

Redes de Telecomunicações I

Universidade de Brasília - UnB

**Redes de
Telecomunicações I**
SDH/SONET

SDH/SONET

Definição

- **É uma tecnologia de transmissão.**
 - Mecanismo de transmissão para serviços de comunicação de alta velocidade, como o ATM.
 - Esquema de codificação e multiplexação para transmissão em fibras ópticas.
 - Não deve ser considerado como uma tecnologia de comutação. Entretanto, especifica uma interface entre comutadores ligados através da fibra óptica.
- **SONET (Synchronous Optic Network)**
 - Tecnologia proposta pelo Bellcore e padronizado pela ANSI.
- **SDH (Synchronous Digital Hierarchy)**
 - Tecnologia padronizada pela ITU-T nas Rec. G.707, G.708 e G.709. Versão compatível com SONET.

SDH/SONET

Fatores motivadores ao desenvolvimento do SDH/SONET

- **Características do PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)**
 - Falta de compatibilidade entre os sistemas Americano e Europeu.
 - Necessidade de conversores de custo elevado.
 - Incompatibilidade entre equipamentos de fabricantes diferentes.
 - Falta de padronização.
 - Apenas o primeiro nível da hierarquia (DS1/CEPT1) é multiplexado a nível de bytes, os níveis superiores são multiplexados a nível de bits.
 - Não é síncrono nos níveis superiores da hierarquia.
 - Difícil extração de um canal.
 - O tamanho do quadro não é uniforme.
 - Difícil reconfiguração em caso de falha.

SDH/SONET

Significados

- **Significado de síncrono**

- Bits de um canal estão sempre no mesmo local dentro de um quadro de transmissão digital.
 - Nos EUA, 24 canais DS0, são multiplexados para formar um canal DS1.
 - As linhas DS1 são síncronas. Permitem retirar ou inserir chamadas com facilidades.

- **Significado de plesiócrons**

- Quase síncrono. Bits extras (bits de justificação) são adicionados nos quadros para compensar variações de timing. Assim, a localização dos bits de um canal varia de um quadro para outro.
 - 4 linhas DS1 são multiplexadas para formar DS2.
 - 7 DS2 são multiplexadas para formar DS3.
 - Para isolar uma chamada (canal) de um DS3 é necessário demultiplexar até DS1.

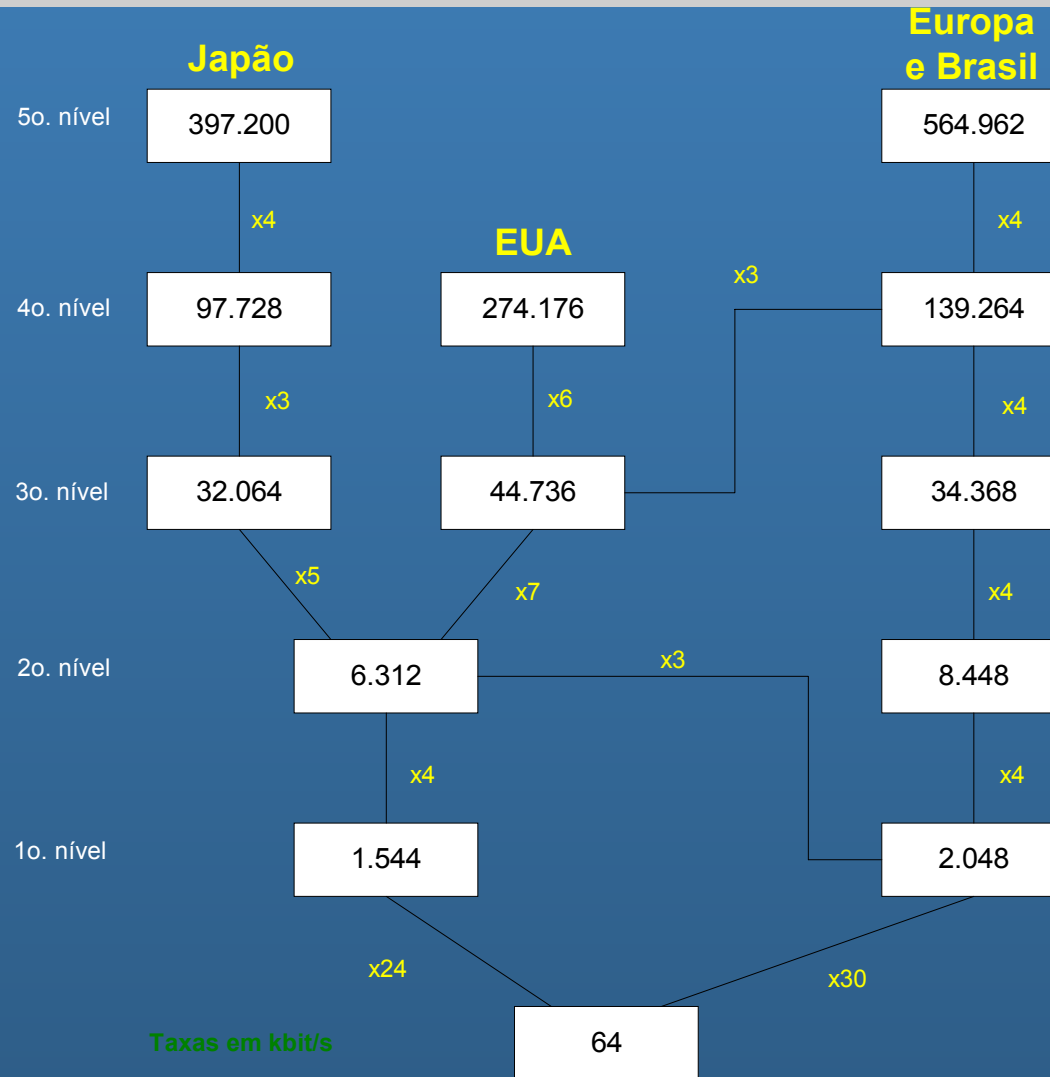
SDH/SONET

- **Significados**

- **Ponteiros do SDH/SONET**

- Ponteiros foram propostos como uma alternativa a adição de bits de justificação.
- Ponteiro no cabeçalho de um quadro aponta para o dado neste quadro.
- Permite isolar um canal contido em um sinal altamente multiplexado.

Hierarquia Digital Plesiócrons - PDH



Hierarquia Digital Plesiócrons - PDH

Hierarquia Norte Americana

Padrão de sinal	Tipo de linha	Estrutura	Canais de voz	kbit/s
DS0			1	64
DS1	T-1	24xDS0	24	1.544
DS2	T-2	4xDS1	96	6.312
DS3	T-3	7xDS2	672	44.736
DS4	T-4	6xDS3	4.032	274.176

DS : Digital Stream.

T1 : Sistema de transmissão de 4 pares trançados para transportar sinal DS1.

Hierarquia Digital Plesiócrons - PDH

Hierarquia Européia

Padrão de sinal	Tipo de linha	Canais de voz	kbit/s
0		1	64
1	E-1	30	2.048
2	E-2	120	8.448
3	E-3	480	34.368
4	E-4	1920	139.264

