

GPON 기술 이해

목차

[소개](#)

[사전 요구 사항](#)

[요구 사항](#)

[사용되는 구성 요소](#)

[배경 정보](#)

[용어](#)

[네트워크 다이어그램](#)

[기술 개요](#)

[GPON 제한](#)

[전력 예산 책정](#)

[패킷 워크](#)

[다운스트림 패킷 워크](#)

[업스트림 패킷 워크](#)

[기능 블록](#)

[프로토콜 스택](#)

[중요 기술](#)

[범위 지정](#)

[버스트 기술](#)

[DBA\(Dynamic Bandwidth Allocation\)](#)

[FEC\(Forward Error Correction\)](#)

[라인 암호화](#)

[네트워크 보호 모드](#)

[관련 정보](#)

소개

이 문서에서는 GPON(Gigabit Passive Optical Network) 기술과 그 작동 방식을 설명합니다.

사전 요구 사항

None.

요구 사항

이 문서에 대한 특정 요건이 없습니다.

사용되는 구성 요소

이 문서는 특정 소프트웨어 및 하드웨어 버전으로 한정되지 않습니다.

이 문서의 정보는 특정 랩 환경의 디바이스를 토대로 작성되었습니다. 이 문서에 사용된 모든 디바이스는 초기화된(기본) 컨피그레이션으로 시작되었습니다. 현재 네트워크가 작동 중인 경우 모든 명령의 잠재적인 영향을 미리 숙지하시기 바랍니다.

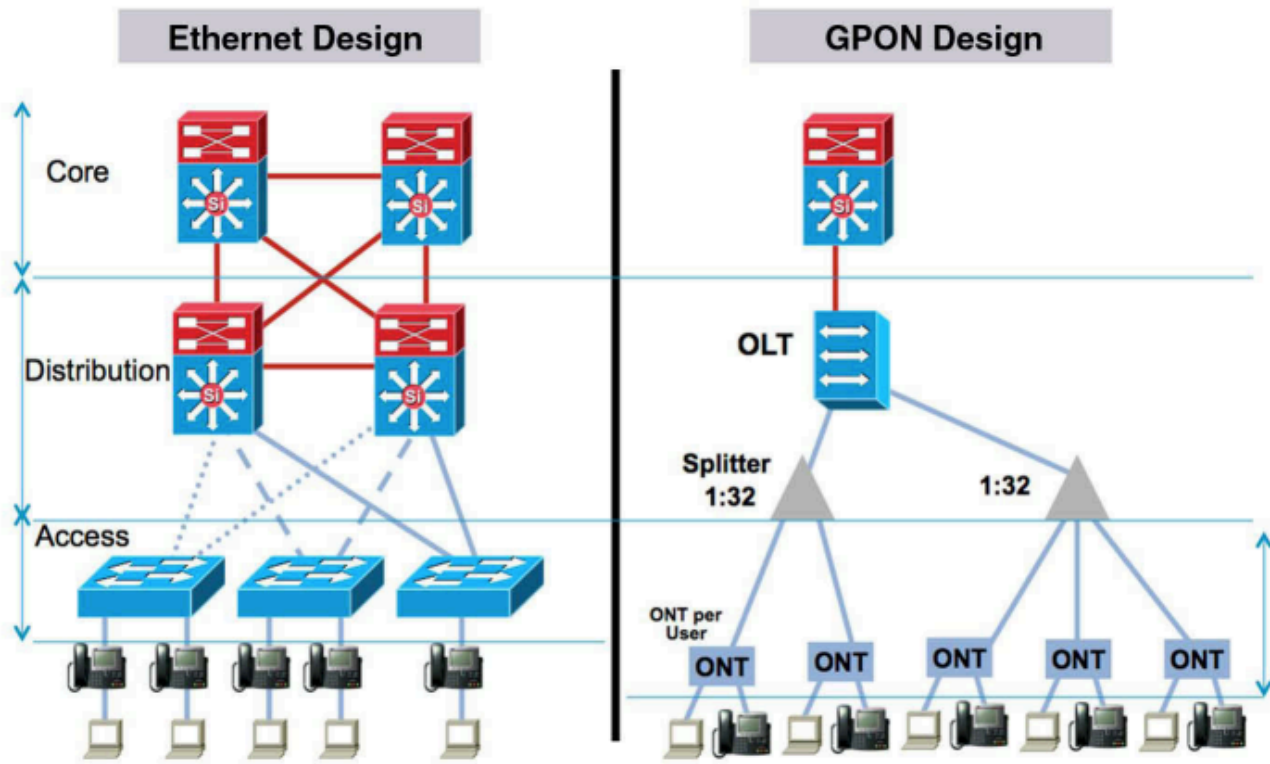
배경 정보

GPON은 캠퍼스 네트워킹에서 이더넷 스위칭의 대안입니다. GPON은 기존의 3계층 이더넷 설계를 2계층 옵티컬 네트워크로 대체하여 패시브 옵티컬 장치를 사용하는 액세스 및 분산 이더넷 스위치를 제거합니다. Cisco는 Catalyst GPON 플랫폼과 함께 GPON을 소개합니다.

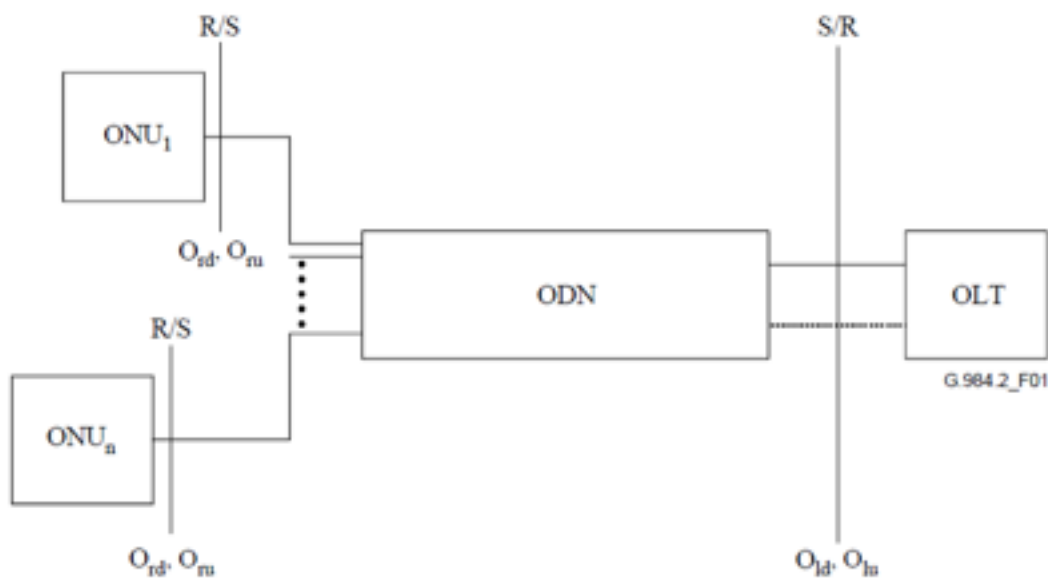
용어

- Gigabit-capable GPON(Passive Optical Network) - ITU-T에서 발표한 PON(Passive Optical Network) 표준.
- ODN(Optical Distribution Network) - 통신 네트워크의 사용자에게 신호를 배포하는 물리적 섬유 및 광학 디바이스. ODN은 광섬유와 같은 POS(Passive Optical Component)와 하나 이상의 수동 광학 스플리터로 구성됩니다.
- ONT(Optical Network Termination)/ONU(Optical Network Unit) - 최종 사용자 장치(데스크톱, 전화기 등)를 GPON 네트워크에 연결합니다. 광 신호를 전기 신호로 변환합니다. ONT는 ONT 키를 통해 AES 암호화도 제공합니다.
- Splitter - 단일 업스트림 광섬유 케이블에 광섬유 신호를 집계하거나 멀티플렉싱하는 데 사용됩니다. 일반적으로 1:32 비율입니다.
- OLT(Optical Line Terminal) - ONT의 모든 광 신호를 단일 다중화된 광 빔으로 집계한 다음 전기 신호로 변환하여 레이어 2 또는 레이어 3 포워딩을 위한 이더넷 패킷 유형 표준으로 포맷하는 장치.
- 파장분할 다중화(WDM) - 파장분할 다중화(WDM)는 여러 개의 광 반송파 신호를 레이저 빛의 서로 다른 파장(즉, 색상)을 사용하는 단일 광섬유로 다중화하는 기술이다.
- GEM(GEM GPON Encapsulation Method) - GPON(Gigabit Capable Passive Optical Network) 시스템에서 사용되는 데이터 프레임 전송 방식으로서, 연결 지향적이며 사용자 데이터 프레임을 가변 크기의 전송 조각으로 조각화할 수 있도록 지원합니다
- FTTX(Fiber to the X) - FTTX는 FTTP/FTTH/FTTB(Fiber laid all to the premises/home/building)와 FTTC/N(fiber laid to cabinet/node with copper wires to complete connection)의 두 그룹으로 구성된 여러 파이버 구축 컨피그레이션의 일반화입니다.
- T-CONT/TCONT - 전송 컨테이너
- OMCC - 광학 네트워크 유닛 관리 및 제어 채널
- OMCI - 광학 네트워크 유닛 관리 및 제어 인터페이스
- PCBd - 물리적 제어 블록 다운스트림
- TDM - 시간 분할 멀티플렉싱
- TDMA - 시간 분할 다중 액세스

