

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)

實習無線寬頻傳輸系統 LMDS 接取技術

行政院研考會/省(市)研考 會 編號欄

服務機關：中華電信北區分公司

出國人 職 稱：助理工程師

姓 名：王 廷 才

出國地點：法國、義大利

出國期間：中華民國 90 年 11 月 10 日至 11 月 23 日

報告日期：中華民國 91 年 2 月 23 日

系統識別號:C09007421

公務出國報告提要

頁數: 57 含附件:

否

報告名稱:

實習無線寬頻傳輸系統

主辦機關:

中華電信台灣北區電信分公司

聯絡人/電話:

/盧婉屏/2344-3261

出國人員:

王廷才 中華電信台灣北區電信分公司 設計處 助理工程師

出國類別: 實習

出國地區: 法國 義大利

出國期間: 民國 90 年 11 月 10 日 -民國 90 年 11 月 23 日

報告日期: 民國 91 年 02 月 23 日

分類號/目: H6/電信 /

關鍵詞: 無線寬頻接取,LMDS,區域多點分散式服務

內容摘要: 無線通信已在全世界造成一股風潮，於是無線接取技術(Wireless Access)也逐漸在固定網路(Fixed Network)中。由於無線接取技術能夠減除有線網路在佈纜時的困擾，又再相較於有線線纜的鋪設具有建設成本低、施工快速及維護容易等優點，有線實體線路建設有成本過高及施工路權取得不易等問題。近年來網際網路(Internet)之蓬勃發展及用戶對互動式多媒體服務之需求，有線接取網路的演進(如ADSL、HFC等)已經逐漸走向寬頻化。更在電信自由化以後，對於寬頻需求越來越來迫切。本次實習的區域多點分散式服務(Local Multipoint Distribution Service; LMDS)，它利用高頻率無線傳輸技術來作為固定網路末端之接取應用，用以提供各式各樣的雙向式寬頻服務，如視訊、多媒體、語音、專線數據以及網際網路等接取服務。

目 錄

0.摘要	1
1.前言及課程	2
2.簡介	4
2.1 LMDS 發展現.....	5
2.2 LMDS 系統架構.....	7
2.3 LMDS 技術說明.....	8
2.4 寬頻接取網路概述.....	14
2.5 常見之寬頻接取迴路架構.....	16
3.ALCATEL 9000 系統說明	24
3.1 應用.....	24
3.2 系統描述.....	29
3.3 系統各單元說明.....	34
4.系統規劃及架構	40
4.1 系統餘裕度計算(LINK BUDGETS)	40
4.2 無線工程技術.....	42
4.3 頻率的再利用.....	43
4.4 使用率	45
4.5 案例說明.....	46
5.服務規劃	49

5.1 安裝.....	49
5.2 網路規劃.....	52
6. 英文縮寫名詞彙編	54
7. 感想與建議	55
8. 參考資料	57

0. 摘要

本次奉派赴國外實習無線寬頻接取 LMDS 網路技術，就各章節及內容摘要分述如下：

第一章部份係就本次實習的課程及行程作一概述；第二章則就 LMDS 接取網路之技術部份作整理及介紹，內容包括現有接取網路架構及技術、未來全光化接取網路之架構；第三章則將焦點放在 Alcatel 9000 系統的說明，Alcatel 9000 夠提供許多的應用及服務，可以更加明瞭其應用服務；第四章到第六章則是說明系統的規劃、服務的規劃需要的考量及限制，再對系統的各單元作更仔細的描述；第七章則針對前述幾章節之內容作一總括性之結論及感想建議。最後一章則是相關參考資料整理。

總體而言，接取網路技術可說日新月異，惟各類技術之應用端視應用環境不同而定，亦即並非某種技術可以涵蓋所有網路環境，甚至要結合多類接取技術方能提供整合性之全方位服務，這也是身為網路提供者的我們在引進各類服務時需作整體考量的重要因素。

1. 前言及課程

為了解先進國家寬頻接取網路新技術之應用現況及服務內容，以作為本公司未來引進相關技術之參考，經呈總公司核准，奉派赴阿爾卡特（ALCATEL）公司在法國巴黎、義大利米蘭等訓練中心實習。

近幾年來，無線通信已在全世界造成一股風潮，除了眾所周知的行動電話服務外，還有無線區域網路（Wireless LAN）也都是無線技術的應用，於是無線接取技術（Wireless Access）也逐漸在固定網路（Fixed Network）中的應用受到更多的重視。由於無線接取技術能夠減除有線網路在佈纜時的困擾，又再相較於有線線纜的鋪設具有建設成本低、施工快速及維護容易等優點。因此無線接取技術早已成為解決有線電信網路不足的利器，也是在建設不經濟地區及偏遠地區的最佳選擇。

已經商用的無線用戶迴路（Wireless Local Loop）系統為固網最先使用的無線接取系統，由於系統受到可用頻寬的限制，使得接取傳輸速率也受到限制，僅能提供傳統的語音電話以及低速率之數據服務，漸漸地無法滿足用戶對於寬頻服務之需求，所以新的無線寬頻接取技術發展受到重視。

為因應近年來網際網路（Internet）之蓬勃發展及用戶對互動式多媒體服務之需求，有線接取網路的演進（如 ADSL、HFC 等）已經逐漸走向寬頻化。更在電信自由化以後，對於寬頻需求越來越來迫切，再者有線實體線路建設有成本過高及施工路權取得不易等問題，這會使得提供用戶的服務速度慢，客戶等待服務時間過長。

無線接取系統之應用現在也不再侷限於偏遠地區，反而無線寬頻接取成了新電信業者快速切入市場所期待的技術，為期能提供足夠之頻寬以滿足客戶未來之需求發展，無線接取技術為求更大的寬頻，新系統所使用的頻段也逐漸朝高頻發展。

本次實習的區域多點分散式服務（Local Multipoint Distribution Service；LMDS）系統即是符合上述期待的新技術，它利用高頻率無線傳輸技術來作為固定網路末端之接取應用，用以提供各式各樣的雙向式寬頻服務，如視訊、多

媒體、語音、專線數據以及網際網路等接取服務。固網業務的開放，同時也放寬了無線頻率取得的法令限制，基於無線接取技術能夠降低佈纜的困擾及高昂的建設成本，無線接取技術相較於有線接取技術具有建設快速、切入市場快速及維護容易等優點。

對於本公司而言，國內電話之普及率已高達 54%，ADSL 用戶數也已經超過 200 萬戶，顯然在台灣 ADSL 已成為與用戶端寬頻接取服務的主流，寬頻無線接取服務的空間似乎不大，但筆者評估寬頻無線接取仍有其應用之發展潛力，有線與無線接取技術的相互配合下，必定能為本公司整體電信網路營收創造更高的價值，筆者建議適當的引進無線接取技術在應用是有其必要性。

本次出國實習承蒙本公司各級長官協助及台灣 ALCATEL 公司鼎力配合，尤其是 Fabrice Marguerite、Dider Willems、Alessandro Guerra、Peter Winter、宋文琦等幾位先生小姐居間的聯繫與安排，才得以順利達成出國實習計劃及目標，僅在此表示由衷的謝意。

本案課程如下：

時間 課程	
90/11/10--11/11	去程（台北-法國巴黎）
90/11/12--11/16	研習（法國巴黎）
90/11/17--11/18	行程（法國巴黎-義大利米蘭）
90/11/19--11/21	研習（義大利米蘭）
90/11/22--11/23	返程（義大利米蘭-維也納-台北）

2. 簡介

在網際網路的風潮帶動下，本次至法國 ALCATEL 公司實習寬頻接取網路的重點，主要是放在下一代用戶接取網路架構及應用，新一代接取網路必需能因應資料傳輸量的暴增與高頻寬的需求，再加上接取網路面對客戶多樣化需求與快速動態的服務需求變化，於建設除採以光纖用戶迴路為主要的有線接取網路和既有銅線迴路再利用的接取網路可降低經營者的投資成本外，無線寬頻接取網路並可快速提供寬頻新服務給用戶，無線寬頻接取可作為本公司規劃接取網路的新選擇。

LMDS 為目前仍在發展中的寬頻無線接取技術，在國際上現無標準的規範，所以各家廠商研發的系統均有其不同架構及應用服務。LMDS 在交通部電信總局 (DGT) 於公告之「綜合網路業務申請須知」所採用之中譯名稱為「區域多點分散式服務」，其中規定 LMDS 使用頻率範圍由 24 GHz 至 42 GHz，相關管理辦法同時也已完成。茲將各國有關 LMDS 名詞之含義綜合歸納如下：

- L (Local)：用戶迴路、區域性
本系統是一種區域性電信網路的“最後一哩(last mile)”用戶迴路(local loop)。
- M (Multi-point)：多點式
本系統下鏈(down-link)可以採用點對點、點對多點或廣播的方式傳送，但是上鏈(up-link)的路徑仍是以點對點的方式傳送。
- D (Distribution)：分配、播送、傳播、分散式
本系統具有數位化與寬頻化的優勢，可以同時整批的提供視訊、數據或是語音通信等互動式多媒體電信服務。
- S (Service)：業務、服務
本系統可提供用戶多重選擇方案，多樣性的寬頻多媒體服務。

2.1 LMDS 發展現況

由於無線通訊科技進步迅速，採用更高頻段提供無線通信或廣播服務以有效使用無線電頻譜資源成為未來重要的發展趨勢。

我國 LMDS 頻率之配置，見於 1999 年 6 月 22 日公告之「綜合網路業務申請須知」之附錄「綜合網路業務事業計畫書內容」之附件十二「可供固定通信業務經營者申請使用之無線頻譜及頻譜核配原則與程序」中，指定 24~42 GHz 之頻段供固定通信業務經營者規劃申請 LMDS 使用，將由業者逐案向交通部提出申請經核准後使用。

LMDS 技術之頻寬愈大則相對提供服務應用也就愈多樣化，其可獲得之頻寬將具有關鍵性之影響。依據國外經驗，為謀取客戶、服務提供業者、頻率管理者三贏的局面，許多國家對於 LMDS 頻率配置(allocation)的方式，係授權擁有頻譜經營權的業者在其取得頻譜的大地理區域(large geographic)內自行選擇或調整其本地市場的通路計畫(channel plans)、設備功能(equipment capability)、營業計畫(business plan)。

目前除了部份業者提供電話、專線及 Internet 服務外，其他業者 LMDS 試用/商用多以 Internet 為主，如下表所示。目前 LMDS 發展較為先進的地區，主要還是北美以及歐洲各國。

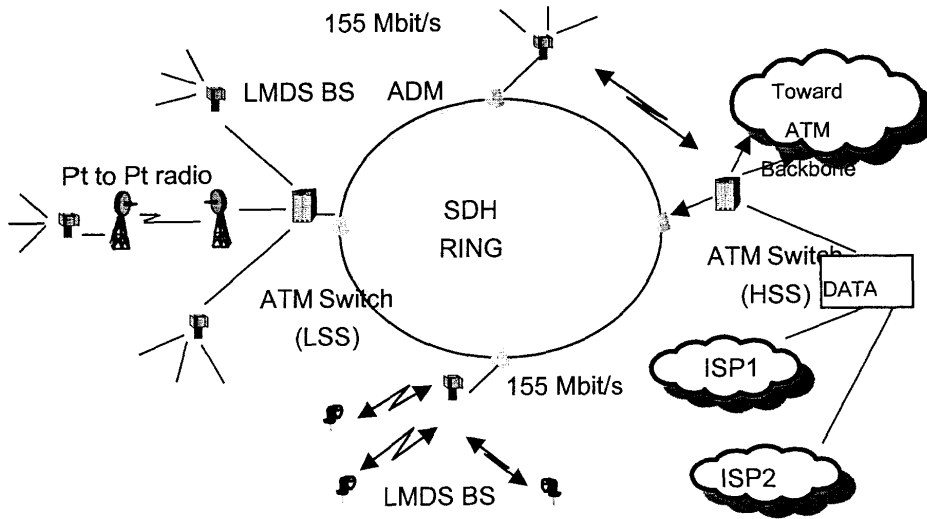
表：國際 LMDS 試用/商用現況

國家	秘魯	阿根廷	加拿大	韓國	瑞典	西班牙
設備提供者	Lucent	Lucent	Newbridge	Newbridge	Newbridge	Cable AML
業者	COMSAT PERU	Techtfl of Argentina	MaxLink	Hanaro Telecom Korea Telecom	Telenordia	TTT S.L. Of Spain
商用/試用	商用	商用	商用	商用	試用	試用
服務	Internet	Internet	Internet	Internet	Internet	Internet

