

UMA REDE DE COMUNICAÇÕES MAIS INTELIGENTE PARA A SMART GRID

Transformação da smart grid com redes de pacotes ópticas baseadas em Ethernet

Introdução

Com as companhias de eletricidade evoluindo para a smart grid, faz-se necessária uma evolução comparável da rede de comunicações subjacente. Uma rede flexível e pronta para o futuro é essencial para a concretização das metas comerciais de um serviço público e para a garantia da execução segura e confiável das aplicações de smart grid. No entanto, a maioria das redes de serviço públicos de hoje não está pronta para o desafio, e algumas soluções de rede de nova geração podem ser muito caras e complexas quando implantadas em grande escala.

A smart grid requer uma rede avançada que:

- Forneça serviços essenciais de voz e dados para operações e gerenciamento de rede
- Atenda a requisitos crescentes de desempenho, largura de banda, segurança, consolidação e suporte para aplicativos herdados

- Aumente a flexibilidade, a confiabilidade, a segurança e a eficiência de todos os elementos da smart grid
- Possibilite monitoramento, automação e otimização das operações de rede

As redes de serviços públicos dos dias de hoje, baseadas em tecnologia SONET/SDH, são difíceis e caras de manter e não são capazes de atender às necessidades de longo prazo de uma smart grid. Além disso, muitos serviços públicos precisarão substituir várias redes sobrepostas que foram criadas especificamente para oferecer suporte a determinados dispositivos herdados e requisitos operacionais e de TI.

Para a transição para a smart grid, não é viável que se continue a investir nessas redes herdadas. Na verdade, os serviços públicos devem levar em conta opções para uma rede de comunicações de nova geração que os ajude e a seus clientes a usufruir totalmente dos benefícios da smart grid, como mostra a Figura 1.

