

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11301:2016

Xuất bản lần 1

**MẠNG TRUY CẬP QUANG THỤ ĐỘNG GPON -
LỚP TIỆN ÍCH TRUYỀN TẢI VẬT LÝ**

Passive optical network gpon - Physical media dependent layer

HÀ NỘI - 2016

Mục lục

1 Phạm vi áp dụng.....	5
2 Tài liệu viện dẫn.....	5
3 Định nghĩa	6
4 Chữ viết tắt	7
5 Cấu trúc mạng truy nhập quang	9
6 Dịch vụ.....	9
7 Giao diện khách hàng và giao diện nút dịch vụ	10
8 Các yêu cầu mạng quang.....	10
8.1 Cấu trúc phân lớp mạng quang	10
8.2 Các yêu cầu đối với phân lớp PMD trong GPON.....	11
8.2.1 Tốc độ bit danh định	11
8.2.2 Môi trường vật lý và phương thức truyền	12
8.2.3 Tốc độ bit.....	13
8.2.4 Mã hóa đường truyền	13
8.2.5 Bước sóng hoạt động	13
8.2.6 Bộ phát tại giao diện O_{ld} và giao diện O_{ru}	14
8.2.7 Tham số đường truyền quang giữa giao diện O_{ld}/O_{ru} và giao diện O_{rd}/O_{lu}	16
8.2.8 Bộ thu tại giao diện O_{rd} và O_{lu}	16
8.3 Mối liên hệ giữa lớp PMD và lớp TC trong GPON.....	33
8.3.1 Sửa lỗi trước.....	33
8.3.2 Cơ chế cân bằng công suất tại bộ phát ONU	34
8.3.3 Mào đầu lớp vật lý hướng lên	36
Phụ lục A (Tham khảo) Xác định thời gian xử lý mào đầu lớp vật lý	37
Phụ lục B (Tham khảo) Các mô tả và ví dụ về cơ chế cân bằng công suất.....	39
Phụ lục C (Tham khảo) Hệ thống GPON công nghiệp tốt nhất trong thực tế với tốc độ hướng xuống 2,488 Gbit/s và tốc độ hướng lên 1,244 Gbit/s.....	43
Phụ lục D (Tham khảo) Các phép đo lớp vật lý hỗ trợ giám sát lớp quang	46
Phụ lục E (Tham khảo) Hệ thống GPON công nghiệp tốt nhất trong thực tế với mở rộng đơn hướng tốc độ hướng xuống 2,488 Gbit/s và tốc độ hướng lên 1,244 Gbit/s (lớp C+)	48
Thư mục tài liệu tham khảo	50

Lời nói đầu

TCVN 11301:2016 được xây dựng trên cơ sở khuyến nghị ITU-T Rec. G.984.2 (03/2003) và các bổ sung G.984.2 Amendment 1 (02/2006); G.984.2 Amendment 2 (03/2008) của Liên minh viễn thông Quốc tế ITU.

TCVN 11301:2016 do Viện Khoa học Kỹ thuật Bưu điện biên soạn, Bộ Thông tin và Truyền thông đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Mạng truy cập quang thụ động GPON - Lớp tiện ích truyền tải vật lý

Passive Optical Network GPON – Physical Media Dependent layer

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra các yêu cầu kỹ thuật phân lớp vật lý và đặc tính của phân lớp phụ thuộc môi trường vật lý (PMD) đối các hệ thống mạng truy nhập quang thụ động GPON tuân thủ theo khuyến nghị G.984.2 của ITU. Phân lớp hội tụ (TC) và các giao thức điều khiển lớp đường dữ liệu của hệ thống truy nhập quang thụ động GPON được qui định tại các tiêu chuẩn khác.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các hệ thống mạng truy nhập quang thụ động GPON có các tốc độ đường danh định 1 244,160 Mbit/s và 2 488,320 Mbit/s hướng xuống; các tốc độ đường danh định 155,520 Mbit/s; 622,080 Mbit/s, 1 244,160 Mbit/s và 2 488,320 Mbit/s hướng lên.

Tiêu chuẩn này cũng áp dụng cho các hệ thống lai ghép giữa hệ thống truy nhập quang thụ động GPON và hệ thống truy nhập cáp đồng. Các yêu cầu kỹ thuật đối với hệ thống truy nhập cáp đồng được đưa ra trong các tiêu chuẩn khác.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 8665:2011, Sợi quang dùng cho mạng viễn thông – Yêu cầu kỹ thuật chung.

ITU-T Recommendation G.957 (1999), Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy (*Khuyến nghị ITU-T G.957 (1999), Giao diện quang cho các thiết bị và các hệ thống liên quan đến SDH (synchronous digital hierarchy)*).

ITU-T Recommendation G.982 (1996), Optical access networks to support services up to the ISDN primary rate or equivalent bit rates (*Khuyến nghị ITU-T G.982 (1996), Mạng truy nhập quang hỗ trợ các dịch vụ có tốc độ bit bằng tốc độ bit ISDN hoặc tương đương*).

ITU-T Recommendation G.983.1 (1998), Broadband optical access systems based on Passive Optical Networks (PON) (*Khuyến nghị ITU-T G.983.1 (1998), Hệ thống truy nhập quang băng rộng dựa trên Mạng quang thụ động (PON)*).

ITU-T Recommendation G.983.3 (2001), A broadband optical access system with increased service capability by wavelength allocation (*Khuyến nghị ITU-T G.983.3 (2001), Gia tăng dịch vụ qua việc xác định bước sóng trong hệ thống truy nhập quang băng rộng*).

ITU-T Recommendation G.984.1 (2003), Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General

TCVN 11301:2016

characteristics (Khuyến nghị ITU-T G.984.1 (2003), Mạng truy nhập quang thụ động Gigabit GPON: Đặc điểm tổng quan).

ITU-T Recommendation G.984.2 Amendment 1 (02/2006), Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer Specification: New Appendix III – Industry best practice for 2,488 Gbit/s downstream, 1,244 Gbit/s Upstream G-PON (ITU-T G.984.2 sửa đổi 1 (02/2006), Mạng truy nhập quang thụ động Gigabit (GPON): Lớp phụ thuộc môi trường vật lý (PMD): Phụ lục III – Chỉ tiêu kỹ thuật phục vụ cho sản xuất công nghiệp hệ thống GPON có tốc độ bit hướng xuống 2,488 Gbit/s, hướng lên 1,244 Gbit/s).

ITU-T Recommendation G.984.2 Amendment 2 (03/2008), Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer Specification – Amendment 2 (Khuyến nghị ITU-T G.984.2 sửa đổi 2 (03/2008), Mạng truy nhập quang thụ động Gigabit (GPON): Chi tiết kỹ thuật lớp phụ thuộc môi trường vật lý (PMD) – Sửa đổi 2).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau đây:

3.1

Mạng truy nhập quang OAN (Optical Access Network)

Tập hợp các đường truy nhập chia sẻ chung một giao diện và được cung cấp bởi các hệ thống truyền tải truy nhập quang. OAN có thể bao gồm một số các ODN kết nối đến cùng một OLT.

3.2

Mạng phân phối quang ODN (Optical Distribution Network)

ODN là mạng sử dụng các phần tử quang thụ động cung cấp các tiện ích truyền dẫn quang từ OLT đến khách hàng và ngược lại.

3.3

Kết cuối đường quang OLT (Optical Line Terminal)

OLT là điểm/nơi/khối cung cấp giao diện mạng OAN và được kết nối đến một hoặc nhiều ODN.

3.4

Khối mạng quang ONU (Optical Network Unit)

ONU là khối mạng quang cung cấp (trực tiếp hoặc gián tiếp) giao diện khách hàng của OAN và được kết nối đến ODN.

3.5

Kết cuối mạng quang ONT (Optical Network Terminal)

Một ONU được sử dụng trong cấu hình truy nhập quang đến nhà thuê bao (FTTH) có thêm chức năng

cổng khách hàng.

3.6

Đa truy nhập phân chia theo thời gian TDMA (Time Division Multiplexing Access)

Kỹ thuật truyền dẫn theo phương thức ghép kênh nhiều khe thời gian vào cùng một khung thời gian cố định.

3.7

Ghép kênh phân chia theo bước sóng WDM (Wavelength Division Multiplexing)

Ghép kênh hai chiều bằng cách sử dụng bước sóng quang khác nhau cho tín hiệu hướng lên và hướng xuống.

3.8

Giám sát đường quang OLS (Optical line Supervision)

Một tập hợp các khả năng liên quan đến đo kiểm và thông báo trạng thái của đường quang.

3.9

Thời gian đáp ứng RT (Response Time)

Thời gian đáp ứng giải thích yêu cầu thời gian thực cho OLS, được xem như thời gian đáp ứng của một mạch đo, tính từ thời điểm bắt đầu đo đến thời điểm đưa ra giá trị đo hợp lệ. Không bao gồm độ trễ liên quan đến truyền tải kết quả lên các phân lớp cao hơn.

4 Chữ viết tắt

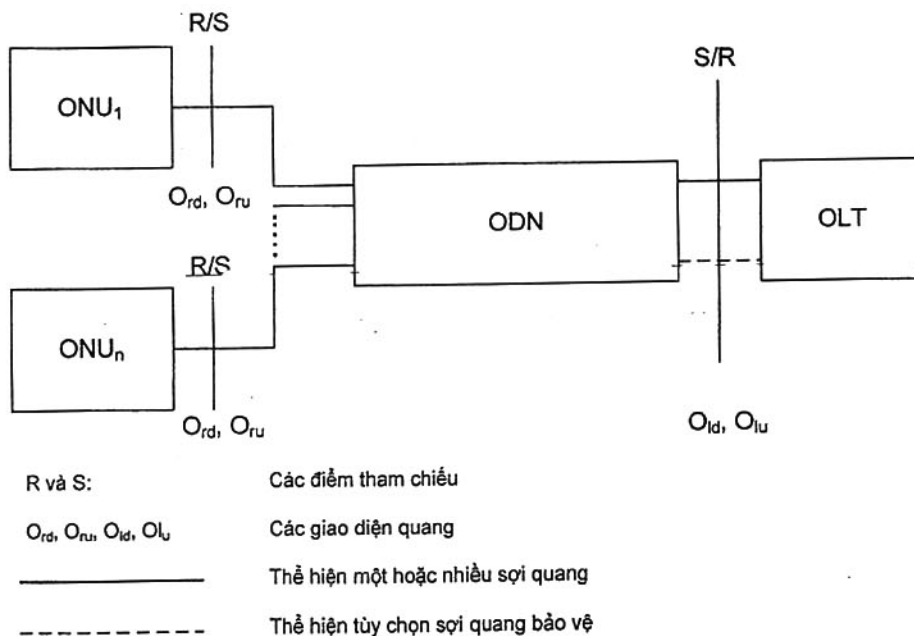
APD	Điốt quang kiểu thác	Avalanche Photodiode
ATM	Chế độ truyền tải không đồng bộ	Asynchronous Transfer Mode
BER	Tỷ lệ lỗi bit	Bit Error Rate
B-ISDN	Mạng số tích hợp đa dịch vụ băng rộng	Broadband Integrated Services Digital Network
CID	Số liên tiếp giống nhau	Consecutive Identical Digit
DFB	Laser hồi tiếp phân tán	Distributed Feedback laser
DSL	Mạch vòng thuê bao số	Digital Subscriber Loop
FEC	Sửa lỗi trước	Forward Error Correction
E/O	Chuyển đổi điện quang	Electrical/Optical
EMS	Hệ thống quản lý phần tử	Element Management System
EPON	Mạng quang thụ động Ethernet	Ethernet Passive Optical Network

TCVN 11301:2016

FCS	Dãy bit kiểm tra khung	Frame Check Sequence
FSAN	Tập dịch vụ mạng truy nhập	Full Service Access Network
GPON	Mạng quang thụ động gigabit	Gigabit-capable Passive Optical Network
ISDN	Mạng số tích hợp đa dịch vụ	Integrated Services Digital Network
ISO	Tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế	International Organization for Standardization
LTE	Thiết bị kết cuối đường dây	Line Terminal Equipment
MAC	Điều khiển truy nhập môi trường	Medium Access Control
MDI	Giao diện độc lập môi trường	Medium Dependent Interface
MLM	Chế độ đa phân cực dọc	Multi-Longitudinal Mode
NIC	Card giao diện mạng	Network Interface cards
NRZ	Mã không quay về không	Non Return to Zero
O/E	Chuyển đổi quang điện	Optical/Electrical
OAN	Mạng truy nhập quang	Optical Access Network
ODF	Giá phân phối quang	Optical Distribution Frame
ODN	Mạng phân phối quang	Optical Distribution Network
OLT	Kết cuối đường quang	Optical Line Terminal
ONT	Kết cuối mạng quang	Optical Network Terminal
ONU	Khối mạng quang	Optical Network Unit
PIN	Điốt quang không có kiểu thác lũ bên trong	Photodiode without internal avalanche
PMD	Phụ thuộc môi trường vật lý	Physical Medium Dependent
PON	Mạng quang thụ động	Passive Optical Network
PRBS	Chuỗi bit giả ngẫu nhiên	Pseudo Random Bit Sequence
RMS	Căn quân phương	Root Mean Square
SDH	Phân cấp số đồng bộ	Synchronous Digital Hierarchy
SLM	Chế độ đơn phân cực dọc	Single-Longitudinal Mode
SNI	Giao diện nút dịch vụ	Service Node Interface
SOA	Bộ khuếch đại quang bán dẫn	Semiconductor Optical Amplifier
TC	Hội tụ truyền tải	Transmission Convergence

TDM	Ghép kênh theo thời gian	Time Division Multiplexing
TDMA	Truy nhập đa phân chia theo thời gian	Time Division Multiple Access
UNI	Giao diện khách hàng mạng	User Network Interface
WDM	Ghép kênh theo bước sóng	Wavelength Division Multiplexing

5 Cấu trúc mạng truy nhập quang



Hình 1 - Cấu hình vật lý tổng quát mạng phân phối quang

Hai kết nối đối với truyền dẫn quang trong ONT được xác định như sau:

- Hướng xuống (downstream) đối với các tín hiệu từ OLT đến ONU;
- Hướng lên (upstream) đối với các tín hiệu từ ONU đến OLT.

Kết nối truyền dẫn hướng xuống và hướng lên có thể thực hiện trên cùng một sợi quang và các thành phần (chế độ song công/phân hướng) hoặc trên các sợi riêng rẽ và các thành phần (chế độ đơn công).

6 Dịch vụ

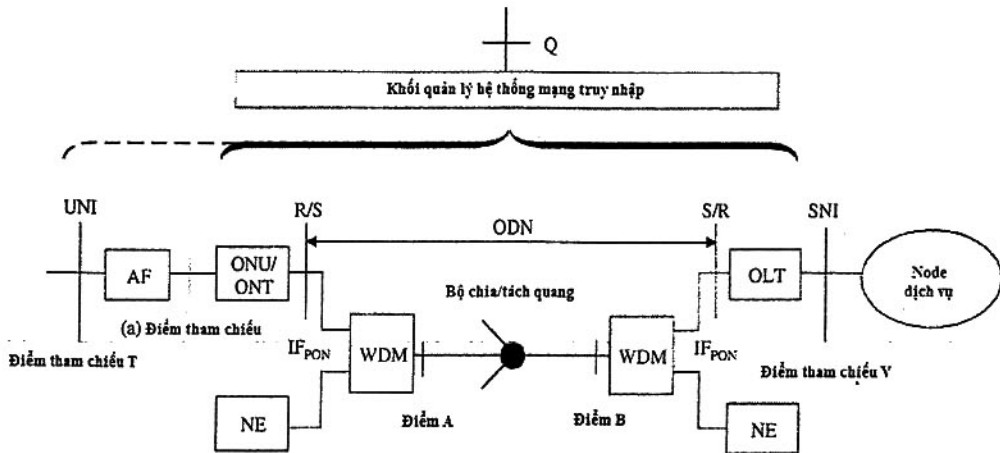
GPON hỗ trợ hầu hết các dịch vụ đã có cũng như các dịch vụ mới cho các thuê bao gia đình và các khách hàng doanh nghiệp, có được do khả năng truyền tải băng rộng.

