



10/24/2022





Mạng truyền thông quang

Bộ môn Tín hiệu và Hệ thống

Hà Nội, 2022

1




Giới thiệu môn học

- Nội dung:
 - Chương 1: Giới thiệu về mạng truyền thông quang
 - Chương 2: Các lớp khách hàng (client) của lớp quang
 - Chương 3: Mạng quang WDM
 - Chương 4: Đồng bộ, quản lý và điều khiển mạng quang
 - Chương 5: Bảo vệ và phục hồi mạng quang
 - Chương 6: Mạng truy nhập quang

24/10/2022

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

2





Giới thiệu môn học

- Nội dung chi tiết:
 - Chương 6- MẠNG TRUY NHẬP QUANG
 - Tổng quan về mạng truy nhập quang (FTTx)
 - Khái niệm
 - Ưu nhược điểm của FTTx
 - Các ứng dụng của FTTx
 - Cấu hình của mạng truy nhập quang FTTx
 - Cấu hình cơ bản của mạng truy nhập quang FTTx
 - Cấu hình tham chiếu của mạng truy nhập quang FTTx
 - Các khối chức năng cơ bản của mạng truy nhập quang FTTx

24/10/2022

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Postal & Telecommunications Institute of Technology






Giới thiệu môn học

- Nội dung chi tiết:
 - Chương 6- MẠNG TRUY NHẬP QUANG
 - Các phương thức truy nhập quang (FTTx)
 - Phương thức FTTC
 - Phương thức FTTB
 - Phương thức FTTO/H
 - Các công nghệ sử dụng trong mạng FTTx
 - Tổng quan về các công nghệ sử dụng trong mạng truy nhập quang FTTx
 - Công nghệ truy nhập quang tích cực AON
 - Công nghệ truy nhập quang thụ động PON
 - Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng truy nhập quang

2




Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.1. Tổng quan về mạng truy nhập quang (FTTx)

- Khái niệm
 - ✓ Đây là một hình thức truy nhập trong mạng sợi quang, để đưa dịch vụ tới khách hàng.
 - ✓ FTTx bao gồm các hệ thống truy nhập:
 - Sợi quang tới vỉa hè/ vùng dân cư (FTTC- fiber-to-the-curb).
 - Sợi quang tới cơ quan (FTTO- fiber-to-the-office).
 - Sợi quang tới tòa nhà (FTTB- fiber-to-the-bulding/business).
 - Sợi quang tới hộ gia đình (FTTH- fiber-to-the-home)
 - ✓ Một số thuật ngữ mạng FTTx:
 - MDU (multiple dwelling unit): Khối cho nhiều gia đình/ căn hộ.
 - MTU (multiple tenant unit): Khối cho nhiều người thuê.
 - MHU (multiple hospitality unit): Khối cho nhiều khách hàng.
 - SDU (single dwelling unit): Khối cho một căn hộ.
 - SFU (single family unit): Khối cho một gia đình
 - SOHO (small office/home office): Khối cho văn phòng nhỏ

2



Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.1. Tổng quan về mạng truy nhập quang (FTTx)

- Ưu nhược điểm của FTTx
 - ✓ Ưu điểm:
 - Dung lượng lớn
 - Cự ly đoạn lặp dài
 - Tính cách điện tốt
 - Tính bảo mật cao
 - Độ tin cậy cao và dễ bảo dưỡng
 - Tính linh hoạt lớn
 - Tính mở rộng cao

2



Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.1. Tổng quan về mạng truy nhập quang (FTTx)

– Ưu nhược điểm của FTTx

✓ Nhược điểm:

- Mặc dù sợi quang rất rẻ nhưng chi phí cho lắp đặt, bảo dưỡng, thiết bị đầu cuối là rất lớn.
- Do thiết bị đầu cuối còn khá đắt nên không phải lúc nào hệ thống mạng FTTx cũng phù hợp.
- Đối với những ứng dụng thông thường, không đòi hỏi băng thông lớn như lướt Web, Check mail...thì cáp đồng vẫn được tin dùng. Do đó càng ngày người ta càng cần phải đầu tư nghiên cứu để giảm các chi phí đó.

2

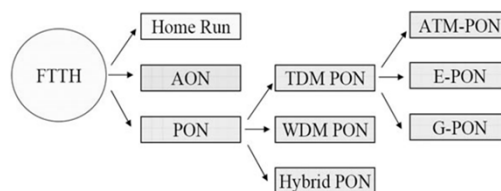


Chương 6- Mạng truy nhập quang

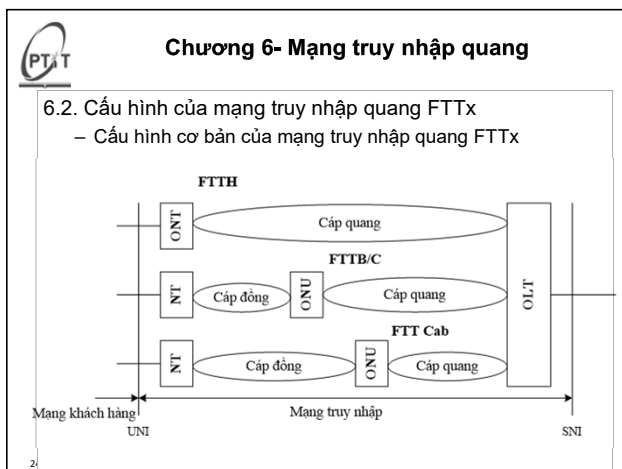
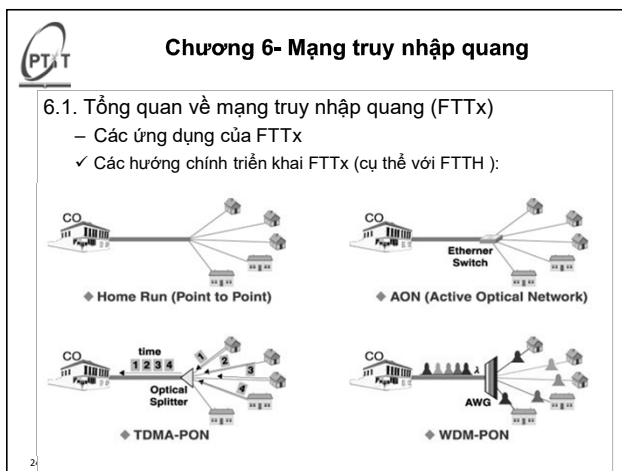
6.1. Tổng quan về mạng truy nhập quang (FTTx)