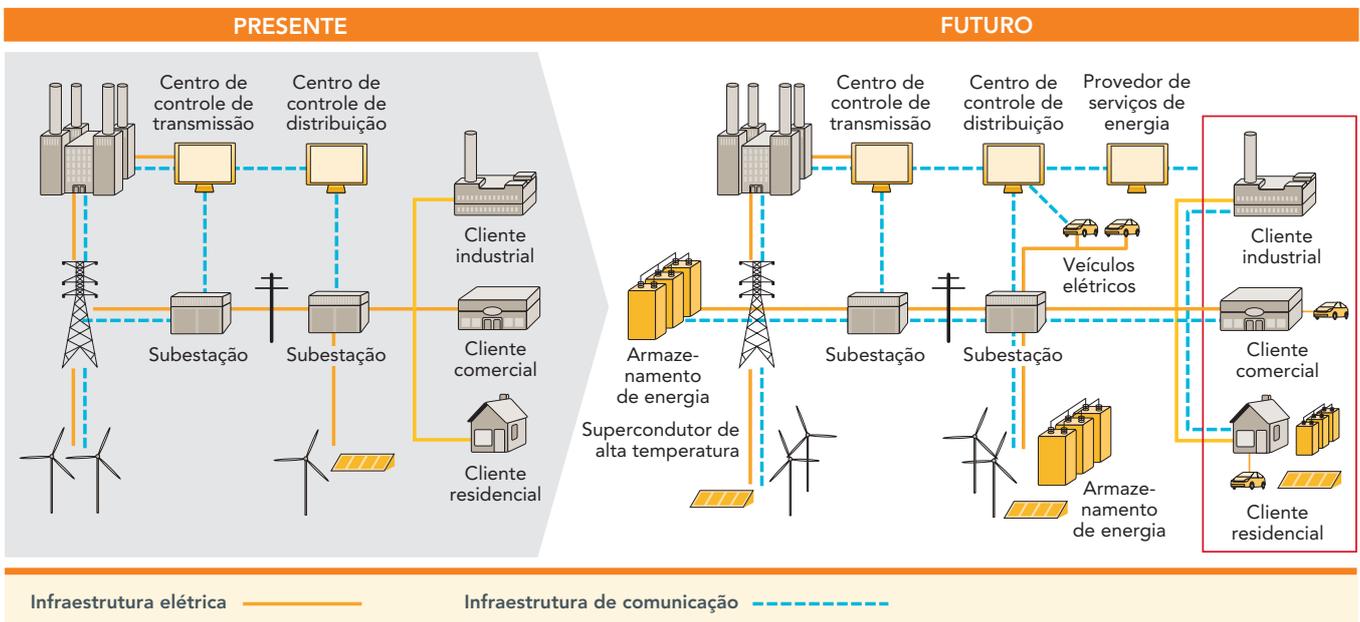


Figura 1. Em uma smart grid, a rede permite comunicações entre sistemas em todos os níveis, tanto na infraestrutura de TI e rede do serviço público como externamente com os clientes

Suporte às principais comunicações smart grid

Uma rede de comunicações otimizada para uma smart grid pode oferecer suporte a funções como:

- Agregação e entrega de dados dos medidores do cliente para o centro de controle, o que permite leituras dos medidores em tempo real ou próximas ao tempo real e programações de gerenciamento de dados dos medidores
- Conexão do equipamento de automação e de dispositivos eletrônicos inteligentes (IEDs) usados em sistemas de controle e otimização da rede
- Entrega de dados da subestação essenciais e sensíveis à latência para monitoramento e de programas de diagnósticos para maior confiabilidade da rede

Alternativas para a arquitetura de rede de comunicações

Na prática, as redes IP/MPLS muitas vezes são a escolha para atualização de uma rede herdada, e muitos serviços públicos não sabem que existe uma opção em relação ao modo de arquitetar uma rede de nova geração. Frequentemente, pressupõe-se que, como outras redes empresariais são baseadas em IP, a única opção seja construir uma rede IP "best-effort", baseada em roteador, que use serviços MPLS (Multi-Protocol Label Switching).

Hoje em dia, muitas operadoras de redes essenciais em todo o mundo estão migrando para a tecnologia determinística de pacotes ópticos. No entanto, devido a dois conceitos equivocados em relação a seu projeto e seus recursos, algumas equipes de TI de serviços públicos podem hesitar em cogitar a tecnologia de pacotes ópticos se compará-la a uma rede roteada.

O primeiro conceito equivocado é o de que todos os serviços de rede estão migrando para IP e, por isso, é melhor rotear todo o tráfego. Em uma rede de serviços públicos, nem todo o tráfego é IP, e a comutação de pacotes ópticos geralmente é mais eficiente para lidar com vários tipos de tráfego. Apesar de a camada de serviço poder incluir endereçamento de IP, não há motivo para sobrecarregar a camada de transporte com roteamento IP desnecessário.

Além disso, o IP em si é uma tecnologia sem conexão, o que torna a importante tarefa de engenharia de tráfego inexistente e complexa. Ainda que a tarefa possa ser de alguma forma simplificada usando-se ferramentas para engenharia de tráfego de IP, esse esforço agrega complexidade desnecessária às operações de rede.

Por fim, apesar de o roteamento ser importante, ele pode ser desnecessariamente dispendioso e complexo se implantado por toda a rede. Por exemplo, a necessidade de configurar roteadores individuais manualmente contribui para o aumento linear em custos operacionais à medida que cada novo dispositivo é implantado. Na verdade, é mais simples e mais barato comutar o tráfego de dados por uma camada de transporte mais baixa muito confiável e determinística.

O segundo conceito equivocado é de que o roteamento de IP reduz custos e simplifica a arquitetura geral da rede eliminando camadas de rede mais baixas (L0, L1, L2). Na verdade, as camadas mais baixas são vantajosas porque podem aumentar a eficiência e a disponibilidade da rede bem como acomodar o tráfego não roteado gerado por determinados aplicativos de serviço público.

A meta final da comutação de pacotes ópticos é oferecer mais escalabilidade e resiliência de rede a um custo mais baixo por unidade de bit que uma rede roteada.

Uma rede de pacotes ópticos: como funciona

A arquitetura de rede de pacotes ópticos integra uma camada óptica ágil, baseada em Multiplex por Divisão de Comprimento de Onda Denso (DWDM) de Camada 0, com uma camada OTN (Optical Transport Network) de Camada 1 e uma camada de pacote Carrier Ethernet de Camada 2. Essa arquitetura permite que o tráfego de aplicativos seja entregue como comprimentos de onda, alocações de tempo ou pacotes usando a camada de rede com melhor custo-benefício.

