**Índice**

[Introdução 2](#_Toc72413285)

[Objetivos 3](#_Toc72413286)

[Objetivo Geral: 3](#_Toc72413287)

[Objetivos específicos: 3](#_Toc72413288)

[Metodologia 3](#_Toc72413289)

[Hierarquia PDH 4](#_Toc72413290)

[Transmissão de sinais PDH 4](#_Toc72413291)

[Sincronização na hierarquia PDH 4](#_Toc72413292)

[Tipos de Hierarquia PDH 5](#_Toc72413293)

[Hierarquia Digital Síncrona (SDH) 6](#_Toc72413294)

[Origens da SDH 7](#_Toc72413295)

[Taxas de bit 8](#_Toc72413296)

[Estrutura do quadro SDH 8](#_Toc72413297)

[Sincronismo da rede 9](#_Toc72413298)

[Características e Gerência da rede SDH 11](#_Toc72413299)

[CamadasSDH 11](#_Toc72413300)

[Funções de Gerência 12](#_Toc72413301)

[Aplicações Gerais da Rede SDH: Equipamentos e usos 12](#_Toc72413302)

[Vantagens e Restrições de SDH: 14](#_Toc72413303)

[SONET (Synchronous Optical Network) 15](#_Toc72413304)

[Objetivos do design SONET: 15](#_Toc72413305)

[Métodos do SONET 16](#_Toc72413306)

[Componentes SONET 16](#_Toc72413307)

[Conclusão 17](#_Toc72413308)

[Bibliografia: 18](#_Toc72413309)

### Introdução

Como já sabemos as comunicações surgiram deste os tempos antigos, isso porque o homem sempre teve a necessidade de se comunicar com pessoas que estejam distantes então foram criadas meios para tal desde do fumo até aos dias de hoje que evoluímos para as redes telefónicas e a internet que é o meio de rede mais sofisticado para haver uma comunicação entre dois pontos muitos distantes, sendo a internet um conjunto de redes interligadas. Mas para que essa comunicação seja possível foi necessário implementarmos algumas tecnologias de modo a padronizar e facilitar em termos de velocidade e eficácia de transmissão e tendo em conta isso nesse trabalho vamos abordar sobre as tecnologias SONET, PDH e SDH, essas que vieram revolucionar o modo de transmissão das redes de um modo geral falaremos das origens dessas tecnologias, que tipo de benéficos trouxeram para os dias de hoje.

### Objetivos

### Objetivo Geral:

**-** Conhecer as tecnologias PDH, SDH, SONET

### Objetivos específicos:

- Saber como e constituído o PDH

- Saber diferença entre PDH e SDH

- Retirar as vantagens e desvantagens

### Metodologia

- Para realização deste trabalho de pesquisa tive como base aos recursos fornecidos pela internet.

### Hierarquia PDH

A transmissão de dados em PDH é caracterizada pelo fato de ser uma transmissão assíncrona, que admite que a referência de tempo de transmissor e receptor não é única, apenas próxima, e o próprio equipamento que lhe da com essas diferenças, utiliza uma técnica de codificação de dados chamada NRZ para amenizar esse problema. Com o aumento da demanda para telefonia os níveis de tráfego na rede cresceram ainda mais, tornando-se claro que o padrão de 2 Mbps não era mais suficiente para enfrentar a demanda de tráfego nos troncos da rede. Para evitar o grande número de troncos de 2 Mbps, foi decidido criar mais um nível de multiplexação. O padrão Europeu envolveu a combinação de 4 canais de 2 Mbps para produzir um único canal de 8 Mbps. Devido uma grande necessidade do aumento das bandas, mais níveis de multiplexação foram sugeridos ao padrão em uma nova hierarquia de transmissão (34 Mbps, 140 Mbps, 565 Mbps).

### Transmissão de sinais PDH

O quadro básico de 2Mbit/s da hierarquia PDH está dividido em 32 intervalos de tempo, cada qual com 8 bits. Portanto, o quadro tem 32 bytes, totalizando 256 bits. O quadro repete 8.000 vezes por segundo, ou seja, cada quadro tem a duração de 125ms. Cada byte do quadro tem a capacidade de transportar 8 x 8.000 = 64kbit/s. O intervalo de tempo 0 é utilizado para transportar o sinal de alinhamento de quadro (FAS = Frame Alignment Signal). Esse sinal consiste em uma palavra transmitida quadro sim, quadro não, alterando se com a palavra de alarmes. O intervalo de tempo 16 é normalmente utilizado para transportar a sinalização associada aos canais úteis. Os espaços de carga para os tributários estão intercalados byte a byte (cada byte consecutivo no quadro representa um novo intervalo de tempo, ou “times lot”), ou seja, cada byte do quadro (repetido 8.000 vezes por segundo) representa um espaço de carga de 64kbit/s.

