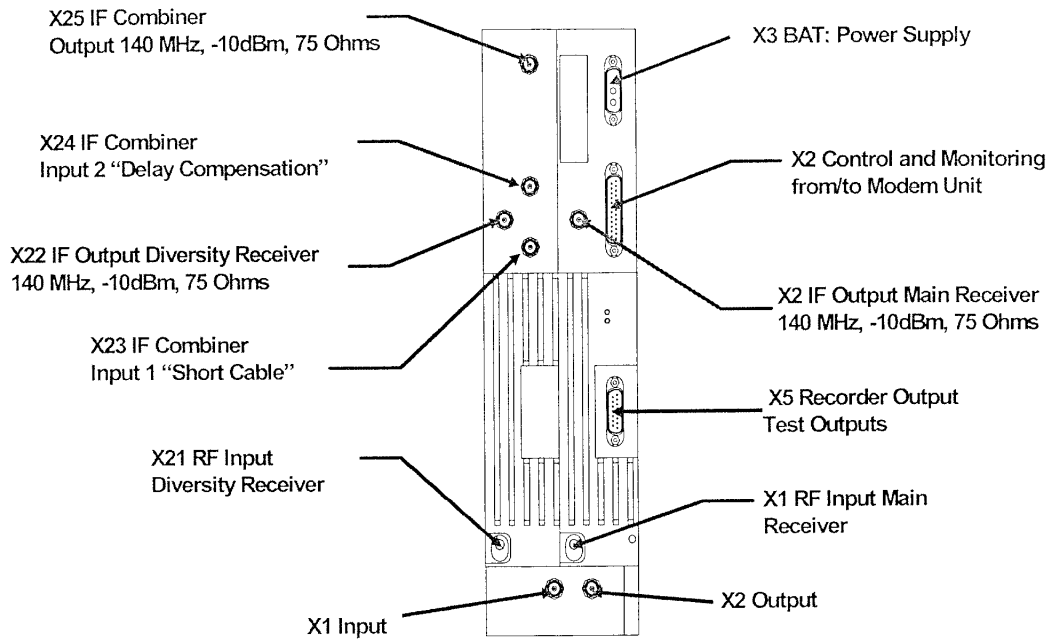
### 3.3.4接收機

接收機方塊圖如圖 24，接收機主要是將微波天線接收的射頻信號轉換成中頻信號後，再輸出到調變解調器單元(Modem Unit)。接收機界面可分為左右兩側如圖 25，右側為 Main Receiver，左側為 Diversity Receiver(未使用)。接收機及發射機的射頻振盪器模組是可互換的。

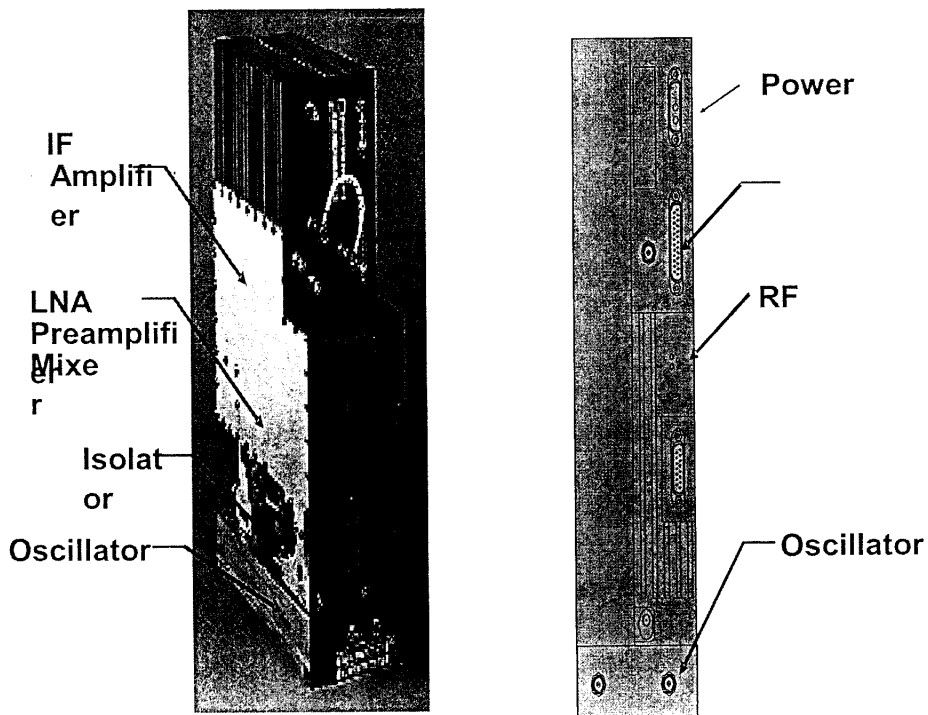


圖表 24接收機方塊圖





圖表 25 接收機界面



圖表 26 接收機模組

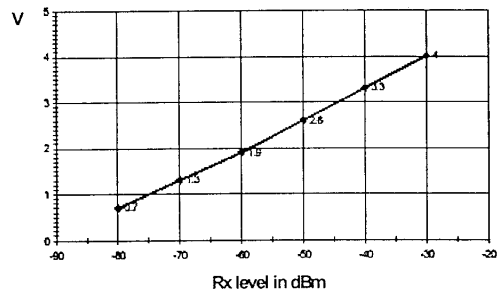
- ◆ RF band
  - 4, 5, L6, U6, 7, 8 and 13 GHz
- ◆ Rx level at A

Frequency		64 MLQAM	128 MLQAM
3.8 GHz	BER 1E-3	-75.5 dBm	-73.5 dBm
	BER 2E-5	-74 dBm	-72 dBm
	BER 1E-6	-73 dBm	-71 dBm
13 GHz	BER 1E-3		-72.5 dBm
	BER 2E-5		-71 dBm
	BER 1E-6		-70 dBm

- ◆ ATPC Control Thresholds
  - Reference point
  - -30 dBm, -40 dBm, -45 dBm, -50 dBm

- ◆ Measuring the AGC voltage
  - Connecting a multimeter (voltmeter) to recorder port X5
    - AGC voltage of Main Receiver (Pin 2)
    - AGC voltage of Diversity Receiver (Pin 3)
    - AGC voltage of Transmitter (Pin 5) (far-end; no 1+1 HSB configuration)
    - Ground (Pin 1)

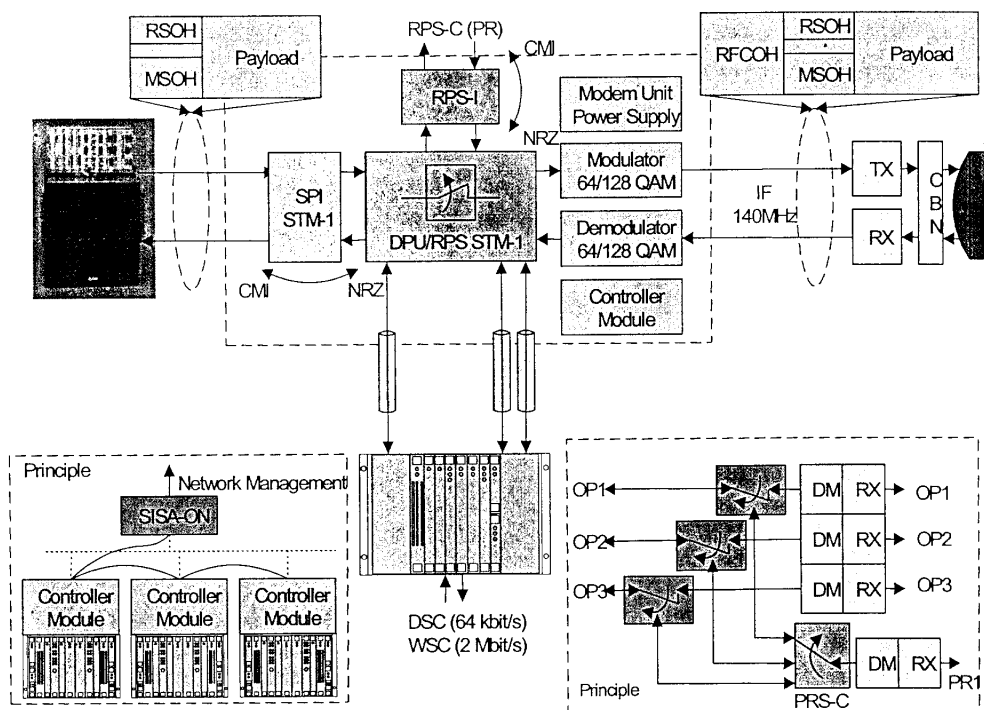
◆ Exemplary measurement



圖表 27

### 3.3.5 調變解調器單元

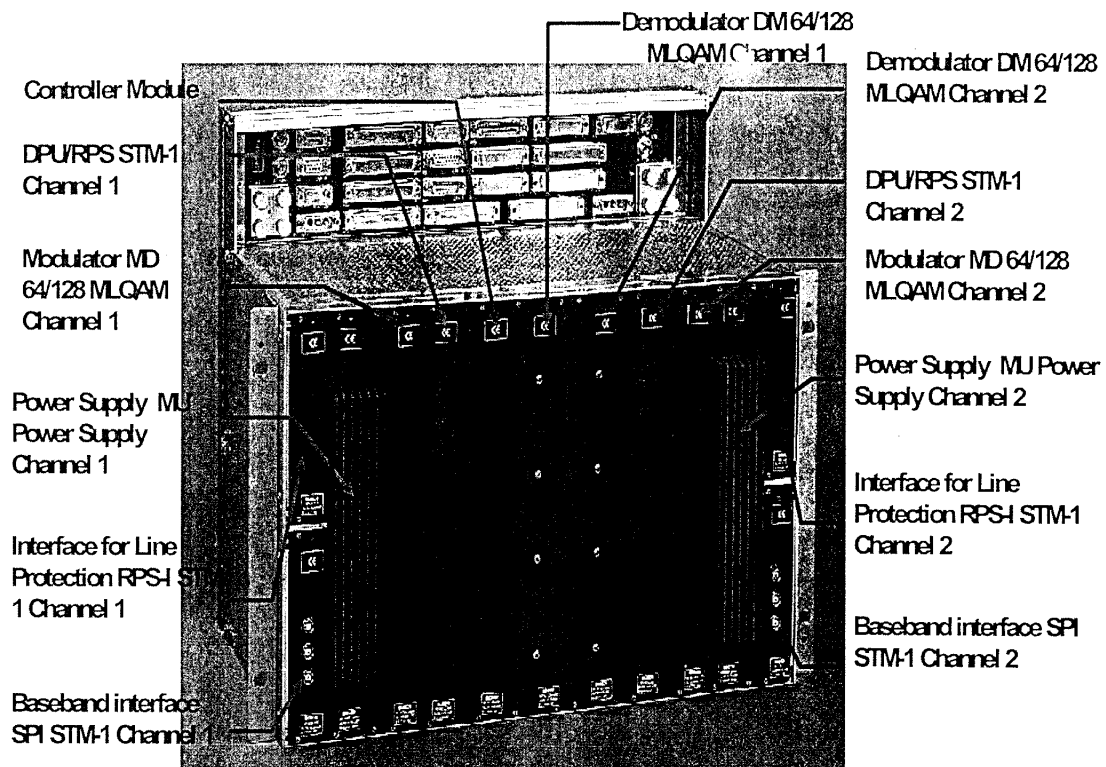
#### 3.3.5.1 調變解調器單元架構



圖表 28 Modem Unit

#### 控制模組(Control Module)：

控制模組負責調變解調器單元界面的監視以及控制匯流排，設備告警收集 and 可利用的中繼連接點。



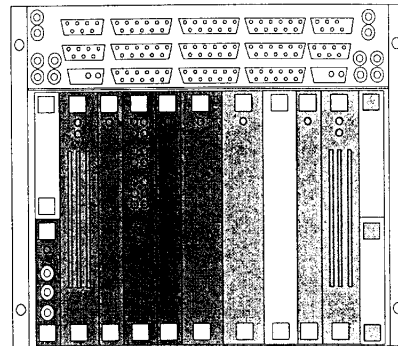
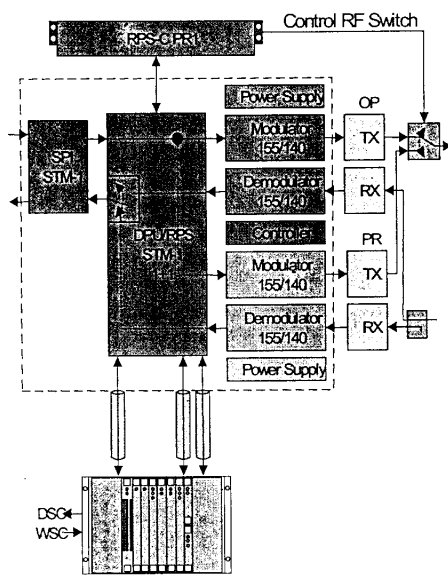
圖表 29 Modem Unit Configuration

調變解調器單元為模組化設計，可依據本身設備所需傳輸的資料量和保護的型式來建構，最大可傳輸 2 STM-1(2x155 Mb/s)的資料量。下

列為可安裝的模組數量：

- 2x SPI STM-1 EL (electrical BB interface) or SPI STM-1 OPT (optical BB interface)
- 2x RPSI STM-1 (electrical STM-1 interface to N+M protection switching)
- 2x Modem Unit Power Supply

- 2x MD 155/140-64 MLQAM (modulator 64 MLQAM) or MD 155/140-128 MLQAM
- 2x DM 155/140-64 MLQAM (demodulator 64 MLQAM) or DM 155/140-128 MLQAM
- 2x DPU/RPS STM-1 (SDH processing and protection switching)
- 1x Controller module (signaling and monitoring interface)

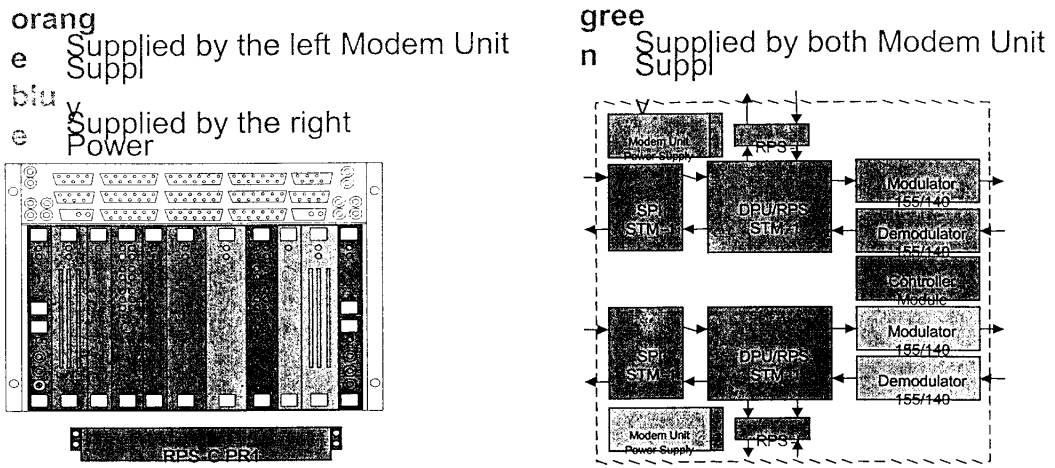


- ◆ 1 Baseband interface
- ◆ 2 Modulators
- ◆ 2 Demodulators
- ◆ 1 DPU/RPS STM-1 1+1
- ◆ 1 Controller
- ◆ 2 Power supply modules

圖表 30 Modem Unit – 1+0 Equipment Protection (1+1 HSB)

