



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

GTL 06
14 a 17 Outubro de 2007
Rio de Janeiro - RJ

**GRUPO XVI
GRUPO DE ESTUDO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO PARA SISTEMAS
ELÉTRICOS**

**APLICAÇÕES IP SOBRE SDH PARA O MERCADO DE CONCESSIONÁRIAS DE ENERGIA –
REALIDADES & CONFLITOS**

Jorge Camara *

Carlos Barros

Marta Maimi

ABB Ltda.

RESUMO

A apresentação destacará a aplicação da tecnologia IP sobre SDH, ou também conhecida Ethernet sobre SDH para os serviços de voz, vídeo e dados corporativos e operacionais, considerando os aspectos de segurança e confiabilidade exigidos pelo mercado de energia e fazendo também um panorama de como esta nova tendência está sendo absorvida pelas concessionárias.

A tecnologia Ethernet sobre SDH permite que dados do tipo “packet-switched” sejam transportados em TDM (circuit-switched), onde a grande vantagem é que toda a filosofia de proteção e redundância aplicada na tecnologia TDM, será empregada como fator de segurança e confiabilidade no tráfego dos dados IP.

PALAVRAS-CHAVE

Tecnologia, Segurança, Confiabilidade, Convergência, Ethernet.

1.0 - INTRODUÇÃO

Durante anos, as tecnologias PDH (Plesiocronous Digital Hierarchy) e SDH (Synchronous Digital Hierarchy) representaram sinônimo de alta qualidade nas aplicações TDM (Time Division Multiplexing) no mercado de telecomunicações. Nas concessionárias de energia, além dos serviços de comunicação de voz e dados, equipamentos PDH e SDH são amplamente utilizados para as soluções de teleproteção analógica e digital.

Entretanto, os sistemas SDH/PDH tradicionais já passam a enfrentar alguns problemas quanto ao grande crescimento do tráfego de dados e também, a demanda de atender novos e diferenciados serviços de dados. A nova geração de equipamentos SDH incorpora agora a tecnologia “Ethernet over SDH” (EoSDH), combinando o grande potencial da plataforma SDH, onde encontramos transporte eficiente das informações associado aos esquemas de proteção inerentes a rede SDH, com a larga necessidade da já estável tecnologia IP do mercado.

Os benefícios associados a esta nova geração, dependem do entendimento conceitual da tecnologia, pois toda a teoria já disseminada e absorvida referente ao que chamamos “circuit-switched” nas redes TDM, não pode ser confundida e nem tampouco interferir nas otimizações e flexibilidades da EoSDH.

2.0 - ETHERNET OVER SDH

Para explicarmos a transmissão de pacotes ethernet sobre uma rede SDH é necessário abordar sucintamente três tecnologias:

- EoSDH Mapping;
- EoSDH MAC Switching;
- EoSDH IEEE 802.1q tagging.

2.1 EoSDH Mapping

Esta é a Tecnologia que eficientemente “mapeia” os frames Ethernet para dentro dos VCs (Virtual Containers) de um feixe SDH.

Os benefícios que se tem com essa tecnologia são:

- Banda flexível alocada em passos de 2Mbps. Em comparação com as tradicionais bandas fixas de transmissão PDH, SDH (E1, E3, STM1), temos um uso muito mais eficiente e com isso uma ampliação gradual de necessidade de banda evitando desperdício de banda na rede;
- Possibilidade de utilização de VC12 não contíguos através do recurso “Virtual Concatenation” (VCAT), trazendo uma flexibilidade enorme quando temos uma rede existente, evitando remanejamento de “cross-conexões”;
- Um novo conceito de proteção chamado LCAS (Link Capacity Adjustment Scheme) que duplica a capacidade de comunicação somando a banda do canal principal com a banda do canal protegido;
- Facilidade de não alteração do Hardware em caso de aumento de banda.