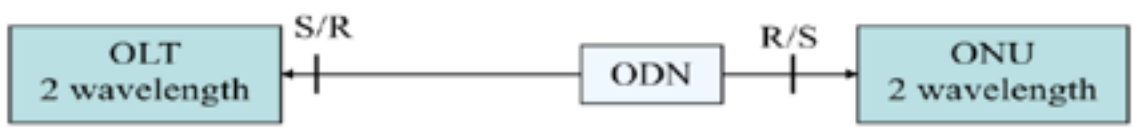
네트워크 다이어그램



기술 개요



R and S Reference points
 O_{rd}, O_{ru}, O_{ld}, O_{ln} Optical interfaces
 ——— Represent one or more fibre
 - - - - - Represent optional protection fibres



- 단일 광섬유를 통해 광학 스플리터에 OLT가 연결된 다음 광학 스플리터가 ONU/ONT에 연결됩니다.

- GPON은 WDM을 채택하여 동일한 ODN을 통해 서로 다른 업스트림/다운스트림 파장의 데이터를 전송합니다. 파장 범위는 업스트림 방향으로 1,290~1,330nm, 다운스트림 방향으로 1,480~1,500nm입니다.
- 데이터는 다운스트림 방향으로 브로드캐스트되며, 업스트림 방향의 데이터는 TDMA 모드에서 버스트됩니다(타임 슬롯 기반).
- P2MP(point-to-multipoint) 멀티캐스트 전송을 지원합니다.

GPON 제한

- 최대 논리적 거리: 60km(향후 PMD(Physical Media Dependent) 사양을 감안할 때 시스템의 상위 계층(MAC, TC, Ranging)에서 관리하는 최대 거리입니다).
- S/R(Send/Receive) 지점과 R/S(Receive/Send) 지점 간의 최대 파이버 거리: 20km
- 최대 차등 파이버 거리: 20km
- 분할 비율: 경로 손실, 수동 분할기가 있는 PON(16,32 또는 64방향 분할)에 의해 제한됨
- 속도: 1.24416기가비트/초, 2.48832기가비트/초

전력 예산 책정

GPON의 일환으로 광학 전력 손실을 고려해야 합니다. 이러한 손실은 다음과 같은 다양한 방법으로 발생할 수 있습니다.

- 스플리터 내 손실
- 파이버 km당 손실(1,310, 1,490nm의 경우 km당 약 0.35dB)
- 스플라이스 손실(> 0.2dB)
- 커넥터 손실(0.6dB)
- 파이버 벤딩

이미지에 나와 있는 것처럼 다양한 스플리터 사용으로 인해 발생하는 손실은 다음과 같습니다.

Optical Splitters	Loss [dB]
Splitter 1 x 64	20.1
Splitter 1 x 32	17.4
Splitter 1 x 16	13.8
Splitter 1 x 8	10.5
Splitter 1 x 4	7.0

이미지에 나와 있는 것처럼 클래스당 최소 및 최대 광학 경로 손실은 다음과 같습니다.

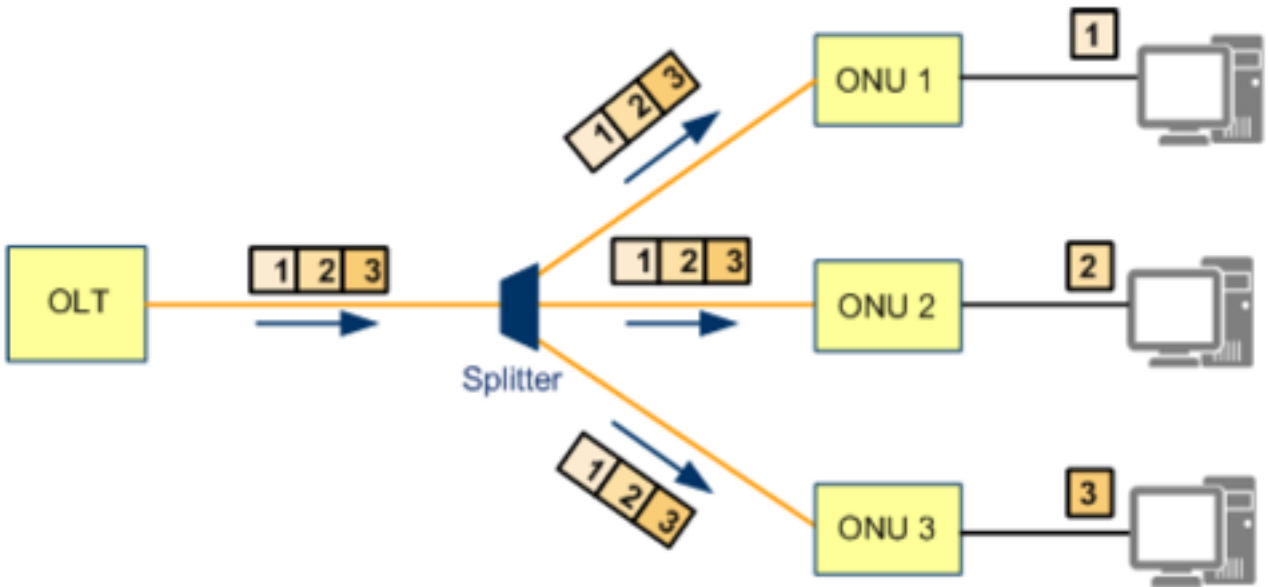
Table G.984.2 – Classes for optical path loss

	Class A	Class B	Class B+	Class C
Minimum loss	5 dB	10 dB	13 dB	15 dB
Maximum loss	20 dB	25 dB	28 dB	30 dB
<p>NOTE – The requirements of a particular class may be more stringent for one system type than for another, e.g. the class C attenuation range is inherently more stringent for TCM systems due to the use of a 1:2 splitter/combiner at each side of the ODN, each having a loss of about 3 dB.</p>				

패킷 워크

다운스트림 패킷 워크

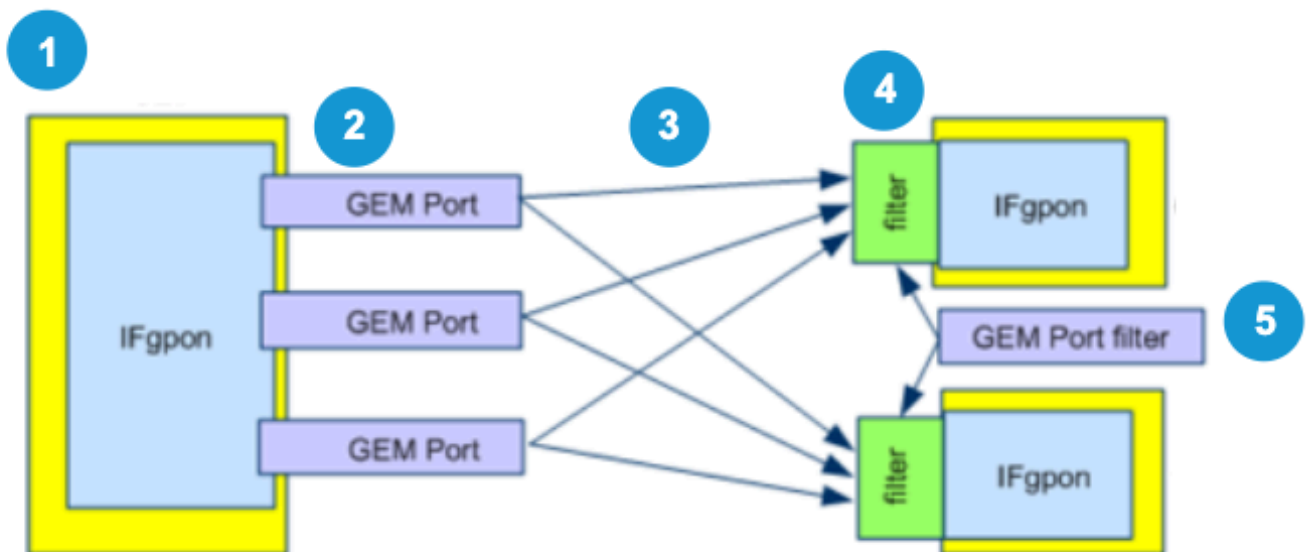
이미지에 나와 있는 것처럼 패킷은 OLT에서 다양한 ONU로 향합니다



팁: Downstream은 분할자의 관점에서 바라본 것입니다. ONU/ONT 또는 최종 사용자를 향하는 트래픽이라고 생각할 수 있다.