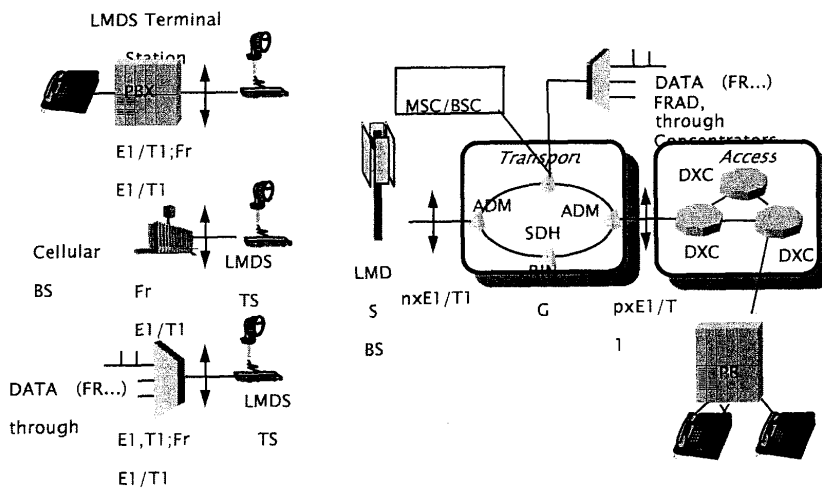
LMDS 發展現況在台灣地區，首先是台灣大學與北方電信合作，在其校園建設 LMDS 實驗網路，所使用之頻率為 24.25~24.27 GHz，25.05~25.07 GHz。另外，全華寬頻科技公司以測試無線寬頻服務為由，向電信總局申請獲得 27.5 GHz 頻段，該公司並與數位聯合電信、臺灣電訊、全民電信籌備處及成佳國際資訊簽約，在台北、新竹與高雄進行 LMDS 無線寬頻網路試驗計畫，以爭取未來固定通信網路業務的商機。本公司研究所也已完成 LMDS 實驗網路的建設計畫，實驗網路所獲得的頻段為 28 GHz，上、下鏈各 10 MHz。我國在固網業務開放之初，固網業者將其視為建設利器，急欲利用 LMDS 無線技術，以求快速切入市場，提供寬頻網路用來與本公司競爭，同時也見新業者大規模的租用大樓頂層空間，以 LMDS 無線技術來建設網路。

2.2 LMDS 系統架構

LMDS 系統雖僅被視為無線接取技術之一，但是麻雀雖小，五臟俱全，



圖：系統架構



圖：用戶端服務架構

2.3 LMDS 技術說明

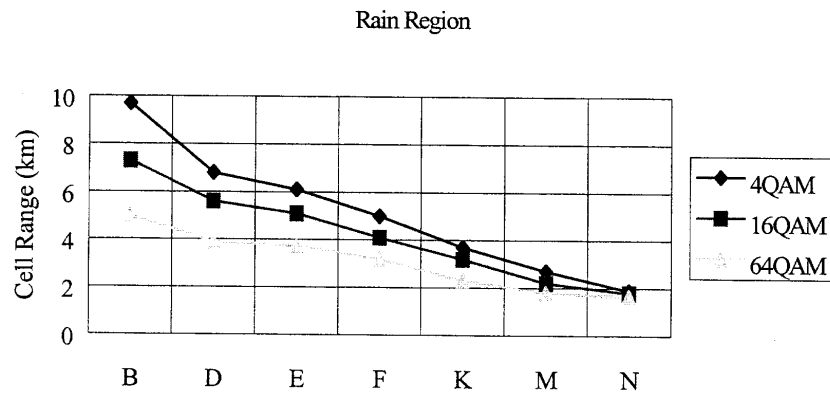
LMDS 系統雖僅被視為無線接取技術之一，但是麻雀雖小，五臟俱全，涵蓋整個寬頻無線電通信系統所需的全部技術，需整合基頻壓縮/解壓縮、通道編碼、數位鎖碼、ATM、MPEG2 架構、多工/多重接取、調變、解調變、網接技術、多媒體網路管理技術、系統規劃測試及頭端設備、用戶端設備等技術。

LMDS 傳輸方式可分為點對點、點對多點及點對面等三種，並可在系統內將這三種傳輸方式任意組合，分別說明如下：

- 點對點(point-to-point)：
固定無線點對點微波鏈路目前已廣泛使用於中繼鏈路(trunk link)，而 LMDS 將可提供更大之頻寬。
- 點對多點(point-to-multipoint)：
利用進步的無線點對多點傳輸技術，配合交換及網路技術，可提供速率更快、成本更低的高容量電信服務至用戶端，並順應用戶的需求適時提供具有彈性的應用服務。
- 點對面(broadcasting)：
利用類似細胞(或稱蜂巢式)的方式佈設點對面的寬頻無線傳播網路提供視訊、數據及語音等雙向多功能互動式服務至家庭或公司行號。

A、LMDS 細胞半徑與雨區的關係

由於 LMDS 使用 24 GHz 以上之頻帶，該頻帶之電波極易受降雨的影響而衰減。下圖所示為在 99.99% 可用率(全年累積中斷時間為 52.56 分鐘) 時，29 GHz 之 LMDS 細胞半徑與雨區的關係圖。由圖中可看出，降雨率越大者所能服務的細胞半徑越小。



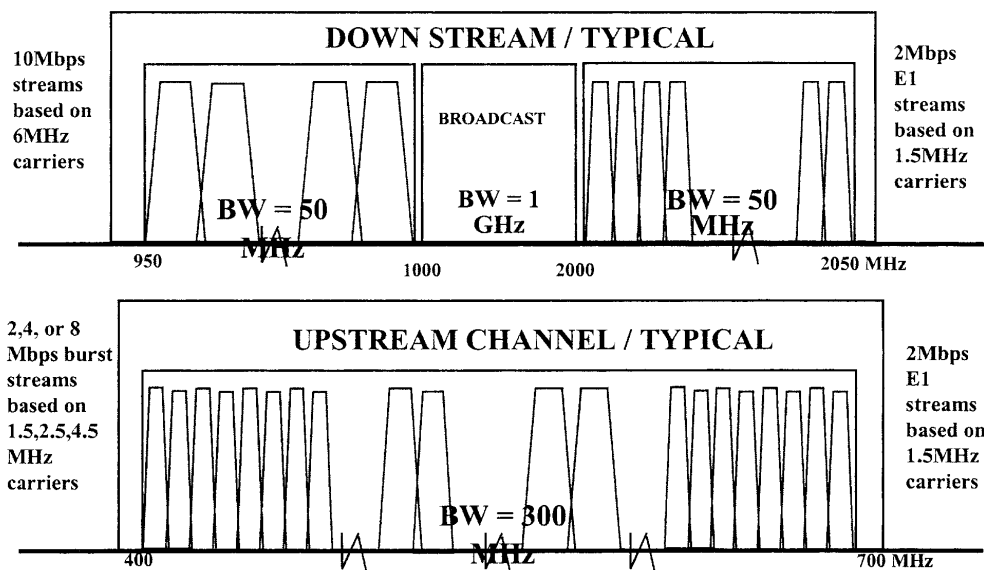
圖：29 GHz LMDS 細胞半徑與雨區的關係

(資料來源：Nortel)

由上圖中可明顯看出 64 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 調變方式之細胞半徑小於 4 QAM 調變方式，臺灣地區的降雨率相當於美國邁阿密地區，屬於 ITU 定義之 N 區(一分鐘累積降雨率超過 95mm/h 之機率 $\geq 0.01\%$)，因此不論採用上述 64 QAM 或 4 QAM 調變技術，細胞半徑約二公里左右。

B、LMDS 中頻傳輸頻譜

LMDS 之中頻 IF (Intermediate Frequency) 傳輸頻譜到目前為止尚無國際標準可遵循，下圖為 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)之 DVB(Digital Video Broadcasting)標準。該標準延用 DVB-S 之 L-band 衛星傳輸頻譜標準，其上、下鏈採用非對稱之傳輸方式，於下鏈傳輸數位電視節目時，可直接以衛星 Set Top Box 接收解調，以降低用戶端設備的成本。圖中所示為衛星通信所用之多載波架構，可依各別的客户須求動態指配所需頻寬的載波，具有高度系統融通性，目前各 LMDS 設備供應商並未完全參照該方式設計中頻傳輸頻譜，皆有各自的獨家規格，以 MOTOROLA 公司的 LMDS 中頻架構而言，即採用 Cable Modem 的傳輸頻譜架構，上鏈中頻頻率為 5~45 MHz，下鏈中頻頻率為 50~800 MHz，直接以 Cable Modem 做為用戶端的網路介接單元(Network Interface Unit; NIU)。

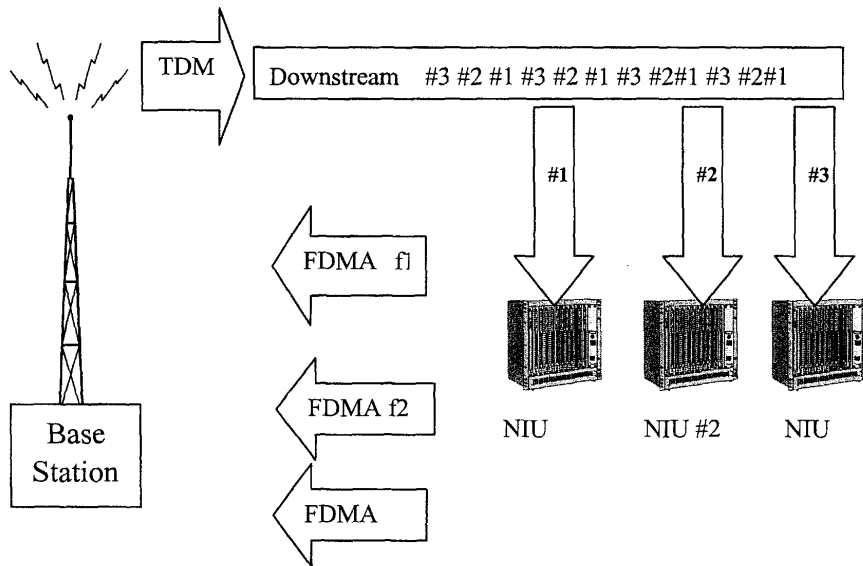


圖：LMDS之中頻傳輸頻譜 (資料來源：ETSI)

C、多工、多重接取

(1) 分時多工/分頻多重接取(TDM/FDMA)

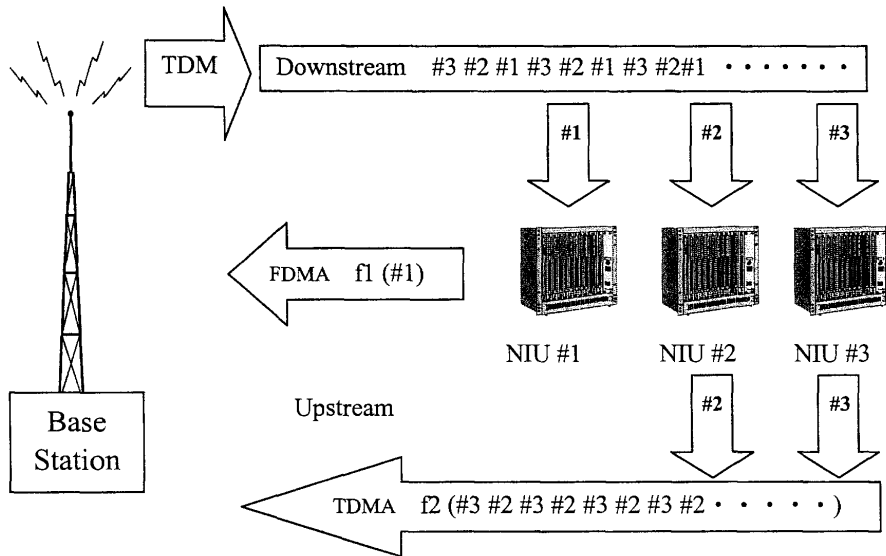
如下圖所示，以分時多工(Time Division Multiplexing, TDM)式傳送下鏈信號，以分頻多重接取(FDMA)方式傳送上鏈信號。但目前尚有部份廠商因其技術能力尚未發展完成的問題而暫時採用分頻多工(Frequency Division Multiplexing, FDM)方式傳送下鏈信號。



圖：分時多工/分頻多重接取(TDM/FDMA)

(2)分時多工/分時、分頻多重接取(TDM/TDMA, FDMA)

如下圖所示，以分時多工 (TDM) 方式傳送下鏈信號，依據客戶的需求以分頻、分時多重接取混合方式傳送上鏈信號。



圖：分時多工/分時、分頻多重接取(TDM/TDMA, FDMA)