Características do SDH\SONET

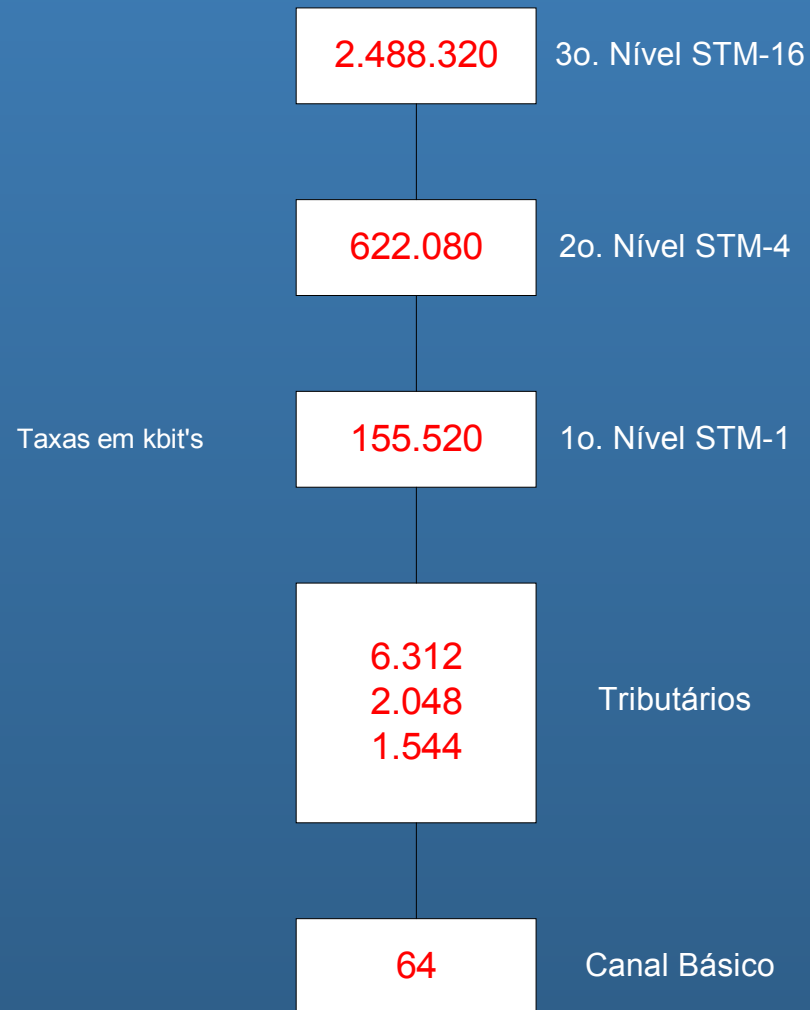
- **Solução não Proprietária:**
 - Unificação das hierarquias digitais caminhando para uma rede de transmissão global.
- **A duração do quadro é uniforme, 125 μ s:**
 - Todos os níveis da hierarquia trabalham a nível de bytes.
- **Faz uso sistemático de cabeçalho e estrutura em camadas:**
 - Cabeçalho para caminho e seções de multiplexador e regenerador.
- **Multiplexação em um passo através do uso de “container”.**
- **Conceito de rede através de operações de inserção/extração e “cross-connect” ao invés da estrutura ponto-a-ponto.**
- **Sincronização por ponteiros, permitindo a identificação dos tributários e a adaptação de velocidades.**

SDH

- As Rec. ITU-T definem taxas básicas de transmissão dentro do SDH referenciados como STM (Synchronous Transport Module):
 - STM-1 155 Mbit/s
 - STM-4 622 Mbit/s
 - STM-16 2,4 Gbit/s
- As Rec. Definem também, uma estrutura de multiplexação através da qual um STM-1 pode transportar um certo número de sinais de mais baixa velocidade.
 - Assim, sinais PDH podem ser transportados através de uma rede síncrona.
- A Rec. G.709 define estrutura de multiplexação hierárquica para acomodar os sinais plesiócronicos na faixa de 1,5 a 140 Mbit/s dentro do STM-1.

Redes de Telecomunicações I

SDH



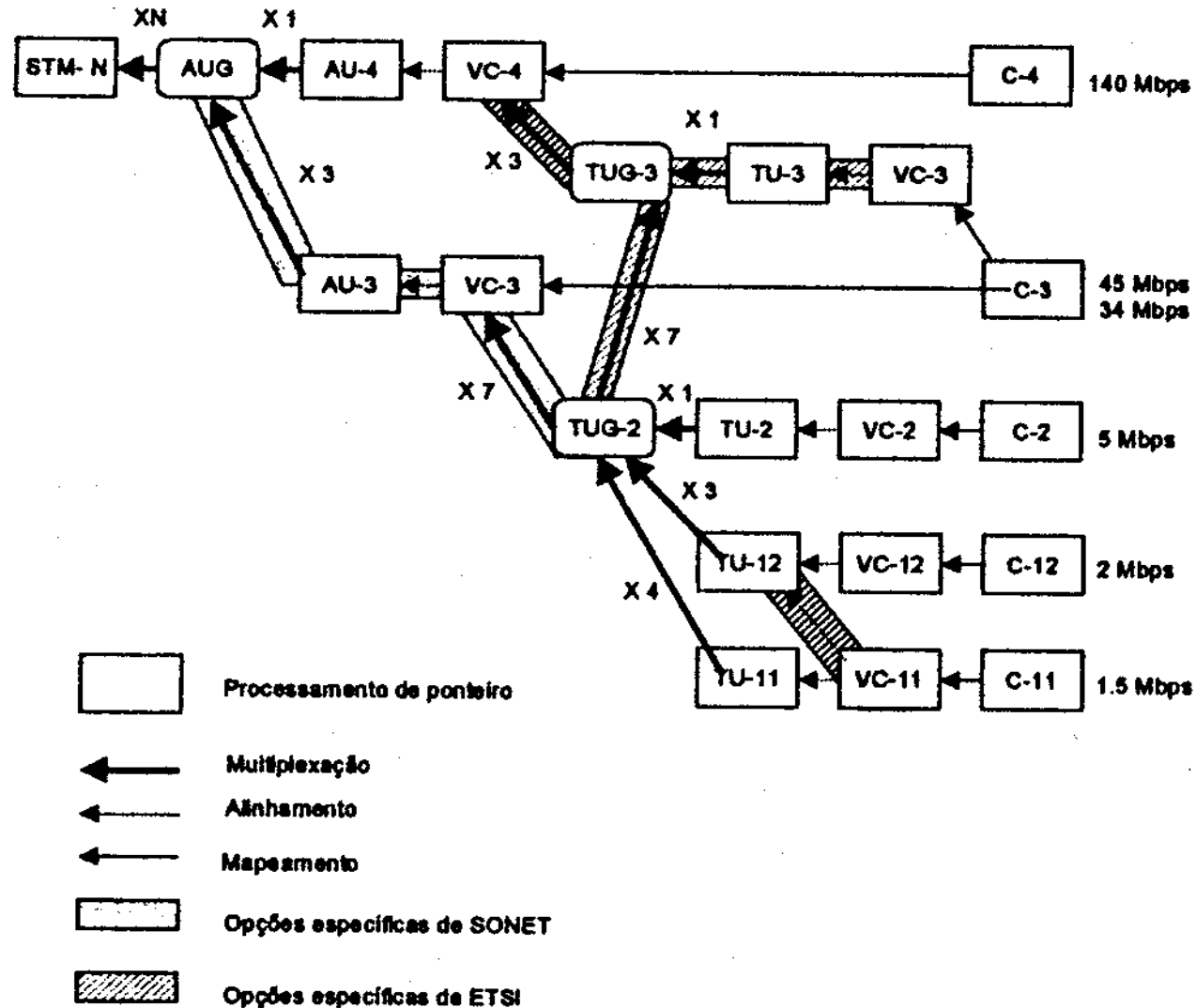
Hierarquia de Multiplexação SDH

- SDH define um número de containers, cada um correspondendo a um sinal plesiócrono.
- Para cada container é adicionado um cabeçalho de caminho (POH - Path Overhead), formando um container virtual (VC).
 - Os bytes de POH permitem o operador de rede monitorar o caminho fim a fim.
- Numa rede síncrona, todos os equipamentos são sincronizados com um clock comum.
 - Entretanto, os atrasos associados com uma linha de transmissão pode variar com o tempo.
 - Então, a localização dos VC's dentro de um quadro STM-1 pode variar para cada VC.
 - Como o ponteiro aponta para a posição inicial do VC dentro do quadro STM-1, este é incrementado ou decrementado a medida do necessário para acomodar os movimento do VC.

Hierarquia de Multiplexação SDH

- VC + ponteiro = Unidade Tributária (TU) se ele for de baixa ordem, ou Unidade Administrativa (AU) se for de ordem superior.
- TU's se agrupam em Grupos de Unidades Tributárias (TUG's), que são mapeados em um VC de ordem superior.
- A Rec. G.709 define diferentes combinações de VC que podem ser usadas para preencher a área de carga útil de um quadro STM-1.
- O processo de carregar container e anexar cabeçalho é repetido em vários níveis dentro do SDH, resultando em um aninhamento de VC's dentro de VC's maiores. Este processo termina quando o maior VC (VC-4) é preenchido.
- Quando a maior unidade preencher a área de carga útil do quadro STM-1, um ponteiro é gerado para indicar a sua posição dentro do quadro. Esse ponteiro é denominado de ponteiro de AU.
- Quando a área da carga útil do quadro estiver preenchida, algumas informações de controle são adicionadas no quadro - cabeçalho de seção (SOH - Section Overhead). SOH é usado para comunicação entre dois equipamentos adjacentes para sincronização de quadro, gerenciamento, monitoração, etc.

