



**XXIII SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GTL/19
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO – XV

GRUPO DE ESTUDO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO PARA SISTEMAS ELÉTRICOS - GTL

PRIMEIRA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA REDE DE TRANSPORTE ÓPTICO NO SETOR ELÉTRICO DA AMÉRICA-LATINA

Rodrigo Leal de Siqueira(*)
CHESF

Vitor Meneguim
ALSTOM

Marta Maimi
ALSTOM

RESUMO

No último biênio a CHESF finalizou o desenvolvimento do Plano Diretor de Telecomunicações e a primeira etapa do planejamento consiste na implementação da Camada de Transporte, o arcabouço para transporte confiável de todas as demais redes de serviço.

Este artigo apresentará o projeto da camada de transporte definido pelo Plano Diretor incluindo alguns resultados práticos obtidos até a implantação do sistema piloto, contemplando tráfego de serviços administrativos e operacionais em operação na empresa, e novas tecnologias pelo barramento IP fornecido pela nova camada, como teleproteção, SCADA e aplicações em tempo real.

PALAVRAS-CHAVE

Convergência Tecnológica, Telecomunicações, Rede de Transporte Óptico.

1.0 - INTRODUÇÃO

Diante do cenário recente de expansão do setor elétrico brasileiro, calcado no crescente desenvolvimento da economia do país, alguns fatores tem importante impacto para as telecomunicações das empresas do setor. Fatores como *Smart Grid*, o controle remoto do sistema eletroenergético, a diversificação da matriz energética, o acesso ao Sistema Interligado Nacional por novos agentes provenientes de leilões de energia, o aumento acelerado do consumo de energia e o uso mais intenso das comunicações pessoais integradas no trabalho, impõem a necessidade de realizar um novo e criterioso planejamento convergente das telecomunicações.

No último biênio a CHESF finalizou o desenvolvimento do Plano Diretor de Telecomunicações considerando a transformação de vários sistemas em consonância com todos os requisitos do Setor. A primeira etapa do planejamento consiste na implementação da Camada de Transporte, o arcabouço para todas as demais redes de serviço, contemplando 42 subestações e três centros operacionais regionais na região Nordeste.

A solução irá executar aplicações empresariais, como operações diárias de negócios, e fornecerá serviços de missão crítica, garantindo uma rápida comunicação para fins de proteção e controle entre centros de controle de despacho, redes elétricas e importantes aplicações que exigem altos níveis de disponibilidade de energia. O novo sistema de transmissão de dados irá otimizar a gestão da rede em tempo real, alinhando operações e garantindo um fornecimento contínuo de energia o tempo todo.

É a primeira vez que uma concessionária latino-americana usará em seu backbone uma Rede de Transporte Óptico (OTN) para alinhar transmissão de dados administrativos e operativos, otimizando a performance da rede e aumentando sua disponibilidade.

(*) Rua Delmiro Gouveia, 333 – Anexo II – Bl. B – Sala 313 – San Martin – CEP: 50761-901 - Recife/PE – Brasil
Tel: (+55 81) 3229-4319 – Fax: (+55 81) 3229-4216 – Email: rodrigo@chesf.gov.br

2.0 - PLANO DIRETOR DE TELECOMUNICAÇÕES DA CHESF

2.1 Abordagem Geral

O objetivo do planejamento foi elaborar as diretrizes para a expansão e adequação do sistema de telecomunicações da Chesf nos próximos anos, tendo em conta as particularidades da empresa, tanto em seu papel como companhia cuja atividade-fim é a geração e transmissão de energia elétrica quanto a sua importância e significado no contexto nacional, sua estrutura empresarial e seu caminho evolutivo previsto.

2.2 Premissas

Devido à essencialidade dos serviços prestados pela Chesf, o principal critério que norteou todo o planejamento foi a necessidade de segurança total no sistema de telecomunicações.