D、射頻傳輸特性

由於LMDS之射頻RF (Radio Frequency) 傳輸的頻率在24 GHz以上，波長接近毫米波，具有視距Line Of Sight (LOS)傳播的現象，對建築及環境障礙物的穿透性比較弱，因此不適合行動通信使用，並且其傳輸距離會受降雨的影響而減少，但是其頻帶寬度較寬，因此極適合做為細胞式寬頻多媒體固定通信網路的末端媒介。

細胞式寬頻多媒體固定通信網路在射頻傳輸技術上，除需考慮前述降雨衰減因素外，尚需考慮以下兩大類型的干擾因素：

A. 系統內的干擾(Intra-System interference)

- 多路徑干擾(Multipath)

- 鄰頻道干擾(Adjacent-channel interference)

- 同頻道干擾(Co-channel interference)

- 交叉極化干擾(Cross polarization)

B. 系統間的干擾(Inter-System interference)

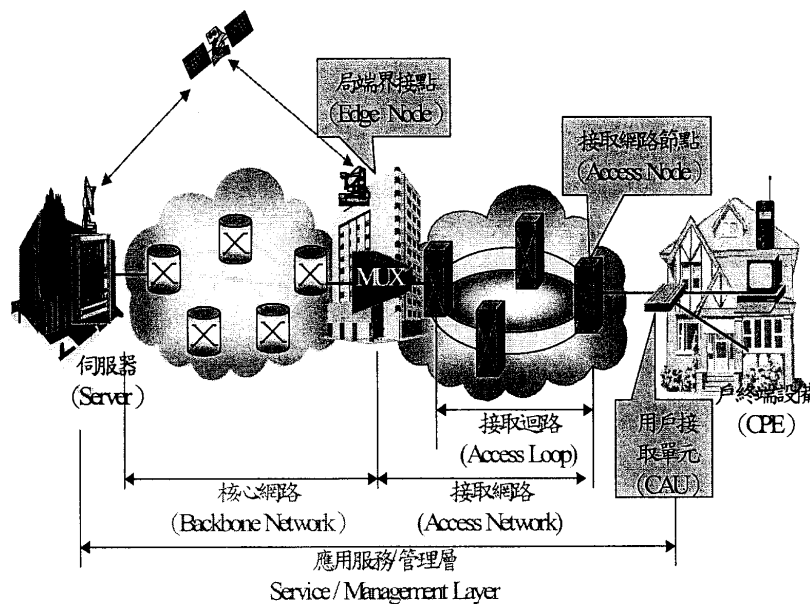
- 與衛星系統間的干擾(Satellite systems)

- 與其他 LMDS 系統間的干擾(Other LMDS systems)

- LMDS 頻帶外的干擾(Out-of-band interference)

2.4 寬頻接入網路概述

新一代接入網路必需是具備提供多樣化服務的網路平台，對於快速演進中的寬頻服務要有彈性的因應能力。因此新一代接入網路必須能同時提供如 PSTN、ISDN 等傳統窄頻服務及封包化 ATM、Frame Relay 及 IP 等寬頻服務。接入網路組成元件必須有彈性能配合多樣化服務及網路架構需求。參考 DSL Forum 定義寬頻服務網路組成如下圖所示。其中接入網路組成包括：局端界接點(Edge Node)、接入迴路(Access Loop)、接入網路節點(Access Node)及用戶接入單元(CAU)。



圖：寬頻服務網路組成

就上圖之網路組成可說明如下：

(1) 局端界接點(Edge Node)

局端界接點置於電信機房，用於連接接入網路與核心網路。配合多樣化服務需求提供包括：多工、集縮、交換功能及訊號格式轉換。

這些功能依服務系統架構需求，可由交換機(如 PSTN 交換機、ATM 交換機、Media Gateway)、接取伺服器(如 Narrowband Access Server、Broadband Access Server)、Voice Gateway 搭配組成。

(2) 接取迴路(Access Loop)

接取迴路是接取網路基礎架構一部份，接取迴路主要功能在於連接接取網路節點(Access Node)及 Edge Node。依據統計全世界電信公司超過 99%的公眾網路(PSTN)用戶迴路是以銅線提供服務。銅線迴路現階段仍為接取網路末端首要考量傳輸媒介，隨著寬頻服務推展，接取網路將逐步由局端往用戶端光化。光化目的，一方面擴增網路頻寬增加網路彈性，另一方面改善網路可靠度提高服務品質。數位用戶迴路技術(Digital Subscriber Line ; DSL)與光纖迴路接取技術在接取網路提供了完整可行的寬頻化演進方案。未來接取網路傳輸技術演進，將逐步由 PDH T1/E1 及 Inverse Multiplexing 往 ATM/SDH、IP/SDH、Ethernet/Fiber 分封化傳輸方式發展。DWDM 技術亦可應用於接取迴路，解決迴路頻寬、管道與光纖心線不足問題。

(3) 接取網路節點(Access Node)

新一代接取網路為了要整合多樣化服務於單一網路平台，接取網路節點必須提供多樣化服務界面模組，及對用戶接取單元送來酬載訊號(Traffic)之多工、集縮與訊令規約及 O/E、E/O 之轉換功能。一般接取網路節點介面將含括寬頻與窄頻服務，如 PSTN、ISDN、T1/E1 專線、xDSL、無線用戶迴路接取介面(LMDS)或有線/無線社區區域網路介面(如：Ethernet、HomePNA、HomeRF...)。

(4) 用戶接取單元(CAU)

用戶接取單元依客戶類型不同，可能是用戶 CPE、或是單一用戶網路終端設備(如 ATU-R、NT、STB、等)、也可能是由多個用戶網路終端設備組成的社區/家庭網路(Home Network)。

2.5 常見之寬頻接取迴路架構

根據上述各組成單元，將幾個較常見之寬頻接取迴路架構及技術整理介紹如下：

2.5.1 xDSL 數位用戶迴路(銅線寬頻技術)

早期電信公司主要是以語音的服務為主，由於語音頻寬較窄，因此在考慮投資成本效應下，用戶迴路主要採用雙絞線為主。在 1980 年以後技術才慢慢的提升至 ISDN 的服務，雖然光纖技術的進步日新月異，其傳輸效能也較銅線優異，但由於建設初期價格較昂貴且廣泛的鋪設非常耗時，再加上與用戶端問題較複雜，使得電信公司積極的利用數位用戶迴路(xDSL)技術在現有的銅線迴路上提高傳輸能力。

數位用戶迴路技術依上/下行速率的對稱性，可區分為對稱式(上/下行速率相同)，如 ISDN/IDSL、HDSL、MSDSL/SDSL 及 SHDSL 主要應用於專線接取提供傳統電信或視訊會議服務；非對稱式(上/下行速率不同)，如 ADSL 或非對稱式的 VDSL。早期的數位用戶迴路技術 ISDN 透過數位 ISDN 交換機可提供撥接式的電話、網際網路服務外，利用 H.261 的標準將視訊資料壓縮後，可利用三條 128k b/s 的 ISDN 電話線，將 IMux(Inverse Multiplex)後的資料傳送出去，以提供視訊會議的服務。ISDN 的資料可走傳統 PSTN 網路或連上數據網路，銅線涵蓋的區域也可達五公里左右，是利用電路時槽交換的數位化銅線接取技術。ISDN 2B+D 的通道提供 64K b/s 或 128k b/s 頻寬，並無法滿足寬頻多媒體服務頻寬需求。近幾年由於網際網路服務普及，用戶上網寬頻需求大增，帶動 ADSL 網路建設快速成長。

2.5.2 用戶光纖迴路(光纜技術)

為因應寬頻接取服務的要求，各電信業者均積極思考接取網路寬頻化最佳方案，由於光纖具有寬頻帶、低損失、不受電磁干擾、重量輕等等優點，同時拜光電轉換元件製造技術之快速進步，成本逐年下降，用戶迴路光纖化乃是一必然之趨勢。目前被提出並應用在接取網路的光纖用戶迴路(FITL)架構有 SDH-Based FITL 傳輸架構、ATM-Based 被動式光纖用戶迴路(APON)架構、DWDM 光纖用戶迴路架構及 Ethernetbase FTTB 等。

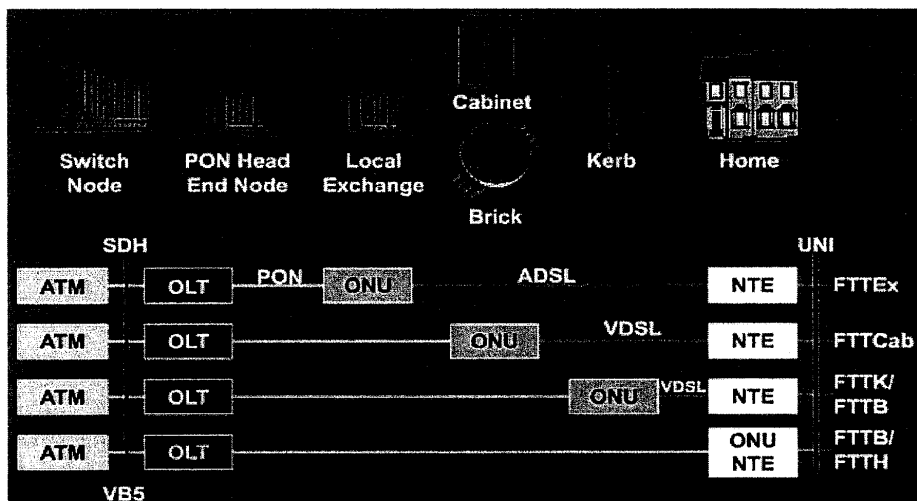
(1)SDH-Based FITL 傳輸架構

SDH 在全球電信市場已有超過 15 年的歷史，目前仍是處於成長階段，預計未來 10 年內，也仍將處於成長階段。過去 SDH 訊務傳輸僅能處理 STM 訊務，隨著 ATM 技術的發展，由於可提供最佳的網路操作管理效能，與提高單一通道傳輸效率等優點，逐漸廣泛應用於核心網路中，使得傳統 SDH 傳輸架構升級為可傳送 ATM 訊務之 ATM/SDH 傳輸架構，第一種 STM 傳輸方式即為傳統 SDH 傳輸架構，將 ATM 與 STM 訊務均以 STM 格式傳送。第二種混合型傳輸方式即為混合型 ATM SDH 架構，ATM 與 STM 訊務可獨立收容於不同的 STM-N 鏈路，再整合透過同一 SDH 鏈路傳送訊務。第三種 ATM 傳送方式，即為 ATM 架構，先將 STM 訊務轉換成 ATM 封包格式，可與其他 ATM 訊務整合收容於同一 STM-N 鏈路，再透過同一光纖鏈路傳送訊務。

(2) 被動式光纖接取網路(PON)

依照市場發展的統計分析，儘管現有的被動式光網路市場還相當有限，但著眼於光被動元件高穩定性與維運成本考量，未來光通訊器件在市場規模達到一定程度後，成本將大幅下降。被動式光網路架構被認為是未來用戶接取網路發展主流。1995 年 7 月，一群由電信設備製造商(vendors)及電信網路/服務經營者(Operators)著手成立一跨國際性工作組織 FSAN Initiative(當時為 7 個 PNO+12 個系統設備製造商發起高峰會，簡稱為 G7)。FSAN Initiative 成立動機在於解決目前服務之不確定

性，期望經由參與成員之經驗交流與討論，找出適合用戶之真正服務需求。再根據服務需求規劃合適之網路基礎架構，以進行建設。目標是希望產生一國際性與共通性之全方位服務接取網路系統需求規格，使產品可做到互通，以達成以量制價目的，來跨越經濟性障礙，提供全方位窄頻與寬頻服務。FSAN 已規劃出 ATM PON 架構之 G. PONB 草案經 ITU-T 確認為 G. 983 標準。網路架構如下圖。接取網路為點對點或點對多點架構，包括 FTTC /B /Home。光接取系統由 OLT、ONU 與被動式光纖配送網路(ODN)所組成，ODN 利用光分歧器在 OLT 與 ONUs 間，分享同一對光纖傳輸容量。可提供的服務包括非對稱式廣播服務(如數位廣播服務、VOD、Internet、Distant learning、telemedicine)、小型企業用戶的電信服務及 PSTN 與 ISDN 服務。