※上圖為本系統所用的架構方式

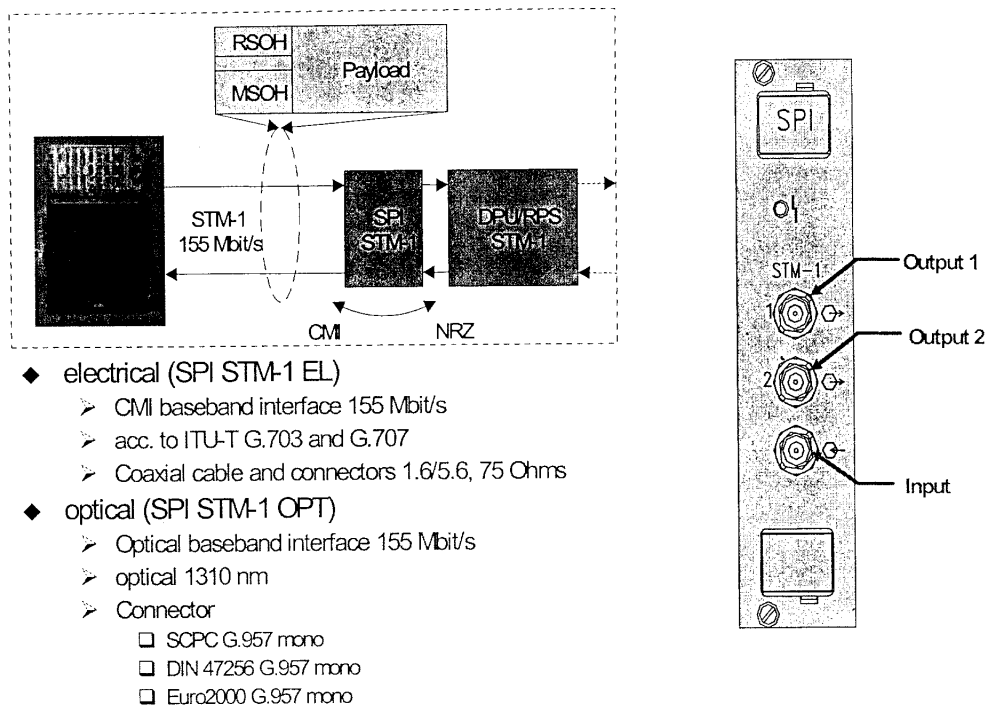
### 3.3.5.2 調變解調器單元電源供應器



圖表 31 Modem Unit Power Supply

※調變解調器單元電源供應器的輸入電壓：19 V ~ 75 V DC

### 3.3.5.3 同步實體界面



圖表 32 Synchronous Port Interface STM-1 (SPI STM-1)

SPI STM-1 卡主要功能是将從多工機輸出的 STM-1 155 Mb/S (CMI)信號轉換成 NRZ 信號，反之亦然。NRZ 信號再提供給 DPU/RPS 做進一步的處理，或是接收從 DPU/RPS 來的信號。

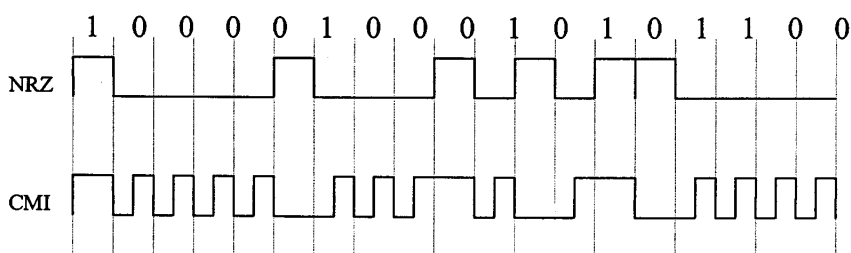
CMI 碼型(Code Mark Inversion)：

CMI 碼型也稱為傳輸信號反轉碼，依據 CCITT 建議，用作四次群界

面碼型。在 CMI 碼型中，”1”碼傳輸信號，以交替地用正、負電位脈衝方式表示，而且”0”碼則用固定相位的一個週期方波表示，CMI 碼的轉換波型如下圖所示。CMI 碼型特點：一、無直流分量成份，易於提取碼元同步訊號。二、具有檢測誤碼的能力。這是因為”1”碼相當於”00”或”11”兩位元碼組，而”0”碼相當於”01”碼組。在正常的情況下，序列中無”10”碼組出現且無”00”或”11”連續出現。這種相關性可用於檢測因干擾而產生的部分誤碼。用於 STM-1 架構之傳輸速率以上電氣線碼碼型。

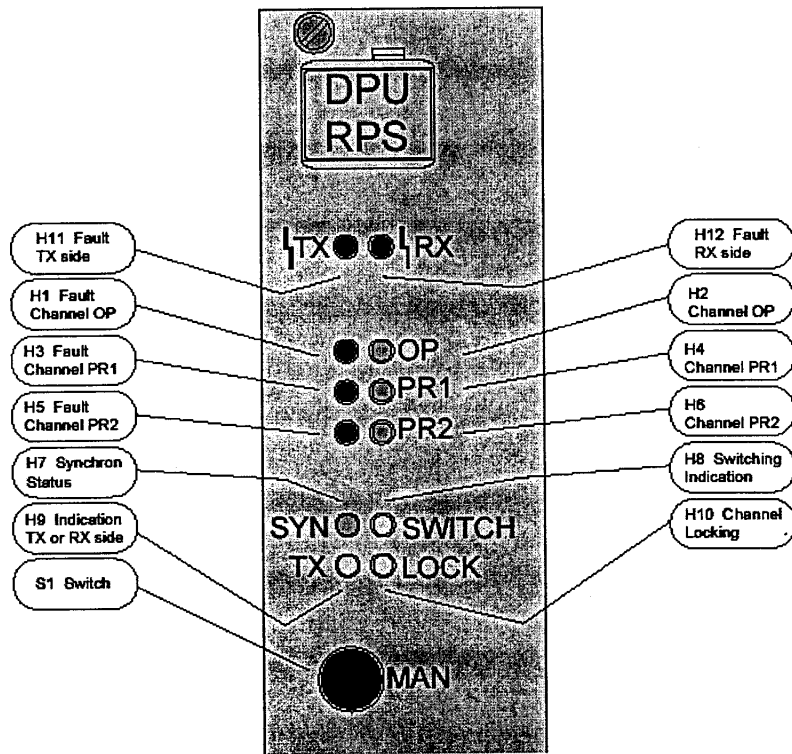
NRZ 碼型(Non Return to Zero)：

NRZ 碼型是一種最簡單的基頻數位訊號型式，如下圖所示。這種訊號脈衝的零電位和正、或負電位分別對應於”0”碼和”1”碼。NRZ 碼型特點：一、脈衝極性單一，有直流分量成份。二、脈衝寬度等於碼元寬度。NRZ 碼一般用於近距離電傳機之間的訊號傳輸。二進制數位訊號處理過程皆以 NRZ 碼型來處理。





### 3.3.5.4 資料處理單元/無線電保護單元



圖表 33 DPU/RPS STM-1 front panel

DPU/RPS-STM-1 卡主要功能：一、可由軟體架構保護交換模式為 n+1 或 n+2 保護方式。二、具有手動切換功能，可將工作(OP)中的通道切換至保護(PR1/PR2)的通道，以利於設備維護。三、可由面板 LED 觀看發射機和接收機狀態，以及告警顯示。面板 LED 顯示狀態如下圖所示。

## LED displays

### **Tx alarm** ●

Indicates a general alarm on the Tx side of the DPU/RPS (e.g. no BB input at SPI).

### **Rx alarm** ●

Indicates an alarm on the Rx side of the DPU/RPS (e.g. no RF input signal.)

### **OP alarm** ●

This LED lights up if the Q0 threshold is exceeded and flashes (see remark) if Q2 or Q1 is exceeded (Rx side).

QA2 (1E-8...1E-12), QA1 (1E-8...1E-4), QA0 (>1E-4)

### **PR1 alarm** ●

This LED lights up if the QA0 threshold is exceeded and flashes (see remark) if QA2 or QA1 is exceeded (Rx side).

QA2 (1E-8...1E-12), QA1 (1E-8...1E-4), QA0 (>1E-4)

### **PR2 alarm** ●

This LED lights up if the QA0 threshold is exceeded and flashes (see remark) if QA2 or QA1 is exceeded (Rx side).

QA2 (1E-8...1E-12), QA1 (1E-8...1E-4), QA0 (>1E-4)

### **NOTE:**

Fast flashing (50%)

Slow flashing (10%)

Very short pulse

QA1 has been exceeded.

QA2 has been exceeded.

Protection channel information is not available (only with line protection).

圖表 34

### **OP** ●

Displays data traffic in the OP channel (Tx or Rx side).

### **PR1** ●

Displays data traffic in the PR1 channel (Tx or Rx side).

### **PR2** ●

Displays data traffic in the PR2 channel (Tx or Rx side).

### **SYN** ●

Displays the optimum bit synchronization between OP and PR1/PR2 for bit-error-free switchover.

If this LED is OFF, one data channel is faulty.

### **Switch** ○

Displays the start of a manual switchover.

### **Lock** ○

Displays a channel lock (OP, PR) at the associated DPU/RPS.

Automatic protection switching in case of a failure is no longer possible.

### **Tx** ○

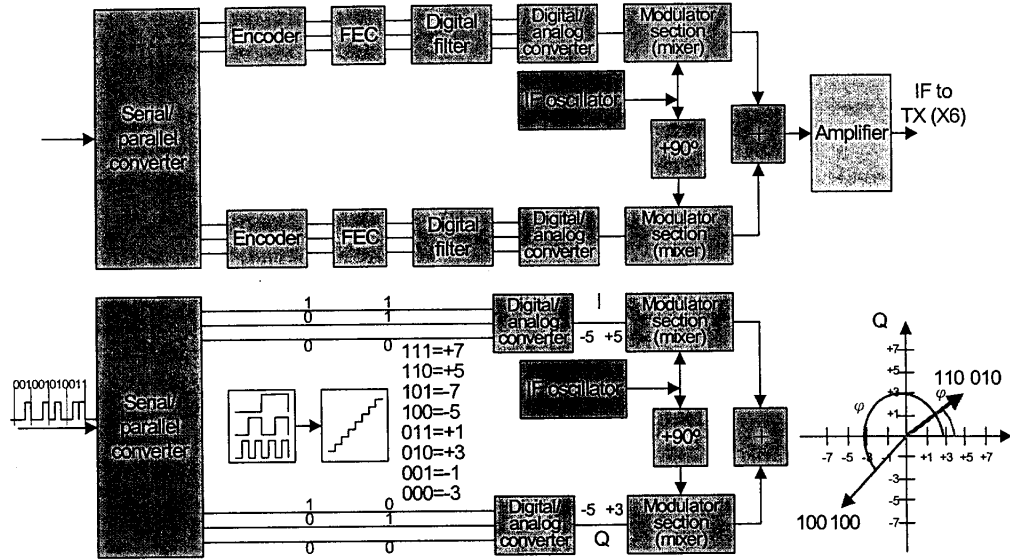
Displays the side currently in operation.

LED is ON: Displays the operational status of the Tx side of the OP or PR.

LED is OFF: Displays the operational status of the Rx side of the OP or PR.

圖表 35

### 3.3.5.5 調變器

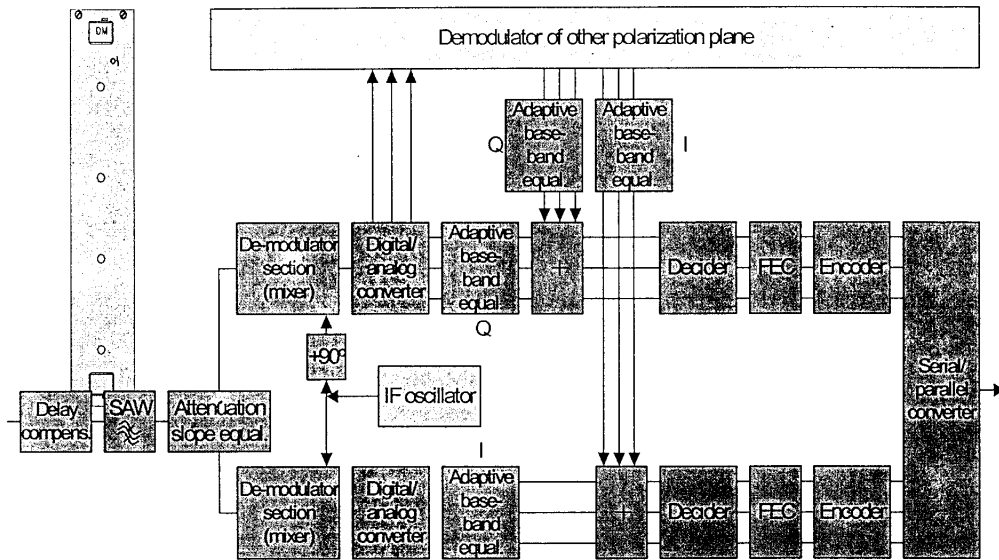


圖表 36 64 QAM Modulator – Block Diagram

調變器模組功能：將 DPU/RPS STM-1 模組輸出的 NRZ 信號調變成 64 QAM(如圖 36)或是 128 QAM，輸出的中頻(IF=140MHz)再送至發射機處理。

- FEC=Forward Error Correction

### 3.3.5.6 解調器

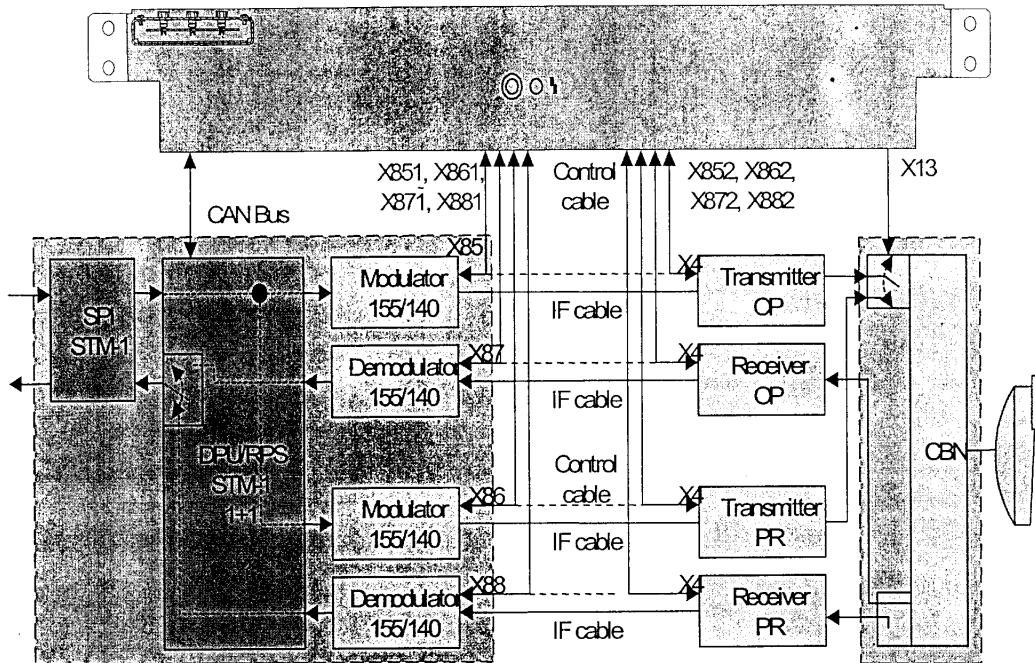


圖表 37 Modem Unit – Demodulator

解調器模組功能：將接收機輸出的 IF 信號解調成基頻(NRZ)信號，再輸出至 DPU/RPS STM-1 模組處理。

- SAW=Surface Acoustic Wave filter

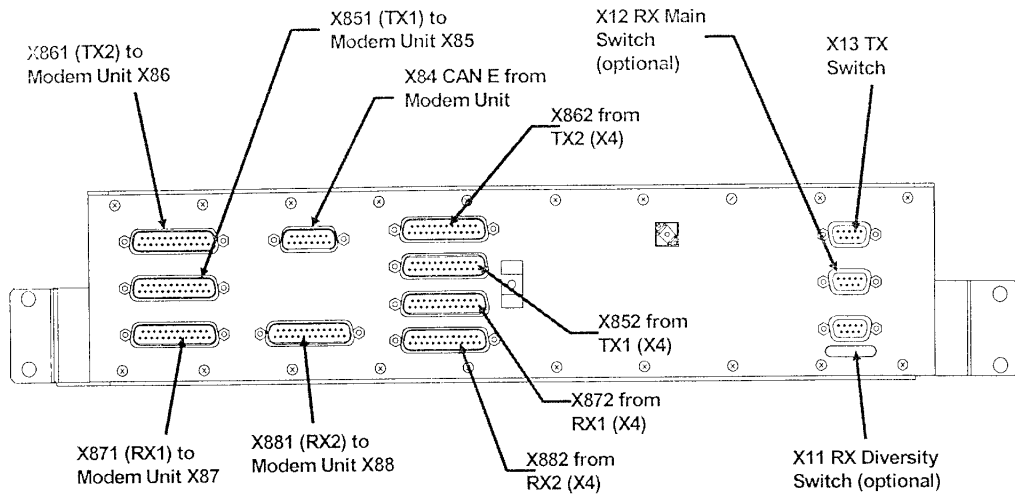
### 3.3.6 Radio Protection Switching Hot standby (RPS-H)