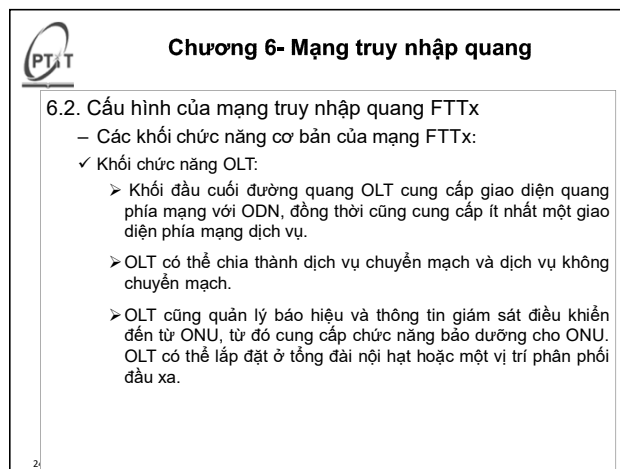
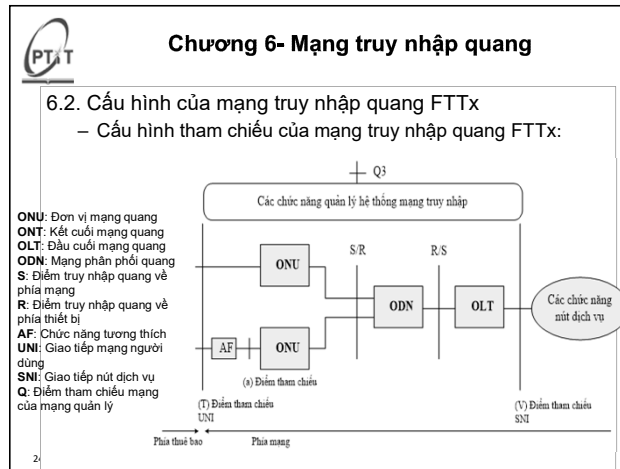
– Các ứng dụng của FTTx

✓ Các hướng chính triển khai FTTx (cụ thể với FTTH):



2





Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.2. Cấu hình của mạng truy nhập quang FTTx

– Các khối chức năng cơ bản của mạng FTTx:

✓ Khối chức năng OLT:

Khối thích ứng dịch vụ: Service adaptation
Khối kết nối chéo: Cross-connect
Lớp MAC: Medium Access Control
Lớp PMD: Physical Medium Dependent

+ Lớp thích ứng dịch vụ: cung cấp sự chuyển đổi giữa các tín hiệu định dạng từ mạng trục và các tín hiệu trên mạng PON. Giao diện từ một OLT tới mạng lõi được gọi là giao diện SNI.

+ Khối kết nối chéo: cung cấp chức năng kết nối chéo và chuyển mạch giữa các hệ thống PON, các ONU khác nhau và mạng lõi.

+ Lớp MAC: lập lịch cho phép sử dụng môi trường vật lý đảm bảo tránh nghẽn (xung đột) xảy ra trên tuyến sợi quang chia sẻ giữa các ONU khác nhau.

+ Lớp PMD: bao gồm bộ thu phát quang và bộ ghép WDM song công.

Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.2. Cấu hình của mạng truy nhập quang FTTx

– Các khối chức năng cơ bản của mạng FTTx:

✓ Khối chức năng ONU:

- Khối mạng quang ONU/ONT đặt ở giữa ODN và thuê bao.
- Phía mạng của ONU có giao diện quang, còn phía thuê bao là giao diện điện.
- Do đó, ONU có chức năng biến đổi quang/điện. Đồng thời có thể thực hiện chức năng xử lý và quản lý bảo dưỡng các loại tín hiệu điện.
- ONU có thể đặt ở phía khách hàng (FTTH/B) hoặc ngoài trời (FTTC).
- Do ONU thường được đặt ngoài trời nên các tủ bảo vệ cần đảm bảo để ONU hoạt động trong các điều kiện môi trường thay đổi khác nhau.

2

Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.2. Cấu hình của mạng truy nhập quang FTTx

– Các khối chức năng cơ bản của mạng FTTx:

✓ Khối chức năng ONU:

Khối thích ứng dịch vụ: Service adaptation
 Khối MUX/DEMUX: Ghép kênh
 Lớp MAC: Medium Access Control
 Lớp PMD: Physical Medium Dependent
 UNI: Giao tiếp mạng – người dùng

- Cấu trúc và chức năng cơ bản như OLT (đặt trực tiếp tại cơ sở của khách hàng).
 - Phụ thuộc vào yêu cầu của khách hàng hoặc nhóm người dùng, ONT thường hỗ trợ một hỗn hợp các dịch vụ khác nhau gồm các tốc độ Ethernet hay tốc độ số khác nhau.
 - Nhiều kiểu thiết kế và cấu hình giá máy thiết bị ONT đáp ứng các nhu cầu khác nhau.
 Kích thước một ONT: một khối đơn giản gắn bên ngoài nhà tới khối thiết bị phức tạp lắp trong một khung giá tiêu chuẩn sử dụng trong các tòa nhà hay văn phòng.
 - Một ONT có thể tập hợp, gom và truyền tải các kiểu lưu lượng thông tin khác nhau từ phía người dùng và gửi nó theo hướng lên trên một sợi quang.

Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.2. Cấu hình của mạng truy nhập quang FTTx

– Các khối chức năng cơ bản của mạng FTTx:

✓ Khối chức năng ODN:

- Khối mạng phân phối quang ODN đặt giữa ONU với OLT.
- Chức năng của nó là phân phối công suất tín hiệu quang.
- ODN chủ yếu là linh kiện quang không nguồn và sợi quang tạo thành mạng phân phối quang thụ động.
- Nếu ODN được thay thế bằng bộ ghép kênh quang thì trở thành mạng phân phối quang hình sao tích cực.

Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.3. Các phương thức truy nhập quang (FTTx)

- Phương thức FTTC:

- ✓ Với phương thức FTTC, sợi được kéo tới ONU đặt ở vỉa hè.
- ✓ Một hoặc nhiều tòa nhà kết nối đến ONU bằng cáp đồng, khoảng cách từ ONU tới thuê bao khoảng 100m.
- ✓ Cấu hình hệ thống truy nhập FTTC:

Độ dài cáp đồng : xấp xỉ 100m

Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.3. Các phương thức truy nhập quang (FTTx)

- Phương thức FTTC (2):

- ✓ Phương thức FTTC được khuyến nghị sử dụng cho các vùng dân cư có mật độ dân tương đối cao, đặc biệt là ở những nơi có thể sử dụng lại mạng cáp đồng, hoặc những nơi khó lắp đặt cáp quang.
- ✓ Đây cũng là một phương thức truy nhập phù hợp cho các khách hàng có nhu cầu đối với các dịch vụ VoIP, truy nhập internet tốc độ cao.

Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.3. Các phương thức truy nhập quang (FTTx)

– Phương thức FTTB:

- ✓ Trong phương án này, sợi được kéo tới một ONU đặt trong tòa nhà.
- ✓ Các khách hàng có thể truy nhập internet theo các kết nối đến ONU thông qua LAN.
- ✓ Chiều dài của phân cấp đồng thường không lớn hơn 10m.
- ✓ Cấu hình hệ thống truy nhập FTTB:


Độ dài cáp đồng : xấp xỉ 10m

Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.3. Các phương thức truy nhập quang (FTTx)

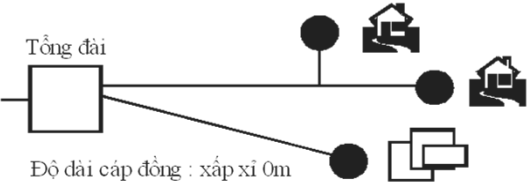
– Phương thức FTTB (2):

- ✓ Để tận dụng hiệu quả các nguồn tài nguyên cũ thì phương thức FTTB+LAN được xem là có thể tiết kiệm tối đa chi phí xây dựng mạng.
- ✓ Hơn nữa, khoảng cách ngắn giữa ONU và thiết bị đầu cuối thuê bao cũng cho phép phát triển từng bước từ FTTB+LAN sang FTTH/FTTO.
- ✓ Mô hình FTTB phù hợp với các tòa nhà có mật độ lớn các khách hàng là doanh nghiệp vì họ có nhu cầu đặc biệt lớn về băng tần, đặc biệt các tòa nhà này đều có LAN.


 **Chương 6- Mạng truy nhập quang**

6.3. Các phương thức truy nhập quang (FTTx)

- Phương thức FTTO/ FTTH:
 - ✓ Trong kiến trúc FTTO/H, sợi quang được kéo tới cơ quan hoặc hộ gia đình, trong đó một ONT được đặt tại thuê bao.
 - ✓ ONT là điểm phân phát dịch vụ cho phép các nhà khai thác cung cấp các dịch vụ số liệu, thoại và hình ảnh trên cùng một sợi.
 - ✓ Cấu hình hệ thống truy nhập FTTO/H:



Độ dài cáp đồng : xấp xỉ 0m

 **Chương 6- Mạng truy nhập quang**

6.3. Các phương thức truy nhập quang (FTTx)

- Phương thức FTTB (2):
 - ✓ FTTO/H có khả năng cung cấp băng tần rất lớn, tuy nhiên chi phí cho việc xây dựng mạng lại rất cao, cần phải xem xét cụ thể khi thiết kế.
 - ✓ Nhìn chung, để tiến tới phương án FTTO/H cần có chiến lược phát triển mạng và kế hoạch triển khai cụ thể để có được các bước thực hiện và đầu tư hợp lý.
 - ✓ Phương thức này đặc biệt phù hợp khi cần phải lắp đặt các mạng cáp mới hoặc phải thay thế mạng cáp cũ.

Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.4. Các công nghệ sử dụng trong mạng FTTx

- Tổng quan:
 - ✓ Kiến trúc FTTx có thể sử dụng mạng quang tích cực (AON) hoặc mạng quang thụ động (PON).
 - ✓ Việc triển khai theo AON hay PON tùy thuộc vào vị trí, đặc thù của mạng truy nhập khu vực đó.
 - ✓ Hiện nay trên mạng truy nhập quang tới nhà thuê bao đang triển khai theo mạng quang chủ động, vì tận dụng sợi cáp quang hiện có, số thuê bao sử dụng truy nhập băng rộng chưa nhiều, hơn nữa đầu tư cơ sở hạ tầng cho triển khai PON trước mắt rất tốn kém. Tuy nhiên do những ưu điểm nổi bật của PON thì xu hướng trong tương lai sẽ triển khai mạng FTTx theo PON là một điều tất yếu.

Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.4. Các công nghệ sử dụng trong mạng FTTx

- Công nghệ truy nhập quang tích cực (AON):
 - ✓ Là mạng truy nhập quang để phân phối tín hiệu sử dụng các thiết bị cần nguồn cung cấp.
 - ✓ Dữ liệu từ phía nhà cung cấp của khách hàng nào sẽ chỉ được chuyển đến khách hàng đó → dữ liệu của khách hàng sẽ tránh được xung đột khi truyền trên đường vật lý chung.

Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.4. Các công nghệ sử dụng trong mạng FTTx

- Công nghệ truy nhập quang tích cực (AON):
- ✓ Các cấu hình: Mạng AON được hiểu là kiểu kết nối điểm - điểm (P2P). Có hai cấu hình chính được triển khai đó là:
 - > Kiến trúc "Home Run",
 - > Kiến trúc "Active Star Ethernet".

Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.4. Các công nghệ sử dụng trong mạng FTTx

- Công nghệ truy nhập quang tích cực (AON):
- ✓ Kiến trúc "Home Run":
 - > Có cáp dành riêng để nối từ CO đến từng nhà thuê bao.
 - > Yêu cầu nhiều sợi quang, nhiều OLT vì mỗi nhà thuê bao cần một cổng OLT. Kiến trúc sợi quang chạy tới tận nhà thuê bao.



Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.4. Các công nghệ sử dụng trong mạng FTTx

– Công nghệ truy nhập quang tích cực (AON):

✓ Kiến trúc “Active Star Ethernet”:

- Kiến trúc ASE được biết đến như kiến trúc sao kép, ASE sẽ giám được số lượng cáp quang và giám giá thành bằng cách chia sẻ cáp đầu ra.
- Kiến trúc sao tích cực, node đầu xa sẽ được triển khai giữa CO và nhà thuê bao.
- Mỗi cổng OLT và cáp đầu ra giữa CO và node đầu xa được chia sẻ bởi nhiều nhà thuê bao. Node đầu xa trong mạng sao tích cực có thể là bộ ghép kênh hoặc là bộ chuyển mạch. Node đầu xa chuyển mạch tín hiệu ở trong miền điện vì thế cần thiết phải chuyển đổi quang sang điện, điện sang quang.
- Do băng tần của cáp đầu ra CO bị chia sẻ giữa nhiều điểm đầu cuối, nên dung lượng dư tối đa sẵn có cho mỗi ngôi nhà ở đường lên và đường xuống đều ít hơn so với cáp đến tận nhà, đây chính là nhược điểm của cấu trúc sao so với cấu trúc “home run” ở trên.

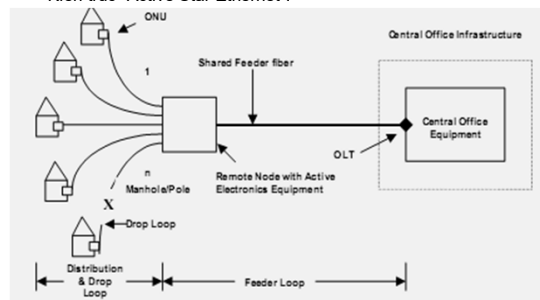



Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.4. Các công nghệ sử dụng trong mạng FTTx

– Công nghệ truy nhập quang tích cực (AON):

✓ Kiến trúc “Active Star Ethernet”:






Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.4. Các công nghệ sử dụng trong mạng FTTx

- Công nghệ truy nhập quang thụ động (PON):
- ✓ Khái niệm về PON:
 - Mạng quang thụ động (PON) là một kiến trúc mạng **điểm-đa điểm**, sử dụng các bộ chia quang thụ động (không có nguồn cung cấp) để chia công suất quang từ một sợi quang tới các sợi quang cung cấp cho nhiều khách hàng.
 - Một mạng PON bao gồm một **OLT đặt tại tổng đài của nhà cung cấp dịch vụ và các ONU đặt tại phía khách hàng**.
 - Ưu điểm của PON là **không cần nguồn cung cấp nên không bị ảnh hưởng bởi nhiễu nguồn, có độ tin cậy cao và không cần phải bảo dưỡng như đối với các phần tử tích cực**.
- ✓ Các công nghệ và các chuẩn về PON:
 - Trong các khuyến nghị về mạng và các hệ thống truyền dẫn, ITU-T đã đưa ra một tập hợp các định nghĩa và kiến trúc làm cơ sở cho việc xây dựng PON.




Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.4. Các công nghệ sử dụng trong mạng FTTx


- Công nghệ truy nhập quang thụ động (PON):
- ✓ Các công nghệ và các chuẩn về PON: (Triển khai hiện nay)

Type	Broadband PON (BPON)	GPON (Gigabit-Capable PON)		EPON (Ethernet PON)	
		GPON	GPON-ERG	EPON	
Standard	ITU-T G.983 series	G.984 series	G.984.6	IEEE 802.3ah	
Protocol	ATM	Ethernet, TDM, IPMA		Ethernet	
Services	Voice, data, video	Voice, data Triple-play File exchange, remote learning, telemedicine, IPTV, video-on-demand		Triple-play	
Maximum physical distance (OLT to ONU)	km	20	Up to 60 (ODN distance)	1000BASE-PX10: 10 1000BASE-PX20: 20	
Split ratio		up to 32	up to 64	16, 32 or 64 (restricted by path loss)	1x15 1x32 (with FEC or OFB / APD)
Nominal bit rate	Mbps	Downstream OLT Tx	Downstream ONU Tx	Downstream Upstream	Downstream Upstream
		155.52 / 622.08 / 244.16 / 155.52 / 622.08	1244.16 / 2488.32	155.52 / 622.08 / 1244.16	2488.32 / 1244.16
Operating wavelength band	nm	1480-1580	1260-1360 (MLMTL, SM) 1280-1380 (MLMTL)	1480-1580 Possibility of using shorter C-band wavelengths downstream and 1550 nm upstream	1480-1580 (basic band) 000 (ONU EXT) 1290-1390 000 (OLT EXT) 1290-1390 DA 1300-1320 (OFB)
		1480-1580	1260-1360 (MLMTL, SM) 1280-1380 (MLMTL)	1480-1580 Possibility of using shorter C-band wavelengths downstream and 1550 nm upstream	1480-1580 Possibility of using shorter C-band wavelengths downstream and 1550 nm upstream
OSNR _{min}	dB	>32	>32	>32	15

 **Chương 6- Mạng truy nhập quang**

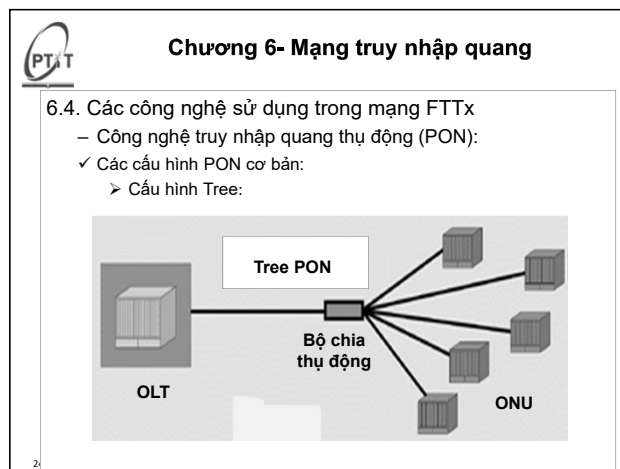
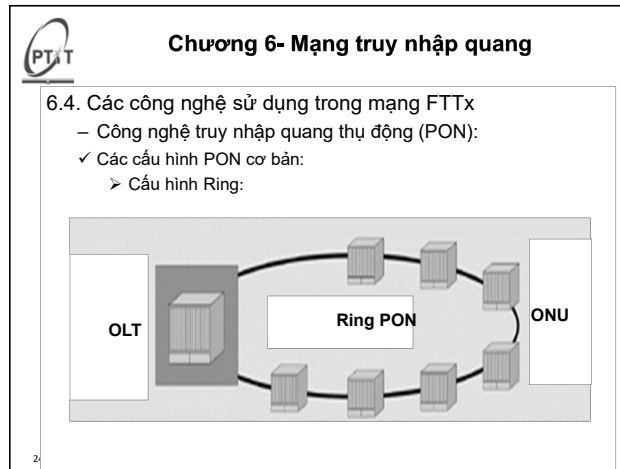
6.4. Các công nghệ sử dụng trong mạng FTTx
 – Công nghệ truy nhập quang thụ động (PON):
 ✓ Các công nghệ và các chuẩn về PON: (Thế hệ tiếp theo- NG PON)

Type		Gigabit-Capable PON (GPON) 10G-PON	Ethernet PON (EPON) 10G-EPON	WDM PON
Standard	Units	G.987	802.3av™	None at the moment
Protocol		Ethernet, TDMA, TDMA	Ethernet	TBC
Services		• Voice, data • Triple-play • File exchange, distance learning, tele-medicine, IPTV, video-on-demand	• Voice, data • Triple-play • File exchange, distance learning, tele-medicine, IPTV, video-on-demand	• Voice, data • Triple-play • File exchange, distance learning, tele-medicine, IPTV, video-on-demand
Maximum physical distance (OLT to ONT)	km	20	PRX10-PR10: 10 PRX20-PR20-PRX30-PR30: 20	TBC
Split ratio		up to 1:64	up to 1:32	TBC up to 1:32
Nominal bit rate		Downstream Upstream	Downstream Upstream	Downstream Upstream
Asymmetric	Gbit/s	10 2.5	10 1.25	Virtually no limits e.g., 1 Gbit/s per user
Symmetric	Gbit/s	10 10	10 10	Virtually no limits e.g., 1 Gbit/s per user
Operating wavelength band	nm	1577-2, ±3 1270 ±10	1577-2, ±3 1270 ±10	TBC e.g., DWDM in C Band
OSNR	dB	>32	>20	TBC

 **Chương 6- Mạng truy nhập quang**

6.4. Các công nghệ sử dụng trong mạng FTTx
 – Công nghệ truy nhập quang thụ động (PON):
 ✓ Các cấu hình PON cơ bản:
 > **Mạng quang thụ động có ba cấu hình cơ bản:**
 ○ **Cấu hình Ring.**
 ○ **Cấu hình Tree.**
 ○ **Cấu hình bus**

2





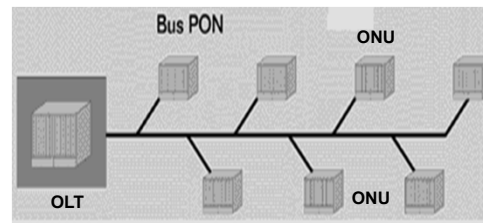
Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.4. Các công nghệ sử dụng trong mạng FTTx