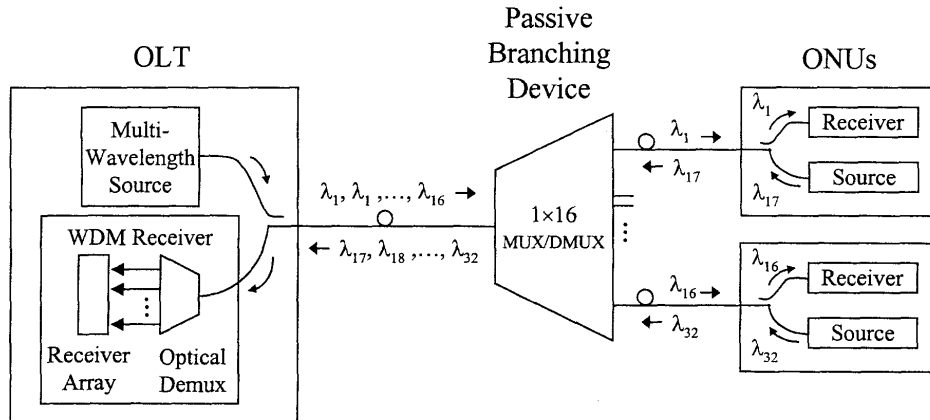
圖：ITU-T G. 983 ATM-PON 網路架構

(3) DWDM 接取網路架構

高密度分波多工(Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM)技術在一條光纖可傳送多重波長，DWDM 技術於 1995 年初在北美市場開始發展。1995 年後期至 1997 年，由於長途網路容量需求大增及光通訊關鍵

零組件技術之突破，使得 DWDM 通訊技術應用於長途網路迅速成長，解決了電信業者頻寬不足，網路升級頻寬擴增困擾。由於 DWDM 通訊技術發展迅速，再加上網際網路帶動對網路頻寬需求以十倍數成長，驅使 DWDM 光通訊技術應用將逐漸地由核心網路向用戶迴路推進。現階段 DWDM 傳輸模組每個波常以能支援 SDH 中 STM-16/OC-48 與 STM-64/OC-192 傳輸容量為最成熟，其技術進步的指標為增加每條光纖可傳送的波長數、延長光放大器間的距離與提高每個波長的容量等。預期，千兆位元(Terabit)的 DWDM 傳輸網路在公元 2000 年後將可能會成為普遍的架構。

下圖為 DWDM 技術應用於接取網路的一種架構，其中 ONU 端採窄頻譜線寬光源載送資料。OLT 到 ONUs 光傳輸下行方向，可藉由路由器將個別的光波長 λ_1 - λ_{16} ，分別轉送至 16 個 ONU。此架構下，由於每一個 ONU 皆獨享一光波長之傳輸容量，使得整體網路容量得以增加。上行方向，於 ONU 傳送光波長 λ_{17} - λ_{32} 至路由器，路由器將 16 個波長藉由 DWDM 技術整合於單一光纖中，傳送至 OLT 的 DWDM 接收機，透過解多工器將各光波解開接收處理。



圖：DWDM 系統應用於接取網路架構

考慮到傳統電信公司既有網路演進，未來網路頻寬在寬頻服務刺激

快速成長下，傳統 SDH 傳輸網路架構將面臨 IP Over DWDM 傳輸技術挑戰。傳統 SONET/SDH 傳輸技術載送如 IP、Ethernet 與 ATM 訊務時，均被視為 Payload 以 SDH 格式處理，當傳輸速率與容量提昇時，對於分封化的訊務傳送，未能提供有效率的傳輸服務。容量的提升若未能與 DWDM 技術作結合，不僅整個傳輸設備規模增加、升級成本遽增，管線空間限制亦成為問題，DWDM 技術提供大容量光纖需求的解決方案，其成本與鋪設光纖的作法相比更為快速低廉。這使得 DWDM 接取技術應用於光纖接取網路成為未來明日之星。

(4) Ethernet based FTTB

近年來電信技術日新月異，又值國內電信市場開放之際，有鑑於接取網路乃兵家必爭之地，尤以社區、辦公大樓、集合住宅等人口集中之地區為甚。

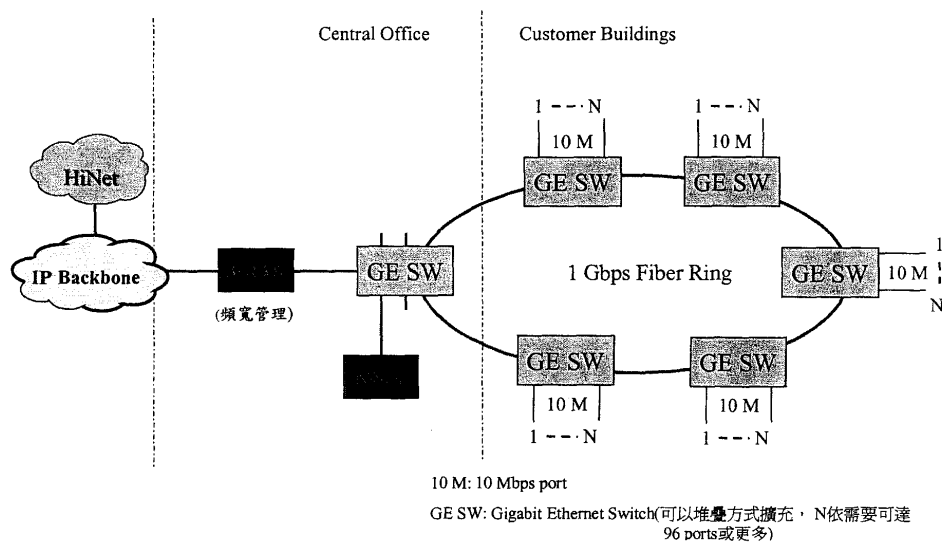
光纖到大樓寬頻接取方式除可利用 DSLAM 外尚有 MFOAN。MFOAN 可提供 POTS、公用電話、ISDN BRA、專線及寬頻 ADSL 之整合性服務，有其優點，也有不足之處，如價格較貴等。而近年來隨著網際網路的盛行，Ethernet based FTTB 技術遂因應而生。

Ethernet based FTTB 之特色如下：

- (1)從電信機房到大樓或社區間之傳輸媒體以光纖取代傳統銅纜，高品質保證。
- (2)可以提供 512 Kbit/s ~100 Mbit/s 或更高之傳輸速率，依用戶需求頻寬增加非常有彈性。
- (3)可提供雙向對稱頻寬(上傳及下載速率相同)。
- (4)具 IEEE 802.3 Ethernet 介面標準，互通性高。
- (5)網路架構簡單，不需層層轉換，可減少障礙點。
- (6)升級容易，除高速上網外，未來亦可擷取互動多媒體、MOD 等寬頻服務。

(7)用戶端 PC 只要具備 Ethernet 網路卡，不需加裝其他任何設備即可上網。

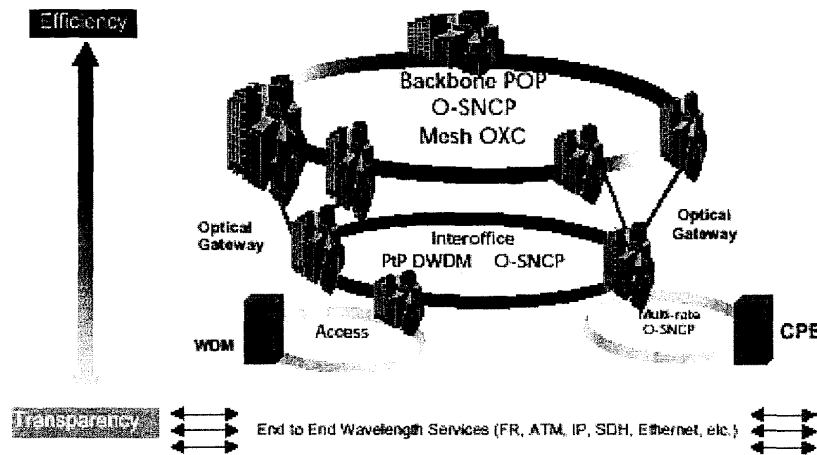
下圖則為 Ethernet based FTTB 基本架構圖，由於未來整個網路將朝 IP 化的環境演進，而 Ethernet based FTTB 也提供了這樣的環境，故本接取技術若能在價格及客戶建築物佈線技術上(請參閱整合式佈線章節)有所突破的話，本技術之前景可期。



圖：光纖到大樓 Ethernet-based FTTB 接取網路架構

2.5.3 全光化接取網路

如前分析，DWDM 技術已日臻成熟，而 DWDM 技術初期發展原規劃為取代及節省骨幹網路之光纜佈放率，其主要原因乃是因為歐美國家佔地廣闊，骨幹光纜佈放往往距離相當遠且佈放不易，若再加上光放大器等設備投資，總投資額將是一筆龐大成本；而台灣本島則恰好相反，台灣地小人稠，是以骨幹用 DWDM 系統較不適宜市區或都會區使用(環島光纖除外)，有鑒於此，所謂都會型 DWDM 系統遂因應而生，而本次赴國外實習，所看到的產品及屬此類產品，為 ALCA TEL DWDM 1696 型，其產品定位及架構應用示意圖如下圖示，在該產品包括了 Optical Gateways、Optical ADMs、Optical Cross-Connects 等光網路元件，在該類產品中標榜的是模組化結構、高容量頻寬及具備多功用可塞取之多功機和各式光卡，並可提供各類包括 PDH、SDH、Data Center Service(如 ESCON 等)及 LAN 的服務，可因應環境不同而適時的調整。

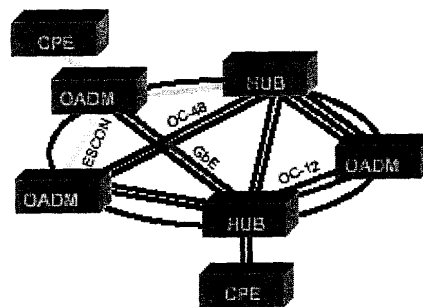


圖：全光網路示意圖

本系統基本上之利用可以用在骨幹及都會網路傳輸層上，但由於此類都會型系統具有各節點可塞/取的彈性功能，故類似這樣的系統更可以廣泛的應用在接取網路上，尤其現階段為因應各類寬頻服務，再加以都會區管道及光纜擴充不易等問題，如何在成本考量下整合各類服務頻寬於光纖上並以本系統作為傳輸媒介已為重大課題，而在上圖中所顯示的接取應用為最下之接取層，亦即可應用在用戶各辦公大樓分散各處且高頻寬需求之點對點或點對多點之應用。

除此之外，由於本公司在都會區各機房並不會相距太遠，若能在機房間架設本系統，則應會有更大的用處，惟在系統建置上尚需考量既有設備的利用度及折舊與投資新創間之成本平衡問題。

另外都會型 DWDM 系統在網路拓撲方面亦具有相當彈性，諸如點對點、點對點線性塞取、節點光環式、網狀結構及混合型均能夠支援，下圖則為該系統用在 2 心光環路上的拓撲結構。