No seu aspecto mais básico, a comutação de pacotes ópticos converge todos os elementos de transporte em uma única plataforma que opera nas Camadas 0 s 2,5. Em comparação, um roteador de IP opera somente na Camada 3. Nem todo o tráfego é roteado por IP, e muitos serviços de rede podem ser beneficiar da comutação de camada mais baixa, como mostra a Figura 2.

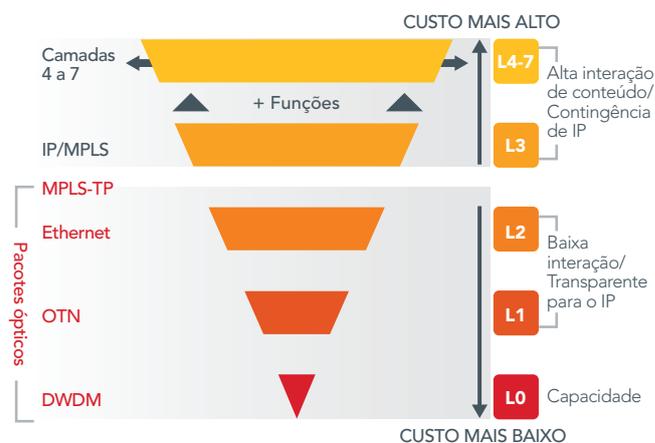


Figura 2. A tecnologia de pacotes ópticos opera nas camadas 0 a 2,5 para gerenciar de forma econômica vários tipos de tráfego de rede

Outra vantagem dessas camadas mais baixas é o fornecimento de transporte de pacotes orientado por conexão em vez do transporte de IP sem conexão. O transporte orientado por conexão – independentemente de ele usar comprimentos de onda, conexões OTN ou túneis Ethernet – possui características determinísticas para alocação de largura de banda, caminhos pela rede e medições de ponta a ponta. Esse projeto gera operações de transporte de pacotes mais simples e mais previsíveis, especialmente para engenharia de tráfego, manutenção e solução de problemas.

Usando camadas mais baixas, a rede pode personalizar soluções para diferentes cenários operacionais. Por exemplo, um cenário mantém as camadas separadas e implanta anéis