– Công nghệ truy nhập quang thụ động (PON):

✓ Các cấu hình PON cơ bản:

➢ Cấu hình bus:



2



Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

– Các tiêu chuẩn thiết kế:


✓ Các yêu cầu cơ bản:

➢ Các yêu cầu quan trọng cần cho việc phân tích tuyến:

- Khoảng cách truyền dẫn
- Số lượng và kiểu bộ chia quang
- Tốc độ dữ liệu hoặc băng thông kênh truyền
- Tỷ lệ lỗi bit (BER)
- Số lượng kênh bước sóng
- Quỹ suy hao quang
- Mức độ dự phòng công suất quang mong muốn
- Các mức bù công suất do các yếu tố suy giảm hệ thống khác nhau

➢ Nhà thiết kế mạng cần lựa chọn các thành phần tích cực và thụ động thích hợp để đáp ứng được các yêu cầu đặt ra.

2

 **Chương 6- Mạng truy nhập quang**


6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

– Các tiêu chuẩn thiết kế:

✓ Các yêu cầu cơ bản:

Thành phần	Kiểu loại	Đặc tính hoặc việc sử dụng
Sợi quang	SM hoặc MM	Suy hao, tán sắc, dung sai SBS
Cáp quang	Treo, chôn, hoặc ống dẫn ngầm	Số sợi, các thành phần gia cường
Nguồn quang	LED, laser DFB hoặc FP	Tốc độ điều biến, công suất đầu ra, bước sóng, độ rộng phổ, chi phí
Nguồn thu quang	PIN hoặc APD	Độ nhạy, độ đáp ứng
Các connector	Đơn hoặc nhiều kênh	Suy hao, kích thước và kiểu lắp
Bộ chia công suất	Dựa trên sợi hoặc PLC	Kích cỡ (1xN), suy hao xen, đóng gói
Các thành phần thụ động	Bộ lọc quang, bộ cách ly, và bộ ghép công suất	Đáp ứng phổ, suy hao, kích thước, chi phí, độ tin cậy
Bộ thu phát (OLT, ONU hoặc ONT)	Trong nhà hay ngoài trời	Độ bền môi trường, kích cỡ, chi phí, độ tin cậy, công suất tiêu thụ

2.

 **Chương 6- Mạng truy nhập quang**

6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

– Các tiêu chuẩn thiết kế:

✓ Dự trữ hệ thống:

- Dự trữ hệ thống hay mức dự phòng suy hao là một yếu tố an toàn mức công suất quang trong thiết kế tuyến.
- Mức dự phòng liên quan đến sự bổ sung thêm lượng công suất so với yêu cầu để bù cho những suy giảm tuyến có thể được dự đoán trước.
- Khuyến nghị G.957 xác định độ dự phòng hệ thống từ 3 đến 4,8 dB để bù cho sự suy giảm thiết bị.
 - Sự suy giảm nguồn quang và nguồn thu quang theo thời gian
 - Sự già hóa các thành phần trên tuyến cáp sợi quang
- Các cải thiện các kỹ thuật thiết kế → giảm đáng kể độ dự phòng hệ thống.
- Hiện tại, mức dự phòng quỹ suy hao không lớn hơn 3 dB.
- Hệ thống PON: khoảng cách ngắn, ít phần tử tích cực □ mức dự phòng chỉ vài dB.

2.

Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

- Các tiêu chuẩn thiết kế:
- ✓ Các mức bù công suất:
 - Một số yếu tố gây suy yếu tín hiệu → giảm SNR của hệ thống so với trường hợp lý tưởng → mức giảm SNR được xem là mức bù công suất.
 - Các yếu tố gây suy giảm:
 - Tán sắc: Tán sắc sắc thể, PMD
 - Tỷ lệ phân biệt
 - Chirp tần
 - Tán xạ kích thích: SRS và SBS
 - Tán sắc sắc thể: không phải là yếu tố quan tâm trong PON ở tốc độ nhỏ hơn 2,5G nhưng cần xem xét cẩn thận trong NG-PON.
 - Tỷ lệ phân biệt (ER): yêu cầu có ER cỡ 18 để mức bù nhỏ hơn 0,5 dB. Chú ý: laser phải có ER thích hợp để tránh méo tín hiệu
 - Chirp tần: do laser được điều biến trực tiếp □ mức bù kết hợp với sự suy giảm ER thường nhỏ hơn 2 dB.

Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

- Quỹ công suất tuyến:
- ✓ Tính quỹ công suất:

- Xác định bước sóng truyền dẫn
- Lựa chọn các thành phần và các đặc tính
- Tính toán quỹ công suất

The diagram illustrates the power budget for an optical network. It shows a vertical axis for 'Relative power level'. At the top, a horizontal line represents the 'Optical source output (Example: 2 dBm)'. At the bottom, a horizontal line represents the 'Receiver sensitivity (Example: -32 dBm)'. Between these two lines, a large bracket on the right indicates the 'Power margin allocated for:' which includes 'Fiber attenuation', 'Connector loss', 'Splice loss', 'Splitter loss', 'WDM coupler loss', 'Power penalties', and 'System margin'. The vertical distance between the source and receiver lines represents the total power budget available for these losses.



