

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONFIGURAÇÃO E
GERENCIAMENTO DE SERVIDORES E EQUIPAMENTOS DE REDE**

IMPLEMENTAÇÃO DA REDE DE ACESSO GPON

André Luiz Tolkmith Rolim

Curitiba - PR
2015

André Luiz Tolkmith Rolim

IMPLEMENTAÇÃO DA REDE FÍSICA DE ACESSO GPON

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Especialista em Configuração e Gerenciamento de servidores e equipamentos de rede, do Departamento Acadêmico de Eletrônica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Augusto Foronda.

Curitiba - PR
2015

RESUMO

Rolim, André Luiz Tolkmith. IMPLEMENTAÇÃO DA REDE FÍSICA DE ACESSO GPON. 2015. 30p. Monografia (Especialização em Configuração e Gerenciamento de Servidores de Redes) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

Esta monografia tem como propósito mostrar a implantação da rede física GPON, apresentando seus componentes e como são utilizados na implantação da rede física. Tem material teórico sobre GPON que descreve conceitos e arquitetura GPON, assim como é realizado a transmissão de serviços entre a estação da operadora até o cliente. Por fim descreve como representar graficamente a planta externa com seus componentes confeccionando diagramas unifilares.

Palavras Chave: GPON, PON, OLT, ONT, ONU, MTU, splitter, Diagrama Unifilar.

ABSTRACT

Rolim, André Luiz Tolkmitt. IMPLEMENTATION OF PHYSICAL NETWORK ACCESS GPON. 2015. 39p. Monograph (Specialization in Configuration and Network Server Management) - Graduate Program in Technology, Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2015.

This paper aims to show the deployment of GPON physical network, with its components and how they are used in the implementation of the physical network. It has theoretical material on GPON describing concepts and GPON architecture, and is held transmission services between the operator station to the customer. Finally describes how to graph the external plant with its components fashioning line diagrams.

Keywords: GPON, PON, OLT, ONT, ONU, MTU, splitter, Single Line Diagram.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Categorias gerais das redes que variam de LANs para WANs	13
Figura 2. Arquitetura típica de uma rede óptica passiva	14
Figura 3. Pig-Tail monomodo SC-/APC L=3m.....	15
Figura 4. CFOA-SM-AS80-X-144 fo ($17,7 < d < 20,7$ mm.....	15
Figura 5. CFOA-SM-AS80-X-72 fo ($12,5 < d < 15$ mm.....	15
Figura 6. CFOA-SM-AS60-X-48 fo ($12,1 < d < 14,1$ mm.....	16
Figura 7. CFOA-SM-AS80-S-24 fo ($11,2 < d < 12,6$ mm.....	16
Figura 8. CFOA-SM-AS80-RA-G-12 fo ($d = 8$ mm	16
Figura 9. CFOA-SM-MT-G-6 fo ($d = 6$ mm	16
Figura 10. Cabo DROP 2 fo. Fonte: Autoria Própria	16
Figura 11. Cabo Riser 48 fo instalado em dutos verticais	17
Figura 12. Cabo Low-Friction com elemento de tração, 1 fo.....	17
Figura 13. Cabo Low-Friction sem elemento de tração, 1 fo.....	17
Figura 14. Cordão óptico SIMPL MONOM SC/APC-SC/APC	17
Figura 15. Caixa de Emenda modelo FIST-GCO2	18
Figura 16. Caixa NAP Conectorizada.....	18
Figura 17. Distribuidor Geral Óptico	19
Figura 18. Distribuidor Interno Óptico.....	19
Figura 19. Caixa de emenda PTO.....	19
Figura 20. Atenuação de um divisor óptico	20
Figura 21. Divisor Óptico Passivo 1:32	20
Figura 22. OLT quatro redes ópticas passivas independentes	21
Figura 23. OLT Huawei instalado em um POP de operadora	22
Figura 24. Tráfego de pacotes downstream.....	22
Figura 25. Tráfego de pacotes upstream	23
Figura 26. ONT Huawei modelo HG8245.....	23
Figura 27. Diagrama de camadas de rede do GPON.....	24
Figura 28. Simbologias utilizadas no diagrama unifilar	27
Figura 29. Diagrama Unifilar de uma Rede GPON.....	28
Figura 30. Diagrama Representando splitters cascadeados.....	29
Figura 31. Diagrama Representando splitter em um FTTH.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Definições de T-CONT e suas categorias	24
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.2. JUSTIFICATIVA	9
1.3. OBJETIVO	10
1.3.1. GERAL	10
1.3.2. ESPECÍFICOS	10
1.3.3. METODOLOGIA DA PESQUISA	11
2. REFERENCIAIS TEÓRICOS	12
2.1. HISTÓRIA DAS REDES GPON	12
2.2. TIPOS DE REDE	12
2.3. REDES ÓPTICAS PASSIVAS	13
2.3.1. ARQUITETURA PON.....	15
2.3.2. EQUIPAMENTOS E MATERIAIS DA REDE FÍSICA GPON	15
2.3.3. CABOS ÓPTICOS.....	15
2.3.4. CAIXAS DE EMENDA EXTERNA E INTERNA	17
2.3.5. DIVISOR ÓPTICO PASSIVO	20
2.3.6. EQUIPAMENTOS ATIVOS OLT E ONT.....	21
2.4. PADRÃO GPON	23
2.4.1. DBA-DYNAMIC ALLOCATION BANDWIDTH ASSIGNMENT	24
2.4.2. RECOMENDAÇÃO GPON G.984.2 – CAMADA FÍSICA	25
3. ARQUITETURA E NOMENCLATURA	26
3.1 DIAGRAMA UNIFILAR.....	26
3.2 SIMBOLOGIAS	26
3.3 NOMENCLATURA	27
4. CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1. INTRODUÇÃO

A grande necessidade em comunicação de dados tem exigido uma expansão rápida nas redes de computadores para garantir novas oportunidades de negócios, sobre a plataforma de telecomunicações, as empresas de tecnologia são pressionadas a buscar novas soluções para o fornecimento dos serviços, sem que o custo inviabilize o negócio.

O principal obstáculo na entrega de um serviço, é a limitação da largura de banda na conexão entre o usuário e a central da empresa de telecomunicações, esta conexão é denominada rede de acesso.