2.2 EoSDH MAC Switching

Imaginando uma comunicação EoSDH utilizando somente o recurso EoSDH Mapping teríamos apenas a facilidade de comunicações ponto-a-ponto entre portas ethernet em Layer1. Com esta restrição teríamos as seguintes dificuldades:

- Uma porta Ethernet para cada comunicação ponto-a-ponto, logo, em uma topologia com uma estação central, poderíamos ter um grande número de interfaces nesta estação ou até mesmo a adição de novos equipamentos para atender um grande número de canais;
- Para implementar grandes topologias, seria necessária adição de Switches externos para fazer a comunicação entre canais ponto-a-ponto.

Com a tecnologia EoSDH MAC Switching, temos implementado Layer 2 para os canais Ethernet, podendo criar localmente Switches Ethernet (LAN) e comunicação ponto-multiponto (comunicação com várias WANs). Desta forma, na mesma topologia citada acima, poderíamos fazer a interligação de vários canais Ethernet remoto a uma única porta na estação central.

2.3 EoSDH IEEE 802.1q tagging

Mesmo a combinação da solução EoSDH Mapping e EoSDH Switching, ainda haveria limitações com a separação de tráfego, como por exemplo no caso de uma mesma porta física enviar vários serviços distintos.

O IEEE 802.1q foi desenvolvido do conceito de VLAN para separar domínios de broadcast de uma rede com serviços distintos e aumentar a segurança.

Tecnicamente o cabeçalho do IEEE 802.1q possui 4 bytes de extensão em relação ao cabeçalho do IEEE 802.3.

Neste cabeçalho, estes 4 bytes adicionais são divididos da seguinte forma: (ver Figura1)

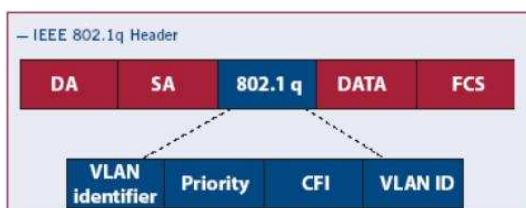


Figura 1

- 2 Bytes são usados para identificar se a informação que vem é do tipo IEEE 802.1q e não IEEE 802.3;
- 3 bits são usados para "Prioridade". Estes são conhecidos como "provider" bits;
- 1 bit é para CFI (Canonical Format Identifier);
- 12 bits são para VLAN ID. Esta é a identificação da VLAN que o Switch usará para definir para qual VLAN os dados que chegaram serão encaminhados.

Desta forma podemos fazer com que dados de diferentes serviços estejam separados pelos seus respectivos VLAN ID.

3.0 - SERVIÇOS QUE MIGRARAM PARA TECNOLOGIA ETHERNET.

3.1 Oscilografia

A solução usual PDH para transmissão de sinais de Oscilografia entre duas Subestações utiliza um MODEM conectado a uma porta serial (RS232) da Estação de Análise de Oscilografia e uma linha discada como meio de transmissão. Representado em Azul na Figura 2.

Através da tecnologia EoSDH, a transmissão de sinais de Oscilografia entre duas Subestações pode ser feita via canal Ethernet, tendo os seguintes benefícios:

- Agilidade na comunicação;
- Não necessidade de linha externa, uma vez que utiliza a própria infra-estrutura implantada;
- Otimização de espaço físico nos centros com a eliminação dos MODEMs.

Em vermelho, a Figura2 mostra como fica a interligação com canal Ethernet.

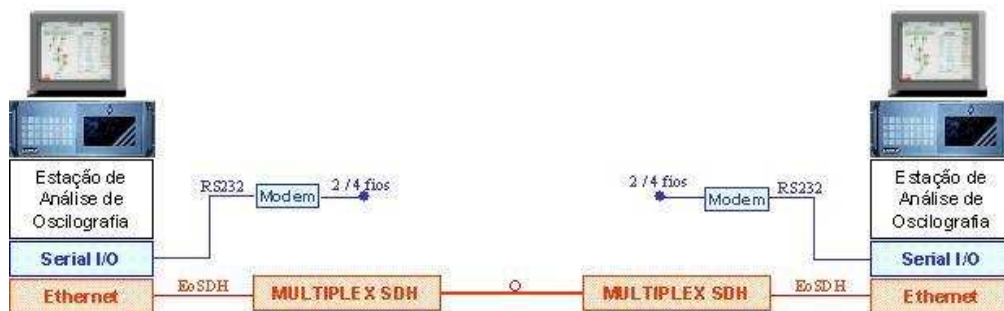


Figura 2

3.2 Rede Cooperativa

A comunicação de redes cooperativas também era um serviço que quando existia a necessidade de transmissão entre Subestações era realizado por conexões e dispositivos PDH.

