

Revision Record

Do Not Print This Page

Course Code	Product	Product Version	Course Version
		V1	V1

Author/ID	Date	Reviewer/ID	New/Update
Cao Guangya/wx762322	2020.06.18	Bao Yingcheng/wx657857	Novo
Yu Yingni/wx18657	2020.08.25	Bao Yingcheng/wx657857	Atualizar

Visão geral da rede de transmissão



Foreword

- Redes de transmissão são redes de comunicação básicas que fornecem canais de transmissão e plataformas para vários serviços. Desempenham um papel importante nas redes de comunicação modernas. Nos últimos anos, as tecnologias das redes de transmissão avançam rapidamente e são amplamente aplicadas no domínio das comunicações. Depois de aprender este curso, você terá uma compreensão básica das redes de transmissão.

Objectives

- Ao concluir este curso, você estará apto a:
 - Descrever os conceitos de rede de transmissão.
 - Compreender as principais tecnologias de rede de transmissão.
 - Entender as soluções de rede de transmissão da Huawei.

Contents

- 1. Conceitos básicos de redes de transmissão**
2. Tecnologias de Rede de Transmissão
3. Soluções de rede de transmissão Huawei

O que é uma rede de transmissão?



O que conecta todos os tipos de dispositivos de comunicação e terminais implantados em todo o mundo, como estações base e switches?

O que fornece *pipes* de serviço confiáveis, de longa distância e de grande capacidade?

- Se a informação é comparada com as mercadorias, uma rede de transmissão é uma rede logística. As redes logísticas transportam serviços entre empresas e indivíduos, enquanto as redes de transmissão transportam informações entre as redes de serviços. As redes de transmissão implementam a interação de informações entre as redes fixas, redes móveis, banda larga, dados, softswitch e clientes VIP. Isto é, fazemos ligações telefônicas, enviamos mensagens SMS, nos comunicamos na Internet, e assistimos a TV IP por uma longa distância com base em redes de transmissão grandes e complexas. Redes de transmissão conectam silos de serviços em todo o mundo para formar redes de telefonia fixa, redes de comunicações móveis e Internet de banda larga.
- Redes de transmissão são redes confiáveis que transmitem informações massivas em longas distâncias.
- Abreviações:
 - Modem óptico: terminal de rede óptica (ONT) e dispositivo de rede de acesso de banda larga

Definição de rede de transporte

- Uma rede de transmissão é a infraestrutura que fornece meios de transmissão de informações de serviço para várias redes de serviços.



Do ponto de vista dos dispositivos sem fio, uma rede de transmissão é um *pipe* de serviço que fornece transmissão confiável de longo alcance.

- Uma rede de transmissão é a infraestrutura que fornece meios de transmissão de informações de serviço para várias redes de serviços. Se switches de telefone, switches de dados e vários terminais de rede são chamados de nós de serviço, uma rede de transmissão é responsável por conectar esses nós e transmitir informações de forma transparente entre quaisquer dois nós. Em resumo, uma rede de transmissão é um *pipe* que conecta dispositivos de comunicação e terminais. **Uma rede de transmissão não produz informação.** Em vez disso, apenas transmite serviços. Uma rede de transmissão, como uma rede de infraestrutura em toda a rede de comunicações, é usada para transmitir sinais de várias redes de serviço.
- Os meios de transmissão de uma rede de transmissão são principalmente fibras ópticas. Intuitivamente, uma rede de transmissão consiste em dispositivos de transmissão e fibras ópticas que conectam estes dispositivos.
- Uma rede de transmissão é muitas vezes referida como uma rede de transmissão óptica ou uma rede portadora (bearer network).
 - As primeiras redes portadoras referem-se principalmente a redes de portadoras IP (IP bearer networks). Com o desenvolvimento de serviços baseados no IP, as redes de transmissão tornam-se gradualmente baseadas no IP, e as redes de transmissão e as redes portadoras estão profundamente integradas. Portanto, redes de transmissão e redes portadoras IP são coletivamente chamadas de "grandes redes portadoras", conhecidas como redes portadoras.

Definição de rede de transporte

- Uma rede de transmissão é a infraestrutura que fornece meios de transmissão de informações de serviço para várias redes de serviços.



Do ponto de vista dos dispositivos sem fio, uma rede de transmissão é um *pipe* de serviço que fornece transmissão confiável de longo alcance.

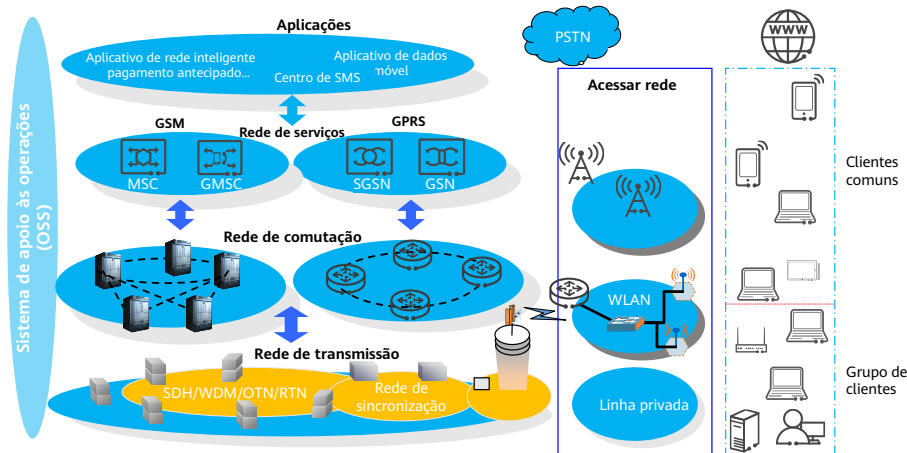
- Node B: Estação Base
- RNC: Controlador de Rede de Rádio

Principais características das redes de transmissão

- Grande capacidade: As redes de transmissão podem fornecer largura de banda de serviço de grande capacidade para comunicações entre dispositivos de comunicação e terminais. A implementação de serviços que exigem muita largura de banda, como 5G, 8K e VR/AR, depende da evolução sustentável das tecnologias de rede de transmissão e da melhoria contínua da capacidade de transmissão.
- Longa distância: As redes de transmissão podem conectar dispositivos de comunicação isolados e terminais que estão distribuídos ao redor do mundo.
 - Se os dispositivos de comunicação estiverem próximos um do outro, eles podem ser conectados diretamente através de fibras ópticas ou cabos de rede. Por exemplo, switches com até 100 metros podem ser conectados usando cabos de rede.
- Acesso multiserviço: há suporte para várias interfaces de serviço.
- Alta confiabilidade: as redes de transmissão suportam vários esquemas de proteção para garantir conexões confiáveis para serviços. Em comparação com a proteção das redes de serviços, a proteção das redes de transmissão garante um curto tempo de comutação e pequenos danos aos serviços.

- Grande capacidade: A largura de banda das fibras ópticas é quase infinita em comparação com a dos dispositivos. Portanto, as redes de transmissão que usam fibras ópticas apresentam grande capacidade e podem transportar um grande número de sinais de serviço. Atualmente, a capacidade de transmissão de uma única fibra é de 48 Tbit/s.
- Longa distância: Fibras ópticas caracterizadas por baixa perda de sinal podem transmitir sinais de serviço em longas distâncias em redes de transmissão. Tecnologias como a comunicação óptica coerente podem ser usadas para alcançar a transmissão de sinais ao longo de milhares de quilômetros sem regeneração elétrica. Se a distância de transmissão for curta, você poderá usar mídias como fibras ópticas, cabos de rede e cabos coaxiais para conectar nós de rede, em vez de conectar os dispositivos em ambas as extremidades a qualquer rede de transmissão.
- Acesso multiserviço: Várias interfaces de serviço mainstream, incluindo PDH, SDH, Ethernet, PCM e interfaces de serviço de vídeo, são fornecidas.
- Alta confiabilidade: vários esquemas de proteção em nível de rede e esquemas de proteção em nível de dispositivo são fornecidos. O tempo de comutação é curto e o dano aos serviços é pequeno.

Rede de transmissão na arquitetura de redes de telecomunicações



9 Confidencial da Huawei

HUAWEI

- A rede de transmissão é uma portadora de várias redes de serviços e é a camada mais baixa de uma rede pública de telecomunicações. Se uma rede de transmissão for construída de forma inadequada, o desenvolvimento de redes de serviços será restringido e a implantação de serviços será negativamente afetada.
- Explicações de algumas abreviações
 - MSC: Mobile Switching Center - Centro de Comutação Móvel
 - GMSC: Gateway Mobile Switching Center - Centro de Comutação Móvel de Gateway
 - SGSN: Serving GPRS Support Node - Nó de Suporte ao Serviço GPRS
 - GGSN: Gateway GPRS Support Node - Nó de Suporte ao Serviço de Gateway GPRS
 - PSTN: Public Switched Telephone Network - Rede Pública de Comutação Telefônica
 - GSM: Global System for Mobile Communications - Sistema Global para Comunicações Móveis
 - GPRS: General Packet Radio Service - Serviço Geral de Rádio por Pacotes

Quiz

1. (Multiple-answer question) What are the main features of transmission networks?
 - A. Large capacity
 - B. Long distance
 - C. Multi-service access
 - D. High reliability

- Resposta
 - 1. ABCD

Quiz

2. (Multiple-answer question) Which of the following service nodes can be connected through a transmission network?
- A. RRU and BBU
 - B. Surveillance center and sub-center in a railway communications network
 - C. Google data centers in Australia and the United States
 - D. ONT and PC at home

- Resposta
 - 2. ABC

Contents

1. Conceitos básicos de redes de transmissão

2. Tecnologias de Rede de Transmissão

- Desenvolvimento de Rede de Transmissão

- SDH

- WDM

- Recursos e tecnologias de aplicativos

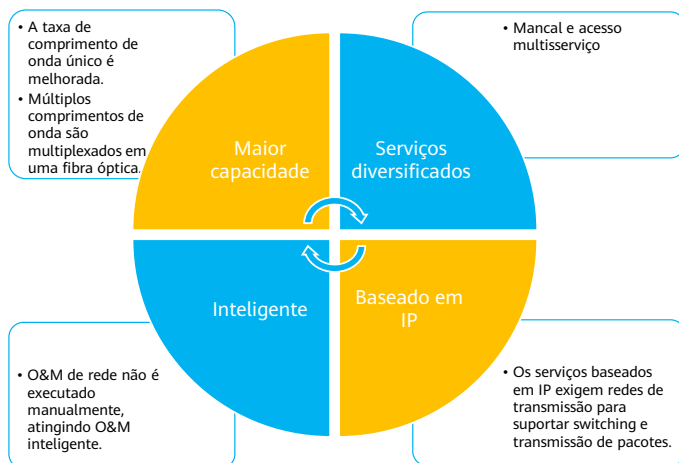
3. Soluções de rede de transmissão Huawei

Desenvolvimento de Rede de Transmissão



- PDH: plesiochronous digital hierarchy
- SDH: synchronous digital hierarchy
- MSTP: Multi-service transport platform
- DWDM: dense wavelength division multiplexing
- Hybrid MSTP: TDM + packet dual-plane MSTP
- ASON: automatically switched optical network (intelligent optical network)
- OTN: optical transport network
- MS-OTN: multi-service optical transport network
- Liquid OTN: next-generation OTN technology
- TSDN: transport software defined networking

