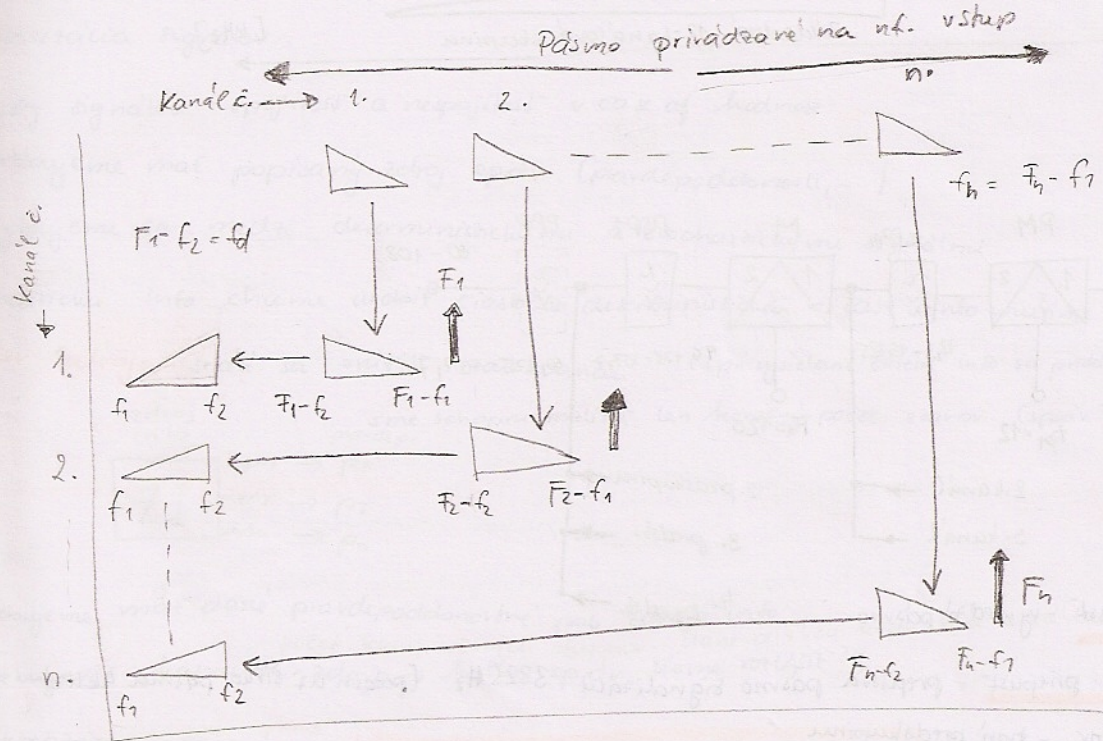


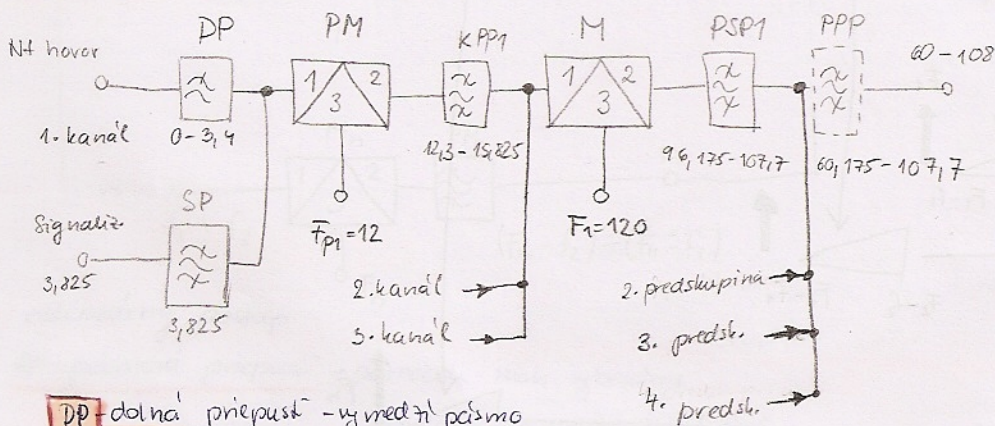
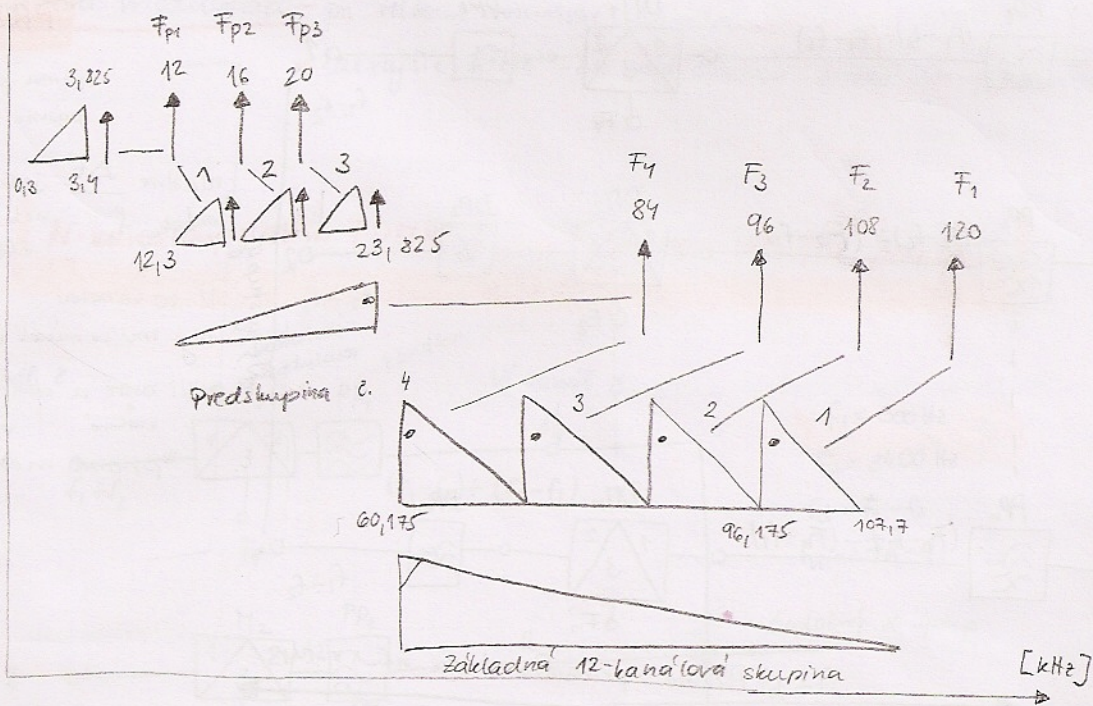
norma pre kľúčovú pásmo = 4 kHz
 relatívne $\frac{\Delta f}{f_N}$ jedna z poriadkových čísel f_N veľk na kvalite filtrov
 12-60 kanálov
 aby sme mohli používať príliš ostré a diaľke filtre kvalite
 → priama modulácia



12 kanál. systém - na metalické symetrické HV vedenia ("štruktúra" XV - kľúčová vysokofrekvenčná styroflexová izolácia)

systém s viacnásobnou moduláciou (FDM)

- 3,225 kHz - signálizácia
- predskupina - od 12 do 24 kHz (kúbi filterom)
- ďalším postupom pomocou nosných 84, 96, 108, 120 → primárna skupina
- základná skupina - 12 kanálov
- od 60 - 108 kHz
- aké prenosové médium? - nesymetrické koax. vedenia
↳ využiteľné od 60 kHz (pod 60 kHz strácajú vlastnosť, že vonk. vodič je zároveň terénom ⇒ TLKV)



DP - dolná priepust - vy medzil pásmo

SP - signal. pásm. priepust - prepúšťa pásmo signalizácie 3825 Hz (potom už širka pásma 4 kHz)

