

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



PHẠM TÙNG SƠN

**NGHIÊN CỨU MỘT SỐ GIẢI PHÁP BACHHAUL LAI GHÉP QUANG
VÔ TUYẾN VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG TẠI VNPT BẮC NINH**

Chuyên ngành : Kỹ thuật viễn thông

Mã số : 8.52.02.08

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

(Theo định hướng ứng dụng)

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ

HÀ NỘI – NĂM 2020

Luận văn được hoàn thành tại:
HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Người hướng dẫn khoa học: PGS. TS. ĐẶNG THẾ NGỌC

Phản biện 1:

.....

Phản biện 2:

.....

Luận văn sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ tại Học viện
Công nghệ Bưu chính Viễn thông

Vào lúc: giờ ngày tháng năm

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Thư viện của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

MỞ ĐẦU

Trong thời đại bùng nổ của kỷ nguyên số, các dịch vụ mạng trên toàn thế giới đã và đang gia tăng chóng mặt, dịch chuyển theo xu hướng di động, mạng toàn IP, IoT, AI, Bigdata ... Mỗi quan tâm lúc này là xử lý việc gia tăng nhanh chóng dữ liệu của các dịch vụ di động băng rộng cùng các rất nhiều các dịch vụ dữ liệu băng rộng khác. Kéo theo đó là những yêu cầu, là gánh nặng cực lớn đặt trên vai hệ thống truyền dẫn như yêu cầu về chất lượng, băng thông, tốc độ, tính an toàn, bảo mật, tính linh hoạt, tính sẵn sàng, khả năng thực tế triển khai, vận hành, khai thác, xử lý ... Ta có thể thấy được thông qua sự thay đổi theo cấp số mũ về băng thông, tốc độ kết nối cho các dịch vụ từ vài chục, vài trăm Kbps đã nhanh chóng tăng lên đến hàng chục, hàng trăm Mbps, Gbps, Tbps ...

Hiện nay, mạng PON (như một lựa chọn bắt buộc) đã được phát triển trên rộng khắp để cung cấp quá trình quang hóa toàn mạng lưới với hạ tầng mới và liên tục được nâng cấp mở rộng với liên tiếp các thế hệ TDM, TWDM, WDM. Truyền thông quang không dây qua không gian tự do (FSO) gần đây được quan tâm rất nhiều với những lợi thế của nó như tốc độ cao, băng thông không hạn chế, linh hoạt, bảo mật, hoàn toàn tương thích với mạng PON, là một lựa chọn đầy triển vọng của sự kết hợp.

Tại VNPT Bắc Ninh cũng như các VNPT các tỉnh đã hoàn thiện việc triển khai mạng Metro truyền tải lưu lượng IP trên công nghệ Ethernet, đồng thời đã thực hiện việc nâng cấp mở rộng dung lượng mạng. Hướng sử dụng mạng MAN-E làm phân đoạn truyền tải cho mạng backhaul di động kết hợp với tất cả các dịch vụ băng rộng khác là phương án lựa chọn tối ưu theo định hướng của tập đoàn.

Trên cơ sở đó kết hợp với thực tế trong quá trình công tác tại Trung tâm Điều hành Thông tin của Viễn Thông Bắc Ninh, học viên nghiên cứu và đề xuất một số giải pháp backhaul tốc độ cao sử dụng quang vô tuyến và khả năng ứng dụng trên hạ tầng mạng VNPT Bắc Ninh.

Luận văn được thực hiện gồm 3 chương:

- Chương 1: Trình bày về những khái niệm chung của mạng backhaul, xu hướng phát triển chung của các thiết bị cuối. Chi tiết về những yêu cầu của mạng backhaul di động trong kỷ nguyên số hướng tới thế hệ mạng tiếp theo (5G).
- Chương 2: Trình bày về backhaul di động trên PON để thấy đây sẽ là một lựa chọn tất yếu của MBH. Giới thiệu và trình bày một số giải pháp backhaul lai ghép quang vô tuyến trên PON cùng những số liệu tính toán cụ thể để so sánh và lựa chọn kết hợp.
- Chương 3: Giới thiệu về tỉnh Bắc Ninh (địa lý, kinh tế, văn hóa, xã hội ...) và hiện trạng hạ tầng của VNPT Bắc Ninh. Từ đó đề xuất hai giải pháp lai ghép quang cho mạng backhaul di động trong tương lai là TDM-PON/FSO và WDM-PON/FSO.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ BACKHAUL VÀ BACKHAUL DI ĐỘNG

1.1. Khái niệm chung

Mạng backhaul là một mạng lưới trung chuyển. Backhaul là thuật ngữ chỉ phần kết nối giữa mạng trung tâm (mạng trục, mạng lõi) và các mạng từ xa (mạng con). Nói một cách tổng quát thì mạng backhaul chính là phần liên kết trong một mạng lưới có phân cấp. Các ví dụ về mạng backhaul trong viễn thông là vô cùng đa dạng như: Kết nối mạng LAN nội bộ của khách hàng (cá nhân, gia đình, công ty, đơn vị hành chính ...) và mạng Metro toàn thành phố, kết nối truyền thông từ trạm phát sóng truyền hình và các đầu cuối máy thu, kết nối truyền dẫn giữa trạm viễn thông cơ sở BTS/NodeB với hệ thống thiết bị ở mức cao hơn BSC/RNC, đến thiết bị mạng lõi MGW, MSC, SGSN ... Đồng thời bao gồm cả kết nối giữa các thiết bị cùng cấp.

Từ các khái niệm đó, nhìn một cách tổng quát ở phạm vi hẹp, ta có thể thấy toàn bộ mạng viễn thông của Bắc Ninh (không bao gồm mạng phía đầu cuối khách hàng) là một phần mạng backhaul tổng thể cho các dịch vụ được cung cấp bởi VNPT Bắc Ninh.

Với xu thế di động là vô cùng lớn, luận văn xin được đề cập chi tiết về mạng backhaul di động cũng như một số các yêu cầu và thách thức của mạng backhaul di động trong kỷ nguyên công nghệ số, đặc biệt là giai đoạn trước mắt tiến tới (5G).

1.2. Backhaul di động

Toàn bộ cơ sở hạ tầng của một nhà khai thác di động điển hình có thể được phân chia thành các phần riêng biệt như sau:

- Miền mạng truy nhập vô tuyến (RAN – Radio Access Network): là phần truy nhập kết hợp, từ các trạm gốc vô tuyến RBS (Radio Base Station) tới các bộ điều khiển mạng như BSC (2G), RNC (3G), MG.
- Miền lõi di động: nằm giữa mạng truy nhập vô tuyến và các mạng ngoài như là Internet, PSTNs, các mạng di động khác ... Nó chứa các node dịch vụ (SGSN và

GGSN) điều khiển phiên dữ liệu và hướng lưu lượng như chức năng MSC và MGW để cung cấp chuyển mạch gói và các dịch vụ kết hợp.

- Backhaul di động (bên trong miền RAN): Backhaul thực hiện việc kết nối và truyền tải lưu lượng giữa các trạm gốc (BTS, NodeB ...) và các bộ điều khiển mạng (BSC, RNC ...). Các mạng truyền dẫn có thể ứng dụng như: L2 (Carrier Ethernet), L3 (BGP/MPLS L3VPN), IP vượt qua E1/T1 sử dụng MLPPP.

Backhaul di động có thể phân thành các RAN “thấp” (LRAN) và RAN “cao” (HRAN) phản ánh bản chất không đối xứng của mạng backhaul, ở đó một nhà khai thác diện rộng phải có một lượng rất lớn các vị trí RBS tập trung hướng tới một số nhỏ hơn các vị trí điều khiển chuyển mạch (BSC/RNC).

1.2.1. Các công nghệ triển khai trong IP RAN

Cơ chế hoạt động của một số giao thức:

- Công nghệ CESoPSN và SAToP: Hai giao thức này chuyển đổi các khe thời gian của các kênh TDM vào phần tải tin của gói tin IP. Điểm khác biệt chính giữa CESoPSN và SAToP là SAToP đẩy tất cả 32 time slot của kênh TDM vào tải tin của gói tin IP mà không phân biệt time slot trống, còn CESoPSN chỉ đẩy các time slot chứa thông tin và bổ xung một trường để chỉ số time slot trống được bỏ qua. Do vậy CESoPSN tối ưu và tiết kiệm băng thông hơn, ngoài ra CESoPSN còn cho phép đánh dấu tất cả các gói tin thoại với độ ưu tiên cao hơn nên phù hợp cho thiết kế QoS của mạng IP.
- Công nghệ L2TPv3 (hình 1.2): L2TPv3 là một công nghệ giả dây cho phép cung cấp các dịch vụ lớp 2 qua mạng chuyển mạch gói, nó được phát triển từ giao thức UTI cho cơ chế đường hầm lớp 2.
- Công nghệ AtoM (hình 1.3): AToM (Any Transport over MPLS) là một công nghệ giả dây sử dụng các mạng MPLS cho phép cung cấp các dịch vụ lớp 2. Các nhiệm vụ chính của AToM bao gồm việc thực hiện giả dây giữa các router biên PE (provider edge) và truyền tải các gói tin lớp 2 qua những giả dây này.

Trong hệ thống viễn thông, đồng bộ là yếu tố cực kỳ quan trọng quyết định độ chính xác của thông tin, dữ liệu được chuyển tải. Với hạ tầng mạng TDM kết nối

qua các kênh E1/T1 thì đồng bộ là chuyện đơn giản bởi luồng E1/T1 luôn dành riêng time slot để chuyển tải dữ liệu đồng bộ.