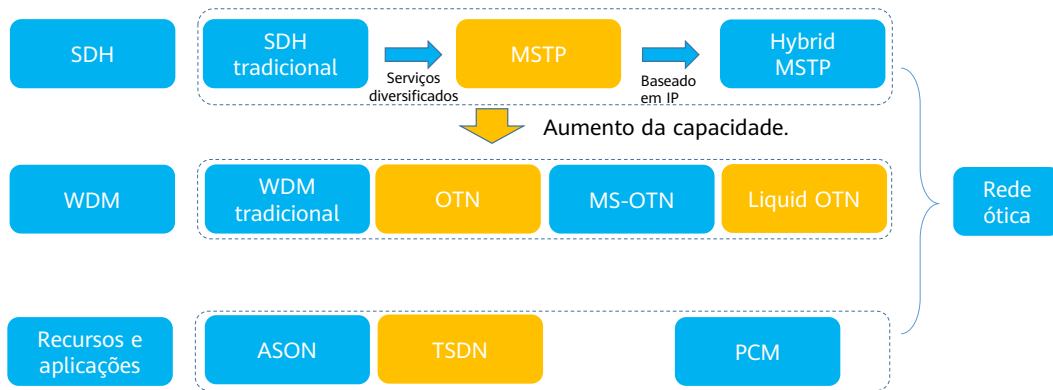
Tendências de Desenvolvimento da Rede de Transmissão



- A largura de banda é sempre insuficiente para as redes de serviço. A taxa de acesso a serviços, a capacidade de conexão cruzada e a taxa na linha precisam ser continuamente aprimoradas para os dispositivos de transmissão. Atualmente, a taxa comercial máxima de SDH de comprimento de onda único da Huawei é de 10 Gbit/s. A taxa máxima de OTN de comprimento de onda único atinge 800 Gbit/s. Em 2020, a China Mobile Zhejiang alcançou 800 Gbit/s por comprimento de onda e 48 Tbit/s por fibra (60 comprimentos de onda).
- Com o surgimento de novos serviços, os dispositivos de transmissão precisam fornecer recursos de acesso a serviços para transportar sinais em redes de transmissão e, em seguida, transmiti-los para locais remotos. Dos serviços PDH tradicionais aos serviços Ethernet e, em seguida, aos serviços de pacotes, as redes de transmissão suportam o acesso de sinais em taxas diferentes e em formatos diferentes.
- Com o rápido desenvolvimento dos serviços baseados em IP, as redes de transmissão devem, tal como os dispositivos IP, ser capazes de fornecer acesso, comutação e transmissão sem descontinuidades para esses serviços.
- Com a rápida evolução dos serviços Internet+, 5G, 8K e VR, as redes ópticas estão se tornando cada vez mais complexas como a maior portadora de tráfego de largura de banda. Para as redes ópticas tradicionais, a implantação de rede é demorada e trabalhosa, e o provisionamento de serviços é lento. Portanto, é urgente uma evolução contínua para implementar a implantação rápida de

serviços e o O&M inteligente.

Principais Tecnologias de Rede de Transmissão Huawei



- Os dispositivos de rede de transmissão da Huawei incluem principalmente dispositivos das séries SDH e WDM.
 - Os dispositivos da série SDH incluem dispositivos SDH tradicionais, dispositivos MSTP e dispositivos MSTP híbridos. A evolução dos dispositivos da série SDH indica as tendências de desenvolvimento diversificadas e baseadas em IP das redes de transmissão.
 - Os dispositivos da série WDM incluem dispositivos WDM tradicionais, dispositivos OTN, dispositivos MS-OTN e dispositivos Liquid OTN. O processo de evolução reflete igualmente as tendências de desenvolvimento diversificadas e baseadas no IP das redes de transmissão.
 - Da série SDH para a série WDM, a capacidade é muito aumentada devido à mudança do modo de multiplexação.
 - ASON e TSDN são características importantes das redes de transmissão e refletem a tendência de desenvolvimento inteligente das redes de transmissão.
 - O PCM é amplamente utilizado em cenários de acesso de baixa taxa, como energia elétrica e ferrovia.

Contents

1. Conceitos básicos de redes de transmissão
- 2. Tecnologias de Rede de Transmissão**
 - Desenvolvimento de Rede de Transmissão
 - SDH
 - WDM
 - Recursos e tecnologias de aplicativos
3. Soluções de rede de transmissão Huawei

Definição de SDH

- SDH é uma hierarquia de sinal digital padrão completa que fornece transmissão digital síncrona, multiplexação e conexões cruzadas.
- Contexto social: As redes de comunicação precisam transmitir, mudar e processar o volume crescente de informações e satisfazer requisitos digitais, integrados, inteligentes e personalizados.
 - Como portadora de uma rede de comunicação, uma rede de transmissão deve ser:
 - Orientado a banda larga - super rodovia da informação
 - Padronizado - interfaces unificadas mundiais
- Contexto técnico: As redes tradicionais de PDH já não são aplicáveis ao desenvolvimento de comunicações modernas.

- A PDH, que foi colocada em uso comercial em larga escala na década de 1980, apresenta as seguintes desvantagens:
 - Os padrões para portas elétricas são regionais, em vez de universais.
 - Os padrões mundiais para portas ópticas estão ausentes.
 - A multiplexação assíncrona faz com que a multiplexação de sinal e a demultiplexação sejam executadas nível por nível. Durante o processo, os sinais são susceptíveis de se degradar.
 - O cabeçalho (overhead) do OAM é pequeno.
 - Não há interface de gerenciamento de rede unificada.
- O SDH é desenvolvido com base no PDH. Padrões internacionais SDH surgiram antes dos produtos SDH, de modo que os defeitos da PDH são superados desde o projeto.
- Conceito básico: SDH define uma hierarquia de sinais digitais padronizados que envolvem transmissão síncrona, multiplexação e conexões cruzadas.
 - Interface SDH: STM-N (*Synchronous Transport Module*), que adota a interface padrão internacional e é aplicável à interconexão entre dispositivos de diferentes fornecedores.
 - Modo de multiplexação SDH: multiplexação intercalada de byte síncrono é usada. A taxa é aumentada quatro vezes de STM-1 para STM-4. A posição de um sinal tributário (canal) de baixa taxa no quadro STM-N é previsível. Portanto, o sinal tributário de baixa taxa pode ser diretamente retirado ou adicionado ao sinal STM-N.
 - O formato de quadro STM-N é fixo. As frequências de quadro dos sinais em taxas diferentes são as mesmas. A estrutura do quadro STM-1 é horizontalmente expandida para a estrutura do quadro STM-N por N vezes.
 - Vários cabeçalhos (overhead) e ponteiros são usados para monitorar a qualidade da transmissão do sinal, contribuindo para a fácil manutenção e administração.
 - Rede flexível: cadeia, estrela, árvore, anel e malha.

Vantagens da SDH



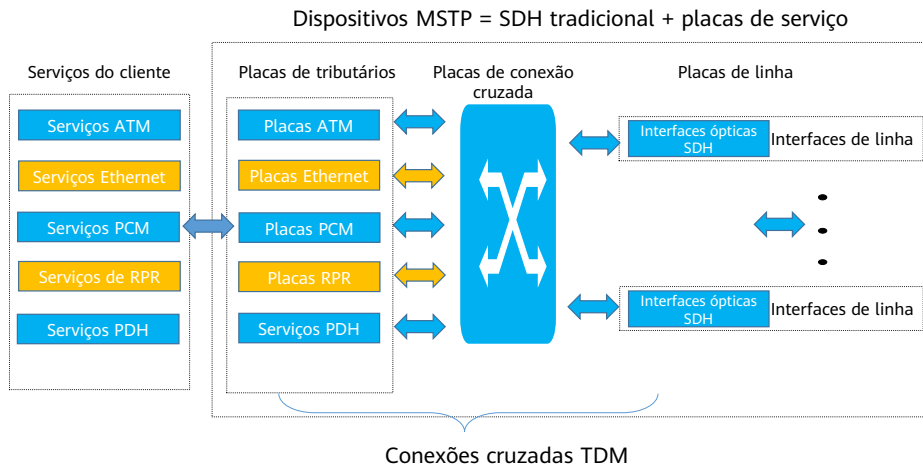
- **Interfaces:** interface elétrica. O sistema SDH tem um conjunto de níveis de estrutura de informação padrão, ou seja, um conjunto de níveis de taxa padrão. Os níveis da estrutura de transmissão de sinal são módulos de transmissão síncrona STM-1/4/16/64. As interfaces de linha (portas ópticas) estão em conformidade com os padrões e especificações universais globais. A codificação de linha de sinais SDH apenas embaralha o código de sinal e não insere o código de redundância.
- **Multiplexação:** os sinais de SDH de baixa taxa são multiplexados na estrutura do quadro de sinais de SDH de alta taxa no modo de intercalação de bytes. Além disso, devido ao modo de multiplexação síncrona e à estrutura de mapeamento flexível, os sinais tributários de baixa taxa de PDH (como 2 Mbit/s) podem ser multiplexados em quadros SDH (STM-N). **A posição dos sinais tributários de baixa taxa nos quadros STM-N é previsível.** Portanto, sinais tributários de baixa taxa podem ser diretamente extraídos ou adicionados aos sinais STM-N.
- **Operação e manutenção (O&M):** **vários overheads de sinais SDH ocupam 1/20 de todos os bits em todo o quadro,** melhorando muito as funções OAM. Por conseguinte, o custo de manutenção do sistema é muito reduzido, o que representa uma grande proporção do custo total dos dispositivos de comunicação. Portanto, o custo total de um sistema SDH é menor do que o de um sistema PDH. Estima-se que o custo total de um sistema SDH seja apenas 65,8% do custo total de um sistema PDH.
- **Compatibilidade:** SDH apresenta forte compatibilidade, o que significa que após uma rede de transmissão SDH ser construída, a rede de transmissão PDH original não é obsoleta e as duas redes de transmissão podem coexistir. Ou seja, os serviços PDH podem ser transmitidos por uma rede SDH. Além disso, sinais de outros sistemas, como sinais de modo de transferência assíncrona (ATM - Asynchronous Transfer Mode) e sinais de interface de dados distribuídos por fibra (FDDI - Fiber Distributed Data Interface), também podem ser transmitidos através de uma rede SDH.

