

O&M da Plataforma LightPad i6400G

Capítulo 5 – Optical Transport Network (OTN)

Treinamento

treinamento@padtec.com

T +55 19 3579.4009

SAC

sac@padtec.com

0800 771 9009

Cód. LPE23

Apostila versão 1.1

padtec.com



Padtec

Conteúdo - Módulos

Apresentação Institucional

Apostila de O&M (LPE23)

- Tecnologia DWDM
- Descrição dos produtos da plataforma DWDM da Padtec
- Topologia da rede de gerência
- Configuração do supervisor SPVL-4 com SCME
- **Optical Transport Network (OTN) - G.709 ITU-T**
- Controle automático de ganho para amplificadores ópticos
- Gerência Local da Padtec
- Avaliação de treinamento

Tópicos deste Capítulo

O que é OTN?

- *Como funciona uma rede sem OTN*
- *Quais as vantagens de uma rede com OTN*

Quadro OTN

- *Estrutura e Montagem do Quadro*
- *Nomenclatura OTN*

Alarmes OTN

- *Hierarquia de Alarmes OTN*
- *Contagem de BIP-8*
- *Exibição de Alarmes*

OTN na Gerência dos Equipamentos

- *Reiniciar Contadores*
- *Análise de Desempenho*

SAPI e DAPI

- *O que é?*
- *Como Configurar*

Tópicos deste Capítulo

O que é OTN?

- *Como funciona uma rede sem OTN*
- *Quais as vantagens de uma rede com OTN*

Quadro OTN

- *Estrutura e Montagem do Quadro*
- *Nomenclatura OTN*

Alarmes OTN

- *Hierarquia de Alarmes OTN*
- *Contagem de BIP-8*
- *Exibição de Alarmes*

OTN na Gerência dos Equipamentos

- *Reiniciar Contadores*
- *Análise de Desempenho*

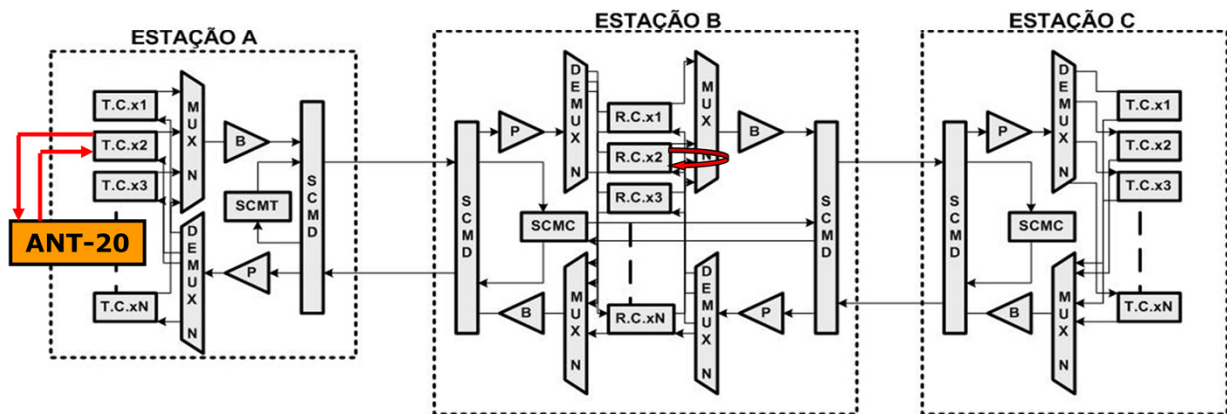
SAPI e DAPI

- *O que é?*
- *Como Configurar*

Redes DWDM sem OTN

Em uma rede sem OTN, quando ocorre uma falha de desempenho, a detecção e o monitoramento da falha ficam restritos aos equipamentos geradores de tráfego. As operadoras precisam acionar equipes de campo para atuar na correção da falha. O tempo e o custo desta operação são significativamente elevados. É necessário realizar testes e medições nos trechos DWDM do sistema.

Em uma rede sem OTN, caso algum canal apresente taxa de erro, o que pode ser feito?





Redes DWDM com OTN

OTN – Optical Transport Network

- **Nova camada da rede de transporte**
- **Mantém características importantes dos sistemas DWDM**
 - *Suporte a altas taxa de bit/s por fibra em enlaces DWDM*
 - *Suporte a serviços de banda larga*
 - *Suporte à crescente demanda por banda*
 - *Suporte a serviços a 1 Gb/s, 2,5 Gb/s, 10 Gb/s, 40 Gb/s e 100 Gb/s*
 - *Encapsulamento de multiprotocolos: SDH, Ethernet, FICON, Fibre Channel, etc.*
- **Adiciona às redes DWDM**
 - *Gerenciamento de redes DWDM semelhante à de redes SDH*
 - *Funcionalidades avançadas de O&M para todos os serviços*
 - *Detecção de falha e degradação*
 - *Possibilidade de verificação de SLA*
- **Funcionalidades de gerência**
 - *Cada seção fim-a-fim é monitorada através de uma seção ODUk*
 - *Cada seção de regeneração é monitorada através de uma seção OTUk*

Tópicos deste Capítulo

O que é OTN?

- *Como funciona uma rede sem OTN*
- *Quais as vantagens de uma rede com OTN*

Quadro OTN

- *Estrutura e Montagem do Quadro*
- *Nomenclatura OTN*

Alarmes OTN

- *Hierarquia de Alarmes OTN*
- *Contagem de BIP-8*
- *Exibição de Alarmes*

OTN na Gerência dos Equipamentos

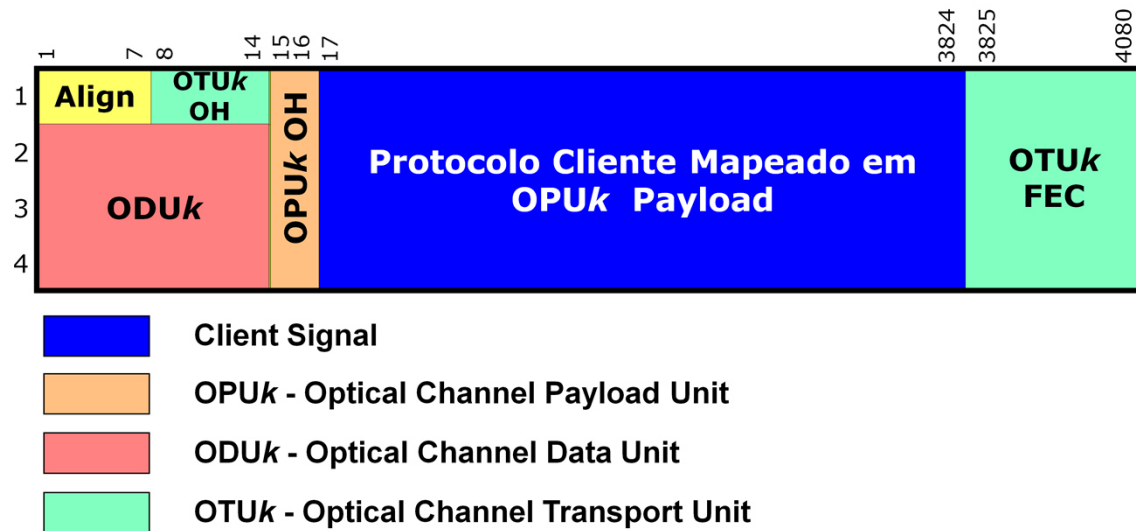
- *Reiniciar Contadores*
- *Análise de Desempenho*