Hierarquia de Multiplexação SDH



Hierarquia de Multiplexação SDH

- **Elementos da Estrutura**

- **Container (C)**

- Unidade para onde são mapeados os tributários

- **Container Virtual (VC)**

- Container + cabeçalho do caminho (POH)

- **Unidade Tributária (TU)**

- VC + ponteiro para ser mapeado em outro VC.
 - A posição do VC dentro de TU não é fixa, mas a posição do ponteiro é fixa com relação ao próximo nível da estrutura de multiplexação

- **Grupo de Unidades Tributárias (TUG)**

- Concatenação de TU's para mapeamento em VC.

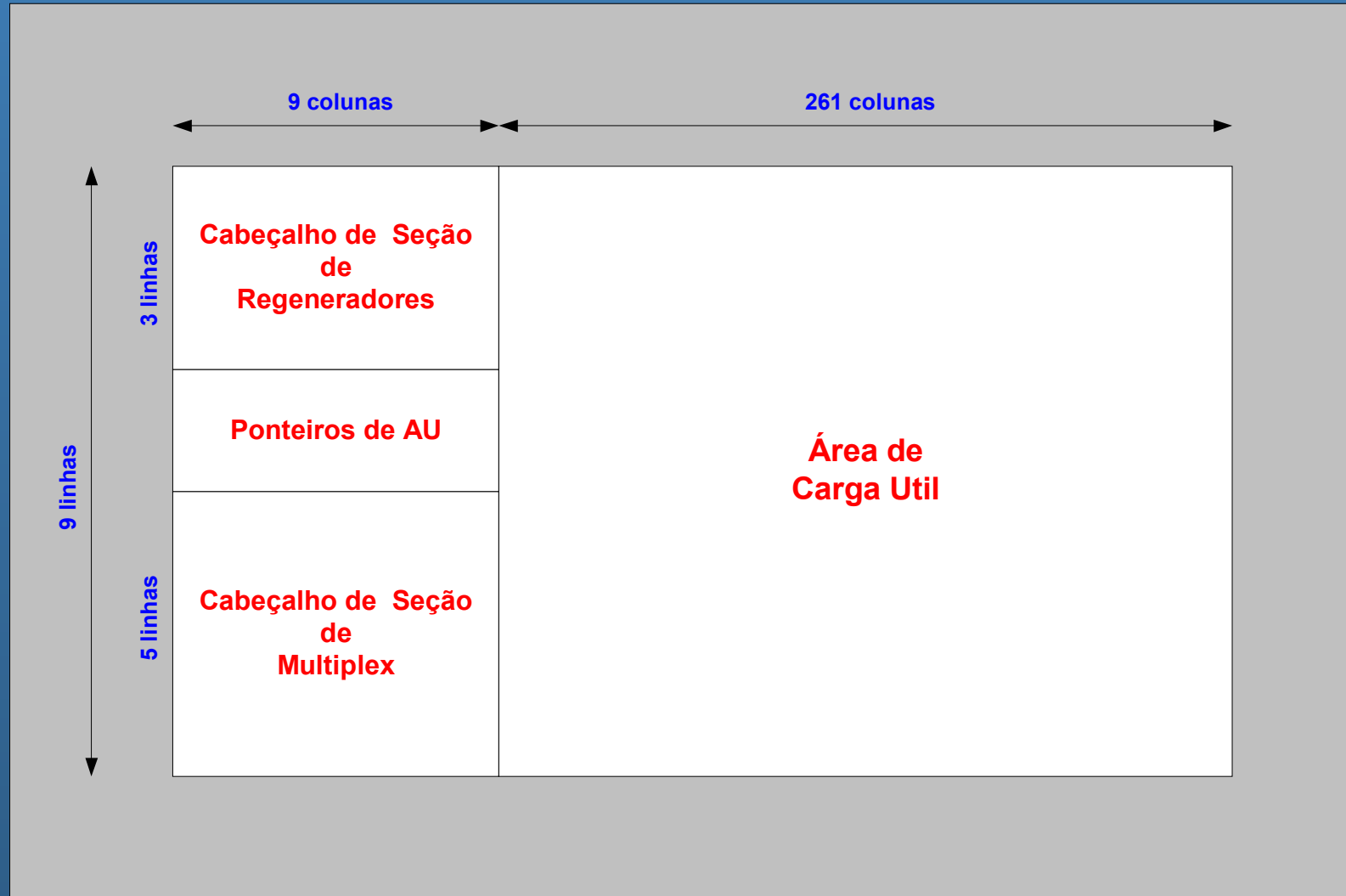
Hierarquia de Multiplexação SDH

- **Elementos da Estrutura**
 - **Unidade Administrativa (AU)**
 - VC + ponteiro indicando seu deslocamento em relação ao quadro STM.
 - **Grupo de Unidades Administrativas (AUG)**
 - Concatenação de AU's para mapeamento fixo em um quadro STM.
 - **Módulo de Transporte Síncrono (STM)**
 - Quadro transmitido pela rede e formado por AU's e cabeçalho de seção (SOH).

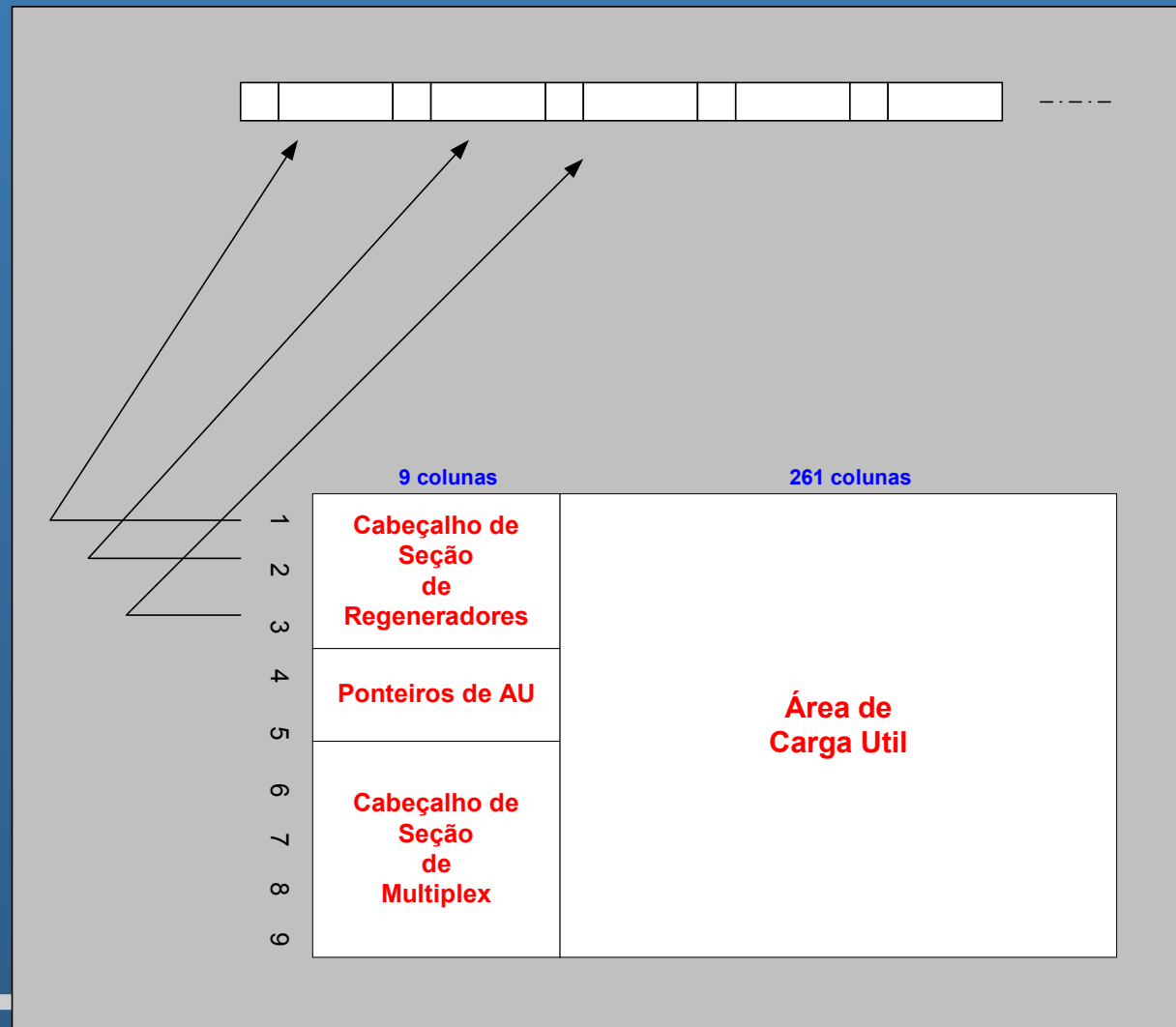
Quadro STM-1

- Define a taxa básica de transmissão no padrão SDH.
- O quadro STM-1 consiste de 2430 bytes que se repete a cada $125\mu\text{s}$.
- O quadro STM-1 é considerado como sendo uma estrutura de 9 linhas de 270 bytes.
- As primeiras 9 colunas da estrutura constitui a área do cabeçalho de seção e as 261 colunas restantes é a área de carga útil.