Chương 6- Mạng truy nhập quang

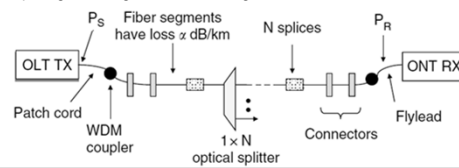
6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

– Quỹ công suất tuyến:

✓ Tính quỹ công suất (Quỹ suy hao): suy hao tổng cho phép

$$P_T = P_S - P_R = 4 \times \text{suy hao connector} + \alpha L + N \times \text{suy hao mỗi hàn} + \text{suy hao splitter} + \text{suy hao coupler WDM} + M \times (P)$$

P_T – Tổng suy hao cho phép; P_S – Công suất phát quang; P_R – độ nhạy bộ thu quang; α - suy hao sợi quang; L – chiều dài tuyến; N – số mối hàn; M – độ dự phòng hệ thống; P - mức bù công suất cho bộ thu.

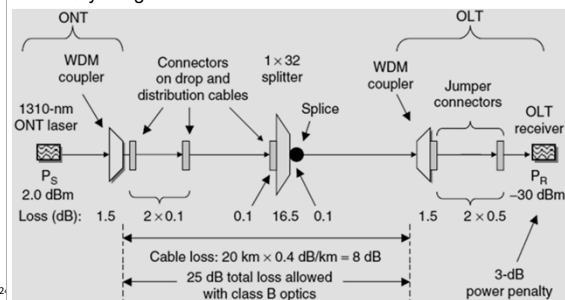


Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

– Quỹ công suất tuyến:

✓ Quỹ công suất cửa sổ 1310 nm:





Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

- Quỹ công suất tuyến:
- ✓ Quỹ công suất cửa sổ 1310 nm:

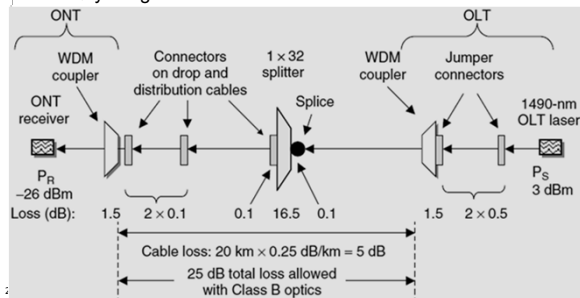
Tham số	Giá trị	Quỹ công suất (dB)
Đầu ra laser ONT	2 dBm	
Độ nhạy thu OLT tại 622 Mbit/s	-30 dBm	
Suy hao cho phép [2 – (-30)]		32
Suy hao coupler WDM (2 x 1,5 dB)	-3 dB	29
Suy hao dây nhảy tại CO	-1 dB	28
Mức bù công suất bộ thu OLT	-3 dB	25
Công suất sẵn có cho tuyến lớp B		25
Suy hao bộ chia công suất (1x32)	-16,5 dB	8,5
Suy hao mối hàn (1x0,1 dB)	-0,1 dB	8,4
Suy hao connector (3x0,1 dB)	-0,3 dB	8,1
Suy hao cáp (20 km x 0,4 dB/km)	-8 dB	0,1 (dự phòng hệ thống)




Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

- Quỹ công suất tuyến:
- ✓ Quỹ công suất cửa sổ 1490 nm:




 **Chương 6- Mạng truy nhập quang**

6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

- Quỹ công suất tuyến:
- ✓ Quỹ công suất cửa sổ 1490 nm:

Tham số	Giá trị	Quỹ công suất (dB)
Đầu ra laser OLT	3 dBm	
Độ nhạy thu ONT tại 622 Mbit/s	-26 dBm	
Suy hao cho phép [3 – (-26)]		29
Suy hao coupler WDM (2 x 1,5 dB)	-3 dB	26
Suy hao dây nhảy tại CO	-1 dB	25
Công suất sẵn có cho tuyến lớp B		25
Suy hao bộ chia công suất (1x32)	-16,5 dB	8,5
Suy hao mối hàn (1x0,1 dB)	-0,1 dB	8,4
Suy hao connector (3x0,1 dB)	-0,3 dB	8,1
Suy hao cáp (20 km x 0,25 dB/km)	-5 dB	3,1 (dự phòng hệ thống)

 **Chương 6- Mạng truy nhập quang**

6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

- Ước tính dung lượng tuyến:
- ✓ Công thức cơ bản:

- > Xác định dung lượng tuyến qua phân tích quỹ thời gian lên.
- > Thời gian lên tổng cộng (t_{sys}) của tuyến:

$$t_{sys} = \left(\sum_{i=1}^N t_i^2 \right)^{1/2}$$


t_i – Thời gian lên của mỗi đóng góp đến sự suy giảm thời gian lên của xung.

- > Trong hệ thống sợi quang:

$$t_{sys} = (t_{TX}^2 + t_{mod}^2 + t_{CD}^2 + t_{PMD}^2 + t_{RX}^2)^{1/2}$$

$$t_{RX} = \frac{350}{B_{RX}} \quad t_{CD} \approx |D_{CD}| L \Delta\lambda \quad t_{mod} = \frac{440L}{B_{mod}} \quad t_{PMD} = D_{PMD} \times \sqrt{\text{fiber length}}$$

t_{TX} – Thời gian lên của bộ phát; t_{mod} – thời gian lên do tán sắc mode (ns); t_{CD} – thời gian lên do tán sắc sắc thể; t_{PMD} – thời gian lên do tán sắc mode phân cực; t_{RX} – thời gian lên bộ thu (ns); B_{RX} – độ rộng băng tần điện bộ thu (MHz); B_{mod} – băng thông tán sắc mode (MHz.km); L – chiều dài sợi (km).