Algumas das medidas para garantir a segurança da nova plataforma de telecomunicações são:

- A especificação de equipamentos *carrier class*, com partes essenciais duplicadas evitando ponto único de falha;
- A redundância funcional e geográfica dos servidores;
- A construção de anéis;
- A diversidade de possibilidades de comunicação;

Além desse critério básico, outras considerações também nortearam o planejamento das redes, tais como:

- Planejamento da obsolescência dos sistemas atuais no horizonte de 2018
- Unificação das comunicações pessoais corporativas em uma única rede;
- Disponibilidade de banda nos pontos de presença;
- Simplificação da arquitetura da rede IP;
- Uso de tecnologias de ponta, porém comprovadas e disponíveis mundialmente;
- Uso de tecnologias abertas para permitir a concorrência entre *vendors*;
- Qualidade de serviço em toda a rede (baixos retardos, garantia de banda);
- Segurança das informações e dos equipamentos dos vários sistemas que utilizam a rede;
- Redes lógicas isoladas e seguras para cada serviço ou aplicação.

Com base nessas premissas, foi efetuado um estudo das redes existentes na Chesf, dos serviços atuais e futuros e foi feita uma projeção de necessidades que norteou o planejamento dos objetivos da nova rede de comunicações. Paralelamente, foram efetuados uma prospecção dos mercados, estudos de soluções adotadas em empresas congêneres no Brasil e no exterior, estudos das tecnologias disponíveis e estudos dos equipamentos e soluções propostas pelos vários fabricantes e vendedores atuantes no Brasil, mediante consultas, estudos de materiais técnicos e muitas reuniões presenciais ao longo de vários meses.

Desses estudos e reuniões surgiu o planejamento da nova arquitetura da rede de comunicações da Chesf.

2.3 Projetos do Plano Diretor

O Plano Diretor considera a transformação de vários sistemas em conformidade com todos os requisitos técnicos do setor elétrico e dos novos serviços demandados, como:

- Camada de Transporte
- Sincronismo
- WAN
- Comunicações Unificadas
- Videomonitoramento
- Wi-Fi
- Segurança
- Qualidade de Serviço

Neste artigo focaremos os estudos e resultados na Camada de Transporte.

3.0 - CAMADA DE TRANSPORTE

3.1 Introdução

Para dimensionamento e definição de arquitetura da nova plataforma de transporte de telecomunicações foram realizados estudos empíricos e montagem de uma matriz de tráfego por localidade a ser atendida, considerando os serviços e aplicações atuais, assim como as demandas futuras.

Desta forma, a nova camada de transporte de telecomunicações utilizará sistemas ópticos de alta capacidade. Nas regiões de maior tráfego, o *backbone* de transmissão adotará a tecnologia OTN (*Optical Transport Network*), de 10 Gbit/s. Para as regiões com menor demanda de tráfego, o *backbone* óptico terá capacidade de 2,5 Gbit/s.

De forma geral, o sistema de fibras ópticas existente é aproveitado em sua totalidade. Como há um número limitado de fibras disponíveis, adota-se onde necessário a técnica de multiplexação de várias portadoras ópticas na mesma fibra mediante o uso de DWDM (Dense Wavelength Division Multiplex).

Para atender ao novo cenário, considera a evolução da rede de dados de longa distância (WAN) da Chesf com a utilização de tecnologia *Metro/Carrier Ethernet*, com características de maior largura de banda, a capacidade de provisionar essa largura de banda em incrementos flexíveis e um suporte excelente para a convergência de voz, vídeo e dados. Essa tecnologia também apresenta baixo custo de implementação, facilidade de operação e recursos avançados de qualidade de serviço (QoS), convergência, proteção e segurança. Esta camada será transportada mediante serviços *Carrier Ethernet* sobre barramentos realizados com a técnica NG-SDH (*Next Generation SDH*) ou diretamente pelos túneis ethernet da camada OTN.