- 다운스트림 패킷은 브로드캐스트로 포워딩되고, 동일한 데이터가 GEM 포트 ID로 식별되는 다른 데이터와 함께 모든 동일한 ONU/ONT로 송신됩니다.
- ONU/ONT가 ONU ID별로 원하는 데이터를 수신할 수 있습니다.
- 다운스트림 파장 범위는 1,480~1,500nm입니다.
- 다운스트림 연속 모드 작동 - GPON을 통과하는 사용자 트래픽이 없는 경우에도 관리자가 끄는 경우를 제외하고는 신호가 일정합니다.

이미지에 나와 있는 것처럼 다운스트림 패킷 포워딩 절차는 다음과 같습니다.



1. OLT는 PON 포트에 설정된 규칙에 따라 업링크 포트에서 GPON 서비스 처리 모듈로 이더넷 프레임 송신합니다.

2. 그런 다음 GPON 서비스 처리 모듈은 다운스트림 전송을 위해 이더넷 프레임을 GEM 포트 데이터 패킷으로 캡슐화합니다.
3. GEM PDU를 포함하는 GTC(GPON transmission convergence) 프레임은 GPON 포트에 연결된 모든 ONT/ONU에 브로드캐스트됩니다.
4. ONT/ONU는 GEM PDU 헤더에 포함된 GEM 포트 ID를 기준으로 수신된 데이터를 필터링하고 이 ONT/ONU의 GEM 포트에만 중요한 데이터를 유지합니다.
5. ONT는 데이터 캡슐화를 해제하고 서비스 포트를 통해 최종 사용자에게 이더넷 프레임을 송신합니다.

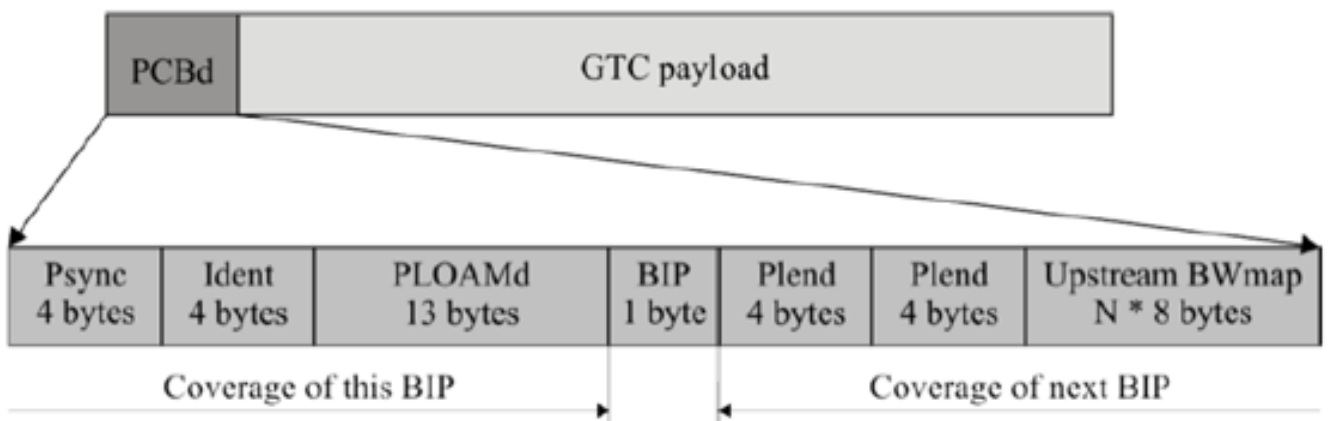
다운스트림 패킷 프레임 구조

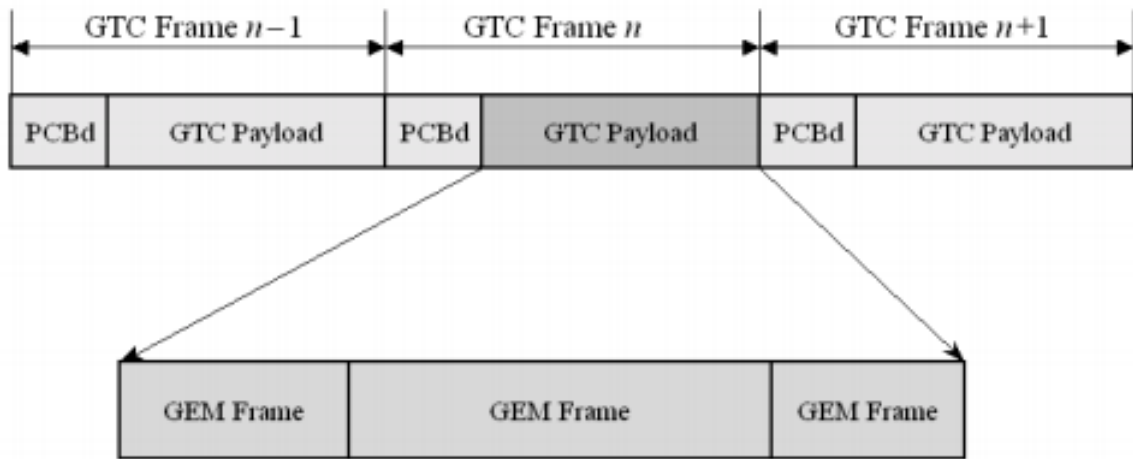
- 다운스트림 GPON 프레임은 125 μ s의 고정 길이를 가지며, 이는 PCBd(physical control block downstream)와 페이로드의 두 가지 구성 요소로 구성됩니다.
- OLT는 모든 ONU/ONT에 PCBd를 브로드캐스트합니다. ONU/ONT는 PCBd를 수신하고 수신한 정보를 기반으로 작업을 수행합니다.
- PCBd는 GTC 헤더 및 BWmap으로 구성됩니다.

GTC 헤더 - 프레임 구분, 동기화 및 FEC(Forward Error Correction)에 사용됩니다.

BWmap - 필드는 업스트림 대역폭 할당을 ONU에 알립니다. 각 ONU의 T-CONT에 대한 시작 및 종료 업스트림 시간 슬롯을 지정합니다. 이는 모든 ONU들이 데이터 충돌을 방지하기 위해 OLT에 의해 지정된 타임 슬롯들에 기초하여 데이터를 전송하도록 보장한다.

이미지에 나와 있는 것처럼 PCBd의 확장된 보기와 GTC 페이로드 내에 포함된 것은 다음과 같습니다.





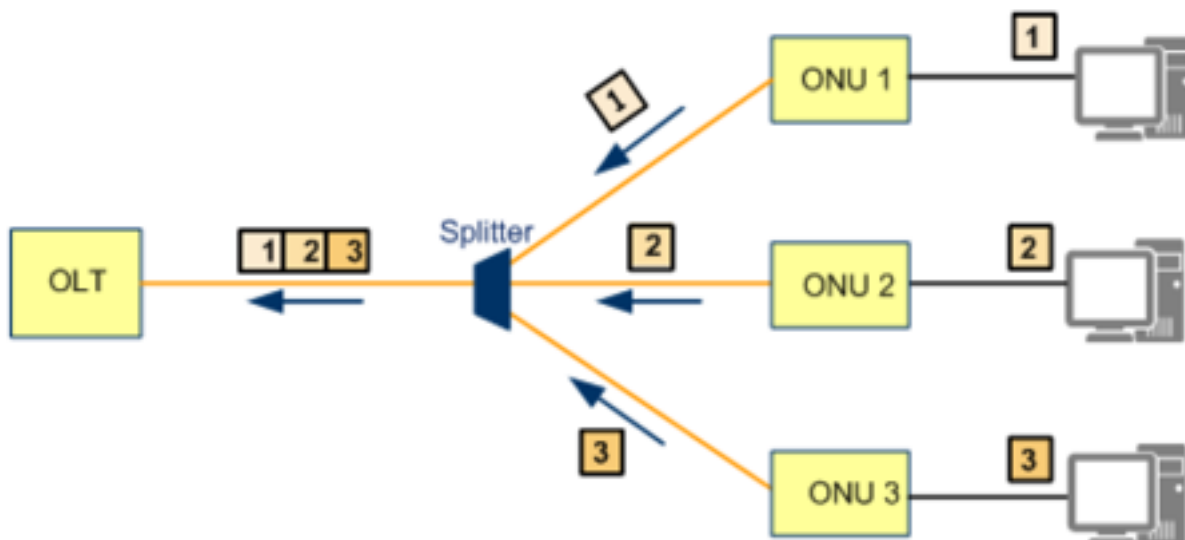
G.984.3_FB-2

주요 용어:

- Psync(4바이트 길이) - 물리적 동기화 필드. 모든 PCBd의 시작을 나타냅니다.
- Ident(4바이트 길이) - 더 큰 프레임 구조를 나타내는 데 사용됩니다. 암호화 시스템에서 사용되는 슈퍼프레임 카운터를 포함합니다.
- PLOAMd(13바이트 길이) - PLOAM(Physical Layer OAM) 다운스트림 필드 이를 OLT와 ONU/ONT 간의 메시지 기반 운영 및 관리 채널로 생각하십시오.
- BIP(1바이트 길이) - 링크의 오류 수를 측정하기 위해 수신기에서 비트 인터리브된 패리티입니다.
- Plend(4바이트 길이) - 페이로드 길이 다운스트림 필드입니다.

업스트림 패킷 워크

이미지에 나와 있는 것처럼 업스트림 패킷은 다양한 ONU에서 OLT로 흐릅니다.



팁: ONU/UNT에서 OLT로 보내는 트래픽이나 분할자의 관점에서 업스트림을 생각할 수 있습니다.

- TDMA(Time Division Multiple Access)를 통한 업스트림 패킷 전송

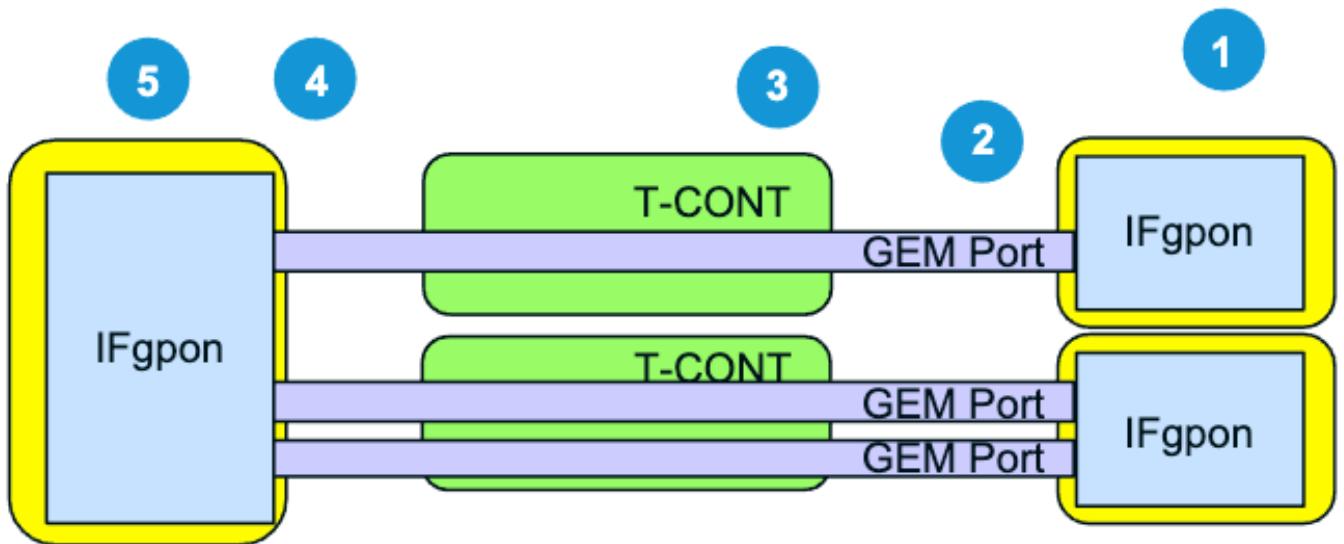
OLT와 ONT/ONU 사이의 거리를 측정한다.

시간 슬롯은 거리에 따라 할당됩니다.

ONT/ONU는 부여된 타임 슬롯에 기초하여 트래픽을 업스트림으로 전송한다.

- DBA(Dynamic Bandwidth Allocation)를 통해 OLT는 실시간으로 혼잡, 대역폭 사용량 및 설정을 모니터링할 수 있습니다.
- 레인징을 통해 충돌을 탐지하고 방지합니다.
- 업스트림 파장의 범위는 1290~1330nm입니다.

이미지에 나와 있는 것처럼 업스트림 패킷 포워딩 절차는 다음과 같습니다.



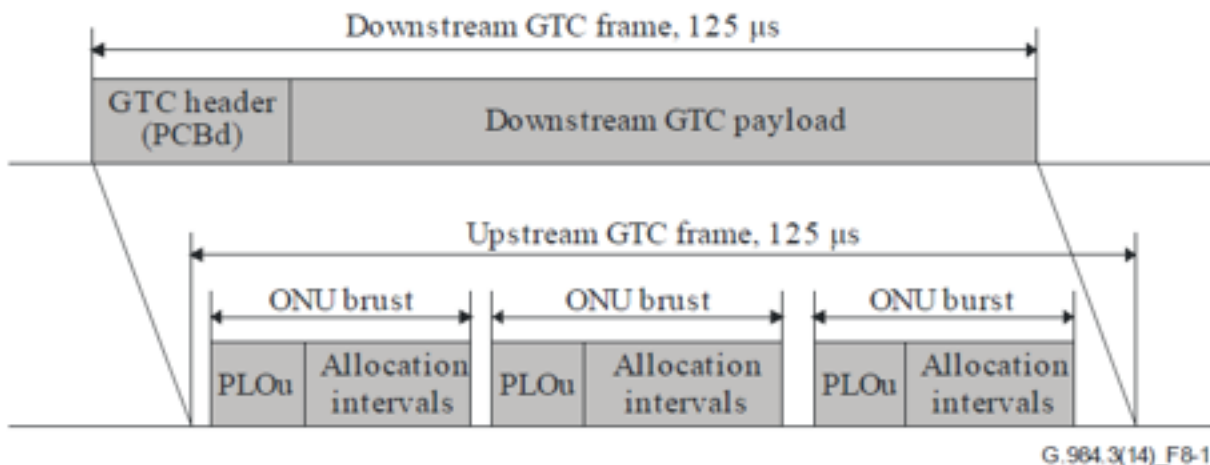
1. ONT/ONU는 서비스 포트 및 GEM 포트를 매핑하는 구성된 규칙에 따라 이더넷 프레임을 GEM 포트에 전송합니다.
2. GEM 포트는 이더넷 프레임을 GEM PDU로 캡슐화하고, GEM 포트 및 TCONT 대기열을 매핑하는 규칙에 따라 PDU를 TCONT 대기열에 추가합니다.
3. TCONT 대기열은 DBA 기반의 시간 슬롯을 사용한 다음 OLT에 업스트림 GEM PDU를 전송합니다.
4. OLT는 GEM PDU의 캡슐화를 해제하고, 원래 이더넷 프레임이 표시됩니다.
5. OLT는 서비스 포트 및 업링크 포트를 매핑하는 규칙을 기반으로 지정된 업링크 포트에서 이더넷 프레임을 송신합니다.

업스트림 패킷 프레임 구조

- 각 업스트림 GPON 프레임의 고정 길이는 125 μ s입니다.
- 각 업스트림 프레임에는 하나 이상의 T-CONT/TCONT에 의해 전달되는 콘텐츠가 포함되어 있습니다.
- GPON 포트에 연결된 모든 ONU들은 업스트림 대역폭을 공유한다.
- 모든 ONU는 BWmap(bandwidth map) 요구 사항을 기반으로 자체 시간 슬롯에서 데이터 업스트림을 송신합니다.
- 각 ONU는 업스트림 프레임을 사용하여 OLT로 송신될 데이터의 상태를 보고합니다. OLT는 DBA를 사용하여 업스트림 시간 슬롯은 ONU에 할당되며 각 프레임에서 업데이트를 전송합니다.

참고: 업스트림 프레임은 특정 Alloc-ID와 연결된 업스트림 PLOu(Physical Layer Overhead) 및 하나 이상의 대역폭 할당 간격으로 구성된 버스트로 전송됩니다.

이미지에 나와 있는 것처럼 다운스트림 프레임과 업스트림 프레임의 차이점은 다음과 같습니다.