PM - predmodulátor - tri predskupiny
 - 1. kanál - nosná 12 kHz
 - 2. kanál - 16 kHz
 - 3. kanál - 20 kHz

knucový modulátor - dobré technické nasadenie - najmenšie šírenie - používajú na diaľ prenosy

KPP1 - kanálová predmodulačná priepust kanála c. 1

M - modulátor základ. skupiny
 - do ďalšej položky 4 predskupiny (120, 108, 96, 84 kHz)

PSP - výstupná priepust

základná = primárna

teraz máme základ. skup. 12 kanálov

z primárky sa tvoria ďalšie - sekundárne skupiny (60 kanálov)

veľakosti medzikanálových zosilňovačov
 5 prim. skupín → nosná ⇒ základ. skupina od 312 - 552 kHz (toto je už 3. modulačný postup)
 5 sek. skupín → 300 kanálová terciárna skupina 812 - 2044 kHz
 3 ter. skupiny → 900 kanálová kvartárna skupina 8516 - 12388 kHz
 Príky musia byť nahusto vedľa seba

Sieťové elementy SDH

= network elements (NE)

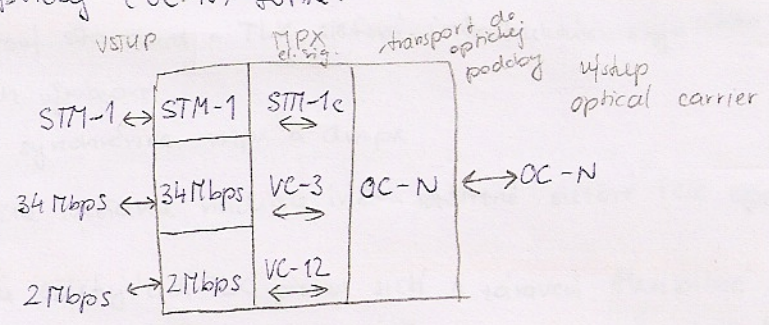
- vyťaženie väznic minimálne STM-1

- koncový (terminálny) multiplexor - TM

- zariadenie ^{path line section} PTE, LTE, STE terminating equipment

- v koncových bodoch siete SDH

- hlavnou úlohou je zbierať a mapovať prítokové signály z hierarchie PDH alebo z iných dátových sietí do signálov hierarchie SDH, buď v elektrickej (STM-N) alebo v optickej (OC-N) forme.



- dominantné prenos. médium - optické vlákna

- kratšie vzdialenosti - prenos. médium aj vzduch (do 5 km - rádiové väzby, priama viditeľnosť)

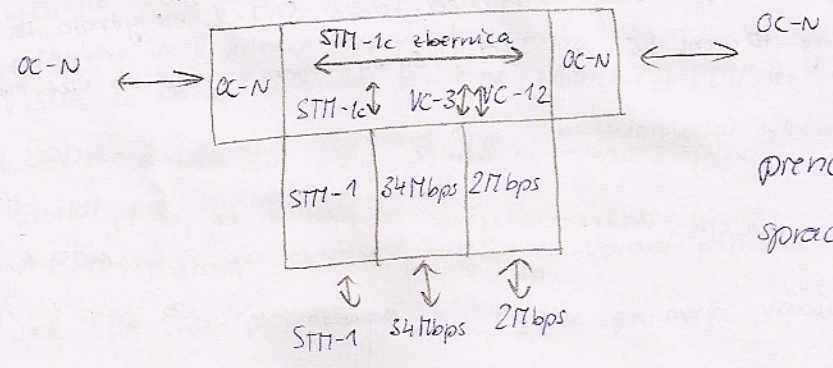
- využíva v topológii bod - bod

- add / drop MPX ADM

- má podobnú úlohu ako TM, navyše umožňujú vložiť alebo vybrať prítokové signály z výsledného signálu SDH, pričom zvyšný tok prechádza bez zmeny

- varianty - vyber a vlož; resp. vyber a opakuj ^{distribúcia video signálov (TV)}