Quadro STM-1

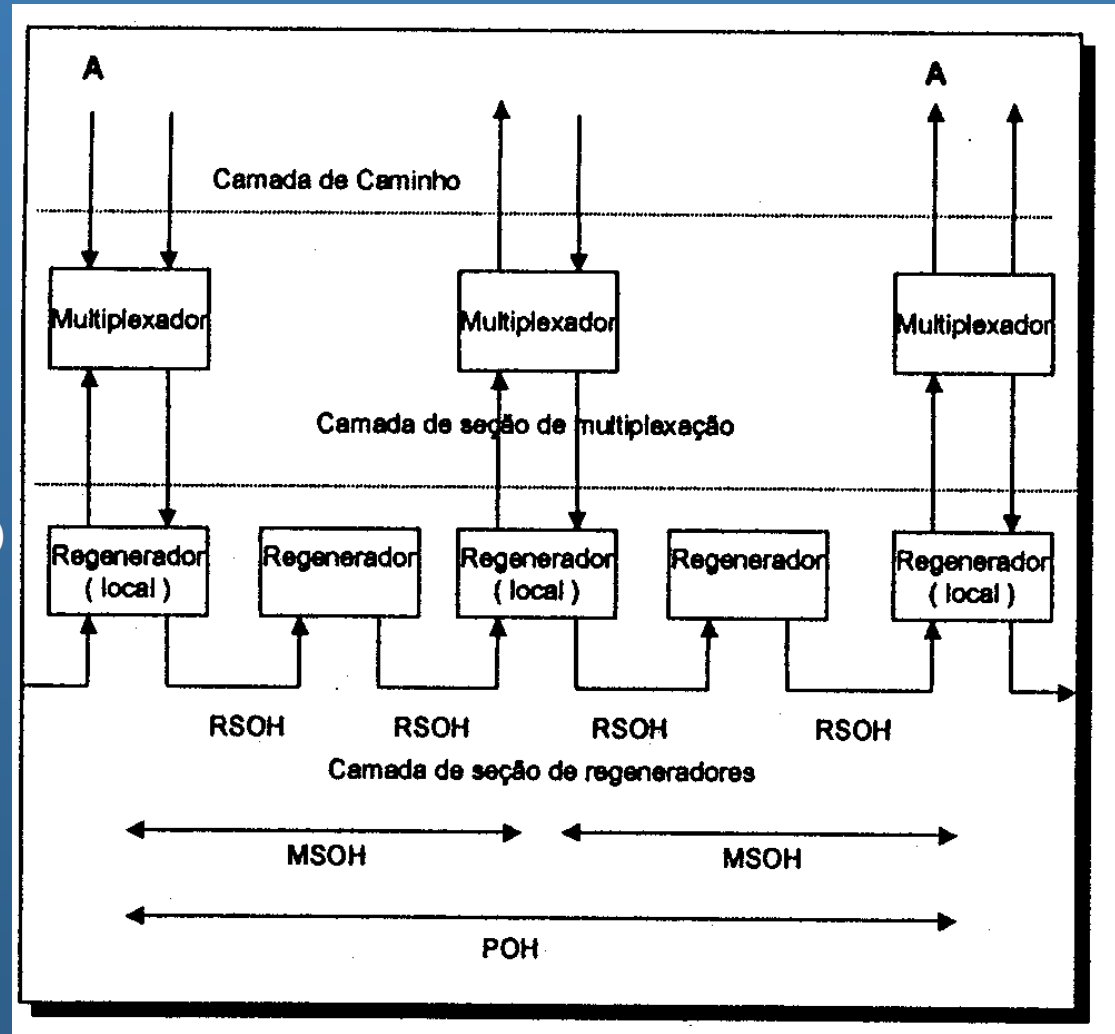


Transmissão Seqüencial do STM-1



Conceito de Camadas

- Um sinal digital é transmitido em camadas, sendo definido as seções de caminho, multiplexador e regenerador.
- No quadro STM existem regiões para cabeçalho de caminho (POH) e cabeçalho de seção (SOH). O SOH é dividido em cabeçalhos de seção de regenerador (RSOH) e cabeçalho de seção de multiplexador (MSOH).

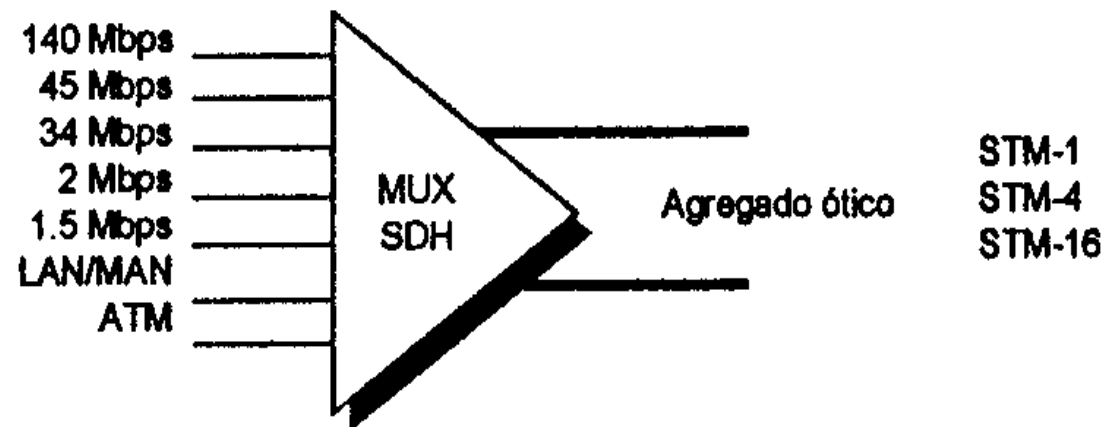
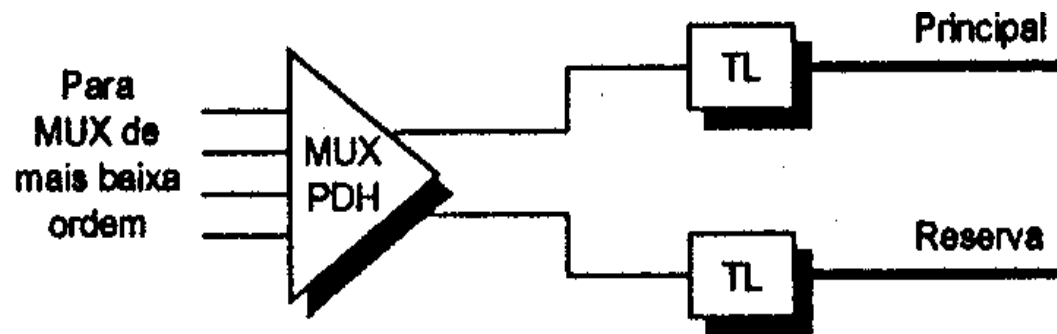