### Sincronização na hierarquia PDH

Os tributários transportados no quadro PCM de 2Mbit/s são armazenados nos respetivos espaços de carga (intervalo de tempo). Como o quadro não permite ajustar a velocidade de tributário ao espaço de carga a ele destinado, os tributários têm que ser síncronos ao quadro primário, pois de outro modo ocorreriam slips (deslizamentos) periodicamente. A função das centrais de comutação é retirar a carga (tributário de 64 kbit/s) contida nos quadros primários que lhes chegam, e colocá-la nos espaços de carga dos quadros primários gerados por elas mesmas em direção a outros elementos de rede mais adiante. Os tributários têm que caber exatamente nos espaços de carga. Se não o fizerem, os elementos que realizam a comutação introduzirão slips ou deslizamentos. Devido a esse problema, para que um sinal de 64 kbit/s ou n x 64 kbit/s possa ser transportado sem ser danificado, é preciso que todos os sinais de 64 kbit/s sejam síncronos aos quadros de 2 Mbit/s, e que todos os quadros de 2 Mbit/s sejam síncronos entre si. Nos sistemas multiplex digitais de segunda ordem, seguindo a hierarquia de 2.048 kbit/s, os sinais tributários que irão formar um sinal composto a 8.448 kbit/s são ditos plesiócronos. Para se efetuar a formação do sinal composto é preciso primeiro fazer com que estes sinais plesiócronos tornem-se síncronos. Um dos métodos usualmente empregados e que é dotado nos multiplex digitais de alta hierarquia é o método de justificação positiva. Este processo consiste em fazer a inserção de informações redundantes em intervalos de tempo reservados para tal, nos quatro sinais tributários de entrada. Após este processo de sincronização, os sinais tributários são multiplexados em um sinal composto a 8.448 kbit/s. No caso do multiplex de 2º ordem, para a sincronização dos sinais de cada tributário de entrada (plesiócrona), é realizada a armazenagem dos sinais de cada tributário em uma “memória elástica”. A escrita nessa memória é sequencial e comandada pelo relógio de 2.048 kHz recuperado do próprio sinal de entrada. A leitura dessa memória (sequencial) é realizada utilizando-se um relógio interno de 2.112 kHz.

### Tipos de Hierarquia PDH

Essas hierarquias são baseadas em velocidades primarias diferente. Tudo o que elas possuem em comum são os canais de 64kbit/s. Ao cruzar fronteiras internacionais, a conversão aos padrões locais pode chegar a ser bastante cara, no entanto, a conversão é necessária para que se possa transmitir o sinal dentro do país. O rápido desenvolvimento a nível internacional teve como resultado uma serie de padrões nacionais para os multiplexadores de primeira ordem. Mais tarde, os sistemas digitais interurbanos entraram em cena. Ao longo dos anos, três padrões passaram a ter uso geral:

- Padrão norte-americano;

- Padrão europeu;

- Padrão japonês;

Ambos os sistemas empregam a Hierarquia Digital Plesiócrona (PDH, do grego plesiós, que significa quase e chronous, que significa relógio) na transmissão de sinais. Um ajuste das velocidades através do processo de justificação (“stuffing”) é necessário ao efetuar-se a multiplexação, devido às diferenças entre os relógios dos tributários. A extração e a inserção de sinais de voz e dados a partir de fluxos de informação a velocidades altas exige uma tecnologia bastante complexa de multiplexadores.

O objetivo básico da hierarquia síncrona é constituir um padrão internacional unificado. Desta forma, a gerência das redes pode tornar-se mais eficaz e econômica. Além do mais, ser satisfeita mais facilmente a demanda crescente por enlaces de comunicação de faixa larga.

### Hierarquia Digital Síncrona (SDH)

**Hierarquia Digital Síncrona (SDH)** é um conjunto de equipamentos e meios físicos de transmissão que compõe um sistema digital.