- typy - koncový ADM, lineový ADM, kruhový ADM



prenos - optický
 spracovanie - v elektrickej oblasti

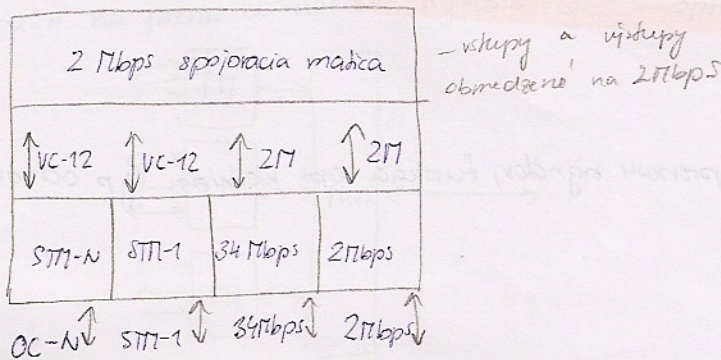
digitálny prepínač DCS - digital cross connect?

fyzická vrstva

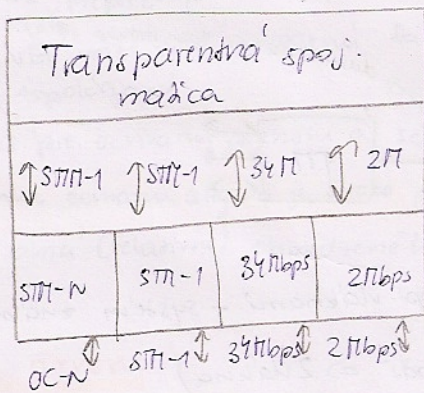
- najzložitejší, pracuje so signálmi v el. forme, hierarchický najvyššie
- používaný na manažment všetkých prenosových prostriedkov v centrálnom sieťovom uzle
- prepája jednotlivé prítokové signály v softwarovej oblasti, ktorá vykonáva funkciu monitorovania účinnosti a MPX / DMPX, resp. vyberania a vkladania signálov
- hlavný rozdiel medzi NE DCS a ADM je v tom, že prvok DCS vie zaobchádzať s veľkým počtom portov a teda umožňuje prepínať oveľa väčší počet signálov (rádovo desiatky prítokov) ako prvok ADM. jednotky, desiatky

keďosi - prepájajú v transportných sieťach - manuálne

- ak sa funkcia prepájania dátových signálov vykonáva na úrovni signálu 2,048 Mbps, prepínač DCS sa nazýva **wideband**



- ak sa funkcia prepájania dátových signálov vykonáva na vyššej úrovni, prepínač DCS sa nazýva **broadband**



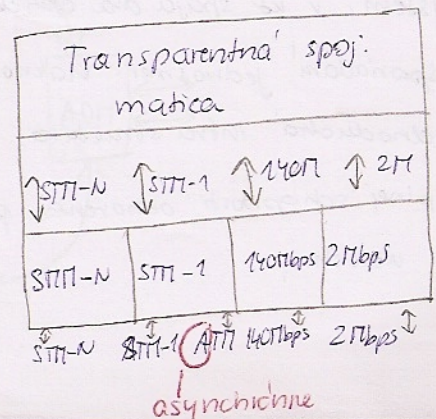
vstupy, výstupy - ľubovoľne pre vstup dát signálov

náročnejšie prepínanie

prepája len synchr. a pleiochr. dig.

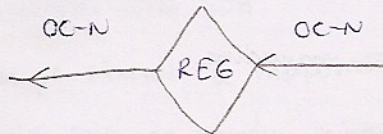
synchrónny digit. prepínač prepájací systém SDCS

- prepája aj asynchrónne signály
- najvyšší stupeň vývoja DCS, dokáže prepájať hocijakú úroveň signálu medzi svojimi portami od 64 kbps až po STM-4