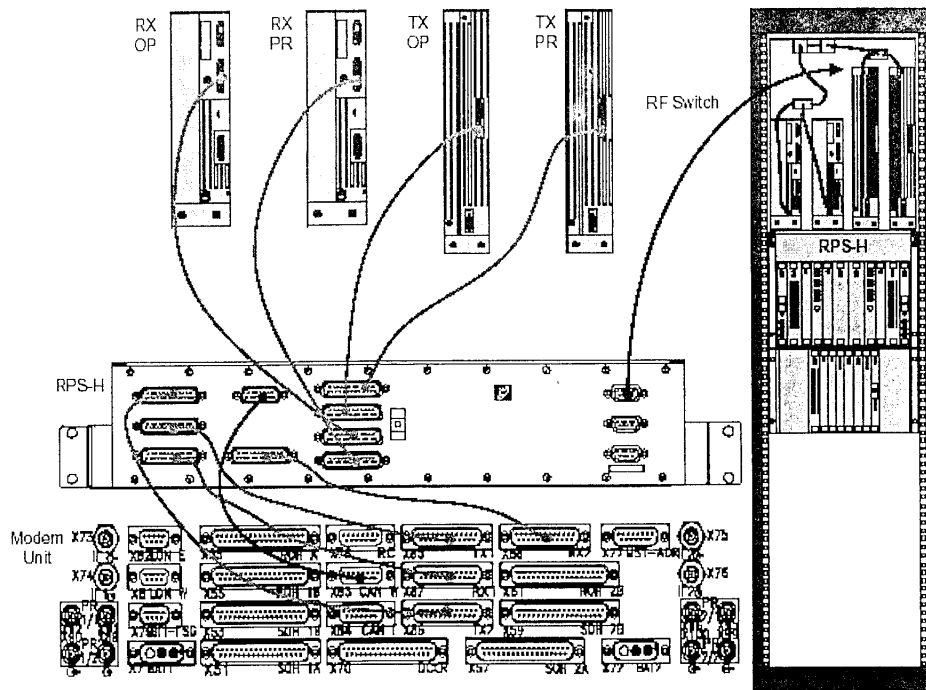
圖表 38 RPS-H ( 1+0 Equipment Protection - 1+1 HSB )

RPS-H hot standby 模組功能：一、控制發射端的射頻切換(可手動或自動切換)。二、控制接收端的射頻耦合。三、將自動發射功率(ATPC)信號應用在作用中的通道(發射端和接收端)。

RPS-H 模組安裝在 Modem Unit 機框連接板上方。



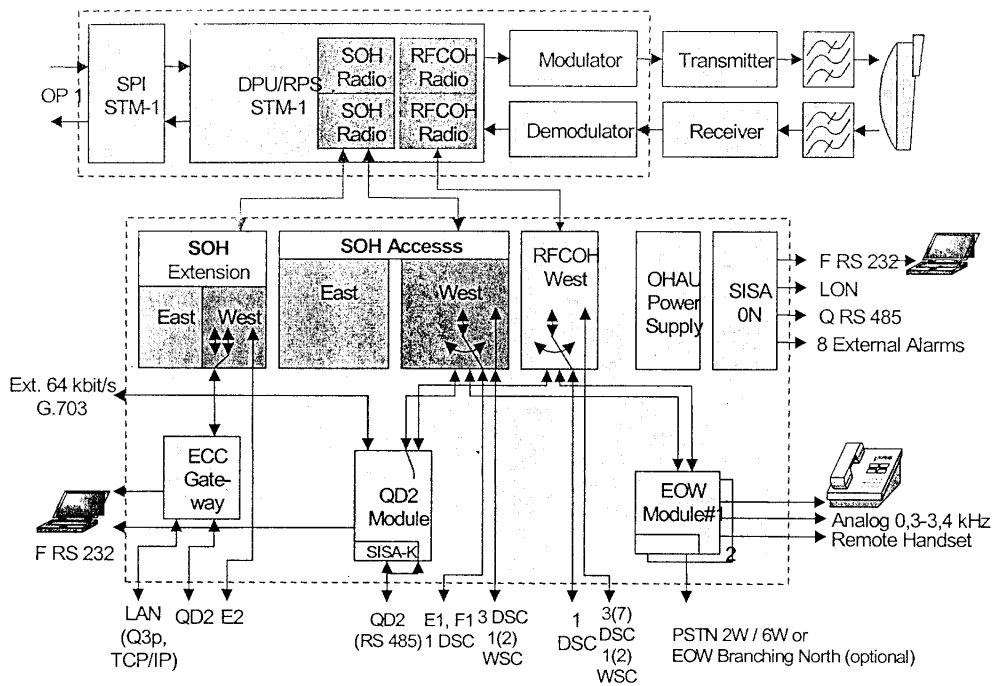
圖表 39 RPS-H - Rear View



圖表 40 RPS-H Cabling

### 3.3.7 Overhead Access Unit (OHAU)

#### 3.3.7.1 Configuration

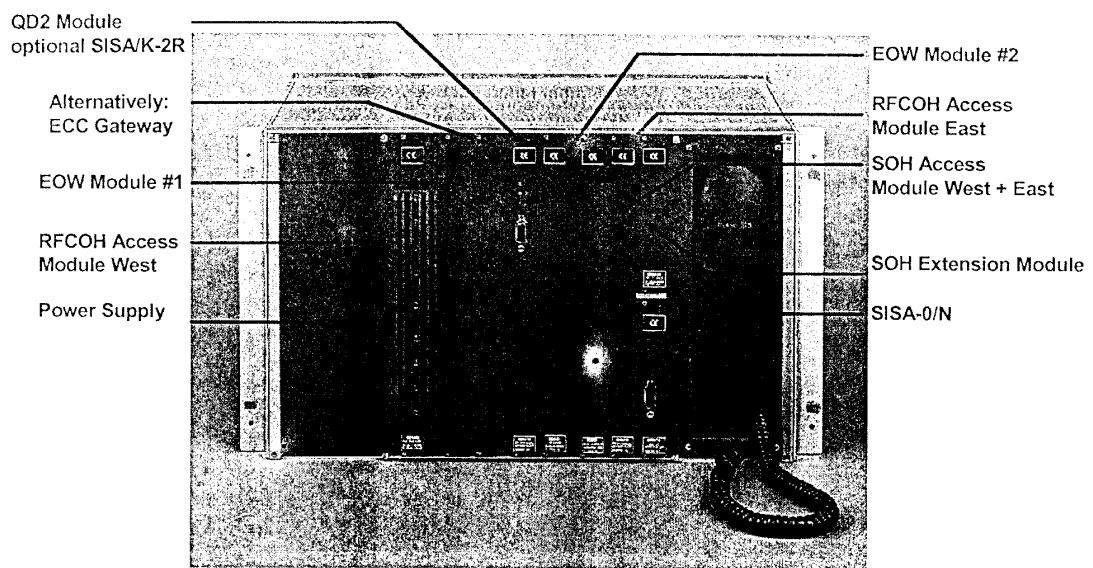


圖表 41 Overhead Access Unit Microwave Radio Station

**Note :**

- ECC = Embedded Control Channel
- EOW = Engineer's Orderwire
- DSC = Digital Service Channel = 64 Kbit/s
- LON = Local Operator Network
- QD2 = German SISA version
- RFCOH = Radio Frame Complementary Overhead
- SISA = Supervisory and Information System for local and remote Areas
- SISA-K = SISA Concentrator
- SOH = Section Overhead
- WSC = Wayside Chsnel = 2 Mbit/s



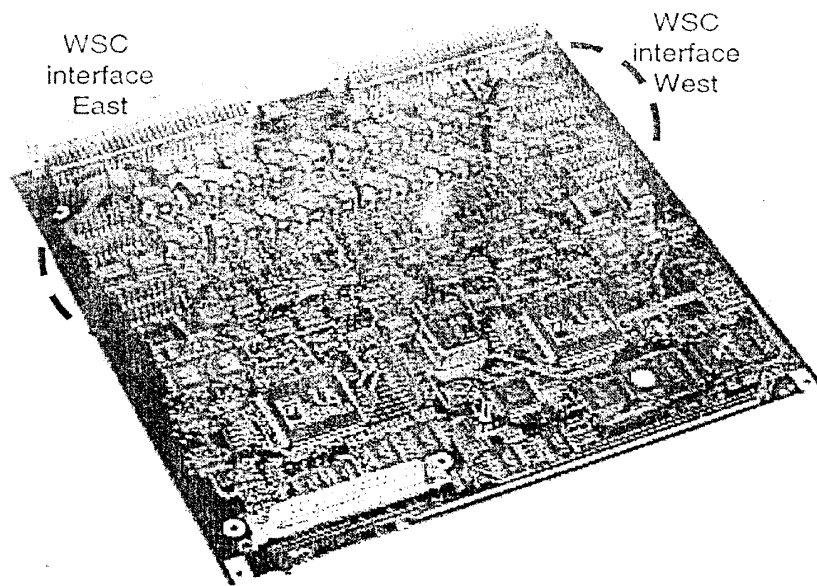


圖表 42 Overhead Access Unit

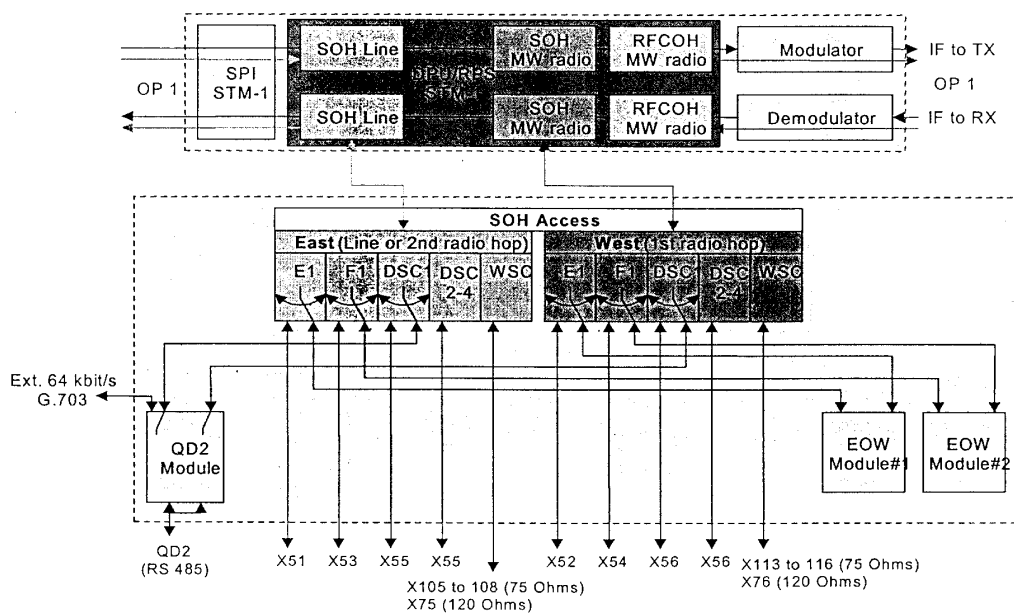
Overhead Access Unit 負責處理終端站台和中繼站台的所有服務，例如可與各微波站台聯絡的勤務波道(Engineer's Orderwire)、監控各微波站台的系統狀態(QD2 界面模組)。Overhead Access Unit 最少配備必需包括 OHAU Power Supply、SOH Module 以及 SISA-0N Module，其他模組可依使用需要選擇配置。OHAU 機框可配置下列各模組：

- 2x RFCOH Access Module (service channels in the microwave-specific multiframe) for one direction each
- 1x SOH Access Module (service channels in the SOH) for two directions
- 1x SOH Extension Module Extension of the SOH Access Module





圖表 43 SOH Access Module



圖表 44 SOH Access Module

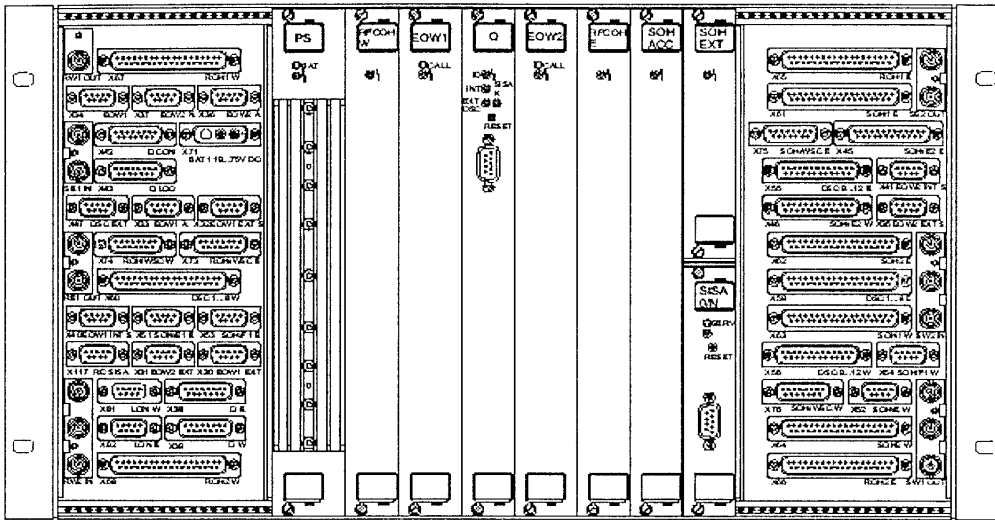
SOH Access Module 功能：將 service channels 插入 DPU/RPS STM-1 的 SOH 模組內。

兩路的 SOH 信號分別給兩方(East + West)處理(將 service channels 插入或取出)，並可作為 1+1 保護。SOH 模組提供了下列各波道給 East 和 West：