3.2 Descrição dos Principais Aspectos Funcionais

Toda a rede de transporte foi concebida para oferecer vários tipos de proteção em cada camada da rede. A utilização de configurações em anel e proteção de linha segundo o procedimento MS-SPRing (Rec. G.842 do ITU-T, no caso de SDH) ou ODUk-SPRing (Rec. G.873.1 e *Draft* G.873.2 do ITU-T no caso de OTN), oferece a proteção de alto nível, na camada de transporte óptico, compatível com as necessidades das aplicações suportadas pela rede de transporte. Na camada de trajetos SDH e mesmo na camada de trajetos ODU, uma proteção adicional segundo o modelo SNC-P será implementada a depender da criticidade do serviço.

A engenharia da rede previu uma robustez elevadíssima da rede contra falhas, tanto do meio de transmissão – inclusive das cabeças ópticas – quanto dos elementos de rede. A primeira consideração foi estruturar o *backbone* em anéis, que resolvem o problema de falhas únicas no sistema. A segunda foi a disponibilidade do duplo provisionamento dos serviços por rotas distintas, o que resolve a eventualidade de falhas duplas ou falhas de equipamentos não duplicados. A terceira foi o cuidado de levar os sinais das estações que não fazem parte do *backbone* a dois pontos de entrada neste, o que permite configurar rotas alternativas que garantem a continuidade do serviço em caso de falha na rede de acesso ou nos elementos de rede acessados.

Os serviços mais essenciais, como a teleproteção, poderão, ainda, ficar protegidos contra falhas nos dispositivos de rede de acesso caso sejam conectados a mais de um elemento de rede conectado ao *backbone*, por exemplo uma interface ao serviço de pacotes (*Carrier Ethernet*) e outra ao serviço determinístico (SDH).

A descrição dos principais aspectos funcionais dos elementos de rede do Sistema é apresentada a seguir.

3.2.1 DWDM

No projeto optou-se pela utilização de multiplexores e demultiplexores que suportem, no mínimo, até 08 (oito) comprimentos de onda. Esta decisão foi fundamentada em consultas a fabricantes de equipamentos DWDM que informaram não haver diferença de custo significativa entre sistemas dimensionados para 8 canais e sistemas dimensionados para 4 canais. A utilização de sistemas DWDM com maior capacidade de canais se justifica pela maior flexibilidade da rede em agregar novas necessidades que venham surgir, preservando os investimentos.

Para atender os requisitos de proteção, serão utilizados dois equipamentos DWDM por tramo, sempre que necessária a multiplexação e demultiplexação de comprimentos de onda em um determinado tramo.

3.2.2 OTN - 10 Gbit/s

Os nós que configuram os anéis de 10 Gbit/s consistem em *Optical Add & Drop Multiplexers* (OADM) da hierarquia OTU-2 da tecnologia OTN (*Optical Transport Network*) segundo a Rec. G.709 do ITU-T.

Os elementos de rede OTN operam com *transponders* flexíveis (*multirate*, ou multitaxas) com, 8 entradas e saídas, que mapeiam sinais tributários no padrão *Ethernet* (GE – *Gigabit Ethernet* – ou 10 GE -- *10 Gigabit Ethernet*) ou no padrão SDH (STM-1, STM-4 e STM-16) nas unidades tributárias virtuais do sinal de linha OTN.

Os sinais de linha OTU-2, de 10 Gbit/s, possuem dois níveis de unidades tributárias: unidades tributárias de alta ordem (HO, *High Order*) ODU-2 – estas podem ser usadas como unidades inteiras (para receber sinais STM-64 ou 10GE, isto é, Ethernet a 10 Gbit/s) – ou estar subdivididas em 8 unidades tributárias de baixa ordem (LO, *Low Order*) ODU-0, cada uma das quais capaz de transportar isoladamente sinais tributários de até 1,25 Gbit/s (por exemplo, GE ou STM-4), ou, concatenadas, sinais de até $n \times 1,25$ Gbit/s (por exemplo, sinais STM-16 em 2 x ODU-0 concatenadas).

