

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

MẠNG KHÔNG DÂY
BĂNG THÔNG RỘNG WIMAX:
CÁC VẤN ĐỀ VỀ CÔNG NGHỆ VÀ TRIỂN KHAI ỨNG DỤNG

CHUYÊN NGÀNH : XỬ LÝ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

NGUYỄN HỒNG HÀ

Người hướng dẫn khoa học: GS- TS. NGUYỄN THỨC HẢI

HÀ NỘI 2006

MỤC LỤC

MỤC LỤC.....	2
Các thuật ngữ viết tắt	6
Danh mục hình.....	8
Danh mục bảng	9
PHẦN MỞ ĐẦU	10
Chương I: Khái quát về mạng cục bộ không dây.....	13
1.1 Mở đầu	13
1.2 Kiến trúc mạng.....	14
1.2.1 Mô hình tổ chức và nguyên lý hoạt động:	15
1.2.2 Một số tiêu chuẩn kỹ thuật tiêu biểu cho WLAN	16
1.2.2.1 IEEE 802.11	16
1.2.2.2 IEEE 802.11b	16
1.2.2.3 IEEE 802.11a	17
1.2.2.4 IEEE 802.11g	17
1.2.3 Các kỹ thuật điều chế.....	17
1.2.3.1 Kỹ thuật điều chế trải phổ (Spread Spectrum Technique).....	19
1.2.3.2 Kỹ thuật điều chế phân chia theo tần số trực giao OFDM	23
1.2.4 Kết nối	24
1.2.5 Nhận thức	25
1.2.6 Quản lý chất lượng dịch vụ	26
1.2.7 Bảo mật	26
1.3 Các dịch vụ mạng.....	27
1.3.1 Nhóm sử dụng cho mạng dùng riêng.....	27
1.3.1.1 Thiết lập mạng cục bộ	27
1.3.1.2 Sử dụng cho cá nhân.....	27
1.3.2 Nhóm sử dụng cho phục vụ ở các điểm công cộng (Điểm nóng).....	27
1.3.2.1 Dịch vụ truy nhập Internet.....	28
1.3.2.2 Ứng dụng đa phương tiện	28
1.3.2.3 Dịch vụ thông tin.....	28
1.3.3 Nhóm sử dụng cho phủ sóng thị trấn và thành phố nhỏ	28
1.4 Kết luận :	29
Chương II: Giới thiệu mạng không dây băng thông rộng WiMAX	30
2.1 Mở đầu	30
2.2. Kiến trúc mạng không dây băng thông rộng WiMAX.....	31
2.2.1 Mục tiêu của công nghệ WiMAX.....	32
2.2.2 Cơ chế hoạt động của WiMAX	34
2.2.3 Mô hình ứng dụng WiMAX.....	37
2.2.3.1 Mô hình ứng dụng cố định (Fixed WiMAX)	37
2.2.3.2 Mô hình ứng dụng WiMAX di động.....	38
2.2.4 Các chuẩn của WiMAX	38
2.2.4.1 Tiêu chuẩn 802.16- 2004.....	38

2.2.4.2 Tiêu chuẩn 802.16e	39
2.2.5 Bảng tần dành cho WiMAX	39
2.2.5.1 Bảng tần không cấp phép	40
2.2.5.2 Bảng tần được cấp phép	40
2.2.6 Phương thức điều chế:	43
2.2.6.1 Phương thức OFDM	43
2.2.6.2 Phương thức OFDMA	44
2.2.7 Quản lý chất lượng dịch vụ	45
2.2.8 Bảo mật	45
2.3 Các dịch vụ và ứng dụng của mạng WiMAX	45
2.3.1 Mạng riêng	46
2.3.1.1 Các nhà cung cấp dịch vụ không dây Backhaul	46
2.3.1.2 Các mạng Ngân hàng	47
2.3.1.3 Mạng Giáo dục	48
2.3.1.4 An toàn công cộng	49
2.3.1.5 Liên lạc ở ngoài khơi	50
2.3.1.6 Ghép nối các trường đại học, cao đẳng	52
2.3.1.7 Xây dựng sự liên lạc tạm thời	52
2.3.1.8 Các công viên giải trí	53
2.3.2 Mạng công cộng	53
2.3.2.1 Mạng truy nhập nhà cung cấp dịch vụ không dây	54
2.3.2.2 Kết nối nông thôn	55
2.4 So sánh giữa công nghệ WiMAX và Wi-Fi	55
2.5 Kết luận	57
Chương III. Tiêu chuẩn IEEE 802.16	58
3.1 Mở đầu	58
3.2. Sự phát triển của tiêu chuẩn 802.16	59
3.2.1 Tiêu chuẩn 802.16-2001	59
3.2.2 Tiêu chuẩn 802.16c-2002	60
3.2.3 Tiêu chuẩn 802.16a-2003	60
3.2.4 Tiêu chuẩn 802.16- 2004	61
3.2.5 Tiêu chuẩn 802.16e và phạm vi mở rộng của nó	61
3.3 Các phân lớp giao thức trong phạm vi tiêu chuẩn IEEE 802.16	61
3.4 Lớp vật lý (PHY)	63
3.4.1 Các hệ thống dải tần số 10-66 GHz	63
3.4.2 Các hệ thống dải tần số 2-11 GHz	64
3.4.3 Quá trình kiểm soát lỗi	65
3.4.3.1 Phương pháp hiệu chỉnh lỗi tiếp tới	65
3.4.3.2 Phương pháp yêu cầu tái truyền tải tự động	66
3.4.4 Quá trình định khung (Framing)	66
3.4.4.1 Khung phụ đường xuống	66
3.4.4.2 Khung phụ đường lên	70
3.4.5 Phân lớp phụ hội tụ truyền tải (TC)	71
3.5 Phân lớp kiểm soát truy nhập môi trường truyền thông (MAC)	72
3.5.1 Sự định hướng kết nối	72

3.5.2 Dữ liệu MAC PDU	73
3.5.2.1 Mô tả PDU	73
3.5.2.2 Cấu trúc của MAC PDU	74
3.5.3 Các phân lớp phụ	76
3.5.3.1 Phân lớp phụ hội tụ (CS)	76
3.5.3.2 Phân lớp phụ có phần chung với phân lớp MAC (MAC CPS) ..	77
3.5.3.3 Phân lớp phụ thuộc tính riêng.	78
3.5.4 Kiểm soát liên kết sóng vô tuyến	78
3.5.5 Khởi tạo và truy nhập mạng.	79
3.5.5.1 Quét (Scanning) và đồng bộ hoá đối với đường xuống	80
3.5.5.2 Các tham số truyền tải thu nhận	80
3.5.5.3 Điều chỉnh nguồn điện và sắp xếp các truyền tải	80
3.5.5.4 Thoả thuận các công xuất xử lý cơ bản.	81
3.5.5.5 Trạm thuê bao được quyền thực thi sự trao đổi chính.	81
3.5.5.6 Đăng ký	81
3.5.5.7 Thiết lập khả năng kết nối giao thức Internet (IP)	82
3.5.5.8 Thiết lập giờ của ngày	82
3.5.5.9 Truyền các tham số toán tử	82
3.5.5.10 Thiết lập các kết nối	82
3.5.6 Những cấp phát (Grants) và yêu cầu về độ rộng dải tần.	83
3.5.6.1 Cấp phát trên mỗi kết nối (GPC)	83
3.5.6.2 Cấp phát trên một SS (GPSS)	83
3.5.7 Các yêu cầu về độ rộng dải tần	84
3.5.7.1 Các giai đoạn yêu cầu	84
3.5.7.2 Phân đầu yêu cầu độ rộng dải tần	85
3.5.7.3 Yêu cầu cồng (Piggyback Request)	85
3.5.8 Kiểm soát vòng (Polling)	85
3.5.8.1 Kiểm soát vòng đơn hướng (Unicast)	86
3.5.8.2 Kiểm soát vòng quảng bá (Broadcast) và đa hướng (Multicast)	
.....	87
3.5.8.3 Bit thăm dò (Poll-Me Bit)	88
3.5.9 Các dịch vụ lập lịch trình đường lên	89
3.5.9.1 Dịch vụ cấp phát một cách tự nguyện	90
3.5.9.2 Dịch vụ kiểm soát vòng thời gian thực	90
3.5.9.3 Dịch vụ kiểm soát vòng thời gian không thực	91
3.5.9.4 Dịch vụ có nỗ lực cao nhất (Best Effort Service)	91
3.5.10 Chất lượng dịch vụ	91
3.5.11 Bảo mật	93
3.5.11.1 Mã hoá dữ liệu gói tin	94
3.5.11.2 Giao thức quản lý khoá	94
3.5.11.3 Những liên hợp bảo mật	95
3.6 Kết luận	95
CHƯƠNG IV Triển khai ứng dụng công nghệ WiMAX	96
4.1 Các yếu tố cần quan tâm khi triển khai công nghệ WiMAX	96

4.1.1 Phân vùng dân cư.....	96
4.1.2 Các dịch vụ cung cấp	98
4.1.3 Tốc độ tiếp nhận thị trường.....	99
4.1.4 Lựa chọn dải tần số.....	99
4.1.5 Các khoản chi phí đầu tư	100
4.1.6 Thiết bị đầu cuối	102
4.1.7 Các khoản chi phí vận hành.....	102
4.1.8 Một số kết luận khi triển khai kinh doanh dịch vụ WiMAX.....	102
4.2 Tình hình triển khai công nghệ WiMAX ở một số nước trên thế giới ..	104
4.3 Triển khai công nghệ WiMAX ở Việt Nam.....	105
4.4 Phương án thử nghiệm công nghệ WiMAX của VNPT tại Lào Cai	108
4.4.1 Giới thiệu về dự án ABC/LMI WiMAX TRIAL	108
4.4.1.1 Mục đích.....	108
4.4.1.2 Vai trò các bên tham gia	109
4.4.1.3 Địa điểm, đối tác địa phương được lựa chọn.....	110
4.4.1.4 Qui mô và thời gian thực hiện	111
4.4.2 Những ứng dụng cơ bản của dự án	111
4.4.3 Phương án kỹ thuật.....	112
4.4.3.1 Phương án lựa chọn tần số và thiết bị WiMAX	112
4.4.3.2 Sơ đồ kết nối tổng thể.....	114
4.4.3.3 Phương án triển khai tại trạm gốc (Base Station)	115
4.4.3.4 Phương án triển khai tại người dùng đầu cuối (End user).....	117
4.4.3.5 Phương án triển khai ứng dụng VoIP	118
4.4.3.6 Phương án triển khai ứng dụng Community Portal	120
4.4.4 Triển khai công việc	120
4.4.4.1 Công việc khảo sát và thiết kế dự án:	120
4.4.4.2 Đầu tư trang thiết bị cho ứng dụng VoIP	121
4.4.4.3 Đầu tư trang thiết bị cho ứng dụng Community Portal	121
4.4.4.4 Công việc vận hành ứng dụng trong thời gian thử nghiệm	122
4.4.4.5 Công việc triển khai ứng dụng trong thời gian thử nghiệm.....	122
4.4.5 Hệ thống truyền dẫn :.....	123
4.4.5.1 Đầu tư trang thiết bị cho hệ thống WiMAX.....	123
4.4.5.2 Đầu tư trang thiết bị để kết nối tới IP backbone.....	124
4.4.5.3 Công việc vận hành hệ thống trong thời gian thử nghiệm.....	124
4.4.5.5 Công việc triển khai hệ thống trong thời gian thử nghiệm.....	125
4.4.6 Chính sách đối với người dùng đầu cuối (End user).....	125
4.4.7 Kế hoạch thực hiện.....	126
4.5 Đánh giá, nhận xét về công nghệ WiMAX.....	126
4.5.1 Đánh giá về mặt kỹ thuật, công nghệ	126
4.5.2 Đánh giá về hiệu quả kinh doanh tại Việt Nam.....	128
4.6 Kết luận	130
KẾT LUẬN	132
Tài liệu tham khảo	134

CÁC THUẬT NGỮ VIẾT TẮT

AES	Advanced Encryption Standard
AP	Access Point
ARG	Amphibious Readiness Group
ARQ	Automatic Retransmission Request
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BS	Base Station
CBR	Constant Bit Rate
CID	Connection Identifier
CPS	Common Part Sublayer
CS	Convergence Sublayer
DAMA	Demand Assigned Multiple Access
DCD	Downlink Channel Descriptor
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DL-MAP	Downlink Map
FDD	Frequency Division Duplexing
FEC	Forward Error Correction
GFR	Guaranteed Frame Rate
GPC	Grant Per Connection
GPSS	Grant Per Subscriber Station
IE	Information Element
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protocol
LAN	Local Area Network
LOS	Line of Sight
MAC	Medium Access Control
NLOS	Non-Line of Sight
OFDM	Orthogonal frequency-division multiplexing
OFDMA	Orthogonal frequency-division multiplexing access
OSI	Open Systems Interconnect
PDU	Protocol Data Units
PHY	Physical Layer
PKM	Privacy Key Management
PMP	Point-to-Multipoint
PTP	Point-to-Point
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
QoS	Quality of Service
REG-REQ	Registration Request

REG-RSP	Registration Response
RF	Radio Frequency
RLC	Radio Link Controller
RNG-REQ	Ranging Request
RNG-RSP	Ranging Response
SA	Security Association
SDU	Service Data Unit
SOHO	Small Office / Home Office
SS	Subscriber Station
TC	Transmission Convergence
TDMA	Time Division Multiple Access
TDD	Time Division Duplexing
TDM	Time Division Multiplexing
UCD	Uplink Channel Descriptor
UDP	User Datagram Protocol
UIUC	Uplink Interval Usage Code
UL-MAP	Uplink Map
VLAN	Virtual Local Area Network
WAN	Wide Area Network
WEP	Wireless Equivalent Privacy
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1: Vị trí tiêu chuẩn IEEE 802.11 trong mô hình mạng OSI	15
Hình 1.2: Cấu hình mạng Wi-Fi	16
Hình 1.3: Nguyên lý trải phổ	19
Hình 1.4: Nguyên lý trải phổ dải trực tiếp có thành phần của nhiều băng hẹp	20
Hình 1.5: Phổ của tín hiệu OFDM	24
Hình 1.6: Mô hình kết nối của mạng Wi-Fi	25
Hình 2.1: Mô hình hoạt động của WiMAX.....	35
Hình 2.2: Mô hình ứng dụng mạng WiMAX cố định	37
Hình 2.3: Các bước thực hiện OFDMA trên máy phát.....	44
Hình 2.4: Ứng dụng cung cấp định vụ không dây.....	47
Hình 2.5: Ứng dụng mạng Ngân hàng.....	48
Hình 2.6: Ứng dụng mạng Giáo dục.....	49
Hình 2.7: Ứng dụng cho An toàn công cộng.....	50
Hình 2.8: Ứng dụng cho liên lạc ngoài khơi.....	51
Hình 2.9: Ứng dụng cho xây dựng liên lạc tạm thời.....	53
Hình 2.10: Ứng dụng cho kết nối nông thôn.....	55
Hình 3.1: Phân lớp giao thức trong tiêu chuẩn 802.16	62
Hình 3.2: Cấu trúc khung phụ đường xuống TDD	67
Hình 3.3: Cấu trúc khung phụ đường xuống	70
Hình 3.4 : Cấu trúc khung phụ đường lên.....	70
Hình 3.5: Sự định dạng TC PDU	72
Hình 3.6: PDU và SDU trong ngăn xếp giao thức	74
Hình 3.7: Quá trình xây dựng cấu trúc của MAC PDU	75
Hình 3.8: Trình bày phân loại và trình tự ánh xạ giữa trạm BS và SS.....	78
Hình 3.9: Tổng quan quá trình khởi tạo trạm thuê bao.....	80
Hình 3.10: Kiểm soát vòng đơn hướng.....	87
Hình 3.11: Lược đồ đường lên với phần tử thông tin quảng bá và đa hướng..	88
Hình 3.12: Trình bày quá trình sử dụng bit thăm dò	89
Hình 3.13: Trình bày sự định dạng đối với một MAC PDU mã hoá.....	94
Hình 4.1: Mô hình triển khai WiMAX.....	104
Hình 4.2: Sơ đồ kết nối tổng thể.....	115
Hình 4.3: Sơ đồ kết nối tại trạm gốc (Base Station).....	116
Hình 4.4: Sơ đồ kết nối tại người dùng đầu cuối (End-user)	118
Hình 4.5: Sơ đồ kết nối cho ứng dụng VoIP	119
Hình 4.6: Sơ đồ kết nối cho ứng dụng Web Server	120

DANH MỤC BẢNG

<i>Bảng 3.1: Định dạng thông điệp DL- MAP</i>	<i>68</i>
<i>Bảng 3.2: Định dạng thông điệp UL-MAP</i>	<i>69</i>
<i>Bảng 3.3: Cung cấp một thí dụ về chính sách truyền tải theo yêu cầu</i>	<i>93</i>
<i>Bảng 4.1: Đặc điểm của từng vùng</i>	<i>98</i>

PHẦN MỞ ĐẦU

Mạng không dây là một trong những bước tiến lớn nhất của ngành máy tính. Dấu mốc quan trọng cho mạng không dây diễn ra khi tiến trình đi đến một chuẩn chung được khởi động. Trước đó, các nhà cung cấp thiết bị không dây dùng cho mạng LAN đều phát triển những sản phẩm độc quyền, thiết bị của hãng này không thể liên lạc được với của hãng khác. Nhờ sự thành công của mạng hữu tuyến Ethernet, một số công ty bắt đầu nhận ra rằng việc xác lập một chuẩn không dây chung là rất quan trọng. Vì người tiêu dùng khi đó sẽ dễ dàng chấp nhận công nghệ mới nếu họ không còn bị bó hẹp trong sản phẩm và dịch vụ của một hãng cụ thể. Chuẩn không dây mới chính thức được ban hành năm 1997. Sau đó có 2 phiên bản chuẩn, 802.11b (Hoạt động trên băng tần 2,4 GHz) và 802.11a (Hoạt động trên băng tần 5,8 GHz), lần lượt được phê duyệt. Vào tháng 8/1999, Liên minh tương thích Ethernet không dây WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) được thành lập sau này đổi tên thành liên minh Wi-Fi. Mục tiêu hoạt động của tổ chức WECA là xác nhận sản phẩm của những nhà cung cấp phải tương thích thực sự với nhau. Như vậy là công nghệ kết nối cục bộ không dây đã được chuẩn hóa, có tên thống nhất Wi-Fi. Những người ưa thích Wi-Fi tin rằng công nghệ này sẽ gạt ra lề hết những kỹ thuật kết nối không dây khác. Tuy nhiên, vài năm gần đây, thế hệ mạng đầu tiên dựa trên công nghệ mới WiMAX, hay gọi theo tên kỹ thuật là 802.16, đã ra đời và trở nên phổ dụng. WiMAX chính là phiên bản phủ sóng diện rộng của Wi-Fi với thông lượng tối đa có thể lên đến 70 Mb/giây và tầm xa lên tới 50 km, so với 50 m của Wi-Fi hiện nay. Ngoài ra, trong khi Wi-Fi chỉ cho phép truy cập ở những nơi cố định có thiết bị hotspot (Giống như các hộp điện thoại công cộng) thì WiMAX có thể bao trùm cả một thành phố hoặc nhiều tỉnh thành giống như mạng điện thoại di động. Một tương lai rất hứa hẹn đang đón chờ WiMAX.

Đứng trước xu thế phát triển đó, học viên đã lựa chọn đề tài nghiên cứu về mạng không dây băng thông rộng WiMAX, nhằm chuẩn bị những kiến thức cần thiết, làm chủ công nghệ để có thể sẵn sàng đáp ứng yêu cầu mới.

Mục đích của đề tài:

- Nghiên cứu về mạng không dây đặc biệt là mạng không dây băng thông rộng WiMAX để tìm hiểu một công nghệ mạng mới chuẩn bị triển khai đưa vào khai thác tại Việt nam.

Đối tượng và phạm vi của đề tài:

- Nghiên cứu khái quát về mạng cục bộ không dây mà tiêu biểu là mạng Wi-Fi .
- Nghiên cứu về mạng không dây băng thông rộng WiMAX.
- Nghiên cứu về tình hình triển khai ứng dụng công nghệ WiMAX trên thế giới và tại Việt Nam. Một ví dụ cụ thể về triển khai thử nghiệm dự án của VNPT tại tỉnh Lào Cai. Đánh giá, nhận xét về mặt công nghệ, kỹ thuật cũng như hiệu quả kinh doanh của công nghệ WiMAX.

Bố cục của luận văn

- Ngoài phần mở đầu và kết luận, luận văn bao gồm 4 chương.

Chương 1: Khái quát về mạng cục bộ không dây

- Trình bày khái quát về mạng cục bộ không dây mà tiêu biểu là mạng Wi-Fi, các vấn đề liên quan đến kiến trúc mạng, các dịch vụ của mạng cục bộ không dây.

Chương 2: Giới thiệu mạng không dây băng thông rộng WiMAX

- Chương này giới thiệu về mạng WiMAX, kiến trúc, mô hình hoạt động, băng tần sử dụng..... cũng như dịch vụ của WiMAX. Chương này cũng trình bày về sự phát triển của tiêu chuẩn 802.16, đồng thời so sánh mạng WiMAX với mạng Wi-Fi.

Chương 3: Chuẩn IEEE 802.16

- Trình bày chi tiết về chuẩn 802.16 sử dụng cho mạng WiMAX cố định. Cụ thể về lớp vật lý, phân lớp MAC, các vấn đề về bảo mật, QoS trong chuẩn 802.16.

Chương 4: Triển khai ứng dụng công nghệ WiMAX

- Trình bày về tình hình triển khai ứng dụng mạng WiMAX trên thế giới và tại Việt Nam. Dự án thử nghiệm triển khai ứng dụng công nghệ WiMAX tại tỉnh Lào Cai của Tổng công ty BCVT (VNPT). Đánh giá, nhận xét về mặt công nghệ, kỹ thuật cũng như hiệu quả kinh doanh của công nghệ WiMAX.

Kết luận: Trình bày kết luận và một số vấn đề quan tâm nghiên cứu tiếp.

CHƯƠNG I: KHÁI QUÁT VỀ MẠNG CỤC BỘ KHÔNG DÂY

Ngày nay, rất dễ nhận thấy số xu hướng phát triển của thị trường viễn thông. Thứ nhất, số lượng các thiết bị mà một người dùng có khả năng kết nối với mạng viễn thông tăng lên nhanh chóng. Từ máy tính để bàn đến máy xách tay, thiết bị cầm tay (PDA) và điện thoại di động đều được thiết kế đủ nhỏ để có thể mang theo bên người và đều có thể kết nối với nhau cũng như kết nối với mạng Internet. Thứ hai, xu hướng thu nhỏ khoảng cách giữa lĩnh vực thông tin thoại (Tele communication) và thông tin dữ liệu (Data communication). Cả hai đang hội tụ làm một. Một cuộc thoại có thể truyền qua mạng số liệu và ngược lại. Cả hai đều đang phát triển mạnh mẽ về mặt kỹ thuật. Trong lĩnh vực truyền thông truyền thống, các hệ thống thông tin di động đang phát triển lên hệ thống thông tin di động thế hệ thứ 3. Trong lĩnh vực truyền số liệu, truy nhập không dây được xem là động lực cho sự phát triển của các tiêu chuẩn chung cho mạng cục bộ không dây WLAN, mà tiêu biểu là họ tiêu chuẩn 802.11x của IEEE (Còn được gọi là Wi-Fi). Tất cả những xu hướng này đang làm phong phú cho môi trường đa truy nhập và làm thay đổi thị trường viễn thông thế giới.

1.1 Mở đầu

Mạng máy tính cục bộ không dây (WLAN) được xem như là một mạng máy tính cục bộ (LAN) sử dụng phương thức truyền dẫn vô tuyến để truyền và nhận số liệu. Các mạng máy tính cục bộ không dây thời kỳ đầu sử dụng băng tần 2.4 GHz ở băng tần được dành cho các ứng dụng trong công nghiệp, khoa học và y tế ISM (Industrial, Scientific, and Medical) nơi mà các thiết bị khác như máy điện thoại kéo dài, lò vi sóng, thiết bị điều khiển gia đình..v.v cùng hoạt động.

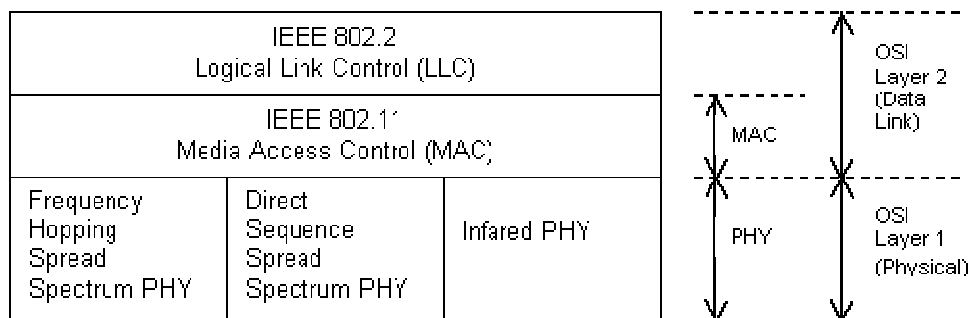
Cho đến năm 1997, khi IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineer) ban hành tiêu chuẩn kỹ thuật 802.11 cho các thiết bị WLAN hoạt động ở phổ tần 2.4 GHz, một chuẩn công nghiệp cho các thiết bị WLAN được

hình thành. Ban đầu, các mạng WLAN có tốc độ truyền số liệu 1 hoặc 2 Mbps đã đáp ứng được các yêu cầu cơ bản của các ứng dụng hiện thời, tuy nhiên, tỏ ra chậm hơn nhiều với các ứng dụng sử dụng mạng nội bộ LAN có tốc độ 10 hoặc 100 Mbps. Hai năm sau, tiêu chuẩn 802.11b đạt tốc độ truy nhập WLAN lên 11 Mbps và đưa WLAN lên ngang hàng cùng mạng LAN tiêu chuẩn. Trong cùng năm 1999, nhiều công ty trong ngành công nghiệp máy tính nhận ra rằng kỹ thuật WLAN đã trưởng thành và có tốc độ truyền số liệu đáp ứng được các ứng dụng đòi hỏi tốc độ truy nhập lớn đã thành lập liên minh WECA - Wireless Ethernet Compatibility Alliance (Sau này đổi tên thành liên minh Wi-Fi) để hỗ trợ cho sự phát triển của các sản phẩm dựa trên dòng tiêu chuẩn 802.11b. Hiệp hội này đã xây dựng biểu tượng Wi-Fi (Wi-Fi logo) để xác nhận các sản phẩm có thể cùng hoạt động trong môi trường WLAN. Chứng nhận Wi-Fi đã đảm bảo cho sự phát triển nhanh chóng của các sản phẩm trên tiêu chuẩn 802.11b và mở ra thời kỳ bùng nổ thị trường của sản phẩm 802.11b trong cả thị trường gia đình và thương mại.

Tuy nhiên, cùng với sự phát triển nhanh chóng của các điểm nóng trên toàn thế giới, Wi-Fi cũng đang đứng trước các thách thức mà xem ra không dễ vượt qua như: Hoàn thiện về mặt tiêu chuẩn kỹ thuật, khả năng tính cước, chuyển vùng, bảo mật v.v.

1.2 Kiến trúc mạng

Năm 1997 tổ chức IEEE bắt đầu phát triển chuẩn 802.11 đầu tiên cho mạng LAN không dây (WLAN – Wireless Local Area Network). Chuẩn này định nghĩa cho lớp MAC (Media Access Control- Điều khiển truy cập môi trường) và tầng PHY (Physical - Vật lý) trong việc kết nối không dây.

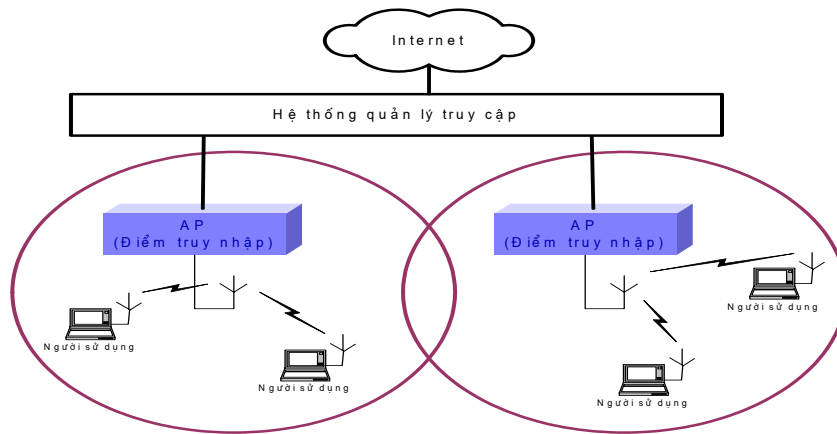


Hình 1.1: Vị trí tiêu chuẩn IEEE 802.11 trong mô hình mạng OSI

1.2.1 Mô hình tổ chức và nguyên lý hoạt động:

Mạng WLAN gồm ba thành phần: Điểm truy cập để cung cấp vùng phủ sóng cho người sử dụng, mạng truyền dẫn và hệ thống quản lý. Đối với người sử dụng thì có thể là các máy tính cá nhân (Thông thường là máy xách tay) với 1 card WLAN, thiết bị PDA hoặc các máy di động hai chế độ. Một số máy tính xách tay sau này, card WLAN được tích hợp trong máy và được gọi là máy Centrino.

Các máy trạm của mạng Wi-Fi (Hoặc Wi-Fi5) sử dụng băng tần 2.4 GHz (Hoặc 5 GHz) để truyền nhận dữ liệu với các điểm truy nhập (AP - Access Point), và sử dụng các kỹ thuật điều chế mới như kỹ thuật trải phổ SS (Spread Spectrum) và phân chia đa tần số trực giao OFDM (Orthogonal Frequency Devision Multiplexing) (Cụ thể là trải phổ dây trực tiếp DSSS cho 802.11b; và OFDM cho 802.11a và 802.11g) được sử dụng cho điều chế tín hiệu và đa truy nhập. Các AP được thiết kế như là cổng (Gateway) nối giữa mạng không dây và hạ tầng mạng hiện có. Mỗi AP đơn cung cấp kết nối cho các user trong phạm vi bán kính khoảng 100m trong tầm nhìn thẳng. Trong vùng phủ của mỗi điểm truy nhập, các user có thể kết nối với nhau hoặc truy nhập sử dụng các ứng dụng, tài nguyên Internet thông qua AP.



Hình 1.2: Cấu hình mạng Wi-Fi

Ngoài ra, sử dụng công nghệ Wi-Fi có thể trong kết nối LAN-to-LAN bằng hình thức điểm-điểm hoặc điểm - đa điểm với Antenna có định hướng để tăng khoảng cách phục vụ. Hình thức kết nối này được gọi là cầu không dây (Wireless Bridge).

1.2.2 Một số tiêu chuẩn kỹ thuật tiêu biểu cho WLAN

1.2.2.1 IEEE 802.11

Là tiêu chuẩn kỹ thuật quy định cho WLAN hoạt động ở băng tần 2.4 MHz. Công suất phát xạ cực đại được quy định 4W ở Mỹ và 100 mW ở châu Âu. Ban đầu, tiêu chuẩn kỹ thuật IEEE 802.11 định nghĩa cho tốc độ truyền dữ liệu 1 hoặc 2 Mbps với ba kỹ thuật vô tuyến khác nhau: Trải phổ nhảy tần FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum), trải phổ dãy trực tiếp DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) và hồng ngoại (Infrared). Trên cơ sở kỹ thuật IEEE 802.11, một số tiêu chuẩn khác được phát triển nhằm nâng cao tốc độ truyền số liệu như 802.11b, 802.11a.

1.2.2.2 IEEE 802.11b

IEEE 802.11b được xây dựng trên cơ sở mở rộng của tiêu chuẩn 802.11 cho phép truyền số liệu với tốc độ 5.5 Mbps và 11 Mbps sử dụng cùng băng tần 2.4 GHz và chung giới hạn về công suất phát như tiêu chuẩn 802.11. Tiêu

chuẩn 802.11b sử dụng kỹ thuật trải phổ dây trực tiếp DSSS và kỹ thuật mã hoá khoá mã kết hợp CCK (Complementary Code Keying) để tăng tốc độ truyền số liệu nhưng vẫn duy trì tương thích với tiêu chuẩn 802.11 với phương pháp trải phổ dây trực tiếp DSSS.

Một số sản phẩm “802.11b+” có mặt ở thị trường hoạt động ở băng tần 2.4 GHz với tốc độ 22 Mbps. Tiêu chuẩn 802.11b+ được xây dựng trên dòng tiêu chuẩn IEEE và nâng cấp phần mã hoá nhưng vẫn đảm bảo tương thích với các sản phẩm dựa trên tiêu chuẩn 802.11b.

Hiệp hội Wi-fi đã xác nhận chuẩn cho các thiết bị WLAN hoạt động trên tiêu chuẩn 802.11b với tên gọi Wi-fi.

1.2.2.3 IEEE 802.11a

Là tiêu chuẩn kỹ thuật cho WLAN và mạng diện rộng W-WAN (Wide Area Network) hoạt động ở băng tần 5 GHz, phần băng tần U-NII. Tiêu chuẩn kỹ thuật này sử dụng phương pháp đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) cho phép truyền số liệu đạt tốc độ 54 MBps.

Hiệp hội Wi-Fi cũng đã xác nhận chuẩn cho các thiết bị sử dụng tiêu chuẩn 802.11a với tên gọi “Wi-Fi5”.

1.2.2.4 IEEE 802.11g

Được xây dựng trên cơ sở tiêu chuẩn 802.11 cho WLAN, tốc độ truyền số liệu đạt 54 Mbps trên băng tần số 2.4 GHz (Cùng băng tần với 802.11b), sử dụng kỹ thuật điều chế OFDM trong khi vẫn giữ tính tương thích với 802.11b

1.2.3 Các kỹ thuật điều chế

Kỹ thuật đa truy nhập vô tuyến được xây dựng trên nhiều tiêu chuẩn kỹ thuật khác nhau, về tổng quát có thể phân chia thành ba phương thức đa truy nhập tiêu biểu: Đa truy nhập phân chia theo thời gian TDMA (Time Division

Miltiple Access), đa truy nhập phân chia theo tần số FDMA (Frequency Division Multiple Acces) và đa truy nhập phân chia theo mã CDMA (Code Division Multiple Access).

- Đa truy nhập phân chia theo tần số: Trong phương thức này, mỗi thuê bao được gán một cặp tần số song công (Duplex) để truyền thoại hoặc số liệu giữa thuê bao và mạng.
- Đa truy nhập phân chia theo thời gian: Trong phương thức này, một tần số trong một cặp tần số được phân chia thành các khe thời gian khác nhau và thuê bao được phân bổ một cặp khe thời gian trong một cặp tần số (Đường lên và đường xuống) để truyền tin. Như vậy, mỗi cặp tần số có thể được sử dụng cho nhiều thuê bao liên lạc đồng thời.
- Đa truy nhập phân chia theo mã: Đây là phương thức đa truy nhập trong đó mỗi thuê bao được gán một mã trải phổ (Mã giả ngẫu nhiên PS (Pseudo-noise Sequence)) để truyền tin trong cùng một dải tần số. Việc tách biệt thông tin giữa các thuê bao được thực hiện nhờ tín hiệu trực giao của các mã trải phổ này. Việc giải mã tín hiệu chỉ có thể thực hiện được khi phía thu biết được mã trải phổ mà phía phát sử dụng để mã hoá tín hiệu

Việc ứng dụng kỹ thuật đa truy nhập theo mã vào các kỹ thuật đa truy nhập vô tuyến đã tạo ra những ưu điểm nổi bật như: Khả năng chống nhiễu do cố ý hay không cố ý, có tính bảo mật cao, giảm độ phức tạp trong công tác quy hoạch tần số

Sự khan hiếm của phổ tần và tầm quan trọng ngày một tăng của ứng dụng không dây đã đặt ra những yêu cầu đối với kỹ thuật sử dụng phổ tần: Sử dụng có hiệu quả phổ tần và đảm bảo khả năng đa truy nhập. Trong các hệ thống WLAN, các kỹ thuật điều chế chủ yếu được sử dụng là kỹ thuật trải phổ SS và phân chia đa tần số trực giao OFDM. Để phân nào giải thích các điểm mạnh

của các kỹ thuật điều chế này, trong phạm vi của chương này chỉ nêu các điểm chung và các ưu điểm hai kỹ thuật điều chế tiêu biểu là kỹ thuật trải phổ SS và phân chia theo tần số trực giao OFDM.

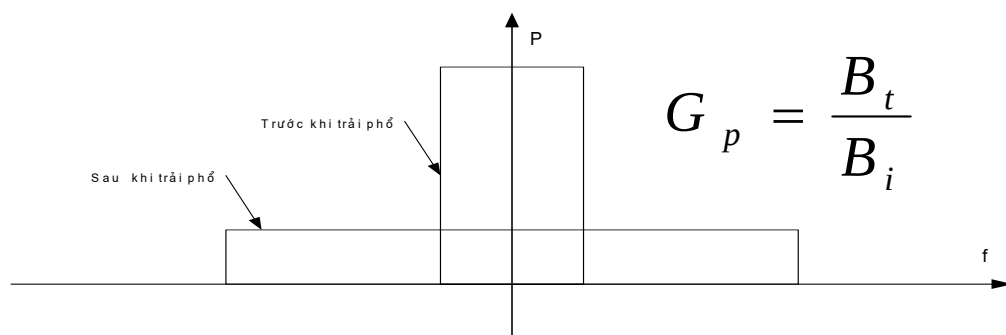
1.2.3.1 Kỹ thuật điều chế trải phổ (Spread Spectrum Technique)

Kỹ thuật điều chế trải phổ được sử dụng ban đầu trong quân đội để chống lại nhiễu toàn băng do cố ý hoặc vô tình và có tính bảo mật cao. Trong điều chế trải phổ, mỗi người được phát một chuỗi mã riêng, chuỗi mã này được sử dụng để mã hoá tín hiệu mang tin khi phát. Tại phía thu sẽ tiến hành giải mã tín hiệu thu được thông qua chuỗi mã này. Điều này thực hiện được do tương quan chéo giữa mã của người sử dụng mong muốn và mã của người sử dụng khác rất thấp. Do quá trình mã hoá sẽ trải rộng phổ của tín hiệu cần phát nên phổ tín hiệu mã lớn hơn rất nhiều so với băng tần cần thiết để mang tin, vì vậy người ta gọi phương pháp này là điều chế trải phổ, tín hiệu sau điều chế được gọi là tín hiệu trải phổ.

Nếu ký hiệu B_t là băng tần phát, B_i là băng tần của tín hiệu mang tin, ta có thể định nghĩa về độ tăng ích xử lý G_p như sau:

$$G_p = \frac{B}{B}$$

Giá trị G_p thay đổi từ 100 đến 10.000.000 hay từ 20 dB đến 60 dB.



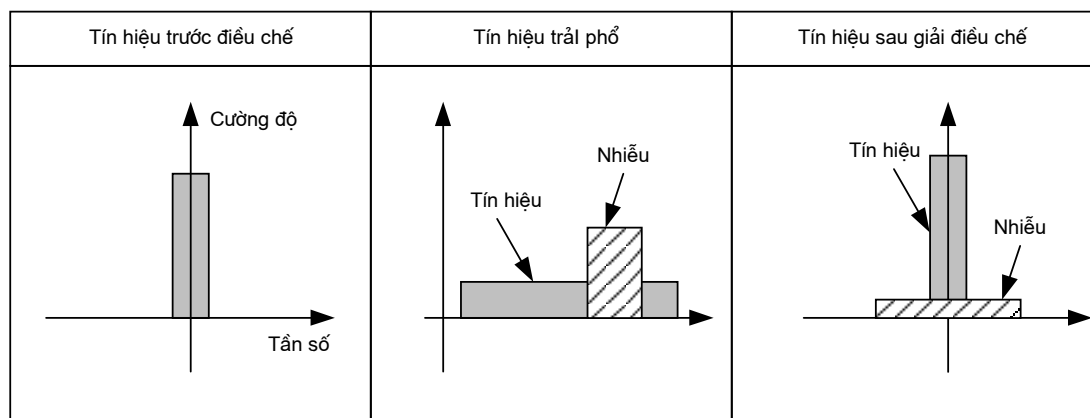
Hình 1.3: Nguyên lý trải phổ

Để có thể thực hiện trải phổ, tín hiệu phát phải có dạng tạp âm băng rộng và có tính ngẫu nhiên. Như vậy, tín hiệu phải được cấu trúc từ một số hữu hạn các thông số mang tính chất ngẫu nhiên. Các thông số này phải được chứa đựng cả bên phát và bên thu. Yêu cầu này có thể được thoả mãn bằng việc sử dụng một chuỗi nhị phân giả ngẫu nhiên có phổ gần giống như tạp âm Gaussian - chuỗi giả ngẫu nhiên PN. Trong thực tế, các chuỗi nhị phân ngẫu nhiên có thể được điều chế dễ dàng và có những kết quả thực tế giá trị.

