




Padtec

Plataforma LightPad i6400G

200-channel DWDM Multiservice System

Manual Técnico

TM.LP64.2018.03.POR.V1



Plataforma LightPad i6400G
200-channel DWDM Multiservice System

Manual Técnico

Versão do Manual TM.LP64.2018.03.POR.V1

Padtec S/A provê aos clientes um completo suporte técnico e serviço. Por favor, sinta-se livre para contatar nossos escritórios ou sede da empresa.

Padtec S/A

Endereço: Dr. Ricardo Benetton Martins, s/n, Parque II do Polo de Alta Tecnologia

CEP: 13086-902 - Campinas – SP - Brasil

Website: <http://www.padtec.com>

Email: sac@padtec.com

Copyright © 2015 Padtec S/A

Todos os direitos reservados

Nenhuma parte deste documento pode ser reproduzida ou transmitida de alguma forma ou por terceiros sem autorização escrita da Padtec S/A.

Marcas Registradas

Padtec, Padtec, Metropad, LightPad i1600G, LightPad i6400G, PacketPad, FlexPad, MultiPad, TransPad, LUMINI, são marcas registradas da Padtec S/A.

As demais marcas registradas e nomes comerciais mencionados neste manual são características de seus respectivos proprietários.

Aviso

As informações contidas neste manual estão sujeita a alterações sem aviso prévio. Todos os esforços foram utilizados na preparação deste documento para assegurar a exatidão do conteúdo, mas todas as declarações, informações e recomendações neste documento não constituem a garantia de alguma classe, expressa ou implicada.

MANUAL TÉCNICO
Plataforma LightPad i6400G
Versão 4.3

**DESCRIÇÃO DE HARDWARE, GUIA DE INSTALAÇÃO E
CONFIGURAÇÃO**

Índice

1.	Introdução	1-1
2.	Características da Plataforma.....	2-1
2.1.	Principais Características.....	2-1
2.2.	Estrutura da Plataforma	2-2
3.	Arquiteturas e Aplicações em Rede	3-1
3.1.	Topologias de Rede Suportadas.....	3-1
3.2.	Configuração do nó DWDM	3-3
3.3.	Mecanismos de Proteção Óptica na Plataforma LightPad	3-9
4.	Especificação Técnica das Unidades do Sistema DWDM da Padtec	4-15
4.1.	Transponder Dual 10 Gb/s G.709	4-2
4.2.	Combiner ODU 10 Gb/s G.709	4-13
4.3.	Transponders 40 Gb/s G.709.....	4-24
4.4.	Transponders 100 Gb/s G.709.....	4-36
4.5.	Multiplexador/Demultiplexador Óptico DWDM.....	4-48
4.6.	SCMD (Supervisory Channel Mux/Demux).....	4-62
4.7.	OADM (Optical Add and Drop Multiplexer)	4-69
4.8.	ROADM WSS - Wavelength Selectable Switch	4-74
4.9.	OCM (Optical Channel Monitoring)	4-89
4.10.	Equalizador de Potência	4-94
4.11.	Amplificadores Ópticos de 4,5U	4-98
4.12.	Chave Óptica de Proteção (OPS)	4-120
4.13.	Chave Óptica de Proteção Bidirecional	4-125
4.14.	Módulo Compensador de Dispersão de 4,5U	4-132
4.15.	DCFM - Unidade Modular de Fibra Compensadora de Dispersão	4-136
4.16.	Sub-rack Compacto de 4U	4-141
4.17.	Sub-rack Compacto de 2U	4-146
4.18.	Unidades de Supervisão (SPVL)	4-150
4.19.	Módulo Auxiliar do Sub-rack Compacto de 4U	4-156
4.20.	Módulo de Ventiladores do Sub-rack Compacto de 4U	4-159
4.21.	Módulo de Ventiladores do Sub-rack Compacto de 2U	4-162
4.22.	Sub-bastidor 14U	4-165
4.23.	Distribuidor de Alimentação do Sub-rack de 14U	4-169
4.24.	Distribuidor de Alimentação DC do Sub-rack de 2U	4-172
4.25.	Fonte de Alimentação AC do Sub-rack de 2U	4-175
4.26.	Módulo de Ventilação do Sub-rack de 14U.....	4-178
4.27.	Painel de Disjuntores (PDU-3U)	4-181

4.28.	Bastidor de Equipamentos DWDM	4-183
5.	Descrição Física do Sistema	5-1
5.1.	Considerações Iniciais	5-1
5.2.	Características Gerais	5-1
6.	Expansão da Capacidade do Sistema DWDM da Padtec.....	6-1
6.1.	Considerações Iniciais	6-1
6.2.	Alternativas para Expansão Modular	6-1
7.	Normas de Segurança e Etiquetas	7-1
7.1.	Primeiros Socorros para Choques Elétricos	7-1
7.2.	Primeiros Socorros em Paradas Respiratórias ou Cardíacas	7-1
7.3.	Tratamento de Queimaduras	7-1
7.4.	Normas de Segurança – Regras gerais	7-1
7.5.	Etiquetas Indicadoras de Perigo, Proibição e Comando	7-2
8.	Abreviaturas, Acrônimos e Referências	8-1
8.1.	Abreviaturas de Acrônimos	8-1
8.2.	Referências	8-4
Anexo A.	Descrição de Cabos e Pinagem	1
Anexo B.	Índice Remissivo	3

1. Introdução

A Plataforma LightPad i6400G da Padtec suporta sistemas DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) de até 200 canais de taxas de rede de 10 Gb/s, 40 Gb/s e 100 Gb/s. Este manual técnico refere-se às características dos sub-racks de 14U, compacto de 4U e 2U que compõem a base da Plataforma LightPad i6400G e inclui descrição detalhada das placas compatíveis.

A Plataforma LightPad i6400G é totalmente compatível e interoperável com sua versão anterior, permitindo evolução gradual da versão LightPad i1600G para a versão LightPad i6400G sem interrupção de tráfego e aproveitando a infraestrutura óptica instalada. Para obter informações referentes aos módulos da versão anterior LightPad i1600G devem ser consultadas versões anteriores de manuais para a Plataforma LightPad.

2. Características da Plataforma

Sistemas WDM (Wavelength Division Multiplexing), ou sistemas de multiplexação por divisão de comprimento de onda, são sistemas de comunicação óptica que permitem o compartilhamento de uma mesma fibra para transmissão de diversas portadoras ópticas. Esta técnica aumenta a capacidade de transmissão dos sistemas à medida que vários canais de dados de elevadas taxas podem ser transmitidos simultaneamente em diferentes comprimentos de ondas. Os sistemas WDM atuais são denominados DWDM (Dense WDM), pois permitem que os canais de dados sejam densamente alocados na banda de transmissão utilizando espaçamento reduzido entre canais de 100 GHz, 50 GHz ou 37,5 GHz.

A **Plataforma LightPad i6400G** é um sistema de comunicação óptica DWDM desenvolvido e produzido pela Padtec S.A. e projetado para alto desempenho em regime linear e alta tolerância ao regime não linear da fibra óptica. As soluções concebidas através da Plataforma LightPad i6400G podem operar em qualquer tipo de fibra óptica que atenda as recomendações ITU-T G.652, G.653, G.655 e G.656, desde que considerados os parâmetros de testes e definições das normas ITU-T G.650.1, G.650.2 e G.650.3.

A Plataforma LightPad i6400G pode ser usada tanto em redes de longa distância quanto em redes metropolitanas. A separação entre canais ópticos pode ser de 200 GHz, 100 GHz, 50 GHz ou 37,5 GHz (ITU-T G.694.1).

2.1. Principais Características

- **Escalabilidade**, permitindo uma implantação inicial com um número menor de canais ópticos em topologias ponto-a-ponto ou anel. Sua capacidade pode ser expandida, sem interrupção de serviço, para até 200 canais ópticos em redes DWDM em malha:

Espaçamento entre canais (GHz)	Banda C+ (canais*)	Banda C ou L (canais*)
37,5	128	-
50	96	80
100	48	40

* Canais de 10 Gb/s a 100 Gb/s.

- **Aplicável em redes de acesso, metropolitana e de longa distância**, suportando as configurações Terminal, Terminal de Anel e OADM. Os OADMs fixos são oferecidos para derivação / inserção de qualquer número de canais ópticos para sistemas uni e bidirecionais, sendo úteis na composição de redes de acesso. São disponíveis também OADMs de banda, ou seja, que fazem a derivação e inserção de um subconjunto de comprimentos de onda multiplexados. Incorpora também OADMs reconfiguráveis (ROADM – Reconfigurable Optical Add and Drop Multiplex), os quais derivam canais ópticos configuráveis pelo sistema de Gerência.
- Suporta funcionalidades da **OTN (Optical Transport Network)**, implementando uma estrutura de quadro conforme especificada nas recomendações ITU-T G.709, G.871, G.872, G.873.1 e G.874 para sinais STM-16 e STM-64. Tais funcionalidades incorporam várias facilidades de gerenciamento de falha e desempenho bem como código corretor de erro (FEC – Forward Error Correction).
- Incorpora **amplificadores ópticos EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier)** nas configurações *Booster*, pré e linha, além de **amplificador Raman** para enlaces maiores. Os amplificadores ópticos a fibra dopada com Érbio incorporam funcionalidades de Controle Automático de Ganho.
- Seu **sistema óptico de proteção** atua no evento de falha do sinal (perda do sinal óptico) ou de degradação do sinal (sinal óptico com potência degradada), com tempo de comutação sempre inferior a 15 ms, suportando três arquiteturas:

- Proteção de fibra óptica: todo o tráfego transportado pela fibra óptica é protegido. Aplicável a topologia de rede ponto-a-ponto com diversidade de rota entre as fibras principais e de proteção.
- Proteção de canal óptico, ou de OSNC – Optical SubNetwork Connection: cada canal óptico pode ser protegido individualmente. Aplicável a qualquer topologia de rede (ponto-a-ponto, barramento, anel), podendo atravessar várias topologias de redes distintas.
- Proteção canal óptico e de transponder: cada canal óptico é gerado por dois transponders distintos. Nesta arquitetura de proteção são necessários dois conjuntos de multiplexadores e demultiplexadores ópticos. Aplicável a qualquer topologia de rede (ponto-a-ponto, barramento, anel), podendo atravessar várias topologias de redes distintas.
- **Transparente**, compatível com qualquer interface digital óptica em taxas de 2 Mb/s até 100 Gb/s e qualquer protocolo (SDH ITU-T G.803, ATM, Ethernet, ESCON, FICON, etc), introduzindo uma latência extremamente baixa no sinal óptico transportado.
- O **sistema de gerência da Plataforma LightPad** permite o gerenciamento de cada um dos canais ópticos transmitidos através de um canal de supervisão óptico, que pode ser acessado em cada local da rede óptica. Todas as unidades ativas que compõem o sistema DWDM são controladas por um elemento de rede gateway (GNE) que se comunica internamente com as unidades com um protocolo proprietário e com o centro da gerência através do SNMP. Os algoritmos usados pelo sistema de gerência são armazenados em uma unidade de processamento principal, que pode trabalhar redundantemente no modo mestre-escravo, e está localizada no centro de gerência. O sistema de gerência usa o Linux como sistema operacional e o TCP/IP como plataforma de transporte. A interação com pessoal de operação é muito amigável, sendo totalmente gráfica.

2.2. Estrutura da Plataforma

O Sistema DWDM da Padtec pode ser dividido em três estruturas complementares:

Estrutura de Transmissão: formada pelos módulos do sistema diretamente envolvidos na transmissão dos canais de dados, ou seja, na comunicação óptica entre as estações. Dentre os principais equipamentos integrantes da Estrutura de Transmissão, estão:

- Transponders: unidades responsáveis por transmitir e receber os sinais ópticos dos canais de dados de um sistema DWDM.



Foto de transponders para transmissão de canais de 100 Gb/s

- Amplificadores: unidades responsáveis por amplificar os sinais ópticos em sistemas DWDM, permitindo estender os enlaces de transmissão.



Foto de um amplificador óptico

- ROADMs: unidades que permitem o direcionamento de maneira reconfigurável de canais em redes DWDM, aumentando sua flexibilidade e permitindo topologias de rede em anel e malha.



Foto de placas ROADM WSS

- MUX/DEMUX: unidades de multiplexação e demultiplexação de canais de dados em sistemas DWDM.



Módulo MUX/DEMUX de 2U de altura e fixação direta em rack de 19”.

Ainda dentro da **estrutura de transmissão** podem ser relacionados módulos como compensadores de dispersão cromática, chaves ópticas, MUX/DEMUX de canal de supervisão, entre outros.

Estrutura de Supervisão: compreende os módulos responsáveis pela supervisão local ou remota do sistema e de suas unidades. Fazem parte desta estrutura as unidades de supervisão dos sub-racks da plataforma LightPad i6400G e equipamentos auxiliares, tais como Hubs, Switches, Modems, etc.

- **Supervisores:** módulos que permitem a supervisão e controle das unidades gerenciáveis da plataforma LightPad i6400G. Os supervisores possibilitam a troca de informações com um servidor de gerência, obtenção de medidas e informações gerais das placas e envio de telecomandos para realizar configurações.



Supervisor utilizado no sub-rack universal de 14U

Estrutura de Miscelâneas: agrupa as partes da infraestrutura do sistema que proveem acomodação física, trilhas de comunicação para gerenciamento, alimentação elétrica, e resfriamento forçado para os módulos das estruturas de transmissão e supervisão da Plataforma LightPad i6400G.

- **Rack Padrão de 19":** estrutura física padrão (bastidor) utilizada em estações de sistemas de telecomunicações em geral. O rack recebe os sub-racks universais da plataforma LightPad e pode ser ou não fornecido pela Padtec.

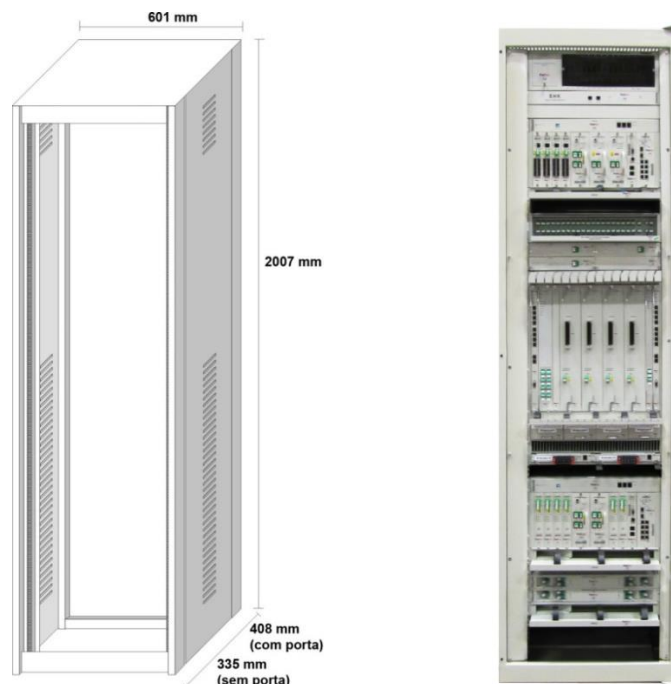


Ilustração e dimensões de um rack (bastidor) | Foto de um rack preenchido com módulos e sub-racks

- **Sub-racks Universais:** estruturas responsáveis pela acomodação física, alimentação elétrica e troca de informações de gerência de placas de linha e miscelânea. Disponíveis em mecânicas de maior ou menor ocupação que são utilizadas de acordo com requisitos de capacidade de cada estação de transmissão. Os sub-racks universais da Plataforma LightPad i6400G são confeccionados em chapas metálicas, possuem backplane (placa traseira de circuito impresso com trilhas elétricas e conectores) e slots para inserção de placas de linha e miscelâneas. As figuras a seguir apresentam dois exemplos de sub-rack que compõem a plataforma LightPad i6400G:



Sub-rack universal de 14U | Sub-rack universal de 4U | Sub-rack universal de 2U

- **Ventiladores:** promovem a ventilação das placas inseridas em um sub-rack aumentando a eficiência da troca de calor das mesmas com o ambiente. Os módulos de ventilação são fundamentais para garantir que os componentes eletrônicos das placas trabalhem em temperaturas aceitáveis de operação. A figura a seguir apresenta um exemplo de módulo de ventilação da Plataforma LightPad.



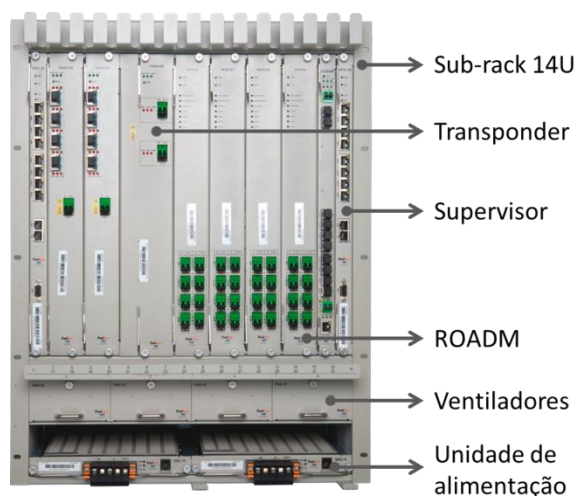
Gaveta de ventiladores utilizada no sub-rack universal de 14U

- **Módulos de alimentação e distribuição de energia:** módulos que recebem a alimentação proveniente da infraestrutura de uma estação de telecomunicações e distribuem para placas de um sub-rack da através de seu backplane. Os módulos de alimentação/distribuição de energia podem conter elementos filtrantes e estabilizadores de tensão que protegem as placas do sistema em relação a sobre tensão. Além disso, podem trabalhar com fontes de alimentação redundantes e permitir o contínuo funcionamento dos sistemas mesmo que haja falha em uma destas fontes.



Módulo de alimentação utilizado no sub-rack universal de 14U

A figura a seguir exemplifica uma montagem no sub-rack de 14U da Plataforma LightPad com vários módulos das classificações descritas anteriormente.



Exemplo ocupação de sub-rack com diversos módulos da Plataforma LightPad i6400G

A figura a seguir apresenta em forma de diagrama um sistema DWDM genérico com estações de diferentes características. Na figura é representada somente a estrutura de transmissão, ficando implícita a necessidade dos outros módulos conforme classificação apresentada. As estações em destaque A, B, C e D possuem como características principais:

- **A:** estação terminal cuja distância até a estação D permite que não sejam utilizados amplificadores
- **B:** estação com ROADM
- **C:** estação terminal com ampliações
- **D:** estação duplo terminal (com transmissão para dois lados)

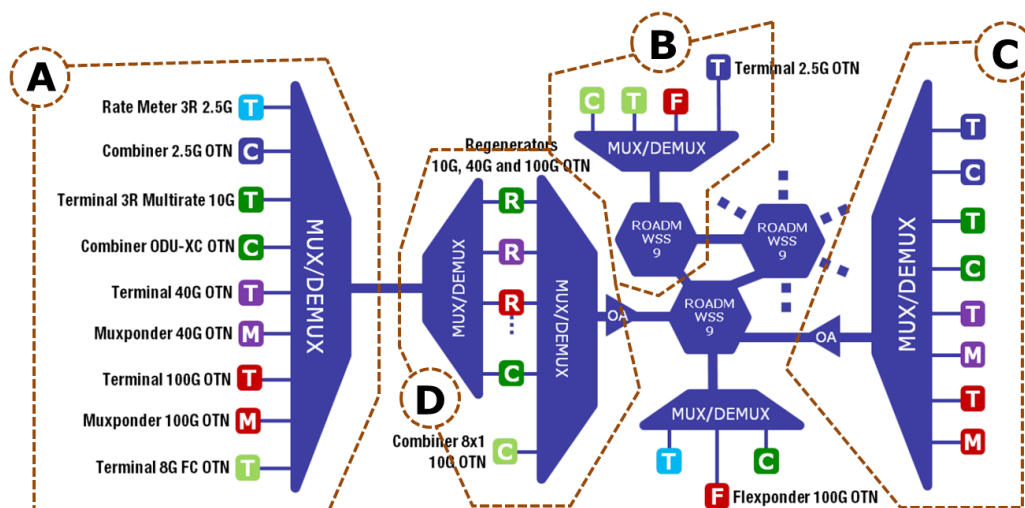


Diagrama de um sistema DWDM com módulos da Plataforma LightPad

As estações destacadas no diagrama, apesar de terem características diferentes, podem ser montadas integralmente utilizando-se as unidades modulares da Plataforma LightPad. Cada

estação terá uma ocupação de espaço distinta com o uso de diferentes quantidades de racks, sub-racks, placas de linha, unidades MUX/DEMUX e miscelâneas da plataforma.

3. Arquiteturas e Aplicações em Rede

O objetivo deste capítulo é abordar aplicações sistêmicas da Plataforma LightPad. Não serão detalhados aspectos de especificação técnica dos equipamentos e módulos envolvidos nas soluções apresentadas. Este detalhamento será feito em capítulos posteriores. Serão abordados os seguintes aspectos:

- Topologias de redes atendidas pela plataforma.
- Configurações de equipamentos aplicáveis às diversas topologias.
- Arquiteturas de proteção óptica.

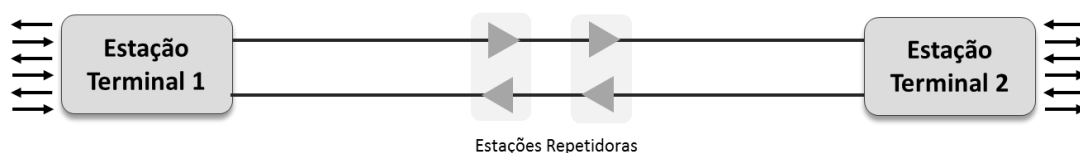
Todos os exemplos apresentados consideram sistemas ópticos unidirecionais, ou seja, que utilizam uma fibra óptica na direção de transmissão leste-oeste e outra fibra óptica na direção de transmissão oeste-leste. No entanto, a Plataforma LightPad suporta tanto operação unidirecional quanto bidirecional.

A Plataforma DWDM da Padtec está de acordo com as recomendações ITU-T G.696.1, G.697 e G.698.1 (além de outras mencionadas neste manual).

3.1. Topologias de Rede Suportadas

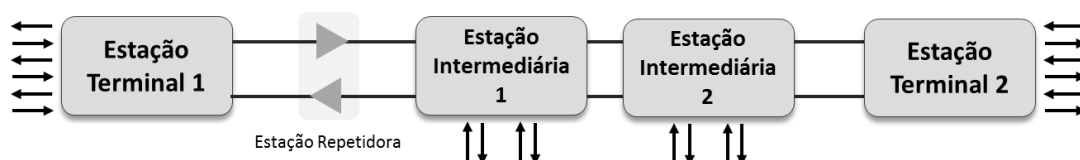
O sistema DWDM da Padtec aplica-se a topologias de redes lineares – ponto-a-ponto – e redes em anel.

Uma **topologia ponto-a-ponto** possui apenas duas estações finais (terminais) que acessam (derivam e inserem) todos os canais ópticos. Entre as estações finais pode haver estações repetidoras com a função de amplificar opticamente o sinal óptico multiplexado, sem acessar nenhum canal óptico. Nestas estações repetidoras estão presentes módulos gerenciados de amplificação óptica de linha. Em termos de máxima distância de enlaces mono e multispan, a Plataforma LightPad atende à norma G.692 do ITU-T. A figura a seguir ilustra uma topologia ponto-a-ponto com duas estações repetidoras.



Topologia ponto-a-ponto com estações repetidoras

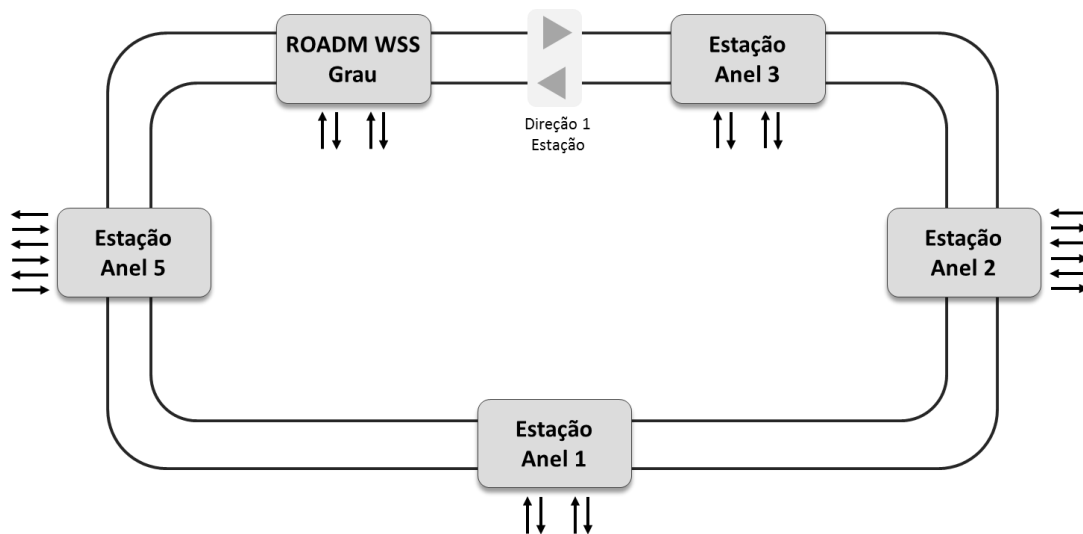
Uma **topologia em barramento** possui duas estações finais em que todos os canais ópticos são terminados e estações intermediárias que acessam (derivam e inserem) alguns canais ópticos. Eventualmente, entre as estações intermediárias pode haver estações repetidoras com amplificadores ópticos de linha gerenciados. A figura a seguir ilustra uma topologia em barramento com duas estações intermediárias e uma estação repetidora.



Topologia em barramento com duas estações intermediárias

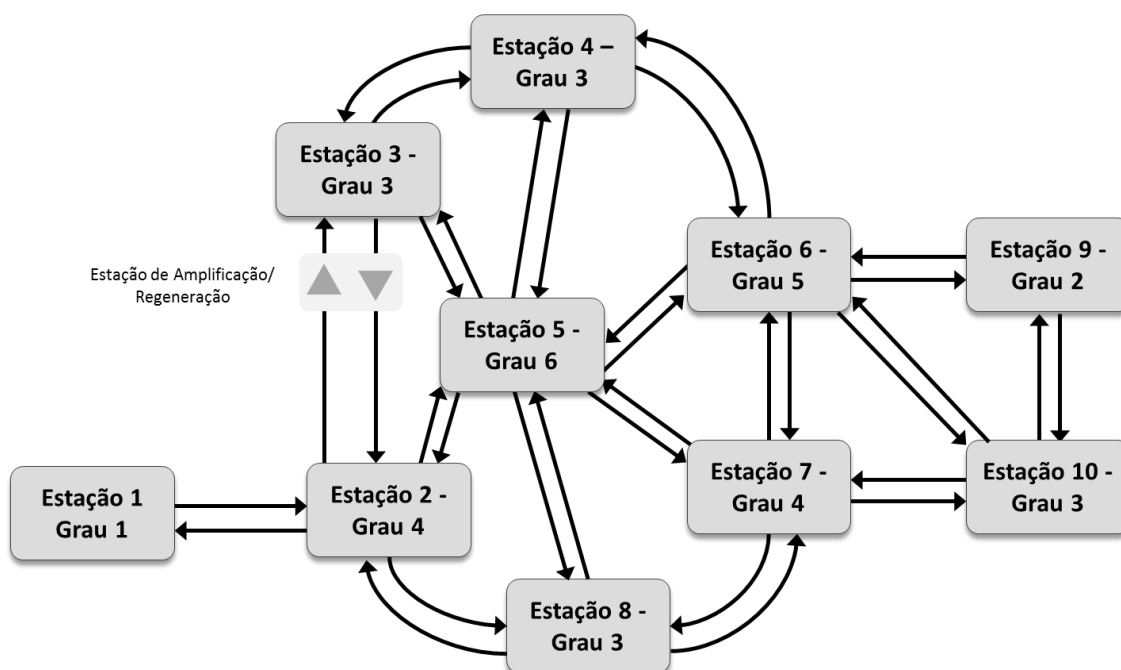
Uma **topologia em anel** possui um conjunto de estações em anel que se comunicam através de duas rotas alternativas, uma no sentido horário e a outra no sentido anti-horário. Algumas estações em anel podem terminar todos os canais ópticos – exemplo típico de anéis metropolitanos onde todo o tráfego destina-se a uma estação concentradora – e outras podem

acessar apenas alguns canais ópticos. Em topologias em anel de grandes perímetros podem ser necessárias estações repetidoras para prover a amplificação óptica do sinal multiplexado. A figura a seguir ilustra um exemplo de topologia em anel, com 5 estações em anel e uma estação repetidora.



Topologia em anel com 5 estações

Uma **topologia em malha** (Mesh) tem um conjunto de estações interconectadas, que permitem comunicação através de várias rotas alternativas. Nesta aplicação, a quantidade de interligações entre as estações, define o grau de cada estação. Esta arquitetura é típica de *backbone* e redes *metropolitanas* e, normalmente, requer a amplificação de linha devido à conexão cruzada (cross-connect) óptica (recursos do ROADM). A figura seguinte ilustra uma topologia em malha com vários graus de estações locais e de amplificação/regeneração.



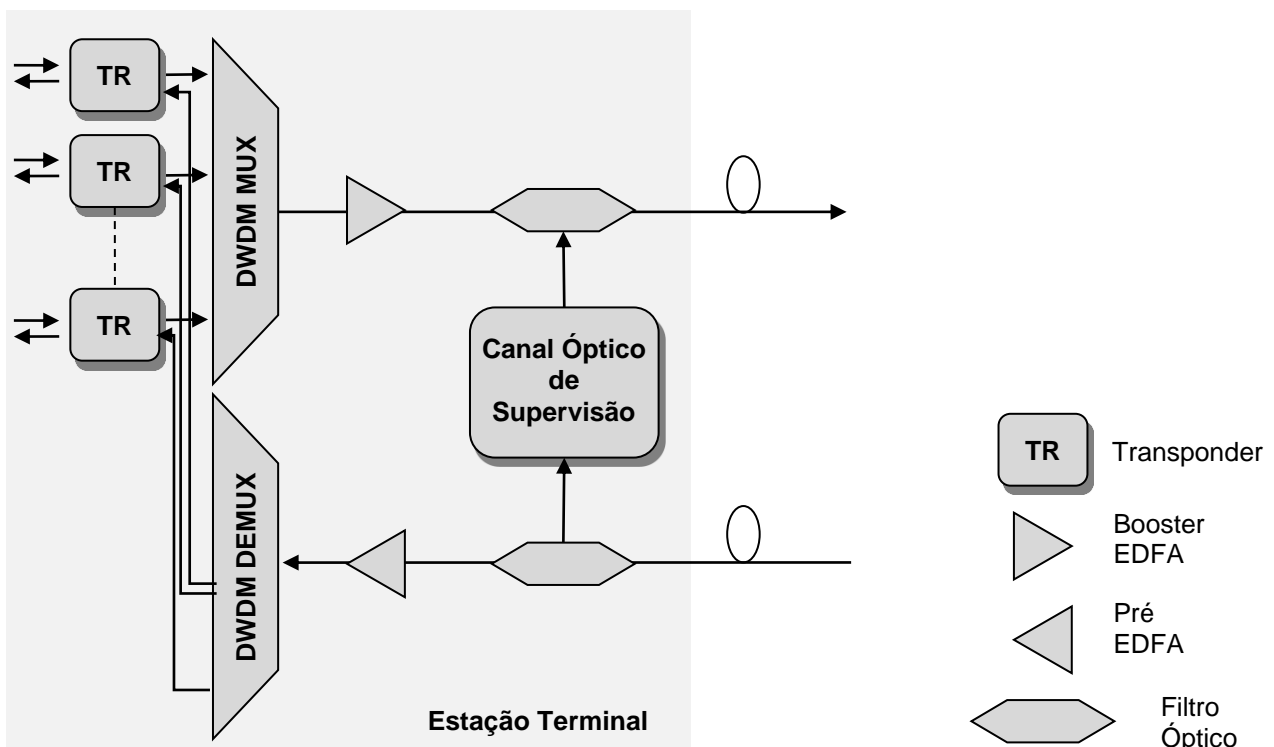
Topologia em malha com 5/9 graus

3.2. Configuração do nó DWDM

Para atender às necessidades específicas de cada estação de uma rede DWDM, aos módulos da plataforma LightPad i6400G podem ser combinados para suportar as seguintes configurações com acesso aos canais ópticos: **Terminal**, **Duplo Terminal**, **OADM Fixo** e **ROADM**. As estações intermediárias, nas quais não são inseridos ou derivados canais ópticos, são denominadas “**Repetidoras**”. Nestas estações são empregados amplificadores para dar ganho aos os canais a fim de manter a transmissão dos mesmos até a próxima estação.

3.2.1. Configuração Terminal

A configuração Terminal é utilizada em estações nas quais todos os canais ópticos são originados e terminados, ou seja, recebidos e emitidos por transponders. Nessa configuração de nó DWDM o sinal multiplexado dos canais originados é enviado para apenas um sentido de transmissão, sendo tipicamente um caso de estações finais de topologias ponto-a-ponto e em barramento. A figura a seguir ilustra um exemplo de configuração Terminal.



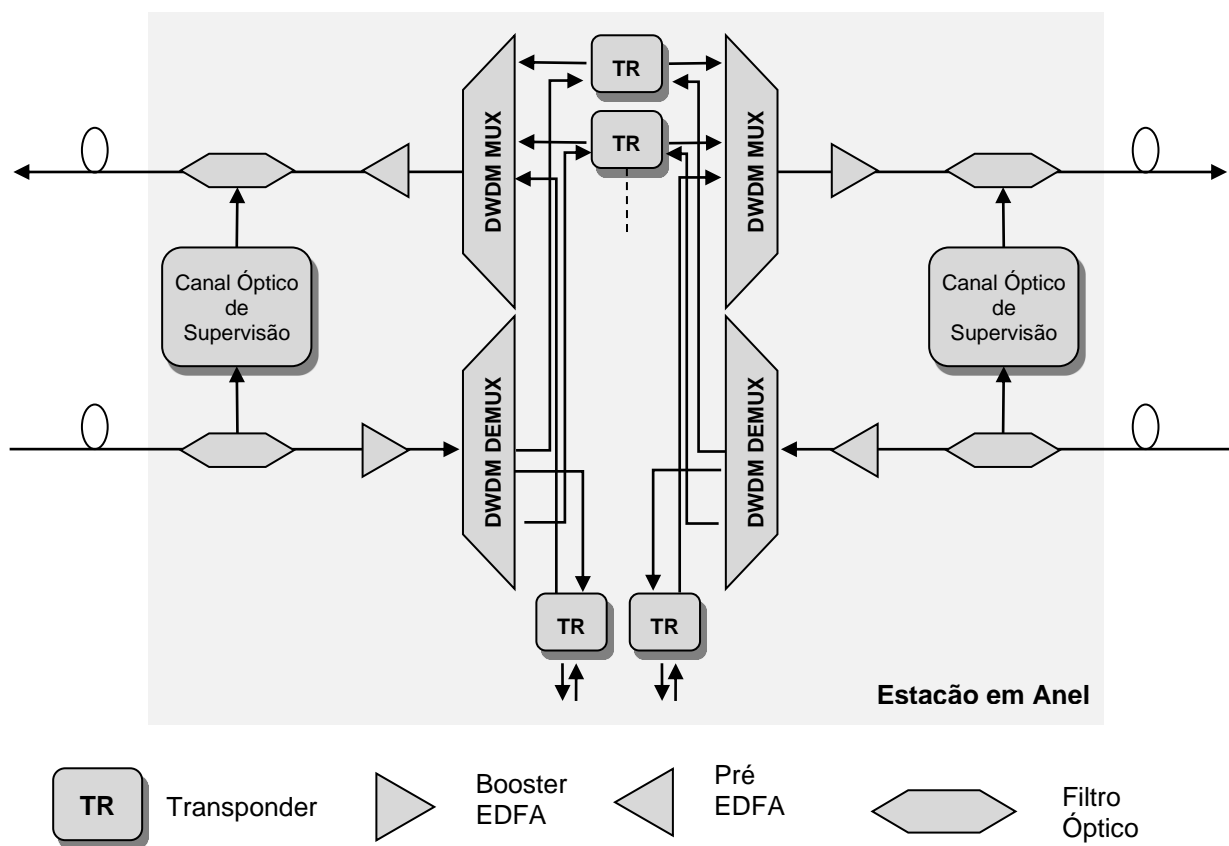
Na figura anterior, o nó DWDM de configuração Terminal possui apenas um par de mux/demux, não protegidos. Contudo, dependendo da arquitetura de proteção utilizada (ver item 3.3 deste manual) mais de um par de mux/demux pode ser necessário. Também é possível a conexão em cascata de até dois conjuntos mux/demux para a expansão granular da plataforma DWDM (ver Capítulo 6). O nó DWDM da figura possui também amplificadores ópticos de potência (transmissão) e de pré-amplificação (recepção). Estes módulos de amplificação óptica são opcionais e podem ser usados dependendo das características do enlace óptico. O canal óptico de supervisão, operando no comprimento de onda de 1510 nm, é inserido logo após o amplificador óptico de potência e retirado imediatamente antes do pré-amplificador. Todas as informações de gerência coletadas localmente, bem como comandos de configuração emitidos pela gerência centralizada de rede, são transmitidas através deste canal óptico de supervisão. Opcionalmente o equipamento pode se comunicar com a gerência de rede centralizada através de uma DCN (*Data Communication Network*).

3.2.2. Configuração Duplo Terminal

A configuração Duplo Terminal aplica-se às estações intermediárias em uma topologia barramento e a todas as estações de uma topologia em anel. Nesta configuração, os canais ópticos podem ser:

- Acessados (derivados e inseridos) localmente.
- Passantes ou expressos, ou seja, entram no sinal multiplexado de leste e saem pelo sinal multiplexado de oeste.

Em um nó DWDM de configuração Duplo Terminal os canais ópticos expressos podem estar bastante atenuados ou com a relação sinal/ruído degradada devido ao acúmulo de ruído gerado por amplificadores ópticos presentes em suas rotas. Deste modo, pode ser necessário à amplificação ou regeneração destes canais. A amplificação pode ser feita no sinal óptico multiplexado, através do uso de amplificadores ópticos, enquanto a regeneração se dá individualmente para cada um dos canais através do uso de transponders regeneradores 3R (Re-amplificação, Re-formatação e Re-temporização). A figura a seguir ilustra um nó DWDM na configuração Duplo Terminal.



Equipamento na configuração Terminal de Anel

Na figura anterior, o nó DWDM de configuração Duplo Terminal possui apenas um par de mux/demux não protegidos para cada direção de transmissão (um par para a direção leste e um par para a direção oeste). Dependendo da arquitetura de proteção utilizada (ver item 3.3 deste manual) mais de um par de mux/demux pode ser necessário. Também é possível a conexão em cascata de conjuntos mux/demux para a expansão granular da plataforma DWDM (ver Capítulo 6). O nó possui também amplificadores ópticos de potência (transmissão) e de pré-amplificação (recepção). Estes módulos de amplificação óptica são opcionais e podem ser usados dependendo das características do enlace óptico. O canal óptico de supervisão é inserido logo após os amplificadores ópticos de potência e retirado imediatamente antes dos pré-amplificadores. Toda a informação de gerência enviada através do canal de supervisão do lado leste é enviada também através do canal de supervisão do lado oeste. A configuração

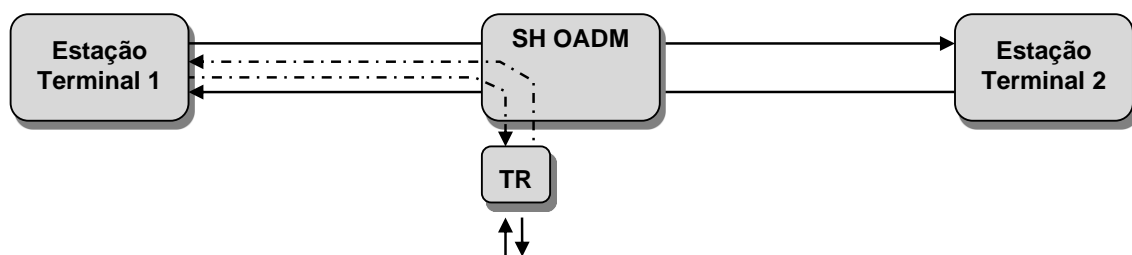
Duplo Terminal em topologia anel para o canal óptico de supervisão aumenta a confiabilidade do sistema de gerência de rede, que se torna imune a uma falha simples de arco do anel. Todas as informações de gerência coletadas localmente bem como comandos de configuração emitidos pela gerência centralizada de rede são transmitidas através deste canal óptico de supervisão. Opcionalmente o equipamento pode se comunicar com a gerência de rede centralizada através de uma DCN (Data Communication Network).

A configuração de nó DWDM em Duplo Terminal permite alta capacidade de adição e derivação de canais, sendo possível acessar localmente todos os canais ópticos que chegam dos lados leste e oeste. O número de canais ópticos acessados localmente pode ser reconfigurado, de acordo com o aumento de tráfego local.

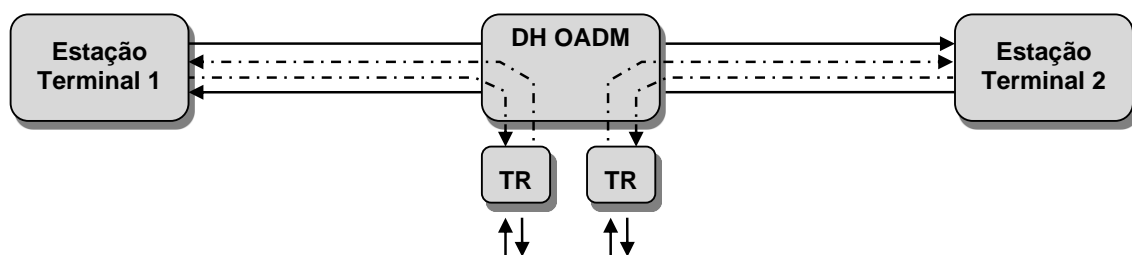
3.2.3. Configuração OADM Fixos

Além das duas configurações de equipamentos anteriores, a Plataforma LightPad i6400G suporta nós DWDM em configuração OADM para derivação e inserção de qualquer número de comprimentos de onda. Ou seja, estas unidades podem ser totalmente customizadas para melhor atender aos requisitos técnicos do sistema DWDM. A matriz de derivação e inserção é fixa, ou seja, tanto os canais passantes quanto os canais acessados localmente não podem ser alterados. Os módulos OADMs podem ser fabricados na configuração *Single Homing* (SH) ou *Dual Homing* (DH), sendo esta última mais usual.

O OADM SH acessa (retira e insere) os canais ópticos apenas de um lado de transmissão: leste ou oeste. Já o OADM DH acessa os canais ópticos dos dois lados de transmissão: leste e oeste. A figura a seguir ilustra as configurações SH e DH de OADMs para uma rede com topologia em barramento, na qual o módulo OADM está na estação intermediária.



(a) Exemplo de OADM Single Homing



(b) Exemplo de OADM Dual Homing

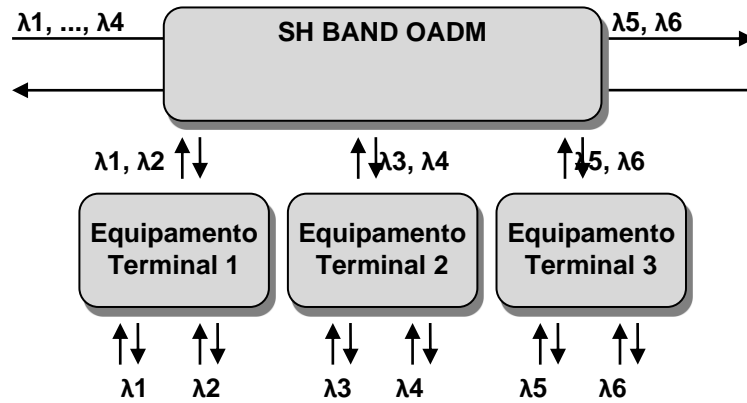
Configurações de OADMs

No exemplo da figura anterior são utilizados OADMs SH e DH de um canal. Há também OADMs SH e DH disponíveis para sistema ópticos bidirecionais. Além dos canais de dados do sistema DWDM, o canal óptico de supervisão também pode ser acessado pelos OADMs, apesar de não aparecer na referida figura.

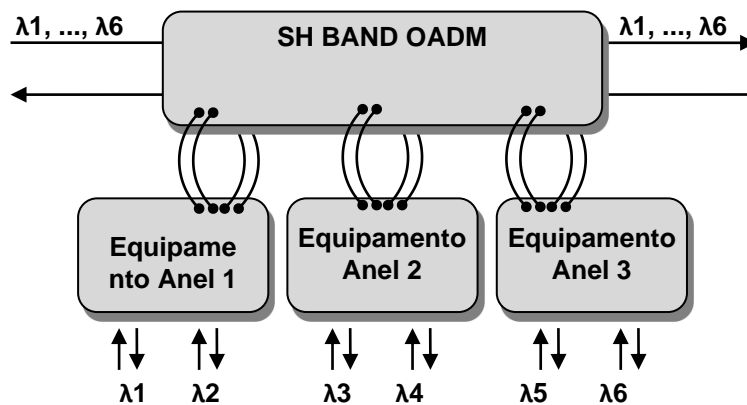
Os OADMs fixos são uma alternativa de baixo custo ideal para as topologias de rede em barramento e em anel, quando existem estações com um número pequeno de canais ópticos derivados e inseridos. Além disso, os OADMs acarretam uma baixa perda de inserção aos sinais ópticos passantes (canais expressos).

Outra alternativa de módulos OADM oferecida pela Padtec são os OADMs de banda. Estas unidades permitem a derivação e inserção de subconjuntos (*bundles*) de comprimentos de

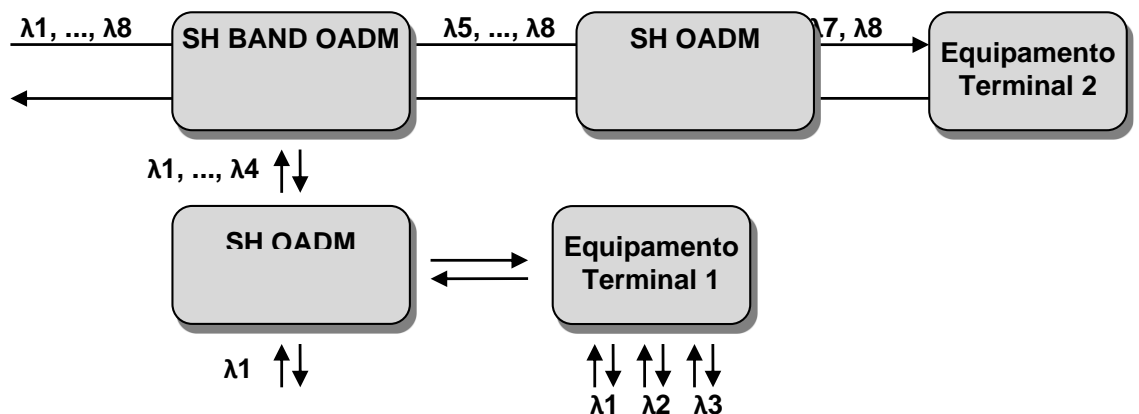
onda consecutivos, suportando também as configurações Single Homing e Dual Homing. Os OADMs de banda aplicam-se a sistemas unidirecionais ou bidirecionais e são produzidos segundo necessidades específicas da rede. OADMs de banda podem ser usados como componentes chave em topologias de rede em estrela, hub e árvore, como ilustram as figuras a seguir.



Exemplo de topologia em estrela com OADM de banda



Exemplo de topologia em hub com OADM de banda

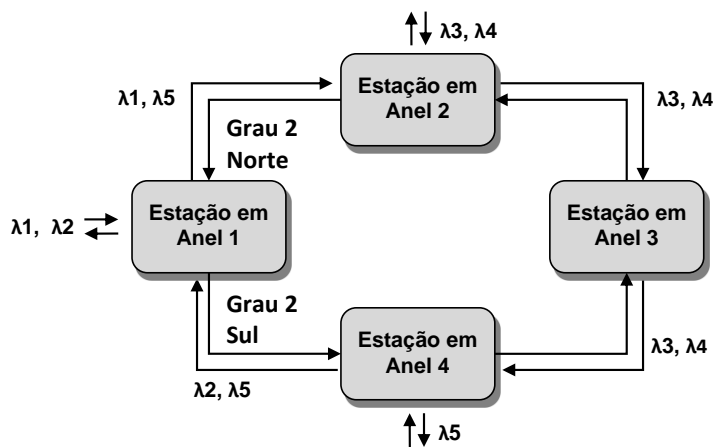


Exemplo de topologia em árvore com OADM de banda

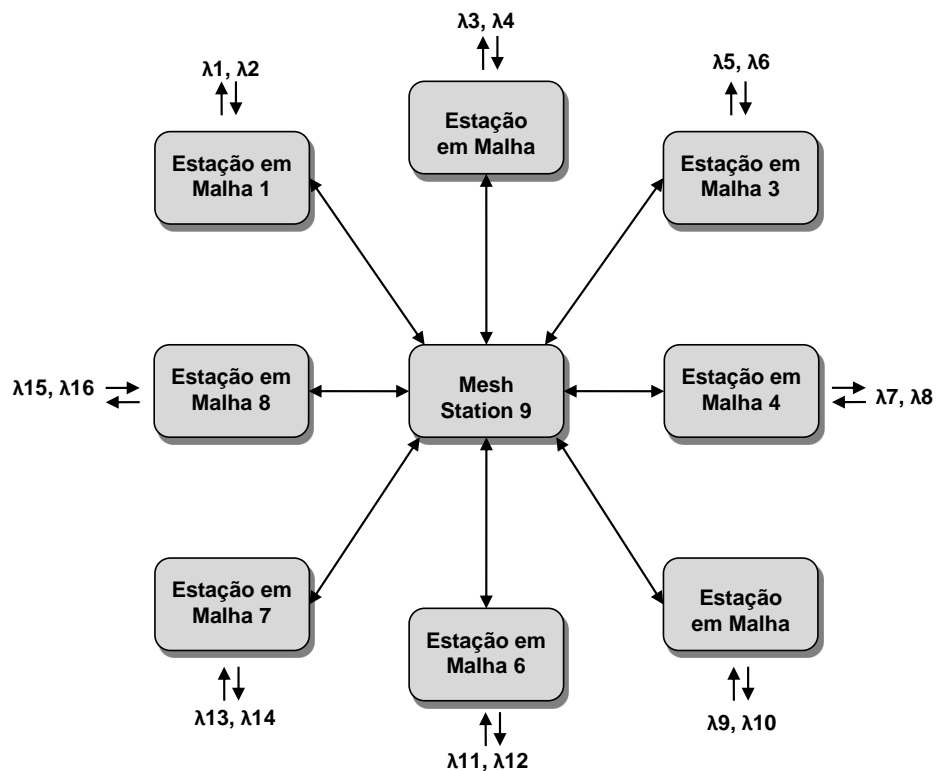
3.2.4. Configuração ROADM

Módulos OADM fixos são uma alternativa de excelente custo-benefício em sistemas ópticos, entretanto, não fornecem a flexibilidade necessária em redes de nova geração. Nestas situações, o *Reconfigurable OADM* (ROADM) executa a mesma função OADM, porém, suporta configurações variáveis. Todos os canais multiplexados podem ser configurados individualmente como *Add* (Adição), *Extract* (Derivação) ou *Pass-through* (Passagem).

O ROADM é uma unidade gerenciável que recebe a informação de ocupação canais, ou seja, esta unidade pode ser totalmente configurada remotamente para atender ao perfil de tráfego do sistema DWDM. *Reconfigurable OADMs* permitem uma alocação robusta de canais além de permitir *cross-connect* óptico nas versões WSS. A Plataforma LightPad oferece duas tecnologias diferentes para ROADMs: PLC (Planar Light-wave Circuit) para topologias de grau 2 e WSS (Wavelength Selectable Switch) para topologias de grau 5/9. O grau de ROADM identifica o número máximo de estações que podem ser interligadas à respectiva estação. As figuras a seguir ilustram topologias ROADM.



Exemplo de Topologia em Anel com ROADM Grau 2



Exemplo de Topologia em Malha com ROADM Grau 5/9 (WSS)

O ROADM WSS possui suporte à ASON/GMPLS. O plano de controle ASON/GMPLS habilita a Plataforma LightPad para suportar características avançadas como o provisionamento de serviços fim-a-fim, re-roteamento, restauração de caminhos ópticos e descoberta automática de topologia e recursos, tornando a plataforma plug-and-play.

A maior facilidade no gerenciamento da rede e provisionamento de caminhos ópticos viabiliza diminuição de OPEX, tornando a operação da rede mais ágil. O plano de controle permite que a proteção da rede seja mais efetiva, permitindo a combinação de proteção com restauração de caminhos ópticos, atendendo a diferentes demandas dos serviços.

Algoritmos avançados de RWA (Routing and Wavelength Assignment) permitem a otimização na alocação de recursos na rede, permitindo a criação de rotas disjuntas para caminho principal e proteção, através da definição de SRLGs (Shared Risk Link Groups). Tais algoritmos utilizam informações disseminadas automaticamente através do protocolo OSPF-TE.

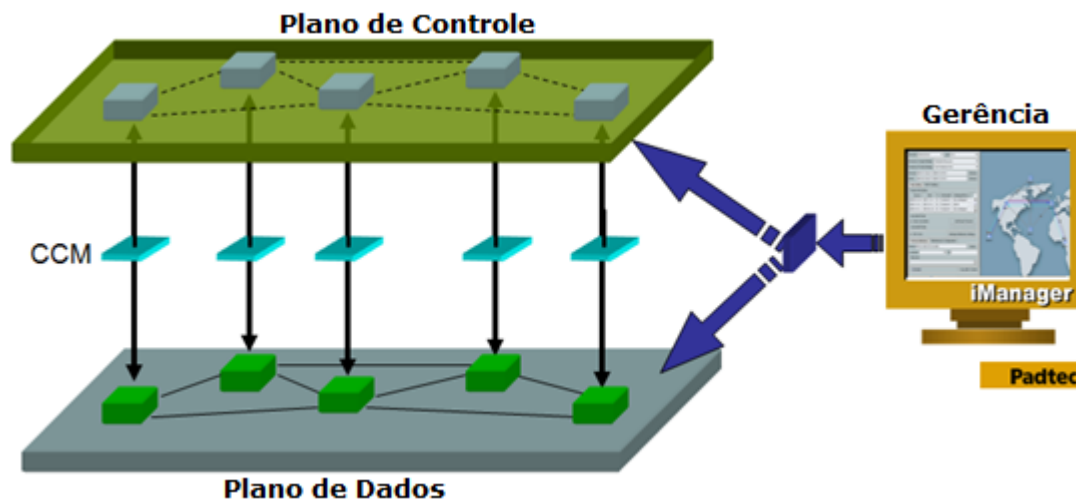
Através da gerência da Plataforma LightPad, as seguintes opções para criação de caminhos ópticos estão disponíveis:

- Rota explícita e comprimento de onda definidos.
- Apenas rota explícita definida.
- Apenas comprimento de onda definido.
- Nenhum parâmetro definido (RWA automático).
- Criação de caminhos ópticos disjuntos (principal e proteção).

O Plano de controle ASON/GMPLS da Plataforma LightPad é baseado nos protocolos LMP, RSVP-TE e OSPF-TE, e é constantemente atualizado de acordo com a evolução das normas dos grupos de trabalho CCAMP e WSON do IETF, e normas aplicáveis do ITU-T.

3.2.5. Plano de Controle ASON/GMPLS

O Plano de Controle Óptico da Padtec é baseado na arquitetura da norma G.8080 (ASON) do ITU-T e implementado através de protocolos GMPLS. A Figura abaixo representa em alto nível os principais componentes do plano de controle:



Principais Componentes do Plano de Controle

O plano de controle implementa um modelo distribuído, no qual cada nó de uma rede tem uma instância no plano de controle. O Sistema de Gerência é a principal interface entre o operador da rede e o plano de controle, permitindo que este seja configurado com requisições de criação de LSPs na camada WDM. O CCM (Cross-Connection Manager) é uma interface para configuração do ROADM WSS que traduz comandos simples no Sistema de Gerência em

configurações complexas de hardware em múltiplos nós das redes. Também é possível realizar configurações no plano de dados sem intervenção do plano de controle.

O plano de controle ASON/GMPLS implementa os protocolos (G)RSVP-TE, (G)OSPF-TE e LMP. Depois do plano de controle ASON/GMPLS criar um canal de controle pelo LMP, a verificação do enlace é iniciada pelo TE-Link. O OSPF-TE é o protocolo de roteamento utilizado e responsável por anunciar os enlaces TE-Link locais para outros nós da rede, permitindo o descobrimento de rede. Após este anúncio, cada instância do plano de controle ASON/GMPLS tem a topologia de toda a rede OTN/WDM.

Os TE-Links contêm a informação necessária para representar para representar os recursos ocupados e disponíveis em cada camada. Por exemplo, na camada WDM um OMS_TE_Link representa todo OCh que podem ser transmitido em uma fibra que interconecta dois ROADMs WSS.

O RSVP-TE é o protocolo GMPLS de sinalização responsável por estabelecer o LSP fim-a-fim nas camadas WDM e OTN switch. As principais funcionalidades disponíveis no Plano de Controle da Padtec na camada WDM são:

- Criação e remoção de *paths* OCh fim-a-fim (LSPs)
- Roteamento automático e configuração fim-a-fim de *trails* OCh
- Algoritmos avançados RWA com restrições à camada física e otimização óptica
- Suporte a multilayeres integrado com OTN switch
- Descobrimto automático
- Cálculo automático e provisionamento de LSPs 1+1 de caminhos disjuntos
- Suporte a restauração de LSPs.
- Mecanismos de Diamond Protection combinando proteção 1+1 com restauração de LSP para maximizar a disponibilidade de serviços de alta prioridade.
- Suporte à restauração do plano de controle baseado em mecanismos intuitivos de reinício.
- Operação consistente e conciente do plano de controle, permitindo configuração manual de OTN Switches diretamente pelo Sistema de Gerência.

O plano óptico de controle pode trabalhar juntamente com o plano de controle OTN dos produtos da família LightPad OTS. Com isso, é possível combinar direntes mecanismos de proteção e restauração de cada camada para aumentar o nível de disponibilidade do sistema.

3.3. Mecanismos de Proteção Óptica na Plataforma LightPad

Este item apresenta os mecanismos de proteção óptica atualmente disponíveis na Plataforma DWDM da Padtec.

Há três alternativas de proteção disponíveis, todas operando na camada óptica e, portanto, transparentes à taxa de modulação usada:

- Proteção de fibra.
- Proteção de canal óptico sem proteção de equipamento;
- Proteção de canal óptico com proteção de equipamento.

Os três mecanismos trabalham na configuração 1+1 e possuem as mesmas características de operação. Variam apenas quanto ao nível de atuação: a proteção de fibra atua sobre o sinal óptico multiplexado e as proteções de canais ópticos atuam sobre cada canal óptico individualmente.

Além dos mecanismos de proteção citados acima, a Plataforma LightPad também permite uma alternativa para prover a proteção de rota e de falha de unidades transponders:

- Proteção 1+1 ODP, também conhecida como “Y-cable protection”.

3.3.1. Características da Proteção Óptica

Neste item são apresentadas as características comuns às três alternativas de proteção óptica mencionadas no item anterior, **exceto a Proteção 1+1 ODP**, segundo termos e definições constantes na recomendação G.872 do ITU-T (Architecture of Optical Transport Networks).

3.3.1.1. Configuração do Mecanismo de Comutação de Proteção

O sistema de proteção opera na configuração 1+1 (um sinal principal e um de proteção). Consiste de um splitter na transmissão que deriva o mesmo sinal óptico por dois caminhos distintos e de uma chave óptica na recepção que seleciona o sinal de melhor qualidade. Como a comutação de proteção é decidida localmente pelo equipamento que recebe os sinais ópticos principal e de proteção, não há necessidade de um protocolo de APS (*Automatic Protection Switching*).

A comutação de proteção pode ser reversível ou não-reversível, isto é, quando a falha ou degradação de sinal que causou uma comutação de proteção é sanada, a chave óptica pode ou não retornar ao seu estado anterior. A implementação de comutação não-reversível minimiza o número de comutações no sistema óptico. Quando em comutação reversível, pode ser programado um tempo de “*Wait-to-Restore*” para temporizar a volta da chave à sua posição original.

A comutação de proteção é unidirecional, isto é, pode ocorrer apenas no sentido de recepção em que for detectada falha ou degradação do sinal óptico.

3.3.1.2. Critérios para o Início da Comutação de Proteção

Pedidos de comutação de proteção podem surgir automaticamente, no caso de falha ou degradação de sinal óptico, ou através de atuação externa, via comando manual ou remoto. Os critérios para início de comutação de proteção são os seguintes:

- **Comutação Forçada:** o sistema de gerência da plataforma DWDM da Padtec pode realizar uma comutação forçada remotamente, independentemente da qualidade dos sinais ópticos. Quando em comutação forçada, tanto a comutação manual quanto a automática são desabilitadas.
- **Comutação Manual:** através de botões no painel frontal pode-se forçar a chave óptica de comutação para qualquer dos sinais ópticos de recepção. Sempre que este botão for pressionado, a chave óptica comuta a recepção. Quando em comutação manual, a comutação automática é desabilitada.
- **Comutação Automática:** os sinais ópticos principal e de proteção são constantemente monitorados no lado de recepção da plataforma DWDM da Padtec. Em caso de perda de sinal óptico (falha de sinal) ou diminuição da potência óptica abaixo de um limiar pré-estabelecido (degradação de sinal), a chave óptica comutará para o sinal de proteção desde que este esteja em melhores condições que o sinal principal. A chave comuta automaticamente quando o sinal de recepção ao qual está ligada sofrer queda maior que X dB em relação ao nível ajustado no momento da instalação. A comutação ocorrerá apenas se o outro sinal óptico apresentar nível de potência superior. No caso de queda maior que X dB nos dois sinais ópticos, a chave permanecerá na última posição antes da segunda queda. Quando os dois sinais de recepção estiverem em falha, a chave comutará para o que se recuperar primeiro. O valor de X deve ser ajustado em fábrica.

3.3.1.3. Tempo de Comutação

O tempo de comutação é de no máximo 50 ms a partir da detecção da falha ou degradação do sinal óptico.

3.3.1.4. Gerenciamento da Comutação de Proteção

O sistema de gerência monitora continuamente a chave óptica de proteção, exteriorizando alarmes indicativos de comutação e indicando em que rota o tráfego se encontra e se a rota alternativa se encontra em condições de tráfego.

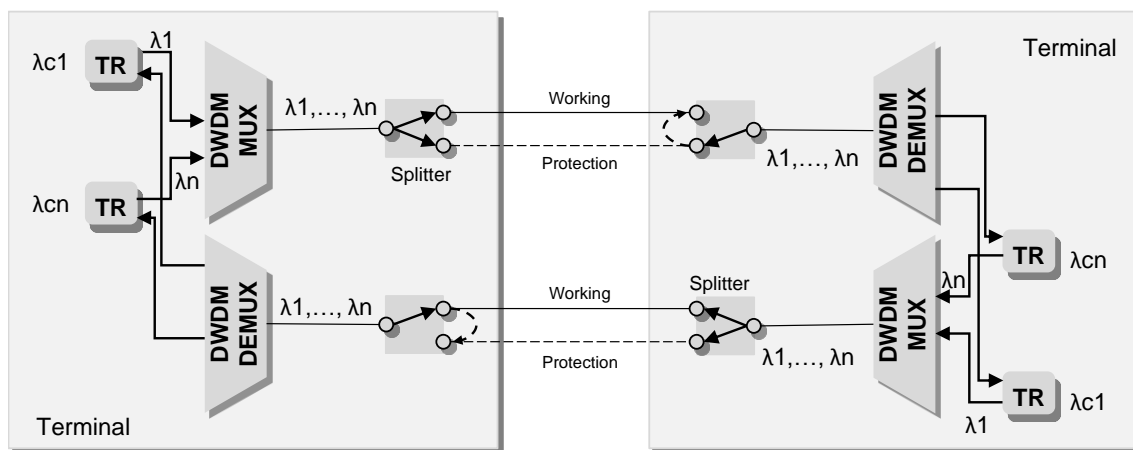
3.3.2. Alternativas de Proteção na Camada Óptica

São apresentadas quatro alternativas de proteção óptica atualmente disponíveis na plataforma DWDM da Padtec.

3.3.2.1. Proteção de Fibra

O sistema de proteção de fibra protege o sinal multiplexado em comprimento de onda. O splitter é posicionado logo após o multiplexador óptico e a chave óptica fica imediatamente antes do demultiplexador.

A figura a seguir ilustra esta alternativa de proteção, onde dois sinais da camada cliente (λ_{c1} e λ_{cn}) são multiplexados opticamente e sujeitos à proteção de fibra. O sinal óptico principal é mostrado em linha cheia e o sinal de proteção em linha pontilhada.