Việc lựa chọn chi tiết các dịch vụ cung cấp được các nhà khai thác thực hiện tùy theo chính sách đối với từng thị trường cụ thể cũng như tiềm năng chiếm lĩnh thị trường. Việc truyền tải các dịch vụ như thế nào để đạt hiệu quả kinh tế nhất không chỉ phụ thuộc vào tính hợp lệ mà còn phụ thuộc vào cơ sở

hạ tầng mạng viễn thông, nhưng vướng mắc khi triển khai và bối cảnh đan xen giữa khách hàng hộ gia đình và khách hàng doanh nghiệp.

7 Giao diện khách hàng và giao diện nút dịch vụ

Tại ONU/ONT có giao diện UNI, cũng như tại OLT có giao diện SNI như mô tả ở Hình 2. UNI/SNI tùy thuộc vào dịch vụ được nhà khai thác dịch vụ cung cấp.



Hình 2 - Cấu hình tham chiếu của GPON

- NE Phần tử mạng sử dụng dài bước sóng khác nhau từ OLT và từ ONU
- AF Khối tương thích (Đôi khi được tích hợp vào trong ONU)
- S Điểm trên sợi quang ngay sau điểm kết nối OLT (hướng xuống)/ONU (hướng lên) (bộ kết nối quang hoặc rập quang)
- R Điểm trên sợi quang ngay trước điểm kết nối quang ONU (hướng xuống)/OLT (hướng lên) (bộ kết nối quang hoặc rập quang)

(a) Điểm tham chiếu Nếu AF được tích hợp trong ONU, thì điểm này không cần thiết

Điểm A/B Nếu không sử dụng WDM, các điểm này không cần thiết

CHÚ THÍCH: AF được coi là đối tượng hoạt động của giao diện Q hay không tùy thuộc vào dịch vụ.

8 Các yêu cầu mạng quang

8.1 Cấu trúc phân lớp mạng quang

Phân lớp dựa trên ITU-T Rec.G.982. ODN tham chiếu đến mạng phân phối sợi quang dựa trên các bộ chia quang thụ động, các phần tử nhánh. OAN là hệ thống nằm giữa các điểm tham chiếu chuẩn V và T (Hình 2). ONU có thể có khối chức năng giao tiếp AF cho truyền dẫn đường dây thuê bao số DSL qua cáp đồng đến khách hàng. OAN được quản lý như một phần tử thông qua giao diện quản lý Q3.

Mô hình tham chiếu giao thức được phân chia trong môi trường vật lý, TC và lớp đường truyền (tham khảo ITU-T G.902, I.326 và G.982). Một ví dụ về ATM-PON được đưa ra trong Bảng 1. Trong mạng ATM-PON, lớp đường truyền tương ứng với đường ảo (VP) của lớp ATM

Bảng 1 – Cấu trúc phân lớp mạng ATM- PON

Lớp đường truyền		Tham chiếu theo ITU-T I.732	
		Tương thích	Tham chiếu theo ITU-T I.732
		Lớp môi trường truyền dẫn	Lớp TC
	Lớp môi trường vật lý		Tương thích E/O Ghép kênh phân chia theo bước sóng Kết nối sợi quang

CHÚ THÍCH: Phân lớp mô trường vật lý cung cấp chức năng OAM liên quan

Lớp TC phân chia thành các phân lớp truyền dẫn quang thụ động PON và tương thích, tương ứng với các phân lớp hội tụ truyền dẫn của Mạng số tích hợp dịch vụ băng rộng

(B-ISDN) được mô tả trong khuyến nghị ITU-T I.321. Phân lớp truyền dẫn PON kết cuối chức năng truyền dẫn được yêu cầu trên ODN. Các chức năng PON cụ thể được kết cuối bởi lớp truyền dẫn PON và không hiện diện trong phân lớp tương thích.

Hai lớp cần quan tâm là lớp phụ thuộc môi trường vật lý và lớp TC được phân lớp dựa trên nguyên lý phân lớp đưa ra trong khuyến nghị ITU-T G.958.

8.2 Các yêu cầu đối với phân lớp PMD trong GPON

8.2.1 Tốc độ bit danh định

Tốc độ đường truyền phải là bội số của 8 kHz. Hệ thống được chuẩn hóa sẽ có tốc độ đường danh định hướng xuống/hướng lên (downstream/upstream) như sau:

- 1 244,16 Mbit/s/155,52Mbit/s;
- 1 244,16 Mbit/s/622,08Mbit/s;
- 1 244,16 Mbit/s/1 244,16Mbit/s;
- 2 488,32 Mbit/s/155,52Mbit/s;
- 2 488,32 Mbit/s/622,08Mbit/s;

TCVN 11301:2016

- 2 488,32 Mbit/s/1 244,16Mbit/s;
- 2 488,32 Mbit/s/2 488,32Mbit/s.

Các tham số tốc độ được xác định theo các loại hình hướng xuống và hướng lên và có các giá trị đưa ra trong Bảng 2.

Bảng 2 - Quan hệ giữa các tham số loại hình hướng xuống /hướng lên và các Bảng

Đường truyền	Tốc độ bit	Bảng
Hướng xuống	1 244,16Mbit/s	Bảng 2b (hướng xuống, 1 244Mbit/s)
	2 488,32Mbit/s	Bảng 2c (hướng xuống, 2 488Mbit/s)
Hướng lên	155,52Mbit/s	Bảng 2d (hướng lên, 155Mbit/s)
	622,08Mbit/s	Bảng 2e (hướng lên, 622Mbit/s)
	1 244,16Mbit/s	Bảng 2f-1 (hướng lên, 1 244Mbit/s)
		Bảng 2f-2 (hướng lên, 1 244Mbit/s)
	2 488,32Mbit/s	Bảng 2g-1 (hướng lên, 2 488Mbit/s)
Bảng 2g-2 (hướng lên, 2 488Mbit/s)		

Toàn bộ các tham số được quy định và phải tương ứng với Bảng 2a (ODN) và các bảng từ Bảng 2b đến Bảng 2g-2. Mỗi một loại hình ONU riêng biệt sẽ tương ứng với mỗi một tổ hợp tốc độ hướng lên và tốc độ hướng xuống, tổn hao đường truyền quang (lớp A, B hoặc C như định nghĩa trong ITU-T G.892).

Tất cả các giá trị tham số được xác định trong trường hợp xấu nhất, trong điều kiện vận hành tiêu chuẩn (dải nhiệt độ và độ ẩm cho phép) và bao gồm cả ảnh hưởng của quá trình lão hóa thiết bị. Các tham số được xác định liên quan đến đối tượng thiết kế đoạn thông tin quang có tỷ lệ lỗi bit BER $\leq 1 \times 10^{-10}$ trong các trường hợp quy định ngặt nghèo về suy hao đường quang và các điều kiện về tán sắc.

Cụ thể, các giá trị trong tiêu chuẩn này từ Bảng 2b đến Bảng 2g-2 có hiệu lực trong trường hợp không có băng thông mở rộng như mô tả trong ITU-T G.983.3. Đối với hệ thống GPON có các ứng dụng băng thông mở rộng, cần xác lập bộ các tham số mới cùng với các yêu cầu cách ly giữa các băng sóng khác nhau. Cách xác định bộ tham số trong trường hợp này có thể được mô tả trong một tiêu chuẩn riêng có mối liên hệ với tiêu chuẩn này. Tuy nhiên, bước sóng quang được chỉ định trong tiêu chuẩn này ứng với hướng xuống là tuân thủ với ITU-T G.983.3 để cho phép tích hợp mềm dẻo với băng thông mở rộng trong tương lai.

8.2.2 Môi trường vật lý và phương thức truyền

8.2.2.1 Môi trường truyền dẫn

Môi trường truyền dẫn được sử dụng là sợi quang được mô tả trong TCVN 8665:2011.

8.2.2.2 Hướng truyền

Tín hiệu được truyền trên cả hai hướng lên và hướng xuống qua môi trường truyền dẫn.

8.2.2.3 Nguyên lý truyền

Truyền dẫn hai chiều được thực hiện bằng cách sử dụng hoặc là kỹ thuật ghép kênh phân chia theo bước sóng trên sợi quang đơn, hoặc truyền dẫn đơn hướng qua hai sợi quang (xem mục 8.2.5).

8.2.3 Tốc độ bit

Đưa ra các yêu cầu tốc độ bit trong GPON.

8.2.3.1 Tốc độ bit hướng xuống (Downstream)

Tốc độ bit danh định hướng xuống của tín hiệu truyền từ OLT đến ONU là 1 244,16 hoặc 2 488,32 Mbit/s. Khi OLT và thiết bị đầu cuối ở trạng thái hoạt động bình thường tốc độ này được bám theo bởi đồng hồ Stratum -1 (độ chính xác 1×10^{-11}). Khi thiết bị đầu cuối ở chế độ không bám đồng bộ, tốc độ tín hiệu hướng xuống được bám theo bởi đồng hồ Stratum-3 (độ chính xác 4.6×10^{-6}). Khi OLT ở chế độ không bám đồng bộ, độ chính xác của tín hiệu hướng xuống tuân theo đồng hồ Stratum-4 (3.2×10^{-5}).

CHÚ THÍCH: OLT có thể đồng bộ từ một nguồn đồng bộ tín hiệu chuyên dụng hoặc từ một giao diện dữ liệu đồng bộ (đồng bộ đường dây). Cũng có thể sử dụng nguồn đồng bộ dựa trên mạng gói.

8.2.3.2 Tốc độ bit hướng lên (Upstream)

Tốc độ bit danh định hướng lên của tín hiệu truyền từ ONU đến OLT là 155,52; 622,08; 1 244,16 hoặc 2 488,32 Mbit/s. Khi một trong các giá trị trên được chọn, ONU sẽ phải truyền tín hiệu của nó với độ chính xác tương đương với độ chính xác của tín hiệu hướng xuống thu được. ONU sẽ không truyền bất kỳ tín hiệu nào không phải là các giá trị danh định nêu trên và khi không được sự cho phép.

8.2.4 Mã hóa đường truyền

Mã hóa hướng xuống và mã hóa hướng lên: mã NRZ.

Phương thức xáo trộn không được xác định tại lớp PMD.

Quy ước về phân mức logic quang:

- Mức cao của ánh sáng tương ứng mức nhị phân 1;
- Mức thấp của ánh sáng tương ứng mức nhị phân 0.

8.2.5 Bước sóng làm việc

8.2.5.1 Hướng xuống (Downstream)

Dài bước sóng cho hướng xuống trên hệ thống sử dụng một sợi quang là 1 480 – 1 500 nm.

Dài bước sóng cho hướng xuống trên hệ thống sử dụng hai sợi quang là 1 260 – 1 360 nm.

8.2.5.2 Hướng lên (Upstream)

Dài bước sóng sử dụng cho hướng lên là 1 260 – 1 360 nm.

TCVN 11301:2016

8.2.6 Bộ phát tại giao diện O_{ld} và giao diện O_{ru}

Tất cả các tham số được chỉ định sau đây và sẽ phải tương ứng với Bảng 2.

8.2.6.1 Kiểu nguồn

Tùy thuộc vào các đặc tính suy hao/tán sắc, các thiết bị phát khả dụng có thể là các laser chế độ đa phân cực dọc (MLM) và chế độ đơn phân cực dọc (SLM). Với mỗi ứng dụng, tiêu chuẩn này chủ yếu ra một loại nguồn danh định. Ngầm hiểu rằng chỉ dẫn về loại nguồn danh định trong tiêu chuẩn này không phải là một yêu cầu trong đó các nguồn phát SLM có thể thay thế cho các ứng dụng nguồn MLM đưa ra như nguồn danh định mà không gây bất kỳ suy giảm nào đến khả năng thực thi của hệ thống.

8.2.6.2 Đặc tính phổ tần

Đối với các laser MLM, độ rộng phổ được đặc tả bởi độ rộng căn quân phương (RMS) trong các điều kiện hoạt động tiêu chuẩn. Độ rộng RMS được hiểu là trung bình độ lệch chuẩn của phân bố phổ. Phương thức đo độ rộng RMS cần xét đến tất cả các chế độ có giá trị không vượt quá 20 dB so với chế độ đỉnh.

Đối với các laser SLM, độ rộng phổ lớn nhất được xác định bởi độ rộng lớn nhất của đỉnh bước sóng trung tâm, được đo từ dưới 20 dB tính từ biên độ lớn nhất của bước sóng trung tâm trong điều kiện hoạt động chuẩn. Ngoài ra, để điều chỉnh nhiễu thành phần trong hệ thống SLM, giá trị nhỏ nhất của tỷ số nén biên của laser cũng được xác định.

8.2.6.3 Công suất phát trung bình (Mean launched power)

Công suất phát trung bình tại giao diện O_{ld} và giao diện O_{ru} là công suất trung bình của một chuỗi dữ liệu giả ngẫu nhiên được ghép vào sợi quang bởi bộ phát. Giá trị đưa ra trong một dải cho phép điều chỉnh với các yếu tố tối ưu về giá thành, tính đến toàn bộ các giới hạn cho phép trong trạng thái hoạt động tiêu chuẩn, suy hao ghép nối, dung sai đo và ảnh hưởng của quá trình lão hóa thiết bị.

Khi hoạt động, công suất phát tối thiểu cần phải được duy trì ở giới hạn thấp, giới hạn cao là mức công suất phát không bao giờ được phép vượt quá.

CHÚ THÍCH: Việc đo công suất tại giao diện quang O_{ru} cần tính đến bản chất phát lưu lượng dạng chùm tại hướng lên của các ONU.

8.2.6.3.1 Công suất quang không có tín hiệu đầu vào bộ phát

Đối với hướng lên, ONU sẽ không tiến hành phát công suất quang vào sợi quang tại tất cả các khe thời gian mà ONU không được cấp phát. Tuy nhiên, một mức công suất quang cho phép nhỏ hơn hoặc bằng công suất phát không có tín hiệu đầu vào bộ phát được xác định từ Bảng 2d tới Bảng 2g-1. ONU cũng sẽ phải thỏa mãn yêu cầu này trong thời gian bảo vệ của các khe thời gian mà nó được gán, trừ đi các bit cho phép Tx cuối cùng có thể được sử dụng đối với laser tiền phân cực và các bit không cho phép Tx ngay sau khi tế bào được gán, trong khoảng thời gian đó đầu ra suy giảm về mức không. Mức

công suất phát lớn nhất cho phép tương ứng với hệ số phân biệt được chỉ định trong Bảng 2d đến Bảng 2g-1.

Chi tiết về số lượng tối đa các bit Tx cho phép và Tx không cho phép ứng với mỗi một tốc hướng lên được xác định trong Bảng 2d đến Bảng 2g-1.,

8.2.6.4 Hệ số phân biệt nhỏ nhất

Mức logic quang quy ước:

- Mức cao của phát ánh sáng đại diện cho mức logic "1";
- Mức thấp của phát ánh sáng đại diện cho mức logic "0".

Hệ số phân biệt (EX) được xác định theo:

$$EX = 10 \log_{10} (A/B)$$

Trong đó A là công suất quang trung bình tại trung tâm mức logic "1" và B là công suất quang trung bình tại trung tâm mức logic "0".

Hệ số phân biệt đối với tín hiệu hướng lên ở chế độ phát chùm tín hiệu được áp dụng tính từ bit đầu phần mào đầu đến bit cuối cùng của chùm tín hiệu đi kèm.