Trong kỹ thuật sử dụng cho điều chế của WLAN sử dụng phương thức trải phổ, có hai kỹ thuật điều chế tiêu biểu: điều chế dãy trực tiếp (DS - Direct Sequence) và điều chế nhảy tần (FH - Frequency Hopping).

a. Điều chế dãy trực tiếp (DS)

Trong điều chế trải phổ dãy trực tiếp, mỗi người sử dụng được gán một mã trải phổ, mã này được tạo ra bởi quá trình điều chế tuyến tính với một chuỗi tín hiệu giả ngẫu nhiên có tốc độ cao. Tín hiệu điều chế ban đầu được nhân với mã trải phổ để tạo ra một chuỗi tín hiệu có tốc độ cao hơn nhiều so với tốc độ mã ban đầu, và do đó phổ tín hiệu cũng rộng ra tương ứng.



Hình 1.4: Nguyên lý trải phổ dãy trực tiếp có thành phần của nhiễu băng hẹp

Ngoài các ưu điểm chung của kỹ thuật trải phổ như: Đa truy nhập, chống nhiễu đa đường, chống nhiễu băng hẹp và khả năng nghe trộm thấp, hệ thống trải phổ dây trực tiếp có một số ưu và nhược điểm sau:

Ưu điểm:

- Việc tạo tín hiệu mã được thực hiện dễ dàng thông qua phép nhân tín hiệu thông thường.
- Do chỉ cần có một tần số sóng mang nên bộ tạo sóng mang có cấu tạo đơn giản.
- Có thể thực hiện được giải điều chế nhất quán.
- Không cần thiết phải đồng bộ giữa những người sử dụng.

Nhược điểm:

- Khó tạo lập và duy trì đồng bộ giữa tín hiệu thu và chuỗi mã trải phổ dùng để giải điều chế. Việc đồng bộ phải được duy trì trong khoảng thời gian một phần của chip đồng thời độ lệch đồng bộ cần phải rất nhỏ.
- Việc tạo ra một chuỗi tần số có tính liên tục lớn rất khó khăn.
- Do công suất phát của những người sử dụng ở gần trạm gốc lớn hơn rất nhiều so với những người ở xa trạm gốc, gây ra nhiễu đối với những người sử dụng ở xa. Vấn đề gần, xa có thể được giải quyết bằng sử dụng thuật toán điều khiển công suất của cả trạm gốc và máy di động.
- Do sử dụng toàn băng tần cho việc thực hiện truyền nhận tín hiệu nên số băng tần sẵn sàng trên toàn băng là rất ít (3 tần số với 2.4 GHz) cho khả năng mở rộng vùng phủ sóng là rất khó.

b. Điều chế nhảy tần (FS)

Trong hệ thống trải phổ nhảy tần, tần số mang của tín hiệu điều chế được thay đổi theo chu kỳ. Sau một khoảng thời gian, tần số sóng mang lại “nhảy”

sang một tần số khác. Dạng nhảy tần này được quyết định bởi tín hiệu mã. Tập hợp các tần số mà sóng mang có thể nhảy tới được gọi là tập nhảy tần. Việc chiếm dụng tần số của hệ thống trải phổ nhảy tần rất khác biệt so với hệ thống trải phổ dây trực tiếp. Hệ thống trải phổ dây trực tiếp DS sẽ chiếm toàn bộ dải tần số khi phát, còn hệ thống trải phổ nhảy tần chỉ chiếm một phần nhỏ của dải tín hiệu khi phát, nhưng vị trí của phần dải tần bị chiếm trong toàn bộ dải tần sẽ thay đổi theo thời gian. Đối với trải phổ nhảy tần có hai loại nhảy tần nhanh và nhảy tần chậm tùy thuộc vào tốc độ của mã nhảy tần và tốc độ của tín hiệu cần mang tin.

Ngoài các ưu điểm chung của kỹ thuật trải phổ như: Đa truy nhập, chống nhiễu đa đường, chống nhiễu băng hẹp và khả năng nghe trộm thấp, kỹ thuật trải phổ nhảy tần còn có các ưu và nhược điểm sau:

Ưu điểm:

- Việc đồng bộ thực hiện dễ hơn nhiều so với trải phổ dây trực tiếp vì chỉ thực hiện trong một phần thời gian của 1 bước nhảy tần.
- Các dải tần số mà tín hiệu nhảy tần có thể chiếm giữ không cần phải liên tục nhau vì bộ tổ hợp tần số có thể nhảy qua một phần của băng tần. Kết hợp với khả năng dễ đồng bộ cho phép hệ thống có dải tần trải phổ lớn hơn.
- Xác xuất có nhiều người sử dụng cùng phát trên một dải tần số là rất nhỏ. Trạm gốc có thể thu được tín hiệu từ một người sử dụng ở xa trạm gốc mà không sợ bị nhiễu bởi những người sử dụng ở gần vì những người này sử dụng các tần số phát khác nhau và không cần quan tâm nhiều đến vấn đề gần - xa như trong hệ thống trải phổ dây trực tiếp.

- Do hệ thống trải phổ nhảy tần có thể làm việc được ở dải tần trải phổ lớn nên việc chống nhiễu băng hẹp tốt hơn so với hệ thống trải phổ dây trực tiếp.

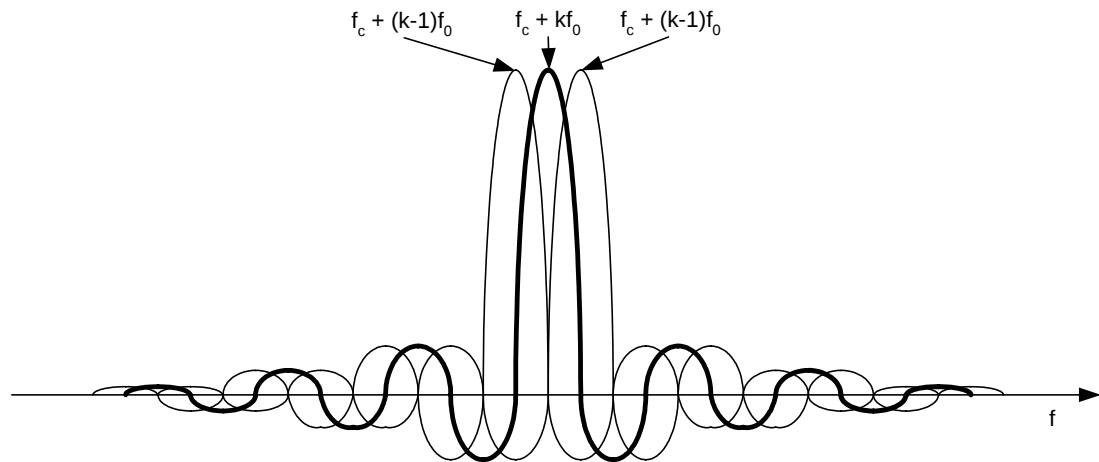
Nhược điểm:

- Bộ tổ hợp tần số sử dụng trong nhảy tần rất phức tạp.
- Việc thay đổi tín hiệu đột ngột khi dải tần tín hiệu thay đổi dẫn đến dải tần chiếm dụng tăng.
- Việc giải mã nhất quán sẽ rất khó thực hiện vì không duy trì được mối quan hệ về pha khi tần số thay đổi.

1.2.3.2 Kỹ thuật điều chế phân chia theo tần số trực giao OFDM

Kỹ thuật điều chế phân chia theo tần số trực giao OFDM là một phương thức điều chế và phương thức đa truy nhập khác. OFDM phân chia băng tần ra các đoạn tần số bằng nhau cho người sử dụng để truyền nhận thông tin. OFDM về phương diện nào đó cũng tương tự kỹ thuật phân chia theo tần số FDM, tuy nhiên, OFDM có một tính chất quan trọng là các tín hiệu được điều chế có tính chất trực giao với nhau. Đối với nhân kênh theo tần số FDM, giữa các tần số cần có khoảng tần số bảo vệ, còn OFDM do có tính chất trực giao nên các tín hiệu chồng lấn lên nhau mà không gây nhiễu.

Kỹ thuật OFDM là một trường hợp đặc biệt của kỹ thuật truyền dẫn đa sóng mang, dòng số liệu được truyền trên nhiều sóng mang phụ có tốc độ thấp hơn. Hình 1.5 biểu diễn dạng tín hiệu của một tín hiệu OFDM, các tín hiệu ở các sóng mang có dạng hình sin với đặc điểm có giá trị không ở tất cả các tần số f_0 và f_0 là khoảng cách giữa các sóng mang phụ. Do đó không bị ảnh hưởng của nhiễu trong băng.



Hình 1.5: Phổ của tín hiệu OFDM

Hơn nữa, do tính chất trực giao nên hiệu quả sử dụng băng tần được tăng lên rất nhiều.

Kỹ thuật nhân kênh tần số trực giao OFDM cũng có thể được xem như là kỹ thuật đa truy nhập khi mà một hoặc một nhóm sóng mang được phân bổ cho các người dùng khác nhau.

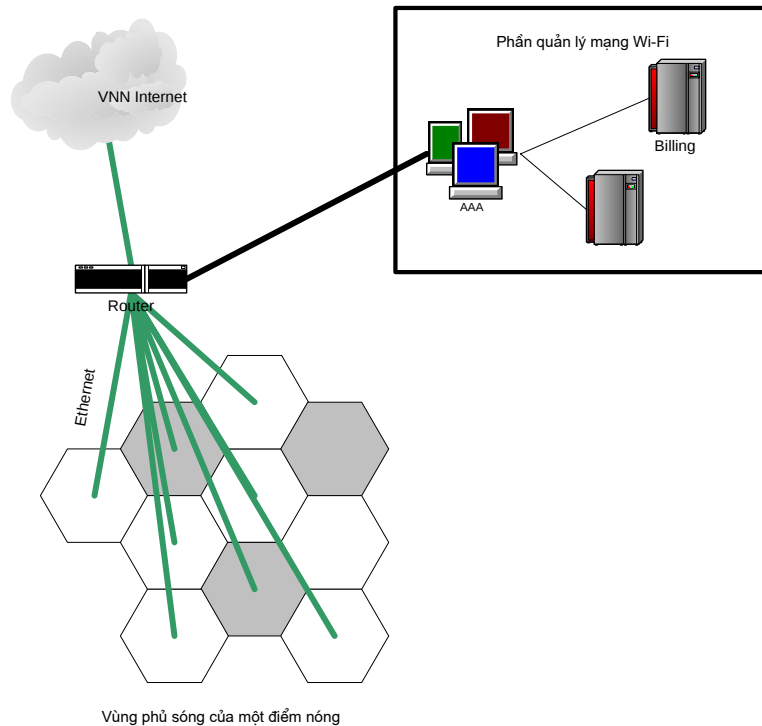
Kỹ thuật OFDM cũng có thể kết hợp với kỹ thuật nhảy tần để tạo nên hệ thống trải phổ và có nhiều ưu điểm hơn so với các kỹ thuật CDMA trước đây như: Chống xuyên nhiễu tốt hơn, sử dụng băng tần hiệu quả hơn.

Hiện nay, kỹ thuật OFDM được sử dụng trong cả truyền dẫn truyền thống (ADSL) và truyền dẫn vô tuyến (Truyền hình số quảng bá, truy nhập Internet băng rộng) và được xem như một lựa chọn cho tiêu chuẩn vô tuyến của thông tin di động thế hệ thứ 4.

1.2.4 Kết nối

Trong thực tế, do kỹ thuật để thiết lập mạng Wi-Fi để cung cấp dịch vụ điều dùng tiêu chuẩn kỹ thuật của mạng Ethernet và hoàn toàn tương thích để kết

nối trực tiếp vào mạng Internet. Mô hình kết nối thông thường của mạng Wi-Fi được đưa ra ở hình sau:



Hình 1.6: Mô hình kết nối của mạng Wi-Fi

1.2.5 Nhận thực

Có ba phương pháp nhận thực chủ yếu có thể được áp dụng cho các nhà khai thác để cung cấp dịch vụ cho khách hàng:

- Nhận thực bằng Radius, tức là nhận thực thông qua máy chủ AAA (Access, Authorisation and Accounting). Phương pháp này được áp dụng cho quản lý thuê bao khách hàng của các ISP truyền thống và có thể dùng chung với cơ sở dữ liệu khách hàng hiện thời của các ISP.

- Nhận thực bằng SIM card, thường được gọi là EAP SIM (Extensible Authentication Protocol), với phương pháp này các máy tính hoặc thiết bị điện tử cầm tay cần có thêm thiết bị đọc được SIM card. Theo báo cáo của *Gartner Dataquest (Oct 2002)* thì trong năm 2003 đã có 70% các nhà khai thác di

động của châu Âu sẽ cung cấp khả năng nhận thực này cho khách hàng của mình và đến năm 2007 sẽ chiếm 50% thị phần về dịch vụ truy nhập Internet băng rộng không dây. Có một số phương pháp lai dựa trên nhận thực bằng cách sử dụng tin nhắn của khách hàng để nhận mật khẩu được ưa thích sử dụng hơn do cấu hình hệ thống đơn giản.

- Nhận thực bằng chỉ số nhận dạng ID, phương pháp này đòi hỏi các máy tính và PDA được cài một phần mềm có chỉ số nhận dạng sẵn ở trong phần truy nhập. Phương pháp này khó thực hiện trong việc quản lý chỉ số duy nhất ID cũng như khi có số lượng khách hàng lớn.

1.2.6 Quản lý chất lượng dịch vụ

Vấn đề quản lý chất lượng dịch vụ (QoS) là một trong những tồn tại lớn nhất của dịch vụ này. Chất lượng dịch vụ của mạng Wi-Fi hoàn toàn phụ thuộc vào số lượng người dùng và mức độ nhiễu chồng lấn của trạm thu phát khác cùng tồn tại và khoảng cách giữa người sử dụng đến trạm gốc. Ngoài ra, chất lượng dịch vụ còn phụ thuộc cả vào ứng dụng sử dụng, vào đường truyền như các thuê bao Internet truyền thống.

Nguyên nhân chủ yếu của vấn đề này là việc các hệ thống dựa trên công nghệ Wi-Fi không giới hạn về số người sử dụng, sử dụng băng tần ISM. Trong xu hướng dịch chuyển lên sử dụng băng tần 5GHz, việc quản lý chất lượng dịch vụ được chú trọng.

1.2.7 Bảo mật

Bảo mật trong Wi-Fi sử dụng giao thức WEB. Tuy nhiên do sử dụng chiều dài từ mã cho mã hóa quá ngắn (Từ 40 đến 128 bits) nên khó bảo vệ trước sự tấn công của hacker. Một số tiêu chuẩn khác cũng đang được phát triển để tăng tính bảo mật cho mạng Wi-Fi là WEP2 hoặc AES. Ngoài ra người sử dụng có thể sử dụng các phương thức bảo mật riêng của mình để bảo vệ trước sự tấn công của tin tặc như VPN, RES, ...

Mặc dù vậy, do được kết nối với Internet nên vấn đề bảo mật còn phụ thuộc nhiều vào phía người sử dụng như các người sử dụng Internet thông thường.

1.3 Các dịch vụ mạng

Các dịch vụ dựa trên kỹ thuật mạng nội bộ không dây WLAN được phân chia thành ba nhóm chính:

- Nhóm sử dụng cho mạng dùng riêng (Công ty, trường học, viện nghiên cứu hoặc cho cá nhân).
- Nhóm sử dụng cho phục vụ ở các điểm công cộng (“Điểm nóng”).
- Nhóm sử dụng cho phủ sóng thị trấn và thành phố.

1.3.1 Nhóm sử dụng cho mạng dùng riêng

1.3.1.1 Thiết lập mạng cục bộ

Đối với mạng dùng riêng có thể sử dụng kỹ thuật WLAN để thiết lập mạng thay vì sử dụng thiết lập hệ thống cáp để dùng chung truy nhập Internet hoặc kết nối với các thiết bị không dây để truyền dẫn dữ liệu và kết nối giữa chúng với nhau. Những mạng này cũng có thể sử dụng để kết nối giữa các tòa nhà với nhau (Trong phạm vi hàng chục mét) (Ví dụ như ở các giảng đường của trường đại học) hoặc trong các phòng hội nghị, phòng khách của các doanh nghiệp.

1.3.1.2 Sử dụng cho cá nhân

Mục đích chính là thiết lập mạng cá nhân không dây ở nhà thay vì phải thiết lập hệ thống cáp cho kết nối giữa các máy tính (Đặc biệt là máy tính xách tay) để có thể dùng chung truy nhập Internet. Tuy nhiên, ý tưởng sử dụng cho các ứng dụng điện thoại Internet còn đang ở trong giai đoạn nghiên cứu, phát triển (Nguyên nhân chính là chất lượng dịch vụ quá xấu).

1.3.2 Nhóm sử dụng cho phục vụ ở các điểm công cộng (Điểm nóng).

Có ba loại hình dịch vụ được đề cập nhiều trong cung cấp dịch vụ ở nơi công cộng (Truy nhập Internet, dịch vụ thông tin nội bộ và các ứng dụng đa phương tiện) và được gọi là điểm nóng. Thông thường các vị trí này là sân bay, nhà ga, siêu thị, khách sạn, trung tâm hội nghị, trung tâm giải trí, quán cà phê và nhà hàng.

Các thiết bị đầu cuối sử dụng dịch vụ này khá đa dạng: máy tính xách tay, thiết bị điện tử cá nhân và các máy di động. Sau đây là các loại hình dịch vụ được đề cập:

1.3.2.1 Dịch vụ truy nhập Internet

Cung cấp khả năng truy nhập Internet và sử dụng ứng dụng trên Internet như Messaging, duyệt Web, chơi trò chơi qua mạng, mạng riêng ảo (VPN).

1.3.2.2 Ứng dụng đa phương tiện

Các ứng dụng đa phương tiện như âm thanh, phát hình quảng bá được cung cấp qua mạng không dây với tốc độ cao. Tuy nhiên, để đảm bảo dịch vụ thì mỗi ô phủ sóng (Cell) cần giới hạn số lượng người truy cập là 20 hoặc 30.

1.3.2.3 Dịch vụ thông tin

Dịch vụ này cung cấp cho người sử dụng các thông tin và các bản tin nội bộ. Ví dụ là lịch trình hoặc các thông tin khác liên quan đến giao thông (Sân bay, nhà ga, tàu điện ngầm) hoặc các thông tin thương mại.

1.3.3 Nhóm sử dụng cho phủ sóng thị trấn và thành phố nhỏ

Các nhà khai thác di động thường coi kỹ thuật WLAN có vùng phủ sóng quá hẹp (Vài chục mét) và họ không đề cập đến việc sử dụng kỹ thuật này để thiết lập mạng viễn thông công cộng. Họ lập luận rằng nếu áp dụng kỹ thuật này cho mạng công cộng có thể phải đối mặt với một vấn đề rất khó giải quyết là đảm bảo chất lượng dịch vụ do băng tần là băng tần tự do và phải chia sẻ cho một số lượng rất lớn người dùng. Tuy nhiên, họ lại quan tâm đến kỹ thuật

này ở khía cạnh khác là khả năng cạnh tranh về giá của các thiết bị WLAN. Mặc dù vậy, các nhà khai thác di động cũng chỉ chú ý đến sử dụng kỹ thuật này cho mảng thị trường là những nơi có mật độ thuê bao cao (Điểm nóng) mà thôi.

Tuy nhiên, các nhà cung cấp dịch vụ mạng mạch vòng vô tuyến (WLL) thì coi WLAN là khả năng để thiết lập mạng công cộng cho ở các thành phố nhỏ (Ít hơn 50 000 dân) để cung cấp dịch vụ truy nhập Internet.

Mặc dù vậy, việc sử dụng kỹ thuật WLAN để hỗ trợ cho phát triển dịch vụ Internet ở các vùng nông thôn lại được đề cập nhiều nhất, nơi mà các nhà khai thác viễn thông không cung cấp dịch vụ Internet tốc độ cao. Thế mạnh của WLAN là việc triển khai cung cấp dịch vụ tương đối dễ dàng: Giá thành thiết bị thấp, dễ sử dụng, quản lý và khai thác. Một trở ngại lớn nhất cho phát triển theo hướng này là các quy định về pháp lý hiện hành không cho phép tự phát triển mạng để cung cấp dịch vụ theo hình thức tự phát mà không có sự tham gia của các hãng viễn thông.

1.4 Kết luận :

Chương I đã trình bày khái quát về mạng cục bộ không dây mà tiêu biểu là mạng Wi-Fi. Nội dung chương đã đề cập tới các vấn đề về kiến trúc và các dịch vụ, ứng dụng của mạng. Về kiến trúc mạng, chương này đã đưa ra mô hình tổ chức, nguyên lý hoạt động, các tiêu chuẩn 802.11, các kỹ thuật điều chế, mô hình kết nối cũng như các vấn đề về quản lý chất lượng dịch vụ và bảo mật của mạng cục bộ không dây. Về các dịch vụ và ứng dụng, chương I cũng đã chia ra các nhóm sử dụng như: Nhóm sử dụng cho mạng dùng riêng, nhóm sử dụng cho điểm công cộng và nhóm sử dụng cho phủ sóng thị trấn và thành phố nhỏ. Ngoài ra chương này cũng xem xét về vấn đề quản lý chất lượng dịch vụ và bảo mật của mạng Wi-Fi.

CHƯƠNG II: GIỚI THIỆU MẠNG KHÔNG DÂY BĂNG THÔNG RỘNG WIMAX

2.1 Mở đầu

Như chúng ta đã biết, hiện nay có một số hình thức cơ bản để truy nhập dịch vụ Internet. Đó là truy nhập quay số trực tiếp (Dial up), truy nhập băng thông rộng (xDSL, Cable Modem, Leadline) và truy nhập mạng cục bộ không dây (Wi-Fi). Tuy nhiên các hình thức trên có một số nhược điểm như : Tốc độ chậm (Dial up), tương đối đắt và chưa bao phủ được tất cả mọi nơi (xDSL, Wi-Fi.....). Chính vì vậy cần có một công nghệ mới để giải quyết tất cả các nhược điểm trên. Công nghệ mới này cung cấp:

- Tốc độ cao của dịch vụ băng rộng.
- Giá thành rẻ hơn xDSL, Cable Modem và dễ mở rộng đến các khu vực nông thôn, ngoại ô.
- Bao phủ rộng lớn như mạng di động thay thế cho các điểm truy nhập Wi-Fi nhỏ.

Công nghệ như vậy thực tế đã được triển khai và nó được gọi là WiMAX. WiMAX là tên viết tắt của **Worldwide Interoperability for Microwave Access** được thực hiện bởi IEEE với chuẩn mạng tên 802.16. WiMAX có khả năng truy nhập Internet băng rộng như mạng di động truy nhập điện thoại. WiMAX có thể thay thế dịch vụ xDSL và Cable Modem, cung cấp truy nhập Internet bất cứ nơi đâu.

Công nghệ WiMAX hiện là xu hướng mới cho các tiêu chuẩn giao diện vô tuyến trong việc truy nhập không dây băng thông rộng cho thiết bị cố định, xách tay và di động. WiMAX có nhiều ưu điểm vượt trội, như tốc độ truyền dữ liệu cao, có khi lên tới 70 Mb/s trong phạm vi 50 km, chất lượng dịch vụ được thiết lập cho từng kết nối, an ninh tốt, hỗ trợ đa hướng (Multicast) cũng như di động, sử dụng cả phổ tần cấp phép và không cần cấp phép. WiMAX thực hiện việc truyền tải dữ liệu tốc độ cao không dây bằng sóng siêu cao tần

theo bộ tiêu chuẩn IEEE 802.16 với khoảng cách rất lớn. WiMAX được phát triển dựa trên nền tảng công nghệ ghép kênh phân chia theo tần số trực giao. Lợi ích của WiMAX là khả năng ghép kênh cao, vì thế các nhà cung cấp dịch vụ có thể dễ dàng cung cấp cho khách hàng dịch vụ truy nhập không dây.

Hiện nay, công nghệ WiMAX đã có phiên bản đầu tiên dựa trên bộ tiêu chuẩn IEEE 802.16-2004 đang được thử nghiệm và chế tạo chipset. Giai đoạn phát triển tiếp theo của WiMAX dựa trên bộ tiêu chuẩn IEEE 802.16e, dự định triển khai vào năm 2006. Giống như Wi-Fi, WiMAX có thể cung cấp kết nối băng thông rộng cho các khách hàng sử dụng máy tính xách tay trong phạm vi điểm nóng truy cập hoặc trong một toà nhà có thể di chuyển mà vẫn giữ được kết nối băng rộng.

Công nghệ WiMAX được sử dụng sẽ đem lại nhiều lợi ích, nhất là ở khu vực nông thôn, vùng sâu, vùng xa và những nơi dân cư đông đúc khó triển khai hạ tầng cơ sở mạng dây dẫn băng rộng như xDSL... Vì thế, WiMAX được xem như công nghệ có hiệu quả kinh tế cao cho việc triển khai nhanh trong các khu vực mà các công nghệ khác khó có thể cung cấp dịch vụ băng thông rộng. Theo đánh giá của các chuyên gia, WiMAX sẽ nhanh chóng vượt qua những công nghệ hiện có như Wi-Fi hay 3G, bởi khả năng kết nối băng thông rộng tốc độ cao trong phạm vi rộng lớn. Hơn nữa, việc cài đặt WiMAX dễ dàng, tiết kiệm chi phí cho các nhà cung cấp dịch vụ và giảm giá thành dịch vụ cho người sử dụng.

2.2. Kiến trúc mạng không dây băng thông rộng WiMAX

WiMAX là công nghệ không dây băng thông rộng có được sự hỗ trợ phổ biến của ngành công nghiệp điện tử và máy tính trên thế giới, tạo nên một công nghệ đặc biệt ảnh hưởng đến giá cả. Nó được xây dựng để chuyển giao lợi ích kinh doanh hiệu quả tới người khai thác và người sử dụng trong các môi trường thay đổi khác nhau. Trong phần này trình bày mục tiêu, cơ chế hoạt động, mô hình ứng dụng và các đặc tính kỹ thuật của WiMAX.

2.2.1 Mục tiêu của công nghệ WiMAX

Công nghệ WiMAX được phát triển với nhiều mục tiêu, có thể tóm lược như sau:

- **Kiến trúc mềm dẻo (Flexible Architecture):** WiMAX hỗ trợ một số kiểu cấu trúc hệ thống, bao gồm: Điểm - điểm, điểm - đa điểm và bao phủ khắp nơi. Lớp điều khiển truy nhập của WiMAX hỗ trợ điểm - đa điểm và dịch vụ khắp mọi nơi nhờ khe thời gian lập lịch cho mỗi một trạm thuê bao. Nếu chỉ có một trạm thuê bao (SS) ở trong mạng, thì trạm cơ sở WiMAX (BS) sẽ liên lạc với trạm SS đó trên nền tảng điểm - điểm. Một BS được cấu hình điểm - điểm có thể sử dụng Antenna chùm tia hẹp để bao phủ khoảng cách xa.
- **Bảo mật cao (High Security):** WiMAX hỗ trợ AES (Chuẩn mã hoá cao cấp) và 3DES (Triple DES, ở đây DES là chuẩn mã hoá dữ liệu). Bằng cách mã hoá liên kết giữa BS và SS, WiMAX cung cấp cho các thuê bao sự bảo mật và an toàn qua giao diện không dây băng thông rộng. Sự an toàn cũng được cung cấp cho các nhà điều hành chống lại nạn trộm cắp dịch vụ. WiMAX cũng được cài đặt hỗ trợ VLAN để cung cấp bảo vệ dữ liệu đang được truyền bởi các Users khác nhau trong cùng trạm BS.
- **Quản lý chất lượng dịch vụ WiMAX (WiMAX QoS):** Xây dựng bộ tham số chất lượng dịch vụ dùng trong quá trình thiết lập luồng dịch vụ để qui định những yêu cầu chất lượng dịch vụ của dịch vụ được hỗ trợ.
- **Triển khai nhanh (Quick Deployment):** So sánh với triển khai của giải pháp có dây, WiMAX ít cần đến xây dựng kế hoạch mở rộng (Ví dụ: Sự đào các tuyến cáp là không cần thiết). Nhà cung cấp dịch vụ đã được cấp phép để sử dụng một trong những dải tần được cấp phép hoặc có kế hoạch sử dụng một trong những dải tần không cần cấp phép, không phải đệ trình các ứng dụng thêm lên chính phủ. Mỗi khi Antenna và thiết bị được cài đặt và vận hành thì công nghệ WiMAX đã sẵn sàng cho các

dịch vụ. Trong hầu hết các trường hợp, sự triển khai của WiMAX được hoàn tất trong vài giờ ít hơn nhiều so với các giải pháp khác.

- **Dịch vụ đa lớp (Multi-Level Service):** Cách thức mà QoS được chuyển giao là được dựa trên thoả thuận mức dịch vụ giữa nhà cung cấp dịch vụ và người sử dụng đầu cuối. Thêm nữa, một nhà cung cấp dịch vụ có thể cung cấp nhiều thoả thuận mức dịch vụ khác nhau đến các thuê bao, thậm trí tới các người sử dụng khác nhau trên cùng một SS.
- **Thao tác giữa các phần (Interoperability):** Do công nghệ WiMAX dựa trên các chuẩn của các nhà sản xuất quốc tế cho nên dễ dàng cho người sử dụng đầu cuối để truyền tải và sử dụng các SS của họ tại các vị trí khác nhau hoặc cùng với các nhà cung cấp dịch vụ khác nhau. Thao tác giữa các phần bảo vệ sự đầu tư ban đầu của nhà cung cấp dịch vụ từ khi lựa chọn thiết bị từ các nhà sản xuất thiết bị khác nhau, và nó sẽ tiếp tục làm cho giá của thiết bị giảm đáng kể.
- **Khả năng di chuyển được (Portability):** Như các hệ thống di động hiện hành, một khi trạm SS đã được vận hành, nó tự nhận dạng, quyết định các đặc tính kết nối với trạm BS, miễn là SS đã được đăng ký trong cơ sở dữ liệu hệ thống, và sau đó dàn xếp các đặc tính truyền của nó phù hợp.
- **Tính chuyển động (Mobility):** Tiêu chuẩn IEEE 802.16e sửa đổi đã có thêm đặc tính hỗ trợ cho di động. Sự cải thiện được cải tạo từ OFDM và OFDMA lớp vật lý để hỗ trợ thiết bị và dịch vụ trong môi trường di động. Những cải thiện này bao gồm khả năng co giãn OFDMA và hỗ trợ một số chức năng cho phép di động với tốc độ 160 Km/h.
- **Lợi nhuận (Cost-effective):** WiMAX dựa trên một chuẩn quốc tế mở được sự chấp nhận cao cùng với mạch điện tử được sản xuất lớn, hàng loạt sẽ làm cho giá cả giảm đột ngột và kết quả cạnh tranh sẽ cung cấp tiết kiệm chi phí đáng kể cho nhà cung cấp dịch vụ và người sử dụng.

- **Tầm bao phủ rộng lớn (Wider Coverage):** WiMAX hỗ trợ cao cho các lớp đa điều chế bao gồm: BPSK, QPSK, 16-QAM và 64 QAM. Khi thiết bị cùng với khuếch đại năng lượng lớn và hoạt động với điều chế mức thấp (BPSK hoặc QPSK), hệ thống WiMAX có thể bao phủ một diện tích lớn khi đường dẫn giữa BS và SS thông suốt.
- **Thao tác không vật cản (NLOS):** WiMAX dựa trên công nghệ OFDM, có kế thừa khả năng thực thi trong môi trường NLOS. Khả năng này giúp các sản phẩm WiMAX chuyển giao băng thông rộng trong môi trường NLOS mà các sản phẩm không dây khác không thể làm được.
- **Dung lượng lớn (High Capacity):** Sử dụng điều chế cao (64- QAM) và dải thông kênh (7 MHz) hiện hành cùng với kế hoạch tiến triển tới dải thông đầy đủ theo lý thuyết trong chuẩn kết hợp IEEE và ETSI, Hệ thống WiMAX có thể cung cấp dải thông hiệu quả tới người sử dụng.

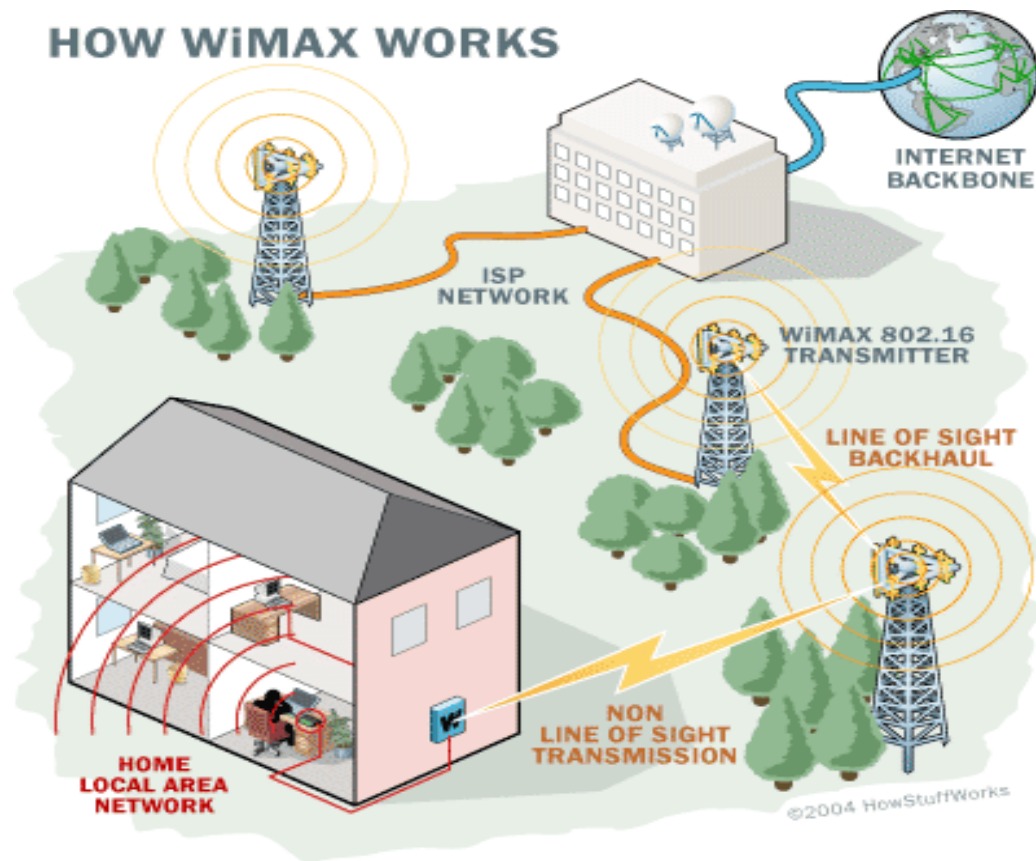
2.2.2 Cơ chế hoạt động của WiMAX

Trong điều kiện thực tế, WiMAX hoạt động như Wi-Fi nhưng với tốc độ cao hơn, khoảng cách xa hơn và số lượng khách hàng sử dụng lớn hơn. WiMAX có khả năng kết nối những khu vực ở ngoại ô và nông thôn mà mạng truy nhập Internet băng rộng có dây (xDSL) không đến được bởi vì các công ty điện thoại vẫn chưa kéo dây cáp cần thiết đến được khu vực đó.

Hệ thống WiMAX bao gồm hai phần:

- Một tháp WiMAX tương tự khái niệm tháp điện thoại di động- một tháp WiMAX đơn có thể cung cấp bao phủ một diện tích lớn bán kính khoảng 50 km.
- Thiết bị nhận WiMAX- Thiết bị nhận và Antenna có thể là những hộp nhỏ, card PCMCIA hoặc chúng có thể được xây dựng bên trong máy tính tương tự như truy cập Wi-Fi hiện nay.

Một trạm tháp WiMAX có thể kết nối trực tiếp tới Internet sử dụng kết nối có dây băng thông rộng (Ví dụ như đường T3). Nó cũng có thể được kết nối tới tháp WiMAX khác sử dụng sóng ngắn truyền trực tiếp: LOS (Line-of-sight). Kết nối tới hai tháp (Thường đề cập là backhaul) cùng với khả năng của tháp đơn bao phủ khoảng 50 km cho phép WiMAX cung cấp bao phủ tới các khu vực nông thôn xa xôi.



Hình 2.1: Mô hình hoạt động của WiMAX

WiMAX có thể cung cấp hai dạng của dịch vụ không dây:

- Không có đường truyền trực tiếp (NLOS), kiểu như dịch vụ Wi-Fi, nơi mà một Antenna nhỏ trong máy tính của chúng ta kết nối với tháp. Trong chế độ này, WiMAX sử dụng dải tần số thấp 2 - 11 GHz (Tương tự Wi-Fi). Truyền với bước sóng thấp không ảnh

hưởng bởi các vật cản trở vật lý. Chúng có thể nhiễu xạ, bề cong xung quanh vật cản trở.

- Có đường truyền trực tiếp (LOS), nơi mà các đĩa Antenna chỉ thẳng tại tháp WiMAX từ đỉnh. LOS kết nối khoẻ và ổn định hơn vì vậy nó có thể gửi rất nhiều dữ liệu nhưng bị ít lỗi hơn. Truyền theo kiểu LOS sử dụng tần số cao, với các dải tần có thể đạt tới 66GHz. Tại tần số cao hơn có ít nhiễu và nhiễu băng thông hơn.

Thông qua Antenna truyền trực tiếp mạnh, trạm phát WiMAX gửi dữ liệu tới máy tính có thiết bị WiMAX hoặc Router cài đặt trong vòng bán kính truyền 50 km. Điều này cho phép WiMAX đạt được khoảng cách tối đa của nó.

WiMAX hoạt động cùng một nguyên lý chung như Wi-Fi nó gửi dữ liệu từ một máy tính tới một máy tính khác qua sóng vô tuyến. Một máy tính (Có thể là máy tính để bàn hoặc xách tay) được trang bị WiMAX sẽ nhận dữ liệu từ một trạm phát WiMAX và sử dụng khoá mật mã để ngăn chặn người dùng trái phép.

Kết nối Wi-Fi nhanh nhất có thể truyền tới 54 Mb/s trong điều kiện tối ưu. WiMAX có thể truyền lên tới 70 Mb/s. Nó tương đương với tốc độ truyền qua Cable Modem tới mỗi người sử dụng.

Khác nhau lớn nhất giữa WiMAX và Wi-Fi không phải về tốc độ mà về khoảng cách. Bán kính sử dụng của Wi-Fi khoảng 30 đến 100 m, trong khi WiMAX bao phủ một bán kính khoảng 50 Km. Khoảng cách tăng là do các tần số được sử dụng và công suất phát. Tất nhiên, tại mỗi khoảng cách, địa thế vật lý, thời tiết và các toà nhà lớn cũng làm giảm khoảng cách tối đa trong một vài tình huống nhưng khả năng bao phủ của WiMAX rất rộng lớn.

Đặc điểm kỹ thuật của 802.16

- Khoảng cách: Bán kính 50 km từ trạm cơ sở.
- Tốc độ: 70 Mb/s.

- Băng tần số: Từ 2-11GHz và 10-66 GHz (Dải tần cấp phép và không cấp phép)
- Xác định rõ cả lớp MAC, lớp PHY và cho biết chỉ tiêu kỹ thuật của nhiều lớp vật lý.

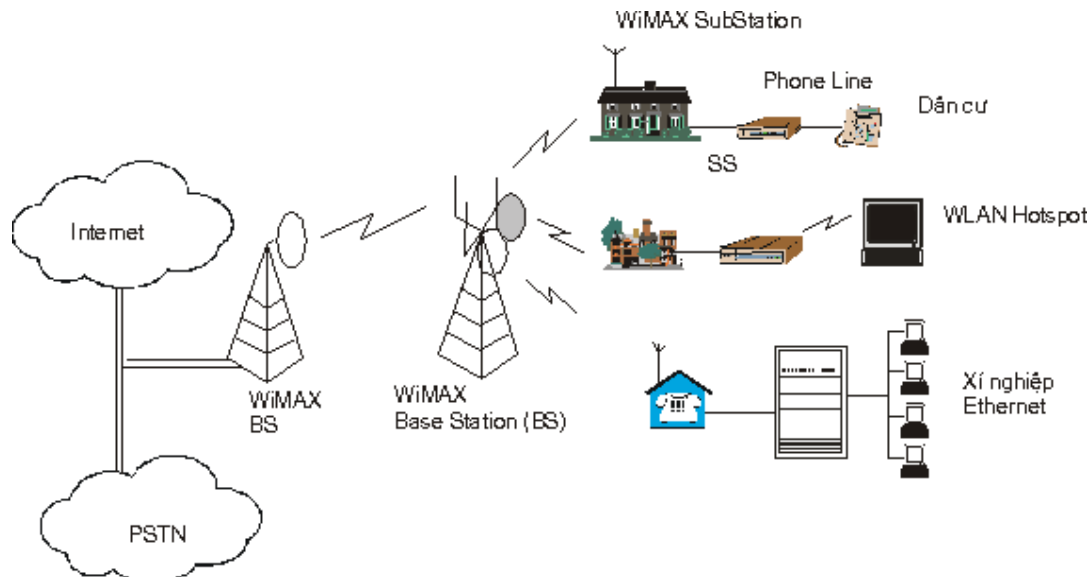
2.2.3 Mô hình ứng dụng WiMAX

Công nghệ WiMAX (Tiêu chuẩn IEEE 802.16) đề xuất 2 mô hình ứng dụng:

- Mô hình ứng dụng cố định
- Mô hình ứng dụng di động.