Esforços para aumento da disponibilidade de largura de banda na rede de acesso são as redes RDSI, xDSL e redes ponto-a-ponto com fibras ópticas.

Há tecnologias com grande aceitação pelos usuários devido ao custo baixo, mas possuem limitação de largura de banda que não permite a oferta de alguns serviços, outras permitem o tráfego de dados a taxas altas, mas a custos altos.

A necessidade de que estes dois fatores, custo e largura de banda, se equilibrassem foi o grande motivador do desenvolvimento das redes PON – Passive Optical Networks – ou redes ópticas passivas.

A rede PON é uma rede baseada na topologia de redes estrela, que implementa a inserção de um novo nó na extremidade da rede, criando a topologia denominada dupla estrela passiva, ou PDS.

A principal característica da topologia dupla estrela é a diminuição de custos na construção da rede de distribuição primária, com a inserção de um elemento remoto que permite o atendimento de mais de um usuário na mesma rede.

Segundo Chinlon lin[3], os custos da implantação de uma rede óptica com esta topologia já era equivalente aos custos de implantação de uma rede de cabos metálicos no ano de 2000, no Japão.

Nas redes PON, este elemento remoto não necessita de alimentação elétrica e possui dimensões extremamente reduzidas, o que facilita a sua inserção na rede óptica.

1.2. JUSTIFICATIVA

Este trabalho tem o intuito de mostrar aos estudantes ou profissionais da área de Redes de Computadores que possam se interessar na implantação física da rede GPON. Por ser uma tecnologia que oferece um serviço de alta qualidade com custo mais baixo, a rede GPON está sendo a melhor escolha por operadoras do mundo todo, porém enfrenta alguns desafios em sua implementação física apesar de apresentar uma grande flexibilidade para oferecer diversos tipos de serviços.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GERAL

Descrever as características físicas da rede GPON, mostrando como a rede física pode ser construída desde a estação da operadora até chegar aos clientes, mostrando que a rede física pode seguir montagens diferentes para conseguir atender diversos tipos de imóveis, por exemplo casas, condomínios verticais e condomínios horizontais.

1.3.2 ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos a serem atingidos são:

- Apresentar topologias aplicadas na rede primaria e secundaria;
- Descrever os equipamentos envolvidos com suas especificações;
- Descrever sobre o funcionamento da rede GPON.
- Mostrar com documentar a rede por diagramas Unifilares.

1.3.3. METODOLOGIA DA PESQUISA

O desenvolvimento deste projeto será realizado com base nas referências bibliográficas existentes sobre o assunto proposto. A pesquisa será feita principalmente em manuais dos fabricantes da tecnologia e também através dos livros já escritos sobre as Redes Ópticas GPON. Será feito o estudo das recomendações que regem as Redes GPON. Recomendações ITU-T, da G.984.1 até a G.984.7 que se encontram disponíveis em (INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION (ITU-T), 2008).

2. REFERENCIAIS TEÓRICOS

2.1. HISTÓRIA DAS REDES PON

Redes ópticas passivas (PON) surgiram em torno de várias fases de alguns trabalhos pioneiros da British Telecom no final de 1980 no que é hoje referido como TPON. Desde aquela época, prestadores de serviços e fornecedores refinaram a utilização de vários protocolos e tecnologias para proporcionar soluções PON que melhor se adaptam ao mercado de FTTH e FTTB.

Em 1995 um grupo de sete grandes operadoras, o Full Service Access Networks (FSAN), realizou o primeiro trabalho formal em redes PON. No primeiro momento foi o sistema B-PON de 155 Mb/s especificado nas normas ITU-T G.983, e utiliza como protocolo portador o ATM, protocolo APON. As normas apon tiveram melhorias para ter suporte a um bitrate de 622 Mb/s, além de recursos de proteção, atribuição dinâmica de largura de banda e mais outros atributos.

Em 2001 a IEEE criou o grupo Ethernet no First Mile (EFM), que funciona sob as recomendações do grupo IEEE 802.3, onde se concentra na padronização de um sistema simétrico de 1,25 Gb/s para transporte Ethernet, o EPON.

O grupo FSAN, na busca de uma solução eficiente em suporte de múltiplos serviços, funcionalidade OAM&P (Operação, Administração, Manutenção e Provisão) e escalabilidade, em 2001 padroniza o GPON (Gigabit PON) que oferece alta taxa de bits que permite o transporte de múltiplos serviços, especificamente dados e TDM em seus formatos nativos, com extrema eficiência.

2.2 TIPOS DE REDE

Rede WAN: Uma rede wide area network cobre uma larga área geográfica, é uma rede de alta capacidade que pode interligar instalações entre países, estados e cidades através de linhas de transmissão terrestres ou submarinas. Empresas que prestam de serviços de telecomunicações possuem redes WAN para cobrir grandes áreas dentro de um país por exemplo.

Rede MAN: Uma metropolitan area network cobre uma área menor que a rede WAN. A rede MAN interliga instalações dentro de uma mesma cidade, como exemplo a conexão entre pontos de presença (POP) de uma operadora espalhados dentro de uma mesma cidade e sua região metropolitana.

Rede de Acesso: A rede de acesso é usada para interligar o ponto de presença (POP) da prestadora de serviços de telecomunicações aos seus clientes residências ou empresariais. É com a rede de acesso que as operadoras entregam os seus serviços de voz, dados e vídeo às casas e empresas.

Rede LAN: Uma local area network é uma rede em uma área localizada, sua função é interligar dispositivos de rede dentro de uma casa, prédio empresarial, campus, etc.



Figura 1. Categorias gerais das redes que variam de LANs para WANs.

Fonte: www.jose-crispim.pt/artigos/redes/redes_art/03_teorias.html - 23 de setembro 2015.