Khi chuyển qua IP RAN toàn bộ, nghĩa là mất nguồn đồng hồ TDM. Có một số giải pháp phát triển đồng bộ trên mạng IP như sau:

- Đồng bộ trên gói tin (IEEE1588, NTP) hoặc sử dụng đồng hồ được mang bởi dữ liệu giả lập kênh (ACR).
- Đồng bộ Ethernet (SyncE): SyncE hoạt động trên lớp vật lý, có độ chính xác ± 100 ppm (tương tự qua SDH)
- Đồng bộ hóa theo IEEE 1588v2 : IEEE 1588v2 (hình 1.5 - hay được biết như là PTP: Precision Time Protocol) là một chuẩn giao thức cho phép việc truyền chính xác tần số và thời gian để đồng bộ các đồng hồ qua mạng dựa trên gói tin. Nó đồng bộ hóa đồng hồ slaver cục bộ trên mỗi thiết bị mạng với một đồng hồ hệ thống Grandmaster và sử dụng truyền tải nhãn thời gian để cung cấp độ chính xác cao (mức nano giây) trong đồng bộ hóa đảm bảo sự ổn định tần số của trạm.

1.2.2. Chất lượng dịch vụ trong IP RAN

Các chỉ số đánh giá chất lượng dịch vụ nâng cao trong mạng IP:

- IPTD (IP transfer delay): trễ truyền dẫn, gồm trễ do khoảng cách, do xử lý tại các nút chuyển mạch, tại các bộ giải mã tín hiệu, tại các bộ đệm trong mạng IP.
- IPDV (IP delay variability): đây chính là các chỉ số về jitter.
- IPLR (IP packet loss ratio): là tỉ lệ mất gói trong mạng IP.
- IPER (IP packet error ratio): là tỉ lệ gói bị lỗi khi truyền trong mạng IP.

Một số cơ chế hỗ trợ QoS trên mạng IP là:

- Cơ chế dịch vụ tích hợp (Intserv): Mô phỏng lại như mạng chuyển mạch kênh trước đây, nó sử dụng nguyên tắc đặt chỗ trước dùng giao thức RSVP. Trong kiến trúc Intserv, giữa các đầu cuối liên lạc phải tồn tại giao thức trao đổi tài nguyên nên phải xử lý quá nhiều làm cho nó khó có khả năng mở rộng để thích hợp với mạng lõi (đặc biệt khi mạng core là internet).
- Cơ chế dịch vụ phân biệt (DiffServ): Kiến trúc DiffServ này tiếp cận theo hướng xử lý QoS tại các hop (PHB) mà không phải dựa trên luồng như Intserv.

Diffserv cũng có thể kết hợp với công nghệ MPLS để hướng tới giải quyết các vấn đề về QoS.

Các kiến trúc, cơ chế hay giao thức báo hiệu trên đây thường liên quan đến một mạng gồm nhiều phần tử tham gia. Tuy nhiên, mỗi thành phần trong mạng này cũng phải thực hiện các kỹ thuật quản lý QoS nội tại của nó để hỗ trợ QoS cho các lưu lượng được truyền qua nút đó, một số kỹ thuật này là: Phân lớp và đánh dấu (classification and marking), kiểm soát và điều chỉnh (policing and shaping), tránh tắc nghẽn (congestion-avoidance), quản lý tắc nghẽn (congestion-management), định tuyến QoS (QoS routing), dành trước băng thông (bandwidth reservation), kiểm soát cuộc gọi vào mạng (call admission control). Hình 1.8 minh họa việc sử dụng các kỹ thuật này trong thiết bị thực hiện chức năng của một nút mạng. Các yêu cầu về chất lượng dịch vụ cho các dịch vụ trong mạng IP nói chung và cho IP RAN được quy định trong các chuẩn Y.1541 và Y.1221 của ITU-T.

Bảng 1.1: Phân lớp QoS trong chuẩn Y.1541

	VoIP	Video tương tác	Video truyền phát
Băng thông	21 tới 320 kbps	N/A	
Trễ (1 chiều)	<150 ms	<150 ms	<4 s
Jitter	30 ms	30 ms	Không ảnh hưởng
Mất gói	<1%	<1%	<5%

(Nguồn: tiêu chuẩn ITU Y.1291)

Phân đoạn backhaul di động truyền tải lưu lượng 2G/3G gồm các lưu lượng của thoại, video, báo hiệu, tín hiệu đồng bộ, dữ liệu, internet được truyền trên mạng IP. Bài toán QoS cần triển khai các kỹ thuật đảm bảo các yêu cầu cho các tham số IPTD, IPDV, IPLR, IPER trên toàn mạng không vượt quá ngưỡng theo bảng 1.1 (tiêu chuẩn QoS – Y.1541) hay trong từng phân đoạn mạng như hình 1.9.

1.2.3. Các cơ chế dự phòng

- IGP – fast reroute: IGP là công nghệ tích hợp tính toán lộ trình nhanh trên một bộ định tuyến duy nhất dựa trên ISPF và PRC. Kết hợp với quảng cáo nhanh thông tin trạng thái liên kết và định thời trở lại theo cấp số nhân, hội tụ định tuyến

nhANH của toàn mạng được thực hiện. Thời gian hội tụ có thể từ 1 đến 2 giây tùy theo quy mô mạng (hội tụ IGP bình thường lớn hơn 10 giây).

- MPLS TE: MPLS TE (MPLS traffic engineering) cung cấp một giải pháp tốt cho độ tin cậy dịch vụ. TE not-standby là một kỹ thuật có độ sẵn sàng điểm cuối đến điểm cuối cao. LSP chính và dự phòng được thiết lập cho một đường hầm TE. Khi các LSP chính lỗi, lưu lượng chuyển sang các LSP dự phòng. Khi LSP chính được khôi phục, lưu lượng được bật trở lại LSP chính.
- VRRP: VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) là giao thức thiết kế dự phòng cho mạng LAN. VRRP đảm bảo các hướng an toàn kết nối đến default gateway, sử dụng 02 router đáp ứng khả năng kết nối trên mạng. MAN sử dụng VRRP tại các hướng từ AGG lên PE, BNG với các tỉnh có từ 2 PE, BNG trở lên.
- LACP: LACP (Link Aggregation Control Protocol) là giao thức hoạt động ở lớp 2 cho phép 2 hay nhiều đường Ethernet vào một đường tổng với băng thông bằng tổng băng thông các đường, hoạt động theo cơ chế phân tải.
- BDF: BDF (Bit-Direction Fault Detection) cho phép phát hiện lỗi bit trên các kênh trên các hệ thống, bao gồm kết nối vật lý trực tiếp, mạch ảo, đường hầm, MPLS LSP, kênh định tuyến multi-hop và kênh gián tiếp. Khi lỗi xảy ra, việc triển khai BFD là đơn giản và duy nhất, các BFD có thể phát hiện nhanh những thất bại chuyển tiếp để giúp mạng thực hiện việc truyền thoại, video và các dịch vụ theo yêu cầu khác với QoS tốt.
- RSTP: Bản chất của STP được thiết kế để tránh bị loop trong kết nối mạng LAN giữa các switch. RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) được thêm thuật toán tính lại đường đi giúp cơ chế hội tụ nhanh hơn.

1.3. Một số yêu cầu cho mạng backhaul thế hệ tiếp theo (5G)

1.3.1. Tăng tốc độ cho thiết bị đầu cuối

Trên thực tế, cứ mỗi khi một thế hệ mạng di động mới ra đời đòi hỏi mạng backhaul phục vụ cho mạng di động đó cũng cần phát triển tương ứng để đáp ứng nhu cầu về tốc độ truyền tải, số lượng thiết bị đầu cuối, các dịch vụ mới. Càng lên

cao các công nghệ cao thì yêu cầu đòi hỏi mạng backhaul phục vụ cho thể hệ di động kế tiếp càng yêu cầu cao hơn rất nhiều lần so với trước đó.

Hầu hết việc tăng tốc độ truyền là do các nhà mạng tăng thêm các kênh không dây, sử dụng công nghệ sóng milimet và các cell nhỏ (cell tế bào – đơn vị địa lý cơ bản của thông tin vô tuyến). Việc thiết lập nhiều cell nhỏ sẽ tăng đáng kể độ phủ sóng trong khu vực để từ đó đi đến đường truyền kết nối giữa nhà cung cấp dịch vụ với các trạm phân phối tới người dùng cuối. Do đó, mạng lưới này sẽ gặp phải những thách thức như các kết nối backhaul không dây công suất cao hơn cho mỗi trang web di động, mặc dù các kết nối backhaul không dây hiện tại phục vụ yêu cầu của hàng trăm Mbps, các liên kết tương lai sẽ được yêu cầu để hỗ trợ hàng chục Gbps. Việc khoảng cách giữa các cell là rất gần nhau nên tái sử dụng tần số sẽ rất khó thực hiện, vì vậy phổ tần số của mạng backhaul không dây trong mạng 5G phải có yêu cầu đặc biệt. Một thách thức khác nữa là việc triển khai các vị trí ở cấp độ đường phố sẽ đòi hỏi mạng backhaul này có công suất lớn hơn, tiêu thụ năng lượng thấp hơn và triển khai đơn giản, nhanh chóng hơn.

1.3.2. Tăng lưu lượng

Cùng với sự phát triển của công nghệ, ngày càng có nhiều thiết bị đầu cuối được phát triển áp dụng công nghệ 5G như điện thoại, máy tính bảng, laptop ... Trong tương lai, số lượng này sẽ tăng theo cấp số nhân và trung bình một người sẽ sở hữu nhiều thiết bị hiện đại này. Lưu lượng tăng nhanh và ngày càng phức tạp đồng nghĩa với việc các nhà mạng di động phải quản lý lưu lượng một cách chặt chẽ và phù hợp với từng loại ứng dụng.