SAPI e DAPI

- *O que é?*
- *Como Configurar*

▶ Estrutura do Quadro OTN

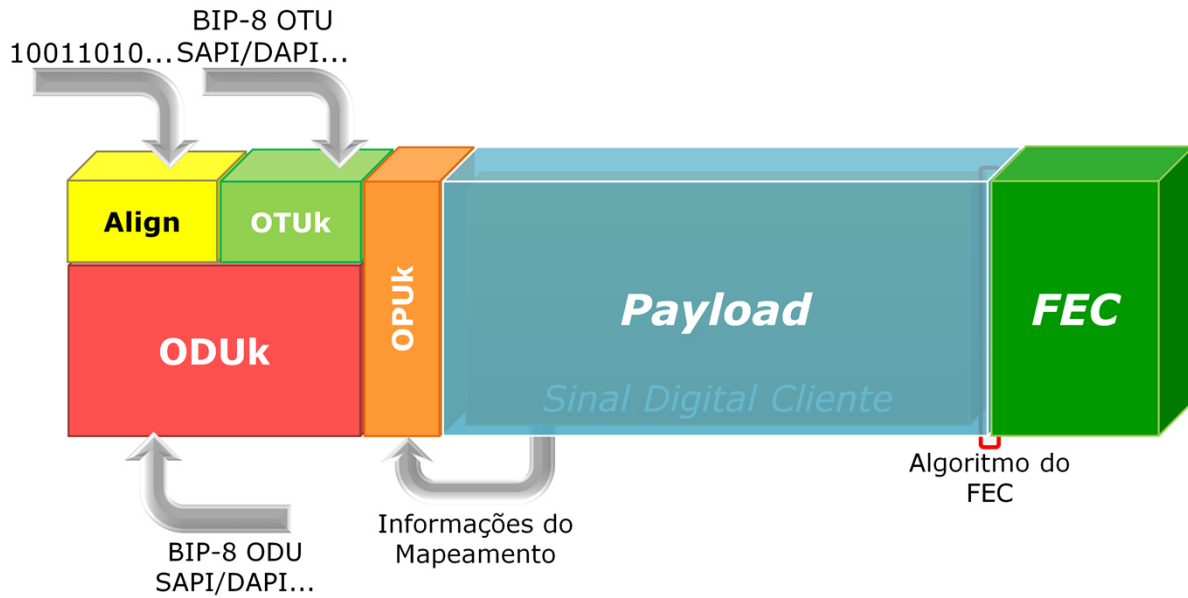
Estrutura de Quadro da Interface OTUk



$k = 0$ (1G), 1 (2,5G), 2 (10G), 3 (40G), 4 (100G).

Fonte: ITU-T Rec. G.709

Montagem do Quadro OTN



FEC - Standard

- Nomenclatura:

RS (n , k)

n: número de símbolos do bloco codificado

k: número de símbolos da informação original

- Código usado para o FEC:

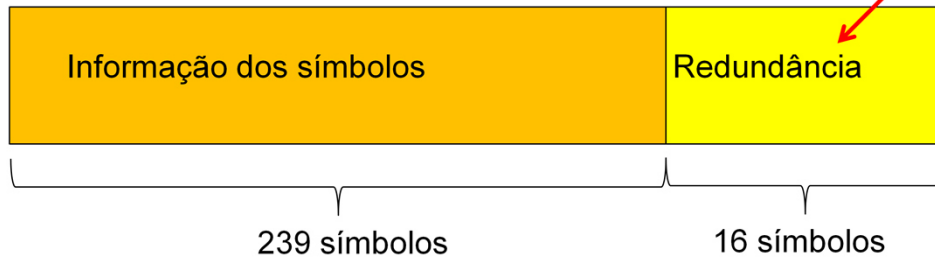
RS (255,239)

Símbolo de 8 bits

FEC - Standard

- Subframe **RS (255,239)**:

Inserida pelo
algoritmo do código
Reed-Solomon

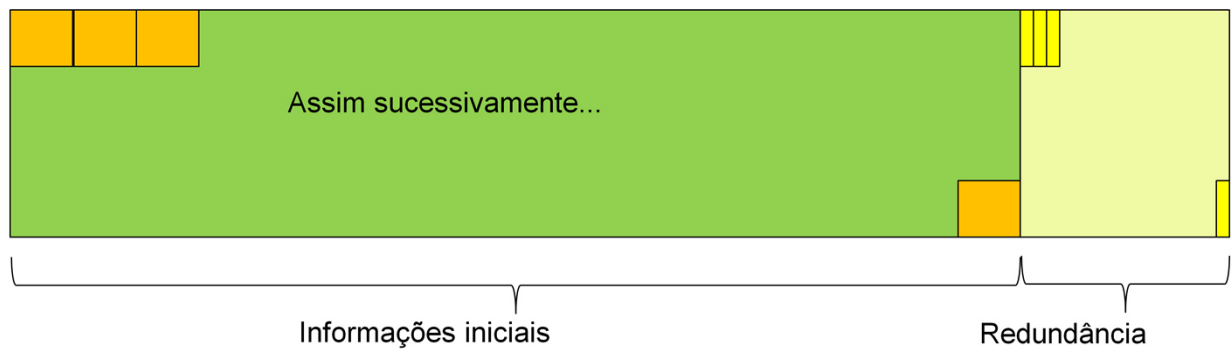


Taxa de redundância $\approx 7\%$
Ganho sistêmico de 5,6 dB

$239 + 16 = 255$ símbolos

FEC - Standard

- Quadro OTU-k
- FEC considera 16 blocos por Quadro OTU-k



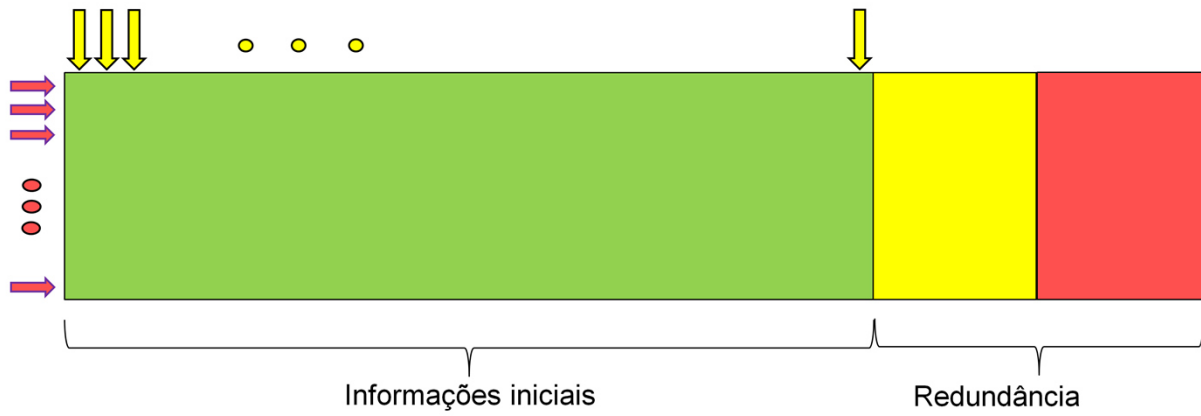
- Com o FEC RS(255,239) é possível corrigir até 8 bytes errados em 239 bytes transmitidos, o que permite transformar na recepção do sinal uma BER de 10^{-5} em uma BER de 10^{-15}