Na Figura 3 abaixo, podemos ver o método tradicional.

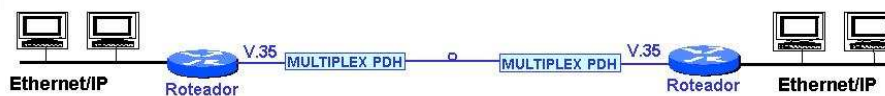


Figura 3

Na nova forma, através da transmissão EoSDH, além do benefício de configurações ponto-multiponto em um só produto, existe a economia por não necessitar a utilização de Roteadores externos.

Na figura 4 abaixo, podemos ver a nova forma de transmissão.

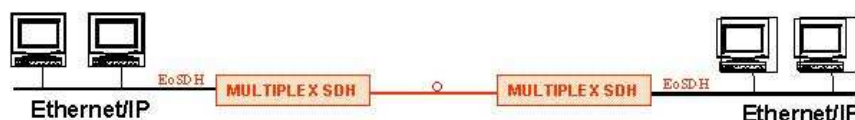


Figura 4

3.3 Canal de Serviço

O canal de serviço é um caso diferente de canal Ethernet sobre SDH.

Este serviço pode ou não ser "in-band", tendo como possibilidades, ser transmitido pelo cabeçalho do feixe SDH dentro dos bits D1-D3 ou D4-D12 ou ser alocado dentro de um VC12 do feixe SDH. Em ambos os casos estamos formando uma rede EOW (engineering oderwire) que utiliza conceito de voz sobre IP para o seu funcionamento.

A necessidade de migrar este serviço para tecnologia IP se deu pelo fato de que em alguns casos, o canal de serviço está intrínseco ao produto e com isso não possibilita a integração a outros canais de serviço. Em redes híbridas (por exemplo, óptica e rádio), um link de rádio isolado no meio da rede pode oferecer dificuldade de comunicação com outras estações que são exclusivamente ópticas. Esta situação pode levar a soluções não eficientes se pensarmos em utilizar a tecnologia PDH.

O canal de serviço sobre IP traz a facilidade de integração necessitando de interligação em apenas um ponto onde as redes EOW de diferentes equipamentos se encontram. Abaixo na Figura 5 mostramos um exemplo desta aplicação.