Sự phức tạp trong quản lý lưu lượng lại mở ra một cơ hội mới cho các nhà khai thác di động để phân bổ tài nguyên mạng theo một cách hiệu quả hơn, mà nếu được thực hiện đúng cách sẽ làm tăng QoE trong mạng hiện đại – do đó, loại bỏ hoặc trì hoãn việc tăng chi phí đầu tư cho việc mở rộng dung lượng

1.3.3. Các loại thiết bị mới, dịch vụ mới, kiến trúc mới

Việc hàng loạt các dịch vụ mới như Internet kết nối vạn vật (IoT) hay M2M sẽ tạo ra sự bùng nổ về các loại thiết bị mới được kết nối vào mạng 5G. Ví dụ về

các dịch vụ mới như internet xúc giác (viễn thám, điều khiển từ xa, y học từ xa ...), các dịch vụ thực tế ảo ... sẽ làm phong phú thêm các dịch vụ được cung cấp bởi nhà cung cấp dịch vụ di động và cung cấp dịch vụ OTT.

Hệ thống mạng backhaul không dây sẽ tích hợp, thông qua giao diện mở, với cơ sở hạ tầng SDN và NFV, cho phép các ứng dụng SDN đạt được tối ưu hóa tài nguyên mạng (quang phổ, công suất), dịch vụ sẵn sàng cao hơn, nhanh hơn với các cơ chế định tuyến lại thông minh.

Khi các dịch vụ mới ra đời đòi hỏi các nhà mạng phải áp dụng các công nghệ mới để sẵn sàng phục vụ sự thay đổi này. Do đó, mạng backhaul 5G phải đạt được các yêu cầu như: phủ sóng hoàn chỉnh, độ trễ cực thấp và an ninh chặt chẽ. Điều này cũng đòi hỏi cơ sở hạ tầng không dây backhaul để phục vụ như một mạng quan trọng thực sự. Với việc gia tăng theo cấp số nhân các thiết bị đầu cuối, tương ứng với số lượng người dùng sẽ kết nối vào mạng di động, đồng nghĩa với hàng tỷ hay thậm chí nhiều tỉ các ứng dụng được kích hoạt và luôn ở trạng thái hoạt động thì rõ ràng với băng thông hiện tại là không thể đáp ứng nổi.

1.4. Kết luận chương

Chương 1 đã cho ta cái nhìn tổng quan về mạng backhaul cũng như xu thế rất lớn của di động ngày nay, từ đó phân tích chi tiết bài toán về backhaul di động. Những yêu cầu cơ bản của backhaul di động toàn IP là một yêu cầu bắt buộc với những yếu tố then chốt là: Công nghệ chuyển đổi cho các kênh TDM chạy trên nền IP cũng như các công nghệ chuyển đổi dịch vụ lớp 2 qua mạng chuyển mạch gói, cơ chế đồng bộ, đảm bảo chất lượng dịch vụ (QoS), các cơ chế dự phòng đảm bảo an toàn kết nối và độ sẵn sàng của dịch vụ

Đồng thời, trong chương này cũng đã nêu ra một số yêu cầu và thách thức với mạng backhaul di động trong kỉ nguyên số tiến tới 5G như: Tăng tốc độ cho thiết bị đầu cuối, tăng lưu lượng, tăng số lượng, chủng loại thiết bị, loại hình dịch vụ, kiến trúc mới. Về phía nhà khai thác di động, đó sẽ được triển khai cụ thể do các yêu cầu về công suất cao hơn, mạng lưới tế bào dày hơn, triển khai đến cấp đường phố, ảo hóa mạng và các ứng dụng quan trọng khác.

CHƯƠNG 2: MỘT SỐ GIẢI PHÁP TRUYỀN DẪN BACKHAUL LAI GHÉP QUANG VÔ TUYẾN

2.1. Giới thiệu

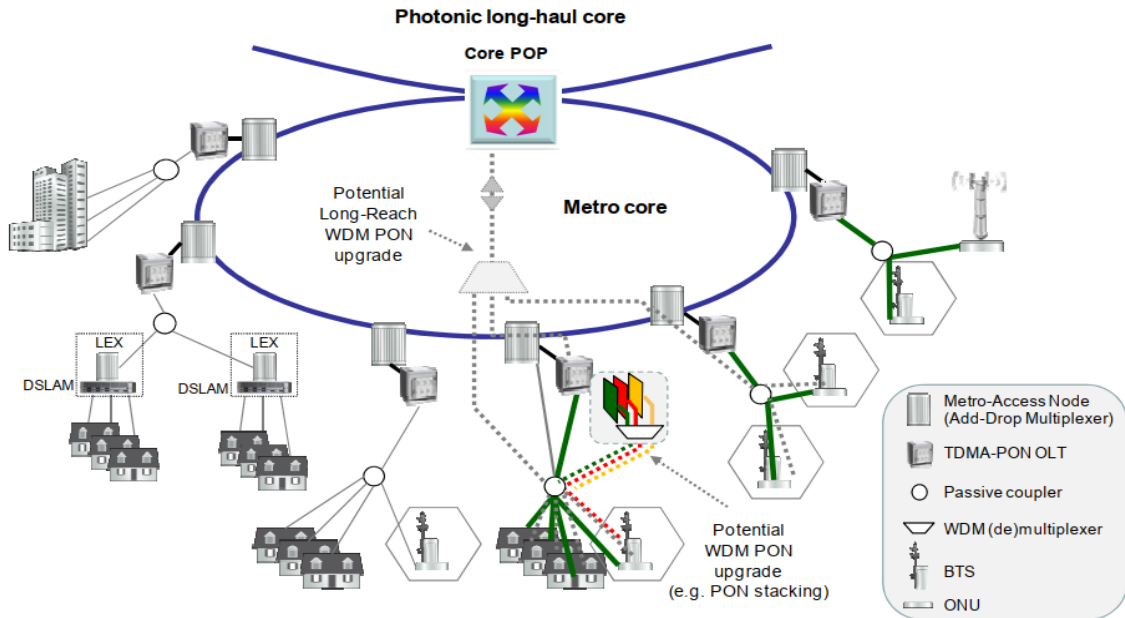
Qua chương 1 luận văn đã cho thấy những yêu cầu cấp thiết của mạng backhaul di động trong giai đoạn hiện nay cũng như tương lai sắp tới của hệ thống (5G) cùng những nền tảng cơ bản của một mạng backhaul di động như băng thông, an toàn, đồng bộ vẫn luôn phải đảm bảo. Một trong các giải pháp đầu tiên là xây dựng backhaul trên mạng PON, các liên kết sợi quang có khả năng cung cấp tốc độ dữ liệu cao, độ tin cậy và tổn thất thấp là giải pháp phù hợp nhất để đáp ứng yêu cầu của mạng backhaul di động thế hệ tiếp theo. Một số giải pháp về mạng backhaul hiện đại như lai ghép quang vô tuyến trên PON cũng được quan tâm nghiên cứu rất nhiều [6], do các lợi thế ưu việt của chúng trong những hoàn cảnh nhất định, đó là liên kết không dây như MMW và quang không gian (FSO).

2.2. Tổng quan về mạng backhaul trên PON

2.2.1. Kiến trúc hệ thống backhaul di động trên PON

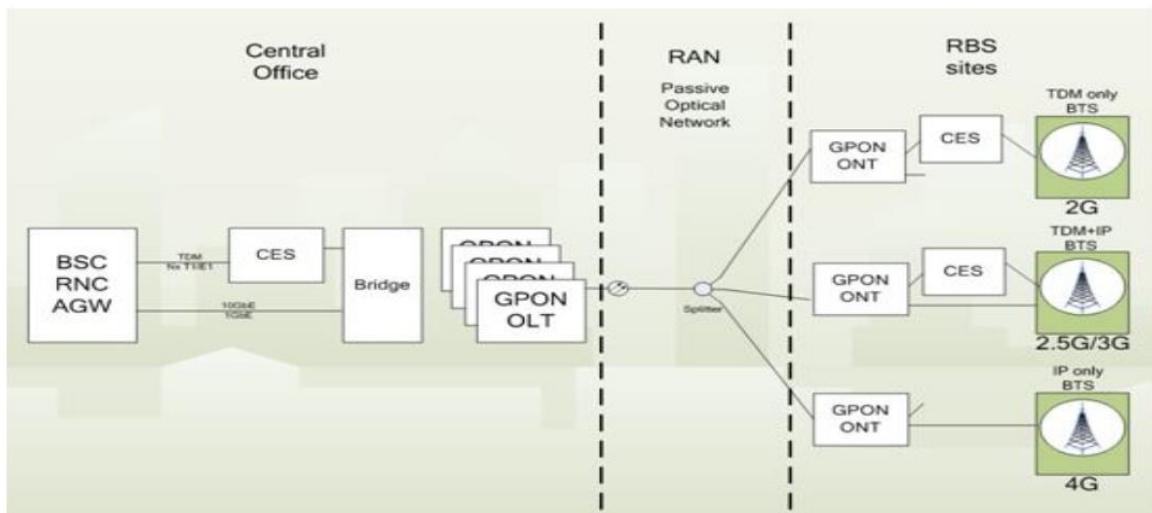
Một thiết lập điển hình theo kịch bản giới thiệu được trình bày về PON được sử dụng cho đường truyền hỗn hợp dân cư và mạng backhaul di động được mô tả trong hình 2.1.