8.2.6.5 Hệ số phản xạ lớn nhất của thiết bị đo tại bước sóng phát

Phản xạ từ thiết bị ONU/OLT trở lại mạng cáp được xác định bởi hệ số phản xạ cho phép lớn nhất của thiết bị đo tại giao diện O_{id}/O_{rv} . Tham số này được thể hiện từ Bảng 2b đến Bảng 2f-2

8.2.6.6 Mặt nạ hình mắt bộ phát

Trong tiêu chuẩn này, các đặc tính dạng xung của bộ phát nói chung như thời gian lên, thời gian xuống, quá độ xung lên và quá độ xung xuống, dao động xung, tất cả phải được giám sát nhằm ngăn chặn sự suy giảm qua mức độ nhạy thu và được đặc tả theo khuôn dạng mặt nạ mắt quang tại giao diện O_{id}/O_{rv} . Để đánh giá tín hiệu truyền, điều quan trọng là không chỉ xem xét chỉ số mắt mở mà còn cần quan tâm đến các giới hạn quá độ xung lên và quá độ xung xuống.

8.2.6.6.1 Bộ phát OLT

Các tham số đặc tả mặt nạ hình mắt quang được thể hiện trong Hình 3.

8.2.6.6.2 Bộ phát ONU

Các tham số đặc tả mặt nạ hình mắt quang được thể hiện trong Hình 4.

Mặt nạ hình mắt quang cho tín hiệu hướng lên ở chế độ phát chùm tín hiệu được áp dụng từ bit đầu tiên đến bit sau cùng của khối tín hiệu đi kèm. Điều này không áp dụng cho các thủ tục có thể xảy ra liên quan đến quá trình khởi tạo nguồn quang.

8.2.6.7 Dung sai công suất quang phản xạ

TCVN 11301:2016

Khả năng thực thi của bộ phát được xác định phải thỏa mãn sự hiện diện tại điểm S về mức phản xạ được qui định trong Bảng 2.

8.2.7 Tham số đường truyền quang giữa giao diện O_{rd}/O_{ru} và giao diện O_{rd}/O_{lu}

8.2.7.1 Dải suy hao

Có 3 lớp dải suy hao cho mạng quang thụ động:

- 5 - 20 dB: Lớp A;
- 10 - 25 dB: Lớp B;
- 15 - 30 dB: Lớp C.

Các đặc tính suy hao được giả thiết là các giá trị ở trường hợp xấu nhất bao gồm suy hao do mối hàn, đầu nối, các bộ suy hao quang (nếu có) hoặc các phần tử quang thụ động khác và bất kỳ sự bổ sung nào về cáp bổ sung, để dự phòng cho phép:

- 1) Điều chỉnh cấu hình mạng cáp trong tương lai (gia tăng mối hàn, chiều dài cáp...);
- 2) Thay đổi khả năng thực thi của cáp do tác động của yếu tố môi trường;
- 3) Suy giảm chất lượng tại bất kỳ bộ đầu nối quang, bộ suy hao nào (nếu có) hoặc các thiết bị quang thụ động khác giữa các điểm tham chiếu S và R.

8.2.7.2 Suy hao phản xạ quang nhỏ nhất của mạng cáp tại điểm R/S bao gồm cả suy hao kết nối

Tổng suy hao phản xạ quang nhỏ nhất xác định tại điểm tham chiếu R/S trong mạng ODN phải lớn hơn 32 dB.

Có thể lựa chọn suy hao phản xạ quang nhỏ nhất xác định tại điểm S trong mạng ODN phải lớn hơn 20 dB.

CHÚ THÍCH: Hệ số phản xạ tổng tại điểm tham chiếu S/R cho một mô hình ODN gây ra chủ yếu tại giá phản phối quang. Hệ số phản xạ lớn nhất của một phần tử riêng rẽ được đề cập trong ITU-T G.982 là -35 dB. Hệ số phản xạ lớn nhất giữa hai đầu nối quang ở mức -32 dB. Tuy nhiên, nếu xét theo mô hình mạng khác, hệ số phản xạ tổng có thể tồi hơn -32 dB.

8.2.7.3 Hệ số phản xạ rời rạc lớn nhất giữa điểm tham chiếu S và R

Tổng hệ số phản xạ rời rạc trong mạng ODN sẽ phải nhỏ hơn - 35 dB.

8.2.7.4 Hệ số tán sắc

Giới hạn được quan tâm của hệ thống là hệ số tán sắc lớn nhất, giá trị của nó cần phù hợp với độ thiết thời luồng quang lớn nhất được xác định. Chúng cần được xem xét với đặc tính của loại hình bộ phát, hệ số tán sắc sợi quang trên bước sóng làm việc.

8.2.8 Bộ thu tại giao diện O_{rd} và O_{lu}

Tất cả các tham số trong mục này được trình bày chi tiết trong Bảng 2.

8.2.8.1 Độ nhạy thu nhỏ nhất

Độ nhạy bộ thu nhỏ nhất được định nghĩa là giá trị chấp nhận nhỏ nhất của công suất thu trung bình tại điểm tham chiếu R để đạt được tỷ lệ lỗi bit BER là 10^{-10} . Trong đó có tính đến độ thiệt thòi công suất khi sử dụng bộ phát hoạt động dưới điều kiện tiêu chuẩn với giá trị xấu nhất của hệ số phân biệt, sườn lên và sườn xuống của xung quang, suy hao phản xạ tại điểm S, chất lượng bộ đầu nối quang đầu thu và dung sai đo. Độ nhạy thu không bao gồm các độ thiệt thòi công suất liên quan đến tán sắc, rung pha hoặc phản xạ trên luồng quang; những ảnh hưởng này được các định riêng rẽ theo chỉ định về độ thiệt thòi luồng quang. Ảnh hưởng của lão hóa thiết bị cũng không được xác định riêng rẽ khi chúng là vấn đề điển hình giữa nhà khai thác mạng và nhà cung cấp thiết bị.

8.2.8.2 Mức quá tải thu nhỏ nhất

Mức quá tải thu nhỏ nhất là giá trị lớn nhất có thể chấp nhận được của công suất thu trung bình tại điểm tham chiếu R để đạt được tỷ lệ lỗi bit BER là 10^{-10} . Bộ thu cần có cơ chế đủ mạnh để ngăn ngừa mức thu quang tăng trong quá trình khởi động hoặc khả năng xung đột trong quá trình sắp xếp cửa sổ truyền mà tại đó không đảm bảo được giá trị BER là 10^{-10} .

8.2.8.3 Độ thiệt thòi luồng quang lớn nhất

Bộ thu cần chịu được dung sai về độ thiệt thòi luồng quang không vượt quá 1 dB tính cho tổng suy giảm do phản xạ, chong lán giữa các ký tự, nhiễu ở các chế độ riêng rẽ và độ dịch tần của laser khi được điều chế. Đối với hướng lên, các loại laser được đưa ra trong Bảng 2 tạo mức thiệt thòi luồng quang phải nhỏ hơn 1 dB cho mạng ODN. Như chỉ ra tại Chú thích 5 của Bảng 2e và Bảng 2f-1, chấp nhận sự gia tăng độ thiệt thòi luồng quang hướng lên do tán sắc tại tốc độ bit 622 Mbit/s hoặc cao hơn, giả thiết rằng bất kỳ sự gia tăng mức thiệt thòi luồng quang vượt qua 1 dB sẽ được bù bằng việc gia tăng công suất phát tối thiểu của bộ phát hoặc tăng độ nhạy nhỏ nhất của bộ thu.

8.2.8.4 Cụ ly lớn nhất theo lý thuyết

Cụ ly lớn nhất theo lý thuyết được định nghĩa là chiều dài lớn nhất theo lý thuyết có thể đạt được đối với một hệ thống truyền dẫn cụ thể, độc lập với quỹ công suất quang. Nó được tính theo đơn vị km và không bị giới hạn bởi các tham số PMD, nhưng bị giới hạn do ảnh hưởng bởi lớp TC và khả năng thực thi của hệ thống.

8.2.8.5 Cụ ly sai lệch lớn nhất theo lý thuyết

Cụ ly sai lệch lớn nhất theo lý thuyết là chiều dài lớn nhất giữa các ONU theo lý thuyết. Nó được tính theo đơn vị km và không bị giới hạn bởi các tham số PMD, nhưng bị giới hạn do ảnh hưởng bởi lớp TC và khả năng thực thi của hệ thống.

8.2.8.6 Hệ số phản xạ lớn nhất của máy thu tại bước sóng thu

Các phản xạ từ thiết bị (ONU/OLT) trở lại mạng cáp được thể hiện bởi hệ số phản xạ quang lớn nhất cho phép của thiết bị, được đo tại giao diện O_{10} và O_{10} . Giá trị của tham số này sẽ phải tuân thủ tương ứng trong Bảng 2b đến Bảng 2g-2.

TCVN 11301:2016

8.2.8.7 Sai lệch suy hao đường truyền quang

Sai lệch suy hao đường truyền quang là độ lệch suy hao giữa mức suy hao cao nhất và thấp nhất xét trên cùng một ODN. Sai lệch suy hao đường truyền quang lớn nhất là 15 dB.

8.2.8.8 Khả năng lấy đồng bộ

Xung nhịp đồng bộ của tín hiệu truyền tải hướng lên có thể được trích ra từ một vài bit mã đảo luân phiên (phần mào đầu) của mức logic dương "1", "0". Việc trích xuất xung đồng hồ từ phần mào đầu được duy trì ít nhất là trong thời gian thu tín hiệu từ khi nhận được phân tách đến khi kết thúc một tế bào hướng lên, hoặc là trích xuất liên tục từ tín hiệu sau khi nhận mào đầu trong quá trình thu tế bào.

8.2.8.9 Thực thi rung pha

Mục này nói về các yêu cầu về rung pha đối với các giao diện quang trong GPON.

a. Hàm truyền rung pha

Đặc tính của hàm truyền rung pha chỉ áp dụng với ONU.

Hàm truyền rung pha được định nghĩa như sau:

$$\text{Rung pha truyền} = 20 \log_{10} \left[\frac{\text{UI Rung pha tín hiệu hướng lên}}{\text{UI Rung pha tín hiệu hướng xuống}} \times \frac{\text{Tốc độ luồng tín hiệu hướng xuống}}{\text{Tốc độ luồng tín hiệu hướng lên}} \right]$$

Hàm truyền rung pha của một ONU sẽ phải nằm dưới đường cong đưa ra ở Hình 5, với đầu vào là rung pha hình sin đến các mức áp dụng như đưa ra tại Hình 6, với các tham số xác định cho từng tốc độ bit.

b. Dung sai rung pha

Dung sai rung pha được định nghĩa là biên độ đỉnh – đỉnh của rung pha hình sin đưa vào đầu vào tín hiệu tạo ra mức 1 dB thiết thời luồng quang tại thiết bị quang. Lưu ý rằng đây là phép thử khả năng chịu rung pha và đảm bảo rằng không có mức thiết thời luồng quang nào khác xuất hiện trong điều kiện thực thi.

ONU sẽ phải chịu được ở mức tối thiểu về rung pha đưa vào đầu vào tương ứng với mặt nạ Hình 6.

c. Rung pha phát sinh

Rung pha phát sinh chỉ áp dụng với ONU

ONU không được tạo ra rung pha đỉnh – đỉnh lớn hơn 0,2 UI tại tốc độ bit 155,52 Mbit/s hoặc 622,08 Mbit/s và không được lớn hơn 0,33 UI tại tốc độ bit 1 244,16 Mbit/s với điều kiện không có rung pha tại đầu vào hướng xuống và băng thông được chỉ định từ Bảng 2d đến Bảng 2g-1. Rung pha đỉnh – đỉnh lớn nhất cho phép tại tốc độ bit 2 488,32 Mbit/s và dải tần số đo liên quan cần có những nghiên cứu tiếp.

8.2.8.10 Khả năng loại trừ lặp liên tiếp các số giống nhau (CID)

OLT và ONU sẽ có khả năng loại trừ lặp liên tiếp các số giống nhau CID được xác định trong tập hợp

các bảng từ Bảng 2b đến Bảng 2g.

8.2.8.11 Dung sai công suất phản xạ

Dung sai công suất phản xạ là tỷ lệ cho phép giữa công suất trung bình đầu vào quang giao diện O_{lu} và O_{rd} và công suất phản xạ quang trung bình xét khi có nhiều phản xạ được xem như nhiễu ánh sáng tại giao diện O_{lu} và O_{rd} .

Dung sai công suất phản xạ được xác định tại độ nhạy thu nhỏ nhất.

8.2.8.12 Chất lượng truyền dẫn và đặc tính lỗi

Đối với thiết kế cấu trúc khung, độ chắc chắn của các từ mã đầu để truyền với tỷ lệ lỗi truyền bit trong khoảng 10^{-6} cần được xem xét để tránh cho hệ thống ngừng hoạt động hoặc bị hỏng. Đặc tính lỗi lớp PMD trong môi trường nội tại cần được xem xét có áp dụng cơ chế sửa lỗi hay không đối với các từ tiêu đề tại mức đoạn có cơ chế sửa lỗi.

Chất lượng truyền dẫn trung bình với toàn bộ một hệ thống GPON cần có tỷ lệ lỗi bit thấp hơn 10^{-9} . Tiêu chí về lỗi bit yêu cầu đối với các phần tử quang cần phải nhỏ hơn 10^{-10} trong điều kiện môi trường như mô tả trong ITU-T G.957.