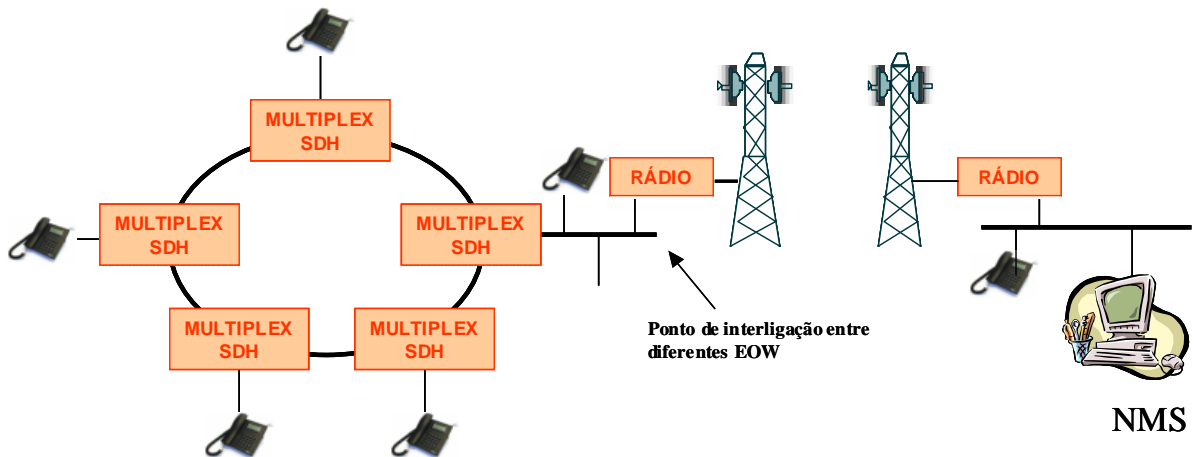


Figura 5

3.4 CFTV

Basicamente o sistema CFTV consiste na captura das imagens que se deseja monitorizar, no tratamento das mesmas, seu armazenamento e exposição.

A tecnologia EoSDH traz benefícios em algumas situações a qual seria muito dispendioso instalar todo um sistema de CFTV (Consoles de Comando, Sistema de Gravação e Matriz Computadora) em cada Subestação para captura de apenas poucas câmeras.

A tecnologia EoSDH possibilita a criação de uma VLAN dedicada para o serviço de CFTV. Nesta VLAN, definimos os dispositivos de vídeo (câmeras de captura de imagem e concentrador de imagem) com o padrão Ethernet de comunicação. Nos equipamentos Multiplex, definimos a banda necessária para a qualidade de vídeo desejada.

A Figura 6 mostra um exemplo de aplicação onde otimizamos a aplicação de CFTV.

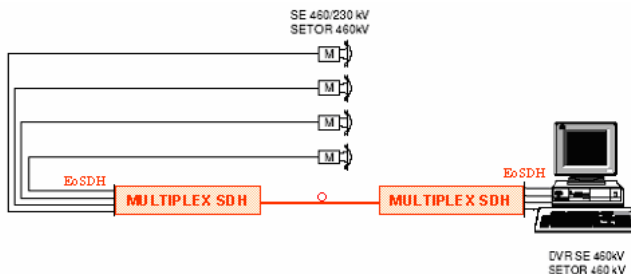


Figura 6

4.0 - REALIDADES

A tecnologia Ethernet apesar de consolidada e disponível já há algum tempo no mercado de Telecomunicações, ainda é uma novidade para a grande parte dos profissionais do setor de Energia. Tal defasagem é responsável pela lenta migração dos serviços de voz e dados convencionais para a Tecnologia Ethernet.

A fim de manter padrões de confiabilidade das soluções e sistemas, muitas Concessionárias de Energia decidem em manter as aplicações tradicionais para serviços de voz, dados e vídeo.

Contudo, os recursos técnicos disponíveis na comunicação por pacotes, garantem hoje uma confiabilidade muitas vezes maior que a dos sistemas convencionais.

Vamos abordar três realidades que dificultam a aceleração da atualização da tecnologia EoSDH no mercado de concessionárias de energia:

4.1 A abordagem dos fornecedores

Os fornecedores de soluções estão em constante desenvolvimento tecnológico para atender a necessidade dos clientes e serem competitivos no mercado.

Cabe aos fornecedores, neste momento, servir as operadoras do sistema de Energia elétrica com informações técnicas suficientes para o esclarecimento sobre aplicações e considerações que garantam tal confiabilidade exigida pelo sistema de energia brasileiro.

Se analisarmos os custos de uma solução tradicional em relação a uma solução com uma tecnologia atual, chegaremos à conclusão que é muito mais caro permanecer no passado.

As empresas que se propuserem a fornecer conhecimento junto ao fornecimento de solução estarão trilhando um novo rumo para o desenvolvimento da tecnologia no setor elétrico.

4.2 Falta padrões que garantam confiabilidade utilizando soluções com a tecnologia EoSDH

Em função dos últimos leilões da ANEEL, novas concessionárias de energia privadas surgiram.

Estas empresas, por não estarem presas a padrões institucionais, apresentaram novas soluções que depois de aprovadas pelos órgãos regulamentadores, ONS e ANEEL, abriram portas para a construção de novos padrões utilizando a tecnologia Ethernet.

