

Introdução

As redes de transporte evoluíram muito até chegar na tecnologia SDH, desde quando começou a era da digitalização, houve um grande salto no aperfeiçoamento da tecnologia.

Primeiramente, digitalizou-se a voz, a partir daí, necessitou-se de sistemas de transmissão digital que transportasse ou interligasse as centrais. Permitindo assim, uma melhora significativa na qualidade da voz transmitida ou recebida, esses sistemas são os chamados PCM plesiócronicos ou PDH. Surgiram vários padrões: o europeu, o japonês e o norte americano, sendo que o adotado no Brasil é o europeu. Esses sistemas, conforme a demanda ia aumentando, desenvolvia-se mais níveis hierárquicos, chegando a taxas de 564992 Kbit/s (hierarquia européia), tendo alta capacidade com possibilidade de transmitir 7680 canais.

Com o desenvolvimento dos meios de transmissão ópticos: fibra, fototransmissores e fotodetectores, fez com que os sistemas PCM tivessem um estágio de conversão eletro-óptica (ELO). Permitindo que os enlaces se tornassem muito maiores, cerca de dezenas de Km, além de melhorar mais uma vez a qualidade do sinal, agora livre da interferência eletromagnética, ou seja, imunidade a ruído. Além de diminuir em muito o custo do sistema por que a rede até então existente (a metálica) tinha um custo alto, era um meio ruidoso e de 1.5Km a 1.5Km colocava-se repetidores no link PCM.

Porém, a demanda começou a aumentar e a hierarquia PDH tornou-se limitada, sem condições de oferecer serviços com qualidade elevada, de forma a atender o cliente o mais rapidamente e sob demanda, pois não tinha principalmente:

- Facilidade de derivação e inserção de tributários;
- Capacidade de gerência satisfatória;

Com as desvantagens que a hierarquia PDH apresentou, tornou-se necessário criar uma nova rede de transporte, com uma taxa maior e que fosse compatível com os padrões existentes. Então, surgiu nos Estados Unidos a rede SONET (rede óptica síncrona) que era uma rede síncrona baseada em fibra óptica e que não tinha as mesmas limitações da PDH.

Apartir daí, o ITU-T padronizou o sistema SDH, compatível com a SONET e PDH, atendendo dessa forma a necessidade das operadoras de telecomunicações.

Assim a SDH entra no cenário mundial, como uma rede de transporte faixa larga podendo transmitir: voz, dados e imagem. Sem as mesmas limitações da PDH, com uma grande capacidade de gerência, com padronização de taxa, formato de quadro e métodos de multiplexação. Além de fornecer operação, administração, manutenção e provisionamento para a transmissão de alta velocidade.

A rede SDH é capaz de acomodar tanto os sinais PDH existentes como também células ATM. A SDH juntamente com o ATM, serão a espinha dorsal das redes de telecomunicações, ou seja, para a rede RDSI-FL (rede digital de serviços integrados faixa larga). A RDSI-FL é baseada em uma rede dividida em camadas:

- Uma camada óptica (exceto em rotas de rádio ou satélite);
- Uma camada física baseada na tecnologia SDH;
- Uma camada de rede baseado no ATM que proveria serviços ao usuário.

A SDH é uma rede de transporte síncrona, baseada em equipamentos que integram a parte de multiplexação e terminação óptica, com taxas e padrões definidos. Com uma grande capacidade de gerência, sendo pioneira a incorporar a filosofia TMN (*Telecommunication Managment network*) e permitindo também, a interconexão de redes de diferentes fabricantes. A SDH permite um alto grau de flexibilidade de rede, ocasionando qualidade e rapidez. A SDH possui sistemas de proteção e restauração de serviço, o que a torna altamente confiável.

Neste trabalho enfoca-se a SDH, sendo dividido em 4 capítulos, sendo que o primeiro capítulo faz inicialmente uma introdução à hierarquia digital, depois faz uma explanação sobre a hierarquia digital plesiócrons, sobre suas principais características, suas desvantagens e seus principais padrões: o europeu, o japonês e o norte americano. É apresentado também a SDH com suas principais características, vantagens, desvantagens. E no final é feita uma comparação entre as duas hierarquias a PDH e a SDH.

No segundo capítulo é apresentado a arquitetura SDH, sua organização de quadros, os vários fundamentos da multiplexação síncrona como: ponteiro, *overhead* etc.

No capítulo terceiro, apresenta-se um algoritmo para roteamento de demanda e dimensionamento de capacidade para anéis SDH baseados na proteção 2xBSHR. Também é apresentado fundamentos e equações para o cálculo dos enlaces ópticos. Este capítulo, visa dar fundamentos para o desenvolvimento de projetos.