2.2.3.1 Mô hình ứng dụng cố định (Fixed WiMAX)

Mô hình cố định sử dụng các thiết bị theo tiêu chuẩn IEEE.802.16-2004. Tiêu chuẩn này gọi là “Không dây cố định” vì thiết bị thông tin làm việc với các Antenna đặt cố định tại nhà các thuê bao. Antenna đặt trên nóc nhà hoặc trên cột tháp tương tự như chảo thông tin vệ tinh.



Hình 2.2: Mô hình ứng dụng mạng WiMAX cố định

Tiêu chuẩn IEEE 802.16-2004 cũng cho phép đặt Antenna trong nhà nhưng tất nhiên tín hiệu thu không khỏe bằng Antenna ngoài trời. Băng tần công tác (Theo quy định và phân bổ của quốc gia) trong băng 2,5GHz hoặc 3,5GHz. Độ rộng băng tần là 3,5MHz. Trong mạng cố định, WiMAX thực

hiện cách tiếp nối không dây đến các Cable Modem, đến các đôi dây thuê bao của mạch xDSL hoặc mạch Tx/Ex (Truyền phát/chuyển mạch) và mạch OC-x (Truyền tải qua sóng quang). WiMAX cố định có thể phục vụ cho nhiều loại người dùng như: Các xí nghiệp, các khu dân cư nhỏ lẻ, mạng cáp truy nhập WLAN công cộng nối tới mạng đô thị, các trạm gốc BS của mạng thông tin di động và các mạch điều khiển trạm BS. Về cách phân bố theo địa lý, người sử dụng có thể phân tán tại các địa phương như nông thôn và các vùng sâu, vùng xa, nơi mà khó đưa mạng cáp hữu tuyến đến đó. Sơ đồ kết cấu mạng WiMAX được đưa ra trên hình 2.2. Trong mô hình này, bộ phận vô tuyến gồm các trạm gốc BS (Làm việc với Antenna đặt trên tháp cao) và các trạm phụ SS. Các trạm BS nối với mạng đô thị MAN hoặc mạng PSTN.

2.2.3.2 Mô hình ứng dụng WiMAX di động

Mô hình WiMAX di động sử dụng các thiết bị phù hợp với tiêu chuẩn IEEE 802.16e. Tiêu chuẩn 802.16e bổ sung cho tiêu chuẩn 802.16-2004 hướng tới người sử dụng cá nhân di động, làm việc trong băng tần thấp hơn 6GHz. Mạng lưới này phối hợp cùng WLAN, mạng di động Cellular 3G có thể tạo thành mạng di động có vùng phủ sóng rộng. Hy vọng các nhà cung cấp viễn thông hiệp đồng cộng tác để thực hiện được mạng viễn thông số truy nhập không dây có phạm vi phủ sóng rộng, thỏa mãn được các nhu cầu đa dạng của thuê bao. Tiêu chuẩn IEEE 802.16e được thông qua cuối năm 2005.

2.2.4 Các chuẩn của WiMAX

Về tiêu chuẩn, WiMAX là một bộ tiêu chuẩn dựa trên họ tiêu chuẩn 802.16 của IEEE nhưng hẹp hơn và tập trung vào một số cấu hình nhất định. Hiện có 2 chuẩn của WiMAX là 802.16-2004 và 802.16e.

2.2.4.1 Tiêu chuẩn 802.16- 2004

Chuẩn 802.16-2004 (Trước đó là 802.16 REVd) được IEEE đưa ra tháng 7 năm 2004. Tiêu chuẩn 802.16-2004 là sự hợp nhất của các chuẩn: 802.16-2001, 802.16c-2002 và 802.16a-2003. Tiêu chuẩn này sử dụng phương

thức điều chế OFDM với 256 sóng mang phụ và có thể cung cấp các dịch vụ cố định, nomadic (người sử dụng có thể di chuyển nhưng cố định trong lúc kết nối) theo tầm nhìn thẳng (LOS) và không theo tầm nhìn thẳng (NLOS).

2.2.4.2 Tiêu chuẩn 802.16e

Chuẩn 802.16e được IEEE thông qua tháng 12/2005. Tiêu chuẩn này sử dụng phương thức điều chế OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access), cho phép thực hiện các chức năng chuyển vùng và chuyển mạng, có thể cung cấp đồng thời dịch vụ cố định, mang xách được (Người sử dụng có thể di chuyển với tốc độ đi bộ), di động hạn chế và di động.

Hai chế độ song công được áp dụng cho WiMAX là song công phân chia theo thời gian TDD (Time Division Duplexing) và song công phân chia theo tần số FDD (Frequency Division Duplexing). FDD cần có 2 kênh, một đường lên, một đường xuống. Với TDD chỉ cần 1 kênh tần số, lưu lượng đường lên và đường xuống được phân chia theo các khe thời gian.

2.2.5 Băng tần dành cho WiMAX

Thuật ngữ WiMAX đã trở nên đồng nghĩa với tiêu chuẩn IEEE 802.16. Trong bản tiêu chuẩn 802.16 đầu tiên đề cập tới các ứng dụng trong băng tần được cấp phép : Khoảng tần số 10 đến 66 GHz. Các bổ sung tiếp theo đã mở rộng tiêu chuẩn 802.16 bao phủ các ứng dụng không tầm nhìn thẳng (NLOS) trong các dải băng thông cấp phép và không cấp phép: Dải tần từ 2 đến 11 GHz.

Trong tiêu chuẩn IEEE 802.16- 2004, WiMAX bao bọc một vùng băng tần dưới 11GHz. Các băng tần được WiMAX Forum tập trung xem xét và vận động cơ quan quản lý tần số các nước phân bổ cho WiMAX là: 3400-3600MHz (Băng 3.5GHz), 3300-3400MHz (Băng 3.3GHz), 2500-2690MHz (Băng 2.5GHz), 2300-2400MHz (Băng 2.3GHz), 5725-5850MHz (Băng 5.8GHz) và băng 700-800MHz (Dưới 1GHz).

Băng tần được dùng nằm trong 2 danh mục khác nhau: Không cấp phép và được cấp phép.

2.2.5.1 Băng tần không cấp phép

Trong phần lớn các thị trường, băng tần không cấp phép có thể được dùng cho WiMAX là 2,4GHz và 5,8 GHz. Bởi vì băng tần không cần cấp phép nên không khó khăn để đăng ký sử dụng bởi thế sẽ làm cho các nhà khai thác dễ dàng triển khai các dịch vụ sử dụng băng tần này. Trong một số trường hợp, điều này có thể là thuận lợi nhưng cũng có một vài những bất lợi trong đó có ba bất lợi chính liên quan đến việc sử dụng băng tần không cần cấp phép:

- **Sự nhiễu sóng** : Bởi vì băng tần không cấp phép được dùng cho một số hệ thống vùng tần số khác nhau nên có khả năng nhiễu sóng cao.
- **Khả năng tăng tính cạnh tranh**: Các nhà khai thác sử dụng băng tần không cấp phép phải nhận thấy rằng các nhà khai thác khác có thể dễ dàng tham gia vào thị trường sử dụng băng tần rất giống nhau.
- **Tính năng sử dụng**: Băng tần mức 5,8 GHz hiện tại chỉ được ứng dụng ở một số nước.

Những bất lợi đã được nêu này khiến những nhà khai thác sẽ phải cẩn thận đánh giá tiềm năng sử dụng của băng tần không cấp phép trước khi triển khai, tất nhiên có những ngoại lệ bao gồm những khu vực nông thôn và vùng xa xôi hẻo lánh nơi có ít khả năng xảy ra sự nhiễu sóng và sự cạnh tranh hơn.

2.2.5.2 Băng tần được cấp phép

Băng tần được cấp phép phải trả chi phí cao, nhưng nó hoàn toàn xứng đáng với điều đó, đặc biệt khi mà dịch vụ đòi hỏi chất lượng cao. Lợi ích lớn nhất để có được băng tần được cấp phép là được sử dụng độc quyền băng tần. Nó được bảo vệ chống lại sự can thiệp bên ngoài trong khi những người cạnh tranh chỉ có thể xâm nhập vào thị trường nếu họ cũng sở hữu hoặc cho thuê băng tần. Băng tần cấp phép được tìm thấy ở mức 700 GHz, 2.3 GHz, 3.3

GHz, 2.5 GHz và 3.5 GHz với việc hai dải tần số sau đó hiện đang nhận được sự chú ý nhất .

- *Dải băng tần mức 2.5 GHz (Băng 2500-2690MHz)*

Băng tần này là băng tần được WiMAX Forum ưu tiên lựa chọn cho WiMAX di động theo chuẩn 802.16e. Có hai lý do cho sự lựa chọn này. Thứ nhất, so với các băng tần trên 3GHz điều kiện truyền sóng của băng tần này thích hợp cho các ứng dụng di động. Thứ hai là khả năng băng tần này sẽ được nhiều nước cho phép sử dụng công nghệ truy nhập băng rộng không dây (WBA--Wireless Broadband Access) bao gồm cả WiMAX. WiMAX ở băng tần này có độ rộng kênh là 5MHz, chế độ song công TDD, FDD.

Băng tần này trước đây được sử dụng phổ biến cho các hệ thống truyền hình MMDS trên thế giới, nhưng do MMDS không phát triển nên Hội nghị Thông tin vô tuyến thế giới năm 2000 (WRC-2000) đã xác định có thể sử dụng băng tần này cho hệ thống di động thế hệ 3 (3G hay IMT-2000 theo cách đặt tên của ITU). Tuy nhiên, khi nào IMT-2000 được triển khai ở băng tần này cũng chưa có câu trả lời rõ ràng. Vì vậy, hiện đã có một số nước như Mỹ, Brazil, Mexico, Singapore, Canada, Liên hiệp Anh (UK), Australia cho phép sử dụng một phần băng tần này cho WBA. Trung Quốc và Ấn Độ cũng đang xem xét.

Với Việt Nam, quy hoạch phổ vô tuyến điện quốc gia được thủ tướng chính phủ phê duyệt cuối năm 2005 đã quy định băng tần 2500-2690 MHz sẽ được sử dụng cho các hệ thống thông tin di động thế hệ mới, không triển khai thêm các thiết bị khác trong băng tần này. Vì vậy, có thể hiểu công nghệ WiMAX di động cũng là một đối tượng của quy định này, nhưng băng tần này sẽ được sử dụng cho loại hình công nghệ cụ thể nào vẫn còn để mở.

- *Dải băng tần mức 3.5 GHz (Băng 3400-3600MHz)*

Băng 3.5Ghz là băng tần được nhiều nước phân bổ cho hệ thống truy cập không dây cố định (FWA-Fixed Wireless Access) hoặc cho hệ thống truy

cập không dây băng rộng (WBA). WiMAX cũng được xem là một công nghệ WBA nên có thể sử dụng băng tần này cho WiMAX. Vì vậy, WiMAX Forum đã thống nhất lựa chọn băng tần này cho WiMAX. Các hệ thống WiMAX ở băng tần này sử dụng chuẩn 802.16-2004 để cung cấp các ứng dụng cố định, độ rộng phân kênh là 3.5MHz hoặc 7MHz, chế độ song công TDD hoặc FDD.

Đối với Việt Nam, do băng tần này được ưu tiên dành cho hệ thống vệ tinh Vinasat nên hiện tại không thể triển khai cho WiMAX.

- *Dải băng tần mức 3.3 GHz (Băng 3300-3400MHz)*

Băng tần này đã được phân bổ ở Ấn Độ. Trung Quốc và Việt Nam đang xem xét phân bổ chính thức. Do Ấn Độ và Trung Quốc là hai thị trường lớn, nên dù chưa có nhiều nước cấp băng tần này cho WBA, nhưng thiết bị WiMAX cũng đã được sản xuất.

Chuẩn WiMAX áp dụng ở băng tần này tương tự như với băng 3.5GHz, đó là WiMAX cố định, chế độ song công FDD hoặc TDD, độ rộng kênh 3.5MHz hoặc 7MHz.

- *Dải băng tần mức 700 MHz (Băng dưới 1GHz)*

Vào lúc này chưa có một hiện trạng WiMAX cho băng tần 700MHz, tuy nhiên ít nhất có một vài mối quan tâm trong phạm vi WiMAX Forum để giới thiệu WiMAX trong dải tần số này. Với các tần số càng thấp, sóng vô tuyến truyền lan càng xa, số trạm gốc cần sử dụng càng ít dẫn đến mức đầu tư cho hệ thống thấp đi. Vì vậy, WiMAX Forum cũng đang xem xét khả năng sử dụng các băng tần dưới 1GHz, đặc biệt là băng 700-800MHz.

Băng tần 700MHz được sử dụng mạnh mẽ ở nhiều vùng trên thế giới bao gồm Bắc Mỹ và hầu hết châu Âu. Hiện tại băng tần này đang được sử dụng bởi dịch vụ phát thanh truyền hình do vậy khả năng để triển khai WiMAX hay bất cứ công nghệ không dây nào khác trong băng tần này hiện đang bị hạn chế bởi do liên quan đến khả năng can thiệp giữa các dịch vụ.

Với Việt Nam, do đặc điểm có rất nhiều đài truyền hình địa phương nên

các kênh trong giải 470-806 MHz dành cho truyền hình được sử dụng dày đặc cho các hệ thống truyền hình tương tự. Hiện chưa có lộ trình cụ thể nào để chuyển đổi các hệ thống truyền hình tương tự này sang truyền hình số, nên chưa thấy có khả năng có băng tần để cấp cho WBA/WiMAX ở đây.

- *Dải băng tần mức 2.3 GHz (Băng 2300-2400MHz)*

Băng 2.3GHz cũng có đặc tính truyền sóng tương tự như băng 2.5GHz nên là băng tần được WiMAX Forum xem xét cho WiMAX di động. Hiện có một số nước phân bổ băng tần này cho WBA như Hàn Quốc (Triển khai WiBro), Úc, Mỹ, Canada, Singapore. Singapore đã cho đấu thầu 10 khối 5MHz trong dải 2300-2350MHz để sử dụng cho WBA với các điều kiện tương tự như với băng 2.5GHz. Úc chia băng tần này thành các khối 7MHz, không qui định cụ thể về công nghệ hay độ rộng kênh, ưu tiên cho ứng dụng cố định. Mỹ chia thành 5 khối 10MHz, không qui định cụ thể về độ rộng kênh, cho phép triển khai cả TDD và FDD.

Đối với Việt Nam, đây cũng là một băng tần có khả năng sẽ được sử dụng để triển khai WBA/WiMAX.

2.2.6 Phương thức điều chế:

Công nghệ WiMAX (Chuẩn IEEE 802.16) ứng dụng hai phương thức điều chế đặc biệt: Một nhận dạng đơn giản như OFDM (Tương tự như kỹ thuật điều chế trong Wi-Fi5) và một là OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access).

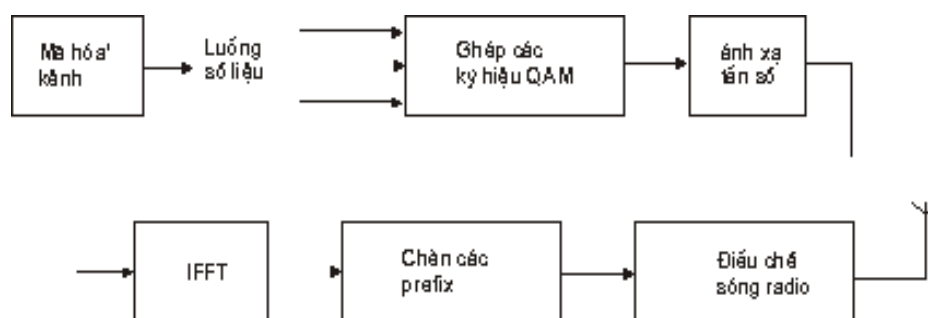
2.2.6.1 Phương thức OFDM

Phương thức điều chế OFDM đã được trình bày cơ bản tại chương I trong công nghệ Wi-Fi (Tiêu chuẩn 802.11e). Trong công nghệ WiMAX, tiêu chuẩn 802.16-2004 dành cho WiMAX cố định cũng sử dụng phương thức điều chế này nhưng hơi khác. Tiêu chuẩn IEEE 802.16-2004 ứng dụng OFDM để tối ưu hóa các dịch vụ truyền số liệu không dây trên nền của mạng WMAN (Wireless Metropolitan Area Networks). Theo 802.16-2004, tín hiệu OFDM

được chia thành 256 sóng mang phụ trong khi Wi-Fi chỉ chia 64 sóng mang phụ theo tiêu chuẩn 802.11e. Như ta đã biết số sóng mang phụ tăng thì khoảng cách giữa các sóng mang phụ (Trong một băng tần đã cho) phải hẹp lại, cũng dẫn tới chu kỳ tăng lên. Theo 802.16-2004 lớp vật lý được thiết kế để cho phép thời gian trễ đi 10ms lớn hơn 1000 lần thời gian trễ trong tiêu chuẩn 802.11 của Wi-Fi và Wi-Fi chỉ làm việc với cự ly nhỏ hơn 100m, WiMAX phục vụ trong phạm vi rộng tới 50km.

2.2.6.2 Phương thức OFDMA

Tiêu chuẩn 802.16e sử dụng phương thức truy nhập đa kênh OFDMA phân chia tần số trực giao tương tự như OFDM, trong đó các sóng mang được chia thành nhiều sóng mang phụ (Subcarrier). Trực giao có nghĩa là các tần số mang được chọn sao cho đỉnh của một tần số này trùng hợp với điểm có giá trị bằng 0 của tần số cận kề. Luồng tín hiệu đó được đổi từ nối tiếp thành song song và từng luồng song song được đưa vào khối điều chế. Các dữ liệu đã được điều chế qua khối biến đổi Fourier ngược (IFFT), tiếp theo được đưa tới tầng khuếch đại xạ tần RF, qua Antenna bức xạ vào không gian. Hình 2.3 biểu diễn các bước thực hiện OFDMA trên máy phát.



Hình 2.3: Các bước thực hiện OFDMA trên máy phát.

OFDMA cũng là công nghệ đa truy nhập vì một sóng mang phụ riêng hoặc một nhóm sóng mang phụ được chỉ định cho các user khác nhau. Nhiều user chia sẻ dùng một băng tần, nên hệ thống thông tin này được gọi là OFDMA. Mỗi user có thể được dùng một số sóng mang phụ đã định trước hoặc một user

có thể dùng một số sóng phụ thay đổi tùy theo lượng thông tin cần truyền. Sự chỉ định này được điều khiển bằng phân lớp MAC (Media Access Control).

2.2.7 Quản lý chất lượng dịch vụ

Vấn đề quản lý chất lượng dịch vụ (QoS) trong mạng WiMAX đã được cải thiện rất nhiều so với mạng Wi-Fi. Chất lượng dịch vụ của mạng WiMAX được qui định phụ thuộc vào nhiều tham số như sự ưu tiên lưu lượng, tốc độ lưu lượng được duy trì tối đa, tối thiểu hay như biến thiên độ trễ..... . Những tham số này được dùng trong quá trình thiết lập luồng dịch vụ để qui định những yêu cầu chất lượng dịch vụ của dịch vụ được hỗ trợ. Với những tham số được thiết lập này, mạng WiMAX đã được đảm bảo về chất lượng dịch vụ, đáp ứng được nhu cầu người sử dụng.

2.2.8 Bảo mật

Trong mạng WiMAX, sự bảo mật được cung cấp bởi phân lớp phụ thuộc tính riêng theo tiêu chuẩn IEEE 802.16. Phân lớp này bảo mật cho người sử dụng bằng cách mã hoá liên kết giữa trạm BS và trạm SS, mã hoá các luồng dịch vụ trong phạm vi mạng. Nó sử dụng giao thức quản lý khoá máy khách / máy chủ đã được thẩm định là có khả năng hỗ trợ tiêu chuẩn mã hoá cao cấp (AES). Phân lớp phụ thuộc tính riêng sử dụng hai giao thức để bảo mật cho người sử dụng. Trước tiên là giao thức đóng gói được dùng để mã hoá các gói dữ liệu thông qua mạng. Thứ hai là giao thức quản lý khoá riêng (PKM). Giao thức PKM được sử dụng để cung cấp sự phân bố các khoá an toàn giữa trạm BS và các trạm SS. Mặc dù vậy, do được kết nối với Internet nên vấn đề bảo mật còn phụ thuộc nhiều vào phía người sử dụng như các người sử dụng Internet thông thường.

2.3 Các dịch vụ và ứng dụng của mạng WiMAX

Công nghệ WiMAX là giải pháp cho nhiều loại ứng dụng băng rộng tốc độ cao cùng thời điểm với khoảng cách xa và cho phép các nhà khai thác dịch vụ hội tụ tất cả trên mạng IP để cung cấp các dịch vụ "3 cung": Dữ liệu, thoại

và video. WiMAX với sự hỗ trợ QoS, khả năng vươn xa và tốc độ truyền dữ liệu cao được dành cho các ứng dụng truy cập băng rộng ở những vùng xa xôi, hẻo lánh, nhất là khi khoảng cách quá lớn đối với xDSL và Cable Modem cũng như cho các khu vực thành thị ở các nước đang phát triển. Những ứng dụng cho hộ dân gồm có Internet tốc độ cao, thoại qua IP, video luồng/chơi game trực tuyến cùng với các ứng dụng cộng thêm cho doanh nghiệp như hội nghị truyền hình, giám sát video và mạng riêng ảo bảo mật (Yêu cầu an ninh cao). Công nghệ WiMAX cho phép bao trùm các ứng dụng với yêu cầu băng thông rộng hơn.

WiMAX cũng cho phép các ứng dụng truy cập xách tay, với sự hợp nhất trong các máy tính xách tay và PDA, cho phép các khu vực nội thị và thành phố trở thành những "khu vực diện rộng" nghĩa là có thể truy cập không dây băng rộng ngoài trời. Do vậy, WiMAX là một công nghệ bổ sung cho các mạng di động (Vì cung cấp băng thông lớn hơn) và cho mạng Wi-Fi (Nhờ cung cấp dịch vụ ở các khu vực rộng lớn).

Công nghệ WiMAX sẽ cách mạng hoá các phương thức chúng ta liên lạc. Nó sẽ cung cấp dịch vụ cho mọi người kể cả khi đang di chuyển, cho phép họ kết nối với dịch vụ: Thoại, dữ liệu, video.

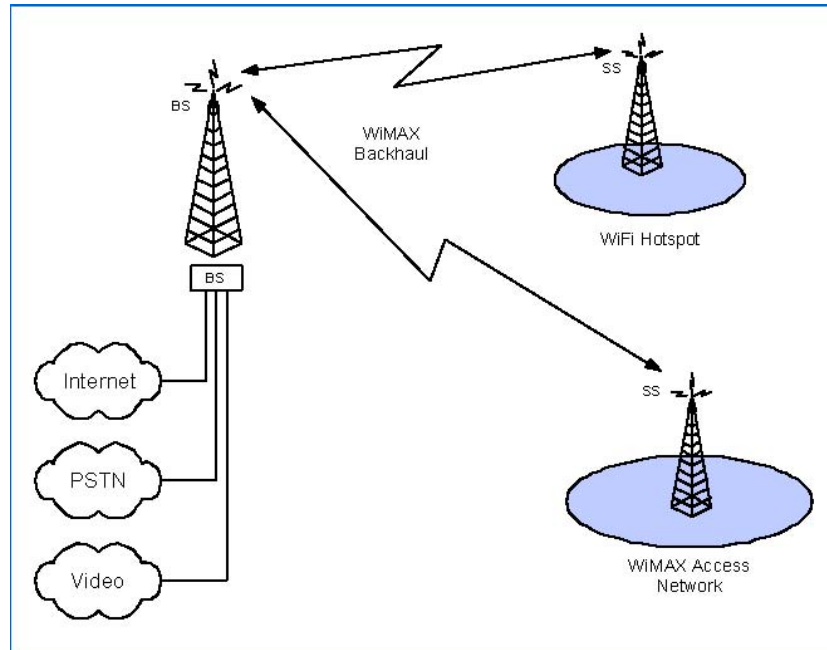
Các ứng dụng của WiMAX được tập hợp vào trong 2 nhóm chính: Mạng riêng và mạng công cộng.

2.3.1 Mạng riêng

Mạng riêng, được sử dụng dành riêng cho tổ chức, cơ quan hoặc các doanh nghiệp độc lập thiết kế các mối liên lạc phục vụ chuyển giao tín hiệu thoại, dữ liệu và hình ảnh đảm bảo an toàn và ổn định. Nhìn chung, việc triển khai dễ dàng và nhanh chóng được ưu tiên cao với các cấu hình: Điểm - điểm hoặc điểm - đa điểm.

2.3.1.1 Các nhà cung cấp dịch vụ không dây Backhaul

Các nhà cung cấp dịch vụ không dây sử dụng thiết bị WiMAX truyền dẫn tới Backhaul từ các trạm cơ sở trong mạng truy nhập của họ, như sau:



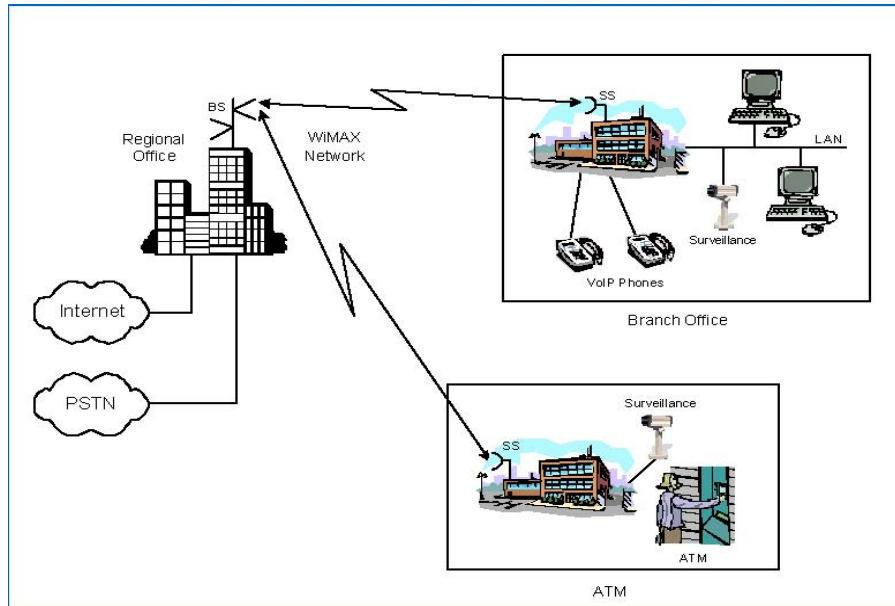
Hình 2.4: Ứng dụng cung cấp dịch vụ không dây.

Các mạng truy nhập có thể dựa trên công nghệ Wi-Fi, WiMAX hoặc các công nghệ không dây thích hợp khác. Nếu mạng truy nhập sử dụng thiết bị Wi-Fi, toàn bộ mạng của các nhà cung cấp dịch vụ không dây xem như là vùng nóng. Vì đặc trưng của các nhà cung cấp dịch vụ không dây thích hợp với thoại, dữ liệu, hình ảnh và việc xây dựng chất lượng của dịch vụ trong WiMAX sẽ giúp ưu tiên và tối ưu hoá cho truyền dẫn Backhaul. Các nhà cung cấp dịch vụ không dây có thể triển khai dịch vụ WiMAX một cách nhanh chóng, thuận tiện.

2.3.1.2 Các mạng Ngân hàng

Các ngân hàng lớn có thể kết nối các chi nhánh và các vị trí lắp đặt ATM tới các trụ sở của họ thông qua mạng WiMAX riêng, vận chuyển lưu lượng thoại, dữ liệu, hình ảnh. Các ngân hàng này thông thường trải dài qua

khu vực lớn cần đảm bảo an toàn và băng thông cao để điều khiển lưu lượng vì thế với kiểu mã hoá dữ liệu trong WiMAX đã cung cấp kết nối an toàn.



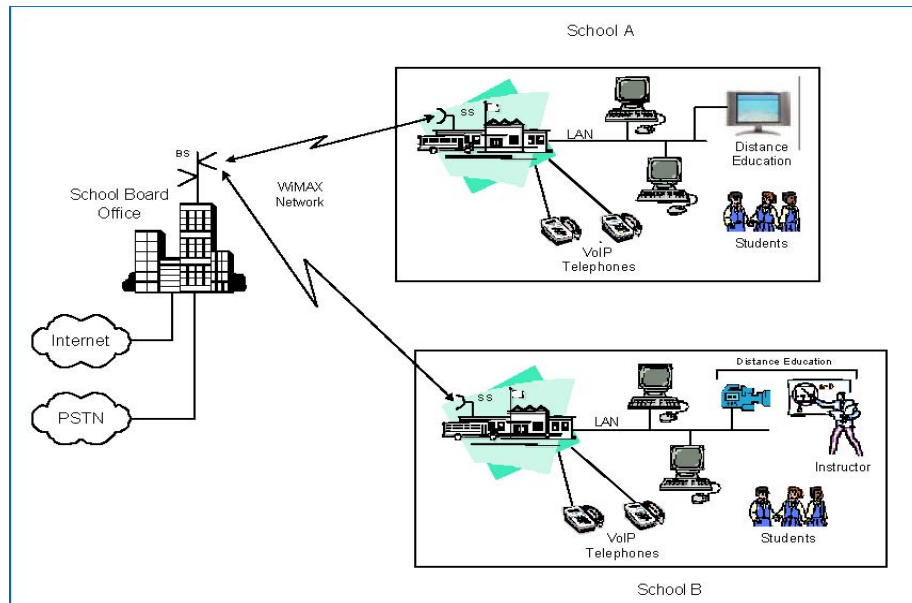
Hình 2.5: Ứng dụng mạng Ngân hàng.

Ngoài ra, với dung lượng lớn và mức độ bao phủ rộng, WiMAX cũng cho phép trụ sở của các ngân hàng được kết nối tới số lượng lớn các văn phòng chi nhánh và các máy ATM.

2.3.1.3 Mạng Giáo dục

Phòng giáo dục có thể sử dụng mạng WiMAX kết nối các phòng ban với các trường trong các quận huyện như hình dưới đây. Một vài yêu cầu then chốt cho hệ thống trường học là : NLOS, băng thông lớn (> 15 Mbps), Khả năng kết nối điểm- điểm, điểm - đa điểm và bao phủ được khu vực lớn.

Mạng giáo dục dựa trên công nghệ WiMAX sử dụng chất lượng dịch vụ QoS có thể chuyển giao số lượng lớn các yêu cầu liên lạc bao gồm: tín hiệu thoại, điều khiển dữ liệu (Như các bản ghi của sinh viên), thư điện tử, truy nhập Internet, Intranet (Dữ liệu) và giáo dục từ xa (Video) giữa phòng giáo dục với tất cả các trường học trong quận, huyện và giữa các trường với nhau.



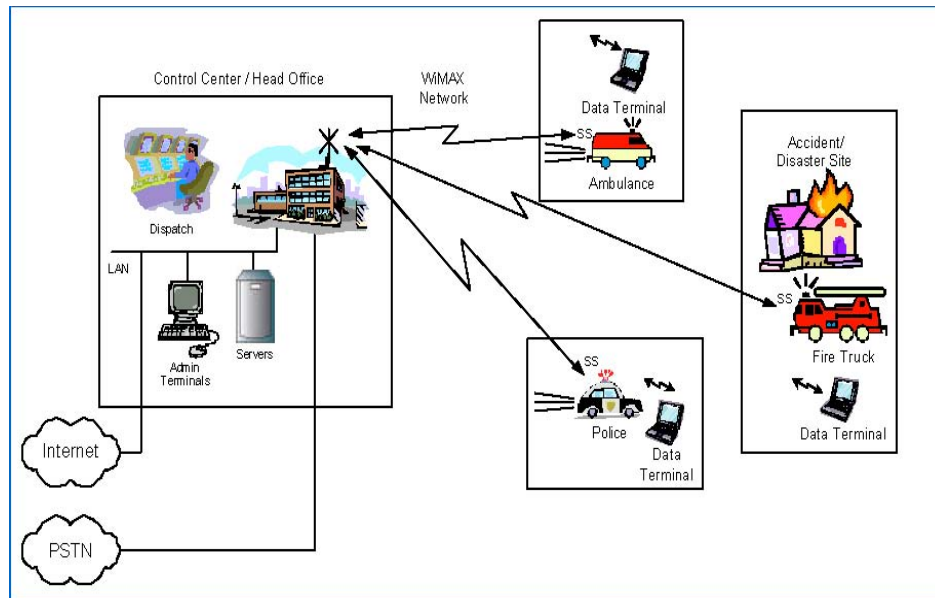
Hình 2.6: Ứng dụng mạng Giáo dục.

Trong hình vẽ trên, camera đặt tại trường B chuyển kiến thức, tài liệu trong lớp (Thời gian thực) tới trường A, cho phép các trường đồng thời chuyển kiến thức, tài liệu từ chuyên gia theo các chủ đề được chuẩn bị trước tới số đông các sinh viên, không cần giáo viên giảng dạy.

Giải pháp WiMAX cung cấp khả năng bao phủ rộng lớn, làm cho nó có chi phí hiệu quả đặc biệt là các trường ở vùng nông thôn, nơi mà ít hoặc không có hạ tầng thông tin liên lạc và phân tán rộng lớn. Khi phòng giáo dục sở hữu và điều khiển hoạt động mạng của họ, họ có thể đáp ứng được sự thay đổi về vị trí và các khả năng, nhu cầu của họ. Điều này làm giảm đáng kể chi phí liên lạc trực tiếp hàng năm.

2.3.1.4 An toàn công cộng

Các cơ quan an toàn công cộng của chính phủ như là cảnh sát, cứu hỏa và tìm kiếm cứu nạn có thể sử dụng mạng WiMAX để hỗ trợ trả lời về điều kiện y tế và các tình huống khẩn cấp khác như hình minh họa dưới đây:

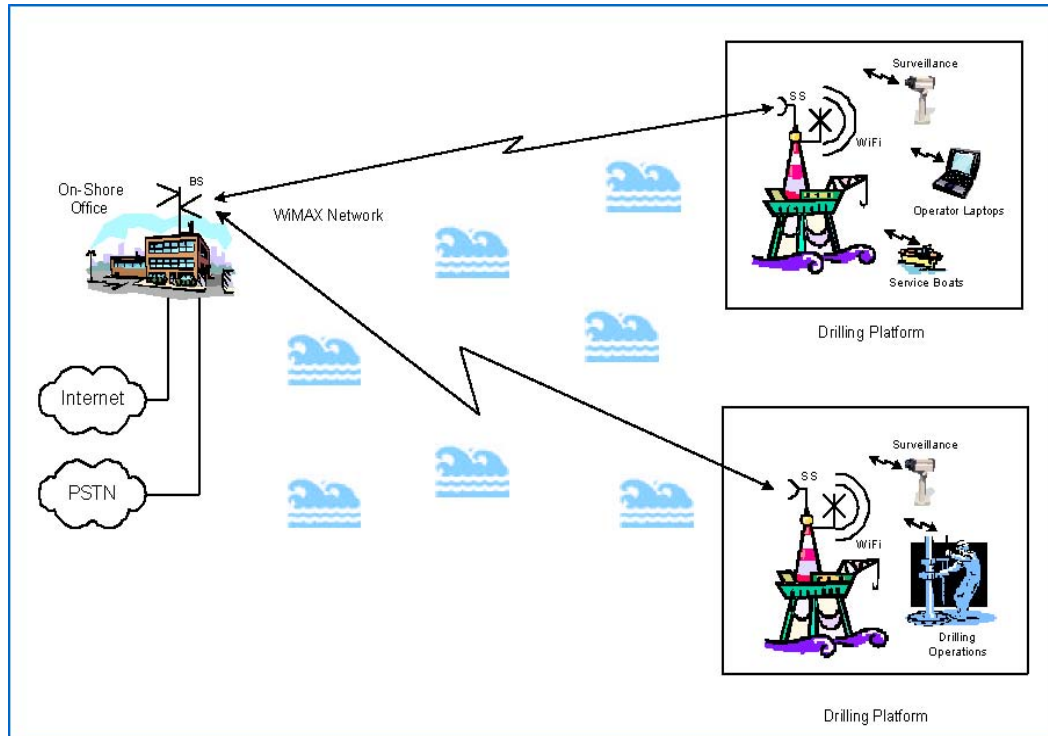


Hình 2.7: Ứng dụng cho An toàn công cộng.

Thêm vào việc cung cấp liên lạc thoại hai chiều giữa Trung tâm gửi và các nhóm trả lời vị trí khẩn cấp, mạng truyền các ảnh Video và dữ liệu từ vị trí xảy ra tai nạn hoặc thảm họa tới Trung tâm điều khiển. Dữ liệu này có thể được truyền tới một nhóm chuyên gia của Trung tâm y tế hoặc khẩn cấp, người mà có thể phân tích tình huống trong thời gian thực như là họ đang ở vị trí đó. Quản lý chất lượng dịch vụ WiMAX cho phép vận dụng các loại khác nhau của lưu lượng. Các giải pháp WiMAX có khả năng triển khai cao, vì vậy nhóm có mặt đầu tiên có thể lắp đặt mạng không dây tạm thời tại vị trí xảy ra tai nạn hoặc thảm họa, có thể yêu cầu khả năng di động cũng được, Ví dụ: Cảnh sát có thể truy nhập dữ liệu từ phương tiện di chuyển, hoặc lính cứu hỏa phải lấy thông tin về hướng tốt nhất tới địa điểm đám cháy hoặc kiến trúc tòa nhà đang bị cháy. Một máy camera video trong xe cứu thương có thể cung cấp thông tin sớm về điều kiện của một bệnh nhân trước khi xe cứu thương tới được bệnh viện. Trong các trường hợp này, WiMAX cung cấp sự hỗ trợ bằng thông cao và di động mà hệ thống băng thông hẹp không thể thực hiện được.

2.3.1.5 Liên lạc ở ngoài khơi

Các nhà cung cấp dầu khí có thể sử dụng thiết bị WiMAX để cung cấp các kết nối liên lạc từ đất liền tới các giàn khoan dầu khí, để hỗ trợ các hoạt động, sự an toàn và các liên lạc cơ bản từ xa, như sau:



Hình 2.8: Ứng dụng cho liên lạc ngoài khơi.

Các hoạt động từ xa bao gồm: Xử lý sự cố từ xa, các vấn đề về thiết bị phức tạp, vị trí giám sát và truy nhập dữ liệu. Ví dụ: Các đoạn Video của sự cố các bộ phận hoặc các cụm lắp ráp có thể được chuyển tới nhóm chuyên gia ở đất liền để phân tích. Sự an toàn bao gồm: Cảnh báo giám sát và giám sát hình ảnh. Các liên lạc cơ bản bao gồm: Điện thoại, thư điện tử, truy nhập Internet và hội nghị truyền hình.

Mạng WiMAX triển khai nhanh và dễ dàng. Mạng có thể lắp đặt hoặc triển khai lại trong khoảng vài giờ, hoặc vài phút thậm trí khi giàn khoan dầu đang được di chuyển tới vị trí khác. Giải pháp có dây không thích hợp với trường hợp này bởi vì điều kiện ngoài khơi và vì giàn khoan dầu là vị trí tạm thời và di chuyển đều đặn trong khu vực có dầu hoặc khí đốt.

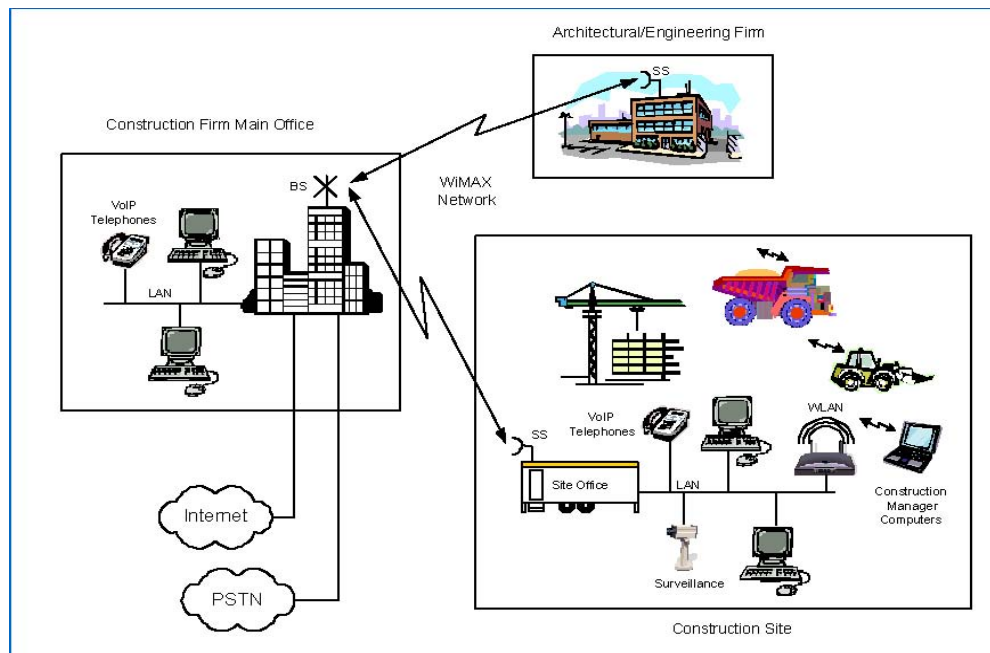
2.3.1.6 Ghép nối các trường đại học, cao đẳng

Các cơ quan chính phủ, doanh nghiệp lớn, các khu công nghiệp, trung tâm vận tải, các trường đại học, cao đẳng có thể sử dụng mạng WiMAX để kết nối nhiều vị trí, địa điểm và các văn phòng bên trong các khu vực của họ.