Conceitos relacionados ao MSTP

- Os dispositivos SDH tradicionais fornecem apenas interfaces E1, E3, e E4. Se os serviços Ethernet precisarem ser transportados, os conversores de protocolo precisarão ser configurados. Por exemplo, cinco conversores de protocolo precisam ser configurados em ambos os lados de um dispositivo SDH para receber um serviço Ethernet de 10 Mbit/s.
- O MSTP, uma plataforma de transmissão multisserviços baseada em dispositivos SDH tradicionais, integra conversão de protocolo, adaptação e encapsulamento de sinal em placas de serviço em dispositivos SDH, facilitando o acesso ao serviço. Além disso, o MSTP tem todas as funções de SDH, incluindo proteção e restauração e OAM, e oferece suporte à transmissão e ao acesso de vários serviços, como PDH, Ethernet, ATM e PCM.
- Resumindo: MSTP = SDH tradicional + placas de serviço

- Os dispositivos SDH tradicionais são desenvolvidos com base em PDH. As interfaces de serviço do lado tributário são PDH E1, E3 e E4. Se os serviços Ethernet e PCM precisarem ser carregados, as placas de serviço correspondentes precisarão ser adicionadas e os dispositivos SDH tradicionais precisarão evoluir para dispositivos MSTP.
- Os dispositivos MSTP e os dispositivos SDH tradicionais são baseados no plano TDM. Se o plano de pacote for adicionado, eles se transformarão em dispositivos Hybrid MSTP.
- A taxa comercial máxima no lado da linha de dispositivos SDH tradicionais (incluindo dispositivos MSTP) é de 10 Gbit/s. É possível obter maior capacidade usando a tecnologia WDM.
- Atualmente, os dispositivos SDH tradicionais, incluindo os dispositivos MSTP, estão sendo gradualmente desativados nas redes das operadoras. Os produtos MSTP híbridos podem existir por muito tempo, mas o inventário é limitado. No futuro, o número de dispositivos aumentará apenas no mercado corporativo.

Modelo de Dispositivo MSTP



- As placas tributárias dos dispositivos MSTP acessam vários serviços, como PDH, Ethernet e PCM. Depois de passar pelas placas de conexão cruzada, os sinais de serviço são enviados para locais remotos através de placas de linha (à taxa de STM-1/4/16/64).
- O MSTP usa comutação de circuito baseado em TDM e aloca largura de banda fixa para usuários especificados, atendendo aos requisitos dos serviços de voz tradicionais.
- O MSTP suporta placas de dados, como placas Ethernet, que podem transportar serviços de dados. Entretanto, como o núcleo ainda é uma comutação de circuito baseado em TDM, a largura de banda não pode ser compartilhada com outros serviços. Mesmo que os usuários não tenham tráfego de serviço, a largura de banda ainda estará exclusivamente ocupada.
- O MSTP não oferece suporte à multiplexação estatística.
 - Multiplexação estatística: No caso da capacidade de transmissão de dispositivos físicos, a largura de banda é alocada dinamicamente de acordo com a quantidade de dados. Quando a largura de banda está ociosa, outros serviços podem usar a largura de banda. Quando a largura de banda do serviço excede a largura de banda configurada, se houver largura de banda restante, a largura de banda extra é usada para transmitir pacotes de dados; se não houver largura de banda restante, os pacotes de dados são descartados. De acordo com as características estatísticas de vários serviços, os recursos da rede são atribuídos dinamicamente entre os serviços para alcançar a melhor utilização dos recursos, com base na garantia da qualidade do serviço.
- TDM: multiplexação por divisão de tempo

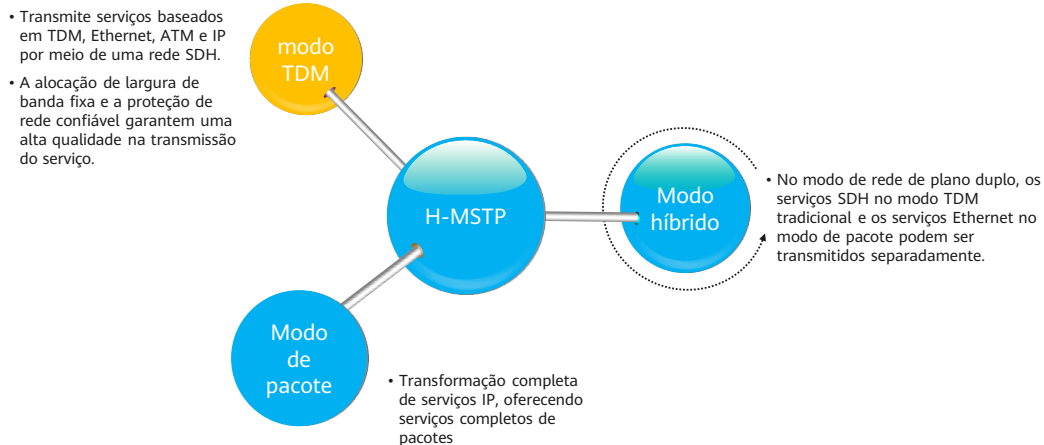
Desenvolvimento de Rede de Transmissão Baseado em IP - MSTP Híbrido (H-MSTP)

- H-MSTP = MSTP + PTN
 - O H-MSTP tem as arquiteturas MSTP e de rede de transporte de pacotes (PTN), implementando o processamento ideal de serviços TDM e serviços de pacote.
 - Os serviços de dados podem ser transmitidos sem problemas na rede H-MSTP, e o domínio TDM e o domínio de pacote podem ser interconectados sem problemas.



- Os produtos Huawei Hybrid MSTP têm arquiteturas MSTP e PTN e podem ser configurados de forma flexível para atender aos requisitos de rede em diferentes fases.
 - Ele herda todos os recursos do MSTP e obtém a melhor qualidade dos serviços do TDM. O modo de transmissão dos serviços TDM tradicionais é mantido e é o mesmo que o de uma rede SDH.
 - Os dispositivos MSTP em redes operacionais podem ser facilmente atualizados para dispositivos H-MSTP para garantir uma evolução suave da rede e proteger o investimento.
 - Arquitetura de pacotes PTN: fornece uma plataforma de transmissão altamente confiável e flexível para transportar com eficiência serviços de dados de classe de operadora.
 - Interconexão de serviços Ethernet entre o TDM e os domínios de pacotes: serviços MSTP e serviços de pacotes podem ser convertidos dentro dos dispositivos. Além disso, oferece suporte ao gerenciamento e à proteção completos de serviços, realizando assim a convergência com as redes MSTP.

Modos de funcionamento de dispositivos Hybrid MSTP



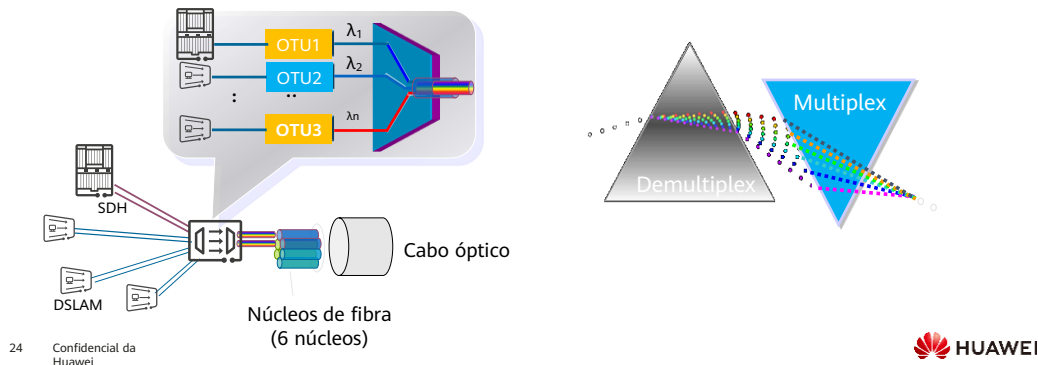
- Com base na evolução da rede em diferentes fases, a rede H-MSTP fornece três modos de funcionamento: modo MSTP, modo híbrido (TDM+pacote plano duplo) e modo de pacote (PTN).
 - Diferentes modos de aplicação são selecionados para diferentes cenários de aplicação para obter o suporte ideal de TDM e serviços baseados em IP.
 - Diferentes modos podem ser convertidos de forma flexível e suave.

Contents

1. Conceitos básicos de redes de transmissão
- 2. Tecnologias de Rede de Transmissão**
 - Desenvolvimento de Rede de Transmissão
 - SDH
 - WDM
 - Recursos e tecnologias de aplicativos
3. Soluções de rede de transmissão Huawei

WDM

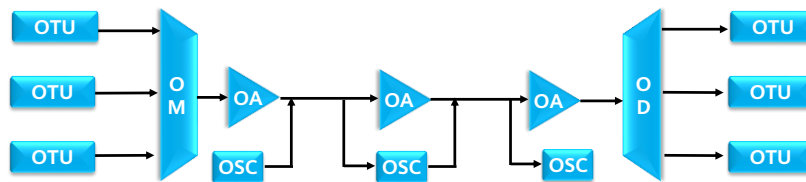
- Wavelength division multiplexing (WDM) é uma tecnologia que multiplexa sinais ópticos de diferentes comprimentos de onda em uma fibra óptica para transmissão. Os comprimentos de onda são multiplexados na extremidade de transmissão e demultiplexados na extremidade de recepção.



- Com a ampla aplicação dos serviços, os requisitos para a largura de banda das redes de transmissão estão aumentando.
 - A multiplexação por divisão de tempo (TDM) evolui da multiplexação de taxa primária para grupos quaternários em PDH tradicional para a multiplexação STM-1, STM-4, STM-16 e STM-64 em SDH.
 - Desvantagem 1: os recursos do cabo óptico são insuficientes.
 - Desvantagem 2: a atualização da taxa não é flexível.
 - Desvantagem 3: para dispositivos TDM de taxa mais alta, os custos são altos e os dispositivos TDM de 40 Gbit/s atingiram o limite de taxa de componentes eletrônicos.
 - A WDM multiplexa os sinais ópticos em taxas diferentes (comprimentos de onda) em uma fibra para transmissão. Os sinais digitais transportados por esses sinais ópticos podem ter a mesma taxa e formato de dados ou taxas e formatos de dados diferentes. Para expandir a capacidade de uma rede, novos comprimentos de onda podem ser implantados na rede de acordo com os requisitos do cliente:
 - Capacidade ultra-grande e transmissão de alcance ultra-longo
 - Transmissão transparente dos dados
 - Máxima proteção do investimento durante um upgrade do sistema
 - Alta flexibilidade de rede, economia e confiabilidade

Estrutura de um sistema WDM

- Componentes de um sistema WDM que multiplexa N comprimentos de onda:
 - Unidade óptica de transponder (OTU)
 - Unidade multiplexadora óptica/Unidade demultiplexadora óptica (OMU/ODU)
 - Amplificador óptico (OA. BA é a abreviação de amplificador de reforço, LA para amplificador de linha e PA para pré-amplificador.)
 - Canal óptico de supervisão/Canal elétrico de supervisão (OSC/ESC)



- Uma OTU converte diversos comprimentos de onda em comprimentos de onda padrão especificados pela ITU-T usando o esquema óptico para elétrico para óptico (O/E/O). Isto é, um fotodiodo positivo-intrínseco-negativo (PIN) ou um fotodiodo avalanche (APD) converte os sinais ópticos recebidos em sinais elétricos e os sinais elétricos modulam o laser de comprimento de onda padrão para obter novos sinais ópticos sobre comprimentos de onda WDM compatíveis com ITU-T.
- Um OMU, localizado na extremidade de transmissão, é um componente que tem várias portas de entrada e uma porta de saída. Cada porta de entrada recebe um sinal óptico. Esses sinais são transmitidos juntos através de uma porta de saída. Uma ODU, localizada na extremidade de recepção, tem uma porta de entrada e várias portas de saída e separa os sinais em vários comprimentos de onda.
- Um OA (como BA/LA/PA) amplifica os sinais ópticos. Um amplificador totalmente óptico apresenta tempo real, alto ganho, largura de banda ampla, on-line, baixo ruído e baixa atenuação. É um componente essencial em um sistema de comunicação por fibra óptica de próxima geração. Os amplificadores de fibra dopados com érbio (EDFAs) e os amplificadores Raman de fibra (FRAs) são comumente usados na prática. Particularmente, os EDFAs têm desempenho excepcional e são amplamente usados como BAs, LAs ou PAs em sistemas de comunicação por fibra óptica que suportam transmissão de longa distância, grande capacidade e alta velocidade.
- Um OSC é configurado para monitorar os sistemas de transmissão óptica WDM. A ITU-T recomenda o comprimento de onda de 1510 nm com uma capacidade de 2 Mbit/s. O OSC pode funcionar corretamente a taxas baixas com base na alta sensibilidade do receptor (superior a -48 dBm). No entanto, deve ser descartado antes de atingir um EDFA e adicionado depois de atingir o EDFA.