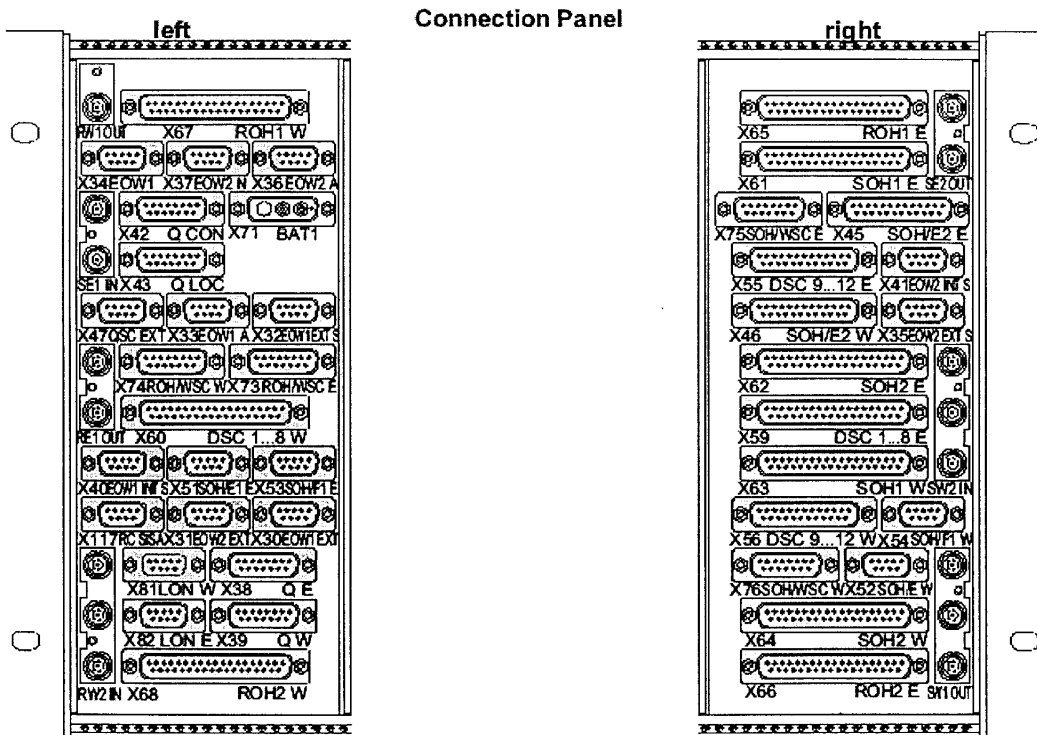
- E1 byte, 64 kbit/s in compliance with ITU-T G.703, codirectional, 120Ω, 1+1
- F1 byte, 64 kbit/s in compliance with ITU-T G.703, codirectional, 120Ω, 1+1
- 4×64 kbit/s in compliance with ITU-T G.703, codirectional, 120Ω, 1+1
- 1×2 Mbit/s service channel in compliance with ITU-T G.703, 75Ω or 120Ω, 1+0 or 1+1

勤務波道即是利用 E1 byte 64 kbit/s service channel 通訊，2 Mbit/s service channel 可作為內部連接使用。

MDRS 155/...64/128 MLQAM E OHAU

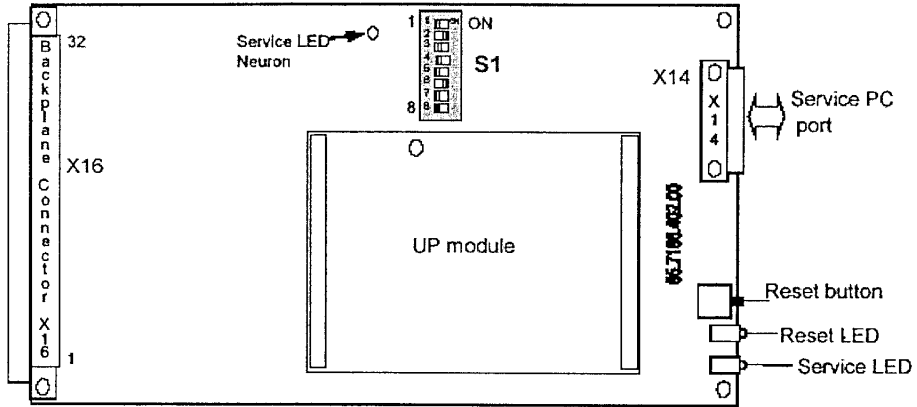


圖表 45



圖表 46

### 3.3.7.3 SISA-0N



圖表 47 SISA-0N Module layout

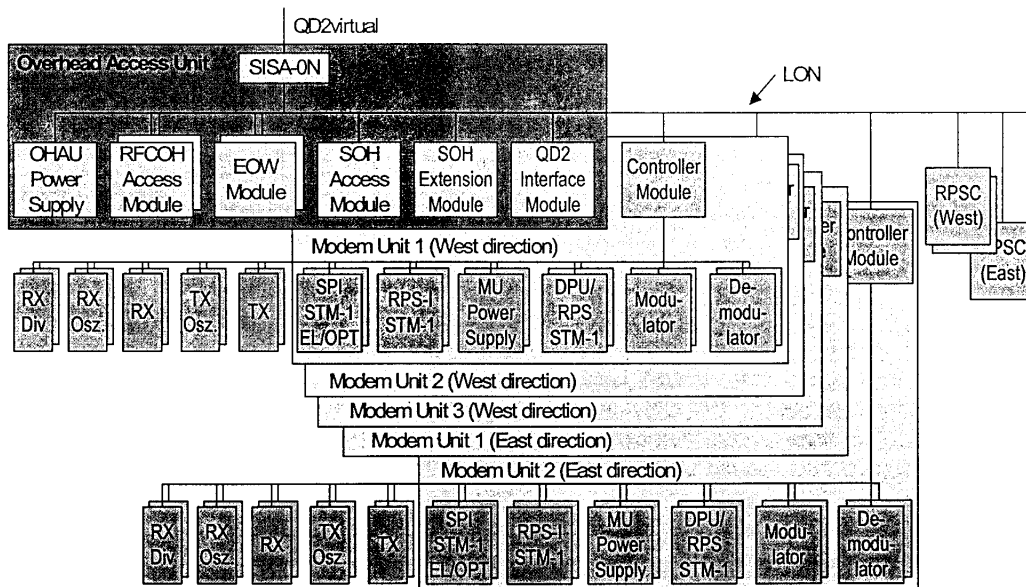
SISA address	DIP switch S1							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	OF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
1	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
2	OF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
3	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
4	OF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
5	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
6	OF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
7	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
8	OF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:
253	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
254	OF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
Binary value	2 <sup>0</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>7</sup>
Analog value	1	2	4	8	16	32	64	128

圖表 48 SISA address

SISA 位址調整只能經由硬體(DIP SWITCH S1)設定，無法由 Server PC 設定，位址範圍：0~254，位址 255 保留給 SISA-0N 模組下載軟體用。

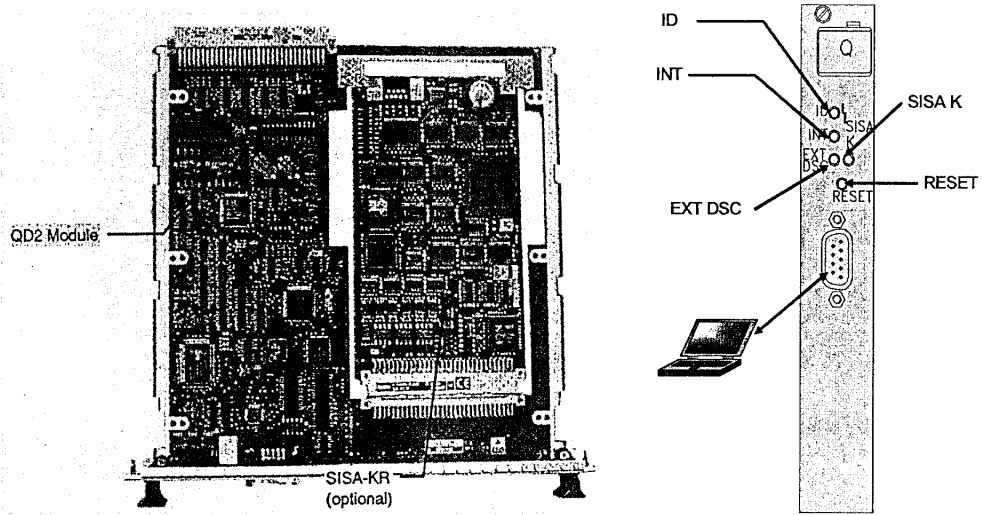
SISA-0N 模組功能：將內部的系統匯流排(LON bus) 轉變到 Q-interface(QD2)，以及提供了一個 F-interface 給 Server PC(LMT)使用。SISA-0N 模組只能監控本地的微波站台，無法監控遠端微波站台。

- LON = Local Operator Network
- LMT = Local Maintenance Terminal



圖表 49 MDRS 155 E - LON Bus -Logic View

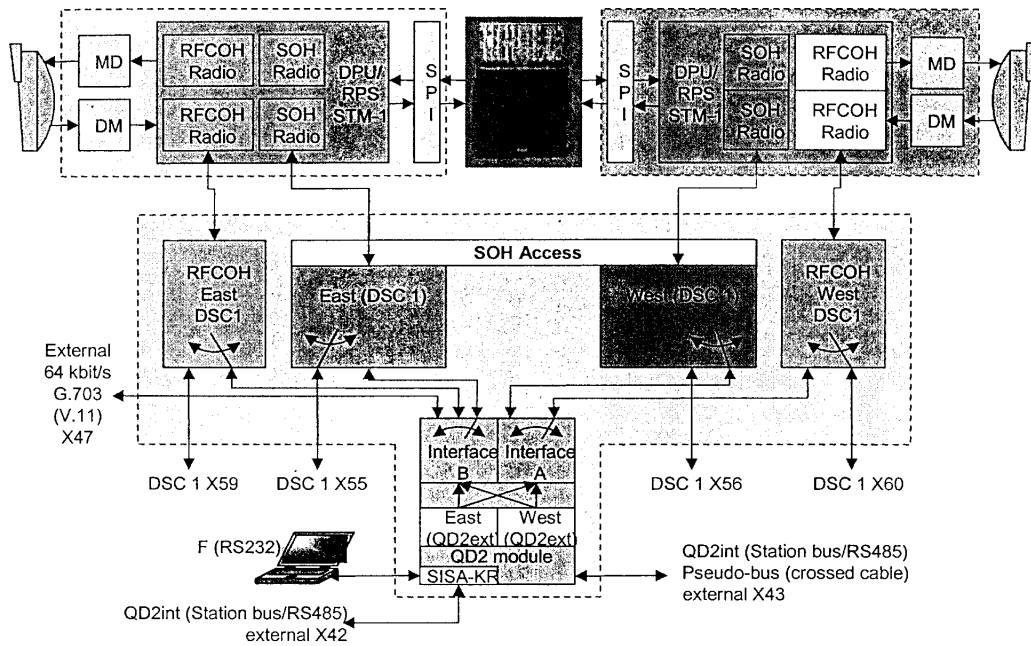
### 3.3.7.4 QD2 Module



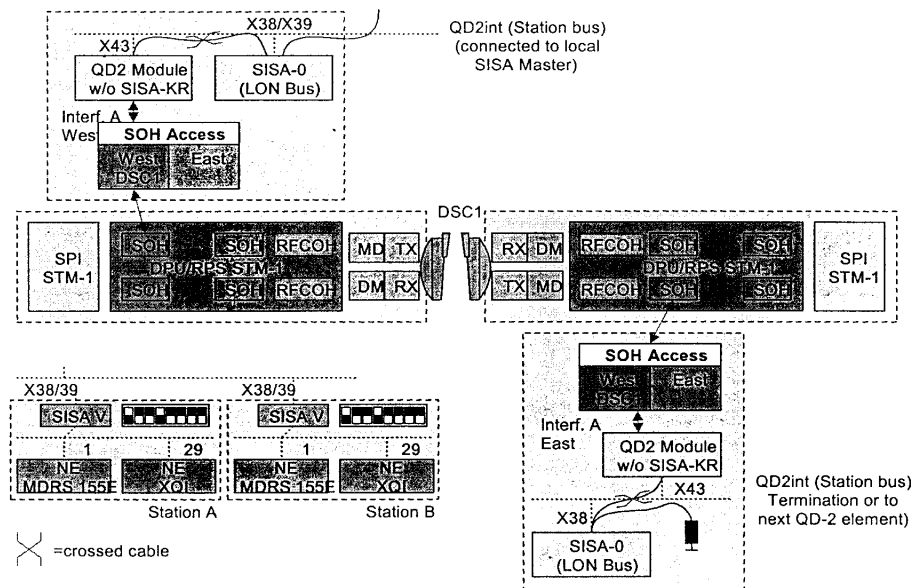
圖表 50 QD2 Module

QD2 Module 功能：將 QD2 匯流排轉變到 64 kbit/s 界面(DSC 1)。信號以 1+1 保護方式傳送至 WEST 及 EAST 兩方，並藉由軟體規劃路徑到 SOH Access Module 或是 RFCOH Access Module。





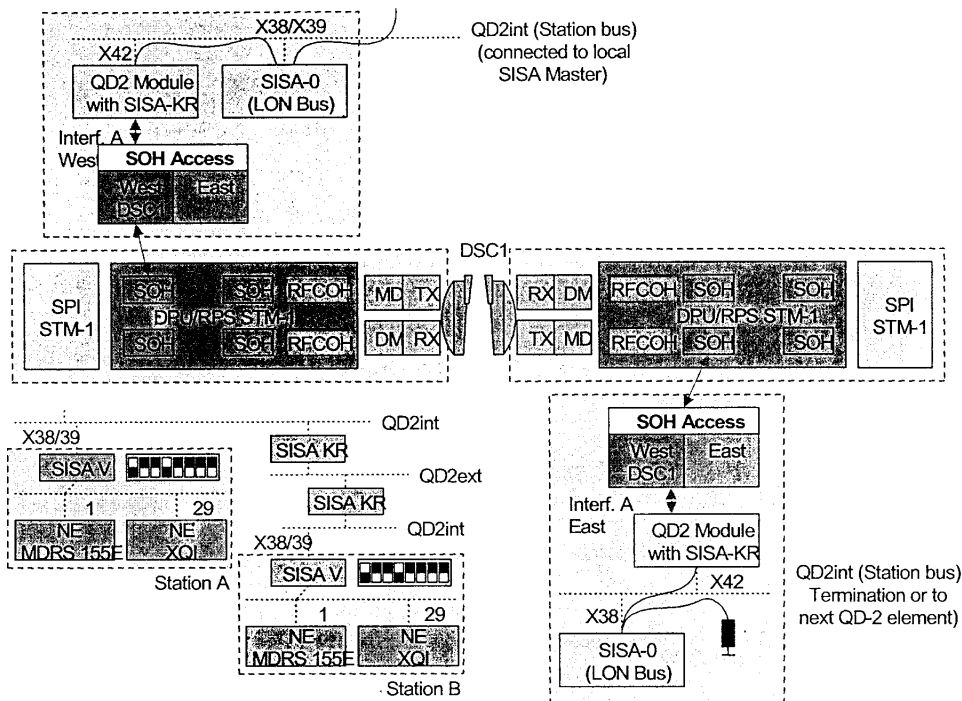
圖表 51 QD2 Module



圖表 52 Configuration Example 1 - Radio Hop without SISA-KR

※在 X43 到 X38 的連接線必需使用交叉線，信號傳遞是利用

QD2 界面(Station bus)傳送到對方，未經過 SISA-KR。

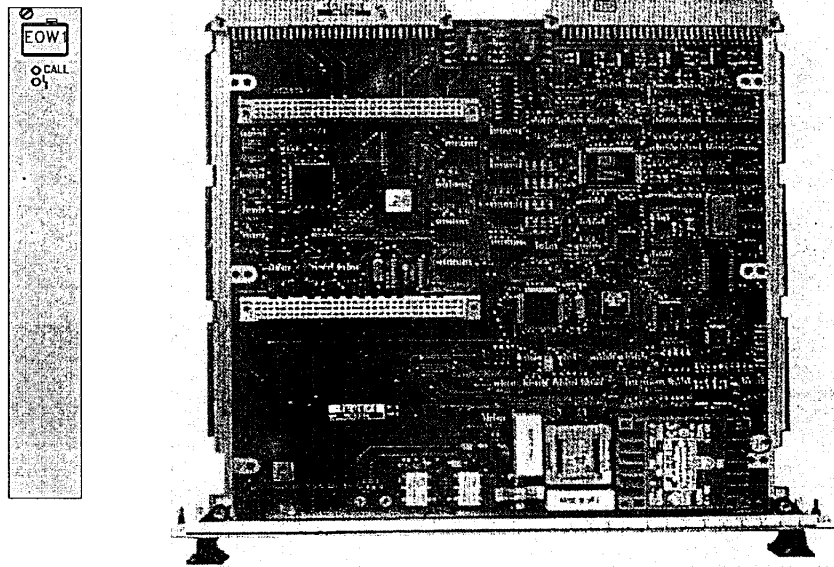


圖表 53 Configuration Example 2 - Radio Hop with SISA-KR

在 Station bus 起始點上，一片 SISA-KR 卡可管理 30 SISA-0 模組，SISA-0 模組若超出 30 以上，則必需要再插入一片 SISA-KR 卡，以此類推，最多可到 9 層。