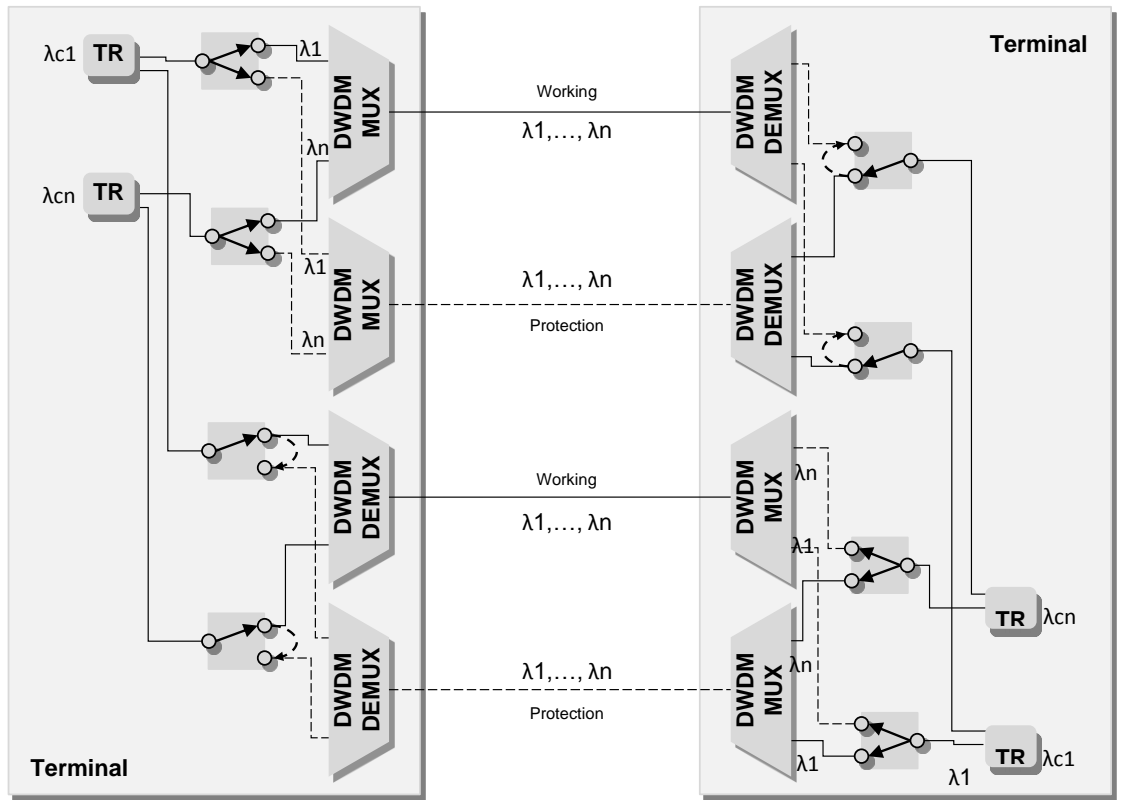


Exemplo de Proteção de Fibra

3.3.2.2. Proteção de Canal Óptico Sem Proteção de Equipamento

Esta alternativa de proteção de canal óptico atende às especificações de proteção do tipo OSNC, ou seja, proteção de Subnetwork Connection aplicável à camada óptica, conforme descrito na Recomendação G-872 do ITU-T que trata de arquitetura de redes ópticas de transporte. Nesta alternativa de proteção cada canal óptico é protegido individualmente, possuindo seu próprio conjunto de splitter e chave óptica. O splitter localiza-se logo após o Transponder de transmissão e a chave óptica logo após o demultiplexador DWDM. Canais ópticos que não necessitem de proteção dispensam o splitter e a chave óptica.

A figura a seguir ilustra o funcionamento desta alternativa de proteção, também considerando dois sinais da camada cliente sujeitos à proteção de canal óptico. Note que há a necessidade de dois conjuntos de mux'demux ópticos para que seja provida diversidade de rota.

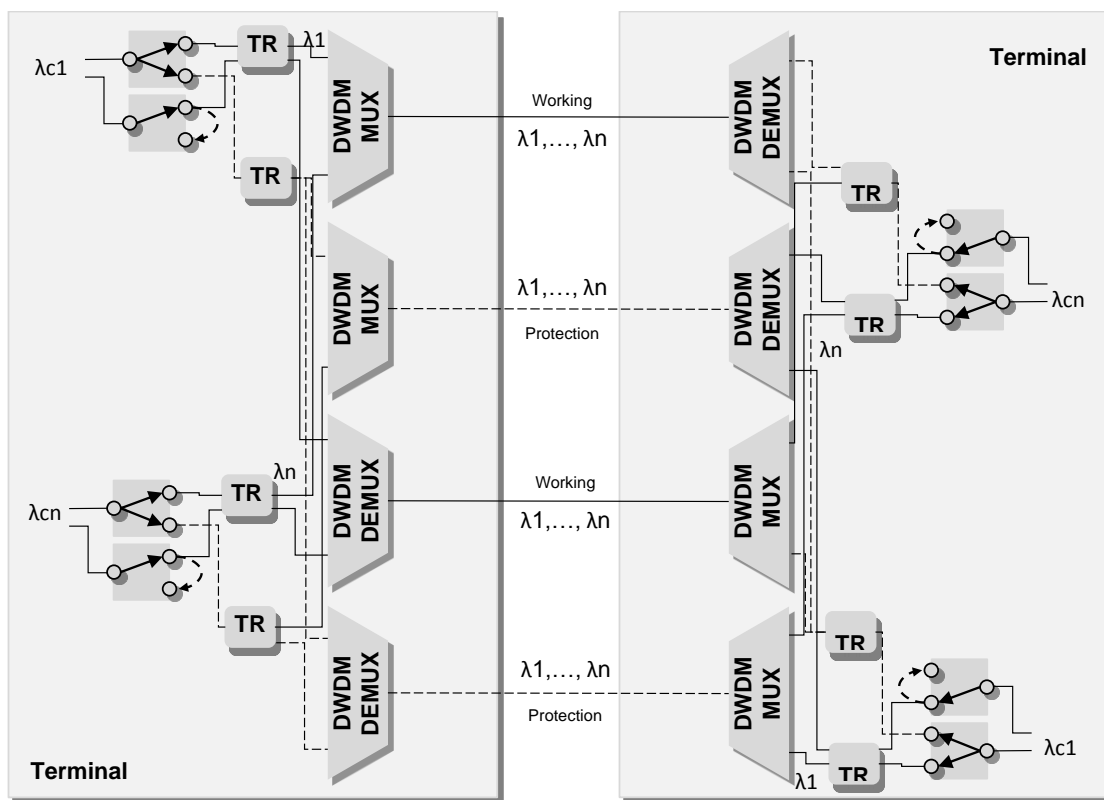


Exemplo de Proteção de Canal Óptico

3.3.2.3. Proteção de Canal Óptico Com Proteção de Equipamento

Nesta alternativa são protegidos o canal óptico e o seu respectivo Transponder. Seguindo as definições da Recomendação G.872, corresponderia a um tipo de proteção de trail, onde o trail seria o canal óptico. Para cada canal óptico protegido haverá a necessidade do conjunto de splitter e chave óptica e de um transponder de proteção. Canais ópticos que não necessitem de proteção dispensam o conjunto splitter mais chave óptica e O Transponder adicional.

A figura a seguir ilustra o funcionamento desta alternativa de proteção, sempre considerando dois sinais da camada cliente sujeitos à proteção de canal óptico e de transponder. Há também a necessidade de dois conjuntos de mux\demux ópticos para disponibilizar diversidade de rotas.



Exemplo de proteção de canal óptico com proteção de Transponder

3.3.2.4. Proteção 1+1 ODP

Nesta alternativa, para proteger um cliente ou um site através da funcionalidade ODP são necessários pares de Transponders ODP (“principal/working” e “reserva/protection”) que são interconectados através de uma interface serial com conector RJ-11. Cada par de transponder protege um canal específico ou uma rota específica, dependendo da topologia da rede. A funcionalidade ODP é opcional nos transponders e está relacionada ao código do produto (Capítulo 4). Os transponders ODP podem ser utilizados em conjunto com outros mecanismos de proteção como chaves ópticas (OPS) e equipamentos passivos (duplex) para aumentar o nível de proteção do enlace óptico.

Na proteção 1+1 ODP, cada canal óptico protegido necessitará de um splitter para que o sinal óptico do cliente seja encaminhado para os dois transponders ODP. Desta forma, os dois equipamentos transmitirão no lado rede para os dois transponders do site de recepção. Entretanto, apenas O Transponder configurado como Principal/Working transmitirá o sinal para a (s) interface (s) óptica (s) do lado cliente. Caso haja perda de potência óptica ou degradação do sinal óptico (função Degrade Switching), o tráfego na recepção é comutado para O Transponder configurado como Reserva/Protection, através da comunicação entre as interfaces elétricas RJ-11 dos transponders (função ODP deve estar habilitada na gerência). Após os transponders ODP de recepção, também é necessário um splitter para prover ao cliente o sinal óptico de apenas um transponder.

Observações:

- Para o correto funcionamento da funcionalidade ODP nos transponders Combiner 10 Gb/s, é necessário que a função AUTO LASER OFF do lado cliente esteja acionada.
- Em caso de falha ou ausência do cabo elétrico, os transponders operam normalmente, exceto pela impossibilidade de comutação por ODP. Nestes casos um alarme de *Cable Fail* é reportado na gerência.
- O tempo máximo de comutação ODP é de 50 ms (típico 15 ms).

3.3.2.4.1. Critérios para comutação em proteção ODP

Os transponders ODP podem comutar através de telecomando da gerência (comutação forçada) ou através das falhas verificadas na análise do quadro OTN, conforme abaixo:

- LOF (Loss of Frame).
- LOS (Loss of Signal).
- LOS SYNC.
- AIS (Alarm Indication Signal).
- LOM (Loss of Multiframe).
- BIP-8 (taxa de erros superior que 10-6): Opção Degrade Switching necessita estar habilitada.

3.3.2.4.2. Função HOLD-OFF

Em um sistema óptico, composto por muitos dispositivos de transmissão como amplificadores ópticos e chaves ópticas, qualquer anomalia ocorrida na rede poderá levar alguns milissegundos de propagação antes de ser detectada por algum receptor. Se um sistema é protegido simultaneamente através de transponders ODP e chaves ópticas, por exemplo, é provável que o usuário precise definir uma prioridade na comutação dos dispositivos de proteção. Nos transponders ODP da Padtec, essa prioridade pode ser definida através da função HOLD-OFF.

Através da função HOLD-OFF, o usuário pode definir um intervalo de tempo em milissegundos (ms) que corresponderá ao atraso na comutação dos transponders. Assim, ao detectar uma falha, O Transponder irá aguardar um intervalo de tempo que deverá ser suficiente para que outros dispositivos de segurança da rede atuem, segundo uma prioridade pré-definida pelo usuário.

Em sistemas protegidos por chaves ópticas e que apresentam diversos amplificadores em cascata, normalmente é necessário aguardar entre 60 ms e 65 ms para que a falha se propague e as chaves ópticas sejam acionadas. Nesse caso, se as chaves ópticas forem os dispositivos de proteção prioritários, é necessário ajustar o HOLD-OFF para valores da ordem de 60ms – 65ms.

Com a função HOLD-OFF desligada, a comutação dos transponders ocorrerá imediatamente após a falha, independentemente dos demais dispositivos de proteção da rede.

3.3.2.4.3. Função WAIT-TO-RESTORE

Em sistemas protegidos, é muito comum que uma rota seja restabelecida pouco tempo após a ocorrência da falha. Nesses casos, existe a possibilidade de que O Transponder “principal/working” volte automaticamente a ser gerador do tráfego. O tempo que O Transponder deverá aguardar antes de restabelecer o tráfego pode ser configurado através da função WAIT-TO-RESTORE.

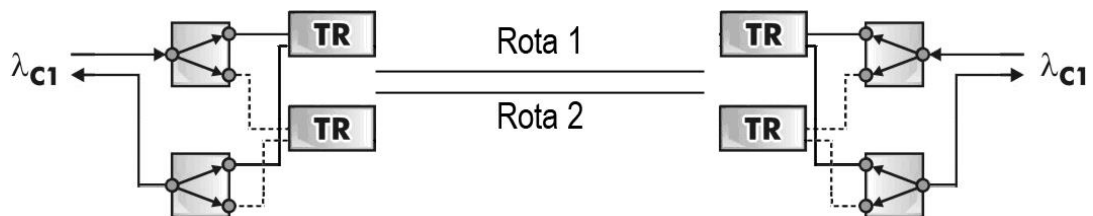
O valor padrão de fábrica é de 900 s, ou seja, 15 minutos. Este valor pode ser configurado pela Gerência. Caso não haja interesse, esta funcionalidade pode ser desabilitada.

3.3.2.4.4. Exemplos de Aplicação ODP

Conforme citado anteriormente, a funcionalidade ODP pode ser utilizada em conjunto com outros métodos de proteção. Abaixo, podem-se analisar dois exemplos de aplicação de ODP (proteção de transponder e proteção de rota).



Exemplo de sistema com proteção de transponders



Exemplo de sistema com proteção de rotas e transponders

4. Especificação Técnica das Unidades do Sistema DWDM da Padtec

Este capítulo apresenta detalhadamente a especificação técnica de todas as unidades que constituem a Plataforma LightPad i6400G. A plataforma possui equipamentos com conexões do tipo SC - APC (SC – *Angled Physical Contact*), LC – APC (LC – *Angled Physical Contact*), LC – UPC (LC – *Ultra Polished Connector*) e LX5-APC.

O sistema DWDM da Padtec está em conformidade com as recomendações G.664, G.691, G.692, G.957 do ITU-T, GR-1312-CORE, GR-2979-CORE e IEC 60825-1 (outras recomendações são também mencionadas neste manual).

4.1. Transponder Dual 10 Gb/s G.709

4.1.1. Modelo:

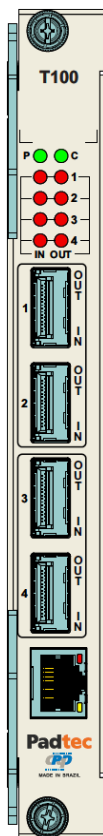
T100-HA

T100-HB (com GCC)

4.1.2. Dimensões Físicas e Painel Frontal

O Transponder Dual 10G é compatível com os sub-racks de 14U, sub-racks compactos de 4U e 2U da Plataforma LightPad i6400G.

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	202
Largura [mm]	23,7
Profundidade [mm]	217,4
Peso aproximado	
Modelo 4,5U [kg]	0,9



Painel Frontal do Transponder Dual 10 Gb/s G.709 de 4,5U de altura

4.1.3. Descrição Funcional

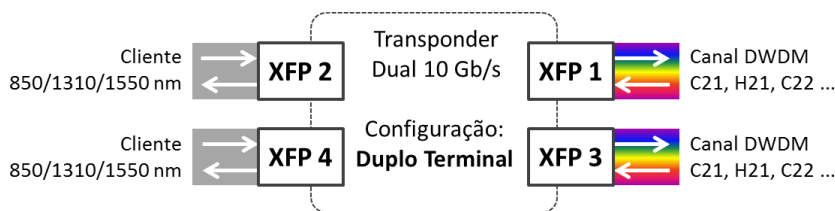
O Transponder Dual 10 Gb/s G.709 possui quatro slots numerados de 1 a 4 para inserção de XFPs. Após a inserção do XFP cada slot passa a disponibilizar interfaces para a transmissão e recepção de sinais ópticos cliente ou rede. Dependendo dos XFPs inseridos em cada slot, o Transponder Dual pode ser utilizado em diferentes configurações. Para o uso correto de cada uma das possíveis configurações é necessário:

- Definir as configurações individuais de cada interface via Sistema de Gerência.
- Inserir os XFPs corretamente nos slots conforme a configuração escolhida. Os XFPs “coloridos”, ou seja, utilizados para o lado da rede, podem-se ser fixos ou sintonizáveis. Neste último caso será necessário configurar o canal através do Sistema de Gerência.

Cada uma das três possíveis configurações de utilização do Transponder Dual 10 Gb/s são explicadas e ilustradas a seguir.

Duplo Terminal

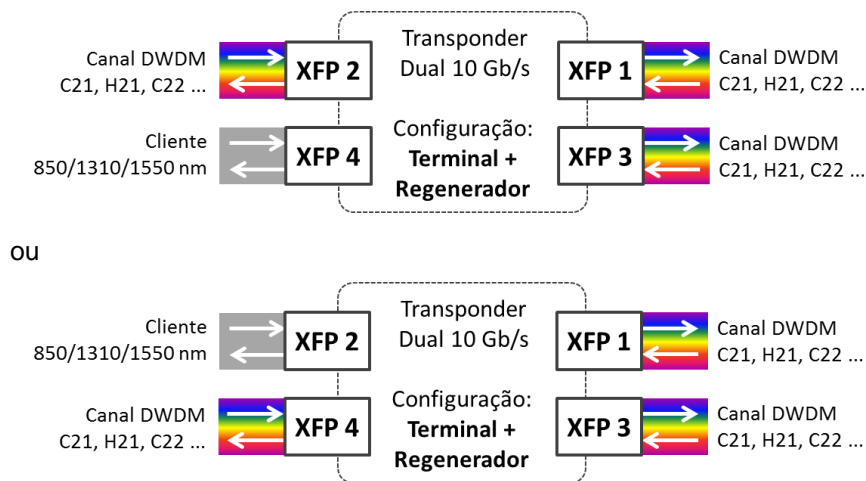
Nesta configuração o Transponder Dual realiza o mapeamento de dois clientes distintos em dois canais DWDM. Estes canais deverão ser diferentes caso sejam enviados a um mesmo multiplexador óptico, mas poderão ser coincidentes caso sejam enviados para multiplexadores distintos.



Transponder Dual 10 Gb/s configurado como Duplo Terminal

Terminal e Regenerador

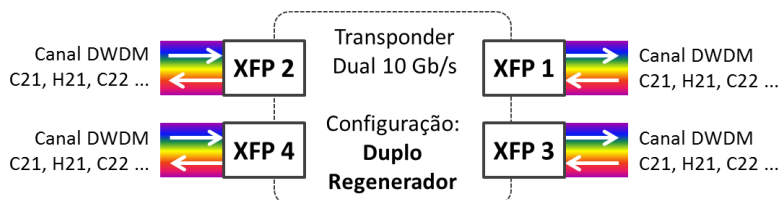
Nesta configuração o Transponder Dual realiza o mapeamento de um cliente em um canal DWDM em um par de XFPs enquanto o outro par regenera um sinal DWDM. Os canais deverão ser diferentes caso sejam enviados a um mesmo multiplexador óptico, mas poderão ser coincidentes caso sejam enviados para multiplexadores distintos.



Transponder Dual 10 Gb/s configurado como Terminal e Regenerador

Duplo Regenerador

Nesta configuração o Transponder Dual realiza a regeneração um sinal DWDM em cada par de XFPs, totalizando a regeneração de dois canais DWDM. Estes canais deverão ser diferentes caso sejam enviados a um mesmo multiplexador óptico, mas poderão ser coincidentes caso sejam enviados para multiplexadores distintos.



Transponder Dual 10 Gb/s configurado como Duplo Regenerador

A tabela seguinte associa as configurações apresentadas aos respectivos XFPs que devem ser utilizados em cada uma delas.

















Cenários de Utilização do Transponder Dual 10 Gb/s – 4,5U				
Configurações	Interfaces Pareadas		Interfaces Pareadas	
	XFP 1	XFP 2	XFP 3	XFP 4
Duplo Terminal	Rede - 1550 nm Fixo ou sintonizável 	Cliente 850 / 1310 / 1550 nm 	Rede - 1550 nm Fixo ou sintonizável 	Cliente 850 / 1310 / 1550 nm 
Terminal e Regenerador	Rede - 1550 nm Fixo ou sintonizável 	Cliente 850 / 1310 / 1550 nm 	Rede - 1550 nm Fixo ou sintonizável 	Rede - 1550 nm Fixo ou sintonizável 
	Rede - 1550 nm Fixo ou sintonizável 	Rede - 1550 nm Fixo ou sintonizável 	Rede - 1550 nm Fixo ou sintonizável 	Cliente 850 / 1310 / 1550 nm 
Duplo Regenerador	Rede - 1550 nm Fixo ou sintonizável 	Rede - 1550 nm Fixo ou sintonizável 	Rede - 1550 nm Fixo ou sintonizável 	Rede - 1550 nm Fixo ou sintonizável 

Tabela guia para inserção de XFPs no Transponder Dual 10 Gb/s

Quando utilizadas como CLIENTE, **as interfaces 2 e 4** suportam os seguintes protocolos:

- 10 GbE LAN/WAN, categorizado em:
 - 10GBASE-W CBR = 10GBASE-W mapeado (AMP ou BMP) em OPU2 conforme ITU-T G.709 (PT= 0x02 ou 0x03)
 - 10GbE LAN 7 1 Legado = 10GBASE-R mapeado em OPU2e com PT=0x80, para interoperação com 10G da Padtec, como exemplo o T100DCT-4xTMYL ou mais antigo

4. Especificação Técnica das Unidades do Sistema DWDM da Padtec

- 10GbE LAN 7 1 = 10GBASE-R mapeado (BMP) em OPU2e conforme ITU-T G.Sup43 sessão 7.1, ou seja ITU-T G.709 sessão 17.2.4 (PT=0x03)
- 10GbE LAN 7 3 = 10GBASE-R mapeado (GFP-F) em OPU2 conforme ITU-T G.Sup43 sessão 7.3, ou seja ITU-T G.709 sessão 17.4.1 (PT=0x09)
- STM-64
- 8/10G FC e FICON
- OTU2/OTU2e

Quando utilizadas como REDE, **as interfaces de 1 a 4** suportam os seguintes protocolos:

- OTU2 GFEC/XFEC 7%
- OTU2e GFEC/XFEC 7%

O Transponder Dual 10 Gb/s é compatível com a recomendação G.709 do ITU-T. Adicionalmente, a unidade as seguintes funcionalidades:

- Gerência de desempenho compatível com as Recomendações G.709 do ITU-T, permitindo a monitoração on-line do tráfego para verificação de SLA, com o objetivo de assegurar níveis elevados de QoS por comprimento de onda.
- Gerência de falhas que baseada nos padrões do ITU-T, Recomendação G.798, permitindo a rápida localização de eventos de falha, contribuindo para aumentar a disponibilidade do tráfego.
- Monitoramento e parâmetros de performance de erros (ODUK) baseado na recomendação G.8201 do ITU-T, permitindo uma gerência mais abrangente do desempenho do tráfego cliente.
- Tracing por comprimento de onda, permitindo a verificação da conectividade física em redes complexas. Esta funcionalidade permite realizar a instalação e manutenção dos transponders de forma rápida e efetiva.
- Compatibilidade com outros Transponders Regeneradores 10 Gb/s OTN.
- Compatibilidade com o sistema de proteção na camada óptica da Plataforma LightPad.
- Proteção de SNC de ODU (Topologia em anel).
- Funcionalidade GCC (Generic Communication Channel, conforme G.709) disponível no modelo T100-HB.
- Código corretor de erro configurável via Sistema de Gerência, aumentando a robustez contra efeitos não-lineares e degradação do desempenho da rede. Duas opções disponíveis:
 - FEC (RS-255,239) Reed-Solomon G.709
 - XFEC (ITU-T G.975.1 I.7)
- Utilização de módulos XFP (10 Gigabit Small Form Factor Pluggable) nas interfaces de clientes que permitem implementar interfaces ópticas de alcances variados. As interfaces clientes podem ser configuradas para os protocolos/taxas suportados, garantindo flexibilidade para operação de rede.
- Operação e manutenção através de Sistema de Gerência da Plataforma LightPad.
- Comunicação entre a unidade Supervisora implementada através do protocolo Ethernet via painel traseiro do sub-rack.
- Loopback configurável individualmente em cada interface.

4.1.4. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional

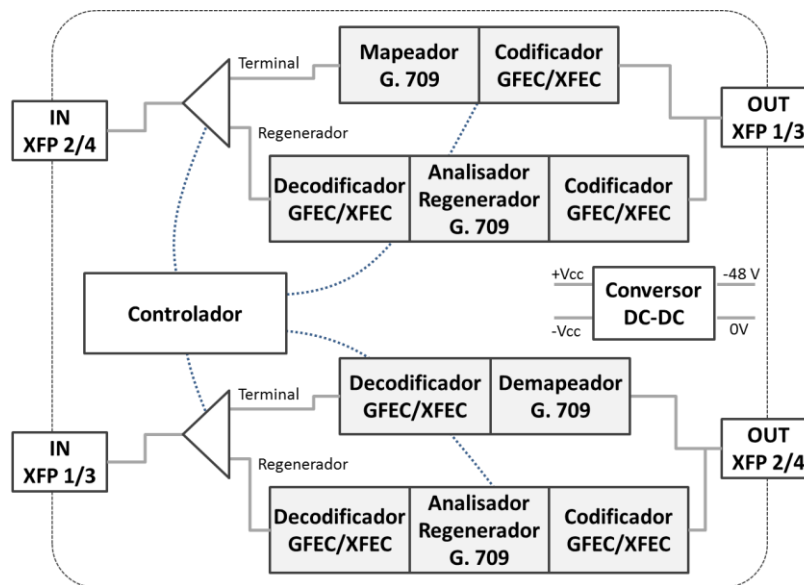


Diagrama em Blocos do Transponder Dual 10 Gb/s G.709

Os sinais provenientes das interfaces de entrada dos XFPs, dependendo da configuração de uso escolhida para o Transponder Dual, serão tratados de forma distinta:

Configuração de Regenerador

Os sinais recebidos por IN 2/4 serão processados e enviados respectivamente por OUT 1/3. O primeiro passo deste processamento consiste em decodificar o campo FEC do quadro OTN recebido, corrigindo possíveis bits invertidos. A seguir, a análise do sinal regenerado é feita com base nos recursos dos cabeçalhos do quadro OTN. Após esta análise, é adicionado ao sinal regenerado um novo campo de FEC. No sentido contrário, os sinais recebidos em IN 1/3 passarão pelo mesmo processo, sendo em seguida encaminhados para OUT 2/4 respectivamente.

Configuração de Terminal

Os sinais recebidos por IN 2/4 serão processados e enviados respectivamente por OUT 1/3. Este processamento consiste em mapear o protocolo cliente na estrutura do quadro OTN e em seguida adicionar ao mesmo o campo de FEC. No sentido contrário, será feita a decodificação do campo FEC dos sinais recebidos por IN1/3, processo que corrige possíveis inversões de bit (dentro do limite do tipo de FEC utilizado). O sinal é então extraído do quadro OTN, estando pronto para ser entregue ao respectivo equipamento cliente através das interfaces OUT 2/4.

A estrutura do quadro OTU2 segue a recomendação G.709 e processa os seguintes bytes de overhead:

OTU - Optical channel Transport Unit

FAS - Frame Alignment Signal

MFAS - Multi Frame Alignment Signal

TTI - Trail Trace Identifier
BIP-8 - Bit Interleaved Parity
BDI - Backward Defect Indication
BEI - Backward Error Indication
FEC - Forward Error Correction
ODU - Optical channel Data Unit
TTI - Trail Trace Identifier
BIP-8 - Bit Interleaved Parity
BDI - Backward Defect Indication
BEI - Backward Error Indication
STAT - Status bits for indication of maintenance signal
OPU - Optical channel Payload Unit
PSI - Payload Structure Identifier
PT - Payload Type
JC - Justification Control

Tabela - Bytes de Overhead Implementados no Transponder Dual 10 Gb/s G.709

Observação: diferenças de frequência de *clock* dos sinais clientes para o relógio de transmissão da interface rede (gerado localmente pelo relógio global) são acomodados pelo processo de justificação definido na recomendação ITU-T G.709.

4.1.5. Configurações e Ajustes no Hardware

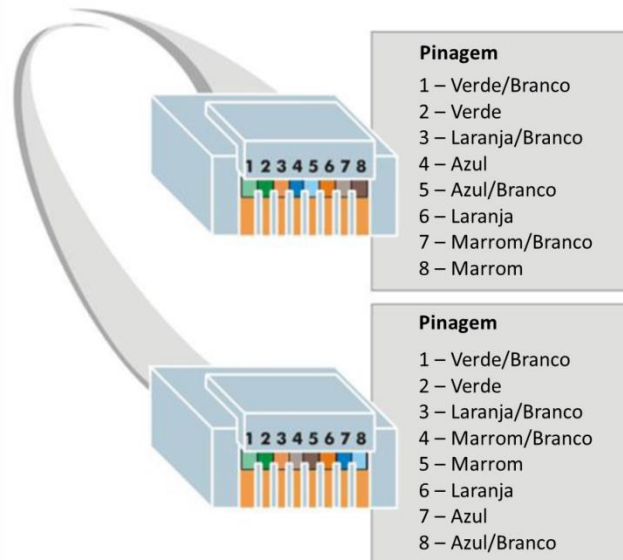
O Transponder Dual 10 Gb/s ODU G.709 não possui configurações ou ajustes no hardware.

4.1.6. Alimentação Elétrica

O Transponder Dual 10 Gb/s é alimentado em -48 VDC, 0 VDC e Terra de Bastidor, através do conector traseiro que o conecta à trilhas dos sub-racks da Plataforma LightPad i6400G.

4.1.7. Interfaces Elétricas

O Transponder Dual 10 Gb/s de 4,5U possui em seu painel frontal uma interface RJ-45 para proteção ODP, nessa interface deve-se utilizar um cabo UTP CAT5e e seguir a pinagem descrita abaixo:



Pinagem do cabo ODP

O Transponder Dual 10 Gb/s de 4,5U conecta-se ao sub-rack por meio de um conector traseiro. Através deste conector são implementadas as conexões de alimentação, que fornecem energia à unidade, e as conexões de gerência, através de um barramento Ethernet, entre o Transponder e o Supervisor do sub-rack.




4.1.8. Interfaces Ópticas

O Transponder Dual 10 Gb/s possui conexões ópticas do tipo LC-PC implementadas através de XFPs com as seguintes características:

- Para sinais cliente: 850,1310 ou 1550 nm
- Para sinais rede: comprimento de onda de acordo com a grade de canais DWDM do ITU-T, com laser fixo ou sintonizável.

As interfaces podem ser utilizadas da seguinte maneira:

- IN2 e IN4: de acordo com a configuração de utilização escolhida para o Transponder Dual 10 Gb/s, podem receber sinais de equipamento cliente ou sinais rede OTU2 mapeados segundo a recomendação G.709.
- IN1 e IN3: Recebem sinais rede OTU2 mapeados segundo a recomendação G.709.
- OUT2 e OUT4: de acordo com a configuração de utilização escolhida para o Transponder Dual 10 Gb/s, podem transmitir sinais para equipamento cliente ou sinais rede OTU2 mapeados segundo a recomendação G.709.
- OUT1 e OUT3: Transmitem sinais rede OTU2 mapeados segundo a recomendação G.709.

 Classe do Laser		Interfaces de exposição à radiação (Laser)
IEC 60825 (2007-03)	FDA (4.9)	
CLASS 1 LASER PRODUCT 	CLASS I LASER PRODUCT 	<ul style="list-style-type: none"> OUT1 a OUT4 – via XFP

4.1.9. Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	Máx: 31
MTBF [horas]	2 x 10 ⁵
Temperatura máxima de operação módulo óptico (carcaça do <i>transceiver</i> lado rede) [°C]	70
Temperatura máxima de operação FPGA (<i>Field Programmable Gate Array</i>) [°C]	85

Interface Rede OTU2 – XFP padrão fornecido com a unidade JDSU / JXP01TMAC1CX5PAD	Especificação
Taxa de bit suportada [Gb/s]	10.709 (FEC)
Sensibilidade para taxa de erro de 10 ⁻¹² (pós-FEC) [dBm]	-24
Potência de saturação para taxa de erro de 10 ⁻¹² [dBm]	-7
Potência mínima de transmissão [dBm]	-1
Razão de extinção [dB]	> 10
Comprimento de onda [nm]	Grade ITU-T [*] ± 0,10 nm

Interface Rede OTU2 – XFP padrão fornecido com a unidade JDSU / JXP01TMAC1CX5PAD	Especificação
OSNR de Recepção [dB] (BER 10^{-12} ; DGD=0; Dispersão cromática=0)	GFEC 7%: 17 XFEC 7%: 14,5
Máxima dispersão tolerada [ps/nm]	0 a 1.600
DGD suportada [ps]	30
Sintonia [**]	Banda C e L, 50 GHz

[*] G.694.1

[**] Válido para modelos sintonizáveis

Características das interfaces de clientes

Interfaces Cliente podem ser implementadas com diversos modelos de XFP, módulos conectáveis que são amplamente disponíveis comercialmente. Nestes casos, as características paramétricas podem divergir de acordo com o modelo e fabricante da unidade utilizada (para informações e características paramétricas dos modelos de XFP compatíveis com os equipamentos da Plataforma LightPad i6400G da Padtec consulte o Guia da Plugáveis Plataforma LightPad i6400G)

4.1.10. Precauções de Manuseio

O Transponder Dual 10 Gb/s utiliza Laser Classe 1. Por esta classe de Laser ser a mais segura das existentes, não exige nenhum cuidado especial de manuseio por parte do usuário. No entanto, recomenda-se manter os olhos fora da linha de direção do conector de saída do transponder. Sempre que os conectores dos cordões de manobra exteriores ao transponder forem retirados, deve-se tomar o cuidado de tampar os adaptadores no frontal do equipamento para evitar que o conector interno do equipamento se suje. Ao retirar o transponder do sub-rack, o mesmo deve ser envolto em embalagem blindada e antiestática para evitar que os componentes do equipamento possam ser danificados.

4.1.11. Indicações Luminosas no Painel Frontal

O Transponder Dual 10 Gb/s G.709 possui os seguintes LEDs no painel frontal:

- **P** (Power): LED verde que se acende quando é alimentado eletricamente.
- **C** (CPU): LED amarelo que pisca continuamente quando os processos do chip controlador do transponder estão funcionando normalmente.
- **OUT1 a OUT4 (Laser Off)**: LEDs que podem assumir os seguintes estados:
 - Aceso em vermelho: o laser da respectiva interface está desligado.
 - Piscando em amarelo: a funcionalidade de loopback da interface está ativa
- **IN1 a IN4 (LOS)**: LEDs que podem assumir os seguintes estados:
 - Aceso em vermelho: a respectiva interface não está recebendo potência ótica (LOS).
 - Piscando em vermelho: a respectiva interface recebe potência ótica, mas não há sincronismo de quadro OTN (Loss of Sync).

4.1.12. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

Alarmes:

- FAIL (OTU2).
- LOS (OTU2, S1 a S8).
- LOSsync (OTU2, S1 a S8).
- LOF (OTU2).
- LASEROFF (OTU2, S1 a S8).
- OTU-BDI, ODU-BDI, LOM, PLM, OTU-TIM, ODU-TIM, ODU-AIS.
- Temperatura elevada.
- Alarmes relacionados ao desempenho (análise) das interfaces clientes.

Telemidas:

- PIN: nível de potência de entrada para cada uma das interfaces IN (valor com tolerância de ± 1 dB).
- POUT: nível de potência de saída para cada uma das interfaces OUT (valor com tolerância de ± 1 dB).
- Estado e configuração de cada interface cliente.
- Valor da taxa de erro de bit do OTU-BIP8, ODU-BIP8, OTU-BEI, ODU-BEI, Erros Corrigidos pelo FEC e Blocos não Corrigidos pelo FEC.
- Estado do codificador e do decodificador do FEC: ligado ou desligado.
- Temperatura do módulo/laser.
- Número do slot do sub-rack em que o Transponder Dual 10 Gb/s está instalado.
- Número de série do Transponder Dual 10 Gb/s.
- Código de produto do Transponder Dual 10 Gb/s.

4.1.13. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

- Configurar canal (grade DWDM) das interfaces OUT.
- Desligar Laser das interfaces OUT1 a OUT4.
- Ligar Laser das interfaces OUT1 a OUT4.
- Configurar protocolo e taxa das interfaces clientes.
- Configurar cada interface OUT para trabalhar com GFEC ou XFEC
- Ligar ou desligar o codificador do FEC.
- Ligar ou desligar o decodificador do FEC.
- Ligar ou desligar funcionalidade *Auto Laser Off* para cada interface de maneira independente. Esta funcionalidade é descrita a seguir:
 - Em caso de alarme de LOS em uma interface IN, a unidade automaticamente desliga o laser da interface OUT que continuaria a transmissão do sinal não recebido. Se a funcionalidade *Auto Laser Off* estiver habilitada os lasers das interfaces OUT serão desabilitados conforme a tabela a seguir:

Em caso de LOS na interface:	Será desligado o laser da interface
IN1	OUT2
IN2	OUT1
IN3	OUT4
IN4	OUT3

- Iniciar ou parar medidas de: taxa de erro de bit do OTU BIP-8, ODU BIP-8, OTU-BEI, ODU-BEI, Erros corrigidos pelo FEC e Erros não corrigidos pelo FEC.
- Habilitar ou desabilitar as ações consequentes (inserção de MS-AIS, ODU-TIM e OTU-TIM) à detecção de ODU-TIM ou OTU-TIM.

4.1.14. Etiquetas de Identificação

O Transponder Dual 10 Gb/s G.709 possui uma etiqueta na placa de circuito impresso que indica o número de série da placa (PCI). No painel frontal existe uma etiqueta com o número de série e o código do produto.

4.1.15. Procedimento de Remoção da Unidade do sub-rack

Utilizar pulseira antiestática ao remover a placa do sub-rack.

- Desconectar os seus cabos ópticos.
- Retirar a unidade do sub-rack.

4.1.16. Procedimento de Inserção da Unidade no sub-rack

Utilizar pulseira antiestática ao inserir a placa no sub-rack.

- Inserir totalmente a placa no sub-rack.
- Conectar os cabos ópticos em seu painel frontal.
- Retirar a unidade do Sub-bastidor em seguida.

4.1.17. Procedimento de Inserção da Unidade no Sub-bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao inserir O Transponder no Sub-bastidor.

- Inserir totalmente O Transponder no Sub-bastidor.
- Conectar os cabos ópticos em seu painel frontal.

4.2. Combiner ODU 10 Gb/s G.709

4.2.1. Modelo de um slot 4,5U:

TCX22-HA: Combiner ODU-XC com duas interfaces de rede 10G, 8 interfaces cliente de até 4G e matriz de tráfego de 20G.

4.2.2. Modelo de full slot 9U e standalone 1U:

Campo	Descrição
TCX	-
Interfaces de Rede	1: Uma interface de Rede DWDM 2: Duas interfaces de Rede DWDM
Taxa Interface de Rede	2: OTU2
-	-
Mecânica (Altura)	1: 1U 9: 9U
Interface DWDM 1	D: DWDM Sintonizável Q: Módulo Plugável XFP Y: Módulo Plugável XFP com suporte a T-XFP
Interface DWDM 2	D: DWDM Sintonizável Q: Módulo Plugável XFP Y: Módulo Plugável XFP com suporte a T-XFP
-	-
Características	G0: Interface(s) DWDM com GFEC / Interfaces Cliente Multiprotocolo - Suporte à ESCON/ Fast Ethernet/ GbE/ STM-1/ STM-4/ STM-16/ 1G FC/ 1G FICON/ 2G FC/ 2G FICON/ 4G FC / 4G FICON/ SD-SDI/ HD-SDI – <i>General Communications Channel (GCC)</i> C0: Interface(s) DWDM com GFEC / Interfaces Cliente Multiprotocolo - Suporte à ESCON/ Fast Ethernet/ GbE/ STM-1/ STM-4/ STM-16/ 1G FC/ 1G FICON/ 2G FC/ 2G FICON/ 4G FC / 4G FICON/ SD-SDI/ HD-SDI D0: Interface(s) DWDM com GFEC / Interfaces Cliente Multiprotocolo - Suporte à ESCON/ Fast Ethernet/ GbE/ STM-1/ STM-4/ STM-16/ 1G FC/ 1G FICON/ 2G FC/ 2G FICON/ 4G FC / 4G FICON/ SD-SDI/ HD-SDI – <i>General Communications Channel (GCC) + Auto Laser Off (ALO)</i>

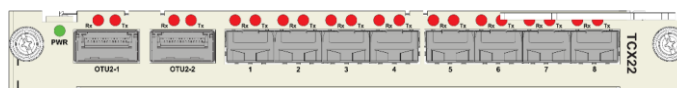
Exemplo de Transponders produzidos	
TCX22-1YY-D0	TCX22-HA

4.2.3. Dimensões Físicas e Painel Frontal

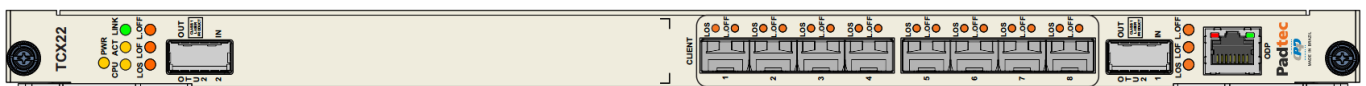
As unidades Combiner 10 Gb/s ODU G.709 de 9U e 4,5U são compatíveis com o sub-rack de 14U, sub-rack compacto de 4U e 2U da Plataforma LightPad i6400G. O Combiner de 1U é colocado diretamente em um rack de 19" e pode ser utilizado de modo standalone.

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	1U: 44,45
	4,5U: 202
	9U: 404
Largura [mm]	1U: 440
	4,5U: 23,7
	9U: 23,7
Profundidade [mm]	1U: 242,4
	4,5U: 217,4
	9U: 217,4

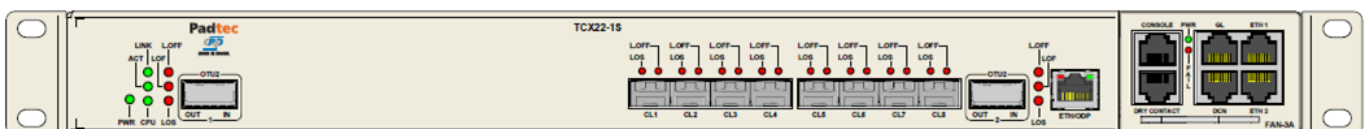
Peso aproximado	
Modelo 1U [kg]	2,8
Modelo 4,5U [kg]	0,9
Modelo 9U [kg]	2,2



Painel Frontal do Combiner 10 Gb/s ODU-XC 8x2 G.709 de 4,5U para sub-rack de 14U, compacto 4U ou 2U



Painel Frontal do Combiner 10 Gb/s ODU-XC 8x2 G.709 de 9U para sub-rack de 14U, compacto 4U ou 2U



Painel Frontal do Combiner 10 Gb/s ODU-XC 8x2 G.709 standalone de 1U de altura

4.2.4. Introdução

A unidade Combiner 10 Gb/s ODU-XC G.709 possui oito interfaces clientes cujo tráfego é agregado para transmissão em duas interfaces OTU2. O Combiner ODU-XC suporta conexões-cruzadas (*cross-connections*) para sinais cliente. Esta funcionalidade permite realizar a inserção (add), derivação (drop) ou passagem (pass-through) de um protocolo cliente, sem a necessidade de desencapsular todo o sinal OTU2 proveniente da interface de rede.

Cada uma das interfaces clientes pode transportar sinais com os seguintes protocolos e taxas de bit (*soft-ports*):

- Gigabit Ethernet (auto-negociação não-aplicável) – 1,25 Gb/s
- Fast Ethernet (auto-negociação não-aplicável) – 100 Mb/s
- 1G Fibre Channel (1G FICON) – 1,065 Gb/s
- 2G Fibre Channel (2G FICON) – 2,125 Gb/s
- 4G Fibre Channel (4G FICON) (modelo A0/G0) – 4,25 Gb/s
- ESCON – 200 Mb/s
- STM-16 – 2,5 Gb/s
- STM-4 – 622 Mb/s
- STM-1 – 155 Mb/s
- HD-SDI – 1,485 Gb/s
- SDI / DVB-ASI (SMPTE 259M-C / 259M-B / 259M-D) – 270 Mb/s

O Combiner 10 Gb/s ODU permite utilização de até 8 interfaces clientes independentemente configuradas conforme protocolos acima.

A unidade permite a utilização/configuração dos protocolos acima em qualquer interface cliente, ou seja, não existem restrições de ocupação de portas quanto ao protocolo. Entretanto, de forma a otimizar a ocupação e maximizar a taxa total transportada, a Padtec recomenda utilização portas conforme tabela a seguir:

	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Cliente 5	Cliente 6	Cliente 7	Cliente 8
Ocupação ODU0	FE GbE	FE GbE	FE GbE	FE GbE	FE GbE	FE GbE	FE GbE	FE GbE
	STM-1	STM-1	STM-1	STM-1	STM-1	STM-1	STM-1	STM-1
	STM-4	STM-4	STM-4	STM-4	STM-4	STM-4	STM-4	STM-4
	1G	1G	1G	1G	1G	1G	1G	1G
	FC/FICON	FC/FICON	FC/FICON	FC/FICON	FC/FICON	FC/FICON	FC/FICON	FC/FICON
	ESCON	ESCON	ESCON	ESCON	ESCON	ESCON	ESCON	ESCON
Ocupação ODU1	SD-SDI	SD-SDI	SD-SDI	SD-SDI	SD-SDI	SD-SDI	SD-SDI	SD-SDI
	STM-16 2G FC/FICON HD-SDI		STM-16 2G FC/FICON HD-SDI		STM-16 2G FC/FICON HD-SDI		STM-16 2G FC/FICON HD-SDI	
	3G-SDI			N/A	3G-SDI			N/A
Ocupação ODUflex	4G FC/FICON				4G FC/FICON			

O Combiner 10 Gb/s ODU possui implementação baseada em ODU0, ODU1 e ODUflex e é compatível com a recomendação G.709 do ITU-T. Adicionalmente, a unidade Combiner 10 Gb/s ODU G.709 inclui as seguintes funcionalidades:

- Gerência de desempenho compatível com as Recomendações G.709 do ITU-T, permitindo a monitoração on-line do tráfego para verificação de SLA, com o objetivo de assegurar níveis elevados de QoS por comprimento de onda.
- Gerência de falhas que baseada nos padrões do ITU-T, Recomendação G.798, permitindo a rápida localização de eventos de falha, contribuindo para aumentar a disponibilidade do tráfego.
- Monitoramento e parâmetros de performance de erros (ODUk) baseado na recomendação G.8201 do ITU-T, permitindo uma gerência mais abrangente do desempenho do tráfego cliente.
- Tracing por comprimento de onda, permitindo a verificação da conectividade física em redes complexas. Esta funcionalidade permite realizar a instalação e manutenção dos Combiners de forma rápida e efetiva.
- Compatibilidade com os Transponders Regeneradores 10 Gb/s OTN.
- Compatibilidade com o sistema de proteção na camada óptica da Plataforma LightPad.
- Proteção de SNC de ODU (Topologia em anel).
- Código Corretor de Erro, FEC (RS-255,239) Reed-Solomon G.709, que aumenta a robustez contra efeitos não lineares e degradação do desempenho da rede.
- Implementação de ODU0, ODU1 e ODUflex (ITU-T G.709).
- Interfaces clientes Gigabit Ethernet mapeadas em ODU0, através de processos TTT, GFP-T e GMP (ITU-T G.709).
- Interfaces clientes STM-16 mapeadas em ODU1, através de BMP Neste caso, o relógio do ODU1/OPU1 é sincronizado com o relógio do sinal da interface cliente. O sinal ODU1 é mapeado em ODTU12 através de AMP e posteriormente multiplexado no ODTUG2.
- Utilização de módulos SFP (Small Form Factor Pluggable) nas interfaces de clientes que permitem implementar interfaces ópticas de alcances variados. As interfaces clientes podem ser configuradas para os protocolos/taxas suportados, garantindo flexibilidade para operação de rede.
- Operação e manutenção através de sistema de gerência da Plataforma LightPad.
- Comunicação entre a unidade Supervisora e Combiner 10 Gb/s ODU implementada através de TTL, para unidades 4U (uma interface de rede).

4.2.5. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional

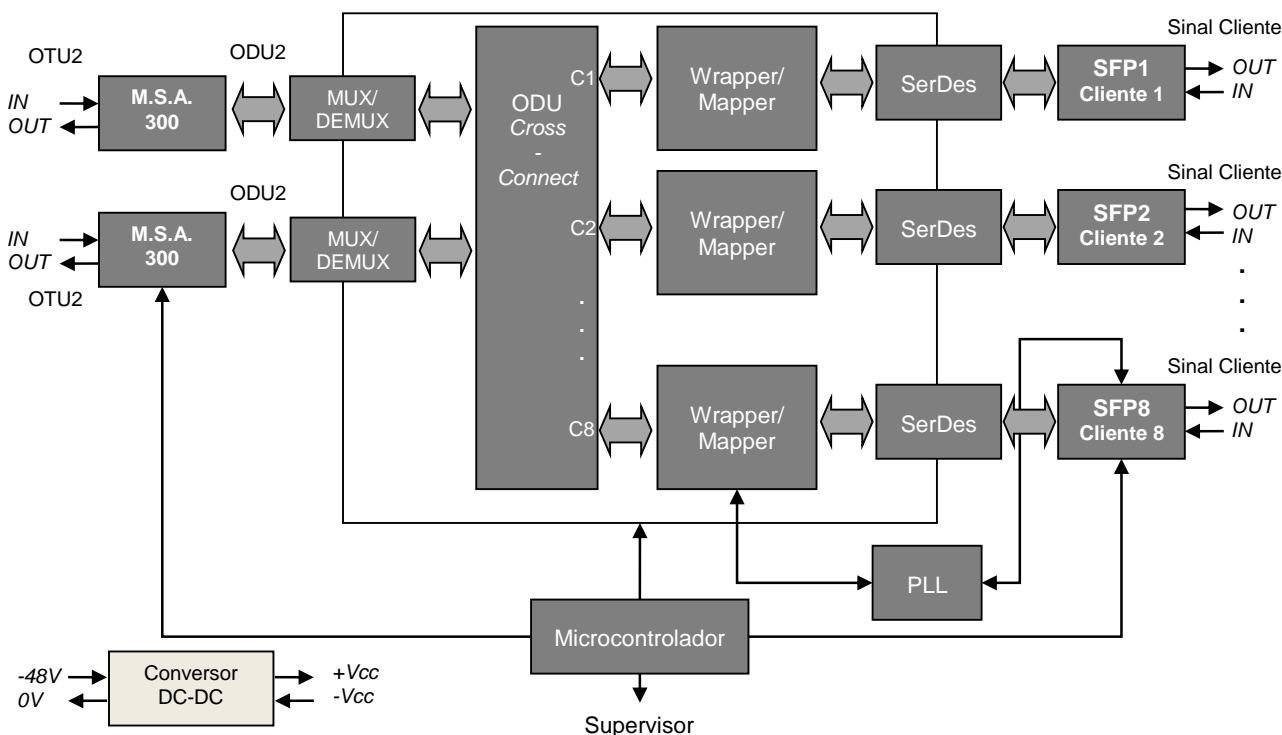


Diagrama em Blocos Combiner 10 Gb/s ODU-XC (8x2)

Sentido Cliente para OTN

Os 8 módulos SFP provêm conversão opto-elétrica dos sinais cliente. Cada um destes módulos possui um fotodetector do tipo PIN, um amplificador de transimpedância e um amplificador limitador. Os módulos implementam as funções de regeneração e reformatação do sinal. Cada um dos módulos realiza a medida da potência óptica de entrada e saída, detecção do alarme LOS (S1 a S8) e detecção de presença do módulo. Os SerDes realizam a serialização e desserialização do sinal.

Os sinais provenientes dos SerDes são encaminhados para o Wrapper/Mapper, onde são mapeados em um ODU0/ODU1, através dos processos de TTT, GFP-T e GMP, ou em um sinal ODU1, através de BMP, segundo a recomendação ITU-T G.709 (12-2009).

Os sinais ODU0/ODU1 são enviados para um módulo ODU Cross-Connect, onde é realizada a conexão cruzada dos sinais clientes e/ou rede (aplicável para modelos de duas interfaces de rede). Através deste componente, os sinais clientes são direcionados para a interface de transmissão configurada. O módulo também permite que um sinal cliente proveniente de uma interface de rede seja direcionado para a outra interface de rede (*pass-through*). Os sinais resultantes da conexão cruzada são enviados para uma unidade Mux/Demux da respectiva interface de transmissão. Os sinais ODU2 são enviados para a respectiva interface de transmissão (rede).

A estrutura do quadro OTU2 segue a recomendação G.709 e processa os seguintes bytes de overhead:

OTU - Optical channel Transport Unit
FAS - Frame Alignment Signal

MFAS - Multi Frame Alignment Signal
TTI - Trail Trace Identifier
BIP-8 - Bit Interleaved Parity
BDI - Backward Defect Indication
BEI - Backward Error Indication
FEC - Forward Error Correction
ODU - Optical channel Data Unit
TTI - Trail Trace Identifier
BIP-8 - Bit Interleaved Parity
BDI - Backward Defect Indication
BEI - Backward Error Indication
STAT - Status bits for indication of maintenance signal
OPU - Optical channel Payload Unit
PSI - Payload Structure Identifier
PT - Payload Type
JC - Justification Control

Tabela - Bytes de Overhead Implementados no Combiner 10 Gb/s ODU G.709

Observação: Diferenças de frequência de *clock* dos sinais clientes para o relógio de transmissão da interface rede (gerado localmente pelo relógio global) são acomodados pelo processo de justificação definido na recomendação ITU-T G.709.

Sentido OTN para Cliente

A interface rede recebe um sinal óptico OTU2 e realizam a conversão para um sinal elétrico. Estes sinais são encaminhados para um Mux/Demux, responsável pela separação dos sinais clientes, mapeados em ODU1 e ODU0.

Os sinais clientes são encaminhados para o módulo ODU *Cross-Connect* para a implementação das conexões cruzadas. Os sinais provenientes da operação de extração (*Drop*) são encaminhados para o Wrapper/Mapper, responsável por demapear em sinais clientes distintos. Os *clocks* dos sinais clientes são reconstruídos através do volume de dados recebidos no respectivo Wrapper/Mapper. Esta informação é utilizada para sincronização do PLL, responsável pela geração do *clock* das respectivas interfaces de transmissão cliente.

Os sinais elétricos provenientes do Wrapper/Mapper são direcionados para o SerDes que por sua vez direciona os sinal elétricos para as SFPs de transmissão do lado cliente.

4.2.6. Configurações e Ajustes no Hardware

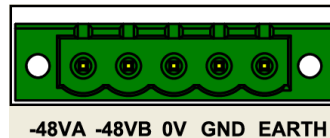
O Combiner 10 Gb/s ODU G.709 não possui configurações ou ajustes no hardware.

4.2.7. Alimentação Elétrica

A unidade é alimentada através de tensões -48 VDC, 0 VDC e Terra de Bastidor. O Combiner 10 Gb/s ODU possui proteção de alimentação de -48 VDC invertida.

Combiner 10 Gb/s ODU-XC 8x2 G.709 (Duas interface DWDM – 1U):

O painel traseiro do Combiner de 1U apresenta o seguinte conector para alimentação elétrica:



Conector Elétrico de Alimentação

4.2.8. Interfaces Elétricas

Combiner 10 Gb/s ODU-XC 8x2 G.709 (Duas interfaces DWDM – 4,5U e 9U):

Os modelos de Combiner 10 Gb/s ODU de 4,5U e 9U são conectados ao sub-racks 14U, sub-racks compactos 4U ou 2U através de um conector traseiro. Através deste conector são implementadas as conexões de alimentação, que fornecem energia à unidade, e as conexões de dados, através de um barramento TTL, entre o Combiner e o Supervisor.

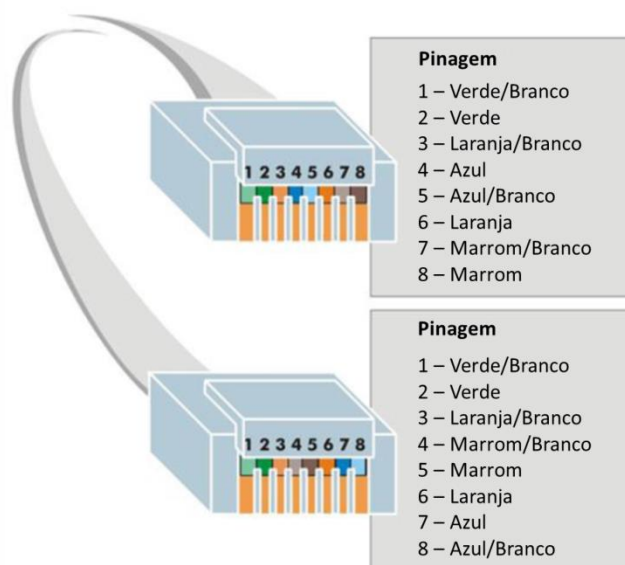
Combiner 10 Gb/s ODU-XC 8x2 G.709 (Duas interfaces DWDM – 1U):

- GL: Interface RJ-45 para conexão de gerência local.
- DCN: Interface RJ-45 para conexão com a rede DCN, através da qual é possível gerenciar remotamente o equipamento (Gerência Central).

Nota: Demais interfaces RJ-45 para uso interno e/ou implementações futuras.

Para ambos os Combiners (9U e 1U):

- ODP: Interface RJ-45 para proteção ODP. Para essa interface deve-se utilizar um cabo UTP CAT5e e seguir a pinagem descrita abaixo:





Pinagem do cabo ODP

4.2.9. Interfaces Ópticas

O Combiner 10 Gb/s ODU possui conexões ópticas conectores LC-PC (interface cliente), implementadas através de módulos SFPs, e LC-PC (interface rede) implementadas através de XFP.

- IN Client1 a IN Client8: Recebem os sinais dos equipamentos clientes.
- OUT Client1 a OUT Client8: Transmitem os sinais para os equipamentos clientes.
- IN (1 ou 2) OTU2: Recebe um sinal OTU2 mapeado segundo a recomendação G.709 com FEC. Pode ser conectado à saída do demultiplexador óptico correspondente ao seu comprimento de onda através de um cordão monomodo.
- OUT (1 ou 2) OTU2: Transmite um sinal OTU2 mapeado segundo a recomendação G.709 com FEC. Pode ser conectado à entrada do multiplexador óptico correspondente ao seu comprimento de onda através de um cordão monomodo.

Classe do Laser		Interfaces de exposição à radiação (Laser)
IEC 60825 (2007-03)	FDA (4.9)	
 <p>CLASS 1 LASER PRODUCT</p>	 <p>CLASS I LASER PRODUCT</p>	<ul style="list-style-type: none"> • OUT OTU2 • OUT Client1 até OUT Client8

4.2.10. Características Paramétricas

Característica	Especificação	
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36	
Consumo de potência [W]	Combiner 9U	Máx: 68
	Combiner 4,5U	Máx: 38
	Combiner 1U	Máx: 96
MTBF [horas]	Combiner 1U e 9U	2 x 10 ⁵
	Combiner 4,5U	3 x 10 ⁵
Temperatura máxima de operação módulo óptico (carcaça do <i>transceiver</i> lado rede) [°C]	70	

Temperatura máxima de operação FPGA (<i>Field Programmable Gate Array</i>) [°C]	85
---	----

Interface Rede OTU2	Especificação
Taxa de bit suportada [Gb/s]	10,709 (FEC)
Sensibilidade para taxa de erro de 10^{-12} (pós-FEC) [dBm]	-24
Potência de saturação para taxa de erro de 10^{-12} [dBm]	-7
Potência mínima de transmissão [dBm]	Min: -1 dBm
Razão de extinção [dB]	> 9 dBm
Comprimento de onda [nm]	Grade ITU-T [*] $\pm 0,10$ nm
OSNR de Recepção [dB] (BER 10^{-12} ; DGD=0; Dispersão cromática=0)	17
Máxima dispersão tolerada [ps/nm]	0 a 1.600
DGD suportada [ps]	30
Sintonia [**]	Banda C e L, 50 GHz

[*] G.694.1

[**] Válido para modelos sintonizáveis

Características das interfaces de clientes

Interfaces Cliente são implementadas com SFP e interfaces DWDM também podem ser implementadas com XFP, módulos conectáveis que são amplamente disponíveis comercialmente. Nestes casos, as características paramétricas podem divergir de acordo com o modelo e fabricante da unidade utilizada. (para informações e características paramétricas dos modelos de XFP compatíveis com os equipamentos da Plataforma LightPad i6400G da Padtec consulte o Guia da Plugáveis Plataforma LightPad i6400G).

4.2.11. Precauções de Manuseio

O Combiner 10 Gb/s ODU utiliza Laser Classe 1. Por esta classe de Laser ser a mais segura das existentes, não exige nenhum cuidado especial de manuseio por parte do usuário. No entanto, recomenda-se manter os olhos fora da linha de direção do conector de saída do Transponder. Sempre que os conectores dos cordões de manobra exteriores ao Combiner forem retirados, deve-se tomar o cuidado de tampar os adaptadores no frontal do equipamento para evitar que o conector interno do equipamento se suje. Ao retirar o Combiner do Subbastidor, o mesmo deve ser envolto em embalagem blindada e antiestática para evitar que os componentes do equipamento possam ser danificados.

4.2.12. Indicações Luminosas no Painel Frontal

O Combiner 10 Gb/s ODU possui os seguintes LEDs no painel frontal:

- POWER: LED verde que se acende quando o Combiner é ligado.

- LOS OTU2 (Loss of Signal): LED vermelho que se acende quando a potência de entrada está abaixo da sensibilidade mínima da interface OTU2.
- LASER OFF OTU2: LED vermelho que se acende quando o Laser DWDM da interface OTU2 é desativado sem que tenha havido falha do Laser.
- LOS Client1 a LOS Client8: LEDs vermelhos que se acendem quando a potência de entrada correspondente está abaixo da sensibilidade mínima da interface cliente. Este LED piscando em uma frequência fixa indica perda de sincronismo do quadro naquela porta.
- LASEROFF Client1 a LASEROFF Client8: LEDs vermelhos que se acendem quando o Laser do módulo SFP da interface cliente é desativado sem que tenha havido falha do Laser.

O Combiner de um slot de 4,5U - TCX22-HA - possui os seguintes LEDs no painel frontal:

- Rx (Rede OTU2-1 e OTU2-2 / Cliente 1 a 8): LEDs em cor vermelha indicam quando o plugável estiver ausente ou ausência de sinal (LOS - *Loss of Signal*). LEDs em cor verde indicam que a recepção do sinal não possui falhas.
- Tx (Rede OTU2-1 e OTU2-2 / Cliente 1 a 8): LEDs em cor vermelha indicam quando o plugável estiver ausente ou laser desligado. LEDs em cor verde indicam que a transmissão do sinal não possui falhas.

4.2.13. Alarmes e Telemédidas Reportados ao Sistema de Gerência

Alarmes:

- FAIL (OTU2).
- LOS (OTU2, S1 a S8).
- LOSsync (OTU2, S1 a S8).
- LOF (OTU2).
- LASEROFF (OTU2, S1 a S8).
- OTU-BDI, ODU-BDI, LOM, PLM, OTU-TIM, ODU-TIM, ODU-AIS.
- Temperatura elevada.
- Alarmes relacionados ao desempenho (análise) das interfaces clientes.

Telemédidas:

- PIN (OTU2) – nível de potência de entrada da interface OTU2 (valor com tolerância de ± 1 dB).
- PIN (S1 a S8) – nível de potência de entrada das interfaces cliente (valor com tolerância de ± 3 dB).
- POUT (OTU2) – nível de potência de saída da interface OTU2 (valor com tolerância de ± 1 dB).
- POUT (S1 a S8) – nível de potência de saída das interfaces cliente (valor com tolerância de ± 3 dB).
- Estado e configuração de cada interface cliente.
- Valores de referência de TTI para OTU, ODU0, ODU1 e ODUflex de transmissão e de recepção.
- Valor da taxa de erro de bit do OTU-BIP8, ODU-BIP8, OTU-BEI, ODU-BEI, Erros Corrigidos pelo FEC e Blocos não Corrigidos pelo FEC.
- Estado do codificador e do decodificador do FEC: ligado ou desligado.
- Temperatura do módulo/laser.

- Número do slot do Sub-bastidor em que o Combiner 10 Gb/s ODU está instalado.
- Número de série do Combiner 10 Gb/s ODU.
- Código de produto do Combiner 10 Gb/s ODU.

4.2.14. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

- Configurar canal (grade DWDM) da interface OTU2.
- Desligar Laser da interface OTU2 e cliente (LASER OFF (OTU2, S1 a S8)).
- Ligar Laser da interface OTU2 e cliente (LASER ON (OTU1 e S1 a S8)).
- Configurar protocolo e taxa das interfaces clientes.
- Configurar estado de operação das interfaces clientes (“Em Serviço”, “Fora de Serviço”, “Em Manutenção” e “Em Monitoração”).
 - **Observação:** Interfaces configuradas como “Fora de Serviço” não reportam alarmes ao sistema de gerência.
- Ligar ou desligar o codificador do FEC.
- Ligar ou desligar o decodificador do FEC.
- Ligar ou desligar funcionalidade *Auto Laser Off*. A operação desta funcionalidade é descrita a seguir:
 - Em caso de alarme de LOS na interface cliente, a unidade automaticamente desliga o laser da respectiva interface cliente. Neste caso, o sistema de gerência e os LEDs frontais indicarão LOS2 (cliente) e L.Off2 (cliente).
- Iniciar ou parar medidas de: taxa de erro de bit do OTU BIP-8, ODU BIP-8, OTU-BEI, ODU-BEI, Erros corrigidos pelo FEC e Erros não corrigidos pelo FEC.
- Configurar o valor de referência de transmissão ou de recepção do TTI para OTU e para cada caminho ODU0, ODU1 ou ODUflex.
- Habilitar ou desabilitar as ações consequentes (inserção de MS-AIS, ODU-TIM e OTU-TIM) à detecção de ODU-TIM ou OTU-TIM.
- Habilitar ou desabilitar funcionalidade *AUTO LASER OFF* das interfaces rede e clientes (independentes).

4.2.15. Etiquetas de Identificação

O Combiner 10 Gb/s ODU possui uma etiqueta na placa de circuito impresso que indica o número de série da placa (PCI). No painel frontal existe uma etiqueta com o número de série e o código do produto.

4.2.16. Procedimento de Remoção da Unidade do Sub-bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao remover a placa do Sub-bastidor.

- Desconectar os seus cabos ópticos.
- Retirar a unidade do Sub-bastidor.

4.2.17. Procedimento de Inserção da Unidade no Sub-bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao inserir o Combiner 10 Gb/s ODU no Sub-bastidor.

- Inserir totalmente o Combiner 10 Gb/s ODU no Sub-bastidor.
- Conectar os cabos ópticos em seu painel frontal.