3.2.3 SDH

Para o caso dos anéis de 2,5 Gbit/s, como, em certos casos, as distâncias a vencer são muito grandes e como há trechos com DWDM, os sinais SDH que constituirão os anéis STM-16 poderão estar mapeados em tributários de primeira hierarquia (OTU-1) ou até mesmo de segunda hierarquia (OTU-2), conforme a Rec. G.709 do ITU-T.

Os anéis de 2,5 Gbit/s serão constituídos por multiplexadores ADM (*add & drop multiplexers*) STM-16 de última geração e serão utilizados para o transporte de sinais legados e de sinais TDM.

Os cartões NG-SDH suportarão serviços *Carrier Ethernet* e deverão atender a sinais tributários Ethernet de até 1 Gbit/s, com suporte a VCat (concatenação virtual de tributários VC-12, VC-3 e VC-4) e LCAS.

3.3 Descrição dos Principais Aspectos sobre Proteção dos Anéis Ópticos

3.3.1 Introdução

As redes em anel com apenas duas portas de agregado, encontram-se amplamente disponíveis e custam menos quando comparado com as redes em malha. As redes em anel também constituem arquiteturas simples de rede (as decisões com respeito ao roteamento resumem-se a decidir se o tráfego fluirá no sentido horário ou no anti-horário), mas que atendem aos requerimentos básicos do operador da rede (com a sobrevivência).

O projeto utilizará configurações em anel e proteção de linha a duas fibras segundo o procedimento MS-SPRing (Rec. G.842 do ITU-T, no caso de SDH) ou ODUk-SPRing (Rec. G.873.1 e *Draft* G.873.2 do ITU-T no caso de OTN), oferecendo proteção de alto nível, na camada de transporte óptico, compatível com as necessidades das aplicações suportadas pela rede de transporte.

A reutilização espacial constitui uma característica de grande importância dos anéis de proteção compartilhada. Uma conexão que não tenha superposições de trechos com outras (*nonoverlapping connection*) pode ser roteada no mesmo intervalo de tempo ou ranhura temporal (*time slot*) – portanto, na mesma capacidade – em seções diferentes do anel. Sendo assim, os *time slots* de proteção podem ser compartilhados entre conexões que não tenham superposições de trechos (*overlapping*) em um SPRing. Já num anel SNCP, a cada conexão é atribuída uma capacidade dedicada de proteção/*backup*, porque o nó de origem faz o ponteamto do sinal (ou seja, copia o sinal) em ambos os sentidos do anel, sendo que o nó de destino escolhe a melhor das duas cópias recebidas (em vez de fechar o *loop* do tráfego, como ocorre nos casos do SPRing).

3.3.2 Anéis de duas fibras

Numa configuração de duas fibras, apenas duas fibras conectam os diferentes nós do anel entre si, cada uma delas transportando 50% de capacidade ativa e 50% de capacidade de reserva/proteção. Ou seja, isto significa que uma das duas fibras pertence ao anel do sentido horário e a outra ao anel do sentido anti-horário. Isto significa que, para um anel OCh-SPRing, uma configuração com duas fibras só é capaz de transportar, no máximo, N/2 ODUk bidirecionais protegidos (isto é, quatro dos oito ODU-0 no caso de um anel OTU-2 de 10 Gbit/s configurado com 8 ODU-0) em cada tramo (*span*);

3.4 Topologia da Rede

O sistema-base de transmissão total é formado por oito anéis ópticos, conforme ilustrado na FIGURA 1, sendo sete anéis “reais” e um “*flat-ring*”, cobrindo as várias áreas de atuação da Chesf, formando um sistema integrado, com proteção de sobrevivência de prestação integral dos serviços, mesmo em presença de falhas simples em algum trecho do anel. Todos os anéis estão estruturados de modo a se interconectarem a pelo menos um outro anel e com pelo menos dois pontos de interconexão (exceção feita ao *flat-ring* entre USB e GRB). A arquitetura básica do novo *backbone* baseia-se em uma estrutura de anéis regionais com elementos de rede de tecnologia OTN para cobrir diretamente as distâncias longas de alguns trechos, com portadoras ópticas estruturadas em ODU-0 para oferecer flexibilidade no compartilhamento do uso da capacidade instalada dos novos sistemas.