2.3 REDES ÓPTICAS PASSIVAS

Redes ópticas passivas (PON) são redes de distribuição óptica que não necessitam de equipamentos ativos em sua região de acesso o que facilita em muito a sua implementação, pois não é necessária alimentação elétrica a qualquer elemento ao longo da rede de acesso e podendo ser facilmente distribuída na região a ser atendida. É utilizado somente equipamentos passivos para orientar os sinais ópticos transmitidos simultaneamente entre o escritório central e os terminais de usuários. Escritório Central (CO) ou Ponto de Presença (POP) é um centro de comutação em uma rede pública, possuem comutadores de alta capacidade para estabelecer uma série de conexões temporárias entre linhas de assinante como serviços de voz e vídeo, recursos de rede e entrega de serviços de dados a vários usuários. (Keiser - 2014)

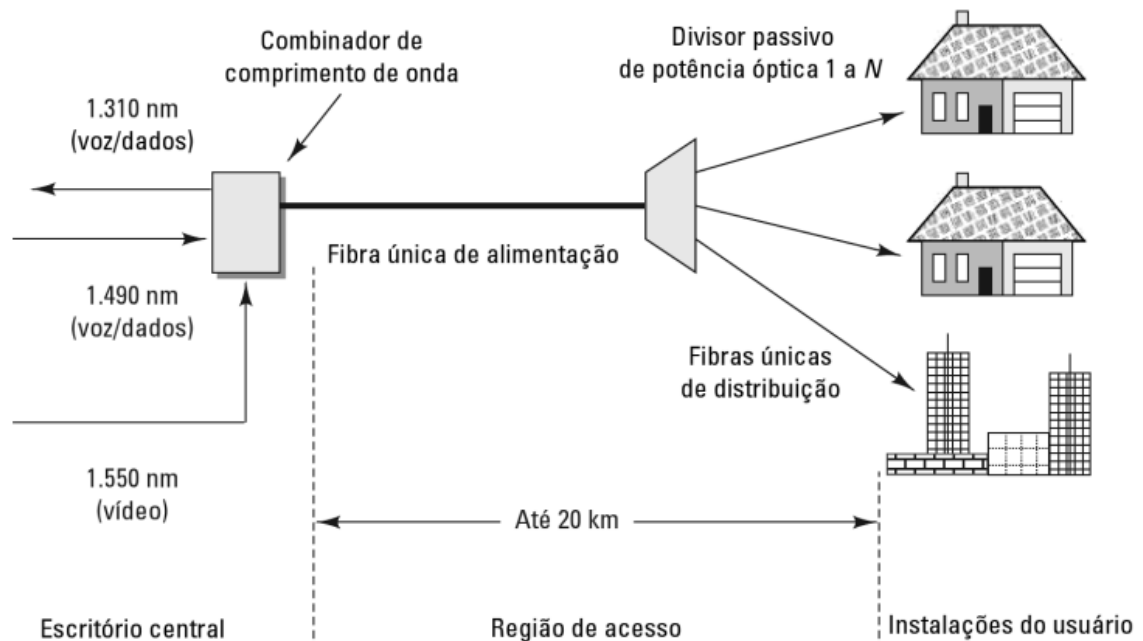


Figura 2. Arquitetura típica de uma rede óptica passiva.

Fonte: Comunicações por Fibras Ópticas - 4.ed. Gerd Keiser - 1 de jul de 2014.

2.3.1 ARQUITETURA PON

Na rede PON é utilizado conexões P2MP (ponto para múltiplos pontos) onde dentro do CO dados e voz são arranjados e enviados para os clientes no fluxo downstream de 2.5Gb/s e o comprimento de onda utilizado é de 1490 nm. No retorno, do cliente para o CO, o fluxo upstream de 1.25Gb/s utiliza o comprimento de onda de 1310 nm. No serviço de vídeo há somente fluxo de downstream que utiliza o comprimento de onda de 1550 nm. As transmissões para os clientes devem ser precisamente controladas para não haver conflitos no upstream de usuários diferentes, pois utilizam o mesmo comprimento de onda de 1310 nm, conforme mostrado na figura 2. (Keiser - 2006)

A rede de acesso PON inicia com a rede primária que sai do CO com cabo óptico FEEDER geralmente com capacidade de 72 à 144 fibras ópticas. O cabo FEEDER é subdividido na rede secundária dentro da caixa de passagem de grande capacidade que é acomodada geralmente em caixas subterrâneas, nas caixas de passagem as fibras são subdivididas com a utilização de splitters e seguem para cabos de menor capacidade entre 24 à 48 fibras ópticas, ao longo do percurso, em distancias regulares, são acomodadas sobras de cabo onde deverão ser instaladas

caixas NAP onde é feita a fusão da fibra do cabo DROP que será instalado dentro da residência do cliente.

2.3.2 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS DA REDE FISICA GPON

Os únicos elementos ativos em uma rede PON são o OLT (Terminal de Linha Óptica) instalada no CO e o ONT (Terminal de rede óptica) OU ONU (Unidade de rede óptica) que fica instalado na casa do cliente ou próximo à casa do cliente.

Os demais elementos são passivos e são instalados na planta externa onde é realizada a distribuição óptica. Os elementos utilizados são splitters (divisores ópticos passivos), caixas de emenda, Cabos ópticos, conectores ópticos, etc.

2.3.3 CABOS ÓPTICOS

- Pig-Tail é usado em interconexões dentro dos DIOs (Distribuidor Óptico) dentro dos POPs.



Figura 3. Pig-Tail monomodo SC-/APC L=3m.
Fonte: Autoria Própria.

- Cabo óptico de 144 fibras, usado na rede primaria para ligar o POP até a caixa de emenda primaria.



Figura 4. CFOA-SM-AS80-X-144 fo ($17,7 < d < 20,7$ mm).
Fonte: Autoria Própria.

- Cabo óptico de 72 fibras, usado na rede primaria para ligar o POP à caixa de emenda primaria, mas também pode ser usado na rede secundária em ambientes de alta densidade.



Figura 5. CFOA-SM-AS80-X-72 fo ($12,5 < d < 15$ mm).
Fonte: Autoria Própria.

- Cabo óptico de 48 fibras, usado para ligar a caixa de emenda primária à secundária ou para ligar a caixa secundária às caixas de emenda NAP. Também pode ser usado em FTTAs ou condomínios.



Figura 6. CFOA-SM-AS60-X-48 fo ($12,1 < d < 14,1$ mm).
Fonte: Autoria Própria.

- Cabo óptico de 24 fibras, usado para ligar a caixa de emenda secundária às caixas de emenda NAP. Também pode ser usado em FTTAs ou condomínios.