Hệ thống các trường đại học và cao đẳng yêu cầu dung lượng dữ liệu cao, trễ thấp, bao phủ vùng rộng lớn và độ an toàn cao. Giống như các trường hợp thông thường khác, mạng khu vực trường sở truyền hỗn hợp tín hiệu thoại, dữ liệu, hình ảnh mà quản lý chất lượng dịch vụ WiMAX (QoS) hỗ trợ ưu tiên và tối ưu. Nó chiếm ít thời gian và tài nguyên để kết nối nội bộ khu vực trường sở thông qua mạng WiMAX vì không cần phải đi dây cáp và mở rộng xây dựng. Giải pháp WiMAX có thể là một trong các cách hiệu quả nhất để nối liền các toà nhà trong khu trường sở với nhau.

2.3.1.7 Xây dựng sự liên lạc tạm thời

Các công ty xây dựng có thể sử dụng mạng WiMAX để thiết lập các kết nối liên lạc giữa các trụ sở đầu não của công ty, các vị trí xây dựng, các văn phòng của các bên tham dự dự án như là: Các hãng kiến trúc, điều hành máy móc và những tiện nghi bốc xếp, lưu trữ như sau:



Hình 2.9: Ứng dụng cho xây dựng liên lạc tạm thời.

Khả năng triển khai nhanh của mạng WiMAX đóng vai trò quan trọng trong trường hợp này do nó cho phép cung cấp nhanh chóng thông tin liên lạc tới các vị trí xây dựng bao gồm thoại, dữ liệu (Thư điện tử, phác thảo máy móc, truy nhập Internet). Sự giám sát hình ảnh có thể được tiến hành qua mạng, hỗ trợ giám sát các vị trí hoặc các khu vực của vị trí mà nếu không có sự hỗ trợ của mạng WiMAX thì khó mà truy nhập được. Các điểm nóng có thể cài đặt tại các vị trí xây dựng, cho phép công ty tại vị trí đó liên lạc thay đổi thông tin về dữ liệu, kế hoạch.

2.3.1.8 Các công viên giải trí

Các nhà kinh doanh công viên giải trí có thể sử dụng WiMAX để chuyển giao các dịch vụ liên lạc khoảng cách rộng cho khu vực công viên của họ, các trung tâm triển lãm, hoạt động và các phương tiện xe bus. Dữ liệu được gửi đi từ trung tâm điều khiển, giám sát hình ảnh toàn bộ công viên, giám sát tình trạng các điểm. Một vài yêu cầu chính cho hệ thống này là độ an toàn cao, kiến trúc ổn định và độ trễ thấp. Quản lý chất lượng dịch vụ WiMAX sẽ ưu tiên và tối ưu các kênh liên lạc, dựa trên yêu cầu của nhà kinh doanh. Sự triển khai lại mạng để đáp ứng sự thay đổi của công viên giải trí được thực hiện dễ dàng và đơn giản, không như các thay đổi được yêu cầu trong công viên được phục vụ bởi mạng có dây như xDSL, Cable Modem.

Khả năng di động của WiMAX sẽ được hỗ trợ liên lạc thoại và dữ liệu hai chiều tới các tuyến xe bus trong công viên và phương tiện dịch vụ. Hình ảnh thực có thể được quảng bá trên cá tuyến xe Bus, cung cấp thông tin, cơ hội du lịch, thời tiết tới hành khách.

2.3.2 Mạng công cộng

Trong mạng công cộng, các tài nguyên được truy nhập và chia sẻ bởi nhiều người sử dụng khác nhau, bao gồm cả hai: Doanh nghiệp và cá nhân riêng lẻ. Nhìn chung mạng công cộng đòi hỏi phương tiện cung cấp bao phủ

khắp nơi bởi vì vị trí của người sử dụng không thể biết trước hoặc cố định được. Ứng dụng chính của mạng công cộng là liên lạc thoại, dữ liệu, mặc dù liên lạc bằng hình ảnh đã trở lên phổ biến. Sự an toàn là yêu cầu then chốt bởi vì rất nhiều người dùng chung mạng. Cài đặt hỗ trợ VLAN và nén dữ liệu đang được quan tâm. Một vài trường hợp thông thường liên quan đến mạng công cộng được đưa ra dưới đây:

2.3.2.1 Mạng truy nhập nhà cung cấp dịch vụ không dây

Các nhà cung cấp dịch vụ không dây sử dụng mạng WiMAX để cung cấp kết nối tới cả hai loại khách hàng : Khu dân cư (Thoại, dữ liệu, hình ảnh) và doanh nghiệp (Thoại và Internet).

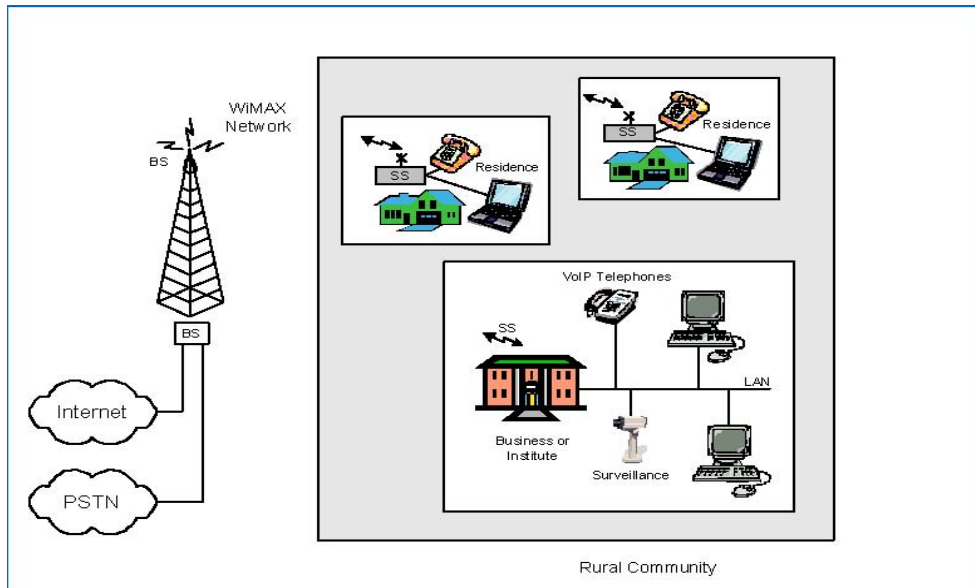
Nhà cung cấp dịch vụ không dây có thể là các nhà truyền thông địa phương mà bắt đầu kinh doanh với chi phí thấp hoặc không lắp đặt thiết bị cơ sở. Bởi vì WiMAX dễ dàng phát triển, các nhà truyền thông địa phương có thể nhanh chóng lắp đặt mạng và sẽ cạnh tranh với các nhà truyền thông hiện thời. WiMAX được cài sẵn kỹ thuật QoS phù hợp cho trộn lẫn các luồng dữ liệu được thực hiện bởi các nhà truyền thông địa phương. Nền tảng mạng thông thường cung cấp thoại, dữ liệu, hình ảnh thu hút cao tới khách hàng đầu cuối. Hỗ trợ các kiểu đa dịch vụ cho phép các phân lớp thu nhập khác nhau. Nó làm giảm chi phí của khách hàng và tăng thu nhập trung bình trên người sử dụng. Các nhà cung cấp dịch vụ không dây chỉ cần một hệ thống thanh toán và một cơ sở dữ liệu khách hàng.

Các nhà kinh doanh mạng di động có thể cũng quan tâm đến áp dụng WiMAX trong mạng của họ. Các nhà kinh doanh này đã có sẵn các tháp Antenna, nền tảng tính cước và khách hàng cơ sở trong khu vực, nhưng triển khai giải pháp WiMAX sẽ mở rộng thị trường hiện thời của họ trong khu vực. Tất cả các giải pháp có dây bao gồm cáp quang, xDSL, Cable Modem đều yêu cầu chi phí trả trước lớn để cung cấp cơ sở hạ tầng. Cụ thể giải pháp có dây không phù hợp với thị trường các nước đang phát triển hoặc nơi mà có hạ tầng

cơ sở thấp cho các khu vực ít dân cư của các nước phát triển như các vùng nông thôn, thị trấn nhỏ hoặc vùng ngoại ô của các trung tâm chính.

2.3.2.2 Kết nối nông thôn

Các nhà cung cấp dịch vụ sử dụng mạng WiMAX để chuyển tới thị trường lớp dưới trong các khu vực nông thôn và ngoại ô bên ngoài các thành phố, như sau:



Hình 2.10: Ứng dụng cho kết nối nông thôn.

Sự chuyển giao kết nối ở nông thôn là then chốt trong rất nhiều nước đang phát triển và khu vực bình dân của các nước phát triển, ở đó rất ít hoặc không có hạ tầng cơ sở. Kết nối nông thôn chuyển giao dịch vụ thoại và Internet thực sự cần thiết. Do giải pháp WiMAX cung cấp phạm vi bao phủ rộng lớn nên giải pháp này chi phí hiệu quả hơn so với công nghệ có dây trong các khu vực có mật độ dân số thưa. Giải pháp WiMAX có thể triển khai nhanh cung cấp các kết nối thông tin liên lạc tới các khu vực bình dân, cung cấp môi trường an toàn hơn và giúp đỡ để cải thiện nền kinh tế địa phương.

2.4 So sánh giữa công nghệ WiMAX và Wi-Fi

Công nghệ WiMAX (Chuẩn 802.16) khác biệt so với công nghệ Wi-Fi (Chuẩn 802.11) ở một số yếu tố sau:

- **Tốc độ truyền tải :** WiMAX hỗ trợ tốc độ truyền tải lên tới 70Mbit/s. Trong khi đó, Wi-Fi5 (802.11e) chỉ hỗ trợ tốc độ tối đa 54Mbit/s trong phạm vi truyền tải khá hẹp. Wi-Fi hỗ trợ tốc độ truyền tải thấp hơn, chỉ 11Mbit/s.
- **Băng tần :** Dải băng tần của WiMAX hoạt động phụ thuộc vào từng công nghệ cụ thể bao gồm: Băng tần mức 3.5GHz, 3.3GHz, 2.5GHz, 2.3GHz, 5.8GHz và dưới 1GHz. Wi-Fi hoạt động trên dải băng tần 2,4GHz trong khi Wi-Fi5 hoạt động ở hai dải băng tần 2,4GHz và 5,8GHz.
- **Phạm vi truyền tải:** Nếu không gặp phải nhiều vật cản, WiMAX có thể truyền tải dữ liệu trong bán kính khoảng 50 km. Trong môi trường có nhiều vật cản, phạm vi này bị rút ngắn xuống từ 5-8km. Trên lý thuyết, Wi-Fi có thể hoạt động trong phạm vi từ 90m- 300m. Wi-Fi là lựa chọn thích hợp trong các gia đình.
- **Quản lý chất lượng dịch vụ:** Mạng WiMAX đã chú trọng đến vấn đề quản lý chất lượng dịch vụ bằng cách sử dụng một số tham số trong quá trình thiết lập luồng dịch vụ để quy định những yêu cầu về chất lượng dịch vụ của mạng cần được hỗ trợ. Trong khi vấn đề quản lý chất lượng dịch vụ của mạng Wi-Fi là một trong những tồn tại lớn nhất của dịch vụ này.
- **Bảo mật :** Bảo mật trong Wi-Fi sử dụng giao thức WEB nên chất lượng không cao trong khi WiMAX sử dụng chuẩn mã hoá cao cấp AES và 3DES (Triple DES) nên mức độ bảo mật cao hơn.
- **Phương thức điều chế:** Wi-Fi có sử dụng phương thức điều chế OFDM nhưng chỉ chia thành 64 sóng mang phụ. Trong khi WiMAX cũng sử dụng phương thức điều chế OFDM nhưng được chia thành 256

sóng mang phụ. Ngoài ra WiMAX còn sử dụng phương thức điều chế OFDMA là phương thức điều chế mới có nhiều ưu điểm sử dụng cho WiMAX di động (Chuẩn IEEE 802.16e).

- **Thuộc tính di động:** Wi-Fi không hỗ trợ thiết bị di động trong khi WiMAX có hỗ trợ di động cùng với chuẩn IEEE 802.16e được ban hành cuối năm 2005.

2.5 Kết luận

Chương II giới thiệu về mạng không dây băng thông rộng WiMAX là công nghệ mà đang được rất nhiều người quan tâm trong lĩnh vực truyền thông. Cũng như chương I, chương này trình bày về kiến trúc, về các dịch vụ và ứng dụng của mạng WiMAX. Đặc biệt chương này đề cập kỹ về các dải tần mà mạng WiMAX có thể sử dụng và phương thức điều chế OFDMA là phương thức điều chế đặc biệt được áp dụng cho mạng WiMAX di động chuẩn 802.16e mới được ban hành cuối năm 2005. Trong phần này chúng ta cũng được nghiên cứu kỹ về các ứng dụng cụ thể của mạng WiMAX như mạng Ngân hàng, mạng Giáo dục ...vvv. Ngoài ra, chương này còn so sánh giữa mạng WiMAX và Wi-Fi về các khả năng như tốc độ truyền tải, phạm vi truyền tải cũng như băng tần sử dụng..... Chương tiếp theo trình bày về tiêu chuẩn 802.16 là tiêu chuẩn đại diện cho mạng WiMAX.

CHƯƠNG III. TIÊU CHUẨN IEEE 802.16

3.1 Mở đầu

Chương này trình bày tiêu chuẩn IEEE 802.16, các khả năng mà tiêu chuẩn có thể đáp ứng được và ích lợi của nó đối với công nghệ mạng không dây băng thông rộng. IEEE 802.16 là một tiêu chuẩn được thiết kế bởi Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) để giúp cho việc truy nhập không dây băng thông rộng mạng đô thị. Chuẩn IEEE 802.16-2001 được lấy tiêu đề là “Giao diện không gian cho các hệ thống truy nhập không dây băng thông rộng cố định” và đã được chấp thuận bởi IEEE ngày 6/12/2001. Chuẩn này áp dụng với các tần số trong khoảng từ 10-66GHz trong khi chuẩn IEEE 802.16a bao gồm các tần số trong khoảng 2-11GHz. Tuy nhiên phân lớp MAC trong các chuẩn hoàn toàn là độc lập bởi vậy cho phép mở rộng các khả năng thích ứng của tiêu chuẩn trong tương lai. Các hệ thống thiết kế sử dụng tiêu chuẩn IEEE 802.16 có khả năng thực thi sánh ngang với các hệ thống cáp, đường thuê bao số hay đường truyền T1 có các tốc độ dữ liệu lên đến 120 Mbps cho sự truyền tải LOS trong phạm vi tần số 10-66GHz và 70Mbps cho sự truyền tải NLOS trong phạm vi tần số 2-11GHz. Các hệ thống có thể cung cấp sự hỗ trợ đồng thời cho hơn 60 nhà kinh doanh ở cấp độ T1 và hàng trăm hộ gia đình với tốc độ bằng tốc độ công nghệ xDSL tại độ rộng dải tần số 20MHz. Cùng với các khả năng này, các hệ thống tiêu chuẩn IEEE 802.16 có thể cung cấp :

- Thao tác dải dài bán kính lên đến 50 km.
- Khả năng thực thi không trong tầm nhìn thẳng (NLOS).
- Khả năng làm việc ở môi trường đa đường dẫn cao.
- Các cấp độ dịch vụ được đảm bảo.
- Chất lượng dịch vụ có thể hỗ trợ các ứng dụng video và tiếng nói.
- Tính hiệu quả quang phổ cao.
- Khả năng hỗ trợ nhiều loại lưu lượng cùng lúc.

Các ích lợi chủ yếu của hệ thống tiêu chuẩn IEEE 802.16 bao gồm các khoản tiết kiệm chi phí, sự thiết lập nhanh chóng và độ bao phủ hoàn chỉnh. Trong khi các hệ thống tiêu chuẩn IEEE 802.16 không phải là rẻ, các khoản chi phí vẫn thấp hơn nhiều so với các chi phí liên quan tới các hệ thống có dây. Quá trình lắp đặt một hệ thống theo tiêu chuẩn IEEE 802.16 nhanh hơn so với việc thiết lập dịch vụ T1 ở một số khu vực. Công nghệ này đặc biệt hoàn toàn phù hợp với các nhà kinh doanh thường xuyên di chuyển trong phạm vi khu vực đô thị như các công ty xây dựng và các công ty triển lãm thương mại. Các công ty này có thể được cung cấp dịch vụ băng thông rộng không dây nhanh chóng khi họ chuyển từ địa điểm này đến địa điểm khác mà không cần tái tạo lại đường dây.

3.2. Sự phát triển của tiêu chuẩn 802.16

3.2.1 Tiêu chuẩn 802.16-2001

Tiêu chuẩn WiMAX đầu tiên được phê chuẩn bởi IEEE là Tiêu chuẩn 802.16-2001. Được phê chuẩn vào tháng 12/2001, nó cung cấp dải tần rộng không dây cố định theo phương thức điểm - điểm hay điểm - đa điểm. Tiêu chuẩn này sử dụng bộ điều biến sóng mang đơn từ 10- 66 GHz, hỗ trợ cả song công phân chia thời gian (TDD) và song công phân chia tần số (FDD). Các lược đồ điều biến có thể được dùng là : QPSK, 16 QAM và 64 QAM. Tầm quan trọng của các điều biến khác nhau và các lược đồ hiệu chỉnh lỗi được dùng là mạng có khả năng chống lại những điều kiện thời tiết khác nhau ảnh hưởng tới chất lượng dịch vụ. Trạm BS tạo ra các lược đồ đường lên và đường xuống để chia sẻ với các nút mạng. Những lược đồ này gồm các định giờ truyền tải, các thời hiệu và điều biến. Cũng nhờ có được một thuật toán lập lịch trình mà mạng không phải chịu sự quá tải hay vượt quá những điều kiện thuê bao. Trạm thuê bao (SS) có thể thoả thuận để phân chia độ rộng dải tần và nó trợ giúp linh động theo lịch trình. Như đã đề cập ở trên, các lược đồ điều biến sẵn có là : QPSK, 16 QAM và 64 QAM. Trạm SS khác có thể sử dụng

các lược đồ điều biến khác nhau đồng thời các khung khác nhau. Lược đồ được dùng cuối cùng phải đảm bảo tính bền vững và chất lượng kết nối. Một đặc tính rất quan trọng của IEEE 802.16-2001 là khả năng cung cấp chất lượng dịch vụ khác biệt trong lớp PHY. Một định danh luồng dịch vụ thực hiện kiểm tra chất lượng dịch vụ. Các luồng dịch vụ được đặc trưng bởi các tham số chất lượng dịch vụ của nó. IEEE 802.16-2001 chỉ làm việc trong điều kiện tầm nhìn thẳng (LOS) có thiết bị truyền thông cá nhân nối mạng ngoài trời.

3.2.2 Tiêu chuẩn 802.16c-2002.

Vào tháng 12/2002, IEEE đã chấp thuận sự sửa đổi phiên bản 802.16-2001 thành 802.16c-2002. Trong quá trình xem xét, tiêu chuẩn này được bổ sung chi tiết các hiện trạng hệ thống cho dải tần 10-66 GHz đồng thời một số lỗi và các tính không nhất quán của phiên bản đầu tiên.

3.2.3 Tiêu chuẩn 802.16a-2003

Tiêu chuẩn kế tiếp đã được phê chuẩn vào tháng 1/2003 là 802.16a-2003. Nó có nhiều thay đổi so với 802.16-2001 và quan trọng là nó hỗ trợ các dải tần đã đăng ký 2-11GHz. Thành tựu lớn nhất thu được từ sự bổ sung này là sự hỗ trợ các hoạt động không tầm nhìn thẳng (NLOS) mà không có khả năng thực hiện được trước khi có sự bổ sung dải tần số 2-11GHz. Theo cách này, quá trình vươn ra về mặt địa lý của mạng ngày càng trở nên rộng hơn. Cũng có những thay đổi trong các lược đồ điều biến cùng với sự điều biến sóng mang đơn : QPSK, 16 QAM, 64 QAM. Sự truyền thông đồng thời phân chia tần số trực giao (OFDM) là một tùy chọn trong tiêu chuẩn này.

Khó khăn lớn trong quá trình bảo mật là trong lúc ở tiêu chuẩn 802.16-2001 hầu như các đặc trưng của phân lớp có thuộc tính riêng là tùy chọn thì trong tiêu chuẩn này được yêu cầu bắt buộc. Các đặc trưng riêng biệt hiện nay cũng được dùng để thẩm định quyền người gửi các thông điệp MAC. Đồng

thời 802.16 hỗ trợ cho các mạng mắt lưới. Điều đó có nghĩa là lưu lượng có thể được định tuyến từ một trạm SS đến các trạm SS khác.

3.2.4 Tiêu chuẩn 802.16- 2004

Các tiêu chuẩn 802.16-2001, 802.16a-2003 và 802.16c-2002 được hợp nhất cùng nhau và một tiêu chuẩn mới đã ra đời. Tiêu chuẩn được biết đến là 802.16-2004 hay 802.16- Revd. Điều này là do trong quá trình khởi đầu nó đã được xuất bản giống như một sự đánh giá lại tiêu chuẩn dưới cái tên 802.16- Revd nhưng những thay đổi là quá xác thực đến nỗi tiêu chuẩn đã được tái bản dưới cái tên 802.16- 2004 vào tháng 9/2004.

3.2.5 Tiêu chuẩn 802.16e và phạm vi mở rộng của nó .

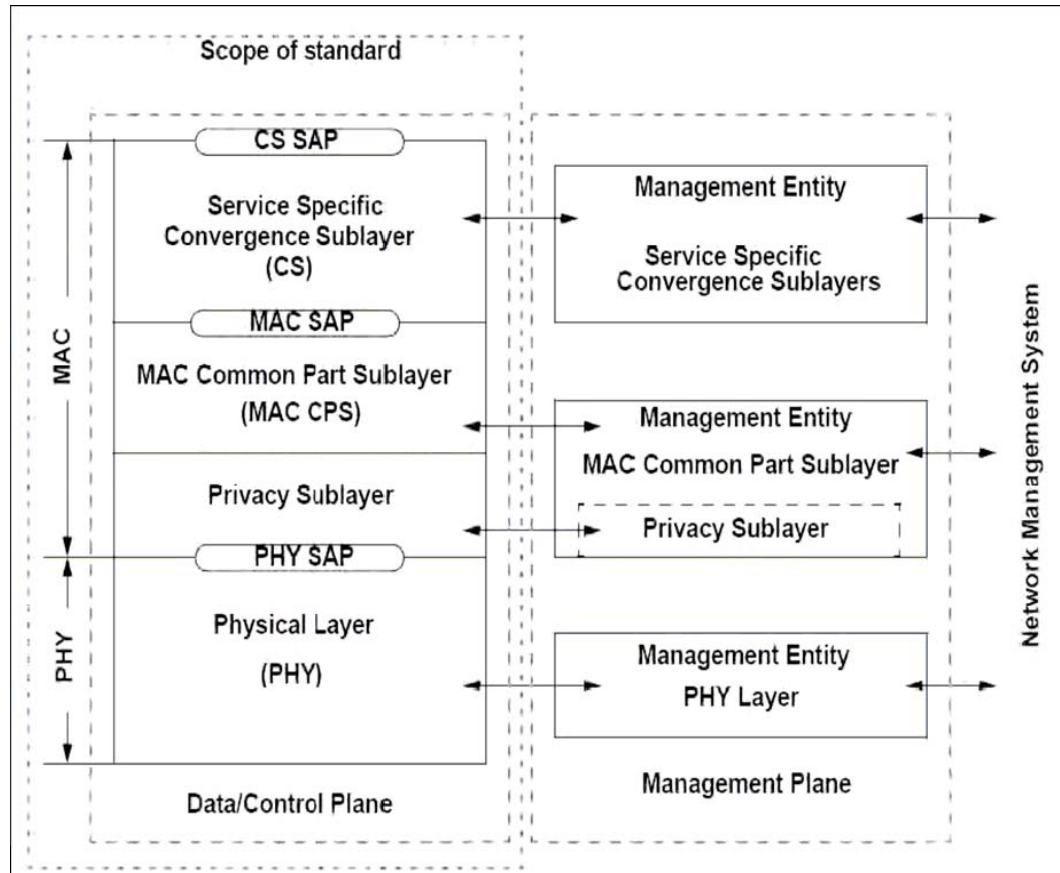
802.16 e là phiên bản của tiêu chuẩn tăng cường sự hỗ trợ cho các trạm thuê bao di động. 802.16e đã trải qua nhiều phiên bản nháp và người ta nghĩ rằng nó bao hàm chức năng hệ thống mã hoá cao cấp (AES) tại đó những nhà cung cấp dịch vụ đang thúc giục diễn đàn WiMAX đưa ra sự bắt buộc đối với tất cả các chứng nhận WiMAX. Chúng ta chưa thể bình luận về sự bảo mật của nó hay bất cứ đặc trưng nào khác bởi vì nó mới được ban hành tháng 12 năm 2005. Các uỷ ban khác làm việc ở viện IEEE cũng đang chuẩn bị những phiên bản mới của tiêu chuẩn như 802.16f và 802.16g. Những tiêu chuẩn đó sẽ xử lý mức độ quản lý giao thức.

3.3 Các phân lớp giao thức trong phạm vi tiêu chuẩn IEEE 802.16

Tiêu chuẩn IEEE 802.16 bao gồm một số lượng lớn giao thức có các giao diện được hoàn toàn xác định. Phân lớp MAC bao gồm ba phân lớp phụ : Phân lớp phụ hội tụ chỉ định dịch vụ (Service Specific Convergence Sublayer - CS), phân lớp phụ có phần chung với phân lớp MAC (MAC Common Part Sublayer-MAC CPS) và phân lớp phụ có thuộc tính riêng (Privacy Sublayer).

Phân lớp phụ hội tụ chỉ định dịch vụ là phân lớp phụ cho phép CS được liên lạc với các phân lớp cao hơn và biến đổi các dịch vụ dữ liệu cấp độ cao hơn thành những luồng dịch vụ phân lớp MAC và những kết nối.

Có hai loại phân lớp phụ CS : Phân lớp phụ hội tụ ATM được dùng cho các mạng dịch vụ ATM và phân lớp phụ hội tụ gói được dùng để ánh xạ các dịch vụ gói như là Ethernet, giao thức điểm - điểm, IPv4, IPv6 cùng các mạng khu vực cục bộ ảo (VLAN)



Hình 3.1: Phân lớp giao thức trong tiêu chuẩn 802.16

Phân lớp phụ có phần chung với phân lớp MAC (MAC CPS) là bộ phận trung tâm của tiêu chuẩn. Trong phân lớp phụ này các quy định đối với quản lý kết nối, sự phân chia độ rộng dải tần và cơ chế để truy nhập hệ thống hoàn toàn được xác định. Cùng với các chức năng như là sự lập lịch trình đường lên theo yêu cầu và cấp phát độ rộng dải tần, điều chỉnh kết nối, tự động lặp lại yêu cầu ARQ cũng được xác định. Trong phân lớp MAC, sự truyền thông giữa CS và MAC CPS được thực hiện bởi điểm truy nhập dịch vụ MAC (MAC SAP- MAC service Access Poin). Sự truyền thông rất đơn giản bởi vì chỉ có 4

hoạt động cơ bản có thể được sử dụng: Sự tạo ra kết nối, sự điều chỉnh kết nối, sự truyền tải dữ liệu qua kết nối và sự xoá bỏ kết nối.

Phân lớp phụ có thuộc tính riêng là phân lớp phụ nằm giữa MAC CPS và lớp PHY và được sử dụng để thẩm định quyền và bảo mật trao đổi khoá. Ngày nay nó trợ giúp sự mã hoá 56 bit-DES cho lưu lượng và sự mã hoá 3-DES cho các trao đổi khoá. Tuy nhiên nhờ có bản chất điều biến của tiêu chuẩn, các bộ mật mã khác nhau cùng các tiêu chuẩn mã hoá có thể được sử dụng như là AES.

Lớp PHY là lớp thích ứng nhất với những nhu cầu của giao thức. Điều này có nghĩa là tính linh động của giao thức cho phép các nhà thiết kế tạo ra những thay đổi về nó đối với sự điều biến quá trình truyền tin khi mà có nhiều chế độ được hỗ trợ. Cách thức này tùy theo những nhu cầu của hệ thống hiện thời (Về chi phí dung lượng ...). Đặc tả lớp PHY thay đổi với rất ít biến đổi phần còn lại của tiêu chuẩn. Điều này cũng dẫn tới kết quả là khả năng điều biến của tiêu chuẩn cao. Lớp PHY cũng hỗ trợ các hiệu chỉnh lỗi tiếp tới (FEC) như là Reed Solomon GF(256) có kích cỡ khối thay đổi và các khả năng hiệu chỉnh lỗi cùng các mã turbo khối.

3.4 Lớp vật lý (PHY)

Tiêu chuẩn IEEE 802.16-2001 và tiêu chuẩn IEEE 802.16a mỗi tiêu chuẩn chỉ định một giao diện không gian riêng do những khác biệt trong vùng tần số, nhưng cả hai đều sử dụng giao thức MAC giống nhau. Khả năng này cho phép được áp dụng một giao diện phân lớp MAC với nhiều giao diện lớp PHY. Có nhiều ứng dụng tiềm năng trong đó có các ứng dụng thương mại kinh doanh lẫn quân sự. Cả hai tiêu chuẩn giao diện không gian riêng giúp cho các nhà điều hành có thể tận dụng các thế mạnh của các vùng tần số tùy thuộc vào hoàn cảnh triển khai.

3.4.1 Các hệ thống dải tần số 10-66 GHz

Các tín hiệu sóng cực ngắn có tần số cao hơn trong dải tần số 10-66GHz được nêu ra trong tiêu chuẩn IEEE 802.16-2001. Tiêu chuẩn này chỉ trợ giúp thao tác trong tầm nhìn thẳng (LOS) và có khoảng cách ngắn hơn (Khoảng một vài km) so với các hệ thống có tần số thấp hơn. Dải tần số này có thể trợ giúp các tốc độ dữ liệu lên đến 120 Mbps. Các ích lợi chủ yếu của dải tần số này so với các dải tần số khác là khả năng sử dụng độ rộng dải tần nhiều hơn. Không giống như các vùng tần số thấp, các dải tần số trên 20GHz có thể cung cấp độ rộng dải tần lên đến vài trăm MHz. Ngoài ra, các kênh nằm trong phạm vi các dải tần này có độ rộng điển hình là 25 hay 28 MHz. Tiêu chuẩn IEEE 802.16-2001 sử dụng kỹ thuật điều biến sóng mang đơn. Nó bao gồm: Giải pháp điều chế khoá dịch pha (QPSK), kỹ thuật điều biên cầu phương (16-QAM, 64-QAM) truyền thông trên đường xuống. Nó đặc biệt liên quan đến một trạm cơ sở trao đổi được với nhiều trạm thuê bao được điều khiển sử dụng phép truyền thông đồng thời phân chia theo thời gian (TDM). Đường lên sử dụng TDMA kết hợp với các kỹ thuật DAMA. Kênh đường lên được chia theo nhiều khe thời gian khác nhau và sự chỉ định các khe đó được kiểm soát một cách năng động bởi phân lớp MAC của trạm cơ sở căn cứ vào những nhu cầu của hệ thống theo từng thời điểm.

Hai chế độ song công được áp dụng là song công phân chia theo thời gian TDD (Time Division Duplexing) và song công phân chia theo tần số (Frequency Division Duplexing). FDD cần có 2 kênh, một đường lên, một đường xuống. Với TDD chỉ cần 1 kênh tần số, lưu lượng đường lên và đường xuống được phân chia theo các khe thời gian.

3.4.2 Các hệ thống dải tần số 2-11 GHz

Tiêu chuẩn IEEE 802.16a nêu lên những tín hiệu sóng cực ngắn có mức tần số thấp hơn trong dải tần số 2-11 GHz. Những tín hiệu trong vùng tần số này có nhiều lợi thế hơn những tín hiệu tần số cao nhờ khả năng truyền xuyên thấu qua các bức tường, sử dụng các Antenna định hướng thường xuyên, có

khả năng thực thi không trong tầm nhìn thẳng (NLOS), có những dải tần hoạt động dài hơn những tín hiệu tần số cao, trợ giúp cho kỹ thuật điều biến phức tạp hơn, có độ mạnh mẽ lớn hơn, có tính hiệu quả quang phổ. Thực sự nhiều tính năng có lợi nhất của lớp PHY theo tiêu chuẩn IEEE 802.16 được phát hiện trong vùng tần số này.

Tiêu chuẩn IEEE 802.16a sử dụng phương pháp điều chế đa phân chia theo tần số trực giao (OFDM) với một tập hợp 256 điểm biến đổi. OFDM là phương pháp kỹ thuật quang phổ trải rộng của quá trình truyền thông đồng thời phân chia tần số trực giao phân tán dữ liệu trên nhiều sóng mang mà nó được đặt cách xa ở các mức tần số cụ thể. Khoảng cách này dẫn tới tính trực giao trong phương pháp kỹ thuật này ngăn cản các nhân tố giải biến phát hiện các tần số khác với tần số của chính chúng.

Tiêu chuẩn IEEE 802.16a cũng sử dụng phương tiện truy cập phân chia thời gian (TDM) và đa truy cập phân chia thời gian (TDMA) để lập lịch trình cho các quá trình truyền tải đường lên và đường xuống. Ngoài ra, nó sử dụng TDD và FDD giống như hệ thống tiêu chuẩn IEEE 802.16 dải tần 10-66 GHz thực hiện.

3.4.3 Quá trình kiểm soát lỗi.

Tiêu chuẩn IEEE 802.16 sử dụng hai phương pháp để kiểm soát các lỗi trong lớp vật lý: Phương pháp hiệu chỉnh lỗi tiếp tới (FEC-Forward Error Correction) và phương pháp yêu cầu tái truyền tải tự động (ARQ- Automatic Retransmission Request).

3.4.3.1 Phương pháp hiệu chỉnh lỗi tiếp tới.

FEC được sử dụng phổ biến với cả hai giao diện không gian. Tiêu chuẩn IEEE 802.16 thường sử dụng hiệu ứng Reed-Solomon GF(256) FEC nhưng có tùy chọn sử dụng mã turbo khối để vừa tăng cường vùng của trạm cơ sở lại vừa tăng được thông lượng. Phương pháp hiệu chỉnh lỗi Reed-Solomon là một lược đồ mã hoá, trước tiên nó hoạt động bằng cách xây dựng một đa thức từ

những tín hiệu dữ liệu sẽ được truyền tải và sau đó gửi hình vẽ mẫu tiêu biểu của đa thức thay vì những tín hiệu gốc ban đầu của chính chúng. Bởi vì với thông tin dự phòng được chứa trong dữ liệu mẫu tiêu biểu, nó có thể tái xây dựng lại mẫu đa thức ban đầu và do đó những tín hiệu dữ liệu được khôi phục thậm chí phải đối mặt với những lỗi truyền tải. Điều này tùy thuộc vào mức độ lỗi nhất định.

3.4.3.2 Phương pháp yêu cầu tái truyền tải tự động

ARQ là một nét đặc trưng của lớp vật lý. Nó được dùng để xử lý các lỗi đang xảy ra do sự truyền bất thường. ARQ liên quan đến quá trình tái truyền tải của dữ liệu mà có thể bị mất trong quá trình truyền tải ban đầu. Hiệu quả của tái truyền tải các bit riêng lẻ làm cho nó có thể chữa các lỗi trước khi dữ liệu được gửi đến phân lớp cao hơn để xử lý. ARQ chỉ là một đặc trưng của chuẩn IEEE 802.16a và không được chỉ định trong tiêu chuẩn IEEE 802.16-2001.

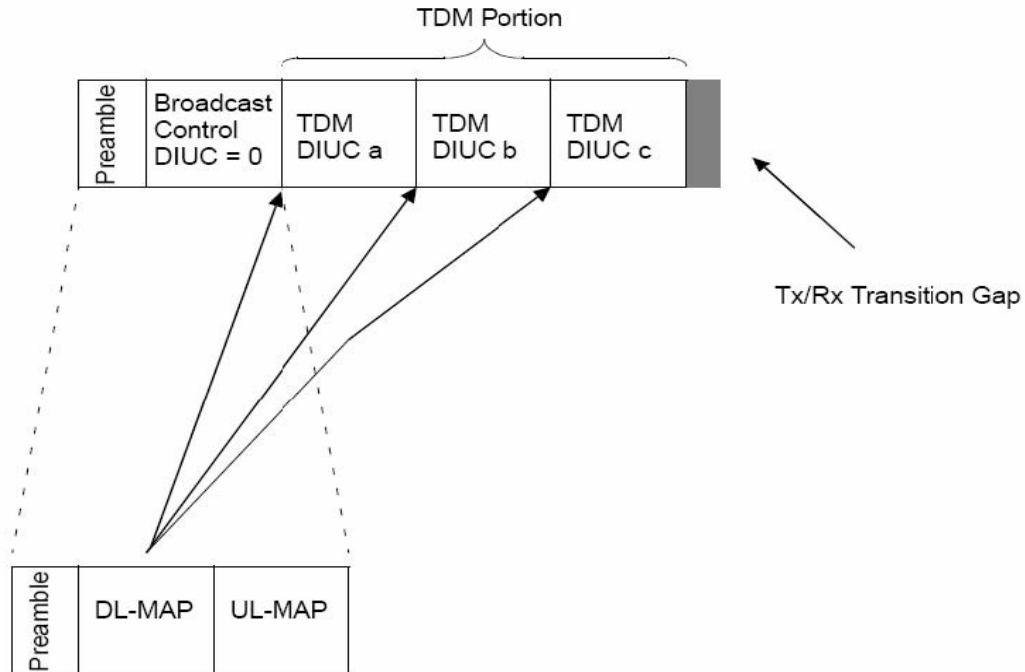
3.4.4 Quá trình định khung (Framing).

Lớp vật lý tiêu chuẩn IEEE 802.16 sử dụng các khung có thời hạn hiệu lực 0.5, 1 hay 2 miligiây. Mỗi khung được chia thành các khe vật lý có độ dài bằng 4-QAM symbols. Các khe vật lý được dùng để phân chia độ rộng dải tần và các quá trình chuyển tiếp lớp vật lý. Trong các hệ thống TDD, mỗi khung được phân chia giữa các phần khung phụ đường lên và đường xuống. Đối với mỗi khung thì khung phụ đường xuống được truyền tải trước tiên tiếp đó là một khoảng cách giữa phát / thu cho phép phần cứng có thời gian để chuyển đổi giữa phát/ thu và theo sau quá trình này là khung phụ đường lên cũng có khoảng thời gian ngắt quãng giữa các khung. Trong các hệ thống FDD sự phát / thu diễn ra đồng thời trên các kênh khác nhau .

3.4.4.1 Khung phụ đường xuống

Như đã trình bày trong hình 3.2, mỗi khung phụ đường xuống bắt đầu bằng một đoạn mở đầu (Preamble), tiếp theo là mục kiểm soát khung chứa

thông điệp lược đồ đường xuống (DL_MAP) và thông điệp lược đồ đường lên (UL_MAP). Khung bắt đầu bằng một đoạn mở đầu có độ dài 32 ký tự được sản sinh bằng cách lặp lại trình tự dài 16 ký tự. Mục kiểm soát khung được dùng để truyền thông tin kiểm soát cho các kênh đến các trạm thuê bao và dữ liệu này không được mã hoá.



Hình 3.2: Cấu trúc khung phụ đường xuống TDD

Phần DL_MAP của mục kiểm soát khung cung cấp khả năng nghe của các trạm thuê bao với những nét đặc trưng của kênh đường xuống. Thông tin này bao gồm : Sự đồng bộ lớp PHY (Có nghĩa là lịch trình của các chuyển tiếp lớp vật lý bao gồm: Kỹ thuật điều biến và những thay đổi hiệu chỉnh lỗi tiếp tới), một thông điệp miêu tả kênh đường xuống (DCD), một từ định danh BS 48 bit và số các phân tử dữ liệu được truyền dẫn. Từ định danh BS và DCD nhận dạng kênh và trạm cơ sở một cách tuần tự và bởi thế chúng hữu ích đối với các tình huống mà ở đó một trạm thuê bao nằm ở đường biên của nhiều vùng hay ô của tiêu chuẩn IEEE 802.16. Thông điệp DL-MAP được tổ chức như là được trình bày trong bảng 3.1.