PON sẽ trở thành một đề xuất bất khả thi cho MBH như ban đầu hoặc chỉ là giải pháp tạm thời, nếu nó không thể cung cấp một sự tiến bộ rõ ràng, dễ dàng, hiệu quả, được xác định rõ và an toàn, hướng tới bất kỳ băng thông mong muốn nào trong tương lai mà không phá vỡ cơ sở hạ tầng và tiết kiệm chi phí. Nâng cấp lên tốc độ dữ liệu nhanh hơn (ví dụ: 10 Gb/s) là bước đầu tiên rõ ràng nhưng cũng sau đó nhiều hơn các lựa chọn thay thế công nghệ tiên bộ có các hệ thống tiêu chuẩn khai thác sóng mang ghép kênh (ví dụ: OFDMA-PONs), Radio-over-Fiber (RoF) và cuối cùng là WDM.



Hình 2.1: Kiến trúc điển hình (đường chấm chấm: công nghệ WDM - PON)

Hình 2.2 cho thấy một triển khai backhaul dựa trên GPON điển hình hỗ trợ cả mạng TDM và IP kế thừa. Cầu L2 tổng hợp tất cả các luồng lưu lượng mà không cần định tuyến trong RAN [6].



Hình 2.2: Kiến trúc hệ thống mạng backhaul di động trên PON

Với thế hệ mạng vô tuyến tiếp theo như truy cập gói tốc độ cao (HSPA) và cao hơn (LTE), công suất đến/từ trạm gốc sẽ tăng đáng kể so với yêu cầu hiện tại của một vài chiếc E1/T1. Trong một số trường hợp, công suất backhaul cho một site ba hướng sẽ theo thứ tự 100-400 Mbps. Điều này rõ ràng đòi hỏi nhiều khả năng

của backhaul. Vì kích thước tế bào đang giảm và sợi được dẫn sâu hơn vào mạng, nên sau đó sử dụng GPON làm công nghệ hồi lưu đến/từ các trạm gốc.

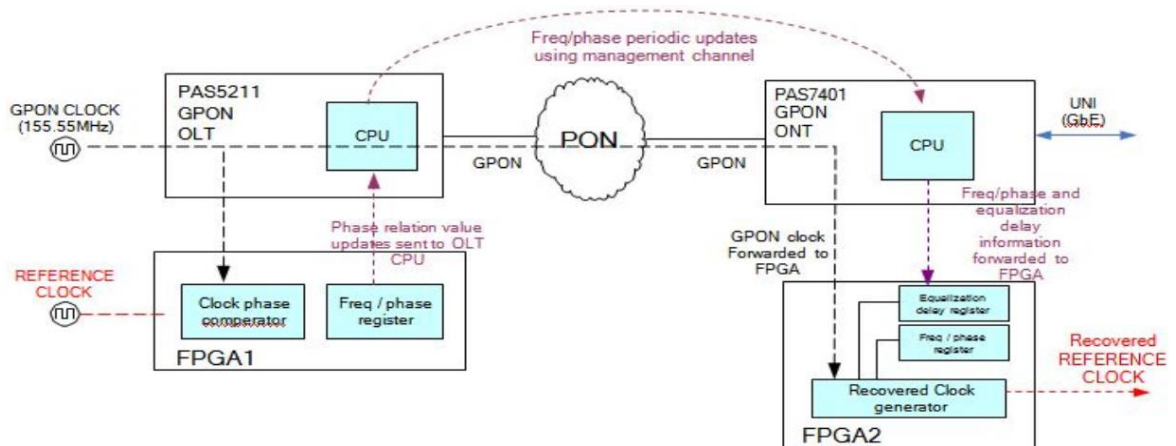
2.2.2. Những đáp ứng kỹ thuật

Về băng thông, có thể được quản lý dễ dàng trong các mạng GPON được triển khai hỗ trợ đường xuống 2,5 Gb/s và đường lên 1,25 Gb/s. Trong trường hợp không chắc là băng thông GPON trở nên khan hiếm, kỹ thuật PON nổi tiếng về giảm phân chia sợi có thể giảm chia sẻ và giải phóng băng thông cho người dùng băng thông cao và trạm gốc.

Về chất lượng dịch vụ, cơ sở hạ tầng backhaul di động phải tuân theo một số chỉ số hiệu năng chính phải được đáp ứng nghiêm ngặt. Chúng bao gồm các hạn chế về mất gói, độ trễ và jitter để đảm bảo dịch vụ thoại đáp ứng các tiêu chí chất lượng để dễ trò chuyện và thời gian phản hồi thực tế cho các dịch vụ dữ liệu di động. Để đáp ứng các mức QoS cần thiết và đồng thời duy trì hiệu quả chi phí, các khả năng quản lý lưu lượng phức tạp phải được thực hiện.

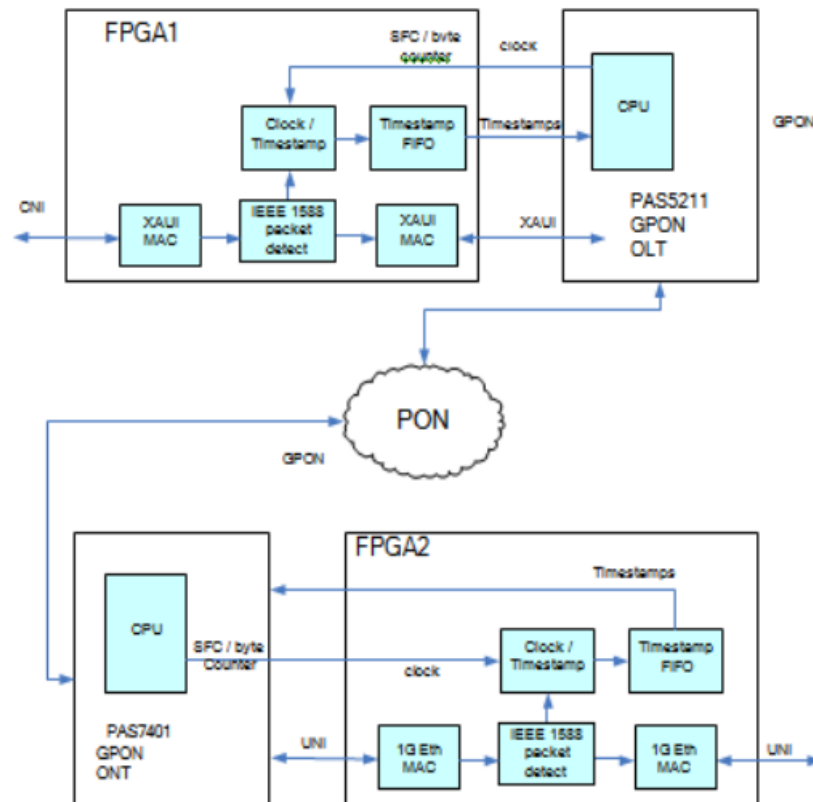
Về đồng bộ, đồng bộ hóa đồng hồ là một yêu cầu quan trọng để cung cấp dịch vụ di động đáng tin cậy. Luận văn xin trình bày hai tùy chọn triển khai để khôi phục đồng hồ qua mạng GPON:

- Sử dụng thời gian khác biệt của đồng hồ PON để phân phối đồng hồ tham chiếu từ OLT đến các ONT (hình 2.4).



Hình 2.4: Sơ đồ khối phân phối đồng hồ sử dụng thời gian vi sai đồng hồ PON

- Đồng hồ trong suốt của IEEE1588 qua PON (hình 2.5), đây là phương pháp được sử dụng nếu đồng hồ slave của IEEE1588 đã được cài đặt tại các site của Node B.



Hình 2.5: Sơ đồ khối 1588 Transparent Clock

2.2.3. Ưu điểm của GPON trong mạng backhaul di động

Nhiều lợi thế đã giúp GPON thành công như một công nghệ truy cập đường dây cố định có liên quan đến các mạng truy cập vô tuyến:

- Tối thiểu hóa các CO: Do kiến trúc điểm - đa điểm GPON, một cổng OLT thường có thể kiểm soát tới 64 ONT, do đó giảm thiểu việc sử dụng năng lượng và không gian trong các site tại CO (central office).
- Độ tin cậy cao và OPEX (Operating Expenditure – Chi phí hoạt động) thấp. Mạng phân phối quang thụ động cung cấp độ tin cậy cao hơn, giảm thiểu cáp trực và OPEX.