- SISA-KR = SISA Concentrator

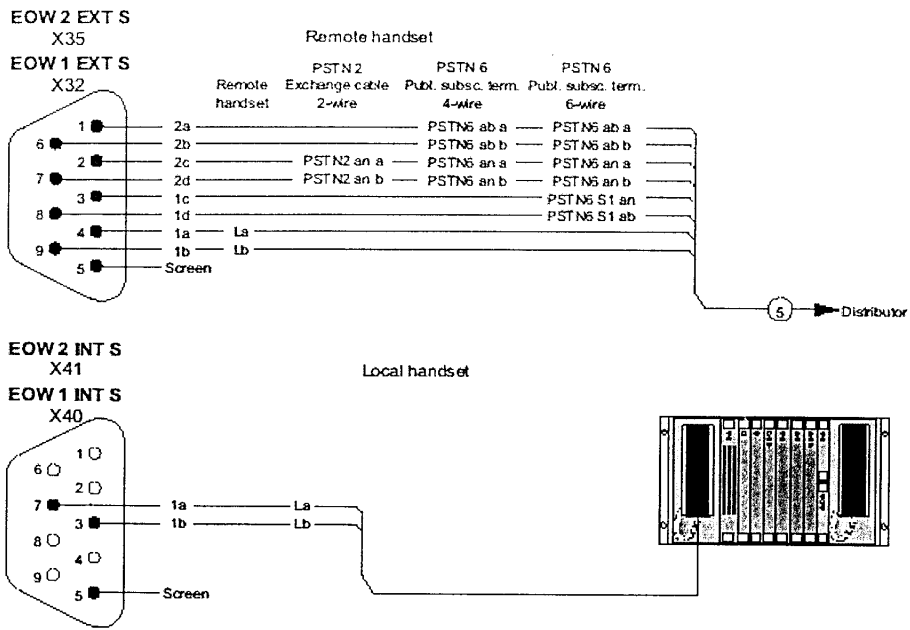
### 3.3.7.5 EOW Module



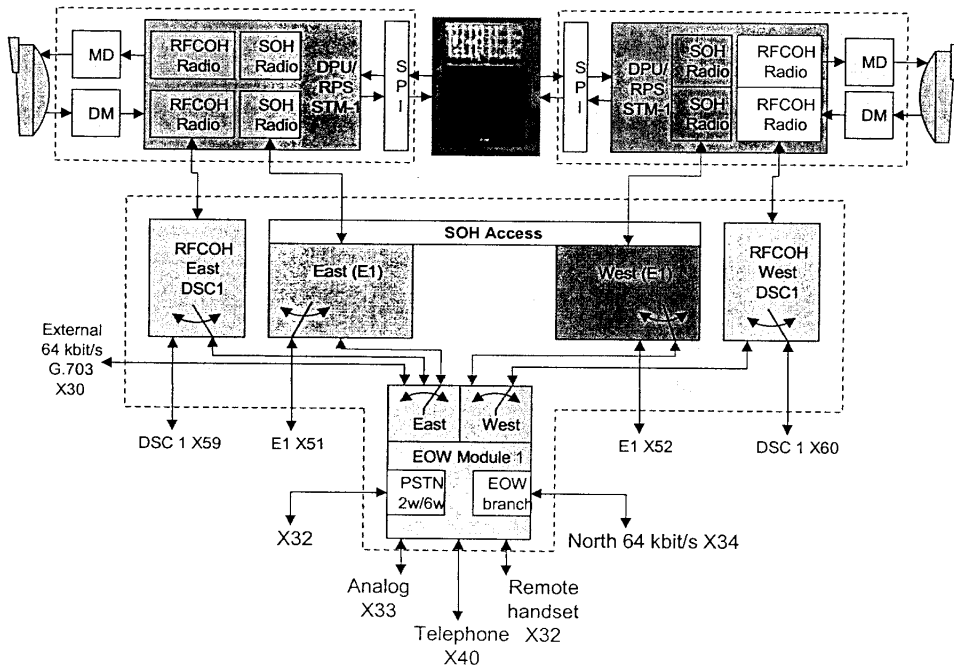
圖表 54 EOW Module

EOW Module 允許一個 64 Kbit/s service channel 作為勤務波道使用，所用的電話機連接至西方的插槽，可執行的功能如下：

- 選擇性呼叫
- 群組呼叫
- 集體呼叫
- 傳送測試音調

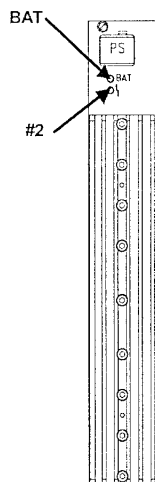


圖表 55 Remote and Local Handset Connector Assignment



圖表 56 EOW Module

### 3.3.7.6 Overhead Access Unit Power Supply (OHAU PS)



- ◆ Input DC voltage from 19 V to 75 V
- ◆ Supplies all components of the Overhead Access Unit

Designation	Signalling	Meaning
#1 / "BAT"	green	Lights up when operation is in order
#2	red	Internal fault of OHA-Unit Power Supply

圖表 57 Overhead Access Unit Power Supply (OHAU PS)

## 3.4 多工機

### 3.4.1 ADM多工機系統簡介

本次採購案所購買的 SDH(Synchronous Digital Hierarchy, 同步數位階層)數位微波系統 ADM 多工機部份(BROADway), 係由美國康乃迪克州 PARAGON 公司所生產, 該系統為全數位化(Full Digitized), 以交換矩陣(Switch matrixes)技術為核心, 它的整合功能可以隨意地包含一個 SONET/SDH ADM(Add-Drop Multiplexer, 塞取式多工機)、VT/TU-level switch 映射結構階層交換、IP 存取路由、DCS(1/0 Digital

Cross-Connect Switches System，數位交叉多工機系統)、非同步傳輸模式交換(ATM)、M13(1/3 Multiplexer，T1,E1 至 DS3 的多工)和複合式通道服務單元(CSU)。目前 SDH 已演變為越來越重要的傳輸標準，並將主宰未來的電信網路，SDH 系統內設的先進網路管理功能，對於架構複雜的網路特別有吸引力，而 PDH(Plesiochronous Digital Hierarchy，近似同步數位皆層)網路則很難實現。SDH 的特點包括單端維護中心、服務中監測傳輸路由(微波或光纖)性能、DAC(S(Digital Access Cross-Connect System)般管理(本地或長途通信路由重新安排，調整與測試)、提供經濟的進接服務(存入/取出)、提高網路應付故障的能力(環形結構)及多家廠商設備兼容性等。上述 SDH 特點不僅可以降低費用，改善效率，同時可以增加現有 PDH 微波無線電和光纖設施所不能提供的新業務，更能符合未來航空通信的需求。

#### 3.4.2 BROADway 系統特色

BROADway 是一種兼有多工、配線、匯整、保護/恢復(切換控制)、監控、網路管理(OAM&P)等多功能傳輸設備，並有以下特點：

- 模組化的分類式交換矩陣包括有：
  - 窄頻 TDM(分時多工，Time-Division Multiplexing)交換矩陣
  - SONET/SDH 交換矩陣
  - 封包交換路由矩陣

以上的交換矩陣不僅直接代替了多工器及數位式配線架，而使設備配置尺寸縮小、增高可靠性。而且可為網路提供迅速有效的連接和網路保護恢復功能，並能經濟有效提供各種業務。可代替配線架將

VC-n(Virtual Container n=11、12、2、3、4，虛擬信櫃)藉以交換連接功能(HPC)，是以時槽(TSI)交換技術來作互換作業，來動態調整網路實現 SPVC(Switch Permanent Virtual Connection)的功能。

- 廣泛多樣的網路和用戶介面:T1、E1、DS3、OC3、STM-1、Ethernet。能傳輸多種訊息能力及各種碼框信號流。
- DS0-granular any-to-any DACS: 提供 T1 與 E1 間的 DS0 時槽經由 DACS 交換矩陣作交換。
- 封包服務包括:IP 路由、網路位址轉換(NAT/NAPT)、ACL(Access List)的過濾、和多協定的橋接。
- Layer 2 傳輸協定包括:PPP(Point to Point Protocol，點對點協定)、ATM(Asynchronous Transfer Mode，非同步傳輸模式)、Frame Relay(訊框中繼)、PPP over frame relay。在 OSI 參考模型中共有七層，Layer 2 為資料鏈結層(Data Link Layer)可以確保訊息被傳送到適當的設備，並會將從上層來的訊息轉譯成位元的形式以供實體層來傳輸。
- Advanced bandwidth management:極大地增加了頻寬或承載的容量，且同時改善了管理能力，因此可簡化維護，減少操控人員，更快

地提供新業務。

- 網路管理支援有:內建式 HTTP web server、SNMP(Simple Network Management Protocol，簡易網路管理協定)、和指令列管理(command line management)。SDH 網路管理系統(NMS)設備是負責整個 SDH 網路的管理負責故障監視、效能管理、組態管理、安全管理等。
- 最高可安裝 5 個機框單元，全部從正面存取使用。
- 分散式電源系統。
- 硬體環境(-40°C to +65°C)

BROADway 系統方塊圖與實體圖如下圖所示:



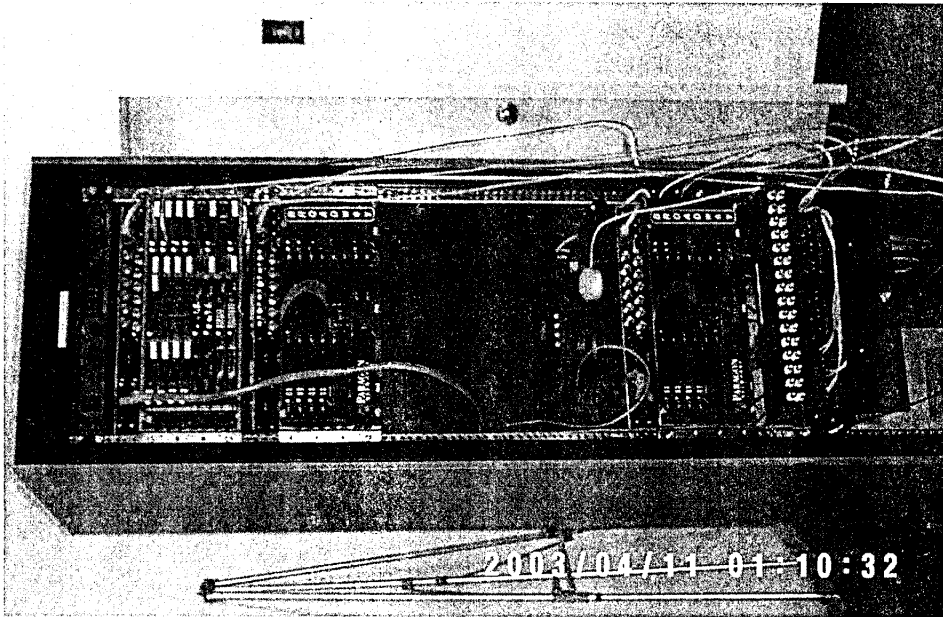
圖表 58

Note(1):在 NHP#2 卡上的最後 4 個介面是使用於備份

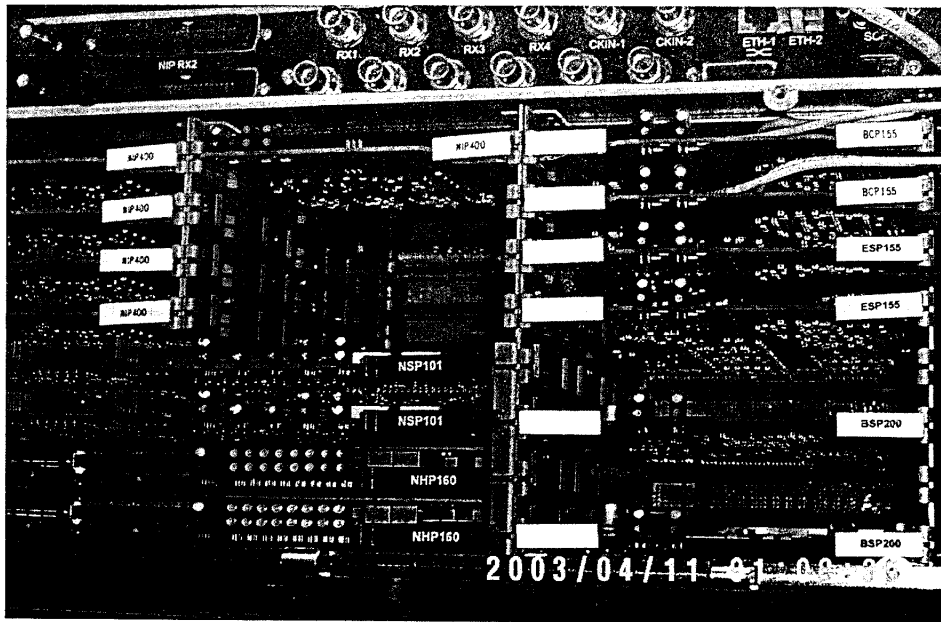


Note(2):這是 4 個實體 Amphenol Champ 連接頭(2 Tx ， 2 Rx)

Note(3):在第 8 插槽上的 NIP400 卡可當工作介面或者作為 1-7 插槽  
的備份介面



圖表 59



圖表 60 BROADway 系統實體圖

## SDH/SONET 同步數位階層架構

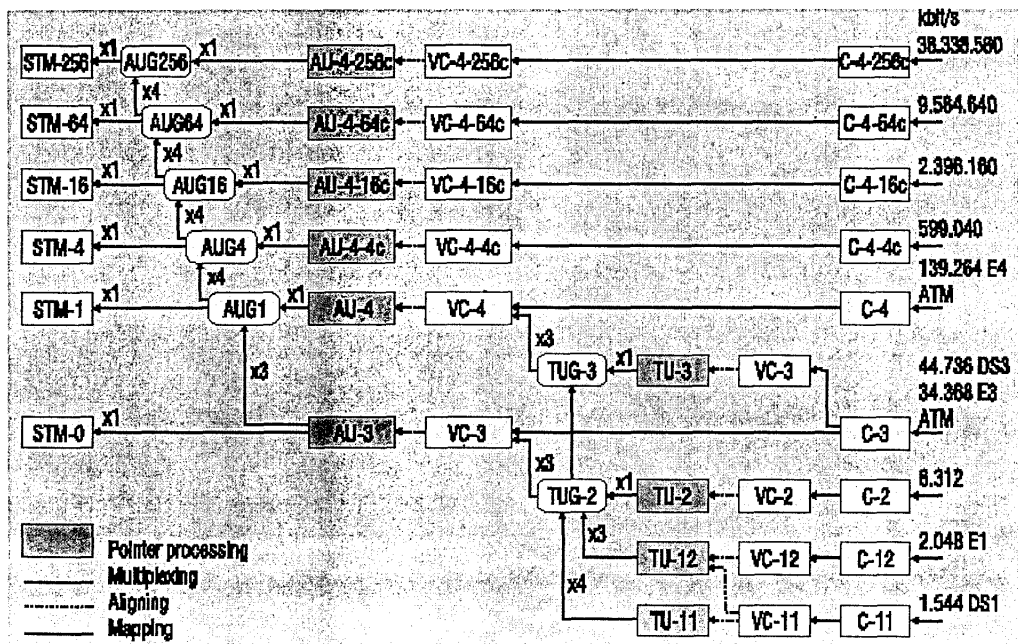
SONET(Synchronous Optical Network, 同步光纖網路)的電訊號稱為同步傳輸訊號(STS: Synchronous Transport Signals, STS-N), 並且其光訊號稱為光載體(OC: Optical Carrier, OC-N), SONET/OC-1(STS-1)的基本位元率為 51.840Mbps。