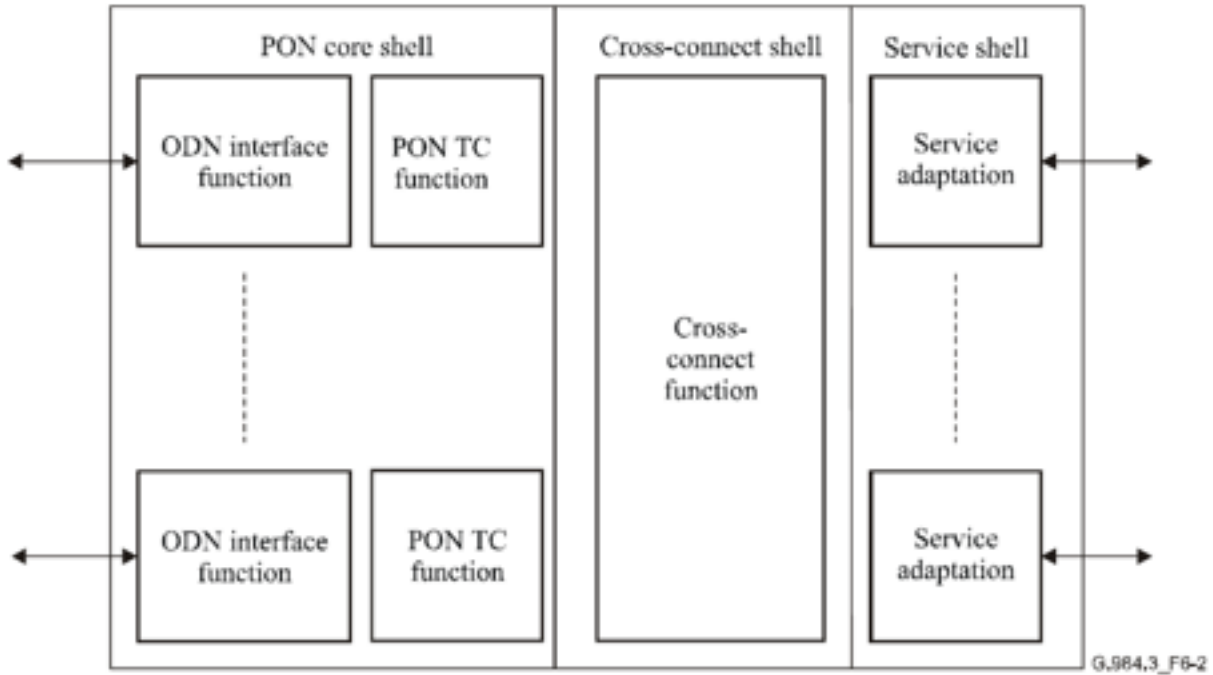


주요 용어:

- PLOu(Physical layer overhead upstream) - 업스트림 물리적 레이어 오버헤드.
- PLOAMu(Physical layer OAM upstream) - 업스트림 데이터의 PLOAM 메시지. 이를 OLT와 ONU/ONT 간의 메시지 기반 운영 및 관리 채널로 생각하십시오.
- PLSu(Power level sequence upstream) - 업스트림 전력 레벨 시퀀스
- DBRu(Dynamic bandwidth report upstream) - 업스트림 동적 대역폭 보고서
- 페이로드 - 사용자 데이터

기능 블록

OLT 기능 블록



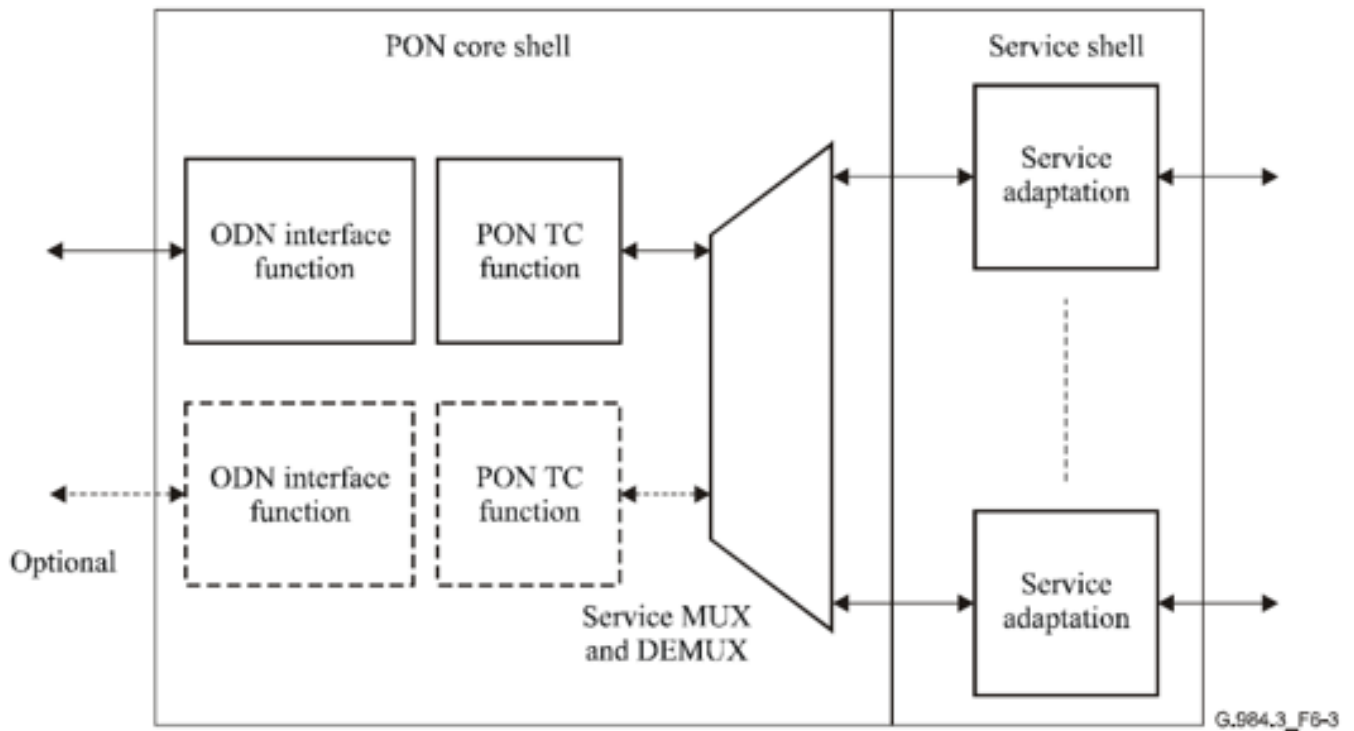
OLT는 3가지 주요 부분으로 구성됩니다.

1. 서비스 포트 인터페이스 기능 - 서비스 인터페이스와 PON 섹션의 TC 프레임 인터페이스 간의 변환을 제공합니다
2. 교차 연결 기능 - PON 셸과 서비스 셸 간의 통신 경로 및 교차 연결 기능을 제공합니다.
3. ODN(Optical Distribution Network) 인터페이스 - 두 부분으로 세분화됩니다.

- PON 인터페이스 기능

- PON TC 기능 - 책임에는 프레임링, 미디어 액세스 제어, OAM, DBA, 교차 연결 기능을 위한 PDU(Protocol Data Unit)의 설명 및 ONU 관리가 포함됩니다.