Na definição da topologia dos anéis foram considerados os aspectos necessários à implantação dos sistemas de proteção contra a incidência de falhas (quantidade máxima de nós) e tempos de propagação.

3.4 Integração do tráfego Legado

A despeito da implantação planejada da nova rede de transporte, a migração da rede SDH atual obedecerá a critérios econômicos ou de obsolescência dos equipamentos, sem que haja necessidade de desativação ou migração imediata, com a conseqüente preservação dos investimentos recentes.

Da mesma forma, o tráfego Ethernet continuará a ser transportado pela rede existente NG-SDH, migrando para a nova rede seguindo critérios de atualização de topologia da rede WAN ou em caso de expansão dos serviços existentes, para melhor aproveitar a flexibilidade de configuração e a maior disponibilidade de banda no novo serviço *Carrier Ethernet*.

4.0 - DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

Conforme a recomendação ITU-T G.709, o OTN (Optical Transport Network), provê funcionalidades de transporte, multiplexação add-drop óptico, roteamento, operação, administração, manutenção e provisionamento dos sinais do cliente. A tecnologia OTN/DWDM permite multiplexar e demultiplexar um máximo de 80 canais em uma única fibra óptica, por um ou mais caminhos ópticos, e fornece as mesmas funcionalidades de gerenciamento de rede existentes na tecnologia SDH, suportando diferentes topologias de redes como em anel, linear, mesh, etc além de transportar transparentemente qualquer tráfego cliente tanto no domínio óptico quanto elétrico.

Conhecido como “digital wrapper” (empacotador digital), o OTN permite encapsular diferentes tipos de tráfegos como Ethernet, SDH/SONET, vídeo digital, IP/VPN, independente do seu protocolo nativo, em uma estrutura de unidade de transporte óptico (OTU). A rede OTN não impõe limites nas taxas de comutação, tornando-a muito flexível no quesito largura de banda e, permitindo assim que multitaxas e protocolos existentes do lado cliente possam ser encapsulados em apenas uma entidade com um menor número de cabeçalhos e uma maior eficiência.

O OTN permite o total monitoramento do desempenho para todo o tráfego de multiserviço através do seu OAM melhorado, controle de erro, adaptação de frame e taxa, mecanismos de multiplexação, redundância, proteções em anel e restauração em caso de falhas. Sua principal funcionalidade é o FEC (forward error correction) que melhora a performance de links com ruído muito elevado.

O formato do frame OTN é definido na figura 2.

