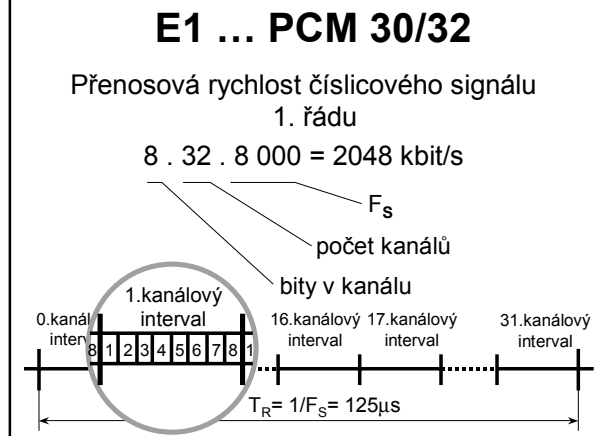


PDH a jeho porovnání s SDH



Sdružování digitálních signálů

- Účelem je získat vyšší přenosovou kapacitu (definovaná hierarchie)
- Způsoby **prokládání**
 - po bitech
 - po kódových skupinách (byte)
 - po rámcích, buňkách, paketech
- **volné** (minimální časové zpoždění)
- **řízené** (zachovává se informace o umístění rámce příspěvkového signálu)

Plesiochronní digitální hierarchie PDH

- digitální signály vyšších řádů jsou tvořeny sloučením 4 signálů řádu nižšího (Evropa)
- používá se prokládání po bitech
- volné prokládání (plesiochronní)
- nepřesnost přenosových rychlostí je vyrovnávána tzv. stuffingem

Vzájemný vztah taktovacích generátorů digitální sítě

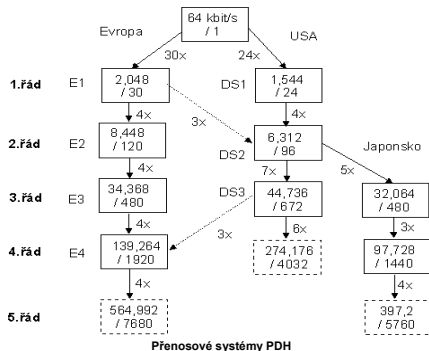
- **Synchronní** (pseudosynchronní)
 - nucená synchronizace
- **Asynchronní** (plesiochronní)
 - řízení jednotlivých zařízení vlastními časovými základnami (kolísání okamžitých hodnot taktovacího kmitočtu okolo jmenovité hodnoty)
- **Problém** - sdružování signálů s různou okamžitou hodnotou taktu - ani synchronizace sítě problém zcela neodstraní fázové chvění
Nutné vyrovnávání přenosových rychlostí

PDH - přenosové rychlosti

- přenosové rychlosti evropské PDH:

• 1.řád (PCM30/32)	2 Mbit/s	E1
• 2.řád	8 Mbit/s	E2
• 3.řád	34 Mbit/s	E3
• 4.řád	140 Mbit/s	E4
• (5.řád)	565 Mbit/s	E5

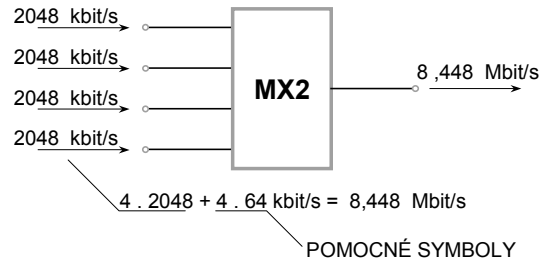
Přehled PDH



7

Multiplexní zařízení vyšších řádů

MULTIPLEXNÍ ZAŘÍZENÍ 2. ŘÁDU



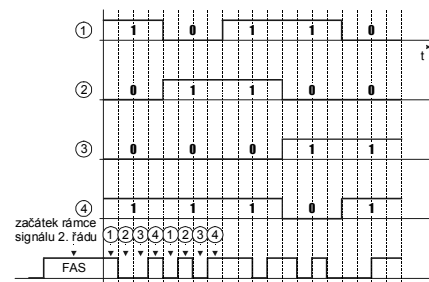
Přenosové rychlosti

- o Jmenovitá přenosová rychlost PDH signálu
- o $v_{pn} = i \cdot V_{pn-1} + j \cdot 64$ [kbit/s]
- o Evropa $i = 4$
- o Služební kanály (FAS, vyrovnávací bity):
- o E2 ... $j = 4$
- o E3 ... $j = 9$
- o E4 ... $j = 28$

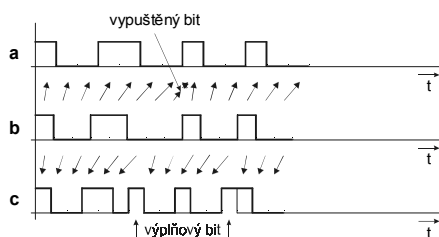
Přenosové systémy PDH

9

Prokládání po bitech



Vyrovnávání přenosových rychlostí



Přenosové systémy PDH

11

Stuffing

JEV – v konkrétním rámci se provede:

- o **Kladný stuffing** - neobsazení symbolového místa v rámci signálu vyššího řádu - vloží se pomocný dvojkový vyrovnávací symbol
- o **Záporný stuffing** - při potřebě přenést více bitů než je vyhrazený obsah rámce jsou umístěny na pevně určené místo záporného stuffingu
- o Stuffing se **neprovede**

METODA – definovaný způsob vyrovnávání

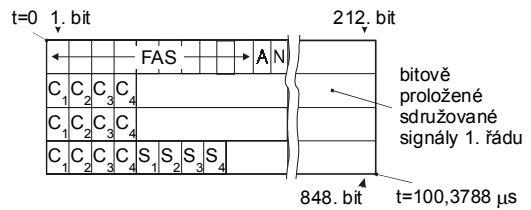
Přenosové systémy PDH

12

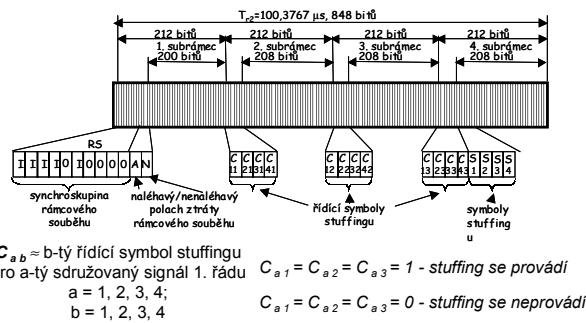
Metoda stuffingu

- o **Kladný stuffing** - taktovací kmitoččet časové základny zařízení vyššího řádu je vyšší, než je okamžitá maximální přenosová rychlost příspěvkového signálu (rezerva s ohledem na možnou toleranci kmitočtů)
- o **Záporný stuffing** - pro příspěvkový signál je v rámci rezervován počet míst odpovídající nejnižší možné přenosové rychlosti příspěvkového signálu
- o **Kombinovaný** (oboustranný stuffing) - v rámci signálu vyššího řádu je vyhrazen počet bitů odpovídající právě jmenovité přenosové rychlosti příspěvkového signálu. Odchytky rychlosti jsou jak kladné, tak záporné a podle potřeby se použije kladný nebo záporný stuffing

Rámec E2 Evropa - kladný stuffing



Rámec E2 podrobněji (s kladným stuffingem dle ITU-T G.742)

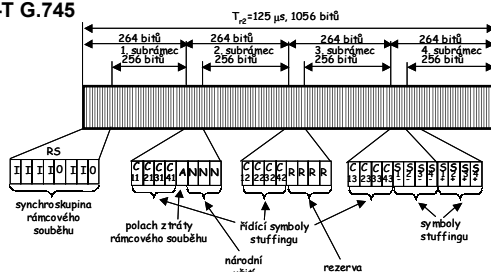


Četnost provádění stuffingu

- o $v_{p2} = 8448 \text{ kbit/s}$ tolerance $\pm 30 \cdot 10^{-6}$
- o $T_{r2} = N_2 / v_{p2} = 848 / 8448 \cdot 10^3 = 100,3788 \mu\text{s}$
- o $v_{p1\text{min}} = 205 / T_{r2} = 205 / 100,3788 = 2,042264 \text{ Mbit/s}$
- o $v_{p1\text{max}} = 206 / T_{r2} = 206 / 100,3788 = 2,0522264 \text{ Mbit/s}$
- o $v_{p1} = 2,048 \text{ Mbit/s}$ tolerance $\pm 50 \cdot 10^{-6}$
- o **četnost provádění stuffingu**

$$p = \frac{v_{p1\text{max}} - v_{p1}}{v_{p1\text{max}} - v_{p1\text{min}}} = \frac{4,226}{9,96} = 0,424$$

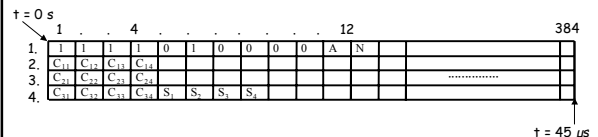
Rámec E2 s kombinovaným stuffingem ITU-T G.745



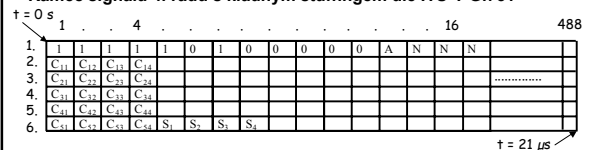
$C_{a1} = C_{a2} = C_{a3} = 1$ - kladný stuffing
 $C_{a1} = C_{a2} = C_{a3} = 0$ - záporný stuffing
 nulový stuffing - střídání vysílání řídicích symbolů 0-1