圖：都會型兩心光環路圖

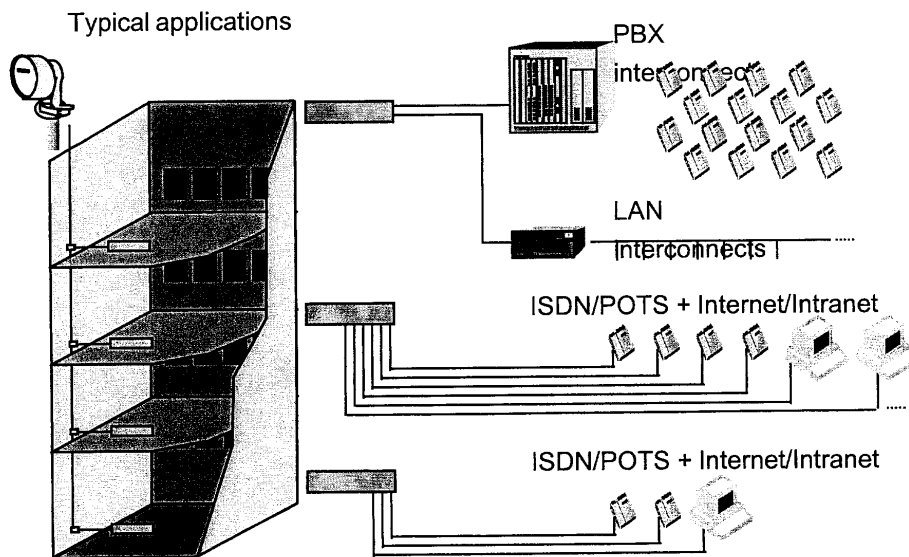
3. Alcatel 9000 系統說明

3.1 應用

由於 Alcatel 9000 夠提供許多的應用及服務，為了更加明瞭其應用服務，我們可以將這些應用服務分成不同類型來說明：

- 專線電路服務
- 交換電路服務
- 瞬發資料傳送服務
- 視訊電路服務

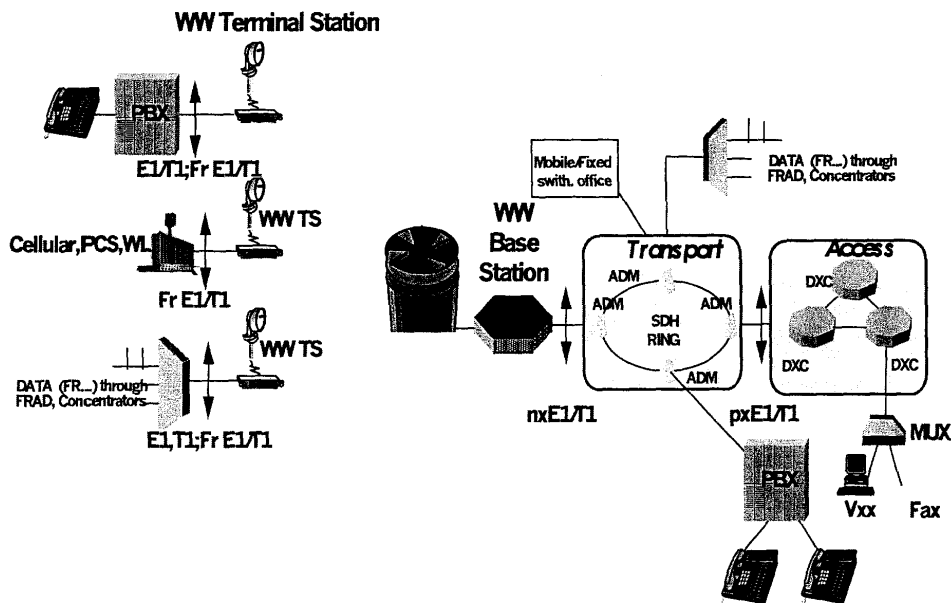
這並不意味著這幾個服務只能單獨的被應用，而是這幾個服務可以同時被應用。就以其交換電路服務及不固定速率資料傳送服務為例，系統提供了像是電話及乙太網的界面，這說明了系統提供電話和網際網路的服務。



圖：應用服務

3.1.1 專線電路服務

專線電路服務提供透通的 T1/E1 或統計型 T1/E1 專線電路，將遠端終端設備與機房端連接。統計型 T1/E1 專線電路的界面，也可以在機房端提供了群集(grooming)功能，藉由網路管理系統可將無線資源被有效的利用。



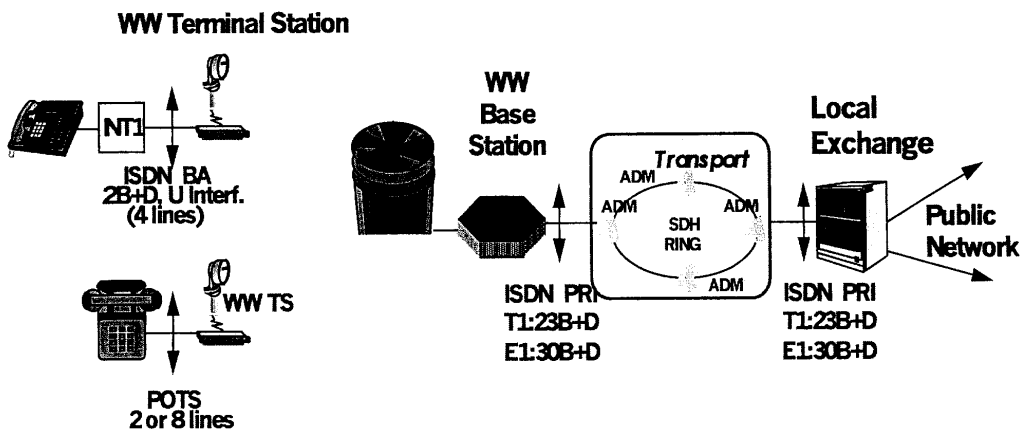
圖：專線電路服務

在實際的應用有：

- 專用交換機間的相互連接
- 行動電話/個人通訊系統/無線區域迴路等站台之回程連接

3.1.2 交換電路服務

交換電路服務提供了傳統語音和整合服務數位網路(ISDN)的通信服務。在這種交換電路服務下傳輸鏈路的頻寬依網路情況及需求被動態地分配(BOD: Bandwidth On Demand)在無線資源上,將無線頻寬優化。交換機集縮的 V5.2 或 GR303 網路界面可直接藉 E1/T1 連接交換網路。



圖：交換電路服務

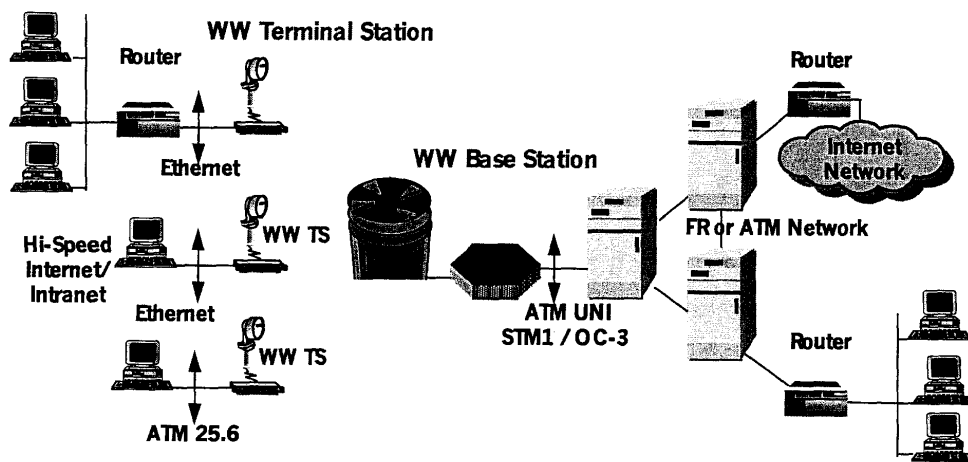
在實際的應用有：

- 語音電話服務
- 整合服務數位網路(ISDN)通信服務

ISDN 的 2B+D 界面可提供語音、資料、視訊會議等服務。

3.1.3 瞬發資料傳送服務

對於小型企業或 SOHO 族而言,需求資料傳送服務會比一般語音通訊服務更來的迫切,這是為什麼 LMDS 被設計來處理大容量封包傳輸能力,以提供瞬發資料傳送服務的主要原因。在這項服務中利用 TDMA 及 ATM 結合的技術允許去合併動態的配置無線電資源,如此每一個使用者僅用需要的頻寬去載送更多的資料量,盡可能有效地利用立即瞬發資料傳送的能力來提共給使用者達數個 Mbit/s 的傳送速率。



圖：瞬發資料傳送服務

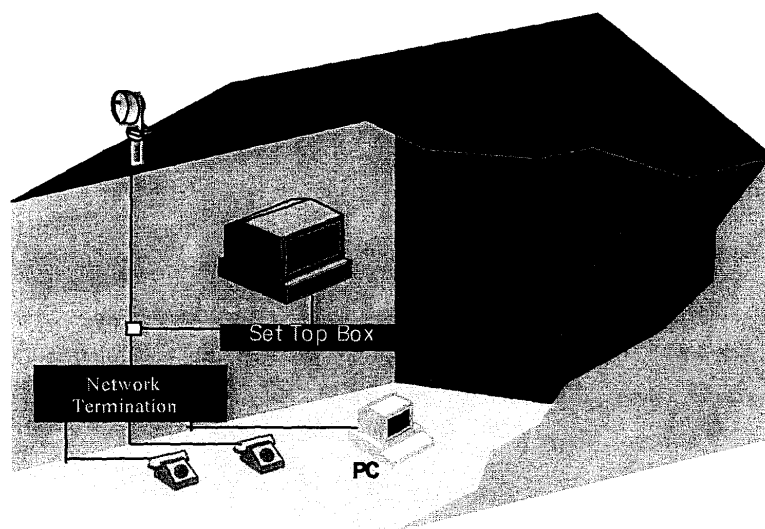
在實際的應用有：

- 網際網路
- 企業內部網路
- 區域網路的连接

尤其網路間的互連應用,吸引著多數客戶如一般家庭用戶、SOHO 族及小型企業等用戶的青睞。

3.1.4 數位視訊傳送服務

LMDS 系統也提供了數位視訊廣播的應用而且反向資訊可被回送，如此機上盒 (set top box) 及用戶端室內終端單元就可以共用同一同軸電纜及戶外單元來傳送與接收，反向資訊可被應用於付費節目服務 (pay-per-view services)、隨選視訊服務 (video on demand)、隨選資訊服務 (information on demand)、視訊監控服務 (video monitoring) 及其他網際網路的應用。



圖：數位視訊傳送服務

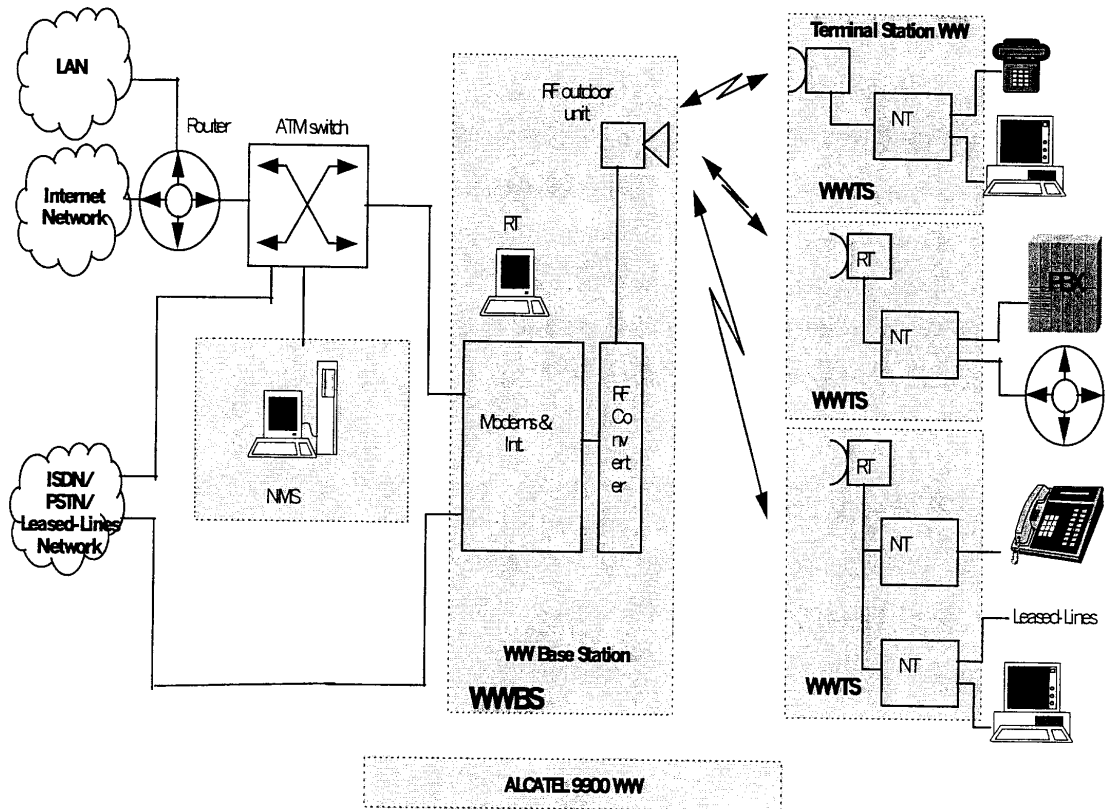
在實際的應用有：

- 付費節目服務
- 隨選視訊服務
- 隨選資訊服務
- 視訊監控服務
- 其他網際網路的應用

尤其如一般家庭用戶視訊服務及網際網路的應用。

3.2 系統描述

完整的系統描述如下圖所示:



圖：系統描述

3.2.1 網路介面

網路介面被用來與 ATM 或 PSTN/ISDN 交換設備互連以提供資料或是語音服務。

3.2.1.1 資料介面

與資料網路接取有兩種方式：藉由路由器（router）及 T1/E1 專線，訊務量藉專線送到 ATM 交換機或是送到其中一個（WW Base Station）的 T1/E1 介面，也可由系統去建立一個永久的無線鏈路在基地站與終端站的網路終端設備（WW terminal station Network Termination (NT)）上。整個無線系統是完全透通（transparent）的去載送訊務量。這些介面符合 ITU-T G703 規範。此外為了讓 IP 及 IPx 型態訊務量可藉由路由器送出，Permanent Virtual Circuits (PVC)被使用在網路終端設備與路由器間。