4.3. Transponders 40 Gb/s G.709

4.3.1. Tabelas de Modelo/Código

Modelo (Serigrafia no painel frontal):

Modelo	Nomenclatura	Interfaces Cliente
TT400-9x	Terminal 40G	1x 40G
TM400-9x	Muxponder 40G	10x 4G
TR400-9x	Regenerador 40G	-

Valores para **x**:

x	Ocupação	Exemplos de Serigrafia
B	2 slots 9U	TM400-9B
C	3 slots 9U	TT400-9C

Detalhamento Modelo (Etiqueta no painel frontal e cod. apresentado na gerência):

Campo	Descrição
T	-
Modelo	T : Terminal M : Muxponder R : Regenerador
400C	-
Altura	9 : 9U
Ocupação	2 : 2 Slots (slot completo 9U) 3 : 3 Slots (slot completo 9U)
-	
Interface / Modulação (Rede)	D : M.S.A. Modulação DP-QPSK Q : M.S.A. Modulação DQPSK
Protocolo (Rede)	B : OTU3/OTU3e
Tipo de FEC (Rede)	F : XFEC I.7, Overhead 7%
-	

Interface (Cliente)*	R: Interface M.S.A , Modulação NRZ em 1550 nm X: Módulo XFP Y: Módulo XFP com suporte a Tunable-XFP
Protocolo (Cliente)*	H: 10GbE / STM-64 / OTU2 / OTU2e / 8,5G FC/FICON E: STM-256 / 40GbE não gerenciável e OTU3 gerenciável
FEC Protocolo (Cliente)*	A: sem FEC F: XFEC I.7, Overhead 7% para lado cliente
-	
Características especiais I	C: Detecção coerente S: Detecção não coerente
Características especiais II	A: padrão S: Módulo Cliente SFF

*Para o Transponder Regenerador 40G, repetir os campos referentes ao lado Rede e não utilizar campos Cliente

Exemplo de Transponder produzidos	
TT400C93-QBF-REA-SS	TM400C92-DBF-YHA-CA
TT400C93-DBF-REA-CS	TR400C93-QBF-QBF-SA
TM400C92-QBF-XHA-SA	TR400C93-DBF-DBF-CA

4.3.2. Dimensões Físicas e Painel Frontal

Os transponders 40G são compatíveis com o sub-rack compacto e sub-rack de 14U da Plataforma LightPad i6400G e possuem as seguintes dimensões:

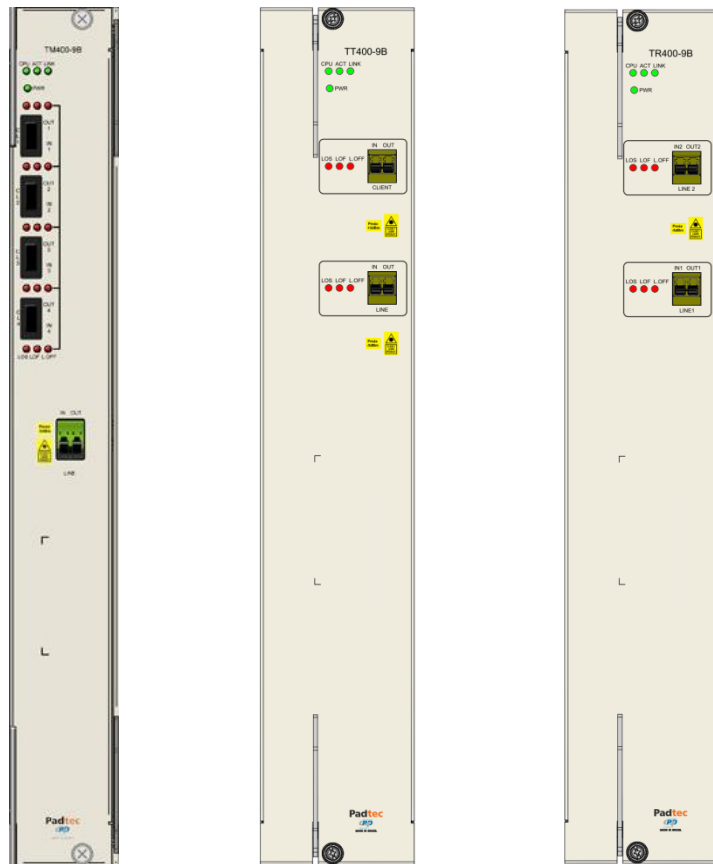
Transponders 40 Gb/s de ocupação de 2 slots 9U – vide tabela de modelos

Dimensões - Line Card 40G 2 Slots	Especificação
Altura [mm]	404
Largura [mm]	47,4
Profundidade [mm]	225,6

Transponders 40 Gb/s de ocupação de 3 slots 9U – vide tabela de modelos

Dimensões - Line Card 40G 3 Slots	Especificação
Altura [mm]	404
Largura [mm]	71,1
Profundidade [mm]	225,6

Peso aproximado	
Modelo 9U de 2 slots [kg]	3,1
Modelo 9U de 3 slots [kg]	3,2



Painéis frontais dos transponders 40G: Muxponder, Terminal e Regenerador respectivamente.

4.3.3. Funcionalidades dos Transponders 40 Gb/s G.709

Terminal 40G:

O Transponder terminal 40 Gb/s realiza o mapeamento do sinal óptico STM-256 ou OTU3 em um sinal OTU3/OTU3e que modula a portadora óptica dentro da grade DWDM padronizada pelo ITU-T.

Muxponder 40G:

O Muxponder 40 Gb/s realiza a multiplexação de 4 sinais ópticos STM-64, 10GbE LAN, 10GbE WAN (auto-negociação não-aplicável), 8,5 G FC/FICON e OTU2/OTU2e em um sinal OTU3/OTU3e que modula a portadora óptica dentro da grade DWDM padronizada pelo ITU-T.

Regenerador 40G:

O Transponder Regenerador 40 Gb/s realiza a regeneração (3R) de um sinal OTU3/OTU3e modulada em uma portadora óptica dentro da grade DWDM padronizada pelo ITU-T.

Os transponders 40G possuem as seguintes características/funcionalidades:

- Interface de linha:
 - Long-Haul, RZ-DQPSK/DP-QPSK,
 - Compensador de dispersão cromática e amplificador EDFA integrado.
 - Compatível com sistemas de espaçamento 100 GHz e 50 GHz.
- Interfaces cliente que permitem aplicações flexíveis a taxas, protocolos e distâncias. Dependendo do modelo, as interfaces cliente dos transponders 100G são baseadas em:
 - Terminal 40G: M.S.A.

- Muxponder 40G: XFP e T-XFP (Tunable-XFP) 10G
- Gerência de desempenho compatível com a recomendação G.709 e G.798 do ITU-T permitindo a monitoração on-line do tráfego para verificação de SLA com o objetivo de assegurar níveis elevados de QoS por comprimento de onda.
- A funcionalidade de Tracing por comprimento de onda permite verificar a conectividade física da rede, permitindo a instalação e manutenção de forma rápida e efetiva.
- O Código Corretor de Erro, XFEC¹ implementado de acordo com o padrão I.7 da G.975.1, aumenta a robustez contra efeitos não-lineares e degradação do desempenho. O Transponder Terminal também possibilita operação em modo de Código Corretor de Erro GFEC (Reed-Solomon), configurável através da gerência.
- As unidades 40 Gb/s coerentes implementam Código Corretor de Erro SD-FEC e HD-FEC, aumentando a robustez contra efeitos não-lineares e degradação do desempenho.
- Compatível com O Transponder Regenerador 40 Gb/s da Padtec.
- As funcionalidades para gerência de falhas que seguem os padrões do ITU-T, Recomendação G.798, permitem a rápida localização de eventos de falha contribuindo para aumentar a disponibilidade do tráfego.
- As interfaces ópticas são baseadas nas recomendações do ITU-T G.692 e G.959.1.

4.3.4. Diagrama em Blocos

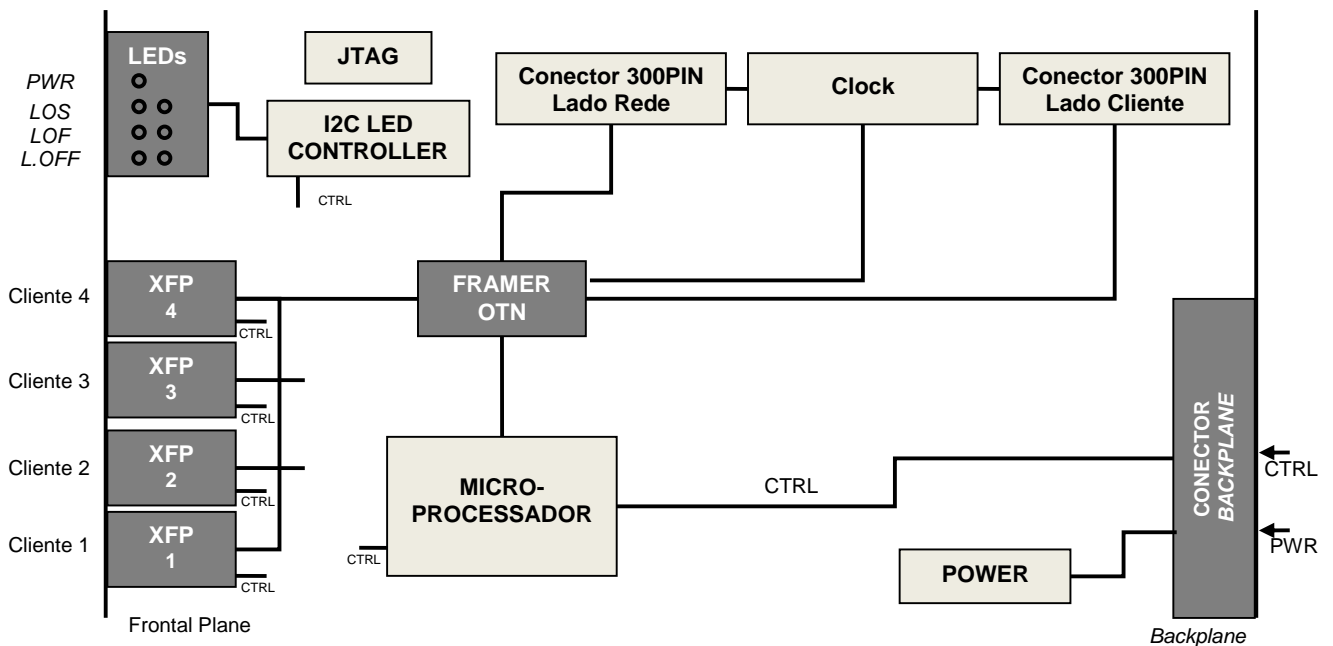


Diagrama em blocos do Muxponder 40 Gb/s

¹ O Código Corretor de Erros XFEC é a solução proprietária da Padtec para o Enhanced FEC, de acordo com a norma I.7 ITU-T G.975.1.

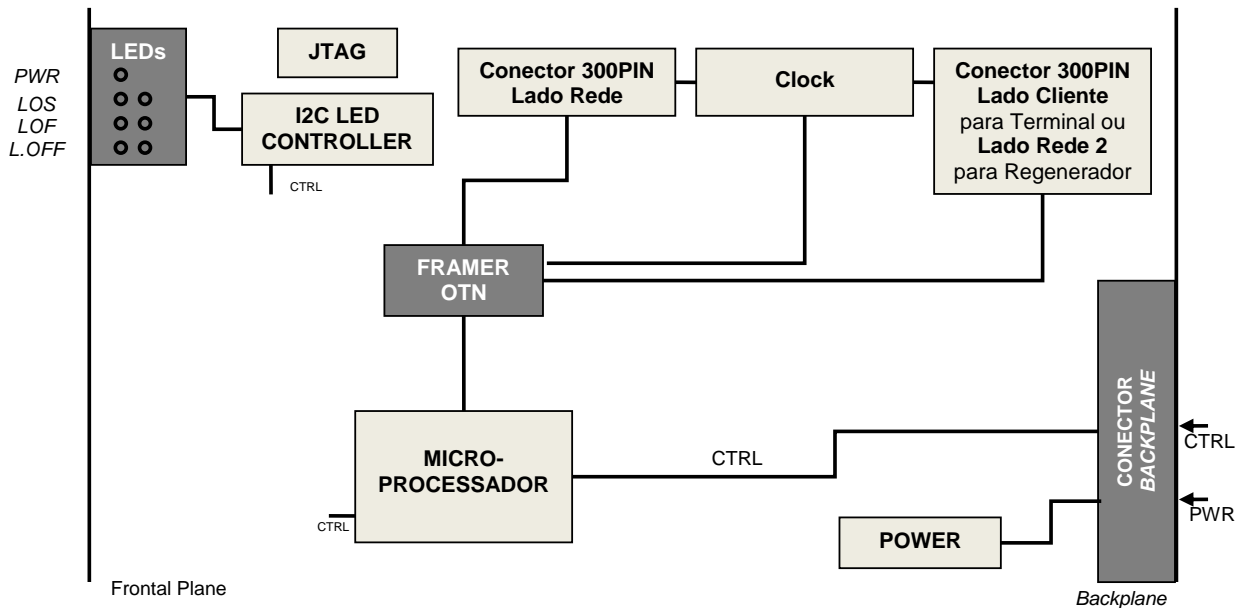


Diagrama em blocos do Transponder Terminal e Regenerador 40 Gb/s

4.3.5. Configurações e Ajustes no Hardware

Os Transponders 40G não possuem configurações ou ajustes no hardware.

4.3.6. Alimentação Elétrica

A alimentação elétrica de um transponder 40G é feita em -48 VDC, 0 VDC e Terra de Bastidor.

4.3.7. Interfaces Elétricas

Os Transponders 40G conectam-se à alimentação e à gerência através do *backplane*.

4.3.8. Interfaces Ópticas

Terminal 40G:

O Transponder Terminal 40 Gb/s G.709 possui 4 conexões ópticas com conectores LC-APC.

- OTU3 IN: Recebe um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com XFEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à saída do demultiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- OTU3 OUT : Transmite um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com XFEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à entrada do multiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- IN 1: Recebe o sinal cliente.
- OUT 1: Transmite o sinal cliente.

Muxponder 40G:




O Muxponder 40 Gb/s G.709 possui 10 conexões ópticas com conectores LC-PC por meio de XFPs (cliente) e LC-APC (rede).

- OTU3 IN: Recebe um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com XFEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à saída do demultiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- OTU3 OUT: Transmite um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com XFEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à entrada do multiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- IN 1: Recebe o sinal cliente 1.
- OUT 1: Transmite o sinal cliente 1.
- IN 2: Recebe o sinal cliente 2.
- OUT 2: Transmite o sinal cliente 2.
- IN 3: Recebe o sinal cliente 3.
- OUT 3: Transmite o sinal cliente 3.
- IN 4: Recebe o sinal cliente 4.
- OUT 4: Transmite o sinal cliente 4.

Regenerador 40G:

O Transponder Regenerador 40 Gb/s G.709 possui 4 conexões ópticas com conectores LC-APC.

- OTU3 IN 1: Recebe um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com XFEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à saída do demultiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- OTU3 OUT 1: Transmite um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com XFEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à entrada do multiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- OTU3 IN 2: Recebe um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com XFEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à saída do demultiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- OTU3 OUT 2: Transmite um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com XFEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à entrada do multiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.

 Classe do Laser		Interfaces de exposição à radiação (Laser)
IEC 60825 (2007-03)	FDA (4.9)	
CLASS 1 LASER PRODUCT 	CLASS I LASER PRODUCT 	Interfaces OUT: <ul style="list-style-type: none"> • OUT OTU3 • OUT 1, OUT 2, OUT 3 e OUT 4

4.3.9. Características Paramétricas dos Transponders de 40G

Características – Transponders 40G		Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]		Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	Terminal 40G DQPSK	Máx: 99
	Terminal 40G DP-QPSK (Coerente)	Máx: 120
	Muxponder 40G DQPSK	Máx: 196
	Muxponder 40G DP-QPSK (Coerente)	Máx: 144
	Regenerador 40G DQPSK	Máx: 215
	Regenerador 40G DP-QPSK (Coerente)	Máx: 180
Temperatura ambiental de operação [°C]		Mín: -5 Máx: 40
Umidade relativa de operação [%] (Sem condensação)		Mín: 5 Máx: 90
MTBF [horas]		2×10^5

Interface Rede RZ-DQPSK – Transponders 40G	Especificação
Largura do Espectro (FWHW) [GHz]	27
Faixa de Frequência [THz]	Mín: 191,75 Máx: 196,10

Interface Rede RZ-DQPSK – Transponders 40G	Especificação
Sensibilidade para taxa de erro de 10^{-12} (pós-FEC) [dBm]	-20
Potência de saturação para taxa de erro de 10^{-12} [dBm]	-10
Potência de transmissão lado rede [dBm]	Mín: -7 Típ: -2 Máx: 0
Variação da potência de saída [dB]	Máx: ± 1
Precisão da leitura de potência [dB]	Típ: ± 1 Máx: $\pm 1,5$
Estabilidade de frequência [GHz]	Máx: 1,5
OSNR de Transmissão [dB]	40
OSNR de Recepção [dB] (BER 10^{-12} ; DGD=0; Dispersão cromática=0)	17 (Nota 1)
Tolerância à dispersão cromática [ps/nm] (1 dB de penalidade no OSNR)	± 500
Tolerância à DGD [ps] (1 dB de penalidade no OSNR)	Mín: 0 Máx: 20
Perda de Retorno [dB]	30

Nota 1: OSNR para modo de operação XFEC.

Interface Rede DP-QPSK Coerente – Transponders 40G	Especificação
Faixa de Frequência [THz]	Mín: 191,75 Máx: 196,10
Sensibilidade para taxa de erro de 10^{-12} (pós-FEC) [dBm]	-20
Potência de saturação para taxa de erro de 10^{-12} [dBm]	0
Potência de transmissão [dBm]	Mín: -5 Típ: 1,5 Máx: 3
Variação da potência de saída [dB]	Máx: ± 1
Precisão da leitura de potência [dB]	Típ: ± 1 Máx: $\pm 1,5$
Estabilidade de frequência [GHz]	Máx: $\pm 1,8$
OSNR de Transmissão [dB]	40
OSNR de Recepção [dB] (BER 10^{-12} ; DGD=0; Dispersão cromática=0)	14
Tolerância à dispersão cromática [ps/nm] (1 dB de penalidade no OSNR)	± 55.000

Interface Rede DP-QPSK Coerente – Transponders 40G	Especificação
Tolerância à DGD [ps] (1 dB de penalidade no OSNR)	Mín: 0 Máx: 100
Perda de Retorno [dB]	27

Interface Cliente – Somente Transponder Terminal 40G	Especificação
Comprimento de onda de transmissão/recepção [nm]	Mín: 1530 Máx: 1565
Sensibilidade para taxa de erro de 10^{-12} [dBm]	-6
Potência de saturação para taxa de erro de 10^{-12} [dBm]	3
Potência de transmissão [dBm]	Mín: 0 Máx: 3
Razão de extinção [dB]	8,2
Atenuação do caminho óptico [dB]	Mín: 0 Máx: 4
Penalidade do caminho óptico [dB]	Máx: 2
Perda de Retorno [dB]	27

Características das interfaces de clientes do Muxponder 40G

As interfaces ópticas do Muxponder 40G são implementadas com módulos XFP que são amplamente disponíveis comercialmente, as características paramétricas destes módulos XFPs variam de acordo com o modelo e fabricante (para informações e características paramétricas dos modelos de XFP compatíveis com os equipamentos da Plataforma LightPad i6400G da Padtec consulte o Guia da Plugáveis Plataforma LightPad i6400G).

4.3.10. Precauções de Manuseio

Os transponders 40 Gb/s G.709 da Plataforma LightPad i6400G utilizam Lasers Classe 1. Por esta classe de Laser ser a mais segura das existentes, não exige nenhum cuidado especial por parte do usuário que o manuseará. Entretanto, recomenda-se a precaução de manter os olhos fora da linha de direção do conector de saída do Muxponder. Sempre que os conectores dos cordões de manobra exteriores ao Muxponder forem retirados, deve-se tomar o cuidado de tampar os adaptadores no frontal do equipamento para evitar que o conector interno do equipamento se suje. Ao retirar o Muxponder do Sub-bastidor, o mesmo deve ser envolto em embalagem blindada e antiestática para evitar que os componentes do equipamento possam ser danificados.

4.3.11. Indicações Luminosas no Painel Frontal

Os Transponders 40G possuem os seguintes LEDs no painel frontal:

- POWER: LED verde que se acende quando O Transponder é ligado.

- L.OFF (Interfaces Cliente e/ou Rede): LED vermelho indica que o laser está desligado.
- LOF (Interfaces Cliente e/ou Rede): LED vermelho indica perda de alinhamento de quadro na respectiva interface.
- LOS (Interfaces Cliente e/ou Rede): LED vermelho contínuo indica a ausência de sinal na interface. LED vermelho piscando indica a ausência de sincronismo na interface (LOSsync).

4.3.12. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

Alarmes:

- LASER FAIL (Rede).
- LOS (Rede e Cliente).
- LOSsync (Rede e Cliente).
- LASEROFF (Rede).
- OTU-BDI, ODU-BDI, LOM, PLM, OTU-TIM, ODU-TIM, ODU-AIS e ODU-SSF.

Telemidas:

- PIN (Rede e Cliente) – nível de potência de entrada da interface OTU3 e das interfaces cliente.
- POUT (Rede e Cliente) – nível de potência de saída da interface OTU3 e das interfaces cliente.
- Contadores de blocos errados EBC Near-End (BIP8) e Far-End (BEI) para OTU e ODU.
- Defect Seconds (DS) Near-End e Far-End para ODU e OTU.
- Taxa de bits errados Pré-FEC.
- Número do slot do Sub-bastidor em que o Muxponder 40 Gb/s G.709 está instalado.
- Número de série do Muxponder 40 Gb/s G.709.
- Código de produto do Muxponder 40 Gb/s G.709.

4.3.13. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

- Desligar Laser das interfaces OTU3 e Cliente (LASER OFF).
- Ligar Laser das interfaces OTU3 e Cliente (LASER ON).
- Ligar ou desligar funcionalidade *Auto Laser Off*. A operação desta funcionalidade é descrita a seguir:
 - Em caso de alarme de LOS na interface cliente, a unidade automaticamente desliga o laser da respectiva interface cliente. Neste caso, o sistema de gerência e os LEDs frontais indicarão LOS2 (cliente) e L.Off2 (cliente).
- Reset de contadores de desempenho.
- Configurar o valor de referência de transmissão ou de recepção do TTI para OTU e ODU.
- Habilitar ou desabilitar as ações consequentes (ODU-BDI, OTU-BDI) à detecção de ODU-TIM ou OTU-TIM.

4.3.14. Etiquetas de Identificação

O transponder 40G possui uma etiqueta em seu painel frontal indicando o código completo de modelo e número de série.

4.3.15. Procedimento de Remoção da Unidade do Sub-bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao remover O Transponder do Sub-bastidor.

- Desconectar os seus cabos ópticos.
- Retirar a unidade do Sub-bastidor em seguida.

4.3.16. Procedimento de Inserção da Unidade no Sub-bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao inserir O Transponder no Sub-bastidor.

- Inserir totalmente O Transponder no Sub-bastidor.
- Conectar os cabos ópticos em seu painel frontal.

4.4. Transponders 100 Gb/s G.709

4.4.1. Tabelas de Modelo/Código

Modelo (Serigrafia Painel Frontal):

Modelo	Nomenclatura	Interfaces Cliente
TT100G-9x	Terminal 100G	1x 100G
TM100G-9x	Muxponder 100G	10x 10G
TF100G-9x	Flexponder 100G	2x 10G + 2x 40G
TR100G-9x	Regenerador 100G	-

Valores para **x**:

x	Ocupação	Exemplos de Serigrafia
C	3 slots 9U	TM100G-9C
D	4 slots 9U	TT100G-9C
		TR100G-9D

Detalhamento Modelo TT100G (Etiqueta Painel Frontal e cod. apresentado na gerência):

Campo	Descrição
T	-
Modelo	T : Terminal M : Muxponder F : Flexponder R : Regenerador
100G	-
Banda	C : Banda C E : Banda C+
Altura	9 : 9U
Ocupação	3 : 3 Slots (slot completo 9U) 4 : 4 Slots (slot completo 9U)
-	
Interface / Modulação (Rede)	D : M.S.A. Modulação DP-QPSK E : M.S.A. Modulação DP-[D]QPSK

Protocolo (Rede)	R: OTU4
Tipo de FEC (Rede)	S: HD-FEC: GFEC/XFEC OH 7%; SD-FEC: LDPC OH 13% I: HD-FEC: GFEC/XFEC OH 7%; SD-FEC: LDPC OH 13% + CSP (Cycle Slip Protection) O: HD-FEC: Não; SD-FEC: TPC (Turbo Product Code) OH 15% ou 25%
-	
Interface (Cliente)*	C: Módulo CFP F: Módulo QSFP+ e XFP X: Módulo XFP Y: Módulo XFP com suporte a T-XFP
Protocolo (Cliente)*	S: 100GbE / OTU4 M: 40GbE / OTU3 / STM-256 e 10GbE LAN/WAN / STM-64 / OTU2[e] / 8,5G FC/FICON H: 10GbE LAN / STM-64 / OTU2 / OTU2e / 8,5G FC/FICON
A*	-
-	
Características especiais I	C: Detecção Coerente e Tolerância Máxima à DC de 40 ns/nm D: Detecção Coerente e Tolerância Máxima à DC de 250 ns/nm F: Detecção Coerente e Tolerância Máxima à DC de 55 ns/nm I: Detecção Coerente e Tolerância Máxima à DC de 280 ns/nm com Pré-compensação Máxima de 30 ns/nm
Características especiais II	A: Padrão C: Suporte a Monitoração de Dispersão Cromática L: Suporte a Monitoração de Dispersão Cromática + Consumo Reduzido E: GCC (Interface Linha) + Suporte a Monitoração de Dispersão Cromática e OSNR G: Suporte a Monitoração de Dispersão Cromática e OSNR

*Para o Transponder Regenerador 100G, repetir os campos referentes ao lado Rede e não utilizar campos Cliente

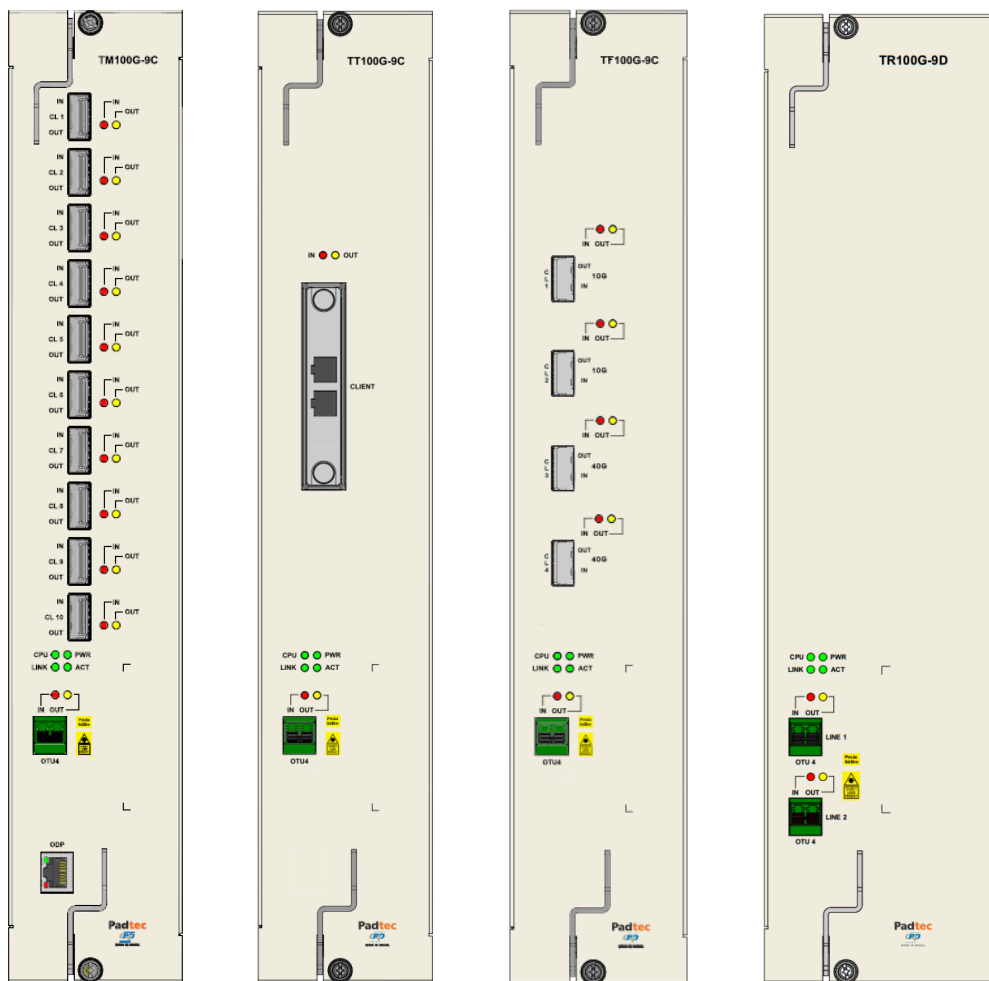
Exemplo de Transponder produzidos	
TT100GC93-DRS-CSA-CL	TM100GC93-ERI-YHA-FG
TM100GC93-DRS-YHA-CL	TF100GC93-DRS-FMA-CC
TM100GC93-DRS-XHA-CC	TR100GC94-DRS-DRS-CA
TM100GE93-ERO-YHA-IE	TR100GE93-ERO-ERO-IE

4.4.2. Dimensões Físicas e Painel Frontal

Os transponders 100G são compatíveis com o sub-rack compacto e sub-rack de 14U da Plataforma LightPad i6400G e possuem as seguintes dimensões:

Transponders 100 Gb/s de ocupação de 3 ou 4 slots 9U – vide tabela de modelos

Dimensões	Linecards 100G - 3 slots	Linecards 100G - 4 slots
Altura [mm]	404	404
Largura [mm]	71,1	94,8
Profundidade [mm]	225,6	225,6
Peso aproximado		
Modelo 3 slots [kg]		4,9
Modelo 4 slots [kg]		5,0



Painéis frontais dos transponders 100G: Muxponder, Terminal, Flexponder e Regenerador respectivamente.

4.4.3. Funcionalidades dos Transponders 100 Gb/s G.709

Terminal 100G:

O Transponder Terminal 100 Gb/s realiza o mapeamento de um sinal óptico 100 GbE ou OTU4 (cliente) em um sinal OTU4 que modula a portadora óptica do lado rede dentro da grade DWDM padronizada pelo ITU-T.

Muxponder 100G:

O Muxponder 100 Gb/s realiza a multiplexação de 10 sinais ópticos STM-64, 10GbE LAN, 10GbE WAN (auto-negociação não-aplicável), 10G FC, 8,5G FC/FICON e OTU2/OTU2e em um sinal OTU4/OTU4e que modula a portadora óptica lado rede dentro da grade DWDM padronizada pelo ITU-T.

Flexponder 100G:

O Flexponder 100G Gb/s realiza a multiplexação de 2 sinais ópticos de interfaces XFP/SFP (10GbE LAN, 10GbE WAN, OTU2 / OTU2e, STM-64, 8G / 10G FC e FICON, InfiniBand DDR 5G e QDR 10G) e de 2 sinais ópticos de interfaces QSFP+ (40GbE, OTU3, STM-256, 40GBASE-FR, 40GBASE-SR4, 40GBASE-LR4 e 40GBASE-ER4) em um sinal OTU4 que modula a portadora óptica lado rede dentro da grade DWDM padronizada pela ITU-T.

Regenerador 100G:

O Transponder Regenerador 100 Gb/s possui duas interfaces de rede e realiza a regeneração (3R) de sinais OTU4 modulados em portadoras ópticas dentro da grade DWDM padronizada pelo ITU-T.

Os transponders 100G possuem as seguintes características/funcionalidades:

- Interface DWDM compatível com os padrões OIF Forum.
- Taxa de linha: 127 Gb/s (com FEC) / 32 Gbaud
- DP-[D]QPSK (Dual-Polarization [Differential] Quadrature Phase Shift Keying), compatível com sistemas de espaçamento 100 GHz, 50 GHz e 37,5 GHz.*
- Códigos Corretor de Erro SD-FEC e HD-FEC que aumentam a robustez contra efeitos não-lineares e degradação de desempenho.
- Detecção coerente na interface rede DWDM: Dispersão Cromática e PMD compensadas eletronicamente.
- Suporte a proteção 1+1 (tempo de comutação inferior a 50 ms).
- Interfaces cliente que permitem aplicações flexíveis a taxas, protocolos e distâncias. Dependendo do modelo, as interfaces cliente dos transponders 100G são baseadas em:
 - Terminal 100G: CFP (C Form-factor Pluggable)
 - Muxponder 100G: XFP
 - Flexponder: XFP e QSFP+
- Gerência de desempenho compatível com a recomendação G.709 e G.798 do ITU-T permitindo a monitoração on-line do tráfego para verificação de SLA com o objetivo de assegurar níveis elevados de QoS por comprimento de onda.
- A funcionalidade de Tracing por comprimento de onda permite verificar a conectividade física da rede, permitindo a instalação e manutenção de forma rápida e efetiva.
- Suporte a GCC (gerenciamento remoto).*

- Suporte a monitoração de dispersão cromática e OSNR.*
 - Compatibilidade com o Transponder Regenerador 100G.
- *dependendo do modelo, vide tabela de códigos e modelos.

4.4.4. Diagramas em Blocos dos Transponders 100G

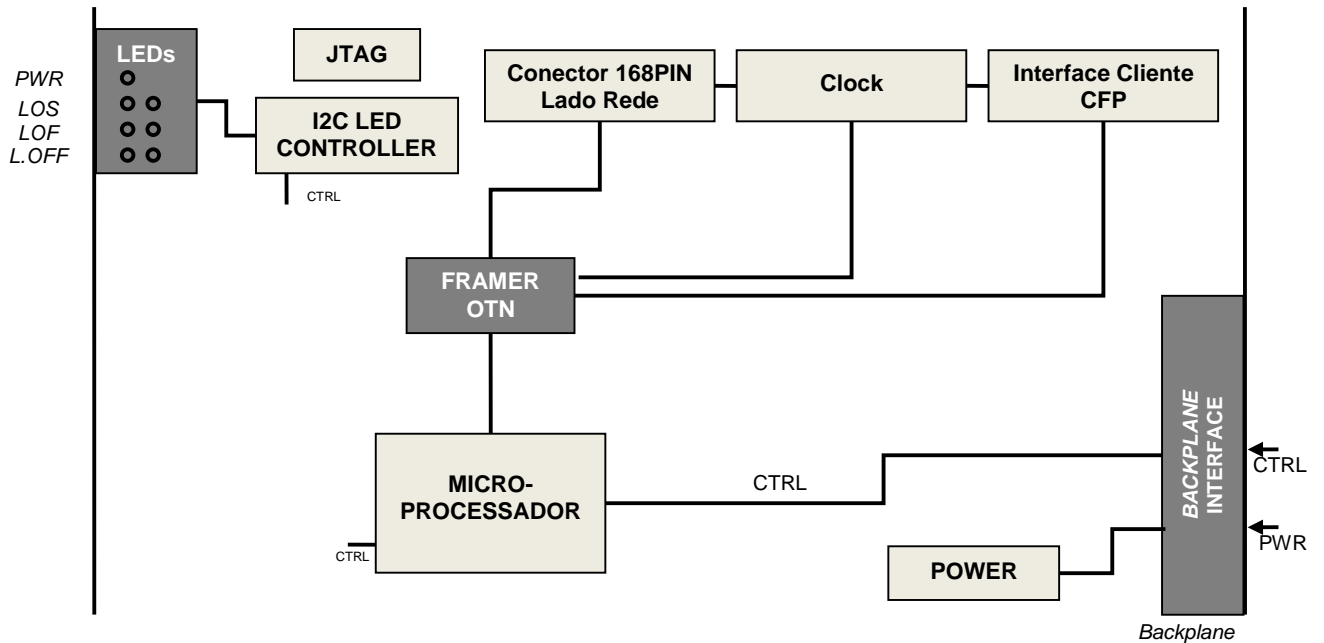


Diagrama em blocos do Transponder Terminal 100 Gb/s

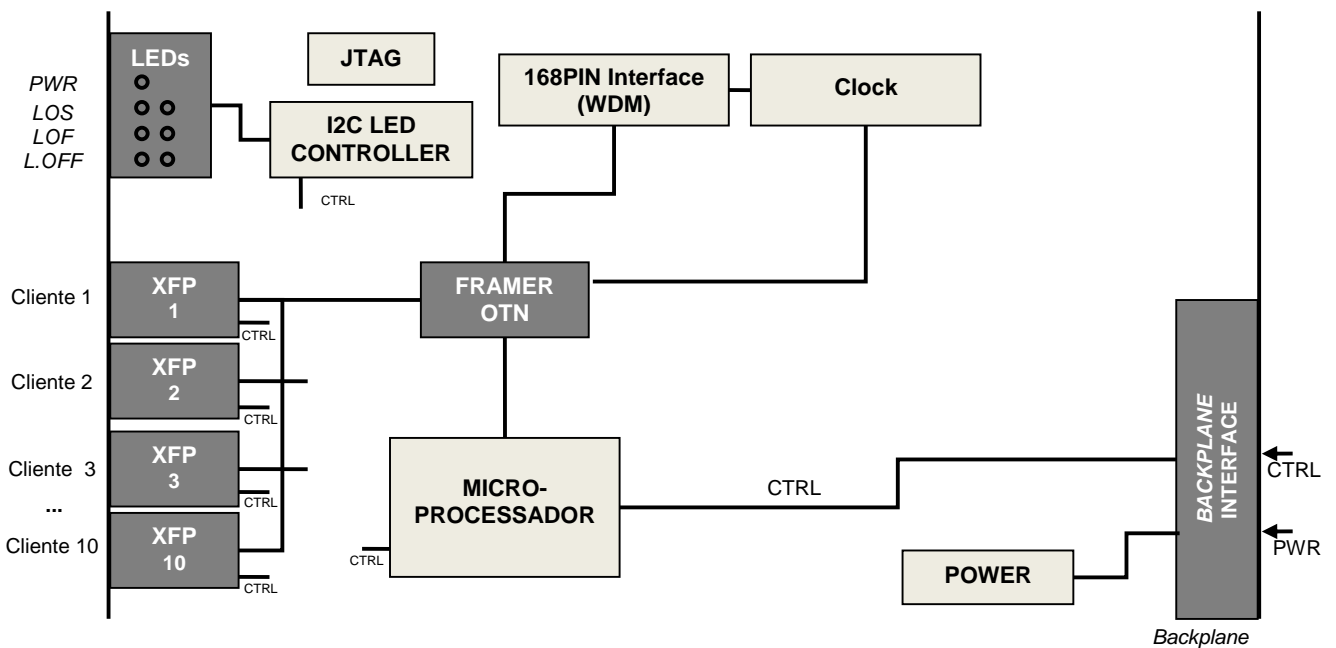


Diagrama em blocos do Muxponder 100 Gb/s

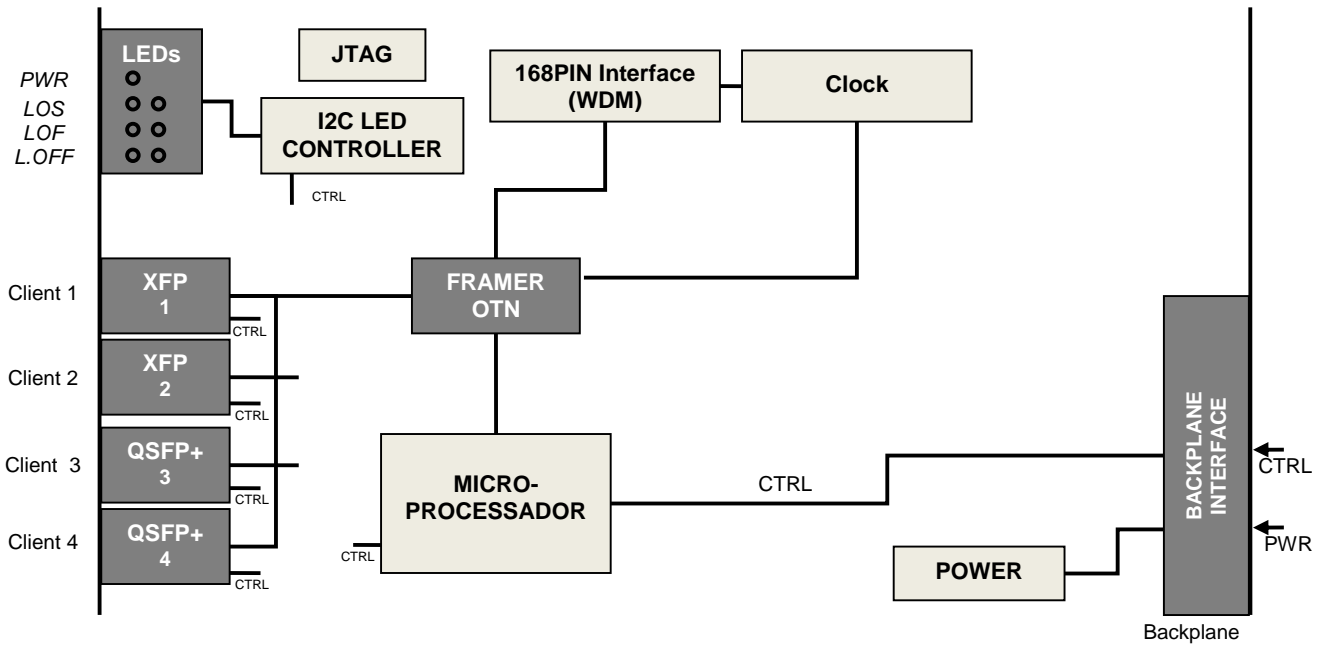


Diagrama de Blocos do Flexponder 100Gb/s G.709

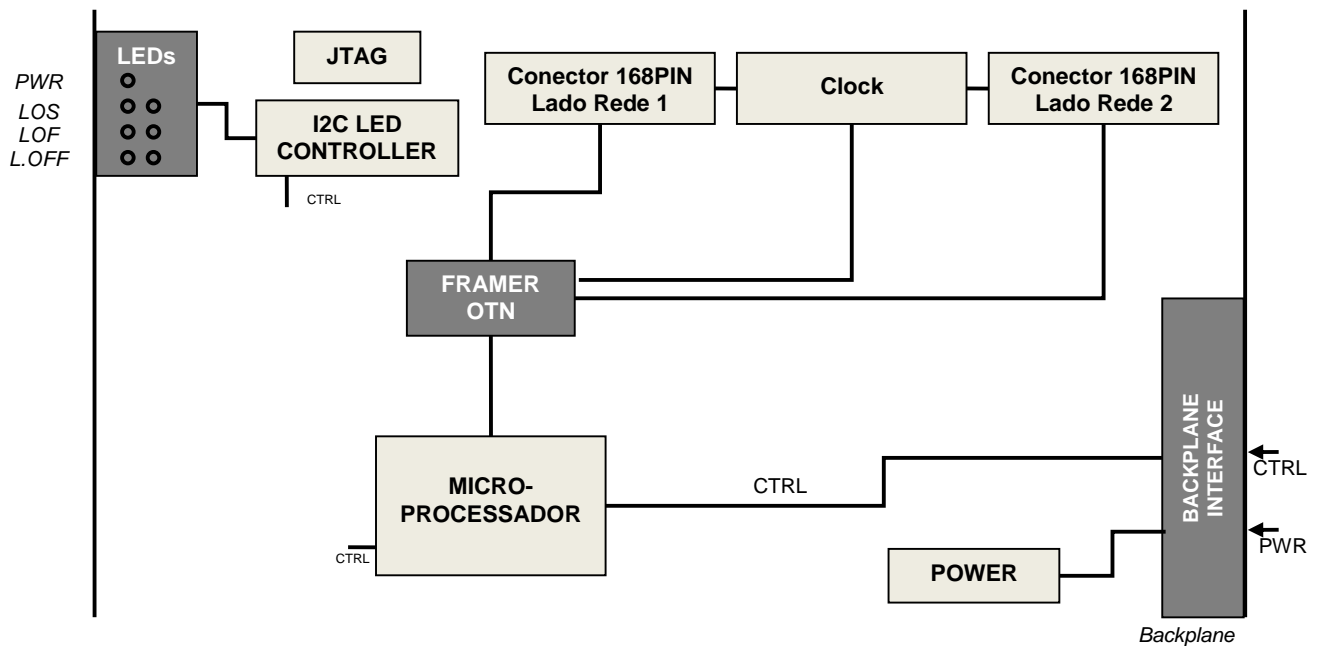


Diagrama em blocos do Transponder Regenerador 100 Gb/s

4.4.5. Configurações e Ajustes no Hardware

Os transponders 100 Gb/s G.709 não possuem configurações ou ajustes no hardware.

4.4.6. Alimentação Elétrica

A alimentação dos transponders 100 Gb/s G.709 é feita em -48 VDC, 0 VDC e Terra de Bastidor.

4.4.7. Interfaces Elétricas

Os transponders 100 Gb/s G.709 conectam-se à alimentação e à gerência através do *backplane* dos sub-rack nos quais estiverem inseridos.

4.4.8. Interfaces Ópticas

Os transponders 100 Gb/s G.709 possuem as seguintes interfaces ópticas:

Terminal 100G (conectores fixos LC-APC):

- OTU4 IN: Recebe um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com SD-FEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à saída do demultiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- OTU4 OUT : Transmite um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com SD-FEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à entrada do multiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.

Muxponder 100G (conectores fixos LC-APC e XFP):




- OTU4 IN: Recebe um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com SD-FEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à saída do demultiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- OTU4 OUT: Transmite um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com SD-FEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à entrada do multiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- IN Cliente 1 a 10 (XFP): Recebe o sinal óptico do respectivo equipamento cliente.
- OUT Cliente 1 a 10 (XFP): Transmite o sinal óptico para o respectivo equipamento cliente.

Flexponder 100G (conectores fixos LC-APC, QSFP+ e XFP):

- OTU4 IN: Recebe um sinal estruturado segundo a recomendação G.709 com SD-FEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à saída do demultiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- OTU4 OUT: Transmite um sinal estruturado segundo a recomendação G.709 com SD-FEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à entrada do multiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- CL1 e CL2 IN (XFP): Recebe o sinal óptico 10G do respectivo equipamento cliente.
- CL1 e CL2 OUT (XFP): Transmite o sinal óptico 10G para o respectivo equipamento cliente.
- CL3 e CL4 IN (QSFP+): Recebe o sinal óptico 40G do respectivo equipamento cliente.
- CL3 e CL4 OUT (QSFP+): Transmite o sinal óptico 40G para o respectivo equipamento cliente.

Regenerador 100G (conectores fixos LC-APC):

- OTU4 IN 1: Recebe um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com SD-FEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à saída do demultiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- OTU4 OUT 1: Transmite um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com SD-FEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à entrada do multiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- OTU4 IN 2: Recebe um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com SD-FEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à saída do demultiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- OTU4 OUT 2: Transmite um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com SD-FEC. Esta interface deve ser ligada a um cordão óptico monomodo, que por sua vez deve ser conectado à entrada do multiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.

 Classe do Laser		Interfaces de exposição à radiação (Laser)
IEC 60825 (2007-03)	FDA (4.9)	
CLASS 1 LASER PRODUCT 	CLASS I LASER PRODUCT 	Todas as interfaces OUT

4.4.9. Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	Terminal 100G Máx: 207
	Terminal 100G Modelos com as características especiais CL * Máx: 159

Muxponder 100G	Máx: 270
Muxponder 100G <i>Modelos com as características especiais CL*</i>	Máx: 221
Muxponder 100G ULH <i>Modelos com as características especiais IE*</i>	Máx: 231
Flexponder 100G	Máx: 280
Flexponder 100G <i>Modelos com as características especiais CL*</i>	Máx: 231
Regenerador 100G	Máx: 293
Regenerador 100G <i>Modelos com as características especiais CL*</i>	Máx: 192
Temperatura ambiental de operação [°C]	Mín: -5 Máx: 40
Umidade relativa de operação [%] (Sem condensação)	Mín: 5 Máx: 90
MTBF [horas]	2 x 10 ⁵

*Ver tabela de código de modelo

Interface Rede DP-QPSK Coerente	Valor
Taxa de linha suportada na interface OTU4 [Gb/s]	127 (32 Gbaud)
Faixa de Frequência [THz]	Mín: 192,10 Máx: 196,05
BER pré-FEC limite para BER pós-FEC de 10 ⁻¹²	1,0E-2*
Sensibilidade para taxa de erro de 10 ⁻¹² (pós-FEC) [dBm]	-18
Potência de saturação para taxa de erro de 10 ⁻¹² [dBm]	-5
Potência de transmissão [dBm]	Mín: -3 Típ: 0 Máx: 5
Variação da potência de saída [dB]	Máx: ± 1
Precisão da leitura de potência [dB]	Típ: ± 1 Máx: ± 1.5

Interface Rede DP-QPSK Coerente		Valor
Estabilidade de frequência [GHz]		Máx: ± 2
OSNR de Recepção [dB] (BER 10^{-12} ; DGD=0; Dispersão cromática=0)	Características especiais I: C <i>Ver tabela de cód. de modelo</i>	Min: 15
	Características especiais I: I <i>Ver tabela de cód. de modelo</i>	Min: 11,8
Tolerância à dispersão cromática [ps/nm] (1 dB de penalidade no OSNR)	Características especiais I: C <i>Ver tabela de cód. de modelo</i>	± 40.000
	Características especiais I: I <i>Ver tabela de cód. de modelo</i>	± 280.000
Tolerância à DGD [ps] (1 dB de penalidade no OSNR)		Mín: 0 Máx: 100
Perda de Retorno [dB]		30

* a partir de uma BER pré-FEC de 1,0E-2 a BER pós-FEC relacionada ao sinal entregue ao equipamento cliente será 1,0E-12.

Características das interfaces de clientes

As interfaces ópticas cliente dos transponders 100G são implementadas com módulos plugáveis (XFP, QSFP+ e CFP) que são amplamente disponíveis comercialmente, as características paramétricas destes módulos variam de acordo com o modelo e fabricante (para informações e características paramétricas dos modelos de módulos plugáveis compatíveis com os equipamentos da Plataforma LightPad i6400G da Padtec consulte o Guia da Plugáveis Plataforma LightPad i6400G).

4.4.10. Precauções de Manuseio

Os transponders 100 Gb/s G.709 da Plataforma LightPad i6400G utilizam Lasers Classe 1. Por esta classe de Laser ser a mais segura das existentes, não exige nenhum cuidado especial por parte do usuário que o manuseará. Entretanto, recomenda-se a precaução de manter os olhos fora da linha de direção dos conectores de saída dos transponders. Sempre que os conectores dos cordões de manobra exteriores aos transponders 100G forem retirados, deve-se tomar o cuidado de tampar os adaptadores no frontal do equipamento para evitar que o conector interno do equipamento se suje. Ao retirar o transponder 100G do sub-rack, o mesmo deve ser envolto em embalagem blindada e antiestática para evitar que seus componentes sejam danificados por descargas eletrostáticas.

4.4.11. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

Alarmes:

- LASER FAIL (Rede).
- LOS (Rede e Cliente).
- LOSsync (Rede e Cliente).
- LASEROFF (Rede).

- OTU-BDI, ODU-BDI, LOM, PLM, OTU-TIM, ODU-TIM, ODU-AIS e ODU-SSF.

Telemidas:

- PIN (Rede e Cliente) – nível de potência de entrada da interface OTU4 e da interface cliente.
- POUT (Rede e Cliente) – nível de potência de saída da interface OTU4 e da interface cliente.
- Contadores de blocos errados EBC Near-End (BIP8) e Far-End (BEI) para OTU e ODU.
- Defect Seconds (DS) Near-End e Far-End para ODU e OTU.
- Taxa de bits errados Pré-FEC.
- Número do slot do sub-rack em que o transponder 100 Gb/s G.709 está instalado.
- Número de série do transponder
- Código de produto do transponder.

4.4.12. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

- Desligar Laser das interfaces OTU4 e Cliente (LASER OFF).
- Ligar Laser das interfaces OTU4 e Cliente (LASER ON).
- Ligar ou desligar funcionalidade *Auto Laser Off**. A operação desta funcionalidade é descrita a seguir:
 - Em caso de alarme de LOS na interface DWDM, a unidade automaticamente desliga o laser da respectiva interface cliente. Neste caso, o sistema de gerência e os LEDs frontais indicarão LOS1 e L.Off2.
 - Em caso de alarme de LOS na interface cliente, a unidade automaticamente desliga o laser da respectiva interface DWDM. Neste caso, o sistema de gerência e os LEDs frontais indicarão LOS2 e L.Off1.
- Reset de contadores de desempenho.
- Configurar o valor de referência de transmissão ou de recepção do TTI para OTU e ODU.
- Habilitar ou desabilitar as ações consequentes (ODU-BDI, OTU-BDI) à detecção de ODU-TIM ou OTU-TIM.

**Exceto para transponder regenerador*

4.4.13. Indicações Luminosas no Painel Frontal

Os Transponders 100G possuem os seguintes LEDs no painel frontal:

- POWER: LED verde que se acende quando O Transponder é ligado.
- L.OFF (Interfaces Cliente e/ou Rede): LED vermelho indica que o laser está desligado.
- LOF (Interfaces Cliente e/ou Rede): LED vermelho indica perda de alinhamento de quadro na respectiva interface.
- LOS (Interfaces Cliente e/ou Rede): LED vermelho contínuo indica a ausência de sinal na interface. LED vermelho piscando indica a ausência de sincronismo na interface (LOSsync).

4.4.14. Etiquetas de Identificação

Os transponders 100G possuem em seu frontal uma etiqueta indicando o modelo, número de série e código EAN do equipamento.

4.4.15. Procedimento de Remoção da Unidade do Sub-bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao remover o transponder do sub-rack.

- Desconectar os seus cabos ópticos.
- Retirar a unidade do sub-rack em seguida.

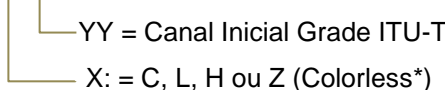
4.4.16. Procedimento de Inserção da Unidade no Sub-bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao inserir o transponder no sub-rack.

- Inserir totalmente o transponder no sub-rack.
- Conectar os cabos ópticos em seu painel frontal.

4.5. Multiplexador/Demultiplexador Óptico DWDM

4.5.1. Modelo

Campo	Descrição			
Modelo	MX: Multiplexador Óptico DWDM			
	DX: Demultiplexador Óptico DWDM			
	MXV: Multiplexador Óptico com VOA			
	<table border="0"> <tr> <td>MD: Módulo Integrado MUX / DEMUX / SCMD</td> <td> S: Standard (Padrão) F: Filtro Canal de Supervisão ± 2 nm SA: Standard (Padrão) com funcionalidade ALS (<i>Automatic Laser Shutdown</i>) - Somente para Canal de Supervisão SCME-4DP </td> </tr> <tr> <td>MVD: Módulo Integrado MUX com VOA / DEMUX / SCMD</td> <td> FA: Filtro Canal de Supervisão ± 2 nm com funcionalidade ALS (<i>Automatic Laser Shutdown</i>) - Somente para Canal de Supervisão SCME-4DP </td> </tr> </table>	MD: Módulo Integrado MUX / DEMUX / SCMD	S: Standard (Padrão) F: Filtro Canal de Supervisão ± 2 nm SA: Standard (Padrão) com funcionalidade ALS (<i>Automatic Laser Shutdown</i>) - Somente para Canal de Supervisão SCME-4DP	MVD: Módulo Integrado MUX com VOA / DEMUX / SCMD
MD: Módulo Integrado MUX / DEMUX / SCMD	S: Standard (Padrão) F: Filtro Canal de Supervisão ± 2 nm SA: Standard (Padrão) com funcionalidade ALS (<i>Automatic Laser Shutdown</i>) - Somente para Canal de Supervisão SCME-4DP			
MVD: Módulo Integrado MUX com VOA / DEMUX / SCMD	FA: Filtro Canal de Supervisão ± 2 nm com funcionalidade ALS (<i>Automatic Laser Shutdown</i>) - Somente para Canal de Supervisão SCME-4DP			
Sistema	D: DWDM			
Canal inicial	XYX: 			
Número de canais	XX: Número de canais			
Espaçamento óptico	1: 100 GHz 6: 50 GHz 2: 200 GHz L: Colorless			
Características	E: Com expansão, módulo não gerenciável F: Com expansão, módulo gerenciável G: Sem expansão, módulo gerenciável S: Sem expansão, módulo não gerenciável			
Banda de expansão	4: DWDM banda C 5: DWDM banda L T: Sem possibilidade de expansão C: Complemento da banda C (C20~C60)			
Mecânica	1: 1U de altura x 19" 2: 2U de altura x 19" 3: 3U de altura x 19" 4: 4U de altura x 19" 5: 5U de altura x 19" H: 4,5U de altura S: <i>Slim</i> – Uso em Sub-rack Compacto de 2U			

Características especiais	L: Conector LC/APC
	F: Com filtro interno na entrada de alimentação
	Ausente: sem filtro

* para modelos Mux/Demux Colorless, o código de modelo não possui referência ao canal inicial.

Exemplo Mux/Demux produzidos	
MXDC21081ST1	MDSADC21806ST5
DXDC21401ST2	MDDC21081STS
MVDDC21401GT2F	MVSDC21401GT3
MDDC21201ST1L	MDDC21081STH

4.5.2. Descrição Funcional

Multiplexador Óptico

O Multiplexador tem a função de combinar (na transmissão) os canais ópticos fornecidos pelos transponders em uma única fibra. Os espaçamentos entre canais podem ser de 200 GHz, 100 GHz e 50 GHz (ITU-T G.694.1).

Demultiplexador Óptico

O Demultiplexador tem a função de separar (na recepção) os canais ópticos que foram multiplexados na transmissão e transportados pela fibra óptica. As unidades de demultiplexação podem ser fornecidas com espaçamentos de 200, 100 ou 50 GHz (ITU-T G.694.1).

4.5.3. Dimensões Físicas e Painel Frontal

	Dimensão	Especificação
Altura [mm]	Módulos de 1U	44
	Módulos de 2U	88
	Módulos de 3U	132
	Módulos de 4U	176
	Módulos de 5U	222
	Módulos de 4,5U e Slim	202
Largura [mm]	Módulos 19"	443
	Módulos de 4,5U	23,7
	Módulos Slim	12,2
Profundidade [mm]	Módulos 19"	236

Módulos de 4,5U e Slim	217,4
Peso aproximado	
Modelo 1U [kg]	1,1
Modelo 2U [kg]	2,2
Modelo 3U [kg]	3,2
Modelo 4U [kg]	4,1
Modelo 5U [kg]	4,3
Modelo de slot 4,5U e Slim [kg]	0,5

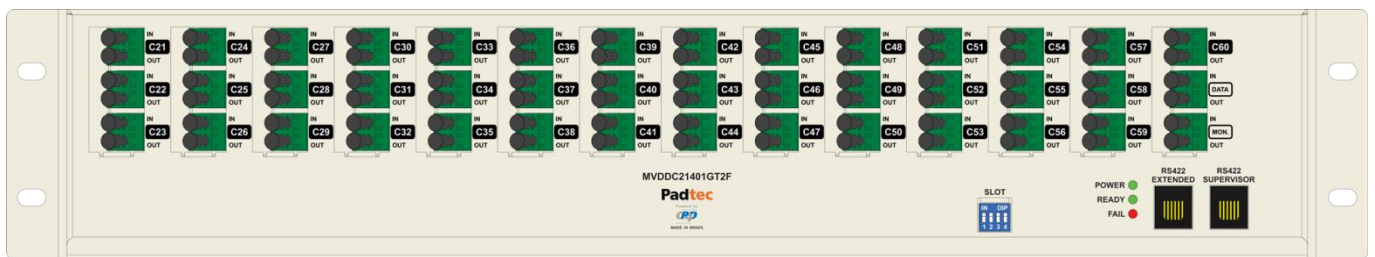
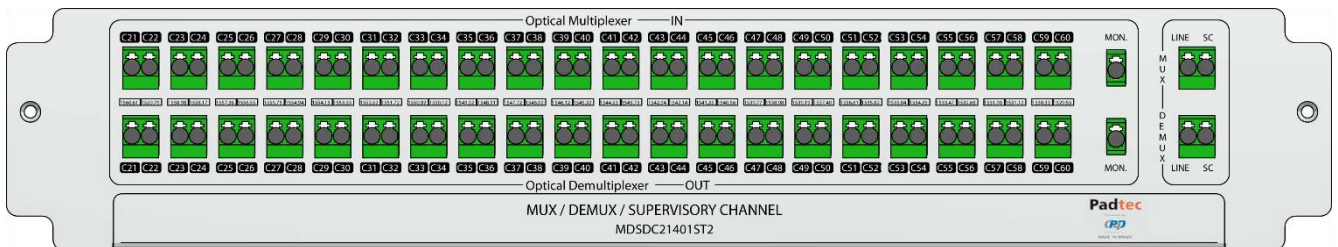
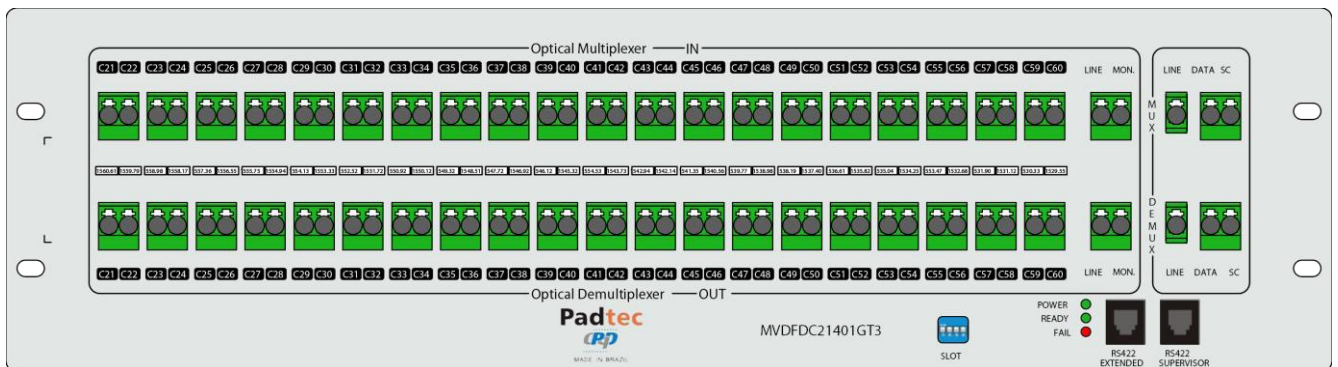


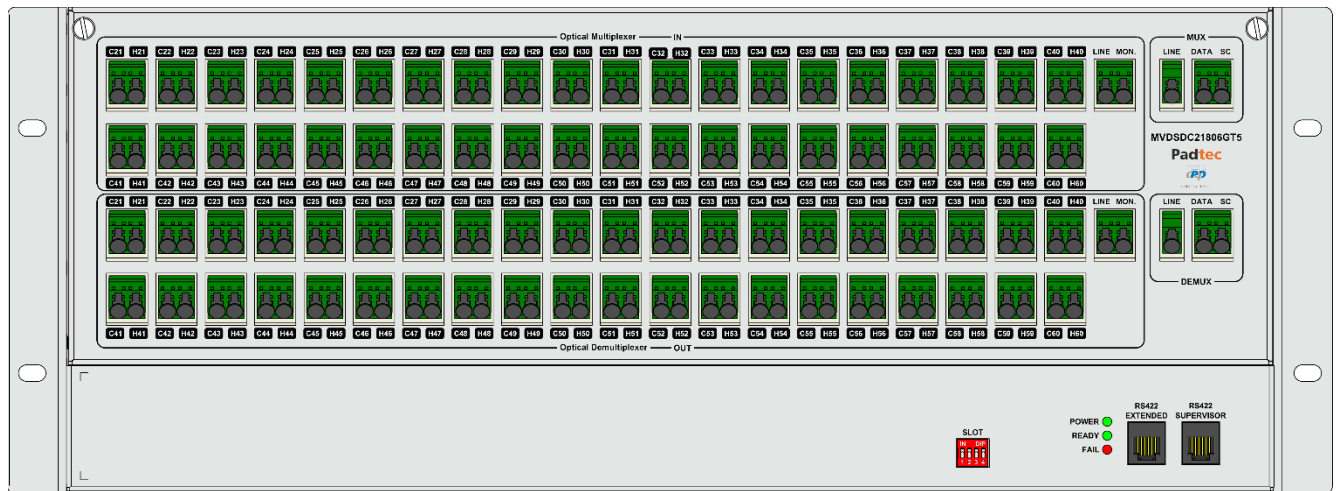
Ilustração do painel Frontal do Multiplexador com VOA e Demultiplexador de 40 canais 3U



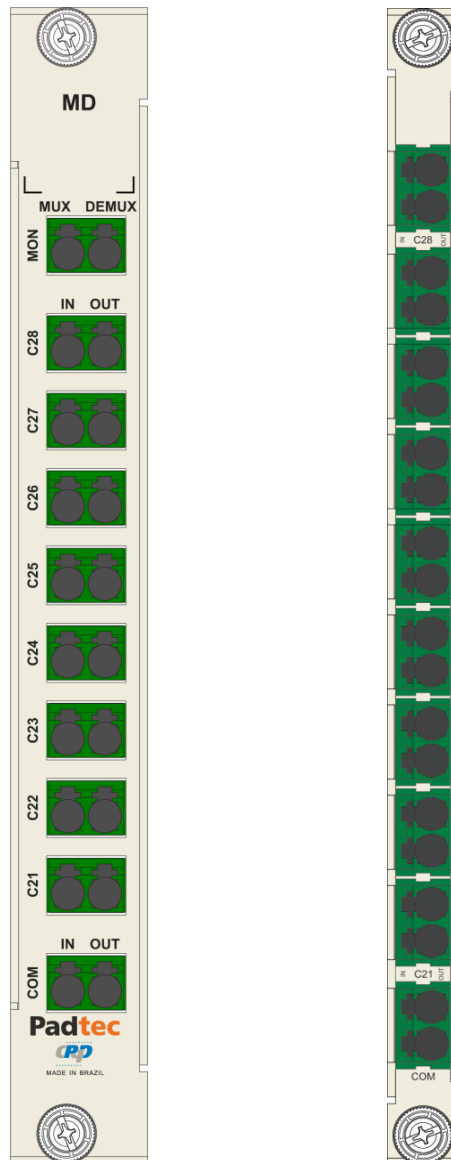
Painel Frontal do Módulo Integrado Multiplexador, Demultiplexador e SCMD 2U



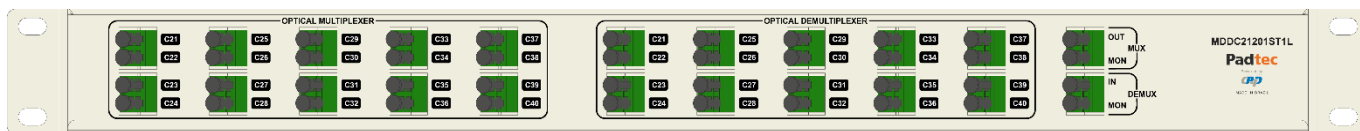
Painel Frontal do Módulo Integrado Multiplexador (VOA), Demultiplexador (40 canais) e SCMD 3U



Painel Frontal do Módulo Integrado Multiplexador (VOA), Demultiplexador (80 canais) e SCMD 5U



Painel Frontal do Módulo Integrado Multiplexador, Demultiplexador 4,5U e Slim para Sub-rack Compacto 2U respectivamente



Painel Frontal do Módulo Integrado Multiplexador e Demultiplexador de 20 canais 1U

4.5.4. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional

Multiplexador Óptico (MUX)

O Multiplexador tem a função de combinar (na transmissão) os canais ópticos fornecidos pelos transponders em uma única fibra. Os espaçamentos entre canais podem ser de 200 GHz, 100 GHz e 50 GHz (ITU-T G.694.1).

Demultiplexador Óptico (DEMUX)

O Demultiplexador tem a função de separar (na recepção) os canais ópticos que foram multiplexados na transmissão e transportados pela fibra óptica. As unidades de demultiplexação podem ser fornecidas com espaçamentos de 200, 100 ou 50 GHz (ITU-T G.694.1).

SCMD (MUX/DEMUX de canal de supervisão)

No sentido de transmissão, o módulo SCMD multiplexa o canal de supervisão para transmissão junto com os canais de dados. No sentido de recepção, o módulo SCMD demultiplexa o canal de supervisão dos canais de dados.