Bảng 2a – Các tham số lớp PMD của ODN

Tham số	Đơn vị	Chi tiết
Loại sợi quang (CHÚ THÍCH 1)	–	ITU-T Rec. G.652
Suy hao quang	dB	Lớp A: 5-20
		Lớp B: 10-25
		Lớp C: 15-30
Sai lệch suy hao đường truyền quang	dB	15
Độ thiệt thòi luồng quang lớn nhất	dB	1 (xem CHÚ THÍCH 5 Bảng 2e và 2f-1)
Cự ly lớn nhất theo lý thuyết	Km	60 (CHÚ THÍCH 2)
Cự ly sai lệch lớn nhất theo lý thuyết	Km	20
Cự ly sợi quang lớn nhất giữa các điểm S/R và R/S	Km	20 (hoặc 10)
Tỷ lệ chia tách nhỏ nhất	–	Giới hạn bởi suy hao đường quang Hệ thống GPON với các bộ chia tách

		thụ động (tỷ lệ chia tách 16, 32 hoặc 64, 128)
Truyền dẫn song hướng	–	Sợi đơn WDM hoặc sợi đôi
Độ dài bước sóng bảo dưỡng	nm	Cần được xác định
<p>CHÚ THÍCH 1: Khi cự ly mở rộng (> 20 Km), cần nghiên cứu thêm về sử dụng các loại sợi quang và qui định các đặc tính khác của PMD.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Đây là cự ly lớn nhất được xác định bởi các phân lớp cao hơn của hệ thống (MAC, TC, điều khiển truyền), trên quan điểm xét đến đặc tính PMD trong tương lai .</p>		

Bảng 2b – Tham số giao diện quang hướng xuống 1 244 Mbit/s

Tham số	Đơn vị	Sợi đơn			Sợi đôi		
Bộ phát OLT (Giao diện quang O_{ld})							
Tốc độ bit danh định	Mbit/s	1 244,16			1 244,16		
Dài bước sóng làm việc	nm	1 480-1 500			1 260-1 360		
Mã hóa đường truyền	–	NRZ ngẫu nhiên			NRZ ngẫu nhiên		
Mặt nạ hình mắt bộ phát	–	Hình 3			Hình 3		
Hệ số phản xạ lớn nhất của thiết bị đo tại bước sóng phát (CHÚ THÍCH 1 và 2)	dB	NA			NA		
Suy hao phản xạ quang nhỏ nhất của ODN tại O _{lu} và O _{ld} (CHÚ THÍCH 1 và 2)	dB	Lớn hơn 32			Lớn hơn 32		
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Giá trị lớn nhất của công suất phát trung bình	dBm	-4	+1	+5	-4	+1	+5
Giá trị nhỏ nhất của công suất phát trung bình	dBm	+1	+6	+9	+1	+6	+9
Công suất phát quang không có tín hiệu đầu vào bộ phát	dBm	NA			NA		
Hệ số phân biệt	dB	Lớn hơn 10			Lớn hơn 10		
Dung sai công suất bộ phát	dB	Lớn hơn -15			Lớn hơn -15		
Laser MLM– Độ rộng phổ RMS lớn nhất	nm	NA			NA		
Laser SLM – Độ rộng phổ lớn nhất -20 dB (CHÚ	nm	1			1		

THÍCH 3)							
Laser SLM – Hệ số nén biên nhỏ nhất	dB	30			30		
Bộ thu ONU (Giao diện quang O_{rd})							
Hệ số phản xạ lớn nhất của máy thu đo tại bước sóng thu	dB	Nhỏ hơn -20			Nhỏ hơn -20		
Tỷ lệ lỗi bit (BER)	-	Nhỏ hơn 10 ⁻¹⁰			Nhỏ hơn 10 ⁻¹⁰		
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Độ nhạy thu nhỏ nhất	dBm	-25	-25	-26	-25	-25	-25
Mức quá tải thu nhỏ nhất	dBm	-4	-4	(CHÚ THÍCH 4) -4	-4	-4	-4
Khả năng loại trừ lặp liên tiếp các số giống nhau (CID)	bit	Lớn hơn 72			Lớn hơn 72		
Dung sai rung pha	-	Hình 6			Hình 6		
Dung sai công suất phản xạ	dB	Nhỏ hơn 10			Nhỏ hơn 10		
<p>CHÚ THÍCH 1: Giá trị "ORL nhỏ nhất của ODN tại điểm O_{ru} và O_{rd}, O_{lu} và O_{ld}" phải lớn hơn 20 dB đối với các trường hợp tùy chọn mô tả trong Phụ lục I/G.983.1.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Các giá trị về hệ số phản xạ bộ phát ONU với trường hợp giá trị "ORL nhỏ nhất của ODN tại điểm O_{ru} và O_{rd}, O_{lu} và O_{ld}" là 20 dB được mô tả trong Phụ lục II/G.983.1.</p> <p>CHÚ THÍCH 3: Giá trị độ rộng phổ lớn nhất -20 dB và tỷ số nén biên nhỏ nhất được tham chiếu theo khuyến nghị ITU-T G.957.</p> <p>CHÚ THÍCH 4: ODN Lớp C chỉ hỗ trợ quá tải -6 dBm, còn khi xét với máy thu ONU tất cả các lớp ODN đều lựa chọn giá trị quá tải -4 dBm.</p>							

Bảng 2c – Tham số giao diện quang hướng xuống 2 488 Mbit/s

Tham số	Đơn vị	Sợi đơn	Sợi đôi
Tốc độ bit danh định	Mbit/s	2 488,32	2 488,32
Dài bước sóng làm việc	nm	1 480-1 500	1 260-1 360
Mã hóa đường truyền	-	NRZ ngẫu nhiên	NRZ ngẫu nhiên
Mặt nạ hình mắt bộ phát	-	Hình 3	Hình 3

Hệ số phản xạ lớn nhất của thiết bị đo tại bước sóng phát (CHÚ THÍCH 1 và 2)	dB	NA			NA		
Hệ số phản xạ quang nhỏ nhất của ODN tại giao diện O_{in} và O_{out} (CHÚ THÍCH 1 và 2)	dB	Lớn hơn 32			Lớn hơn 32		
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Giá trị lớn nhất của công suất phát trung bình	dBm	0	+5	+3 (CHÚ THÍCH 4)	0	+5	+3 (CHÚ THÍCH 4)
Giá trị nhỏ nhất của công suất phát trung bình	dBm	+4	+9	+7 (CHÚ THÍCH 4)	+4	+9	+7 (CHÚ THÍCH 4)
Công suất quang phát không có tín hiệu đầu vào bộ phát	dBm	NA			NA		
Hệ số phân biệt (CHÚ THÍCH 5)	dB	Lớn hơn 8,2			Lớn hơn 8,2		
Dung sai công suất quang phản xạ	dB	Lớn hơn -15			Lớn hơn -15		
Laser MLM – Độ rộng phổ RMS lớn nhất	nm	NA			NA		
Laser SLM – Độ rộng phổ -20 dB lớn nhất (CHÚ THÍCH 3)	nm	1			1		
Laser SLM – Hệ số nén biên nhỏ nhất	dB	30			30		
Bộ thu ONU (Giao diện quang O_{rd})							
Hệ số phản xạ lớn nhất của máy thu đo tại bước sóng thu	dB	Nhỏ hơn -20			Nhỏ hơn -20		
Tỷ lệ lỗi bit (BER)	-	Nhỏ hơn 10^{-10}			Nhỏ hơn 10^{-10}		
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Độ nhạy thu nhỏ nhất	dBm	0	+5	+3 (CHÚ THÍCH 4)	0	+5	+3 (CHÚ THÍCH 4)
Mức quá tải thu nhỏ nhất	dBm	+4	+9	+7 (CHÚ THÍCH 4)	+4	+9	+7 (CHÚ THÍCH 4)
Khả năng loại trừ lặp liên tiếp các số giống	bit	Lớn hơn 72			Lớn hơn 72		

nhanh (CID)			
Dung sai rung pha	–	Hình 6	Hình 6
Dung sai công suất quang phản xạ	dB	Nhỏ hơn 10	Nhỏ hơn 10
<p>CHÚ THÍCH 1: Giá trị "ORL nhỏ nhất của mạng ODN tại điểm O_{ru} và O_{rd}, O_{lu} và O_{ld}" phải lớn hơn 20 dB trong trường hợp tùy chọn như mô tả trong phụ lục II/G.983.1</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Các giá trị hệ số phản xạ bộ phát ONU với trường hợp giá trị "ORL nhỏ nhất của mạng ODN tại điểm O_{ru} và O_{rd}, O_{lu} và O_{ld}" là 20 dB như mô tả trong phụ lục II/G.983.1</p> <p>CHÚ THÍCH 3: Giá trị độ rộng phổ -20 dB lớn nhất và hệ số nén biên nhỏ nhất được tham chiếu theo khuyến nghị ITU-T G.957.</p> <p>CHÚ THÍCH 4: Các giá trị trên thu được khi giả định sử dụng laser DFB hiệu năng cao cho bộ phát OLT và bộ thu dựa trên APD cho ONU. Với sự phát triển của công nghệ SOA, tiến tới sẽ có sự kết hợp sử dụng laser DFB + SOA, hay diode laser hiệu năng cao cho bộ phát OLT, cho phép bộ thu dựa trên PIN đối với ONU. Các giá trị có thể sẽ là (với điều kiện được qui định an toàn đối với mắt người và thực tế):</p> <p>Giá trị lớn nhất của công suất phát trung bình OLT: +12 dBm.</p> <p>Giá trị nhỏ nhất của công suất phát trung bình OLT: +8 dBm.</p> <p>Độ nhạy thu ONU nhỏ nhất: -23 dBm.</p> <p>Mức quá tải bộ thu ONU nhỏ nhất: -3 dBm.</p> <p>CHÚ THÍCH 5: Hệ số phân biệt 8,2 dB là sự nới lỏng của giá trị 10 dB. Giá trị mới ngầm định có sự cải thiện 0,5 dB về điều chế biên độ quang ở bộ thu ONU.</p>			

Bảng 2d – Tham số giao diện quang hướng lên 155 Mbit/s

Tham số	Đơn vị	Sợi đơn			Sợi đôi		
Bộ phát ONU (Giao diện quang O_{ru})							
Tốc độ bit danh định	Mbit/s	155,52			155,52		
Dài bước sóng làm việc	nm	1 260 – 1 360			1 260 – 1 360		
Mã hóa đường truyền	–	NRZ ngẫu nhiên			NRZ ngẫu nhiên		
Mặt nạ hình mắt bộ phát	–	Hình 4			Hình 4		
Hệ số phản xạ lớn nhất của thiết bị đo tại bước sóng phát	dB	Nhỏ hơn -6			Nhỏ hơn -6		
Suy hao phản xạ quang nhỏ nhất của ODN tại O_{ru} và O_{rd} (CHÚ THÍCH 1 và 2)	dB	Lớn hơn 32			Lớn hơn 32		
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Giá trị nhỏ nhất của công suất phát trung bình	dBm	-6	-4	-2	-6	-4	-2
Giá trị lớn nhất của công suất phát trung bình	dBm	0	+2	+4	-1	+1	+3

Công suất phát quang không có tín hiệu đầu vào bộ phát	dBm	Nhỏ hơn độ nhạy thu nhỏ nhất -10			Nhỏ hơn độ nhạy thu nhỏ nhất -10		
Số lượng bit Tx cho phép lớn nhất (CHÚ THÍCH 3)	bit	2			2		
Số lượng bit Tx không cho phép lớn nhất (CHÚ THÍCH 3)	bit	2			2		
Hệ số phân biệt	dB	Lớn hơn 10			Lớn hơn 10		
Dung sai công suất bộ phát	dB	Lớn hơn -15			Lớn hơn -15		
Laser MLM – Độ rộng phổ RMS lớn nhất	nm	5,8			5,8		
Laser SLM– Độ rộng phổ -20 dB lớn nhất (CHÚ THÍCH 4)	nm	1			1		
Laser SLM Laser – Tỷ lệ nén biên nhỏ nhất	dB	30			30		
Hàm truyền rung pha	–	Hình 5			Hình 5		
Rung pha phát sinh từ 0,5 kHz đến 1,3 MHz	UI p-p	0,2			0,2		
Bộ thu OLT (Giao diện quang O_{lu})							
Hệ số phản xạ lớn nhất của máy thu đo tại bước sóng thu	dB	Nhỏ hơn -20			Nhỏ hơn -20		
Tỷ lệ lỗi bit (BER)	–	Nhỏ hơn 10^{-10}			Nhỏ hơn 10^{-10}		
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Độ nhạy thu nhỏ nhất	dBm	- 27	- 30	- 33	- 27	- 30	- 33
Mức quá tải thu nhỏ nhất	dBm	- 5	- 8	- 11	- 6	- 9	- 12
Khả năng loại trừ lặp liên tiếp các số giống nhau (CID)	bit	Lớn hơn 72			Lớn hơn 72		
Dung sai rung pha	–	NA			NA		
Dung sai công suất quang phản xạ	dB	Nhỏ hơn 10			Nhỏ hơn 10		
<p>CHÚ THÍCH 1: Giá trị "ORL nhỏ nhất của mạng ODN tại O_{ru} và O_{rd}, O_{lu} và O_{ld}" phải lớn hơn 20 dB với các trường hợp tùy chọn mô tả trong phụ lục I/G.983.1</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Các giá trị hệ số phản xạ bộ phát ONU với trường hợp giá trị "ORL nhỏ nhất của mạng ODN tại điểm O_{ru} và O_{rd}, O_{lu} và O_{ld}" là 20 dB như mô tả trong phụ lục II/G.983.1</p> <p>CHÚ THÍCH 3: Như được xác định trong mục 8.2.6.3.1.</p> <p>CHÚ THÍCH 4: Giá trị độ rộng phổ lớn nhất - 20 dB và tỷ lệ nén biên nhỏ nhất được tham chiếu theo ITU-T G.957.</p>							

Bảng 2e – Tham số giao diện quang hướng lên 622 Mbit/s

Tham số	Đơn vị	Số đơn			Số đôi		
Bộ phát ONU (Giao diện quang O_{ru})							
Tốc độ bit danh định	Mbit/s	622,08			622,08		
Dải bước sóng làm việc (CHÚ THÍCH 5)	nm	MLM loại 1 hoặc SLM: 1 260~1 360			MLM loại 1 hoặc SLM: 1 260~1 360		
		MLM loại 2: 1 280~1 350			MLM loại 2: 1 280~1 349		
		MLM loại 3: 1 288~1 338			MLM loại 3: 1 288~1 337		
Mã hóa đường truyền	–	NRZ ngẫu nhiên			NRZ ngẫu nhiên		
Mặt nạ hình mắt bộ phát	–	Hình 4			Hình 4		
Độ phản xạ lớn nhất của thiết bị đo tại bước sóng phát	dB	Nhỏ hơn -6			Nhỏ hơn -6		
Suy hao phản xạ quang nhỏ nhất của ODN tại O _{ru} và O _{rd}	dB	Lớn hơn 32			Lớn hơn 32		
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Giá trị nhỏ nhất của công suất phát trung bình	dBm	-6	-1	-1	-6	-1	-1
Giá trị lớn nhất của công suất phát trung bình	dBm	-1	+4	+4	-1	+4	+4
Công suất phát quang không có tín hiệu đầu vào bộ phát	dBm	Nhỏ hơn độ nhạy nhỏ nhất -10			Nhỏ hơn độ nhạy nhỏ nhất -10		
Số lượng bit Tx cho phép lớn nhất (CHÚ THÍCH 3)	bit	8			8		
Số lượng bit Tx không cho phép lớn nhất (CHÚ THÍCH 3)	bit	8			8		
Hệ số phân biệt	dB	Lớn hơn 10			Lớn hơn 10		
Dung sai công suất bộ phát	dB	Lớn hơn -15			Lớn hơn -15		
Laser MLM - Độ rộng phổ RMS lớn nhất (CHÚ THÍCH 5)	nm	MLM loại 1: 1,4			MLM loại 1: 1,4		
		MLM loại 2: 2,1			MLM loại 2: 2,1		

		MLM loại 3: 2,7			MLM loại 3: 2,7		
Laser SLM - Độ rộng phổ -20 dB lớn nhất (CHÚ THÍCH 4)	nm	1			1		
Laser SLM - Tỷ lệ nén biên nhỏ nhất	dB	30			30		
Hàm truyền rung pha	-	Hình 5			Hình 5		
Rung pha phát sinh từ 2,0 kHz đến 5,0 MHz	UI p-p	0,2			0,2		
Bộ thu OLT (Giao diện quang O_{lu})							
Hệ số phản xạ lớn nhất của máy thu đo tại bước sóng thu	dB	Nhỏ hơn - 20			Nhỏ hơn - 20		
Tỷ lệ lỗi bit (BER)	-	Nhỏ hơn 10 ⁻¹⁰			Nhỏ hơn 10 ⁻¹⁰		
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Độ nhạy thu nhỏ nhất	dBm	-27	-27	-32	-27	-27	-32
Mức quá tải thu nhỏ nhất	dBm	-6	-6	-11	-6	-6	-11
Khả năng loại trừ lặp các số liên tiếp giống nhau (CID)	bit	Lớn hơn 72			Lớn hơn 72		
Dung sai rung pha	-	NA			NA		
Dung sai công suất quang phản xạ	dB	Nhỏ hơn 10			Nhỏ hơn 10		
<p>CHÚ THÍCH 1: Giá trị "ORL nhỏ nhất của mạng ODN tại điểm O_{ru} và O_{rd}, O_{lu} và O_{ld}" phải lớn hơn 20 dB với các trường hợp tùy chọn mô tả trong phụ lục I/G.983.1.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Các giá trị hệ số phản xạ bộ phát ONU với trường hợp giá trị "ORL nhỏ nhất của mạng ODN tại điểm O_{ru} và O_{rd}, O_{lu} và O_{ld}" là 20 dB như mô tả trong phụ lục II/G.983.1</p> <p>CHÚ THÍCH 3: Như được xác định trong mục 8.2.6.3.1.</p> <p>CHÚ THÍCH 4: Độ rộng phổ lớn nhất - 20 dB và tỷ số nén biên nhỏ nhất được tham chiếu theo ITU-T Rec. G.957.</p> <p>CHÚ THÍCH 5: Các loại bộ phát có đặc tính độ rộng phổ hẹp hơn cho phép dải bước sóng trung tâm rộng hơn. Các loại laser chuyên biệt sản sinh nhỏ hơn 1 dB độ thiệt thòi luồng quang qua mạng ODN. Laser với các tham số quang khác có thể được thay thế với mục đích:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Dải bước sóng không được vượt quá dải 1260 ~ 1360 nm, và 2) Bất kỳ sự gia tăng độ thiệt thòi công suất nào lớn hơn 1 dB phải được bù bằng cách gia tăng công suất phát được phát đi nhỏ nhất hoặc gia tăng độ nhạy thu nhỏ nhất. 							