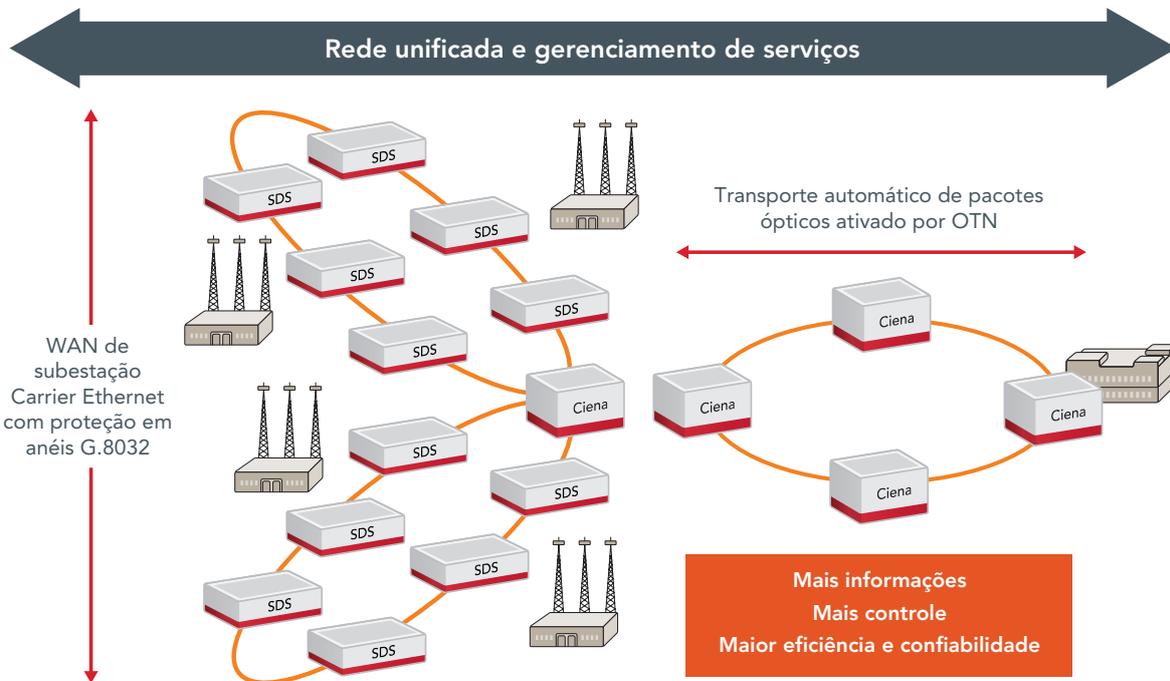


Figura 3. Arquitetura de uma rede de agregação de subestações, baseada em Carrier Ethernet, que interopera com uma rede de núcleo de transporte de pacotes ativada por OTN

de subestação Carrier Ethernet de Camada 2 puros, como mostra a Figura 3. Esse cenário também usa uma rede de núcleo de pacotes ópticos convergida que transporta tráfego da subestação Ethernet e outros protocolos, como dados de armazenamento Fibre Channel, entre data centers de um serviço público.

Outro cenário estende uma rede de pacotes ópticos convergida para as subestações a fim de transporte tráfego de pacote IP e Ethernet junto com circuitos TDM (Time Division Multiplexing) herdados. Em ambos os casos, a abordagem de combinação e correspondência da tecnologia de pacotes ópticos permite um projeto de rede que agrega e comuta tráfego na camada mais eficiente e econômica na subestação e nas redes de núcleo.

Para entender a largura de banda óptica programável com a OTN

A OTN é uma tecnologia de transporte óptico muito versátil que pode substituir redes de transporte SONET/SDH dispendiosas e limitadas. Como uma tecnologia de Camada 1, a OTN gerencia vários serviços em sistemas de transporte óptico de maneira eficiente, econômica e confiável. Ela cria um meio de isolar a rede das necessidades variáveis de tráfego por meio de recursos de largura de banda programável.

A OTN possui três principais funções para largura programável na camada WDM: ela possui contêineres que podem transportar qualquer protocolo, ela permite compartilhamento eficiente do comprimento de onda e possibilita a comutação e o grooming na rede. Juntas, essas funções tornam a largura de banda de uma camada WDM mais programável em termos de formato, tamanho e roteamento de vários tipos de tráfego.

Tanto a SONET/SDH como a OTN mapeiam protocolos para os contêineres de tráfego. Em uma rede SONET/SDH, esses contêineres são todos do mesmo tamanho, mas nem sempre são preenchidos pelos dados, o que gera um sistema de transporte ineficiente.

Em uma OTN, esses contêineres podem transportar qualquer protocolo de dados em qualquer combinação, e os contêineres podem ser ajustados de acordo com os requisitos de tráfego e transporte específicos, como mostra a Figura 4. Essa programabilidade da OTN se traduz em eficiência geral da rede, o que significa que a OTN pode entregar larguras de banda muito altas à medida que as redes de serviços públicos escalam para acompanhar o crescimento dos dados.

A OTN também oferece suporte à separação simples e segura do tráfego essencial de operações de rede do tráfego corporativo e de TI quando transportado na mesma rede de fibra.

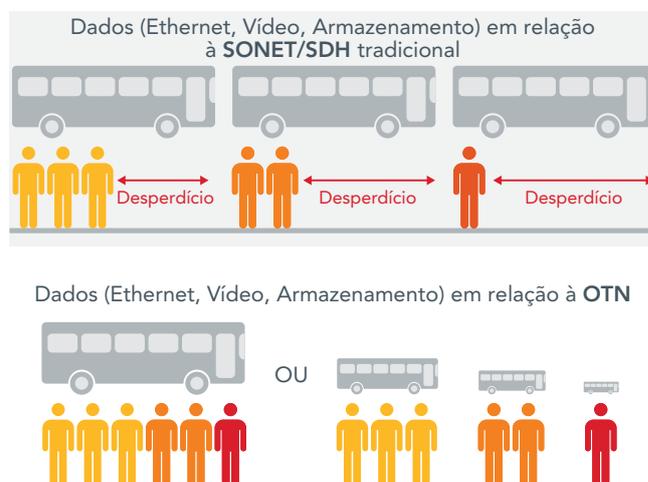


Figura 4. A programabilidade da OTN permite uso significativamente mais eficiente da largura de banda da rede