Super-FEC

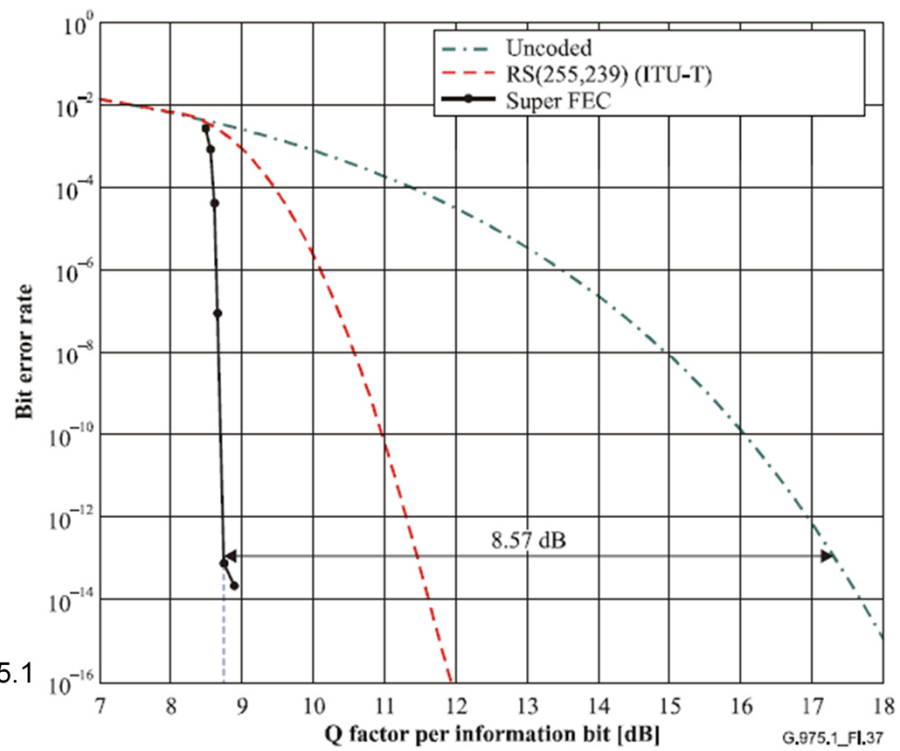
- São considerados super-FEC códigos que apresentem ganho sistêmico maior que 5,6 dB, ou seja, que tenham maior capacidade de correção de erros que o standard-FEC
- Existem várias maneiras de criar códigos super-FEC
 - Concatenação de FEC
 - Combinação de códigos Reed-Solomon com BCHs (Bose, Chaudhuri e Hocquenghem)
 - Combinação de códigos Reed-Solomon com Hamming
- Transponder Padtec com super-FEC:
 - Dois códigos BCHs concatenados
 - Padrão I.7 da norma G.975.1

Super-FEC

- Dois códigos BCHs ortogonais



Comparação



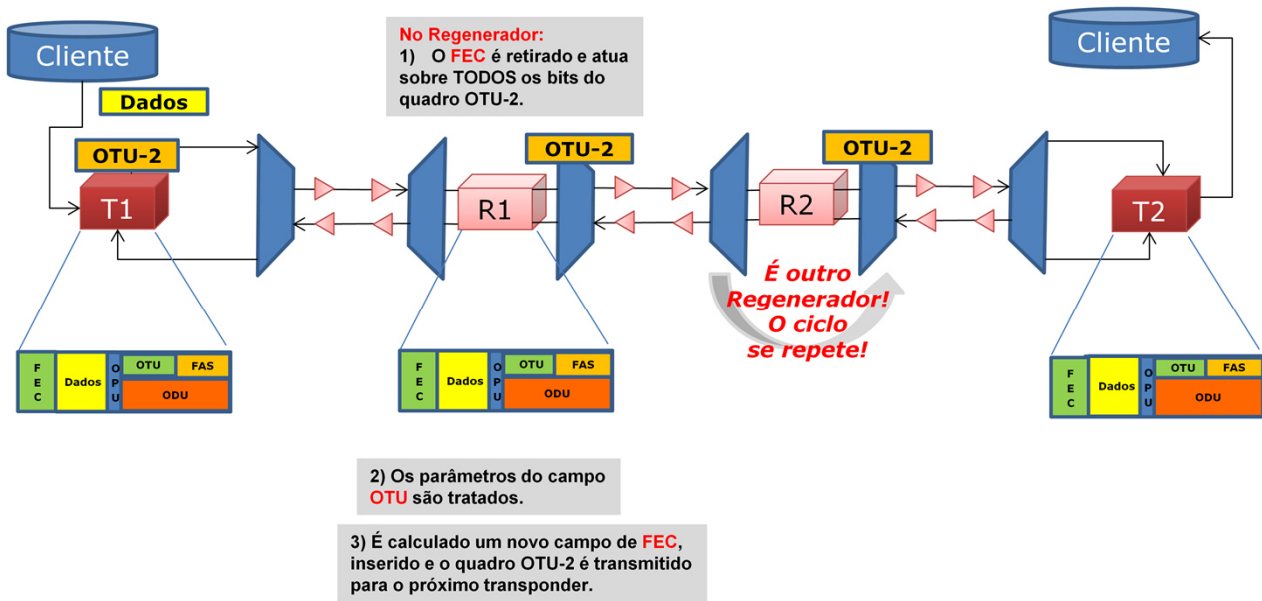
Fonte: G.975.1

G.975.1_FL37

Tratamento dos campos do Quadro

Situações (Transponders)	Campos Tratados
Entre Terminal e Regenerador	OTUk e FEC
Entre Regenerador e Regenerador	OTUk e FEC
Entre Terminal e Terminal	OTUk, ODUk, OPUk e FEC
Somente em Transponders Terminais	Protocolo Cliente dentro do Payload OTN

Transmissão do Quadro



R1 Transponder Regenerador OTN

T1 Transponder Terminal OTN

Amplificadores ópticos

Mux e Demux

Nomenclatura OTN

Siglas	Significado	Equivalências SDH
OTU _k	<i>Optical Transport Unit</i>	RSOH
ODU _k	<i>Optical Data Unit</i>	MSOH
OPU _k	<i>Optical Payload Unit</i>	AU Pointer
BIP-8 (OTU _k)	<i>Bit Interleaved Parity – 8</i>	B1
BIP-8 (ODU _k)		B2
BDI (OTU _k)	<i>Backward Defect Indication</i>	RDI (RSOH)
BDI (ODU _k)		RDI (MSOH)
BEI (OTU _k)	<i>Backward Error Indication</i>	RDI (RSOH)
BEI (ODU _k)		RDI (MSOH)
SAPI	<i>Source Access Point Identifier</i>	J0
DAPI	<i>Destination Access Point Identifier</i>	
FEC	<i>Forward Error Correction</i>	FEC

Tópicos deste Capítulo

O que é OTN?