CWDM versus DWDM

	Banda	Espaçamento de canal	Cenário do Aplicativo	Requisito de Componente
DWDM	Principalmente banda C	40 comprimentos de onda: 100 GHz (cerca de 8 nm) 80 comprimentos de onda: 50 GHz (cerca de 4 nm) 96 comprimentos de onda: 50 GHz	Redes de backbone com altos requisitos de controle de perda. Várias placas OA são necessárias para transmissão de longo curso.	Os requisitos relativos aos lasers e multiplexadores/demultiplexadores (caros) são exigentes. Os custos são elevados.
CWDM	8 comprimentos de onda: S+C+L 16 comprimentos de onda: S+C+L+O+E	20 nm	Para uma rede de metrô de curta distância (geralmente dentro de 100 km), não é necessária nenhuma OA.	Para um comprimento de onda de largo espectro, o fator que o comprimento de onda deriva com a temperatura não precisa ser considerado para o laser. Não há controle de temperatura e o custo é baixo. O módulo multiplexador/demultiplexador usa o filme dielétrico e tem custos muito menores do que o módulo multiplexador/demultiplexador DWDM AWG. No entanto, o número de canais suportados não pode exceder 16.

- CWDM: multiplexação de divisão de comprimento de onda grosseiro; DWDM: multiplexação de divisão de comprimento de onda denso.
- Comparado com um sistema DWDM, um sistema CWDM fornece um certo número de comprimentos de onda e uma distância de transmissão dentro de 100 km, reduz os custos do sistema e melhora a flexibilidade. Por conseguinte, a CWDM aplica-se principalmente às redes metropolitanas.
- Em aplicações reais, os produtos CWDM são classificados em sistemas de 8 comprimentos de onda e sistemas de 16 comprimentos de onda. Atualmente, os sistemas de 8 comprimentos de onda são amplamente utilizados.

Perguntas

- Comparação entre SDH e WDM:
 - A largura de banda das redes WDM é aumentada. O recurso OAM das redes WDM precisa ser aprimorado para gerenciar informações maciças?
 - O WDM usa comprimentos de onda como unidades mínimas para a preparação de informações. Há algum problema, como o condicionamento inflexível e o desperdício de recursos?
 - A proteção WDM é abrangente?
- Solução: aplique principalmente o WDM na camada óptica para transmitir de forma transparente os sinais acessados. Se a camada elétrica puder ser adicionada e alguns conceitos de SDH puderem ser usados para referência, como ricos cabeçalhos OAM de camada elétrica, manutenção flexível de camada elétrica e proteção abrangente de camada elétrica, os problemas anteriores podem ser resolvidos.
- A tecnologia que combina o WDM (na camada óptica) e o SDH (na camada elétrica) é a OTN.

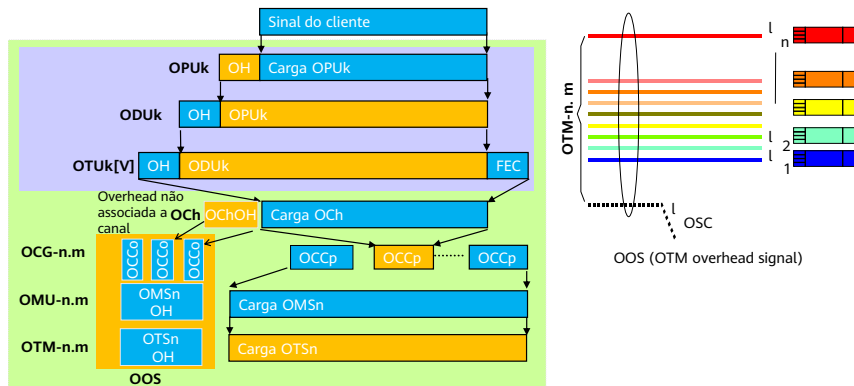
- Simplesmente falando, OTN é equivalente a WDM mais SDH.

OTN

- Uma rede de transporte óptico (Optical Transport Network - OTN) consiste em redes ópticas conectadas por ligações de fibra óptica. Ele permite transmissão, multiplexação, roteamento, gerenciamento, supervisão e proteção (capacidade de sobrevivência) de serviços do cliente com base em canais ópticos. Uma característica importante de uma OTN é que as configurações de transmissão de qualquer sinal de cliente digital são independentes de recursos específicos do cliente, ou seja, independência do cliente.
- Em comparação com o SDH e o WDM tradicional, o OTN tem as seguintes vantagens:
 - Transmissão de serviço de grande granularidade
 - Transmissão multisserviço
 - Poderosas funções de OAM
 - Rede flexível
 - Redução dos custos de construção e operação da rede

- Uma OTN utiliza a tecnologia de rede de integração ótico-elétrica, que não é um conceito novo. A ITU-T formulou uma série de padrões industriais OTN (como G.709, G.805, G.806, G.798, G.874, G.693 e G.872) ao longo dos anos. A tecnologia OTN é desenvolvida com base nas tecnologias SDH e WDM e combinou as vantagens dessas tecnologias.
- Um único comprimento de onda de um dispositivo OTN suporta uma taxa de transmissão de 40 Gbit/s, 100 Gbit/s, ou ainda maior, alcançando transmissão de grande capacidade e atendendo à tendência de desenvolvimento de redes IP de grande granularidade.
- Dispositivos OTN suportam acesso separado de serviço nos lados do tributário e da linha. Isso melhora a flexibilidade do acesso ao serviço e permite o acesso a vários serviços, como SDH, Ethernet, IP/MPLS e SAN.
- A OTN tem sua própria estrutura de quadro e vários overheads (cabeçalhos) para operar, gerenciar e manter sinais durante a transmissão.
- Em comparação com o WDM tradicional, o OTN fornece modos de rede flexíveis, como os modos de rede multi-anel, malha e estrela, que são normalmente exigidos pelas redes metropolitanas. É aplicável ao desenvolvimento de novos serviços e a ajustes frequentes dos serviços nas redes metropolitanas.
- Abreviações:
 - OTN: rede de transporte ótica

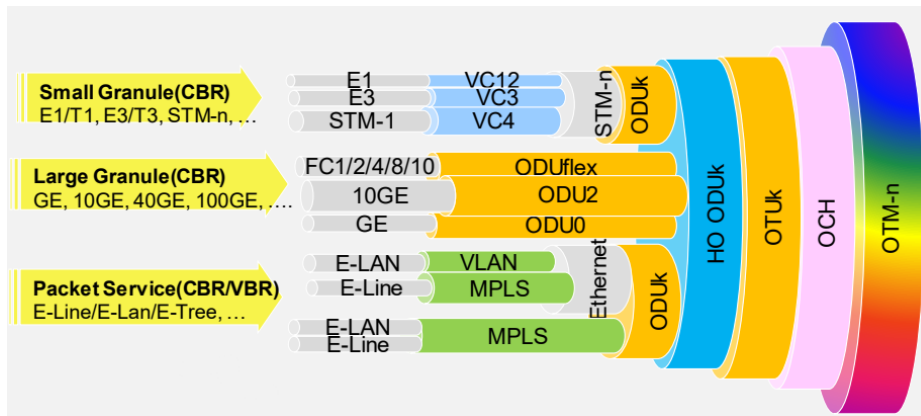
Arquitetura e interfaces da OTN



- O OTN introduz vários overheads com base no conceito de overheads do SDH para fornecer recursos de OAM&P.
- Um canal supervisorio óptico independente (OSC) é usado para transmitir o sinal de overhead OTM (OOS).

- OTUk, ODUk e OPUk são sinais elétricos e os sinais OCh e de camada superior são sinais ópticos.
- Sinais de cliente (como IP/MPLS, ATM, Ethernet e sinais SDH) são mapeados no OPUk como cargas úteis de OPU mais overheads de OPU. Aqui, k pode ser 1, 2, 3 ou 4, o que indica que a taxa de bits é de cerca de 2,5 Gbit/s, 10 Gbit/s, 40 Gbit/s, ou 100 Gbits, respectivamente. OPUk, como a carga ODU, forma ODUk. Os overheads de OTU e a área de FEC são adicionados ao ODUk e, em seguida, o ODUk é mapeado em uma unidade de transporte de canal óptico totalmente padronizada k (OTUk) ou uma unidade de transporte de canal óptico funcional padronizada k (OTUkV). Depois de serem adicionados com overheads de OCh, os sinais OTUk são mapeados em um canal óptico com funcionalidade total (OCh) ou em um canal óptico com funcionalidade reduzida (OChr). Após o OCh ser modulado para a portadora de canal óptico (OCC), a multiplexação por divisão de comprimento de onda é realizada em n OCCs para formar OCG-n.m. Depois disso, os overheads do OMS são adicionadas ao OCG-n.m para formar a interface OMSn. Os overheads OTS são adicionados ao OMSn para formar a unidade OTSn. Os sinais OChr são modulados em sinais OCCr e a multiplexagem por divisão do comprimento de onda é efectuada em n sinais OCCr para formar uma secção física ótica (OPSn). O OPSn combina as funções de transmissão das redes OMS e OTS sem informações de supervisão.
- Taxa de bits OTUk (bit/s):
 - OTU0: 1,25 G
 - OTU1: 2,5 G
 - OTU2: 10 G
 - OTU3: 40 G
 - OTU4: 100 G
 - OTUC2: 200 G
 - OTUC4: 400 G

Arquitetura e interfaces da OTN

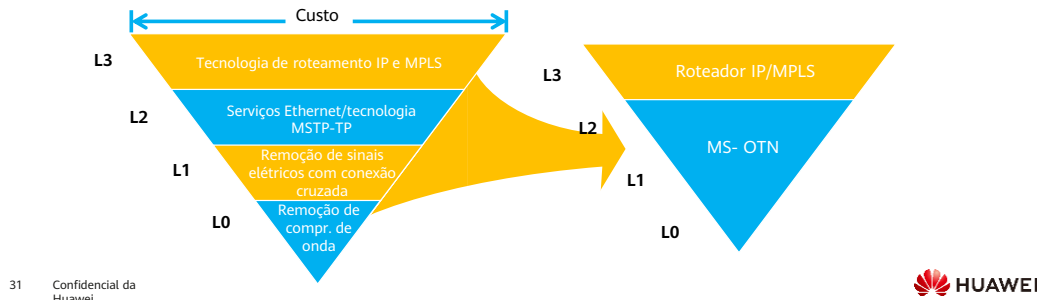


- O OTN introduz vários overheads com base no conceito de overheads do SDH para fornecer recursos de OAM&P.
- Um canal supervisorio óptico independente (OSC) é usado para transmitir o sinal de overhead OTM (OOS).