ONU/OLT 기능 블록

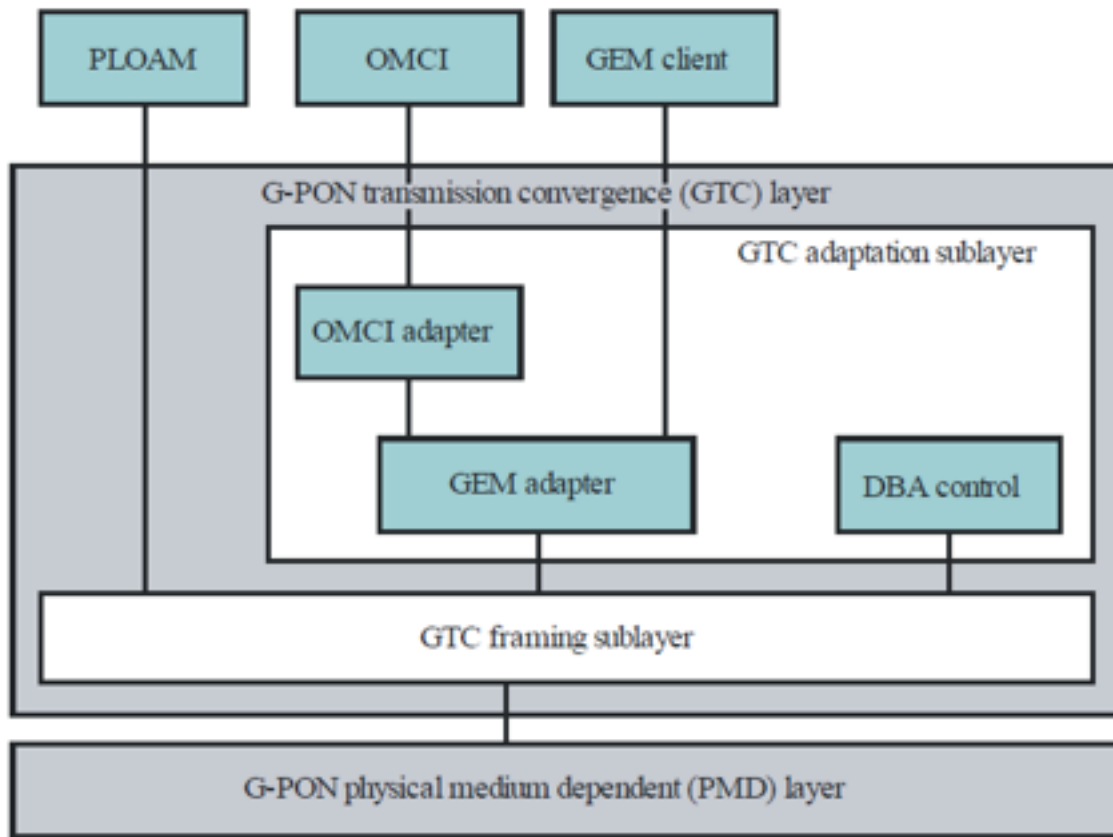


기능 블록은 OLT와 유사합니다. ONU/OLT가 단일 PON 인터페이스로 동작하는 경우(보호 목적상 최대 2개), 교차 연결 기능은 생략된다. 이 기능 대신 MUX 및 DEMUX 서비스가 이제 트래픽을 담당합니다.

프로토콜 스택

GPON 프로토콜에는 자체 스택(이더넷 또는 IP)이 있습니다.

이미지에 표시된 것과 같이 GPON의 프로토콜 스택은 다음과 같습니다.



G.984.3(14)_F7-1

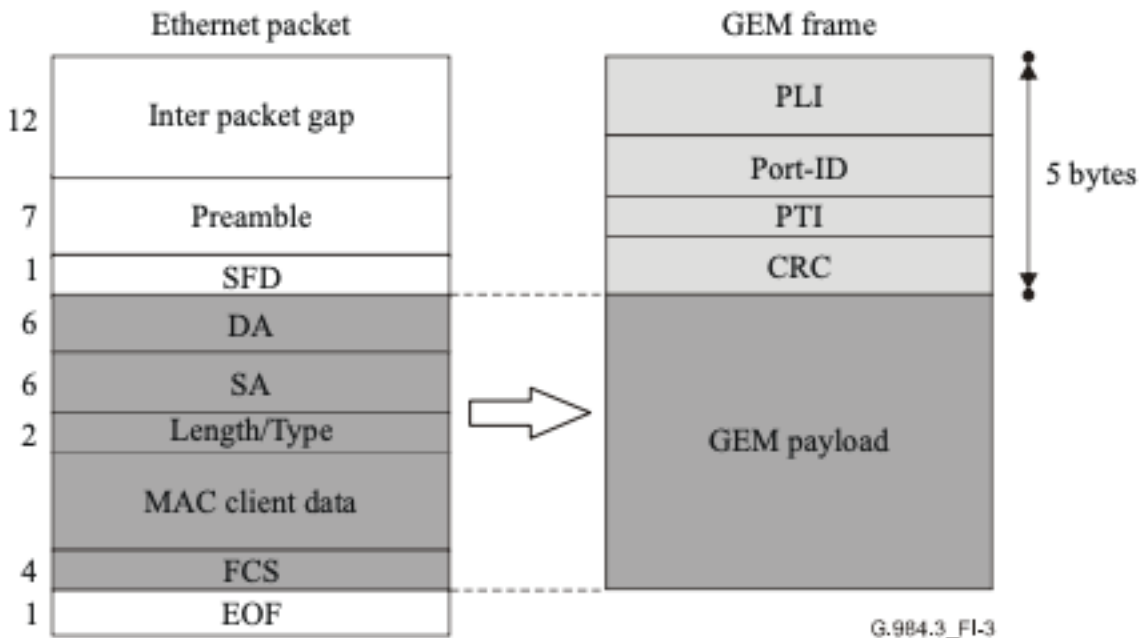
주요 용어:

- PMD 레이어 - OLT와 ONU 사이에 있는 GPON 인터페이스와 동일합니다.
- GTC 레이어 - ATM 셀 또는 GEM 프레임을 사용하여 페이로드를 캡슐화합니다. GEM 프레임은 이더넷, POTS, E1 및 T1 셀을 전달할 수 있습니다.

트래픽 매핑 - 이더넷

- 이더넷 프레임을 확인하고 이더넷 프레임의 데이터를 GEM 페이로드에 직접 매핑합니다.
- GEM 프레임이 헤더 정보를 자동으로 캡슐화.
- 이더넷 프레임과 GEM 프레임 간의 1:1 정렬.

이미지에 표시된 것과 같이 이더넷 프레임이 GEM 프레임에 매핑되는 방식:



OMCI

- OMCI(ONU Management and Control Interface) 메시지는 관리 및 제어를 위한 ONT/ONU를 검색하는 데 사용됩니다.
- 이러한 특수 메시지는 OLT와 ONT/ONU 간에 설정된 전용 GEM 포트를 통해 전송됩니다.
- OMCI 프로토콜을 사용하면 OLT에서 다음을 수행할 수 있습니다.

ONT와의 연결 설정 및 해제.

ONT에서 UNI 관리.

설정 정보 및 성능 통계 요청.

링크 실패와 같은 이벤트의 자율 알림.

요점:

- 프로토콜은 OLT와 ONT 간의 GEM 연결을 통해 실행됨.
- ONT가 초기화되는 동안 GEM 연결이 설정됨.
- 프로토콜 작업은 비동기적입니다. OLT 컨트롤러는 1차 ONT 컨트롤러로서 2차 ONT 컨트롤러로서 작동합니다.

중요 기술

범위 지정

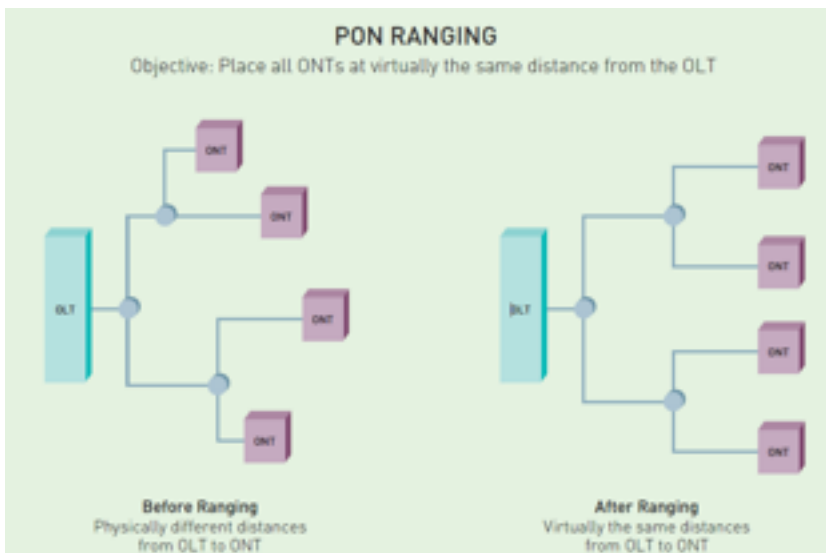
데이터 충돌(충돌)을 방지하기 위해, OLT는 자신과 각 ONU 사이의 거리를 정밀하게 측정할 수 있

어려운 데이터 업스트림을 용이하게 할 수 있는 적절한 타임 슬롯을 제공할 수 있다. 이를 통해 ONU는 지정된 시간 슬롯에 데이터를 전송하여 업스트림 문제를 방지할 수 있습니다. 이 프로세스는 범위 지정이라는 기술을 통해 이루어집니다.

범위 지정 프로세스:

- OLT는 ONU가 OLT에 처음 등록할 때 ONU에서 프로세스를 시작하고 ONU의 RTD(Round Trip Delay)를 가져옵니다. RTD를 기반으로 다른 주요 구성 요소가 식별됩니다.
- 특정 ONU의 물리적 도달 범위 계산(이 OLT에는 물리적 도달 범위를 기준으로 각 ONU에 대해 적절한 EqD(Equalization Delay)가 필요함)
- RTC 및 EqD가 모든 ONU에서 송신한 데이터 프레임을 동기화

모든 ONU/OLT를 OLT에서 가상으로 동일한 거리에 배치하는 프로세스의 결과는 이미지에 표시된 것과 같습니다.