- *Como funcionava uma rede sem OTN*
- *Quais as vantagens de uma rede com OTN*

Quadro OTN

- *Estrutura e Montagem do Quadro*
- *Nomenclatura OTN*

Alarmes OTN

- *Hierarquia de Alarmes OTN*
- *Contagem de BIP-8*
- *Exibição de Alarmes*

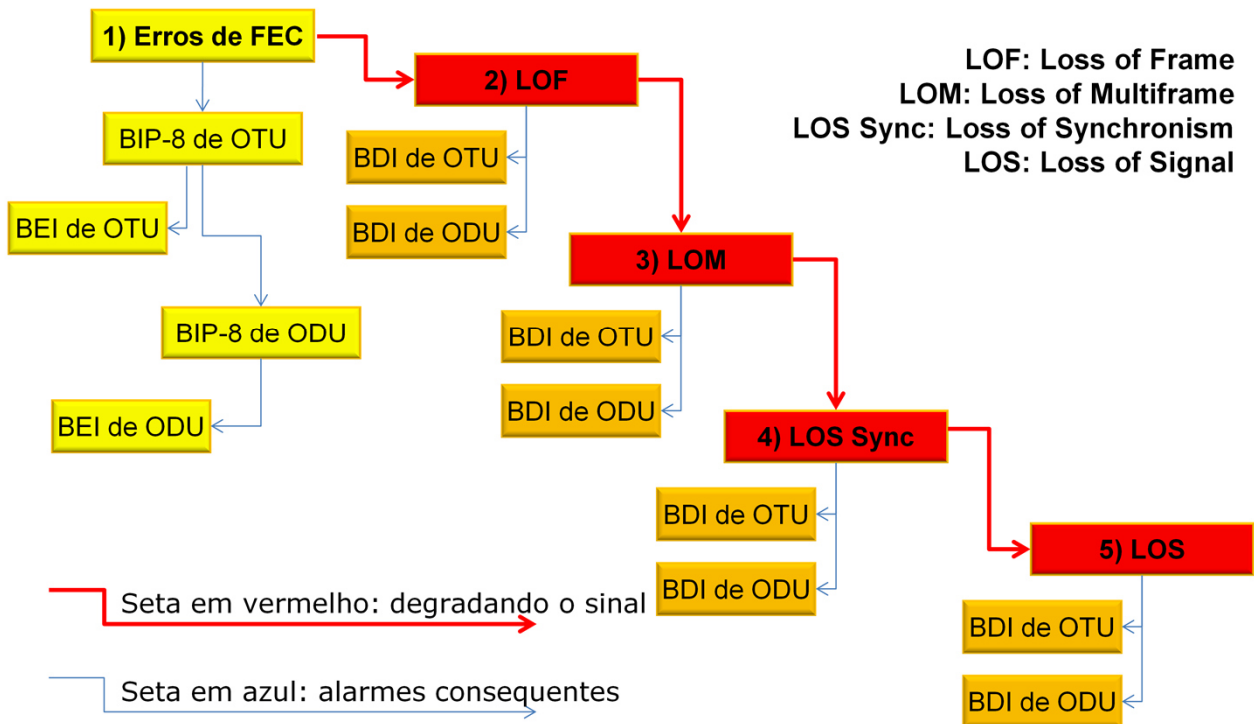
OTN na Gerência dos Equipamentos

- *Reiniciar Contadores*
- *Análise de Desempenho*

SAPI e DAPI

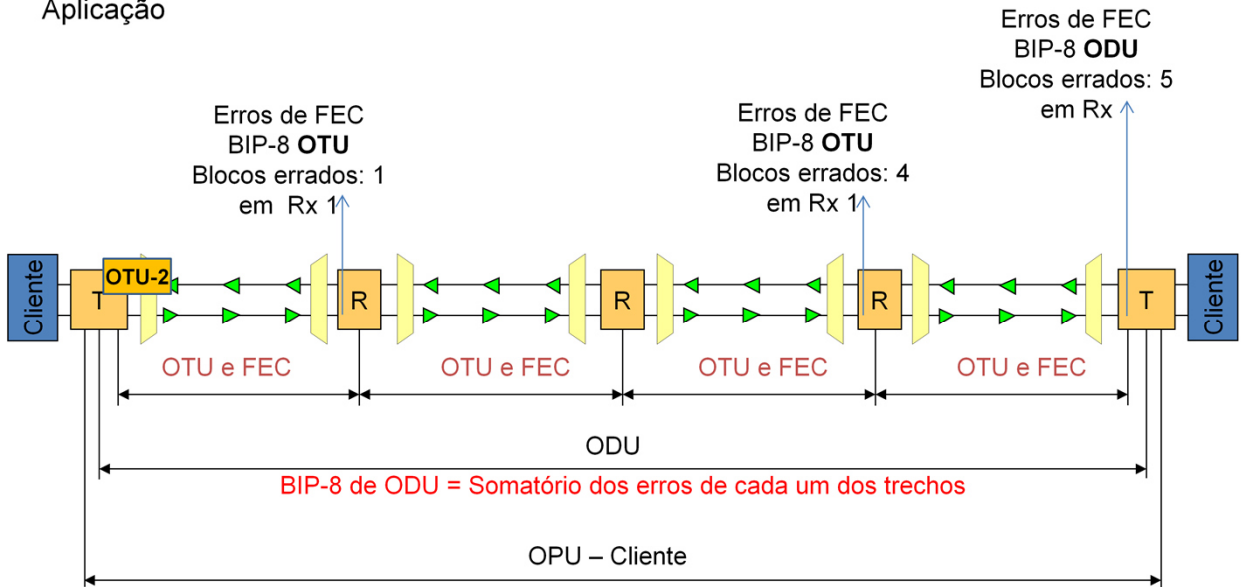
- *O que é?*
- *Como Configurar*

Hierarquia de Alarmes OTN



BIP-8 de OTU e ODU

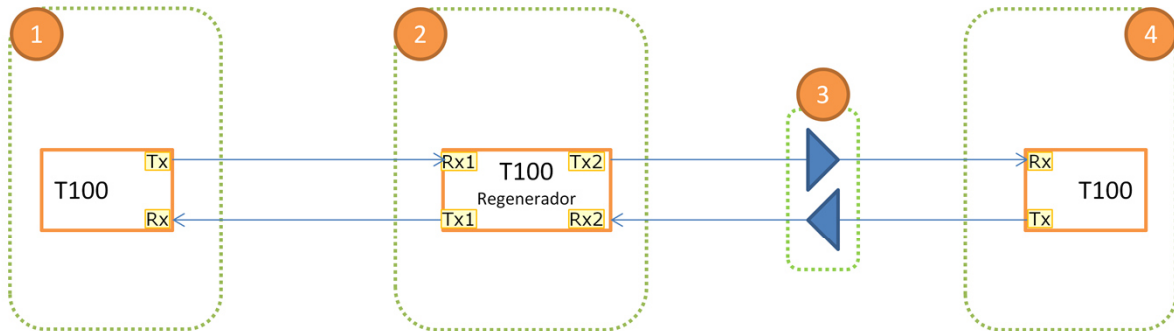
Aplicação



T Terminal OTN
 R Regenerador OTN
 Mux/Demux
 ▶ Amplificador Óptico

Exemplos de exibição de alarmes OTN

Enlace ponto-a-ponto entre as estações 1 e 4



Rota com 4 Sites:

- Site 1: Terminal
- Site 2: Regeneração
- Site 3: Amplificação
- Site 4: Terminal

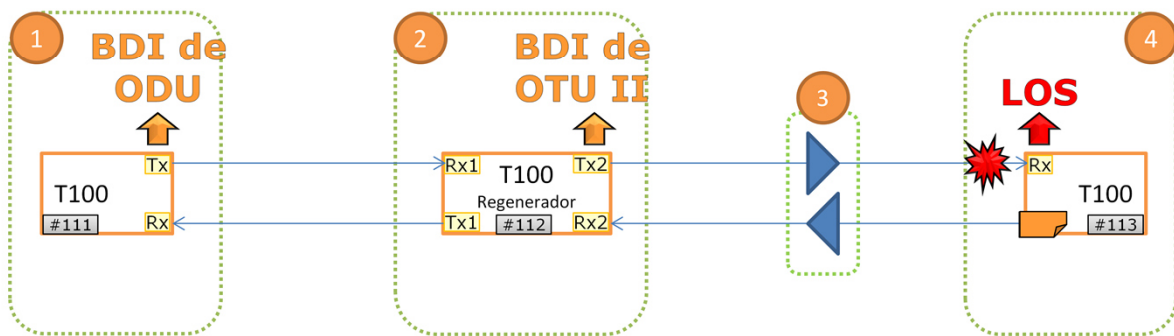
Situação Inicial:

Canal alinhado e sem alarmes na gerência

Obs: Para facilitar o entendimento, a figura ilustra somente os transponders suprimindo outras placas de um sistema DWDM Padtec

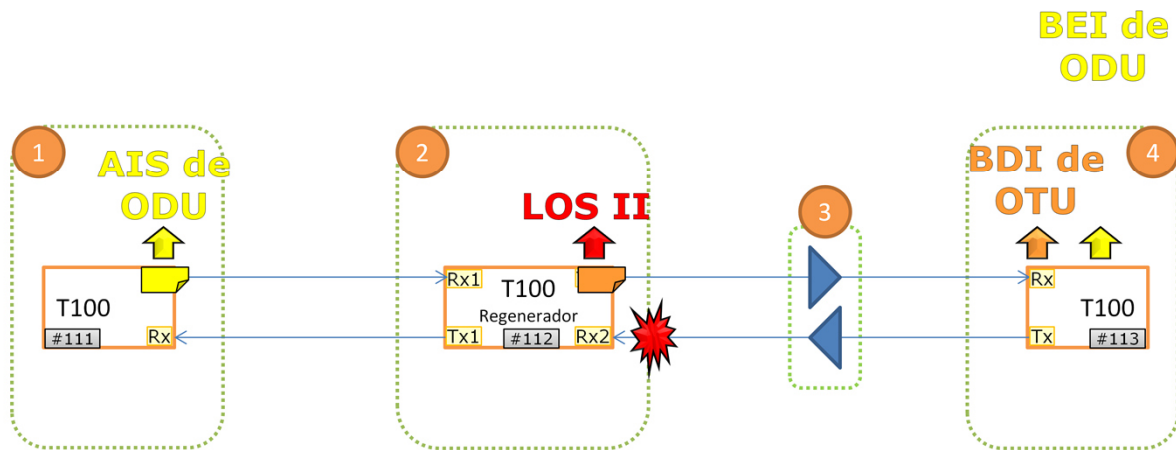
Exemplos de exibição de alarmes OTN

LOS em Rx do transponder #113 no site 4



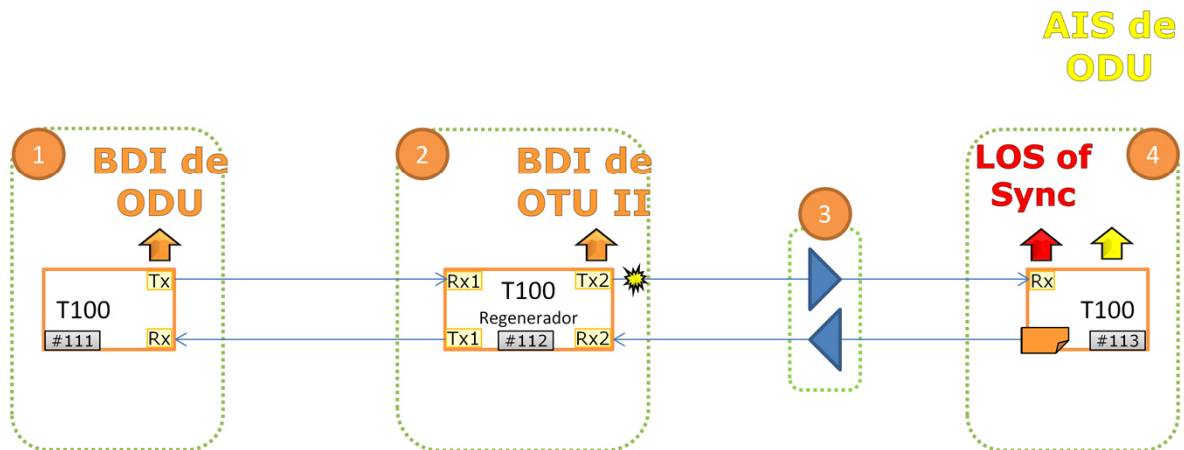
Exemplos de exibição de alarmes OTN

LOS em Rx2 do transponder #112 no site 2



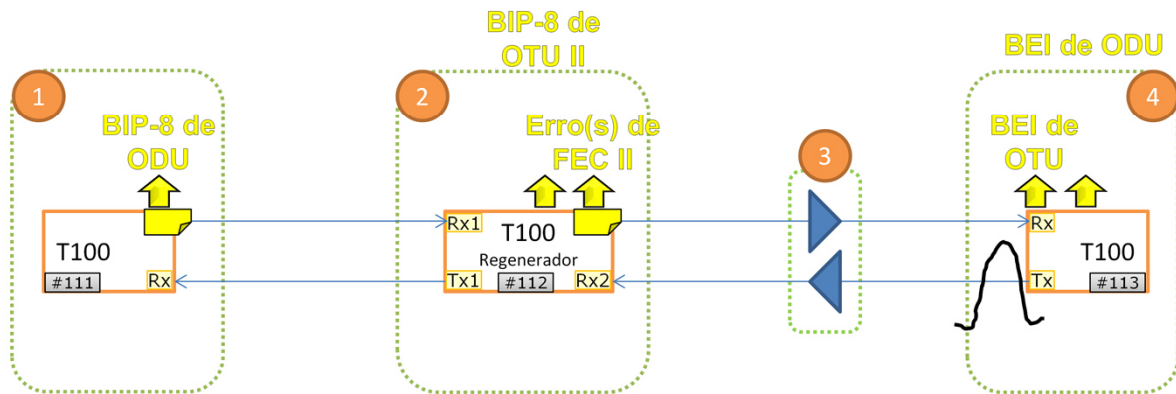
Exemplos de exibição de alarmes OTN

O que acontece se houver um problema no conector do cabo óptico na interface Tx2 do transponde regenerador?



Exemplos de exibição de alarmes OTN

O que acontece se o sinal óptico chegar muito atenuado (ou muito degradado) na interface Rx2 do transponder regenerador?



Tópicos deste Capítulo

O que é OTN?