- OTUk, ODUk e OPUk são sinais elétricos e os sinais OCh e de camada superior são sinais ópticos.
- Sinais de cliente (como IP/MPLS, ATM, Ethernet e sinais SDH) são mapeados no OPUk como cargas úteis de OPU mais overheads de OPU. Aqui, k pode ser 1, 2, 3 ou 4, o que indica que a taxa de bits é de cerca de 2,5 Gbit/s, 10 Gbit/s, 40 Gbit/s, ou 100 Gbits, respectivamente. OPUk, como a carga ODU, forma ODUk. Os overheads de OTU e a área de FEC são adicionados ao ODUk e, em seguida, o ODUk é mapeado em uma unidade de transporte de canal óptico totalmente padronizada k (OTUk) ou uma unidade de transporte de canal óptico funcional padronizada k (OTUKV). Depois de serem adicionados com overheads de OCh, os sinais OTUk são mapeados em um canal óptico com funcionalidade total (OCh) ou em um canal óptico com funcionalidade reduzida (OChr). Após o OCh ser modulado para a portadora de canal óptico (OCC), a multiplexação por divisão de comprimento de onda é realizada em n OCCs para formar OCG-n.m. Depois disso, os overheads do OMS são adicionadas ao OCG-n.m para formar a interface OMSn. Os overheads OTS são adicionados ao OMSn para formar a unidade OTSn. Os sinais OChr são modulados em sinais OCCr e a multiplexagem por divisão do comprimento de onda é efectuada em n sinais OCCr para formar uma secção física ótica (OPSn). O OPSn combina as funções de transmissão das redes OMS e OTS sem informações de supervisão.
- Taxa de bits OTUk (bit/s):
 - OTU0: 1,25 G
 - OTU1: 2,5 G
 - OTU2: 10 G
 - OTU3: 40 G
 - OTU4: 100 G
 - OTUC2: 200 G
 - OTUC4: 400 G

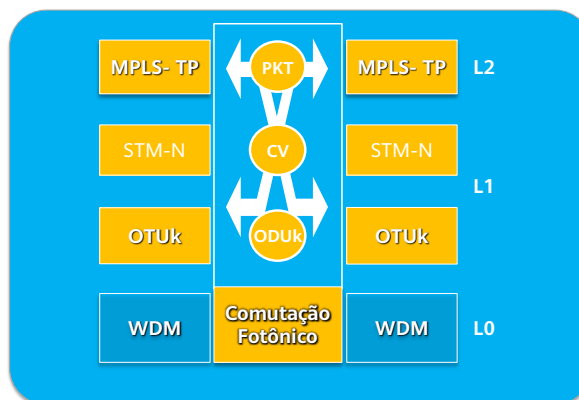
Desenvolvimento de rede de transmissão baseada em IP - MS-OTN

- MS-OTN: rede de transporte óptico multisserviços
 - Tecnologia de comutação de pacotes
 - Transmissão de OTN, PKT e de serviços
 - Estrutura de rede simplificada



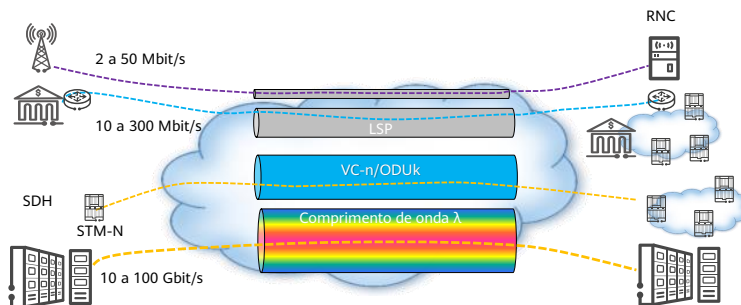
- Em consonância com a tendência de desenvolvimento das redes de transmissão, foi projetada uma arquitetura de rede de transporte óptico multisserviços (MS-OTN) que integra as tecnologias OTN, TDM e pacote (PKT). Na arquitetura MS-OTN, a Camada 0 (L0), a Camada 1 (L1) e a Camada 2 (L2) colaboram entre si para atender aos requisitos de largura de banda, qualidade e custo. Como tal, a arquitetura MS-OTN é ideal para redes de transmissão à prova de obsolescência.
- MS-OTN é um produto OTN de última geração seguindo NG WDM.
- O núcleo dos dispositivos MS-OTN é "all-in-one". Simplificando, os dispositivos MS-OTN têm os seguintes recursos:
 - Acesso multisserviço: os dispositivos MS-OTN podem receber e transmitir quaisquer serviços, como SDH, SONET, PDH, ETH, FC, SDI, PON, SAN e CPRI.
 - Remoção unificada: como os dispositivos MS-OTN se integraram às tecnologias L0, L1 e L2, eles podem fornecer remoção unificada de serviços nos níveis de comprimento de onda, pacote, ODU e VC.
 - Transmissão unificada: vários serviços podem ser mapeados nos melhores canais correspondentes e livremente agregados em comprimentos de onda de grande capacidade para transmissão unificada.
 - Manutenção unificada: a MS-OTN possui um NMS unificado, que pode operar e manter serviços de forma visual e uniforme em L0, L1 e L2.

Arquitetura MS-OTN



- MS-OTN integra a arquitetura multi-plano L0/L1/L2 para alcançar transmissão eficiente. O L2 implementa switching baseado em Ethernet/MPLS-TP, o L1 implementa switching baseado em ODUk/VC e o L0 implementa switching baseada em λ .
 - Os dispositivos de pacote OTN integram os planos técnicos L0, L1 e L2 e usam o design modular. Eles podem ser combinados em um único dispositivo OTN, um único dispositivo de pacote ou um dispositivo híbrido para transportar serviços com flexibilidade.
 - Os dispositivos de pacote OTN suportam WDM, 40G/100G e expansão de largura de banda ilimitada, atendendo aos requisitos de crescimento da largura de banda.
 - Os dispositivos de pacote OTN suportam o plano SDH, atendendo aos requisitos para uma evolução suave de redes SDH para redes OTN e protegendo investimentos.
 - Os dispositivos OTN fornecem funções L0, L1 e L2 para construir redes mais simples e confiáveis.
 - Os dispositivos de pacotes OTN podem selecionar a convergência de pacotes L2 com base nas características do tráfego de serviço para atender aos requisitos de utilização de alta largura de banda. As tubulações fixas L1 são usadas para atender aos requisitos de transmissão de alta segurança. Os comprimentos de onda L0 são selecionados para atender aos requisitos de alta largura de banda. A seleção flexível facilita redes de transporte (transmissão) sustentáveis e eficientes.

MS-OTN - Construção de rede flexível e escalonável



- Os dispositivos OTN de pacotes permitem a construção flexível de redes e a fácil expansão.
- Tubos de granularidade total:
 - Tubo L0: Comprimento de onda λ : 10 Gbit/s/40 Gbit/s/100 Gbit/s
 - Tubo L1: VC-n/ODUk
 - Tubulação L2: Tubulação PW/LSP com qualquer largura de banda
- Tubos rígidos e flexíveis:
 - Tubulação rígida (λ +ODU+VC): alta confiabilidade e segurança
 - Tubulação flexível PW/LSP: a largura de banda é configurável e pode ser ajustada dinamicamente. O planejamento é flexível e o custo é baixo.
- Planejamento flexível de rede: a largura de banda do pacote flexível de tubulação L2 pode ser configurada e ajustada. A topologia do serviço de rede suporta P2P, P2MP e MP2MP.
- Fácil expansão de rede: o design modular e a remoção centralizada garantem uma manutenção flexível e sem bloqueios.
- Transmissão de serviço eficiente: a tecnologia de pacotes integra os serviços de baixa taxa E1, FE e GE. Vários serviços compartilham o mesmo pipe, melhorando a utilização da largura de banda. Encaminhamento de serviço L0 de alta taxa (10 Gbit/s/100 Gbit/s), baixa latência e transmissão altamente confiável.
- Evolução suave do SDH: os serviços SDH podem ser facilmente herdados para implementar a modernização do SDH, ou seja, atualização do SDH para o OTN.

Desafios Enfrentados pela OTN e a Solução Correspondente

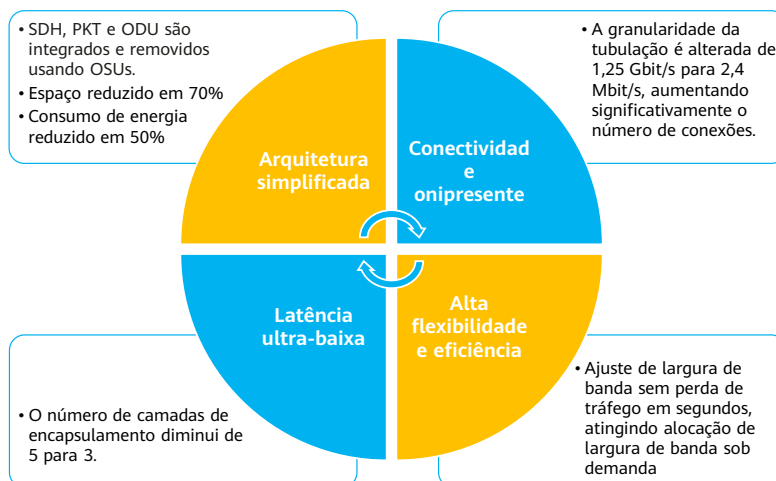
Vantagem	Desvantagem
Os canais de serviço são fisicamente isolados e não se afetam.	Tubos inflexíveis: O canal mínimo é ODU0, e apenas um pequeno número de conexões estão disponíveis.
Nenhuma perda de pacote e nenhum congestionamento.	Baixa utilização de recursos: Por exemplo, se os serviços de 100 Mbit/s forem mapeados para ODU0, a utilização de recursos será de 10%.
A latência é determinável, gerenciável, controlável e previsível.	Alta latência: encapsulamento e mapeamento de vários níveis, sem otimização de latência.
	Ajuste inflexível da largura de banda.

- Solução: líquido OTN

- Define o contêiner flexível orientado a serviços: unidade de serviço óptico (OSU). O mapeamento da OSU é adicionado para corresponder com flexibilidade a largura de banda do serviço. As OSUs podem transportar sinais de pequena granularidade de forma mais eficiente (por exemplo, N x 2,4 Mbit/s).