A figura a seguir ilustra através de diagramas em blocos as unidades de multiplexação/demultiplexação de canais de dados com possibilidade de expansão, módulo SCMD e VOAs (atenuadores ópticos variáveis utilizados para equalizar ou bloquear canais). De acordo com o modelo, o MUX/DEMUX óptico pode conter todas as unidades ilustradas na figura, duas delas ou mesmo uma única unidade em caso de módulos não integrados

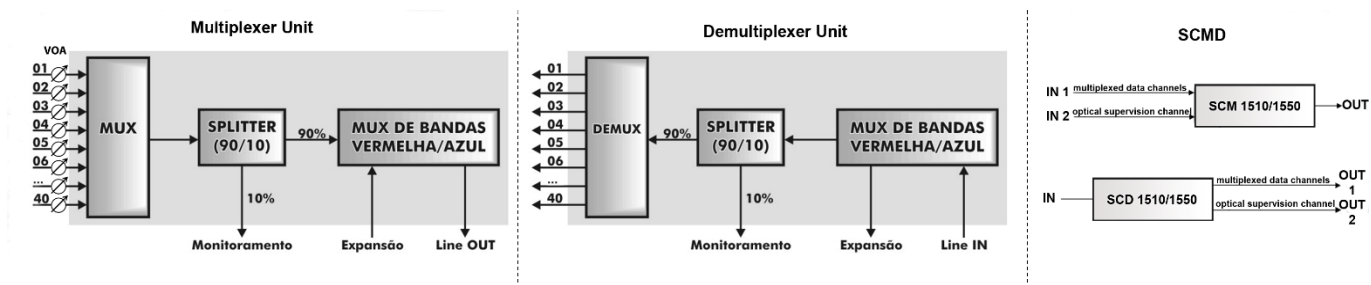


Diagrama em Blocos das unidades que podem compor um MUX/DEMUX

O elemento multiplexador com VOA 40/80x1 possui um atenuador óptico variável (VOA) para cada interface e combina 40/80 canais de entrada em uma fibra óptica. O sinal óptico multiplexado é direcionado ao splitter, que deriva 10% da potência óptica para gerar um sinal de monitoramento. O elemento seguinte é um multiplexador de bandas vermelha e azul, responsável pela combinação do sinal óptico do splitter com um sinal óptico multiplexado proveniente de outro multiplexador óptico. Este elemento permite a expansão do sistema DWDM (ver Capítulo 6) através da combinação de dois sinais ópticos multiplexados: um operando na banda vermelha e outro na banda azul.

O primeiro elemento da unidade de demultiplexação é um demultiplexador de bandas vermelha / azul. Este elemento permite a expansão do sistema DWDM (ver Capítulo 6) separando o sinal óptico de entrada em duas componentes, uma operando na banda vermelha e outra na banda

azul. Uma destas componentes é direcionada ao splitter, que deriva 10% da potência óptica para gerar um sinal de monitoramento. O elemento final é um demultiplexador 1x40/80, responsável pela recepção do sinal óptico multiplexado e separação dos 40/80 canais ópticos de saída.

O Supervisory Channel Mux / Demux (SCMD) interno é dividido em duas sub-unidades, SCM e SCD. O SCM é responsável por multiplexar o canal de supervisão (que é transmitido em 1510 nm) com os canais de dados logo após serem amplificados. Este módulo é utilizado em sistemas com amplificação óptica devido ao fato de que o sinal de supervisão deve ser multiplexado aos canais de dados amplificados. O SCD possui a função de separar o canal de supervisão dos canais de dados para que os mesmos sejam pré-amplificados antes de serem entregues ao demultiplexador

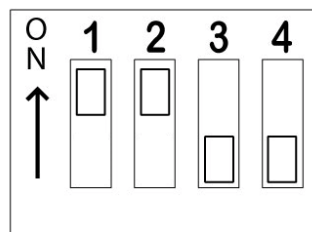
4.5.5. Configurações e Ajustes no Hardware

Para Módulos Gerenciáveis:

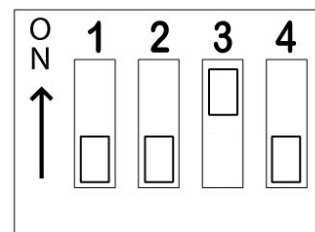
Os módulos MUX/DEMUX gerenciáveis requerem a configuração do DIP Switch frontal para que ocorra a correta comunicação do módulo com o supervisor do site e conseqüentemente com o sistema de gerência. Esta configuração é responsável pela identificação individual do elemento na gerência.

A identificação é realizada com números de 1 a 15 no DIP Switch (número binário), no qual a chave 1 é o bit menos significativo, e a chave 4 é o bit mais significativo.

Endereço (Formato): <valor Chave 1> x (2^0) + <valor Chave 2> x (2^1) + <valor Chave 3> x (2^2) + <valor Chave 4> x (2^3), onde <valor Chave x> = 1 na posição ON e <valor Chave x> = 0 na posição OFF.



(Exemplo para unidade de endereço 3)



(Exemplo para unidade de endereço 4)

Ilustração do Dip Switch e exemplos de configurações (endereços)

Cada unidade em um mesmo bastidor deve possuir números de slot diferentes.

Para Módulos Gerenciáveis:

Os módulos MUX/DEMUX não gerenciáveis não possuem configurações e ajustes no hardware.

4.5.6. Funcionalidade ALS

A Plataforma LightPad disponibiliza funcionalidade de proteção ALS, *Automatic Laser Shutdown*, baseada nas recomendações da ITU-T. A função ALS permite o desligamento dos Lasers de Bombeio dos Amplificadores em caso de detecção de interrupção no enlace, geralmente ocasionados por ruptura de fibras. Esta funcionalidade garante níveis de potência seguros para o operador, durante o reparo ou substituição da fibra.

A funcionalidade ALS consiste basicamente de uma comunicação elétrica de um cabo 4 vias entre os Amplificadores e a unidade SCMD (com ALS). Os conectores para interconexão elétrica estão disponibilizados no painel frontal das unidades.

Esta funcionalidade pode ser habilitada/desabilitada através da gerência da plataforma.

O comando de desligamento dos lasers é realizado somente quando os alarmes de LOS-O e LOS-P estiverem simultaneamente presentes no respectivo enlace. O alarme de LOS-P é

referente à ausência de canais multiplexados na grade DWDM do ITU-T, ou seja, não há sinal de dados. Este alarme é detectado automaticamente pela unidade SCMD. O alarme de LOS-O é referente à ausência do canal óptico de supervisão (nominal 1510 nm), e é detectado automaticamente pelo Supervisor do site.

LOS-O	LOS-P	Situação	Amplificadores (ALS Habilitado)
Não Presente	Não Presente	Enlace em operação normal	Pump On
Não Presente	Presente	Ausência de sinal de dados / Enlace ativo (Canal de Supervisão)	Pump On
Presente	Não Presente	Falha no Canal de Supervisão / SCMD / Enlace ativo (Canais DWDM presentes)	Pump On
Presente	Presente	Falha no Enlace (ruptura) / Ausência de sinal óptico de dados e supervisão	Pump Off

O SCMD com ALS também reporta o alarme de Cable Fail, gerado em caso de remoção/falha no cabo elétrico entre o SCMD e o supervisor.

Após o término da sinalização dos alarmes, os Amplificadores acionarão automaticamente seus lasers de bombeio, em um período configurável (sistema de gerência) de 30 segundos a 3 horas.

4.5.7. Alimentação Elétrica

Para Módulos Gerenciáveis:

A alimentação elétrica é feita em -48 VDC Via A, -48 VDC Via B, 0 VDC e Terra de Bastidor via conector traseiro.

Para Módulos Gerenciáveis:

Não há alimentação elétrica (elemento passivo).

4.5.8. Interfaces Elétricas

Para Módulos Gerenciáveis:

- 2 conectores RJ-11 (Supervisor e Extended) para comunicação RS-422 com a gerência Padtec.
- Conector traseiro para receber alimentação elétrica

Para Módulos Não Gerenciáveis:

Os módulos não gerenciáveis não possuem interfaces elétricas.

Para Módulos com ALS:

Os Módulos com a funcionalidade ALS possuem as seguintes interfaces elétricas:

- LOS-O CS: Permite conexão elétrica com a unidade SCME-4DP. Através desta interface, o Canal de Supervisão sinaliza o alarme de LOS-O (Conector circular SN 180º macho de 4 vias).
- ALS: Permite conexão elétrica com os Amplificadores que possuem a funcionalidade ALS. Através desta interface, o SCMD sinaliza o desligamento dos lasers de bombeio, devido à alarmes de LOS-O e LOS-P, de acordo com o modo de operação (Conector circular SN 180º macho de 4 vias).
- 2 conectores RJ-11 (Supervisor e Extended) para comunicação RS-422 com a gerência Padtec.

4.5.9. Interfaces Ópticas

As interfaces ópticas dos módulos são baseadas nas recomendações do ITU-T G.692.

Os módulos **MUX** apresentam as seguintes interfaces ópticas com conectores do tipo LC/APC (em alguns modelos legados os conectores são do tipo SC/APC):

- Conectores de INPUT: Conectores que recebem os canais ópticos a serem multiplexados. Cada um destes conectores tem a serigrafia do respectivo canal a ser adicionado.
- LINE OUT: Conector de saída do sinal óptico multiplexado.
- MONITORING (OUT): Conector que emite uma amostra dos canais ópticos da interface *LINE OUT* para propósito de monitoramento.
- EXPANSION (ausente ou presente de acordo com o modelo): Conector utilizado para expandir sistemas DWDM. Através deste conector, duas unidades de multiplexadores/demultiplexadores ópticos podem ser interligadas em cascata (ver Capítulo 6).

Os módulos **DEMUX** apresentam as seguintes interfaces ópticas com conectores do tipo LC/APC (em alguns modelos legados os conectores são do tipo SC/APC):

- LINE IN: Conector de entrada que recebe o sinal com canais multiplexados para demultiplexação.
- Conectores de OUTPUT: Conectores que transmitem os canais separadamente após a demultiplexação. Cada um destes conectores tem a serigrafia do respectivo canal demultiplexado.
- MONITORING (OUT): Conector que emite uma amostra dos canais ópticos recebidos pela interface *LINE IN* para propósito de monitoramento.
- EXPANSION (ausente ou presente de acordo com o modelo): Conector utilizado para expandir sistemas DWDM. Através deste conector, duas unidades de multiplexadores/demultiplexadores ópticos podem ser interligadas em cascata (ver Capítulo 6).

Os módulos que possuem unidades de multiplexação e demultiplexação em uma mesma mecânica terão os conectores das unidades MUX e DEMUX descritas anteriormente. Os módulos integrados que também possuem **SCMD**, além dos conectores das unidades MUX e DEMUX terão os seguintes conectores relativos a unidade SCMD:

SCM

- DATA IN: Conector de entrada do sinal óptico com os canais de dados já multiplexados para multiplexação com o canal de supervisão.

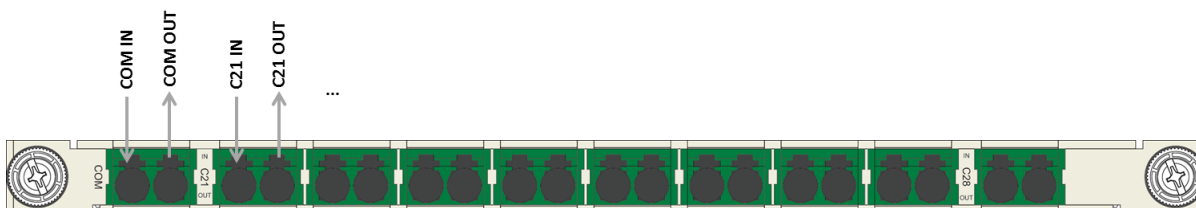
- SC IN: Conector que recebe o canal de supervisão a ser multiplexado juntamente com os canais de dados.
- LINE OUT: Conector de saída que transmite o sinal com os canais de dados multiplexados com o canal de supervisão.

SCD

- DATA OUT: Conector de saída para o sinal óptico com os canais de dados multiplexados, mas separados do canal de supervisão.
- SC OUT: Conector de saída do canal de supervisão demultiplexado.
- LINE IN: Conector de entrada do sinal óptico com os canais de dados e canal de supervisão multiplexados.

MUX/DEMUX Slim

Os modelos de Mux/Demux slim de 8 canais não possuem indicação de IN/OUT em seu painel frontal. Com o painel posicionado horizontalmente no sub-rack, conforme abaixo, considere a seguinte configuração para as interfaces:



A interface a esquerda será a porta IN e a interface à direita a porta OUT.

4.5.10. Características Paramétricas

A Tabela a seguir apresenta as características paramétricas das unidades de multiplexação e demultiplexação óptica sem gerência e com mecânicas independentes, ou seja, não integradas. Estes parâmetros consideram as unidades sem módulo de expansão. A inclusão do módulo de expansão acrescenta 3,5 dB (utilizando-se um acoplador óptico) de perda de inserção na unidade. A MTBF das unidades é de 5×10^5 horas.

Mux ou Demux sem gerência <i>Módulos não integrados</i>	Especificação			
	4 Canais	8 Canais	8 Canais	16 Canais
Perda de Inserção [dB]	Típ: 3 Máx: 3,5	Típ: 4 Máx: 4,5	Típ: 7 Máx: 7,5	Típ: 4,5 Máx: 5
Espaçamento de Canal [GHz]	100 ou 200	100 ou 200	50	100 ou 200
PDL [dB]	Máx: 0,1	Máx: 0,1	Máx: 0,6	Máx: 0,1
Isolamento do canal adjacente [dB]	Mín: 20	Mín: 20	Mín: 23	Mín: 20
Crosstalk integrado [dB]	Mín: 22 (100 GHz)	Mín: 22 (100 GHz)	Mín: 22	Mín: 22 (100 GHz)
	Mín: 20	Mín: 20		Mín: 20

Mux ou Demux sem gerência <i>Módulos não integrados</i>	Especificação			
Característica	4 Canais	8 Canais	8 Canais	16 Canais
	(200 GHz)	(200 GHz)		(200 GHz)

Perda de inserção do Mux/Demux 16 canais Colorless [dB]	Máx: 14
--	----------------

Mux ou Demux sem gerência <i>Módulos não integrados</i>	Especificação			
Característica	20 Canais	32 Canais	40 Canais	80 Canais
Perda de Inserção [dB]	Típ: 5 Máx: 5,5	Típ: 7 Máx: 7,5	Típ: 7 Máx: 7,5	Típ: 9 Máx: 9,5
Espaçamento de Canal [GHz]	100 ou 200	100 ou 200	100	50
PDL [dB]	Máx: 0,1	Máx: 0,2	Máx: 0,6	Máx: 0,8
Isolamento do canal adjacente [dB]	Mín: 20	Mín: 20	Mín: 20	Mín: 25
Crosstalk integrado [dB]	Mín: 22 (100 GHz) Mín: 20 (200 GHz)	Mín: 22 (100 GHz) Mín: 20 (200 GHz)	Mín: 22 (100 GHz)	Mín: 22

A Tabela a seguir apresenta as características paramétricas das unidades de multiplexação com VOA para 20, 40 ou 80 canais. Estes parâmetros consideram as unidades sem módulo de expansão. A inclusão do módulo de expansão acrescenta 3,5 dB (utilizando-se um acoplador óptico) de perda de inserção.

Característica – MUX (não integrado) com VOA	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	Máx: 15
MTBF [horas]	2 x 10 ⁵

Características – MUX (não integrado) com VOA	Especificação
Espaçamento [GHz]	20/40 Canais 100

Características – MUX (não integrado) com VOA		Especificação
	80 Canais	50
Faixa do Comprimento de Onda [nm]		Mín: 1529 Máx: 1604
Faixa de Atenuação [dB]		15
Janela de transmissão [pm]		Mín: 200
Banda Passante -1dB [nm]		Mín: 0,4
Perda de inserção (na janela de transmissão) [dB]	20/40 Canais	Máx: 9
	80 Canais	Máx: 12
Uniformidade da Perda de Inserção [dB]	20/40 Canais	Máx: 1,2
	80 Canais	Máx: 1,5
PDL @ 0 dB de atenuação (na janela de transmissão) [dB]	20/40 Canais	Máx: 0,6
	80 Canais	Máx: 0,7
PDL @ 15 dB de atenuação (na janela de transmissão) [dB]	20/40 Canais	Máx: 0,8
	80 Canais	Máx: 0,9
Dispersão Cromática [ps/nm]		± 20
Isolação do canal adjacente [dB]		Máx: 9
Crosstalk total [dB]		Máx: 6
Perda de retorno óptica [dB]		Máx: -40

A Tabela a seguir apresenta as características paramétricas das unidades internas dos módulos integrados MUX/DEMUX/SCMD. Estes parâmetros consideram os multiplexadores/demultiplexadores sem módulo de expansão. A inclusão do módulo de expansão acrescenta 3,5 dB (utilizando-se um acoplador óptico) de perda de inserção nas unidades óptica.

Característica – Somente para módulos integrados MUX/DEMUX/SCMD gerenciáveis	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	Máx: 18
MTBF [horas]	2 x 10 ⁵

Módulos Integrados MUX/DEMUX/SCMD	Especificação (MVDz00Cxy) – 40 Canais	
	Sub-Unidade Mux	Sub-Unidade Demux
Perda de Inserção [dB]	Máx: 9	Típ: 7 Máx: 7,5
Espaçamento de Canal [GHz]	100	100
PDL [dB]	0 dB de Atenuação: 0,6 15 dB de Atenuação: 0,8	0,6
Isolamento do canal adjacente [dB]	25	30
Crosstalk integrado [dB]	Mín: 22	Mín: 22

Módulos Integrados MUX/DEMUX/SCMD	Especificação (MVDz00Cxy) – 80 Canais	
	Sub-Unidade Mux	Sub-Unidade Demux
Perda de Inserção [dB]	Máx: 12	Típ: 9 Máx: 9,5
Espaçamento de Canal [GHz]	100	100
PDL [dB]	0 dB de Atenuação: 0,6 15 dB de Atenuação: 0,8	0,6
Isolamento do canal adjacente [dB]	25	30
Crosstalk integrado [dB]	Mín: 22	Mín: 22

Módulos Integrados MUX/DEMUX/SCMD	Sub-Unidade SCMD	
	Modelo Montagem Óptica Standard/Bidirecional	Modelo Montagem Óptica com Filtro ± 2 nm
Comprimento de onda [nm]	1500-1520 (Supervisão) 1530-1563 (DWDM)	1508-1512 (Supervisão) 1514-1640 (DWDM)
Perda de Inserção [dB]	Máx: 2	Máx: 2
PDL [dB]	0,01	0,01
Perda de Retorno [dB]	Mín: 50	Mín: 55
Isolação sobre Banda [dB]	Mín: 12 (1500-1520 nm) Mín: 30 (1530-1563 nm)	-

4.5.11. Indicações Luminosas no Painel Frontal

Os módulos não gerenciáveis não possuem indicações luminosas no painel frontal.

Somente para módulos gerenciáveis:

Os módulos gerenciáveis (integrados ou não) possuem as seguintes indicações luminosas no painel frontal:

- POWER: LED verde que acende quando a unidade está ligada (alimentada).
- READY: LED verde que acende quando a unidade está disponível para operação.
- FAIL: LED vermelho que acende para indicar falha de comunicação entre o módulo óptico e a placa elétrica ou superaquecimento do módulo óptico.

4.5.12. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

Os módulos não gerenciáveis não possuem alarmes ou telemidas.

Somente para módulos gerenciáveis:

Os módulos gerenciáveis (integrados ou não) reportam os seguintes alarmes e telemidas para o sistema de gerência:

Alarmes:

- Superaquecimento.
- *Not ready*.
- Falha de comunicação.

Telemidas:

- Atenuação configurada para os VOA (atenuadores ópticos variáveis)

4.5.13. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

Os módulos não gerenciáveis não possuem telecomandos.

Somente para módulos gerenciáveis:

Os módulos que possuem VOA aceitam telecomando para alteração da atenuação individual dos canais.

4.5.14. Procedimento de Remoção da Unidade do Bastidor

- Desligar os Lasers de todos os transponders que se encontram conectados ao Multiplexador Óptico (ver Procedimento de Retirada do Transponder do Sub-bastidor).
- Desligar o Laser do pré-amplificador que estiver na entrada do Demultiplexador Óptico, caso exista. Neste caso, verificar Procedimento de Retirada do Pré-Amplificador.
- Desligar a alimentação do módulo canal de supervisão (ver Procedimento de Retirada do Módulo Canal de Supervisão do Sub-bastidor).
- Desconectar todos os seus cabos ópticos e elétricos.

4.5.15. Procedimento de Inserção da Unidade no Bastidor

- Inserir o módulo no bastidor e parafusá-lo.
- Conectar todos os cabos ópticos e elétricos.
- Identificar o slot do Módulo Integrado (DIP Switch).
- Ligar os Lasers de todos os transponders conectados à unidade.
- Ligar o Laser do Pré-Amplificador conectado no Demultiplexador, caso exista.

4.6. SCMD (Supervisory Channel Mux/Demux)

4.6.1. Modelo

Campo	Descrição
SCMD	-
Comprimento de onda	1: 1310nm 2: 1470nm 3: 1510nm 4: 1625nm 5: 1450nm
Montagem óptica	S: Standard F: Filtro ± 2 nm B: Bidirecional
Mecânica	1: 1U de altura H: 1 slot de 4,5U para sub-racks de 14U, 4U ou 2U
Características	A: Funcionalidade ALS (<i>Automatic Laser Shutdown</i>) - Somente para Canal de Supervisão SCME-4DP S ou vazio: Padrão

Exemplos de SCMD produzidos	
SCMD3SH	SCMD3S1

4.6.2. Descrição Funcional

SCM: Em sistemas com amplificador óptico de potência, este módulo possui a função de multiplexar o canal de supervisão (que é transmitido em 1510 nm) com os canais de dados logo após serem amplificados. Este módulo é utilizado em sistemas com amplificação óptica devido ao fato de que o sinal de supervisão deve ser multiplexado aos canais de dados depois que os mesmos forem amplificados.

SCD: Em sistemas com pré-amplificação óptica, este módulo possui a função de separar o canal de supervisão dos canais de dados para que os mesmos sejam pré-amplificados antes de serem entregues ao demultiplexador.

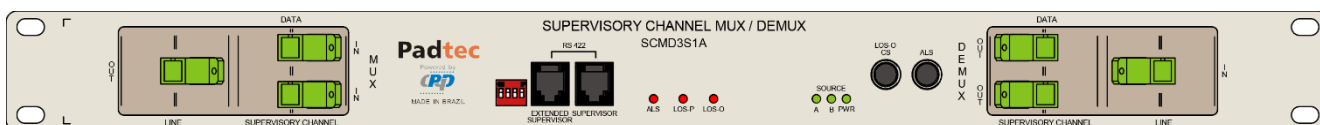
O SCM e o SCD são montados em uma mesma unidade física – SCMD.

4.6.3. Dimensões Físicas e Painel Frontal

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	44
Largura [mm]	442
Profundidade [mm]	236
Peso aproximado	
Modelo 1U [kg]	1,2
Modelo de slot 4,5U [kg]	0,6



Painel Frontal do Supervisory Channel Mux /Demux – SCMD



Painel Frontal do Supervisory Channel Mux /Demux – SCMD com ALS

4.6.4. Diagrama em Blocos

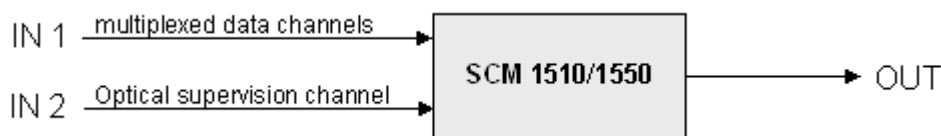


Diagrama em blocos do Supervisory Channel Mux – SCM

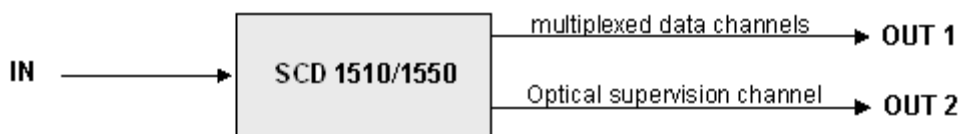


Diagrama em Blocos do Supervisory Channel Demux – SCD

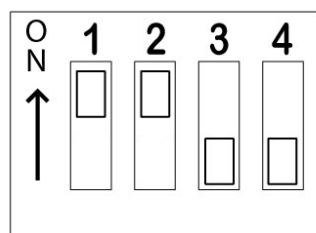
4.6.5. Configurações e Ajustes no Hardware

A unidade SCMD padrão (sem ALS) não possui configurações e ajustes no hardware.

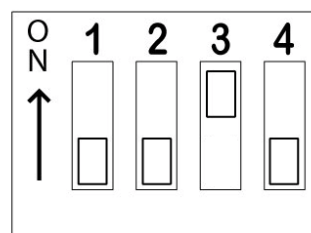
A unidade SCMD com ALS requer a configuração do DIP Switch frontal para acesso da gerência da Padtec. Esta configuração é responsável pela identificação da posição/slot no bastidor.

A identificação é realizada com números de 1 a 15 no DIP Switch (número binário), onde a chave 1 é o bit menos significativo, e a chave 4 é o bit mais significativo.

Endereço (Formato): <valor Chave 1> x (2⁰) + <valor Chave 2> x (2¹) + <valor Chave 3> x (2²) + <valor Chave 4> x (2³), onde <valor Chave x> = 1 na posição ON e <valor Chave x> = 0 na posição OFF.



(Exemplo para unidade de endereço 3)



(Exemplo para unidade de endereço 4)

Ilustração do Dip Switch e exemplos de configurações (endereços)

Cada unidade SCMD com ALS em um mesmo bastidor deve possuir números de slot diferentes.

4.6.6. Alimentação Elétrica

A unidade SCMD padrão (sem ALS) não possui alimentação elétrica (unidade passiva).

A unidade SCMD com ALS é alimentada em -48 VDC, 0 VDC e Terra de Bastidor (através do painel traseiro).

4.6.7. Interfaces Elétricas

A unidade SCMD padrão (sem ALS) não possui interfaces elétricas.

As unidades SCMD com ALS possuem as seguintes interfaces elétricas:

- LOS-O CS: Permite conexão elétrica com a unidade SCME-4DP. Através desta interface, o Canal de Supervisão sinaliza o alarme de LOS-O (Conector circular SN 180º macho de 4 vias).
- ALS: Permite conexão elétrica com os Amplificadores que possuem a funcionalidade ALS. Através desta interface, o SCMD sinaliza o desligamento dos lasers de bombeio, devido a alarmes de LOS-O e LOS-P, de acordo com o modo de operação (Conector circular SN 180º macho de 4 vias).
- 2 conectores RJ-11 (Supervisor e Extended) para comunicação RS-422 com a gerência Padtec.

4.6.8. Interfaces Ópticas

O Supervisory Channel Mux – SCM – possui as seguintes interfaces ópticas com conectores do tipo LC/APC :

- DATA: Conector de entrada dos canais de dados após serem amplificados.
- SUPERVISORY CHANNEL: Conector de entrada do canal de supervisão. Esta interface está fisicamente conectada à saída do módulo de supervisão (OUT).
- LINE: Conector de saída dos canais de dados e supervisão multiplexados.

O Supervisory Channel Demux – SCD – possui as seguintes interfaces ópticas com conectores do tipo LC/APC:

- LINE: Conector de entrada da fibra com os canais de dados e supervisão multiplexados.

- SUPERVISORY CHANNEL: Conector de saída do sinal de supervisão. Esta interface está fisicamente conectada à entrada (IN) do módulo de supervisão.
- DATA: Conector de saída dos canais de dados. Este conector é normalmente conectado ao Pré-Amplificador.

4.6.9. Características Paramétricas

Característica	Especificação
MTBF [horas]	5 x 10 ⁵

Característica Modelo Montagem Óptica Standard/Bidirecional	Especificação
Comprimento de onda [nm]	Supervisão: 1500-1520 DWDM: 1530-1563
Perda de Inserção [dB]	Máx: 2
PDL [dB]	0,01
Perda de Retorno [dB]	Mín: 50
Isolação mínima sobre Banda [dB]	12 (1500-1520 nm) 30 (1530-1563 nm)

Característica Modelo Montagem Óptica com Filtro ± 2 nm	Especificação
Comprimento de onda [nm]	Supervisão: 1508-1512 DWDM: 1514-1640
Perda de Inserção [dB]	Máx: 2
PDL [dB]	0,01
Perda de Retorno [dB]	Mín: 55

4.6.10. Indicações Luminosas no Painel Frontal

A unidade SCMD padrão (sem ALS) não possui indicações luminosas no painel.

A unidade SCMD com ALS possui as seguintes indicações luminosas no Painel Frontal:

- ALS (apagado): Funcionalidade ALS (*Automatic Laser Shutdown*) desabilitada pelo Sistema de Gerência.
- ALS (verde): Funcionalidade ALS ativada sem sinalização de desligamento dos Lasers de Bombeio dos Amplificadores.
- ALS (vermelho): LED vermelho indica acionamento de ALS devido à detecção de LOS-P e LOS-O. Nesta situação, os Lasers de Bombeio dos Amplificadores serão desligados.

- LOS-P: LED vermelho identifica alarme de LOS-P (*Loss of Signal*) devido à ausência de canais multiplexados na grade DWDM (ITU-T G.694.1).
- LOS-O: LED vermelho identifica alarme de LOS-O (*Loss of Signal*) devido à ausência de sinal óptico de supervisão (nominal 1550 nm).
- SOURCE A: LED verde indica que a unidade está alimentada através da via A.
- SOURCE B: LED verde indica que a unidade está alimentada através da via B.
- PWR: LED verde indica que a unidade está alimentada e em operação.

4.6.11. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

A unidade SCMD padrão (sem ALS) não reporta alarmes e telemidas à gerência.

A unidade SCMD com ALS reporta os seguintes alarmes e telemidas à gerência:

Alarmes:

- LOS-O SFP 8/9: Indica ausência de sinal nas interfaces ópticas do Canal de Supervisão Fast Ethernet (SCME-4DP).
- LINK UP/LINK DOWNSFP 8/9: Indica o estado de operação das interfaces ópticas do Canal de Supervisão Fast Ethernet (SCME-4DP).
- Funcionalidade ALS habilitada e ativa (desligamento dos Lasers de Bombeio dos Amplificadores).
- Cable Fail: Indica rompimento ou remoção do cabo elétrico que sinaliza alarme de LOS-O.

Telemidas:

- Funcionalidade ALS habilitada/desabilitada.
- Modo de operação ALS (*Soft State / Hard State*).
- Número de série da unidade.
- Código de produto da unidade.

4.6.12. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

A unidade SCMD não aceita telecomandos do Sistema de Gerência.

A unidade SCMD com ALS aceita os seguintes telecomandos a partir do Sistema de Gerência:

- Habilitar/Desabilitar ALS.
- Configurar modo de operação ALS:
 - *Soft State*: Desligamento de Lasers de Bombeio em caso de LOS-O e LOS-P. Em caso de Cable Fail, o sistema de gerência indicará o alarme, porém, não acionará o ALS.
 - *Hard State*: Desligamento de Lasers de Bombeio em caso de LOS-O e LOS-P ou alarme de Cable Fail.
- Configurar tempo de restabelecimento de falha, após término de alarmes. O sistema de gerência aceita valores de 30 segundos a 3 horas. O valor padrão (fábrica) é de 100 segundos.

4.6.13. Funcionalidade ALS

A Plataforma LightPad disponibiliza funcionalidade de proteção ALS, *Automatic Laser Shutdown*, baseada nas recomendações da ITU-T. A função ALS permite o desligamento dos Lasers de Bombeio dos Amplificadores em caso de detecção de interrupção no enlace, geralmente ocasionados por ruptura de fibras. Esta funcionalidade garante níveis de potência seguros para o operador, durante o reparo ou substituição da fibra.

A funcionalidade ALS consiste basicamente de uma comunicação elétrica de um cabo 4 vias entre os Amplificadores e o Canal de Supervisão (SCMMT/SCMML) ou SCMD (com ALS). Os conectores para interconexão elétrica estão disponibilizados no painel frontal das unidades.

Esta funcionalidade pode ser habilitada/desabilitada através da gerência da plataforma.

O comando de desligamento dos lasers é realizado somente quando os alarmes de LOS-O e LOS-P estiverem simultaneamente presentes no respectivo enlace. O alarme de LOS-P é referente à ausência de canais multiplexados na grade DWDM do ITU-T, ou seja, não há sinal de dados. Este alarme é detectado automaticamente pela unidade SCMD. O alarme de LOS-O é referente à ausência do canal óptico de supervisão (nominal 1510 nm), e é detectado automaticamente pelo Canal de Supervisão Fast Ethernet (SCME-4DP).

LOS-O	LOS-P	Situação	Amplificadores (ALS Habilitado)
Não Presente	Não Presente	Enlace em operação normal	Pump On
Não Presente	Presente	Ausência de sinal de dados / Enlace ativo (Canal de Supervisão)	Pump On
Presente	Não Presente	Falha no Canal de Supervisão / SCMD / Enlace ativo (Canais DWDM presentes)	Pump On
Presente	Presente	Falha no Enlace (ruptura) / Ausência de sinal óptico de dados e supervisão	Pump Off

O SCMD com ALS também reporta o alarme de Cable Fail, gerado em caso de remoção/falha no cabo elétrico entre o SCMD e o SCME-4DP.

Após o término da sinalização dos alarmes, os Amplificadores acionarão automaticamente seus lasers de bombeio, em um período configurável (sistema de gerência) de 30 segundos a 3 horas.

4.6.14. Procedimento de Remoção da Unidade do Bastidor

SCM:

- Desligar os lasers de todos os transponders que se encontram conectados ao Multiplexador Óptico (ver Procedimento de Retirada do Transponder do Sub-bastidor), em cuja saída encontra-se ligado o SCM.
- Desligar a alimentação do módulo canal de supervisão (ver Procedimento de Retirada do Módulo Canal de Supervisão do Sub-bastidor).
- Desconectar todos os seus cabos ópticos e elétricos (se aplicável).

SCD:

- Desconectar os cabos ópticos e elétricos do SCD (se aplicável).
- Desparafusar a unidade SCMD e retirá-la do bastidor.

4.6.15. Procedimento de Inserção da Unidade no Bastidor

Inserir a unidade SCMD e parafusá-la no bastidor.

SCM:

- Conectar todos os seus cordões ópticos e elétricos (se aplicável).
- Ligar os lasers de todos os transponders ligados ao Multiplexador Óptico em cuja saída o SCM encontra-se ligado.

SCD:

- Conectar todos os seus cordões ópticos e elétricos (se aplicável).

4.7. OADM (Optical Add and Drop Multiplexer)

4.7.1. Modelo

Campo	Descrição
OADM	-
Modelo	D: DWDM C: CWDM B: OADM de Banda W: WDM
Banda	C: Banda C L: Banda L 1: 1310/1550 nm (Somente modelo WDM) 2: 1550/1310 nm (Somente modelo WDM) 3: 850/1310 nm (Somente modelo WDM)
Canal inicial	XX: Número do Canal Inicial Vazio: Caso modelo WDM
Espaçamento entre canais	1: 50 GHz 2: 100 GHz 3: 200 GHz Vazio: Caso modelo WDM
Quantidade de canais	YY: Quantidade de Canais Vazio: Caso modelo WDM
Sistema de proteção	S: Single Homing D: Dual Homing
Direção	U: Unidirecional B: Bidirecional
Alcance	S: Short-Haul L: Long-Haul
Mecânica	0: Dentro Caixa de Emenda 1: 1U de Altura 2: 2U de Altura

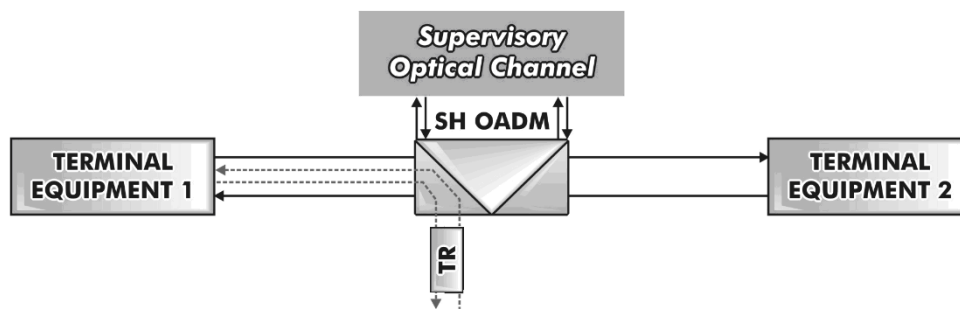
4.7.2. Descrição Funcional

As unidades OADM permitem a derivação de qualquer número de canais ópticos a partir de um sinal óptico multiplexado, ou seja, são acessados localmente 1 a “n” canais enquanto os canais restantes passam pelo OADM sem nenhum tipo de processamento local. Estes últimos são chamados de canais passantes.

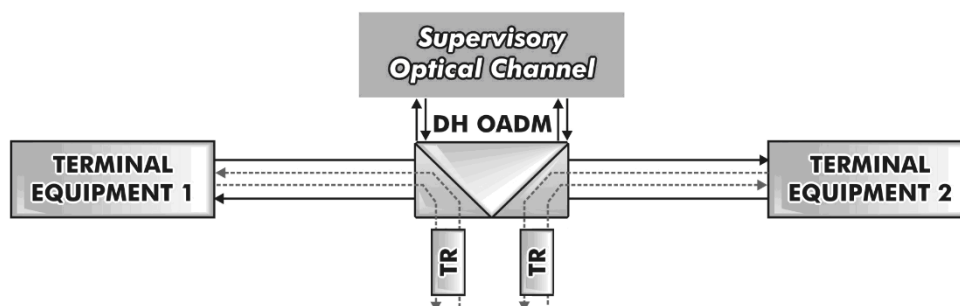
Estão disponíveis unidades OADM para sistemas DWDM unidirecionais ou bidirecionais.

Os OADMs suportam configuração *Single Homing* (SH) ou *Dual Homing* (DH) para sistemas DWDM unidirecionais ou bidirecionais. Ambas as configurações estão de acordo com a recomendação GR-2979-CORE.

O OADM SH acessa (retira e insere) os canais ópticos apenas de um lado de transmissão: leste ou oeste. Já o OADM DH acessa os canais ópticos dos dois lados de transmissão: leste e oeste. A figura a seguir ilustra as configurações SH e DH de OADMs para um sistema DWDM unidirecional em barramento, onde o módulo OADM está na estação intermediária e permite o acesso a um canal óptico mais o canal de supervisão.



a) Example of Single Homing OADM



b) Example of Dual Homing OADM

Configurações de OADMs

Uma alternativa de OADM oferecido pela Padtec são os OADMs de banda. Estas unidades permitem a derivação e inserção de sub-conjuntos (*bundles*) de comprimentos de onda consecutivos, suportando também as configurações Single Homing e Dual Homing. Os OADMs de banda aplicam-se a sistemas unidirecionais ou bidirecionais e são produzidos segundo necessidades específicas da rede do cliente (produtos customizados). OADMs de banda podem ser usados como componentes importantes em topologias de rede em estrela, hub e árvore.

4.7.3. Dimensões Físicas e Painel Frontal

As unidades OADM possuem mecânica horizontal própria para bastidores de 19". A altura dos módulos varia segundo o número de canais derivados / inseridos. Para cada conjunto de 8 canais derivados / inseridos é necessário 1U de altura do módulo OADM. A figura a seguir ilustra um exemplo de dimensão física de um OADM Dual Homing Unidirecional de 2 canais, que opcionalmente inclui também a derivação e inserção do canal óptico de supervisão.

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	44
Largura [mm]	443
Profundidade [mm]	236

Peso aproximado	
Modelo 1U [kg]	1,3
Modelo 2U [kg]	2,0



Painel Frontal do OADM DH Unidirecional de 2 canais

4.7.4. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional

A figura a seguir ilustra um exemplo de diagrama em blocos de uma unidade OADM DH Unidirecional de 2 canais.

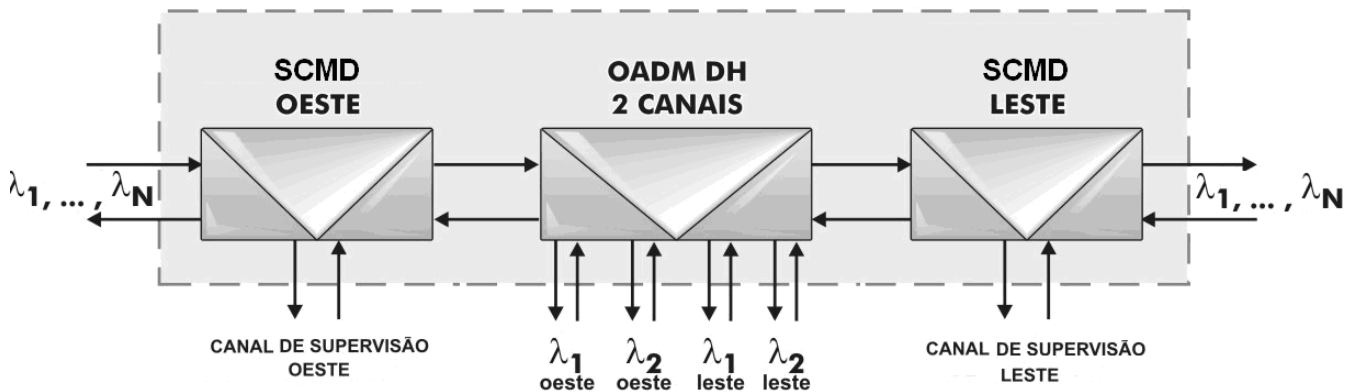


Diagrama em blocos do OADM DH Unidirecional de 2 canais

Basicamente um OADM fixo é composto de componentes ópticos passivos para inserção e retirada do canal óptico de supervisão e dos canais ópticos de dados. Os componentes passivos para derivação e inserção de canais utilizam a tecnologia de filtros ópticos interferométricos. Opcionalmente a unidade OADM pode incorporar as funcionalidades de inserção e derivação do canal óptico de supervisão.

4.7.5. Configurações e Ajustes no Hardware

O OADM não possui configurações e ajustes no hardware.

4.7.6. Alimentação Elétrica

O OADM não possui alimentação elétrica (unidade passiva).

4.7.7. Interfaces Elétricas

O OADM não possui interfaces elétricas.

4.7.8. Interfaces Ópticas

As unidades OADM Bidirecionais apresentam as seguintes interfaces ópticas, todas utilizando conectores SC/APC:

- Conectores do sinal de linha Leste: conecta-se ao sinal óptico multiplexado bidirecional da linha Leste.
- Conectores do sinal de linha Oeste: conecta-se ao sinal óptico multiplexado bidirecional da linha Oeste.
- Conectores de derivação de canais ópticos.
- Conectores de inserção de canais ópticos.
- Conectores de derivação do canal óptico de supervisão (opcionais): 2 conectores que derivam o canal óptico de supervisão dos lados Leste e Oeste.
- Conectores de inserção do canal óptico de supervisão (opcionais): 2 conectores que inserem o canal óptico de supervisão dos lados Leste e Oeste.

As unidades OADM Unidirecionais apresentam as seguintes interfaces ópticas, todas utilizando conectores SC/APC:

- Conectores de entrada do sinal de linha Leste: recebe o sinal óptico multiplexado da linha Leste.
- Conectores de saída do sinal de linha Leste: emite o sinal óptico multiplexado na linha Leste.
- Conectores de entrada do sinal de linha Oeste: recebe o sinal óptico multiplexado da linha Oeste.
- Conectores de saída do sinal de linha Oeste: emite o sinal óptico multiplexado na linha Oeste.
- Conectores de derivação de canais ópticos.
- Conectores de inserção de canais ópticos.
- Conectores de derivação do canal óptico de supervisão (opcionais): 2 conectores que derivam o canal óptico de supervisão dos lados Leste e Oeste.
- Conectores de inserção do canal óptico de supervisão (opcionais): 2 conectores que inserem o canal óptico de supervisão dos lados Leste e Oeste.

4.7.9. Características Paramétricas

A MTBF das unidades OADM é de 5×10^5 horas.

A Tabela a seguir apresenta as características paramétricas das unidades OADM para a derivação e inserção de até 4 canais.

Características OADMs Unidirecionais	Dual-Homing		Single-Homing	
	Canal Passagem Add/Drop		Canal Passagem Add/Drop	
Perda de inserção Máxima [dB]				
OADM 1 Canal	2	1.5	1	1,5
OADM 2 Canais	2	4	1	4
OADM 4 Canais	2	5	1	5
OADM 8 Canais	2	7	2,5	7
Isolamento canais adjacentes [dB]	Mín: 25			
Isolamento demais canais [dB]	Mín: 25			
Espaçamento entre canais [GHz]	50/100/200			

4.7.10. Indicações Luminosas no Painel Frontal

O OADM não possui indicações luminosas no painel.

4.7.11. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

O OADM não reporta alarmes e telemidas à gerência.

4.7.12. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

O OADM não aceita telecomandos.

4.7.13. Etiquetas de Identificação

No painel frontal e na parte traseira existe uma etiqueta com o número de série e data de fabricação da unidade e código de barras padrão EAN 128.

4.7.14. Procedimento de Remoção da Unidade do Bastidor

- Desconectar todos os seus cabos ópticos.
- Desparafusá-lo e Retirar a unidade do bastidor.

4.7.15. Procedimento de Inserção da Unidade no Bastidor

- Inserir o OADM no bastidor.
- Parafusá-lo.
- Conectar todos os seus cabos ópticos.

4.8. ROADM WSS - Wavelength Selectable Switch

4.8.1. Modelo

Modelo (Serigrafia no painel frontal):

Modelo	Descrição
WSS-50	Placa ROADM WSS para nós de grau até 5
WSS-90	Placa ROADM WSS para nós de grau até 9

Detalhamento Modelo (Etiqueta no painel frontal e cod. apresentado na gerência):

Campo	Descrição
WSS-	-
Altura	9: 9U
1	-
Número de Portas	05: 5 portas 09: 9 portas
Banda	C: banda C L: banda L E: C+ Band
Número de Canais	40: 40 canais com espaçamento de 100 GHz 80: 80 canais com espaçamento de 50 GHz NNN: Número de slices de 6.25 GHz (Flexgrid)
Outras características	AA: 40 canais - espaçamento de 100 GHz ou 80 canais - espaçamento de 50GHz FA: Flexgrid (slices de 6,25 GHz)

Exemplo de Placas WSS produzidas	
WSS-9105C40AA	WSS-9109C80AA
WSS-9105C80AA	WSS-9109E772FA

4.8.2. Apresentação

A estrutura de ROADMs WSS da Plataforma LightPad i6400G permite nós DWDM de até 9 direções (até Grau 9). Nesses nós, é possível configurar canais para adição, derivação ou passagem para qualquer uma das 9 direções. As seguintes unidades fazem parte do sistema ROADM WSS da Plataforma LightPad i6400G:

WSS-50:

Aplicável para sites de até 5 direções, o ROADM WSS Grau 5 é uma alternativa flexível e escalável que permite configurar qualquer sinal recebido em um nó como add/drop local ou passagem de uma das direções para qualquer uma das outras 4 possíveis. Dependendo do modelo, a placa ROADM WSS-50 suporta 40 canais com espaçamento de 100 GHz ou 80 canais com espaçamento de 50 GHz nas bandas C ou L.

WSS-90:

Aplicável para sites de até 9 direções, o ROADM WSS Grau 9 é uma alternativa flexível, escalável e de maior capacidade de direcionamento que permite configurar qualquer sinal recebido em um nó como add/drop local ou passagem de uma das direções para qualquer uma das outras 8 possíveis. Dependendo do modelo, a placa ROADM WSS-90 suporta espaçamento fixo entre canais ou cenários Flexgrid:

- Para aplicações de espaçamento fixo, a Plataforma LightPad provê placas WSS-90 capazes de direcionar até 80 canais com espaçamento de 50 GHz nas bandas C ou L.
- A placa WSS-90 possui também um modelo flexgrid, suportando gerenciamento de slices de 6,25 GHz da banda óptica para atribuição a canais DWDM de acordo com a recomendação ITU-T G.694.1.

IPP9-1A (somente para nós com placas WSS-90):

Esta unidade de 1U de altura é um painel de interconexões com conectores MPO de 12 vias. As placas WSS-90 devem ser interconectadas por meio de cabos MPO entre seus conectores de interconexão e o módulo IPP9-1A. Os detalhes destas interligações serão apresentados nas próximas seções.

Placa OCM (apresentada mais detalhadamente no seu específico subcapítulo):

Além das placas ROADM WSS, para a realização de leitura de potência dos canais e permitir a equalização destes é necessária a placa auxiliar OCM (*Optical Channel Monitoring*). Esta placa recebe uma amostra dos canais ópticos, realiza leituras de potência e envia as informações coletadas para as placas ROADM WSS, permitindo que esta realize a equalização dos canais através de VOAs (*Variable Optical Attenuators*).

O sistema ROADM WSS da Plataforma LightPad i6400G possui as seguintes características e funcionalidades:

- Arquitetura modular e configurável permite aplicação de graus 2 a 9.
- Interoperabilidade entre sites DWDM construídos com modelos de placas ROADM WSS diferentes.

Nota: cada nó individualmente deverá ser construído com um tipo de placa (WSS-50 ou WSS-90).

- Adição/derivação/passagem dinâmica e automatizada de comprimentos de onda, sem a necessidade de intervenção manual, suportando taxas de 2,5 Gb/s, 10 Gb/s, 40 Gb/s e 100 Gb/s.
- Controle automático de potência. Equaliza automaticamente a potência em cada comprimento de onda através de atenuadores variáveis (15 dB), eliminando necessidade de ajustes manuais. Esta funcionalidade é implementada em conjunto com a unidade OCM.

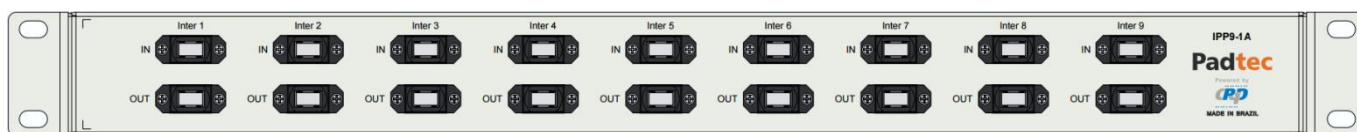
- Aceleração significativa do tempo de estabelecimento de conexão.
- Permite aplicações em cenário de espaçamento fixo entre canais ou flexgrid.
- Compatível com proteção O-SNCP/Y-cable, descritas no capítulo **3.3 - Mecanismos de Proteção Óptica na Plataforma**.
- As funcionalidades de gerência são compatíveis com a recomendação ITU-T G.709, permitindo rápida localização de falhas e contribuindo para a otimização da disponibilidade de tráfego.
- Compatível com a arquitetura de Add/Dop Directionless: Canais inseridos em uma estação podem ser configurados para qualquer interface de saída (não bloqueante).*
- Compatível com a arquitetura de Add/Dop Colorless: Inserção de canal independente da conexão física da interface do Multiplexador/Demultiplexador.
- Compatível com a arquitetura de Add/Dop Contentionless: Permite inserção de dois (ou mais) canais em um mesmo comprimento de onda, direcionados individualmente (modo exclusivo de comutação) para a respectiva interface de linha.
- Interconexões (cross-conexões) realizadas através de *Patch Panel* dedicado 1U (passivo) e de conectores MPO 12 vias. O encaminhamento de canais é realizado em meio puramente óptico (O-O-O).*

*Somente para nós baseados em WSS-90

4.8.3. Dimensões Físicas e Painel Frontal

Dimensões	Especificação	
	WSS-50 e WSS-90 Dois slots 9U	IPP9-1A Módulo de 1U
Altura [mm]	404	44
Largura [mm]	47,4	442
Profundidade [mm]	217,4	236

Peso aproximado	
Modelo 9U [kg]	3,4
IPP9-1A [kg]	0,9



Frontal do painel de interconexões IPP9-1A.



Painéis frontais das placas WSS-50 e WSS-90 respectivamente.

4.8.4. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional

A figura a seguir ilustra o diagrama interno das placas WSS-50 e WSS-90. Estas placas são basicamente compostas pelos seguintes módulos:

- Módulo Óptico WSS:** é o principal componente funcional das placas ROADM WSS, sendo responsável por receber os sinais por várias interfaces de entrada (IN), realizar o direcionamento individual de cada canal para as interfaces de interconexões (OUT INTER x) ou para a saída de linha (OUT LINE). Os canais direcionados para a saída de linha podem ser equalizados através de VOAs (Variable Optical Attenuators) individuais presentes neste módulo. Para realizar a equalização dos canais é necessário que a leitura de potência individual de cada canal seja feita pela placa OCM (Optical Channel Monitoring).

Nota: Os Módulos Ópticos WSS das placas WSS-50 e WSS-90 tem o mesmo princípio de funcionamento, porém, de acordo com a grau máximo de cada modelo, o Módulo Óptico WSS terá quantidade diferente de interfaces de interconexão. Para correta leitura do digrama em blocos apresentado a seguir deve-se considerar as interfaces de interconexões destacadas de acordo com o modelo de placa WSS. Para a placa WSS-90 deve-se considerar todas as interfaces apresentadas na figura.

- Módulo Power:** é o modulo de distribuição de alimentação para outros módulos da placa WSS. Este módulo recebe alimentação elétrica através de um conector localizado na parte traseira da placa WSS que se conecta à trilhas elétricas no painel traseiro do sub-rack no qual a placa está inserida.

- Módulo Controlador:** Este módulo atua sobre o Módulo Óptico WSS processando e enviando as informações de configuração recebidas do supervisor do sub-rack no qual a placa WSS está inserida e intermediando as leituras realizadas do módulo. O Módulo Controlador também atua sobre os LEDs no frontal da placa, de acordo com o seu próprio status (LEDs PWR e CPU) e o status reportado pelo Módulo Óptico WSS (LEDs de LOS).

Nota: Os LEDs apresentados pelo diagrama em blocos da placa WSS devem ser considerados de acordo com o modelo de placa.

- Módulo Switch Chip:** Este módulo é responsável pela comunicação Ethernet entre a placa WSS e o supervisor do sub-rack no qual a placa está inserida. Comunica-se diretamente com o Módulo Controlador e o backplane do sub-rack.

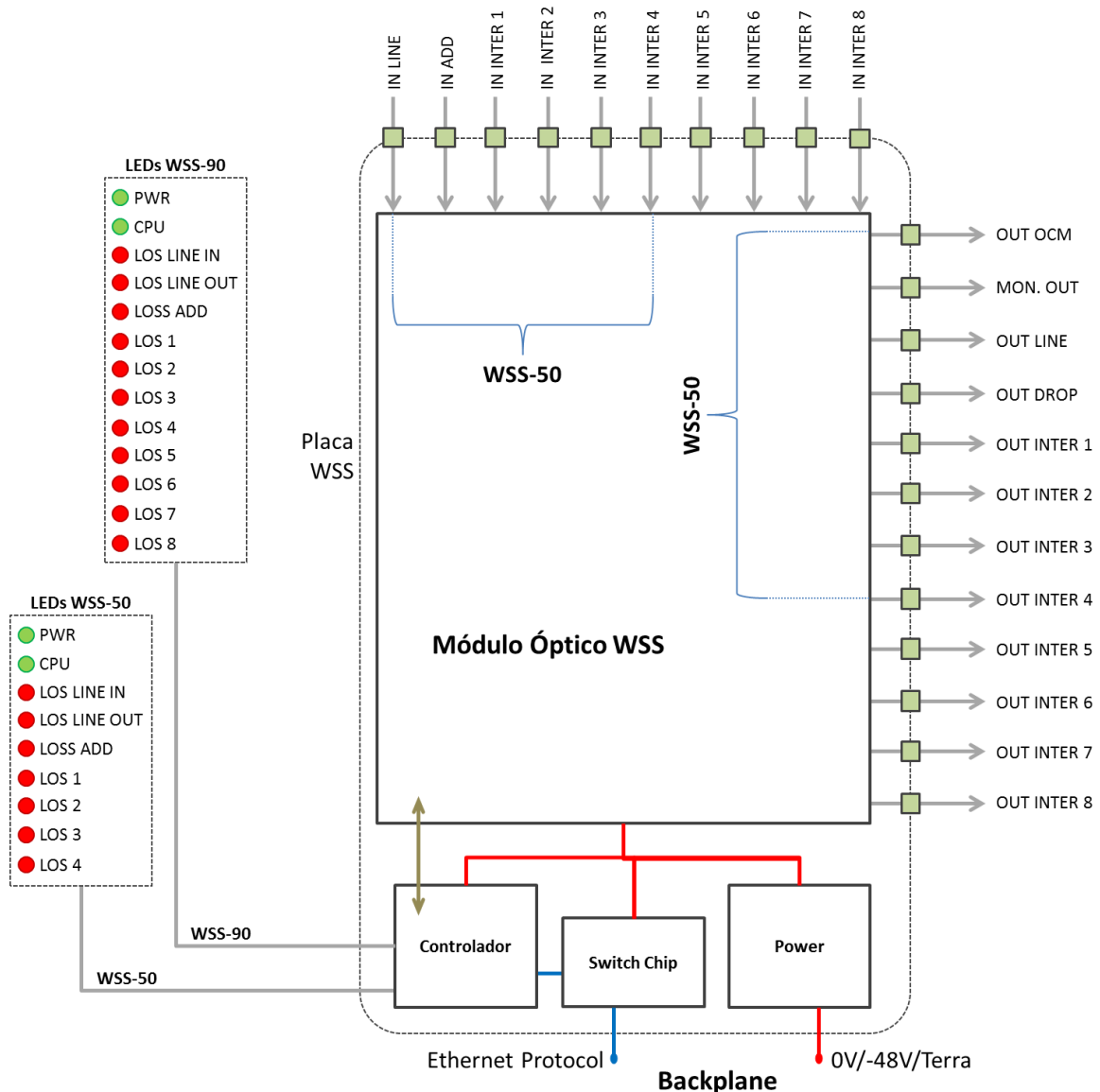


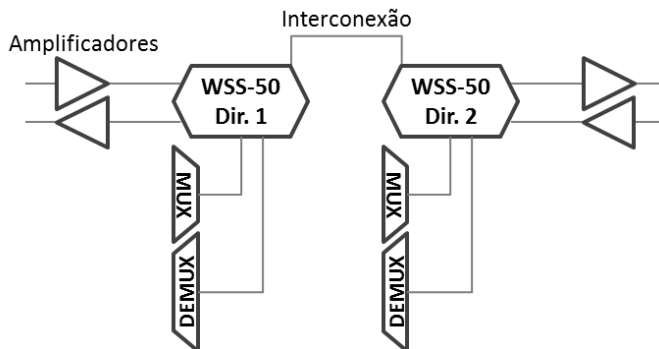
Diagrama em blocos do ROADM WSS

4.8.5. Cenários de Utilização

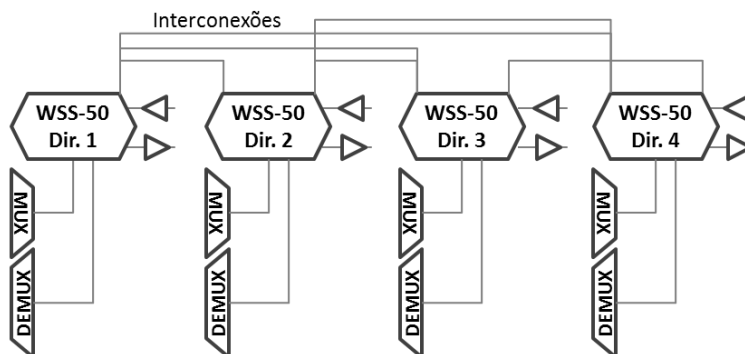
A arquitetura do sistema ROADM WSS da Plataforma LightPad permite cenários de uso de diferentes montagens. Alguns desses cenários são apresentados nas próximas figuras:

Modo Não-Directionless:

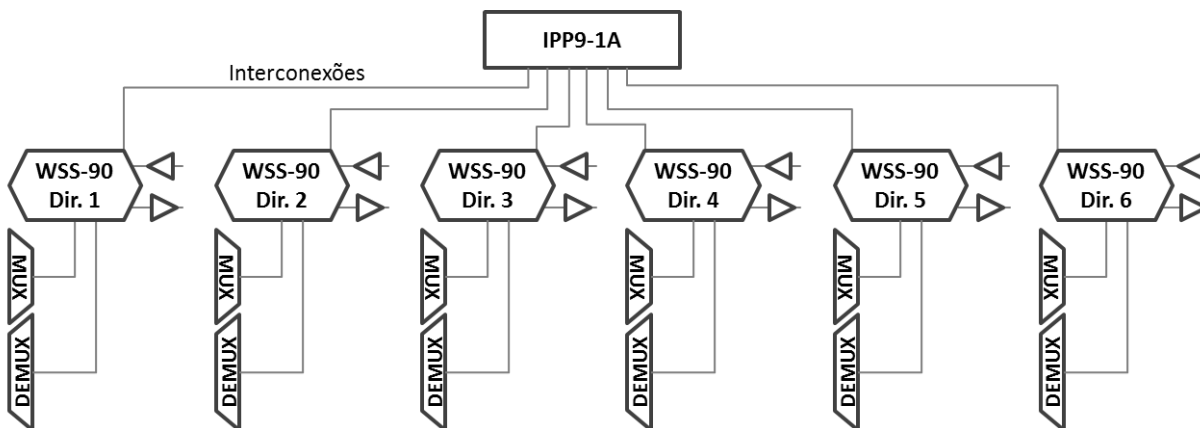
Nesta configuração, o nó DWDM deve ser composto com uma placa WSS para cada uma de suas direções. Cada uma das placas WSS deverá ter um par de MUX/DEMUX ópticos exclusivos, conectado às interfaces ADD/DROP. Para compensar as perdas de inserção das placas WSS e da fibra de transmissão, amplificadores ópticos são utilizados para cada direção. As figuras a seguir apresentam nós ROADM Não-Directionless de diferentes graus, montados diferentes modelos de placas WSS.



Nó DWDM grau 2 Não-Directionless com placas WSS-50



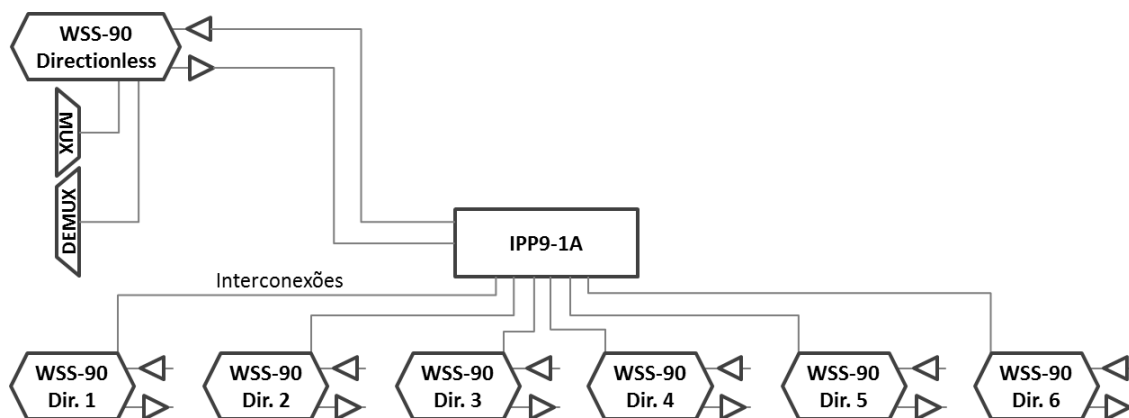
Nó DWDM grau 4 Não-Directionless com placas WSS-50



Nó DWDM grau 6 Não-Directionless com placas WSS-90

Modo Directionless:

Nesta configuração, o nó DWDM deve ser composto com uma placa WSS para cada uma de suas direções e uma placa configurada como Directionless que não será destinada a um par de fibras de transmissão. Desta forma, um único par de MUX/DEMUX ópticos podem ser compartilhados por todas as placas WSS responsáveis por direções. Para compensar as perdas de inserção das placas WSS e da fibra de transmissão, amplificadores ópticos são utilizados para cada direção e para a placa WSS configurada como Directionless. A figura a seguir apresenta o mesmo nó de grau 6 da figura anterior, porém montando de forma Directionless com adição de uma placa WSS-90.

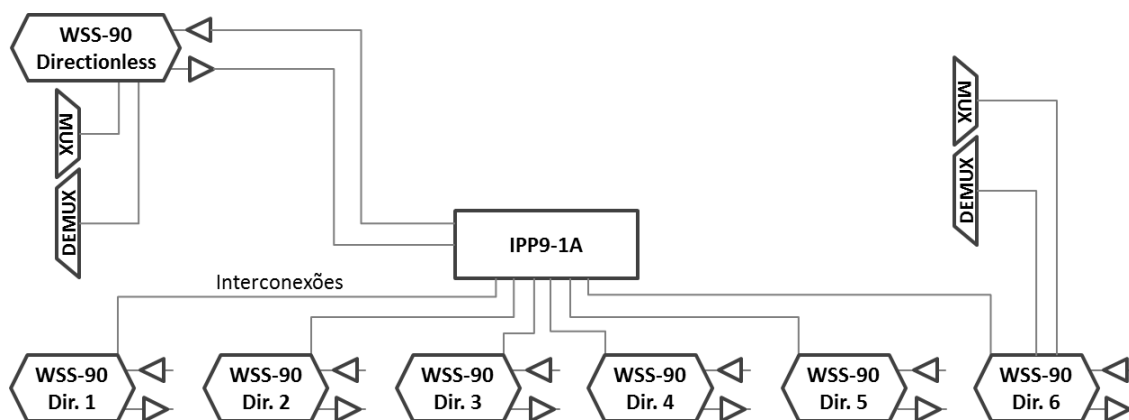


Nó DWDM grau 6 Directionless com placas WSS-90

Quando montado em configuração Directionless, o nó deve ter o número máximo de direções possíveis de acordo com o modelo de placa WSS diminuído em uma direção, ou seja, com a placa WSS-50 é possível montar um nó até grau 4 e com a placa WSS-90 é possível montar um nó de grau até 8. Essa restrição se dá em função de uma placa WSS ser configurada como Directionless.