3.2.1.2 電話介面

與 PSTN 或 ISDN 電話網路接取，可藉由 WWBS 的 $n \times E1/T1$ 介面，WWBS 支援 V5.2 or GR303 信號，這些 E1/T1 介面符合 ITU-T G703 規範。

3.2.2 用戶端介面

WWBS 提供了一些介面用來與用戶端裝置連接以下將針對這些各類用戶端介面來做說明。

3.2.2.1 電話介面

提供方便的兩線電話介面利用軟體的設定可以依使用者設備需求設定其阻抗傳送及接收位準最多可以連接組 5 電話但是並不適合戶外使用因為無避雷保護其介面接頭為 RJ11。

3.2.2.2 BA-ISDN 介面

ISDN 基本接取介面是 U 型若用於網路終端則須轉接器轉為 S/T 在 IDU 端則為 RJ11。

3.2.2.3 T1/E1 專線介面

系統同時也提供 T1/E1 專線介面用以連接位於系統用戶端的終端設備系統對於專線服務而言就只是一個傳輸網路但是系統可以在基地站將專線作群集(grooming)功能,藉由網路管理系統可將無線資源被有效的利用。

3.1.2.4 Ethernet 介面

系統同時也提供 10BaseT 的 Ethernet 介面用以連接電腦網路。

3.2.3 無線介面

3.2.3.1 頻率規劃

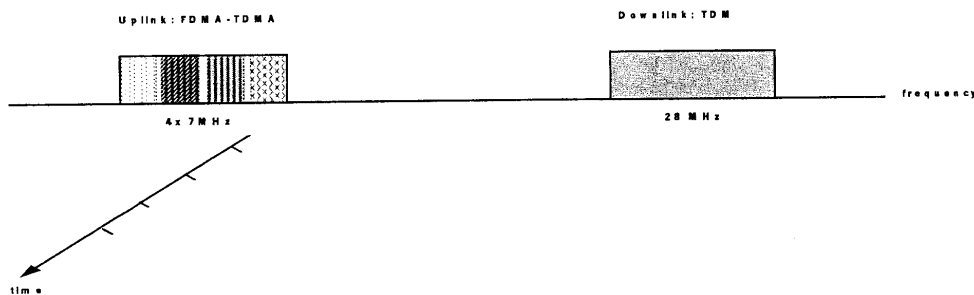
整個系統可有許多的頻帶選擇也可以依各國規定及需求來指定頻帶下表即是主要的頻率規劃規格。

Frequency Band	Duplex Separation	
25 GHz	1008 MHz	24.5 - 26.5
28 GHz (LMCS)	-	27.35 - 28.35
28 GHz (CEPT)	-	27.5 - 28.6 , 29.1 - 29.5
28 GHz (LMDS)*	-	27.5 - 28.35 , 29.10 - 29.25

3.2.3.2 空中介面

a) 射頻部分

系統的空中介面符合 DAVIC 1.2 Specification Part 8 規定之低階層協定及實體介面，系統使用頻率分割的雙工模式將去回(上下行)頻道分開 (上行) 頻道又細分成四組的副頻道，WWTS(terminal station)能夠經由 MAC 協定自由接取這四組的副頻道；(下行)頻道使用分時多工(TDMA, Time Division Multiplex Access)的方式，(上行) 頻道則在 FDMA 模式下選擇頻道再使用及分時多工 (TDMA) 的方式運用。



圖：TDMA-FDMA access

b) 系統特性

下表說明在不同的通道頻寬下之系統特性:

Channel bandwidth	下行		上行	
	14 MHz	28 MHz	3.5 MHz	7 MHz
Rate	8x2 MBit/s	16x2 MBit/s	2x2 MBit/s	4*2 MBit/s
Modulation	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK
ATM rate	16,1 MBit/s	32,2 MBit/s	4,2 MBit/s	8,4 MBit/s
Frame period	6.375 ms	6.375 ms	6.375 ms	6.375 ms
Output power (anten. port)(25GHz)	17 dBm	17 dBm	12 dBm	12 dBm
Output power (anten. port)(28GHz)	17 dBm	17 dBm	12 dBm	12 dBm
Rx level at 10^{-10} (25GHz)	- 85,5 dBm	- 82,5 dBm	- 89,5 dBm	- 86,5 dBm
Rx level at 10^{-10} (28GHz)	- 85,5 dBm	- 82,5 dBm	- 89,5 dBm	- 86,5 dBm
System gain (25 GHz)	144,5 dB	141,5 dB	143,5 dB	140,5 dB
System gain (28 GHz)	146,5 dB	143,5 dB	145,5 dB	142,5 dB

3.3 系統各單元說明

3.3.1 網管單元

整個網管架構建構在階層式的 SNMP (Simple Network Management Protocol, 簡易網路管理協定)網管結構上,採用標準管理概念使得網管系統可以很容易去整合到一個更大的系統裡,並可對不同大小網路作調整。整個網路管理中心是由下列的管理單元所組成:

Alcatel 1353WW: 網路管理系統 (NMS)-負責整個系統的網路管理,它經由 SNMP 上使用企業專用的管理資訊庫(Management Information Base, MIB)直接的管理多個 WW 基地站。網路管理系統利用 HP OpenView 工作站平臺,提供一個工業標準管理方法。

Alcatel 9900LT: 主要負責 WW 基地站的管理,它連接的終端設備是視窗介面個人電腦平台。

Alcatel 9900DB: 數位基地站-經由 MAC 協定主要負責直接管理多個住宅與企業端的網路。

網路管理系統完成下列的功能:

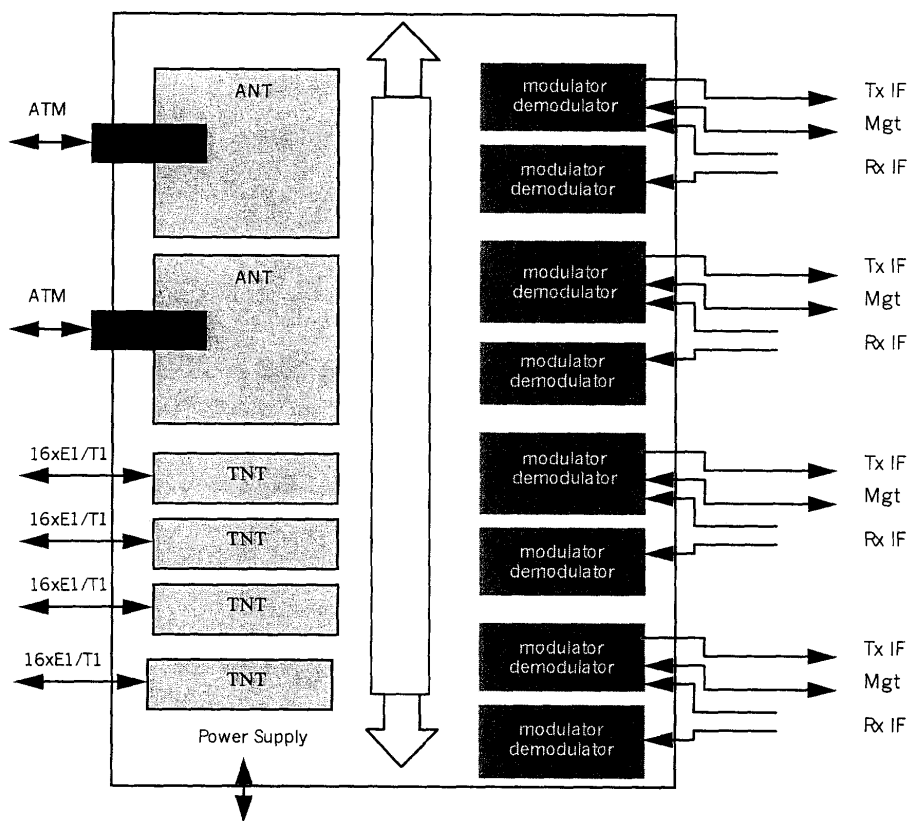
- 架構管理-定義、維護和執行更新目前網路架構的最新的資料庫。
- 軟體下載-可經由空中分發的方式,對提供 WW 基地站及終端站的軟體更新。
- 錯誤管理-提供監控、關聯和報告網路狀況功能,協助網路管理系統操作人員去對網路錯誤作識別、診斷及更正等工作。
- 安全管理-確保授權用戶對網路接取限制。
- 效能管理-監控和報告網路的效能。

3.3.2 基地站

3.2.2.1 數位基地站

Alcatel 9900DB 數位基地站是由頭端 modem 組成，這個部分將頭端發送的資訊和用戶回送的資訊之調變和解調模組化，並在網路界面提供多工與解多工的功能。數位基地站 (DBS) 主要是作為射頻轉換器與 ATM、PSTN/ISDN 或專線網路之間的連接。

它的高度為 18U 裝置在 19 吋寬機架上，保留 3U 高度用來裝電源供應器模組及 4U 高度用來裝射頻轉換器模組，數位基地站方塊圖如下圖所示：



圖：數位基地站方塊

3.3.2.2 射頻轉換器模組

Alcatel 9900 IB 是射頻轉換器模組，負責群組在同一電纜上的資料去調變和解調再轉換成射頻信號，供無線介面接取用。

- 傳送之中頻信號頻率為 70MHz
- 監督資料
- 收到的中頻信號也作為戶外單元的遠端電源供應

3.3.2.3 射頻戶外單元

以下為不同頻段的射頻戶外單元模組：

- Alcatel 9925UB : 24.5 - 26.5 GHz
- Alcatel 9927UB : 27.35 - 28.35 GHz
- Alcatel 9928UB : 27.5- 29.5 GHz 不含 (28.6 - 29.1 GHz)
- Alcatel 9929UB : 27.5-28.35 及 29.10-29.25 GHz

射頻轉換器模組與射頻戶外單元的連接線距離可以達到 300 米，這對安裝而言非常方便。天線最好使用 90°角區域天線，當然全向或是 60°角區域天線也是可以使用。

3.3.3 戶端的 WW 終端站

3.3.3.1 無線終端單元

無線終端單元整合天線、低噪音放大器 (LNA)、功率放大器 (SSPA)、上行轉換器及下行轉換器。無線終端單元配合天線裝置於用戶的建築物上，上行及下行信號可透過現有的同軸電纜網路分送與連接用戶，或者透過單一同軸電纜連接用戶端的室內單位。幾個用戶終端單元能夠連接及共用一個無線終端單元上。

以下為不同頻段的射頻戶外單元模組：

- Alcatel 9925 UT - 25 GHz
- Alcatel 9927 UT - 27 GHz
- Alcatel 9928 UT - 28 GHz
- Alcatel 9929 UT - 29 GHz

這個射頻單元作頻率轉置，將下行射頻頻帶轉至中頻 950-2050 MHz，相對的將上行中頻 400-700 MHz 轉至射頻頻帶。

一個無線終端單元能夠透過分歧器 (splitter) 連接 8 個用戶終端單元，無線終端單元 (RT) 與用戶終端單元 (NT) 的傳輸距離藉由 repeater 能夠到達 200M (每一 repeater 可送 70M 長之電纜)。無線終端單元的電源倚賴用戶終端單元藉由同軸電纜遠端供應，在無線終端單元 (RT) 與數個用戶終端單元 (NT) 的架構情況下，用戶終端單元電源可以單獨供應。

3.3.3.2 網路用戶終端單元

根據每一個用戶的界面需要，整個網路有四種不同型號用戶終端單元。如下表說明：

型號	9900RT	9900TT	9900CT	9900IT
電話/專線 服務	無	n x POTS	4xT1/E1	4xBA-RNIS
資料	1xEth 10bT	2xEth 10bT	2xEth 10bT	2xEth 10bT
機體大小	19",1U	19",1U	19",1U	19",1U

3.2.4 規格對照表

GENERAL	Specification
Temperature	
ODU	-33° to + 55°C
IDU	- 5° to + 45°C
Power supply	
Base Station	-48V DC
Terminal Station	110V-220V AC
EMC	ETS 300-385
SAFETY	EN 60950
INTERFACES	
Specification	
Telephony	POTS :
	ITU-T G713
	ISDN BA 2B+D U interface :
	ITU-T G961
	ISDN PRI :
	ETS 300011
Signalling	V5.2
DATA	Ethernet 10 Base T
E1	G703
ATM	STM1/OC3
	ITU-T G709
	PVC
RADIO	
Specification	
Frequencies	25, 28 GHz
Interface	DAVIC 1.2
Modulation	QPSK
Forward Error Correction	Reed Solomon 204/188 downstream Reed Solomon 63/53 upstream
NETWORK MANAGEMENT	
Specification	
Protocol	SNMP
Platform	HP - Openview