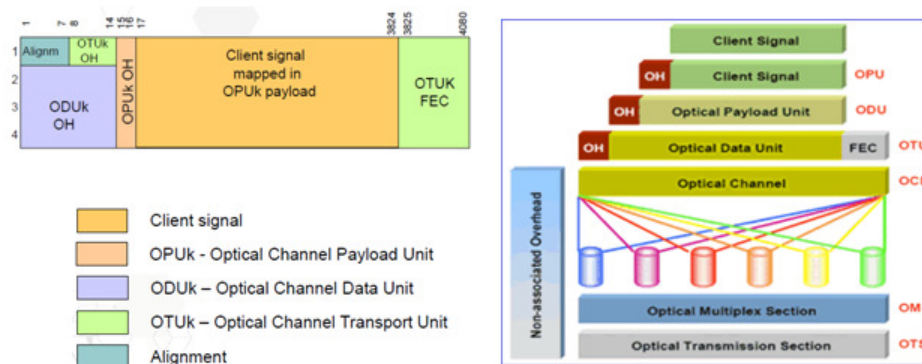


FIGURA 2 – Frame OTN

- Optical Payload Unit (OPU): consiste do payload do cliente acrescido do OPU Overhead (OPU-OH), o qual é necessário para encapsular o sinal cliente e ajustar a taxa (se necessário);
- Optical Data Unit (ODU): é a estrutura necessária para transportar o OPU. O ODU consiste o payload do OPU acrescido do ODU Overhead (ODU-OH). O ODU-OH fornece funções de monitoramento da conexão da camada path;
- Optical Transmission Unit (OTU): condiciona a ODU para a transmissão óptica. Consiste da ODU, mais o OPU Overhead (OTU-OH), mais o bloco Forward Error Correction (FEC). O OTU-OH fornece funções de monitoramento da conexão da camada 'section';
- Optical Channel (OCh): várias seções overhead são adicionadas ao sinal de cliente, o qual junto com o FEC forma o Optical Transport Unit (OTU). O OTU é carregado então por um único comprimento de onda como um Optical Channel (OCh);
- Non-Associated Overhead: como múltiplos comprimentos de onda são transportados sobre a OTN, um overhead deve ser adicionado para habilitar a funcionalidade de gerenciamento do OTN. Uma vez que o optical channel é formado, um adicional OH não associado é adicionado aos comprimentos de onda OCh, o qual forma a Optical Multiplexing Sections (OMS) e a Optical Transmission Sections (OTS);
- Optical Multiplexing Sections (OMS): na camada OMS, o payload OMS e o Non-Associated Overhead (OMS OH) são transportados. O payload OMS consiste de OCh's multiplexados. O OMS-OH, embora indefinido neste ponto, suporta a monitoração da conexão e assiste a provedores de serviço na solução e isolamento de falhas na OTN;
- Optical Transmission Sections (OTS): na camada OTS, o payload OTS e o OTS Overhead (OTS-OH) são transportados. Similar ao OMS, o OTS transporta as seções multiplexadas opticamente. O OTS-OH, embora não completamente definido, é usado para funções de manutenção e operação. A camada OTS permite ao operador da rede executar trabalhos de monitoração e manutenção entre NEs.

A capacidade de transmissão de dados é definida pela hierarquia do OTU com as seguintes taxas aproximadas:

- OTU1 para 2,5Gbps e transporte de sinais de cliente STM-1/4/16, OC-3/12/48, FC-100/200, GbE, GPON;
- OTU1e para 10G e transporte de sinais LAN 10 GbE;
- OTU2 para 10Gbps e transporte de sinais de cliente STM-64/OC-192, FC-400/800, 10GbE, IB SDR/DDR;
- OTU2e para 10Gbps e transporte de sinais de cliente FC-1200, LAN 10 GbE;
- OTU3 para 40Gbps e transporte de sinais de cliente STM256/OC-768, 40GbE, IB QDR;
- OTU4 para 100Gbps e transporte de sinais de cliente 100 GbE.

Principais vantagens do OTN:

- Isola a rede contra a combinação incerta de serviços fornecendo transporte nativo transparente de sinais que encapsula todas as informações de gerenciamento de clientes
- Realiza multiplex para uma ótima utilização da capacidade, aumentando a eficiência da rede
- Permite a escalabilidade da rede e oferece suporte para serviços Ethernet dedicados, com definições de serviços para 1 GbE, 10 GbE, 40 GbE e 100 GbE, com especificação inicial com taxas mais altas
- Oferece monitoramento de desempenho multicamadas e recurso de manutenção avançado para sinais que atravessam redes de várias operadoras
- Permite conectividade de malha automatizada e 50 ms de restauração de malha

5.0 - RESULTADOS PRÁTICOS

5.1 Teste de Conceito

O teste de conceito foi realizado no mês Outubro de 2013 nas instalações do fabricante na China. A topologia utilizou o mesmo modelo dos equipamentos ofertados, simulando uma rede com 3 anéis OTN e um link DWDM. Para a realização dos testes, foi simulado um anel lógico em todos os trajeto OTN, constituindo 03 (três) anéis OTN com proteção ODUK-SPRing e um anel lógico do SDH entre as localidades RCD-BGI-COS-RCD com proteção MS-Spring em STM-16 através do ODU-0 do OTN.