Modo Directionless Não-bloqueante:

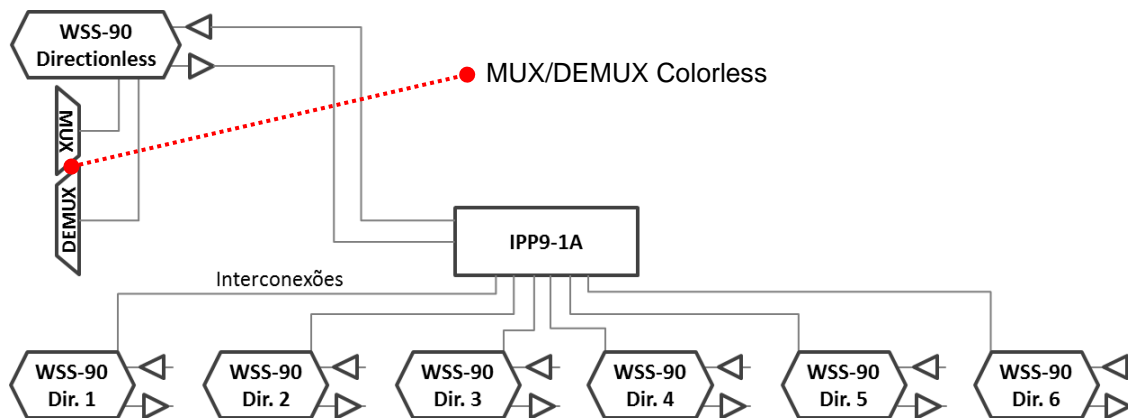
Em razão da configuração Directionless utilizar somente um par MUX/DEMUX para o nó, a adição de dois canais DWDM iguais direcionados para graus diferentes não é possível princípio. Porém outros pares de MUX/DEMUX podem ser acrescentados diretamente a direção que se deseja transmitir o segundo canal de mesmo comprimento de onda, configurando assim o modo Directionless Não-bloqueante. A figura a seguir apresenta o mesmo nó de grau 6 da Directionless da figura anterior, porém montando de forma Directionless Não-bloqueante para a direção 6, com adição de um par MUX/DEMUX na placa WSS de direção 6.



Nó DWDM grau 6 Directionless Não-bloqueante com placas WSS-90

Modo Colorless & Directionless:

Nesta configuração o nó DWDM deve ser composto com uma placa WSS para cada uma de suas direções e uma placa configurada como Directionless que não será destinada a um par de fibras de transmissão. Desta forma, um único par de MUX/DEMUX ópticos pode ser compartilhado por todas as placas WSS responsáveis por direções. Para compensar as perdas de inserção das placas WSS e da fibra de transmissão, amplificadores ópticos são utilizados para cada direção e para a placa WSS configurada como Directionless. A figura a seguir apresenta o mesmo nó de grau 6 montando de forma Colorless & Directionless com adição do MUX/DEMUX Colorless.

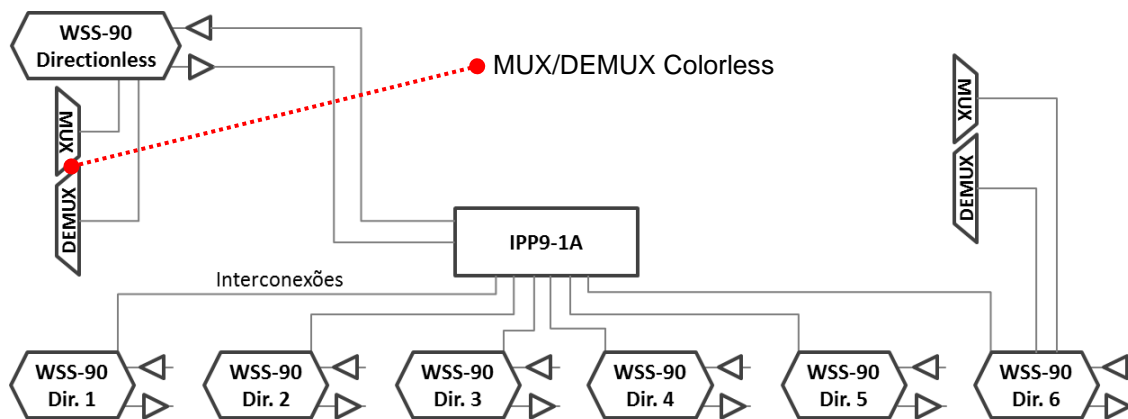


Nó DWDM grau 6 Colorless & Directionless com placas WSS-90

Quando montado em configuração Colorless & Directionless, o nó deve ter o número máximo de direções possíveis de acordo com o modelo de placa WSS diminuído em uma direção, ou seja, com a placa WSS-50 é possível montar um nó até grau 4 e com a placa WSS-90 é possível montar um nó de grau até 8. Essa restrição se dá em função de uma placa WSS ser configurada como Directionless.

Modo Colorless & Directionless Não-bloqueante:

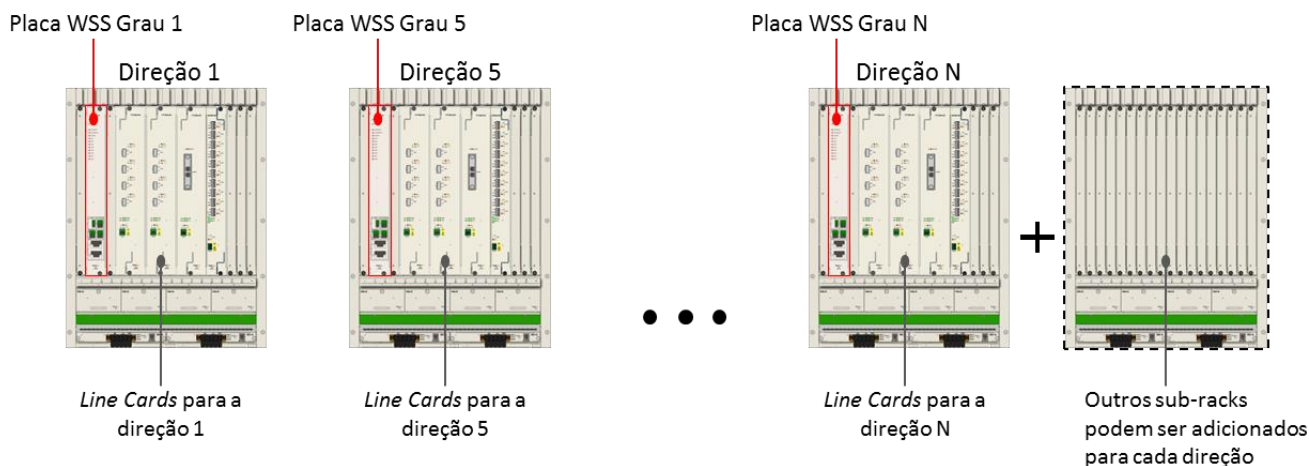
Em razão da configuração Colorless & Directionless utilizar somente um par MUX/DEMUX Colorless para o nó, a adição de dois canais DWDM de mesmo comprimento de onda direcionados para graus diferentes, a princípio, não é possível. Porém, outros pares de MUX/DEMUX podem ser acrescentados diretamente à direção que se deseja transmitir o segundo canal de mesmo comprimento de onda, configurando assim o modo Colorless & Directionless Não-bloqueante. A figura a seguir apresenta o mesmo nó de grau 6 montando de forma Colorless & Directionless Não-bloqueante para a direção 6, com adição de um par MUX/DEMUX na placa WSS dessa direção.



Nó DWDM grau 6 Colorless & Directionless Não-bloqueante com placas WSS-90

Disposição Física

Para nós ROADM de alta capacidade e várias direções, as placas WSS podem ser dispostas na razão de uma unidade por sub-rack de 14U, de forma que cada sub-rack receba as placas de linha relativas a uma direção específica. Esta disposição é uma sugestão de organização para o nó e é ilustrada pela figura a seguir.



Sugestão de Disposição física de placas para nós ROADM de alta capacidade.

4.8.6. Configurações e Ajustes no Hardware

A unidade ROADM WSS não possui configurações nem ajustes no hardware. Entretanto, para operação correta da matriz de tráfego (canais), o sistema requer a conectorização através dos conectores frontais de interconexão (INTER IN/OUT) ou painel de interconexão IPP9-1A para nós com placas WSS-90

4.8.7. Alimentação Elétrica

As alimentações do ROADM WSS são -48 VDC, 0 VDC e Terra de Bastidor (através do backplane).

4.8.8. Interfaces Elétricas

As placas ROADM WSS conectam-se ao backplane do sub-rack de 14U. Esta conexão permite a alimentação elétrica e comunicação através do protocolo Ethernet entre a placa WSS e o supervisor do sub-rack para troca de informações de gerência.

4.8.9. Interfaces Ópticas

As placas WSS possuem, independentemente do modelo, os seguintes conectores para interface de linha, Add/drop de canais e monitoramento:

- LINE IN (LC-APC): Recebe o sinal de linha DWDM para ser derivado ou direcionado para outro enlace conectado no respectivo nó da rede.
- LINE OUT (LC-APC): Transmite o sinal de linha DWDM com os sinais adicionados ou direcionados de outro enlace conectado ao nó da rede.
- ADD/DROP IN (LC-APC): Interface para adição dos canais no respectivo enlace. Esta interface deve ser conectada na saída do multiplexador.
- ADD/DROP OUT (LC-APC): Interface para derivação dos canais no respectivo enlace. Esta interface deve ser conectada na entrada do demultiplexador.

- IN MON (LC-APC): Conector para monitoração do sinal proveniente da interface LINE IN.
- OUT MON (LC-APC): Conector para monitoração do sinal proveniente da interface LINE OUT.
- OCM OUT (LC-APC): Conector para monitoração do sinal através do OCM.

A quantidade, tipo de conector e serigrafia das **interfaces de interconexão** possuem variações de acordo com o modelo de placa WSS. A seguir são descritas as interfaces de interconexão por modelo de placa WSS e do painel de interconexões IPP9-1^a utilizado apenas com placas WSS-90.

Placa WSS-50 (Conectores LC-APC)

- INTER1, INTER2, INTER3 e INTER4 IN: Recebe o sinal de interconexão das demais placas WSS.
- INTER1, INTER2, INTER3 e INTER4 OUT: Transmite o sinal de interconexão para as demais placas WSS.

Placa WSS-90 (Conectores MPO de 12 vias)

- INTER IN e INTER OUT: MPO de 12 vias que interconecta o respectivo grau com os demais presentes no sistema. Deve ser conectada à respectiva interface do *Patch Panel* 1U (IPP9-1A), responsável por implementar as conexões cruzadas.

IPP9-1A - painel de interconexões para WSS-90 (Conectores MPO de 12 vias)

- INTER IN 1 a 9: MPO de 12 vias que interconecta o respectivo grau com os demais presentes no sistema. Deve ser conectada à interface INTER OUT do respectivo grau WSS-90.
- INTER OUT 1 a 9: MPO de 12 vias que interconecta o respectivo grau com os demais presentes no sistema. Deve ser conectada à interface INTER IN do respectivo grau WSS-90.

4.8.10. Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	Típ: 21
Temperatura ambiental de operação [°C]	Mín: 0 Máx: 40
Temperatura ambiental de armazenamento [°C]	Mín: -40 Máx: 70
Umidade relativa de operação [%] (Sem condensação)	Mín: 5 Máx: 90
MTBF [horas]	2 x 10 ⁵

Características Ópticas ROADM WSS Modelos de espaçamento fixo entre canais	Especificações das Placas WSS	
	WSS-50	WSS-90
Potência mínima interface <i>LINE IN</i> [dBm]	-40	-40
Potência máxima interface <i>LINE IN</i> [dBm]	30	27
Espaçamento entre Canais [GHz]	100 / 50 GHz	100 / 50 GHz
Comprimento de onda (100 GHz) [nm] Banda C	Mín: 1529,55(C60) Máx: 1560,61(C21)	Mín: 1529,55(C60) Máx: 1560,61(C21)
Comprimento de onda (50 GHz) [nm] Banda C	Mín: 1529,16(H60) Máx: 1560,61(C21)	Mín: 1529,16(H60) Máx: 1560,61(C21)
Número máximo de canais suportados	40 (100GHz) ou 80 (50GHz)	80 (50GHz)
Potência mínima interface <i>INTERCONNECTION e ADD</i> [dBm]	-15	-15
Potência máxima interface <i>INTERCONNECTION e ADD</i> [dBm]	21	27
Perda de monitoração <i>LINE OUT</i> transmitida para interface OCM [dB]	Min: 11,7 Typ: 13,5 Max: 16	Min: 11,7 Typ: 13,5 Max: 16
Razão <i>LINE IN / MONITORAÇÃO</i> [dB] Perda de Monitoração Line	Typ: 11 Max: 12,5	Typ: 21 Max: 22,5
Razão <i>LINE OUT / MONITORAÇÃO</i> [dB] Perda de Monitoração Line	Min: 11,7 Typ: 13,5 Max: 16	Min: 11,7 Typ: 13,5 Max: 16
Tempo de configuração WSS [ms]	Typ: 220 Max: 250	Typ: 220 Max: 250
Perda de inserção – <i>ADD</i> [dB]	Min: 5 Typ: 6 Max: 8	Max: 7,8
Perda de inserção – <i>DROP</i> [dB]	Min: 9,5 Typ: 11 Max: 12,5	Max: 6,7
Perda de inserção – <i>PASS-THROUGH</i> [dB]	Min: 16 Typ: 17,5 Max: 19	Max: 23
Perda de retorno [dB]	Min: 30	Min: 30
Faixa de atenuação do VOA [dB]	Max: 15	Max: 15

Características das placas ROADM WSS Modelos Flexgrid			WSS-90
Potência mínima de entrada LINE IN [dBm]			-40
Potência máxima de entrada LINE IN [dBm]			27
Número de divisões Flexgrid [GHz]			772 de 6,25
Largura de Banda Operacional [GHz]			191,325 até 196,15
Espectro Gerenciável Total [THz]			4,825
Exemplos de consumo de [THz]	Número de Canais	Espaçamento [GHz]	Banda utilizada:
	193	25	4,825
	128	37,5	4,8
	96	50	4,8
INTERCONEXÃO e mínima potência de entrada ADD [dBm]			-15
INTERCONEXÃO e máxima potência de entrada ADD [dBm]			27
Perdas de Monitoração [dB]	Line IN		Max: 22,5
	Line OUT		Max: 24
	OCM OUT		Max: 24
Perdas de Inserção [dB]	Line IN → Inter OUT (1 até 8)		Max: 14,2
	Line IN → Add/Drop OUT		Max: 7
	Inter IN (1 até 8) → Line OUT		Max: 8,7
	Add/Drop IN → Line OUT		Max: 7,5
Perdas de retorno [dB]			Min: 30
Faixa de atenuação do VOA range [dB]			Max: 15
Tempo de configuração do WSS [ms]			Typ: 220 Max: 250

4.8.11. Indicações Luminosas no Painel Frontal

Os seguintes LEDs estão presentes em todos os modelos de placas WSS:

- PWR: LED verde aceso indicando que o módulo está alimentado.
- CPU: LED intermitente indicando que o software está em operação.
- LOS LINE IN: LED vermelho indica ausência de sinal na interface LINE IN.
- LOS LINE OUT: LED vermelho indica ausência de sinal na interface LINE OUT.
- LOS ADD: LED vermelho indica ausência de sinais adicionados (ADD) no respectivo enlace.

Os seguintes LEDs das **interfaces de interconexão** variam de acordo com o modelo:

Placa WSS-50

- LOS 1 a 4: LED vermelho indica ausência de sinais de interconexão com as demais placas WSS-50 presentes no nó de rede.

Placa WSS-90

- LOS 1 a 8: LED vermelho indica ausência de sinais de interconexão com as demais placas WSS-50 presentes no nó de rede.

4.8.12. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

Alarmes:

- LOS (LINE IN/OUT).
- LOS (Interconexões e ADD).

Telemidas:

- Estado de ocupação dos canais na placa WSS.
- Potência total interfaces LINE IN, LINE OUT
- Potência total nas interfaces de interconexão.
- Potência total interfaces ADD/DROP IN.
- Potência de cada canal na interface LINE OUT (através da placa OCM).
- Atenuação do VOA (por canal).

4.8.13. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

- Definir ocupação de cada canal na placa WSS.
- Habilitar/Desabilitar Equalização Dinâmica.
- Configurar atenuação por canal.
- Configurar valor de referência de perda da chave WSS.

4.8.14. Interconexão entre as Placas WSS

Para o correto funcionamento do nó ROADM com módulos WSS, é necessário que cada placa WSS seja atribuída à uma das várias direções (Grau 1, Grau 2, Grau N...) que o nó possuir. Essa referência entre cada uma das placas e suas direções deve ser também configurada no sistema de gerência e as interconexões físicas entre as placas devem ser realizadas de acordo com as tabelas a seguir.

Interconexões WSS-90:

As interconexões devem ser realizadas utilizando as interfaces IN e OUT, em ambos sentidos, de acordo com as indicações no frontal da placa.

		Destino				
		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Origem	Grau 1	N/A	Origem: I1 (Grau 1) Destino: I1 (Grau 2)	Origem: I2 (Grau 1) Destino: I1 (Grau 3)	Origem: I3 (Grau 1) Destino: I1 (Grau 4)	Origem: I4 (Grau 1) Destino: I1 (Grau 5)
	Grau 2	Origem: I1 (Grau 2) Destino: I1 (Grau 1)	N/A	Origem: I2 (Grau 2) Destino: I2 (Grau 3)	Origem: I3 (Grau 2) Destino: I2 (Grau 4)	Origem: I4 (Grau 2) Destino: I2 (Grau 5)
	Grau 3	Origem: I1 (Grau 3) Destino: I2 (Grau 1)	Origem: I2 (Grau 3) Destino: I2 (Grau 2)	N/A	Origem: I3 (Grau 3) Destino: I3 (Grau 4)	Origem: I4 (Grau 3) Destino: I3 (Grau 5)
	Grau 4	Origem: I1 (Grau 4) Destino: I3 (Grau 1)	Origem: I2 (Grau 4) Destino: I3 (Grau 2)	Origem: I3 (Grau 4) Destino: I3 (Grau 3)	N/A	Origem: I4 (Grau 4) Destino: I4 (Grau 5)
	Grau 5	Origem: I1 (Grau 5) Destino: I4 (Grau 1)	Origem: I2 (Grau 5) Destino: I4 (Grau 2)	Origem: I3 (Grau 5) Destino: I4 (Grau 3)	Origem: I4 (Grau 5) Destino: I4 (Grau 4)	N/A

Na qual **I_x** representa a Interconexão “x” da placa WSS (Exemplo: I3 → Interconexão 3).

Para realizar uma interconexão de *loopback*, as interfaces IN e OUT da Interconexão 4 da Placa WSS devem estar em *loop* físico, ou seja conectadas diretamente. Quando a Placa WSS apresenta *loopback* o sinal recebido na interface LINE IN (ou apenas algum de seus canais) pode ser redirecionado para a interface LINE OUT da própria placa.

Interconexões WSS-90:

As interconexões devem ser realizadas através das interfaces INTER IN, INTER OUT das placas WSS-90 e das respectivas interfaces da unidade IPP9-1A (*Patch Panel*). A conexão óptica deve ser implementada com cabos MPO 12 vias.

IPP9-1A (Patch Panel)			
WSS-90 Cordões MPO	INTER OUT Grau 1	→	IPP9-1A INTER 1 IN
	INTER IN Grau 1	←	IPP9-1A INTER 1 OUT
	INTER OUT Grau 2	→	IPP9-1A INTER 2 IN
	INTER IN Grau 2	←	IPP9-1A INTER 2 OUT
	INTER OUT Grau 3	→	IPP9-1A INTER 3 IN
	INTER IN Grau 3	←	IPP9-1A INTER 3 OUT
	INTER OUT Grau 4	→	IPP9-1A INTER 4 IN
	INTER IN Grau 4	←	IPP9-1A INTER 4 OUT
	INTER OUT Grau 5	→	IPP9-1A INTER 5 IN
INTER IN Grau 5	←	IPP9-1A INTER 5 OUT	
INTER OUT Grau 6	→	IPP9-1A INTER 6 IN	
INTER IN Grau 6	←	IPP9-1A INTER 6 OUT	
INTER OUT Grau 7	→	IPP9-1A INTER 7 IN	
INTER IN Grau 7	←	IPP9-1A INTER 7 OUT	
INTER OUT Grau 8	→	IPP9-1A INTER 8 IN	
INTER IN Grau 8	←	IPP9-1A INTER 8 OUT	
INTER OUT Grau 9	→	IPP9-1A INTER 9 IN	
INTER IN Grau 9	←	IPP9-1A INTER 9 OUT	

4.8.15. Procedimento de Remoção da Unidade do Sub-bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao remover a placa do Sub-bastidor.

- Desconectar os cabos ópticos da unidade.
- Retirá-la do Sub-bastidor.

4.8.16. Procedimento de Inserção da Unidade no Sub-bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao inserir a placa WSS no Sub-bastidor.

- Inserir totalmente a placa WSS no Sub-bastidor.
- Conectar os cabos ópticos em seu painel frontal.

4.9. OCM (Optical Channel Monitoring)

4.9.1. Modelo

Modelo (Serigrafia do painel frontal):

Modelo	Descrição
OCM-40	Monitoração de 4 interfaces de interconexão
OCM-80	Monitoração de 8 interfaces de interconexão

Detalhamento Modelo (Etiqueta no painel frontal e cod. apresentado na gerência):

Campo	Descrição
OCM-	-
Altura	9: 9U
Número de Portas	04: 4 portas 08: 8 portas
Banda	C: banda C G: banda C+
Número de Canais	40: monitoração de até 40 canais 80: monitoração de até 80 canais NNN: Número de slices de 6,25 GHz (Flexgrid)
Outros	PFA: Flexgrid (slices de 6,25 GHz)

Exemplo de modelos produzidos

OCM-904G816PFA

4.9.2. Descrição Funcional

A placa OCM é utilizada em aplicações com ROADM WSS para medir a potência de cada canal na interface LINE OUT das placas WSS. Adicionalmente, o OCM envia, através do *backplane*, informações da potência dos canais para as placas WSS. Desta forma, as placas WSS podem realizar a equalização dinâmica e automática, controlando a atenuação dos VOAs internos. O OCM permite acompanhamento em tempo real dos níveis de potência dos canais, através do sistema de gerência.

Observação: O monitoramento dos níveis de potência são baseados nos sinais de amostra emitidos pelas placas WSS, não representando a potência total das interfaces LINE OUT.

4.9.3. Dimensões Físicas e Painel Frontal

A figura a seguir ilustra a placa OCM e suas dimensões:

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	404
Largura [mm]	23,7
Profundidade [mm]	217,4
Peso aproximado	
Modelo 9U [kg]	1,9



Dimensões físicas da placa OCM-80

4.9.4. Diagrama em Blocos

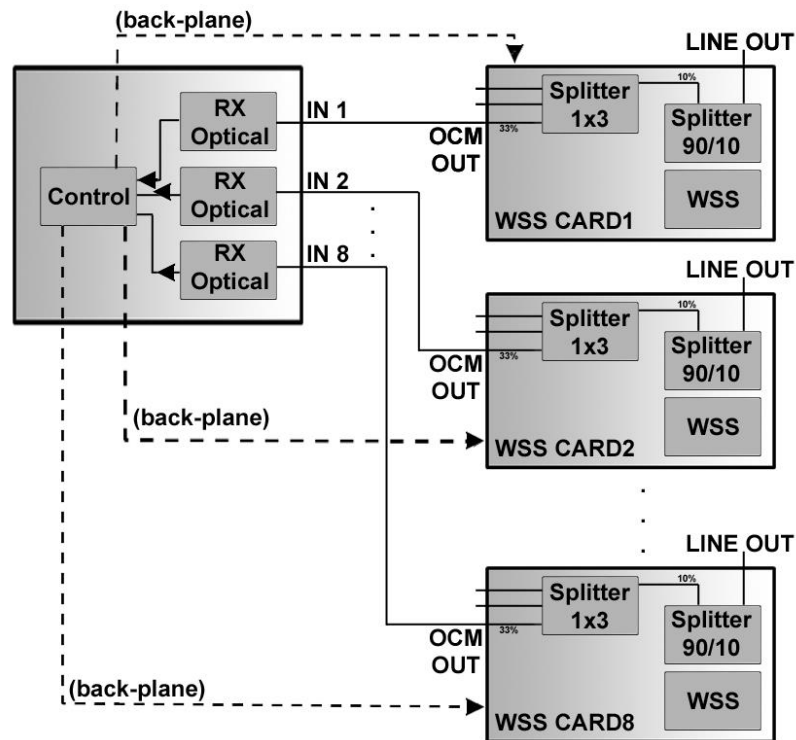


Diagrama em blocos do OCM-80

4.9.5. Configurações e Ajustes no Hardware

A unidade OCM não possui configurações nem ajustes no hardware.

4.9.6. Alimentação Elétrica

As alimentações do OCM são -48 VDC, 0 VDC e Terra de Bastidor (através do *backplane*).

4.9.7. Interfaces Elétricas

A placa OCM conecta-se ao cartão traseiro do Sub-bastidor. Este promove a ligação de dados, por um barramento Ethernet, entre a placa OCM e o Supervisor.

4.9.8. Interfaces Ópticas

As interfaces ópticas do OCM possuem conectores LC-APC:

- IN 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 (de acordo com modelo): Recebe o sinal de monitoramento conectado à interface OUT OCM das placas WSS. Através desta interface, o OCM permite verificação dos níveis de potência de cada canal.

4.9.9. Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	Típ: 14
Temperatura ambiental de operação [°C]	Mín: -5 Máx: 40
Temperatura ambiental de armazenamento [°C]	Mín: -40 Máx: 85
Umidade relativa de operação [%] (Sem condensação)	Mín: 5 Máx: 90
MTBF [horas]	2 x 10 ⁵

Características Ópticas OCM Modelos com espaçamento de canal fixo		Especificação
Espaçamento entre Canais [GHz] (Identificação automática do espaçamento entre canais)		Mín: 50 Máx: 100
Comprimento de onda [nm]	Banda C	Mín: 1527,99 Máx: 1565,49
	Banda L	Mín: 1574,13 Máx: 1604,04

Características Ópticas OCM Modelos Flexgrid		Especificação
Flexgrid – número de slices [GHz]		816 de 6,25
Largura de Banda Operacional [THz]		191,15 até 196,25
Espectro Gerenciável total [Thz]		5,1

Características Ópticas OCM	Especificação
Monitoração taxa DGD [ps/ms]	Mín: 1
Monitoramento taxa PVO limitada [rad/ms]	Mín: 0,08
Monitoramento taxa PVO contínua [rad/ms]	Mín: 0,04
Perda de inserção [dB]	Mín: 2 Máx: 5,5
Potência de entrada [dBm]	Mín: -12 Máx: 0
Potência máxima por canal [dBm]	Máx: -10

4.9.10. Indicações Luminosas no Painel Frontal

As placas OCM possuem os seguintes LEDs:

- PWR: LED verde aceso indicando que o módulo está alimentado.
- CPU: LED intermitente indicando que o software está em operação.
- LOS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 (de acordo com modelo): LED vermelho indica ausência de sinais nas interfaces IN da placa OCM.

4.9.11. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

Alarmes:

- LOS (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, de acordo com modelo).
- Potência de canal máxima (Porta 1, 2, 3 ou 4)

Telemidas:

- Status de funcionamento das portas do OCM.
- Temperatura da Placa.
- Pin Porta (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, de acordo com modelo) – Potência total de entrada nas interfaces IN da placa OCM.
- Nível de potência de entrada (por canal e porta).

4.9.12. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

- Habilitar/Desabilitar portas de monitoração OCM.
- Definir *tilt* máximo entre canais.
- Definir potência mínima de detecção do canal.

4.9.13. Procedimento de Remoção da Unidade do Sub-bastidor

- Utilizar pulseira antiestática ao remover a placa do Sub-bastidor.
- Desconectar os seus cabos ópticos.
- Retirar a unidade do Sub-bastidor.

4.9.14. Procedimento de Inserção da Unidade no Sub-bastidor

- Utilizar pulseira antiestática ao inserir a placa OCM no Sub-bastidor.
- Inserir totalmente a placa OCM no Sub-bastidor.
- Conectar os cabos ópticos em seu painel frontal.

Observação: Realizar as ligações ópticas somente após a configuração da placa supervisora.

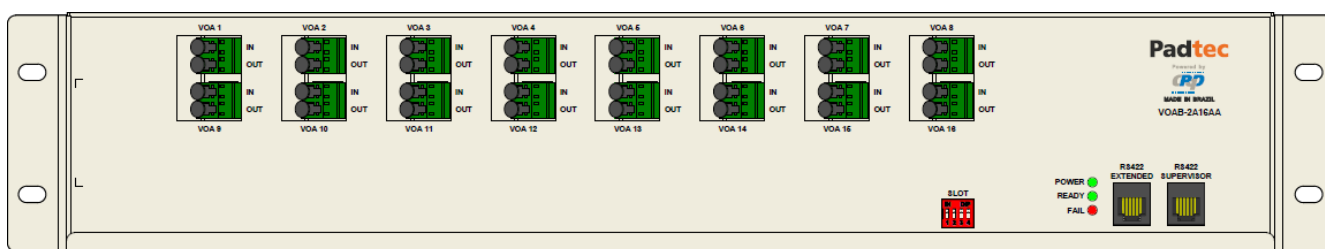
4.10. Equalizador de Potência

4.10.1. Modelo

Campo	Descrição
VOAB	-
Mecânica (Altura)	2A: 2U
Quantidade de canais equalizados	16: 16 VOAs/Canais equalizados
Características	AA: Padrão com atenuação de potência de 0 a 15 dB (Configurável remotamente)

4.10.2. Dimensões Físicas e Painel Frontal

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	88,9
Largura [mm]	440
Profundidade [mm]	242,4
Peso aproximado	
Modelo 2U [kg]	2,2



Painel Frontal do Equalizador de Potência

4.10.3. Descrição Funcional

O Equalizador de Potência (VOA) permite atenuação remota de canais permitindo planicidade de potência óptica em sinais multiplexados. Esta unidade é tipicamente utilizada em arquiteturas com OADMs e ROADMs, onde a inserção/extração de canais pode gerar diferentes níveis de potência por canal na interface de rede da estação. Nestes casos, o Equalizador de Potência permite inserção de uma atenuação individual, sem necessidade de deslocamento de equipe de campo para nivelamento da potência óptica.

Nota: O Equalizador de Potência também pode operar atenuando todo um sinal multiplexado (não há filtro de entrada de canais/comprimento de onda).

4.10.4. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional

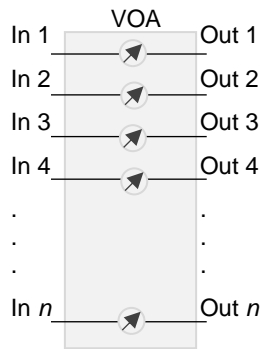


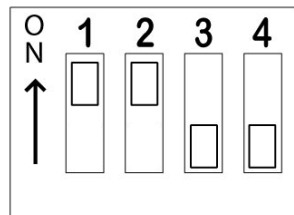
Diagrama em Blocos do Equalizador de Potência – Atenuadores Ópticos Variáveis (VOA)

4.10.5. Configurações e Ajustes no Hardware

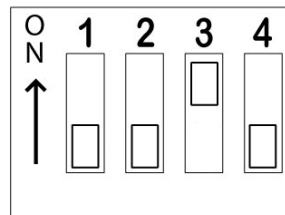
O Equalizador de Potência requer a configuração do DIP Switch frontal para acesso da gerência da Padtec. Esta configuração é responsável pela identificação da posição/slot no bastidor.

A identificação é realizada com números de 1 a 15 no DIP Switch (número binário), onde a chave 1 é o bit menos significativo, e a chave 4 é o bit mais significativo.

Endereço (Formato): <valor Chave 1> x (2⁰) + <valor Chave 2> x (2¹) + <valor Chave 3> x (2²) + <valor Chave 4> x (2³), onde <valor Chave x> = 1 na posição ON e <valor Chave x> = 0 na posição OFF.



(Exemplo para unidade de endereço 3)



(Exemplo para unidade de endereço 4)

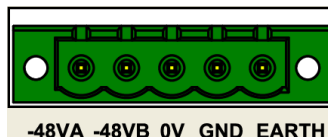
Ilustração do Dip Switch e exemplos de configurações (endereços)

Cada Equalizador de Potência em um mesmo bastidor deve possuir números de slot diferentes.

4.10.6. Alimentação Elétrica

O Equalizador de Potência é alimentado em -48 VDC Via A, -48 VDC Via B, 0V e Terra de Bastidor. O painel traseiro da mecânica possui um conector elétrico, conforme a seguir:

Conector Elétrico (Alimentação):



Conector Elétrico de Alimentação

4.10.7. Interfaces Elétricas

O Equalizador de Potência possui as seguintes interfaces elétricas:

- 2 conectores RJ-11 (Supervisor e Extended) para comunicação com a gerência Padtec.

4.10.8. Interfaces Ópticas

O Equalizador de Potência possui conexões ópticas conectores LC-APC.

- IN: Interface de entrada do sinal (canal) a ser equalizado/atenuado
- OUT: Interface de saída do sinal após atenuação configurada através do software de gerência remota.

4.10.9. Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	Máx: 15
MTBF [horas]	2 x 10 ⁵

Características	Especificação
Faixa do Comprimento de Onda [nm]	Mín: 1529 Máx: 1604
Faixa de Atenuação [dB]	15

4.10.10. Indicações Luminosas no Painel Frontal

O Equalizador de Potência possui os seguintes LEDs no painel frontal:

- POWER: LED verde que se acende quando o Equalizador de Potência é ligado.
- TX/RX: LED amarelo piscando, indicando a transmissão e recepção de dados.

4.10.11. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

Telemidas:

- Atenuação configurada por interface.
- Número do slot do Sub-bastidor em que o Equalizador de Potência está instalado.
- Número de série do Equalizador de Potência .
- Código de produto do Equalizador de Potência .

4.10.12. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

- Configurar atenuação por interface do Equalizador de Potência.

4.10.13. Etiquetas de Identificação

O Equalizador de Potência possui uma etiqueta na placa de circuito impresso que indica o número de série da placa (PCI). No painel frontal existe uma etiqueta com o número de série e o código do produto.

4.10.14. Procedimento de Remoção da Unidade do Bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao remover a placa do Bastidor.

- Desconectar os seus cabos ópticos.
- Desconectar os seus cabos elétricos.
- Remover a alimentação elétrica do painel traseiro.
- Remover os parafusos de fixação e Retirar a unidade do Bastidor.

4.10.15. Procedimento de Inserção da Unidade no Sub-bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao inserir o Equalizador de Potência no Bastidor.

- Inserir totalmente o Equalizador de Potência no Bastidor e fixa-lo com os parafusos.
- Conectar o cabo de alimentação no painel traseiro.
- Conectar os cabos elétricos.
- Conectar os cabos ópticos em seu painel frontal.

4.11. Amplificadores Ópticos de 4,5U

4.11.1. Tabela de Modelos

Campo	Descrição
Tipo	EOA: amplificador EDFA ROA: amplificador Raman RPU: Fonte de bombeio remoto
Número de estágios	1: um estágio 2: dois estágios
-	-
Altura	H: 4,5U
Ocupação	A: um slot B: dois slots
Banda	C: banda C L: banda L E: banda C+
Potência máxima de saída do primeiro estágio	14: 14 dBm 18: 18 dBm 21: 21 dBm 24: 24 dBm 28: 28 dBm 30: 30 dBm
Potência máxima de saída do segundo estágio	00: amplificador de estágio único 14: 14 dBm 18: 18 dBm 21: 21 dBm 24: 24 dBm 28: 28 dBm 30: 30 dBm
Laser reserva	1: sem laser reserva 2: com laser reserva
Características	GP: GFF + SCMD para aplicação como pré-amplificador GB: GFF + SCMD para aplicação como Booster GD: Amplificador Dual, GFF + SCMD apenas para um lado GL: GFF + SCMD para aplicação como amplificador de linha GR: Raman de recepção

	<p>GT: Raman de transmissão</p> <p>GW: Amplificador Dual, GFF + SCMD + VOA (Estágios de Alto Ganho)</p> <p>GV: GFF + SCMD + VOA (Estágios de Alto Ganho)</p> <p>LW: Amplificador Dual, GFF + SCMD + VOA (Estágios de Baixo Ganho)</p> <p>LV: GFF + SCMD + VOA (Estágios de Baixo Ganho)</p> <p>RA: Amplificador Dual</p> <p>RB: Amplificador para aplicação Booster + SCMD</p> <p>RD: Amplificador Dual + SCMD</p> <p>RS: Amplificador para aplicação Booster</p> <p>ZW: Amplificador Dual, GFF + SCMD + VOA (Estágio Alto Ganho (RX) + Estágio Baixo Ganho (TX))</p> <p>MR: Raman Master com expansão para aplicação como Raman de 33 dBm</p> <p>SR: Raman Slave para aplicação como Raman de 33 dBm</p> <p>GO: Raman para utilização com SFP-OTDR</p>
--	---

Exemplos de Códigos de Produtos	
EOA1-HA-C14001-GP	Amplificador EDFA de uso típico como Pré-amplificador, estágio único com potência nominal de 14 dBm, 4,5U, banda C, sem laser reserva, com GFF e SCMD.
EOA1-HA-C21001-GB	Amplificador EDFA de uso típico como Booster, estágio único com potência nominal de 21 dBm, 4,5U, banda C, sem laser reserva, com GFF e SCMD.
EOA2-HA-C21211-GD	Amplificador EDFA Dual de uso típico como duplo Booster, 1º e 2º estágios com potência nominal de 21 dBm, 4,5U, banda C, sem laser reserva, com GFF e SCMD.
ROA1-HB-A30001-MR	Amplificador óptico Raman de unico estagio, 4.5U, ocupação de 2 slots, Banda C, com potencial nominal de 30 dBm, sem laser reserva, raman master para aplicação como Raman de 33 dBm

4.11.2. Apresentação

Os amplificadores de 4,5U possuem até dois estágios para amplificação de sinais ópticos em uma mesma mecânica e podem possuir SCMD (Supervisory Channel Mux/Demux) integrado para acoplar/separar o canal de supervisão dos canais de dados. Cada estágio pode ser fabricado com técnicas de amplificação diferentes e lasers de bombeio de diferentes potências máximas. Técnicas de amplificação utilizadas nos amplificadores ópticos de 4,5U:

- **Amplificação EDFA:** seu princípio de funcionamento baseia-se no bombeio de um segmento de fibra dopada com Érbio através de um laser de alta potência. Na

presença deste bombeio, os íons de Érbio são excitados para um nível energético maior, porém instável, retornando em seguida para o nível inicial. Este processo de decaimento libera energia em forma de fótons com comprimento de onda em torno de 1550nm ao entrar em fase com os sinais ópticos recebidos promovem sua amplificação.

- **Amplificação Raman:** baseia-se nas propriedades intrínsecas da sílica para dar amplificação ao sinal. Dessa forma, quantidade suficiente de potência de bombeio é lançada na própria fibra de transmissão através de lasers de comprimento de onda menor que o comprimento de onda dos sinais que se deseja amplificar. O bombeio excita os átomos da sílica para um nível energético superior que, devido às propriedades não lineares da fibra óptica, retornam para o nível energético inferior. Neste processo são liberados fótons de mesmo comprimento de onda dos sinais de dados, que são então amplificados. Este efeito é denominado “Stimulated Raman Scattering”.

A tabela a seguir apresenta, para as duas técnicas de amplificação utilizadas, as potências máximas de saída disponíveis por estágio:

Técnica de amplificação	Potências máximas de saída disponíveis por estágio
EDFA <i>Erbium Doped Fiber Amplifier</i>	14 dBm (estágio Pré-amplificador)
	21 dBm (estágio Booster)
	24 dBm (estágio Booster)
RAMAN	28 dBm ou 30 dBm

As combinações geradas a partir da tabela anterior permitem que os amplificadores de 4,5U recebam diversas montagens para se adequar às necessidades específicas de amplificação de um nó de rede. A tabela a seguir apresenta algumas combinações possíveis e as respectivas nomenclaturas adotadas para cada amplificador:

Exemplo de combinações de montagens		
1º estágio	2º estágio	Nomenclatura
EDFA 21 ou 24 dBm	ausente	Booster
EDFA 14 dBm	ausente	Pré-amplificador
EDFA 14 dBm	EDFA 14 dBm	Dual Pré-amplificador
EDFA 14 dBm	EDFA 21 ou 24 dBm	Amplificador de Linha
EDFA 21 dBm	EDFA 21 dBm	Dual Booster
RAMAN 28 dBm	ausente	Amplificador Raman

Nota: Dependendo da combinação o modelo de amplificador pode ocupar mais de um slot de 4,5 nos sub-racks universais da plataforma LightPad.

As recomendações de uso para cada montagem de amplificador/estágio são:

- **Amplificador/estágio Booster:** constitui o primeiro elemento de amplificação de um enlace sendo, portanto, utilizado na transmissão. Recebe o sinal óptico multiplexado e o amplifica a níveis de potência adequados para a transmissão óptica no enlace. Opera utilizando um laser de bombeio principal (reserva opcional).

- **[Estágio] Pré-amplificador:** constitui o último elemento ativo de amplificação antes da demultiplexação dos canais de dados, sendo capaz de amplificar um sinal bastante atenuado de forma que este possa ser detectado na recepção. Pode funcionar amplificando o sinal que sai do amplificador/estágio Raman ou diretamente, amplificando o sinal proveniente do enlace, após passagem pelo SCD (Supervisory Channel Demultiplexing) para demultiplexação do canal de supervisão. Opera utilizando um único laser de bombeio principal (reserva opcional).
- **Amplificador de Linha:** constitui um elemento de amplificação intermediário no enlace óptico. Possui um estágio Pré-amplificador EDFA para a recepção dos sinais e um estágio Booster EDFA para a transmissão dos sinais ópticos. Entre estes estágios os amplificadores de Linha podem possuir internamente um atenuador óptico variável controlado automaticamente pela gerência de acordo com o ganho desejado. Opera utilizando dois lasers de bombeio em configuração de duplo estágio (reserva opcional). Por possuir duplo estágio de amplificação, pode operar utilizando módulo de compensação de dispersão inserido entre seus dois estágios de amplificação e/ou como OADM, através da utilização de unidades MUX e DEMUX.
- **Amplificador/estágio Raman:** realiza a amplificação do sinal óptico na própria fibra de transmissão ao longo do enlace. Preferencialmente, o Amplificador Raman é posicionado na estação de recepção, entretanto, em enlaces muito atenuados, pode-se inserir o Raman também na estação de transmissão. O amplificador Raman de 28 dBm opera com dois lasers principais (reservas opcionais) o amplificador Raman de 30 dBm opera com quatro lasers de bombeio, cada um em um comprimento de onda distinto.
- **Amplificador Dual:** combina dois estágios independentes que podem ser utilizados/configurados separadamente em uma mesma mecânica, representando economia de ocupação de slots em sub-racks. Dependendo da montagem o amplificador dual pode ser posicionado na recepção ou transmissão e seus estágios se comportarão conforme as descrições anteriores.

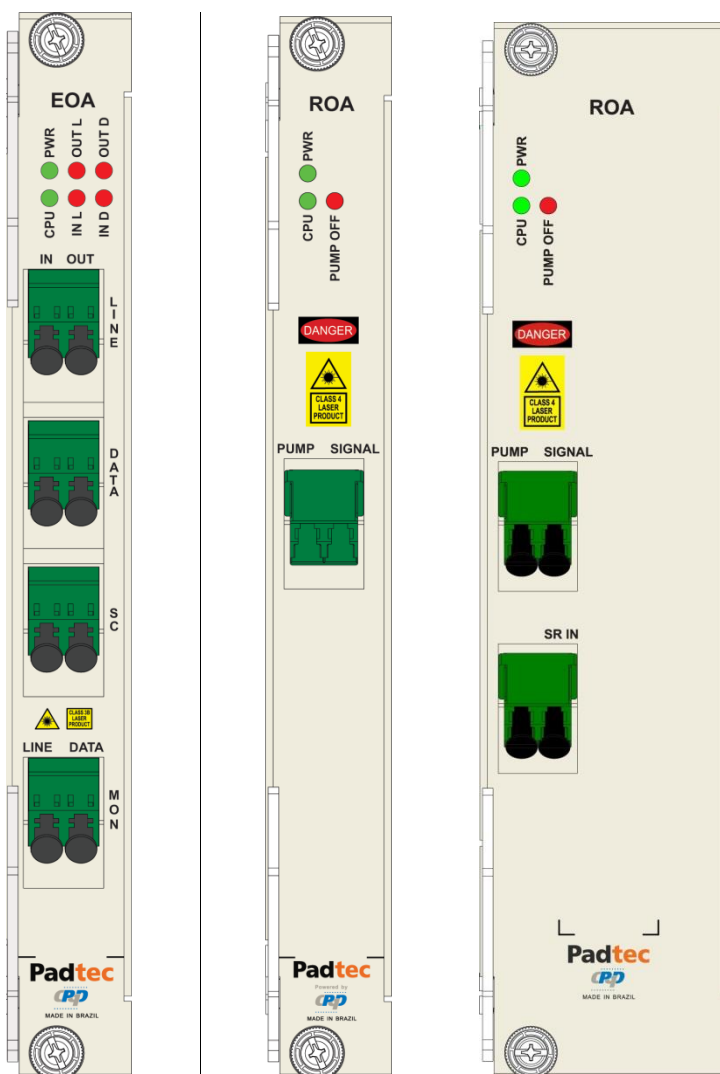
Os amplificadores EDFA podem conter as funcionalidades de Controle Automático de Ganho (AGC) e *Gain Flattening Filter* (GFF), dependendo do modelo da unidade. A presença do AGC minimiza os efeitos causados por mudanças aleatórias na potência de entrada do amplificador, devido à presença de dispositivos que inserem e retiram canais (OADM ou ROADM) ou alteração de caminhos ópticos devido à presença de conectores cruzados ópticos (OXC – *Optical Cross Connects*). Quando o Amplificador opera com o AGC ligado, as potências de saída de cada canal amplificado não sofrerão alterações em caso de adição de um novo canal na amplificação. O mesmo funcionamento também ocorre caso algum canal amplificado seja removido do sistema. A funcionalidade AGC é implementada eletronicamente, podendo ser habilitada ou desabilitada na gerência. Em caso de operação em modo AGC, é necessário configurar, via gerência, o valor do ganho AGC.

Filtros especiais GFF são utilizados em aplicações DWDM de maneira a planificar o espectro de amplificação e equalizar o ganho dos diferentes canais. O filtro GFF é implementado através de um componente óptico (fibra com grade de Bragg). Quando o Amplificador possui GFF observa-se redução de 2 dB na potência de saída de saturação. Devido à natureza óptica do componente, não é possível desabilitar esta funcionalidade.

4.11.3. Dimensões Físicas e Painel Frontal

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	4,5U: 202
Largura [mm]	1 slot de ocupação: 23,7 2 slots de ocupação: 47,4
Profundidade [mm]	217,4

Peso aproximado	
Modelo EOA [kg]	1,8
Modelo ROA [kg]	1,9



Painéis frontais de um amplificador EDFA de 4,5U, um Raman de 28 dBm e um de 30 dBm respectivamente.

4.11.4. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional

Os amplificadores de 4,5U são formados basicamente por um Módulo Óptico e um Módulo de Controle e Supervisão (MCS), que se comunicam eletricamente. O Módulo Óptico possui sensores e fotodetectores que reportam suas leituras ao MCS, que por sua vez, atua sobre o Módulo Óptico controlando a temperatura, polarização e potência de cada laser presente. Este controle garante que o Módulo Óptico trabalhe dentro do regime necessário para atender às configurações realizadas para o amplificador no Sistema de Gerência. A figura a seguir ilustra este funcionamento.

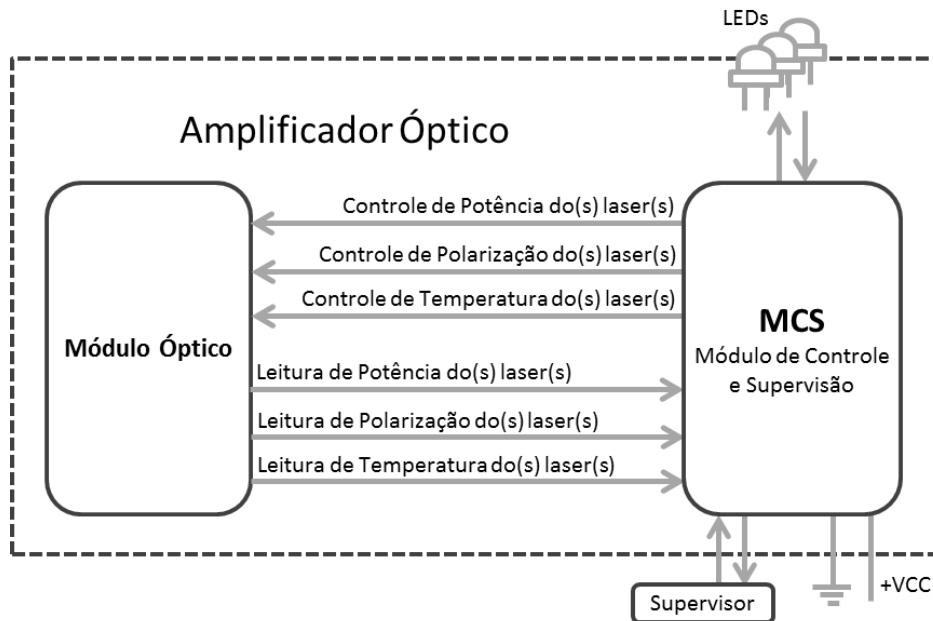
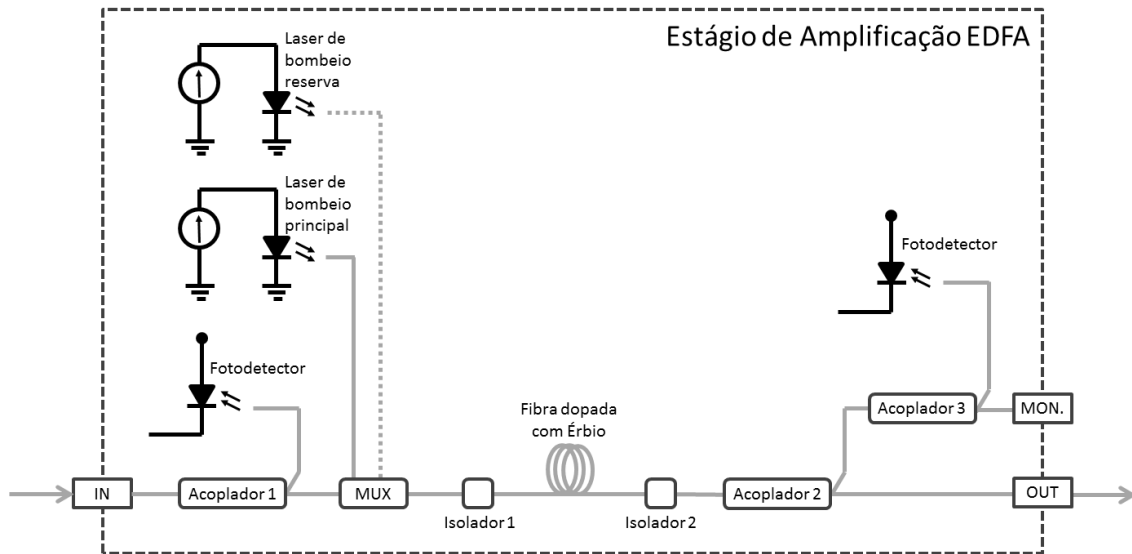


Diagrama em blocos dos amplificadores de 4,5U

Além de se comunicar com o Módulo Óptico, o MSC também é responsável pelo acionamento de LEDs no frontal dos amplificadores e pela comunicação com o módulo Supervisor (SPVL-91, por exemplo) através de trilhas no backplane. Esta comunicação permite que o amplificador seja gerenciável e tenha suas leituras reportadas ao Sistema de Gerência. O MSC é alimentado eletricamente via trilhas no backplane do sub-racks no qual o amplificador está inserido. As figuras a seguir detalham os Módulos Ópticos de estágios de amplificação EDFA e Raman.



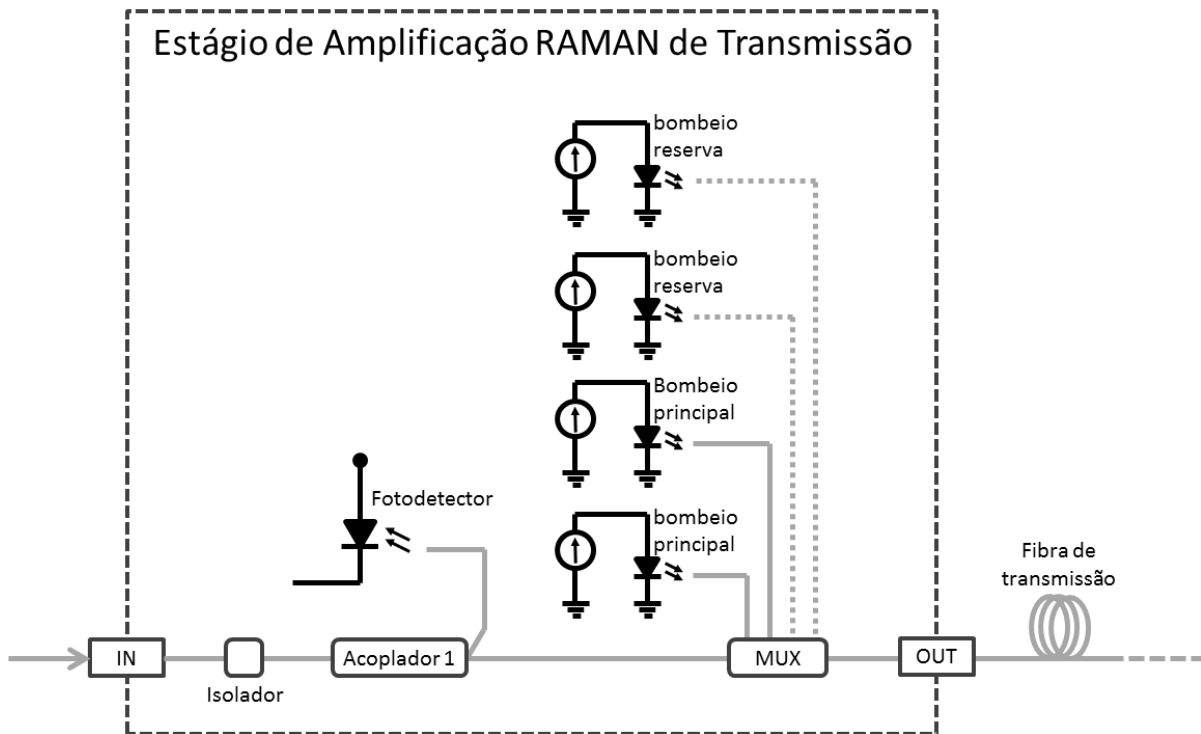
Detalhamento do Módulo Óptico de um estágio de amplificação EDFA

O sinal óptico a ser amplificado entra no estágio de amplificação EDFA pela interface IN. O Acoplador 1 retira uma amostra do sinal para a leitura de potência óptica recebida que é enviada ao MSC. Em seguida o componente MUX - um multiplexador óptico - multiplexa o sinal de dados com sinal de bombeio vindo de um laser de alta potência para propagação conjunta em um segmento de fibra dopada com érbio. As extremidades do segmento de fibra dopada são conectadas a isoladores óticos que tem a função de conter reflexões dos lasers de bombeio.

NOTAS:

Dependendo do modelo de amplificador EDFA:

- O estágio de amplificação pode possuir laser reserva que também é ligado ao componente MUX e passa a emitir seu bombeio automaticamente em caso de falha do laser principal.
- O estágio de amplificação pode conter mais de um laser principal e por consequência mais de um laser reserva.
- O bombeio pode acontecer no sentido contrário ao da propagação do sinal de dados



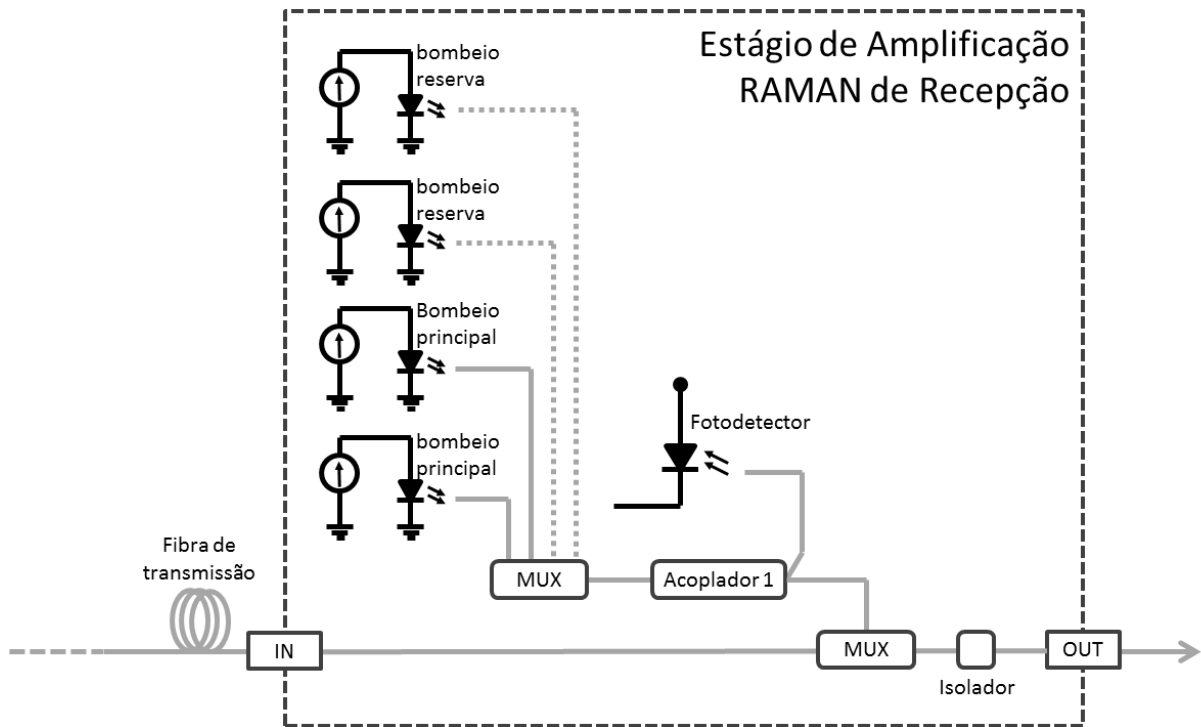
Detalhamento do Módulo Óptico de um estágio de amplificação RAMAN de transmissão

Em um estágio de amplificação Raman de transmissão, o sinal óptico a ser amplificado entra pela interface IN. O Acoplador 1 retira uma amostra do sinal para a leitura de potência óptica recebida que é enviada ao MSC. Em seguida o componente MUX - um multiplexador óptico - multiplexa o sinal de dados com as fontes de bombeio provenientes de lasers de alta potência para propagação conjunta na fibra de transmissão. O sinal de dados gradualmente recebe ganho como resultado do efeito Raman que acontece na própria fibra de transmissão.

NOTAS

Dependendo do modelo de amplificador Raman:

- O estágio de amplificação pode possuir lasers reservas que também são ligados ao componente MUX e passam a emitir seu bombeio automaticamente em caso de falha dos lasers principais.
- O estágio de amplificação pode conter até quatro lasers principais.
- Em um estágio de amplificação Raman de recepção, o bombeio é direcionado para a interface IN, propagando-se na fibra de transmissão no sentido contrário ao da propagação do sinal de dados. A figura a seguir ilustra um estágio de amplificador Raman de recepção.



Detalhamento do Módulo Óptico de um estágio de amplificação RAMAN de recepção

Montagem com SCMD (Supervisory Channel Mux/Demux)

Os amplificadores de 4,5U podem ser montados com SCMD (Multiplexador/Demultiplexador de Canal de Supervisão) integrado. O SCMD tem a função de multiplexar/demultiplexar o canal de supervisão antes e depois da amplificação, mantendo-o sempre isolado dos estágios de amplificação. A figura a seguir apresenta como são conectados internamente os estágios de amplificação com o SCMD. Apresenta também a nomenclatura das interfaces ópticas no frontal de um amplificador de 4,5U com SCMD integrado.

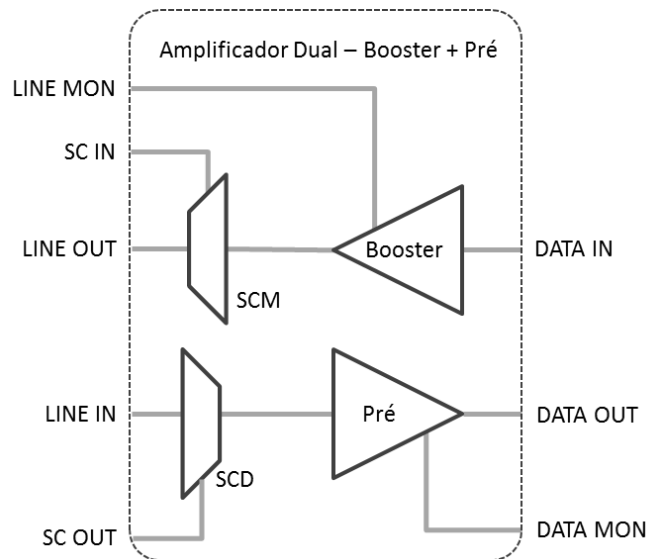


Diagrama em blocos de um Amplificador Dual com SCMD

Os conectores de monitoramento DATA MON e LINE MON são responsáveis pela amostragem do sinal óptico e são provenientes de acopladores, conforme ilustrado anteriormente no diagrama do Módulo Óptico.

O SCMD é um componente passivo dividido em duas partes:

- SCM (Supervisory Channel Mux): utilizado no sentido de transmissão para multiplexar o canal de supervisão aos canais de dados já amplificados.
- SCD (Supervisory Channel Demux): utilizado na recepção para separar o canal de supervisão dos canais de dados antes que estes sejam amplificados.

Para modelos de amplificador com estágio único, uma das partes do SCMD não será interligada ao estágio de amplificação, conforme ilustram as figuras a seguir:

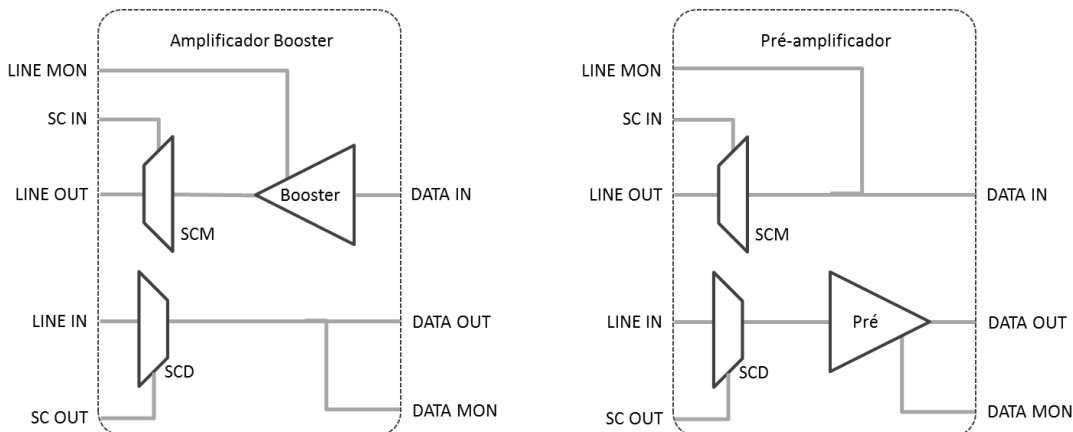
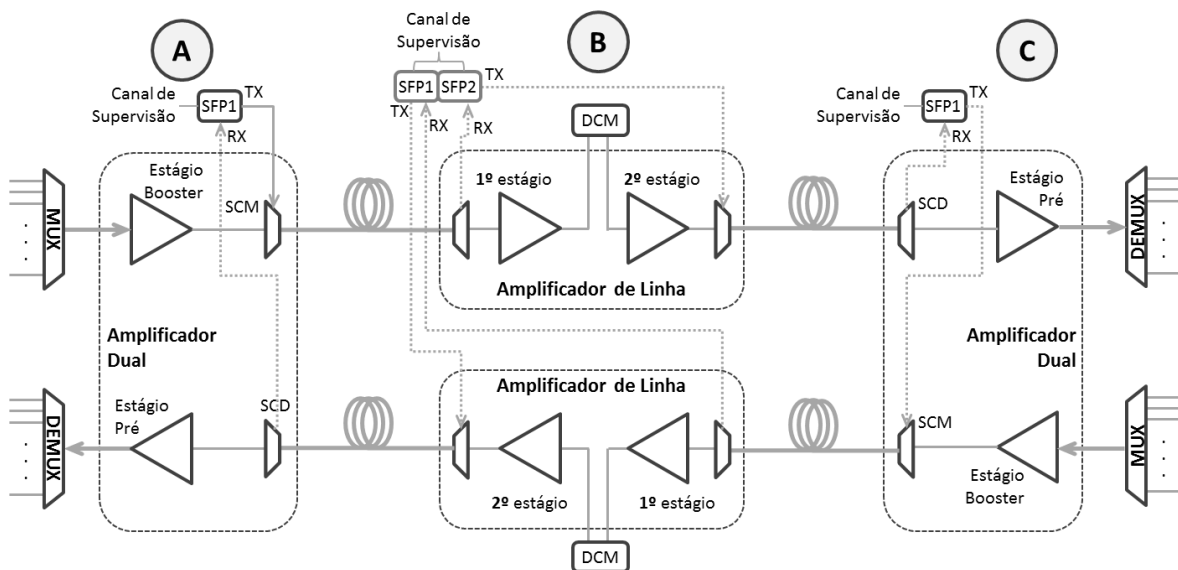


Diagrama em blocos de um Amplificador Booster e um Pré-amplificador com SCMD

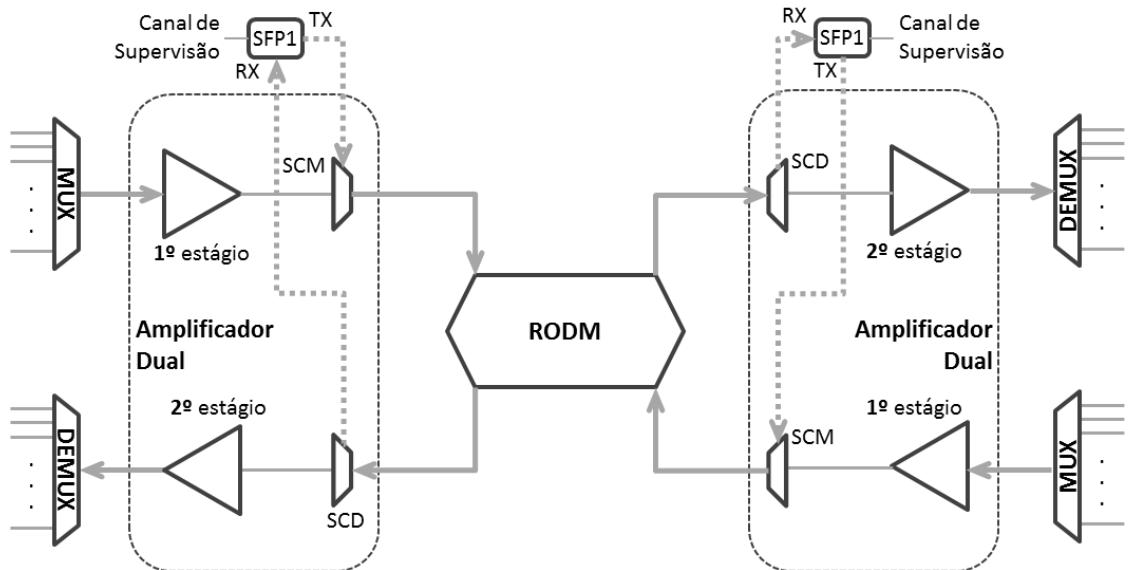
4.11.5. Cenários de Utilização

A figura a seguir apresenta um cenário típico de utilização dos amplificadores EDFA de 4,5U. Em estações terminais (A e C) pode-se utilizar amplificadores Duais com estágios Booster e Pré, permitindo ocupação de apenas um slot de 4,5U para transmissão e recepção dos sinais ópticos. Nas estações intermediárias utiliza-se amplificadores de Linha de dois estágios, permitindo que um DCM (Dispersion Compensation Module) seja inserido entre eles para compensar a dispersão cromática do enlace. Os SCMDs integrados em cada amplificador são responsáveis por multiplexar o Canal de Supervisão (CS) no sentido de transmissão e extraí-lo no sentido de recepção.