SDH(Synchronous Digital Hierarchy, 同步數位階層)的電及光訊號皆稱為同步傳輸模式(STM: Synchronous Transport Module, STM-N), SDH/STM-1 的基本位元率為 155.520Mbps。SONET 有各種特殊配套信框架構格式(如 VTs), 允許現有近似同步數位傳輸架構(PDH)、網際網路架構(IP)、STS 同步數位階層傳送信號架構、及 B-ISDN 之 ATM 各種信框速率都能輸入其 SONET 信框架構之酬載區上傳送, 因而具有廣泛的適應性, 如 VT1.5, VT2, VT3, VT6, VT34, VT45 等各種特殊配套信框架構格式。

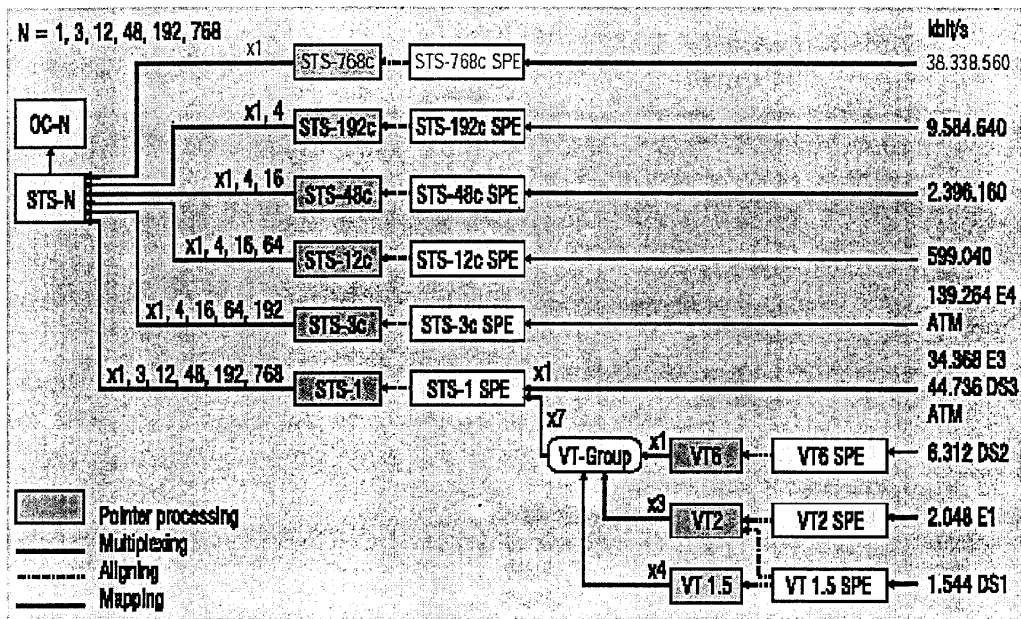
SDH 有各種特殊配套信框架構格式(如 VCs), 允許現有近似同步數位傳輸架構(PDH)、網際網路架構(IP)、STM 同步數位

傳送模式架構、B-ISDN 之 ATM 各種信框速率都能輸入其 SDH 信框架構之酬載區上傳送，因而具有廣泛的適應性，如 VC11, VC12, VC2, VC3, VC4 等各種特殊配套信框架構格式。(SDH/STM-1)信框架構上與(SONET/STS-3)信框架構速率相等，但兩者之 Overhead 管理位元組意義不同，故無法直接進行連接，但速率特別採取一致則網路互連將較為容易達成。

SDH/SONET 的映射、定位校準、同步多工結構 如下圖所示：



圖表 61 SDH 同步數位階層多工結構



圖表 62 SONET 同步光纖網路多工結構

### 3.4.3 BROADway 主機介紹

#### 3.4.3.1 BROADway 系統架構

##### 3.4.3.1.1 基本系統

BROADway 的基本系統包含一個有 20 個插槽的機架和一張 NSP 卡 (Narrowband Switch Processor, 窄頻交換處理)。從這機架的正面存取窄頻、寬頻和乙太網路介面等可解省空間, 且有硬體介面保護能力, 不需另外製訂 Y 電纜或外部裝

置來作保護。這 NSP 模組是系統的控制中心，DS0 的交換矩陣，和一個基本的 IP 路由器用來支援終端和封包路由之間的複合式邏輯介面，在網路上合併很多低速的 IP 線路。這基本系統也可以配置有備份保護的 NSP 模組。

#### 3.4.3.1.2 介面

使用者可以增加網路介面到基本系統上，用來混合且連接對應窄頻介面處理(NIP)模組、寬頻交換處理(BSP)模組和光交換處理(OSP)模組，在 16 個可利用的插槽上。這結構支援廣泛多樣的介面從 T1/E1 最高到 OC-3/STM-1。所有的介面有存取 DS0 矩陣與 IP 路由的處理。

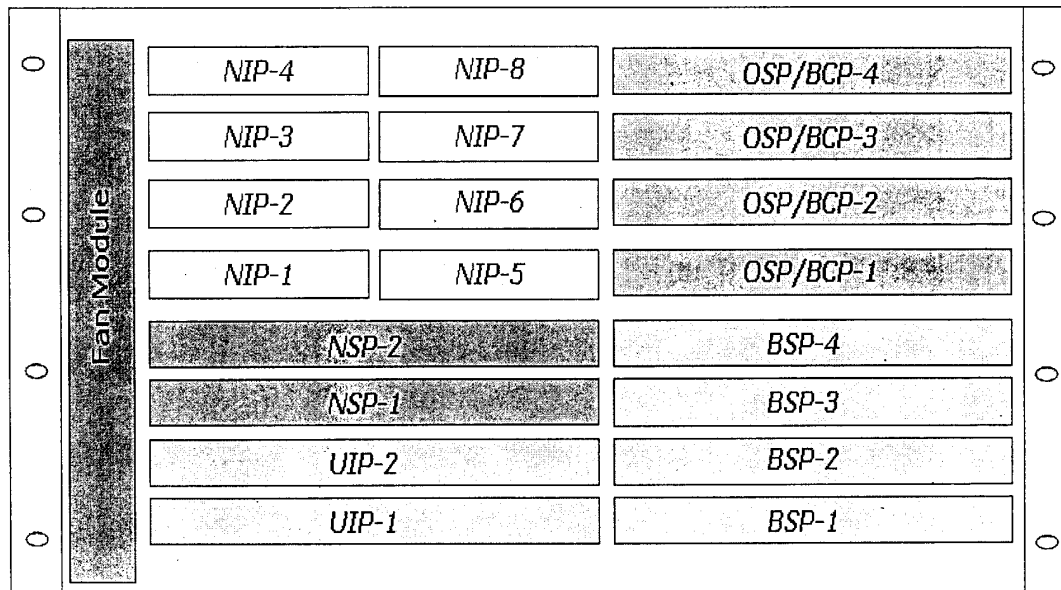
#### 3.4.3.1.3 寬頻交換矩陣

除了 DS0 的窄頻交換矩陣是 BROADway 基本系統上的標準外，一個映射的 VT/TU 寬頻交換矩陣可以被隨意地用來增加一個或更多個寬頻處理模組或光交換處理模組。這窄頻和寬頻的交換矩陣所結合的容量超過 508 個 T1s、306 個 E1s 或超過 12000 個 DS0/E0 相等通道在每一個單一機架上。

### 3.4.3.1.4 多功能處理

BROADway 有一個獨特的裝置提供高階層的保護。兩個多功能處理插槽是可利用來提供完全存取窄頻和寬頻 TDM 交換矩陣，這些插槽可以被適合使用在目前的高稠密 T1/E1 介面處理(NHP)模組，或在未來計畫使用高性能的 ATM，或 IP 交換模組。當需要考慮減少最初的花費成本時，系統可以安裝為純粹 TDM 應用然後再升級為混合的封包或細胞流技術。

### 3.4.3.1.5 系統介面配置



圖表 63 BROADway 系統介面配置圖

BROADway 卡片有五種形式：

- NIP400 卡(Narrowband Interface Processor)

提供 4 個 T1 或 E1 的電介面，最高有 8 片 NIP400 卡，這 NIP400 卡的插槽從 NIP-1 到 NIP-8。

- NHP160 卡(Narrowband High-density Processor)

提供 16 個 T1 或 E1 的電介面，最高有 2 片 NHP160 卡，這 NHP160 卡的插槽從 UIP-1 到 UIP-2。

- OSP155 或 ESP155 或 BCP155 卡

OSP155(Optical Switch Processor)提供 1 個 OC3 或 STM1 的光介面。

ESP155(Electrical Switch Processor)提供 1 個 STS3E 或 STM1 的電介面。

BCP155(Bus Connect Processor)提供 BROADway 系統多個機框的串接。

此三種介面卡可混合使用於 OSP-1 至 OSP-4 的插槽，1 個機框系統最高可使用 4 片卡片。

- BSP200 卡(Broadband Switch Processor)

提供 1 個 DS3 的電介面和 1 個 SONET/SDH 的 VT/TU 映射，使用 T1/E1 對應進入 SONET/SDH 的酬載，也就是整合低速



流到高速流。

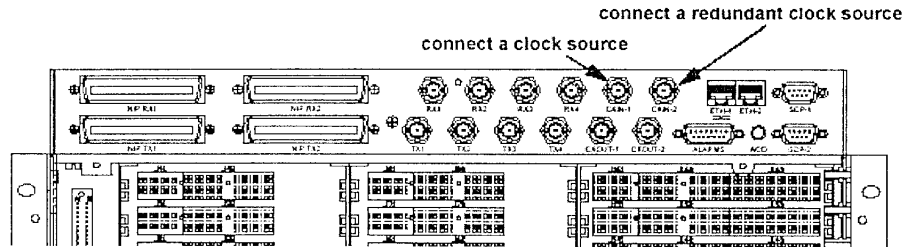
- NSP101 卡(Narrowband Switch Processor)

包含系統的 CPU 和 DS0 階層的時槽交換，內部 IP 路由器，Flash 和記憶體模組。

#### 3.4.3.1.6 系統容量

- 對於一個 STM-1 來講，在單個機框本系統最高可達 60 個 T1 或 E1 介面，另外再加 4 個 T1 或 E1 保護介面。
- NIP 卡上總共有 32 個工作介面可選擇 4 個當保護介面。
- 在 NHP 卡上總共 28+4 的 T1 或 E1 介面可使用，其中 28 個是工作介面，4 個是保護介面。當插在 UIP-1 插槽時，16 個介面都當工作介面；當插在 UIP-2 插槽時，前面 12 介面當工作介面，後面 4 個介面只能當保護介面，不能當工作介面。
- DS3 介面可使用 1+1 或最高 1：3 的保護。
- OC3, STM-1 或 BUS 連接介面可使用 1+1 或最高 1：N 的保護。

### 3.4.3.1.7 系統外線配置



圖表 64 BROADway 系統外線介面圖

- NIP RX1 和 TX1 連接到 NIP1-4 之 T1/E1 介面(共有 16 個 T1/E1 的接點連線，稱為 SCISC 1 接頭。
- NIP RX2 和 TX2 連接到 NIP5-8 之 T1/E1 介面(共有 16 個 T1/E1 的接點連線，稱為 SCISC 1 接頭。
- RX1-RX4 和 TX1-TX4 連接到 BSP1-4 之 DS3 介面(共有 4 個 DS3 的接點連線，使用 BNC 接頭。
- CKIN-1 是 ITU 同步鐘源連接到 NSP-1，使用 BNC 接頭。
- CKOUT-1 是 ITU 同步鐘源為 CKIN-1 的輸出，使用 BNC 接頭。
- CKIN-2 是 ITU 同步鐘源連接到 NSP-2，使用 BNC 接頭。
- CKOUT-2 是 ITU 同步鐘源為 CKIN-2 的輸出，使用 BNC 接頭。

頭。

- ETH-1 是 Ethernet 連接介面。
- ETH-2 是有交叉功能 Ethernet 連接介面。
- ALARMS 是告警連接介面，有 2 個告警輸入和輸出，使用 DB15 連接頭。
- AOC 是告警中斷按鈕。
- SCP-1 是本地端利用 PC 之 RS232 接至 SCP-1 是使用 null modem 的 BD9 連接頭，利用超級終端機來設定系統初值。
- SCP-2 是未來系統擴充使用。

#### 3.4.3.1.8 初始設定

1. 將電腦和 BOARDway 機架之 SPC-1 連接
2. 在電腦上開啟如 HyperTerminal 之終端模擬程式
3. 在電腦上按 ENTER 會依據哪片 NSP 卡在工作而看到  
NSP1> 或 NSP2>
4. 以下列命令登入 BOARDway  
ACT-USER : : NSP : 1234 : : CUSTOMER, BROADWAY ;  
(CUSTOMER 為預設使用者 BROADWAY 為預設密碼)
5. 鍵入 PS 將會進入 PS#
6. 鍵入 config 進入設定模式將看到 PS(config)

7. 鍵入 interface Ethernet 0
8. 鍵入系統 IP(含子遮罩)
9. 鍵入 exit
10. 鍵入 exit
11. 鍵入 save running-config
12. 鍵入 exit 回到 NSP>
13. 關閉終端模擬程式

在完成 IP 設定後就能連接 Ethernet port (ETH-1 和 ETH-2)

### 3.5 低速介面卡

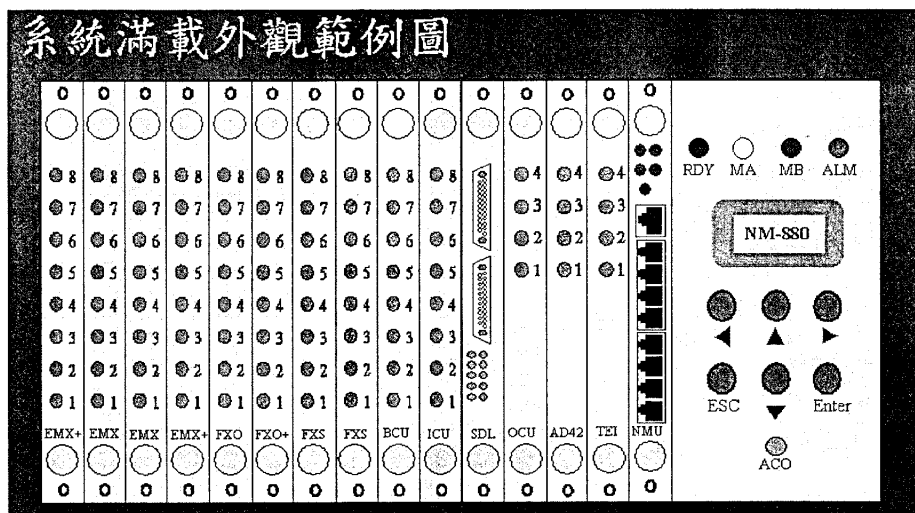
#### 3.5.1 產品概述

- ❖ 語音電路與T1/E1間的信令轉換。
- ❖ T1與E1間信令轉換(OPTION)。
- ❖ 指定DS0通道為語音通路時，執行A律/u律音頻碼轉換；被指定為數據通道時，則採完全通透方式，不予執行轉換程序。
- ❖ 同步時鐘源有內部時鐘、T1/E1迴路定時時鐘及外部定時時鐘三種。
- ❖ 模組化卡板結構設計，卡板可帶電插拔，各卡板均提供燈號指