- *Como funcionava uma rede sem OTN*
- *Quais as vantagens de uma rede com OTN*

Quadro OTN

- *Estrutura e Montagem do Quadro*
- *Nomenclatura OTN*

Alarmes OTN

- *Hierarquia de Alarmes OTN*
- *Contagem de BIP-8*
- *Exibição de Alarmes*

OTN na Gerência dos Equipamentos

- *Reiniciar Contadores*
- *Análise de Desempenho*

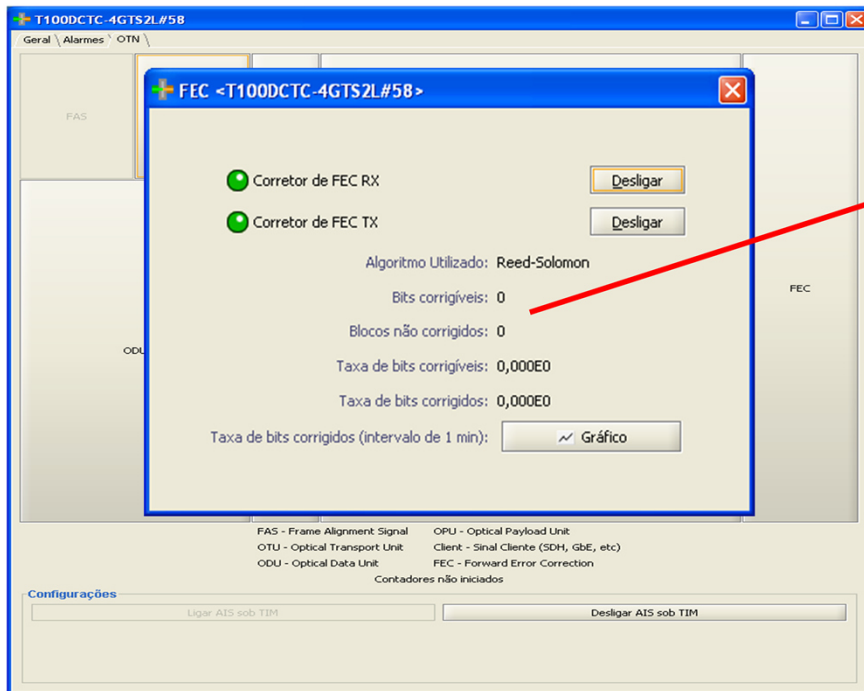
SAPI e DAPI

- *O que é?*
- *Como Configurar*

▶ OTN – Gerência Local

The screenshot displays the 'Gerência Local' application. The left pane shows a network tree with the selected element 'T100DCT-4GTT52L#262'. The right pane shows the configuration for this element, including general information, measurements, and control buttons. A red callout box highlights the 'Reiniciar Contadores' button with the text: "Reiniciar Contadores" Este botão inicia a medição de erros do FEC e dos demais contadores.

OTN – Gerência Local

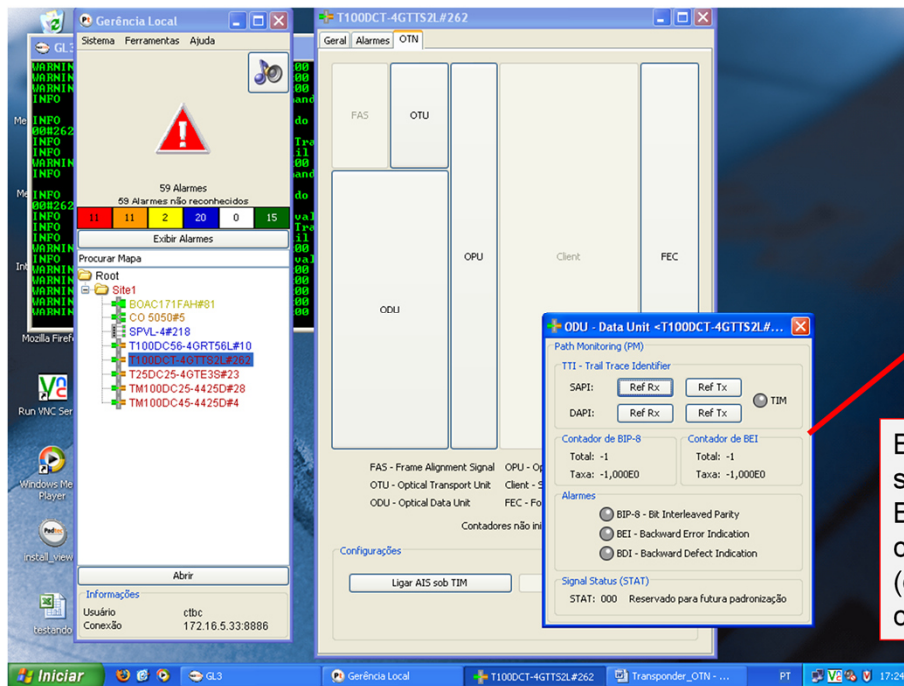


Medição de erros do FEC

- Bits corrigidos
- **Blocos não corrigidos**
- Taxa de bits corrigidos

Quando “Blocos não corrigidos” for diferente de ZERO, teremos erros de BIP-8 (OTU e ODU).

OTN – Gerência Local



Medição de erros de BIP-8 de ODU.

- Total de erros.
- Taxa de erro.
- Alarmes de BIP-8, BEI e BDI.

BIP-8 de ODU é o somatório de erros de BIP-8 de OTU na camada OTN fim a fim (entre dois terminais consecutivos).

OTN – Gerência Local

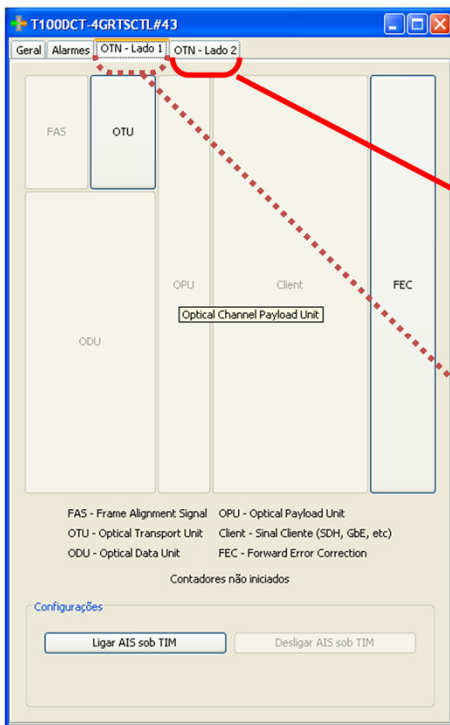
The screenshot shows the 'Gerência Local' software interface. The main window displays a tree view of network elements, including a selected OTU. A pop-up window titled 'OTU - Transport Unit <T100DC1-4GTT...' is open, showing configuration details for Section Monitoring (SM). The pop-up window includes fields for SAPI, DAPI, and TIM, and two counters: 'Contador de BIP-8' and 'Contador de BEI'. The BIP-8 counter shows a total of -1 and a tax of -1,000E0. The BEI counter also shows a total of -1 and a tax of -1,000E0. The 'Alarmes' section is checked, and the 'Configurações' section has buttons for 'Ligar AIS sob TIM' and 'Desligar AIS sob TIM'.

Medição de erros de BIP-8 de OTU.

- Total de erros.
- Taxa de erro.
- Alarmes de BIP-8, BEI e BDI.

BIP-8 de OTU são os erros de BIP-8 em cada trecho OTN.

OTN – Gerência Local



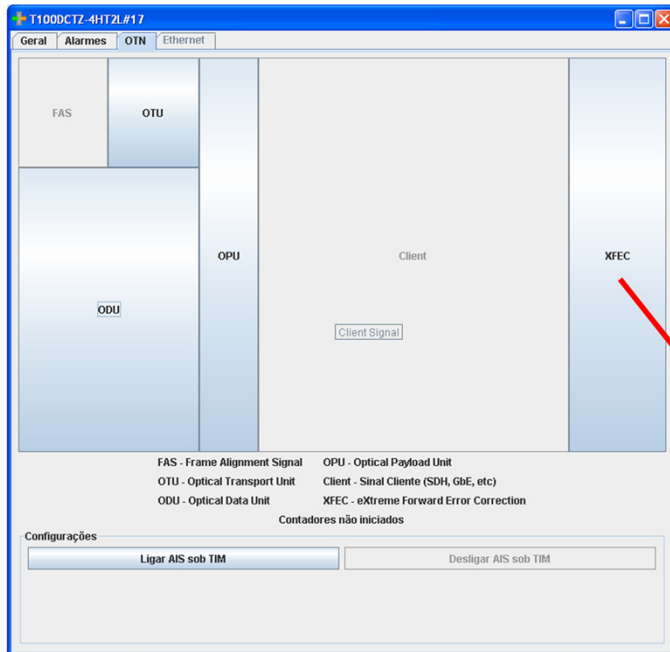
Transponder Regenerador OTN.

Lado 2 OTN
(IN2 e OUT2)
do Transponder.

Lado 1 OTN
(IN1 e OUT1)
do Transponder.