Para entender a Carrier Ethernet

A Carrier Ethernet é a tecnologia de comunicações de Camada 2 em uma rede de pacotes ópticos. Ela traz todos os benefícios da Ethernet de rede local (LAN) tradicional (onipresente, extremamente barata, simples, rápida e confiável) para as exigentes redes remotas (WANs). Ela também oferece características de confiabilidade, gerenciabilidade e previsibilidade comparáveis às das soluções de rede convencionais de um serviço público.

A Carrier Ethernet é definida por cinco atributos técnicos significativos que a distinguem da LAN Ethernet: serviços padronizados, escalabilidade, confiabilidade, Qualidade do Serviço (QoS) e gerenciamento de serviço. Esses atributos simulam a função da Ethernet dentro da LAN, mas transformam a Carrier Ethernet em uma tecnologia apropriada para implantação em uma WAN. Além disso, assim como a Ethernet trabalha com IP na LAN empresarial, a Carrier Ethernet trabalha com IP na WAN.

A Carrier Ethernet é uma evolução econômica da TDM nas redes de distribuição e de subestação porque ela é compatível com aplicativos IP e novos IEDs baseados em Ethernet. Ela também evita problemas de latência e segurança da Camada 3.

Por esses motivos, os serviços públicos são atraídos pela Carrier Ethernet para controlar custos e garantir que os processos empresariais possam escalar efetivamente, mantendo ainda segurança e controle sobre funções operacionais e de TI essenciais.

Vantagens de uma rede de pacotes ópticos

Reunir as tecnologias de pacotes e óptica possui duas grandes vantagens. A primeira: dados baseados em IP, Ethernet e TDM herdado podem coexistir na mesma rede WDM óptica. A segunda: tecnologias de pacotes ópticos aumentam a eficiência da rede por meio de atributos, como agregação de pacotes, QoS e uso eficiente da largura de banda.

A tecnologia de pacotes ópticos retém vários benefícios dos serviços de transporte herdados, incluindo operações e gerenciamento familiares, desempenho determinístico, resiliência, alta disponibilidade e baixa latência. Esses benefícios são aprimorados pelos principais atributos de eficiência da tecnologia de pacotes, incluindo baixos custos, suporte para vários serviços, eficiência e flexibilidade de largura de banda e atribuições de QoS.

A tecnologia de pacotes ópticos faz a ponte das redes SONET/SDH herdadas para as redes OTN/Carrier Ethernet de nova geração oferecendo suporte eficiente a qualquer combinação de tráfego sem perda de investimento. O serviço público pode fazer a transição da combinação de tráfego com o tempo simplesmente interrompendo o uso de circuitos herdados e aumentando o uso de serviços baseados em Ethernet.

Além desses benefícios gerais de uma rede de pacotes ópticos, a tecnologia Carrier Ethernet oferece diversas grandes vantagens para as comunicações smart grid de um serviço público:

- **Simplicidade.** A Carrier Ethernet é fácil de implantar com provisionamento automatizado e teste e verificação de ativação remotos. Como as falhas podem ser detectadas e isoladas remotamente, e as alterações são simples de fazer, o gerenciamento e a manutenção da rede reduzem as demandas da equipe de operações de rede de um serviço público.
- **Custos reduzidos.** A Carrier Ethernet permite a convergência de todos os serviços de comunicação em uma infraestrutura de rede comum, que simplifica muito as operações e controla os custos.
- **Maior segurança e controle da rede.** Uma camada de segurança inerente é incorporada à Carrier Ethernet porque não se trata de um protocolo roteável, então lidar com o snooping não é uma preocupação. Usando o encapsulamento de dados baseado em Ethernet, o serviço público pode garantir que o tráfego seja enviado para o destino certo.
- **Largura de banda flexível e escalável.** Diferentemente das tecnologias TDM que são baseadas em incrementos fixos de largura de banda, a Ethernet possui escalabilidade muito granular que permite ajustes dinâmicos aos requisitos de capacidade por local.
- **Ferramentas de Operações, Administração e Manutenção (OAM).** A Carrier Ethernet é compatível com um excelente conjunto de ferramentas de OAM baseadas em padrões que fornecem recursos avançados para monitoramento e gerenciamento da rede. Essas ferramentas proporcionam aos serviços públicos maior visibilidade do status e do desempenho de suas conexões de rede.
- **Baixa latência.** Os aplicativos de automação de rede e subestação demandam latência de rede extremamente baixa, medida em milissegundos. Essa alta sensibilidade à latência apresenta um dos principais desafios para as redes MPLS baseadas em IP, que podem sofrer de flutuação de fase, congestionamento, descartes de pacotes e retransmissões. Em contrapartida, a conectividade de Carrier Ethernet pode ser desenvolvida para ser determinística. Sua baixa latência também torna a Carrier Ethernet uma opção viável para os protocolos sensíveis ao tempo usados em aplicativos essenciais, como os de teleproteção.
- **Fluxos de tráfego determinísticos.** A Carrier Ethernet permite engenharia de tráfego, o que garante a rota específica que um fluxo de pacote seguirá em uma rede. Esses links de rota, juntamente com as rotas de backup, podem ser planejadas para garantir resiliência de transmissão com failovers de sub-50 milissegundos.
- **Transparência de protocolo.** Diferentemente dos serviços de VPN (Virtual Private Network) baseados em IP, as VPNs de Ethernet são compatíveis com todos os protocolos de aplicativos herdados que ainda possam ser usados por um serviço público. Esse suporte é obtido com mapeamento de tráfego simples para quadros da Camada 2 que atravessem a rede de forma transparente, sem conversões ou processamento adicionais.

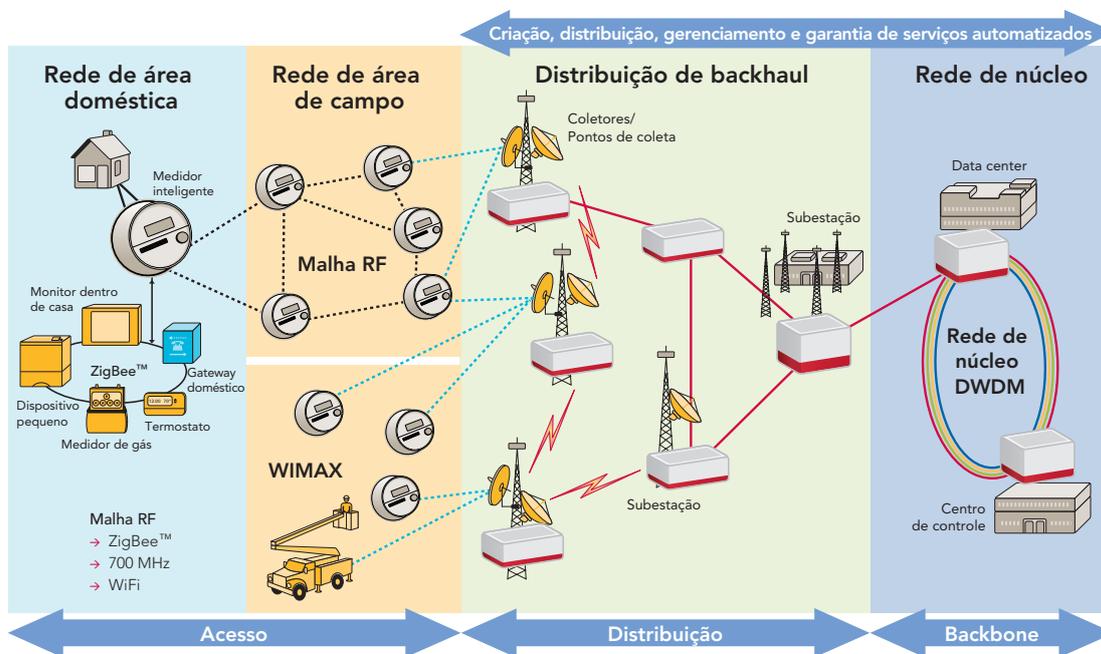


Figura 5. Arquitetura de referência para uma rede de pacotes ópticos que aceite comunicações smart grid