Bảng 2f-1 – Tham số giao diện quang hướng lên 1 244 Mbit/s

Tham số	Đơn vị	Sợi đơn			Sợi đôi		
Bộ phát ONU (Giao diện quang O_{ru})							
Tốc độ bit danh định	Mbit/s	1244,16			1244,16		
Dài bước sóng làm việc	nm	1260-1360			1260-1360		
Mã hóa đường truyền	–	NRZ ngẫu nhiên			NRZ ngẫu nhiên		
Mặt nạ hình mắt bộ phát	–	Hình 4			Hình 4		
Hệ số phản xạ quang lớn nhất của thiết bị đo bước sóng phát	dB	Nhỏ hơn -6			Nhỏ hơn -6		
Suy hao phản xạ quang nhỏ nhất của ODN tại O _{ru} và O _{rd} (CHÚ THÍCH 1 và 2)	dB	Lớn hơn 32			Lớn hơn 32		
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Giá trị nhỏ nhất của công suất phát trung bình	dBm	-3 (CHÚ THÍCH 5)	-2	+2	-3 (CHÚ THÍCH 5)	-2	+2
Giá trị lớn nhất của công suất phát trung bình	dBm	+2 (CHÚ THÍCH 5)	+3	+7	+2 (CHÚ THÍCH 5)	+3	+7
Công suất phát quang không có tín hiệu đầu vào bộ phát	dBm	Nhỏ hơn độ nhạy nhỏ nhất -10			Nhỏ hơn độ nhạy nhỏ nhất -10		
Số lượng bit Tx cho phép lớn nhất (CHÚ THÍCH 3)	bit	16			16		
Số lượng bit Tx không cho phép lớn nhất (CHÚ THÍCH 3)	bit	16			16		
Hệ số phân biệt	dB	Lớn hơn 10			Lớn hơn 10		
Dung sai công suất bộ phát	dB	Lớn hơn -15			Lớn hơn -15		
Laser MLM - Độ rộng phổ RMS lớn nhất	nm	(CHÚ THÍCH 5)			(CHÚ THÍCH 5)		
Laser SLM - Độ rộng phổ -20 dB lớn nhất (CHÚ THÍCH 4)	nm	1			1		
Laser SLM - Tỷ lệ nén biên nhỏ nhất	dB	30			30		

Hàm truyền rung pha	–	Hình 5			Hình 5		
Rung pha phát sinh từ 4 kHz đến 10 MHz	UI p-p	0,33			0,33		
Bộ thu OLT (Giao diện quang O_{1a})							
Hệ số phản xạ lớn nhất của máy thu đo tại bước sóng thu	dB	Nhỏ hơn -20			Nhỏ hơn -20		
Tỷ lệ lỗi bit (BER)	–	Nhỏ hơn 10 ⁻¹⁰			Nhỏ hơn 10 ⁻¹⁰		
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Độ nhạy thu nhỏ nhất	dBm	-27	-27	-32	-27	-27	-32
Mức quá tải thu nhỏ nhất	dBm	-6	-6	-11	-6	-6	-11
Khả năng loại trừ lặp liên tiếp các số giống nhau (CID)	Bit	Lớn hơn 72			Lớn hơn 72		
Dung sai rung pha	–	NA			NA		
Dung sai công suất phản xạ	dB	Nhỏ hơn 10			Nhỏ hơn 10		
<p>CHÚ THÍCH 1: Giá trị "ORL nhỏ nhất của ODN tại điểm O_{ru} và O_{rd}, O_{lu} và O_{ld}" phải lớn hơn 20 dB với các trường hợp tùy chọn mô tả trong phụ lục I/G.983.1.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Các giá trị hệ số phản xạ bộ phát ONU đối với trường hợp "ORL nhỏ nhất của ODN tại điểm O_{ru} và O_{rd}, O_{lu} và O_{ld}" là 20 dB như mô tả trong phụ lục II/G.983.1.</p> <p>CHÚ THÍCH 3: Như được xác định trong mục 8.2.6.3.1.</p> <p>CHÚ THÍCH 4: Độ rộng phổ lớn nhất - 20 dB và tỷ số nén biên nhỏ nhất được tham chiếu theo ITU-T G.957.</p> <p>CHÚ THÍCH 5: Trong khi các loại laser MLM không hỗ trợ khoảng cách sợi quang mạng ODN trong Bảng 2a, trong các trường hợp như vậy laser chỉ được sử dụng khi khoảng cách quang ODN lớn nhất giữa R/S và S/R là 10 km. Các loại laser MLM trong Bảng 2e chỉ cho phép hoạt động với cự ly tối đa 20 km tại tốc độ truyền 1 244,16 Mbit/s. Các loại laser này có đặc điểm như được chỉ ra trong Chú thích 5 Bảng 2e.</p> <p>CHÚ THÍCH 6: Các giá trị trên được khi giả định rằng có sử dụng bộ thu dựa trên PIN cho OLT loại A. Tùy thuộc vào tổng số các ONU được kết nối đến OLT, giải pháp thay thế dựa trên giả thành là sử dụng bộ thu dựa trên APD tại OLT, cho phép sử dụng laser kinh tế hơn với khả năng ghép sợi hiệu quả hơn tại ONU. Trong trường hợp này, các giá trị loại A có thể là:</p> <p>Công suất phát trung bình nhỏ nhất của ONU: - 7 dBm.</p> <p>Công suất phát trung bình lớn nhất nhỏ nhất của ONU: - 2 dBm.</p> <p>Độ nhạy thu OLT nhỏ nhất: - 28 dBm.</p> <p>Mức quá tải thu OLT nhỏ nhất: - 7 dBm.</p>							

Bảng 2f-2 – Tham số giao diện quang hướng lên 1 244 Mbit/s, sử dụng cơ chế cân bằng công suất tại máy phát ONU

Tham số	Đơn vị	Sợi đơn			Sợi đôi		
Bộ phát ONU (Giao diện quang O_{ru})							
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Giá trị nhỏ nhất của công suất phát trung bình	dBm	-2 (CHÚ THÍCH 2)	-2	+2	-2 (CHÚ THÍCH 2)	-2	+2
Giá trị lớn nhất của công suất phát trung bình	dBm	+3 (CHÚ THÍCH 2)	+3	+7	+3 (CHÚ THÍCH 2)	+3	+7
Bộ thu OLT (Giao diện quang O_{lu})							
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Độ nhạy thu nhỏ nhất	dBm	-23 (CHÚ THÍCH 2)	-28	-29	-23 (CHÚ THÍCH 2)	-28	-29
Mức quá tải thu nhỏ nhất	dBm	-8 (CHÚ THÍCH 2)	-13	-14	-8 (CHÚ THÍCH 2)	-13	-14
<p>CHÚ THÍCH 1: Bảng này chỉ đưa ra các tham số thay đổi so với bảng 2f-1 do áp dụng cơ chế cân bằng công suất trong bộ phát ONU, cụ thể là công suất bộ phát ONU, độ nhạy thu và mức quá tải thu OLT. Tất cả các tham số và chú thích khác giống như trong Bảng 2f-1.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Các giá trị trên thu được khi giả định rằng có sử dụng bộ thu dựa trên PIN cho OLT loại A. Tùy thuộc vào tổng số các ONU được kết nối đến OLT, giải pháp thay thế dựa trên giá thành là sử dụng bộ thu dựa trên APD tại OLT, cho phép sử dụng laser kinh tế hơn với khả năng ghép sợi hiệu quả hơn tại ONU. Trong trường hợp này, các giá trị loại A có thể là:</p> <p>Công suất phát trung bình nhỏ nhất của ONU: - 7 dBm.</p> <p>Công suất phát trung bình lớn nhất nhỏ nhất của ONU: -2 dBm.</p> <p>Độ nhạy thu OLT nhỏ nhất: - 28 dBm.</p> <p>Mức quá tải thu OLT nhỏ nhất: - 10 dBm</p> <p>Ảnh hưởng của cơ chế cân bằng công suất là ít, do giới hạn công suất tối thiểu để đảm bảo giới hạn về mặt nạ hình mắt.</p>							

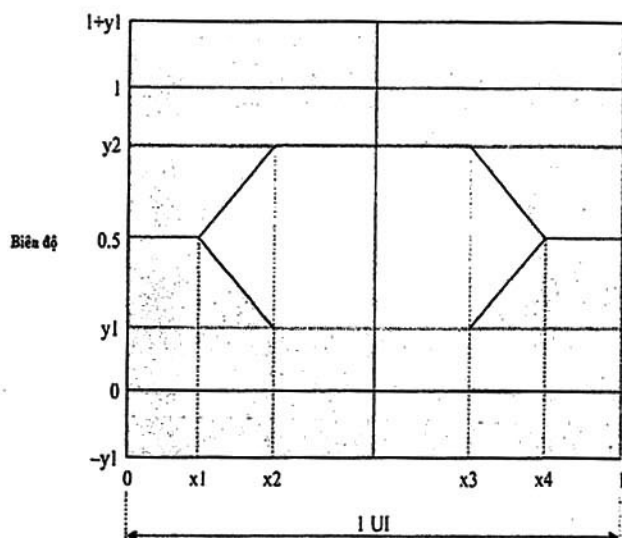
Bảng 2g-1 – Tham số giao diện quang hướng lên 2 488 Mbit/s

Tham số	Đơn vị	Sợi đơn			Sợi đôi		
Bộ phát ONU (Giao diện quang O_{ru})							
Tốc độ bit danh định	Mbit/s	2 488,32			2 488,32		
Dài bước sóng làm việc	nm	1 260-1 360			1 260-1 360		
Mã hóa đường truyền	–	NRZ ngẫu nhiên			NRZ ngẫu nhiên		
Mặt nạ hình mắt bộ phát	–	Hình 4			Hình 4		
Hệ số phản xạ lớn nhất của thiết bị đo tại bước sóng phát	dB	FFS			FFS		
Suy hao phản xạ quang nhỏ nhất của ODN tại O _{ru} và O _{rd}	dB	FFS			FFS		
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Giá trị nhỏ nhất của công suất phát trung bình	dBm	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS
Giá trị lớn nhất của công suất phát trung bình	dBm	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS
Công suất phát quang không có tín hiệu đầu vào bộ phát	dBm	FFS			FFS		
Số lượng bit Tx cho phép lớn nhất (CHÚ THÍCH 2)	bit	32			32		
Số lượng bit Tx không cho phép lớn nhất (CHÚ THÍCH 2)	bit	32			32		
Hệ số phân biệt	dB	FFS			FFS		
Dung sai công suất bộ phát	dB	FFS			FFS		
Laser MLM – Độ rộng phổ RMS lớn nhất	nm	FFS			FFS		
Laser SLM – Độ rộng phổ –20 dB lớn nhất	nm	FFS			FFS		
Laser SLM – Tỷ lệ nén biên nhỏ nhất	dB	FFS			FFS		
Hàm truyền dung sai	–	Hình 5			Hình 5		
Dung sai phát sinh (dài tần đo cần được	UI p-p	FFS			FFS		

nghiên cứu thêm)							
Bộ thu OLT (Giao diện quang O_{lu})							
Hệ số phản xạ lớn nhất của máy thu đo tại bước sóng thu	dB	FFS			FFS		
Tỷ lệ lỗi bit (BER)	–	FFS			FFS		
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Độ nhạy thu nhỏ nhất	dBm	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS
Mức quá tải thu nhỏ nhất	dBm	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS
Khả năng loại trừ lặp các số liên tiếp giống nhau (CID)	Bit	FFS			FFS		
Dung sai rung pha	–	FFS			FFS		
Dung sai công suất phản xạ	dB	FFS			FFS		
CHÚ THÍCH 1: FFS có nghĩa là "Tiếp tục nghiên cứu thêm".							
CHÚ THÍCH 2: Như đã được trình bày trong mục 8.2.6.3.1.							

Bảng 2g-2 – Tham số giao diện quang hướng lên tốc độ bit 2 488 Mbit/s, sử dụng cơ chế cân bằng công suất tại máy phát ONU

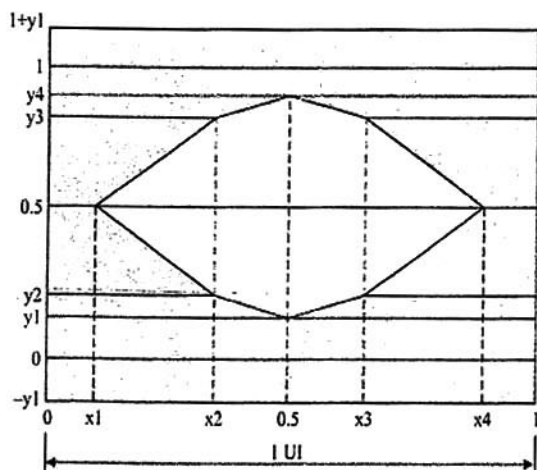
Tham số	Đơn vị	Sợi đơn			Sợi đôi		
Bộ phát ONU (Giao diện quang O_{ru})							
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Giá trị nhỏ nhất của công suất phát trung bình	dBm	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS
Giá trị lớn nhất của công suất phát trung bình	dBm	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS
Bộ thu OLT (Giao diện quang O_{lu})							
Lớp ODN		A	B	C	A	B	C
Độ nhạy thu nhỏ nhất	dBm	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS
Mức quá tải thu nhỏ nhất	dBm	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS	FFS
CHÚ THÍCH: Bảng này chỉ đưa ra các tham số có thay đổi so với Bảng 2g-1 do áp dụng cơ chế cân bằng công suất tại bộ phát ONU, cụ thể ở đây là công suất bộ phát ONU, độ nhạy thu và mức quá tải thu của bộ thu OLT. Tất cả các tham số và chú ý khác vẫn giống như trong Bảng 2g-1.							



	1 244,16 Mbit/s	2 488,32 Mbit/s
x1/x4	0,28/0,72	---
x2/x3	0,40/0,60	---
x3 - x2	---	0,2
y1/y2	0,20/0,80	0,25/0,75

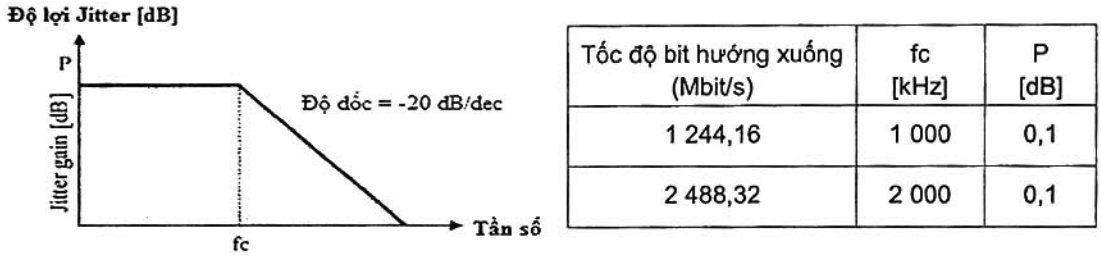
CHÚ THÍCH: Với đường truyền xuống tốc độ bit 2488,32 Mbit/s, x2 và x3 mặt nạ mắt hình chữ nhật không cần cách đều khi xét với trục tung tại 0 UI và 1 UI.