▶ OTN – Gerência Local

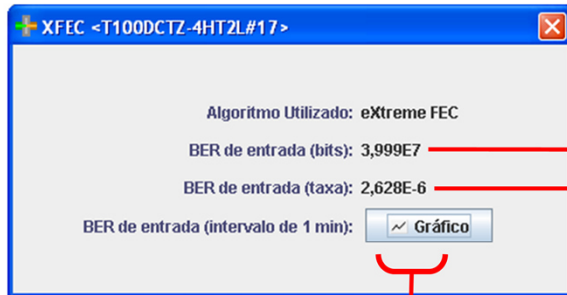
Transponder Terminal OTN com Extreme FEC.



Clique sobre o “botão” de “XFEC” para ver as informações sobre o trabalho do XFEC.

OTN – Gerência Local

Transponder Terminal OTN com Extreme FEC.



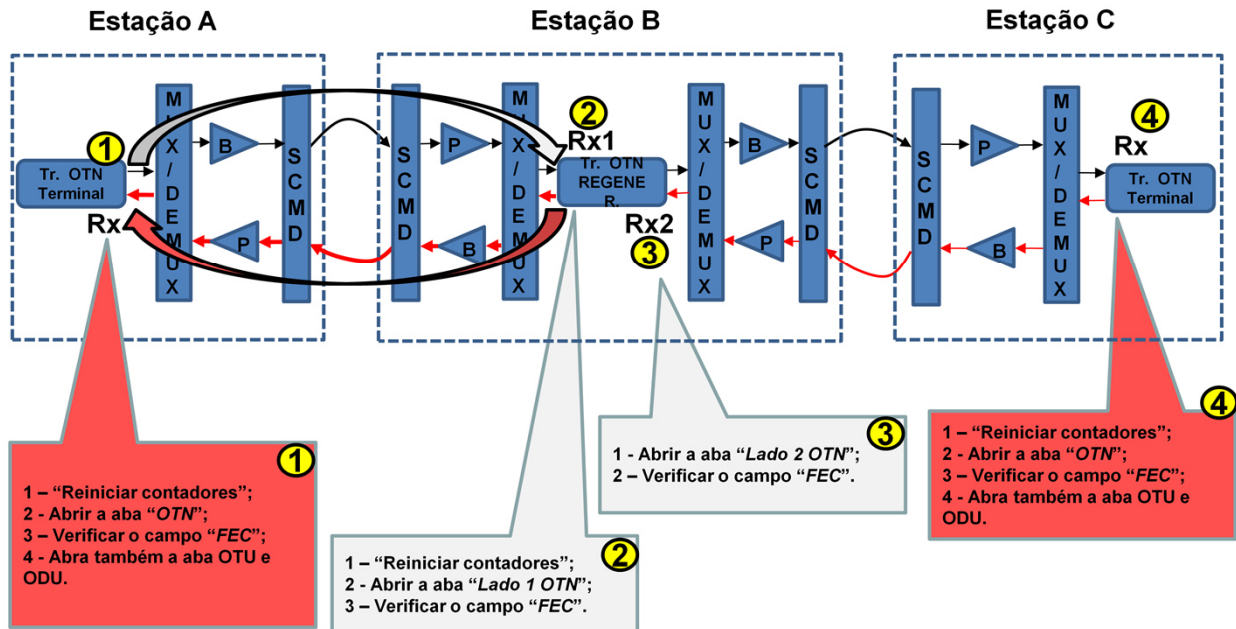
Mostra a quantidade de bits ERRADOS identificados pelo X FEC.

Mostra a TAXA de bits ERRADOS identificados pelo X FEC.

Gráfico gerado que relaciona a TAXA de bits ERRADOS, identificados pelo X FEC, com o tempo (a cada 1 minuto).

Observação: nas janelas de OTU e ODU (da aba OTN) temos as mesmas informações que aparecem nos Transponders OTN sem o X FEC.

Verificando o Desempenho da Rede



Tópicos deste Capítulo

O que é OTN?

- *Como funcionava uma rede sem OTN*
- *Quais as vantagens de uma rede com OTN*

Quadro OTN

- *Estrutura e Montagem do Quadro*
- *Nomenclatura OTN*

Alarmes OTN

- *Hierarquia de Alarmes OTN*
- *Contagem de BIP-8*
- *Exibição de Alarmes*

OTN na Gerência dos Equipamentos

- *Reiniciar Contadores*
- *Análise de Desempenho*

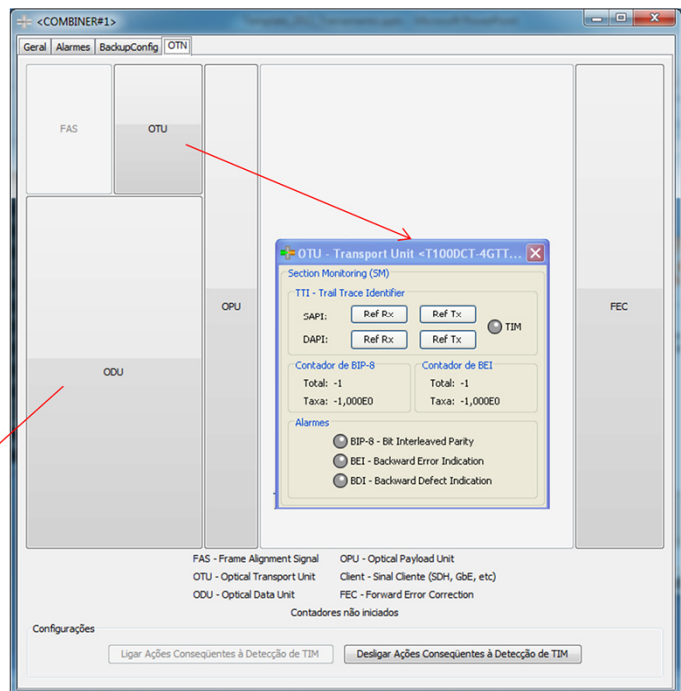
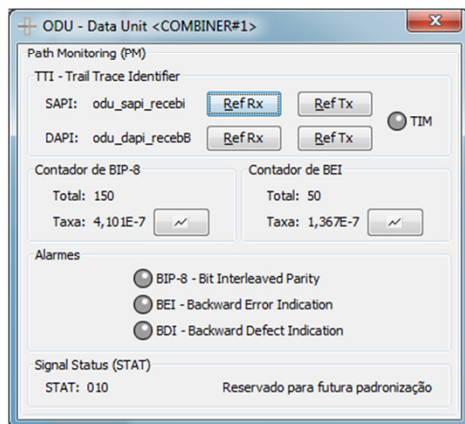
SAPI e DAPI

- *O que é?*
- *Como Configurar*

SAPI-DAPI

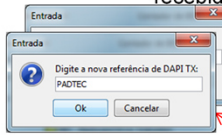
Transponder Terminal 10G Aba OTN

- Representação da estrutura do quadro OTN
- Alguns campos "clicáveis"

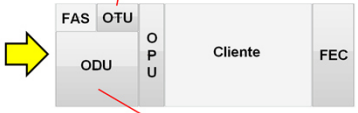


SAPI-DAPI

Configuração de palavras SAPI e DAPI para comparação com o quadro recebido



Palavras de SAPI e DAPI que são encontradas dentro do quadro recebido



OTU

TTI - Trail Trace Identifier

SAPI: PADTEC Ref Rx

DAPI: PADTEC Ref Rx

Ref Tx Ref Tx

TIM

Comparação:
Palavra Recebida = Palavra Configurada?