À medida que temos bons resultados com soluções envolvendo a tecnologia Ethernet, podemos definir novos padrões que garantam a confiabilidade.

4.3 Carência de conhecimento da tecnologia Ethernet pelo corpo técnico das operadoras

Há a necessidade da constante atualização do corpo técnico de manutenção e operação por parte das concessionárias de energia.

Abaixo relacionaremos alguns fatores:

- No fornecimento de um Sistema de Telecomunicações por parte de um fabricante sempre há treinamento dos produtos envolvidos na solução, onde o pré-requisito é já conhecer as novas tecnologias.
- A falta de contato diário com os equipamentos durante a operação pode levar ao gradativo esquecimento do conteúdo aprendido nos treinamentos, gerando dúvidas para a manutenção dos mesmos;
- Muitas vezes fica a cargo dos treinandos repassar estes conhecimentos aos colegas que não puderam participar do treinamento do fabricante. Porém muitas vezes não há disponibilidade para realizar a difusão de conhecimentos na equipe;
- Ainda existem poucos sistemas de operação com a tecnologia EoSDH.

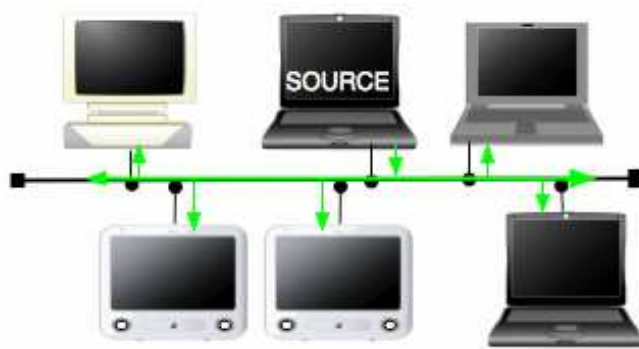
5.0 - CONFLITOS

O maior conflito entre a tecnologia EoSDH e a tecnologia convencional de transmissão de voz, dados e vídeo é aplicar os conceitos de uma tecnologia na outra.

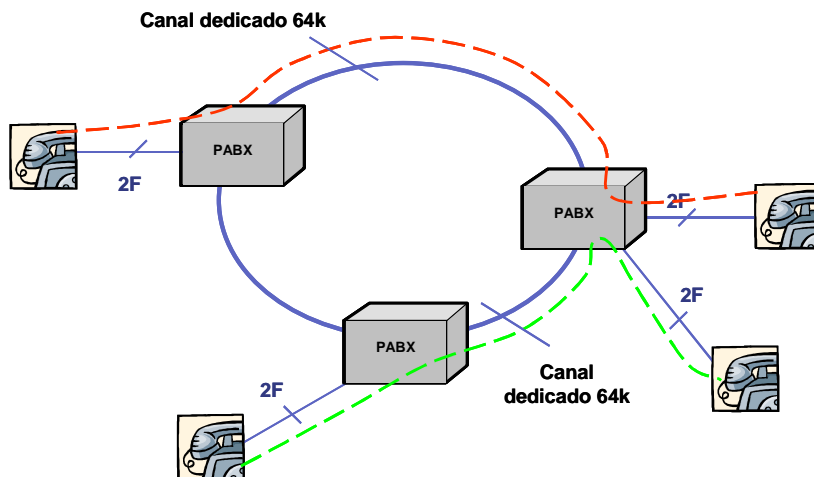
Destacamos abaixo alguns casos:

5.1 Circuit-switched x Packet-switched

Circuit-switched, a comutação por circuito, já é um conceito consolidado, onde para cada canal de serviço, seja um canal de dados, voz ou teleproteção, haverá um meio dedicado para o transporte do serviço. Nos serviços do tipo packet-switched ou comutação por pacote, o meio é compartilhado, em outras palavras é possível compartilhar uma mesma banda para vários serviços distintos. Através da figura 7, exemplificamos o conceito.



Packet-switched: Informações compartilhando a mesma via de transmissão



Circuit-switched: Informações transmitidas por meio de canais dedicados, por exemplo, PDH 64kbps.