Hình 3 - Mặt nạ hình mắt và bảng tham số cho tín hiệu truyền dẫn hướng xuống

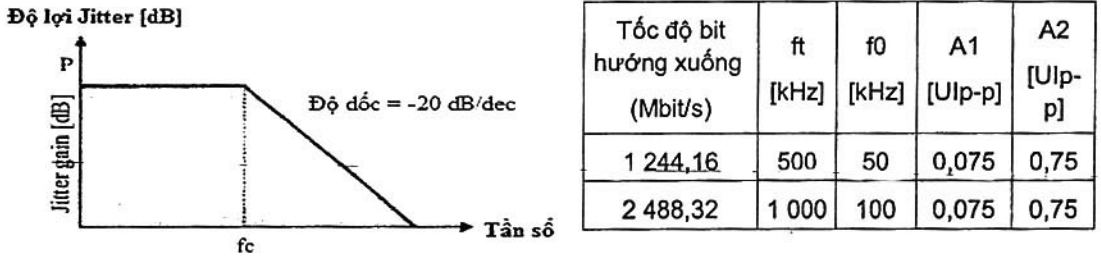


	155,52 Mbit/s	622,08 Mbit/s	1 244,16 Mbit/s	2 488,32 Mbit/s
x1/x4	0,10/0,90	0,20/0,80	0,22/0,78	Đang nghiên cứu
x2/x3	0,35/0,65	0,40/0,60	0,40/0,60	Đang nghiên cứu
y1/y4	0,13/0,87	0,15/0,85	0,17/0,83	Đang nghiên cứu
y2/y3	0,20/0,80	0,20/0,80	0,20/0,80	Đang nghiên cứu

Hình 4 - Mặt nạ hình mắt và bảng tham số cho tín hiệu truyền dẫn hướng lên



Hình 5 - Rung pha truyền và bảng tham số cho ONU



Hình 6 - Mặt nạ và bảng tham số dung sai rung pha cho ONU

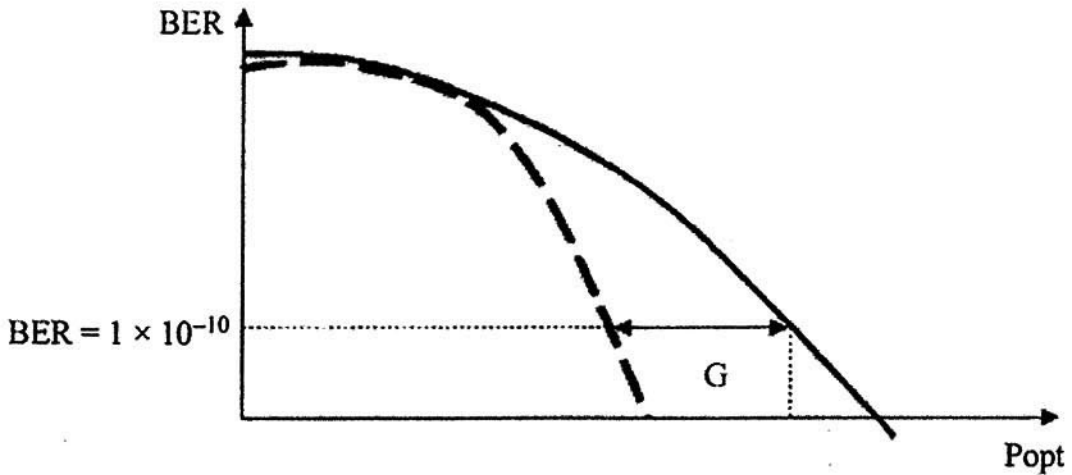
8.3 Môi liên hệ giữa lớp PMD và lớp TC trong GPON

Như đã được trình bày trong các phần trước, tiêu chuẩn này mô tả các đặc điểm của lớp PMD trong mạng truy nhập quang OAN có khả năng truyền tải nhiều loại hình dịch vụ khác nhau qua giao diện mạng khách hàng và giao diện nút dịch vụ. Tuy nhiên, một vài tính năng GPON thuộc về lớp PMD và lớp TC có sự tương tác qua lại với nhau. Phần này sẽ đưa ra mô tả các tính năng đó và giải thích mối liên hệ giữa lớp PMD và lớp TC của GPON.

8.3.1 Sửa lỗi trước

Các hệ thống có sử dụng sửa lỗi trước FEC sẽ cho phép hỗ trợ các dải duy hao của mạng ODN đưa ra trong Bảng 2a ở những giá trị thực thi thấp hơn đối với bộ phát và bộ thu như đưa ra từ Bảng 2b đến Bảng 2g-2.

Hiệu suất khuếch đại quang G của các hệ thống sử dụng FEC được định nghĩa là độ lệch công suất quang tại đầu vào máy thu khi có và không có FEC, xét với tỷ lệ lỗi bit BER = 1×10^{-10} .



Hình 7 - Độ lợi quang G khi có FEC

Trong các hệ thống có ứng dụng FEC với một hệ số khuếch đại quang G thể hiện bằng đơn vị dB, một trong hai biến thiên giá trị thực thi trong Bảng 2 được chấp nhận (không được chọn cả hai cho phù hợp về tương thích):

- i) Công suất phát nhỏ nhất và công suất phát lớn nhất có thể được giảm đi G ; hoặc
- ii) Độ nhạy thu nhỏ nhất giảm đi G .

Nói cách khác, trong khi duy trì các tham số thực thi của bộ phát và bộ thu đưa ra từ Bảng 2b đến Bảng 2g-2, hiệu suất khuếch đại quang có mã hóa G cho phép đạt được cự ly truyền tải vật lý dài hơn hoặc đạt được tỷ lệ chia tách cao hơn khi sử dụng laser MLM trong các ONU. Trường hợp này FEC có tác dụng giảm độ thiệt thòi luồng quang gây ra bởi nhiễu thành chế độ thành phần.

FEC thực hiện ở lớp TC, vì vậy không đề cập đến ở tiêu chuẩn này.

Đặc tính quá tải thu bị không biến đổi bởi FEC.

8.3.2 Cơ chế cân bằng công suất tại bộ phát ONU

Các yêu cầu bộ thu của OLT đòi hỏi sử dụng điốt thu APD tại tốc độ bit 1 244,16 Mbit/s và cao hơn. Các bộ phải như vậy phải có độ nhạy thu cao, dải động lớn cho chế độ thu chế độ chùm tốc độ cao. Điều này bắt buộc phải có sự thỏa hiệp không đơn giản đối với thừa số M của điốt thu APD, đặc biệt là đối với hệ thống GPON hỗ trợ băng thông cải tiến khi mà có sự gia tăng về suy hao và biến đổi suy hao của các phân tử WDM bổ sung.

Để nới lỏng dải động của bộ thu OLT, mức phát công suất của các ONU trong một mạng ODN có suy hao thấp cần được giảm thiểu tránh việc quá tải cho bộ thu OLT. Do vậy cần phải thực hiện một cơ chế cân bằng công suất phù hợp.

Cơ chế cân bằng công suất đòi hỏi các chức năng thuộc phân lớp TC, như khả năng tăng/giảm công suất phát ONU dựa trên việc gửi bản tin hướng xuống bởi OLT. Các chức năng như vậy cũng như khả

năng thực hiện cân bằng công suất trong quá trình thiết lập hoặc trong quá trình làm việc không mô tả trong tiêu chuẩn này.

Các yêu cầu với phân lớp PMD cho phép thực thi một cơ chế cân bằng công suất phù hợp đối với các hệ thống GPON được đưa ra dưới đây. Những vấn đề cơ bản của các yêu cầu này sẽ được đưa ra trong phần Phụ lục B.

- a) Công suất đầu ra ONU có 3 chế độ. PMD phải được chỉ định trực tiếp vận hành ở bất kỳ chế độ nào.

Chế độ 0: Bình thường (các giá trị công suất trung bình nhỏ nhất/lớn nhất như thể hiện trong các Bảng 2f-2 và 2g-2)

Chế độ 1: Mức thấp 1 = Bình thường (-3 dB)

Chế độ 2: Mức thấp 2 = Bình thường (-6 dB)

- b) OLT đo công suất quang trung bình P thuộc mỗi một chùm lưu lượng của ONU. OLT so sánh giá trị đo này với một hoặc hai mức ngưỡng (TL và TH), một trong ba chỉ thị sẽ được đưa ra:

$P > TH$: Chỉ thị công suất cao.

$P < TL$: Chỉ thị công suất thấp.

$TL < P < TH$: Chỉ thị công suất bình thường.

CHÚ THÍCH: TL là mức bắt buộc (mức ngưỡng vận hành đơn), TH là yêu cầu tùy chọn (mức ngưỡng vận hành kép). Giải không chắc chắn khi so sánh cách ngưỡng tối đa là 4 dB.

- c) Đối với các giá trị công suất quang tương ứng của đầu thu OLT Rx là độ nhạy thu nhỏ nhất P_{ms} và quá tải nhỏ nhất P_{mo} như thể hiện trong Bảng 2f-2 và 2g, các giá trị của TH và TL phải thỏa mãn các điều kiện sau:

Mức ngưỡng vận hành kép:

$$R1: P_{mo} > TH > (P_{mo} - 4 \text{ dB})$$

$$R2: (P_{ms} + 5 \text{ dB}) > TL > (P_{ms} + 1 \text{ dB})$$

$$R3: TH - TL > 8 \text{ dB}.$$

Mức ngưỡng vận hành đơn:

$$R2: (P_{ms} + 7 \text{ dB}) > TL > (P_{ms} + 1 \text{ dB}).$$

- d) Đầu thu OLT Rx cần phải đo được công suất chùm (nhưng không cần đưa ra kết quả) tại độ nhạy -5 dB (xem tại Bảng 2f-2 và 2g-2)

Các ưu điểm của cơ chế cân bằng công suất:

- Giảm thiểu yêu cầu định khoảng động tại phía thu OLT, khi một ONU với ODN suy hao thấp sẽ được thiết lập mức công suất phát thấp.
- Tăng tuổi thọ làm việc của laser và giảm công suất tiêu thụ khi ONU vận hành ở chế độ phát công suất thấp.

TCVN 11301:2016

Cơ chế cân bằng tải cho phép nói lỏng các yêu cầu đối với bộ thu OLT như chỉ ra trong các Bảng 2f-2 và 2g-2.

8.3.3 Mào đầu lớp vật lý hướng lên

Cấu trúc khung GPON được mô tả trong một khuyến nghị khác của ITU-T đã đưa ra chi tiết về lớp TC. Tuy nhiên, trước hết các chùm dữ liệu hướng lên phải được gắn một mào đầu lớp vật lý phù hợp, trong đó chứa một vài thủ tục xử lý quá trình vật lý của GPON. Bảng 3 đưa ra độ dài mào đầu lớp vật lý đối với toàn bộ các tốc độ bit hướng lên.

Bảng 3 – Mào đầu lớp vật lý hướng lên GPON

Tốc độ bit hướng lên (Mbit/s)	Mào đầu (byte)
155,52	4
622,08	8
1 244,16	12
2 488,32	24

Ngoài ra, Phụ lục A cung cấp thông tin về các quá trình vật lý cần phải thực thi trong thời gian mào đầu lớp vật lý (Tplo) và các chỉ dẫn nhằm tối ưu sử dụng thời gian này.

Phụ lục A

(Tham khảo)

Xác định thời gian xử lý mào đầu lớp vật lý

Thời gian mào đầu lớp vật lý (T_{plo}) được sử dụng để xử lý năm quá trình vật lý trong PON, đó là: thời điểm bật/tắt laser, thời gian dung sai dịch chuyển, phục hồi mức, phục hồi nhịp đồng hồ và khởi tạo phân tách chùm. Sự phân chia chính xác thời gian lớp vật lý cho toàn bộ các quá trình nói trên được xác định bởi các quan hệ ràng buộc và từng quá trình bằng các lựa chọn thực thi. Phụ lục này mô tả những ràng buộc mà OLT cần phải tuân thủ và đề xuất các giá trị mang tính rời rạc.

Bảng I.2, đưa ra các giá trị T_{on} , T_{off} và T_{plo} cho các tốc độ dữ liệu khác nhau. T_{plo} có thể được chia thành ba phân đoạn có xét tới việc kiểu cách dữ liệu nào của ONT được yêu cầu. Để đơn giản, các thời gian này có thể được xem như thời gian bảo vệ (T_g), thời gian mào đầu (T_p) và thời gian phân tách (T_d). Trong thời gian bảo vệ T_g , ONT sẽ không phát công suất vượt quá mức không danh định. Trong khoảng thời gian mào đầu T_p , ONT sẽ phát một mào đầu với cường độ chuyển tiếp lớn nhất để thực hiện các chức năng cân bằng mức nhanh và phục hồi xung đồng hồ. Cuối cùng, trong phân đoạn thời gian T_d ONT sẽ phát một mẫu dữ liệu đặc biệt có trọng số tự tương quan tối ưu cho phép OLT tìm điểm bắt đầu của chùm.

Một tham số điều khiển lô gíc bổ sung trong PON là mức độ không chắc chắn về tổng thời gian từ đỉnh đến đỉnh (T_u). Độ không chắc chắn này tăng lên do sự biến động của thời gian trôi nổi gây ra bởi sự biến động về sợi quang và các phản tử theo nhiệt độ và các yếu tố môi trường khác.

Các quan hệ ràng buộc mà OLT phải tuân thủ như sau:

$$T_g > T_{on} + T_u$$

và:

$$T_g > T_{off} + T_u$$

T_d phải cung cấp đủ số lượng bit dữ liệu để đảm bảo thực hiện chức năng phân tách có tính đến lỗi bit. Khả năng chống lỗi của bộ phân tách phụ thuộc vào khả năng thực hiện đúng mô hình tương quan, quan hệ xấp xỉ đơn giản giữa số lượng bit trong bộ phân tách (N) và số lượng lỗi bit chịu được (E) là:

$$E = \text{int}(N/4) - 1 \quad (A-1)$$

Công thức (A-1) mang tính thực nghiệm được tiến hành bởi sự tìm kiếm số cho toàn bộ các bộ phân tách có kích thước trong dải từ 8 đến 20 bit. Sự tìm kiếm này được thực hiện khi giả thiết rằng chuỗi số mào đầu là một chuỗi tuần hoàn '1010' và bộ phân tách có số lượng bit '0' bằng với bit '1'. Khoảng cách Hamming D của bộ phân tách tốt nhất từ tất cả các dạng dịch chuyển của chính nó và của mào đầu được tìm là $D = \text{int}(N/2) - 1$; rút ra từ khả năng chịu lỗi đã cho.

Với một tỷ lệ lỗi bit đã cho, xác suất của chùm lỗi nghiêm ngặt (P_{seb}) được đưa ra bởi:

$$P_{seb} = \left(\frac{N}{E+1}\right)_{BER^{E+1}} \tag{A-2}$$

Thế (A-1) vào (A-2), P_{seb} ta được đưa ra như sau:

$$P_{seb} = \left(\frac{N}{\text{int}\left(\frac{N}{4}\right)}\right)_{BER^{\text{int}(N/4)}} \tag{A-3}$$

Nếu $BER = 1E-4$, giá trị của P_{seb} thay đổi theo độ dài N của bộ phân tách và được đưa ra trong Bảng A.1. Bảng này cho thấy để triệt tiêu dạng lỗi này thì độ dài bộ phân tách tối thiểu phải là 16 bit hoặc hơn.