4. 系統規劃及架構

4.1 系統餘裕度計算

下表提供系統各項參數用來作為系統餘裕度(LINK BUDGETS)計算的資料：

Frequency Band	GHz	26		28	
Transmission direction		Down	Up	Down	Up
Amp. pwr@1 dB comp.	dBm	22	17	22	17
Power back off	dB	3	3	3	3
TX filter losses	dB	2	2	2	2
TX antenna gain	dB	14	33	14	35
Band edge allowance	dB	3	3	3	3
RX antenna gain	dB	33	14	35	14
RX filter losses	dB	2	2	2	2
RX NF	dB	6	6	6	6
Bandwidth	MHz	28	7	28	7
Implementation losses	dB	2	1	2	1
C/N for BER target	dB	9	12	9	12
RX level for BER target= 10^{-10}	dBm	-82.5	-86.5	-82.5	-86.5
System gain	dB	141.5	140.5	143.5	142.5

※當每通道頻寬下行增為 14 MHz，上行增為 3.5 MHz，則系統增益需增加 3 dB。

※基地台天線增益相當於 90°角波束之寬區塊天線增益。

不同的雨區會對系統的可用率有影響，下表為傳輸距離表：

A.在 26GHz 頻段時：

頻段	26GHz	傳輸距離單位：公里				
	雨區	A	B	C	D	E
可用率	99,9%	7,1	6,3	5,9	5,4	5,1
	99,99%	5,2	4,4	3,9	3,4	3,2
	99,995%	4,7	3,8	3,4	3,0	2,7

頻段	26GHz	傳輸距離單位：公里				
	雨區	F	G	H	J	K
可用率	99,9%	4,6	4,4	4,3	4,1	3,8
	99,99%	2,7	2,6	2,5	2,4	2,1
	99,995%	2,4	2,3	2,2	2,0	1,8

頻段	26GHz	傳輸距離單位：公里				
	雨區	L	M	N	P	Q
可用率	99,9%	3,1	3,0	2,5	2,1	2,3
	99,99%	1,7	1,6	1,3	1,0	1,1
	99,995%	1,4	1,4	1,0	0,8	0,9

B.在 28GHz 頻段時：

頻段	26GHz	傳輸距離單位：公里				
	雨區	A	B	C	D	E
可用率	99,9%	7,8	6,8	6,2	5,7	5,3
	99,99%	5,4	4,5	4,0	3,5	3,2
	99,995%	4,8	3,9	3,4	3,0	2,7

頻段	26GHz	傳輸距離單位：公里				
	雨區	F	G	H	J	K
可用率	99,9%	4,8	4,6	4,4	4,2	3,9
	99,99%	2,7	2,6	2,5	2,4	2,1
	99,995%	2,3	2,2	2,1	2,0	1,8

頻段	26GHz	傳輸距離單位：公里				
	雨區	L	M	N	P	Q
可用率	99,9%	3,2	3,1	2,5	2,1	2,3
	99,99%	1,7	1,6	1,2	1,0	1,1
	99,995%	1,4	1,3	1,0	0,8	0,9

4.2 無線工程技術

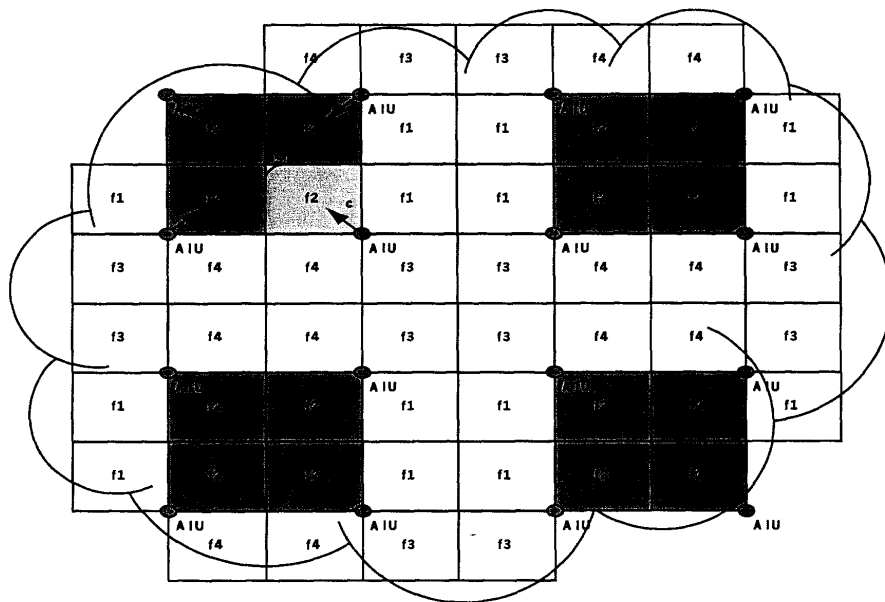
通常，無線鏈路應該在直接視線（line of sight）中，最大傳輸距離可由上表中計算。然而某些狀況下無線鏈路可能不在直接視線中。無論如何，這將導致最大傳輸距離的減少，相對應的在規劃上，對於這些特定無線鏈路需要做些調適。這些被描述的現象可與平面衰落來比較的，唯一導致是衰減的增加。無線電波的多路徑傳輸導致選擇的衰落使得延遲發生，這是不能控制的。

總結以上，無線鏈路直接視線的系統餘裕度應該修正並考慮到額外損失。無論如何，這會使得傳輸距離減少。這些現象和相關聯的影響列在下表中：

現象	可用	系統餘裕度的考量
樹葉阻礙	可以	厚度 5dB/m，25 dB 餘裕度
玻璃阻礙	可以	厚度 3dB/cm，入射角 $<40^\circ$ ，25 dB 餘裕度
反射	可	單一反射 10 或 15 dB 依材質不同，垂直水平極化不同，反射面的粗糙度
電波的衍射	否	損失太大無法使用
多路徑傳輸	否	無足夠的穩定度可被有效的排除

4.3 頻率的再利用

正方形所涵蓋的範圍已經最佳化，藉由使用 90° 角波束之寬區塊天線。



圖：區間同頻再利用

對於這種型式涵蓋的範圍，四組頻段允許在C/I值有14dB時工作，這限制如下：

- 區塊天線（基地站端）上下行信號比率要大於 35 dB
- 指向天線（終端站端）上下行信號比率要大於 40 dB
- 所有的終端站端必須在基地站端可視的直線上（direct line of sight）
- 自由空間中傳輸

- 忽略鄰頻干擾的影響

- 雨衰對傳送的信號與干擾的信號影響一致（既信號衰減量相同）

此外利用交叉極化的方式可用在頻率的再利用，這時 F4 與 F1 的頻率相同（極化不同）、F3 與 F2 的頻率相同（極化不同）。

4.4 使用率

把 WW 基地站與外部網路及 ATM 網路連接，透過 STM1 或者透過 E1/T1 的聯結。支援這些接取電路的總速率不能超過無線電波的容量。一個 WW 基地站能夠裝配四組 modem。這取決於頻道的使用數目，以下例子說明 WW 基地站容量：

頻寬	Modem 資料速率		WWBS 資料速率	
	下行	上行	下行	上行
14 MHz	14.6 Mbit/s	14.5 Mbit/s	58.4 Mbit/s	58 Mbit/s
28 MHz	29.2 Mbit/s	29 Mbit/s	116.8 Mbit/s	116 Mbit/s

相同的條件下，一個 STM1 接取的資料速率有 135.63 Mbit/s，這被用來載送到終端站的資訊及在 WW 基地站和網路管理站之間管理的資訊。一個 T1 接取的資料速率為 1.536 Mbit/s (24 bytes for 125 μ s) 及 E1 接取的資料速率為 1.984 Mbit/s (31 bytes for 125 μ s)。

4.5 案例說明：

為了涵蓋指定的地區，第一要檢查這整個地區是否能夠用單一的 WW 基地站涵蓋。為了將整個地區以單一的 WW 基地站涵蓋，我們必須把 WW 基地站放在這個地區的中心並檢查到這個中心點到最遠地區的系統餘裕度。如果是單一的 WW 基地站無法涵蓋的情況，這個涵蓋區需分隔成數個正方形區塊。

在指定的正方形區間中，如何去估計該區間的通訊流量，是十分重要的，因為該區間使用的無線電通道數目，是根據該區間被處理的通訊流量而定。因此目標上最主要是查明區間中個別的用户數及在地理上的地形分布。

為了簡化本例，在本例中計算時使用下列假設：

- 用戶密度在地理上是平均的分布（用戶密度固定）

- 訊務主要區分為三大部分，分別是：

- 語音訊務

- 專線訊務

- 資料訊務

如果正方形區間通訊流量超過該區間最大無線電通道數目可處理的容量，這意味著該區間規劃的太大以致無法覆蓋所有的訊務，因此必須減少正方形區間覆蓋的範圍，以確保更好的覆蓋區域。當然這樣的作法將明顯地增加 AIU 的數目。

以一個 25 平方公里地區作為例子，該地區每平方公里必須服務 500 個用戶的密度來看：系統必須提供該地區用戶電話和資料的傳送服務外，也必須提供該地區安裝的行動基地台所需的專線電路。當然用戶密度在地理上是一致地平均的分布，並且用戶需求的電信服務是相同的，一般的電話服務及網路的存取。

隨著這個 25 平方公里地區，該地區的密度為 500 個用戶平方公里來算，一共有 12500 個用戶接取。

在一般的電話服務下，假設用戶的訊務量在住宅用戶最高有 0.1E/小時，提供 1329 個 64 kbit/S 電路作為這 12500 個用戶的接取用，其訊務量為 85 Mbit / S 在電話服務。

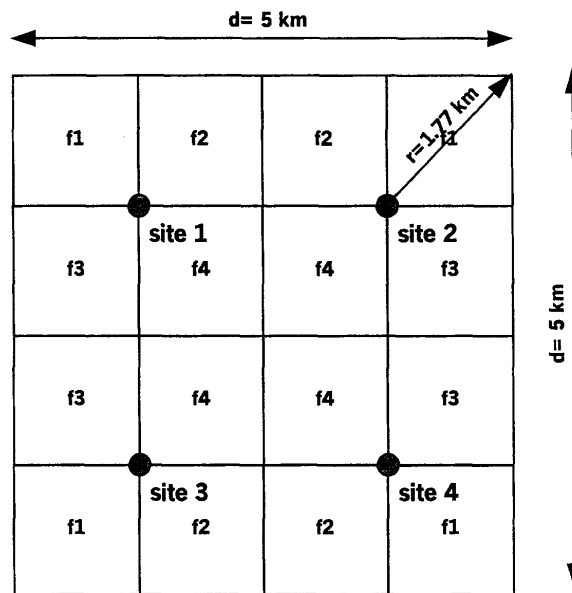
至於資料傳輸服務，假設我們必須提供用戶們至少 56 kbit/S 的數據傳輸電路。雖然用戶們不可能同時在使用數據傳輸，但事實上每一個用戶即時有可能送到更高的速率可達數個 MBit / S。所以我們設定其訊務量為 700Mbit / S 在資料傳輸服務。

接著假設為了連接某一型式行動基地台，每一個基地台所需的專線電路速率為 7x64 kbit/s，每隔 500 M 要安裝行動基地台一個，如此該區間需要 54 Mbit/s 的專線電路速率。

總共的訊務量為 85+700+54 或約 840 Mbit/s 的資料傳輸速率。

為了系統的訊務量平衡，我們必須在下行部分用更多個調制解調器。假定每一個通道頻寬為 28 MHz，所以需要 29 個通道來處理 840 Mbit/s 的資料傳輸速率，也就是需要 8 個 WW 基地台。依據這些可用的頻帶，WWBSs 可依需求共站或是個別安裝。

最後假設該區間沒有使用頻率的限制及和其位於兩區 K 區以下(A~K 區)，每一個站台可覆蓋半徑長度是 1.8 km，那麼該區間需在四個地點建設站台，每個站台建設兩組 WW 基地台，一共 8 個 WW 基地台。



圖：4 個站台的涵蓋

— 總共需要：

- 8 組 WWBS 裝有 4 張 modem 卡 (或是備援 8 張)、1 張 STM1 介面卡及 1 張 16xE1 介面卡
- 8 組射頻轉換器
- 32 組射頻戶外單元 (或是備援 1+1 共 64 組)
- 1 組 NMS 網管
- 12500 組提供電信服務之終端機設備，加上 121 組提供行動基地站幹線服務之終端機設備