Syntax	Size	Notes
DL-MAP_Message_Format() {		
Management Message Type = 2	8 bits	
PHY Synchronization Field	Variable	See appropriate PHY specification.
DCD Count	8 bits	
Base Station ID	48 bits	
Number of DL-MAP Elements n	16 bits	
Begin PHY Specific Section {		See applicable PHY section.
for ($i = 1; i \leq n; i++$) {		For each DL-MAP element 1 to n .
DL_MAP_Information_Element()	Variable	See corresponding PHY specification.
if !(byte boundary) {		
Padding Nibble	4 bits	Padding to reach byte boundary.
}		
}		
}		
}		

Bảng 3.1: Định dạng thông điệp DL- MAP

Phần UL-MAP được dùng để truyền thông các quá trình phân chia truy nhập đường lên đến các trạm thuê bao. Thông tin được cung cấp trong UL_MAP bao gồm: Nhận dạng kênh đường lên, sự mô tả kênh đường lên (UCD), con số nếu như phân tử thông tin để vẽ lược đồ, thời gian bắt đầu sự phân chia, các phân tử thông tin UCD được dùng để cung cấp cho các trạm thuê bao SS thông tin hiện trạng truyền loạt (Burst Profile) cho đường lên. Thông điệp các phân tử thông tin lược đồ nhận dạng trạm thuê bao, thông tin này ứng dụng bằng cách sử dụng một yếu tố nhận dạng kết nối CID. Thông điệp này cũng cung cấp một mã ứng dụng khoảng trống đường lên (UIUC-Uplink Interval Usage Code) và các khoảng chờ trống sẽ được sử dụng bởi trạm thuê bao để truyền tải lên đường lên. Mã ứng dụng khoảng trống đường lên (UIUC) được dùng để định rõ hiện trạng truyền loạt sẽ được sử dụng bởi trạm thuê bao ở đường lên. Thông điệp UL_MAP được tổ chức như được trình bày trong bảng 3.2.

Syntax	Size	Notes
UL-MAP_Message_Format() {		
Management Message Type = 3	8 bits	
Uplink Channel ID	8 bits	
UCD Count	8 bits	
Number of UL-MAP Elements n	16 bits	
Allocation Start Time	32 bits	
Begin PHY Specific Section {		See applicable PHY section.
for ($i = 1; i \leq n; i++$) {		For each UL-MAP element 1 to n .
UL_MAP_Information_Element()	Variable	See corresponding PHY specification.
}		
}		
}		

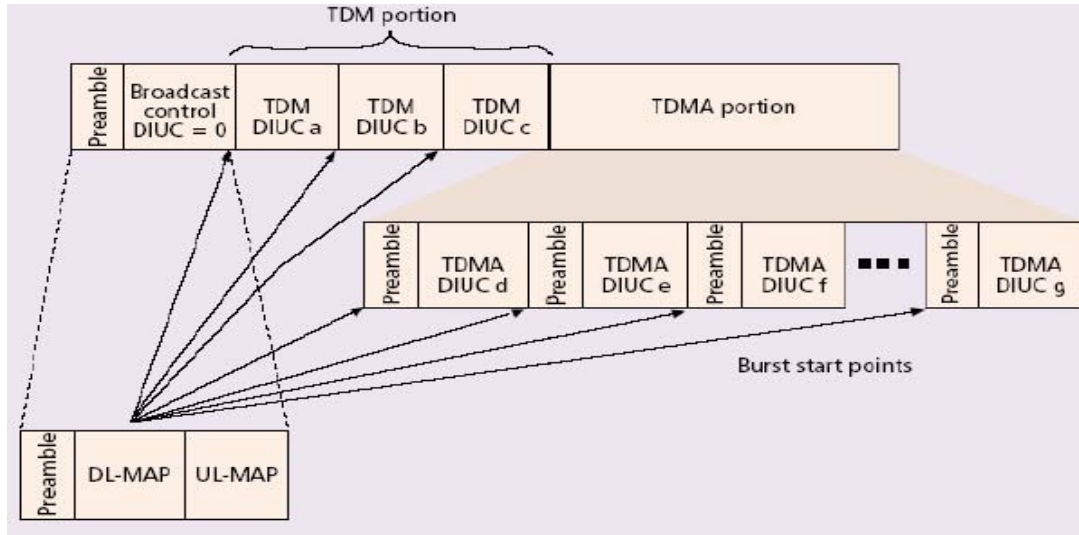
Bảng 3.2: Định dạng thông điệp UL-MAP

Bộ phận kiểm soát khung đặc biệt được theo sau bởi một phần TDM tại đó dữ liệu đường xuống được truyền tải đến mỗi trạm thuê bao. Các đoạn TDM này được sử dụng để truyền tải dữ liệu hay kiểm soát các thông điệp để chỉ định các trạm thuê bao. Mỗi quá trình truyền tải này được thực hiện tùy theo hiện trạng truyền loạt được thoả thuận giữa trạm BS và trạm SS và dữ liệu được truyền tải có độ mạnh giảm dần.

Trạm SS tiếp nhận tín hiệu được chỉ định trong MAC header của mỗi quá trình truyền tải dữ liệu, không có trong phần DL-MAP của thông điệp kiểm soát khung. Điều này là cần thiết khi mà các trạm thuê bao (SS) song công hoàn toàn có thể nghe nhận được tất cả các khung phụ đường xuống để lọc ra dữ liệu của chúng.

Trong các hệ thống FDD bán song công, phần TDM của khung phụ đường xuống có thể theo sau một phần TDMA được thiết kế để cho phép các hệ thống bán song công lấy lại sự đồng bộ hoá với trạm BS. Trong trường hợp này, một đoạn khởi đầu (Preamble) riêng sẽ quyết định trước mỗi khe TDMA như được trình bày trong hình 3.3. Các tham số hiện trạng truyền loạt và sự có

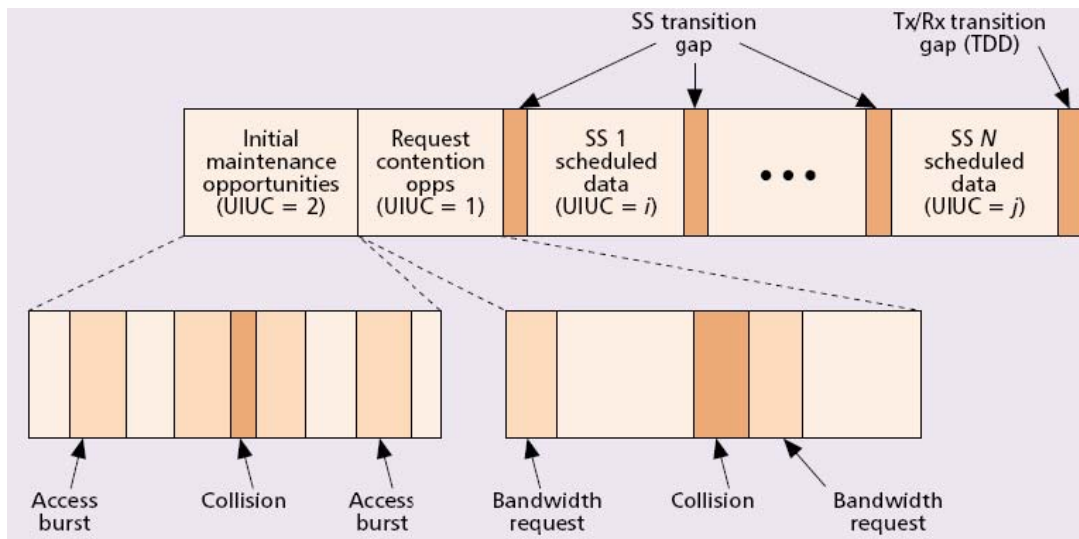
mật của phần TDMA sẽ thay đổi trên cơ sở từng khung giống như làm theo lệnh các yêu cầu dịch vụ và độ rộng dải tần .



Hình 3.3: Cấu trúc khung phụ đường xuống

3.4.4.2 Khung phụ đường lên.

Khung phụ đường lên được dùng cho các trạm thuê bao (SS) để truyền tải thông tin đến trạm cơ sở (BS). Một cấu trúc khung phụ đường lên điển hình được trình bày trong hình 3.4.



Hình 3.4 : Cấu trúc khung phụ đường lên

Có ba lớp truyền loạt (Burst) có khả năng xuất hiện ở bất cứ khung phụ đường lên :

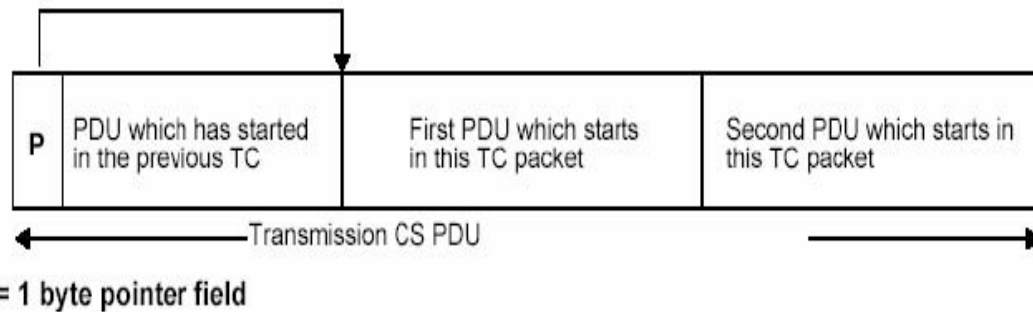
- Các cơ hội truy nhập hoặc duy trì đầu tiên có được nhờ sự tranh chấp
- Các cơ hội được xác định bởi các khoảng cách yêu cầu như là đáp ứng đối với lựa chọn đa hướng hay quảng bá.
- Các khoảng cách được lập lịch trình và căn cứ vào sự không tranh chấp đã phân chia các trạm SS được chỉ định trong độ rộng dải tần UL-MAP cấp từ trạm BS .

Mỗi lớp trong 3 lớp truyền loạt này đều có thể xuất hiện ở bất cứ khung nào, theo bất cứ trình tự nào và bất cứ số lượng nào cho mỗi khung giống với mệnh lệnh của người lập lịch trình trạm BS trong thông điệp UL_MAP .

Các khe thời gian truy nhập / duy trì ban đầu bao gồm thời gian bảo vệ bổ sung để giải thích nguyên nhân mà trạm SS cố gắng giành được sự truy nhập ban đầu và chúng chưa giải quyết được các vấn đề định thời gian liên quan đến vùng của trạm SS từ trạm BS. Hơn nữa, các khoảng trống giữa thời gian chuyển tiếp trạm SS, khoảng trống giữa thời gian chuyển đổi truyền/thu được sử dụng để làm giảm những xung đột vượt quá khả năng.

3.4.5 Phân lớp phụ hội tụ truyền tải (TC)

Phân lớp phụ hội tụ truyền tải tồn tại giữa lớp PHY và phân lớp MAC. Phân lớp phụ TC chứa các đơn vị dữ liệu giao thức MAC có độ dài thay đổi và tổ chức chúng trong phạm vi các khối FEC có độ dài cố định ưu tiên để truyền tải. Con trỏ 1 byte sau đó được bổ sung cho sự khởi đầu của TC PDU để chỉ ra byte đầu tiên của MAC PDU kế tiếp trong phạm vi TC PDU. Trong trường hợp các quá trình truyền tải bị mất dữ liệu, con trỏ này cho phép sự tái đồng bộ hoá giữa trạm SS và BS. Sự định dạng TC PDU được trình bày trong hình 3.5.



Hình 3.5: Sự định dạng TC PDU

3.5 Phân lớp kiểm soát truy nhập môi trường truyền thông (MAC)

Trong tiêu chuẩn IEEE 802.16, Phân lớp MAC là cơ chế chịu trách nhiệm sử dụng có hiệu quả việc chia sẻ môi trường truyền thông. Tiêu chuẩn IEEE 802.16 MAC độc lập với giao thức PHY phân lớp trên, có khả năng hỗ trợ các dịch vụ kế thừa TDM kể cả dữ liệu và tiếng nói, kết nối giao thức Internet, các ứng dụng gói tin như VoIP (Thoại qua giao thức Internet), cũng có thể hỗ trợ lưu lượng truyền loạt (Bursty) hay liên tục (Continuous) và đảm bảo rằng chất lượng dịch vụ (QoS) đáp ứng được loại dữ liệu sẽ truyền tải. Hơn nữa, tiêu chuẩn IEEE 802.16 MAC có thể hỗ trợ chế độ truyền tải bất đồng bộ (ATM) và các dịch vụ tốc độ khung được đảm bảo (GFR).

Thông qua nhiều phương thức mà chúng ta sẽ đề cập dưới đây, phân lớp MAC có thể cung cấp các dịch vụ khác biệt đến những người sử dụng cùng môi trường truyền thông. Điều quan trọng nhất là phân lớp MAC có thể đảm bảo mức độ dịch vụ được chỉ định và được yêu cầu QoS cho mỗi kết nối.

3.5.1 Sự định hướng kết nối .

Một kết nối là một lược đồ cùng hướng giữa các kiểm soát truy nhập môi trường truyền thông ngang hàng trạm thuê bao và trạm cơ sở nhằm mục đích chuyển vận một lưu lượng dòng dịch vụ. Tiêu chuẩn IEEE 802.16 là một giao thức định hướng kết nối tại đó tất cả các dịch vụ được sắp xếp để kết nối. Điều này thậm chí đúng cho các dịch vụ vốn không được kết nối. Trong khi mỗi trạm SS có một địa chỉ 48 bit MAC duy nhất, con số này thường không

được dùng để tham chiếu những mối kết nối liên quan đến mỗi trạm SS. Thay vào đó, các liên kết được tham chiếu sử dụng một nhận dạng kết nối (CID) 16 bit. Các CID được sử dụng cho các mối tương tác với trạm cơ sở để đạt được những yêu cầu độ rộng dải tần, quá trình kiểm soát chất lượng dịch vụ kết nối và định tuyến dữ liệu đến phân lớp phù thích hợp. Khi trạm SS được giới thiệu lần đầu tiên trên mạng, trạm BS sẽ gán ba kết nối quản lý theo mỗi hướng. Mỗi kết nối được dùng để truyền tải các thông điệp có độ dài khác nhau cùng tin khẩn. Ba kết nối quản lý và loại thông điệp chúng truyền tải được trình bày dưới đây:

- **Kết nối cơ sở:** Được dùng để truyền các thông điệp kiểm soát liên kết radio và phân lớp MAC ngắn.
- **Kết nối quản lý sơ cấp:** Được sử dụng để truyền các thông điệp dài hơn, chịu trễ nhiều hơn như những gì được sử dụng để chứng thực và cài đặt kết nối.
- **Kết nối quản lý thứ cấp:** Được sử dụng để truyền các thông điệp quản lý dựa trên cơ sở các chuẩn như DHCP (Giao thức cấu hình host động), TFTP (Giao thức truyền tập tin), SNMP (Giao thức quản lý mạng đơn).

Có nhiều loại kết nối khác nhau hỗ trợ cho nhiều chức năng của phân lớp MAC trong tiêu chuẩn. Một nhóm kết nối thứ hai được biết đến như là các kết nối vận chuyển được thiết lập tùy theo các dịch vụ được trợ giúp và chất lượng dịch vụ được yêu cầu cùng các tham số lưu chuyển. Những kết nối này sẽ không bị nhầm lẫn với các kết nối lớp 4 hoặc lớp vận chuyển trong mô hình OSI. Các kết nối vận chuyển đặc biệt được gán theo cặp. Ngoài ra, phân lớp MAC còn dự trữ các kết nối bổ sung cho những mục đích khác như sự truy nhập lúc khởi đầu trên cơ sở cạnh tranh, sự truyền quảng bá, truyền đa hướng.

3.5.2 Dữ liệu MAC PDU

3.5.2.1 Mô tả PDU

MAC PDU được định nghĩa là đơn vị dữ liệu được trao đổi giữa các phân lớp MAC của trạm cơ sở và các trạm thuê bao của nó. Một MAC PDU bao gồm đoạn mở đầu có độ dài cố định, tải tin (Payload) có độ dài thay đổi và kiểm tra độ dư vòng tùy chọn (CRC).

Đáng chú ý hơn là các PDU được trao đổi trong số các thực thể ngang hàng trong cùng phân lớp giao thức từ phân lớp cao hơn xuống thấp hơn theo chiều hướng đi xuống và từ thấp hơn lên cao hơn theo chiều hướng đi lên. Sự trao đổi này của các PDU được thể hiện trong hình 3.6. Theo chiều hướng đi xuống thì mỗi phân lớp gói gọn phân lớp PDU cao hơn bên trong khuôn mẫu MAC SDU trước khi chuyển nó đến phân lớp kế tiếp .

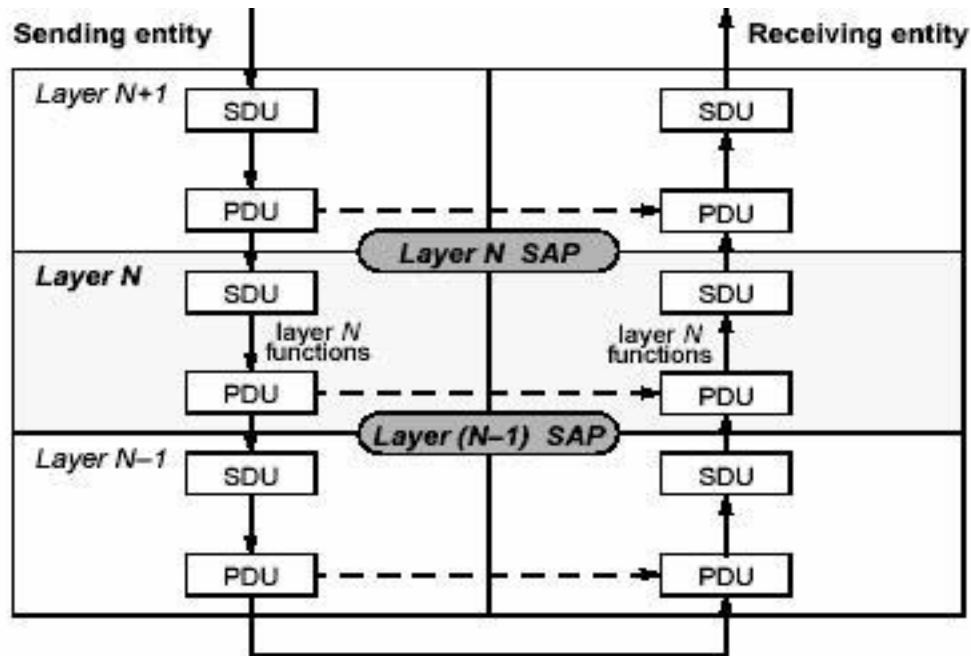
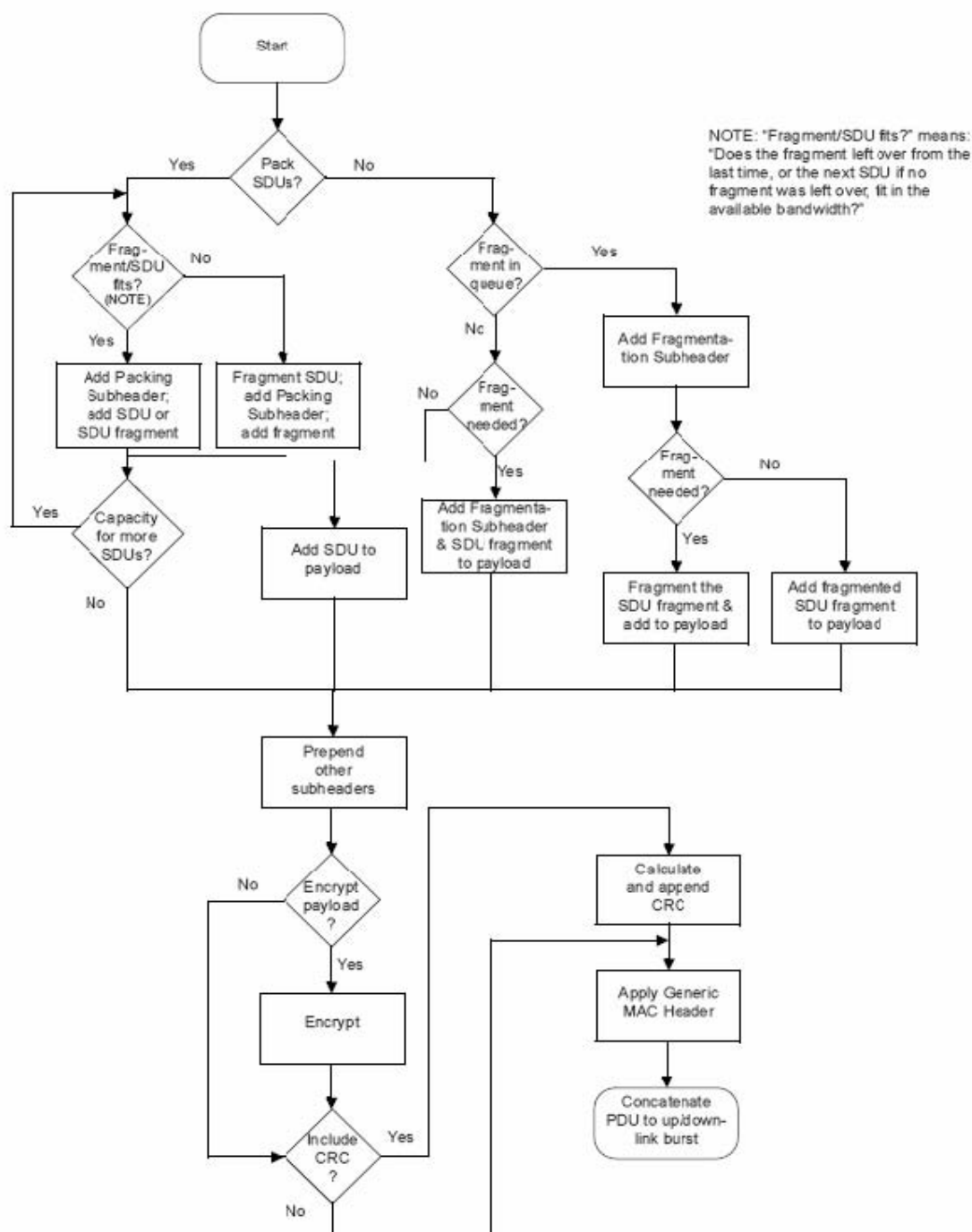


Figure 2—PDU and SDU in a protocol stack

Hình 3.6: PDU và SDU trong ngăn xếp giao thức

3.5.2.2 Cấu trúc của MAC PDU

Trước khi truyền tải, phân lớp MAC có thể sử dụng một số phương thức của cấu trúc MAC PDU để tối đa hoá hiệu quả truyền tải. Quá trình xây dựng cấu trúc của MAC PDU được thể hiện trong hình 3.7.



Hình 3.7: Quá trình xây dựng cấu trúc của MAC PDU

Quá trình xây dựng cấu trúc MAC PDUs sử dụng các phương pháp sau:

- **Quá trình ghép nối thông tin** : Liên quan đến việc ghép nối nhiều MAC PDU thành một truyền tải. Có thể thực hiện cho các truyền tải đường lên và đường xuống.
- **Quá trình phân mảnh thông tin**: Liên quan đến quá trình phân chia một MAC SDU thành nhiều MAC PDU. Có thể được dùng để hỗ trợ các dịch vụ tại đó kích cỡ MAC SDU có thể rất lớn như các ứng dụng video. Quá trình phân mảnh có thể được thực hiện theo cả hướng đường lên và đường xuống.
- **Quá trình gói tin**: Liên quan đến việc gói nhiều MAC SDU thành một MAC PDU. Quá trình kết nối được uỷ quyền mang những gói tin có độ dài thay đổi để lợi dụng ưu điểm của quá trình đóng gói. Sự gói tin có thể được thực hiện ở cả đường lên và đường xuống theo sự tính toán kỹ lưỡng của trạm truyền tải.

3.5.3 Các phân lớp phụ

Phân lớp MAC được cấu thành từ 3 phân lớp phụ : Phân lớp phụ hội tụ chỉ định dịch vụ (CS), phân lớp phụ có phần chung với phân lớp MAC (MAC CPS) và phân lớp phụ có thuộc tính riêng. Các phân lớp phụ được tổ chức giống như đã được trình bày trong hình 3.1. Với phân lớp CS trên đỉnh được xem như giao diện đối với các phân lớp cao hơn, phân lớp MAC CPS nằm dưới CS còn phân lớp phụ có thuộc tính riêng nằm dưới MAC CPS. Nằm giữa mỗi phân lớp phụ là một điểm truy nhập dịch vụ (SAP). Nó hoạt động giống như một giao diện giữa 2 phân lớp mà nó làm ranh giới. Điều đó là quan trọng để ghi nhận rằng (CS SAP) hoạt động như là giao diện đối với lớp 3.

3.5.3.1 Phân lớp phụ hội tụ (CS)

Phân lớp phụ CS được dùng cho các dịch vụ ánh xạ và bắt đầu từ các kết nối phân lớp MAC của tiêu chuẩn IEEE 802.16. Xét khía cạnh nào đó mang tính kỹ thuật hơn, phân lớp phụ CS tiếp nhận, phân loại và xử lý các PDU được thu nhận từ phân lớp cao hơn, chuyển các CS PDU (Hay các SDU

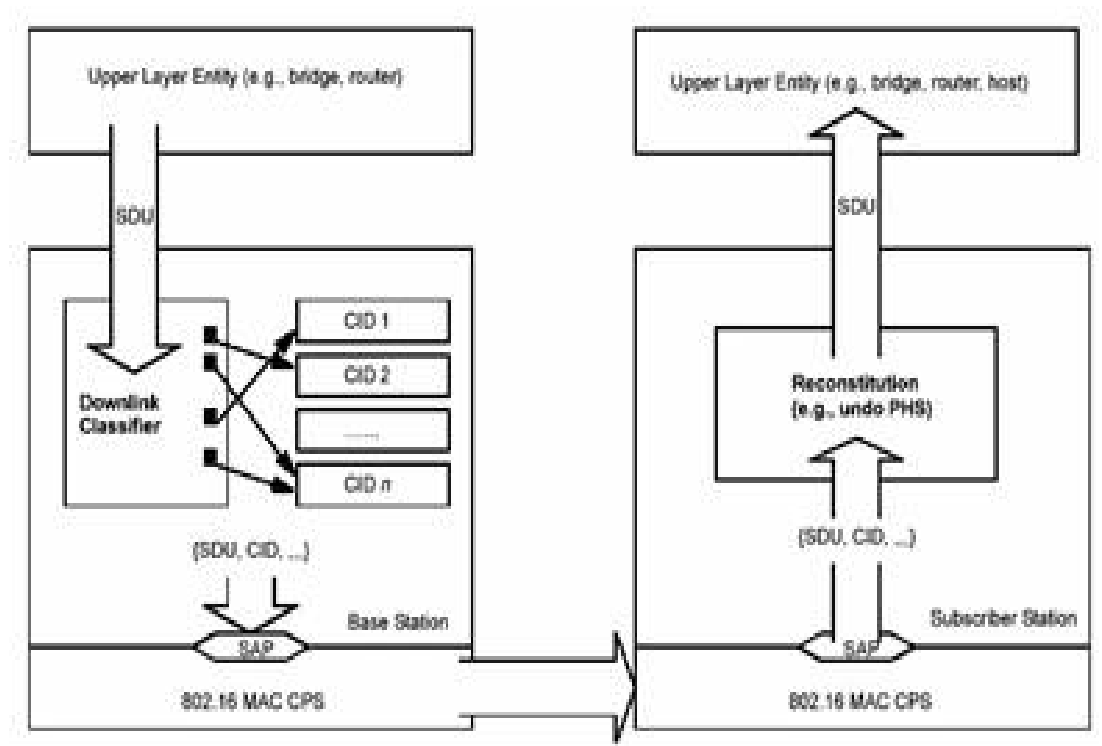
trong trường hợp phân lớp thấp hơn) đến MAC SAP thích hợp và thu nhận CS PDU từ các thực thể ngang hàng. Quá trình phân loại là quá trình xử lý bởi một MAC SDU được ánh xạ trên một kết nối truyền tải cụ thể giữa các phân lớp MAC ngang hàng. (Hình 3.6 trình bày đặc điểm chung quá trình xử lý của các PDU và SDU thông qua các phân lớp phụ). Theo các thuật ngữ đơn giản hơn thì các chức năng của CS là như sau:

Nhiệm vụ chính của phân lớp phụ là phân loại các đơn vị dữ liệu dịch vụ (SDUs) đến kết nối MAC phù hợp, bảo đảm hay có thể đáp ứng QoS và có thể phân chia độ rộng dải tần. Sự ánh xạ có chứa nhiều khuôn dạng khác nhau tùy thuộc vào loại hình dịch vụ. Cùng với các chức năng cơ bản này, các phân lớp phụ hội tụ cũng có thể thực thi các chức năng phức tạp hơn như là sự chặn đầu tải tin và quá trình tái kết cấu để nâng cấp hiệu quả kết nối không gian.

Có hai đặc tả cho các phân lớp CS: Phân lớp phụ hội tụ ATM CS cho các dịch vụ ATM và phân lớp phụ hội tụ gói tin (Packet CS) cho các dịch vụ gói tin ánh xạ như là IPv4, IPv6, Ethernet và mạng khu vực cục bộ ảo (VLAN).

3.5.3.2 Phân lớp phụ có phần chung với phân lớp MAC (MAC CPS)

MAC CPS đóng góp nhiều chức năng lõi cho tiêu chuẩn IEEE 802.16 MAC gồm : Truy nhập hệ thống, sự phân chia độ rộng dải tần, sự thiết lập kết nối và sự duy trì kết nối. Phân lớp này cũng có trách nhiệm áp dụng chất lượng dịch vụ kết nối theo chỉ định thông qua sự lập chương trình truyền tải thích hợp. Rất giống với chức năng của phân lớp CS, MAC CPs tiếp nhận SDUs từ các phân lớp cao hơn qua điểm truy nhập dịch vụ (SAP) và đưa ra khuynh hướng thích hợp dựa trên nhiều tham số mô tả. Phần lớn các chi tiết đằng sau các chức năng MAC CPS này sẽ được trình bày chi tiết trong mục sau. Hình 3.8 chỉ ra trình tự tham chiếu và phân loại đặc biệt giữa một trạm BS và một trạm SS.



Hình 3.8: Trình bày phân loại và trình tự ánh xạ giữa trạm BS và SS.

3.5.3.3 Phân lớp phụ thuộc tính riêng.

Phân lớp phụ thuộc tính riêng có trách nhiệm mã hoá giữa trạm BS và trạm SS. Phân lớp phụ này dùng giao thức quản lý khoá máy chủ/máy khách và giấy chứng nhận số căn cứ theo sự thẩm định quyền của trạm SS. Các vấn đề an ninh sẽ được mô tả chi tiết hơn trong mục sau chương này.

3.5.4 Kiểm soát liên kết sóng vô tuyến

Bộ điều chỉnh kiểm soát liên kết sóng vô tuyến (RLC-Radio Link control) theo tiêu chuẩn 802.16 có trách nhiệm quản lý các hiện trạng truyền loạt (Burst profile) thích ứng, kiểm soát nguồn điện và mở rộng vùng. Một hiện trạng truyền loạt khác được dùng cho mỗi kênh được quyết định bởi RLC căn cứ vào một số yếu tố như “Miền bao phủ và khả năng thiết bị”. Dưới những điều kiện liên kết được ưa thích, RLC sẽ sử dụng những hiện trạng truyền loạt sẵn có, có tính hiệu quả dải thông nhất và sẽ hoàn nguyên những hiện trạng truyền loạt có hiệu quả thấp hơn. Thông qua việc sử dụng các hiện

trạng truyền loạt thích ứng, tiêu chuẩn IEEE 802.16 có thể trợ giúp một liên kết có hiệu quả liên kết cao. Sự điều chỉnh các hiện trạng truyền loạt, các tham số vùng và nguồn điện được kiểm soát bởi trạm BS, nó nghe nhận và kiểm tra chất lượng tín hiệu trên đường lên và quản lý các yêu cầu từ các trạm SS có liên quan để tạo ra những điều chỉnh đối với đường xuống. Kiểm soát nguồn điện và vùng ban đầu được bắt đầu ngay lập tức dựa vào việc thu nhận kênh ban đầu.

3.5.5 Khởi tạo và truy nhập mạng.

Hình 3.9 cho biết các giai đoạn của sự khởi tạo tự do lỗi của trạm SS để truy nhập vào mạng. Với nhiều nhánh có khả năng từ quy trình này có thể được dẫn chứng nhờ có những lỗi trong suốt quá trình khởi tạo.



Hình 3.9: Tổng quan quá trình khởi tạo trạm thuê bao.

Mỗi bước trong quá trình khởi tạo sẽ được mô tả chi tiết dưới đây:

3.5.5.1 Quét (Scanning) và đồng bộ hoá đối với đường xuống

Các trạm thuê bao (SS) được thiết kế để quét các danh sách tần số của chúng cho các đường xuống hoạt động ngay lập tức dựa vào cài đặt hay kế tiếp bất kỳ giai đoạn của quá trình mất tín hiệu. Trong trường hợp bị mất tín hiệu, trạm SS sẽ lưu trữ các tham số hoạt động của tín hiệu cuối cùng và cố gắng thiết lập lại kết nối đó. Sau khi thu sóng được một kênh có tín hiệu đường xuống hiệu quả, trạm SS sẽ cố gắng đồng bộ hoá lớp PHY bằng cách nghe nhận những thông điệp quản lý DL_MAP và trong trường hợp mất các thông điệp này trạm SS sẽ lập lại sự quét và đồng bộ hoá.

3.5.5.2 Các tham số truyền tải thu nhận

Khi thông điệp DL_MAP được dò ra, phân lớp phụ MAC sẽ nghe nhận các tham số truyền tải đường lên/đường xuống. Bằng cách nghe nhận cho các thông điệp UCD (Uplink Channel Descriptor) từ trạm BS, trạm SS có thể quyết định một kênh đường lên được sử dụng. Các thông điệp UCD là các thông điệp quảng bá được gửi đi theo định kì, cung cấp các tham số phù hợp đối với tất cả các kênh đường lên có thể được sử dụng. Trạm SS sẽ gộp nhậ các thông điệp UCD cho mỗi kênh ứng dụng và cố gắng thiết lập các truyền thông trên kênh thích hợp. Nếu quá trình truyền thông bị trục trặc trên kênh nào đó thì trạm SS sẽ chuyển đến kênh thích hợp kế tiếp cho tới khi một kết nối được thiết lập hay danh sách đã được sử dụng hết. Trong trường hợp này, nó sẽ lại bắt đầu quá trình xử lý quét hình mới.

3.5.5.3 Điều chỉnh nguồn điện và sắp xếp các truyền tải

Sự sắp xếp truyền tải (Ranging) là quá trình xử lý có được sự bù đắp thời gian đúng mức do đó các truyền tải của trạm SS được sắp xếp đến một tín hiệu mà nó đánh dấu sự khởi đầu của ranh giới khe nhỏ. Sự bù đắp thời gian được tuân theo bởi khoảng cách giữa trạm SS và BS và sự trì hoãn truyền

thông tin hiệu tương xứng. Trạm SS bắt đầu quá trình này bằng cách quét các thông điệp UL_MAP cho một khoảng thời gian duy trì có thể sử dụng.

Khi khoảng thời gian duy trì ứng dụng được quyết định, trạm SS sẽ gửi một thông điệp sắp xếp truyền tải theo yêu cầu (RNG-REQ), trong phạm vi tranh chấp này thì nó căn cứ vào giai đoạn duy trì ban đầu, tới trạm BS với mức nguồn điện tối thiểu. Nếu truyền tải này không tiếp nhận một sự trả lời, trạm SS sẽ tăng thêm mức nguồn điện nếu cần thiết nhưng không vượt quá nguồn điện truyền tải được chỉ định tối đa. Trạm BS sẽ trả lời thông điệp phản ứng sắp xếp (RNG_RSP), nó chỉ định bước định giờ thích hợp và sự điều chỉnh nguồn điện cho trạm SS cũng như những điều chỉnh CIDs cơ bản và quan trọng nhất.

3.5.5.4 Thoả thuận các công suất xử lý cơ bản.

Trạm SS sẽ sử dụng các thông điệp yêu cầu công suất cơ bản (SBC REQ) để thông báo các công suất của nó cho trạm BS. Thông điệp này cung cấp các công suất lớp PHY của trạm SS, kỹ thuật điều biến được trợ giúp cùng các lược đồ mã hoá và phương thức hỗ trợ song công. Trạm BS sau đó sẽ trả lời bằng cách sử dụng thông điệp đáp ứng công suất cơ bản (SBC-RSP) để chi tiết các công suất nào của trạm SS mà nó sẽ hỗ trợ. Đáp ứng này được dùng để điều chỉnh hiện trạng truyền loạt thành hiện trạng có thể được sử dụng hiệu quả nhất. Tùy thuộc điểm này, tất cả các truyền tải trước đó được thực hiện sử dụng có hiệu quả hiện trạng truyền loạt mạnh nhất.

3.5.5.5 Trạm thuê bao được quyền thực thi sự trao đổi chính.

Sự cho phép và sự trao đổi chính sẽ được mô tả chi tiết hơn trong mục bảo mật tiếp theo.

3.5.5.6 Đăng ký

Tùy thuộc vào tiêu chuẩn IEEE 802.16, sự đăng ký là quá trình theo đó trạm SS tiếp nhận CID quản lý thứ cấp của nó và bởi thế trở nên có thể quản lý được. Điều này đạt được nhờ thông điệp yêu cầu đăng ký (REG-REQ) được

gửi bởi trạm SS và thông điệp đáp ứng đăng ký được gửi bởi trạm BS (REG-RSP).

3.5.5.7 Thiết lập khả năng kết nối giao thức Internet (IP)

Trạm SS cũng có thể bao gồm phiên bản của giao thức Internet được sử dụng trong REG_REQ. Nó không bao gồm việc trạm BS sẽ được quyền sử dụng IPv4 ngầm định cho kết nối quản lý thứ cấp. Trạm SS và BS sau đó sẽ sử dụng giao thức cấu hình host động (DHCP) trên kết nối quản lý thứ cấp để hoàn tất sự liên kết IP.

3.5.5.8 Thiết lập giờ của ngày

Khái niệm giờ của ngày được dùng cho dấu hiệu đặc trưng theo thời gian của sự kiện bị khoá (Logged) bởi trạm BS và trạm SS. Trạm SS tiếp tục sử dụng kết nối thứ cấp để truy lục thời giờ từ máy chủ. Sự truyền tải được gửi qua giao thức dữ liệu người sử dụng (UDP). Thời gian nhận lại từ máy chủ được kết hợp với sự bổ sung định giờ của trạm thuê bao để quyết định giờ cục bộ hiện thời.

3.5.5.9 Truyền các tham số toán tử

Trạm SS sẽ sử dụng TFTP để truyền tệp cấu hình SS. Tệp cấu hình chứa đựng các thiết lập cấu hình cho nhiều tham số được sử dụng trong hoạt động của trạm SS.

3.5.5.10 Thiết lập các kết nối

Trạm SS sẽ bắt đầu thiết lập các kết nối cho các luồng dịch vụ được cung cấp trước đó, tại đó luồng dịch vụ được định nghĩa như là sự truyền tải các gói tin theo một hướng đến cả đường lên lẫn đường xuống. Mỗi luồng dịch vụ được gắn kết với một bộ các tham số chất lượng dịch vụ riêng biệt cho dịch vụ được hỗ trợ. Những luồng dịch vụ này sử dụng mô hình hoạt hoá hai giai đoạn tại đó một luồng dịch vụ có lẽ được chấp nhận (Trạm BS có những nguồn dữ liệu dự trữ nhưng dịch vụ không được kích hoạt) hoặc kích hoạt (Trạm BS có những nguồn dữ liệu dự trữ và dịch vụ được kích hoạt). Một

trạng thái thứ ba có khả năng cho luồng dịch vụ là trạng thái được cung cấp tại đó trạm BS đã gán một tên định danh luồng dịch vụ nhưng đã không duy trì bất cứ nguồn nào cho luồng dịch vụ này.

3.5.6 Những cấp phát (Grants) và yêu cầu về độ rộng dải tần.

Tiêu chuẩn IEEE 802.16 quản lý sự phân chia độ rộng dải tần bằng cách sử dụng một giao thức yêu cầu / cấp phát. Trong giao thức này, các trạm SS yêu cầu những phân chia độ rộng dải tần từ trạm BS thông qua nhiều phương thức. Nó sẽ được khảo sát tỉ mỉ một cách chi tiết hơn dưới đây:

Như đã được thảo luận trước đó, trạm BS tạo ra những chỉ định độ rộng dải tần bằng những khe thời gian truyền tải phân chia qua TDMA chỉ đối với các trạm SS đã đệ trình một yêu cầu độ rộng dải tần qua DAMA. Trạm BS sẽ sử dụng các thông điệp UL_MAP để liên kết những phân chia độ rộng dải tần với tất cả các trạm SS trên mạng.