示各線路的運行狀態。

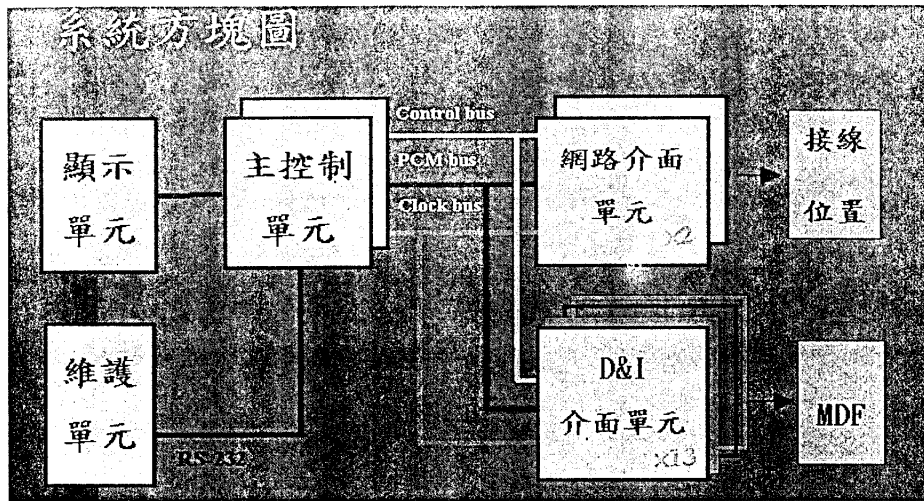
- ❖ 具維護管理、告警處理及狀態指示。
- ❖ 可利用前面板控制鈕及顯示幕或終端機作系統管理及狀態查詢。
- ❖ DNI卡除SDL(V.35/V.36-DP)外，於傳輸線上均具有雷擊及過壓保護，符合ICE1000-4-5或FCC part68要求。

### 3.5.2 系統組成



圖表 65

### 3.5.3 系統方塊圖



圖表 66

### 3.5.4 主控制單元(MCU)

採用雙備份設計，主要功能如下：

1. 系統管理與控制。
2. 256 x256 DS0 交換網路。
3. 同步時鐘電路。
4. A/u Law音頻信號轉換。
5. T1與E1或 D&I 與T1/E1間的信令轉換。
6. 告警信號收集與處理。
7. 數據庫資料的記憶(non-volatile)儲存。
8. 2組RS-232接口，供維護終端使用。

### 3.5.5 網路介面單元

每塊卡板可提供4路的T1/E1線路介面，系統最多可裝2塊卡板，即最大可提供8路T1/E1終接介面。

### 3.5.6 D&I 介面單元

有13個卡槽供語音/數據介面卡使用，允許各種不同的卡板，以任意的組合方式安裝在本設備卡槽內，對於不使用的單元可被 deactivated，本設備可支援D&I各種卡板。

#### 3.5.6.1 語音通道單元類卡板 (VCU)

頻帶範圍為300-3400Hz，其64Kbit/s PCM碼依從ITU-T G.711，可由軟體指定為A-Law或u-Law。

##### (1) EMX(EMX+) :

- a. E/M控制線之型式可選擇具備dry contact、V+、G等模式。
- b. 2/4線式E&M介面卡 (8 ports/card)，可由介面卡上的硬體來選擇2線或4線式，在卡板上標有操作說明。

##### (2) FXS: 用戶線介面 (8 ports/card)，信號模式有FXS或自動振鈴專

線，可支援環路啟動與接地啟動2種信令方式，可連接一般2線式電話。

##### (3) FXO(FXO+): 局線介面 (8 ports/card)，信號模式有FXO或手動振

鈴，可支援環路啟動與接地啟動2種信令方式，可連接交換

機，並可與電信業者提供之一般2線式電話線路介接。

### 3.5.6.2數據通道單元類卡板 (DCU)

數據通道介面符合DDS AT&T PUB 62310, Bell

TA-TSY-000077，每個插槽之間可相互替換使用。

(1)ADL(AD42/AD44)：非同步數據鏈路介面 (4 ports/card)，RS-232/RS-422。

(2)SDL：同步式數據鏈路介面 (2 ports/card)，V.35, RS530/RS449。

(3)OCU：OCU數據介面 (4 ports/card)。

(4)DS0：DS0數據介面 (4 ports/card)。

(5)ICU：ISDN基本速率介面，2B1Q (5 ports/card)。

(6)BCU：Base-band Channel Unit (5 ports/card)。

(7)CCU：64Kbit/s Codirectional Channel Unit (8 ports/card)。

### 3.5.7Configuration

本設備採模組化設計，可根據需求，規劃成數位交換系統(Digital Access Cross- Connect System，DACS)、智慧型通道分配器(Intelligent Add/Drop Channel Bank，ADCB)或T1/E1 信號轉換器(T1/E1 Converter，TEC)。

### 3.5.8DS0的交換方式



系統提供256 x256 DS0無阻塞(Zero blocking)的交換網路，可根據需求建立如下的通路。

- 1.T1與E1間的DS0時槽交換，T1時有CH1~CH24共24個DS0時槽，E1-CAS時有CH1~CH15、CH17~CH31共30個DS0時槽E1-CCS時有CH1~CH31共31的DS0時槽，未使用的通道送FF(h)空閒碼。
- 2.任意二條T1或E1線間，建立連續或非連續  $n \times DS0$  交換方式。
- 3.建立T1/E1 $\leftrightarrow$ T1/E1，T1/E1 $\leftrightarrow$ D&I或D&I $\leftrightarrow$ D&I間的D&I或  $n \times DS0$ 的交換。
- 4.DS0以廣播方式傳送到其它任一DS0時槽。
- 5.從1路T1或E1線 $n \times DS0$ 信號，以廣播的方式同時傳送到其它T1/E1線多組DS0信號。

### 3.5.9D&I Circuit Access

- 1.系統提供128個DS0時槽供語音或數據電路使用。當DS0用於類比的語音信號時，採用ITU-T G.711規格 A-Law或u-Law的PCM壓伸編解碼方式。
- 2.每個 D&I 通道可交換到所有T1/E1任一個DS0通道，D&I的線路狀態也同時伴隨著其對映的T1/E1通道，執行信令轉換。

### 3.5.10同步與時鐘

- 1.採用主從同步方式。
- 2.提供內部定時、迴路定時與外部定時三種時鐘。
  - a.外部鐘源為1.544/2.048 MHz 之連續方波,支援ITU-T G.703 之規格。
  - b.內部鐘源之精確度 $\leq \pm 32\text{ppm}$ 。
  - c.同步鐘源採用E1或T1復原時鐘。

- 3.三級時鐘源選擇，當第一優先時鐘源失敗時，能自動切換到第二優先時鐘。當第二時鐘也失敗時，切換到本地振盪時鐘，當優先等級的時鐘源恢復正常超過切換延遲的時間時，自動切回到優先的時鐘。
- 4.當系統發生以下任一狀況時即認定為時鐘源失敗自動切換到第二優先時鐘。
  - a. CGA (Carrier Group Alarm) Red Alarm紅色告警
  - b. CGA (Carrier Group Alarm) Yellow Alarm黃色告警
  - c. 當為時鐘源之E1/T1啟動迴接功能
  - d.當為時鐘源之E1/T1 Out of Service
- 5.本設備之同步效能於觀察週期最少180次每次間隔100秒時，信號退化限制在 $1.0 \times 10^{-11}$ 以內。
- 6.本設備具有一個2.048MHz連續方波輸出信號，可供其他設備作為同部時鐘源。

### 3.5.11 維護單元

#### 3.5.11.1 RS-232接口

本設備背板提供2個RS-232數據介面以供連接本地終端或數據機(MODEM)，數據介面備有1200、2400、4800、9600、19200 bit/s等五種速率可供選設。利用本系統提供之Menu Driven方式或以PC為架構，執行GUI管理程式利用視窗點選方式，進行系統之管理、設定、方便現場人員操作與維護。

#### 3.5.11.2 維護終端功能

- 1.T1/E1介面的碼框格式、線碼、阻抗、等化距離與CRC程序等選設。
- 2.DS1信號與E1信號間或與 D&I 間DS0時槽指配對應表之建立。
- 3.DS0時槽語音通路(A/u轉換)或數據通路(透通)之指定。
- 4.同步時鐘參考源之選設。
- 5.DS1信號、E1信號和 D&I信號間各種信令轉換表之建立。
- 6.系統各線路障礙或告警狀態的監視及關閉告警信號。
- 7.效能資料的監視與清除。
- 8.RS-232協定的修改。
- 9.日期與時間的設定。
- 10.資料庫資料的管理。
- 11.密碼管理、身分查核與三級權限安全管理。
- 12.網管系統功能設定。
- 13.啟動、釋放、T1/E1或數據通道單體的迴接機能。

### 3.5.11.3 網路管理功能

本系統可採用子網路管理模式(Subnet Management) 或SNMP方式，若採用子網路管理模式，可任意設定任一DS0通道作為

網管通道，利用此通道透過Data Communication Network(DCN)  
與Subnet Manager連線，再透過Subnet Manager 與NMS  
Workstation連線提供此子網路內所有E1/T1 NETWORK MUX  
設備之管理，控制與維護之功能。

#### 5.11.3.1子網路管理可提供:

- 1.遠端設備主動傳送系統告警記錄(Modular Fail, LOS,LOF等)  
及系統狀態至子網路管理員。
- 2.遠端設備狀態監視。
- 3.遠端設備遙控管理，系統設定及維護。
- 4.遠端設備系統架構及資料庫之下載或上載。
- 5.密碼管理，身份查核與三級權限安全管理。
- 6.通訊埠相關參數的修改。
- 7.故障的定位和診斷。

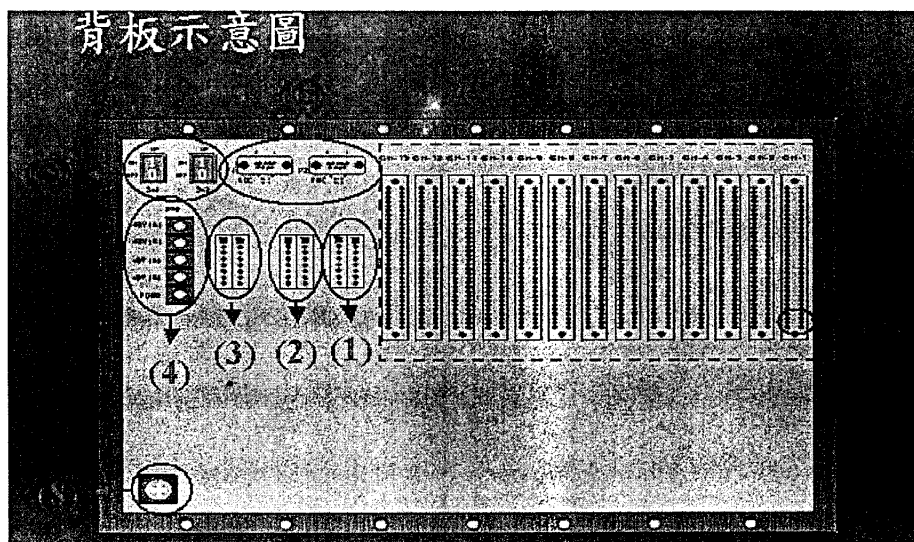
#### 5.11.3.2SNMP網路管理可提供:

若採用SNMP方式，可透過E1 MUX的RS-232 PORT接到  
TERMINAL SERVER，然後再透過EATHER NET接到系統  
上，其說明如下。

- a.系統上有可插入式SNMP及MIB。

- b.管理系統上能取到任何的MIB物件，其透過SNMP-V1協議  
連接到E1 MUX上的RS-232PORT。
- c.能夠透過RS-232 PORT操作控制命令。
- d.當使用者同時控制兩個RS-232 PORT時，將能夠保證資料的  
一致性。
- e.具有保密功能，當使用者進入時，需鍵入名稱及密碼。
- f.透過管理系統操作，使用者能夠修改、讀取MIB物件，例如：  
Alarm event、error log、performance records、LOS、AIS、  
fault status或是loopback capabilities event。