Aplicação típica de amplificadores EDFA de 4,5U

Em outra aplicação típica, os amplificadores Duais podem ser utilizados para compensar as perdas de ROADMs. A figura a seguir ilustra esta aplicação, na qual cada amplificador Dual fica responsável pela transmissão e recepção de uma direção do nó ROADM.



Aplicação de amplificadores Duais para nós com ROADM

4.11.6. Configurações e Ajustes no Hardware

Os ajustes necessários e a calibração dos amplificadores são efetuados durante a fabricação dos mesmos. As configurações específicas necessárias para o correto funcionamento dos amplificadores nos nós em que são inseridos são feitas via softwares de Gerência Local ou Central. As configurações possíveis para os amplificadores de 4,5U são:

Amplificadores/estágios EDFA:

- Potência de bombeio dos lasers (somente com a função AGC desabilitada).
- Limiar de alarme de ausência de sinal na entrada (Limiar de LOS).
- Limiar de alarme de ausência de sinal de saída (Limiar de LOS OUT).
- Ganho do AGC

Amplificadores/estágios Raman:

- Potência de bombeio dos lasers.

4.11.7. Alimentação Elétrica

A alimentação em -48 VDC e 0 VDC dos amplificadores de 4,5U é feita através do painel traseiro do sub-rack de 4U/14U

4.11.8. Interfaces Elétricas

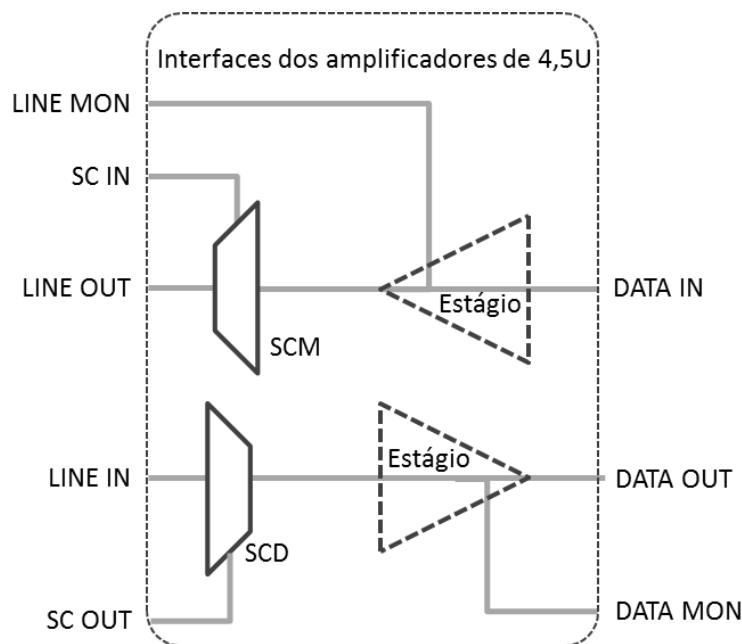
Os amplificadores de 4,5U comunicam-se com o supervisor (SPVL-HB/9H/91) através de trilhas elétricas no painel traseiro do sub-rack de 2U/4U/14U. Esta comunicação utiliza o protocolo Ethernet.

4.11.9. Interfaces Ópticas

Os estágios de amplificação EDFA possuem conectores LC-APC. Os estágios de amplificação Raman e fontes de bombeio remoto (RPU) possuem conectores LX-5 de alta potência.

- **LINE IN:** Conector de recepção que recebe o sinal vindo da fibra de transmissão. Nesta interface, o sinal deve conter os canais de dados a serem amplificados e o canal de supervisão. Internamente o SCD do amplificador separa o canal de supervisão e o direciona para o conector SC OUT. Os canais de dados são direcionados para o conector DATA OUT e podem passar por um estágio de amplificação dependendo do modelo do amplificador.
- **SC OUT:** Conector de saída do canal de supervisão após sua demultiplexação no SCD interno do amplificador.
- **DATA OUT:** Conector de saída dos canais de dados.
- **DATA MON:** Conector de saída do sinal de monitoramento referente ao conector DATA OUT.
- **DATA IN:** Conector de entrada dos canais de dados.
- **SC IN:** Conector de entrada do canal de supervisão a ser multiplexado com os canais de dados. Após esta multiplexação o sinal é direcionado para o conector LINE OUT.
- **LINE OUT:** Conector de saída dos canais de dados e canal de supervisão multiplexados.
- **LINE MON:** Conector de saída do sinal de monitoramento referente ao conector DATA IN. Para os modelos de amplificador que possuem estágio de amplificação após o conector DATA IN, a amostra do sinal direcionado para a interface LINE MON é retirada após este estágio de amplificação.

A figura a seguir ilustra as interfaces ópticas dos amplificadores de 4,5U. Dependendo do modelo, o amplificador pode conter ambos os estágios ou apenas um deles. No caso da ausência de um dos estágios a leitura da figura a seguir pode ser feita seguindo as linhas originadas nas interfaces e excluindo-se o estágio ausente.

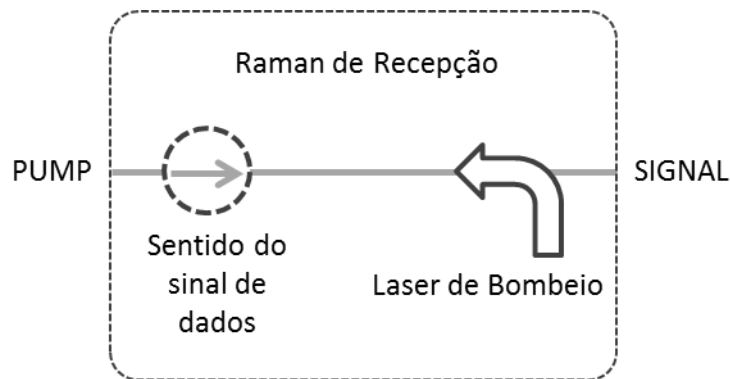


Interfaces Ópticas dos amplificadores de 4,5U.

Amplificador Raman de Recepção (Raman Rx):

- **PUMP:** Interface de saída do laser de bombeio. Em um amplificador Raman de Recepção, esta interface é também a entrada do sinal de dados. Ao ser recebido nesta interface, o sinal de dados já foi amplificado através da contra propagação do laser de bombeio do Raman Rx na própria fibra de recepção.
- **SIGNAL:** Interface de saída do sinal de dados amplificado.

A Figura seguinte ilustra as interfaces do amplificador Raman de recepção e os sentidos de propagação do seu laser de bombeio e do sinal de dados recebido.

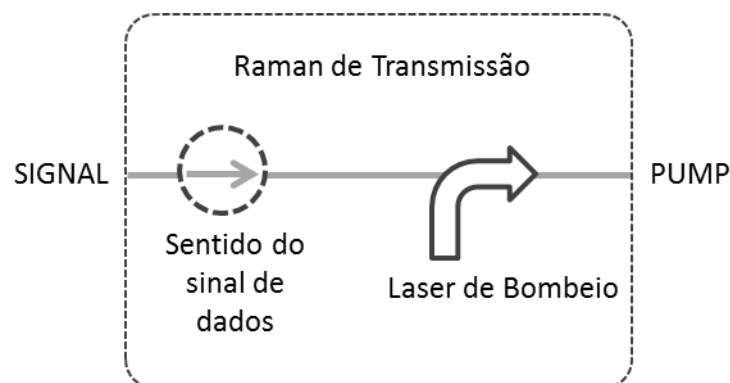


Interfaces ópticas do amplificador Raman de Recepção

Amplificador Raman de Transmissão (Raman Tx):

- **SIGNAL:** Interface de entrada do sinal de dados.
- **PUMP:** Interface de saída do laser de bombeio. Em um amplificador Raman de Transmissão, esta interface é também a saída do sinal de dados. Ao ser transmitido por esta interface juntamente com o laser de bombeio propagado no mesmo sentido, o sinal de dados será amplificado na própria fibra de transmissão.

A Figura seguinte ilustra as interfaces do amplificador Raman de transmissão e os sentidos de propagação do seu laser de bombeio e do sinal de dados transmitido.



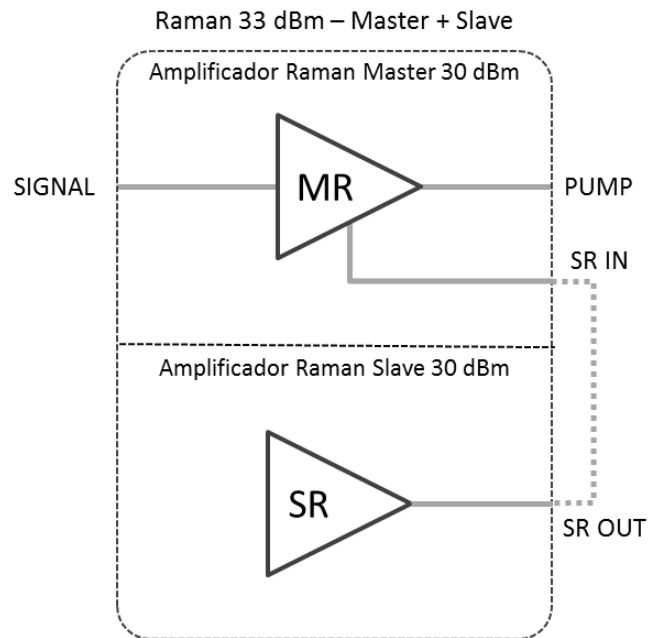
Interfaces ópticas do amplificador Raman de Transmissão

Amplificador Raman de terminação MR e SR em aplicação como Raman de 33 dBm

- **SIGNAL:** Interface de entrada do sinal de dados.
- **PUMP:** Interface de saída do laser de bombeio. Em um amplificador Raman de Transmissão, esta interface é também a saída do sinal de dados. Ao ser transmitido




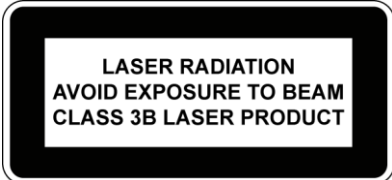





por esta interface juntamente com o laser de bombeio propagado no mesmo sentido, o sinal de dados será amplificado na própria fibra de transmissão.

- **SR IN:** Interface de entrada do laser de bombeio propagado pelo módulo Raman Slave.
- **SR OUT:** Interface de saída do laser de bombeio.



Interfaces ópticas da aplicação do amplificador Raman de 33 dBm

NOTA: Consulte as seções de Diagrama em Blocos e Descrição Funcional para maior detalhamento das interfaces ópticas e das conexões internas dos amplificadores de 4,5U.

 Classe do Laser		Interfaces de exposição à radiação (Laser)
IEC 60825 (2007-03)	FDA (4.9)	
<p>Amplificador com estágio(s) de 14 dBm somente CLASS 3R LASER PRODUCT</p> 	<p>CLASS IIIr LASER PRODUCT</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • DATA OUT • LINE OUT
<p>Amplificador com um ou mais estágios de 21 dBm CLASS 3B LASER PRODUCT</p> 	<p>CLASS IIIb LASER PRODUCT</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • DATA OUT • LINE OUT
<p>Amplificador Raman de 28 dBm CLASS 4 LASER PRODUCT</p> 	<p>CLASS IV LASER PRODUCT</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Raman de transmissão: OUT • Raman de recepção: IN
<p>Amplificador Raman de 30 dBm CLASS 4 LASER PRODUCT</p> 		<ul style="list-style-type: none"> • Raman de transmissão: OUT • Raman de recepção: IN • SR IN • SR OUT

4.11.10. Características Paramétricas

Característica		Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]		Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	Pré-amplificador 14 dBm	Máx: 26
	Booster 21 dBm	Máx: 26
	Linha 21 dBm	Máx: 44
	Dual 14 + 14 dBm	Máx: 44
	Dual 14 + 21 dBm	Máx: 44
	Dual 21 + 21 dBm <i>(Modelos com características GD, RD e RA)</i>	Máx: 44
	Raman 28 dBm	Máx: 44
	Raman 30 dBm	Máx: 61
	Dual, 21 dBm <i>(Modelos com características GW, LW e ZW)</i>	Máx: 22
Single, 21 dBm <i>(Modelos com características GV e LV)</i>	Máx.: 13	
MTBF [horas]		3 x 10 ⁵
Temperatura máxima de operação módulo óptico (carcaça do <i>transceiver</i>) [°C]		70
Faixa de temperatura de operação do Laser [°C]		25 ± 5

Características Ópticas		Especificação
Potência total de saída por estágio [dBm]	1º estágio, 14 dBm (Pré-Amplificador)	Mín: 13 Típ: 14 Máx: 15,5
	1º e 2º estágios, 21 dBm	Mín: 20 Típ: 21 Máx: 22,5
	1º e 2º estágios, 24 dBm	Mín: 22,5 Típ: 24 Máx: 25

Características Ópticas		Especificação
	28 dBm, Raman	Mín: 27 Típ: 28 Máx: 29
	30 dBm, Raman	Mín: 29 Típ: 30 Máx: 31
	Estágios de Alto Ganho e Baixo Ganho, 21 dBm (Modelos com características GV, GW, LW, LV e ZW)	Mín: -8 Máx: 21
	Estágios de Alto Ganho e Baixo Ganho, 18 dBm (Modelos com características GV, GW, LW, LV e ZW)	Mín: -8 Máx: 18
Comprimento de onda [nm]	Modelos Banda C	Mín: 1529 Máx: 1567
	Modelos Banda C+	Mín: 1527 Máx: 1568
Potência de entrada por estágio [dBm]	1º estágio, 14 dBm (Pré-Amplificador)	Mín: -30 Máx: +5
	1º e 2º estágios, 21 dBm ou 24 dBm (Booster)	Mín: -25 Máx: +7
	1º e 2º estágios, 21 dBm ou 24 dBm (Amplificador de Linha)	Mín: -25 Máx: +10
	Estágios de Alto Ganho, 21 dBm (Modelos com características GV, GW e ZW)	Mín: -35 Máx: +11
	Estágios de Baixo Ganho, 21 dBm (Modelos com características LW, LV ou ZW)	Mín: -28 Máx: +16
	Estágios de Alto Ganho, 18 dBm (Modelos com características GV, GW e ZW)	Mín: -32 Máx: +8
	Estágios de Baixo Ganho, 18 dBm (Modelos com características LW, LV ou ZW)	Mín: -25 Máx: +13
Planicidade do ganho [dB]	- Todos os modelos	Máx: 4
Ganho [dB]	1º estágio, 14 dBm (Pré-Amplificador)	Mín: 9 Máx: 22
	1º e 2º estágios, 21 dBm ou 24 dBm (Booster)	Mín: 14 Máx: 24
	1º e 2º estágios, 21 dBm ou 24 dBm (Amplificador de Linha)	Mín: 17 Máx: 27

Características Ópticas		Especificação
	28 dBm, Raman	Máx: 10
	30 dBm, Raman	Máx: 25
	Estágios de Alto Ganho, 21 dBm ou 18 dBm (Modelos com características GV, GW e ZW)	Mín: 10 Máx: 24
	Estágios de Baixo Ganho, 21 dBm ou 15 dBm (Modelos com características LW, LV ou ZW)	Mín: 5 Máx: 17
Figura de ruído [dB]	Estágio Pré-amplificador/ Baixo Ganho	Máx: 4,0 ⁽²⁾
	Estágio Booster/Amplificador de Linha/ Alto Ganho	Máx: 5,5 ⁽³⁾
PMD [ps]		Máx: 1
PDG [dB]		Máx: 1
Estabilidade do ganho [dB]		Máx: 0,5
Banda passante óptica [nm]		38
Isolação óptica entrada / saída [dB]		Mín: 35
Perda de retorno da porta de entrada ou saída [dB]		Mín: 35
Potência de retorno da ASE [dBm]		Máx: -30
Potência remanescente do Bombeio na saída [dBm]		Máx: -30

(2) Para um sinal de -35 dBm

(3) Para um sinal de -5 dBm

Demais características descritas anteriormente na descrição geral dos amplificadores.

4.11.11. Precauções de Manuseio

Sendo os amplificadores EDFA e Raman unidades que utilizam lasers classe 3R, 3B ou 4, é imprescindível proteger o conector de saída ao ligar o laser de um amplificador. Nunca desconectar o cordão óptico de saída de alta potência com o Laser ligado.

Conector de alta potência:

- Para amplificadores EDFA e Raman de transmissão: conectores OUT
- Para Raman de recepção: conector IN

Além disso, é necessário também verificar se o laser está desligado (o LED vermelho "PUMP OFF" deve estar aceso) antes da retirada da unidade do sub-rack. Caso o LED de PUMP OFF do amplificador esteja apagado, desligue o laser através do comando de Desligar Laser, via Gerência Local ou através da Gerência Central.

Quando a função AGC não for utilizada, é importante também para evitar possível deterioração do conector de saída óptica, não ligar o laser de bombeio diretamente em sua potência de operação, mas acioná-lo aumentando gradativamente a potência, com passos de 50 mW.

4.11.12. Indicações Luminosas no Painel Frontal

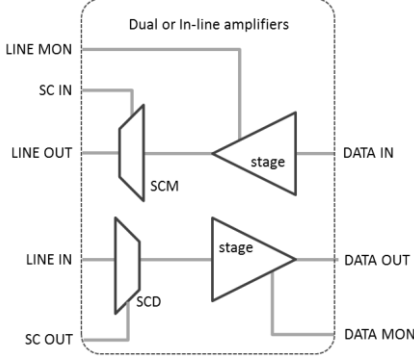
A lista a seguir apresenta os LEDs que são encontrados no frontal dos **amplificadores EDFA** de 4,5U de acordo com o modelo:

- **PWR:** LED Verde que, quando aceso, indica que a unidade está conectada ao backplane e alimentada eletricamente.
- **CPU:** LED Amarelo que, quando piscando intermitentemente, indica que o módulo de CPU do amplificador está funcionando corretamente.
- **IN L (IN Line):** LED Vermelho que, quando aceso, indica detecção de perda de sinal óptico na interface LINE IN.
- **IN D (IN Data):** LED Vermelho que, quando aceso, indica detecção de perda de sinal óptico na interface DATA IN.
-

Nota: Os próximos LEDs, possuem significados distintos de acordo com o modelo de amplificador EDFA, apesar de possuírem a mesma nomenclatura. A diferença de significado nos LEDs descritos a seguir ocorre devido às várias montagens possíveis para os amplificadores de 4,5U.

<p>Para amplificadores Booster de estágio único. Unidades cujo código de modelo termina em GB.</p>	<p>Diagrama em Blocos</p>
<ul style="list-style-type: none"> • OUT L (OUT Line): pode apresentar duas cores: <ul style="list-style-type: none"> • Vermelho, aceso quando o laser de bombeio (PUMP) é desligado via comando manual no software de gerência. • Amarelo, aceso quando o laser de bombeio (PUMP) é desligado como consequência da funcionalidade ALO (Auto-Laser-Off). • OUT D (OUT Data): LED Vermelho que, quando aceso, indica detecção de perda de sinal óptico na interface DATA OUT. 	

<p>Para Pré-amplificadores de estágio único. Unidades cujo código de modelo termina em GP.</p>	<p>Diagrama em Blocos</p>
<ul style="list-style-type: none"> • OUT L (OUT Line): LED Vermelho que, quando aceso, indica detecção de perda de sinal óptico na interface LINE OUT. • OUT D (OUT Data): pode apresentar duas cores: <ul style="list-style-type: none"> • Vermelho, aceso quando o laser de bombeio (PUMP) é desligado via comando manual no software de gerência. • Amarelo, aceso quando o laser de bombeio (PUMP) é desligado como consequência da funcionalidade ALO (Auto-Laser-Off). 	

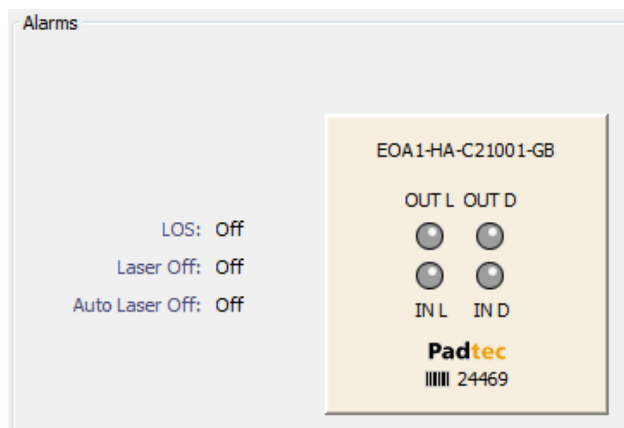
<p>Para amplificadores de dois estágios - Linha ou Dual. Unidades cujo código de modelo termina em GL ou GD.</p>	<p>Diagrama em Blocos</p>
<ul style="list-style-type: none"> • OUT L (OUT Line): pode apresentar duas cores: <ul style="list-style-type: none"> • Vermelho, aceso quando o laser de bombeio (PUMP) do estágio Booster é desligado via comando manual no software de gerência. • Amarelo, aceso quando o laser de bombeio (PUMP) do estágio Booster é desligado como consequência da funcionalidade ALO (Auto-Laser-Off). • OUT D (OUT Data): pode apresentar duas cores: <ul style="list-style-type: none"> • Vermelho, aceso quando o laser de bombeio (PUMP) do estágio Pré é desligado via comando manual no software de gerência. • Amarelo, aceso quando o laser de bombeio (PUMP) do estágio Pré é desligado como consequência da funcionalidade ALO (Auto-Laser-Off). 	

A lista a seguir apresenta os LEDs que são encontrados no frontal dos **amplificadores Raman** de 4,5U:

- **PWR:** LED Verde que, quando aceso, indica que a unidade está conectada ao backplane e alimentada eletricamente.
- **CPU:** LED Amarelo que, quando piscando intermitentemente, indica que o módulo de CPU do amplificador está funcionando corretamente.
- **PUMP OFF:** LED Vermelho que, quando aceso, indica que o laser de bombeio do Raman está desligado.

4.11.13. Alarmes e Telemedidas Reportados ao Sistema de Gerência

Os LEDs presentes fisicamente no frontal dos amplificadores são reproduzidos no software de gerência, como mostra a figura a seguir:



Telemidas Amplificadores:

- Leitura da potência do sinal óptico de entrada.
- Leitura da potência do sinal óptico de saída.
- Temperatura de operação do módulo.
- Temperatura de operação do laser.
- Ganho medido.

4.11.14. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

- Ligar/Desligar laser principal.
- Definir Ganho Alvo do Amplificador.
- Habilitar/Desabilitar AUTO LASER OFF.
- Habilitar/Desabilitar Segurança Humana (**ALS – apenas nos modelos com esta funcionalidade**).
- Ligar/Desligar laser reserva.
- Definir limiar de LOS.
- Definir limiar de FAIL.

4.11.15. Etiquetas de Identificação

- Código de produto e número de série.
- Classificação do Laser: “CLASS 3R LASER PRODUCT” (Pré-Amplificador) e “CLASS 3R LASER PRODUCT” (Amplificador Booster e Amplificador de Linha).
- Alerta: “DANGER”.

4.11.16. Observações

A supervisão dos amplificadores 4,5U é realizada através do Supervisor (SPVL-91/SPVL-9H/SPVL-HB) da estação, localizado no mesmo sub-rack de 2U/4U/14U. Através do Supervisor é possível realizar todos os ajustes, configurações e calibrações dos amplificadores, conectando-o a um computador que tenha o software de gerência instalado.

4.11.17. Procedimento de Remoção da Unidade do Sub-bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao remover o amplificador do sub-rack.

- Através do software de Gerência Local ou Central, executar o comando de “LASER OFF” para desligar o laser do amplificador.
- Desconectar os cabos ópticos do amplificador
- Retirar a unidade do sub-rack em seguida.

Nota: Em caso de ausência de comunicação com o sistema de Gerência Local ou Central, remova parcialmente o amplificador para desligar o(s) laser(s).

4.11.18. Procedimento de Inserção da Unidade no Sub-bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao inserir o amplificador no sub-rack.

- Inserir parcialmente o Pré-Amplificador no Sub-bastidor.

- Conectar os cabos ópticos em seu painel frontal.
- Inserir-lo totalmente no Sub-bastidor.
- Se for necessário e for possível, executar o comando para ligar o seu laser.

4.12. Chave Óptica de Proteção (OPS)

4.12.1. Tabela de Modelos

Modelo (Serigrafia no painel frontal):

Modelo	Descrição
OPS	Optical Protection Switch

Detalhamento Modelo (Etiqueta no painel frontal e cod. apresentado na gerência):

Campo	Descrição	Tipo de Conector
OPS-	HA: uma unidade de comutação em mecânica de 4,5U.	MONOMODO
	HB: duas unidades de comutação em mecânica de 4,5U.	MONOMODO
	HC: uma unidade de comutação em mecânica de 4,5U.	MULTIMODO
	HD: duas unidades de comutação em mecânica de 4,5U.	MULTIMODO

Modelos de Chaves Ópticas de 4,5U produzidos	
OPS2-HA	OPS2-HB
OPS2-HC	OPS2-HD

4.12.2. Apresentação

A unidade OPS (Optical Protection Switch) é um sistema para comutação automática entre duas fibras ópticas ou dois canais ópticos baseado na queda do nível de potência óptica recebido. É utilizado para proteção do sinal óptico multiplexado ou para proteção de cada canal óptico individualmente.

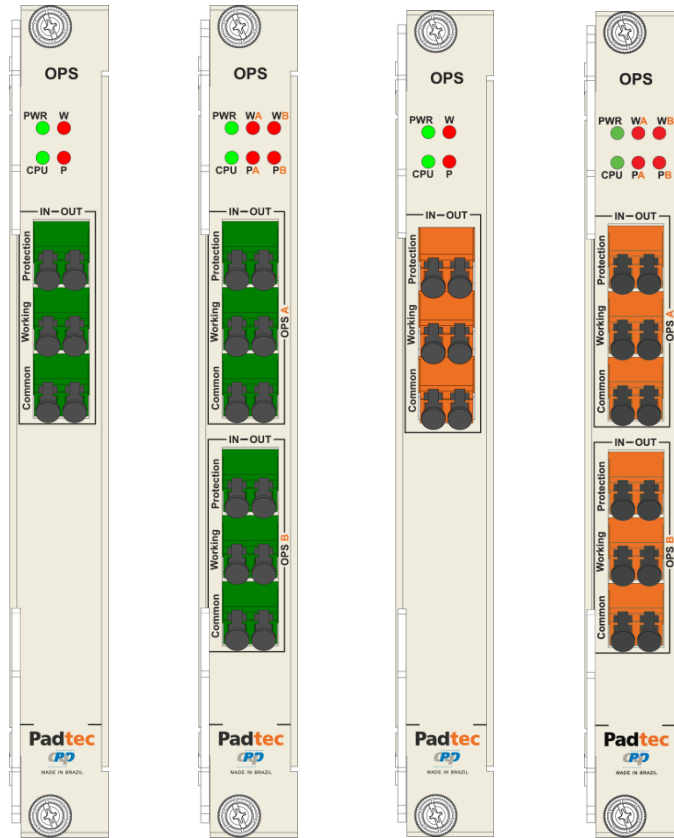
O sistema de comutação automática está de acordo com as recomendações ITU-T G.664 e GR-2979-CORE.

4.12.3. Dimensões Físicas e Painel Frontal

A unidade OPS (Optical Protection Switch) possui 4,5U de altura e é compatível com os sub-racks de 14U, compacto 4U e compacto de 2U da plataforma LightPad i6400G.

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	4,5U: 202
Largura [mm]	1 slot de ocupação: 23,7
Profundidade [mm]	217,4

Peso aproximado	
Modelo 4,5U [kg]	0,6



Painel Frontal das Unidades OPS: OPS-HA, OPS-HB, OPS-HC e OPS-HD respectivamente.

4.12.4. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional

A figura a seguir apresenta o diagrama em blocos do mecanismo de comutação da unidade OPS. Dependendo do modelo, a unidade OPS pode ter um ou dois mecanismos de comutação em uma mesma mecânica.

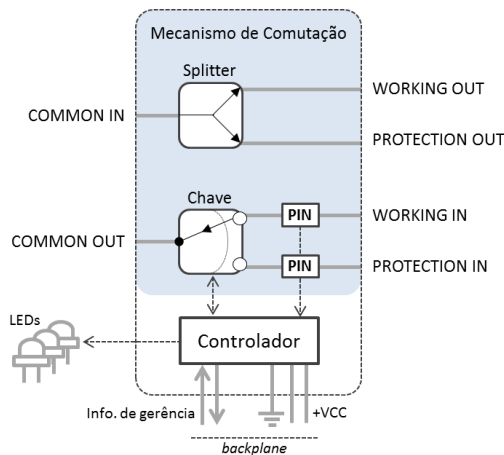
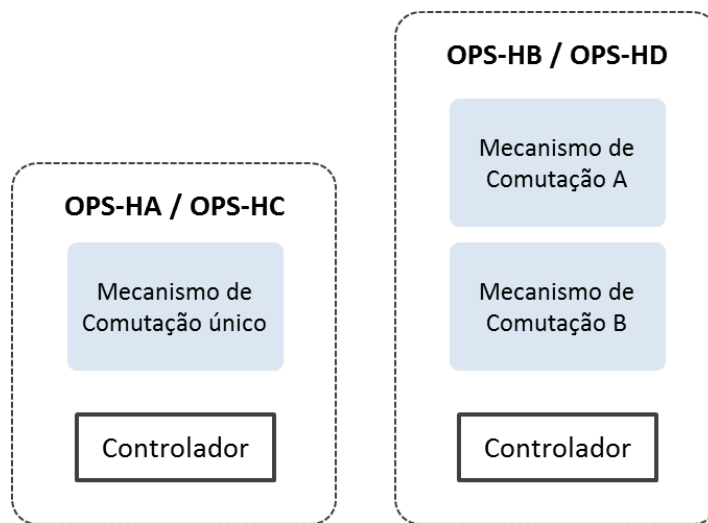


Diagrama em blocos do Mecanismo de Comutação da Chave Óptica

O mecanismo de comutação do módulo OPS é composto por um divisor óptico (Splitter), uma chave óptica (Chave), dois leitores de potência (PINs) e um módulo Controlador. No sentido de transmissão, o sinal recebido pela interface COMMON IN é dividido (50/50%) pelo Splitter para transmissão nas duas vias, WORKING OUT e PROTECTION OUT. No sentido de recepção, os níveis dos sinais ópticos provenientes das interfaces WORKING IN e PROTECTION IN são medidos pelos PINs e informados ao módulo Controlador. Com base nas informações de leituras recebidas e nas configurações escolhidas através do sistema de gerência, o módulo Controlador atua sobre a chave selecionando de uma das vias e direcionando o sinal óptico para a interface COMMON OUT. O módulo controlador também é responsável por receber a alimentação elétrica da unidade OPS, realizar a comunicação com o supervisor do sub-rack via trilhas no *backplane* e controlar os LEDs no frontal da placa.

Os modelos de chaves ópticas denominados OPS-HÁ e OPS-HC são compostos de um mecanismo de comutação e seis interfaces para realizar a proteção de um sinal óptico (transmissão e recepção). Os modelos de chaves ópticas denominados OPS-HB e OPS-HD são compostos de dois mecanismos de comutação independentes que realizam a proteção de dois sinais ópticos de forma isolada. A figura a seguir ilustra a quantidade de mecanismos de proteção em cada modelo de OPS.



Funcionamento da Chave Óptica

A chave óptica pode ser comutada automaticamente ou através de telecomando via NMS. A comutação por telecomando é prioritária sobre a comutação automática. Através da gerência da unidade é possível travar a chave óptica em qualquer das fibras de recepção, inserir a chave em funcionamento automático, configurar o limiar de comutação e monitorar as potências recebidas em cada via.

4.12.5. Configurações e Ajustes no Hardware

A unidade OPS de 4,5 não necessita de nenhum ajuste no hardware ou calibração. Todas as configurações para o seu correto funcionamento podem ser feitas via NMS.

4.12.6. Alimentação Elétrica

A unidade OPS de 4,5U recebe tensões de alimentação de -48 VDC, 0 VDC e Terra de Bastidor via *backplane*.

4.12.7. Interfaces Elétricas

A unidade OPS de 4,5U não possui interfaces para conexões elétricas em seu painel frontal.

4.12.8. Interfaces Ópticas

A unidade OPS de 4,5 possui seis conectores ópticos do tipo LC-APC para cada mecanismo de comutação:

- **COMMON IN:** entrada do sinal comum a ser protegido.
- **WORKING OUT:** saída do sinal protegido para a rota principal.
- **PROTECTION OUT:** saída do sinal protegido para a rota reserva.
- **WORKING IN:** entrada do sinal de recepção da fibra principal.
- **PROTECTION IN:** entrada do sinal de recepção da fibra reserva.
- **COMMON OUT:** saída do sinal após o enlace protegido. Nesta interface o sinal óptico é proveniente de uma das rotas de acordo com a seleção atual da chave óptica.

Para os modelos OPS-HB e OPS-HD de dois mecanismos de proteção, existem duas interfaces de cada da lista anterior, totalizando 12 interfaces ópticas. Para diferenciar as interfaces similares são adicionados os índices A e B referentes aos mecanismos de proteção A e B.

4.12.9. Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Tempo máximo de comutação [ms]	15 (após a detecção da falha)
Potência [W]	Máx: 17
MTBF [horas]	2×10^5

Perdas de inserção	Especificação
Transmissão Rota Principal [dB] Perda entre interfaces: COMMON IN e WORKING OUT	Típ: 3,5 Máx: 4,0
Transmissão Rota Reserva [dB] Perda entre interfaces: COMMON IN e PROTECTION OUT	Típ: 3,5 Máx: 4,0
Recepção Rota Principal [dB] Perda entre interfaces: WORKING IN e COMMON OUT	Típ: 1,5 Máx: 2,0
Recepção Rota Reserva [dB] Perda entre interfaces: PROTECTION IN e COMMON OUT	Típ: 1,5 Máx: 2,0

Características Ópticas	Especificação
Potência óptica de entrada [dBm]	Mín: -40 Máx: 10
Comprimento de onda de operação (Transmissão / Recepção) [nm]	1310/1550 ± 30

4.12.10. Indicações Luminosas no Painel Frontal

A unidade OPS de 4,5U possui os seguintes LEDs no painel frontal:

- **PWR:** LED verde que, quando aceso, indica que a unidade OPS está alimentada
- **CPU:** LED verde, quando piscando, indica que do processador do módulo controlador da OPS está funcionando corretamente.
- **W:** LED vermelho que, quando aceso, indica perda de sinal óptico na interface WORKING IN.
- **P:** LED vermelho que, quando aceso, indica perda de sinal óptico na interface PROTECTION IN.

Para o modelo OPS-HB e OPS-HD de dois mecanismos de proteção, existem dois LEDs W e dois LEDs P totalizando seis LEDs no painel frontal. Para diferenciar as LEDs W e P são adicionados os à serigrafia os índices A e B referentes aos mecanismos de proteção A e B.

4.12.11. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

Alarmes:

- Presença ou ausência (LOS) de sinal óptico nas fibras WORKING IN ou PROTECTION IN [A e B, quando aplicável]
- Função de autocomutação ativada / desativada.
- Fibra ativa na unidade OPS.
- Nível de potência de entrada das interfaces WORKING IN e PROTECTION (valor com tolerância de ± 1 dB).

4.12.12. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

- Comutar via óptica.
- Configurar função de autocomutação.
- Definir diferença de potência para comutação (referência de comutação):
 - Máx: 9 dB
 - Granularidade: 0,5 dB

4.12.13. Etiquetas de Identificação

A unidade OPS possui em seu painel frontal uma etiqueta com código de modelo e número de série do equipamento.

4.12.14. Procedimento de Remoção da Unidade do Bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao remover a Chave Óptica no sub-rack.

- Desligar lasers de amplificadores eventualmente associados à OPS.
- Desconectar os cordões ópticos da unidade OPS.
- Desparafusar os dois parafusos de seu frontal
- Retirar a unidade do sub-rack no qual está inserida.

4.12.15. Procedimento de Inserção da Unidade no Bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao inserir Chave Óptica no sub-rack.

- Fixar a unidade no bastidor.
- Parafusá-la.
- Conectar os cordões ópticos.
- Ligar os lasers de amplificadores eventualmente associados a unidade OPS.

4.13. Chave Óptica de Proteção Bidirecional

4.13.1. Modelo

Campo	Descrição
OPS2	-
Mecânica	1: 1U altura
Configuração Chave	AB: Chave bidirecional, sensibilidade -40 dBm, saturação 10 dBm, acoplador de saída 50/50, medidas de potência na recepção 1 e 2, módulo SCMD integrado, saída de monitoração de MOSA, com Bargraph, alimentação -48 VDC, fibra monomodo

4.13.2. Descrição Funcional

A unidade OPS (Optical Protection Switch) é um sistema para comutação automática entre duas fibras ópticas ou dois canais ópticos baseado na queda do nível de potência óptica recebido (ruptura) ou degradação de potência. Esta unidade é utilizada para proteção do sinal óptico multiplexado ou para proteção de cada canal óptico individualmente.

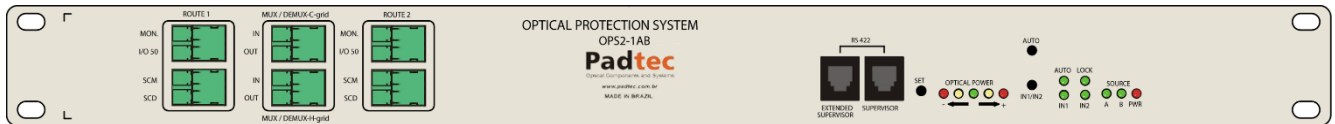
A unidade OPS2-1AB é utilizada em sistemas bidirecionais, ou seja, que utilizam simultaneamente a mesma fibra como via de transmissão e recepção.

O sistema de comutação automática está de acordo com as recomendações ITU-T G.664 e GR-2979-CORE.

4.13.3. Dimensões Físicas e Painel Frontal

A unidade é disponibilizada em mecânicas 1U conforme a seguir:

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	43,5
Largura [mm]	483
Profundidade [mm]	235



Painel Frontal da Chave Óptica de Proteção Bidirecional

4.13.4. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional

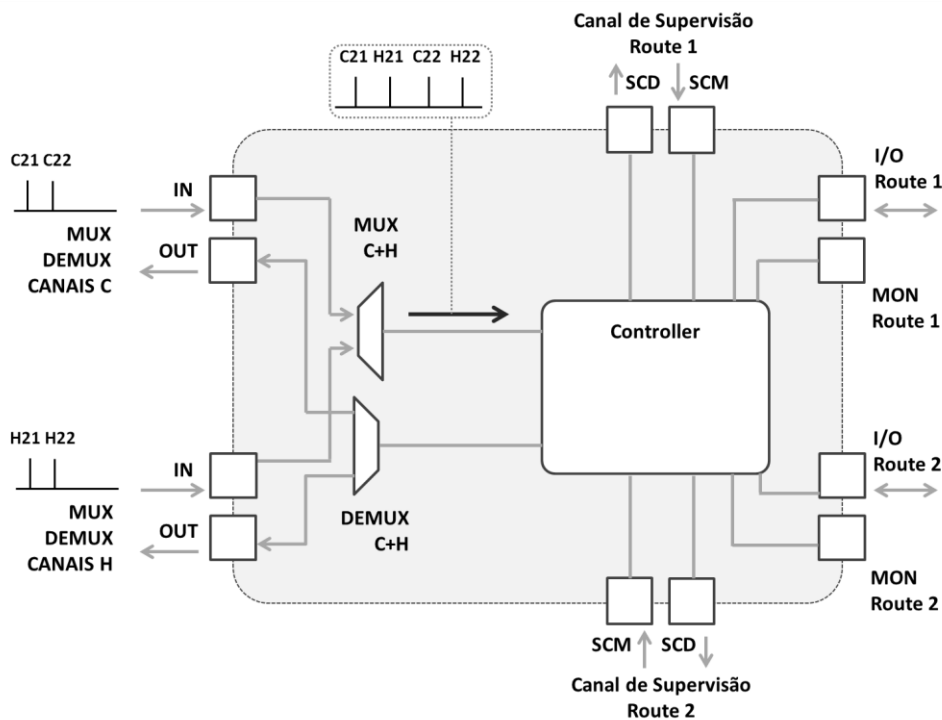


Diagrama em blocos da Chave Óptica Bidirecional

O sinal de transmissão é dividido nas duas rotas (principal e reserva), através de um acoplador 50/50. O sinal de recepção é selecionado através de uma chave óptica, analisando a potência óptica e degradação de cada rota. O sinal bidirecional é gerado através da utilização de circuladores para cada porta bidirecional. Medidas de potência do sinal de entrada são aferidas através de um par de fotodetectores acoplados às entradas de cada rota. Este mesmo sinal é disponibilizado para uma saída de monitoramento (13dB inferior ao valor real).

Funcionamento da Chave Óptica

A chave óptica pode ser comutada automaticamente, através de telecomando ou pelo comando manual.

A comutação por telecomando é prioritária. Através dele é possível travar a chave óptica em qualquer das fibras de recepção, inserir a chave em funcionamento automático ou travar o equipamento (Lock) para que o comando de comutação manual fique desabilitado. O comando manual é prioritário sobre a comutação automática. Através do comando manual também é possível travar a chave em uma das entradas ou inserir o equipamento para comutar a mesma automaticamente. Entretanto, conforme descrito anteriormente, para que possa haver o controle manual, é necessário que o equipamento não esteja travado pelo telecomando de "Lock".

Ao ligar o equipamento, o mesmo deverá iniciar destravado e com a função de comutação automática ligada.

Devido ao funcionamento simétrico da Chave Óptica Bidirecional, é necessária uma sinalização para que a unidade remota (presente na outra estação) também realize a comutação. Esta sinalização ocorre através de um pulso que gera alarme de LOS por 100ms na rota previamente comutada. Para que esta sinalização ocorra, é necessário que as Chaves Ópticas operem modo automático.

Comutação por Telecomando

A chave óptica permite comutação por telecomando através do sistema de gerência central/local.

Comutação Manual

A comutação manual é realizada através de um botão no painel frontal do equipamento chamado "IN1/IN2". Sempre que o botão for pressionado, a chave óptica troca de posição. Existe também um segundo botão chamado "Auto" que coloca e tira o equipamento na função de comutação automática. Se a chave estiver na operação automática e o botão "IN1/IN2" for pressionado, a chave comutará para a outra entrada e sairá da função automática. É importante ressaltar que para o funcionamento dos comandos manuais, é necessário que a chave não tenha sido travada pelo telecomando (Lock).

Comutação Automática

É possível inserir o equipamento na função de comutação automática através de telecomando, através do sistema de gerência. A unidade também permite definir este modo de comutação pressionando o botão "Auto" no frontal do equipamento (função "Lock" desativada). Quando o LED "Auto" está aceso, o comutador óptico está na função de comutação automática.

A comutação automática possui o seguinte funcionamento:

- A chave comuta para a outra fibra, automaticamente, quando o sinal de recepção da fibra ativa sofrer queda maior que a relação ao nível ajustado através do sistema de gerência. A comutação ocorrerá apenas se a outra fibra apresentar sinal suficiente.
 - **Observação:** A diferença (relação) de potência que gera a comutação pode ser ajustada via gerência, com valor máximo de 9 dB (com passos de 0,5 dB).
- No caso de queda nas duas fibras (maior que relação configurada), a chave permanecerá na última posição antes da segunda queda.
- Quando as duas fibras de recepção estiverem sem sinal, a chave comutará para a primeira fibra que recuperar o sinal.
- A chave também realiza a comutação automática devido à degradação do sinal.

Observação: As considerações para comutação por queda de potência também são válidas para comutação por degradação de sinal.

Função “Lock”

A função “Lock” só pode ser habilitada e desabilitada pelo telecomando. Quando o “Lock” está ativado, um LED no painel frontal situado acima do medidor de potência se acende. Nesta função, os botões do painel frontal ficam desabilitados, dando prioridade para o controle por telecomando. Não será possível comutar a chave e ligar ou desligar a função automática do equipamento através do painel frontal. Os comandos manuais da unidade OPS serão reabilitados após a desativação por telecomando da função “Lock”. É possível acionar a função “Lock” com a chave óptica travada em qualquer das entradas ou até mesmo com o equipamento na função de comutação automática.

Observação: A unidade permite acionar o botão “SET” com a função “Lock” habilitada.

Bargraph – Potência Óptica

Nos modelos de chave óptica de OPS2-1AB, é possível ajustar uma potência de referência da fibra considerada como ativa, através do sistema de gerência ou do botão frontal “SET”. Desta forma o Bargraph indicará o desvio da potência atual em comparação à potência de referência configurada. Os LEDs no painel frontal indicam se a potência está acima ou abaixo da referência, com passos de 0,5 dB ou 1dB.

4.13.5. Configurações e Ajustes no Hardware

A Chave Óptica Bidirecional OPS2-1AB não possui configurações e ajustes no hardware.

4.13.6. Alimentação Elétrica

A unidade OPS2-1AB recebe tensões de alimentação de -48 VDC, 0 VDC e Terra de Bastidor.

4.13.7. Interfaces Elétricas

A Chave Óptica OPS2-1AB possui as seguintes interfaces elétricas:

- Interface serial RS-422 que conecta a unidade com o Supervisor (conector RJ-11).
- Interface serial RS-422 Estendida que replica a conexão RS-422 do Supervisor para a interligação com outros Elementos de Rede da Padtec.

4.13.8. Interfaces Ópticas

A unidade OPS possui doze conectores ópticos LC-APC:

- ROUTE 1 MON. – Emite uma amostra do sinal óptico de transmissão para monitoramento.
- ROUTE 1 I/O 50 – Interface para transmissão e recepção do sinal bidirecional da rota 1. Deve ser conectado ao DGO no conector que possui a rota 1. O sinal transmitido por esta interface representa 50% do sinal multiplexado inserido na unidade.
- ROUTE 1 SCM – Interface de entrada do canal de supervisão da rota 1. Esta interface está fisicamente conectada à saída do módulo de supervisão (OUT).
- ROUTE 1 SCD – Interface de saída do canal de supervisão da rota 1. Esta interface está fisicamente conectada à entrada do módulo de supervisão (IN).
- MUX/DEMUX C-grid IN: Interface de entrada do sinal multiplexado na grade C, que será transmitido nas duas rotas. Esta interface está fisicamente conectada à saída do Multiplexador (Line OUT).

- MUX/DEMUX C-grid OUT: Interface de saída do sinal multiplexado na grade C, proveniente do sinal recebido pela rota ativa. Esta interface está fisicamente conectada à saída do Demultiplexador (Line IN).
- MUX/DEMUX H-grid IN: Interface de entrada do sinal multiplexado na grade H, que será transmitido nas duas rotas. Esta interface está fisicamente conectada à saída do Multiplexador (Line OUT).
- MUX/DEMUX H-grid OUT: Interface de saída do sinal multiplexado na grade H, proveniente do sinal recebido pela rota ativa. Esta interface está fisicamente conectada à saída do Demultiplexador (Line IN).
- ROUTE 2 MON. – Emite uma amostra do sinal óptico de transmissão para monitoramento.
- ROUTE 2 I/O 50 – Interface para transmissão e recepção do sinal bidirecional da rota 2. Deve ser conectado ao DGO no conector que possui a rota 2. O sinal transmitido por esta interface representa 50% do sinal multiplexado inserido na unidade.
- ROUTE 2 SCM – Interface de entrada do canal de supervisão da rota 2. Esta interface está fisicamente conectada à saída do módulo de supervisão (OUT).
- ROUTE 2 SCD – Interface de saída do canal de supervisão da rota 2. Esta interface está fisicamente conectada à entrada do módulo de supervisão (IN).

4.13.9. Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	Típ: 5 Máx: 6
Tempo máximo de comutação [ms]	15 (após a detecção da falha / degradação)
MTBF [horas]	2 x 10 ⁵

Perdas de inserção (para modelo com acoplador de saída 50/50)	Especificação
SCM/SCD [dB]	Mín: 1,5 Típ: 2 Máx: 2,5
MUX/DEMUX C/H-grid IN [dB]	Mín: 7,5 Típ: 8 Máx: 9
MUX/DEMUX C/H-grid OUT [dB]	Mín: 6,5 Típ: 7 Máx: 9

Características Ópticas	Especificação
Potência óptica de entrada [dBm]	Mín: -40

Características Ópticas	Especificação
	Máx: 10
Comprimento de onda de operação (Transmissão / Recepção) [nm]	1310/1550 ± 30

4.13.10. Indicações Luminosas no Painel Frontal

A unidade OPS2-1AB possui os seguintes LEDs no painel frontal:

- IN1: LED verde que se acende quando a chave óptica de recepção está conectada à fibra 1.
- IN2: LED verde que se acende quando a chave óptica de recepção está conectada à fibra 2.
- AUTO: LED verde que se acende quando a função “Auto” está ativa.
- LOCK: LED verde que se acende quando a função “Lock” está ativa.
- Bargraph: Conforme descrito anteriormente.
- PWR (Source): LED verde que indica que a unidade está alimentada.
- A (Source): LED verde que se acende quando a via A de alimentação está funcionando corretamente.
- B (Source): LED verde que se acende quando a via B de alimentação está funcionando corretamente.

Observação: Quando uma das duas vias de alimentação, a via B ou a via A, não é utilizada (o conector da via B ou A, está desconectado da fonte de alimentação do sistema), o LED de “ALR” ficará acesso. Para evitar este evento, deve-se fornecer a alimentação para as duas vias, ou através de um cabo auxiliar de alimentação para cascadeamento.

4.13.11. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

Alarmes:

- Presença ou ausência (LOS) de sinal óptico nas fibras IN1 ou IN2.
- Função “Auto” ativada / desativada.
- Função “Lock” ativada / desativada.
- Fibra ativa (comutada) na unidade OPS.
- Nível de potência de entrada das interfaces Route 1 RX e Route 2 RX (valor com tolerância de ± 1 dB).

4.13.12. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

- Comutar via óptica: ROUTE 1 → ROUTE 2; ROUTE 2 → ROUTE 1.
- Configurar Função Auto.
- Configurar Função Lock.
- Definir potência de referência para o Bargraph.
- Definir diferença de potência para comutação (atenuação) até máximo de 9 dB, com passos de 0,5 dB.

4.13.13. Etiquetas de Identificação

A unidade possui uma etiqueta na placa de circuito impresso que indica o número de série da placa. No painel frontal e na parte traseira existe uma etiqueta com o número de série e data de fabricação da unidade e código de barras padrão EAN 128.

4.13.14. Procedimento de Remoção da Unidade do Bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao remover a Chave Óptica do Bastidor.

- Desligar a alimentação da Chave-Óptica.
- Desconectar os cordões ópticos.
- Retirar a unidade do bastidor onde está fixada.
- Desconectar as interfaces elétricas de alimentação em seu painel traseiro.

4.13.15. Procedimento de Inserção da Unidade no Bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao inserir Chave Óptica no Bastidor.

Para inserir a Chave-Óptica no bastidor é necessário:

- Conectar as interfaces elétricas em seu painel traseiro.
- Fixar a unidade no bastidor.
- Parafusá-la.
- Conectar os cordões ópticos.
- Ligar a alimentação da Chave-Óptica.

4.14. Módulo Compensador de Dispersão de 4,5U

4.14.1. Modelo

Campo	Descrição
DC	-
Tecnologia	M: Fibra com grade de Bragg
Dispersão compensada	XXXX ps/nm
Mecânica	H: 4,5U
-	-
Largura da banda de operação	60: 55GHz

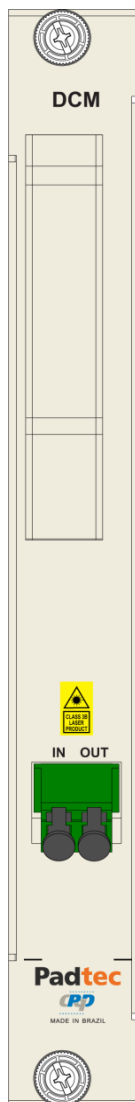
Exemplos de Código de Produto	
DCM1000H-60	DCM680H-60
DCM340H-60	DCM1300H-60

4.14.2. Descrição Funcional

Em sistemas de longas distâncias torna-se necessário o uso destas unidades para compensar a dispersão cromática acumulada no enlace óptico. A unidade DCM (Dispersion Compensation Module) é baseada na grade de Bragg. A unidade DCM é de acordo com a rec. G.666 do ITU-T.

4.14.3. Dimensões Físicas e Painel Frontal

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	202
Largura [mm]	23,7
Profundidade [mm]	217,4
Peso aproximado	
Modelo 4,5U [kg]	0,8



Painel Frontal do Módulo Compensador de Dispersão de 4,5U

4.14.4. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional

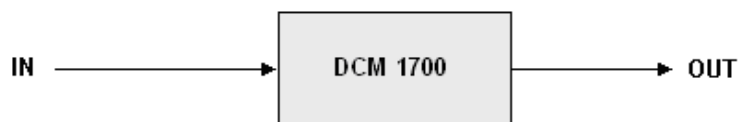


Diagrama em blocos do Módulo Compensador de Dispersão

Pelo conector de entrada (IN) é inserido o sinal com os canais ópticos multiplexados, severamente degradados pelo efeito da dispersão causada no enlace óptico. O sinal óptico multiplexado, passando através da unidade DCM terá o efeito da dispersão, virtualmente eliminado.

A unidade DCM não deve ser inserida no sistema DWDM diretamente antes do Amplificador Raman, devido à pequena área efetiva da fibra compensadora de dispersão. A alta potência de bombeio do Raman pode provocar diversos efeitos não lineares no sistema quando passar através da unidade DCM.

4.14.5. Configurações e Ajustes no Hardware

O Compensador de Dispersão não possui configurações e ajustes no hardware.

4.14.6. Alimentação Elétrica

O Compensador de Dispersão não possui alimentação elétrica (unidade passiva).

4.14.7. Interfaces Elétricas

O Compensador de Dispersão não possui interfaces elétricas.

4.14.8. Interfaces Ópticas

O Compensador de Dispersão possui as seguintes interfaces ópticas:

- IN: Conector de entrada dos canais para serem compensadas as dispersões. O canal de supervisão não passa por este módulo. *A potência óptica na entrada não deve exceder a +14 dBm.*
- OUT: Conector de saída dos canais ópticos com a dispersão compensada.

4.14.9. Características Paramétricas

Característica	Especificação				
	DCM1000H-60	DCM1700H-60	DCM1300H-60	DCM680H-60	DCM340H-60
Dispersão máxima compensada [ps/nm]	1000	1700	1300	680	340
Perda máxima de inserção por Canal [dB]	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Comprimento de Onda [nm]	Todos os comprimentos de onda conforme ITU-T, rec. G.694.1.				
MTBF [horas]	5 x 10 ⁵				

4.14.10. Indicações Luminosas no Painel Frontal

O Compensador de Dispersão não possui indicações luminosas no painel frontal.

4.14.11. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

Compensador de Dispersão não reporta alarmes/telemidas à gerência.

4.14.12. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

O Compensador de Dispersão não aceita telecomandos.

4.14.13. Procedimento de Remoção da Unidade do Bastidor

- Desligar o laser do amplificador conectado a unidade DCM

- Desconectar todos os seus cordões ópticos.
- Desparafusar a unidade.
- Retirá-la do bastidor.

4.14.14. Procedimento de Inserção da Unidade no Bastidor

- Inserir a unidade no bastidor.
- Parafusá-la.
- Conectar todos os seus cordões ópticos.
- Ligar o laser do amplificador conectado a unidade DCM.

4.15. DCFM - Unidade Modular de Fibra Compensadora de Dispersão

4.15.1. Modelo

Mecânica Modular: SB-0204HAA (Unidade integrada de 4 slots – Altura total 2U)

Modelo (Serigrafia Painel Frontal das unidades inseridas na Mecânica Modular): DCFM

Detalhamento Modelo DCFM (Etiqueta Painel Frontal):

Campo	Descrição
DC	-
Tecnologia	FM: Fibra compensadora de dispersão
Distância de compensação	5 km: Compensação equivalente a 5 km de enlace 10 km: Compensação equivalente a 10 km de enlace 20 km: Compensação equivalente a 20 km de enlace 40 km: Compensação equivalente a 40 km de enlace 80 km: Compensação equivalente a 80 km de enlace
42NSA	-

4.15.2. Descrição Funcional

A unidade modular possui uma mecânica integrada de 2Us e permite a inserção e combinação de até 4 unidades de DCFM. A utilização da DCFM é indicada para sistemas de longas distâncias com dispersão cromática acumulada acima do desempenho necessário. Desta forma, é necessário compensar este efeito, através de unidades passivas DCFM. Estas unidades utilizam uma fibra compensadora de dispersão com coeficiente de dispersão cromática de sinal inverso ao da fibra óptica do enlace.

A disponibilização de slots integrados na mecânica atendem múltiplos cenários de dispersão, uma vez que aceitam diversas configurações de unidades interconectadas em cascata.

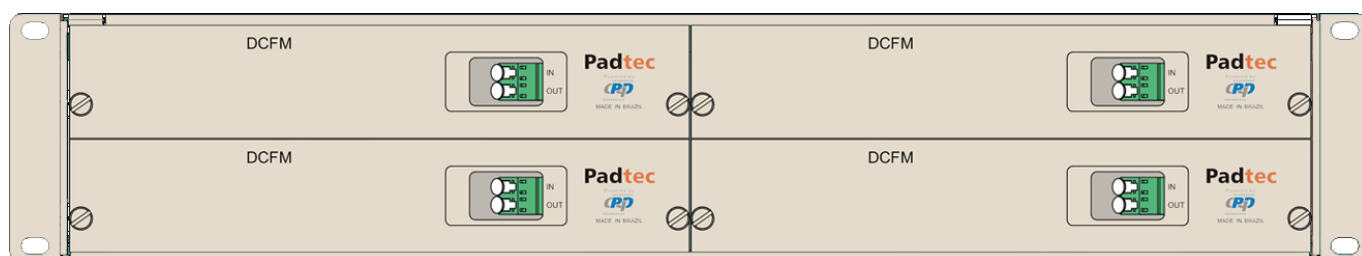
Exemplo:

Configuração de Compensação	Slot 1	Slot 2	Slot 3	Slot 4
60 km	DCFm-20KM-42NSA	DCFm-40km-42NSA	N/A (Vazio)	N/A (Vazio)
135 km	DCFm-5KM-42NSA	DCFm-10KM-42NSA	DCFm-40KM-42NSA	DCFm-80KM-42NSA

A unidade DCFM não deve ser inserida no sistema DWDM diretamente antes do Amplificador Raman, devido à pequena área efetiva do Compensador de Dispersão (DCFm). A alta potência de bombeio do Raman pode provocar diversos efeitos não lineares no sistema quando precedido por uma unidade DCFm.

4.15.3. Dimensões Físicas e Painel Frontal

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	88,9
Largura [mm]	443
Profundidade [mm]	236
Peso aproximado	
Modelo DCFM gaveta [kg]	1,0
Mecânica Modular 2U	2,3



Painel Frontal da Unidade Modular de Fibra Compensadora de Dispersão (DCFM)

4.15.4. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional

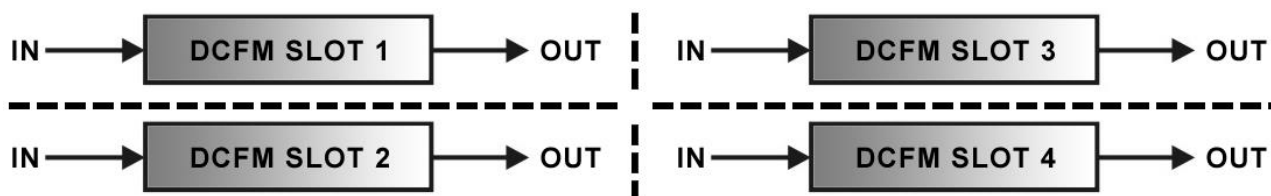


Diagrama em blocos da DCFM

A interface IN do DCFM recebe o sinal óptico multiplexado, severamente degradado pelo efeito da dispersão ao longo do enlace óptico. Cada unidade DCFM possui uma quantidade interna de fibra, capaz de compensar a dispersão cromática acumulada em distâncias de 5, 10, 20, 40 ou 80 km. Para compensar outras distâncias, é necessário realizar a cascata de até 4 unidades DCFM (interface OUT slot n conectada à interface IN do slot $n+1$).

4.15.5. Configurações e Ajustes no Hardware

A configuração do módulo é baseada no cálculo e inserção em cascata das unidades DCFM necessárias para a compensação da distância do enlace.

As unidades DCFM não requerem configurações e ajustes no hardware.

4.15.6. Alimentação Elétrica

O módulo DCFM não possui alimentação elétrica (unidade passiva).

4.15.7. Interfaces Elétricas

O módulo DCFM não possui interfaces elétricas.

4.15.8. Interfaces Ópticas

Cada unidade DCFM possui as seguintes interfaces ópticas (LC-APC):

- IN: Conector de entrada dos canais para serem compensadas as dispersões. O canal de supervisão não passa por este módulo. *A potência óptica na entrada não deve exceder a +14 dBm.*
- OUT: Conector de saída dos canais ópticos com a dispersão compensada.

4.15.9. Características Paramétricas

Características Gerais	Especificação
Potência de entrada [dBm]	14
Comprimento de Onda [nm]	ITU-T, rec. G.694.1.
MTBF [horas]	5×10^5

Características – Modelo DCFM-5KM-42NSA	Especificação
Dispersão compensada [ps/nm]	Mín: 78 (1530 nm) Típ: 84 (1550 nm) Máx: 84 (1569 nm)
Distância equivalente compensada [km]	5
PMD (ps)	Típ: 0,21
Perda de Inserção por Canal [dB]	Máx: 1,7

Características – Modelo DCFM-10KM-42NSA	Especificação
Dispersão compensada [ps/nm]	Mín: 156 (1530 nm) Típ: 167 (1550 nm) Máx: 178 (1569 nm)
Distância equivalente compensada [km]	10
PMD (ps)	Típ: 0,29
Perda de Inserção por Canal [dB]	Máx: 2,0

Características – Modelo DCFM-20KM-42NSA	Especificação
Dispersão compensada [ps/nm]	Mín: 312 (1530 nm) Típ: 335 (1550 nm) Máx: 356 (1569 nm)
Distância equivalente compensada [km]	20
PMD (ps)	Típ: 0,37
Perda de Inserção por Canal [dB]	Máx: 2,5

Características – Modelo DCFM-40KM-42NSA	Especificação
Dispersão compensada [ps/nm]	Mín: 623 (1530 nm) Típ: 669 (1550 nm) Máx: 713 (1569 nm)
Distância equivalente compensada [km]	40
PMD (ps)	Típ: 0,52
Perda de Inserção por Canal [dB]	Máx: 3,7

Características – Modelo DCFM-80KM-42NSA	Especificação
Dispersão compensada [ps/nm]	Mín: 1246 (1530 nm) Típ: 1339 (1550 nm) Máx: 1426 (1569 nm)
Distância equivalente compensada [km]	80
PMD (ps)	Típ: 0,74
Perda de Inserção por Canal [dB]	Máx: 6,3

4.15.10. Indicações Luminosas no Painel Frontal

O módulo DCFM não possui indicações luminosas no painel.

4.15.11. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

O módulo DCFM não reporta alarmes e telemidas à gerência.

4.15.12. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

O módulo DCFM não aceita telecomandos.

4.15.13. Procedimento de Remoção da Unidade do Bastidor

- Desligar o laser do Pré-Amplificador conectado à entrada do DCFM (verificar Procedimento de Retirada do Pré-Amplificador).
- Desconectar todos os seus cabos ópticos.
- Remover as unidades DCFM dos slots da mecânica integrada.
- Desparafusar a mecânica integrada.
- Retirá-la do bastidor.

4.15.14. Procedimento de Inserção da Unidade no Bastidor

- Inserir a mecânica integrada no bastidor.
- Parafusá-la.
- Inserir as unidades DCFM nos slots.
- Conectar todos os seus cabos ópticos.
- Ligar o laser do Pré-Amplificador conectado à unidade (se aplicável).