Các trạm thuê bao (SS) tiêu chuẩn IEEE 802.16 có thể được phân chia thành hai loại căn cứ vào cách thức chúng xử lý các cấp phát độ rộng dải tần. Loại đầu tiên của trạm SS chấp nhận những cấp phát độ rộng dải tần cho mỗi kết nối hay dựa trên cơ sở mỗi cấp phát cho một kết nối (GPC). Loại thứ hai của trạm SS có thể chấp nhận các cấp phát cho tất cả các nhu cầu độ rộng dải tần của trạm SS, hay dựa trên cơ sở mỗi trạm SS một cấp phát (GPSS). Những điều này được mô tả chi tiết hơn dưới đây:

3.5.6.1 Cấp phát trên mỗi kết nối (GPC)

Trạm GPC SS thu nhận những cấp phát chỉ dành cho những kết nối đặc trưng (bao gồm những kết nối quản lý) và dẫn tới kết quả là phải có độ rộng dải tần yêu cầu cho mỗi kết nối riêng lẻ được xem là cần thiết. Ngoài ra trạm GPC SS phải yêu cầu độ rộng dải tần bổ sung để đáp ứng các yêu cầu RLC chưa được dự tính. Chính vì những lí do này, các hệ thống GPC là có tính hiệu quả thấp hơn các hệ thống GPSS, nhưng chúng cũng đơn giản hơn.

3.5.6.2 Cấp phát trên một SS (GPSS)

Trạm GPSS SS tiếp nhận một cấp phát độ rộng dải tần được sử dụng để đáp ứng các yêu cầu cho tất cả các kết nối của nó. Kết quả là chính trạm SS phải điều chỉnh độ rộng dải tần được phân chia bao nhiêu cho mỗi kết nối. Trong các tình huống tại đó mỗi kết nối đòi hỏi độ rộng dải tần lớn hơn dự tính, trạm SS có tùy chọn độ rộng dải tần "Đánh cắp" (Được đề cập đến như là sự đánh cắp độ rộng dải tần trong tiêu chuẩn IEEE 802.16) từ kết nối khác để bù đắp cho sự thiếu hụt độ rộng dải tần tạm thời. Trạm BS có trách nhiệm trước sự sắp xếp thứ tự ưu tiên căn cứ theo các loại lưu lượng. Trạm SS sau đó có thể gửi một yêu cầu đến trạm BS để sự cấp phát độ rộng dải tần cho nó tăng lên nhằm đáp ứng những nhu cầu mới của nó. GPSS SS là loại trạm SS duy nhất được ứng dụng trong phạm vi tần số 10-66 GHz.

Các cấp phát độ rộng dải tần được cung cấp dựa vào giao thức tự hiệu chỉnh đối nghịch với giao thức đã được thừa nhận. Trong giao thức này, nếu trạm SS không tiếp nhận một cấp phát độ rộng dải tần để trả lời yêu cầu độ rộng dải tần, trạm SS sẽ giả thiết rằng yêu cầu đã bị mất đi hay không được thực thi đầy đủ và đơn giản sẽ gửi yêu cầu khác đến trạm BS chứ không phải chờ đợi sự thừa nhận yêu cầu ban đầu. Giao thức này loại trừ bộ phận liên quan đến các thông điệp thừa nhận.

3.5.7 Các yêu cầu về độ rộng dải tần

Các trạm SS đặc biệt sẽ yêu cầu tăng thêm độ rộng dải tần nếu như những yêu cầu độ rộng dải tần mới phát sinh và trạm BS sẽ bổ sung độ rộng dải tần được yêu cầu đến toàn bộ yêu cầu nhận biết được đối với trạm SS.

3.5.7.1 Các giai đoạn yêu cầu

Khi các yêu cầu tăng lên, trạm BS không còn cách nào để nhận biết xem nó đã cấp phát cho toàn bộ yêu cầu chính xác về độ rộng dải tần cho trạm SS chưa. Từ đó toàn bộ độ rộng dải tần được cấp có thể bị ảnh hưởng bởi các gói tin yêu cầu cấp phát bị thất lạc. Nhờ có khả năng này các trạm SS có thể yêu cầu gia tăng độ rộng dải tần hay dựa trên cơ sở khối tập hợp (Aggregate

basis). Những yêu cầu khối tập hợp được dùng để chỉnh sửa sự nhận thức của trạm BS đối với toàn bộ yêu cầu độ rộng dải tần của trạm SS. Khi một trạm BS tiếp nhận một yêu cầu khối tập hợp, nó sẽ lưu trữ giá trị độ rộng dải tần được yêu cầu nếu như toàn bộ yêu cầu mới cho trạm SS được yêu cầu. Có nhiều phương thức có thể được dùng cho trạm SS để yêu cầu những phân chia độ rộng dải tần từ trạm BS. Những yêu cầu độ rộng dải tần có thể liên quan đến trạm BS trong suốt các giai đoạn yêu cầu độ rộng dải tần đặc biệt chuyên dụng đối với trạm SS hay trong suốt các giai đoạn tranh chấp. Phương thức kiểm soát vòng được dùng bởi trạm BS nhằm báo cho các trạm SS những giai đoạn yêu cầu độ rộng dải tần sắp tới, là cái quyết định giai đoạn yêu cầu độ rộng dải tần nào là giai đoạn yêu cầu đặc biệt hay tranh chấp. Các phương thức kiểm soát vòng sẽ được mô tả trong mục sau.

3.5.7.2 Phân đầu yêu cầu độ rộng dải tần

Cùng với các giai đoạn yêu cầu độ rộng dải tần được phân chia theo phương thức kiểm soát vòng, các trạm SS có thể yêu cầu những phân chia độ rộng dải tần bất cứ lúc nào bằng cách gửi đến trạm BS một yêu cầu độ rộng dải tần MAC PDU với một phần đầu yêu cầu độ rộng dải tần mà không có tải tin. Phương thức yêu cầu độ rộng dải tần này có thể được dùng trong bất cứ cấp phát độ rộng dải tần nào cho các trạm GPSS SS và trong cả khoảng cách yêu cầu cấp phát lẫn khoảng cách cấp phát dữ liệu cho mỗi kết nối được chỉ định.

3.5.7.3 Yêu cầu công (Piggyback Request)

Một phương thức yêu cầu độ rộng dải tần tương tự sẽ sử dụng một đầu đề phụ quản lý cấp phát để công một yêu cầu độ rộng dải tần bổ sung cho cùng kết nối trong phạm vi MAC PDU.

3.5.8 Kiểm soát vòng (Polling)

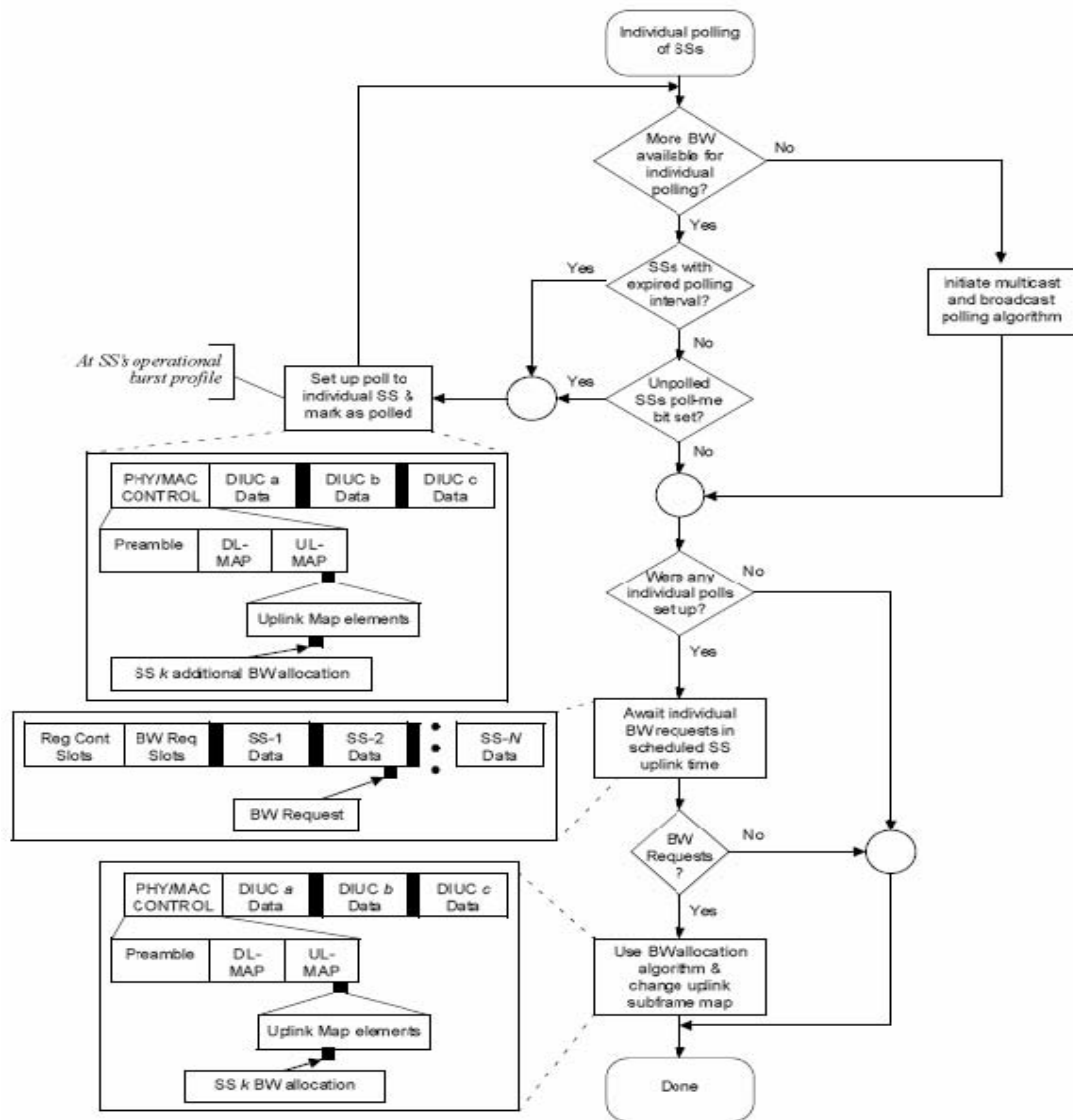
Kiểm soát vòng là quá trình được sử dụng bởi trạm BS nhằm phân chia các cơ hội yêu cầu độ rộng dải tần đối với các trạm SS. Khi trạm BS muốn

thông báo cho trạm SS biết về một cơ hội yêu cầu độ rộng dải tần sắp tới, nó dùng một phần tử thông tin thông điệp UL_MAP để làm điều đó. Phần tử thông tin UL_MAP sẽ cấp phát đủ độ rộng dải tần cho trạm SS hay các trạm SS đệ trình các yêu cầu độ rộng dải tần của chúng trong suốt giai đoạn yêu cầu. Những phân chia cơ hội yêu cầu độ rộng dải tần có thể được tạo ra theo đơn hướng (Unicast), đa hướng (Multicast) hay trên cơ sở quảng bá (Broadcast) giống như được mô tả trước đó của chương này. Một mô tả ngắn của mỗi phương thức kiểm soát vòng được cung cấp dưới đây.

3.5.8.1 Kiểm soát vòng đơn hướng (Unicast)

Trong kiểm soát vòng đơn hướng, một trạm SS được kiểm soát vòng riêng rẽ bởi trạm BS. Trạm SS sẽ đáp lại bằng các bytes dữ liệu nếu độ rộng dải tần được cấp là không cần thiết.

Quá trình tại đó trạm BS điều hành kiểm soát vòng đơn hướng được trình bày trong hình 3.10 dưới đây:

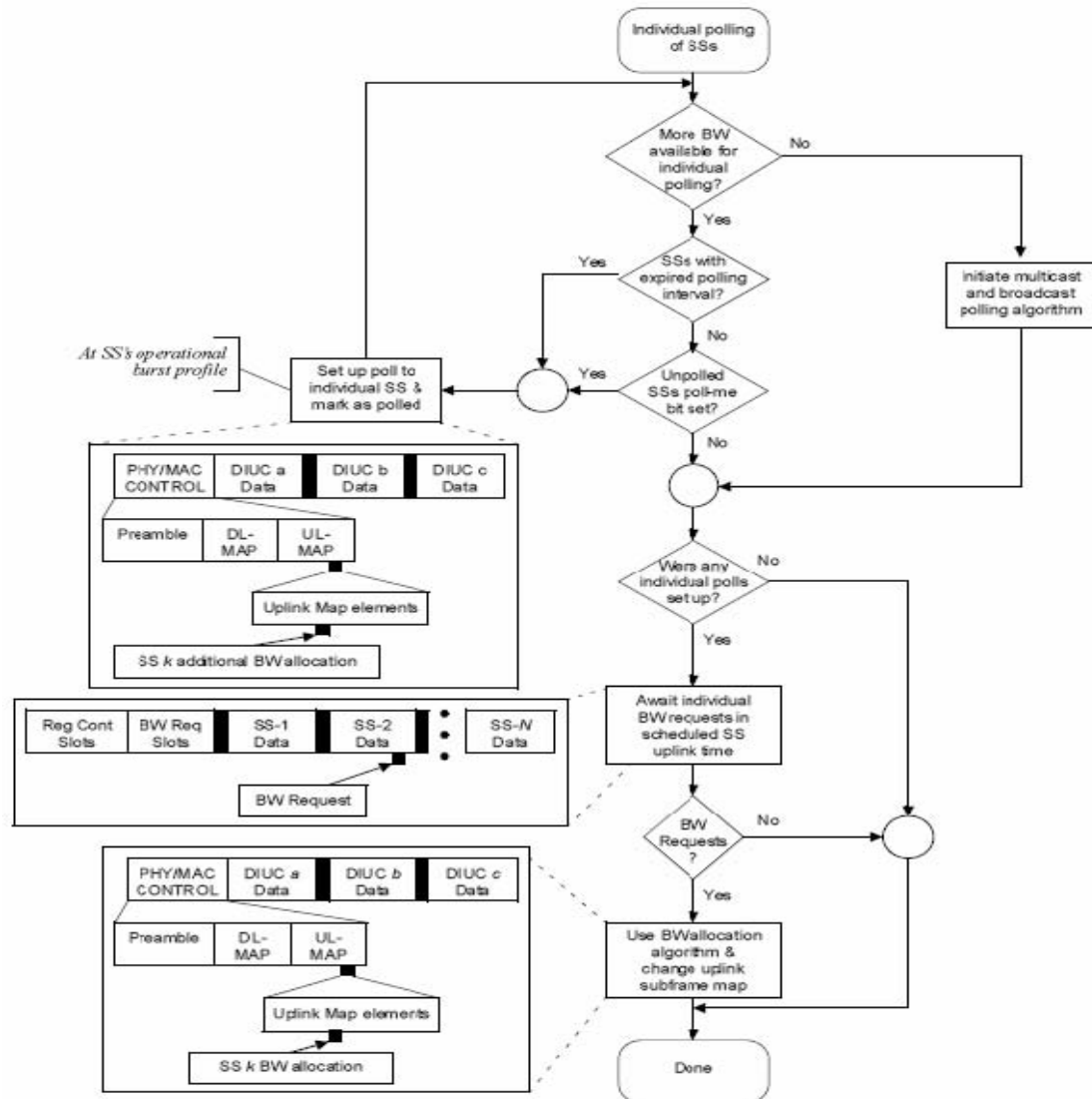


Hình 3.10: Kiểm soát vòng đơn hướng.

3.5.8.2 Kiểm soát vòng quảng bá (Broadcast) và đa hướng (Multicast)

Trạm BS sẽ phải sử dụng đến hình thức kiểm soát vòng quảng bá và đa hướng khi mà không có đủ độ rộng dải tần cho các trạm SS yêu cầu riêng rẽ. Sự kiểm soát vòng quảng bá và đa hướng cũng được thực hiện qua thông điệp UL_MAP trong cùng khuôn mẫu giống như đối với sự kiểm soát vòng đơn hướng. Trạm BS đăng ký trước một số CID cho các nhóm quảng bá hay đa hướng như được chỉ định trong hình 3.11. Sự khác biệt chủ yếu ở đây là thông

điệp kiểm soát vòng được định hướng đến một CID quảng bá hay đa hướng thay vì một CID hay SS riêng rẽ.

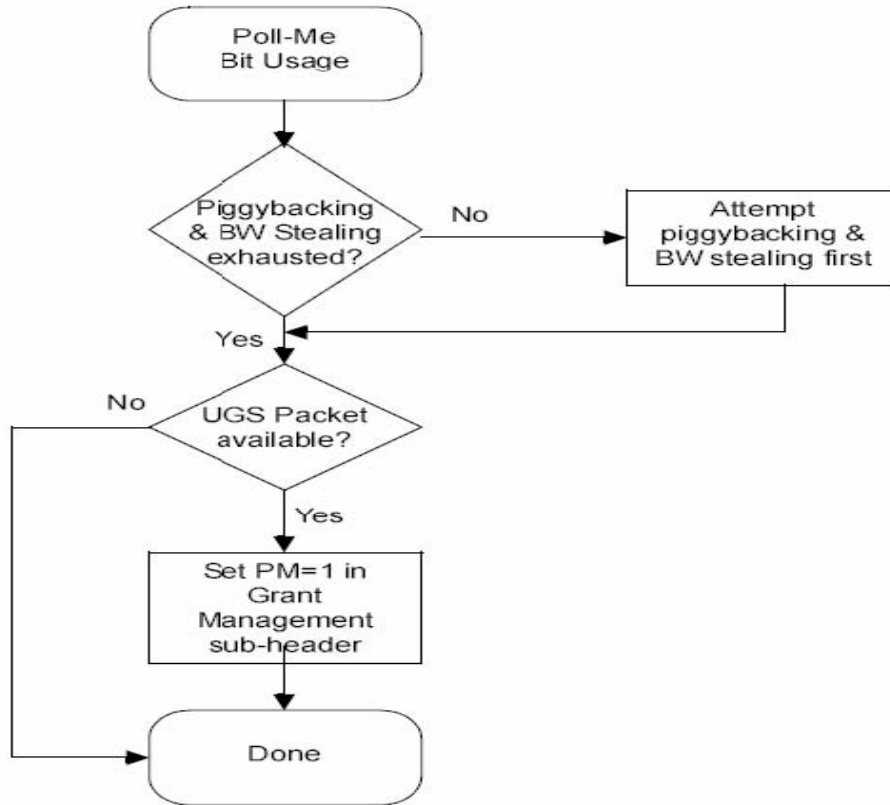


Hình 3.11: Lược đồ đường lên với phần tử thông tin quảng bá và đa hướng

3.5.8.3 Bit thăm dò (Poll-Me Bit)

Bit thăm dò được sử dụng bởi các trạm SS sử dụng dịch vụ lập lịch trình đường lên cấp phát tự nguyện (UGS - Unsolicited grand service) để thông báo đến trạm BS rằng chúng cần được kiểm soát vòng. Dịch vụ UGS sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn trong mục sau. Bit thăm dò là bộ phận của tiêu đề phụ

(Subheader) quản lý cấp phát. Khi các bit thăm dò được dò tìm, trạm BS sẽ có cuộc thăm dò theo đơn hướng tới trạm SS yêu cầu nó.



Hình 3.12: Trình bày quá trình sử dụng bit thăm dò

3.5.9 Các dịch vụ lập lịch trình đường lên

Tiêu chuẩn IEEE 802.16 sử dụng các dịch vụ lập lịch trình đường lên đã được xác định trước để làm tăng tính hiệu quả của các truyền tải đường lên cho mỗi kết nối căn cứ vào dịch vụ được cung cấp bởi kết nối đó. Bốn dịch vụ lập lịch trình đường lên đã được xác định bao gồm: Dịch vụ cấp phát một cách tự nguyện (Unsolicited grant service), dịch vụ kiểm soát vòng theo thời gian thực (Real Time Polling Service), dịch vụ kiểm soát vòng thời gian không thực (No-Real Time Polling Service) và dịch vụ có nỗ lực tốt nhất (Best Effort service). Dịch vụ lập lịch trình tại đó một kết nối sẽ sử dụng được quyết định

vào thời điểm thiết lập kết nối đó. Mỗi dịch vụ lập lịch trình đường lên được làm rõ thêm dưới đây:

3.5.9.1 Dịch vụ cấp phát một cách tự nguyện

Dịch vụ này chủ yếu được dùng cho các dịch vụ thời gian thực và đồng bộ, nó sản sinh ra những đơn vị dữ liệu cố định theo từng giai đoạn như là tốc độ bit hằng số (CBR) ATM, đường T1/E1 qua ATM hay thoại qua giao thức Internet (VoIP). Trong dịch vụ này, trạm BS cung cấp các cấp phát dữ liệu kích cỡ cố định theo định kì như đã được thoả thuận trong suốt quá trình thiết lập kết nối ngoại trừ nhu cầu đối với trạm SS để gửi đi các yêu cầu độ rộng dải tần.

Sự cấp phát tự nguyện độ rộng dải tần này loại trừ lớp trên và tính kế thừa liên quan đến các yêu cầu độ rộng dải tần và dẫn tới kết quả là giúp làm giảm Jitter và delay Jitter. Những yêu cầu chặt chẽ về Jitter có thể đáp ứng thông qua việc sử dụng bộ đệm đầu ra.

Trạm SS có thể cung cấp thông tin phản hồi đến trạm BS liên quan đến trạng thái các luồng dịch vụ bằng cách sử dụng cờ báo lỗi (Slip Indicator Flag) trong đầu đề phụ quản lý cấp phát. Cờ báo lỗi được dùng để chỉ định sự sắp xếp theo hàng chưa thực hiện được, nó có lẽ bắt nguồn từ nhiều yếu tố gồm các cấp phát bị thất lạc hay sự lệch giờ đối với các mạng bên ngoài. Khi trạm BS đã được thông báo không đạt được mục tiêu, nó có thể cấp phát độ rộng dải tần bổ sung để loại bỏ phần chưa thực hiện được.

3.5.9.2 Dịch vụ kiểm soát vòng thời gian thực

Dịch vụ này được thiết kế để đáp ứng những nhu cầu dịch vụ thời gian thực để truyền tải theo định kì các gói tin dữ liệu có kích cỡ thay đổi. Dịch vụ này hoàn toàn phù hợp với các ứng dụng như luồng video hay âm thanh, VoIP. Sự kiểm soát vòng thời gian thực hoạt động bằng cách phân chia cơ hội yêu cầu độ rộng dải tần đơn hướng theo định kì cho mỗi kết nối. Bởi vì trạm SS phải yêu cầu độ rộng dải tần rõ ràng, có tính lớp trên và tính kế thừa liên quan

đến dịch vụ này nhiều hơn so với dịch vụ cấp phát tự nguyện, tuy nhiên một số hiệu quả đạt được thông qua việc sử dụng các gói tin dữ liệu có kích cỡ thay đổi.

3.5.9.3 Dịch vụ kiểm soát vòng thời gian không thực

Dịch vụ này hoạt động theo cách thức tương tự dịch vụ kiểm soát vòng thời gian thực ngoại trừ những kết nối sử dụng sự tranh chấp căn cứ vào các cơ hội truy nhập để truyền tải những yêu cầu độ rộng dải tần. Các cơ hội kiểm soát vòng đơn hướng cũng được dùng ít nhất để đảm bảo tốc độ lưu lượng duy trì tối thiểu mặc dù những cơ hội này là có tính thường xuyên ít hơn những cơ hội được tìm thấy trong kiểm soát vòng theo thời gian thực. Sự kiểm soát vòng theo thời gian thực hoàn toàn phù hợp để hỗ trợ các dịch vụ mà nó có thể chấp nhận biến động trễ (Delay jitter) như là FTP băng thông cao, các kết nối Internet và ATM GFR. Sự kiểm soát vòng thời gian không thực cũng sử dụng tham số ưu tiên lưu chuyển được chứa trong tệp cấu hình trạm thuê bao và được thiết lập tại thời điểm thiết lập kết nối để quyết định xem những luồng dịch vụ nào có được sự ưu tiên trong mối tương quan với những luồng khác. Như đã được nói rõ trong tiêu chuẩn IEEE 802.16, hai luồng dịch vụ được nêu ra giống nhau trong tất cả các tham số chất lượng dịch vụ ngoài phạm vi ưu tiên. Luồng dịch vụ ưu tiên cao hơn nếu có được sự ưu tiên bộ đệm và trễ thấp hơn.

3.5.9.4 Dịch vụ có nỗ lực cao nhất (Best Effort Service)

Không có thông lượng hay sự đảm bảo trễ liên quan đến dịch vụ này. Những kết nối sử dụng sự tranh chấp căn cứ vào các cơ hội để yêu cầu độ rộng dải tần. Việc tận dụng các cơ hội cùng thiên hướng tùy thuộc sự nhập vào mạng và không được đảm bảo. Dịch vụ có nỗ lực cao nhất là có tính hiệu quả độ rộng dải tần nhất bởi vì nó không lưu trữ độ rộng dải tần cho một trạm nào có thể hoặc không thể sử dụng nó.

3.5.10 Chất lượng dịch vụ

Có nhiều tham số liên quan đến chất lượng dịch vụ trong tiêu chuẩn IEEE 802.16. Những tham số này được dùng trong quá trình thiết lập luồng dịch vụ để qui định những yêu cầu chất lượng dịch vụ của dịch vụ được hỗ trợ. Dưới đây là một vài tham số chất lượng dịch vụ được chỉ định trong tiêu chuẩn IEEE 802.16

- **Loại tập hợp tham số chất lượng dịch vụ :** Chỉ định ứng dụng hợp lý của tập hợp tham số QoS đối với các thiết lập hoặc có hiệu lực, được thừa nhận, được cung cấp hoặc kích hoạt.
- **Sự ưu tiên lưu lượng:** Thường dùng để gán sự ưu tiên cho lưu lượng của luồng dịch vụ.
- **Tốc độ lưu lượng được duy trì tối đa:** Được thể hiện qua các đơn vị bit cho mỗi giây.
- **Sự truyền loạt lưu lượng tối đa:** Được tính toán theo đơn vị byte từ đầu phân lớp MAC cho đến cuối của MAC PDU.
- **Tốc độ lưu lượng được duy trì tối thiểu :** Chỉ định tốc độ tối thiểu được duy trì cho một luồng dịch vụ.
- **Loại lập lịch trình luồng dịch vụ :** Chỉ định dịch vụ lập lịch trình đường lên đang được dùng cho luồng dịch vụ.
- **Chính sách yêu cầu/truyền tải :** Dùng để chỉ định các quy luật dịch vụ theo lịch trình khác nhau và các chính sách hạn chế dựa vào những yêu cầu và truyền tải đường lên.
- **Biến thiên độ trễ được chấp nhận (Tolerated jitter):** Chỉ định trễ thay đổi tối đa đối với một kết nối.
- **Trễ tối đa (Maximum latency):** Chỉ định trễ tối đa giữa thu nhận gói tin trên giao diện mạng và chuyển tiếp đến giao diện vùng tần số.

- **Độ dài cố định đối nghịch với chỉ báo SDU có độ dài thay đổi :** Chỉ định các gói dữ liệu phải có độ dài cố định hoặc có thể có độ dài thay đổi.

Type	Length	Value	Scope
[24/25].16	4	Bit #0 – Service flow shall not use broadcast bandwidth request opportunities. Bit#1-Reserved. Bit #2 – The service flow shall not piggyback requests with data. Bit #3 – The service flow shall not fragment data. Bit #4 – The service flow shall not suppress payload headers (convergence sublayer parameter) Bit #5 – The service flow shall not pack multiple SDUs (or fragments) into single MAC PDUs. Bit #6 – The service flow shall not include CRC in the MAC PDU. All other bit positions are reserved.	DSx-REQ DSx-RSP DSx-ACK

Bảng 3.3: Cung cấp một thí dụ về chính sách truyền tải theo yêu cầu

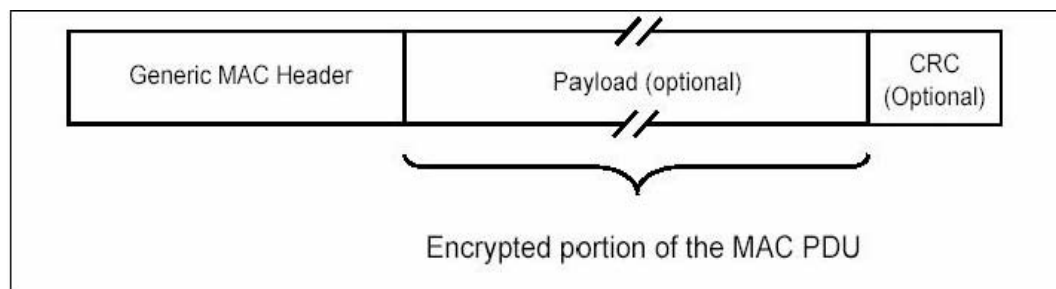
3.5.11 Bảo mật

Phân lớp phụ thuộc tính riêng theo tiêu chuẩn IEEE 802.16 cung cấp sự bảo mật cho những người sử dụng bằng cách mã hoá liên kết giữa trạm BS và trạm SS và nó có biện pháp bảo vệ chống lại sự đánh cắp dịch vụ bằng cách mã hoá các luồng dịch vụ trong phạm vi mạng. Phân lớp phụ có thuộc tính riêng sử dụng giao thức quản lý khoá máy khách/máy chủ mà đã được thẩm định là có khả năng hỗ trợ tiêu chuẩn mã hoá cao cấp (AES). Trong giao thức này trạm BS hoạt động như là máy chủ điều chỉnh sự phân bố chủ yếu đối với trạm SS mà nó hoạt động giống với máy khách. Phân lớp phụ thuộc tính riêng giao nhiệm vụ cho các giao thức thành phần thực hiện tất cả các nhiệm vụ có liên quan đến sự bảo mật. Trước hết là giao thức đóng gói được dùng để mã hoá các gói dữ liệu thông qua mạng. Giao thức này xác định các quy luật liên quan đến việc dùng các bộ mật mã để mã hoá tải tin MAC PDU. Các bộ mật mã được xác định giống như những cặp mã hoá dữ liệu và các thuật toán thẩm định quyền .

Thành phần thứ hai của phân lớp phụ thuộc tính riêng là giao thức quản lý khoá riêng (PKM). Giao thức PKM được sử dụng để cung cấp sự phân bố các khoá an toàn giữa trạm BS và các trạm SS. Giao thức này được sử dụng thêm bởi trạm BS và trạm SS để duy trì sự đồng bộ hoá dữ liệu quan trọng giữa các trạm và bởi vì trạm BS kiểm soát sự truy nhập đối với các dịch vụ mạng

3.5.11.1 Mã hoá dữ liệu gói tin

Khi sự mã hoá được sử dụng để làm việc trên hệ thống tiêu chuẩn IEEE 802.16 không phải tất cả các gói tin hay thậm chí các phần của các gói tin sẽ được mã hoá. Để giúp cho sự đăng ký bản quyền và sự phân loại được thuận tiện, tất cả các thông điệp xử lý phân lớp MAC được gửi đi trong môi trường sạch. Hơn nữa, các gói tin dữ liệu mã hoá chứa tải tin được mã hoá có phần đầu chưa được mã hoá. Phần đầu MAC PDU chưa mã hoá sẽ chứa đựng thông tin đặc biệt đối với quá trình mã hoá như là một trường kiểm soát mã hoá, một trường trình tự khoá mã hóa và sự nhận dạng kết nối (CID) tương xứng. Thông tin này được dùng bởi trạm BS hay SS thu nhận để giải mã tải tin MAC PDU.



Hình 3.13: Trình bày sự định dạng đối với một MAC PDU mã hoá.

3.5.11.2 Giao thức quản lý khoá

Tất cả các trạm SS theo tiêu chuẩn IEEE 802.16 chứa chứng nhận kỹ thuật số x509 được một nhà sản xuất đã phát hành dùng để thẩm định quyền trạm SS và trao đổi khoá quyền hạn ban đầu. Giấy chứng nhận số bao hàm khoá công cộng của các trạm SS cũng như địa chỉ phân lớp MAC của nó. Dựa vào sự thẩm định quyền, trạm BS sẽ sử dụng khoá công cộng của trạm SS để

mã hoá khoá quyền hạn và khoá thẩm định quyền sẽ được dùng để mã hoá dữ liệu sau này và sự trao đổi khoá. Cùng với những chứng nhận kỹ thuật số, tất cả các trạm SS hoặc có các cặp khoá dùng chung/dùng riêng RSA được lắp đặt tại nhà máy hoặc có những thuật toán thích hợp để sản sinh khoá này một cách năng động. Thuật toán mã hoá khoá công cộng RSA và các thuật toán đối xứng mạnh được dùng bởi giao thức PKM để làm cho quá trình trao đổi khoá thuận tiện.

3.5.11.3 Những liên hợp bảo mật

Một liên hợp bảo mật (SA) được định nghĩa giống như một bộ thông tin bảo mật của một trạm BS cùng với một hay nhiều trạm SS của nó để hỗ trợ những truyền thông bảo mật. Dựa vào sự khởi tạo, mỗi trạm SS sẽ thiết lập ít nhất một SA với trạm BS. Bằng cách loại bỏ những kết nối sơ cấp và cơ bản tất cả những kết nối mới được ánh xạ đến một liên hợp SA.

3.6 Kết luận

Chương này trình bày tương đối chi tiết về tiêu chuẩn IEEE 802.16 là tiêu chuẩn mà mạng không dây băng thông rộng WiMAX sử dụng. Nội dung chương đề cập đến các phân lớp chính mà tiêu chuẩn IEEE 802.16 đưa ra như phân lớp vật lý (PHY) hay phân lớp điều khiển truy nhập môi trường (MAC). Ngoài ra chương này cũng đề cập đến quản lý chất lượng dịch vụ (QoS) và sự bảo mật của tiêu chuẩn IEEE 802.16. Tiêu chuẩn IEEE 802.16 là một tiêu chuẩn được hình thành từ một tổ chức có uy tín đã có nhiều tiêu chuẩn được thế giới công nhận. Nó được thực hiện tốt hơn, hỗ trợ cho nhiều người sử dụng so với tiêu chuẩn IEEE 802.11. Tiêu chuẩn IEEE 802.16 là sản phẩm sáng tạo trong lĩnh vực mạng không dây, có thể tạo ra sự biến đổi lớn trong lĩnh vực truyền thông. Chương tiếp theo trình bày về việc triển khai ứng dụng mạng WiMAX trên thế giới, ở Việt Nam và cụ thể về triển khai của VNPT tại tỉnh Lào Cai.

CHƯƠNG IV TRIỂN KHAI ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ WiMAX

4.1 Các yếu tố cần quan tâm khi triển khai công nghệ WiMAX

Tuy công nghệ WiMAX có nhiều điểm ưu việt nhưng việc triển khai công nghệ này cũng có những khó khăn nhất định. Đó là: Giá cả thiết bị đầu cuối hiện còn đắt, số lượng các nhà sản xuất thiết bị đầu cuối hạn chế, việc chuẩn hoá thiết bị khó đồng nhất do khả năng mềm dẻo, linh hoạt của WiMAX. Bên cạnh đó, do WiMAX dựa trên nền IP nên việc kết nối, đánh số, chất lượng dịch vụ, bảo mật và an toàn mạng cần nghiên cứu cụ thể. Để triển khai kinh doanh dịch vụ WiMAX chúng ta cần quan tâm đến nhiều yếu tố. Phần này đề cập đến những yếu tố chính, ảnh hưởng đến kinh doanh mà chúng ta cần quan tâm khi triển khai ứng dụng công nghệ WiMAX.

4.1.1 Phân vùng dân cư

Phân vùng dân cư đóng vai trò then chốt trong việc quyết định sự sống còn của bất kỳ mạng lưới viễn thông nào trong kinh doanh. Theo truyền thống, vùng dân cư được chia thành các vùng thành thị, ngoại ô và nông thôn. Ở đây, chúng ta bổ sung thêm một vùng thứ tư, đó là vùng đô thị cũ. Đây trước hết là vùng cư trú, so với ngoại ô thì xa trung tâm thành thị hơn và có mật độ hộ gia đình thưa hơn. Sự triển khai của mạng xDSL bị hạn chế do khoảng cách quá xa giữa người sử dụng ở cuối vùng so với Trung tâm điều hành và trong nhiều trường hợp đơn giản là vì dịch vụ quá đắt. Vùng nông thôn được định nghĩa là những thị xã hay thị trấn nhỏ nằm cách xa khu trung tâm. Ở những vùng này, mật độ khách hàng có thể khá cao nhưng do ở xa nên họ được đáp ứng ít hơn. Bảng dưới đây tóm tắt đặc điểm của mỗi vùng mà một nhà cung cấp dịch vụ không dây mới nói chung sẽ gặp phải.

VÙNG	ĐẶC ĐIỂM
<i>Thành thị</i>	- Mật độ khách hàng tiềm tàng của WiMAX là cao nhất. - Nhiều tòa nhà văn phòng và chung cư đông người.

	- Kích cỡ mạng WiMAX nhỏ hơn để đáp ứng được nhu cầu dung lượng. - Cạnh tranh cao: Do sự chi phối của thị trường và tính sẵn có của các công nghệ truy nhập khác. Do môi trường cạnh tranh nên một nhà cung cấp dịch vụ mới cần chuẩn bị tinh thần: - Khó thâm nhập vào thị trường hơn. - Tiếp thị nhiều hơn và phí tổn bán hàng cao hơn. Những lưu ý khác: Dải tần được cấp phép để giảm thiểu khả năng gây nhiễu.
Ngoại ô	- Mật độ khách hàng tiềm tàng của WiMAX vừa phải. - Tỷ lệ hộ gia đình cá nhân cũng cao hơn... - Có các khu kinh doanh, dãy hàng quán...vv. - Cable Modem và mạng xDSL có thể không phổ biến. - Bán kính mạng WiMAX tăng nhưng dung lượng vẫn hạn chế do dải tần bị giới hạn. Nhà cung cấp dịch vụ mới có thể trông đợi: Khả năng thâm nhập thị trường cao hơn ở thành thị đôi chút.
Đô thị cũ	- Các vùng cư trú lân cận có mức sống cao hơn với mật độ hộ dân cư từ vừa phải tới trung bình. - Ít cơ sở kinh doanh hơn. - Lượng máy tính, điện thoại di động vv... tập trung cao. - Cable Modem và mạng xDSL không phổ biến. - Kích cỡ mạng WiMAX lớn hơn, địa thế và tầm truyền đạt có thể bị hạn chế hơn. - Nghiên cứu về ảnh hưởng của kiến trúc, môi trường

	v.v... là điều kiện cần thiết, do đó có thể phải tăng thêm chi phí phát triển địa bàn - Tỷ lệ người dân đi làm hàng tháng tới các vùng thành thị và ngoại ô cao. - Hy vọng thâm nhập thị trường truy nhập Internet cố định cao hơn.
Nông thôn	- Xa vùng trung tâm chính. - Kinh doanh hộ gia đình, nhỏ lẻ. - Cable Modem hay mạng xDSL nếu có cũng rất ít (Truy cập Internet chủ yếu qua quay số điện thoại <dial-up> hoặc vệ tinh). - Nhu cầu truy cập Internet cao nhưng bị kìm hãm. - Cạnh tranh hạn chế. Nhà cung cấp dịch vụ mới có thể hy vọng: - Khả năng thâm nhập thị trường của WiMAX rất cao và tốc độ tiếp nhận nhanh. Những lưu ý khác: Các kênh kết nối tốc độ cao với mạng trung tâm có thể là một thách thức.

Bảng 4.1: Đặc điểm của từng vùng

4.1.2 Các dịch vụ cung cấp

WiMAX là mạng không dây phủ sóng một vùng rộng lớn, thuận tiện cho việc triển khai mạng nhanh, thuận lợi và có lợi ích kinh tế cao so với việc kéo cáp, đặc biệt là vùng có địa hình phức tạp. Vì vậy mạng truy nhập không dây băng rộng WiMAX sẽ đáp ứng được các chương trình phổ cập Internet ở các vùng sâu, vùng xa, nơi có mật độ dân cư thưa. Đối với các vùng mật độ dân cư vừa phải (Ngoại vi các thành phố lớn nơi đòi hỏi cung cấp đa dịch vụ với chất lượng được đảm bảo) thì việc triển khai WiMAX để cung cấp các dịch vụ đa

phương tiện sẽ nhanh và có hiệu quả kinh tế cao hơn và với việc cung cấp băng thông rộng sẽ đáp ứng được các yêu cầu về chất lượng. WiMAX có những ưu thế vượt trội so với các công nghệ cung cấp dịch vụ băng thông rộng hiện nay về tốc độ truyền dữ liệu và giá cả thấp do cung cấp các dịch vụ trên nền IP. Với khả năng truy nhập từ xa, tốc độ dữ liệu cao đáp ứng đa dạng các dịch vụ như Internet tốc độ cao, thoại qua IP, video luồng/chơi game trực tuyến cùng với các ứng dụng cộng thêm cho doanh nghiệp như hội nghị truyền hình và giám sát video, mạng riêng ảo bảo mật... WiMAX phù hợp với các ứng dụng truy cập xách tay, với sự hợp nhất trong các máy tính xách tay và PDA, cho phép truy nhập không dây băng rộng ngoài trời ở các khu vực đô thị, đồng thời cũng thích ứng với các ứng dụng truy nhập băng rộng cố định ở những vùng xa xôi, hẻo lánh.