Equipamentos de um Sistema SDH/SONET

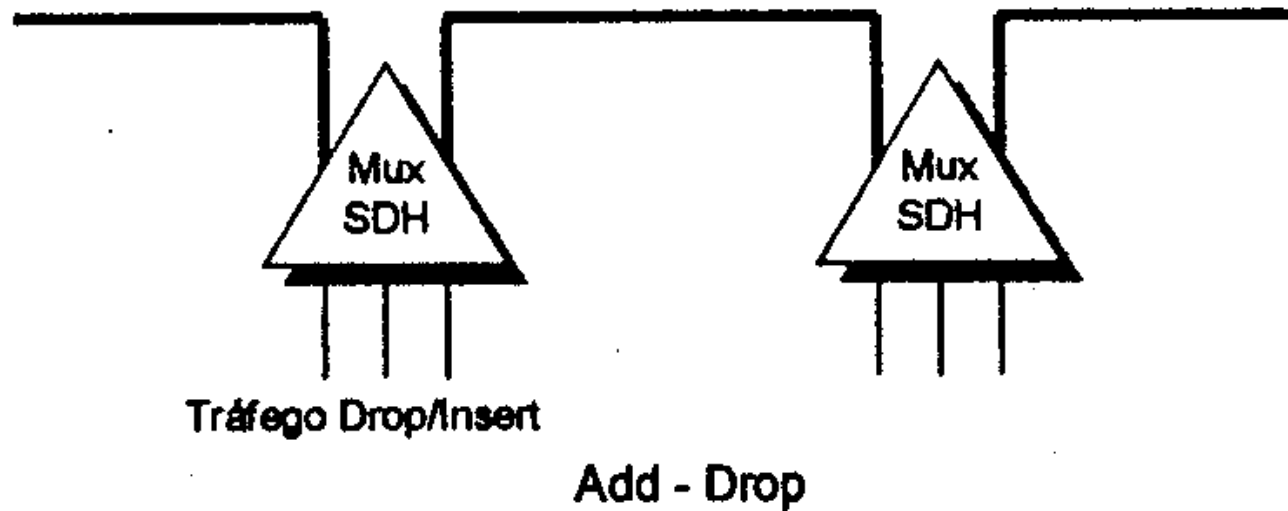
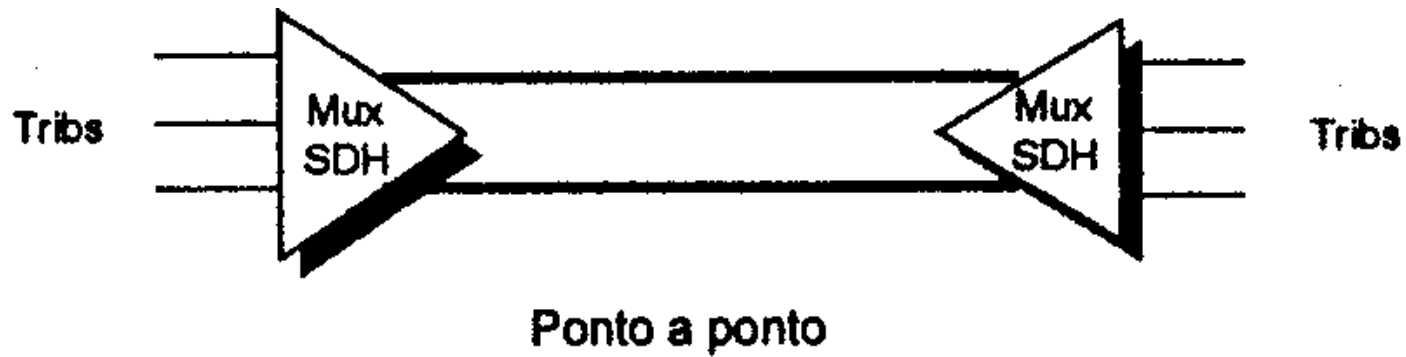
- **Equipamentos terminais de caminho é um terminal ou multiplexador.**
 - É responsável pelo mapeamento de cargas úteis (DS1, FDDI, etc.) no formato SDH.
- **Equipamentos terminais de linha: é um hub**
 - Efetua serviços para os equipamentos terminais de caminho, como multiplexação, sincronização e proteção.
- **Equipamentos terminais de seção: é um regenerador**
 - Efetua alinhamento de quadros, scrambling e monitoração de erros. É responsável pela recepção e regeneração de sinais.
 - Pode fazer parte dos equipamentos terminais de linha.

Multiplexadores

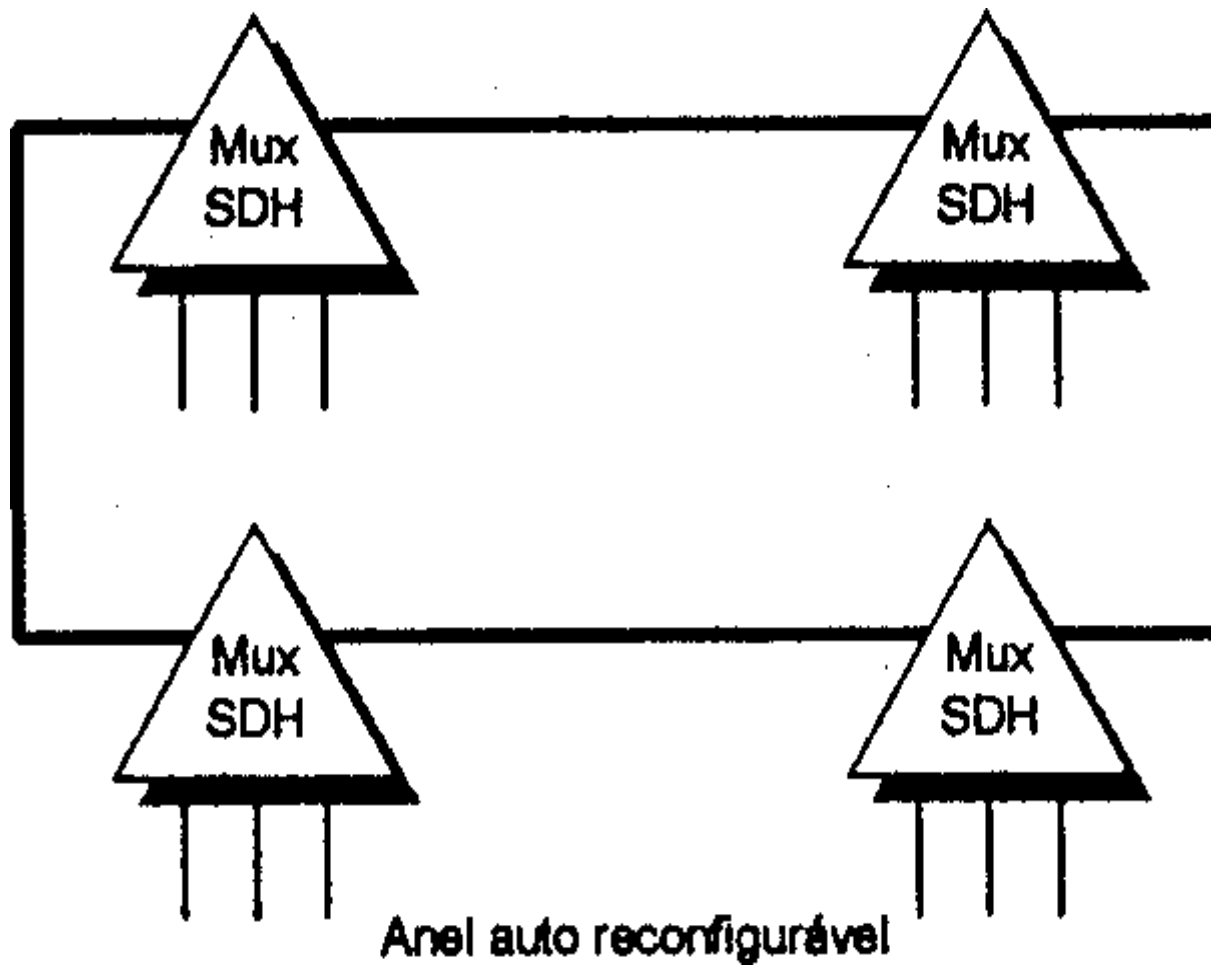
- Os multiplexadores (ou terminais), definidos pelas recomendações de SDH, efetuam as funções de multiplexação e terminação de linha.
- Além disso, um único multiplexador síncrono substitui um banco de multiplexadores plesiócronicos.
- Multiplexadores síncronos podem aceitar uma grande variedade