Figura 7. CFOA-SM-AS80-S-24 fo ($11,2 < d < 12,6$ mm).
Fonte: Autoria Própria.

- Cabo óptico de 12 fibras, usado na ultima milha para ligar a caixa de emenda NAP ao ambiente interno do cliente, geralmente FTTAs e condomínios.



Figura 8. CFOA-SM-AS80-RA-G-12 fo ($d = 8$ mm).
Fonte: Autoria Própria.

- Cabo óptico de 6 fibras, usado na ultima milha para ligar a caixa de emenda NAP ao ambiente interno do cliente, geralmente FTTAs e condomínios.



Figura 9. CFOA-SM-MT-G-6 fo ($d = 6$ mm).
Fonte: Autoria Própria.

- Cabo DROP, usado para ligar a caixa de emenda NAP até ao ambiente interno do cliente onde há um PTO instalado.

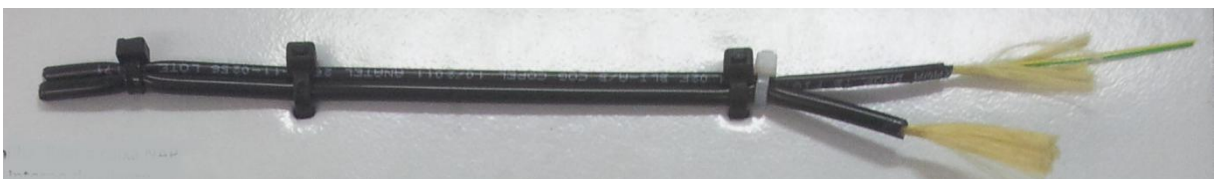


Figura 10. Cabo DROP 2 fo.
Fonte: Autoria Própria.

- Cabo óptico Riser 48, 24 ou 12 fibras, usado em prumadas FTTH e foi feito para suportar tração quando instalado na vertical.

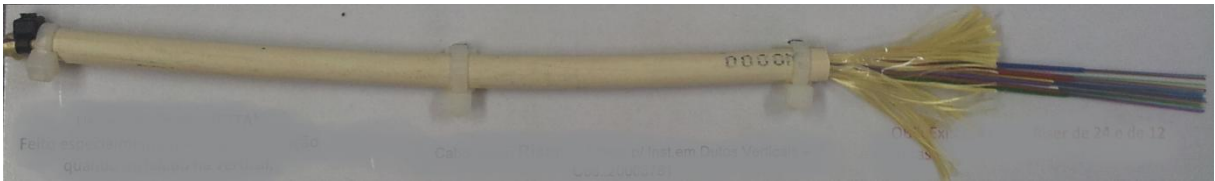


Figura 11. Cabo Riser 48 fo, instalado em dutos verticais.

Fonte: Autoria Própria.

- Cabo Low-Friction com elemento de tração, usado para ambientes internos e externos, para passagem em tubulações críticas com pouco espaço ou muitas curvas.



Figura 12. Cabo Low-Friction com elemento de tração, 1 fo.

Fonte: Autoria Própria.

- Cabo Low-Friction sem elemento de tração, somente para ambientes internos para passagem em tubulações críticas com pouco espaço ou muitas curvas.



Figura 13. Cabo Low-Friction sem elemento de tração, 1 fo.

Fonte: Autoria Própria.

- Cordão óptico monomodo, com conectores SC/APC, liga a ONT até o PTO (Ponto de Terminação óptica) instalado no ambiente do cliente.



Figura 14. Cordão óptico SIMPL MONOM SC/APC-SC/APC.

Fonte: Autoria Própria.

2.3.4 CAIXAS DE EMENDA EXTERNA E INTERNA

Caixa de emenda Externa

É equipamento da rede primária que suporta acomodar grande número de fusões e também acomoda splitters (Divisores Ópticos Passivos). A caixa de emenda recebe o cabo Feeder do CO e dentro dela são feitas fusões ou divisões através de splitters ligando suas fibras com as fibras de outros cabos que serão distribuídos em diferentes regiões, alimentando caixas de emenda secundárias.



*Figura 15. Caixa de Emenda modelo FIST-GCO2
Fonte: Tyco*

Caixa de Emenda Externa de Drop ou NAP (Network Access Point)

É um equipamento da rede secundária que tem a função de conectar o usuário à rede. A caixa NAP acomoda a fusão da fibra de um cabo secundário ao cabo Drop que seguirá para o ambiente interno do cliente.



*Figura 16. Caixa NAP Conectorizada.
Fonte: Furukawa*

Caixas de emenda Interna DGO, DIO e PTO

O DGO (Distribuidor Geral Óptico) é o equipamento utilizado em soluções FTTA (Fiber To The Apartament). Este equipamento é instalado no DG de telefonia do prédio e é alimentado por um cabo de 6 ou mais fibras, vindo da caixa NAP mais próxima, que será ligado a um splitter dentro do DGO, as saídas deste splitter serão

ligadas às fibras de um cabo Riser que passa por todos os andares do prédio através do duto de telefonia central.

O DIO tem como função fazer o gerenciamento das fibras dos cabos ópticos verticais Riser e os cabos internos Drop de clientes. O DIO é geralmente instalado nos andares que possuem o DI de telefonia do prédio.



Figura 17. Distribuidor Geral Óptico.
Fonte: Aatoria Própria

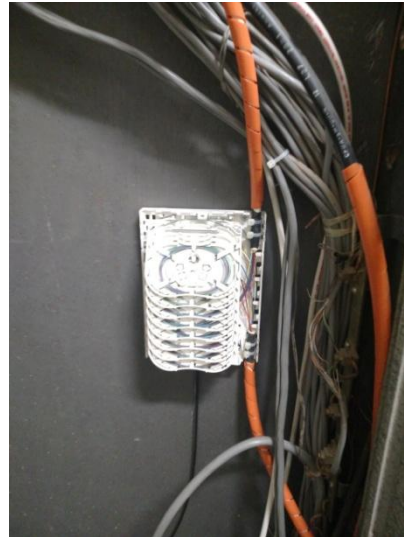


Figura 18. Distribuidor Interno Óptico.
Fonte: Aatoria Própria

Caixa de emenda PTO

O PTO (Ponto de Terminação Óptica) é instalado dentro do ambiente interno do cliente e ele acomoda a fusão do cabo Drop com uma fibra conectorizada do PTO. No conector do PTO que é ligado o cordão óptico que se ligará à ONT do cliente.