Testes no SDH:

- Proteção a nível de equipamento: alimentação, placas controladoras, cross-connect e clock
- Proteção a nível de rede: MS-Spring/SNCP com medição do tempo de comutação e sincronismo
- Serviços Ethernet: LCAS, Vlan, QinQ
- Interfaces ópticas: Medição da potência óptica transmitida, sensibilidade e jitter

Testes no OTN/DWDM:

- Proteção a nível de equipamento: alimentação, placas controladoras e cross-connect
- Proteção a nível de rede: ODUK SNCP e ODUK Spring com medição do tempo de comutação
- Serviços Ethernet: LCAS, Vlan, QinQ, VCAT e QoS
- Interfaces ópticas: Medição da potência óptica, sensibilidade, output jitter, função FEC e limite do OSNR
- Função OSC, Função APE e capacidade de 8 canais DWDM na placa
- Placa de serviços multi taxas
- Cross-connect ODUK e agregação na placa de linha 10G

Testes na gerência:

- Gerenciamento de recursos, alarmes, performance e emissão de relatórios

Foram realizados testes em ambos os sistemas e diversas falhas foram criadas na rede para verificar o comportamento dos serviços e a atuação das proteções. O resultado final foi a aceitação dos equipamentos.

5.2 Teste de Fábrica

Os testes em fábrica foram realizados nos meses de Outubro à Dezembro de 2014 e consistiram em testes funcionais e sistêmicos dos equipamentos SDH, OTN, DWDM e do software do sistema de gerência. O objetivo dos testes era certificar e garantir o bom funcionamento das características e funcionalidades técnicas dos equipamentos envolvidos na solução da Camada de Transporte.

Os equipamentos SDH foram interligados formando um grande anel, e nesta topologia os testes de proteção e demais testes sistêmicos foram aplicados com resultados satisfatórios.

Os equipamentos OTN/DWDM foram testados por anel, portanto sua topologia seguiu o arranjo de seu respectivo anel. Por se tratar de nova tecnologia, muitas dificuldades na execução dos testes foram enfrentadas o qual exigiu suporte também do fabricante dos equipamentos. Foram realizados testes de sensibilidade e potência óptica, jitter, relação sinal ruído, agregação dos serviços, proteções no nível de hardware e no nível de linha, função FEC, comprimentos de onda no DWDM e também testes nos módulos de amplificação óptica, pré-amplificação, amplificação RAMAN e de compensação de dispersão cromática, com uso de bobinas de fibra óptica.

5.3 Teste Piloto

Os testes para o anel piloto (Figura 3) foram realizados em Fevereiro de 2015 e também consistiram em testes funcionais e sistêmicos dos SDH e OTN em seu ambiente real de instalação nas localidades de Recife II (RCD), COS, Bongi (BGI), Joairam (JRM) e Sede (SDE).

O anel piloto é um dos anéis da rede de transporte em implantação e está configurado com proteção em anel ODUk-Spring a duas fibras com uma capacidade nominal de 10Gbit/s. As conclusões dos testes executados estão em análise entre as partes envolvidas e, portanto seus resultados serão apresentados em detalhe no evento.