Chương 6- Mạng truy nhập quang


6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

– Ước tính dung lượng tuyến:

✓ Thời gian lên của tuyến FTTH:

- > Tổng thời gian lên của tuyến không được vượt quá 70% chu kỳ bit đối với mã NRZ hoặc 35% chu kỳ bit đối với mã RZ.
- > Ví dụ 1 tuyến FTTH:
- Bộ phát laser có thời gian lên 0,1 ns và độ rộng phổ 1 nm.
- Bộ thu PIN có độ rộng băng tần $B_{RX} = 1250$ MHz
- Sợi đơn mode có $D_{CD} = 4\text{ps}/(\text{nm.km})$ và $D_{PMD} = 0,1 \text{ ps}/\text{km}^{1/2}$ tại 1490 nm.

Thành phần	Thời gian lên	Quỹ thời gian lên
Quỹ thời gian lên cho phép		$T_s = 0,7/B_{NRZ} = 0,56 \text{ ns}$
Thời gian lên bộ phát laser	0,1 ns	
Tán sắc trong sợi đơn mode	80 ps	
Thời gian lên bộ thu	0,28 ns	
Thời gian lên hệ thống		0,1 ns

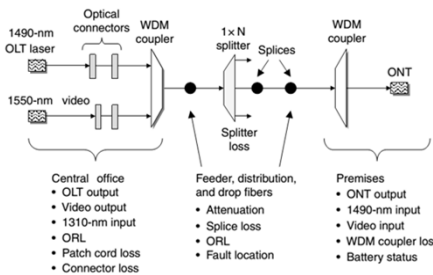


Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

– Đo kiểm mạng FTTx:

✓ Các tham số chính: Mức công suất quang; Suy hao; Suy hao phản hồi.



Central office


- OLT output
- Video output
- 1310-nm input
- ORL
- Patch cord loss
- Connector loss
- WDM coupler loss

Feeder, distribution, and drop fibers

- Attenuation
- Splice loss
- ORL
- Fault location

Premises

- ONT output
- 1490-nm input
- Video input
- WDM coupler loss
- Battery status




Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

- Đo kiểm mạng FTTx:
 - ✓ Các thiết bị đo:
 - Máy đo công suất quang/ Nguồn quang (1310,1490 và 1550nm).
 - Bộ chỉ thị lỗi bằng mắt (VFI- visual fault indicator)
 - Máy đo phản xạ miền thời gian (OTDR- Optical timedomain reflectometer)
 - Bộ kiểm tra suy hao đặc biệt:

Test Instrument	Function
Multifunction optical test system	Factory or field instruments with exchangeable modules for performing a variety of measurements
Optical return loss tester	Measures total reverse power in relation to total forward power at a particular point
Optical spectrum analyzer (OSA)	Measures optical power as a function of wavelength
BER test equipment	Uses standard eye-pattern masks to evaluate the data-handling ability of an optical link



Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

- Đo kiểm mạng FTTx:
 - ✓ Các chuẩn đo quốc tế:

Organization	Internet Address	PON-Related Activities
IEEE	www.ieee.org	Establish and publish measurement procedures for links and networks <ul style="list-style-type: none">• Define physical-layer test methods• IEEE 802.3ah Ethernet in First Mile (EFM)
ITU-T	www.itu.int/ITU-T	Create and publish standards in all areas of telecommunications <ul style="list-style-type: none">• Series G for telecommunications• Series L for outside plant elements• ITU-T Recommendation G.983 (BPON)• ITU-T Recommendation G.984 (GPON)• ITU-T Recommendation G.985 (EPON)
Telcordia	www.telcordia.com	Provide generic requirements for network elements <ul style="list-style-type: none">• Fiber optic connectors• Indoor and outdoor cabinets• Underground, aboveground enclosures• Field-deployed products
TIA/EIA	www.tiaonline.org www.eia.org	Created over 120 test specifications under the designation "Fiber Optic Test Procedures" <ul style="list-style-type: none">• Define physical layer test methods• TIA/EIA-455-XX or FOTP-XX documents

Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

- Đo kiểm mạng FTTx:
- ✓ Đo công suất quang:
- Máy đo công suất và ứng dụng đo




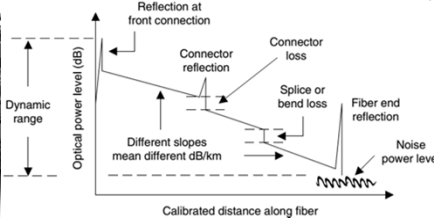

Power meter test points: $P_{R(ONT)}$ or $P_{T(OLT)}$, $P_{Splitter in}$, $P_{Splitter out}$, $P_{T(ONT)}$ or $P_{R(OLT)}$

OLT + Video TX, Entrance cabinet, Fibers, Optical splitter, Splices, Connectors, Flylead, ONT

Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

- Đo kiểm mạng FTTx:
- ✓ Máy đo phản xạ miền thời gian quang (OTDR):
- Đo các tham số: suy hao (sợi, mối hàn và mối nối), chiều dài và các mức phản xạ quang

Reflection at front connection, Connector reflection, Connector loss, Splice or bend loss, Fiber end reflection, Noise power level

Optical power level (dB), Calibrated distance along fiber, Dynamic range, Different slopes mean different dB/km



Chương 6- Mạng truy nhập quang

6.5. Một số vấn đề thiết kế và đo kiểm mạng FTTx

- Đo kiểm mạng FTTx:
- ✓ Suy hao phản hồi quang (ORL):
- Công suất phản xạ ngược tại: các bộ nối, cuối sợi, giao diện các bộ chia quang, trong sợi do tán xạ Rayleigh.

$$ORL = 10 \log \frac{P_{ref}}{P_{inc}}$$