PDH – rámce vyšších řádů

Rámec signálu 3. řádu s kladným stuffingem dle ITU-T G.751



Rámec signálu 4. řádu s kladným stuffingem dle ITU-T G.751



Nevýhody PDH

- bitový způsob sdružování příspěvkových toků znamená omezenou dostupnost TS v multiplexech vyšších řádů
- omezená přenosová rychlost
- není podpora ze strany standardu pro jednotný systém řízení sítě PDH
- problematické vydělování datových toků v síti (opakované operace multi- a demultiplexování)

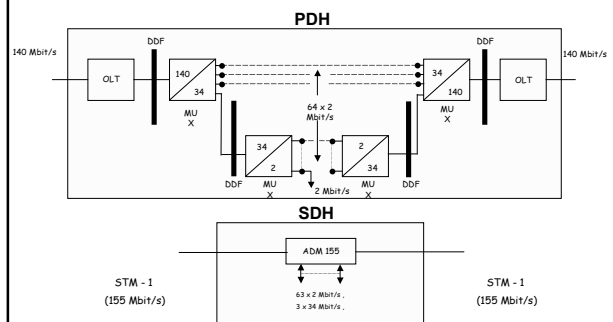
SDH přenosová technologie

- navazuje na americký systém SONET
- celosvětově standardizovaná ITU-T
- navržena s ohledem na dnešní možnosti a požadavky na kapacitu přenosu
- SDH standardizuje způsob přenosu digitálních toků prostřednictvím optických vláken
- podpora pro centralizovaný management sítě a distribuci taktovacího signálu

SDH přenosové rychlosti

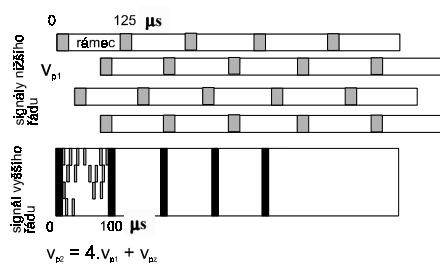
- Hierarchické stupně STM (Synchronní Transportní Modul):
 - STM - 0 52 Mbit/s
 - STM - 1 155 Mbit/s
 - STM - 4 622 Mbit/s
 - STM - 16 2,5 Gbit/s
 - STM - 64 10 Gbit/s
 - STM - 256 40 Gbit/s

PDH / SDH – vydělení kanálu

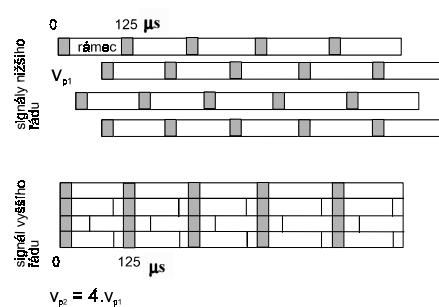


Asynchronní sdružování

PDH - asynchronní prokládání bit po bitu



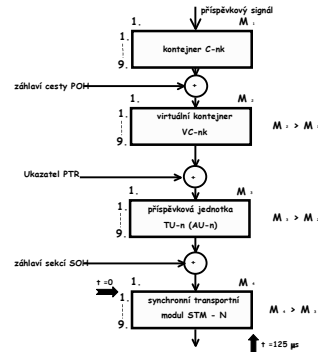
Synchronní sdružování



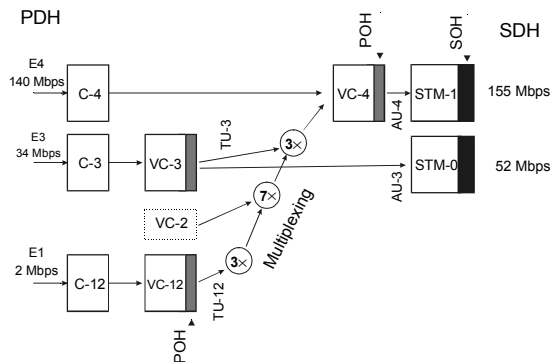
SDH - vnitřní multiplexní jednotky

- Mapování příspěvkového signálu do kontejneru C
- Přidání záhlaví cesty POH (Path OverHead) – virtuální kontejner VC
- Přidání ukazatele PTR (Pointer) – příspěvková jednotka TU (Tributary Unit)
- Sdružování do skupin TUG
- Vytvoření administrativní jednotky AU
- Přidání záhlaví sekcí SOH (Section OverHead) – STM

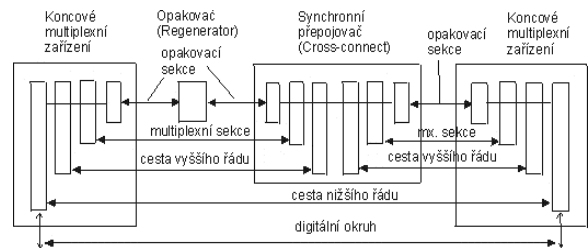
SDH – začleňování příspěvkového PDH signálu



Zjednodušené multiplexní schéma SDH pro Evropu



Cesty a sekce v síti SDH



- Pokračování příště...