Bảng A.1 - Xác suất lỗi chùm theo chiều dài bộ phân tách

N	P_{seb}
8	2,8E-07
12	2,2E-10
16	1,8E-13
20	1,5E-16
24	1,3E-19

Với những vấn đề đã được quan tâm xem xét; khuyến nghị chỉ định mào đầu lớp vật lý như trong Bảng A.2. Bảng này cũng liệt kê các giá trị danh định cho ONT các tham số thời gian kích hoạt (ONT Tx enable) và thời gian ngừng kích hoạt (ONT Tx disable), và tổng thời gian mào đầu lớp vật lý.

Bảng A.2 - Đề xuất chỉ định thời gian mào đầu cho các chức năng OLT

Tốc độ bit luồng dữ liệu (Mbit/s)	Tx enable (bits)	Tx disable (bits)	Tổng thời gian (bits)	Thời gian bảo vệ (bits)	Thời gian mào đầu (bits)	Thời gian phân tách (bits)
155,52	2	2	32	6	10	16
622,08	8	8	64	16	28	20
1244,16	16	16	96	32	44	20
2488,32	32	32	192	64	108	20
Chú thích	lớn nhất	lớn nhất	bắt buộc	nhỏ nhất	Đề nghị	Đề nghị

Phụ lục B
(Tham khảo)

Các mô tả và ví dụ về cơ chế cân bằng công suất

B.1 Giới thiệu

Phụ lục này minh họa các quan tâm các khác nhau cần xem xét để thực hiện ổn định và hiệu quả cơ chế cân bằng công suất như đề cập trong mục 8.8.3.

B.2 Các mức ONU

Công suất phát ONU (công suất phát trung bình nhỏ nhất và lớn nhất) được đưa ra trong Bảng 2f-2 và 2g-2. Các giá trị trong đó tương ứng với chế độ 0. Các giá trị tương ứng với chế độ 1 và chế độ 2 lần lượt có giá trị thấp hơn là 3 dB và 6 dB. Ví dụ, ONU lớp B tốc độ bit 1244 Mbit/s với khả năng phân mức công suất sẽ tuân thủ theo các khoảng công suất đầu ra dưới đây:

Chế độ 0: Công suất phát trung bình nhỏ nhất (- 2 dBm) ≤ công suất phát trung bình ≤ Công suất phát trung bình lớn nhất (+ 3 dBm).

Chế độ 1: Công suất phát trung bình nhỏ nhất (- 5 dBm) ≤ công suất phát trung bình ≤ Công suất phát trung bình lớn nhất (0 dBm).

Chế độ 2: Công suất phát trung bình nhỏ nhất (- 8 dBm) ≤ công suất phát trung bình ≤ Công suất phát trung bình lớn nhất (- 3 dBm).

Cơ chế cân bằng công suất được điều khiển bởi OLT và xác định yêu cầu thay đổi phân mức cần thiết. Khi ONU nhận một yêu cầu chuyển đổi từ một chế độ này sang một chế độ khác, nó sẽ thiết lập công suất phát về khoảng chế độ mới tương ứng và sau đó trở lại gửi dữ liệu hướng lên. Lưu ý rằng khi dải công suất được xem xét thì sự thay đổi hiệu quả của công suất ONU từ chế độ này sang chế độ khác không nhất thiết phải bằng các mức 3 dB hoặc 6 dB.

Ví dụ 1

- ONU ở chế độ 1 phát công suất - 1 dBm.
- ONU này nhận một bản tin yêu cầu chuyển về chế độ 0 (thiết lập tăng + 3 dB).
- Công suất phát hiệu quả bây giờ là +1 dBm, không chính xác với mức cao hơn nhưng ở trong dải của chế độ 0.

Ví dụ 2

- ONU ở chế độ 2 công suất - 4 dBm.
- ONU nhận một yêu cầu chuyển về chế độ 1 (thiết lập tăng + 3 dB).
- Công suất phát hiệu quả bây giờ là - 5 dBm, thấp hơn công suất trước đó nhưng nằm trong dải của chế độ 1.

TCVN 11301:2016

- OLT sẽ đo được công suất thấp hơn trong khi mong muốn một mức công suất cao hơn. Thuật toán trong OLT sẽ gửi một yêu cầu khác để tăng thêm 3 dB (chuyển sang chế độ 0).
- ONU sẽ thực hiện phát công suất nằm trong dải của chế độ 0 với công suất nhỏ nhất có giá trị là - 2 dBm.

B.3 Mức ngưỡng tại OLT

Máy thu OLT đo mức công suất vào của một ONU cụ thể và so sánh nó với các mức ngưỡng. Ở đây tồn tại độ không đảm bảo của phép đo do sự không chính xác khi thực hiện cụ thể (nguồn dòng, độ tuyến tính của máy thu tại mức công suất cao, biến thiên điện áp nguồn cấp, các ảnh hưởng nhiệt độ tới các tầng khuếch đại...) và chuyển đổi thành độ không đảm bảo đo lên giá trị ngưỡng hiệu quả khi so sánh với thiết lập của nó. Các độ đo không đảm bảo này cần phải được xét đến để đảm bảo có được một cơ chế cân bằng công suất phát một cách toàn diện và ổn định. Dải độ đo không đảm bảo mà qua đo ngưỡng có thể thay đổi trên toàn bộ dải hoạt động của OLT yêu cầu tối đa là 4 dB.

Xét theo các giá trị công suất quang tương ứng với OLT R_x là độ nhạy nhỏ nhất P_{ms} và mức quá tải nhỏ nhất P_{mo} đưa ra trong Bảng 2f-2 và 2g-2, khoảng công suất cho phép tại máy thu OLT khi điều chỉnh hoạt động là từ $(P_{ms}+1dB)$ đến P_{mo} . Lưu ý rằng P_{ms} bao gồm cả 1 dB về độ thiệt thòi luồng quang khi bỏ qua công suất quang tối thiểu. Công suất điều chỉnh hoạt động tại máy thu OLT phải được đảm bảo theo cơ chế cân bằng công suất. Có hai trường hợp cho cơ chế này: ngưỡng đơn và ngưỡng kép.

B.3.1 Trường hợp 1: So sánh với hai ngưỡng (TL, TH)

Trong trường hợp này, cơ chế cân bằng công suất được thực hiện bằng cách so sánh công suất thu trung bình nhận được tại OLT (P) với hai mức ngưỡng khác nhau (TL và TH). Khi $P < TL$, công suất tại OLT được xem là quá thấp và ONU phải chuyển lên chế độ có công suất cao hơn. Khi $P > TH$, công suất tại OLT được xem là quá cao và ONU phải chuyển về chế độ có công suất thấp hơn. Khi $TH > P > TL$, công suất tại OLT được xem là chấp nhận được và ONU có thể giữ ở chế độ hiện tại.

1) Giá trị TH hiệu dụng phải đảm bảo:

- Bất kỳ mức công suất nào ở dưới độ nhạy máy thu OLT phải được phát hiện: $P_{mo} > TH$.
- Nếu ONU chuyển sang chế độ có công suất thấp hơn vì $P > TH$, công suất máy thu OLT không được xuống nhỏ hơn độ nhạy:

$$TH > P_{mo} - ((P_{mo} - P_{ms} - 1 \text{ dB}) - 3 \text{ dB} - (P_{ONU \text{ Tx MAX}} - P_{ONU \text{ Tx MIN}})).$$

Tương đương với $TH > P_{mo} - 6 \text{ dB}$.

2) Giá trị TL hiệu dụng phải đảm bảo:

- Mọi mức công suất ở dưới độ nhạy máy thu OLT phải được phát hiện: $TL > P_{ms} + 1 \text{ dB}$.
- Nếu ONU chuyển sang chế độ có công suất cao hơn vì $P < TL$, công suất thu OLT không được tiến đến mức quá tải thu:

$$(P_{ms} + 1 \text{ dB}) + ((P_{mo} - P_{ms} - 1 \text{ dB}) - 3 \text{ dB} - (P_{ONU \text{ Tx MAX}} - P_{ONU \text{ Tx MIN}})) > TL.$$

Tương đương với $P_{ms} + 7 \text{ dB} > TL$.

3) Các giá trị hiệu dụng tổ hợp của TL và TH phải đảm bảo:

- Cơ chế ổn định (không có sự đảo chiều lặp lại giữa các chế độ). Nếu một ONU chuyển sang một chế độ khác vì $P < TL$ hoặc $P > TH$, thì mức công suất mới tại máy thu OLT không được ở mức ngưỡng ngược lại. Điều này tương ứng với định ra một khoảng giãn cách tối thiểu giữa TH và TL.

$$TH - TL > 3 \text{ dB} + (P_{ONU \text{ Tx MAX}} - P_{ONU \text{ Tx MIN}})$$

Tương đương với $TH - TL > 8 \text{ dB}$.

Yêu cầu của tổ hợp cuối cùng này quy định chặt chẽ những yêu cầu cụ thể cho TH và TL khi chúng cần được giãn cách ít nhất 8 dB. Nếu xét đến yêu cầu dự phòng độ không đảm bảo đo lớn nhất 4 dB, thì độ phù hợp nhất cho yêu cầu thứ nhất và thứ hai (khoảng giãn cách lớn nhất giữa TH và TL) sẽ là:

$$R1: P_{mo} > TH > P_{ms} - 4 \text{ dB}.$$

$$R2: P_{ms} + 5 \text{ dB} > TL > P_{ms} + 1 \text{ dB}.$$

Khi R1 và R2 chỉ đảm bảo khoảng giãn cách 6 dB thì yêu cầu thứ ba phải thỏa mãn:

$$R3: TH - TL > 8 \text{ dB}.$$

R1, R2 và R3 đồng cho phép một sự thay đổi của TH và TL vượt qua 4 dB qua cả dải hoạt động của OLT (nhiệt độ,) nhưng phải thỏa mãn rằng tại bất kỳ thời điểm nào TH và TL nào cũng phải có khoảng giãn cách nhỏ hơn 8 dB.

Nếu một OLT có được phép đo công suất chính xác hơn 4 dB thì có thể chọn bất kỳ tổ hợp TH và TL nào miễn là các điều kiện R1, R2 và R3 được thỏa mãn.

B.3.2 Trường hợp 2: So sánh một ngưỡng (TL)

Cơ chế cân bằng công suất được thực thi qua việc khởi động tất cả các ONU ở chế độ 2 (khi chúng khởi động) và so sánh công suất thu trung bình nhận được tại OLT (P) với một ngưỡng (TL). Khi $P < TL$, công suất OLT được xem là quá thấp và ONU phải chuyển sang chế độ cao hơn. Khi $P > TL$ công suất OLT được xem là được chấp nhận và ONU có thể giữ ở chế độ hiện tại.

Giá trị hiệu dụng TL phải đảm bảo:

- Bất kỳ mức công suất nào dưới độ nhạy bộ thu OLT phải được phát hiện:

$$TL > P_{ms} + 1 \text{ dB}.$$

- Nếu một ONU chuyển lên chế độ cao hơn vì có $P < TL$, bộ thu OLT không được quá tải:

$$(P_{ms} + 1 \text{ dB}) + ((P_{mo} - P_{ms} - 1 \text{ dB}) - 3 \text{ dB} - (P_{ONU \text{ Tx MAX}} - P_{ONU \text{ Tx MIN}})) > TL.$$

Tương đương với: $P_{ms} + 7 \text{ dB} > TL$.

TCVN 11301:2016

Do đó yêu cầu đối với mức hiệu dụng của TL là:

$$R2: P_{ms} + 7 \text{ dB} > TL > P_{ms} + 1 \text{ dB}.$$

Với dải không đảm bảo đo 4 dB, cho phép lựa chọn thiết lập TL như sau:

Ví dụ 1 cho loại B tại 1244 Mbit/s: $-23 \text{ dBm} > TL > -27 \text{ dBm}$;

Ví dụ 2 cho loại B tại 1244 Mbit/s: $-21 \text{ dBm} > TL > -25 \text{ dBm}$.

B.4 Phát hiện công suất

Để khởi động các ONU mới, OLT định kỳ mở các cửa sổ định khoảng khi các ONU mới gửi các chùm hướng lên. OLT phải có khả năng nhận biết bất kỳ sự có mặt của ONU mới. Ngầm định rằng khi các ONU bắt đầu ở chế độ 2, OLT phải có khả năng nhận biết (nhưng chưa cần đưa ra kết quả) công suất quang có nhỏ hơn $(P_{ms} + 1 \text{ dB}) - 6 \text{ dB} = P_{ms} - 5 \text{ dB}$ hay không.

Phụ lục C (Tham khảo)

Hệ thống GPON công nghiệp tốt nhất trong thực tế với tốc độ hướng xuống 2,488 Gbit/s và tốc độ hướng lên 1,244 Gbit/s

C.1 Giới thiệu

Mối quan tâm phổ biến về hệ thống GPON có tốc độ hướng xuống 2,488 Gbit/s và tốc độ hướng lên 1,244 đã cung cấp ngày càng nhiều những cái nhìn trực quan về tính khả thi của các quỹ suy hao cho hệ thống này. Phụ lục tóm lược những thực tế tốt nhất về sản phẩm công nghiệp của hệ thống GPON cho loại hình tốt độ đề cập ở trên.

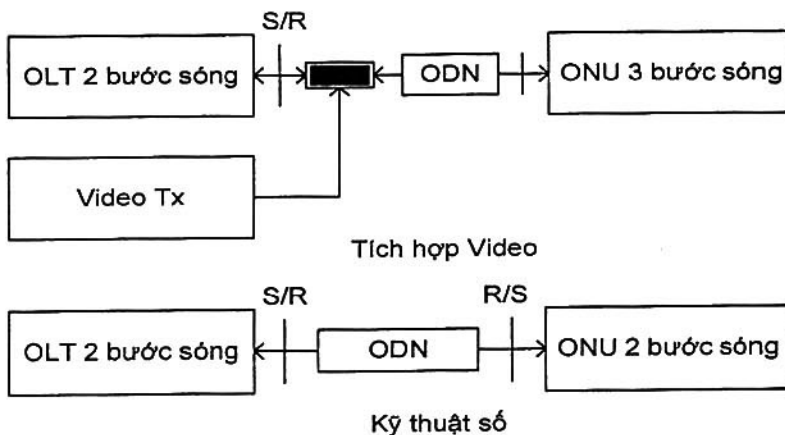
Các thay đổi đáng chú ý so với các quỹ suy hao đề cập trong tiêu chuẩn này bao gồm:

- Các quỹ suy hao quang tổng thể giữa lớp B và lớp C;
- Các mức thiết thời công suất khác nhau;
- OLT phải hỗ trợ FEC tại đường hướng xuống.

Những thay đổi này có thể hỗ trợ gia tăng khả năng hoạt động của các hệ thống G-PON. Theo đó, các quỹ được mô tả trong phụ lục này được khuyến nghị thay cho tất cả những qui định khác trong tiêu chuẩn này về hệ thống PON tốc độ 2,4/1,2.

C.2 Các ứng dụng hệ thống

Hiện có hai ứng dụng chính đối với hệ thống GPON. Đầu tiên là một hệ thống cung cấp đầy đủ dịch vụ có tích hợp video. Thứ hai là một hệ thống chỉ kỹ thuật số không tích hợp video. Các ứng dụng này được thể hiện trong Hình C.1.