Configurações



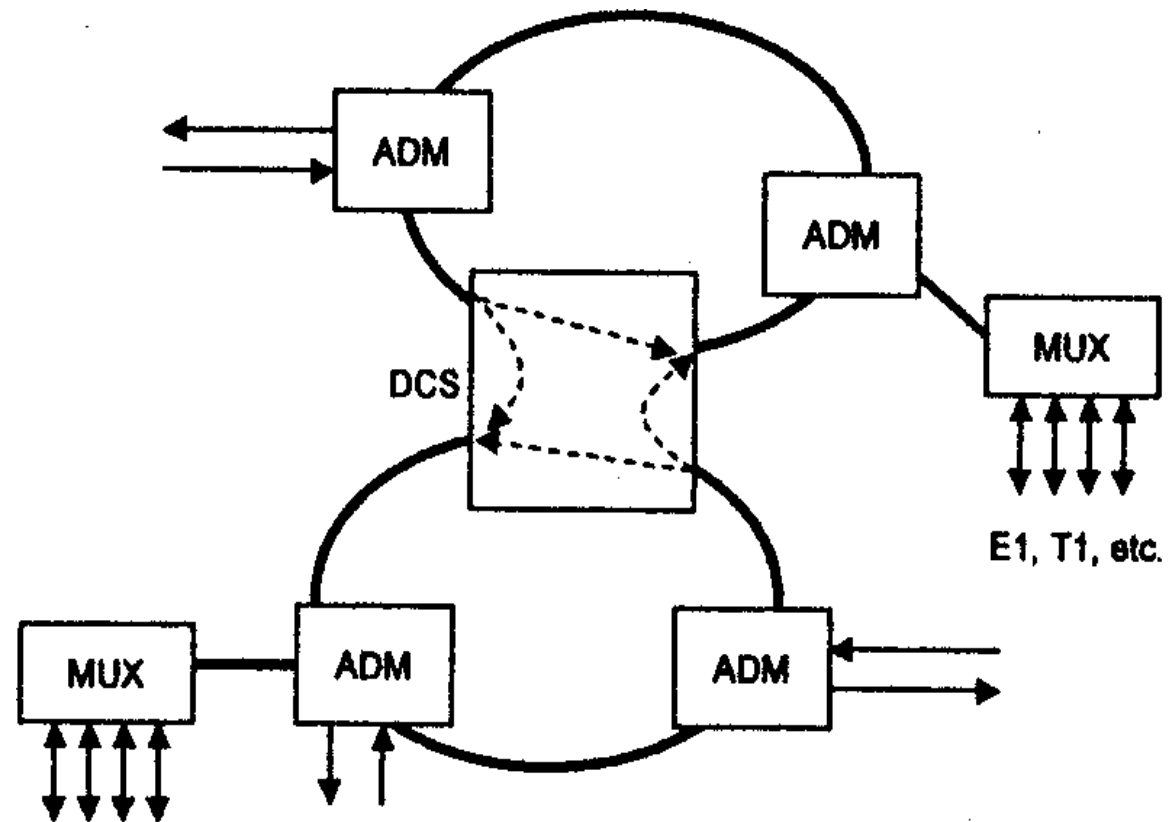
Configurações



Redes de Telecomunicações I

Digital Cross Connect (DCS)

- DCS é um dispositivo que atua como um hub na rede SDH/SONET.
- Estabelece conexões semi-permanentes entre as suas portas.
- Efetua função de add-drop.
- Opera com diferentes taxas de tráfego.



DCS = Digital Cross Connect
ADM = Add/dropp Multiplexer

Mapeamento de Tributários

- **Container**

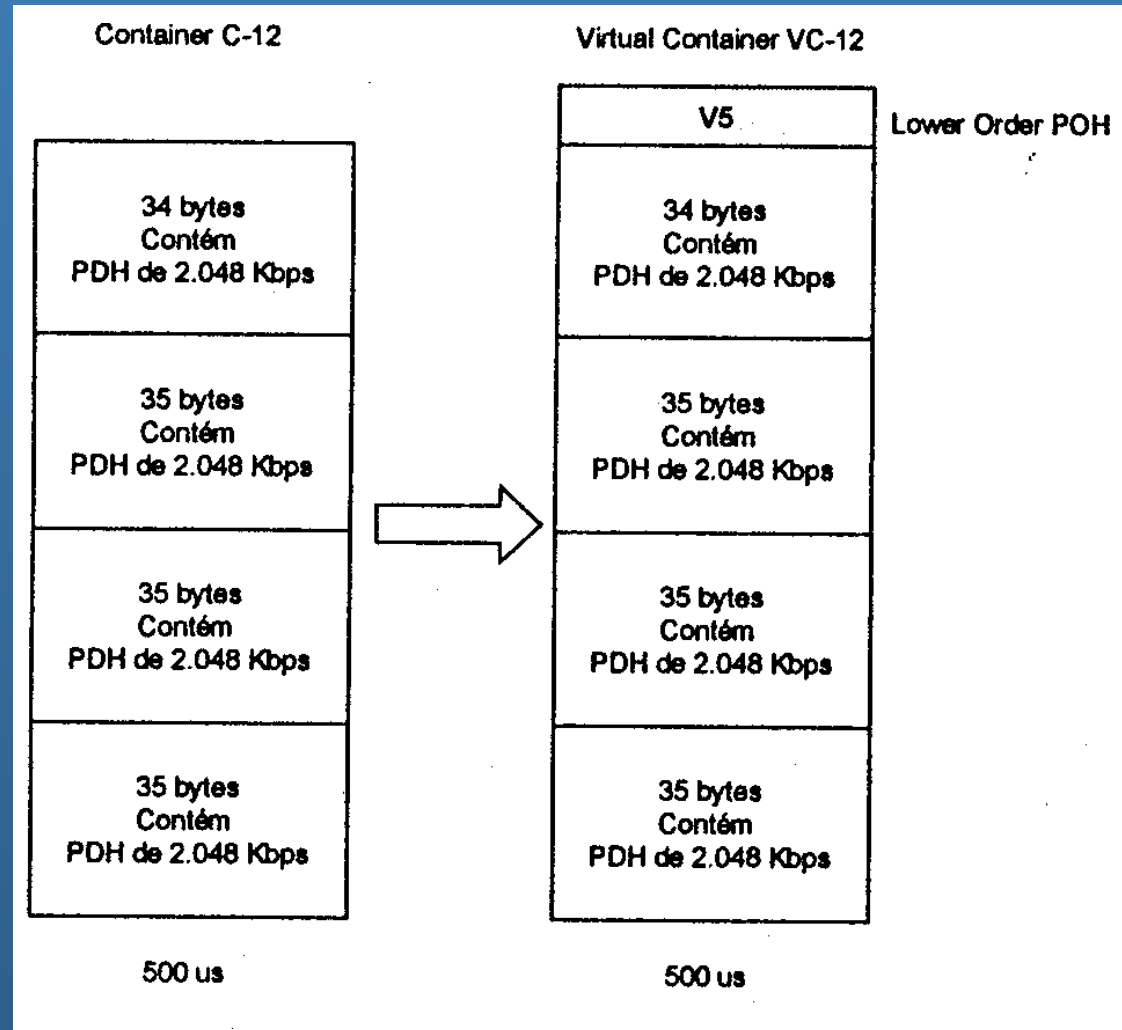
- **Capacidade de carga definição na Rec. G.702**

- **C11 - container para 1544 kbit/s.**
 - **C12 - container para 2048 kbit/s.**
 - **C2 - container para 6312 kbit/s.**
 - **C3 - container para 34.368 ou 44.736 kbit/s**
 - **C4 - container para 139.264 kbit/s**