- A OTN, incluindo a MS-OTN, apresenta vantagens como alta largura de banda, isolamento de serviço, latência fixa e suporte multiserviço no suporte de serviço integrado. No entanto, eles também têm as seguintes desvantagens:
 - Flexibilidade insuficiente: o canal mínimo é ODU0, que é 1,25 Gbit/s, e apenas um pequeno número de conexões é suportado. Uma placa de linha de 100 Gbit/s suporta no máximo 80 serviços ODU0, mas existe um grande número de serviços de pequena granularidade de 2 Mbit/s a 1 Gbit/s em redes ativas.
 - Baixa utilização de recursos: por exemplo, se os serviços do cliente de 100 Mbit/s forem mapeados em serviços ODU0, a utilização da largura de banda será de apenas 10%.
 - Alta latência: o encapsulamento e o mapeamento de vários níveis levam à alta latência.
 - Ajuste inflexível de largura de banda
- Em 21 de fevereiro de 2020, a Huawei lançou a primeira solução de transmissão óptica Liquid OTN da indústria no Reino Unido.
- A solução Liquid OTN é a primeira solução de transmissão óptica do mundo que suporta mancal de todos os serviços. É composto por produtos de transmissão óptica Huawei série OptiXtrans.

Vantagens do líquido OTN



- **Arquitetura simplificada:** uma interface unificada do portador de serviços e uma alocação unificada de recursos são fornecidas.
- **Conectividade ubíqua:** a granularidade mínima da tubulação é alterada de 1,25 Gbit/s para 2,4 Mbit/s, aumentando significativamente o número de conexões. Uma única fibra pode fornecer 120.000 fatias rígidas, permitindo mais conexões ópticas.
- **Latência ultra-baixa:** A latência aumenta sempre que um serviço passa por uma camada de encapsulamento. Mais camadas de encapsulamento resultam em maior latência. Por exemplo, quando os serviços de 2 Mbit/s são encapsulados e multiplexados em serviços de 100 Gbit/s, o OTN tradicional requer cinco camadas de encapsulamento e multiplexação (VC12-VC4-ODU0-ODU4-OTU4 para serviços de 2 Mbit/s). Com a tecnologia Liquid OTN, os serviços de 2 Mbit/s requerem apenas três camadas de encapsulamento e multiplexação (OSU-ODU4-OTU4 para serviços de 2 Mbit/s), reduzindo significativamente a latência.
- **Flexível e eficiente:** o ajuste de largura de banda de serviço sem perda de tráfego melhora a eficiência de O&M da rede.

Contents

1. Conceitos básicos de redes de transmissão

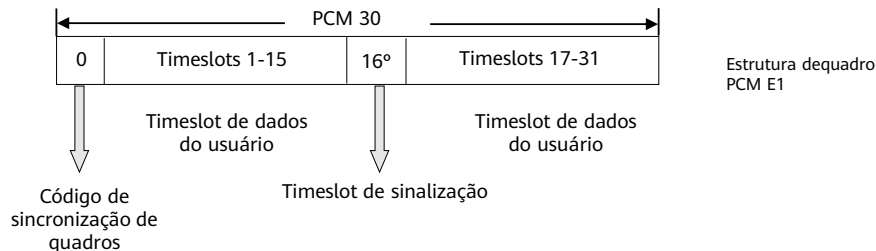
2. Tecnologias de Rede de Transmissão

- Desenvolvimento de Rede de Transmissão
- SDH
- WDM
- Recursos e tecnologias de aplicativos

3. Soluções de rede de transmissão Huawei

Conceitos relacionados ao PCM

- Em um sistema de comunicação por fibra óptica, as fibras ópticas transmitem pulsos ópticos binários 0s e 1s, que são gerados após uma fonte de luz ser ligada e desligada com sinais digitais binários. Um sinal digital é gerado pela amostragem, quantificação e codificação de sinais analógicos em constante mudança. Esse mecanismo é chamado de modulação de código de pulso (PCM). Esse sinal digital elétrico é chamado de sinal digital baseband, que é gerado pelo transceptor elétrico PCM. Atualmente, a tecnologia PSM é amplamente utilizada em sistemas de transmissão digital.



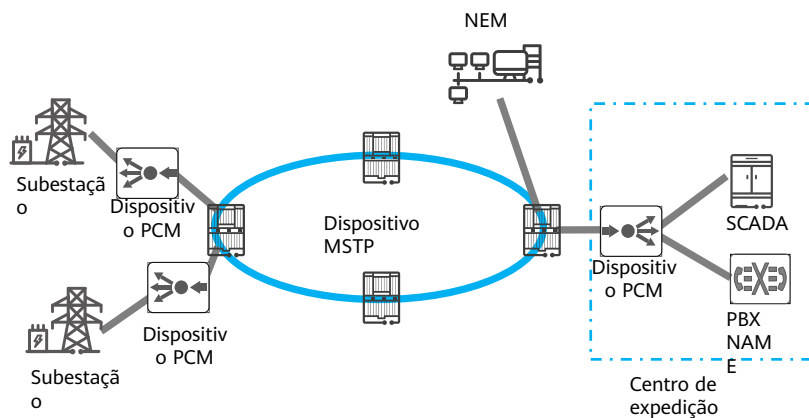
37 Confidencial da Huawei



- PCM: modulação de código de pulso
- E1 é um dos padrões PCM e consiste em 32 timeslots, nomeadamente TS0 a TS31. Cada timeslot é de 64 kbit/s. TS0 é o código de sincronização de quadro e TS16 é o timeslot de sinalização. Quando a sinalização (sinalização de canal comum ou sinalização associada a canal) é usada, o TS0 é usado para transmitir sinalização, e o TS16 não pode ser usado para transmitir dados.
- Os formatos PCM de E1 são os seguintes:
 - PCM30: O usuário do PCM30 tem 30 timeslots disponíveis, nomeadamente TS1-TS15 e TS17-TS31. TS16 é usado para transmitir sinalização e não suporta CRC.
 - PCM31: O usuário PCM30 tem 31 timeslots disponíveis, nomeadamente TS1-TS15 e TS16-TS31. O TS16 não transmite sinalização e a verificação de redundância cíclica (CRC) não é executada.
 - PCM30C: O usuário PCM30 tem 30 timeslots disponíveis, nomeadamente TS1-TS15 e TS17-TS31. O TS16 é usado para transmitir a sinalização e o CRC é executado.
 - PCM31C: O usuário do PCM30 tem 31 timeslots disponíveis, nomeadamente TS1-TS15 e TS16-TS31. O TS16 não transmite sinalização e o CRC é executado.
 - CE1: A transmissão E1 é dividida em trinta timeslots de 64 kbit/s,

geralmente expressos como $N \times 64$.

Exemplos de dispositivos e aplicativos PCM



- A tecnologia PCM é amplamente utilizada em sistemas de energia elétrica, sistemas ferroviários, sistemas de trânsito ferroviário urbano e sistemas de transmissão de energia. Com o desenvolvimento de tecnologias, os dispositivos PCM foram expandidos do acesso puro ao serviço de voz para o acesso integrado de vários serviços de dados de baixa taxa.
- Os dispositivos PCM fornecem as seguintes funções:
 - Converter sinais de baixa taxa em sinais digitais e encapsulá-los em canais de 64 kbit/s.
 - Fornecer a função de conexão cruzada de timeslot e várias interfaces padrão.
 - Multiplexar múltiplos canais de sinais de 64 kbit/s em sinais de 2 Mbit/s.
- Sinais comuns de baixa frequência:
 - Sinal de chamada de áudio
 - Sinal digital RS-232
 - Sinal E/M analógico de quatro fios
- A figura anterior mostra a aplicação de PCM em um sistema de energia elétrica. Serviços de baixa tarifa, como monitoramento de sinais e despacho de telefones de centrais elétricas, despacho de telefones de subestações, sinais de proteção de relé, sinais de sensor, sinais de monitoramento e RTUs precisam ser conectados à rede de transmissão de comunicação através de dispositivos PCM. Os dados são então transmitidos para o centro de distribuição de energia. Dessa forma, forma-se a rede de comunicação de todo um sistema elétrico.
- Os capítulos a seguir descrevem a solução PCM da Huawei. Os dispositivos PCM tradicionais podem ser transformados em placas PCM incorporadas em dispositivos de transmissão para economizar espaço, simplificar o gerenciamento e reduzir possíveis pontos de falha.

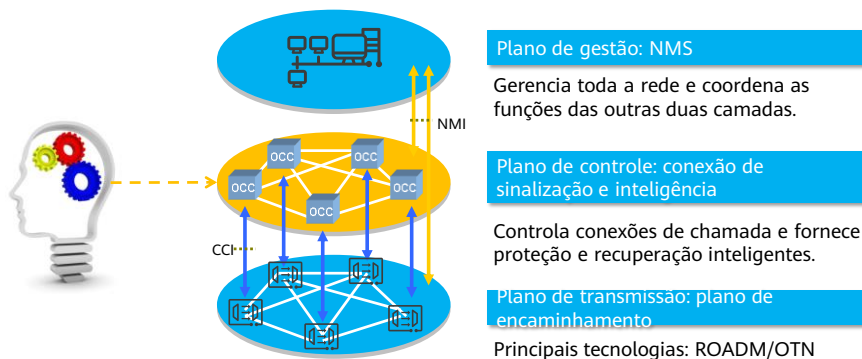
Desenvolvimento Inteligente de Redes de Transmissão - ASON

- A rede óptica comutada automaticamente (ASON), também conhecida como rede óptica inteligente, é uma rede óptica de última geração que integra comutação e transmissão. Ele permite que os usuários iniciem solicitações de serviço dinamicamente, selecionem rotas automaticamente e estabeleçam e desativem conexões automaticamente por meio do controle de sinalização.
- O conceito de sinalização foi introduzido na ASON. O plano de controle é usado para transmitir a sinalização. No ASON, a sinalização pode ser usada para gerenciar conexões de rede e simplificar O&M de rede. Esta é a principal razão pela qual ASON é chamada de rede óptica inteligente.
- As redes ASON são redes em malha com alta confiabilidade. Várias políticas de proteção podem ser configuradas porque a redundância aumenta muito. Devido à introdução da sinalização, as redes ASON suportam o mecanismo de reencaminhamento, o que melhora a confiabilidade.

- Atualmente, o ASON, como um recurso de dispositivo, pode ser aplicado aos principais produtos da Huawei.

Arquitetura de rede ASON

- De dois planos para três planos



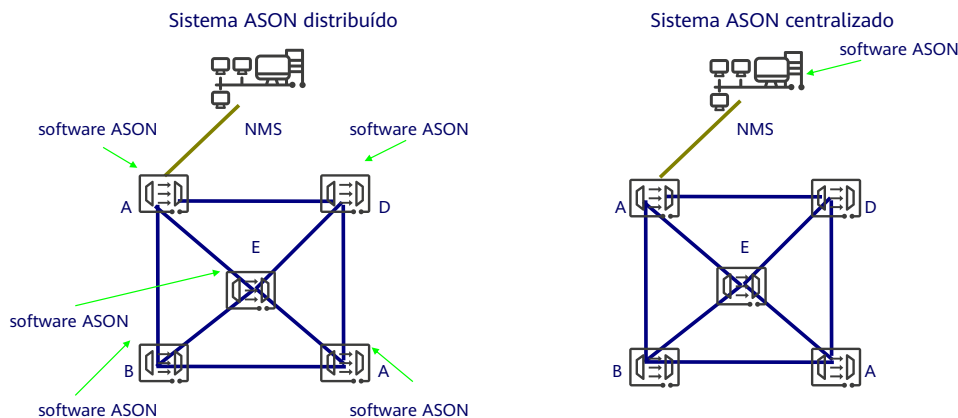
Rede tradicional = Plano de transmissão + Plano de gestão; Rede ASON = Plano de transmissão + Plano de controle + Plano de gestão

A introdução do plano de controle permite que as redes ópticas concluam automaticamente a alocação da largura de banda da rede e a autorrecuperação.