4.16. Sub-rack Compacto de 4U

4.16.1. Modelo

SR-4AA

4.16.2. Descrição Funcional

A unidade SR-4AA é um sub-rack universal compacto de 4U de altura compatível com placas de linha da Plataforma LightPad i6400G de 4,5U e 9U de altura de um ou mais slots de ocupação. O sub-rack SR-4AA possui:

- 10 slots para placas de linha
- 2 slots para placa de supervisão
- 1 slot para placa de ventilação
- 1 slot para placa miscelânea
- 2 conectores frontais fixos que recebem a alimentação redundante

Além da acomodação mecânica, o SR-4AA é responsável pela distribuição de alimentação redundante para as placas inseridas e pela troca de informações de gerência entre elas e a placa de supervisão. Para tal, o SR-4AA possui duas vias para alimentação em -48/0Vdc, terra digital e carcaça e um conjunto de trilhas para troca de informações de gerência, que acontece através do protocolo Ethernet. As unidades disponíveis para o sub-rack compacto de 4U da Plataforma LightPad i6400G compreendem:

Placas de linha

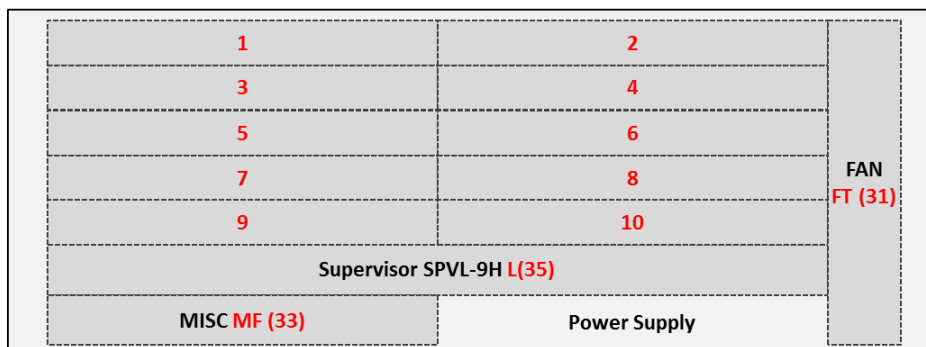
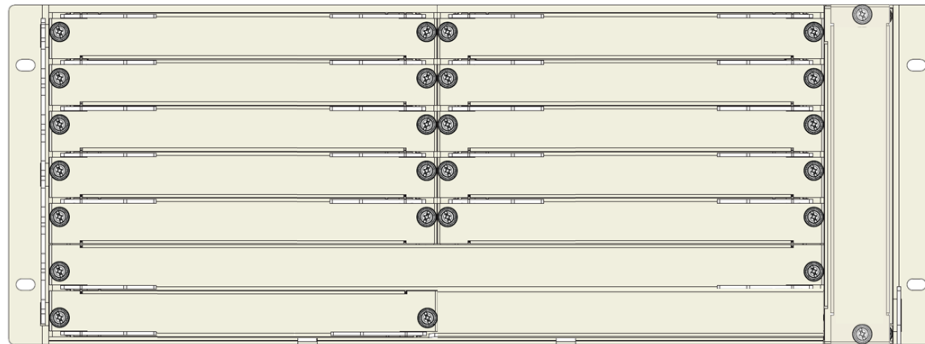
- Transponders
- Amplificadores
- Chaves Ópticas
- MUX/DEMUX
- SCMD

Miscelâneas

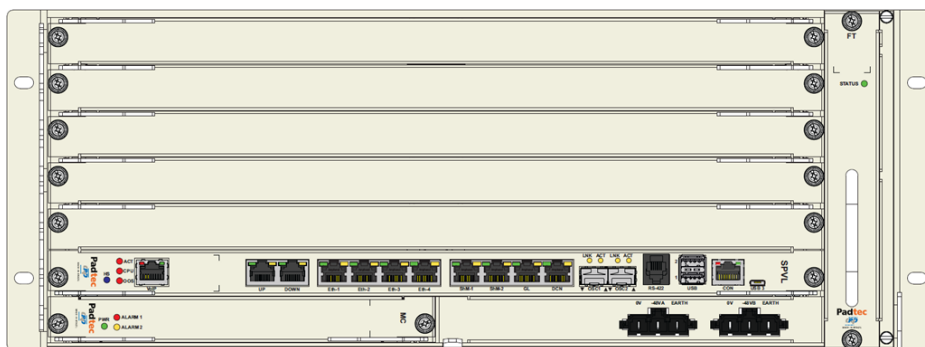
- Placas de supervisão
- Placa miscelânea
- Placa de ventilação

4.16.3. Dimensões Físicas e Identificação dos Slots

Dimensão Sub-bastidor SR-4AA	Especificação
Número de slots de linha de 4,5U	10
Número de slots para módulo de supervisão	2
Número de slots para módulo de ventilação	1
Número de slots para módulo auxiliar (miscelânea)	1
Altura [mm]	177,8
Largura [mm]	482,6
Profundidade [mm]	241



Painel frontal e indicação de slots do sub-rack SR-4AA



Painel frontal do sub-rack SR-4AA com inserção de placas de miscelâneas

MTBF [horas] (sub-rack)	5 x 10 ⁵
-------------------------	---------------------

4.16.4. Configurações e Ajustes no Hardware

O Sub-bastidor de produtos 9U possui um conjunto de Dip Switch localizado no cartão traseiro do Sub-bastidor. Este conjunto de Dip Switch permite identificar a posição do Sub-bastidor no rack, uma vez que é permitido diversos Sub-bastidores em um mesmo rack. Cada Sub-bastidor deve possuir um endereço único.

A identificação é realizada com números de 0 a 31 no DIP Switch. Para realizar esta identificação, o endereço deve ser configurado como número binário, onde a chave 0 é o bit menos significativo, e a chave 4 é o bit mais significativo.

Endereço (Formato): <valor Chave 0> x (2⁰) + <valor Chave 1> x (2¹) + <valor Chave 2> x (2²) + <valor Chave 3> x (2³) + <valor Chave 4> x (2⁴), onde <valor Chave x> = 1 na posição OFF e <valor Chave x> = 0 na posição ON.

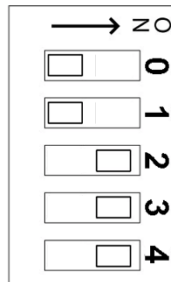


Ilustração do Dip Switch e exemplo de configuração (endereço 3)

Cada placa inserida no Sub-bastidor pode ser acessada utilizando um endereço IP específico. O endereço IP de cada placa utiliza a seguinte metodologia:

169.254. DS . S

Sendo:

- **DS:** Endereço de identificação do Dip Switch do respectivo Sub-bastidor.
- **S:** Número do slot da respectiva placa a ser acessada. Caso a placa ocupe 2 slots, deve-se considerar o slot da esquerda e caso a placa ocupe 4 slots deve-se considerar o slot superior esquerdo.

Exemplo: IP interno 169.254. 7.3 – Placa no Sub-bastidor identificado como 7, posicionado no slot 3

Nota referente à alteração de identificação do Dip Switch do respectivo Sub-bastidor: O Sub-bastidor 4U permite alteração da identificação após prévia instalação, porém, requer reinicialização de todo o sistema inserido no sub-bastidor. Para que o sistema seja gerenciado e operado corretamente, é necessário seguir o procedimento abaixo:

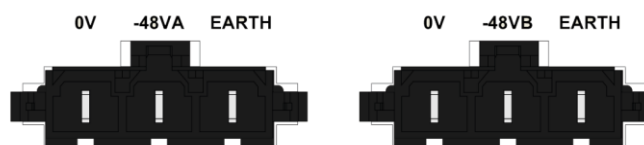
- Alterar os Dip Switches de identificação do Sub-bastidor.
- Remover o conector de alimentação da unidade de alimentação do Sub-bastidor (miscelâneas). Após o desligamento do sistema, reconectar a alimentação.

4.16.5. Alimentação Elétrica

O sub-rack compacto de 4U é alimentado em -48 VDC Via A, -48 VDC Via B, 0 VDC e Terra de Bastidor.

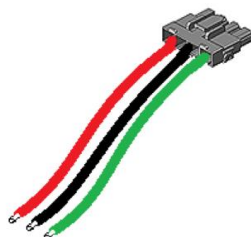
4.16.6. Interfaces Elétricas

O sub-rack SR-4AA possui dois conectores macho na parte inferior direita de seu painel frontal. A figura seguinte mostra esses conectores e suas serigrafias em detalhe:



Conectores de Alimentação do sub-rack compacto de 4U

Cada conector recebe uma das vias de alimentação (-48/0V/Earth via A e B) através de um cabo de 3 vias com o respectivo conector fêmea conectado à sua extremidade. A figura seguinte ilustra este cabo e a tabela ao seu lado apresenta as características recomendadas para os fios utilizados.



Cabo de Alimentação do sub-rack compacto de 4U

Cor do Fio	AWG	Contato	Corrente Máx.
Vermelho	8 AWG	0V	50 A
Azul ou Preto	8 AWG	-48V	50 A
Verde	8 AWG	EARTH	50 A

4.16.7. Interfaces Ópticas

O Sub-bastidor SR-4AA não possui interfaces ópticas.

4.16.8. Indicações Luminosas no Painel Frontal

O Sub-bastidor SR-4AA não possui indicações luminosas no painel.

4.16.9. Etiquetas de Identificação

A unidade possui uma etiqueta frontal contendo o número de série e o código do produto.

4.16.10. Procedimento de Remoção da Unidade do Bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao remover o sub-rack SR-4AA do bastidor.

- Remover as conexões elétricas das unidades de alimentação PSU-HA principal e reserva.
- Retirar todas as unidades do sub-rack.
- Desparafusar o sub-rack do bastidor
- Retirar o sub-rack do bastidor.

4.16.11. Procedimento de Inserção da Unidade no Bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao inserir o sub-rack SR-4AA no bastidor.

- Inserir o sub-rack no bastidor.
- Parafusá-lo.
- Conectar a alimentação elétrica nos conectores frontais das unidades PSU-HA principal e reserva.
- Inserir as placas de alimentação e outras unidades no sub-rack.

4.17. Sub-rack Compacto de 2U

4.17.1. Modelo

SR-2AA

4.17.2. Descrição Funcional

A unidade SR-2AA é um sub-rack universal compacto de 2U de altura compatível com placas de linha da Plataforma LightPad i6400G. O sub-rack SR-2AA possui:

- 5 slots para placas de linha
- 1 slot para placa de supervisão
- 1 slot para placa de ventilação
- 1 slot para Mux/Demux super-compacto de 8 canais
- 2 slots para inserção de placas de alimentação redundantes

Além da acomodação mecânica, o SR-2AA é responsável pela distribuição de alimentação redundante para as placas inseridas e pela troca de informações de gerência entre elas e a placa de supervisão. Para tal, o SR-2AA possui alimentação em -48/0Vdc ou AC full range e um conjunto de trilhas para troca de informações de gerência, que acontece através do protocolo Ethernet. As unidades disponíveis para o sub-rack compacto de 2U da Plataforma LightPad i6400G compreendem:

Placas de linha

- Transponders
- Amplificadores
- Chaves Ópticas
- SCMD

Mux/Demux Compacto de 8 Canais

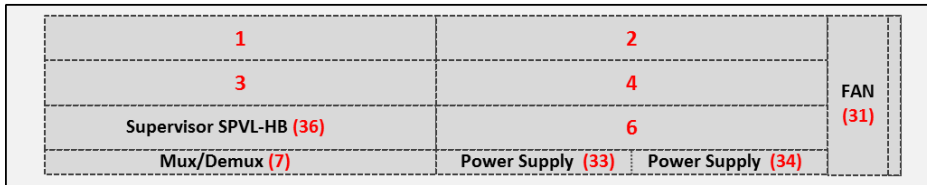
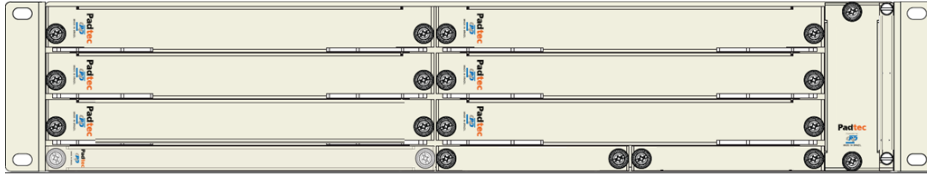
Miscelâneas

- Placas de supervisão
- Placa de ventilação
- Placa de alimentação

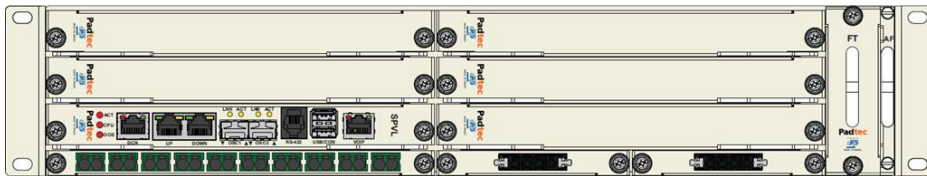
4.17.3. Dimensões Físicas e Identificação dos Slots

Dimensão Sub-bastidor SR-2AA	Especificação	
Número de slots de linha de 4,5U	Com alimentação DC	5
	Com alimentação AC	4
Número de slots para módulo de supervisão	1	
Número de slots para módulo de ventilação	1	
Número de slots para Mux/Demux Slim	1	
Número de slots para módulos de alimentação	2	
Altura [mm]	88,1	
Largura [mm]	482,5	
Profundidade [mm]	239	

Aplicação com alimentação DC:

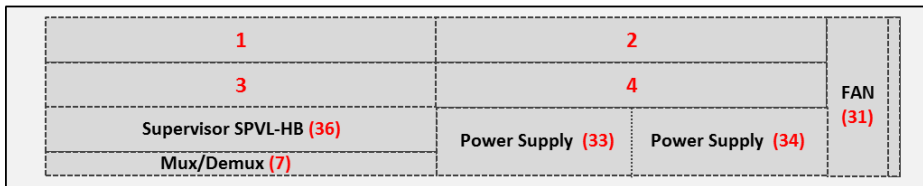
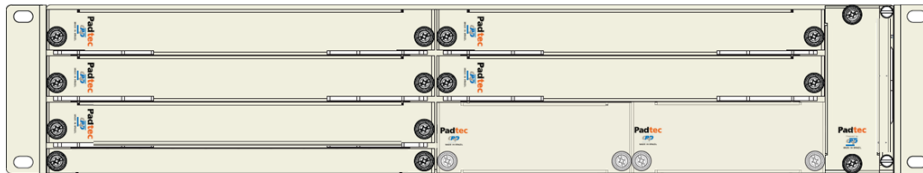


Painel frontal e indicação de slots do sub-rack SR-2AA

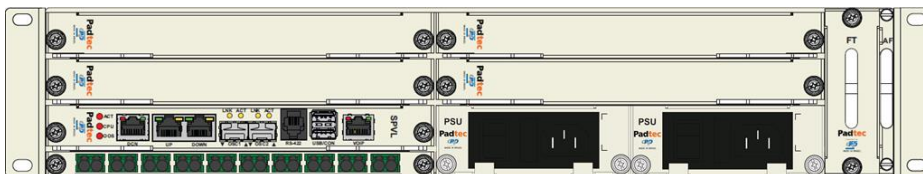


Painel frontal do sub-rack SR-2AA com inserção de placas de miscelâneas

Aplicação com alimentação AC:



Painel frontal e indicação de slots do sub-rack SR-2AA



Painel frontal do sub-rack SR-2AA com inserção de placas de miscelâneas

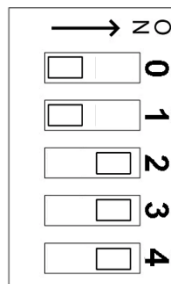
MTBF [horas] (sub-rack)	5 x 10⁵
--------------------------------	---------------------------

4.17.4. Configurações e Ajustes no Hardware

O Sub-bastidor de produtos 2U possui um conjunto de Dip Switch localizado na posição respectiva ao slot 3 do cartão traseiro do Sub-bastidor. Este conjunto de Dip Switch permite identificar a posição do Sub-bastidor no rack, uma vez que é permitido diversos Sub-bastidores em um mesmo rack. Cada Sub-bastidor deve possuir um endereço único.

A identificação é realizada com números de 0 a 31 no DIP Switch. Para realizar esta identificação, o endereço deve ser configurado como número binário, onde a chave 0 é o bit menos significativo, e a chave 4 é o bit mais significativo.

Endereço (Formato): <valor Chave 0> x (2⁰) + <valor Chave 1> x (2¹) + <valor Chave 2> x (2²) + <valor Chave 3> x (2³) + <valor Chave 4> x (2⁴), onde <valor Chave x> = 1 na posição OFF e <valor Chave x> = 0 na posição ON.



(Ilustração do Dip Switch e exemplo de configuração (endereço 3))

Cada placa inserida no Sub-bastidor pode ser acessada utilizando um endereço IP específico. O endereço IP de cada placa utiliza a seguinte metodologia:

169.254. DS . S

Sendo:

- **DS:** Endereço de identificação do Dip Switch do respectivo Sub-bastidor.
- **S:** Número do slot da respectiva placa a ser acessada. Caso a placa ocupe 2 slots, deve-se considerar o slot da esquerda e caso a placa ocupe 4 slots deve-se considerar o slot superior esquerdo.

Exemplo: IP interno 169.254. 7.3 – Placa no Sub-bastidor identificado como 7, posicionado no slot 3

Nota referente à alteração de identificação do Dip Switch do respectivo Sub-bastidor: O Sub-bastidor 2U permite alteração da identificação após prévia instalação, porém, requer reinicialização de todo o sistema inserido no sub-bastidor. Para que o sistema seja gerenciado e operado corretamente, é necessário seguir o procedimento abaixo:

- Alterar os Dip Switches de identificação do Sub-bastidor.
- Remover o conector de alimentação da unidade de alimentação do Sub-bastidor (miscelâneas). Após o desligamento do sistema, reconectar a alimentação.

4.17.5. Alimentação Elétrica

O sub-rack compacto de 2U pode ser alimentado em AC ou DC. Para aplicação com alimentação DC o sub-rack é alimentado em -48 VDC, 0 VDC e Terra de Bastidor, através do módulo distribuidor de energia (SSC-HA) inserido no respectivo slot de alimentação. Para aplicação com alimentação AC o sub-rack recebe alimentação *Full Range* aceitando tensão entre 90 e 240VAC, através da fonte de alimentação (PSU-HB) inserida no respectivo slot de alimentação do sub-rack.

4.17.6. Interfaces Elétricas

O cartão traseiro sub-rack SR-2AA promove a ligação de dados entre o Supervisor e as demais placas no Sub-bastidor. A comunicação com as placas é baseada em Ethernet.

4.17.7. Interfaces Ópticas

O Sub-bastidor SR-2AA não possui interfaces ópticas.

4.17.8. Indicações Luminosas no Painel Frontal

O Sub-bastidor SR-2AA não possui indicações luminosas no painel.

4.17.9. Etiquetas de Identificação

A unidade possui uma etiqueta frontal contendo o número de série e o código do produto.

4.17.10. Procedimento de Remoção da Unidade do Bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao remover o sub-rack SR-2AA do bastidor.

- Remover as conexões elétricas das unidades de alimentação PSU ou SSC principal e reserva.
- Retirar todas as unidades do sub-rack.
- Desparafusar o sub-rack do bastidor
- Retirar o sub-rack do bastidor.

4.17.11. Procedimento de Inserção da Unidade no Bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao inserir o sub-rack SR-2AA no bastidor.

- Inserir o sub-rack no bastidor.
- Parafusá-lo.
- Conectar a alimentação elétrica nos conectores frontais das unidades PSU ou SSC principal e reserva.
- Inserir as placas de alimentação e outras unidades no sub-rack.

4.18. Unidades de Supervisão (SPVL)

4.18.1. Modelo

SPVL-HB - Supervisor de 4,5U compatível com os sub-racks compactos de 2U e 4U

SPVL-9H - Supervisor de 9U compatível com o sub-rack compacto de 4U

SPVL-91/SPVL-90 - Supervisor de 9U compatível com o sub-rack de 14U

4.18.2. Descrição Funcional

As unidades SPVL-9x (designação genérica para SPVL-9H, SPVL-90 e SPVL-91) e SPVL-HB são responsáveis pela supervisão de todas as placas inseridas em um sub-rack LightPad i6400G compacto de 2U, 4U ou 14U. O SPVL atua concentrando as informações de gerência e intermediando comandos enviados aos equipamentos gerenciados. A comunicação entre o supervisor e os elementos gerenciados utilizada o protocolo Ethernet e se dá através de trilhas no backplane do sub-rack.

Além de gerenciar elementos em seu próprio sub-rack, a unidade SPVL-9x/SPVL-HB se comunica com outros supervisores de um mesmo site e de sites distantes através de um canal óptico de supervisão. O Canal de Supervisão utiliza protocolo Ethernet e pode ser enviado para até duas direções (por SPVL-91/SPVL-9H/SPVL-HB) através de dois conectores para SFPs presentes no frontal da unidade.

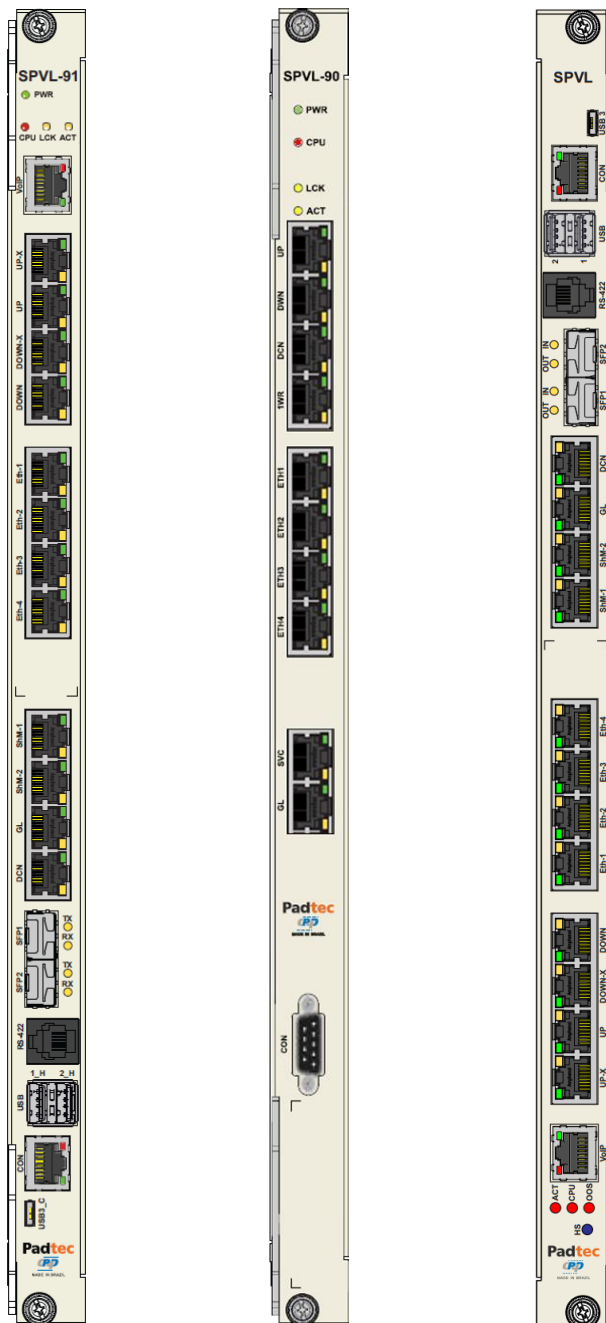
Em uma aplicação típica com vários supervisores em um mesmo site, uma unidade SPVL-91/SPVL-9H/SPVL-HB deve ser configurada como principal elemento de gerência, recebendo informações dos supervisores subordinados e atuando como concentrador de DCN. Sendo dois os slots reservados para unidades de supervisão no sub-rack de 14U, a plataforma LightPad i6400G permite redundância de gerência através da utilização de duas unidades SPVL-91 por sub-rack. Neste cenário, em caso de falha na unidade SPVL-91 principal a gerência dos elementos continua sendo realizada pelo SPVL-91 reserva sem interrupções.

4.18.3. Dimensões Físicas e Painel Frontal

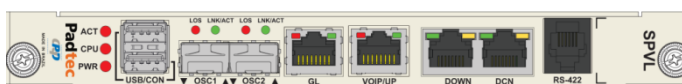
Dimensão Supervisor SPVL-9x	Especificação
Altura [mm]	404
Largura [mm]	23,7
Profundidade [mm]	217,4

Dimensão Supervisor SPVL-HB	Especificação
Altura [mm]	202
Largura [mm]	23,7
Profundidade [mm]	215

Peso aproximado	
SPVL-HB [kg]	1
SPVL-9H [kg]	2,2
SPVL-90 [kg]	1,8
SPVL-91 [kg]	2,2



Painéis frontais dos supervisores SPVL-91, SPVL-90 e SPVL-9H respectivamente.



Painel frontal do supervisor SPVL-HB.

4.18.4. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional

Supervisor SPVL-91/SPVL-9H/ SPVL-HB

O supervisor SPVL-91/SPVL-9H/SPVL-HB é composto por um módulo controlador com processador integrado e memória que utilizam o sistema operacional Linux. O módulo controlador é conectado ao módulo DCN Gateway (Concentrador de DCN) que possui funcionalidades L2/L3. O Switch Chip do DCN Gateway é ligado às interfaces Ethernet presentes no frontal do SPVL-91/SPVL-9H/SPVL-HB. O módulo de Canal de Supervisão é conectado às interfaces elétricas que recebem os SFPs para transmissão do canal de supervisão.

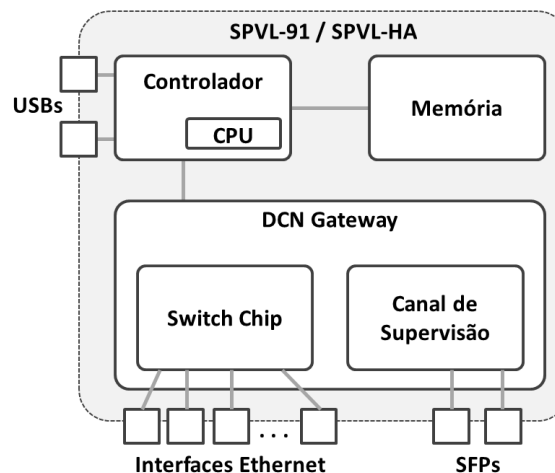


Diagrama em Blocos do SPVL-91/SPVL-9H

O módulo DCN Gateway (concentrador de DCN) é responsável pela interface entre a rede DCN, na qual se encontra o servidor com o Sistema de Gerência instalado, e os equipamentos gerenciáveis da solução Padtec (transponders, amplificadores, supervisores e etc). Em uma aplicação típica, o SPVL-91/SPVL-9H/SPVL-HB tem uma de suas interfaces Ethernet configurada com um endereço IP da DCN. Por meio das interfaces restantes o módulo DCN Gateway permite que o SPVL-91/SPVL-9H/SPVL-HB suporte sub-redes internas para comunicação entre os equipamentos gerenciáveis, incluindo a comunicação entre equipamentos de sites distantes via módulo de Canal de Supervisão. Por meio do módulo DCN Gateway, o SPVL-91/SPVL-9H/SPVL-HB possibilita o uso reduzido de endereços IPs da DCN, uma vez que os IPs internos não são divulgados na rede DCN. O módulo DCN Gateway suporta OSPFv2, OSPF-v3, Forwaring L3, 802.1q entre outros protocolos.

O supervisor SPVL-91/SPVL-9H/SPVL-HB pode ser empregado com redundância de unidades em um mesmo site, permitindo proteção de gerência. Os supervisores de um mesmo site (principal e redundante) se comunicam entre si através do backplane e protocolo Ethernet, e comunicam-se com supervisores de outros sites por meio da rede óptica, via canal de supervisão.

Supervisor SPVL-90

O supervisor SPVL-90 também é composto por um módulo controlador com processador integrado e memória que utilizam o sistema operacional Linux. O SVPL-90 diferencia-se do SPVL-91/SPVL-9H/SPVL-HB pela ausência dos módulos DCN Gateway e Canal de Supervisão. O SPVL-90 possui um Switch Chip mais simples sem funcionalidades L3. Desta forma o SPVL-90 não permite aplicação como concentrador de DCN, sendo tipicamente utilizado em uma cascata de gerência que têm um SPVL-91/SPVL-9H como principal elemento.

Nota: Em aplicações legadas o SPVL-90 pode ser utilizado em uma cascata de gerência que tenha como elemento principal um supervisor SPVL-4.

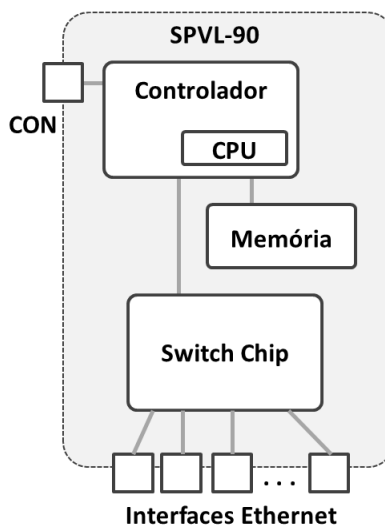


Diagrama em Blocos do SPVL-90

4.18.5. Alimentação Elétrica

O SPVL-9x/ SPVL-HB é alimentado em -48 VDC e 0 VDC através do *backplane* do sub-rack LightPad i6400G.

4.18.6. Interfaces Elétricas

O supervisor SPVL-91/SPVL-9H possui as seguintes interfaces elétricas:

- VoIP (*Fast Ethernet*): Porta para conexão com telefone VoIP, permitindo comunicação por voz com outras estações do enlace, que também tenham o terminal VoIP conectado na respectiva porta do supervisor correspondente.
- UP, UP-X, DOWN e DOWN-X (*Gigabit Ethernet*): Portas para cascadeamento.
- Eth1 – Eth4 (*Fast Ethernet*): Portas de compatibilidade para interconexão com supervisores legados (SPVL-4 escravo).
- ShM1 – ShM2 (*Fast Ethernet*): Acesso ao *Shelf Management* para ações de debug.
- GL (*Fast Ethernet*): Acesso para o Sistema de Gerência Local da Padtec.
- DCN (*Fast Ethernet*): Acesso para o Sistema de Gerência Remota da Padtec.
- RS-422: Porta de compatibilidade com equipamentos legados.
- USB 1_H – USB 2_H (USB): Interfaces para transferência de arquivos.
- CON (RJ-45): Console para envio de comandos.
- USB 3_C (Mini USB): Interface para transferência de arquivos.

O supervisor SPVL-90 possui as seguintes interfaces elétricas:

- UP, DOWN (*Gigabit Ethernet*): Portas para cascadeamento.
- DCN, 1WR: Interfaces reservadas para implementações futuras.
- Eth1 – Eth4 (*Fast Ethernet*): Portas de compatibilidade para interconexão com supervisores legados (SPVL-4 escravo).

- SVC, GL: Interfaces reservadas para implementações futuras.
- CON (DB-9): Console gravação/atualização de firmware.




O supervisor SPVL-HB possui as seguintes interfaces elétricas:

- GL (*Fast Ethernet*): Acesso para o Sistema de Gerência Local da Padtec.
- VoIP/UP (*Fast Ethernet*): Porta para conexão com telefone VoIP, permitindo comunicação por voz com outras estações do enlace, que também tenham o terminal VoIP conectado na respectiva porta do supervisor correspondente. Utilizada também como porta para cascadeamento.
- DOWN: Porta para cascadeamento.
- DCN (*Fast Ethernet*): Acesso para o Sistema de Gerência Remota da Padtec.
- RS-422: Porta de compatibilidade com equipamentos legados.
- USB: Interface para transferência de arquivos
- COM: Porta de acesso a interface serial da placa processadora

4.18.7. Interfaces Ópticas

A unidade **SPVL-91/SPVL-9H/SPVL-HB** possui as seguintes interfaces ópticas LC-PC (através de SFPs):

- SFP1 e SFP2: Interface de transmissão e recepção do canal de supervisão direções NORTE/SUL. Os SFPs utilizados para o canal de supervisão possuem especificação de comprimento de onda de 1510 nm +/- 6 nm. A especificação de sensibilidade pode variar de acordo com o enlace.

		Interfaces de exposição à radiação (Laser)
Classe do Laser		
IEC 60825 (2007-03)	FDA (4.9)	
CLASS 1 LASER PRODUCT 	CLASS I LASER PRODUCT 	<ul style="list-style-type: none"> • SFP1 (TX) • SFP2 (TX)

4.18.8. Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48

Máx: -36				
	SPVL-90	SPVL-9H	SPVL-91	SPVL-HB
Consumo de potência [W]	Máx: 9	Máx: 26	Máx: 36	Máx: 22
MTBF [horas]	2 x 10 ⁵			

4.18.9. Indicações Luminosas no Painel Frontal

- POWER: LED verde aceso indicando que o módulo está alimentado.
- CPU: LED amarelo, pisca indicando que o software está em operação.
- LOCK: Quando aceso indica que o acesso à porta “craft terminal” está bloqueado.
- ACT (somente para SPVL-91/SPVL-9H/SPVL-HB): LED indica que o respectivo supervisor está configurado como ativo (principal). Quando não há supervisor redundante no Sub-bastidor, este LED sempre se encontra ativado.

4.18.10. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

O supervisor SPVL-9x/SPVL-HB gera alarmes de “gerência local conectada” e *reboot* de supervisor. Todos os alarmes gerados pelo possuem identificação com indicadores temporais (data e hora) do evento.

4.18.11. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

O Supervisor aceita os seguintes comandos:

- Reset de placa: reinicializa a aplicação.

4.18.12. Procedimento de Remoção da Unidade do Sub-bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao remover o supervisor.

Para remover o supervisor do Sub-bastidor, utilizar os seguintes procedimentos:

- Desconectar os cabos elétricos de seu painel frontal.
- Retirar a unidade do Sub-bastidor.

4.18.13. Procedimento de Inserção da Unidade no Sub-bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao inserir o Supervisor de Transponder Pai.

Para inserir o supervisor do Sub-bastidor, utilizar os seguintes procedimentos:

- Inserir a unidade no Sub-bastidor.
- Conectar os cabos elétricos em seu painel frontal.

4.19. Módulo Auxiliar do Sub-rack Compacto de 4U

4.19.1. Modelo

MF-HA

4.19.2. Descrição Funcional

A unidade auxiliar MF-HA é responsável pela estabilização das vias de alimentação do sub-rack compacto de 4U e por gerar a variação de tensão que permite o controle de rotação dos ventiladores do módulo FT-HB. A unidade MF-HA permite o *hot swapping* de placas no sub-rack compacto de 4U.

4.19.3. Dimensões Físicas

A unidade MF-HA possui as seguintes dimensões:

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	23,7
Largura [mm]	202
Profundidade [mm]	215
Peso aproximado	
MF-HA [kg]	0,9



Dimensões Físicas e Painel Frontal da unidade auxiliar MF-HA.

4.19.4. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional

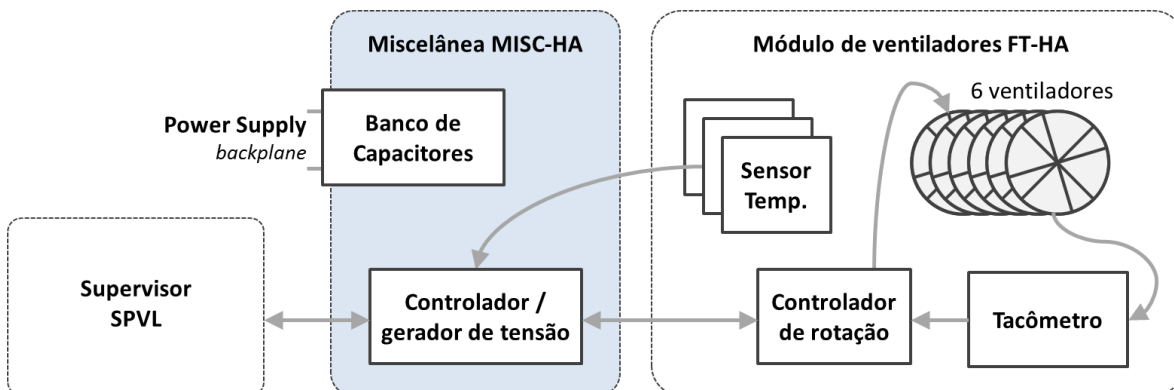


Diagrama em blocos do FT-HB.

A unidade auxiliar MF-HA possui um banco de capacitores que se conectam à trilhas no backplane e são responsáveis pela estabilização das vias de alimentação do sub-rack compacto de 4U e um controlador/gerador de tensão que se comunica e atua sobre o módulo de ventiladores FT-HB. O módulo controlador da MF-HA também se comunica com o supervisor do sub-rack via backplane.

4.19.5. Configurações e Ajustes no Hardware

A unidade MF-HA não possui configurações e ajustes no hardware.

4.19.6. Alimentação Elétrica

A alimentação da unidade MF-HA é feita via backplane em -48 VDC, 0 VDC e Terra de bastidor.

4.19.7. Interfaces Elétricas

A unidade MF-HA não possui interfaces elétricas.

4.19.8. Interfaces Ópticas

A unidade MF-HA não possui interfaces ópticas.

4.19.9. Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	Máx: 9
Potência fornecida [W]	Máx: 1000
Temperatura ambiental de operação [°C]	Mín: -5 Máx: 45
Temperatura ambiental de armazenamento [°C]	Mín: -40 Máx: 85
Umidade relativa de operação [%] (Sem condensação)	Mín: 5 Máx: 90
MTBF [horas]	2 x 10 ⁵

4.19.10. Indicações Luminosas no Painel Frontal

A unidade possui o seguinte LED no painel frontal:

- PWR: Led verde que quando aceso indica que a unidade MF-HA está alimentada.

4.19.11. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

A unidade MF-HA reporta os seguintes alarmes ao sistema de gerência:

- Status da alimentação do sub-rack compacto de 4U (duas vias de -48/0V);
- Medidas de temperatura coletadas pelos sensores do módulo FT-HB
- Rotação dos ventiladores do módulo FT-HB;
- Alarme de falha dos ventiladores do módulo FT-HB;
- Queima do fusível de proteção da alimentação;

4.19.12. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

A unidade MF-HA aceita o seguinte telecomando através do sistema de gerência:

- Configurar rotação dos ventiladores do módulo FT-HB;

4.19.13. Etiquetas de Identificação

A unidade possui uma etiqueta no painel frontal contendo o número de série e o código do produto.

4.19.14. Procedimento de Remoção da Unidade do Sub-bastidor

- Desconectar as ligações elétricas da unidade.
- Remover a unidade.

4.19.15. Procedimento de Inserção da Unidade no Sub-bastidor

- Inserir a unidade no Sub-bastidor.
- Conectar a alimentação da unidade (cabo elétrico).

4.20. Módulo de Ventiladores do Sub-rack Compacto de 4U

4.20.1. Modelo

FT-HB

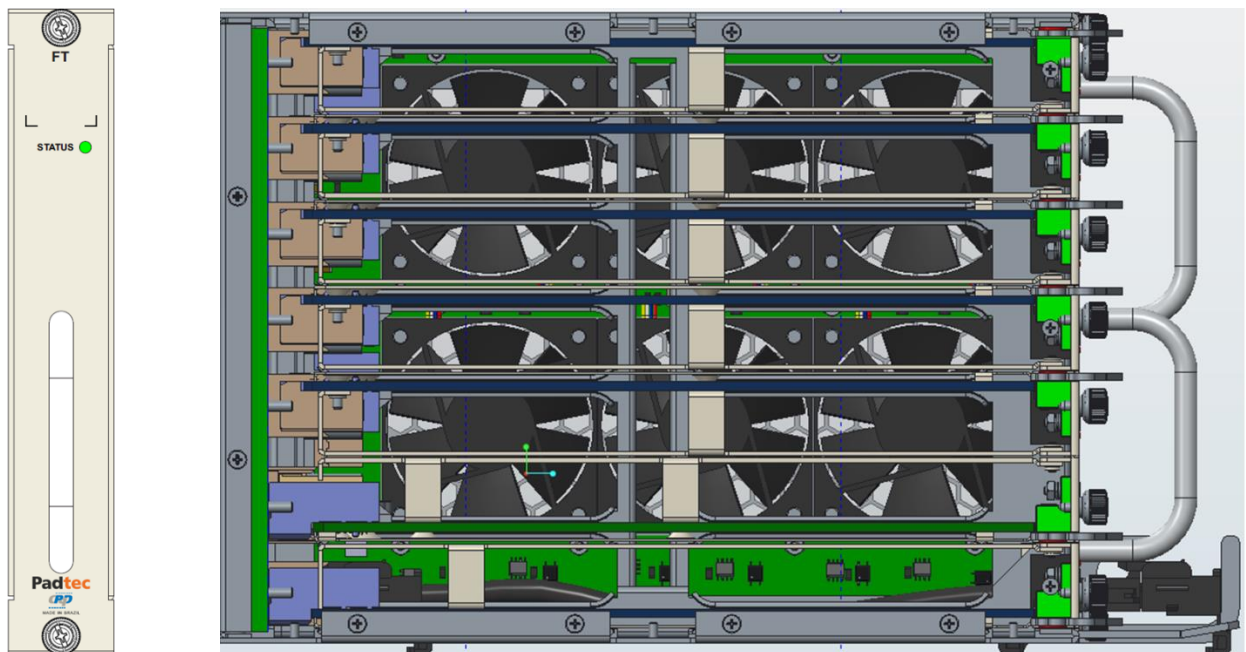
4.20.2. Descrição Funcional

A unidade FT-HB possui 6 ventiladores para resfriamento das placas do sub-rack LightPad i6400G Compacto, além de três sensores para monitoramento de temperatura. A unidade FT-HB é gerenciável e permite o controle de rotação dos ventiladores.

4.20.3. Dimensões Físicas

A unidade FT-HB possui as seguintes dimensões:

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	176
Largura [mm]	28,2
Profundidade [mm]	216,5



Painel frontal da unidade de ventilação FT-HB e visão lateral da mesma inserida em um sub-rack compacto de 4U.

4.20.4. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional

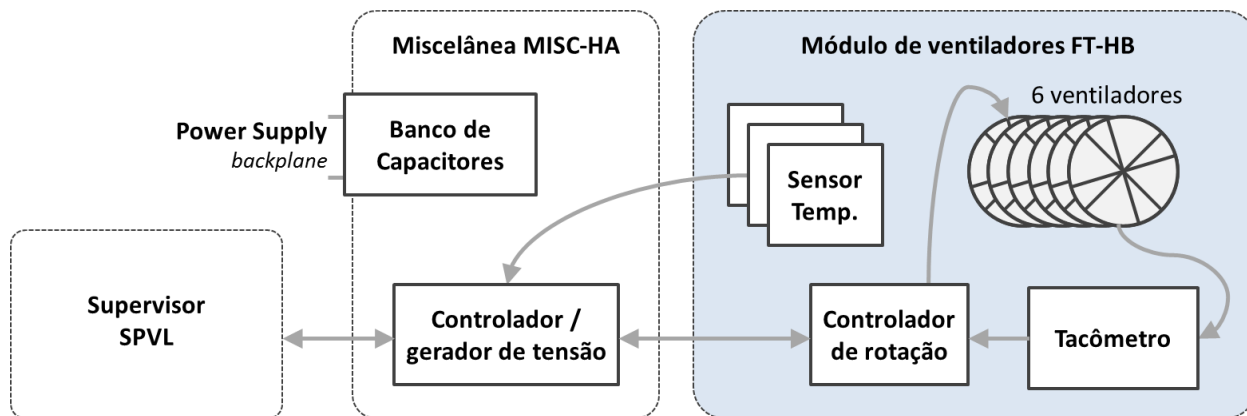


Diagrama em blocos do FT-HB.

A unidade FT-HB possui seis ventiladores, três sensores de temperatura, um módulo controlador de rotação e um módulo tacômetro. O controlador de rotação atua sobre os ventiladores e monitora a rotação de cada um deles por meio do módulo Tacômetro. As informações de rotação e dos sensores de temperatura passam pela unidade auxiliar MF-HA e são enviadas ao supervisor do sub-rack compacto de 4U para reporte ao sistema de gerência.

4.20.5. Configurações e Ajustes no Hardware

A unidade FT-HB não possui configurações nem ajustes no hardware.

4.20.6. Alimentação Elétrica

A unidade FT-HB é alimentada em -48 VDC, 0 VDC e Terra de bastidor através do backplane do sub-rack compacto de 4U.

4.20.7. Interfaces Elétricas

A unidade FT-HB não possui interfaces elétricas.

4.20.8. Interfaces Ópticas

A unidade FT-HB não possui interfaces ópticas.

4.20.9. Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	Mín: 39 Típ: 58 Máx: 59

Temperatura ambiental de operação [°C]	Mín: -5 Máx: 45
Temperatura ambiental de armazenamento [°C]	Mín: -40 Máx: 85
Umidade relativa de operação [%] (Sem condensação)	Mín: 5 Máx: 90
Redução de Temperatura no Bastidor [°C]	Máx: 10
Velocidade de operação dos ventiladores [%]	Mín: 70
MTBF [horas]	4,85 x 10 ⁵

4.20.10. Indicações Luminosas no Painel Frontal

A unidade FT-HB não possui indicações luminosas no painel frontal.

4.20.11. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

A unidade FT-HB não possui alarmes e telemidas.

4.20.12. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

A unidade FT-HB não possui telecomandos aceitos pelo sistema de gerência.

4.20.13. Etiquetas de Identificação

A unidade FT-HB possui uma etiqueta no painel frontal contendo o número de série e o código do produto.

4.20.14. Manutenção Preventiva

Aconselha-se uma inspeção visual anual em cada ventilador interno do FAN-2AA/FAN-2AB. Em caso de necessidade de remoção da unidade para manutenção, a Padtec recomenda agendamento de janela de manutenção devido ao risco de sobreaquecimento das unidades refrigeradas artificialmente pelo FAN.

4.20.15. Procedimento de Remoção da Unidade do Sub-bastidor

- Remover a unidade do Sub-bastidor.

4.20.16. Procedimento de Inserção da Unidade no Bastidor

- Inserir a unidade no Sub-bastidor.

4.21. Módulo de Ventiladores do Sub-rack Compacto de 2U

4.21.1. Modelo

FT-HC

4.21.2. Descrição Funcional

A unidade FT-HC possui 3 ventiladores para resfriamento das placas do sub-rack LightPad i6400G Compacto de 2U, além de três sensores para monitoramento de temperatura. A unidade FT-HC é gerenciável e permite o controle de rotação dos ventiladores.

4.21.3. Dimensões Físicas

A unidade FT-HC possui as seguintes dimensões:

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	88
Largura [mm]	28,2
Profundidade [mm]	216,5



Painel frontal da unidade de ventilação FT-HC

4.21.4. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional

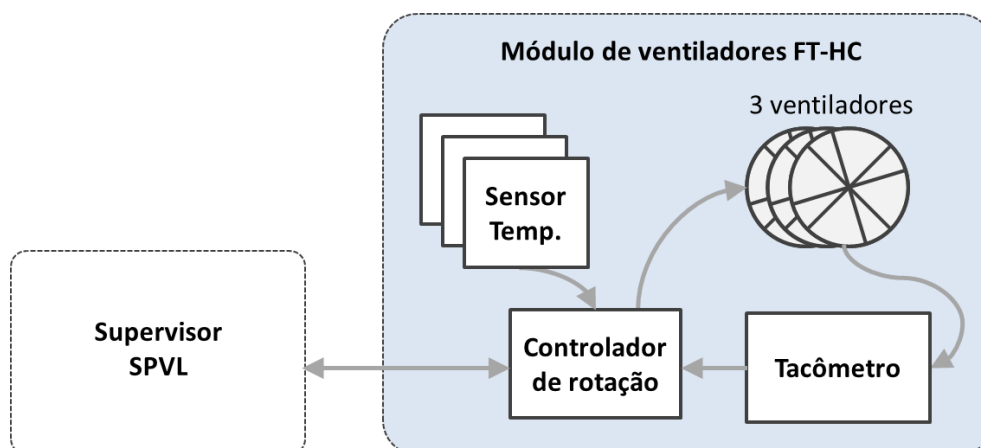


Diagrama em blocos do FT-HC.

A unidade FT-HC possui três ventiladores, três sensores de temperatura, um módulo controlador de rotação e um módulo tacômetro. O controlador de rotação atua sobre os ventiladores e monitora a rotação de cada um deles por meio do módulo Tacômetro. As informações de rotação e dos sensores de temperatura são enviadas ao supervisor do sub-rack compacto de 2U para reporte ao sistema de gerência.

4.21.5. Configurações e Ajustes no Hardware

A unidade FT-HC não possui configurações nem ajustes no hardware.

4.21.6. Alimentação Elétrica

A unidade FT-HC é alimentada em -48 VDC, 0 VDC e Terra de bastidor através do backplane do sub-rack compacto de 2U.

4.21.7. Interfaces Elétricas

A unidade FT-HC não possui interfaces elétricas.

4.21.8. Interfaces Ópticas

A unidade FT-HC não possui interfaces ópticas.

4.21.9. Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	Mín: 20 Típ: 27 Máx: 31

Temperatura ambiental de operação [°C]	Mín: -5 Máx: 45
Temperatura ambiental de armazenamento [°C]	Mín: -40 Máx: 85
Umidade relativa de operação [%] (Sem condensação)	Mín: 5 Máx: 90
Redução de Temperatura no Bastidor [°C]	Máx: 10
Velocidade de operação dos ventiladores [%]	Mín: 70
MTBF [horas]	9,53 x 10 ⁵

4.21.10. Indicações Luminosas no Painel Frontal

A unidade FT-HC não possui indicações luminosas no painel frontal.

4.21.11. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

A unidade FT-HC não possui alarmes e telemidas.

4.21.12. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

A unidade FT-HC não possui telecomandos aceitos pelo sistema de gerência.

4.21.13. Etiquetas de Identificação

A unidade FT-HC possui uma etiqueta no painel frontal contendo o número de série e o código do produto.

4.21.14. Manutenção Preventiva

Aconselha-se uma inspeção visual anual em cada ventilador interno do FT-HC. Em caso de necessidade de remoção da unidade para manutenção, a Padtec recomenda agendamento de janela de manutenção devido ao risco de sobreaquecimento das unidades refrigeradas artificialmente pelo FAN.

4.21.15. Procedimento de Remoção da Unidade do Sub-bastidor

- Remover a unidade do Sub-bastidor.

4.21.16. Procedimento de Inserção da Unidade no Bastidor

- Inserir a unidade no Sub-bastidor.

4.22. Sub-bastidor 14U

4.22.1. Modelo

SB – TrS 9

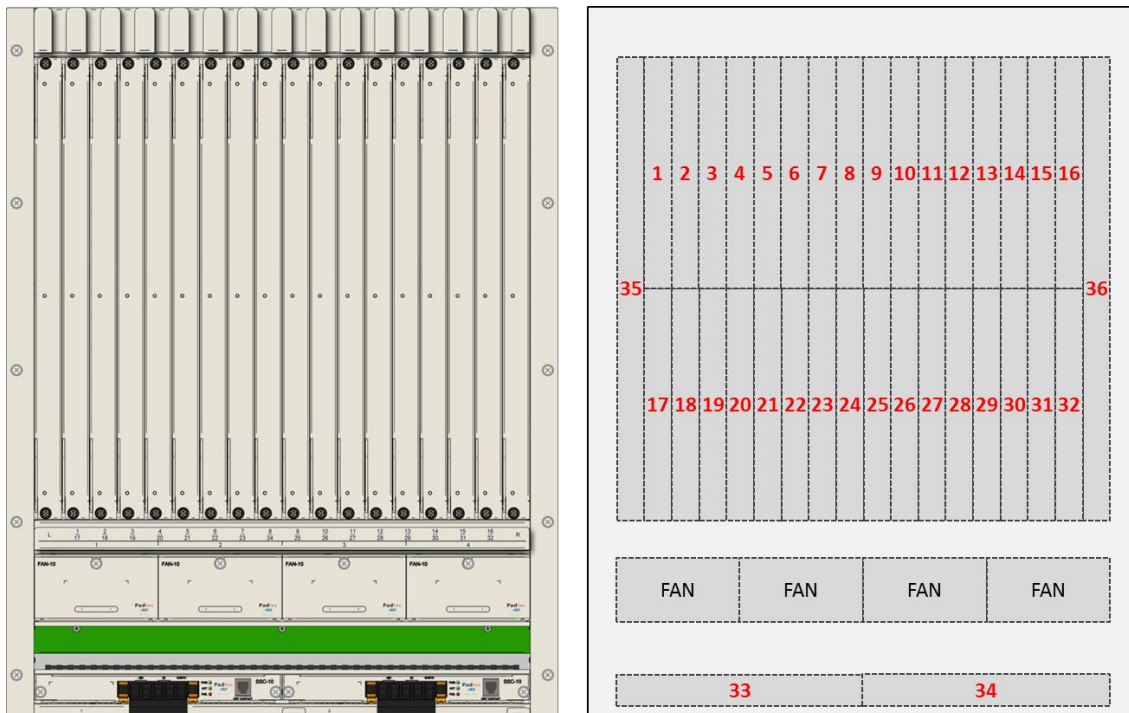
4.22.2. Descrição Funcional

O Sub-bastidor SB-TrS 9 distribui a alimentação das placas 9Ue 4,5U, como WSS, SPVL-90, OCM, PMDC, Transponders 40 Gb/s, Transponders 100 Gb/s e Combiner 10 Gb/s ODU-XC. Realiza também a conexão elétrica de dados entre esses equipamentos. O Sub-bastidor SB-TrS 9 possui trilhas para orientação e posicionamento das placas introduzidas, além de evitar que a placa seja inserida em posição incorreta.

4.22.3. Dimensões Físicas e Identificação de Slots

Número de Slots e Dimensão	Especificação
Número de Slots	Placas de Linha: 16 (Placas 9U) ou 32 (Placas 4,5U) Placas de Supervisão: 2 Total: 18
Altura [mm]	620
Largura [mm]	483
Profundidade [mm]	300

Placas Suportadas	Slots
WSS	1-17, 2-18, 3-19, 4-20, 5-21, 6-22, 7-23, 8-24, 9-25, 10-26, 11-27, 12-28, 13-29, 14-30, 15-31, 16-32
OCM	1-17, 2-18, 3-19, 4-20, 5-21, 6-22, 7-23, 8-24, 9-25, 10-26, 11-27, 12-28, 13-29, 14-30, 15-31, 16-32
Transponders	1-17, 2-18, 3-19, 4-20, 5-21, 6-22, 7-23, 8-24, 9-25, 10-26, 11-27, 12-28, 13-29, 14-30, 15-31, 16-32
Combiners	1-17, 2-18, 3-19, 4-20, 5-21, 6-22, 7-23, 8-24, 9-25, 10-26, 11-27, 12-28, 13-29, 14-30, 15-31, 16-32
PMDC	1-17, 2-18, 3-19, 4-20, 5-21, 6-22, 7-23, 8-24, 9-25, 10-26, 11-27, 12-28, 13-29, 14-30, 15-31, 16-32
SPVL-90	36
SPVL-91	35, 36



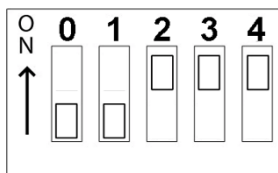
Dimensões Físicas e Identificação de Slots do Sub-bastidor 14U

4.22.4. Configurações e Ajustes no Hardware

O Sub-bastidor de produtos 9U possui um conjunto de Dip Switch localizado no cartão traseiro do Sub-bastidor. Este conjunto de Dip Switch permite identificar a posição do Sub-bastidor no rack, uma vez que é permitido diversos Sub-bastidores em um mesmo rack. Cada Sub-bastidor deve possuir um endereço único.

A identificação é realizada com números de 0 a 31 no DIP Switch. Para realizar esta identificação, o endereço deve ser configurado como número binário, onde a chave 0 é o bit menos significativo, e a chave 4 é o bit mais significativo.

Endereço (Formato): <valor Chave 0> x (2⁰) + <valor Chave 1> x (2¹) + <valor Chave 2> x (2²) + <valor Chave 3> x (2³) + <valor Chave 4> x (2⁴), onde <valor Chave x> = 1 na posição OFF e <valor Chave x> = 0 na posição ON.



(Exemplo para unidade de endereço 3)

Ilustração do Dip Switch e exemplo de configuração (endereço)

Cada placa inserida no Sub-bastidor pode ser acessada utilizando um endereço IP específico. O endereço IP de cada placa utiliza a seguinte metodologia:

$$\underline{169.254. \quad DS \quad . \quad S}$$

Onde,

- DS: Endereço de identificação do Dip Switch do respectivo Sub-bastidor.

- S: Número do slot inferior da respectiva placa a ser acessada. Caso a placa ocupe 2 slots, deve-se considerar o slot no canto inferior esquerdo.

Exemplo: IP interno 169.254. 7.21 – Placa no Sub-bastidor identificado como 7, posicionado no slot 5 (Superior) / 21 (Inferior).

Nota referente à alteração de identificação do Dip Switch do respectivo Sub-bastidor: O Sub-bastidor 14U permite alteração da identificação após prévia instalação, porém, requer reinicialização de todo o sistema inserido no sub-bastidor. Para que o sistema seja gerenciado e operado corretamente, é necessário seguir o procedimento abaixo:

- Alterar os Dip Switches de identificação do Sub-bastidor.
- Remover o conector de alimentação da unidade de alimentação do Sub-bastidor (miscelâneas – SSC-AAAA). Após o desligamento do sistema, reconectar a alimentação.

4.22.5. Alimentação Elétrica

O Sub-bastidor 14U é alimentado com -48 VDC Via A, -48 VDC Via B, 0 VDC e Terra de Bastidor. A alimentação é fornecida através do módulo distribuidor de energia inserido no respectivo slot de alimentação (Via A e Via B) do Sub-bastidor.

4.22.6. Interfaces Elétricas

O cartão traseiro Sub-bastidor SB-TrS promove a ligação de dados entre Supervisor e as demais placas no Sub-bastidor. A comunicação com as placas é baseada em Ethernet.

4.22.7. Interfaces Ópticas

O Sub-bastidor SB-TrS não possui interfaces ópticas.

4.22.8. Indicações Luminosas no Painel Frontal

O Sub-bastidor SB-TrS não possui indicações luminosas no painel.

4.22.9. Etiquetas de Identificação

O Sub-bastidor SB-TrS não possui etiquetas de identificação. Entretanto o frontal do equipamento possui a numeração dos slots do Sub-bastidor.

4.22.10. Procedimento de Remoção da Unidade do Bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao remover o Sub-bastidor SB-TrS do bastidor.

- Retirar todas as unidades do Sub-bastidor.
- Desparafusá-lo.
- Retirar a unidade do bastidor.
- Desconectar as interfaces elétricas de alimentação no seu painel traseiro.

4.22.11. Procedimento de Inserção da Unidade no Bastidor

Utilizar pulseira antiestática ao inserir o Sub-bastidor SB-TrS no bastidor.

- Conectar a alimentação elétrica no seu painel traseiro.

- Inserir-lo no bastidor.
- Parafusá-lo.

4.23. Distribuidor de Alimentação do Sub-rack de 14U

4.23.1. Modelo

SSC-AAAA (Compatível com ROADM WSS, OCM, PMDC e Transponders 40 Gb/s)

SSC-BBAA (Compatível com Transponders 100 Gb/s)

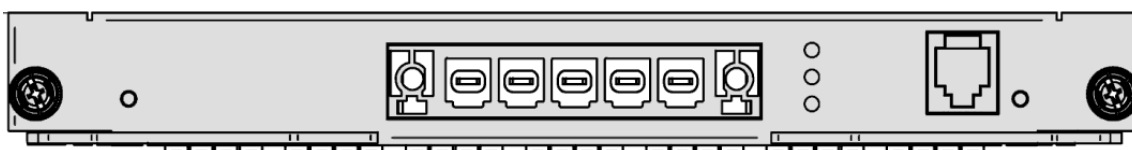
4.23.2. Descrição Funcional

A unidade alimenta o Sub-bastidor de produtos 9U/4,5U (SB-Trs9). Este Sub-bastidor permite a utilização de duas unidades de alimentação (principal e redundante).

4.23.3. Dimensões Físicas

A unidade de distribuição de alimentação possui as seguintes dimensões:

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	25
Largura [mm]	216,4
Profundidade [mm]	215
Peso aproximado	
SSC-AAAA [kg]	1,0
SSC-BBAA [kg]	1,1



Dimensões Físicas e Painel Frontal da unidade de distribuição de alimentação

4.23.4. Configurações e Ajustes no Hardware

A unidade de distribuição de energia não possui configurações e ajustes no hardware.

4.23.5. Alimentação Elétrica

As alimentações elétricas da unidade são -48 VDC, 0 VDC e Terra de bastidor.

4.23.6. Interfaces Elétricas

A unidade de distribuição de alimentação possui interfaces para a alimentação de -48 VDC, 0 VDC e Terra. A unidade também possui conector RJ-12 para exteriorização de alarmes por contato seco.

4.23.7. Interfaces Ópticas

A unidade não possui interfaces ópticas.

4.23.8. Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	SSC-AAAA Máx: 11
	SSC-BBAA Máx: 53
Temperatura ambiental de operação [°C]	Mín: -5 Máx: 45
Temperatura ambiental de armazenamento [°C]	Mín: -40 Máx: 85
Umidade relativa de operação [%] (Sem condensação)	Mín: 5 Máx: 90
MTBF [horas]	2 x 10 ⁵

4.23.9. Indicações Luminosas no Painel Frontal

A unidade possui os seguintes LEDs no painel frontal:

- PWR: LED indica que a placa está alimentada.
- ACT: LED indica que a respectiva unidade está configurada como ativa (principal). Quando não há distribuidor de alimentação redundante no Sub-bastidor, este LED sempre se encontra ativado.
- FAIL: LED indica que a unidade apresenta falha na alimentação.

4.23.10. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

A unidade possui os seguintes alarmes reportados ao sistema de gerência:

- Falha de comunicação com a placa vizinha;
- Falha ou velocidade baixa nos módulos FAN-10;
- Gaveta do FAN-10 removida;
- Falha na fonte de alimentação direita/esquerda (Via A e Via B)

4.23.11. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

- Configurar velocidade dos ventiladores (gerenciados pelo SSC-AAAA).
- Ligar/Desligar Ventiladores (gerenciados pelo SSC-AAAA).

4.23.12. Etiquetas de Identificação

A unidade possui uma etiqueta no painel frontal contendo o número de série e o código do produto.

4.23.13. Observações Referente à Compatibilidade de Produtos

Em caso de existência de Transponders 100 Gb/s em um Sub-bastidor de 14U, a placa de alimentação deverá ser **obrigatoriamente** a SSC-BBAA, por motivos de compatibilidade de consumo elétrico. Sistemas que utilizam somente Transponders de 40 Gb/s, ROADM WSS, PMDC e/ou OCM no Sub-bastidor de 14U poderão operar com qualquer modelo de Distribuidor de Alimentação (SSC-AAAA ou SSC-BBAA).

4.23.14. Procedimento de Remoção da Unidade do Sub-bastidor

- Desconectar as ligações elétricas da unidade.
- Remover a unidade.

4.23.15. Procedimento de Inserção da Unidade no Sub-bastidor

- Inserir a unidade no Sub-bastidor.
- Conectar a alimentação da unidade (cabo elétrico).

Nota: A unidade SSC-AAAA possui um filtro de alimentação interno composto por um circuito passivo de indutores e capacitores. Para evitar transiente de tensão, a unidade SSC-AAAA deve ser conectada no sub-bastidor, e posteriormente alimentada. Em caso de inserção fora do procedimento especificado, é possível que as placas inseridas sejam reiniciadas (*reboot*), afetando a operação do sistema.

4.24. Distribuidor de Alimentação DC do Sub-rack de 2U

4.24.1. Modelo

SSC-HA

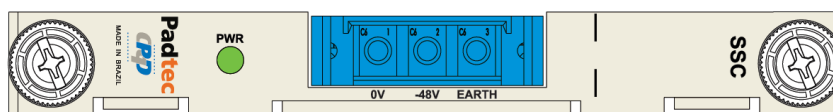
4.24.2. Descrição Funcional

A unidade alimenta o Sub-rack de produtos 9U/4,5U (SR-2AA). Este Sub-rack permite a utilização de duas unidades de alimentação (principal e redundante).

4.24.3. Dimensões Físicas

A unidade de distribuição de alimentação possui as seguintes dimensões:

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	101
Largura [mm]	12,2
Profundidade [mm]	217,4



Dimensões Físicas e Painel Frontal da unidade de distribuição de alimentação

4.24.4. Configurações e Ajustes no Hardware

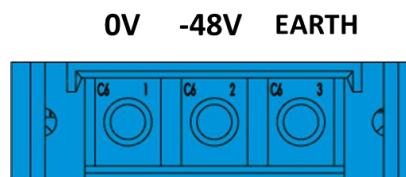
A unidade de distribuição de energia não possui configurações e ajustes no hardware.

4.24.5. Alimentação Elétrica

A unidade é alimentada em -48 VDC, 0 VDC e Terra de bastidor.

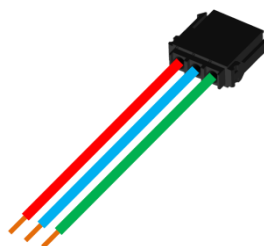
4.24.6. Interfaces Elétricas

A unidade SSC-HA possui um conector macho na parte central de seu painel frontal, a figura seguinte mostra esses conectores e suas serigrafias em detalhe:



Conector de Alimentação do sub-rack compacto de 2U

Cada conector recebe uma das vias de alimentação (-48/0V/Earth) através de um cabo de 3 vias com o respectivo conector fêmea conectado à sua extremidade. A figura seguinte ilustra este cabo e a tabela abaixo apresenta as características recomendadas para os fios utilizados.



Cabo de Alimentação do sub-rack compacto de 2U

Cor do Fio	AWG	Contato	Corrente Máx.
Vermelho	12 AWG	0V	38 A
Azul ou Preto	12 AWG	-48V	38 A
Verde	12 AWG	EARTH	38 A

Nota: O cabo de alimentação deve ter no máximo 3,5 m.

4.24.7. Interfaces Ópticas

A unidade não possui interfaces ópticas.

4.24.8. Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	Máx: 2
Potência fornecida [W]	Máx: 500
Temperatura ambiental de operação [°C]	Mín: -5 Máx: 45
Temperatura ambiental de armazenamento [°C]	Mín: -40 Máx: 85
Umidade relativa de operação [%] (Sem condensação)	Mín: 5 Máx: 90
MTBF [horas]	2 x 10 ⁵

4.24.9. Indicações Luminosas no Painel Frontal

A unidade possui o seguinte LED no painel frontal:

- PWR: LED indica que a placa está alimentada.

4.24.10. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

A unidade não possui alarmes ou telemidas reportadas ao sistema de gerência.

4.24.11. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

A unidade não possui telecomandos aceitos pelo sistema de gerência

4.24.12. Etiquetas de Identificação

A unidade possui uma etiqueta no painel frontal contendo o número de série e o código do produto.

4.24.13. Procedimento de Remoção da Unidade do Sub-bastidor

- Desconectar as ligações elétricas da unidade.
- Remover a unidade.

4.24.14. Procedimento de Inserção da Unidade no Sub-bastidor

- Inserir a unidade no Sub-bastidor.
- Conectar a alimentação da unidade (cabo elétrico).