Figura 7

5.2 Banda de transmissão

É muito comum ouvirmos comentários do tipo: “se eu tenho uma porta de 100Mbps Ethernet, eu preciso de um canal de 100Mbps para transmiti-la”.

Esta relação que muitas pessoas fazem com a tecnologia circuit-switched e packet-switched não é verdade.

Existem padrões para as portas ou também chamadas NICs (network interface card), os padrões mais conhecidos são: 10BaseT, 100BaseT e 1000BaseT. Estes padrões indicam uma capacidade máxima que o dispositivo (a NIC) pode suportar e não necessariamente o tráfego real das informações.

No caso da transmissão por pacotes, a banda de transmissão pode e na maior parte dos casos, o tráfego nunca é igual à velocidade da porta Ethernet.

5.3 Proteção em Anel

Apesar do destaque que a tecnologia EoSDH tem devido ao fato de se agregar toda a proteção de redes SDH (MSP, SNCP, etc) ao tráfego de pacotes IP, é muito importante saber que quando tratamos de redundância em redes ethernet, os pacotes podem entrar em loop e serem perdidos, o que torna inviável o tráfego das informações.

Para fazer proteção em anel dos dados Ethernet, foi necessário o desenvolvimento de protocolos que desfazem logicamente estes loops, sendo os mais conhecidos o STP (Spanning Tree Protocol) e RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol), diferentemente dos dados tipo circuit-switched onde não é necessário nenhum protocolo específico para os canais protegidos em anel.

Desenvolver soluções com redundância, sempre exigidas pelo mercado de energia, faz com que o conhecimento dos protocolos de proteção contra loops seja uma grande necessidade para a aplicação confiável e segura da rede.

6.0 - CONCLUSÃO

Este informe técnico mostra resumidamente a grande aplicabilidade da tecnologia Ethernet nos diversos serviços de telecomunicações para as concessionárias de energia. Muito mais que a aplicabilidade, é importante destacar que as concessionárias estão vivendo o momento da convergência, que não deve ser apenas motivada pela necessidade, mas também pelo crescimento / renovação tecnológica. Estes fatores implicam em agregar novos conceitos nas soluções, adaptar sistemas existentes e principalmente desafiar as realidades e conflitos do mercado.

Aceitar que é possível fazer soluções diferentes mantendo as características de confiabilidade e segurança não é tarefa fácil, portanto, os fabricantes têm papel fundamental em demonstrar todos os benefícios e também todas as ressalvas, para que o cliente ou usuário final possa conviver com a convergência de maneira positiva, confiável e segura.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Tanenbaum, Andrew S. – Redes de Computadores – Campus Editora, 2003.
- (2) ETHERNET OVER SDH Technologies – Tellabs - 2003
- (3) Odom, Wendell – Cisco CCNA – Alta Books, 3ª Edição.
- (4) Projetos clientes: Eletronorte Mato Grosso STM4, CBA, CVRD Itabira, Cobelux SMTE.

8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Jorge Luiz Fernandes Camara

Nascido no Rio de Janeiro, RJ em 06 de Novembro de 1968.

Graduação (1993) em Engenharia Elétrica com ênfase em Telecomunicações e Eletrônica: UGF - Rio de Janeiro

Empresas: FURNAS Centrais Elétricas, de 1991 a 2000 e ABB Ltda desde 2000

Gerente do Departamento de Engenharia de Telecomunicação

Carlos Barros

Nascido em Volta Redonda - RJ, em 22 de janeiro de 1973.

Graduação (1999) em Engenharia Elétrica: INATEL - Instituto Nacional de Telecomunicações

Empresa: ABB Ltda, desde 2000

Engenheiro de Telecomunicações

Marta Maimi Obuchi

Nascida em São Paulo, SP, em 28 de Fevereiro de 1983.

Graduação (2007) em Engenharia Elétrica: FEI – Faculdade de Engenharia Industrial

Empresa: ABB Ltda, desde 2001

Engenheira Elétrica de Produção