O funcionamento da SDH está baseado nos princípios da multiplexação síncrona direta, que é a chave para uma rede de telecomunicações mais eficiente e mais flexível. Isso significa que sinais tributários individuais podem ser multiplexados diretamente em um sinal SDH de taxa superior sem a necessidade de estágios de multiplexação intermediários. Portanto, os elementos de rede do SDH podem ser interconectados diretamente, resultando em uma economia no custo e nos equipamentos utilizados, principalmente quando comparado com a rede quase síncrona atual (PDH).

O sinal SDH é capaz de transportar todos os sinais tributários encontrados nas redes de telecomunicações atuais.

Isso significa que a SDH pode ser empregada como uma ponte para os tipos de sinais existentes. Além disso, a SDH tem a flexibilidade para rapidamente acomodar novos tipos de serviços a clientes que as operadoras de rede desejarem fornecer no futuro.

A SDH pode ser usada em todas as áreas de aplicações tradicionais em telecomunicações. Portanto, a SDH torna possível, que uma infra-estrutura de rede de telecomunicações unificada evolua. O fato de a SDH fornecer um único padrão comum para as redes de telecomunicações, faz com que os equipamentos oferecidos por diferentes empresas possam ser interconectados diretamente. Os sistemas síncronos podem ser encarados como o último estágio na hierarquia dos sistemas de transmissão, pois possibilitam a inserção e extração de enlaces sem que seja necessária uma demultiplexação.

É simples: numa rede onde há perfeito sincronismo entre todos os enlaces, é possível saber exatamente a que enlace pertence determinado bit, assim como saber quando começa e quando termina um enlace.

### Origens da SDH

As primeiras pesquisas começaram em 1984, nos EUA. Desde o começo, os fabricantes americanos reuniram-se em comitês para chegar a uma solução padronizada, que permitisse alguma forma de conexão entre máquinas de fabricantes diferentes. Dois comitês (o T1X1 e o T1M1) acabaram publicando, em 1985, a proposta do Bellcore: o Synchronous Óptica Network, ou SONET. Os documentos padronizavam a interface ótica, o formato do quadro de transmissão e as velocidades de cada sinal. Como muitos fabricantes já estavam adiantados em respostas próprias, houve muita discussão.

Os trabalhos para padronização da SDH tiveram início no XVIII, através do grupo de estudos do CCITT (Comitê de consultoria internacional de telefonia e telegrafo), atual ITU-T em junho de 1986. O objetivo desses estudos era criar um padrão mundial para os sistemas de transmissão síncrona, que proporcionasse aos operadores de rede uma rede mais flexível e econômica. Em novembro de 1988 foram aprovadas as primeiras recomendações de SDH: G.707, G.708 e G.709. Essas recomendações definem as taxas de transmissão, formato do sinal, estruturas de multiplexação e o mapeamento de tributários para a NNI (Interface de nós de rede). A NNI é um conjunto de padronizações necessárias à interligação dos elementos de rede da SDH.

Além das definições das recomendações que controlam a NNI, o CCITT também definiu uma série de recomendações que controlam a operação dos multiplexadores síncronos (recomendações G. 781, G. 782 e G.783) e Gerência de Rede da SDH (recomendações G. 784). É a padronização desses aspetos dos equipamentos SDH que vai fornecer a flexibilidade necessária aos operadores de rede para gerenciar eficientemente o crescimento na largura de banda e o provisionamento de novos serviços a clientes esperados no decorrer do tempo.

### Taxas de bit

As redes digitais implantadas atualmente são baseadas em quadros síncronos de 125µs e canais de 64Kbit/s, em função da taxa de amostragem dos sinais de voz serem de 8.000/s e da utilização de 8 bits por codificação de cada amostra. Na SDH é definida uma estrutura básica de transporte de informação denominado Módulo de Transporte Síncrono-1 (Synchronous Transport Module1, STM-1), com taxa de 155,5 Mbit/s. Esta estrutura define o primeiro nível de hierarquia. As taxas de bit dos níveis superiores são múltiplas inteiras do STM-1.