Hình C.1 - Ứng dụng G-PON

TCVN 11301:2016

C.3 Các đặc tính quang

Các đặc tính quang cho OLT và ONU quang được đưa ra trong Bảng C.1. Bảng này đề cập đến các mức công suất đo được tại các điểm giao diện trong Hình C.1, nghĩa là với cả loại a (tích hợp video) và b (kỹ thuật số). Đặc biệt, bất kỳ bộ lọc WDM bên ngoài thiết bị OLT hoặc ONU đều được xem là thành phần của ODN. Những đặc tính này có ý nghĩa mở rộng tương tự như các đặc tính trong bảng 2 của tiêu chuẩn. Các đặc tính khác có trong bảng được giữ nguyên

Độ nhạy ONU có thể thu được bằng cách sử dụng một APD không có FEC hoặc một PIN có FEC. Việc lựa chọn tùy thuộc vào cách thực hiện của ONU. Giải pháp APD được xem như là một lựa chọn ngắn hạn, trong khi giải pháp PIN với FEC là một lựa chọn dài hạn, tùy thuộc vào chỉ dẫn về hiệu năng thu của loại nào cao hơn. OLT phải hỗ trợ FEC tại hướng xuống bằng khả năng có được về tính toán và truyền các từ kiểm tra chẵn lẻ FEC ở tín hiệu hướng xuống. Thiết bị OLT cũng phải có khả năng kích hoạt hoặc không kích hoạt tính năng FEC hướng xuống bằng lệnh hệ thống. ONU có thể lựa chọn hỗ trợ giải mã FEC hướng xuống và trong bất kỳ trường hợp cụ thể nào ONU có thể sử dụng tính chẵn lẻ FEC theo quyết định riêng của nó.

Mức thiết thời lượng quang không bao gồm sự suy giảm Raman trong bước sóng hướng xuống. Bất kỳ mức thiết thời nào do hiệu ứng này gây ra phải được tính toán nhưng không đưa vào quỹ suy hao đường truyền. Tuy nhiên, trong bất kỳ hệ thống chịu ảnh hưởng của hiệu ứng Raman cũng sẽ có cụ lý nhất định về sợi quang. Do sự chênh lệch suy hao giữa bước sóng 1490 nm và 1310 nm, người ta dự đoán rằng suy hao Raman sẽ được bù đắp bởi suy hao sợi quang thấp hơn tại bước sóng 1490 nm.

Bảng C.1 – Phân mức công suất quang cho hệ thống GPON có hướng xuống 2,4 Gbit/s, hướng lên 1,2 Gbit/s

Danh mục	Đơn vị	Sợi quang đơn
OLT:		OLT
Giá trị nhỏ nhất của công suất trung bình	dBm	+ 1,5
Giá trị lớn nhất của công suất trung bình	dBm	+ 5
Độ nhạy thu nhỏ nhất	dBm	- 28
Mức quá tải thu nhỏ nhất	dBm	- 8
Độ thiết thời lượng quang hướng xuống	dB	0,5
ONU:		ONU
Giá trị nhỏ nhất của công suất trung bình	dBm	+ 0,5
Giá trị lớn nhất của công suất trung bình	dBm	+ 5
Độ nhạy thu nhỏ nhất	dBm	- 27
Mức quá tải thu nhỏ nhất	dBm	- 8
Độ thiết thời lượng quang hướng lên	dB	0,5

C.4 Quỹ suy hao đường

Quỹ suy hao đường được đưa ra trong Bảng C.2. Quỹ suy hao này bao trùm tất cả các thành phần quang giữa OLT và ONU, bao gồm các bộ lọc WDM không tích hợp cho ghép xen các tín hiệu tích hợp

video và các dịch vụ băng thông mở rộng khác và phải bao gồm bất kỳ suy giảm Raman từ tín hiệu tích hợp.

Bảng C.2 – Quỹ suy hao cho hệ thống GPON

Danh mục	Đơn vị	Sợi đơn
Suy hao quang nhỏ nhất tại bước sóng 1 490 nm	dB	13
Suy hao quang nhỏ nhất tại bước sóng 1 310 nm	dB	13
Suy hao quang lớn nhất tại bước sóng 1 490 nm	dB	28
Suy hao quang lớn nhất tại bước sóng 1 310 nm	dB	28

Xét về mặt so sánh, quỹ suy hao của hệ thống B-PON lớp B+ được khuyến nghị trong ITU-T G983.3 Amd.2 thể hiện trong Bảng C.3. Quỹ suy hao hệ thống GPON tương tự như hệ thống tích hợp Video trong đó hỗ trợ suy hao nhỏ nhất 13 dB và tương tự như quỹ suy hao hệ thống kỹ thuật số có tốc độ đối xứng và hỗ trợ suy hao lớn nhất 28 dB. Về mặt lý thuyết thì chắc chắn rằng hệ thống PON tuân thủ theo quỹ suy hao của hệ thống B-PON lớp B+ nhưng không tuân thủ theo quỹ suy hao của hệ thống GPON; tuy nhiên, những trường hợp như vậy trong triển khai thực tế các mạng PON là rất hiếm. Do đó quỹ suy hao của hệ thống G-PON cần tương thích với tất cả các mạng PON được triển khai thực tế.

Bảng C.3 – Quỹ suy hao cho các hệ thống BPON G.983.3/Amd.2

Danh mục	Đơn vị	Sợi đơn
Hệ thống tích hợp Video(OLT1-ONT)		
Suy hao quang nhỏ nhất tại bước sóng 1 490 nm	dB	9
Suy hao quang nhỏ nhất tại bước sóng 1 310 nm	dB	13
Suy hao quang lớn nhất tại bước sóng 1 490 nm	dB	27
Suy hao quang lớn nhất tại bước sóng 1 310 nm	dB	29
Hệ thống kỹ thuật số(OLT2-ONT)		
Suy hao quang nhỏ nhất tại bước sóng 1 490 nm	dB	10
Suy hao quang nhỏ nhất tại bước sóng 1 310 nm	dB	10
Suy hao quang lớn nhất tại bước sóng 1 490 nm	dB	28
Suy hao quang lớn nhất tại bước sóng 1 310 nm	dB	28

Phụ lục D (Tham khảo)

Các phép đo lớp vật lý hỗ trợ giám sát lớp quang

D.1 Giới thiệu

Phụ lục này mô tả các phép đo tham số lớp vật lý được yêu cầu đối với hệ thống GPON có khả năng cơ bản giám sát lớp quang. Số lượng phép đo cần được liệt kê, cùng với phạm vi, độ chính xác và độ phân giải mong muốn. Những phép đo này có thể có được bằng nhiều phương pháp thực tiễn và hiệu quả chi phí khác nhau và phương pháp đo và phương pháp đo thuộc về khía cạnh lựa chọn thực thi.

D.2 Giám sát các tham số bộ thu

Trong các hệ thống PON, giám sát vật lý cho OLS có thể được sử dụng để:

- Giám sát trạng thái bình thường: nhận và lưu đệm 'lọc sử' dữ liệu như là một tài liệu tham khảo trong một hệ thống làm việc thông thường.
- Nhận biết suy giảm: tìm các lỗi tiềm ẩn trước khi chúng gây ảnh hưởng đến dịch vụ và xác định căn nguyên vấn đề (ví dụ, ODN, OLT hoặc ONT).
- Quản lý lỗi: phát hiện, định vị và chuẩn đoán lỗi.

Để đạt được những mục tiêu này, các chỉ mục sau cần phải được giám sát trong hệ thống PON.

- Nhiệt độ bộ thu phát (OLT và ONT);
- Điện áp bộ thu phát (OLT và ONT);
- Phân cực dòng laser (OLT và ONT);
- Công suất phát OLT;
- Công suất thu OLT (trên mỗi ONT);
- Công suất phát ONT;
- Công suất thu ONT.

Mục D.3 chỉ ra các tham số thực thi được khuyến nghị đo cho các phép đo khả năng thực thi của mỗi một bộ thu phát nói trên.

CHÚ THÍCH: Điều này có thể có được bằng cách sử dụng công nghệ phát hiện và giám sát hiện có.

D.3 Bảng đo cho các tham số bộ thu phát

Bảng D.1 Đưa ra thông tin về thực thi đo chuẩn phải đạt được đối với thiết bị đo kiểm được gắn trong OLT và/hoặc các ONT.

CHÚ THÍCH: Các giá trị quy định trong bảng này gắn liền với phép đo và không thông báo, không có số liệu. Do đó, độ phân giải chủ yếu đề cập đến kích thước lượng tử hóa nội tại của mạch đo. Thời gian đáp ứng điển hình liên quan đến thang thời

gian đo của các mạch đo trong các mô đun quang và thực tế là không thông báo kết quả đo qua mạng PON hoặc đến hệ thống quản lý phân tử (EMS)

Bảng D.1 – Các chỉ tiêu đo liên quan đến giám sát đường quang

	Dải điện hình (CHÚ THÍCH 1)	Độ phân giải	Độ chính xác	Giới hạn đo lặp lại	Thời gian đáp ứng
Nhiệt độ - OLT và ONT	- 45 đến + 90 C	0,25 C	± 3 C	±1 C	1 s
Điện áp - OLT và ONT (CHÚ THÍCH 4)	0 đến 6,55 V	Thông thường 0,5 %	Thông thường ± 3 %	Thông thường ± 1%	1 s
Phân cực dòng - OLT và ONT (CHÚ THÍCH 4)	0 tới 131 mA	Thông thường 1 %	Thông thường ± 10 %	Thông thường ± 5 %	1 s
Công suất phát ONT	- 10 đến +8 dBm	0,1 dB	± 3 dB	± 0,5 dB (CHÚ THÍCH 2)	300 ns
Công suất thu ONT	-34 đến - 8 dBm	0,1 dB	± 3 dB	±0,5 dB (CHÚ THÍCH 2)	300 ns
Công suất phát OLT	-10 đến + 9 dBm	0,1 dB	± 2 dB	± 0,5 dB (CHÚ THÍCH 2)	300 ns
Công suất thu OLT (CHÚ THÍCH 3)	-34 đến - 8 dBm	0,1 dB	± 2 dB	± 0,5 dB (CHÚ THÍCH 2)	300 ns

CHÚ THÍCH 1: Dải giá trị đo điện hình cố gắng bám sát dải giá trị của các tham số hoạt động của mô đun quang. Nếu một mô đun có dải hoạt động khác thì dải giá trị đo cũng thay đổi theo dải giá trị đó, bổ sung thêm bởi độ chính xác đo.

CHÚ THÍCH 2: Giới hạn đo quang lặp lại ONT và OLT đề cập đến thực hiện nhiều phép đo khi các trị số về nhiệt độ và điện áp của ONT hoặc OLT được đo tại cùng một thời điểm. Tuy nhiên, khoảng giá trị tham số thông thường phải được đánh giá qua mỗi lần thử nhằm đưa ra đánh giá ảnh hưởng về mặt thời gian vận hành lên hệ thống

CHÚ THÍCH 3: Việc đo kiểm OLT phải đưa ra công suất trung bình thu được một khối dữ liệu. Điều này đòi hỏi OLT phải thực hiện đo tại thời điểm tương ứng với thời điểm có sự bùng nổ các khối dữ liệu đến và khối dữ liệu phải đủ dài để hỗ trợ thời gian đáp ứng của máy đo. Độ sai lệch do chu kỳ làm việc không quá 50% trong mô hình dữ liệu hướng xuống không đi ngược lại với độ chính xác đo kiểm hoặc các chỉ tiêu kỹ thuật giới hạn đo lặp lại

CHÚ THÍCH 4: Thông thường đề cập đến trị số đo theo thiết kế (như, điện áp hoặc dòng điện) cho thiết bị đo cụ thể

D.4 Các yêu cầu đo khả năng thực thi lớp vật lý OLS

Tất cả các tham số trên cần được giám sát liên tục theo thời gian thực để phản ánh chất lượng thực tế của đường vật lý và tình trạng hoạt động của các mô đun quang. Hơn nữa, quá trình giám sát không được gây ảnh hưởng suy giảm truyền tải dịch vụ.

Phụ lục E

(Tham khảo)

Hệ thống GPON công nghiệp tốt nhất trong thực tế với mở rộng đơn hướng tốc độ hướng xuống 2,488 Gbit/s và tốc độ hướng lên 1,244 Gbit/s (lớp C+)**E.1 Giới thiệu**

Hệ thống GPON mở rộng một phía 2,488/1,244 Gbit/s đạt được bằng cách sử dụng hơn nữa khả năng của giao diện OLT. Giao diện này sẽ có tất cả các đặc điểm của giao diện S/R hiện có, ngoài ra có bổ sung các tham số quang OLT như được liệt kê trong Bảng E.1. Lưu ý rằng các đặc tính của ONU phải đạt được với ONU quang như mô tả trong phụ lục C, ngoại trừ sự khác nhau về bước sóng sử dụng hướng lên và hoạt động với chức năng FEC (được mô tả trong ITU-T G.984.3).

Bảng E.1 – Phân mức công suất quang đối với hệ thống mở rộng đơn hướng có tốc độ bit hướng xuống 2,488 Gbit/s và hướng lên 1,244 Gbit/s (lớp C+)

Danh mục	Đơn vị	Sợi đơn
OLT mở rộng:		OLT
Giá trị nhỏ nhất của công suất trung bình nhỏ nhất	dBm	+ 3
Giá trị lớn nhất của công suất trung bình	dBm	+ 7
Độ thiệt thòi luồng quang hướng xuống	dB	1
Tỷ lệ lỗi bit (trước FEC) (CHÚ THÍCH 1)		10^{-4}
Độ nhạy thu nhỏ nhất (CHÚ THÍCH 1)	dBm	- 32
Mức quá tải thu nhỏ nhất	dBm	- 12
Dài bước sóng hướng lên (G.984.5)	nm	1290 - 1330
ONU:	-	ONU
Giá trị nhỏ nhất của công suất trung bình nhỏ nhất	dBm	+ 0,5
Giá trị lớn nhất của công suất trung bình	dBm	+ 5
Độ thiệt thòi luồng quang hướng lên	dB	0,5
Dài bước sóng hướng lên (G.984.5)	nm	1 290 – 1 330
Tỷ lệ lỗi bit (trước FEC) (CHÚ THÍCH 2)	-	10^{-4}
Độ nhạy thu nhỏ nhất (CHÚ THÍCH 2)	dBm	- 30
Mức quá tải thu nhỏ nhất (CHÚ THÍCH 3)	dBm	- 8
CHÚ THÍCH 1 : Độ nhạy thu OLT giả thiết sử dụng khả năng lựa chọn RS(255,239)FEC của lớp TC GPON, kết hợp với các cải tiến trong công nghệ nhận diện như tiền khuếch đại SOA.		
CHÚ THÍCH 2: Độ nhạy ONU có được khi giả định sử dụng RS(255,239)FEC tăng khả năng lớp TC GPON với công nghệ nhận diện ONU lớp B+ hiện có.		
CHÚ THÍCH 3: Độ quá tải ONU được thiết lập ở mức thông thường - 8 dBm với giá trị lớp B+, cho dù với ứng dụng này thì mức - 10 dBm là đủ.		

Quý suy hao đường của ODN mở rộng đơn hướng được cho trong Bảng V.2. Quý suy hao này bao trùm toàn bộ các phần tử quang giữa OLT mở rộng và ONU, bao gồm các bộ lọc WDM không tích hợp

cho ghép xen tích hợp video và các dịch vụ băng thông cải tiến khác và phải bao gồm bất kỳ suy giảm Raman từ tín hiệu tích hợp.

Bảng E.2 – Quỹ suy hao cho hệ thống G-PON mở rộng đơn hướng (lớp C +)

Danh mục	Đơn vị	Sợi đơn
Suy hao quang nhỏ nhất tại bước sóng 1 490 nm	dB	17
Suy hao quang nhỏ nhất tại bước sóng 1 310 nm	dB	17
Suy hao quang lớn nhất tại bước sóng 1 490 nm	dB	32
Suy hao quang lớn nhất tại bước sóng 1 310 nm	dB	32
Độ dài sợi quang lớn nhất	km	60

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ITU-T G.984.3 (2004), *Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): Transmission convergence level specification.*
- [2] ITU-T G.984.5 (2014), *Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): Enhancement band.*
- [3] ISO/IEC Guide 2 (2004), *Standardization and related activities – General vocabulary.*
-