背板說明



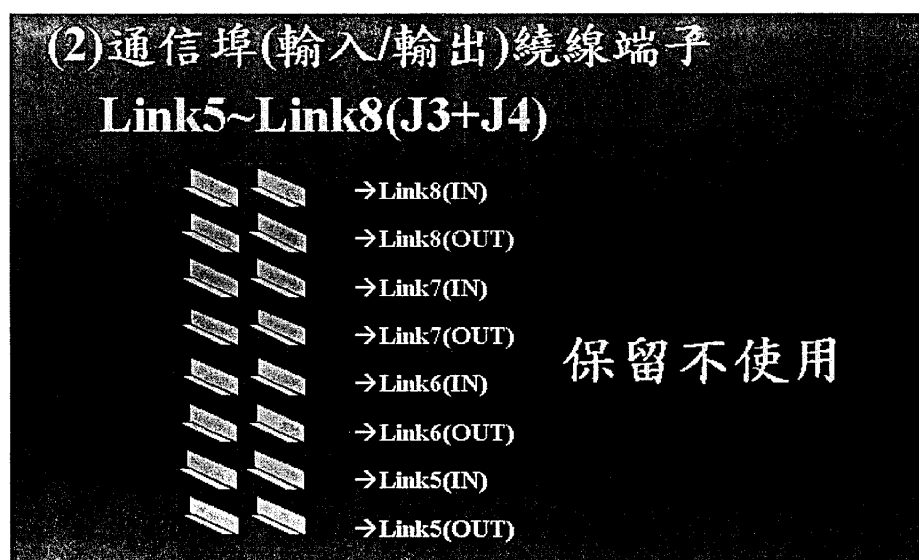
圖表 67 背板說明

(1) 通信埠(輸入/輸出)繞線端子



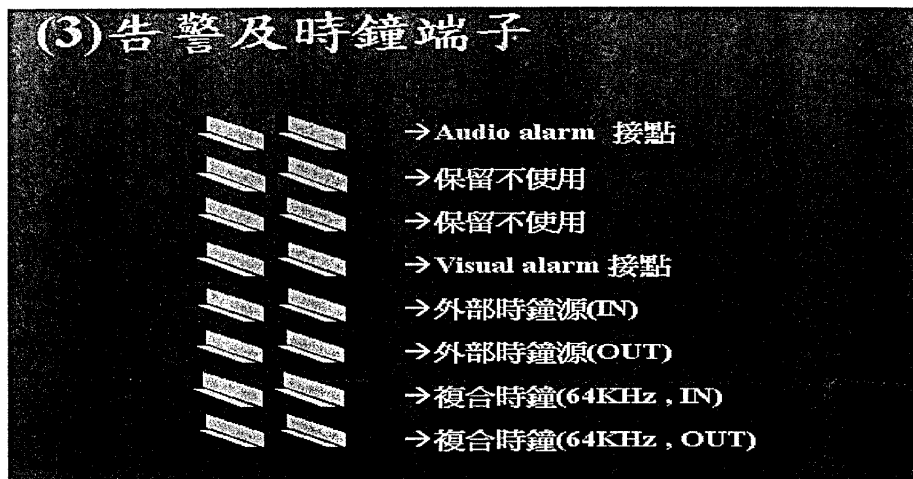
圖表 68 通信埠(輸入/輸出)繞線端子

(2) 通信埠(輸入/輸出)繞線端子



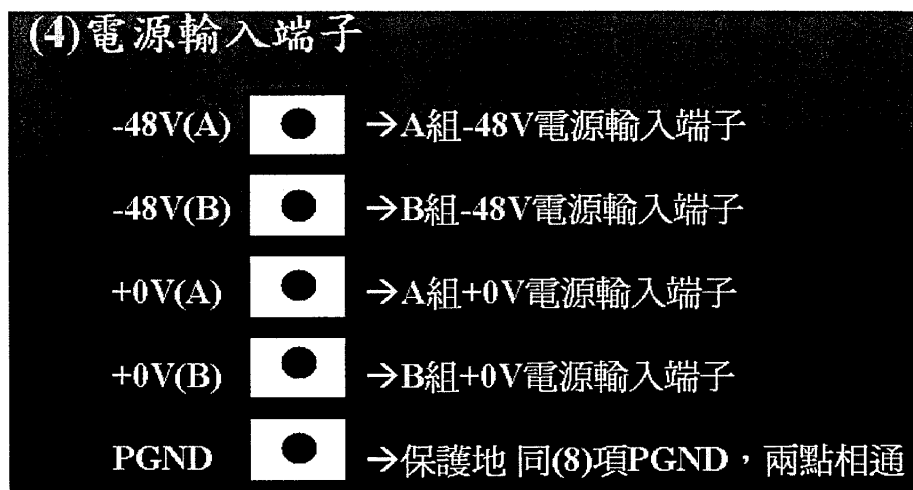
圖表 69通信埠(輸入/輸出)繞線端子

(3)告警及時鐘端子



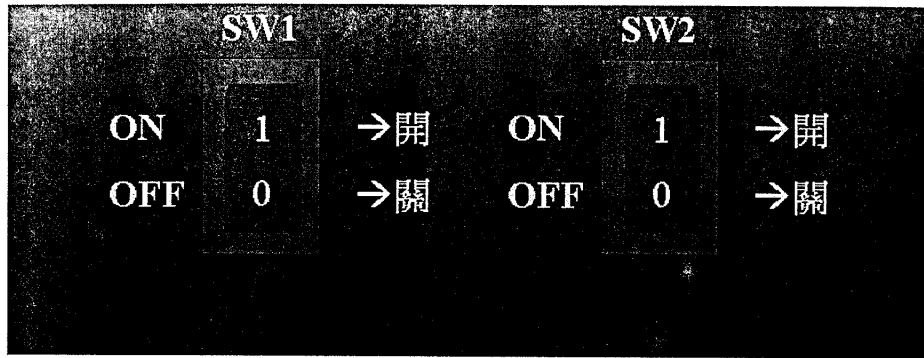
圖表 70 告警及時鐘端子

(4)電源輸入端子



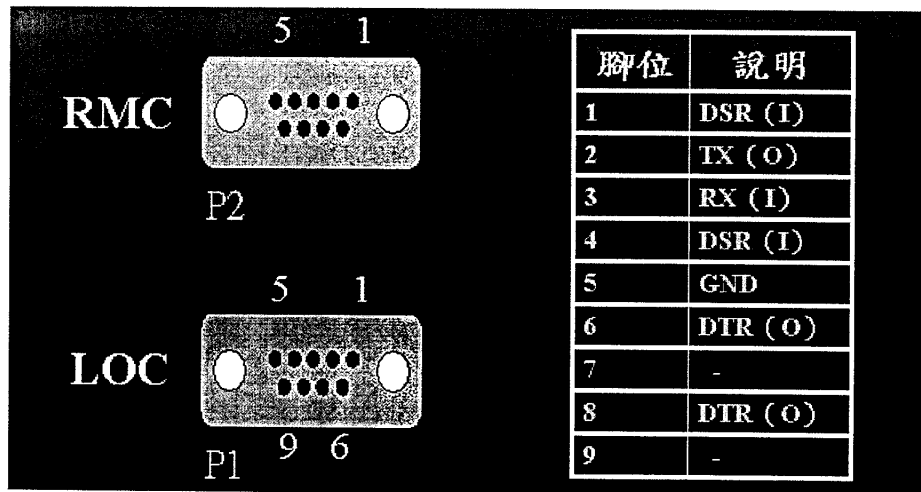
圖表 71 電源輸入端子

(5) 電源開關(ON/OFF)



圖表 72 電源開關(ON/OFF)

(6) 維護終端9 Pin RS232接點(FEMALE)

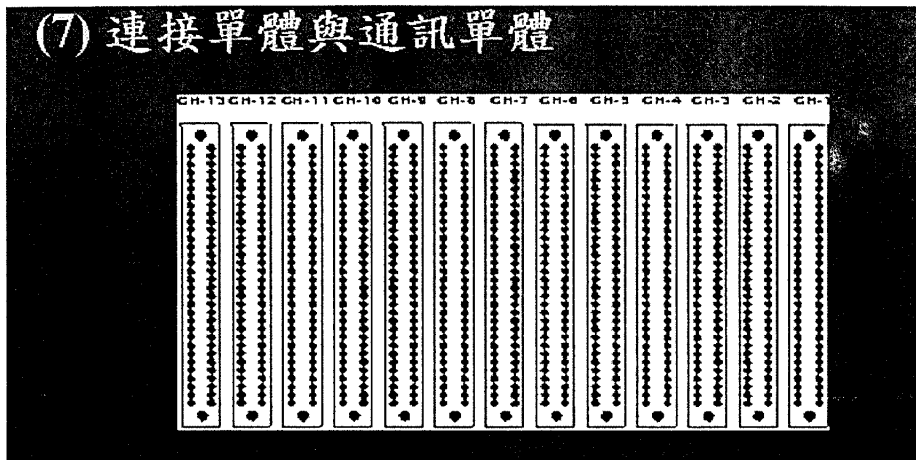


圖表 73 維護終端9 Pin RS232接點



(FEMALE)

(7) 連接單體與通訊單體



圖表 74 連接單體與通訊單體

2W FXS FXO

33		1	
34		2	
35	R1	3	T1
36		4	
37		5	
38		6	
39	R1	7	T1
40		8	
41		9	
42		10	
43	R1	11	T1
44		12	
45		13	
46		14	
47	R1	15	T1
48		16	
49		17	
50		18	
51	R1	19	T1
52		20	
53		21	
54		22	
55	R1	23	T1
56		24	
57		25	
58		26	
59	R1	27	T1
60		28	
61		29	
62		30	
63	R1	31	T1
64		33	

以此類推

通訊單體

→第8路  
→第7路  
→第6路  
→第5路  
→第4路  
→第3路  
→第2路  
→第1路

接線位置

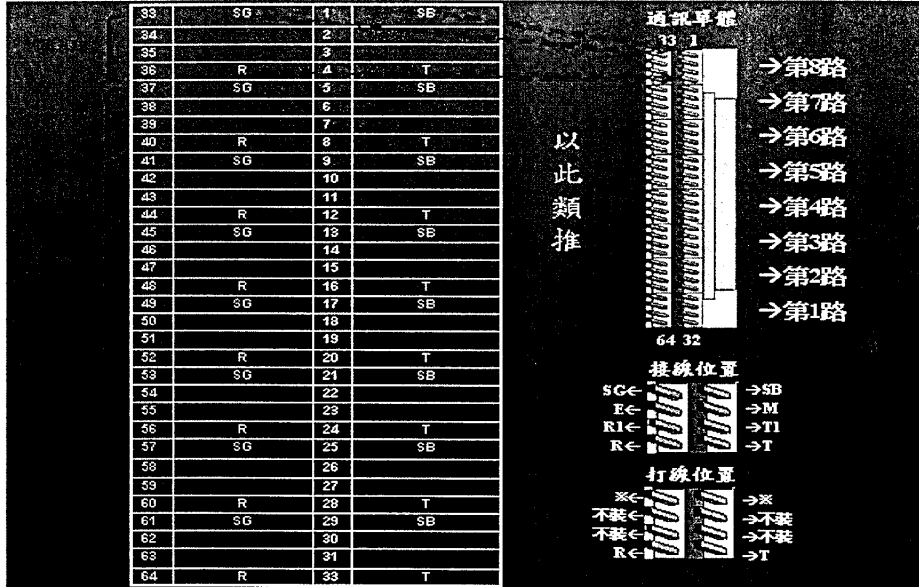
SG ← → SB  
E ← → M  
R1 ← → T1  
R ← → T

打線位置

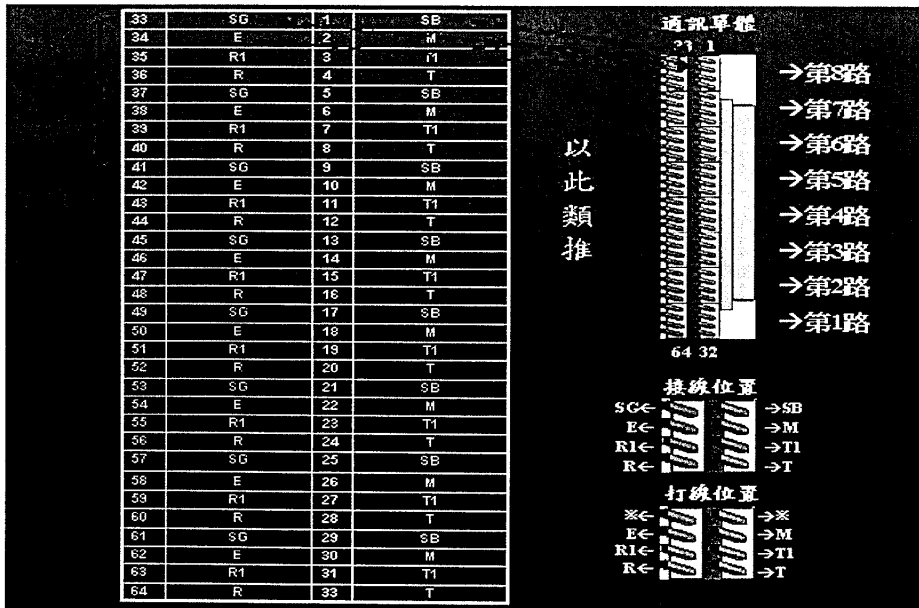
不裝 ← → 不裝  
不裝 ← → 不裝  
R1 ← → T1  
不裝 ← → 不裝

圖表 75 2W FXS FXO

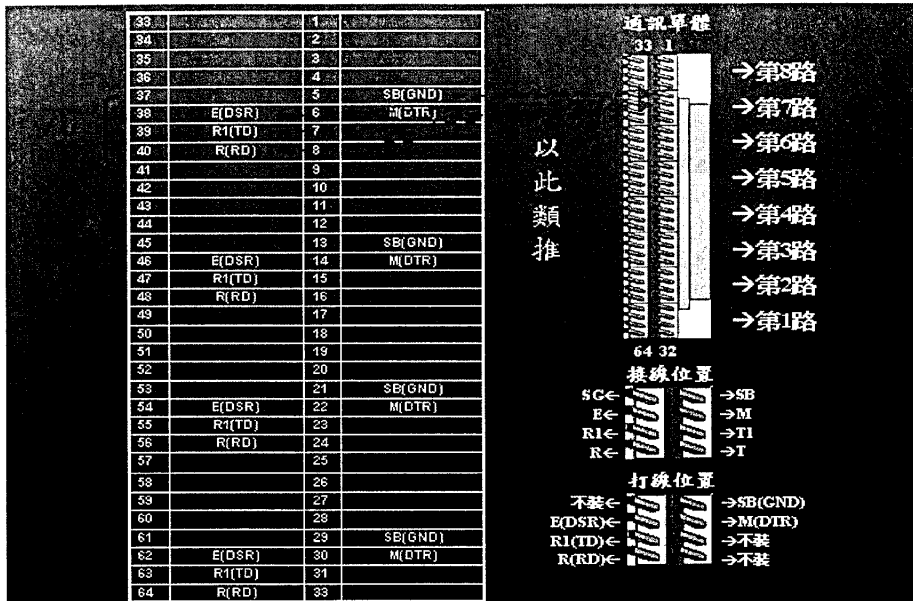
2W EM



圖表 76 2W EM



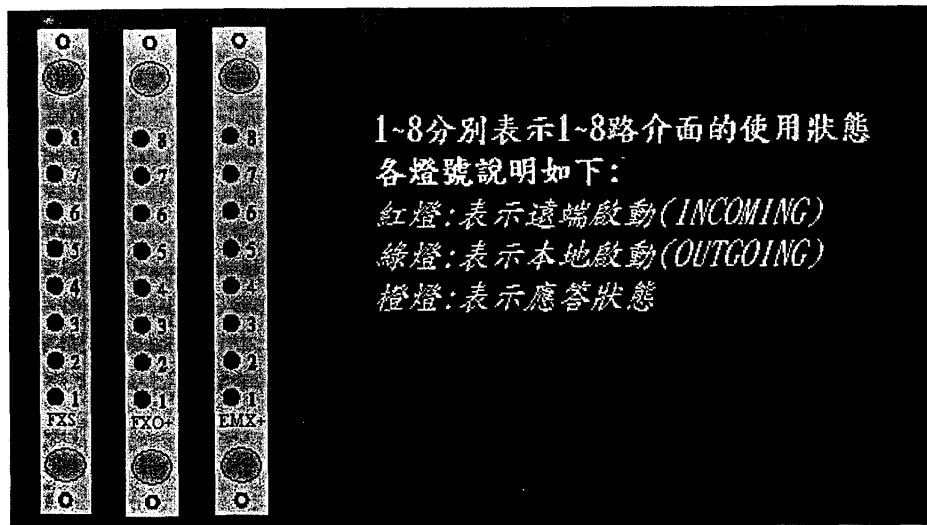
圖表 77 4W EM



圖表 78 AD 42



圖表 79板燈號說明



圖表 80卡片燈號說明

### 3.5.12簡易故障排除：

#### 1. 打開電源後無反應

(1)檢查電源的接線極性是否正確？

-48A: A組電源-48V

0A: A組電源0V

-48B: B組電源-48V

0B: B組電源0V

(2)開關是否正常？

(3)檢查電壓是否正常?(-43V - -56V)

## 2. 維護終端與MUX無法連線

- (1)接線是否正確?
- (2)Com Port 選擇是否正確?
- (3)速率是否正確? ( 19200 bps )
- (4)同位元正確? ( none )
- (5)資料位元正確? ( 8 bit )
- (6)停止位元是否正確? (1 bit)

## 3. T1/E1 Link LOS (Loss of Signal )

- (1)利用 Console 作 Local Loop Back檢查卡板是否正常?
- (2)DDF處 作 Loop Back 檢查配線是否正確?
- (3)SDH 作 Remote Loop Back 檢查MUX與SDH間是否正常?

## 4. T1/E1 Link LOF ( Loss Of Frame)

- (1)檢查碼框格式是否正確?
- (2)檢查CRC功能?

(3)檢查SDH設定是否正確?

5. T1/E1 Link YEL (Remote Alarm)

(1)作Local Loop Back，YEL 告警是否消失?

(2)檢查Link Status，是否出現TSH告警?

(3)SDH 作 Remote Loop Back，檢查是否正常?

6. T1/E1 Link SLP

(1)檢查時鐘源設定是否正確?

(2)檢查時鐘源切換是否正確?

7. 語音不通

(1)檢查Link是否正常?

(2)檢查卡板位置是否正確?

(3)檢查參數是否正確?

(4)檢查交換網路對映是否正確?

#### 8. VCU信令錯誤

- (1) 檢查對映的Link信令是否正確?
- (2) 對映Link為E1時，是否為CAS或CAS+CRC?
- (3) 對映Link為T1時，對應通道是否為56K?
- (4) 交換網路是否正確?

#### 9. VCU雜音

- (1) 檢查對映的Link是否有SLP?
- (2) 檢查 A /  $\mu$  Law 對應是否正確?

### 4 學習心得與建議

此次難得的機會，奉長官遴派參與北區微波裝備汰換的國外訓練，一路上雖然遭遇數十年僅見的‘四月雪’，也見識了一夜間溫差接近三十度煎熬，更有 SARS 隨侍在側。但一行人總算平安歸來達成任務。此行筆者認為最大的收穫，在於對新一代數位微波有更深一層的體認。由於舊數位微波使用已逾十年，雖然尚堪使用。但由架構是 PDH，先天上就限制使用的彈性，更無法應付將來 CNS/ATM 的挑戰，故借更換裝備之便，同時也接受了新知的洗禮。也由於新數位微波之 SDH 架

構，相容於光纖系統，故如果將來架設光纖網路，目前所學之知識、經驗，依舊可傳承，硬體的更新連帶獲得完整的技術轉移，這就是最大的成就。

另外受訓地點在美國 Brookfield C.T，離紐約不過一小時車程，一般物價差距也不大，但受訓經費竟是紐約一半不到費用，只因為 Brookfield 是一個小鎮，出差表找不到這個地名，故以最低費用計算。在經費不算充裕下，到美國只能以緊衣縮食來形容。但這和所學到的知識相比，所受到的辛勞又微不足道了。