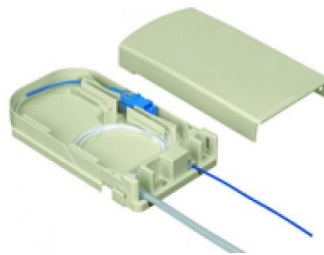


Figura 19. Caixa de emenda PTO.
Fonte: Furukawa

2.3.5 DIVISOR ÓPTICO PASSIVO

O divisor óptico passivo (Splitter) divide o sinal de luz recebido e o ramifica em 2 ou mais fibras de saída. Existem divisores ópticos passivos que ramificam a fibra em 2, 4, 8, 16, 32 e 64 fibras ópticas. Dentro do divisor óptico balanceado o sinal óptico é atenuado em 3 dB a cada divisão por 2.

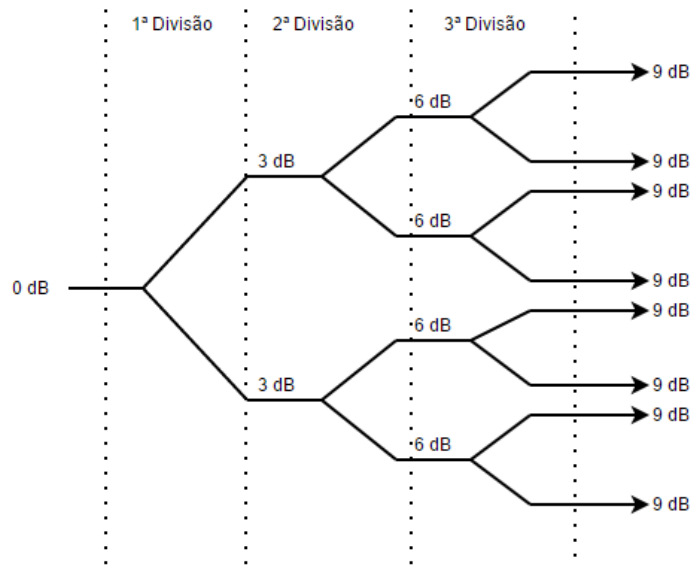


Figura 20. Atenuação de um divisor óptico 1:8
Fonte: Autoria Própria.

Veja o exemplo da figura 20, para fazer a divisão de 1:8 o sinal óptico passa por uma série de 3 divisões que multiplicadas por 3 dB resulta na atenuação de 9 dB para cada uma das 8 saídas.

O divisor óptico passivo é utilizado em POPs e Caixas de emenda, com a função de distribuir a rede óptica conforme necessário.



Figura 21. Divisor Óptico Passivo 1:32.
Fonte: Furukawa

2.3.6 EQUIPAMENTOS ATIVOS OLT E ONT

A OLT (Terminal de Linha Óptica) é localizada no CO ou POP, ela controla o fluxo bidirecional de informações entre as redes de distribuição óptica. A OLT é capaz de realizar transmissões de até 20km de distância dentro em uma rede de distribuição óptica e pode controlar mais de uma rede PON, a figura 21 mostra uma OLT controlando 4 redes PON independentes. (Gerd Keiser, 2006).

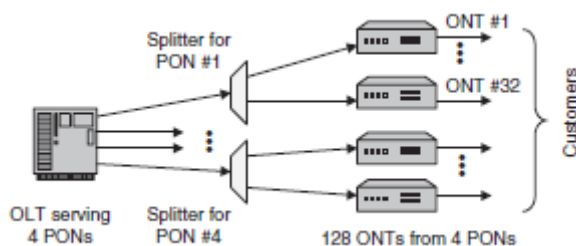


Figura 22. OLT que é capaz de servir quatro redes ópticas passivas independentes.
Fonte: FTTX Concepts and Applications - Gerd Keiser 2006.

A quantidade de ONTs que cada porta da OLT suporta pode variar entre os diferentes modelos de equipamento, algumas OLTs suportam até 64 ONTs em cada porta, outras podem suportar até 128 ONTs. A figura 22 mostra uma OLT Huawei que possui duas entradas de alimentação, 8 módulos GPON com 8 portas GPON cada que têm suporte para até 128 ONTs por porta, depois vem os dois módulos de velocidade alta ligados ao core da operadora e no final duas unidades uplinks que controlam a sinalização entre OLT e ONT. (Gerd Keiser, 2006).



Figura 23. OLT Huawei instalado em um POP de operadora.
Fonte: Autoria Própria

A OLT transmite os pacotes de dados por sinal broadcast na rede GPON e cada ONT filtra e recebe somente os pacotes destinados a ela.

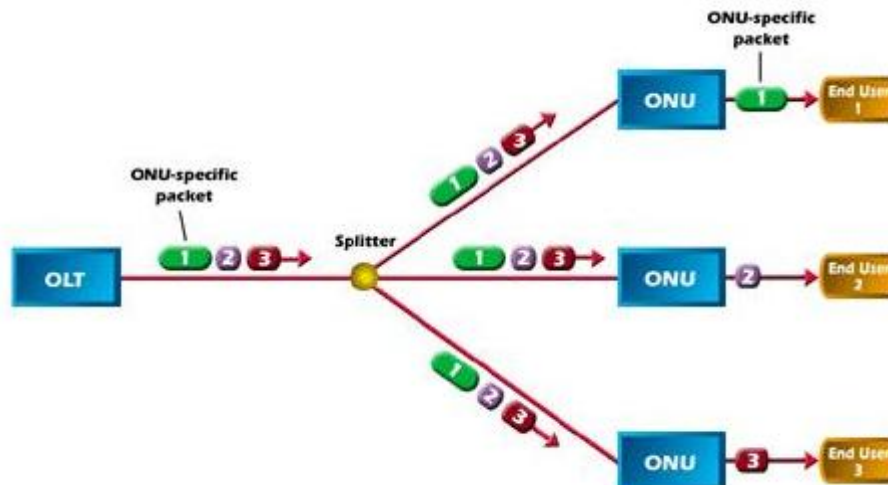


Figura 24. Tráfego de pacotes downstream.
Fonte: International Engineering Consortium

As ONTs enviam seus pacotes pelo processo TDM-POPON respeitando as permissões e intervalos de tempo definidas pela OLT. A técnica ranging que permite o sincronismo dos *timeslots* de cada ONT, devido a cada ONT estar em distância diferente da OLT.