- **Container Virtual**

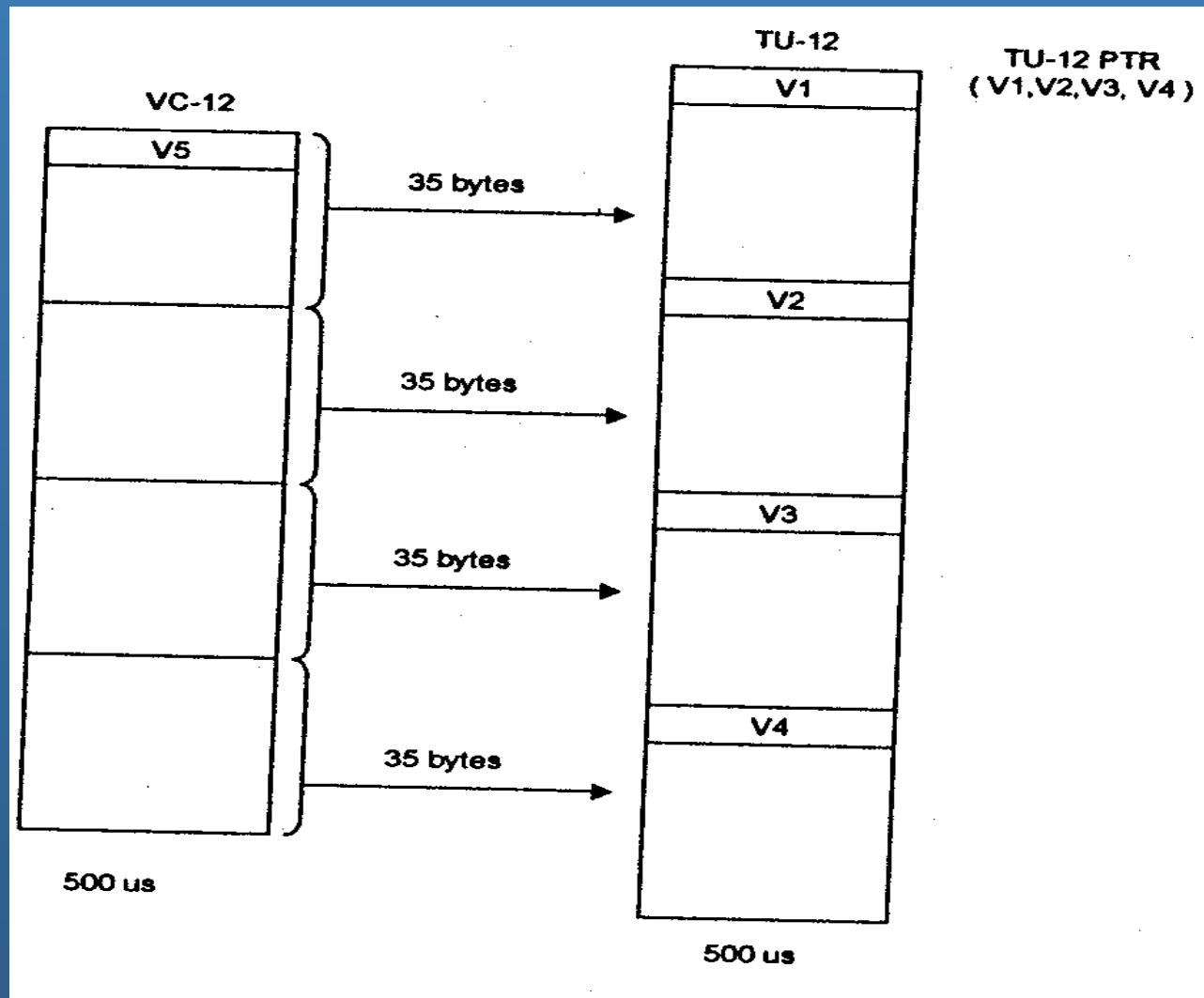
- **Estrutura de informação usada para conexões da camada de caminho.**
 - **Consiste de carga útil mais um POH organizado em uma estrutura de quadro que se repete a cada 125 μ s ou 4 quadros a cada 500 μ s.**
 - **Existem 2 tipos de VC's:**
 - **VC de baixa ordem (VC-1 ou VC-2).**
 - **VC de alta ordem (VC-3 ou VC-4).**

Mapeamento de Tributários



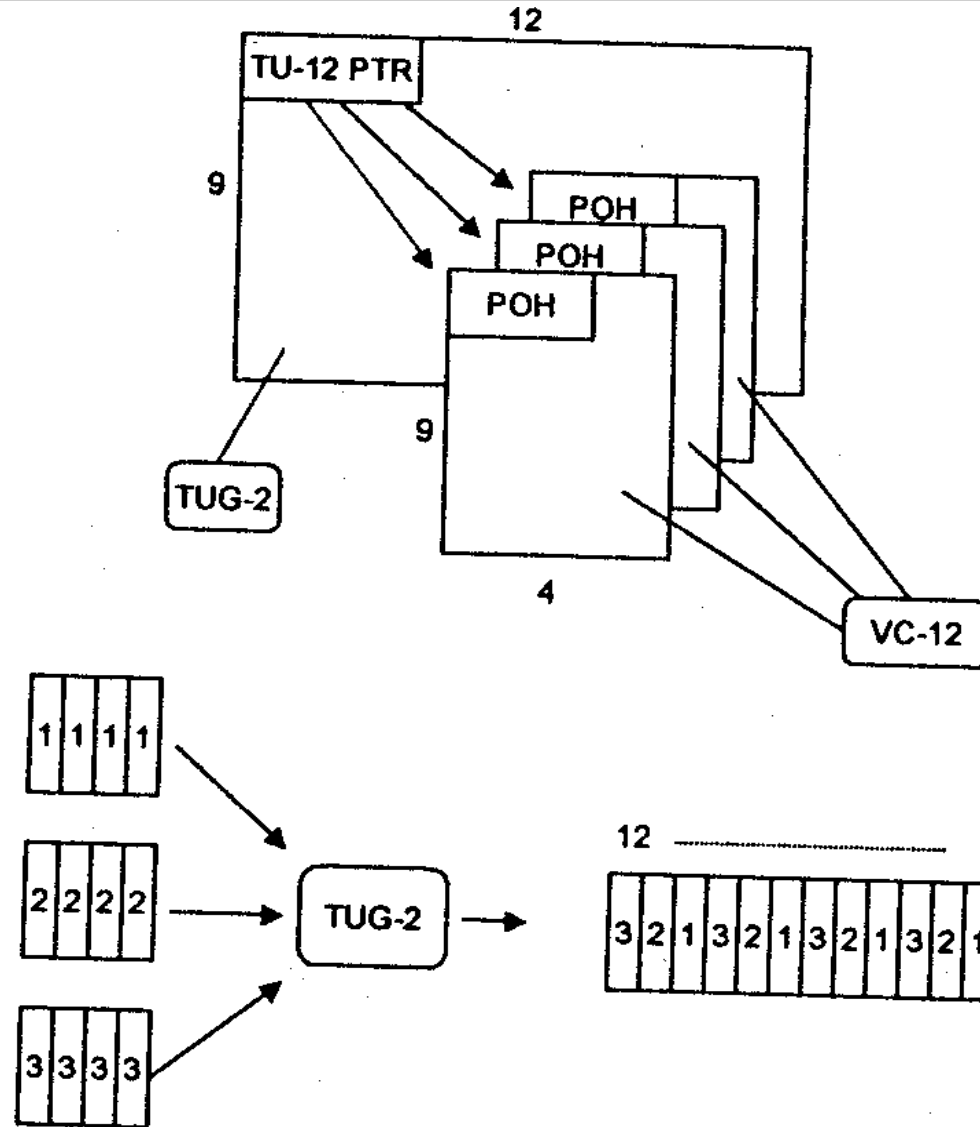
Multiplexação de VC-12's em TUG-2

- Usa um ponteiro associado com cada VC, indicando a sua posição dentro do TUG.
- A combinação de VC-12 e seu ponteiro é referenciado como TU-12.
- A localização do ponteiro é fixo em relação ao TUG-2 como um todo.
- TUG-2:
 - 4 TU-11
 - 3 TU-12
 - 1 TU-2