4.1.3 Tốc độ tiếp nhận thị trường

Nói chung phải mất một thời gian thì khách hàng mới sẵn sàng bỏ tiền ra sử dụng một công nghệ mới, một dịch vụ mới. Đối với một số khách hàng, dịch vụ hoặc nhà cung cấp dịch vụ phải được kiểm tra kỹ lưỡng trước khi họ đăng ký sử dụng. Điện thoại di động và gần đây hơn là Wi-Fi (IEEE 802.11) đã giúp đặt nền móng để khách hàng tiếp nhận truy nhập Internet không dây. Vì thế, hy vọng công nghệ WiMAX sẽ có tốc độ tiếp nhận nhanh chóng. Nhà cung cấp dịch vụ chịu trách nhiệm đến mức độ nào đối với dịch vụ cũng sẽ ảnh hưởng rõ rệt đến tốc độ tiếp nhận công nghệ và dịch vụ. Những vùng hiện nay được đáp ứng ít hơn về dịch vụ sẽ có tốc độ tiếp nhận nhanh hơn những vùng hiện nay đã được đáp ứng đầy đủ.

4.1.4 Lựa chọn dải tần số

Quyết định then chốt trong việc lựa chọn phổ tần là có nên sử dụng phổ tần được cấp phép hay không. Việc sử dụng phổ tần được cấp phép có lợi thế rõ ràng là bảo vệ bạn khỏi bị các nhà cung cấp dịch vụ không dây khác gây trở ngại. Nhưng nó có bất lợi là phải làm thủ tục trong quá trình cấp phép. Quá

trình này tùy thuộc vào quy định của từng quốc gia, có thể rất đơn giản và nhanh chóng, nhưng cũng có thể phức tạp và rườm rà. Tại những nước tiến hành bán đấu giá thì những vùng được ưa thích có thể rất đắt.

Nhà cung cấp dịch vụ mạng không dây sử dụng phổ tần không được cấp phép có lợi thế là có thể triển khai công việc ngay lập tức, nhưng lại có nguy cơ bị các nhà cung cấp dịch vụ mạng không dây gần đây gây trở ngại sau này. Nói chung, chúng ta vẫn có cảm giác là sử dụng phổ tần có cấp phép được chuộng hơn ở những vùng trung tâm chính nơi mà có thể có rất nhiều nhà cung cấp dịch vụ mạng không dây. Mặt khác, lựa chọn phổ tần không cấp phép thường là đúng đắn ở những vùng nông thôn, nơi mà có ít nhà cung cấp dịch vụ hơn. Ở những vùng này, có thể dễ dàng giảm bớt trở ngại thông qua sự phối hợp tần số giữa các nhà cung cấp dịch vụ. Có một kinh nghiệm hay khi triển khai bằng phổ tần không cấp phép là sắp xếp các khu trung tâm sao cho không bị sử dụng quá một nửa băng thông có sẵn. Điều này hỗ trợ cho việc sử dụng cách thức lựa chọn kênh tự động để có thể lựa chọn được các kênh một cách tự động mà không bị các nhà cung cấp dịch vụ khác gây trở ngại.

Ba dải tần số được chú ý hàng đầu với những quy định phổ biến ngày nay là:

- Dải 5,8 GHz miễn cấp phép (Tại Mỹ được biết đến là dải hạ tầng thông tin quốc gia vũ trụ (UNII)).
- Dải 2,5 GHz có cấp phép (Tại Mỹ được biết đến là dải dịch vụ phân phối nhiều điểm (MDS), hay còn gọi là dịch vụ Radio băng thông rộng (BRS)).
- Dải 3,5 GHz có cấp phép.

4.1.5 Các khoản chi phí đầu tư

Các khoản chi phí đầu tư mà chúng ta cần quan tâm khi triển khai dịch vụ WiMAX là các chi phí để đầu tư các trang thiết bị như : Trạm cơ sở, mạng biên và mạng trung tâm

Khi chúng ta tiến hành triển khai trên địa bàn nguyên sơ, chúng ta phải tính đến một khoản tiền đầu tư cho các thiết bị mạng trung tâm và mạng biên cùng với thiết bị chuyên biệt của WiMAX. Hầu hết những thiết bị này đều phải nằm đúng vị trí thích hợp trước khi giới thiệu dịch vụ. Không cần thiết lắp đặt trạm cơ sở và các thiết bị tại trạm cơ sở ngay từ đầu, nhưng có thể triển khai qua một khoảng thời gian để hướng tới các phân đoạn thị trường riêng biệt hoặc những vùng địa lý mà nhà cung cấp dịch vụ quan tâm. Mặc dù vậy, ở vùng trung tâm cũng nên lắp đặt đầy đủ một số trạm cơ sở nhằm chiếm lĩnh một thị trường đủ lớn để nhanh chóng khắc phục các chi phí hạ tầng cố định. Trong trường hợp các dịch vụ cố định đòi hỏi nhà cung cấp dịch vụ lắp đặt CPE ngoài trời với Antenna định hướng thì cũng nên xác định vị trí và triển khai các trạm cơ sở bằng cách nào đó để giảm thiểu khả năng phải chèn thêm các trạm cơ sở khác trên cùng một vùng phủ sóng để tăng thêm dung lượng. Nếu công suất sóng đủ mạnh, có thể tăng dung lượng trạm cơ sở đơn giản bằng cách thêm các kênh bổ sung vào tất cả hoặc một số trạm cơ sở đã được lựa chọn khi cần để làm cho dung lượng trạm cơ sở phù hợp với đòi hỏi ngày càng tăng của khách hàng. Đây là cách thức lý tưởng để triển khai từng giai đoạn và tăng dung lượng mạng lưới không dây đáp ứng lượng khách hàng ngày càng tăng. Tại những vùng trung tâm quá lớn, nhà cung cấp dịch vụ có thể lựa chọn triển khai các trạm cơ sở trong vài năm để dần trải vốn đầu tư bằng cách phân chia vùng thành các khu vực địa lý nhỏ và phủ sóng trọn vẹn một vùng trước khi chuyển sang vùng tiếp theo.

Chúng ta cũng cần chú ý đến kết nối trực mạng không dây giữa các điểm được triển khai tại mỗi trạm cơ sở tới một điểm lân cận hoặc nút mạng để kết nối với mạng lưới trung tâm. Có thể thực hiện kết nối này bằng đường

dây thuê bao E1/T1, trong trường hợp đó, sẽ xuất hiện chi phí vận hành hơn là chi phí đầu tư.

4.1.6 Thiết bị đầu cuối

Các nhà sản xuất WiMAX sẽ cung cấp thiết bị đầu cuối (CPE) có cấu hình và đặc điểm cổng đa dạng để đáp ứng nhu cầu của các phân đoạn thị trường khác nhau do đó sẽ xuất hiện loại CPE hộ gia đình dạng trọn bộ có thể tự lắp đặt trong nhà hoặc dạng cấu hình trong nhà / ngoài trời với Antenna thu cao để sử dụng ở những địa bàn khách hàng có cường độ nhận tín hiệu thấp hơn. CPE cho SME (Doanh nghiệp vừa và nhỏ) nói chung sẽ được cấu hình với cổng T1/E1 cộng với cổng Ethernet 100MB. Đối với trường hợp kinh doanh, những thiết bị này có giá cao hơn, và tốc độ cũng cao hơn.

Khi kinh doanh chúng ta cần tính đến giá thành của các thiết bị đầu cuối cũng như sự giảm giá hàng năm.

4.1.7 Các khoản chi phí vận hành

Các khoản chi phí vận hành bao gồm:

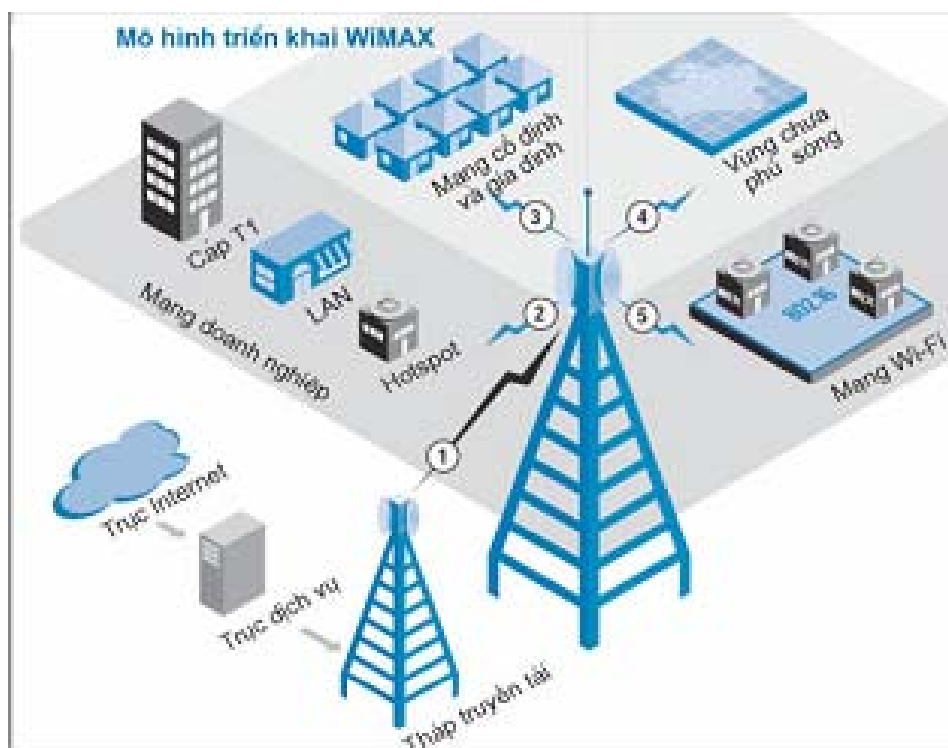
- Chi tiêu bán hàng và tiếp thị (Gồm cả khoản hỗ trợ kỹ thuật cho khách hàng).
- Điều hành mạng lưới.
- Bảo dưỡng thiết bị.
- Lắp đặt và đặt mua trạm cơ sở.
- Lắp đặt và đặt mua CPE.
- Chi phí thuê địa bàn đặt trạm cơ sở.

4.1.8 Một số kết luận khi triển khai kinh doanh dịch vụ WiMAX

Qua phân tích các yếu tố cần quan tâm khi triển khai dịch vụ, chúng ta rút ra một số kết luận sau:

- Có thể thực hiện thành công trường hợp kinh doanh với mạng dịch vụ WiMAX trong rất nhiều môi trường dân cư đa dạng.

- Hướng tới thị trường SME cùng với thị trường hộ dân cư là một quyết định kinh doanh đúng đắn. Nó không những rút ngắn thời gian thu hồi vốn mà còn giảm bớt rủi ro đầu tư vì các lực lượng cạnh tranh ở hai thị trường này là tương đối độc lập.
- Cung cấp các kết nối trực cho các điểm truy nhập Wi-Fi không phải là một ngành kinh doanh độc lập có thể đứng vững được và không đóng góp nhiều cho trường hợp kinh doanh kết hợp với thị trường hộ dân cư và SME. Tuy nhiên, nó tiêu biểu cho nguồn thu nhập bổ sung đáng kể với mức đầu tư vốn bổ sung rất ít. Đó cũng là một ngành kinh doanh, quảng cáo và sử dụng ngành này rất hiệu quả để thực hiện được những hợp đồng dài hạn với các nhà cung cấp dịch vụ Wi-Fi để phủ sóng toàn bộ một khu vực địa lý.
- Nếu nhà cung cấp dịch vụ lựa chọn vùng chưa hề có dịch vụ để triển khai thì mật độ thấp hơn và khu vực được đáp ứng chưa đầy đủ đòi hỏi đầu tư ban đầu ít hơn, hoàn vốn nhanh hơn và cũng có thể triển khai bằng dải tần không cấp phép với khả năng rủi ro bị nhiễu sóng ít nhất. Khu vực này cũng tạo cơ hội cho nhà cung cấp dịch vụ mới gây dựng uy tín về chất lượng dịch vụ tại một môi trường có tỷ lệ rủi ro thấp trước khi triển khai ở những khu vực thành thị cạnh tranh cao hơn. Tuy nhiên, một điều báo trước đối với chiến lược này là những khu vực cạnh tranh cao bị bỏ qua càng lâu thì các nhà cung cấp những dịch vụ xDSL và Cable Modem hiện có càng trở nên vững chắc.
- Tại những nước đang phát triển, do thiếu lựa chọn công nghệ phù hợp và nhu cầu sử dụng nên nhà cung cấp dịch vụ có thể trông đợi mức thâm nhập vào thị trường cao hơn và tốc độ tiếp nhận thị trường nhanh hơn.



Hình 4.1: Mô hình triển khai WiMAX

4.2 Tình hình triển khai công nghệ WiMAX ở một số nước trên thế giới

Hiện có rất nhiều cuộc thử nghiệm công nghệ WiMAX đang được tiến hành trên khắp thế giới. Trong năm 2005, Công ty Towerstream đã triển khai cung cấp WiMAX cho một loạt các thành phố lớn ở Mỹ như: Los Angeles, New York, Chicago, Boston, Providence (Rhode Island), San Francisco và Công ty Sprint and Speakeasy.net cung cấp tại Seattle. Do điều kiện địa lý, việc triển khai kết nối Internet băng rộng thông qua các kênh thuê bao kỹ thuật số (xDSL) hoặc Cable Modem tại Seattle là một giải pháp tốn kém, ít khả thi. Trong bối cảnh đó, Seattle đã mạnh dạn triển khai WiMAX. Dự kiến vào cuối thập kỷ này, kết nối băng rộng không dây sẽ hiện diện ở hầu hết các khu vực trên nước Mỹ. Ở Canada, trường đại học Winnipeg thử nghiệm dịch vụ WiMAX với thiết bị do Redline cung cấp. Tại Trung Quốc cũng có 2 dự án “tiền WiMAX” ở Đại Liên và Thành Đô. Trong năm nay, sẽ có thêm một số dự án WiMAX đi vào hoạt động như nhà cung cấp Entel ở Chile, Telecom ở

Colombia phủ sóng WiMAX ở một loạt thành phố như Bucaramanga, Bogota, Medellin và Cali. Các quốc gia ASEAN cũng đang đẩy mạnh thử nghiệm WiMAX trong khuôn khổ chương trình "Tầm nhìn Đông Nam Á số (D-ASEAN)". Chương trình triển khai thử nghiệm ở Malaysia, Thái Lan và Philippines vào cuối năm 2005, tại Indonesia và Việt Nam vào năm 2006.

Đặc biệt tại Hàn quốc, dịch vụ WiMAX đã chính thức được triển khai. Các hãng viễn thông nước này bắt đầu kinh doanh dịch vụ Wibro, một biến thể của WiMAX, tại thủ đô Seoul. Đây được coi là cơ hội đầu tiên để so sánh hệ thống truy cập mạng không dây phạm vi rộng với các công nghệ cạnh tranh khác. Một số dịch vụ Internet không dây thương mại đã được cung cấp qua các hotspot ở Seoul nhưng WiMAX vẫn có nhiều lợi thế. Nó đạt tốc độ trao đổi dữ liệu vài megabit mỗi giây, phạm vi phủ sóng 1 km và có thể hoạt động trong các phương tiện đang di chuyển với vận tốc 120 km/giờ. WiBro bước đầu sẽ được thiết lập tại khu vực trung tâm, trường đại học và các tuyến giao thông công cộng chính trong thành phố. Cước dịch vụ cơ bản mà công ty truyền thông KT đưa ra là 16 USD/tháng cho 300 MB dữ liệu tải về đầu tiên, mỗi megabyte tiếp theo có giá 0,07 USD. Để sử dụng dịch vụ, khách hàng sẽ phải mua thẻ trị giá từ 170 USD đến 300 USD để cài vào máy tính xách tay.

4.3 Triển khai công nghệ WiMAX ở Việt Nam

WiMAX là công nghệ truy cập không dây băng rộng có khả năng cung cấp các dịch vụ từ cố định đến di động với tốc độ hàng Mbps tới người dùng đầu cuối trong vòng bán kính phủ sóng hàng km, giá cả thấp do cung cấp các dịch vụ trên nền IP. WiMAX được đề cập khá nhiều trong thời gian gần đây như một công nghệ có khả năng chiếm lĩnh thị trường viễn thông, vượt trội so với các công nghệ khác nhất là trong xu thế hội tụ công nghệ, hội tụ dịch vụ, truyền thông đa phương tiện. WiMAX là công nghệ hứa hẹn, giúp khai thác nhiều loại hình dịch vụ (Đa dịch vụ) trên nền băng rộng tốc độ cao. Mặt khác, với khả năng phủ sóng rộng, WiMAX có lợi cho việc triển khai các dịch vụ

viễn thông và Internet tại những vùng sâu, vùng xa, vùng có địa hình phức tạp, không có điều kiện kéo cáp.

Tuy nhiên, việc triển khai WiMAX ở Việt Nam không phải là dễ dàng. Để đáp ứng được tốc độ và dung lượng như của WiMAX thì phổ tần cho dịch vụ này phải rất lớn. Hiện nay, nhiều băng tần có thể dùng cho WiMAX ở Việt Nam đã được dùng cho các dịch vụ khác. Ví dụ các băng tần dưới 1GHz được nhận định là phù hợp với WiMAX thì ở Việt Nam, hệ thống truyền hình (Với rất nhiều đài địa phương) lại chiếm rất nhiều. Trong khi đó, Việt Nam vẫn cấm chuyển nhượng giấy phép về tần số. Băng tần 2500-2690 MHz cũng được xem là có triển vọng với WiMAX nhưng cần sắp xếp lại. Băng tần 2300-2400 MHz có thể dùng được, nhưng thế giới lại ít dùng, do đó nếu Việt Nam dùng thì sẽ không có nơi cung cấp thiết bị đầu cuối v.v... Do đó, chúng ta sẽ phải thử nghiệm các băng tần cho WiMAX. Nếu băng tần nào chứng minh được hiệu quả sử dụng dịch vụ này và phù hợp với thế giới thì sẽ chuyển các dịch vụ khác ra khỏi băng tần đó.

Bên cạnh những ưu thế vượt trội so với các công nghệ cung cấp dịch vụ băng rộng hiện nay, WiMAX có những nhược điểm như: Giá thiết bị đầu cuối còn đắt, trong thời gian tới chưa thể giảm ngay; do khả năng linh hoạt của WiMAX, việc chuẩn hoá thiết bị khó đồng nhất, nên số lượng các nhà sản xuất thiết bị đầu cuối hạn chế; WiMAX dựa trên nền IP nên việc kết nối, đánh số, chất lượng dịch vụ, bảo mật và an toàn mạng cần nghiên cứu cụ thể; quản lý chất lượng và bảo mật còn nhiều thứ chưa chuẩn. Để sử dụng một cách hiệu quả tài nguyên viễn thông, tránh lãng phí và để phù hợp với quy hoạch, Bộ BCVT hiện mới chỉ cấp phép thử nghiệm WiMAX cố định tiêu chuẩn 802.16 - 2004 ở băng tần 3,3 GHz - 3,4 GHz nhằm đánh giá công nghệ và khả năng thương mại các dịch vụ trên nền WiMAX. Việc cấp phép thiết lập mạng cung cấp dịch vụ viễn thông công nghệ WiMAX sẽ được xem xét sau khi đánh giá các khía cạnh của báo cáo, kết quả thử nghiệm.

Hiện có 4 doanh nghiệp được cấp phép thử nghiệm công nghệ WiMAX cố định băng tần 3,3 GHz gồm: Tổng công ty Bưu chính Viễn thông Việt Nam-VNPT, Tổng công ty truyền thông đa phương tiện-VTC, Công ty cổ phần viễn thông FPT Telecom, Tổng công ty viễn thông quân đội-Viettel.

WiMAX là một công nghệ mới, đang trong quá trình xây dựng, thử nghiệm để tiến tới hoàn thiện. Việc lựa chọn công nghệ, giải pháp và thiết bị sẽ do các nhà khai thác quyết định. Vấn đề quan trọng hiện nay của các nhà khai thác Việt Nam là việc lựa chọn được thiết bị hợp chuẩn và tần số cấp phép. Sự thành công của WiMAX cần thời gian để có câu trả lời và nếu thử nghiệm thành công thì đây sẽ là một cơ hội tốt cho Việt Nam để đi tắt đón đầu, triển khai các dịch vụ với công nghệ hiện đại và để tham gia thị trường sản xuất công nghiệp các thiết bị phục vụ cho công nghệ này.

Ngày 14/06/2006 tại Hà Nội, công ty Intel, công ty Điện toán và truyền số liệu (VDC) và cơ quan hợp tác phát triển quốc tế Hoa Kỳ tại Việt Nam (USAID) đã ký kết bản ghi nhớ phối hợp triển khai thực hiện ứng dụng công nghệ không dây băng thông rộng thế hệ mới, nhằm mục đích nâng cao nâng cao đời sống, phát triển kinh tế nông thôn và các khu vực vùng sâu, vùng xa của Việt Nam. Địa điểm đầu tiên được chọn để triển khai thử nghiệm công nghệ này là tỉnh Lào Cai.

Ba đối tác trên sẽ hợp tác với nhau (Trong dự án kéo dài 8 tháng triển khai thử nghiệm công nghệ WiMAX và cung cấp thí điểm dịch vụ này trong thời gian từ tháng 7 đến hết tháng 12 năm 2006), trong đó sử dụng một trạm phát chính và khoảng 20 trạm kết nối dân dụng tại tỉnh Lào Cai. Các chương trình khác cũng đang trong giai đoạn lập kế hoạch sử dụng vệ tinh để kết nối, mở rộng WiMAX đến những vùng sâu, vùng xa. Hai dịch vụ sẽ được cung cấp trước mắt là truy cập Internet và các ứng dụng thoại qua IP...

Hiện các công việc chuẩn bị tại tỉnh Lào Cai như: Khảo sát thiết kế, mua sắm thiết bị và đấu nối đã dần hoàn thiện. Một trạm phát sóng đã được

đặt tại Bưu điện Lào Cai với khả năng kết nối bán kính 5 km, bước đầu dành cho các đối tượng ưu tiên kết nối gồm: 6 trường học, 3 cơ sở y tế, 2 trung tâm cộng đồng, 2 doanh nghiệp vừa và nhỏ, 4 chính quyền địa phương và 1 gia đình nông dân. Trong số 5 tỉnh được lựa chọn thử nghiệm gồm: Hà Nội, Đà Nẵng, thành phố Hồ Chí Minh, Lào Cai và Bắc Ninh, Lào Cai đã là tỉnh đầu tiên được triển khai dịch vụ. Như vậy, WiMAX đã chính thức được cung cấp sớm hơn so với dự kiến là năm 2007.

WiMAX với thế mạnh là phủ sóng Internet rộng, không cần cứ vào địa hình bằng phẳng hay hiểm trở, nên rất phù hợp cho việc phổ cập Internet băng thông rộng tại mọi miền đất nước, kể cả các vùng sâu, vùng xa của Việt Nam. WiMAX cũng được coi là công nghệ lý tưởng cho toàn bộ khu vực Đông Nam á, giúp các nước trong khu vực thực hiện các mục tiêu cấp thiết như: Chính phủ điện tử, phát triển Giáo dục và Y tế, phát triển nông nghiệp.

4.4 Phương án thử nghiệm công nghệ WiMAX của VNPT tại Lào Cai

4.4.1 Giới thiệu về dự án ABC/LMI WiMAX TRIAL

4.4.1.1 Mục đích

Dự án ABC WiMAX Trial có tên đầy đủ là: Asian Broadband Campaign WiMAX Trial (Dự án thử nghiệm WiMAX trong chiến dịch đưa băng thông rộng đến các nước châu á). Dự án được khởi xướng bởi công ty Intel, hiện là công ty dẫn đầu về công nghệ WiMAX. Intel có mục tiêu giới thiệu công nghệ WiMAX tại Việt Nam, gắn công nghệ WiMAX với thương hiệu Intel.

Tổ chức USAID (US Agency International Development - Cơ quan phát triển quốc tế Mỹ) hiện đang tài trợ cho dự án tên là: LMI (Last Mile Initiative). Mục tiêu của LMI là dùng những tiến bộ khoa học công nghệ trong viễn thông và công nghệ thông tin để giúp những người dân ở các vùng sâu, vùng xa tại các nước đang phát triển có điều kiện tiếp cận Internet và những

ứng dụng công nghệ thông tin hiện đại. USAID hiện đang giúp Việt Nam thông qua dự án LMI với các mục tiêu là:

- Mô hình thử nghiệm LMI trên nền WiMAX: Dùng công nghệ băng thông rộng không dây WiMAX để cung cấp Internet tốc độ cao đến những người dân ở các vùng sâu, vùng xa, nơi mà hệ thống dây dẫn rất khó triển khai và phải đầu tư lớn. LMI quyết định dùng WiMAX như là công nghệ chủ đạo trong thử nghiệm của mình tại Việt Nam.
- Giúp VTF thông qua Case study ABC/LMI WiMAX Trial: hiện nay, USAID đang có kế hoạch giúp đỡ bộ Bưu chính Viễn thông tổ chức quỹ viễn thông công ích (VTF) để quỹ này đầu tư vào những khu vực khó khăn, nơi mà không có nhà khai thác dịch vụ nào muốn làm. Mô hình thử nghiệm LMI trên nền công nghệ WiMAX sẽ là một mô hình mẫu mà qua đó, VTF có thể triển khai đầu tư thuận lợi.

Công ty Điện toán và truyền số liệu (VDC) hiện đang có nhu cầu thử nghiệm công nghệ WiMAX và VDC nhận thấy rằng dự án ABC WiMAX Trial là cơ hội tốt để tiếp cận công nghệ mới này. Bên cạnh đó, dự án thử nghiệm của VDC cũng là một trong những căn cứ để VNPT nhận được giấy phép thử nghiệm WiMAX và tần số thử nghiệm. Sự thành công của dự án ABC WiMAX Trial sẽ là tiền đề để Bộ bưu chính viễn thông (MPT) chính thức cấp phép khai thác dịch vụ dựa trên công nghệ WiMAX cho VNPT.

4.4.1.2 Vai trò các bên tham gia

- **Intel**

Trong dự án thử nghiệm ABC WiMAX Trial tại Việt Nam, Intel có vai trò như sau:

- + Cung cấp giải pháp và thiết bị để thiết lập nên một hệ thống WiMAX hoàn chỉnh.
- + Phối hợp với VDC, US Aid nêu bật ý nghĩa và tầm quan trọng của dự án trên các phương tiện thông tin đại chúng.

- **US Aid**

Trong dự án thử nghiệm ABC WiMAX Trial tại Việt Nam, US Aid có vai trò như sau:

- + Cung cấp giải pháp và thiết bị để thiết lập nên các ứng dụng dựa trên mạng WiMAX trong dự án ABC WiMAX Trial.
- + Phối hợp với VDC, Intel nêu bật ý nghĩa và tầm quan trọng của dự án trên các phương tiện thông tin đại chúng.

- **VDC**

Trong dự án ABC WiMAX Trial, VDC có vai trò thay mặt VNPT tham gia vào dự án. Các đóng góp của VDC và bưu điện tỉnh Lào Cai là đóng góp chung của VNPT đối với dự án.

VDC có trách nhiệm phối hợp cùng với các đối tác để tiến hành khảo sát, thiết lập dự án hoàn chỉnh cũng như triển khai dự án. VDC cũng có trách nhiệm giám sát dự án cho đến khi thời gian thực hiện dự án kết thúc. Sau khi thời gian thực hiện dự án kết thúc, VDC có trách nhiệm làm báo cáo nghiệm thu và cùng với bưu điện tỉnh Lào Cai báo cáo kết quả của dự án lên VNPT.

4.4.1.3 Địa điểm, đối tác địa phương được lựa chọn

- **Địa điểm thực hiện dự án :** Tỉnh Lào Cai.
- **Đối tác địa phương:** UBND tỉnh Lào Cai / Trung tâm công nghệ thông tin tỉnh Lào Cai.

VDC cùng với các chuyên gia của US Aid và Intel đã tiến hành khảo sát kỹ thuật tại Bưu điện Bắc Ninh và khảo sát ứng dụng công nghệ thông tin tại một số điểm đầu cuối vào ngày 16/02/2006.

VDC cùng với các chuyên gia của US Aid và Intel đã tiến hành khảo sát kỹ thuật tại Bưu điện Lào Cai ngày 21/03/2006 và khảo sát ứng dụng công nghệ thông tin tại một số điểm đầu cuối vào ngày 04-06/04/2006.

Hai bưu điện Bắc Ninh và Lào Cai đã hợp tác và giúp đỡ các kỹ thuật viên của VDC nhiệt tình. Về mặt kỹ thuật, hạ tầng viễn thông của Bưu điện Bắc Ninh và Lào Cai đều đáp ứng được yêu cầu của dự án ABC. Tuy nhiên, do yêu cầu của phía US Aid cần các điểm đầu cuối đa dạng về đối tượng sử dụng nên dự án ABC đã được quyết định thử nghiệm tại địa bàn tỉnh Lào Cai. UBND tỉnh Lào Cai đã có công văn chính thức đề nghị Trung tâm công nghệ thông tin tỉnh Lào Cai (LCIT- Lao Cai Information Technology) làm đối tác địa phương trong dự án thử nghiệm này.

4.4.1.4 Qui mô và thời gian thực hiện

- **Qui mô:** 1 trạm gốc (Base Station) và 20 đầu cuối (End user).

Dự án có qui mô bao gồm một trạm gốc (Base Station) được đặt tại bưu điện tỉnh Lào Cai. Trạm gốc này sẽ cung cấp truy nhập Internet cũng như một số ứng dụng dựa trên công nghệ WiMAX. Tổng số điểm đầu cuối dự kiến khoảng 20 điểm trong vòng bán kính 10 km xung quanh tháp Antenna của bưu điện tỉnh Lào Cai.

- **Thời gian dự định thực hiện dự án:** Trong 6 tháng, từ tháng 6 đến tháng 12 năm 2006.

Dự án sẽ kéo dài trong 6 tháng, dự kiến từ tháng 6 đến tháng 12 năm 2006. Sau khi thời gian thử nghiệm kết thúc, các bên tham gia sẽ nghiệm thu kết quả đạt được của dự án.

4.4.2 Những ứng dụng cơ bản của dự án

- **Broadband Internet Access**

Đây là ứng dụng truy nhập Internet tốc độ cao dựa trên mạng WiMAX.

- **VoIP**

Đây là ứng dụng gọi điện thoại qua giao thức IP. Mỗi đầu cuối sẽ được trang bị một điện thoại IP. Các đầu cuối có thể gọi lẫn nhau cũng như gọi đến các thuê bao PSTN trong nội bộ tỉnh Lào Cai và ngược lại.

- **Cổng thông tin điện tử cho cộng đồng (Community Portal)**

Dự án sẽ xây dựng một cổng thông tin điện tử cho cộng đồng, qua đó người dân tham gia thử nghiệm tại tỉnh Lào Cai có một trang Web để quảng bá các sản phẩm, tiềm năng của địa phương và tiếp nhận các công nghệ khuyến nông, phát triển tiểu thủ công nghiệp... Trang Web này cũng là một cổng thông tin để người dân địa phương trao đổi thông tin với cộng đồng trên Internet.

- **Agricultural/Handicraft Database**

Bên cạnh việc xây dựng Web Server, dự án ABC WiMAX Trial cũng tích hợp một cơ sở dữ liệu các công nghệ ứng dụng phát triển nông nghiệp và tiểu thủ công nghiệp vào trang Web để người dân Lào Cai có cơ hội học hỏi kinh nghiệm về chăn nuôi, trồng chọt, làm nghề thủ công từ các địa phương khác cũng như từ các đơn vị nghiên cứu khoa học nông nghiệp, công nghiệp nhẹ.

4.4.3 Phương án kỹ thuật

4.4.3.1 Phương án lựa chọn tần số và thiết bị WiMAX

- **Phương án lựa chọn tần số**

Theo quyết định của Cục tần số vô tuyến điện, Tổng Công ty Bưu Chính Viễn Thông Việt Nam (VNPT) được phân dải tần số như sau:

Đoạn băng tần thứ nhất: 3335,5 – 3342,5 Mhz.

Đoạn băng tần thứ hai: 3385,5 – 3392,5 Mhz

Phương thức song công: FDD hoặc TDD.

Căn cứ theo tài liệu kỹ thuật của thiết bị được lựa chọn thử nghiệm (Alvarion-BreezeMAX 3000) và căn cứ vào dải tần số VNPT được cấp, dự án ABC WiMAX Trial lựa chọn thiết bị hoạt động trong dải tần số như sau:

Band F: Tx = 3331 - 3350 Mhz; Rx = 3381 - 3400 Mhz

Channel Bandwidth: 3.5 Mhz

Phương thức song công: FDD.

- **Phương án lựa chọn thiết bị**

Hệ thống WiMAX trong dự án ABC WiMAX Trial bao gồm 1 trạm gốc và 20 đầu cuối. Thiết bị được sử dụng là thiết bị WiMAX của hãng Alvarion có thương hiệu là: BreezeMAX.

Tại trạm gốc sẽ có các loại thiết bị sau đây:

- + **Micro Base Station-B-MAX Indoor Equipment:** Là thiết bị thuộc trạm gốc, được đặt trong phòng máy để kết nối với IP Backbone nhằm cung cấp Internet và kết nối với hệ thống quản lý WiMAX (NMS – Network Management System).
- + **Base Station-B-MAX Outdoor Equipment:** Là thiết bị thuộc trạm gốc, được treo trên cột Antenna để chuyển đổi giữa tín hiệu IP và tín hiệu sóng WiMAX.
- + **BTS Antenna:** Là WiMAX Antenna, được treo trên cột Antenna ở một độ cao nhất định để phủ sóng trong một bán kính nhất định.
- + **Antenna cables:** Là cáp truyền tín hiệu BTS Antenna đến Base Station-B-MAX Outdoor Equipment.
- + **Indoor-Outdoor Cable BST:** Là cáp truyền tín hiệu điện (theo chuẩn CAT5) từ Base Station-B-MAX Outdoor Equipment đến Micro Base Station-B-MAX Indoor Equipment.
- + **Subscriber Units-B-MAX-Indoor Equipment:** Là thiết bị thuộc CPE (Customer Premise Equipment); thiết bị này được đặt trong nhà/văn phòng, có chức năng cung cấp Internet băng rộng như Router, DHCP.
- + **Subscriber Units-B-MAX-Outdoor Equipment:** Là thiết bị thuộc CPE; thiết bị này được tích hợp cả Antenna để truyền và nhận tín hiệu WiMAX. Tín hiệu sóng sau khi qua thiết bị này sẽ được chuyển đổi thành tín hiệu điện và truyền đến thiết bị Indoor.

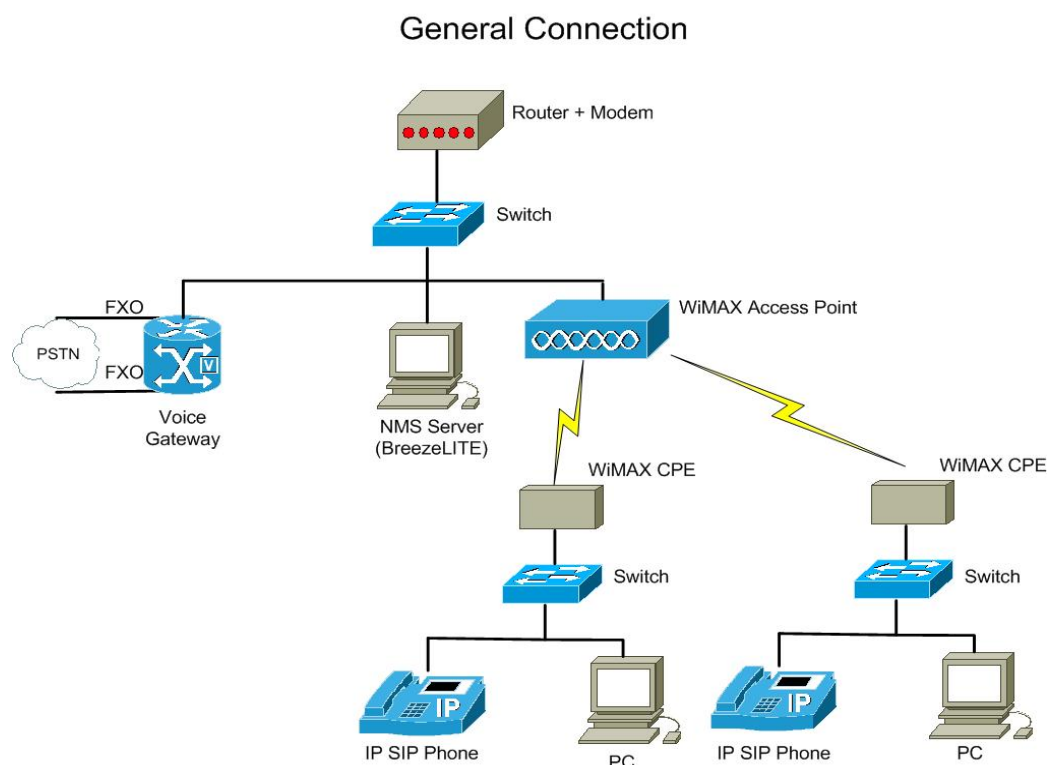
+ **Indoor-Outdoor Cable CPE:** Là cáp truyền tín hiệu điện (theo chuẩn CAT5) từ thiết bị Subscriber Units-B-MAX-Outdoor Equipment đến thiết bị Subscriber Units-B-MAX-Indoor Equipment.

+ **BreezeLITE for BMAX:** Là bộ phần mềm để quản lý các CPE. Bộ phần mềm này cần cài đặt trên một máy tính và có kết nối Internet đến thiết bị Micro Base Station-B-MAX Indoor Equipment. Thông qua phần mềm, người quản trị mạng có thể quan sát và thống kê về tình hình sử dụng của các CPE.

4.4.3.2 Sơ đồ kết nối tổng thể

Hệ thống WiMAX Base Station được đặt tại Đài viễn thông của Bưu điện tỉnh Lào Cai. Tại đây, WiMAX Access Point được nối vào IP Backbone thông qua một Modem ADSL. Bên cạnh đó, WiMAX Access Point cũng được kết nối với một máy tính (NMS Server) chạy phần mềm BreezeLITE để quản lý các CPE và kết nối với một Voice Gateway để chuyển lưu lượng VoIP đến mạng PSTN và ngược lại.

Tín hiệu IP sau khi qua WiMAX Access Point sẽ được chuyển đổi thành tín hiệu sóng và truyền đến các CPE. Các CPE sau khi nhận được tín hiệu sóng WiMAX sẽ chuyển đổi thành tín hiệu IP và cung cấp truy nhập Internet cho các PC và các ứng dụng dựa trên Internet như VoIP.

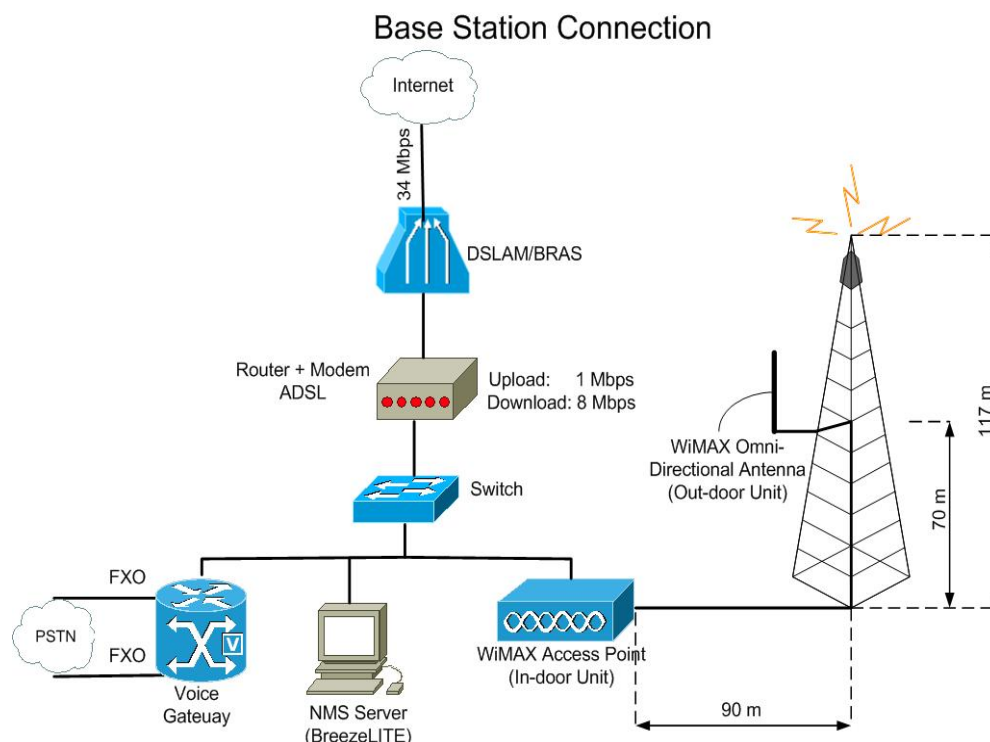


Hình 4.2: Sơ đồ kết nối tổng thể

4.4.3.3 Phương án triển khai tại trạm gốc (Base Station)

Hệ thống WiMAX Base Station sẽ được đặt tại Đài Viễn Thông của Bưu điện tỉnh Lào Cai. WiMAX Antenna và Base Station B-MAX-Outdoor Equipment sẽ được gắn trên tháp Antenna của Bưu điện Lào Cai. Hiện nay, Lào Cai đang có một tháp Antenna với độ cao 117 m. Do địa hình của Lào Cai là địa hình đồi núi nên tất cả các loại Antenna hiện tại gắn trên tháp Antenna đều có độ cao so với mặt đất là trên 70m. Vì vậy, hai thiết bị WiMAX trên cũng sẽ được gắn vào tháp Antenna với độ cao từ 70-80 m so với mặt đất. Khoảng cách từ chân tháp Antenna vào đến phòng máy là 90 m nên dây cáp nối giữa B-MAX-Indoor Equipment và B-MAX-Outdoor Equipment là: 160-170m.