Arquitetura de referência de pacotes ópticos para uma rede de comunicações smart grid

A Figura 5 mostra a arquitetura de referência de rede de pacotes ópticos da Ciena para comunicações smart grid de ponta a ponta, dividida em quatro domínios de rede distribuídas.

O domínio de rede de área doméstica usa uma rede com ou sem fio dentro da residência de um cliente para transferir informações entre a rede e os dispositivos do cliente, como monitores, computadores, dispositivos de gerenciamento de energia e medidores inteligentes.

O domínio de rede da área de campo permite entrega bidirecional de informações entre medidores inteligentes e coletores de dados ou pontos de acesso. Essa rede pode ser com ou sem fio, e pode ser de propriedade do serviço público ou de um provedor de serviços de terceiros.

Os dois domínios seguintes, as redes de backhaul e de backbone de núcleo, cobrem grande parte dos sistemas de transmissão, distribuição e controle essenciais da rede. Esses domínios possuem os requisitos de rede mais rigorosos, incluindo alta disponibilidade, escalabilidade, baixa latência, interoperabilidade e segurança.

A rede de backhaul conecta todos os pontos de coleta de dados de um serviço público, como os coletores de dados dos medidores inteligentes e das subestações de transmissão e distribuição, aos centros de controle operacional. Essa rede normalmente usa uma combinação de fibra de alta capacidade, comunicações de micro-ondas sem fio e circuitos de telecomunicações alugados.

A rede de backbone de núcleo contém os nós de alta capacidade que interconectam os centros de controle de um serviço público, data centers e redes de distribuição das subestações. Essa rede normalmente possui uma topologia de anel ou malha que permite conexões entre quaisquer dispositivos.

As redes de backhaul e de núcleo permitem operações essenciais de rede, como sistemas de controle e monitoramento SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Essas redes também conectam equipamento de campo para automatização da distribuição de energia, incluindo RTUs (Remote Telemetry Units) e IEDs, como disjuntores, religadores, comutadores, capacitores e transformadores que permitem monitoramento ou controle remoto.

Migração da infraestrutura herdada para automação das subestações

A automação das subestações é um elemento importante na transformação da infraestrutura de um serviço público para a smart grid. O padrão 61850 da IEC (International Electrotechnical Commission) especifica requisitos de rede para suporte a informações e aplicativos para automação de subestações. Em princípio, esse padrão levará a uma infraestrutura mais simples, mais unificada, para a rede da subestação, baseada em Ethernet, com custos reduzidos e maior confiabilidade.

No entanto, a tarefa de migrar de uma subestação herdada para uma subestação de nova geração, conforme prometido pela IEC 61850, é desafiadora. Muitos serviços públicos não estão totalmente comprometidos com o padrão, devido à necessidade de continuarem o suporte de interfaces TDM de rede herdadas em equipamentos não IEC 61850.

É importante entender que a migração para o padrão IEC 61850 não força a substituição de protocolos já estabelecidos. Podem ser implementadas soluções que permitem que partes do padrão IEC 61850 sejam adicionadas à rede, continuando a usar protocolos herdados. Com o plano correto, os serviços públicos podem se modernizar no próprio ritmo, usando comunicações de pacotes ópticos como uma tecnologia de ponte entre os protocolos herdados e de pacotes.