Atualmente são padronizados quatro módulos de transporte mostrados a seguir:

|  |  |
| --- | --- |
| **STM-n** | **Taxa (Mbps)** |
| STM-1 | 155.5 |
| STM-4 | 622.1 |
| STM-16 | 2488.3 |
| STM-64 | 9953.3 |

Além dessas taxas, surgiu a necessidade de se definir uma estrutura de quadro com capacidade de transmissão mais baixa que a do STM-1, com o objetivo de utilização somente para sistemas de rádio enlace e satélite. Essa estrutura possui taxa de 51,8 Mbit/s e é denominada STM-0, não sendo considerado um nível hierárquico da SDH.

### Estrutura do quadro SDH

Na SDH, a informação está organizada em módulos síncronos de transporte (STM), os quais contêm três elementos básicos, **RSOH, AU (ponteiro) e PAYLOAD STM-N.**

**RSOH (cabeçalho de seção**): cumpre funções de sincronismo de quadro, canal de serviço, funções de controle.

**AU - Pointer (ponteiro da unidade administrativa):** indica como está estruturada a informação na área da carga útil, e indica como localizar os “virtuais containers”, onde está a informação dos tributários.

**Playload (área de carga útil):** composta de “containers” virtuais, os quais recebem e acomodam organizadamente as informações dos tributários.

### Sincronismo da rede

A transição entre as tecnologias PDH e SDH não é transparente em diversos aspetos. O aumento da capacidade de transmissão e de funcionalidades proporcionado pela tecnologia SDH também implica em equipamentos mais complexos e um detalhado planejamento das redes de transmissão.

A tecnologia SDH utiliza mecanismos de ajuste de ponteiro para indicar a posição de um feixe de 2 Mbit/s dentro de um quadro SDH, portanto a sua posição é variável dentro deste. Ao extrair um feixe de 2 Mbit/s de um quadro SDH, o mecanismo de ajuste de ponteiro faz com que o feixe extraído apresente "saltos" de fase tornando-o inadequado para a extração da informação de sincronismo. Essa variação contínua de fase caracteriza pequenas variações na frequência do sinal transportado, denominadas "wander".

O sincronismo dos equipamentos de transmissão SDH pode ser obtido através do quadro STM-N, pois este possui um comprimento fixo.

O quadro SDH possui diversos bytes dedicados a funções de controle e gerência nos equipamentos de transmissão. Um destes bytes é denominado S1 e é utilizado para sinalizar a qualidade do sinal de sincronismo que está sendo recebida e passada adiante juntamente com o quadro SDH.

A utilização deste byte permite que uma mudança de qualidade no sinal de relógio (devido à ausência de referência primária que pode ser causada por uma falha ou interrupção na rede) seja comunicada a todos os elementos da rede e eventuais reconfigurações sejam realizadas automaticamente (com base em prioridades pré-programadas) pelos equipamentos da rede.

O planejamento de uma rede de sincronismo de alta qualidade e confiabilidade inclui os seguintes aspetos:

- Utilização de relógio de alta precisão como referência primária de relógio (PRC). Em geral estes relógios são baseados em osciladores de Césio, Rubídio ou recetores do Sistema Global de Posicionamento via satélite (GPS). Um relógio primário deve atender à recomendação G.811 do ITU-T.

- Garantir que exista pelo menos uma referência de relógio que possa atuar como reserva, para os casos em que o relógio primário falhe ou em que existam falhas na rede que causem interrupção da transmissão do sinal de sincronismo ao longo da rede.

- Garantir qualidade PRC (G.811) nas fronteiras da rede. Deste modo outras redes que utilizem o serviço do relógio primário têm garantia da qualidade deste relógio.

- Garantir que os equipamentos de transmissão possuam interfaces de relógio de 2 MHz e relógio interno com características conforme a recomendação G.813 do ITU-T. - Utilizar equipamentos regeneradores e distribuidores de sincronismo (Synchronous Supply Unit - SSU) que regeneram (filtram) e distribuem o sinal de sincronismo dentro de uma estação da rede. Em geral as estações com um grande número de equipamentos e cross-conexões são candidatas a alojar SSUs. Para aumentar a confiabilidade da rede estes equipamentos devem ser equipados com módulos redundantes e atender à recomendação G.812 do ITU-T.