Multiplexação através de TUG-2

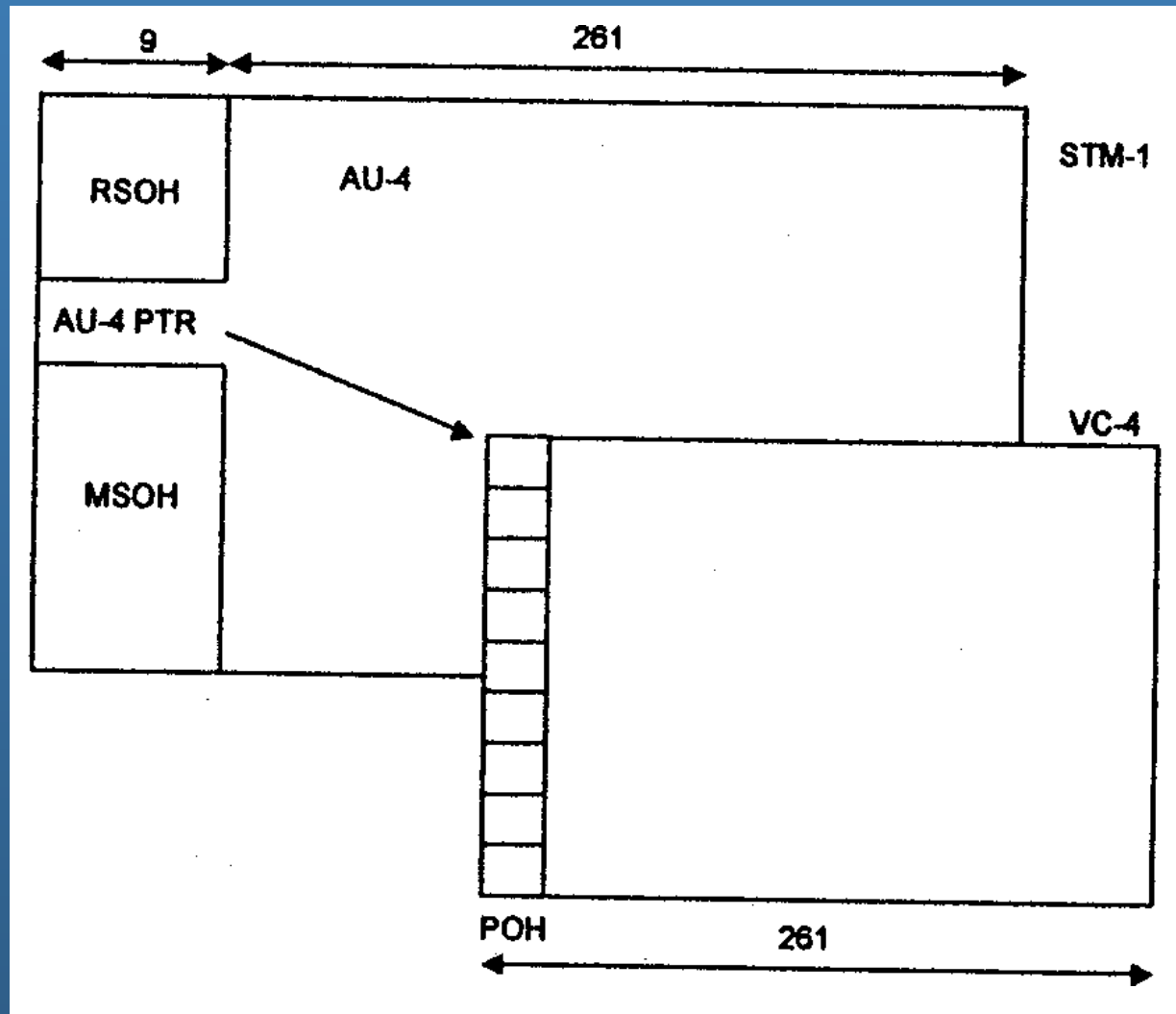
- TUG-2 contém 36 bytes de cada 3 TU-12



SDH/SONET

- **Mapeamento de VC-4 no STM-1**
 - O mapeamento de VC-4 em STM-1 é feito de forma semelhante ao mapeamento de VC-12 em um TUG-2.
 - VC-4 é permitido flutuar dentro do quadro STM-1
 - A sua localização é dada pelos ponteiros AU-4, H1, H2 e H3.
- **AU-4(Unidade Administrativa 4)**
 - AU-4 é a unidade composta de VC-4 junto com seu ponteiro.
 - A unidade administrativa fornece a adaptação entre a camada de caminho e camada de seção de multiplexação.
- **AUG (Grupo de Unidade Administrativa)**
 - É uma estrutura de 9 linhas por 261 colunas, mais 9 bytes na linha 4 que contém os ponteiros AU.
 - O ponteiro AU-4 indica o offset, em incrementos de 3 bytes, entre o ponteiro e o primeiro byte de VC-4.
 - Existem 3 ponteiros AU-3 no AUG, um para cada VC-3.

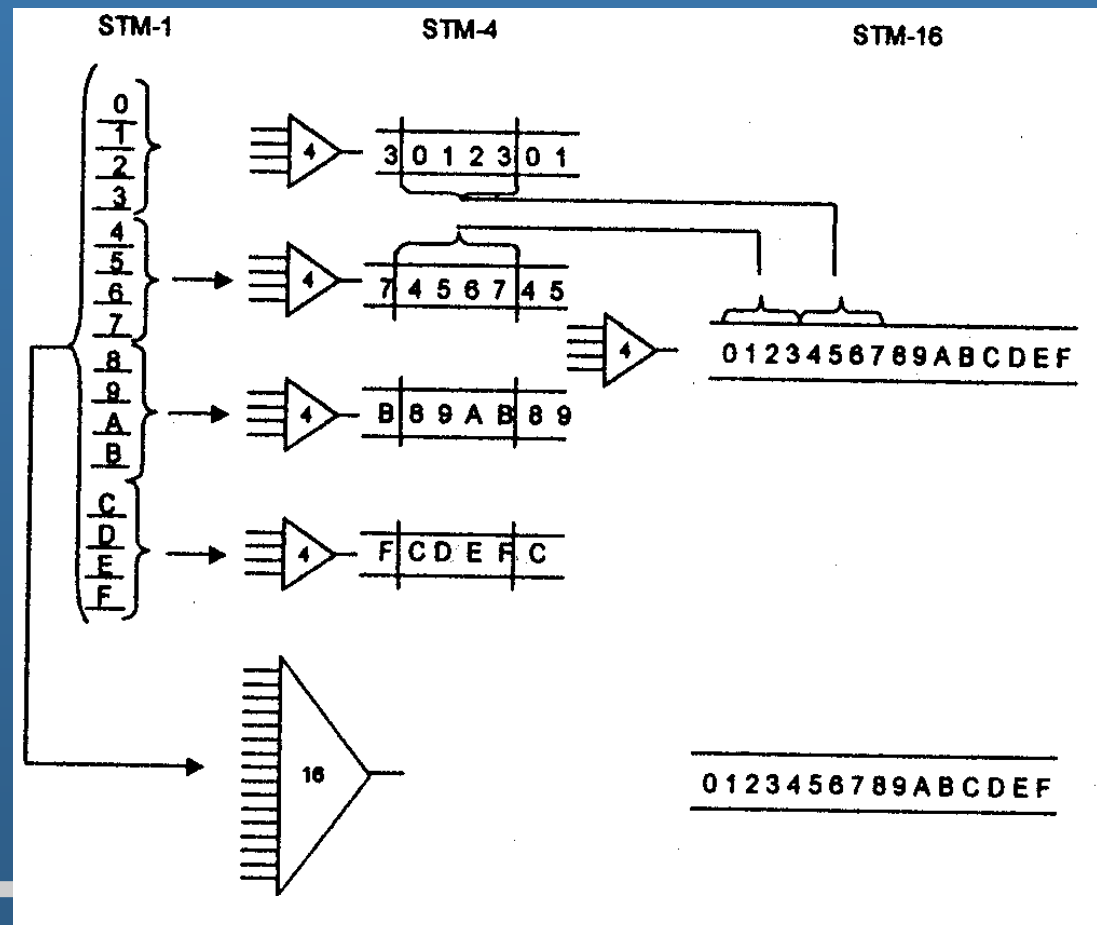
Mapeamento VC-4 no STM-1



Redes de Telecomunicações I

STM-N

- Para obter taxas mais altas, a multiplexação é feita através de interleaving de bytes.
- A recomendação G.708 diz que para formar um sinal STM-M a partir de sinais STM-N, deve fazer um interleave de N bytes.



Comparação entre SDH e SONET

- A maior diferença ocorre no primeiro nível do SONET, referenciado como STS-1 (sinal elétrico) ou OC-1 (sinal óptico). A taxa é de 51,84 Mbit/s.
- O quadro STS-1 pode ser visto como tendo 9 linhas de 90 bytes. O cabeçalho de seção constitui as três primeiras colunas do quadro STS-1.