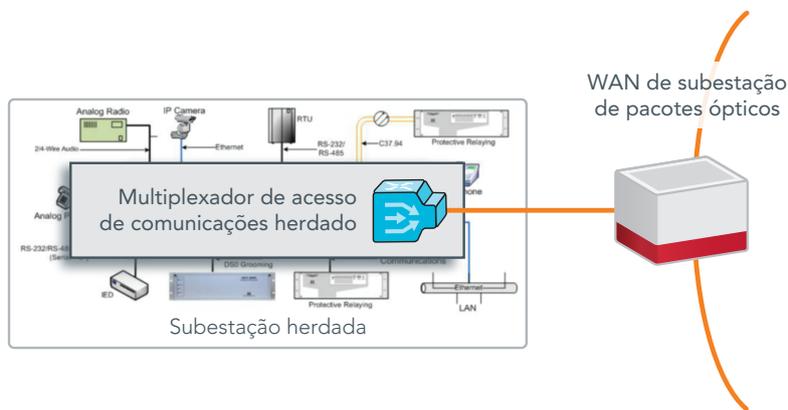


Figura 6. Redes de pacotes ópticos permitem transporte de dados convergidos entre subestações e centros de controle e internamente

A Figura 6 mostra uma abordagem desse desafio de migração herdado. Para a subestação, a rede deve ser compatível com uma lista potencialmente longa de protocolos herdados instalados, além de dispositivos IP/Ethernet mais recentes. O serviço público pode planejar substituir dispositivos SCADA herdados por IEDs Ethernet modernos.

Neste exemplo, é usado um multiplexador de subestação criado com a finalidade de agregar interfaces TDM e seriais de baixa velocidade, e depois a interface LAN Ethernet é passada para a rede de backhaul de pacotes. Nesse ponto, os recursos de pacotes ópticos possibilitam transporte de dados convergidos, muito gerenciáveis e resilientes entre as subestações e os centros de controle.

Um modelo mais inteligente para redes de comunicações smart grid

A Ciena oferece uma abordagem mais inteligente para modernizar redes de serviços públicos, com uma alternativa robusta, gerenciável e econômica para redes SONET/SDH e redes IP/MPLS roteadas. Ainda que as arquiteturas de pacotes ópticos possam ser novidade para o setor de serviços públicos, essas tecnologias estão sendo comprovadas em campo pelas demandas das redes com e sem fio em todo o mundo. As redes de pacotes ópticos oferecem aos serviços públicos os benefícios de custos operacionais e de capital mais baixos, comportamento mais determinístico e benefícios previsíveis para vários serviços de rede.

Pensando no futuro, as soluções da Ciena aceitam atualizações diretas de 1G para 10G e para 100G de largura de banda. Essa fácil escalabilidade se tornará cada vez mais importante, à medida que as informações evoluírem para se tornarem o pilar da transformação comercial e operacional de um serviço público.

Com os blocos de construção da tecnologia DWDM, OTN e Carrier Ethernet da Ciena, bem como o gerenciamento unificado, os utilitários podem personalizar suas redes em desenvolvimento para qualquer paradigma operacional de smart grid.

A Velco implanta uma rede de pacotes ópticos em todo o estado

A Velco é um serviço público estadual que gerencia um sistema de transmissão elétrica de 1.046.000 km que conecta sistemas públicos de distribuição elétrica no Vermont todo. O ambiente de rede existente do serviço público baseou-se em uma infraestrutura de fibra OC-48 SONET herdada e T1s alugados conectados às subestações. Dentro das subestações, uma variedade de dispositivos foi usada para multiplexar serviços herdados, como sistemas telefônicos TDM, voz analógica e dispositivos SCADA e RTU herdados.

Para sua rede de nova geração, a Velco está usando uma solução de rede óptica estadual da IBM e da Ciena. Essa rede permite custos operacionais mais baixos, com maior desempenho, escalabilidade e interoperabilidade com todos os serviços públicos de distribuição conectados da Velco. A nova rede também permite que a Velco atende aos atuais requisitos operacionais, como tráfego de transferência, SCADA, voz e dados empresariais e uma infraestrutura de medição avançada. À medida que implementa novos programas smart grid, o serviço público pode gerenciar a nova rede com uma equipe relativamente menor.

A Ciena poderá, de tempos em tempos, fazer modificações nos produtos ou nas especificações contidas aqui sem aviso prévio. Copyright © 2014 Ciena® Corporation. Todos os direitos reservados. WP159_pt_BR 9.2014