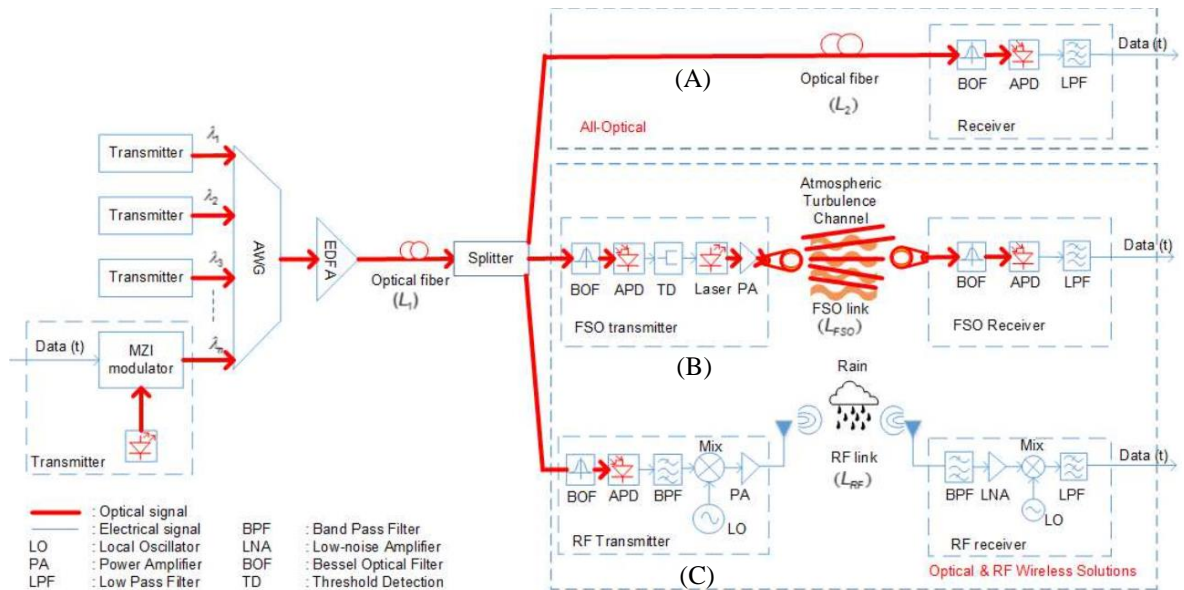
- Cấu trúc liên kết hiệu quả. Cấu trúc liên kết cây PON yêu cầu triển khai ít sợi hơn so với cấu trúc liên kết điểm hoặc điểm vòng.
- Khả năng mở rộng đã được chứng minh trong tương lai. Một mạng lưới phân phối sợi cung cấp băng thông không giới hạn và không cần phải thay thế khi thể hệ tiếp theo xuất hiện.
- Sức mạnh tổng hợp với truy cập dòng cố định. Các nhà khai thác đang triển khai cả truy cập cố định và di động có thể sử dụng cùng một cơ sở hạ tầng.
- QoS và SLA cho các dịch vụ đa kênh. GPON T-CONT (kiến trúc container lưu lượng đường lên) cho phép ghép các luồng dịch vụ khác nhau (ví dụ TDM và IP) trên PON trong khi cung cấp chất lượng dịch vụ và SLA khác biệt cho mỗi loại dịch vụ.
- Chuyển đổi dự phòng và bảo vệ tự động: GPON cung cấp dựa trên tiêu chuẩn cơ chế thực hiện dự phòng và chuyển mạch bảo vệ tự động.

2.2.4. Mạng backhaul di động trên PON thế hệ tiếp theo (WDM-PON)

Mô hình chung có thể thấy từ hình 2.1, việc sử dụng PONs cho tế bào backhaul của dữ liệu băng gốc từ trạm BS đã được kiểm chứng [6] và đã thử nghiệm cho một số tiêu chuẩn hiện hành. Mặc dù các yêu cầu về năng lực cũng nằm trong khả năng của PON, đặc điểm trễ không đối xứng gây ra những lo ngại về hiệu năng trong PON ghép kênh phân chia thời gian (TDM-PON), cũng như yêu cầu phân nhiệm để ưu tiên lưu lượng backhaul. GPON thế hệ sau, PON ghép kênh phân chia bước sóng (WDM-PON) là tốt hơn, bởi nó giảm đáng kể lượng sợi sử dụng, cung cấp các kênh tốc độ cao đồng thời cũng loại bỏ được các yếu điểm còn tồn tại của TDM-PON.

Trên hình 2.6 (A) là kiến trúc của một backhaul trên WDM-PON thuần sợi quang. Mỗi đường dẫn backhaul từ CS đến BS có thể chia thành hai bước. Bước đầu tiên từ CS đến bộ chia là một liên kết WDM, đối với bước thứ hai, thuần sợi quang WDM từ bộ chia quang tới đầu thu. Trong phần 2.4, luận văn lấy mô hình trên WDM-PON làm cơ sở để so sánh và đánh giá hiệu năng của giữa các giải pháp sẽ được trình bày trong phần sau để thấy được sự kết hợp của các giải pháp này:

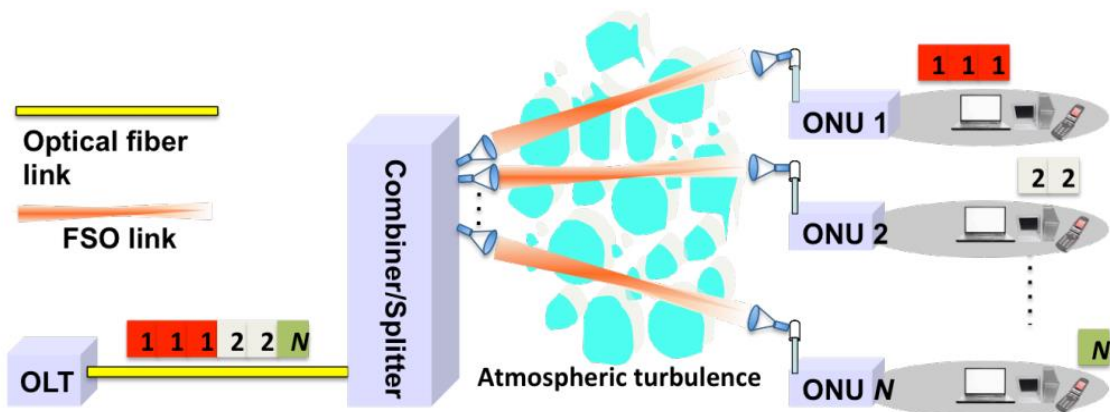
công nghệ PON, FSO, RF có thể cung cấp một giải pháp linh hoạt, băng thông giga cho mạng backhaul.



Hình 2.6: Kiến trúc backhaul trên WDM – PON

2.3. Một số giải pháp backhaul lai ghép PON/quang vô tuyến

2.3.1. Backhaul lai ghép TDM-PON/FSO



Hình 2.7: Mô hình backhaul lai ghép TDM-PON/FSO

Hai giao thức MAC mới, bao gồm phân bổ băng thông cố định/tốc độ thích ứng (FBA/AR) và phân bổ băng thông động/tốc độ thích ứng (DBA/AR), được đề

xuất cho FSO/PON sẽ được phân tích và so sánh trong phần 2.4 để thấy rõ sự cải thiện.

2.3.2. Backhaul lai ghép WDM-PON/FSO

Hình 2.6 (B) cho thấy kiến trúc được đề xuất cho mạng backhaul lai ghép WDM-PON/FSO để cung cấp mạng backhaul dung lượng cao và linh hoạt sử dụng liên kết FSO cho phân đoạn khó khăn không thuận lợi của sợi quang hay các liên kết khác. Các tín hiệu đường xuống từ trạm trung tâm (CS), nơi đặt máy phát, được điều chế với các bước sóng khác nhau và ghép kênh bằng cách sử dụng cách tử ống dẫn sóng (AWG). Tín hiệu WDM sau đó được khuếch đại trong khi đi qua bộ khuếch đại sợi pha tạp Erbium (EDFA) để bù lại tổn thất do liên kết sợi đầu tiên và đặc biệt là bộ chia. Tín hiệu từ đầu ra của bộ chia được truyền đến các trạm gốc (BS) thông qua FSO. Mỗi đường dẫn backhaul từ CS đến BS có thể chia thành hai bước. Bước đầu tiên từ CS đến bộ chia là một liên kết sợi quang WDM. Bước thứ hai, sử dụng liên kết FSO từ bộ chia WDM PON xuống thiết bị cuối. Các tính toán được đưa ra để so sánh và đánh giá được thể hiện trong phần 2.4.

2.3.3. Backhaul lai ghép WDM-PON/RF

Hình 2.6 (C) cho thấy kiến trúc được đề xuất cho mạng backhaul lai ghép WDM-PON/RF để cung cấp mạng backhaul dung lượng cao và linh hoạt, sử dụng liên kết RF cho những phân đoạn khó khăn không thuận lợi của liên kết sợi quang hay các liên kết khác. Các tín hiệu đường xuống từ trạm trung tâm (CS), nơi đặt máy phát, được điều chế với các bước sóng khác nhau và ghép kênh bằng cách sử dụng cách tử ống dẫn sóng (AWG). Tín hiệu WDM sau đó được khuếch đại trong khi đi qua bộ khuếch đại sợi pha tạp Erbium (EDFA) để bù lại tổn thất do liên kết sợi đầu tiên và đặc biệt là bộ chia. Tín hiệu từ đầu ra của bộ chia được truyền đến các trạm gốc (BS) thông qua RF. Mỗi đường dẫn backhaul từ CS đến BS có thể chia thành hai bước. Bước đầu tiên từ CS đến bộ chia là một liên kết sợi quang WDM, bước thứ hai, là liên kết RF. Các tính toán được đưa ra để so sánh và đánh giá được thể hiện trong phần 2.4.

2.4. Kết quả và đánh giá các giải pháp

2.4.1. Backhaul lai ghép TDM-PON/FSO

Từ các tham số hiệu năng hệ thống giữa các giao thức được đề xuất và một giao thức thông thường được lấy từ sự hiện diện của nhiễu loạn khí quyển, kết quả đã chỉ ra rằng so với các trường hợp tỷ lệ cố định, các giao thức dựa trên tỷ lệ thích ứng có hiệu năng tốt hơn và nói chung DBA/AR hoạt động hiệu quả hơn FBA/AR.