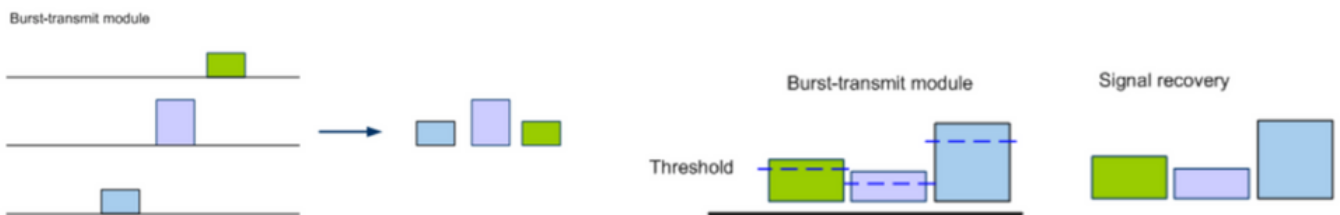


버스트 기술

업스트림 패킷 흐름은 버스트를 통해 이루어지며, 각 ONU/ONT는 할당된 시간 슬롯 내에서 데이터 전송을 담당합니다. ONU/ONT가 시간 슬롯 내에 있지 않으면 디바이스는 다른 ONU/ONT 영향을 방지하기 위해 광학 트랜시버 전송을 비활성화합니다.

- 버스트 전송 기능은 ONU/ONT 모듈에 의해 지원된다.
- 버스트 수신 기능은 OLT 모듈에서 지원됩니다.
- 각 ONU/ONT와 OLT 간의 거리가 다르면 광학 신호가 감쇄됩니다. 결과적으로 OLT에서 수신하는 패킷의 출력 및 레벨은 시간 슬롯에 따라 달라집니다.
- 동적 임계값 조정을 통해 OLT는 광학 출력 레벨에 대한 임계값을 동적으로 조정할 수 있습니다. 이렇게 하면 모든 ONU 신호를 복구할 수 있습니다.

이미지에 표시된 것처럼 버스트 전송 후 복구된 여러 데이터의 데모는 다음과 같습니다.



DBA(Dynamic Bandwidth Allocation)

DBA를 사용하면 OLT 모듈에서 PON 네트워크의 혼잡을 실시간으로 모니터링할 수 있습니다. 이를 통해 OLT는 혼잡, 대역폭 사용량 및 설정을 비롯한 다양한 요인에 따라 대역폭을 조정할 수 있습니다.

DBA 요약:

- OLT 내의 임베디드 DBA 모듈은 지속적으로 DBA 보고서를 수집하고, 계산을 수행하고, 다운스트림 프레임 내의 BWMap 필드를 통해 ONU에 알립니다.
- BWMap 정보의 결과로 ONU는 업스트림 대역폭을 차지하도록 할당된 시간 슬롯에서 데이터 업스트림을 송신합니다.
- 고정/고정 모드에서 대역폭을 할당할 수도 있습니다.
- DBA를 사용하면 다음이 가능합니다.

PON 포트의 업스트림 대역폭 사용량 개선.

사용자에 대한 더 높은 대역폭 및 PON 포트에서 더 많은 사용자 지원.

FEC(Forward Error Correction)

디지털 신호를 전송하면 비트 오류 및 지터가 발생하여 신호 전송 품질이 저하될 수 있습니다. GPON은 FEC를 활용하여 RX의 끝에서 전송 시 오류 비트를 확인할 수 있습니다.

참고: FEC는 단방향이며 오류 정보 피드백을 지원하지 않습니다.

FEC 요약:

- 데이터 재전송이 필요하지 않음.
- 다운스트림 방향에서만 FEC 지원.
- PCBd 및 페이로드 처리에서 전송 품질 개선.

라인 암호화

모든 다운스트림 데이터가 모든 ONU에 브로드캐스트됩니다. 위험은 권한이 없는 ONU들이 인증된 ONU들을 위한 다운스트림 데이터를 수신하는 것이다. 이에 맞서기 위해 GPON은 AES128 알고리즘을 사용하여 데이터 패킷을 암호화합니다.

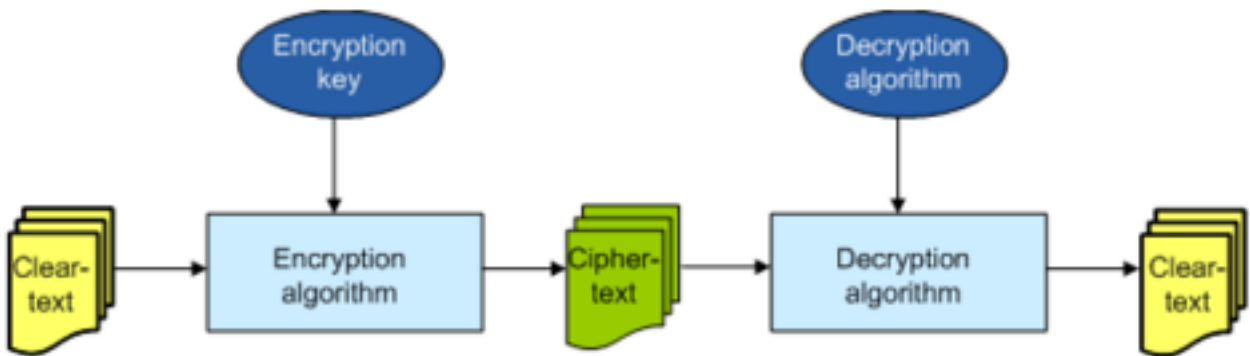
라인 암호화 요약:

- 라인 암호화를 사용해도 오버헤드가 증가하거나 대역폭 사용량이 감소하지 않음.
- 라인 암호화를 사용하더라도 전송 지연이 연장되지 않음

키 교환 및 전환

- OLT는 ONU에 대한 키 교환 요청을 시작합니다. ONU는 새 키로 요청에 응답합니다.
- 키를 수신한 후, OLT는 새로운 키를 사용하여 데이터를 암호화한다.
- OLT는 새로운 키를 사용하는 프레임 번호를 ONU에게 전송한다.
- ONU는 프레임 번호를 수신하고 인바운드 데이터 프레임에서 확인 키를 전환합니다.

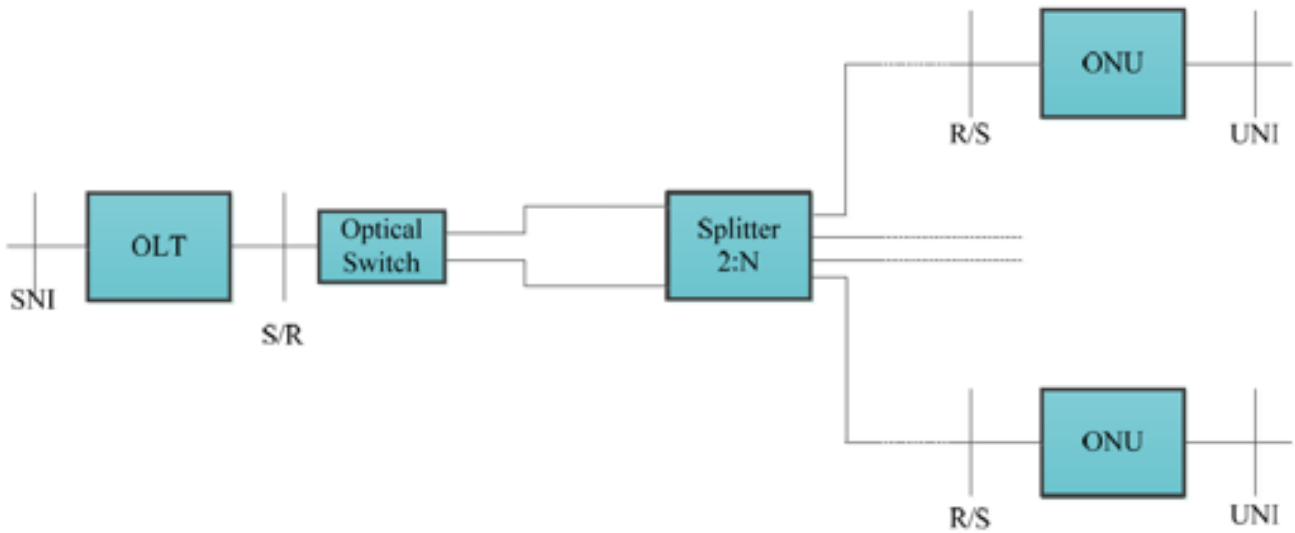
키 교환 프로세스는 이미지에 표시된 것과 같습니다.