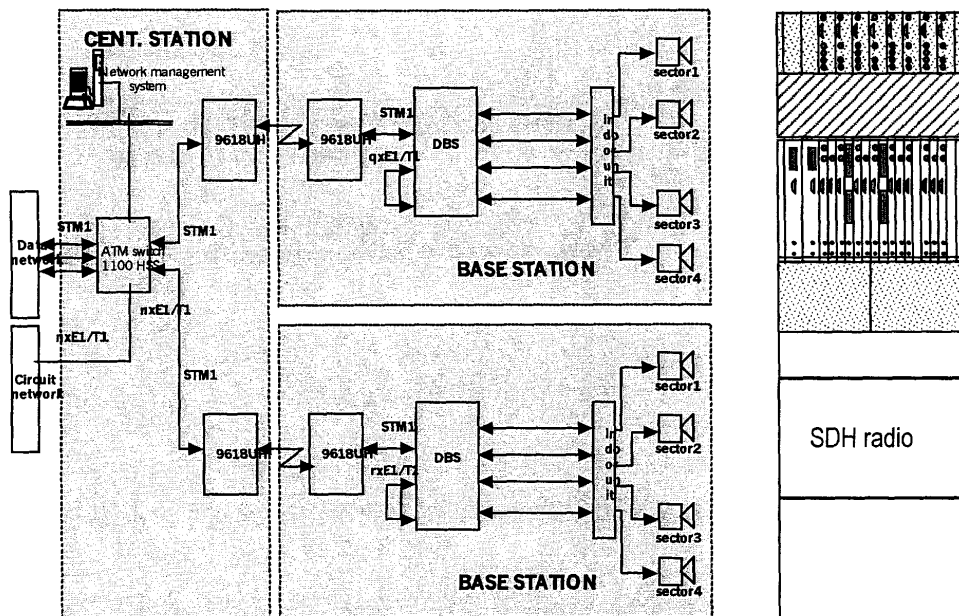
5. 服務規劃

5.1 安裝

5.1.1 WW 基地站

WW 基地站布局設計是取決於整個網路拓撲，這意味著要考量包括 SDH 點對點的微波設備、接取多工設備和像是 ATM switch 等相關設備。

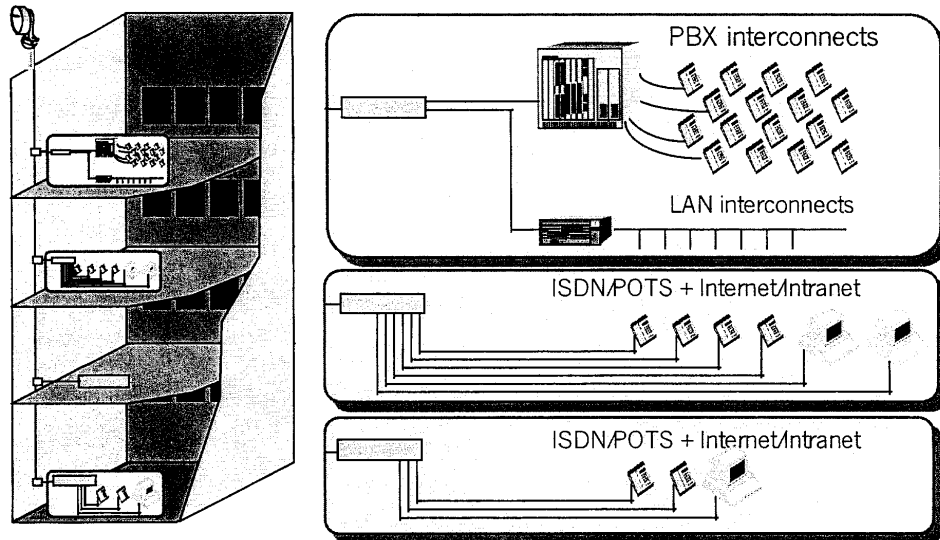
一個典型有四個的區塊的 WWBS 例子如下，這包括一個 SDH 點對點的微波中端設備作為與光網路的中繼：



圖：布局設計

5.1.2 WW 終端站

這個 WW 終端站由一個無線戶外單元及數個室內單元所組成：



圖： WW 終端站組成單元

在某些情況下，室內單元能夠裝置在建築物的共有空間中和由數個顧客共享。

這個終端站被設計有可快速安裝及隨啟隨用的考量。在特定的工具輔助下，天線的位置安裝更是簡易，系統能夠快速提供通訊服務。

網路終端設備的尺寸允許在標準 19 吋機架、ETSI 的機架上或者也可安裝成單一桌上型單元。

無線終端單元 (RT) 與用戶終端單元 (NT) 的電纜傳輸距離可送 70M 無須藉由 repeater，若使用兩個 repeater 能夠到達 210M (每一 repeater 可送 70M 長之電纜)。在多用戶終端單元的架構，一個無線終端單元能夠透過分歧器

(splitter) 連接 8 個用戶終端單元，無線終端單元的電源倚賴用戶終端單元藉由同軸電纜遠端供應，在無線終端單元 (RT) 與數個用戶終端單元 (NT) 的架構情況下，用戶終端單元電源可以單獨供應。

5.2 網路規劃

在網路規劃前 Alcatel 能夠研究典型個案，以協助系統經營者建設他們的商業個案。

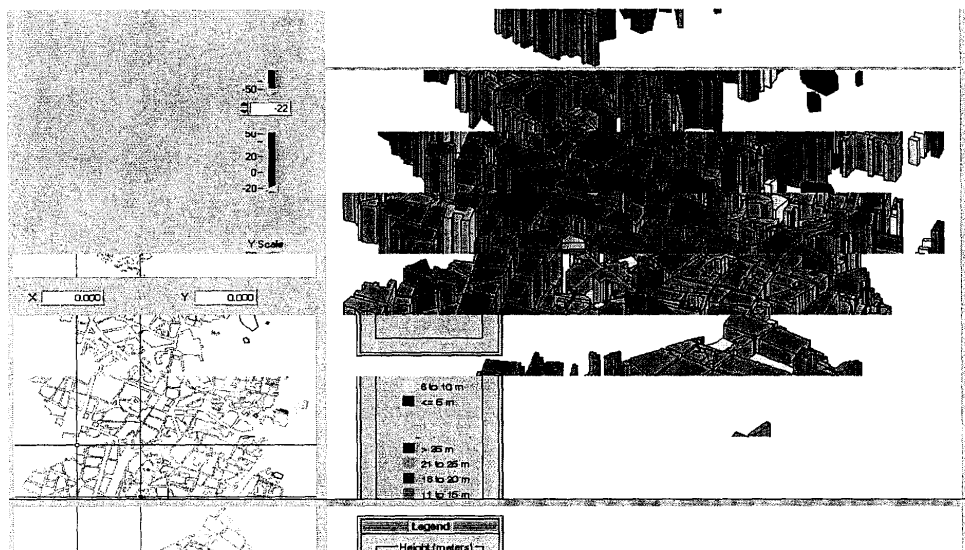
研究中的主要部分是資料的收集以下有幾個參數是很重要的考量：

- 覆蓋地區：利用這地區的地圖及盡可能的確認周圍地區的地形地物，地物資訊如建築或樹木，或者如本地建築法規和天氣條件(ITU 規範的類別)等。
- 用戶的輪廓定義：包括每年人口密度和變化、每一建築物類型的分類、用戶的型態(行動基地台、住宅、SOHO 族、小企業、中型企業及企業集團等)和每一類型用戶的服務需求（電話服務、整合服務數位網路服務、N *E1 /T1 或部分 E1 /T1 專線服務、乙太網路服務或 ATM 等服務）。
- 法規的限定：費率的限制、可用的頻帶範圍、頻道規劃、行政上對於無線電傳輸的規定（EIRP 限制, 建築架構約束）

網路規劃必須基於規劃的策略像是使用最少的無線頻寬及使用最大的服務半徑或者是更多的局限性要求如訊務量密集等。當然根據市場演化從原來狀態到另一個的演化是可能的。

為了真實部署，其他資料是需要的包括地圖研究（數位資料庫）以精確確定 WW 基地站的站台可能地點及網路架構（確定交換機的位置和傳輸的設備），地理的考察對於找尋與決定一個合適可以無線電覆蓋區間的站台位置有很大的幫助。

Alcatel 利用一個無線網路規劃工具軟體提供無線路徑位置設定、路徑障礙分析和路徑傳輸預算等計算，這規劃工具需要有一個關於建築物、高度和覆蓋區等的數位資料庫。



圖：無線網路規劃工具軟體

6. 英文縮寫名詞彙編

ADM	Add/Drop Multiplexer
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BoD	Bandwidth On Demand
BRI	(ISDN) Basic Rate Interface
IDU	Indoor Unit
FR	Frame Relay
ISDN	Integrated Services Digital Network
IP	Internet Protocol
LAN	Local Area Network
MAC	Medium Access Control
NMS	Network Management System
NT	Network Termination
ODU	Outdoor Unit
PLMN	Public Land Mobile network
POTS	Plain Old Telephone Service
PRI	(ISDN) Primary Rate Interface
PSTN	Public Switched Telephone Network
RF	Radio Frequency
RT	Radio Termination
SDH/SONET	Synchronous hierarchy
SNMP	Simple Network Management Protocol
VoD	Video on Demand
WAN	Wide Area Network
WLL	Wireless Local Loop
WW	Wireless Wideband
WWBS	Alcatel 9900WW Base Station
WWTS	Alcatel 9900WW Terminal Station
SoHo	Small Office - Home Office
SME	Small & Medium Enterprises
UNI	User to Network Interface

7. 感想與建議

在電信國際化、自由化的政策衝擊下，開放固網的市場有如一塊大餅，四家業者相互爭食，如何佔有市場的絕大多數是各業者經營的目標，過去中華電信獨佔的優勢不在，面臨的是更多挑戰與競爭。新業者挾著雄厚的資金，聯合有技術、經驗之國外業者，以最新的團隊切入市場來提供服務。對中華電信而言，百年老店的團隊是助力還是阻力尚無定論，但如何開展新的攻勢及多角化的經營是中華電信急需的蛻變。

新業者的電信基礎建設（infrastructure）嚴重不足並且在佈設有線網路曠日費時，且需要挹注的資金也較龐大，特別是沒有自有線路的業者，無線網路的替代方案就顯得較為經濟快速且較具市場開發潛力。last mile 將會是兵家必爭之地，加強用戶端 last mile 的服務品質與服務內容將是不可避免的趨勢，目前中華電信仍掌握有大部份 last mile 實體網路層的資源，但是客戶端接取網路寬頻化應朝全方位發展。除了現有如 HFC、ADSL、FTTH 是主要的寬頻技術外，無線寬頻技術的應用的許多優點是有線寬頻技術所無法達到的，其中 LMDS 又被稱為無線同軸電纜（wireless cable）或無線光纖（wireless fiber）其寬頻資料傳送速率是可以與上述的 HFC、ADSL、FTTH 等有線寬頻技術是彼此可替代與相互競爭的。

LMDS 可以將機房端至用戶端之接取網路做一彈性之規劃，使整個接取網路能隨著環境的變動而有彈性調整之機制，並可大大縮短新服務提供的時間，確保 last mile 端之客戶快速供裝需求。由於未來網路的演進將朝全 IP base 與提供寬頻整合性服務之方向演進，藉更有彈性的寬頻接取網路可提供更多之加值性服務，創造更多利基。

中華電信即將在 ADSL 的接取網路架構上推出 MOD（Muti-media On Demand）的新服務，若是能成功的經營，對中華電信而言又是一個新的里程碑，整個 MOD 服務最重要的是其內容（Content）部分，接取網路頻寬足夠與否？決定了這些豐富內容可否完整、即時的送至用戶端。LMDS 的應用服務除點對點外，其群播式（Multicasting）服務與廣播式（Broadcasting）服務，群播式是提供點對多點雙向互動服務，廣播式則提供點對面寬頻多媒體服務，將 MOD 服務搭配 LMDS 可以應用於實線 ADSL 尚未建設的地區外，更是克服佈設有

線網路可能的困難。

另外在發生重大災難（如大地震、洪水、颶風）的地區，導致交通與對外通訊中斷，救災與災後的重整不易，這時無線 LMDS 的架設不僅在災害發生時的救急，或災後家園地區的重整，都有相當大的幫助。即使在電信基礎建設發達的都會地區，LMDS 也可以用來作為備援（Backup）網路使用，當有線網路發生故障時，LMDS 可以很快的加入運作。

8. 參考資料

- 本次實習，由 ALCATEL 公司所提供各類產品型錄及訓練教材資料。
- 本次實習，由 Nexans 公司所提供各類產品型錄及訓練教材資料。