2.4.2. Backhaul PON - WDM thuần sợi quang và lai ghép FSO, RF

Các kết quả bằng số chứng minh rằng hiệu năng của ba lần xem xét liên kết xuống phụ thuộc đáng kể vào công suất truyền; các BER hệ thống bị giảm nhanh khi công suất phát tăng lên. Tuy nhiên, tốc độ giảm của mỗi hệ thống là khác nhau; của đường xuống dựa trên WDM-PON cơ bản là lớn nhất trong khi đường xuống của WDM-PON/RF trở nên nhỏ hơn khi BER hệ thống đạt đến giá trị cụ thể, 10^{-4} . Đó là bởi vì, trong hệ thống RF, việc tăng công suất phát cũng có thể gây ra sự gia tăng của nhiễu và do đó, không giúp giảm tỷ lệ nhiễu. Mặc dù có chi phí lắp đặt cao hơn, triển khai khó hơn và ít đa năng hơn, giải pháp WDM-PON luôn vượt trội so với các giải pháp backhaul khác nhờ những ưu điểm của truyền dẫn quang. Mặt khác, ngay cả khi chi phí triển khai ít và đa năng nhất, hệ thống kết hợp WDM-PON/RF không đủ cho yêu cầu BER cao, tức là lớn hơn 10^{-4} . WDM-PON/FSO, có hiệu năng tốt hơn WDM-PON/RF với BER dưới 10^{-5} , cung cấp giải pháp trung gian có thể cung cấp BER cao, khả năng chi trả cao hơn trong khi yêu cầu chi phí triển khai ít hơn.

Trong số ba giải pháp so sánh backhaul, các hệ thống WDM-PON thuần túy luôn cho thấy hiệu năng tốt nhất, BER nhỏ nhất hay nói cách khác là phạm vi dịch vụ dài nhất. WDM-PON/FSO cung cấp hiệu năng tốt hơn hệ thống WDM-PON/RF khi BER yêu cầu đủ nhỏ (tức là dưới 10^{-5} với công suất lớn hơn 5 dBm), tuy nhiên, nó chịu hiệu năng kém nhất nếu BER yêu cầu không quá nhỏ (tức là BER 10^{-4}). Một lần nữa, cho thấy giải pháp backhaul thuần sợi quang WDM-PON là tốt nhất về BER nhưng WDM-PON/FSO hoặc WDM-PON/RF là những giải pháp thay thế

khác có thể giải quyết sự đánh đổi giữa hiệu năng vận hành và chi phí lắp đặt, tính linh hoạt và đa năng cho các mạng backhaul thế hệ tiếp theo.

Tiếp theo, luận văn phân tích sự phụ thuộc hiệu năng của hệ thống vào các thông số hệ thống chính của các bộ phận liên kết sợi quang, đó là tỷ lệ phân tách và mức khuếch đại, trong ba hệ thống backhaul so sánh. Các BER thu được của ba giải pháp backhaul đang tăng lên nhanh chóng khi tỷ lệ phân tách lớn hơn được triển khai. Đó là bởi vì, các hệ thống PON được triển khai trong các mạng so sánh đơn giản chỉ sử dụng các bộ tách công suất và do đó, công suất quang ở đầu ra của các bộ tách bị giảm đáng kể. Mặt khác, sự phụ thuộc của hiệu năng hệ thống vào mức tăng của bộ khuếch đại khá giống với công suất truyền. Lý do là độ khuếch đại ảnh hưởng trực tiếp đến công suất của tín hiệu quang.

Cuối cùng, kết quả mô phỏng chứng minh rằng với tất cả các tốc độ bit đã cho, hệ thống WDM-PON luôn cung cấp hiệu năng tốt nhất trong khi giải pháp WDM-PON/FSO chỉ vượt trội so với WDM - PON/RF nếu BER yêu cầu đủ nhỏ, tức là BER nhỏ hơn một mức cụ thể giá trị (5×10^{-4}) nhờ những lợi thế của công nghệ FSO so với công nghệ RF. Nói cách khác, hệ thống backhaul WDM-PON/FSO nên được ưu tiên hơn hệ thống WDM-PON/RF vì các hệ thống hiệu năng cao là cần thiết. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng các liên kết FSO phải là một ánh sáng tầm nhìn thẳng và chúng bị ảnh hưởng mạnh mẽ bởi sương mù và đám mây.

2.5. Kết luận chương 2

Xu hướng mạng backhaul di động dựa trên PON là lựa chọn khá toàn diện của công nghệ mạng thế hệ tiếp theo. Mặc dù các yêu cầu về năng lực vẫn nằm trong khả năng của TDM-PON nhưng đặc điểm trễ không đối xứng của TDM-PON gây ra những lo ngại về hiệu năng cũng như các yêu cầu về phân nhiệm để ưu tiên lưu lượng backhaul. Luận văn có đề xuất thêm hai giao thức MAC là FBA/AR và DBA/AR so với một giao thức thông thường trong sự hiện diện của nhiễu loạn khí quyển khi lai ghép FSO. Từ các tham số hiệu năng của hệ thống chỉ ra rằng so với các trường hợp tỷ lệ cố định, các giao thức dựa trên tỷ lệ thích ứng có hiệu năng tốt hơn, và nói chung, DBA/AR hoạt động hiệu quả hơn FBA/AR.

Sự hoàn thiện của công nghệ PON với thể hệ tiếp theo WDM - PON đã loại trừ hầu hết các nhược điểm của TDM - PON cho MBH. Việc so sánh hiệu năng của các giải pháp được backhaul lựa chọn được thực hiện để làm rõ sự đánh đổi giữa hiệu năng và tính linh hoạt/tính di động của hệ thống. Các kết quả đã chứng minh rằng mỗi giải pháp backhaul đều có những ưu điểm và nhược điểm riêng. Sự kết hợp của các phương pháp này có thể khai thác các công nghệ PON, FSO và RF để cung cấp giải pháp có thể sử dụng được và có khả năng băng thông giga cho các mạng truyền dẫn di động thể hệ tiếp theo.

CHƯƠNG 3: HIỆN TRẠNG HẠ TẦNG VÀ GIẢI PHÁP BACKHAUL LAI GHÉP QUANG VÔ TUYẾN CHO VNPT BẮC NINH

3.1. Giới thiệu tổng quan về Bắc Ninh

3.1.1. Các điều kiện tự nhiên và kinh tế xã hội của Bắc Ninh

- Bắc Ninh là tỉnh có diện tích nhỏ nhất Việt Nam, thuộc Đồng bằng sông Hồng và nằm trong vùng Kinh tế trọng điểm Bắc bộ, với tổng diện tích 822,71 km², mật độ 1664 người/km². Địa hình tỉnh không hoàn toàn đồng bằng mà xen kẽ là các đồi thấp, mạng lưới sông ngòi khá dày đặc, trung bình 1,0-1,2 km/km², với 3 hệ thống sông lớn chảy qua là sông Đuống, sông Cầu và sông Thái Bình.
- Khí hậu nhiệt đới ẩm, chia 4 mùa, có sự chênh lệch nhiệt độ rõ rệt nhưng hiếm có hiện tượng thời tiết cực đoan như sương mù, mưa đá ... Lượng mưa trung bình hàng năm là 1400-1600 mm, hiếm có hiện tượng mưa quá 300 mm/giờ.
- 2018, Bắc Ninh xếp thứ 30 về số dân, xếp thứ 6 về tổng sản phẩm GRDP, xếp thứ 2 về GRDP bình quân đầu người, xếp thứ 7 về tốc độ tăng trưởng GRDP trên toàn quốc. Bắc Ninh có 15 khu công nghiệp tập trung, 1 khu công nghệ thông tin và hơn 30 cụm công nghiệp được đầu tư hạ tầng khá hoàn chỉnh.
- Về tổng thể định hướng và quy hoạch phát triển của Bắc Ninh đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt trong quyết định 558/QĐ-TTG ngày 15/5/2019 đến năm 2035 tầm nhìn 2050.

3.1.2. Cơ sở hạ tầng mạng backhaul tại VNPT Bắc Ninh

Hệ thống truyền tải luồng E1: Tất cả các truyền tải luồng cơ bản E1 của VNPT Bắc Ninh đều đã quang hóa trên các vòng Ring quang công nghệ FLX và SDH, bao gồm có 3 Ring quang FLX (tối đa STM1) và 4 Ring quang NG-SDH (tối đa STM16). Hệ thống này cung cấp luồng E1 phục vụ làm trung kế giữa các tổng đài vệ tinh, MSAN, tổng đài nội bộ kết nối với tổng đài Host, phục vụ các khách hàng thuê kênh riêng đường E1, phục vụ truyền tải các trạm BTS (2G) kết nối về BSC.

Hệ thống truyền tải băng rộng VNPT Bắc Ninh bao gồm các thành phần:

- Mạng Core Metro Are Network (MAN-E), cấu trúc hiện tại mạng MAN-E VNPT Bắc Ninh (hình 3.3) được xây dựng từ năm 2008 với cấu hình gồm 6 vòng ring trong đó 5 vòng ring UPE và 01 vòng ring Core, sau năm 2016 thì có 7 ring UPE. Thời gian đầu triển khai dự án các vòng ring đều có tốc độ 1Gb và sau này đã nâng cấp lên 10G. Hiện nay, khi tốc độ phát triển internet mạnh mẽ, phần lớn là các thuê bao internet công nghệ quang, các thuê bao này đều sử dụng các gói cước tốc độ cao. Trước tình hình đó, tháng 1 năm 2018 Viễn thông Bắc Ninh đã nâng cấp băng thông, hiện tại các vòng ring MAN-E đã được nâng cấp tới 300G để đảm bảo chất lượng dịch vụ cung cấp cho khách hàng.
- Mạng truy nhập của VNPT Bắc Ninh hiện có 73 thiết bị IP DSLAM cấu hình MA5600, 262 thiết bị switch Access và 87 thiết bị TDM-PON giao tiếp với mạng MAN-E qua cổng GE/10GE được lắp đặt tại 59 trạm viễn thông.
- Mạng ngoại vi hiện nay, VNPT Bắc Ninh toàn mạng có khoảng 254.940 đôi cáp gốc, dung lượng đã sử dụng đạt khoảng 200.217 đôi cáp gốc, hiệu suất đạt 78%. Hạ tầng mạng ngoại vi thuộc khu vực thành phố, thị xã và trung tâm các huyện đã được ngầm hóa, tuy nhiên tỷ lệ ngầm hóa chưa cao phần lớn vẫn sử dụng cáp treo.