No quarto capítulo faz-se dois projetos:

Um para roteamento de demanda e cálculo de capacidade de anéis, usando o algoritmo mostrado no terceiro capítulo;

Para dimensionamento de enlaces ópticos em redes SDH.

É considerado cinco estações fictícias ligadas em anel e com um determinado interesse de tráfego, a partir disso faz-se os dois projetos.

Conclusão

Através deste trabalho conclui-se que a rede SDH é a melhor opção entre as redes hoje existentes. Este sistema já está implementado em quase todas as operadoras e tornou-se o padrão mundial de fato, devido suas vantagens que foram descritas neste trabalho. O padrão PDH vem sendo substituído gradativamente pelo SDH.

O sistema SDH é de alta capacidade, podendo chegar até 10 Gbit/s. Tornando-se então necessário o planejamento de equipamentos robustos, sistemas de proteção eficientes, com a finalidade de garantir a continuidade dos serviços.

O objetivo deste trabalho foi mostrar os princípios básicos da tecnologia SDH, mostrando minuciosamente algumas de suas características como: justificação de ponteiro, estrutura de quadro, *overhead* etc.

Depois mostrou-se como se faz o planejamento de rota e dimensionamento dos anéis, tendo como base uma matriz de interesse de tráfego entre as estações fictícias. Apresentou-se também o dimensionamento dos enlaces ópticos para uma taxa de 622.08 Mbit/s determinado pela aplicação do algoritmo, seguindo as normas internacionais vigentes segundo o ITU-T.

O objetivo deste trabalho, uma vez mostrado os princípios básicos da SDH. Foi fazer uma aplicação prática desses conhecimentos já desenvolvidos. Aplicando os fórmulas

e apresentando os resultados, saindo assim, de uma exposição totalmente teórica, o que tornaria o trabalho muito cansativo e exaustivo.

É importante ressaltar que a SDH não está totalmente padronizada, existindo pontos na área de equipamento, proteção e gerência que necessitam ser consolidados.

Devido sua grande capacidade de transmissão, duas características tornaram-se muito importantes:

- A sobrevivência das redes com técnicas de restauração e proteção;
- gerenciamento, através da TMN.

Neste campo, há muito a ser desenvolvido, sugere-se para futuros trabalhos os seguintes tópicos:

- Sincronismo em redes de telecomunicações;
- Rede de gerência em telecomunicações utilizando os princípios da tecnologia TMN.

Resumo

Este trabalho aborda um estudo dos princípios básicos das hierarquias digital, citando as vantagens e desvantagens entre a PDH e a SDH.

Fez-se um estudo dos principais tópicos relativos a SDH, como mapeamento, processo de formação do *container*, estrutura de multiplexação, estrutura em camadas, a formação do cabeçalho de via e dos equipamentos envolvidos.

Em seguida, é mostrado um algoritmo para roteamento de demanda de estação, e também um estudo sobre enlaces ópticos baseados na norma G.957 do ITU-T para redes SDH.

Conclui-se, aplicando as técnicas desenvolvidas no terceiro capítulo, fazendo dois projetos: um de roteamento e o outro de enlaces ópticos.

LISTA DE ABREVIATURAS

ADM

Add-Drop Multiplexador

Multiplexador de derivar e inserir

ATM	Asynchronous Transfer Mode	Modo de transferência assíncrona
AU	Administrative Unit	Unidade administrativa
BER	Bit Error Rate	Taxa de erro
DCC	Data Communication Channel	Canal de comunicação de dados
LO	Low Order	Ordem inferior
MSOH	Multiplexer Section Overhead multiplexador	Overhead de seção de multiplexador
NE	Network Element	Elemento de rede
OI622	Optical Interface	Interface óptica de 622,08 Mbit/s
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy	Hierarquia digital plesiócrona
	POH Path Overhead	Overhead de via
RDI	Remote Damage Indication	Indicação de defeito remoto
REI	Remote Error Indication	Indicação de erro remoto
RSOH	Regenerator Section Overhead	Overhead de seção de regenerador
SDH	Synchronous Multiplexer Hierarchy	Hierarquia digital síncrona
SDXC conexão cruzada	Synchronous Digital Cross Connect	Equipamento digital síncrono de
SHR	Self Healing Ring	Anel auto regenerativo
SOH	Section Overhead	Overhead de seção
SONET	Synchronous Optical Network	Rede óptica síncrona
STM	Synchronous Transport Module	Módulo de transporte síncrono
TM	Terminal Multiplexer	Multiplexador terminal
TMN	Telecommunications Management Network	Rede de gerenciamento
TU	Tributary Unit	Unidade tributária

TUG	Tributary Unit Group	Grupo de unidades tributárias
VC	Virtual Container	Container virtual