- Evitar a utilização de feixes de 2 Mbit/s para sincronismo ou deixar como última opção em sincronismo, pois quando estes são transmitidos no quadro SDH apresentam um "wander" que degrada a informação de sincronismo. Planejar cuidadosamente a distribuição do sincronismo na rede, configurando prioridades e qualidades de relógio em cada ponto da rede de modo a garantir a existência de rotas alternativas e evitar "loops de sincronismo". Uma vez que o plano de sincronismo foi definido deve-se alterá-lo o mínimo possível quando a rede estiver em operação

cuidadosamente a distribuição do sincronismo na rede, configurando prioridades e qualidades de relógio em cada ponto da rede de modo a garantir a existência de rotas alternativas e evitar "loops de sincronismo". Uma vez que o plano de sincronismo foi definido deve-se alterá-lo o mínimo possível quando a rede estiver em operação.

### Características e Gerência da rede SDH

**Interfaces de tráfego**

SDH determina que as interfaces de tráfego são independentes do fabricante. Em 155 mbps elas são definidas tanto para interfaces ópticas quanto para fios de cobre, já em taxas maiores são apenas interfaces ópticas. Estas altas taxas são definidas como múltiplos inteiros de 155.52 Mbps em uma sequência de n x 4, por exemplo, 622.08 Mbps (622 Mbps) e 2488.32 Mbps (2.5 Gbps). Para suportar o crescimento da rede e a demanda por serviços de banda larga, a multiplexação de taxas ainda mais elevadas, como 10Gbps, continuam da mesma maneira, com os limites superiores definidos pela tecnologia e não pela falta de padrões como no caso do PDH.

Cada interface contém uma taxa de overhead para suportar o conjunto de facilidades e a capacidade de tráfego do payload. Tanto o overhead como o payload podem ser completamente ou parcialmente preenchidos. Taxas abaixo de 155 Mbps podem ser suportadas utilizando uma interface de 155 Mbps com somente uma área de payload preenchida parcialmente. Um exemplo desta aplicação é um sistema de radio cuja alocação do espectro não permite que capacidade de payload seja a mesma de um de um SDH completo, mas cujas portas de tráfego terminal estão conectadas a um Cross-connect. Algumas vezes as interfaces estão disponíveis em taxas síncronas inferiores, para aplicações de acesso. A América do Norte utilizou por algum tempo o 51.84 Mbps SONET, e o ETSI definiu a interface 34 Mbps SDH (atualmente sendo desenvolvida) cuja taxa de transmissão é idêntica ao 34 Mbps PDH.

### CamadasSDH

No processo de multiplexação, o payload é dividido em containers virtuais de ordem inferior e de ordem superior, cada um inclui um cabeçalho que tem as funções de gerenciamento e monitoramento de erros. A transmissão é realizada através do acoplamento de camadas distantes. Esta divisão em camadas das funções no SDH, tanto para o tráfego quanto para o gerenciamento, satisfaz o conceito de divisão de camadas para uma rede baseada em serviços, melhor do que o padrão PDH orientado a transmissão.

### Funções de Gerência

Para apoiar uma série de operações, o SDH inclui uma camada de gerenciamento cujas comunicações são transportadas dentro de um canal de comunicação de dados dedicado (DCC)**em time slots dentro da taxa de interface**. Estes possuem um padrão para a estrutura de mensagens para o gerenciamento de rede, independentemente do fornecedor ou da operadora. Entretanto, não houve um acordo de como as mensagens seriam encaminhadas, então não existe uma integração entre os canais de gerenciamento e entre os equipamentos de diferentes fornecedores pela interface SDH.

Além disso, a interface do gerenciamento de rede para cada nó, o qual é tipicamente realizado através de uma rede local (LAN), tem tido mais aceitação. Os padrões ITU-TS definem uma interface Q3 em entre uma interface SDH e seu gerenciador.

Os fornecedores de equipamentos SDH estão migrando seu software para serem compatíveis com esta interface.

### Aplicações Gerais da Rede SDH: Equipamentos e usos

SDH foi concebido para permitir a flexibilidade na criação de produtos de eletrônica e de roteamento de tráfego de telecomunicações. Os produtos principais são os seguintes:

* Sistemas de linhas ópticas
* Sistemas de rádio-relay
* Terminal multiplexador
* Add-drop multiplexadores (ADM)
* Multiplexadores hub
* Switches digitais Cross-connect

Sistemas de linhas ópticas e em menor grau de rádio-relays constituem o pilar de transmissão por portadora para a rede SDH. Multiplexadores terminais fornecem acesso à rede SDH para vários tipos de tráfego usando interfaces tradicionais, tais como a 2 Mbps G.703 ou de dados orientados, tais como fibra de interface de dados distribuídos (FDDI), através de uma ponte adequada ou roteador.