Hạ tầng mạng của VNPT Bắc Ninh hiện nay đang phục vụ ngoài hơn 500 trạm di động BTS (2G) của Vinaphone và Mobiphone, sử dụng truyền dẫn luồng cơ bản E1 (trên các Ring quang), còn có 815 trạm di động NodeB (3G), EnNodeB (4G) và 76 trạm SMC (3G+4G) của Vinaphone, cùng khoảng hơn 500 trạm 3G và 4G

của Mobiphone. Về phía Mobiphone đang thực hiện chuyển đổi cấu hình CloudAir, Vinaphone hiện nay cũng đang có 9 trạm thử nghiệm cấu hình CloudAir (sử dụng Hub kết nối chung truyền dẫn các trạm 2G, 3G, 4G trên 1 cổng thiết bị băng rộng). Hiện nay, toàn bộ kết nối của các trạm di động băng rộng (3G, 4G) đều sử dụng mạng ngoại vi đầu nối về các cổng của thiết bị Switch (AON), thông qua MAN-E, kết nối về RNC, LTE/4G.

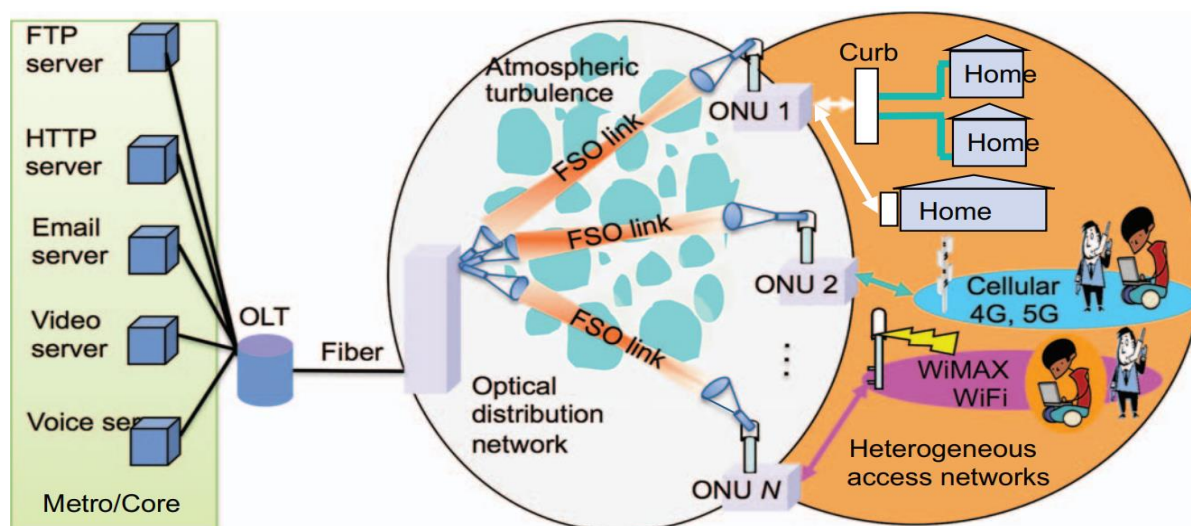
3.1.3. Đánh giá chung

Công nghệ AON phục vụ cho các dịch vụ đòi hỏi tốc độ cao nhưng hiện tại dung lượng cổng tại Switch để cung cấp cho các dịch vụ còn rất ít, muốn phát triển tiếp phải đầu tư thêm nhiều switch, nhà trạm ... sẽ gây tốn nhiều kinh phí, gây ra nhiều khó khăn về đầu tư hạ tầng, quá trình OMC tốn kém, mất thời gian và kém linh hoạt hơn rất nhiều.

Hạ tầng backhaul di động của VNPT Bắc Ninh hiện đang tải trọng khoảng 2000 trạm di động (cho cả Vinaphone và Mobiphone). Theo các tính toán khoa học, để đảm bảo đúng chuẩn chất lượng dịch vụ thì số trạm cần tăng gấp đôi, và gấp 3 khi tiến tới thế hệ mạng 5G – một gánh nặng cực lớn trên vai mạng backhaul di động.

3.2. Đề xuất giải pháp backhaul tốc độ cao cho VNPT Bắc Ninh

3.2.1. Giải pháp mạng backhaul lai ghép TDM-PON/FSO



Hình 3.7: Minh họa về FSO/PON tích hợp cho các mạng backhaul

Như được mô tả trên hình 3.7, trước tiên, tiến hành khảo sát toàn bộ kết nối của backhaul hiện tại cho các trạm gốc. Tiến hành sắp xếp, phân loại, VNPT Bắc Ninh, có thể đề ra thêm các tiêu chí lựa chọn cho sát và phù hợp với đặc trưng riêng của tỉnh không chỉ căn cứ trên lưu lượng như phục vụ công ích, các địa điểm sở ban ngành của chính quyền, lễ hội, hội nghị, hội thao, mít tinh, các khu công nghiệp (KCN), khu đô thị cao cấp (KĐT) ... xếp thành các hạng mức khác nhau cho phù hợp với hướng ưu tiên phát triển mạng lưới và nhu cầu đòi hỏi của các điểm

Sau khi đã hoàn tất việc gán định mức cho khoảng 2000 trạm gốc, dựa trên kế hoạch đầu tư của VNPT tỉnh cũng như định hướng và phân bổ đầu tư từ tập đoàn, điều chỉnh các trạm gốc đã quy hoạch và xếp thứ tự ưu tiên bằng cách tiến hành chuyển đổi dần các đường backhaul sang sử dụng mạng PON kết hợp thay thế dần hệ thống sợi từ tủ ODF gần nhất (hiện trạng đã không quá 300m) bằng các thiết bị kết nối FSO. Với các vị trí tại sở ban ngành của chính quyền, sẽ cố gắng triển khai hệ thống sợi quang tối đa có thể, với các trạm tăng cường lưu động ngăn ngừa hiện nhiên sẽ sử dụng thiết bị kết nối FSO.

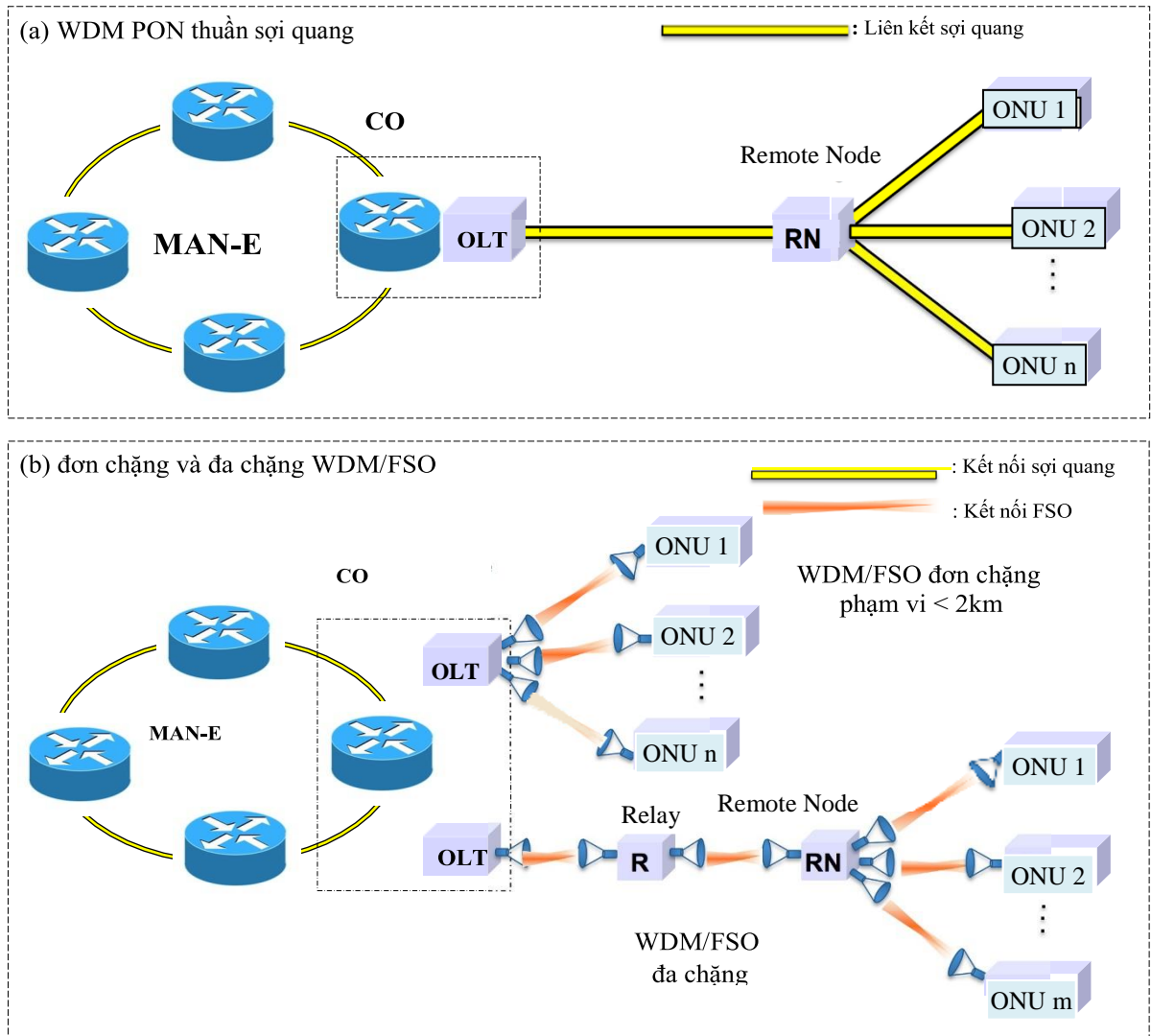
Đối với việc phát triển mới và mở rộng, thay đổi các trạm gốc, sử dụng các thiết bị FSO lai ghép công nghệ PON với mô hình 3.7 sẽ rút ngắn được thời gian triển khai rất nhiều, gần như giải quyết được hầu hết các khó khăn như đã trình bày.