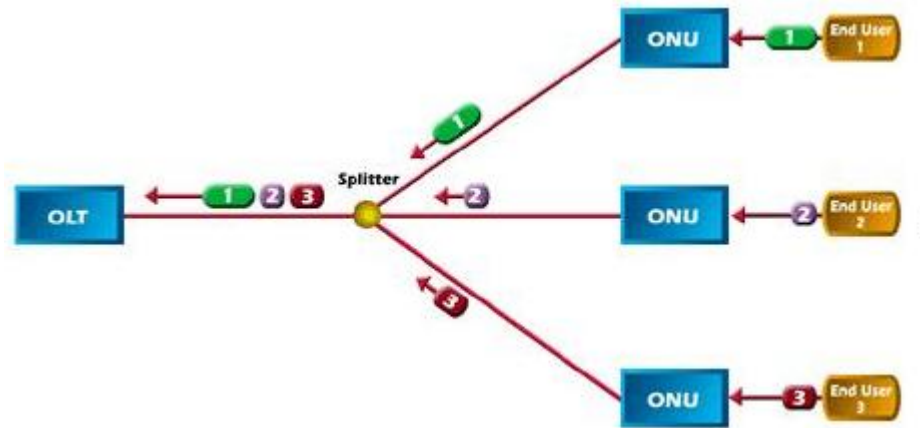


Figura 25. Tráfego de pacotes upstream.
Fonte: International Engineering Consortium

A ONT (Terminal de Rede Óptica) é o equipamento terminal da rede PON e se localiza no ambiente do cliente. Possuem geralmente portas Fast-Ethernet e 1 Giga-Ethernet, 2 portas FXS de telefonia e ainda podem possuir uma interface RF para vídeo. A ONT pode ser denominada como ONU (Unidade de Rede Óptica) caso seja compartilhada em armários ou áreas prediais comum, ou pode ser denominada como MDU (Multi-dwelling Unit) que é instalada em armários próximos aos clientes e possuem múltiplas portas IP DSLAM com portas ADSL e VDSL que atenderam os clientes com cabos de par metálico. (Silvério, 2011)



Figura 26. ONT Huawei modelo HG8245
Fonte: Huawei.

2.4 PADRÃO GPON

O padrão GPON segue a série de recomendações do ITU-T G.984.1 até a G.984.7. Foi criado com padrão de frame variável para o transporte de dados em taxas Gb/s mantendo funcionalidades dos padrões BPON e EPON como o DBA-Dynamic Bandwidth Assignment e o utilização de protocolos OAM-Operations, Administration and Maintenance.

2.4.1 DBA-DYNAMIC ALLOCATION BANDWIDTH ASSIGNMENT

O DBA é uma metodologia que se baseia na necessidade de tráfego particionando a banda no PON. A OLT controla o processo do DBA enviando permissões denominadas *grants* que permite uma ONT transmitir em um intervalo de tempo denominado *timeslot*. O tráfego upstream é controlado pela distribuição dos grants para T-CONTs. (Silvério, 2011)

Traffic Container	Banda Designada	Características
T-CONT 1	Fixed	Garante banda para aplicações em tempo real.
T-CONT 2	Assured	Garante banda para aplicações não sensíveis a delay.
T-CONT 3	No Assured	Banda mínima garantida + banda não garantida para aplicações não sensíveis a delay.
T-CONT 4	Best Effort	Dinamicamente designa a banda que sobra das aplicações garantidas.
T-CONT 5	All	Misto da 4 categorias anteriores.

Tabela 1. Definições de T-CONT e suas categorias.

Fonte: Autoria Própria

A rede GPON é uma rede multi-serviço e consegue transportar vários tipos de serviços como linhas de telefonia analógica (POSTS), 10/100 ethernet, tráfego E1/T1, ATM 155 Mb/s e tráfego de alta velocidade, conforme é mostrado na figura 24 fazendo referencia da estrutura GPON com a camada OSI. (Silvério, 2011)

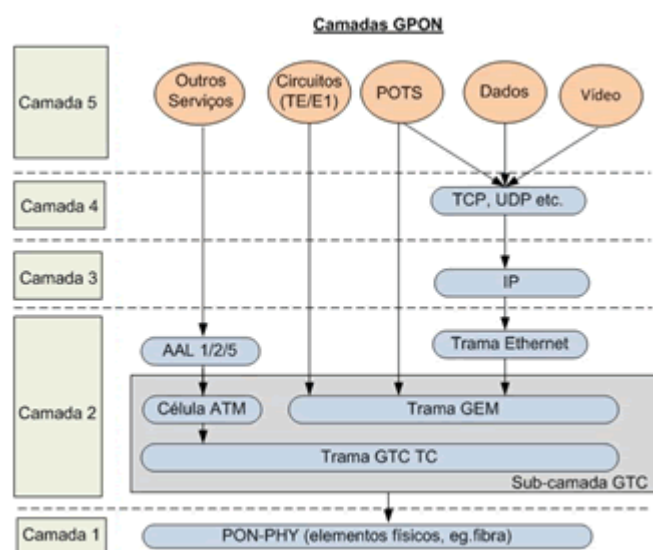


Figura 27. Diagrama de camadas de rede do GPON.

Fonte: ICP-ANACOM.