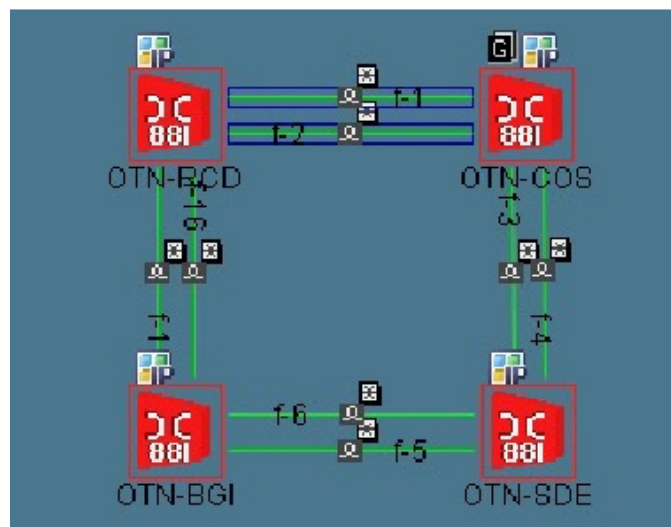


FIGURA 3 – Topologia do teste piloto

6.0 - CONCLUSÃO

Com a tendência do crescimento de tráfego de dados em aplicações Ethernet, a necessidade de otimização de banda ligada a limitação da quantidade de fibras instaladas, a inclusão de novos protocolos e interfaces na rede, além do manutenção dos legados, a tecnologia OTN surgiu como uma ótima solução para atender esta demanda.

Por se tratar da primeira implementação desta tecnologia em uma concessionária de energia elétrica, uma preocupação adicional foi considerada com relação a segurança, proteção e confiabilidade do tráfego de serviços críticos. Devido a complexidade da nova tecnologia, dúvidas e dificuldades foram encontradas durante a implantação e dos testes realizados até o momento, entretanto os trabalhos de implantação seguirão durante o ano de 2015 e a expectativa é que a nova Camada de Transporte esteja em plena operação em 2016 servindo como referência para futuros projetos e como um dos marcos mais importantes da história das Telecomunicações aplicadas em concessionárias de energia.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Plano Diretor de Telecomunicações Chesf 2011-2018. Chesf. Recife/PE. 2011.
- (2) ITU-T G.709 Interfaces for the Optical Transport Network (OTN).
- (3) ITU-T G.798 Characteristics of optical transport network hierarchy equipment functional blocks.
- (4) www.iec.org
- (5) www.teleco.com.br
- (6) <http://www.ciena.com.br/technology/optical-transport-network/>

8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Rodrigo Leal de Siqueira nasceu em Recife em 1977, graduado em Engenharia Eletrônica pela UFPE em 2000. Mestre em Engenharia Elétrica, com ênfase em Telecomunicações, em 2004 pela UFPE com parceria UNICAMP. Concluiu o MBA (Master Business of Administration) em Gerência de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas, 2009. Desde 2006 é Engenheiro da Divisão de Engenharia e Expansão do Sistema de Telecomunicações da CHESF. Publicou artigo técnico no IEEE Vehicular Technology Conference 2006 em Melbourne na Austrália e outros eventos Nacionais e Internacionais (Bienal Cigré, Colloquium Buenos Aires, Colloquium Índia, Futurecom) de Telecomunicações.

Vitor de Oliveira Meneguim nasceu em São Paulo em 1985, graduado em Engenharia Elétrica com ênfase em Telecomunicações pela FEI em São Bernardo do Campo-SP em 2007. Atuou na área de engenharia e implantação para concessionárias de energia elétrica e, desde 2011 atua na área de Marketing sendo responsável por uma linha de produtos ópticos de telecomunicações voltado para o setor de energia elétrica para todas as unidades da Alstom Grid.

Marta Maimi nasceu em São Paulo em 1983, graduada pela FEI em São Bernardo do Campo-SP, 2007. Engenheira atuante no setor de telecomunicações para concessionárias de energia e transportes metro-ferroviários desde 2001, sempre nas áreas de engenharia e implantação. Pela empresa atual Alstom, coordenação de equipes de engenharias Telecom do Brasil, Chile e México desde 2013. Participação em seminários técnicos anteriores do SNPTTE, Distributech e LAUG.