Tại phòng máy của Đài Viễn Thông Lào Cai sẽ có những thiết bị sau đây: Modem ADSL, B-MAX-Indoor Equipment, Switch, NMS Server, Voice Gateway.



Hình 4.3: Sơ đồ kết nối tại trạm gốc (Base Station)

Hệ thống WiMAX của dự án ABC WiMAX Trial sẽ được kết nối vào IP Backbone bằng một đường ADSL đặc biệt. Về mặt vật lý, đường ADSL này sẽ được kết nối vào DSLAM/BRAS như một thuê bao ADSL bình thường. Đường ADSL này sẽ khác với các thuê bao ADSL thông thường ở 2 điểm:

- Đường ADSL sẽ được cấu hình tại DSLAM/BRAS để cho tốc độ Download lên đến 8 Mbps, tốc độ Upload là 1 Mbps. Việc lựa chọn tốc độ Down/Up (8/1 Mbps) cho hệ thống WiMAX do cân đối với tổng băng thông Internet hiện tại Lào Cai đang có (34 Mbps) và khả năng tài chính của dự án.
- Modem ADSL, Voice Gateway, NMS Server và WiMAX Access Point đều được gán địa chỉ Static Global IP address để thuận tiện cho việc quản lý từ xa.

NMS Server chạy phần mềm BreezeLITE sẽ giúp cho các kỹ sư của bưu điện Lào Cai cũng như VDC có thể quản lý việc truy nhập vào ra của các CPE.

Thiết bị Voice Gateway là thiết bị có chức năng chuyển đổi giữa lưu lượng giữa mạng IP và mạng PSTN. Thiết bị Voice Gateway này sẽ được kết nối vào mạng WiMAX bằng một giao diện RJ45 và kết nối tới mạng PSTN bằng hai line điện thoại. Chi tiết về cơ chế hoạt động của Voice Gateway sẽ được giải thích trong mục: “Phương án triển khai ứng dụng VoIP”.

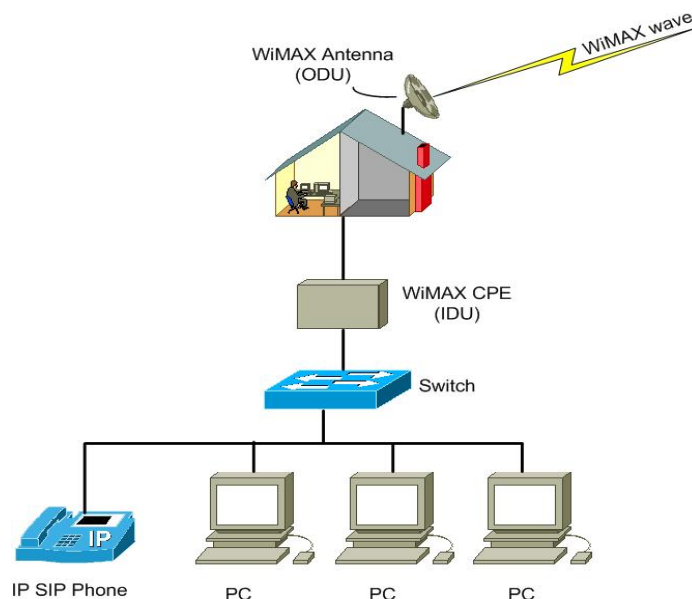
4.4.3.4 Phương án triển khai tại người dùng đầu cuối (End user)

Tại mỗi điểm đầu cuối, thiết bị Subscriber Outdoor Unit B-MAX-Outdoor Equipment (Là thiết bị bao gồm cả WiMAX Antenna) sẽ được gắn trên nóc nhà End user. Thiết bị Antenna sẽ hướng về tháp Antenna của bưu điện tỉnh Lào Cai. WiMAX Antenna tại phía End user có thể trong tầm nhìn thẳng (LOS) hoặc không trong tầm nhìn thẳng (NLOS) đến tháp Antenna của bưu điện tỉnh Lào Cai.

Thiết bị Subscriber Indoor Unit B-MAX-Indoor Equipment sẽ được đặt trong nhà của End user. Thiết bị này có chức năng như một Router. Thiết bị Outdoor và thiết bị Indoor sẽ được kết nối với nhau bằng dây cáp truyền tín hiệu điện (Theo chuẩn CAT5).

Thiết bị Indoor Unit sẽ được nối với một Switch và sau đó sẽ được nối tới các máy tính và thiết bị VoIP Phone. Ngoài ra một số thiết bị Indoor Unit có tích hợp sẵn cổng ATA để có thể kết nối trực tiếp với điện thoại thông thường, cho phép gọi VoIP.

Connection at End-user

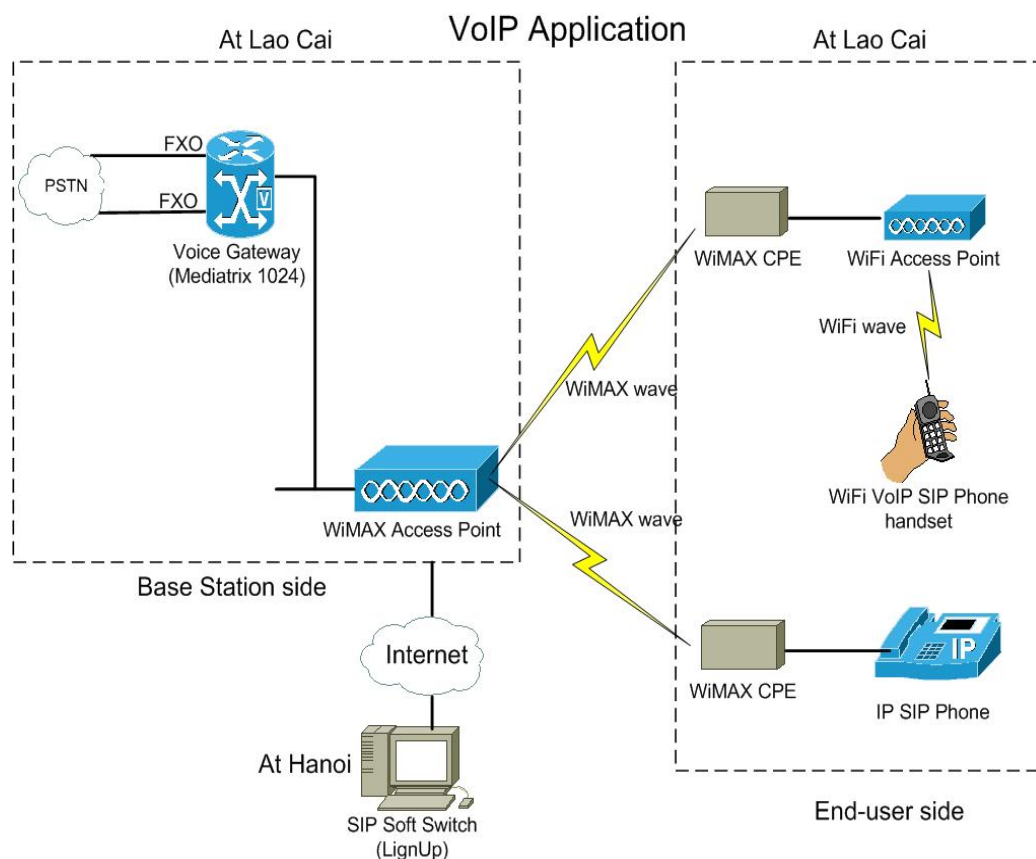


Hình 4.4: Sơ đồ kết nối tại người dùng đầu cuối (End-user)

4.4.3.5 Phương án triển khai ứng dụng VoIP

Ứng dụng VoIP sẽ được thử nghiệm triển khai một cách độc lập với mạng truyền dẫn (WiMAX). Việc ứng dụng VoIP được triển khai một cách độc lập có ý nghĩa quan trọng vì sau này, khi WiMAX được triển khai thành dịch vụ thì các WiMAX CPE sẽ do các nhà sản xuất thiết bị khác nhau sản xuất, nếu phụ thuộc thiết bị thì sẽ rất khó cung cấp các dịch vụ giá trị gia tăng trên nền WiMAX như VoIP.

Về mô hình ứng dụng thì mỗi người dùng đầu cuối (End user) sẽ được trang bị một hoặc một vài IP Phone hoặc IP Phone handset. Các thiết bị IP Phone này được đánh số nội bộ và có thể gọi lẫn nhau. Khi các IP Phone này thực hiện cuộc gọi đến một thuê bao PSTN thì sẽ bấm một số Extension sau đó bấm số cần gọi. Khi các thuê bao từ PSTN muốn gọi đến IP Phone thì trước tiên quay số đến một trong 2 line thoại được kết nối tới Voice Gateway, sau đó thì bấm số IP Phone cần gọi.



Hình 4.5: Sơ đồ kết nối cho ứng dụng VoIP

Cơ chế làm việc của mạng VoIP trong dự án ABC WiMAX Trial như sau:

Tại VDC sẽ đặt một SIP Server (Phần mềm và thiết bị phần cứng do USAID trang bị), SIP Server có nhiệm vụ trao đổi tín hiệu cuộc gọi (Signalling) và quản lý các thuê bao IP Phone. Phần mềm này được cung cấp với licence sử dụng trong 1 năm.

Khi các IP Phone muốn gọi lẫn nhau hoặc muốn gọi ra mạng PSTN thì đều truy nhập đến SIP Server để biết được địa chỉ IP của đích đến, sau đó 2 thiết bị gọi và được gọi sẽ làm việc trực tiếp lẫn nhau thông qua giao thức RTP theo mô hình ngang hàng Peer-2-Peer.

Số lượng thuê bao VoIP không quá 40 thuê bao. Số lượng line thoại kết nối tới mạng PSTN là 2 đường. Các đường PSTN làm trung kế được cấu

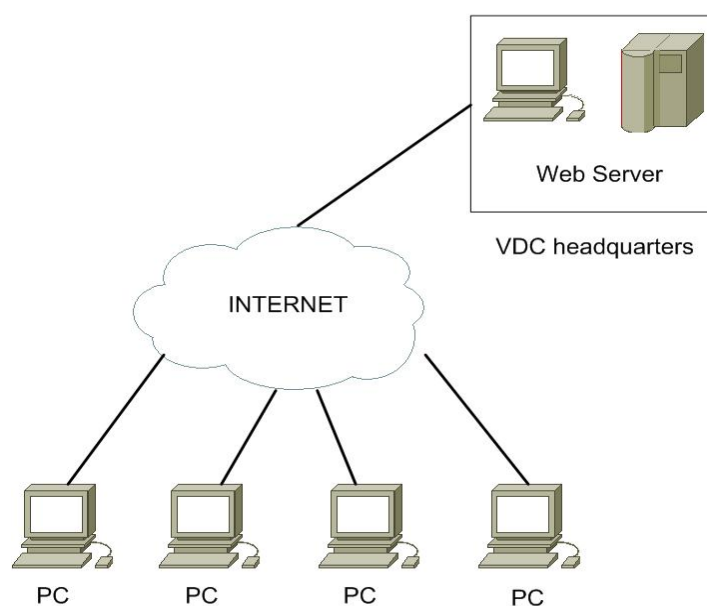
hình chỉ cho phép sử dụng cho các cuộc gọi nội tỉnh trong Lào Cai cả 2 chiều.

Bên cạnh thiết bị IP SIP Phone, dự án ABC WiMAX Trial cũng sẽ tiến hành thử nghiệm Wi-Fi VoIP handset. Đây là thiết bị cầm tay, kết nối tới một Wi-Fi Access Point để thiết lập cuộc gọi VoIP.

Vì ứng dụng VoIP là ứng dụng nhạy cảm về thời gian nên việc áp dụng cả công nghệ WiMAX và Wi-Fi để chạy ứng dụng VoIP là một cơ hội tốt để thử nghiệm tích hợp công nghệ Voice qua các kết nối không dây.

4.4.3.6 Phương án triển khai ứng dụng Community Portal

Web-based Application



Hình 4.6: Sơ đồ kết nối cho ứng dụng Web Server

Toàn bộ nội dung của portal trên server do USAID trang bị và đặt tại hệ thống của VDC. Người dùng đầu cuối (End user) muốn sử dụng tiện ích gì của Web-Server thì sẽ truy cập qua đường Internet tốc độ cao vào Server đặt tại VDC.

4.4.4 Triển khai công việc

4.4.4.1 Công việc khảo sát và thiết kế dự án:

- **Thu thập thông tin:** Thiết lập các kênh thông tin, thu thập thông tin, làm việc với lãnh đạo tỉnh Lào Cai, làm việc với lãnh đạo Sở Bưu chính Viễn thông Lào Cai, với đại diện của các điểm dự kiến tham gia thử nghiệm tại Lào Cai.
- **Khảo sát/thiết kế kỹ thuật:** Tiến hành khảo sát tại Base Station (Bưu điện tỉnh Lào Cai) và các địa điểm đầu cuối. Thiết kế kỹ thuật cho việc đấu nối và triển khai các ứng dụng.
- **Lập dự án:** Thiết kế thành một dự án hoàn chỉnh bao gồm cả phần tài chính và kỹ thuật cho dự án.

4.4.4.2 Đầu tư trang thiết bị cho ứng dụng VoIP

- SIP Server Software: Phần mềm để chạy ứng dụng VoIP.
- SIP Server : Phần cứng để chạy phần mềm SIP Server Software.
- Voice Gateway (Mediatix): Thiết bị để kết nối giữa mạng PSTN và mạng.
- Trang bị thiết bị VoIP đầu cuối cho người dùng (VoIP handset): Thiết bị VoIP đầu cuối cho người dùng là thiết bị VoIP handset. Người dùng đầu cuối sẽ dùng thiết bị này để liên lạc với nhau.
- Trang bị thiết bị Wi-Fi Access Point cho một số đầu cuối: Các Wi-Fi Access Point vừa có chức năng mở rộng truy nhập Internet, vừa có chức năng làm điểm truy nhập cho các Wi-Fi VoIP handset (Thiết bị VoIP cầm tay hoạt động dựa trên mạng Wi-Fi).

4.4.4.3 Đầu tư trang thiết bị cho ứng dụng Community Portal

- Mua Server làm WebServer: Server dùng làm WebServer được đặt tại VDC.
- Mua cơ sở dữ liệu công nghệ: Mua cơ sở dữ liệu về khuyến nông và tiểu thủ công nghiệp.
- Mua PC trang bị cho đầu cuối: Máy tính được trang bị cho 20 điểm thử nghiệm.

- Mua UPS trang bị cho đầu cuối: Bộ lưu điện và ổn áp để đảm bảo cho máy tính hoạt động bình thường trong môi trường điện nông thôn.
- Mua Switch 8 port : Switch được trang bị cho 20 đầu cuối để kết nối tới một vài máy tính và IP Phone.
- Trang bị phần mềm hệ điều hành : Window Server 2003
- Trang bị phần mềm để chạy cơ sở dữ liệu : SQL Server 2000.
- Mua các phụ kiện : Các phụ kiện để vận hành hệ thống như ổ cắm, dây điện vv

4.4.4.4 Công việc vận hành ứng dụng trong thời gian thử nghiệm

- 2 đường trung kế PSTN: Duy trì 2 đường trung kế PSTN trong 6 tháng thử nghiệm.
- Web Server Location: Duy trì chỗ đặt máy chủ Web Server, cung cấp nguồn điện và kết nối tới IP backbone tại VDC trong 6 tháng thử nghiệm.
- VoIP SIP Server Location: Duy trì chỗ đặt máy chủ VoIP SIP Server, cung cấp nguồn điện và kết nối tới IP backbone tại VDC trong 6 tháng thử nghiệm.
- Hỗ trợ kỹ thuật, bảo trì, bảo dưỡng cho 20 điểm đầu cuối: Thuê chuyên gia hỗ trợ tại địa phương trong 6 tháng thử nghiệm.
- Hỗ trợ kỹ thuật cho toàn bộ hệ thống đặt tại VDC: Chuyên gia từ VDC hỗ trợ các vấn đề kỹ thuật phát sinh trong thời gian 6 tháng thử nghiệm.

4.4.4.5 Công việc triển khai ứng dụng trong thời gian thử nghiệm

- Cài đặt các thiết bị tại đầu cuối: PC, Switch, IP Phone, kết nối tới CPE.

- Đăng ký 2 đường trung kế PSTN : Đăng ký 2 thuê bao điện thoại và kéo dây đến tận phòng máy của Đài viễn thông bưu điện tỉnh Lào Cai.
- Cấu hình chặn cuộc gọi liên tỉnh, quốc tế và di động cho 2 đường trung kế PSTN: Cấu hình trên tổng đài điện thoại để chặn 2 line điện thoại gọi đi liên tỉnh, quốc tế và di động.
- Chuẩn bị chỗ đặt VoIP SIP Server và 1 Global IP address: Chuẩn bị chỗ đặt máy chủ VoIP SIP Server, chuẩn bị nguồn điện, chuẩn bị kết nối tới IP Backbone, tại VDC. Gán một địa chỉ Global IP address cho VoIP SIP Server và cấu hình Router để địa chỉ IP này được định tuyến trên Internet.
- Cài đặt và cấu hình VoIP SIP Server và Voice Gateway: Cài đặt và cấu hình phần mềm xử lý cuộc gọi cũng như cài đặt Voice Gateway.
- Phát triển Portal tích hợp cơ sở dữ liệu nông nghiệp, tiểu thủ công nghiệp: Thiết lập một cổng thông tin điện tử tích hợp cơ sở dữ liệu nông nghiệp và tiểu thủ công nghiệp để người dân tra cứu, trao đổi hàng hóa, giới thiệu tiềm năng sản phẩm.
- Chuẩn bị chỗ đặt Web Server và 1 Global IP address: Chuẩn bị chỗ đặt máy chủ Web Server, chuẩn bị nguồn điện, chuẩn bị kết nối tới IP Backbone, tại VDC. Gán một địa chỉ Global IP address cho Web Server Server và cấu hình Router để địa chỉ IP này được định tuyến trên Internet.
- Đào tạo các kỹ sư vận hành các ứng dụng: Đào tạo cho 2 kỹ sư của Bưu điện Lào Cai cách vận hành các ứng dụng.
- Đào tạo người dùng : Đào tạo cách kết nối vào Internet, cách tìm thông tin, cách tra cứu thông tin.

4.4.5 Hệ thống truyền dẫn :

4.4.5.1 Đầu tư trang thiết bị cho hệ thống WiMAX

- AP WiMAX: Thiết bị cung cấp truy nhập WiMAX, được đặt tại Base Station.
- CPE : 20 CPE, là thiết bị để thu/phát tín hiệu WiMAX tại phía người dùng đầu cuối.
- BreezeLite Software (NMS): Phần mềm để quản lý các CPE tại Base Station.
- Máy tính để chạy phần mềm BreezeLite: Là thiết bị phần cứng để chạy phần mềm BreezeLite.

4.4.5.2 Đầu tư trang thiết bị để kết nối tới IP backbone

- ADSL Modem/Router: Thiết bị Modem+Router để kết nối tới mạng ADSL
- Cisco Switch: Thiết bị để kết nối AP, NMS Server, Voice Gateway tới Modem ADSL

4.4.5.3 Công việc vận hành hệ thống trong thời gian thử nghiệm

- Vận hành hoạt động WiMAX Antenna và hệ thống dây dẫn của Base Station trên cột Antenna và hệ thống máng cáp của BĐ Lào Cai.
- Vận hành buồng máy đặt thiết bị, bao gồm cả hệ thống điện và điều hoà: Buồng máy được sử dụng là buồng máy của Bưu điện Lào Cai.
- Chuyên gia để bảo trì và hỗ trợ kỹ thuật cho hệ thống WiMAX tại Base Station: Chuyên gia để xử lý trực tiếp các vấn đề tại Base Station (BĐ Lào Cai) trong 6 tháng thử nghiệm.
- Hỗ trợ kỹ thuật về hệ thống WiMAX tại End users: Thuê chuyên gia địa phương để hỗ trợ kỹ thuật thiết bị WiMAX tại các điểm đầu cuối trong 6 tháng thử nghiệm.
- Quản trị kỹ thuật cấp cao cho toàn bộ hệ thống WiMAX: Quản trị kỹ thuật cấp cao cho toàn bộ hệ thống, từ End user đến Base Station trong 6 tháng thử nghiệm.

4.4.5.5 Công việc triển khai hệ thống trong thời gian thử nghiệm

- Xin giấy phép thử nghiệm WiMAX.
- Xin cấp phép tần số thử nghiệm và trả tiền thuê tần số thử nghiệm: Xin cấp phép và thanh toán cho Cục Tần số chỉ phí thuê tần số trong thời gian thử nghiệm.
- Lắp ráp Antenna lên tháp Antenna và lắp dây dẫn lên hệ thống máng cáp tại Base Station: WiMAX Antenna được lắp lên tháp Antenna của bưu điện tỉnh Lào Cai. Dây dẫn được lắp lên hệ thống máng cáp của bưu điện Lào Cai từ WiMAX Antenna cho đến tận buồng máy.
- Chuẩn bị không gian để lắp đặt thiết bị WiMAX, bao gồm cả hệ thống nguồn điện và hệ thống điều hoà.
- Lắp ráp và cấu hình WiMAX Access Point và Server NMS: Lắp ráp các thiết bị WiMAX Access Point và Server NMS (Server quản lý) tại phòng máy của bưu điện tỉnh Lào Cai.
- Cấp 2 giải địa chỉ Static IP address để các thiết bị tại Base Station được gán địa chỉ Static IP address: Các thiết bị tại Base Station (WiMAX Access Point và Server NMS) có khả năng được quản trị và khắc phục từ xa.
- Cung cấp đường Internet ADSL Up/Down: 1/8 Mbps: Cung cấp đường Internet cho hệ thống thử nghiệm WiMAX.
- Cấu hình DSLAM/BRAS tại bưu điện Lào Cai: Cấu hình DSLAM/BRAS để có một đường ADSL đặc biệt với tốc độ Up/Down (1/8 Mbps). Cấu hình BRAS về mặt Routing để WiMAX Access Point và Server NMS có khả năng được định tuyến trên Internet.
- Đào tạo chuyên gia để vận hành hệ thống WiMAX.
- Đào tạo người dùng đầu cuối cách sử dụng WiMAX CPE.

4.4.6 Chính sách đối với người dùng đầu cuối (End user)

*** Về thiết bị:**

Mỗi đầu cuối được trang bị một hoặc một vài PC, 1 UPS, 1 Switch 8 Port và một hoặc một vài IP Phone cùng với một bộ WiMAX CPE.

*** Về các dịch vụ:**

Người dùng đầu cuối có cơ hội sử dụng Internet và thực hiện các cuộc gọi nội tỉnh (Tỉnh Lào Cai) miễn phí trong thời gian thử nghiệm (6 tháng).

4.4.7 Kế hoạch thực hiện

Tháng 2 - tháng 4: Khảo sát, thiết lập dự án.

Tháng 4 - tháng 5: Nhập khẩu và mua thiết bị.

Tháng 5 - tháng 6: Cài đặt và chạy thử hệ thống.

Tháng 6 - tháng 12: Vận hành hệ thống trong thời gian của dự án.

Tháng 12: Nghiệm thu dự án.

4.5 Đánh giá, nhận xét về công nghệ WiMAX

Công nghệ WiMAX tuy chưa được triển khai và ứng dụng rộng rãi trên khắp thế giới như các công nghệ băng thông rộng: xDSL, Cable Modem hay như Wi-Fi nhưng với những gì đang được thử nghiệm trên thế giới cùng với những kết quả tổng hợp phân tích ở trên chúng ta có thể thấy rằng tương lai WiMAX sẽ trở thành một công nghệ mũi nhọn đem lại hiệu quả kinh doanh cao cho các nhà cung cấp dịch vụ cũng như lợi ích cho người tiêu dùng. Để đánh giá nhận xét về công nghệ mới này, chúng ta sẽ phân tích đánh giá về hai mặt:

- Kỹ thuật, công nghệ.
- Hiệu quả kinh doanh.

4.5.1 Đánh giá về mặt kỹ thuật, công nghệ

Công nghệ WiMAX là công nghệ không dây băng thông rộng mạng đô thị (WMAN) dựa trên họ tiêu chuẩn IEEE 802.16. Với bộ tiêu chuẩn này, WiMAX đã có được các ưu điểm hơn hẳn mạng Wi-Fi như :

- Phạm vi truyền tải lên tới bán kính 50 Km.

- Tốc độ truyền tải : 70 Mb/s.
- Chất lượng dịch vụ được quản lý tốt hơn.
- Mức độ bảo mật cao hơn.

Tuy nhiên về mặt kỹ thuật công nghệ trong WiMAX còn một số điểm cần phải xem xét.

- *Bảo mật trong tiêu chuẩn 802.16*

Tuy đã có nhiều cải tiến so với công nghệ Wi-Fi như đã áp dụng các chuẩn mã hoá cao cấp AES, 3 DES...và có cả một phân lớp làm nhiệm vụ bảo mật riêng, nhưng nhìn chung độ bảo mật của tiêu chuẩn 802.16 vẫn chưa đảm bảo an toàn tuyệt đối. Do tiêu chuẩn 802.16 mới được thiết kế và kiểm tra bảo mật ở các phòng thí nghiệm hay trong các dự án nhỏ lẻ chưa triển khai rộng khắp cho nên chưa bộc lộ hết những lỗ hổng trong vấn đề bảo mật. Các Hacker có thể tấn công mạng bằng cách giả mạo trạm cơ sở (BS) làm cho quá trình quét và xử lý các trạm thuê bao (SS) không thực hiện được bởi vì một trong những điểm yếu của tiêu chuẩn 802.16 là mặc dù các trạm thuê bao (SS) đều có giấy chứng nhận X.509 được cấp bởi nhà sản xuất để trạm cơ sở (BS) thẩm định quyền khi đăng ký truy nhập nhưng bản thân trạm (BS) không có giấy chứng nhận để các trạm (SS) biết có đúng là trạm (BS) thực hay là trạm (BS) giả mạo. Việc sử dụng giấy chứng nhận X.509 để thẩm định quyền cho các trạm thuê bao (SS) cũng là một khó khăn lớn cho vấn đề quản lý các giấy chứng nhận của các nhà sản xuất thiết bị để đảm bảo tính thao tác giữa các phần của công nghệ WiMAX tức là thiết bị của các hãng khác nhau có thể được dùng chung với nhau.

- *Băng tần sử dụng của WiMAX*

Vì công nghệ WiMAX là công nghệ không dây nên vấn đề khai thác và sử dụng băng tần một cách có hiệu quả là hết sức quan trọng. Như đã được trình bày trong chương II, hiện nay có rất nhiều dải băng tần có thể được sử dụng trong công nghệ WiMAX. Tuy nhiên ở Việt Nam phần lớn các băng tần

này đều đã được sử dụng bởi các dịch vụ khác như: Phát thanh truyền hình, điện thoại di động, vô tuyến hàng hải, hàng không....Điều đó dẫn đến khi triển khai công nghệ WiMAX, chính phủ cần phải có chính sách qui hoạch các băng tần cụ thể để cấp cho các nhà cung cấp dịch vụ tránh các trường hợp chồng chéo gây nhiễu sóng ảnh hưởng đến chất lượng dịch vụ sau này.

Hiện nay tiêu chuẩn 802.16-2004 chỉ đề cập đến dải tần số 2-11 GHz để khai thác hiệu quả phương thức truyền tải NLOS. Tuy nhiên dải tần này đã được phân chia làm nhiều băng tần cho nhiều dịch vụ sử dụng cho nên chúng ta cần quan tâm khai thác đến dải tần số cao từ 10 - 66 GHz. Tất nhiên với tần số càng cao bước sóng càng nhỏ dẫn đến chất lượng truyền sẽ giảm bởi các vật cản nhưng chúng ta có thể áp dụng cho các truyền tải trong phạm vi hẹp như các Backhaul cũng sẽ đem lại hiệu quả cao trong kinh doanh.

- *Vấn đề quản lý chất lượng dịch vụ:*

Mặc dù tiêu chuẩn 802.16 đã sử dụng một bộ tham số trong quá trình thiết lập luồng dịch vụ để qui định những yêu cầu về chất lượng dịch vụ cần được hỗ trợ nhưng chất lượng dịch vụ của công nghệ WiMAX cũng vẫn phụ thuộc vào số lượng người dùng do dải băng tần hạn chế cũng như phụ thuộc vào đường truyền của mạng trực kết nối quốc tế.

- *Vấn đề tính cước (Billing)*

Trong các tài liệu mà luận văn đã tổng hợp chưa đề cập chi tiết đến tính cước kể cả trong phương án thử nghiệm của VNPT tại tỉnh Lào cai. Đây cũng là vấn đề cần quan tâm. Ở Hàn quốc để sử dụng được dịch vụ khách hàng phải mua thẻ để cài vào máy tính. Sau đó hàng tháng khách hàng sẽ trả cước theo lưu lượng gửi và nhận. Những thẻ này được các nhà sản xuất thiết bị sản xuất độc lập nhưng phải đảm bảo tính tương thích giữa các thiết bị và phải đáp ứng các yêu cầu về vấn đề bảo mật như trong tiêu chuẩn 802.16 đã đề cập.

4.5.2 Đánh giá về hiệu quả kinh doanh tại Việt Nam

Hiện nay, lĩnh vực viễn thông và công nghệ thông tin đang được phát triển mạnh mẽ ở Việt nam, đặc biệt là các dịch vụ: Truy nhập Internet, điện thoại di động và VoIP. Để phát triển được các dịch vụ này nhiều công nghệ băng thông rộng đang được áp dụng tại Việt Nam. Đặc biệt là từ năm 2003 đến nay, công nghệ ADSL được triển khai rộng rãi trên toàn quốc với xấp xỉ nửa triệu thuê bao đã đem lại hiệu quả kinh doanh cao bởi vì dịch vụ này có các ưu điểm vượt trội so với dịch vụ truy nhập qua Dial up: Như tốc độ truy nhập cao lên đến 8 Mbps so với 56 Kbps của dịch vụ Dial up. Tuy nhiên dịch vụ ADSL cũng còn nhiều hạn chế như: Phải kéo cáp đến nhà thuê bao, suy hao tín hiệu lớn trên đường truyền dẫn cho nên khoảng cách từ DSLAM đến nhà thuê bao ngắn khoảng 2 km... Chính vì thế với những ưu điểm như sử dụng sóng vô tuyến để truyền tải tín hiệu không cần dây cáp, khoảng cách truyền tải xa, tốc độ truyền tải lên đến 70 Mb/s, công nghệ WiMAX đang là một công nghệ ưu việt để các nhà kinh doanh lựa chọn triển khai nhất là ở các khu vực nông thôn, vùng sâu, vùng xa và những nơi dân cư đông đúc khó triển khai kéo cáp đến nhà thuê bao. Ngoài ra với những ưu điểm của mình, công nghệ WiMAX cũng là công nghệ được lựa chọn cho các ứng dụng đặc biệt như: An toàn công cộng, công viên giải trí hay liên lạc ngoài khơi (Giàn khoan dầu khí)

Công nghệ WiMAX sẽ cạnh tranh mạnh mẽ với dịch vụ xDSL và thậm chí với cả dịch vụ điện thoại di động (3G). Tuy nhiên điều này còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố như các nhà sản xuất thiết bị, sự thống nhất về tiêu chuẩn cũng như về giá thành của thiết bị. Ngoài các vấn đề về thiết bị, chúng ta còn cần quan tâm đến băng thông kết nối ra quốc tế. Vì mặc dù có thể chỉ ra ưu điểm của công nghệ WiMAX là truyền tải với tốc độ rất cao nhưng công nghệ này vẫn phải kết nối vào mạng trục để cung cấp dịch vụ cho thuê bao. Như trong phương án thử nghiệm tại tỉnh Lào Cai, mạng WiMAX đã được kết nối vào mạng Internet thông qua một đường truyền dẫn ADSL với tốc độ đường

xuống là 8 Mbps và đường lên là 1 Mbps. Nếu như sau này khi triển khai cung cấp dịch vụ WiMAX mà các nhà cung cấp dịch vụ không để ý đến vấn đề băng thông kết nối ra quốc tế thì cũng không khai thác được hết những ưu điểm của mạng WiMAX.

Hiện nay công nghệ WiMAX đang được một số đơn vị triển khai thử nghiệm trong đó có Tổng công ty BCVT đang triển khai mô hình WiMAX cố định tại tỉnh Lào Cai. Sau khi các cuộc thử nghiệm kết thúc, Bộ Bưu chính viễn thông sẽ đánh giá về chất lượng cũng như hiệu quả kinh doanh của dịch vụ WiMAX để cấp phép cho các nhà cung cấp dịch vụ triển khai đưa dịch vụ WiMAX ra thị trường. Để sẵn sàng triển khai công nghệ WiMAX tại địa bàn TP Hà Nội, các nhà cung cấp dịch vụ cần phải quan tâm đến một số vấn đề sau:

- Lựa chọn đối tác và qui mô thực hiện.
- Các ứng dụng cơ bản sẽ đưa vào khai thác.
- Lựa chọn băng tần và thiết bị sử dụng.
- Thiết kế và xây dựng hệ thống truyền dẫn.
- Các vấn đề nhận thực và tính cước.

Ngoài ra các nhà cung cấp cũng cần phải quan tâm đến đặc điểm về địa hình cũng như số lượng các nhà cung cấp dịch vụ không dây để đảm bảo chất lượng dịch vụ chẳng hạn như tốc độ phát triển hạ tầng kiến trúc của thành phố, trong tương lai sẽ có rất nhiều nhà cao tầng được xây dựng sẽ ảnh hưởng đến sự truyền sóng của mạng WiMAX.

4.6 Kết luận

Chương IV trình bày về tình hình triển khai ứng dụng công nghệ WiMAX trên thế giới và tại Việt Nam, đồng thời cũng đưa ra những yếu tố cần quan tâm khi triển khai công nghệ WiMAX như về phân vùng dân cư, lựa chọn dải tần và các khoản chi phí đầu tư, thiết bị, vận hành. Điều này giúp cho các doanh nghiệp chuẩn bị triển khai dịch vụ có những lựa chọn phù hợp để

đạt hiệu quả cao trong kinh doanh. Qua chương này, chúng ta cũng biết được tình hình triển khai dịch vụ WiMAX trên thế giới đặc biệt là tại Hàn quốc và một số quốc gia khác đồng thời chúng ta cũng biết được các đơn vị được phép triển khai thử nghiệm dịch vụ tại Việt Nam. Ngoài ra chương này cũng trình bày cụ thể phương án thử nghiệm dịch vụ WiMAX tại tỉnh Lào Cai của VNPT- một đơn vị nổi tiếng trong lĩnh vực truyền thông tại Việt Nam và những đánh giá nhận xét về mặt kỹ thuật, công nghệ cũng như hiệu quả kinh doanh của công nghệ WiMAX.

KẾT LUẬN

Sau một thời gian nghiên cứu và hoàn thành luận văn, tác giả đã đạt được một số các kết quả khả quan trong công việc nghiên cứu công nghệ mạng không dây băng thông rộng WiMAX và mô hình cung cấp dịch vụ mạng không dây băng thông rộng WiMAX phù hợp với hạ tầng cơ sở hiện nay tại Việt Nam.

Luận văn đã thực hiện được tất cả các nội dung và đạt được các mục tiêu đã đề ra như trong đề cương được duyệt. Các kết quả đạt được bao gồm:

- Nắm bắt được các vấn đề về công nghệ không dây băng thông rộng bao gồm mạng Wi-Fi và mạng WiMAX.
- Nắm bắt được các mô hình ứng dụng của WiMAX.
- Nghiên cứu về tiêu chuẩn 802.16 - tiêu chuẩn mà mạng WiMAX sử dụng.
- Nắm bắt được các yêu cầu về kỹ thuật khi xây dựng mạng WiMAX.
- Nghiên cứu phương án thử nghiệm công nghệ WiMAX tại tỉnh Lào Cai của VNPT.

Với việc triển khai thử nghiệm công nghệ WiMAX của Tổng công ty BCVT Việt Nam tại Lào Cai hứa hẹn đạt được những kết quả tốt đẹp, trong thời gian tới khách hàng sẽ được sử dụng một dịch vụ mới với những tính năng vượt trội so với các dịch vụ băng thông rộng hiện nay.

Mặc dù đã có rất nhiều cố gắng trong nghiên cứu và thực hiện đề tài, nhưng vì thời gian và trình độ có hạn, cũng như các tài liệu và phương tiện để nghiên cứu còn hạn chế, chắc chắn luận văn không tránh khỏi nhiều thiếu sót.

Cuối cùng, em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới thầy giáo Nguyễn Thúc Hải đã tận tình giảng dạy và hướng dẫn em hoàn thành bản luận văn này. Em cũng xin bày tỏ lòng biết ơn tới các thầy, cô và các anh, chị ở khoa CNTT

và Trung tâm đào tạo sau đại học đã nhiệt tình giảng dạy và giúp đỡ em trong suốt thời gian học tập vừa qua.

Tác giả cũng xin chân thành cảm ơn các bạn học và đồng nghiệp đã giúp đỡ trong quá trình học tập, nghiên cứu.

Một số hướng tiếp tục nghiên cứu :

- Nghiên cứu thêm về bảo mật, về những lỗ hổng trong bảo mật của mạng Wi-Fi và WiMAX
- Nghiên cứu về chuẩn IEEE 802.16e - tiêu chuẩn dùng cho WiMAX di động mới được ban hành cuối năm 2005.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Anh

1. Arkoudi-Vafea Aikaterini (2006), *Security of IEEE 802.16*, Royal Institute of Technology.
2. Derrick D. Boom (2004), *Denial of service vulnerabilities in IEEE 802.16*, Naval postgraduate School, Monterey, California.
3. Robert J Guice, Ramon J Munoz (2004), *IEEE 802.16 Commercial off the shelf (cots) technologies as a compliment to ship to objective maneuver (stom) communications*, Naval postgraduate School, Monterey, California.
4. ARC chart Ltd (2003), *WiMAX: The Critical Wireless Standard 802.16 and other broadband wireless options*, London, UK.
5. Carl Eklund, Roger B. Marks, Kenneth L. Stanwood (2002), *A Technical Overview of the WirelessMAN -Air Interface for Broadband Wireless Access*, IEEE Communications Magazin.
6. Arunabha Ghosh, David R. Wolter, Jeffrey G.Andrews, Runhua chen, (2005), *Broadband Wireless Access with WiMAX/802.16: Current Performance Benchmarks and Future Potential*, IEEE Communications Magazin.
7. Michel Barbeau (2005), *WiMAX/802.16 Threat Analysis*, School of Computer Science, Carleton University, Canada.
8. Jakub Wolnicki (2005), *The IEEE 802.16 WiMAX Broadband Wireless Access; Physical Layer (PHY), Medium Access Control Layer (MAC), Radio Resource Management (RRM)*, Seminal on Topics in Communications Engineering, Munich University of Technology.
9. Michael W. Thelander (2005), *WiMAX Opportunities and Challenges in a Wireless World*, Signals Research Group.
10. P.Nicopolitidis, M.S.Obaidat, G.I. Papadimitriou, A.S. Pomportsis (2003), *Wireless Networks*, Jonhn Wiley & Sons Ltd.
11. WiMAX Forum (2004), *Fixed Broadband Wireless Access based on WiMAXTechnology and the 802.16 Standard*.
12. WiMAX Forum (2005), *Can WiMAX Address your Applications*, Westech communication Inc.

Tiếng Việt

13. Bộ Bưu chính viễn thông (2004), *Báo cáo về mạng Wi-Fi*, Hà nội.
14. Công ty Điện toán và truyền số liệu VDC (2006), *Phương án triển khai thử nghiệm WiMAX tại tỉnh Lào Cai*, Hà nội.

15. Tạp chí BCVT (2006), "WiMAX giải pháp không dây vươn tới cự ly xa".
<http://www.tapchibcvt.gov.vn/News/PrintView.aspx?ID=16508>.
16. Minh Đức (2006), "Băng rộng không dây sẵn sàng cất cánh", *tạp chí BCVT và CNTT* kỳ 2 số 2/2006.
<http://www.vnmedia.vn/newsdetail.asp?CatId=279&NewsId=54831>
17. Lê Văn Tuấn (2006), "Các băng tần WiMAX", *tạp chí BCVT và CNTT* kỳ 1 số 5/2006
<http://www.vnmedia.vn/newsdetail.asp?NewsId=54853&CatId=279>.