2.4.2 RECOMENDAÇÃO GPON G.984.2 – CAMADA FÍSICA

A recomendação G.984.2 é referente a requerimentos e especificações da camada PMD-Physical-media-dependent-layer, equivalente à camada física do modelo OSI, possui especificações de conversões óptico-elétricas, elétrico-ópticas, recuperação de relógio e mecanismos de correção de erros. Segundo Antonio José Silvério[4] os parâmetros de Burst Mode timing são importantes para a rede GPON que é síncrona, pois a OLT que informa à ONT o tempo em que poderá transmitir, devido este processo ter um grau de incerteza, por causa altas taxas de transmissão, é inserido entre os *bursts* de cada ONT um tempo de guarda para evitar colisões entre diferentes pacotes de diferentes ONTs, já que compensa o tempo de *Rise Time* do laser da ONT. É de 25,6 ns o tempo de guarda, que consome 323 bits de uma taxa de 1,244 Gb/s. (Silvério, 2011)

A norma G.984.2 especifica também a utilização de FEC-Forward Error Correction de grande importância para o funcionamento da rede GPON, pois as altas taxas de transmissão acabam reduzindo o *Power Budget* em ambas as direções, reduzindo a potência por bit o que aplica mais ruído no sistema. A utilização de FEC concede adicionar em torno de 3 a 6 dB no “Power Budget”, o que é indicado em casos de enlaces que possuem perdas ópticas por dispersão cromática consideráveis. GPON adota o código Reed-Solomon (RS) com (255,239) para detecção e correção de erros. (Silvério, 2011)

3. ARQUITETURA E NOMENCLATURA

Neste capítulo é mostrado uma forma de nomenclatura a se utilizar em projetos de rede óptica passiva, afim de se ter uma rede devidamente documentada e ter uma visão dos recursos da rede física externa.

3.1. DIAGRAMA UNIFILAR

Diagrama unifilar é um desenho que representa graficamente uma rede óptica projetada em uma determinada região através de simbologias, mostrando a planta arquitetônica da rede.

- Cabos ópticos primários e secundários;
- Caixas de emenda externa primárias e secundárias;
- Quantidade de Fibras;
- Caixas NAP;
- FTTAs;
- POP;
- Splitters;

3.2. SIMBOLOGIAS

Neste ponto é apresentado algumas simbologias que representam elementos de uma rede óptica passiva.

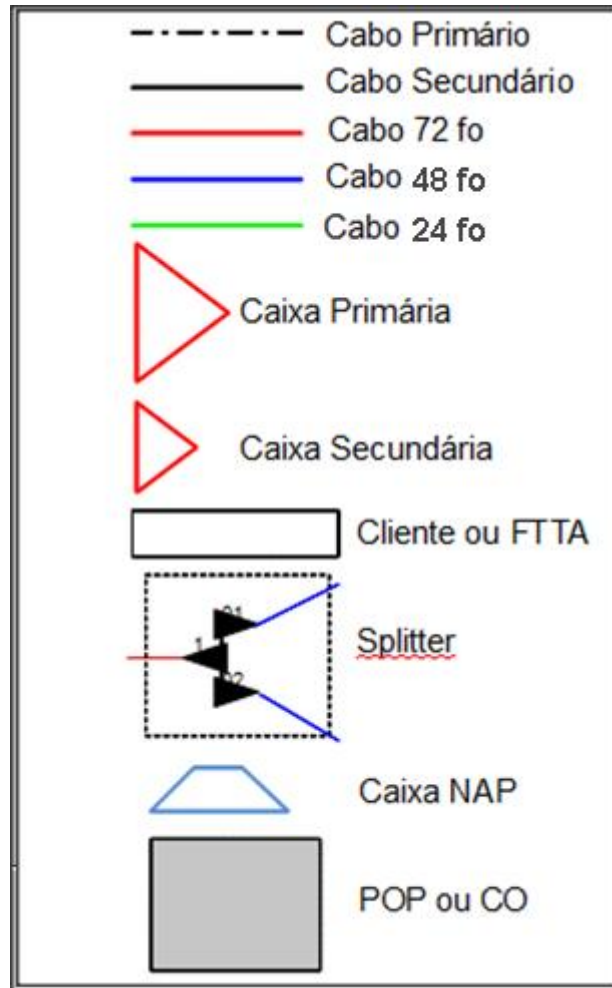


Figura 28. Simbologias utilizadas no diagrama unifilar.
 Fonte: Autoria Própria

3.3. NOMENCLATURA

Como a arquitetura de uma rede GPON tem o seu início de um cabo primário (FEEDER) que alimenta toda a rede, então então a nomenclatura dos cabos segue uma regra hierárquica fixa. Os nomes dos cabos derivam do nome do projeto, seguido da caixa ao qual o cabo está diretamente vinculado e, finalmente, o número do cabo em si. Considere como exemplo a rede GPON hipotética XXX-10 representada na figura 26.

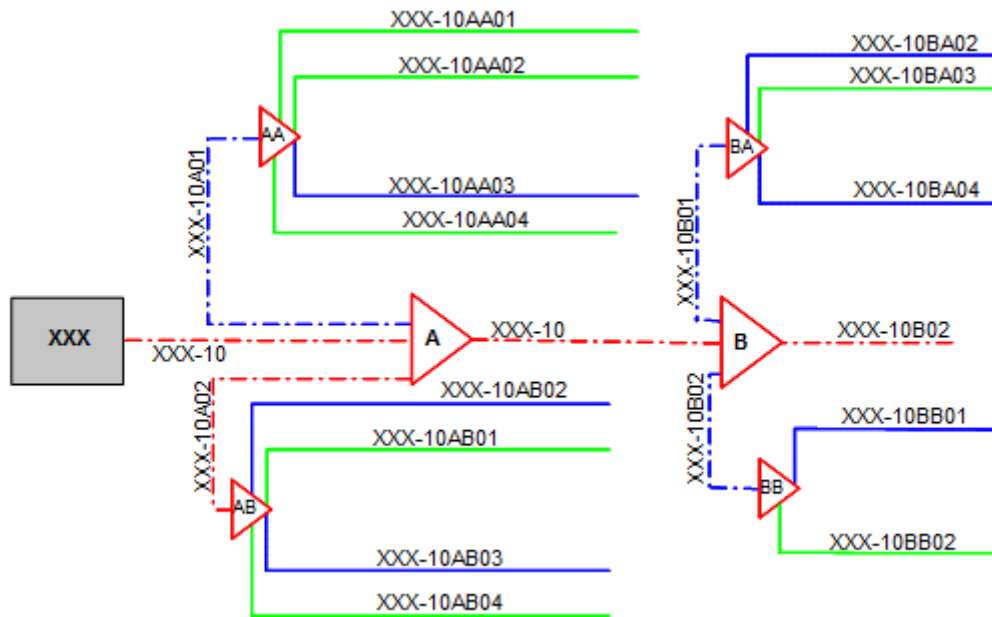


Figura 29. Diagrama Unifilar de uma Rede GPON.
Fonte: Autoria Própria

Nesta rede o cabo XXX-10 é o FEEDER, ou seja, aquele que provém da sala de telecomunicações do POP. Este cabo alimenta as caixas primárias A e B, das quais derivam os cabos primários de XXX-10A01 a XXX-10B02, que alimentam as caixas secundárias. As caixas secundárias são formadas por duas letras, sendo a primeira a letra da caixa primária imediatamente superior na hierarquia. Cada projeto identificado por XXX-YY (“XXX” define o POP e “YY” define o número do projeto) define uma região da cidade.