- Plano de controle
 - O plano de controle consiste em um grupo de entidades de comunicação. Estabelece, libera, monitora e mantém conexões usando protocolos de sinalização e restaura automaticamente as conexões quando ocorrem falhas.
 - O protocolo de roteamento no plano de controle é o OSPF, que implementa a descoberta automática de topologia e fornece dados básicos para o cálculo da rota de serviço.
- Plano de transmissão
 - O plano de transmissão transmite e multiplexa sinais ópticos, configura conexões cruzadas e switching de proteção e garante a confiabilidade de todos os sinais ópticos.
- Plano de gestão
 - O plano de gerenciamento mantém o plano de transmissão, o plano de controle e todo o sistema, incluindo gerenciamento de serviço completo, gerenciamento de desempenho, gerenciamento de falhas, gerenciamento de configuração e gerenciamento de segurança.
- O plano de controle é a maior diferença entre o ASON e os sistemas de rede óptica tradicionais. A ASON melhora a eficiência da rede óptica e se adapta à dinâmica do serviço.
- Vantagens da ASON: alta confiabilidade, gerenciamento simplificado de O&M e fornecimento de novos serviços com diferentes SLAs baseados nas necessidades

do usuário.

Solução de implantação ASON



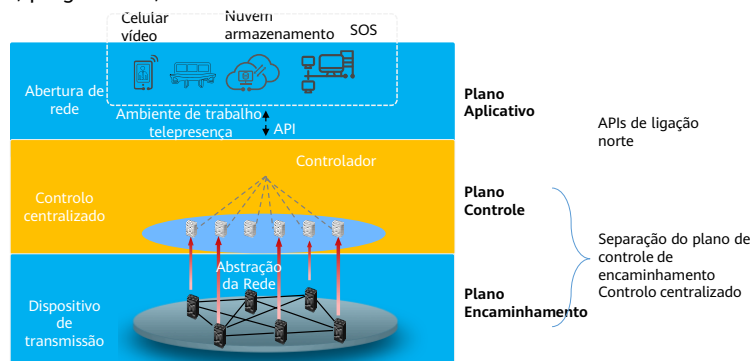
41 Confidencial da Huawei



- Sistema ASON distribuído:
 - Um módulo inteligente é adicionado a cada dispositivo para implementar o controle inteligente. O NMS não está envolvido no controle inteligente.
 - A rede do sistema distribuído é mais segura e confiável do que a do sistema centralizado. Se algum dispositivo estiver defeituoso, somente o controle inteligente do dispositivo será afetado negativamente e outros dispositivos ainda poderão funcionar corretamente.
 - O software ASON é independente do software da placa, do NE e do NMS. O software ASON e NE são armazenados e executados na placa SCC. O software da placa e o software NMS são armazenados e executados nas placas e no computador NMS, respectivamente, para fornecer as funções relacionadas. A estrutura de software para todos os produtos da série OptiX OSN é a mesma. Você pode atualizar versões tradicionais para a versão ASON carregando o novo software que contém o software ASON.
- Sistema ASON centralizado:
 - Os dispositivos ainda são tradicionais. Os módulos ASON são centralizados no NMS. O NMS implementa controle inteligente e, em seguida, fornece informações relacionadas aos dispositivos.
 - Se o NMS centralizado estiver com defeito, toda a rede será afetada de maneira adversa. Como o controle inteligente está centralizado no NMS, o NMS é complexo e a confiabilidade da rede é ruim.
- Huawei ASON é um sistema ASON distribuído.

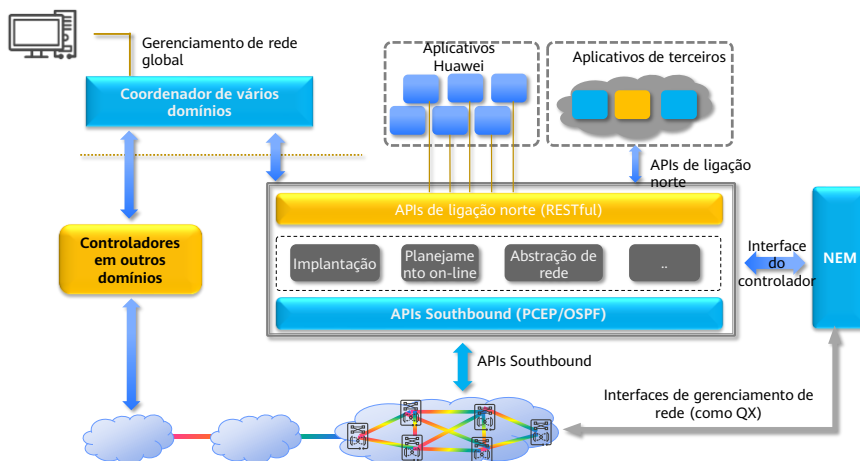
Desenvolvimento Inteligente de Redes de Transmissão - TSDN

- SDN: rede definida por software. TSDN é o SDN no domínio do transporte.
- O objetivo do SDN é separar a camada de controle do dispositivo da camada de encaminhamento e tornar uma rede aberta, programável, virtualizada e automática.



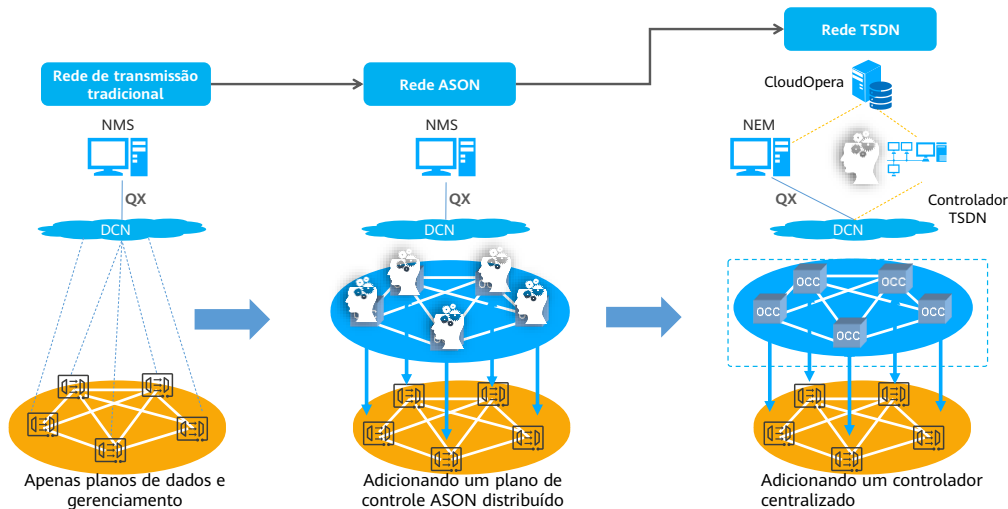
- A função de controle é separada dos dispositivos de transmissão e centralizada no controlador SDN (ASON é implantada no modo distribuído). O controlador SDN fornece APIs para o plano de aplicativo para tornar a rede aberta e programável.
- Somente as tecnologias abertas podem envolver mais fornecedores de software e hardware e promover o rápido desenvolvimento de tecnologias.
- Além dos dispositivos de rede de transmissão, roteadores e dispositivos de rede de acesso usam o mesmo mecanismo de separação de controle de encaminhamento. Além disso, tecnologias de virtualização e computação em nuvem podem ser introduzidas para implantar o controlador SDN na plataforma em nuvem.
- Recursos SDN: interfaces de ligação norte, separação de planos de encaminhamento e controle e controle centralizado
- APIs de ligação norte: interfaces entre o controlador SDN e a camada de aplicativo. Southbound APIs: interfaces entre o controlador SDN e os dispositivos.

Arquitetura de rede Huawei TSDN



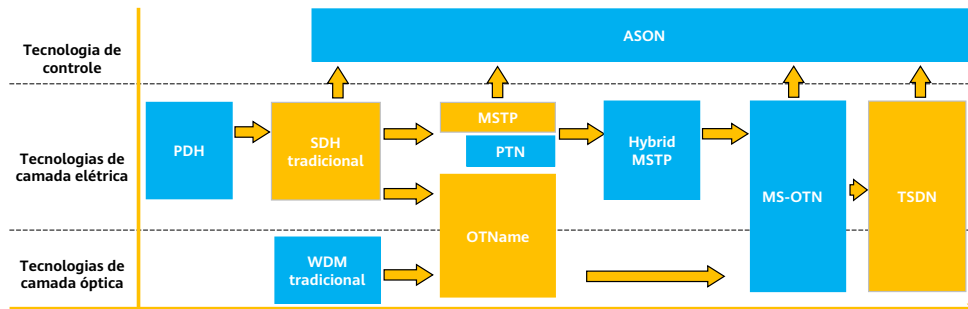
- O controlador implementa o gerenciamento centralizado e o controle de redes de domínio único.
- O orquestrador é responsável pelo gerenciamento de vários fornecedores em vários domínios. Ele abstrai os modelos de dispositivos, redes e serviços, protege os detalhes da tecnologia de rede, simplifica os modelos de rede e acelera a inovação dos serviços. Ele também implementa a coordenação de serviços para obter o gerenciamento e a operação completos de toda a rede.

TSDN e ASON



- O TSDN controla toda a rede, detecta os recursos, serviços e pipes de toda a rede de transmissão e realiza controle centralizado com base nas informações. O controle ASON é distribuído para cada NE. Embora uma ASON NE possa detectar os recursos de enlace de toda a rede, o canal de controle está no nível de uma única NE.
- A ASON concentra-se em um único domínio e um único fornecedor. Além de TSDN de domínio único de fornecedor único, também há suporte para TSDN de vários fornecedores de domínio.
- CloudOpera: CloudOpera é o "sistema operacional" de empresas e operadoras. Ele ajuda empresas e operadoras a implementarem a rápida implementação de serviços e o O&M automático no modo de Internet.

Resumo e revisão das tecnologias de rede de transmissão



- Este capítulo descreve as principais tecnologias das redes de transporte em termos de tendências de desenvolvimento. Agora, vamos rever as tecnologias de rede de transmissão da perspectiva dos métodos de processamento de informação.
 - SDH, MSTP e H-MSTP funcionam principalmente na camada elétrica. Embora as interfaces de linha sejam geralmente interfaces ópticas (as interfaces STM-1 também suportam interfaces elétricas), os sinais elétricos ainda são processados dentro dos dispositivos. As placas se comunicam entre si através de barramentos elétricos no backplane.
 - Os dispositivos WDM tradicionais funcionam principalmente na camada óptica. Portanto, um grande número de fibras ópticas é conectado às placas correspondentes antes dos dispositivos WDM tradicionais.
 - A OTN trabalha na camada óptica e na camada elétrica e combina a tecnologia de camada elétrica SDH e a tecnologia de camada óptica WDM.
 - Com base na tecnologia MSTP, o plano de pacote é adicionado ao MSTP híbrido.
 - Com base na tecnologia OTN, o plano de pacote é adicionado ao MS-OTN.
 - A ASON introduz um plano de controle independente, que pode ser aplicado a dispositivos de rede de transmissão mainstream. Com base no ASON, o TSDN adiciona um controlador SDN para controle centralizado e fornece interfaces abertas de ligação norte para aplicativos de camada

superior.