3.2.2. Giải pháp mạng backhaul lai ghép WDM-PON/FSO

Việc chuyển đổi cũng được thực hiện tương tự với TDM-PON. Lưu lý [6], một trong những yêu cầu quan trọng nhất của mạng truyền dẫn di động thế hệ tiếp theo là mở rộng phạm vi dịch vụ là khoảng cách liên kết tối đa.. Luận văn xin đưa ra thêm mô hình sử dụng kỹ thuật FSO đa chặng rất linh hoạt với thiết bị khuếch đại quang trực tiếp OAF.

Mô tả hệ thống: Hình 3.8 (a) mô tả mạng quang thụ động (PON) điển hình sử dụng các kết nối sợi quang, bao gồm các đơn vị mạng quang (ONU), bộ chia thụ động tại nút xa (RN) và các trạm GPON (OLT) tại trung tâm (CO) kết nối lên mạng MAN-E của tỉnh. Thông thường, PON có thể đạt khoảng cách lên tới 20km, nhưng

trong một số trường hợp khó khăn, như đã trình bày ở trên, giải pháp cho tình huống này là FSO.



Hình 3.8: (a) Mạng backhaul WDM thuần sợi quang

(b) Mạng backhaul lai ghép WDM/FSO đơn chạng và đa chạng

Trong hình 3.8 (b), FSO được kết hợp với WDM-PON để tạo thành một backhaul quang lai ghép khá toàn diện, linh hoạt. Với đặc tính của FSO bị hạn chế về cự ly (nhỏ hơn 2km) do tác động của các điều kiện tự nhiên khi sử dụng mạng lai ghép WDM/FSO đơn chạng, để giải quyết vấn đề này một mô hình linh hoạt hơn được sử dụng là mạng lai ghép WDM-PON/FSO đa chạng. Như vậy luận văn đã cung cấp một mô hình mạng backhaul toàn quang kết hợp đầy đủ các hệ thống FSO

sử dụng kỹ thuật OAF kết hợp với các lợi thế sẵn có của WDM-PON, tương thích hoàn toàn với mạng MAN-E sẵn có tạo nên mạng backhaul vô cùng linh hoạt.

Mô hình triển khai tại KCN Yên Phong: khảo sát số lượng trạm gốc hiện có, phân loại mức độ khó khăn khi vận hành, xử lý (Vinaphone cũng đã phân loại 32 trạm trong diện bất khả kháng khi xử lý sự cố), khoảng cách từ trạm gốc tới bộ chia quang gần nhất. Với các trạm không quá khó khăn, thực hiện chuyển đổi các đường backhaul theo mô hình 3.8 (a). Với các trạm gốc khó trong quá trình vận hành, xử lý có khoảng cách lớn (trên 2km) thực hiện chuyển đổi các đường backhaul theo mô hình 3.8 (b) đa chặng, các trạm gốc khó trong quá trình vận hành xử lý có khoảng cách nhỏ (nhỏ hơn 2 km) thực hiện chuyển đổi các đường backhaul theo mô hình 3.8 (b) đơn chặng

3.3. Kết luận chương 3

Chương này đã trình bày được tổng thể về các điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội của tỉnh Bắc Ninh. Đồng thời cũng cho thấy hiện trạng cũng như xu thế và những áp lực đối với hạ tầng backhaul di động của VNPT Bắc Ninh. Dựa trên những điều đó, kết hợp cùng những nghiên cứu về quang vô tuyến cho thấy sự phù hợp và thuận lợi của việc kết hợp FSO trên PON làm nền tảng cho mạng backhaul di động. Hướng tới mô hình kết hợp TDM-PON/FSO cho hiện tại và tương lai xa hơn là WDM-PON/FSO sử dụng kỹ thuật truyền tiếp quang OAF để tạo nên một mạng backhaul di động vô cùng linh hoạt, tốc độ cao nhưng cũng tiết kiệm chi phí và đáng tin cậy.

KẾT LUẬN

Cùng với sự phát triển nhanh chóng của kỷ nguyên công nghệ số, đặc biệt là hệ thống di động, gánh nặng trên vai hệ thống mạng backhaul di động là vô cùng lớn với những yêu cầu khắt khe về băng thông lớn, độ tin cậy cao, ... đồng thời phải đáp ứng được những nhu cầu thực tế như chi phí tốt, triển khai nhanh, linh hoạt, thuận lợi trong khai thác, vận hành, bảo dưỡng, đảm bảo an ninh, an toàn, bảo mật ... Kết hợp với những kiến thức được học tập và nghiên cứu cùng những hiểu biết trong quá trình 15 năm công tác và làm việc tại Trung tâm Điều hành Thông tin của

Viễn thông Bắc Ninh, học viên hướng tới hai mô hình giải pháp cho mạng backhaul di động của VNPT Bắc Ninh. Luận văn gồm 3 chương và trình bày về các vấn đề:

Chương 1 giới thiệu được khái niệm chung về backhaul, xu hướng phát triển hướng tới các thiết bị di động, trình bày được các khái niệm và yêu cầu chung đối với mạng backhaul di động. Chương này cũng nêu lên những yêu cầu và thách thức cho mạng backhaul trong giai đoạn mới, đặc biệt là đối với thế hệ mạng di động kế tiếp (5G).

Chương 2 trình bày các khái niệm chung về mạng backhaul dựa trên PON để thấy được đó là xu hướng tất yếu và sẽ là nền tảng của mạng backhaul di động trong tương lai. Đồng thời, trong chương này cũng nghiên cứu các giải pháp backhaul lai ghép PON/quang cùng những kết quả tính toán chính xác để so sánh và thấy rằng trong những điều kiện nhất định thì quang vô tuyến là hoàn toàn phù hợp, thuận lợi để có thể thay thế cho sợi quang cơ bản.

Chương 3 trình bày về các điều kiện chung của tỉnh Bắc Ninh, hiện trạng hạ tầng backhaul di động của VNPT Bắc Ninh và những nhu cầu bức thiết sắp tới của sự phát triển đòi hỏi mạng lưới backhaul di động phải thay đổi. Từ đó thấy được sự thuận lợi và phù hợp rất lớn của việc sử dụng mạng backhaul lai ghép FSO, hướng tới hai mô hình cho hiện tại là TDM-PON/FSO và trong tương lai xa hơn là WDM-PON/FSO sử dụng kỹ thuật khuếch đại quang trực tiếp OAF.

Nhận xét chung: học viên đã hoàn thành được nội dung và yêu cầu đề ra của một thạc sỹ kỹ thuật về lĩnh vực viễn thông. Qua đó, học viên củng cố thêm kiến thức về chuyên môn, có cái nhìn tổng quan hơn về mạng lưới, nâng cao khả năng làm việc trong quá trình xây dựng, vận hành và khai thác mạng cũng như đề xuất với cấp trên nhưng kiến nghị tốt cho công việc, cơ quan và cho ngành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đỗ Trọng Đại (2017), “*Nghiên cứu đề xuất các giải pháp nâng cao chất lượng dịch vụ băng rộng cố định tại VNPT Bắc Ninh*”, Luận văn thạc sỹ, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông.
- [2] Đào Ngọc Lâm (2017), “*Truyền thông vô tuyến quang – Công nghệ mới cho hạ tầng mạng viễn thông*”, Trương cao đẳng công nghệ thông tin hữu nghị Việt - Hàn.
- [3] Vũ Công Quyền (2014), “*Nghiên cứu, phân tích giải pháp mobile backhaul và ứng dụng triển khai trên mạng viễn thông của VNPT Tuyên Quang*”, Luận văn thạc sỹ, Đại học Thái Nguyên.
- [4] Nguyễn Đình Xuân (2010), “*Nghiên cứu công nghệ tích hợp giữa các môi trường truyền thông phục vụ quá trình phát triển mạng viễn thông thế hệ sau (NGN) của VNPT*”, Luận án tiến sĩ, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn Thông.
- [5] Vuong V. Mai and Anh T. Pham (2015, September) “Adaptive rate-based MAC Protocols Design and Analysis for Integrated FSO/PON Networks”, *IEEE International Conference on Communication (ICC)*.
- [6] Thang V. Nguyen, Minh-Tu V. Pham, Hien T. T. Pham, Hai-Chau Le, and NgocT.Dang (march 2017), “Aperformance Comparison Of Gigabit-Capable Backhauling Solutions for 5G Cellular Networks”, *journal of science and technology: issue on information and communications technology*, vol. 3, no. 1.