ODU

TTI - Trail Trace Identifier

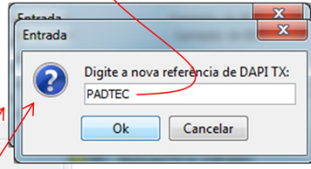
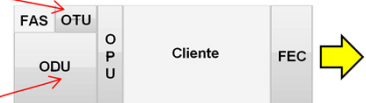
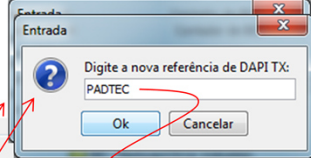
SAPI: PADTEC Ref Rx

DAPI: PADTEC Ref Rx

Ref Tx Ref Tx

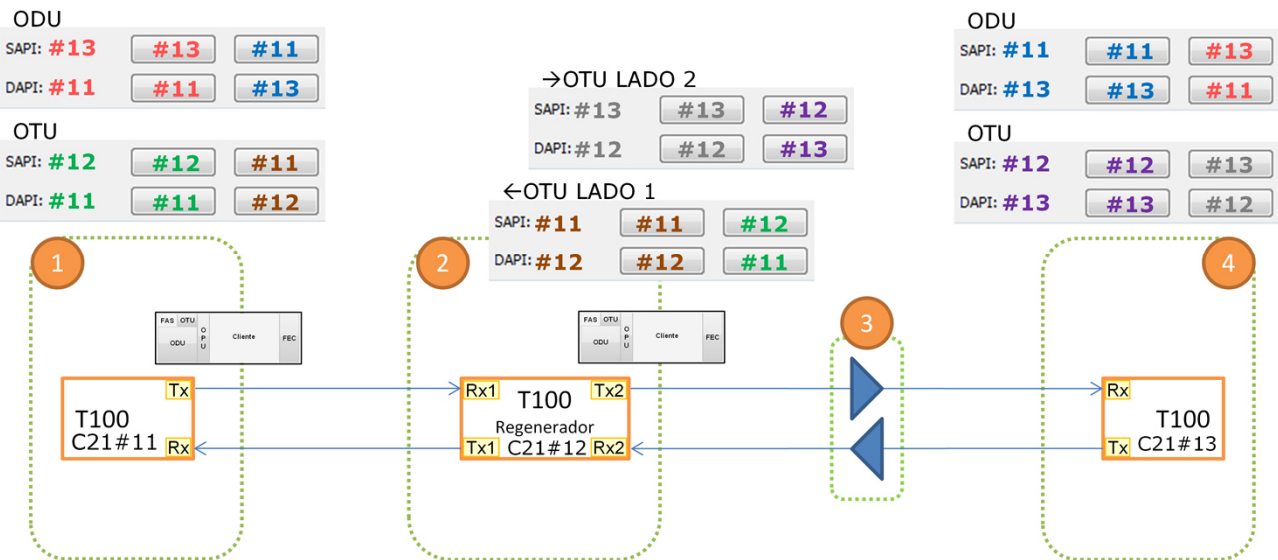
TIM

Configuração de palavras SAPI e DAPI para o quadro a ser transmitido

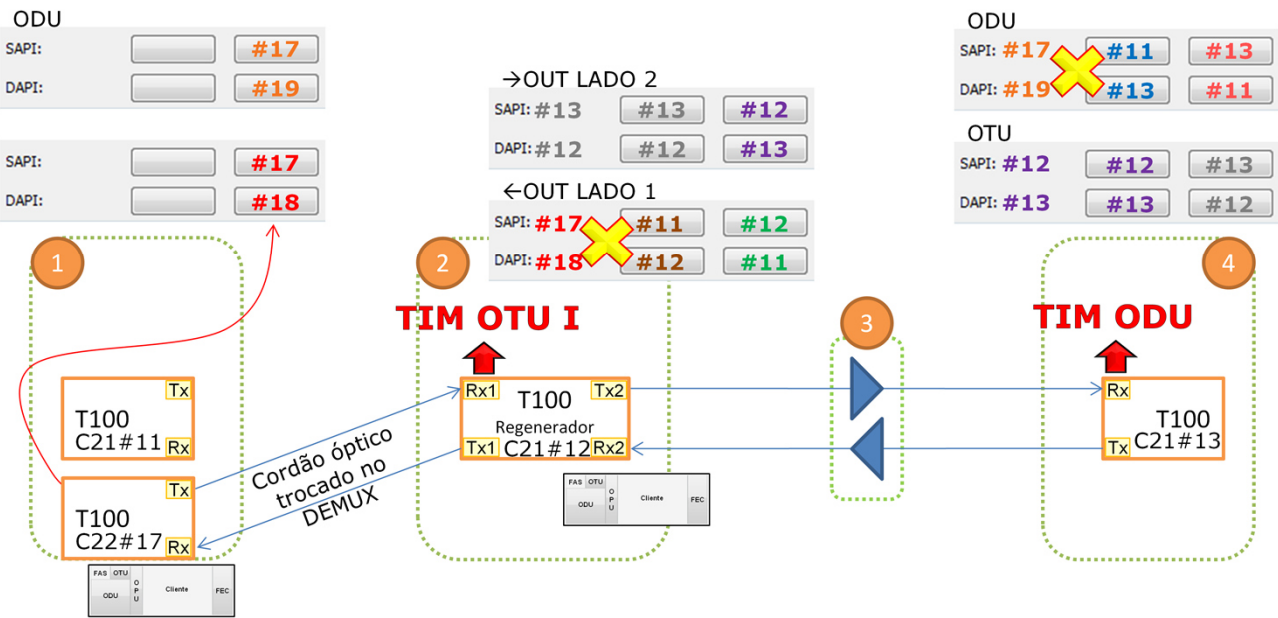


SAPI: Source Access Point Identifier
DAPI: Destination Access Point Identifier

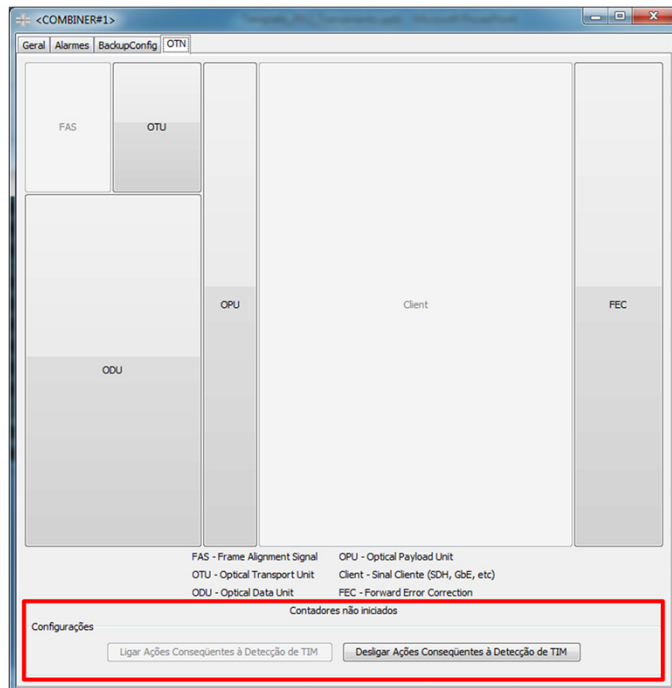
SAPI-DAPI



SAPI-DAPI



SAPI-DAPI



Ações Consequentes à Detecção de TIM (ou AIS sob TIM)

Se ligado:

Transponder não entrega o que está no Payload do quadro OTN para o Equipamento Cliente (envia AIS).

Se desligado:

Caso as palavras SAPI/DAPI recebidas não coincidam, o Transponder irá alarmar TIM, porém mesmo assim, irá entregar o que está no Payload do quadro OTN para o Equipamento Cliente.

Grato!

padtec.com



Padtec