O ADM pode oferecer as mesmas facilidades assim como os multiplexadores terminais, mas também pode proporcionar acesso de baixo custo a uma porção do tráfego que passa ao longo de uma portadora. A maioria dos projetos da ADM são apropriados para incorporação em anéis para oferecer flexibilidade de serviço maior nas áreas urbanas e rurais (vãos entre ADMs são normalmente 60 km). ADM estrutura em anel também emprega roteamento alternativo para a máxima disponibilidade para superar cortes de fibra e falhas de equipamento. Um grupo de ADMs, como em um anel, pode ser administrado como uma entidade de gestão de largura de banda distribuída

Multiplexadores Hub fornecem flexibilidade para o tráfego de interligação entre portadoras, geralmente fibras ópticas. Um hub multiplex é conectado como uma estrela, e o tráfego pode ser consolidado ou serviços gerenciados, enquanto portadoras de espera entre hubs fornecem roteamento alternativo para a restauração. Vários anéis de ADMs podem convergir em um único hub, proporcionando interligação de tráfego entre os anéis e conexão à rede existente.

Alguns projetos de ADM, também podem ser usados como multiplexadores hub, ou podem combinar as duas funções para otimizar a topologia da rede entre o anel e a estrela para cada aplicação mesmo tempo, utilizando uma base comum de equipamento. Uma única unidade pode funcionar como um ADM em um anel, servindo como um hub multiplex para um número de **impulsos na fibra fora do anel, com cada impulso apoiando um cliente principal**. (NÃO CONSEGUI ENTENDER BEM PARA MELHORAR. EU TAMBÉM NÃO)

Uma cross-connect permite conexões sem bloqueio entre qualquer dos seus portos. Um SDH cross-connect executa esta função para containers virtuais (VC) SDH, que é, ao conectar um sinal PDH, o cross-connect SDH também se conecta a sobrecarga caminho associado SDH (POH) para gerenciamento de rede. Em contraste com trocas de telefonia (centrais [COS] na América do Norte), que responde principalmente às demandas individuais de clientes, cross-connects são os pontos de maior flexibilidade para a gestão da rede.

### Vantagens e Restrições de SDH:

As redes SDH oferecem vários benefícios, quando comparada com as outras tecnologias:

- O cabeçalho complexo existe no frame SDH permite a gerência (administração, operação e manutenção) centralizada da rede;

- A arquitetura de multiplexação sincromia e a padronização tanto em nível de equipamentos como de interfaces, permite o crescimento para níveis mais altos de multiplexação e taxas de bits;

- A estrutura de multiplexação é flexível, permitindo o transporte de sinais PDH (até mesmo células ATM) e o acesso aos tributários de qualquer hierarquia num único equipamento.

- A forte padronização do SDH permite maior compatibilidade entre equipamentos de fabricantes diferentes, tanto através de interfaces elétricas como opticas ;

- Os equipamentos possuem mecanismos que permitem implementar procedimentos de proteção tanto nas interfaces de tributários como na rede, facilitando a formação de redes em anel ou malha.

**Entretanto, a tecnologia SDH apresenta ainda as seguintes desvantagens:**

**-** O projeto, instalação e operação da rede SDH é complexo e deve ser feito com um planejamento criterioso e detalhado;

-Apesar da padronização de equipamentos e da tecnologia SDH, a padronização dos sistemas de gerência de rede ainda não é um fator muito impedindo que equipamentos de fabricantes diferentes possam se gerenciados por um sistema único.

### [SONET (Synchronous Optical Network)](https://knoow.net/ciencinformtelec/informatica/sonet-synchronous-optical-network/)

O termo SONET (sigla da expressão inglesa Synchronous Optical Network) designa uma tecnologia de fibra óptica que transmite dados a velocidades superiores a um gigabit por segundo.

As redes baseadas nesta tecnologia são capazes de transferir voz, dados e vídeo. SONET é um padrão para transporte óptico formulado pela ECSA (Exchange Carriers Standards Association) para a ANSI.

A norma SONET é uma camada de rede física e é usada para transportar uma grande quantidade de dados a longas distâncias numa ampla variedade de protocolos de rede de alto nível à taxa de 2,488 Gbps. O Synchronous denota a dependência da rede num relógio para certificar-se que todos os anfitriões são executados ao mesmo ritmo para reduzir as colisões de rede e criar uma rede mais eficaz.