Quiz

1. (Single-answer question) Which of the following transmission network technologies does not support the packet plane?
- A. Hybrid MSTP
 - B. PTN
 - C. MS-OTN
 - D. SDH

- Resposta
 - 1. D

Quiz

2. (Multi-answer question) What are the main features of SDN?
- A. Northbound APIs
 - B. Southbound APIs
 - C. Separation of control and forwarding planes
 - D. Centralized control

- Resposta
 - 2. ACD

Section Summary

- Esta seção se concentra nas tendências de desenvolvimento das tecnologias de rede de transmissão e introduz várias tecnologias de rede de transmissão principais.
- Com o advento do 5G e Internet+, um grande número de novas tecnologias e aplicações surgirão em termos de novas taxas, novos sites e novos O&M.

Contents

1. Conceitos básicos de redes de transmissão
2. Tecnologias de Rede de Transmissão
- 3. Soluções de rede de transmissão Huawei**

Solução Huawei PCM

- A tecnologia PCM incorporada da Huawei integra o dispositivo de transmissão e o dispositivo PCM. O dispositivo PCM é incorporado ao dispositivo de transmissão e funciona como uma placa PCM para acessar diretamente os serviços do lado do cliente, atendendo aos requisitos de acesso multi-serviço das comunicações da empresa.
 - Economia de espaço: dois conjuntos reduzidos a um conjunto, menor consumo de energia
 - Alta confiabilidade: duas camadas reduzidas a uma camada, reduzindo possíveis pontos de falha
 - Gerenciamento fácil: um NMS para configuração E2E



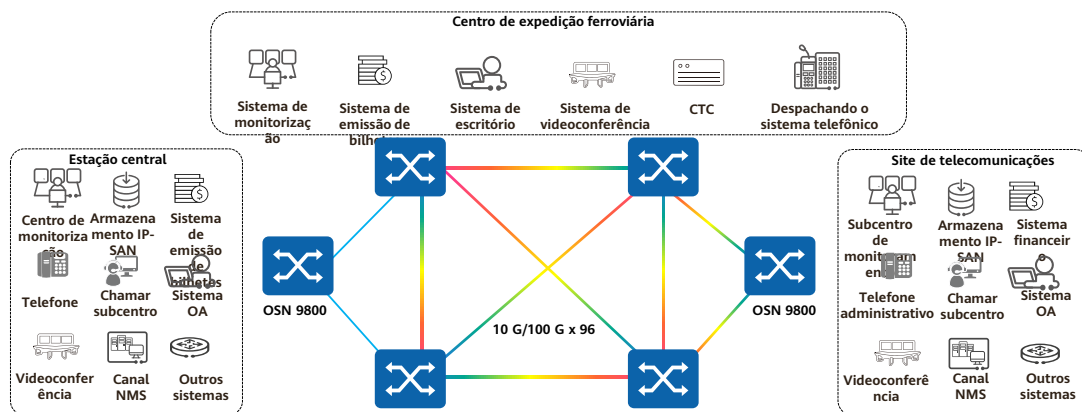
Placa PCM



Dispositivo de transmissão

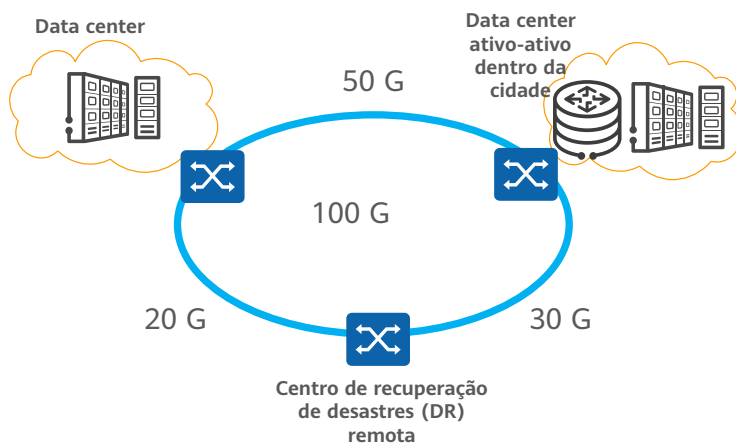
- Atualmente, PCM e dispositivos de transmissão estão separados na indústria. Os sinais de baixa taxa dos clientes são enviados para um dispositivo PCM e, em seguida, para um dispositivo de transmissão. Os dispositivos estão empilhados, ocupando um grande espaço. Isso resulta em redes complexas, gerenciamento difícil e operações e operações complexas.
- Na solução PCM Huawei, vários tipos de placas PCM são personalizados em dispositivos de transmissão maduros para substituir os dispositivos PCM tradicionais. Dessa forma, vários serviços de PCM de baixa taxa podem ser acessados de maneira unificada, reduzindo o empilhamento de dispositivos, economizando espaço no ambiente do equipamento e reduzindo o investimento. Alta confiabilidade: vários serviços PCM de baixa taxa acessam a rede de transmissão de maneira unificada, reduzindo a conversão e a cascata de serviços intermediários, simplificando a conexão de rede e melhorando a confiabilidade da rede. O&M simples: um NMS unificado é usado para realizar O&M unificado, configuração de serviço e provisionamento de serviço para dispositivos MSTP, incluindo placas PCM. O Huawei NMS também suporta O&M visualizado, tornando o desempenho da rede claro.

Solução de Construção de Rede Metro para Hubs Ferroviários de Grande Escala




- 96 x 10G/100G (banda C estendida, 96 comprimentos de onda) A capacidade ultralarga atende aos requisitos de alta largura de banda de serviços como vídeo de alta definição.
- Várias tecnologias de proteção, como a proteção de camada óptica e de camada elétrica OTN e a ASON, atendem a vários requisitos de segurança e confiabilidade de serviço.
- O sistema de médico óptico (OD) e o sistema de gerenciamento e manutenção de fibra atendem aos requisitos para o O&M de rede conveniente.
- O projeto de arquitetura líder do setor é orientado para o futuro e se adapta às mudanças no serviço ferroviário.

Solução de construção de data center em grande escala



52 Confidencial da Huawei

- Os dispositivos OTN da Huawei fornecem várias interfaces de serviço, suportam dispositivos dos principais fornecedores de TI, como fornecedores de dispositivos de armazenamento e servidores, e passaram pela certificação SAN.
- As operações de E/S do data center ativo-ativo têm altos requisitos de latência. Em uma rede OTN, somente sites de terminal usam conexões cruzadas elétricas OTN, e a latência do dispositivo é baixa. As redes de transmissão Huawei apresentam camadas simples e baixa latência.  HUAWEI

- Os dispositivos Huawei OTN fornecem várias interfaces de serviço, que são totalmente compatíveis.
- Data centers ativos-ativos dentro das cidades: é fornecida uma largura de banda extremamente alta para a interconexão de data centers dentro das cidades e o backup em tempo real, melhorando a continuidade de serviço. Quando o data center ativo está com defeito, os serviços podem ser rapidamente alternados para o data center ativo-ativo dentro da cidade.
- Centro de DR remoto: o backup dos dados é feito quando ocorre um desastre geológico, como um terremoto, e a distância de backup atravessa o raio do desastre geológico. O centro de DR remoto e o centro de DR intracidade usam a mesma plataforma de produto, simplificando o gerenciamento.
- As operações de E/S do data center ativo-ativo têm altos requisitos de latência. Por exemplo, quando um host grava dados em um storage array, ele executa a próxima etapa somente depois que o data center e o data center ativo-ativo intracidade retornarem uma confirmação de sucesso da gravação.

Solução de leasing de largura de banda



- Oferece suporte à alteração dinâmica de chaves.
- Fornece plano de gerenciamento de segurança E2E independente.
- As informações criptografadas são mapeadas para OPUK, o que não afeta a taxa na linha.

- Situação atual:
 - Há vários requisitos de leasing. Geralmente, os clientes de alto valor confiam em tubos rígidos.
 - Tubulações maiores, como a GE/10GE, estão se tornando a escolha ideal. No entanto, as linhas alugadas de baixa velocidade, como as linhas alugadas tradicionais STM-1 e E1, continuarão a existir durante muito tempo.
- Solução:
 - Solução de leasing flexível:
 - Fornece a solução de leasing ODU de grande granularidade.
 - Fornece granularidades de VC para atender aos requisitos de linhas privadas de baixa taxa.
 - Fornece serviços de leasing de pacotes, como LSP, para reduzir os custos do cliente (devido à concorrência de largura de banda).
 - Solução de criptografia segura:
 - Criptografia AES256, atendendo aos requisitos de segurança de leasing de largura de banda

Quiz

1. (Multi-answer question) What are the advantages of Huawei PCM solution?
 - A. Space saving
 - B. High reliability
 - C. Easy management
 - D. High Investment

- Resposta
 - 1. ABC

Section Summary

- As soluções de rede de transmissão da Huawei se aplicam a vários cenários. Esta seção usa a solução Huawei PCM como exemplo para descrever o acesso multiserviço, a transmissão unificada multiserviços e os recursos de alta largura de banda das redes de transmissão Huawei.

- Acesso a vários serviços: suporta interfaces para PCM, dispositivos de TI mainstream e serviços de vídeo.
- Transmissão unificada de vários serviços: MS-OTN suporta conexões cruzadas VC/PKT/ODUk all-in-one.
- Alta largura de banda: banda C estendida. A taxa de comprimento de onda único também continua aumentando.

Summary

- Este capítulo descreve os conceitos e as principais tecnologias de redes de transmissão e as aplicações das tecnologias de rede de transmissão Huawei.
- Ênfase nas tecnologias de rede de transmissão:
 - As tecnologias SDH e WDM e sua evolução são introduzidas na perspectiva do desenvolvimento da tecnologia de rede de transmissão.
 - Os recursos da rede de transmissão incluem PCM, ASON e TSDN.
 - Por último, este capítulo resume e analisa as tecnologias e características das redes de transmissão em termos de processamento de informação.

Thank you.

把数字世界带入每个人、每个家庭、
每个组织，构建万物互联的智能世界。

Leve o digital a todas as pessoas, à casa e à
organização para ter um mundo totalmente
conectado e
inteligente.

Copyright© 2021 Huawei Technologies Co., Ltd.
Todos os direitos reservados.

As informações neste documento podem conter
declarações preditivas incluindo, sem limitação, declarações sobre
os resultados financeiros e operacionais futuros,
portfólio de produtos futuros, nova tecnologia, etc. Há uma série de fatores que
podem fazer com que os resultados e desenvolvimentos reais sejam materialmente
diferentes.

dos expressos ou implícitos nas declarações preditivas.

Por conseguinte, essas informações são fornecidas
apenas para efeitos de referência e não constituem uma oferta nem uma aceitação. A
Huawei
pode alterar as informações a qualquer momento sem aviso prévio.