4.25. Fonte de Alimentação AC do Sub-rack de 2U

4.25.1. Modelo

PSU-HB

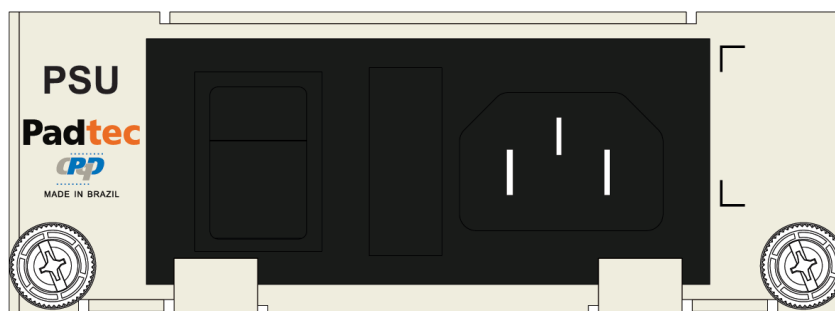
4.25.2. Descrição Funcional

A unidade é responsável por prover alimentação ao sub-rack compacto 2U (SR-2AA), podendo ser alimentada com uma tensão de 90 a 240VAC, fornece alimentação padrão -48VDC para o backplane. Este Sub-rack permite a utilização de duas unidades de alimentação (principal e redundante).

4.25.3. Dimensões Físicas

A unidade de distribuição de alimentação possui as seguintes dimensões:

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	101
Largura [mm]	36,3
Profundidade [mm]	217,4



Dimensões Físicas e Painel Frontal da fonte de alimentação

4.25.4. Configurações e Ajustes no Hardware

A fonte de alimentação AC não possui configurações e ajustes no hardware.

4.25.5. Alimentação Elétrica

A unidade PSU-HB possui alimentação *Full Range*, aceitando tensão de 90V a 240V em corrente alternada (AC).

4.25.6. Interfaces Elétricas

A unidade possui um conector macho em seu painel frontal. A figura seguinte mostra esse conector em detalhe:



Conector de Alimentação do sub-rack compacto de 2U

A unidade PSU-HB acompanha um cabo de alimentação com o respectivo conector fêmea em uma das pontas e plugue de 3 pinos padrão brasileiro na outra extremidade.

A unidade possui um fusível (3 A – 250 VAC) com acesso por meio do painel frontal e acompanha uma unidade reserva do mesmo para substituição, caso necessário.

4.25.7. Interfaces Ópticas

A unidade não possui interfaces ópticas.

4.25.8. Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VAC]	Mín: 90 Máx: 240
Potência fornecida [W]	Máx: 225
Temperatura ambiental de operação [°C]	Mín: -5 Máx: 45
Temperatura ambiental de armazenamento [°C]	Mín: -40 Máx: 85
Umidade relativa de operação [%] (Sem condensação)	Mín: 5 Máx: 90
MTBF [horas]	2×10^5

4.25.9. Indicações Luminosas no Painel Frontal

A unidade não possui LED no painel frontal

4.25.10. Botões no Painel Frontal

A unidade possui em seu painel frontal um botão Liga/Desliga.

4.25.11. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

A unidade não possui alarmes ou telemidas reportadas ao sistema de gerência.

4.25.12. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

A unidade não possui telecomandos aceitos pelo sistema de gerência

4.25.13. Etiquetas de Identificação

A unidade possui uma etiqueta no painel frontal contendo o número de série e o código do produto.

4.25.14. Procedimento de Remoção da Unidade do Sub-bastidor

- Desconectar as ligações elétricas da unidade.
- Remover a unidade.

4.25.15. Procedimento de Inserção da Unidade no Sub-bastidor

- Inserir a unidade no Sub-bastidor.
- Conectar a alimentação da unidade (cabo elétrico).

4.26. Módulo de Ventilação do Sub-rack de 14U

4.26.1. Modelo

FAN-2AA (Compatível com ROADM WSS, OCM, PMDC e Transponders 40 Gb/s)

FAN-2AB (Compatível com Transponders 100 Gb/s)

4.26.2. Descrição Funcional

A unidade FAN 10 possui 2 ventiladores permitindo a ventilação dos slots do Sub-bastidor SB-TrS 9 (produtos 9U/4,5U). Esta unidade foi implementada para funcionamento com o supervisor SPVL-90/91. É possível inserir até 4 unidades no Sub-bastidor, independentemente do posicionamento nos slots destinados à ventilação.

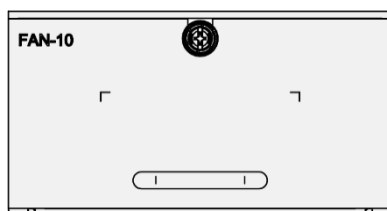
O FAN-2AA/FAN-2AB possui as seguintes especificações gerais:

- Alimentação:- 48 VDC.
- Temperatura de operação: -5 a +45°C.
- Controle individual de velocidade dos ventiladores.
- Apresentação gráfica na gerência da posição dos ventiladores e seus status.

4.26.3. Dimensões Físicas

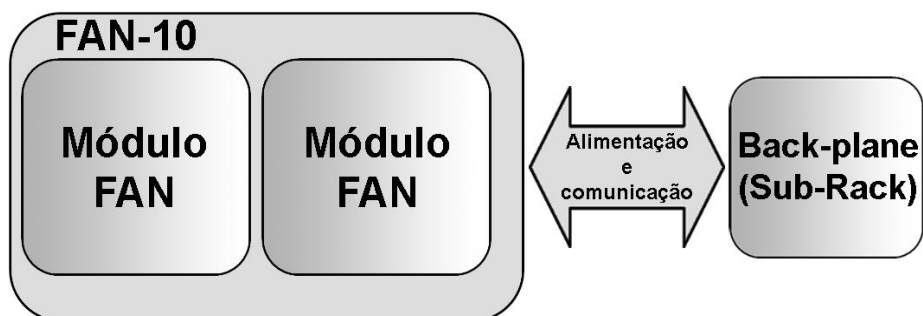
A unidade FAN-2AA/FAN-2AB possui as seguintes dimensões:

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	57,7
Largura [mm]	108
Profundidade [mm]	216,5
Peso aproximado	
FAN-2AA [kg]	0,6
FAN-2AB [kg]	0,6



Dimensões Físicas e Painel Frontal do FAN-2AA/FAN-2AB

4.26.4. Diagrama em Blocos e Descrição Funcional



A unidade FAN-2AA/FAN-2AB comunica-se com a gerência através do *backplane*, que também fornece alimentação elétrica aos ventiladores internos. O FAN-2AA/FAN-2AB não possui microcontrolador interno, ou seja, o *backplane* do Sub-bastidor é responsável pelo controle da velocidade do FAN-2AA/FAN-2AB.

4.26.5. Configurações e Ajustes no Hardware

A unidade FAN-2AA/FAN-2AB não possui configurações nem ajustes no hardware.

4.26.6. Alimentação Elétrica

A alimentação do FAN-2AA/FAN-2AB é -48 VDC, 0 VDC e Terra de bastidor.

4.26.7. Interfaces Elétricas

A unidade FAN-2AA/FAN-2AB não possui interfaces elétricas.

4.26.8. Interfaces Ópticas

A unidade FAN-2AA/FAN-2AB não possui interfaces ópticas.

4.26.9. Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo de potência [W]	FAN-2AA Máx: 16
	FAN-2AB Máx: 53
Temperatura ambiental de operação [°C]	Mín: -5 Máx: 45
Temperatura ambiental de armazenamento [°C]	Mín: -40 Máx: 85
Umidade relativa de operação [%] (Sem condensação)	Mín: 5 Máx: 90

Redução de Temperatura no Bastidor [°C]	Máx: 10
Velocidade de operação dos ventiladores [%]	Mín: 70
MTBF [horas]	1,5 x 10 ⁵

4.26.10. Indicações Luminosas no Painel Frontal

A unidade FAN-2AA/FAN-2AB não possui indicações luminosas no painel frontal.

4.26.11. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

A unidade FAN-2AA/FAN-2AB não possui alarmes e telemidas.

4.26.12. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

A unidade FAN-2AA/FAN-2AB não possui telecomandos aceitos pelo sistema de gerência.

4.26.13. Etiquetas de Identificação

O FAN-2AA/FAN-2AB possui uma etiqueta no painel frontal contendo o número de série e o código do produto.

4.26.14. Observações Referente à Compatibilidade de Produtos

Em caso de existência de Transponders 100 Gb/s em um Sub-bastidor de 14U, a unidade de ventilação deverá ser **obrigatoriamente** a FAN-2AB, por motivos de compatibilidade de dissipação térmica. Sistemas que utilizam somente Transponders de 40 Gb/s, ROADM WSS, PMDC e/ou OCM no Sub-bastidor de 14U poderão operar com qualquer modelo de Unidade de Ventilação (FAN-2AA ou FAN-2AB).

4.26.15. Manutenção Preventiva

Aconselha-se uma inspeção visual anual em cada ventilador interno do FAN-2AA/FAN-2AB. Em caso de necessidade de remoção da unidade para manutenção, a Padtec recomenda agendamento de janela de manutenção devido ao risco de sobreaquecimento das unidades refrigeradas artificialmente pelo FAN.

4.26.16. Procedimento de Remoção da Unidade do Sub-bastidor

- Remover a unidade do Sub-bastidor.

4.26.17. Procedimento de Inserção da Unidade no Bastidor

- Inserir a unidade no Sub-bastidor.

4.27. Painel de Disjuntores (PDU-3U)

4.27.1. Modelo

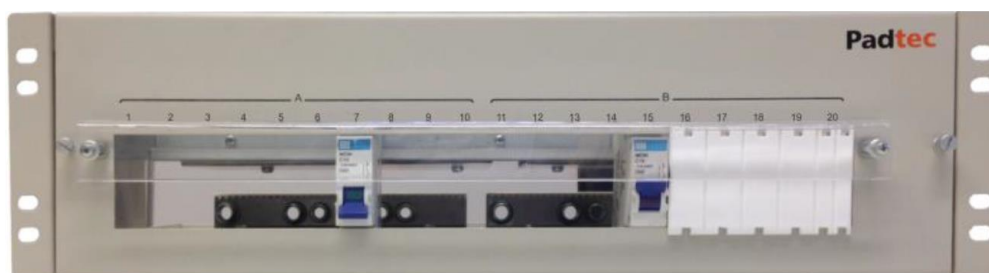
PDU-3U

4.27.2. Descrição Funcional

O PDU-3U é um painel de distribuição de alimentação com 3U de altura, destinado a fornecer energia elétrica DC aos equipamentos que irão compor o sistema instalado em um bastidor padrão de 19".

4.27.3. Dimensões Físicas

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	133
Largura [mm]	483
Profundidade [mm]	230



Painel Frontal do PDU-3U

4.27.4. Configurações e Ajustes no Hardware

O PDU-3U não possui configurações e nem ajustes no hardware.

4.27.5. Alimentação Elétrica

Possui entrada de alimentação dupla, VIA A -48V /VIA B -48V e VIA A 0V / VIA B 0V, permitindo que o sistema seja alimentado por duas fontes independentes de alimentação.

4.27.6. Interfaces Elétricas

O PDU-3U não possui interfaces elétricas no seu painel frontal.

4.27.7. Interfaces Ópticas

O PDU-3U não possui interfaces ópticas.

4.27.8. Características Paramétricas

O painel PDU-3U é fornecido sem os disjuntores e permite adaptar a sua capacidade de acordo com a necessidade do sistema. Para isso, o PDU-3U possui disjuntores de diferentes capacidades, conforme apresentado na tabela abaixo:

Código	Corrente
MDW-C2	2 A
MDW-C4	4 A
MDW-C6	6 A
MDW-C10	10 A
MDW-C16	16 A
MDW-C20	20 A
MDW-C25	25 A
MDW-C32	32 A
MDW-C40	40 A
MDW-C50	50 A
MDW-C63	63 A

- O PDU-3U suporta disjuntores com soma de corrente máxima de até 500 A eficazes.
- Permite a conexão de cabos de entrada de até 95mm².
- Permite a conexão de cabos de saída de até 10mm².

4.27.9. Indicações Luminosas no Painel Frontal

O PDU-3U não possui indicações luminosas no painel frontal.

4.27.10. Alarmes e Telemidas Reportados ao Sistema de Gerência

O PDU-3U não possui alarmes e telemidas.

4.27.11. Telecomandos Aceitos pelo Sistema de Gerência

O PDU-3U não possui telecomandos aceitos pelo sistema de gerência.

4.27.12. Procedimento de Remoção da Unidade do Sub-bastidor

- Remover a unidade do Sub-bastidor.

4.27.13. Procedimento de Inserção da Unidade no Bastidor

- Inserir a unidade no Sub-bastidor.

4.28. Bastidor de Equipamentos DWDM

4.28.1. Modelo

BT-44

4.28.2. Descrição Funcional

Estrutura metálica que abriga as partes do sistema DWDM, permitindo que elas se interliguem de forma coesa e organizada para compor partes maiores deste sistema que possam ser instaladas em uma estação.

4.28.3. Composição

O bastidor é confeccionado e estruturado em chapa de aço, pintado com tinta eletrostática na cor “Bege Ral 7032”, com porta em aço e acrílico, medindo 2007 x 601 x 408 mm (altura, largura e profundidade com porta), com capacidade de acomodação vertical de 44 Us, padrão 19”. Apresenta dois alojamentos laterais para passagem de cabos verticalmente, dispostos um de cada lado. O alojamento à direita (visão frontal) é destinado aos cabos elétricos enquanto que o alojamento da esquerda é destinado aos cabos ópticos.

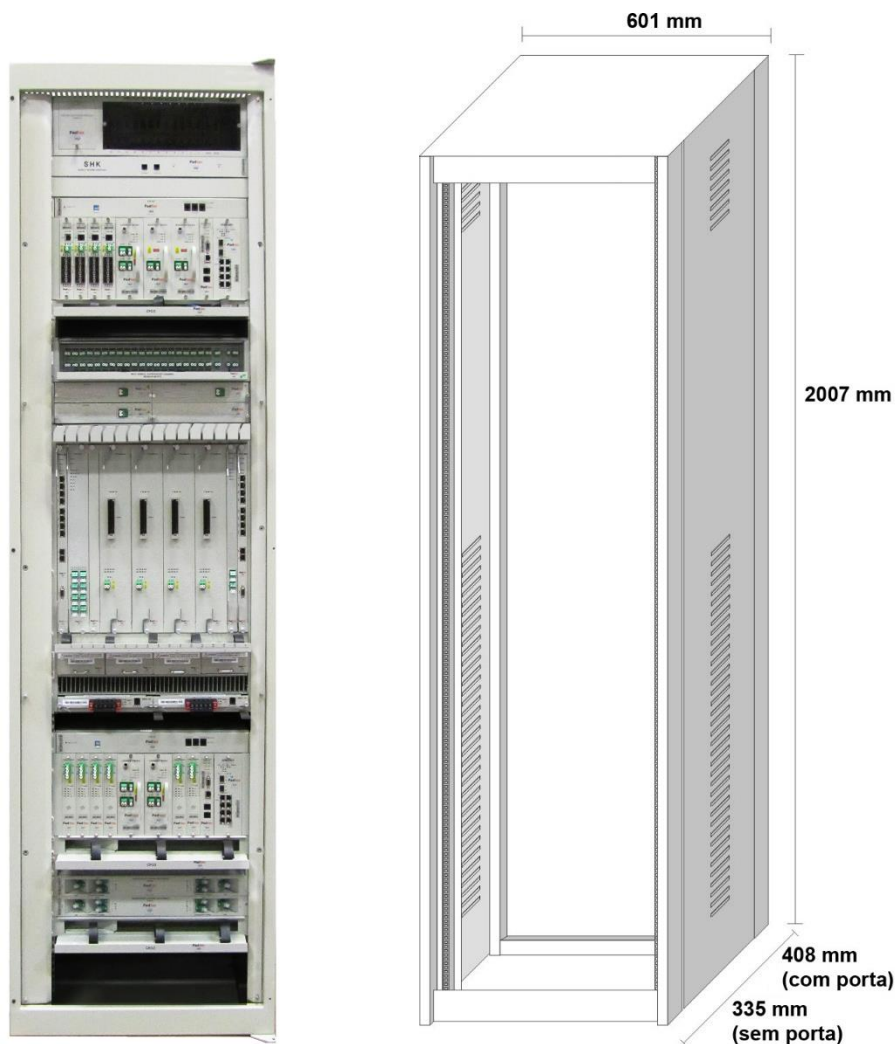
A estabilidade mecânica do bastidor é garantida por quatro sapatas, sobre as quais se acomoda. Possui travessas que permitem fixá-lo ao assoalho da estação através de buchas de fixação. A estrutura também permite a fixação superior, através de calhas, esteiras ou longarinas e fixação em parede. O chão do bastidor é vazado por furo retangular permitindo que o acesso ao bastidor dos cabos ópticos, elétricos e de comunicações possam ser realizados pela parte superior ou inferior.

O bastidor pode ser montado com molduras fixas ou móveis de 19” e 23”, com várias opções de perfis para diversas montagens e fixações.

4.28.4. Dimensões Físicas

Dimensão	Especificação
Altura [mm]	2007
Largura [mm]	601
Profundidade [mm]	408 (com porta) 335 (sem porta)
Peso aproximado	
BT-44 [kg]	70

4.28.5. Dimensões Físicas



Bastidor da Plataforma LightPad

4.28.6. Observação Referente à Armazenamento e Transporte

As unidades de linha (transponders, amplificadores e outras) em formato de cartões que são destinadas aos sub-racks da Plataforma LightPad devem ser armazenadas e transportadas individualmente em caixas devidamente projetadas para este propósito. O transporte destas unidades inseridas no bastidor/sub-bastidor pode danificar sua mecânica e funcionalidade. Os módulos listados abaixo podem ser transportados diretamente no Bastidor LightPad:

- As unidades **Sub-bastidor 14U, 4U e 2U, PPM (Protected Power Module), Multiplexador/Demultiplexador Óptico, SCMD, FAN G8, Supervisores, Canal de Supervisão, Defletores de Ar e Calhas de Acomodação de Fibras** podem ser transportadas quando **montadas e parafusadas no bastidor/sub-bastidor LightPad** desde que este seja embalado com a respectiva caixa de madeira e calços de acomodação.

5. Descrição Física do Sistema

5.1. Considerações Iniciais

O objetivo deste capítulo é mostrar a composição física dos equipamentos da Padtec abrigados dentro dos bastidores presentes nas estações que compõem a Plataforma LightPad.

5.2. Características Gerais

Seguem algumas características gerais da Plataforma LightPad em relação a aspectos mecânicos, de alimentação, consumo e transporte:

- **Acessibilidade:** a Plataforma LightPad atende às orientações de acessibilidade propostas na ETS 300 119-4.
- **Dissipação de calor:** a Plataforma LightPad tem seu bastidor e Sub-bastidores projetados de modo a favorecer a dissipação térmica por convecção, tal como recomendado pela ETS 300 119-4. Refrigeração forçada pode ser empregada quando necessário.
- **Peso:** o peso do Sub-bastidor sub-equipado é inferior a 18 kg, conforme especificação da ETS 300-119-4.
- A Plataforma LightPad pode ser alimentada através de linhas DC de -48 V ou de linhas AC através da conversão AC-DC. Em ambos os casos o sistema tem redundância de via de alimentação e de proteção de via. Atende às normas ETS 300 132 (ETS 132-1 e ETS 132-2). Cada elemento ativo da plataforma possui um conversor DC-DC independente, gerando suas tensões de alimentação apropriadas a partir do sinal de alimentação de -48 VDC recebido da unidade MPM (Main Power Module).
- Se ocorrer falha de alimentação para os equipamentos, ao restabelecer as condições de funcionamento os mesmos voltam a atuar com as configurações que tinham antes da falha, sem necessidade de intervenção de operador. A recuperação do tráfego é instantânea e a situação de estabilidade do Sistema de Gerência e seus alarmes ocorrem em menos de 30 segundos.
- A substituição das fontes de alimentação da Plataforma LightPad não afeta o tráfego do sistema ou as demais unidades presentes no sistema (*Hot-Swap*).
- A Plataforma LightPad é montada em bastidor metálico, condutivo, com planos de aterramento e barramentos internos de aterramento conforme especificado pela ETS 300 253.
- A Plataforma LightPad excede a especificação de faixa de temperatura de operação proposta pela ETS 300 019, podendo trabalhar entre -10°C e +45°C (exceto os produtos com temperatura indicada - temperatura máxima em operação não contínua). A umidade relativa máxima é de 90%. As unidades de transposição de comprimento de onda permitem a operação sem variação de potência óptica em toda a faixa de temperatura de operação.
- A Plataforma LightPad, tanto na configuração CWDM quanto na configuração DWDM foi homologada pela ANATEL no que diz respeito à EMI e EMC segundo as normas ETS 300 386 -1-2. A Plataforma LightPad está também de acordo com as recomendações EN 300 386-3, EN5022 Classe B e FCC parte 15 Classe A ou B. No que diz respeito às condições acústico-ambientais a Plataforma LightPad atende à norma ETS 300 753.
- Os equipamentos da Padtec, em particular a Plataforma LightPad, tanto nas versões C quanto DWDM ou na sua forma integrada C e DWDM, atendem às especificações ambientais de armazenamento definidas no item 4 da ETS 300 019-1-1, nos seus aspectos de proteção contra água e temperatura do local de armazenamento. Atendem

também às condições estabelecidas na ETS 300 0019-1-2, em referência a classe 2.2 no que diz respeito aos cuidados no transporte.

- Os Sub-bastidores usados pela Padtec em sua Plataforma LightPad seguem os padrões mecânicos definidos pela norma ETS 300-119-4.
- Dimensões: as dimensões dos Sub-bastidores da Plataforma LightPad seguem as condições de acessibilidade definidas na ETS 300 119-4.
- Os equipamentos Padtec são compatíveis com as diretivas RoHS (EU Directive 2002/95/EC), caracterizando-se nas exceções permitidas pela norma.
- A vida útil para qualquer configuração de equipamento da Plataforma LightPad é de 20 anos.

6. Expansão da Capacidade do Sistema DWDM da Padtec

6.1. Considerações Iniciais

Neste capítulo são apresentadas alternativas para a expansão modular da plataforma DWDM da Padtec. O modo mais simples de expansão de um sistema DWDM é a adição de novos transponders até que a capacidade final dos módulos de multiplexação e demultiplexação já instalados seja atingida. No entanto, o objetivo deste capítulo é apresentar alternativas de expansão modular através da conexão em cascata de módulos de multiplexação e demultiplexação. As alternativas apresentadas a seguir correspondem as modularidades dos mux/demux normalmente ofertadas pela Padtec. Entretanto, outras modularidades podem ser oferecidas de acordo com a necessidade do cliente.

Neste capítulo os sistemas DWDM são unidirecionais, ou seja, há uma fibra para a transmissão na direção leste-oeste e outra fibra para a direção oeste-leste. Para sistemas bidirecionais, também suportados pela plataforma DWDM da Padtec, todos os números de canais mencionados neste capítulo deveriam ser considerados pela metade. Isto porque em sistemas bidirecionais um mux de N canais suporta a N/2 canais ópticos bidirecionais.

6.2. Alternativas para Expansão Modular

A plataforma DWDM da Padtec, uma vez instalada e operacional com um conjunto de mux/demux, permite a expansão na capacidade total de canais ópticos suportados através da adição de mais UM conjunto de mux/demux. Esta expansão pode ser realizada em serviço, ou seja, sem afetar os canais ópticos já operacionais. O acoplamento entre o conjunto mux/demux original e o conjunto mux/demux de expansão é obtido através de um mux/demux de banda que deve ser incorporado mecanicamente ao conjunto mux/demux original.

Os módulos de multiplexação e demultiplexação suportados pela plataforma DWDM da Padtec estão resumidos na tabela a seguir:

# of Channels	Channel Spacing			Mux / Demux
	200 GHz	100 GHz	50 GHz	Coupled
4	x	x	x	x
8	x	x	x	x
16	x	x	x	x
20	x	x	x	x
32		x	x	x
40		x	x	x
80			x	x

Módulos de Multiplexação e Demultiplexação

A expansão modular da plataforma DWDM da Padtec ocorre através da ligação em cascata de até dois conjuntos mux/demux. Os módulos conectados em cascatas deverão operar em bandas (C ou L) ou sub-bandas (azul e vermelha) distintas. Estes módulos podem apresentar capacidades distintas, por exemplo, um módulo mux/demux de 4 canais pode ser conectado em cascata a um módulo mux/demux de 20 canais. Deve-se ressaltar que para efeito de

dimensionamento do enlace óptico, através do cálculo do orçamento de potência disponível por canal óptico, deve ser sempre considerada a capacidade final do enlace, ou seja, o enlace já com a expansão. Outro ponto importante é que, caso seja prevista necessidade de expansão do sistema DWDM, os módulos mux/demux inicialmente instalados devem incorporar multiplexadores e demultiplexadores de banda ou sub-banda para permitir a expansão do sistema em serviço, sem afetar os canais ópticos já operacionais. A Tabela a seguir mostra as alternativas de combinações de módulos mux/demux suportadas pela plataforma DWDM da Padtec.

		C Band		L Band
		Blue	Red	
	4	X	X	X
	8	X	X	X
	16	X	X	X
# of Channels	20	X	X	X
	32		X	X
	40		X	X
	80		X	X

Possibilidades de combinações de módulos Mux/Demux

Pela Tabela nota-se que os módulos mux/demux de 4 a 20 canais ópticos são disponíveis para as sub-bandas azul e vermelha e para a banda L. Já módulos mux/demux de 32 e 80 canais são disponíveis para as bandas C (sem separação de sub-banda) e L.

A seguir serão apresentadas alternativas de expansão da plataforma DWDM da Padtec.

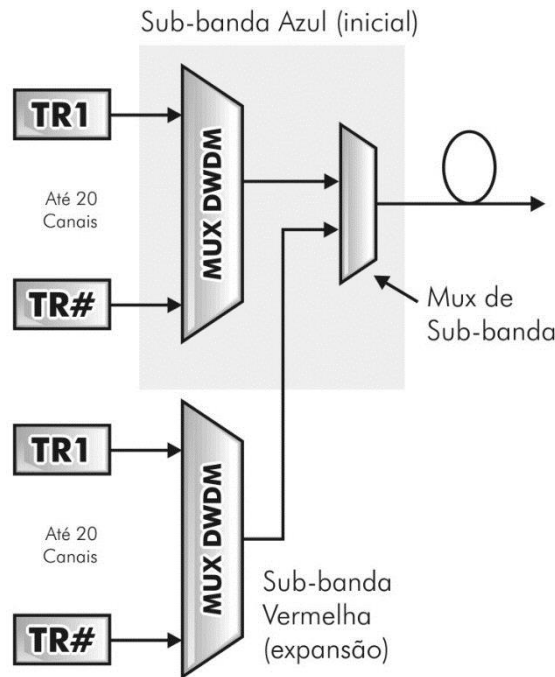
6.2.1. Alternativa de Expansão DWDM: Sub-banda Azul mais Sub-banda Vermelha

A banda óptica C, que compreende os comprimentos de onda na região de 1525 a 1562 nm, pode ser dividida em duas sub-bandas:

- Sub-banda azul: de 1525 a 1544 nm.
- Sub-banda vermelha: de 1547 a 1565 nm.

Nesta alternativa de expansão, o sistema DWDM em uma fase inicial de instalação possui um conjunto mux/demux operando da sub-banda azul (ou vermelha). Este conjunto mux/demux possui incorporado à sua mecânica um mux/demux de sub-banda (azul mais vermelha), de modo a permitir a expansão do sistema DWDM em serviço, sem afetar os canais ópticos já operacionais.

A figura a seguir ilustra como o sistema DWDM pode ser expandido a partir da multiplexação das sub-bandas azul e vermelha:



Expansão do Sistema DWDM via adição de sub-banda

Na figura somente o lado de transmissão é apresentado, mas no lado de recepção deve haver um esquema similar para os módulos de demultiplexação. No exemplo acima o sistema DWDM foi inicialmente instalado com um conjunto mux/demux operando na sub-banda azul. Este conjunto mux/demux poderia corresponder a módulos de 4, 8, 16 ou 20 canais ópticos. Em uma fase posterior de implantação, o sistema DWDM sofre uma expansão na capacidade através da adição de um novo conjunto mux/demux que opere na sub-banda vermelha. Este novo conjunto de expansão pode suportar até 20 novos canais ópticos DWDM. Deste modo, esta alternativa suporta até 40 canais ópticos DWDM quando na configuração final. Como os módulos iniciais de multiplexação e demultiplexação já incorporam os mux/demux de sub-banda, a expansão na capacidade do sistema DWDM pode ocorrer sem afetar os canais ópticos já operacionais.

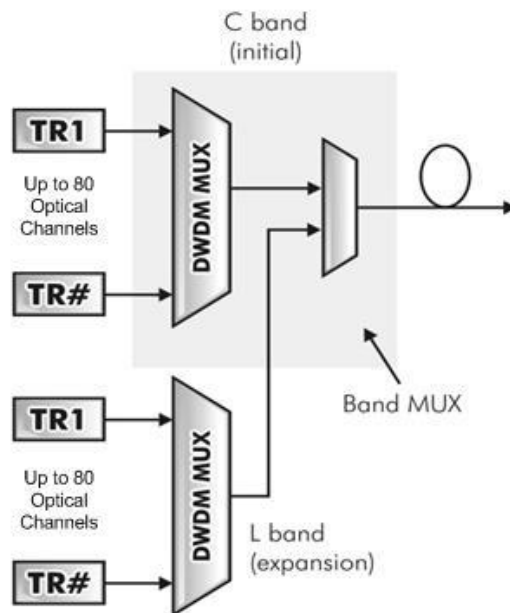
6.2.2. Alternativa de Expansão DWDM: Banda C mais Banda L

Outra alternativa de expansão da plataforma DWDM da Padtec, é a utilização das bandas ópticas C e L:

- Banda C: de 1525 a 1565 nm.
- Banda L: de 1570 a 1620 nm.

Nesta alternativa de expansão, o sistema DWDM em uma fase inicial de instalação possui um conjunto mux/demux operando na banda C. Este conjunto mux/demux incorpora na mesma mecânica um mux/demux de banda (bandas C mais L), de modo a permitir a expansão do sistema DWDM em serviço, sem afetar os canais ópticos já operacionais.

A figura a seguir ilustra como o sistema DWDM pode ser expandido a partir da multiplexação das bandas C e L:



Expansão do Sistema DWDM via adição de banda

Na figura somente o lado de transmissão é apresentado, mas no lado de recepção deve haver um esquema similar para os módulos de demultiplexação. No exemplo acima o sistema DWDM foi inicialmente instalado com um conjunto mux/demux operando na banda C. Este conjunto mux/demux poderia corresponder a módulos de 4, 8, 16, 20, 32, 40 ou 80 canais ópticos. Em uma fase posterior de implantação, o sistema DWDM sofre uma expansão na capacidade através da adição de um novo conjunto mux/demux que opera na banda L. Este novo conjunto de expansão pode suportar até 80 novos canais ópticos DWDM. Deste modo, esta alternativa suporta até 160 canais ópticos DWDM quando na configuração final (80 canais na banda C e 80 canais na banda L, com capacidade de até 10 Gb/s ou 40 Gb/s por canal).

7. Normas de Segurança e Etiquetas

7.1. Primeiros Socorros para Choques Elétricos

- Não toque no paciente com mãos descobertas até o circuito ter sido aberto.
- Abra o circuito desligando as chaves. Se isto não for possível, proteja-se com material, seco, isolante e livre o paciente do condutor.

7.2. Primeiros Socorros em Paradas Respiratórias ou Cardíacas

Desde 2010, não se realiza respiração boca-a-boca nos casos em que a vítima tem parada cardíaca ou respiratória. Segue abaixo o procedimento que deve ser feito:

- Ligar imediatamente para o 192 ou 193;
- Tocar a vítima somente se for seguro (por exemplo, se tiver certeza que ela não está energizada);
- Iniciar a massagem cardíaca/compressões torácicas;
- Parar com as compressões somente se a vítima voltar em si ou se o socorro especializado chegar no local.

IMPORTANTE: A partir do momento em que você inicia a massagem cardíaca em uma pessoa, você passa a ser responsável pela vida dela. Portanto, inicie tal procedimento apenas se estiver seguro.

7.3. Tratamento de Queimaduras

Este tratamento deve ser usado após o paciente ter recuperado a consciência. Ele pode também ser empregado enquanto a respiração artificial estiver sendo aplicada (neste caso deve haver pelo menos duas pessoas presentes).

ADVERTÊNCIA

- Não tente remover as roupas que estiverem em contato com as partes queimadas.
- Aplique gaze seca nas partes queimadas.
- Não aplique pomadas e unguentos ou outras substâncias oleosas.

7.4. Normas de Segurança – Regras gerais

- Antes de realizar qualquer instalação, ligação testes e operações de manutenção, leia o Manual Técnico, em particular os itens relacionados a:
 - Instalação.
 - Ligar, testes e operação.
 - Manutenção.
 - Observe as regras de segurança.
- Quando o equipamento estiver operando não é permitido a ninguém o acesso a partes do equipamento que estejam etiquetadas com rótulos de advertência.
- No caso de absoluta necessidade é permitido o acesso ao interior do equipamento, ou partes do equipamento ao pessoal técnico ou de manutenção aqui definidos como:

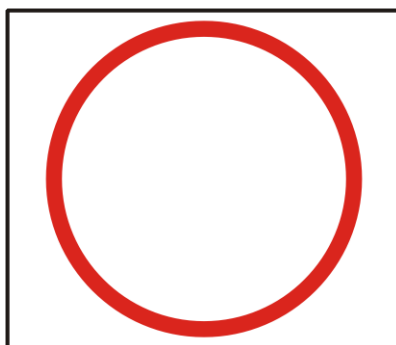
- Pessoal que tenha o conhecimento técnico adequado e experiência necessária para se precaver contra perigos que possam ocorrer durante uma operação ou medição, de modo a reduzir ao mínimo as situações de riscos para si e para terceiros.
- Nos casos gerais vale o seguinte:
 - O pessoal de serviço pode apenas substituir as unidades com falhas, por outras unidades reservas.
 - Não é permitido ao pessoal de serviço reparar partes não especificadas.
 - Para a limpeza eventual das partes externas do equipamento, não use de forma alguma substâncias inflamáveis ou substâncias que de alguma forma possam alterar os rótulos, inscrições, etc.
 - É recomendável o uso de pano úmido para remoção de poeira do painel do equipamento.
- As regras de segurança estabelecidas neste manual descrevem as operações e/ou precauções a serem observadas para salvaguardas do pessoal de serviço durante as fases de trabalho e para garantia da segurança do equipamento, i.e., não expondo pessoas a situações de risco a saúde.
- Sempre que as proteções de segurança forem violadas **REMOVA A TENSÃO**. Para remover a tensão, desligue a chave da fonte de alimentação e da linha de alimentação.
- As regras de segurança no início deste manual são descritas pelo seguinte símbolo de declaração:



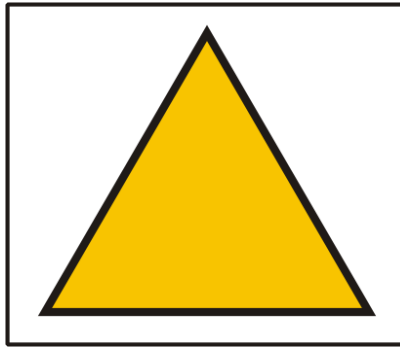
Símbolo de advertência

7.5. Etiquetas Indicadoras de Perigo, Proibição e Comando

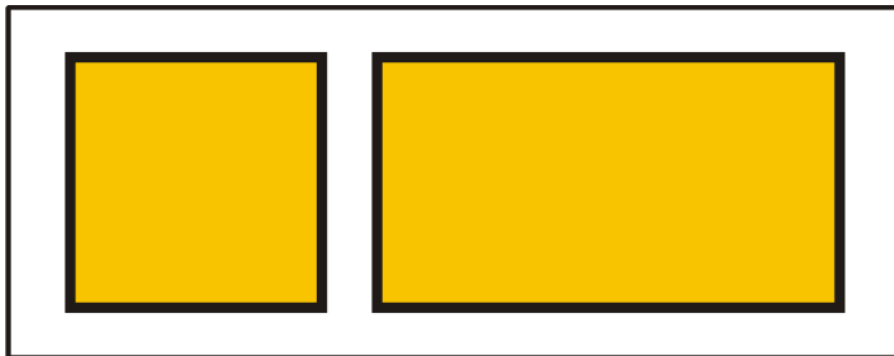
As etiquetas estão de acordo com as normas internacionais ISO 3846. Os símbolos ou declarações (aviso) são envolvidos em figuras geométricas: ISO 3864.



Símbolo de aviso indicando uma proibição (fundo branco com borda vermelha e símbolo ou aviso em cor preta)



Símbolo indicando advertência ou perigo (FUNDO AMARELO-SÍMBOLO E BORDA EM COR NEGRA)



Aviso com informação ou instrução (FUNDO AMARELO – AVISO E BORDA PRETOS)

As etiquetas são afixadas para indicar condições perigosas. Elas podem conter qualquer símbolo conhecido ou algum aviso necessário à salvaguarda do usuário e pessoal de serviço contra situações de risco, especificamente:

- Tensões elétricas perigosas.
- Sinais ópticos nocivos.
- Riscos de explosão.
- Partes mecânicas móveis.
- Os símbolos apresentados a seguir são todos símbolos possíveis de serem encontrados em um equipamento Padtec, mas não são necessariamente no equipamento que este manual se refere.

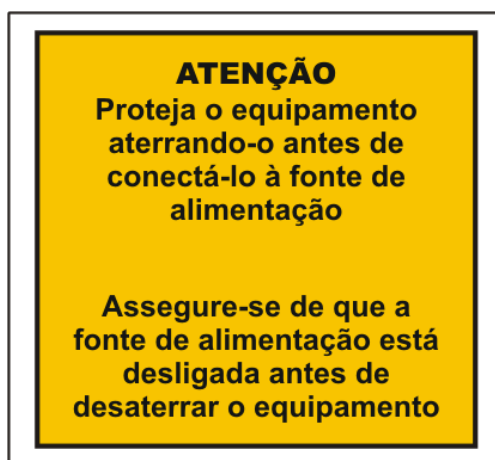
7.5.1. Tensões Elétricas Perigosas

Este símbolo de advertência deve ser afixado próximo a altas tensões, e indica o risco de choques elétricos. Caixas marcadas com este símbolo devem ser abertas por pessoal autorizado pela Padtec.



Símbolo de advertência para o perigo de descargas elétricas

Se o equipamento for de Classe um e conectado à linha de alimentação, então o símbolo associado a ele estabelece que o equipamento deve ser aterrado antes de ser conectado à fonte de alimentação, e.g:



Instruções sobre aterramento

7.5.2. Sinais Ópticos Perigosos

Toda a saída de sinal óptico, proveniente de LASER, deve conter etiquetas de acordo com as Normas Internacionais IEC 60825-1.



Indicação da presença de um raio LASER. O nível de perigo deve estar registrado em uma etiqueta retangular:

- Se o LASER for um produto classe 1, a etiqueta.
- Classe do LASER.
- Potência emitida.
- Comprimento de onda.
- Norma de referência.

- Medidas de precaução feitas dependendo da classe do LASER.
- Indicações dadas em aberturas, painéis e intertravamento de segurança.



Instruções para manuseio seguro do laser

7.5.3. Partes Mecânicas Irradiadoras de Calor

As presenças de partes mecânicas irradiadoras de calor são indicadas pela seguinte etiqueta de advertência, de acordo com a norma IEC 60417.



Símbolo de advertência para o perigo de contato com superfície irradiante de calor

Como estabelecido pela norma IEC 60950-1, as partes mecânicas tocáveis são aquelas para as quais a temperatura T excede os limites estabelecidos pela seguinte fórmula (temperaturas em °C):

$$(T - T_{amb}) = < (D_{tmáx} + 25^\circ - T_{mra})$$

Onde

- T = Temperatura da parte mecânica medida na temperatura ambiente Tamb.
- Tamb = Temperatura ambiente durante o teste.
- Dtmáx = Valor definido pela Norma IEC 950, e especificada na tabela abaixo.
- Tmra = A temperatura ambiente máxima permitida pela especificação do equipamento ou 25°C, sempre a maior.

Partes acessíveis ao operador	Temperatura (°C)		
	Metal	Vidro, porcelana	Plástico, borracha
Botões manuais, seguros ou tocados por curtos períodos	35	45	60
Botões manuais, Tc, seguros regularmente	30	40	50
Outras superfícies de equipamentos que podem ser tocados	45	55	70
Superfícies internas do equipamento que podem ser tocadas	45	55	70

7.5.4. Compatibilidade Eletromagnética

As normas de compatibilidade eletromagnética dependem do tipo de instalação que está sendo realizada (terminação dos cabos, aterramento) e das condições de operação (equipamentos, presença de coberturas blindadas etc.)

Antes de iniciar qualquer instalação, ligar, testar, operar e realizar qualquer manutenção consulte o Manual Técnico do Equipamento DWDM especialmente os itens relacionados a:

- Instalação.
- Ligar, testar e operar.
- Manutenção.

7.5.5. Regras Gerais – Instalação

- Todas as conexões (instalados na parte externa dos painéis dos equipamentos) são feitas com cabos blindados usando somente conectores referidos neste Manual Técnico ou em Normas de Instalação da Estação Operadora.
- Cabos blindados devem ser adequadamente terminados
- O aterramento do equipamento é feito utilizando-se condutores com diâmetro e impedância apropriados.
- As blindagens (se utilizadas) instaladas durante o processo de instalação devem ser limpas e desengraxadas.
- Antes de instalar unidades de blindagem deve-se proceder à limpeza e retirar a graxa de todas as superfícies periféricas (molas de contato, pontos de conexão, etc).
- As placas das gavetas devem estar adequadamente aparafusadas às gavetas, e estas ao gabinete.
- Para instalar corretamente equipamentos compatíveis com as normas de CEM siga as instruções dadas.

7.5.6. Regras Gerais – Ligar, Testes e Operação

- Instale as unidades elétricas como requerido de forma a garantir a CEM.
- Comprove que o equipamento está operando com todas as blindagens propriamente posicionadas (coberturas blindadas das placas, conectores, proteções etc).

- Para usar apropriadamente equipamentos compatíveis com normas CEM observe as informações.

7.5.7. Regras Gerais – Manutenção

- Descargas eletrostáticas: Antes de remover proteções DEE dos monitores, conectores, etc., observe as medidas de proteção estabelecidas. Assegure-se que as proteções DEE foram recolocadas após as operações de manutenção e monitoramento.
- A maioria dos dispositivos eletrônicos são sensíveis a descargas eletrostáticas, a etiqueta de advertência correspondente é a seguinte:



Instrui sobre precauções contra descargas eletrostáticas

8. Abreviaturas, Acrônimos e Referências

8.1. Abreviaturas de Acrônimos

A / D	Add and Drop
AGV	Amplificador de Ganho Variável
APC	Angled Physical Contact
APD	Avalanche Photodiode
APS	Automatic Protection Switching
ASON	Automatically Switched Optical Network
AT	Amplificador de Transimpedância
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BMPD	Back Monitor Photodiode
CAG	Controle Automático de Ganho
CAP	Controle Automático de Potência
COS	Canal Óptico de Supervisão
CSC	Canal de Supervisão Cliente
CST	Canal de Supervisão Terminal
CWDM	Coarse Wavelength Division Multiplexing
DC	Direct Current
DCN	Data Communication Network
Demux	Demultiplexador
DGO	Distribuidor Geral Óptico
DH	Dual Homing
DIO	Distribuidor Intermediário Óptico
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing
EMC	Electromagnetic Compatibility
EMI	Electromagnetic Interference
ESCON	Enterprise Systems Connection
FD	Fotodiodo

FEC	Forward Error Correcting
FICON	Fiber Connectivity
GMPLS	Generalized Multiprotocol Label Switching
GND	Ground
GNE	Gateway Network Element
IP	Internet Protocol
ISO	International Organization for Standardization
ITU-T	International Telecommunication Union – Telecom Standardization
LASER	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
LED	Light Emission Diode
LOS	Loss of Signal
LSB	Least Significant Bit
MOD	Modulador
MPM	Main Power Module
Mux	Multiplexador
NRZ	Non Return to Zero
OADM	Optical Add and Drop Multiplexer
OCM	Optical Channel Monitoring
OSNC	Optical SubNetwork Connection
OTN	Optical Transport Network
OTU	Optical Transport Unit
PIN	Potência de Entrada
PIN-FET	Fotodiodo PIN-Field Effect Transistor
POUT	Potência de Saída
ROADM	Reconfigurable OADM
RX	Recepção
SCA	Software de Calibração e Ajuste
SCD	Supervisory Channel Demultiplexer
SCM	Supervision Control Module; Supervisory Channel Multiplexer

SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SH	Single Homing
SHK	Shelf House Keeping
SNMP	Simple Network Management Protocol
STM-N	Synchronous Transmission Mode-level N
STM-N	Synchronous Transmission Mode-level N
TCP	Transmission Control Protocol
TTL	Transistor-Transistor Logic
TX	Transmissão
VGA	Variable Gain Amplifier
WDM	Wavelength Division Multiplexing
WSS	Wavelength Selectable Switch

8.2. Referências

1	IEEE 802.3-2002: IEEE Standard for Information technology--Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks
2	IEEE 802.3ae -2002: IEEE Standard for Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications-Media Access Control (MAC) Parameters, Physical Layer and Management Parameters for 10 Gb/s Operation.
3	ISSO 300 386: Electromagnetic compatibility and radio spectrum matters (ERM); Telecommunication network equipment; Electromagnetic compatibility (EMC) requirements
4	ISSO 50081 Class B: Electromagnetic compatibility – Generic emission standard
5	ISSO 50082 Class B: Electromagnetic compatibility – Generic immunity standard
6	ISSO 5022 Class B: Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of information technology equipment
7	ISSO 55022 Class B: Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement
8	ETSI ETS 300 019: Environmental conditions and environmental tests for telecommunications equipment
9	ETSI ETS 300 119: European telecommunication standard for equipment practice
10	ETSI ETS 300 132: Power supply interface at the input to telecommunications equipment
11	ETSI ETS 300 253: Earthing and bonding configuration inside telecommunications centres
12	ETSI ETS 300 385: Radio equipment and systems (RES); Electromagnetic compatibility (EMC) standard for digital fixed radio links and ancillary equipment with data rates at around 2 Mb/sec and above
13	ETSI ETS 300 386-1: Electro-Magnetic Compatibility (EMC) requirements
14	ETSI ETS 300 386-2: Electro-Magnetic Compatibility (EMC) requirements
15	ETSI ETS 300 417-1-1: Transmission and Multiplexing ISSO; Generic requirements of transport functionality of equipment; Part 1-1: Generic processes and performance
16	ETSI ETS 300 753: Acoustic noise emitted by telecommunications equipment
17	FCC part 15 Class A or Class B
18	GR-1312-CORE Generic Requirements for OFAs and Proprietary DWDM Systems
19	GR-2979-CORE Generic Requirements for Optical Add-Drop Multiplexers (OADMs) and Optical Terminal Multiplexers (OTMs)
20	IEC 8012: Eletromagnetic Compability for Industrial Process Measurement and Control Equipment – Part 2 – Eletrostatic Discharge Requirements

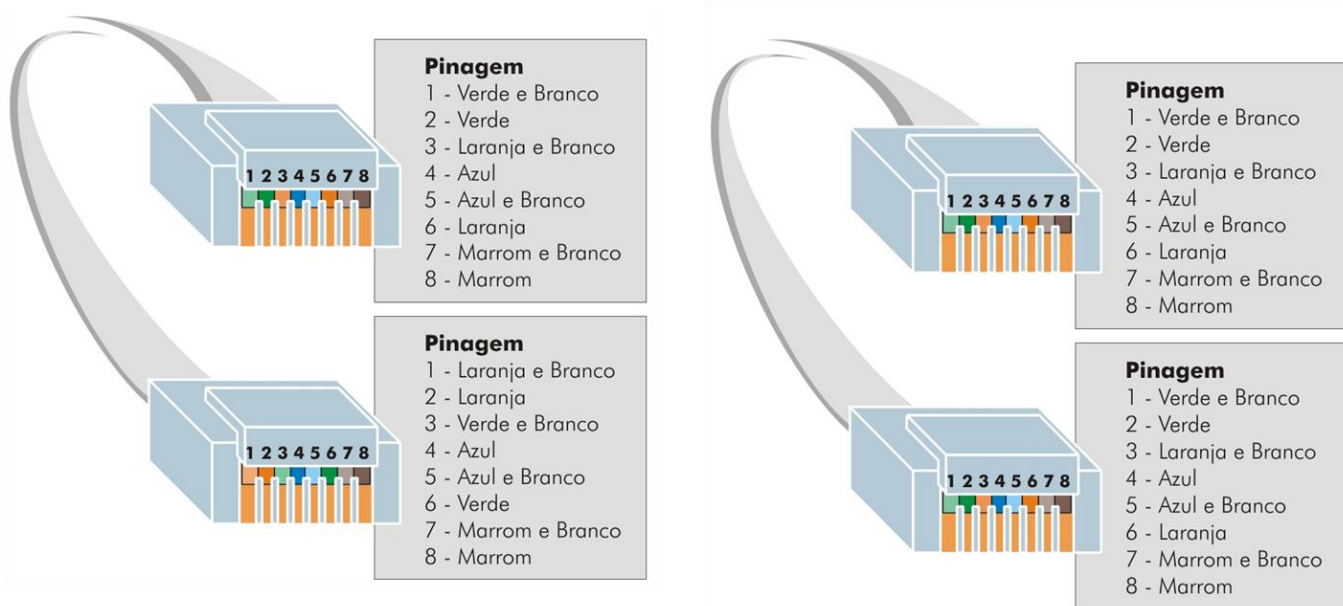
21	IEC 8013: Eletromagnetic Compability for Industrial Process Measurement and Control Equipment – Part 3 – Radiated Eletromagnetic Field Requirements
22	IEC 8014: Eletromagnetic Compatibility for Industrial Process Measurement and Control Equipment Part 4 – Electrical Fast Transient
23	IEC 60417: Graphical symbols for use on equipment
24	IEC 60825: Safety of laser products –Part 1: Equipment classification and requirements
25	IEC 60825-1: Safety of Laser Products – Part 1: Equipment classification, requirements and user’s guide
26	IEC 60950-1: Information technology equipment – Safety
27	ISSO 3864: Graphical symbols – Safety colors and safety signs
28	ITU-T G.650: Definition and test methods for the relevant parameters of single-mode fibers
29	ITU-T G.652: Characteristics of a single-mode optical fibre and cable
30	ITU-T G.653: Characteristics of a dispersion-shifted single-mode optical fibre cable
31	ITU-T G.654: Characteristics of a cut-off shifted single-mode optical fibre and cable
32	ITU-T G.655: Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable
33	ITU-T G.661: Definition and test methods for relevant generic parameters of optical amplifier devices and subsystems
34	ITU-T G.662: Generic characteristics of optical amplifiers devices and subsystems
35	ITU-T G.663: Application related aspects of optical amplifier devices and subsystems
36	ITU-T G.664: Optical safety procedures and requirements for optical transport systems
37	ITU-T G.665: Generic characteristics of Raman amplifiers and Raman amplified subsystems
38	ITU-T G.666: Characteristics of PMD compensators and PMD compensating receivers
39	ITU-T G.671: Transmission characteristics of optical components and subsystems
40	ITU-T G.691: Optical interfaces for single channel STM-64 and other SDH systems with optical amplifiers
41	ITU-T G.692: Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers
42	ITU-T G.693: Optical interfaces for intra-office systems
43	ITU-T G.694.1: Spectral Grids for WDM Applications: DWDM Frequency Grid

44	ITU-T G.694.2: Spectral Grids for WDM Applications: CWDM Frequency Grid
45	ITU-T G.696.1: Intra-domain DWDM applications
46	ITU-T G.697: Optical monitoring for DWDM systems
47	ITU-T G.698.1: Multichannel DWDM applications with single channel optical interfaces
48	ITU-T G.703: Physical/Electrical Characteristics of Hierarchical Digital Interfaces
49	ITU-T G.707/Y.1322: Network node interface for the synchronous digital hierarchy (SDH)
50	ITU-T G.709: Interfaces for the Optical Transport Network
51	ITU-T G.783: Characteristics of Synchronous Digital Hierarchy (SDH) Equipment Functional Blocks
52	ITU-T G.784: Synchronous Digital Hierarchy (SDH) Management.
53	ITU-T G.798: Characteristics of Optical Transport Network Hierarchy Equipment Funcional Blocks
54	ITU-T G.803: Architecture of transport networks based on the synchronous digital hierarchy (SDH)
55	ITU-T G.813: Timing Characteristics of SDH Equipment Slave Clocks (SEC)
56	ITU-T G.8201: Error performance parameters and objectives for multi-operator international paths within the Optical Transport Network (OTN)
57	ITU-T G.823: The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 2048 kb/s hierarchy
58	ITU-T G.825: The control of jitter and wander within digital networks which are based on the synchronous digital hierarchy (SDH)
59	ITU-T G.8251: The control of jitter and wander within the optical transport network (OTN)
60	ITU-T G.826: End-to-end error performance parameters and objectives for international constant bit rate digital paths and connections
61	ITU-T G.827: Availability performance parameters and objectives for end-to-end international constant bit rate digital paths
62	ITU-T G.841: Types and characteristics of SDH network protection architectures
63	ITU-T G.842: Interworking of SDH network protection architectures
64	ITU-T G.871: Framework for Optical Transport Network Recommendations
65	ITU-T G.872: Architecture of Optical Transport Networks
66	ITU-T G.873.1: Optical Transport Network (OTN): linear protection

67	ITU-T G.874: Management Aspects of the Optical Transport Network
68	ITU-T G.875: Optical Transport Network Management Information Model for the Network Element View
69	ITU-T: G.955: Digital line systems based on the 1544kb/s and the 2048 kbit/s hierarchy on optical fiber cables
70	ITU-T G.957: Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy
71	ITU-T G.958: Digital line systems based on the synchronous digital hierarchy for use on optical fibre cables
72	ITU-T G.959.1: Optical Networking Physical Layer Interfaces
73	ITU-T G.7041: Generic Framing Procedure GFP
74	NBR 12304: Limite e Método de Medição de Radioperturbação em Equipamentos para Tecnologia da Informação
75	PN 03:012.02.009:1999: Especificações Gerais de Suprimento de Energia em Corrente Contínua para Equipamentos de Telecomunicações
76	PN 03:012.04.040:1999: Condições de Ensaio Ambientais Aplicáveis a Produtos para Telecomunicações

Anexo A. Descrição de Cabos e Pinagem

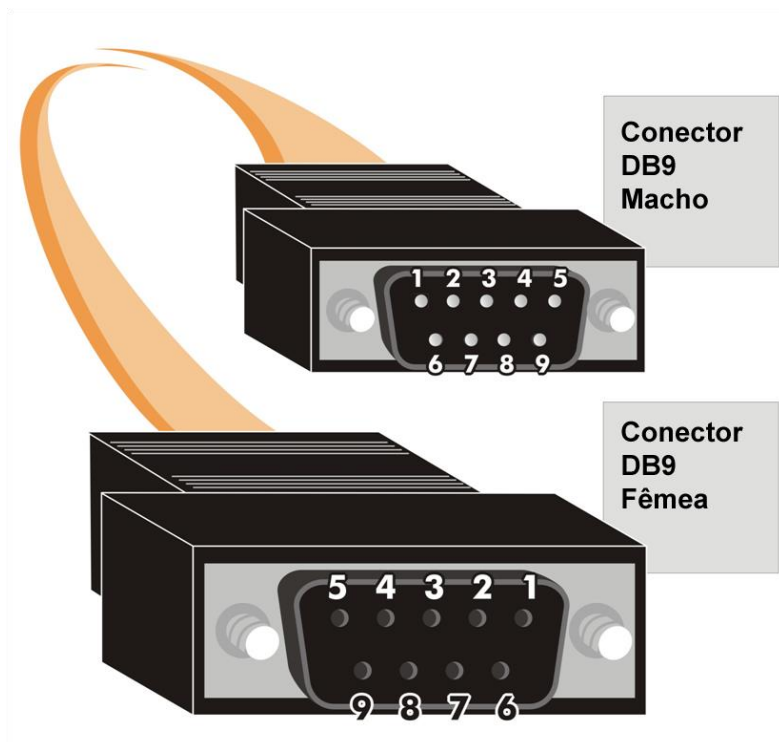
- Cabo UTP Ethernet – Conector RJ-45



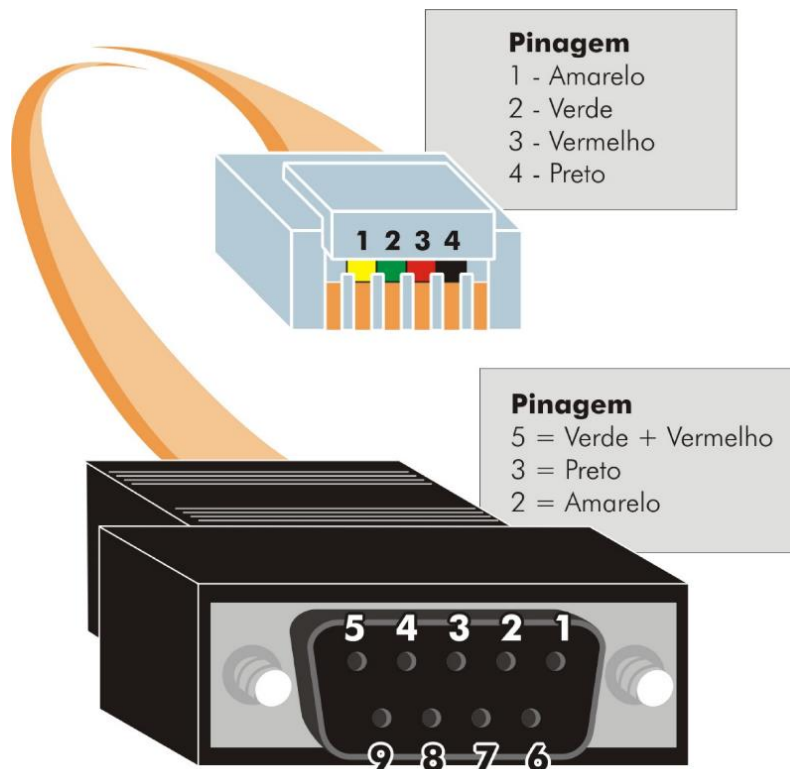
Cabo CRUZADO
(conectores RJ-45 macho)

Cabo DIRETO
(conectores RJ-45 macho)

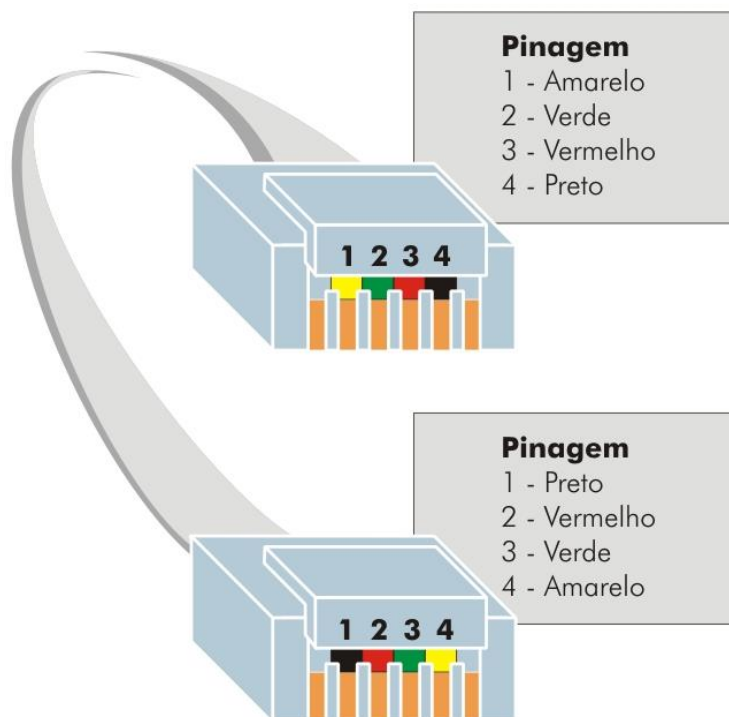
- Cabo Serial – Conector DB9



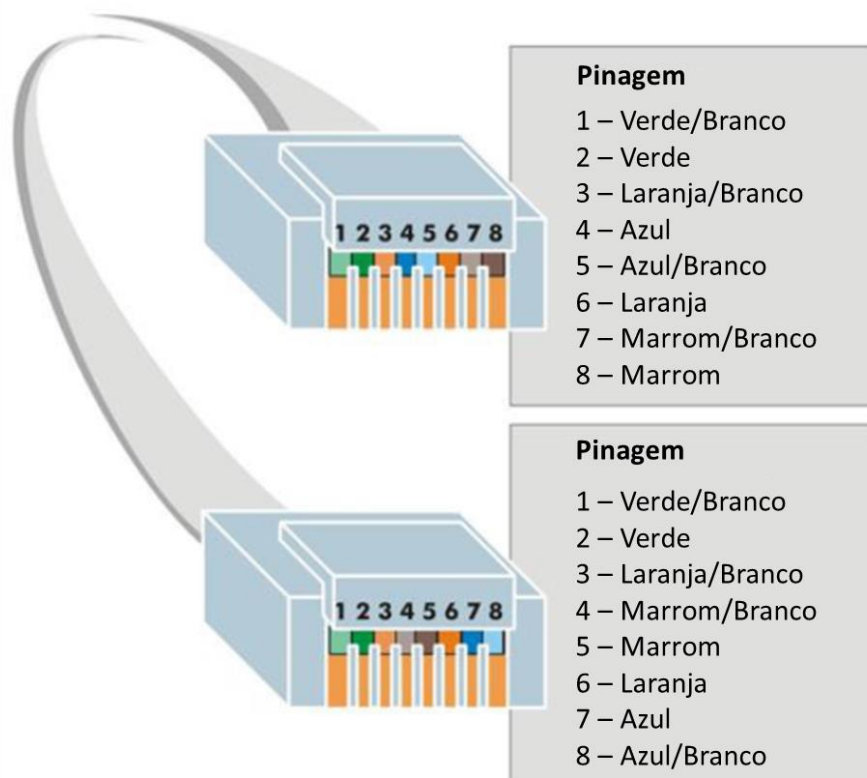
- Cabo Serial – Conector DB9 / RJ-11



- Cabo CCI 4 fios – Conector RJ-11



- Cabo ODP – Conector RJ-45



Anexo B. Índice Remissivo

A			
AGC	4-96, 4-102	G.671	8-5
ALS	4-61, 4-110	G.691	4-15, 8-5
Amplificador de Transimpedância 8-1		G.692	3-1, 4-15, 8-5
Anel	2-1, 3-3, 3-4, 3-5	G.694.1	2-1, 8-5
APC	4-15, 4-67, 4-77, 8-1	G.694.2	8-6
APD	8-1	G.696.1	3-1, 8-6
APS	3-10, 8-1	G.697	3-1, 8-6
ASON	8-1	G.698.1	3-1, 8-6
AT 8-1		G.703	8-6
ATM	2-2, 8-1	G.707	8-6
B		G.709 ..	2-1, 4-5, 4-14, 4-25, 4-26, 4-27, 4-28, 4-32, 4-36, 4-37, 4-38, 4-39, 4-40, 4-43, 8-6
BIP-8	3-14	G.783	8-6
BMPD	8-1	G.798	4-5, 4-14, 4-25, 8-6
Bragg	4-96, 4-118	G.803	2-2, 8-6
C		G.8201	8-6
CAG	8-1	G.826	4-36
CAP	8-1	G.871	2-1, 8-6
Comutação Automática	3-10	G.872	2-1, 3-10, 3-12, 8-6
Comutação Forçada	3-10	G.873.1	2-1, 8-6
Comutação Manual	3-10	G.874	2-1, 8-7
D		G.957	4-15, 8-7
DCN	3-3, 3-5, 8-1	G.959.1	8-7
Dispersão	4-118, 4-119, 4-120	Gateway	8-2
DP-QPSK	4-36, 4-41	GFF	4-96
DPSK	4-25	Gigabit Ethernet	4-13
E		GMPLS 4-70, 4-128, 4-143, 4-144, 4-145, 8-2	
EMI	5-1, 8-1	GNE	2-2, 8-2
ESCON	2-2, 8-1	H	
EURO96	4-134	HD-SDI	4-14
F		I	
FD 8-1		IP 8-2	
FEC 2-1, 4-5, 4-14, 4-25, 4-27, 4-39, 4-40, 4-43, 8-2		ISO	7-2, 8-2
FICON	2-2, 8-2	isso	8-5
G		ITU-T 2-1, 2-2, 3-1, 3-10, 3-11, 4-15, 4-5, 4-14, 4-25, 4-36, 4-112, 4-118, 8-2, 8-5, 8-6, 8-7	
G.650	2-1, 8-5	J	
G.650.1	2-1	JC 4-7, 4-16	
G.650.2	2-1	L	
G.652	2-1, 8-5	LASER	3-13, 4-32, 4-43, 4-110, 4-111, 7-4, 7-5, 8-2
G.653	2-1, 8-5	LED	4-9, 4-10, 4-19, 4-31, 4-43, 4-108, 4-135, 8-2
G.655	2-1, 8-5	Long-Haul	4-25
G.661	8-5	LOS 3-14, 4-19, 4-31, 4-42, 4-102, 4-110, 4-116, 8-2	
G.662	8-5	LSB	8-2
G.663	8-5		
G.664	4-15, 4-112, 8-5		
G.665	8-5		
G.666	4-118, 8-5		
M			
MOD	8-2		
N			
NRZ	8-2		
O			
ODP	3-9, 3-10, 3-13, 3-14, 3-15		
ODU-XC	4-15, 4-90, 4-91, 4-92, 4-143		
OSNC	2-1, 3-11, 8-2		
OTU-2	4-7, 4-13, 4-17, 4-19		
OTU-3	4-32, 4-43		
P			
PIN	4-32, 4-43, 8-2		
PIN-FET	8-2		
PMD	8-5		
ponto-a-ponto	2-1, 2-2, 3-1, 3-3		
POUT	4-32, 4-43, 8-2		
Proteção de canal óptico com proteção de equipamento	3-9		
Proteção de canal óptico sem proteção de equipamento	3-9		
Proteção de fibra	2-1, 3-9		
PSI	4-7, 4-16		
PT 4-7, 4-16			
R			
RJ-11	3-13, 4-59, 4-91		
RJ-45	4-17, 1		
ROADM	2-1, 3-7, 8-2		
RS-422	4-59		
S			
saturação	4-96		
SCA	8-2		
SDH	2-2, 8-3, 8-5, 8-6		
SFP	4-5, 4-15, 4-20, 4-31, 4-42		
SNMP	2-2, 8-3		
STM-1	2-1		
STM-16	2-1		
STM-256	4-25		
STM-64	2-1, 4-36, 8-5		
T			
TCP	2-2, 8-3		
TCP/IP	2-2		
Topologia	3-1, 3-2		
TTL	8-3		
TX 4-27, 4-39, 4-40, 8-3			
V			
VGA	8-3		

W

Wait-to-Restore.....3-10

WSS 4-71