네트워크 보호 모드

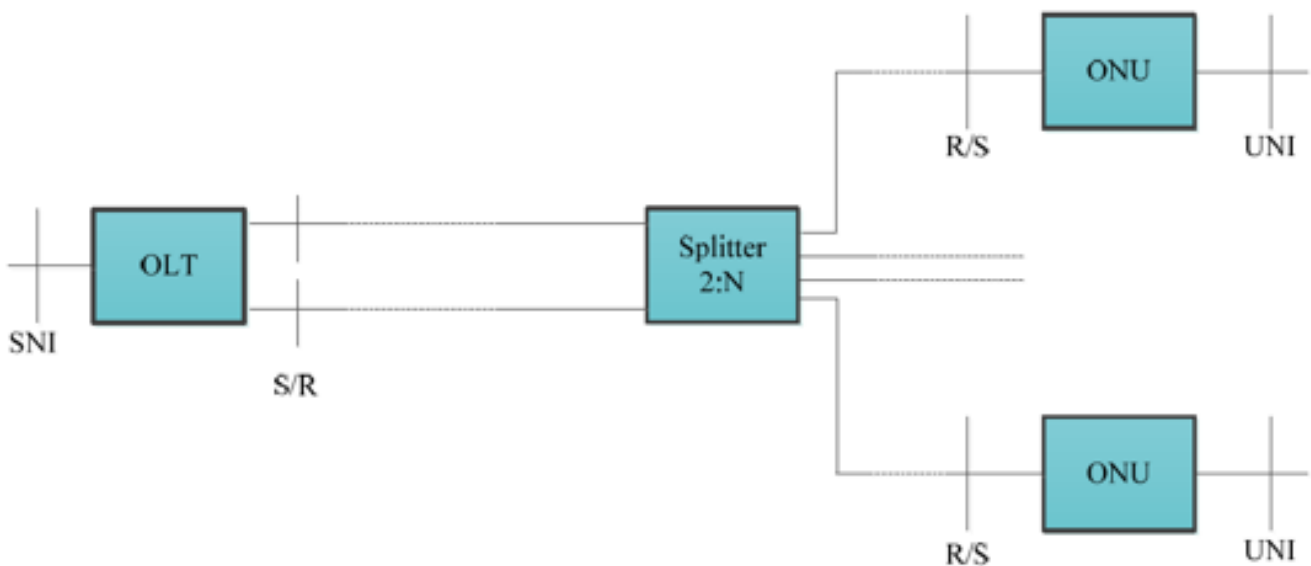
GPON에서 사용할 수 있는 여러 가지 다른 유형의 네트워크 보호 모드가 있습니다. 다른 유형의 이미지를 참조하십시오.

유형 A



- 추가 OLT PON 포트가 필요하지 않습니다.
- 기본 파이버에 장애가 발생하면 서비스가 보조 파이버로 전송됩니다.
- 중단 기간은 라인 복구 시간에 따라 다릅니다.
- 스플리터에서 ONU로 이어지는 라인에서 고장이 발생하면 백업이 없다.

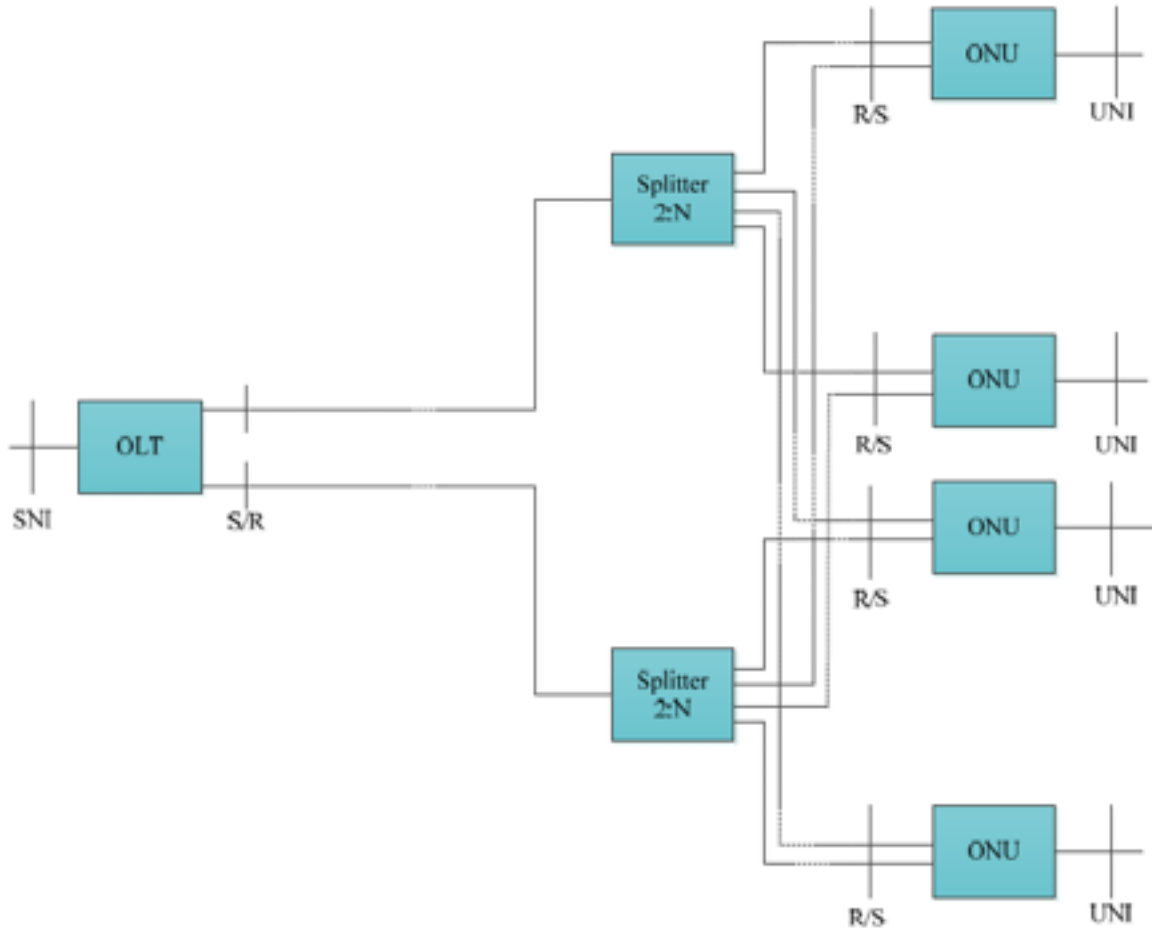
유형 B



- OLT는 2개의 GPON 포트를 유효하게 제공하고 OLT를 보호합니다.
- 보호는 OLT로부터 OLT의 스플리터 및 보드까지의 섬유로 제한된다.
- ONU 또는 피더 파이버에서는 장비 이중화가 제공되지 않습니다.
- ONU 또는 전체 ODN 보호가 없습니다.

- 2 x N 스플리터를 사용하며 추가 광 손실이 없습니다.

유형 C



- OLT, ODN 및 ONU에 대한 리던던시.
- 가입자 구내까지 완전히 이중화된 2개의 링크를 제공합니다.
- 두 가지 옵션: 선형 1 + 1 및 선형 1:1 보호

1 + 1 보호:

- 보호 PON은 유효한 PON 전용입니다.
- 정상적인 트래픽은 두 OLT 간에 영구 브리지를 사용하여 두 PON으로 복사되고 전송됩니다.
- 트래픽이 ONU로 전송될 동시에, 두 신호들 사이의 선택은 미리 결정된 기준에 기초한다.

1 : 1 보호:

- 일반 트래픽은 유효한 PON 또는 보호 PON을 통해 전송됩니다.

- PON 간의 자동 보호 스위치
- 비용이 가장 많이 들지만 최대 가용성을 제공합니다.

관련 정보

이 번역에 관하여

Cisco는 전 세계 사용자에게 다양한 언어로 지원 콘텐츠를 제공하기 위해 기계 번역 기술과 수작업 번역을 병행하여 이 문서를 번역했습니다. 아무리 품질이 높은 기계 번역이라도 전문 번역가의 번역 결과물만큼 정확하지는 않습니다. Cisco Systems, Inc.는 이 같은 번역에 대해 어떠한 책임도 지지 않으며 항상 원본 영문 문서(링크 제공됨)를 참조할 것을 권장합니다.