A representação de splitters instalados dentro de caixas primárias e secundárias é feita conforme a figura 27, onde mostra que a fibra 01 do cabo XXX10 alimenta o splitter 1:2 XXX10S01 instalado na caixa primária A, na fibra 02 da saída deste splitter esta ligada a fibra 02 do cabo XXX10A01 que alimenta o splitter 1:32 XXX10S0102 instalado na caixa secundária AB, assim derivando para outros 4 cabos de 8 fibras cada.

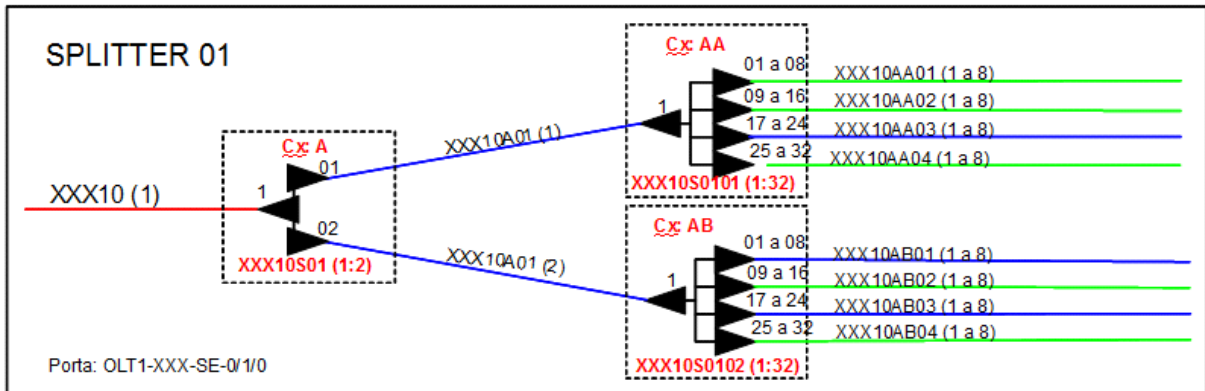


Figura 30. Diagrama Representando splitters cascateados.
Fonte: Autoria Própria.

Na figura 28 mostra que no FTTA-CTA-1323 tem um splitter 1:8 alimentado pela fibra 01 do cabo XXX-10-FTTA-CTA-1323 que está fundida, dentro da caixa NAP G12345, à fibra 18 do cabo XXX10BE01 que está ligada à fibra 01 do splitter XXX10S22, dentro da caixa secundária B, e este por sua vez é alimentado pela fibra 43 do cabo XXX10B03 que está ligada, dentro da caixa primária B, à fibra 61 do cabo FEEDER XXX10.d

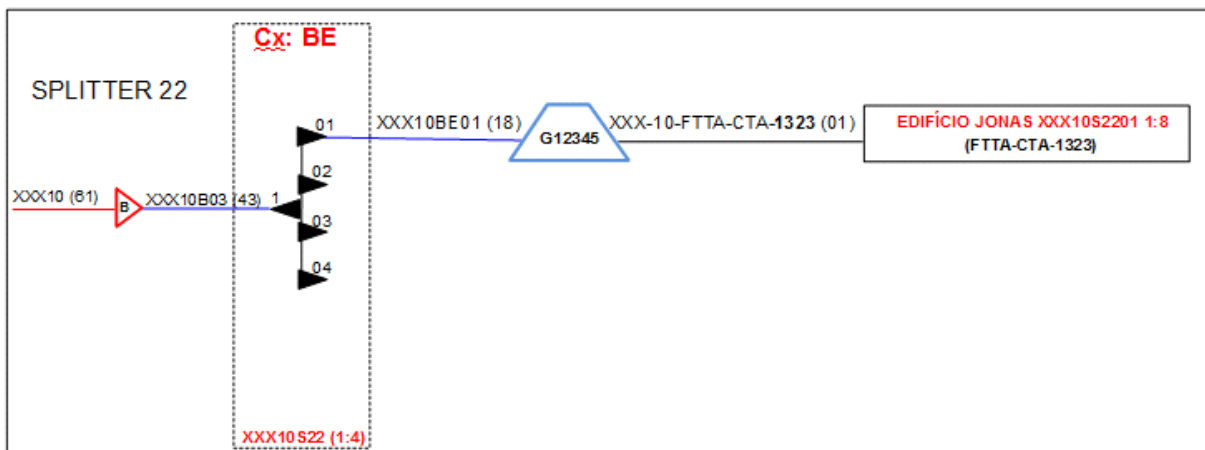


Figura 31. Diagrama Representando splitter em um FTTA.
Fonte: Autoria Própria

4. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi descrever a implantação da rede física GPON detalhando seus componentes, materiais e as funcionalidades dentro da rede física. Tanto o objetivo geral quanto o específico visavam dar um entendimento mais claro da rede física GPON, sendo assim alcançando a proposta inicial desta monografia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION (ITU-T). Recomendação ITU-T G.984.1 a G.984.7 GPON, 2008.

LIN, Chinlon. Broadband optical access networks and fiber-to-the-home : systems

Silvério, Antonio José. TUTORIAL TECNOLOGIA GPON, Novembro, 2011.

Keiser, Gerd. Gerd. Comunicações por Fibras Ópticas - 4.ed. 1 de julho de 2014

Keiser, Gerd. FTTX Concepts and Applications - 2006