**História**

O SONET é derivado da tecnologia antiga de empresa de telecomunicações. Após a quebra do monopólio da AT & T em 1984, muitas operadoras locais, cada uma com os seus próprios sistemas, foram forçadas a terem uma interface com várias operadoras de longa distância. Isso apresentou um desafio a partir do qual o padrão SONET nasceu. O SONET foi acompanhado por padrões CCIT, Computing, Communications, and Information Technologies, (G.707, G.708, G.709) em 1989.

### Objetivos do design SONET:

a) Permitir que operadoras diferentes possam interagir através da definição de um padrão de sinalização em relação ao comprimento de onda, sincronismo, enquadramento e outros detalhes.

b) Elaborar um método para a unificação dos sistemas digitais europeu, dos EUA e japoneses. Todos os sistemas foram baseados em canais com uma modulação por código de pulso (PCM) de 64 kilobits por segundo, que não eram compatíveis.

c) O suporte de um método de múltiplos canais digitais. Parte do objetivo SONET era estender os portadores comuns para velocidades gigabit, o que criou uma necessidade para a multiplexação de canais mais lentos num SONET através do método padrão.

d) Fornecer uma estrutura de apoio bem definido para operações, administração e manutenção (OAM), que nesse momento não era comum.

### Métodos do SONET

O SONET é um sistema tradicional TDM (Timedivision multiplexing) que dedica toda a largura de banda da fibra para um único canal, o qual é dividido em intervalos de tempo. Para utilizar este método é necessário um relógio principal. Como tal, os bits são enviados, a intervalos precisos ou não existem dados a serem enviados.

### Componentes SONET

Os anéis SONET são compostos por switches, multiplexadores e repetidores, que são conectados por cabos de fibra. O SONET é, muitas vezes, implantado numa topologia em anel duplo. O SONET tem uma característica de auto-cura e de reencaminhamento automático de dados em caso de falha.

**Framing**

Os Frames SONET são de 810 bytes de comprimento e enviados a cada 125 m / seg. Isto proporciona 8000 frames por segundo, o que está ligada à taxa de canais PCM, que se baseia no teorema Nyquist. O frame fornece 6264 bits para os dados do utilizador num espaço chamado de Synchronous Payload Envelope (SPE).

**Composição do Canal**

A composição de muitos canais pequenos chamados de afluentes são um aspecto importante do SONET. Os pequenos canais, tais como o T1 ou T3 são convertidos em canais STS-1, a taxa básica SONET (51,84 Mbps). Três canais STS-1 podem ser multiplexados para um STS-3 (155,52 Mbps). Três canais STS-3 podem ser multiplexados num STS-12 e fornecem taxas de dados em torno de 622,08 Mbps. Os canais equivalentes ópticos dos STS também têm nomes para complicar as coisas, mas seguem um sistema: STS-1 = OC-1, STS-3 = OC-3, STS-12 = OC-12.

A multiplexação é feita byte por byte. Quando três canais STS-1 são multiplexados, um byte de canal 1 é modulado, seguido por um byte de canal 2, seguido por um byte de canal 3 e, em seguida, de volta para um.

### Conclusão

Na realização deste trabalho conclui que a introdução da Hierarquia Digital Síncrona (SDH) veio trazer grandes benefícios no sentido de melhorar as possibilidades de gerência das redes, graças a seu cabeçalho expandido e à técnica mais versátil de multiplexação, que começou com os PDH sendo este mais recente e eficaz e os PDH não permitem a incorporação de novos serviços como videoconferência ou mesmo Internet, e não deixar de fora a SONET que ao decorrer do trabalho podemos concluir que a sua implementação foi importante porque veio com o objetivo principal de unificar os diferentes sistemas digitais de diferentes fabricantes, e também dizer que a sua capacidade de multiplexação esta em níveis extremamente altos desse modo e capaz de fornecer velocidades na gama de gigabits por segundo. Essas três tecnologias são muito importantes hoje em dia.

### Bibliografia:

HIERARQUIA DIGITAL SÍNCRONA (SDH): Básico. Departamento de Desenvolvimento de Recursos humanos, 3º edição, 1/nov.1996. (apostila técnica).