Regenerátor REG

- zariadenie STE, ukončuje sekciu
- obnovuje časovanie prijatého prijatého signálu a aktualizuje hlavičku RSOF
- prijme opt., skonvertuje na el. signál, obnoví, znova skonvertuje na opt. a vyšle
- vyžaduje vstupný signál v určitej štruktúre a ak sa také určité štruktúra správne neprijme, je vygenerovaný korešpondujúci rámec STT-1 s aktuálnymi riadiacimi informáciami o hládkom vzniknutých problémov
- el. obvody musia poslať vstupný signál - rozdielna šírka impulzu



v STT-1, STT-4, ~~STT-8~~, STT-16 &
(rovnaké trvanie 125 pps nemá vplyv)

Topológia siete SDH

Atribúty

- počet opt. vlákien, smer prenosu signálov, funkcia opt. vlákien, typ ochrany prenášky

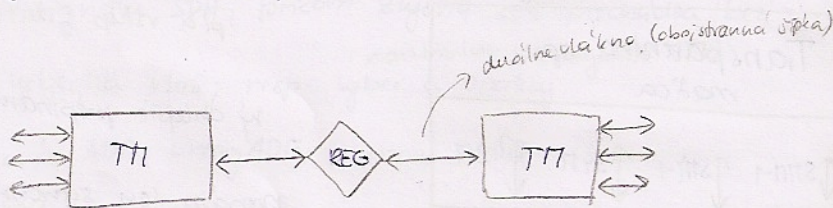
rozdelenie

- pevné - bod-bod, bod-mnohobod, linkový systém
- flexibilné - kruh, strom (hviezda), mriežka (polygón)

pri opt. prenos - problém v prenáške dvoch smerov (pri el. jednod. - veľa úrovní signálu, v optike buď je svetlo alebo tma)

PEVNÉ:

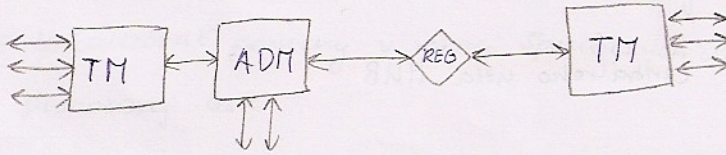
1) bod - bod



- dva optické prístupové uzly sú spojené dvoma opt. vláknami - systém známy pod pojmom dvojité vlákno (1 vlákno tam, 1 vlákno späť \Rightarrow 2 vlákna)
- systém, v kt. spája dva optické prístup. uzly iba jedno optické vlákno, ale v tomto usporiadaní jednosmer. vlákno neposkytuje žiadne prostriedky na obnovu signálu
- jednoduchá infra štruktúra, jednoduché riešenie smerovania bez zabezpečenia úplnej schoposti obnovenia prenášky pri poruchách opt. vlákna alebo vozňami v uzloch

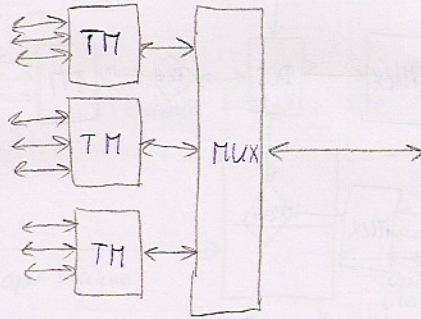
2) bod-mnodbod

- variant topológie bod-bod, keď sa do pôvodného usporiadania včlení 1 alebo viac prvkov ADM
- tak je možné s využitím funkcií vyberania (ukladania) signálov systém rozšíriť o ďalšie konce terminály



3) linkový systém

- variant topológie bod-bod, keď sa do pôvodného usporiadania včlení prvok MPX
- tak je možné s využitím funkcií združovania (rozkladania) signálov z viacerých konceových terminálov použiť na prenos združeného signálu len 1 optické vlákno



TM - vtvára signály vyššej hierarchie el. oblasti

MUX - združ. signálov z viacerých TM do 1 opt. vlákna
- opt. oblasť

FLEXIBILNÉ

1) kruh

- pozostáva z NE prepojených duálnym optickým vláknom (primárnym a sekundárnym)
- 1 alebo viac NE môže mať pridelení funkcií zabezpečenia komunikácie s ostatnými kruhovými alebo inými topológiami
- mechanizmus pre ochranu prenosu a schopnosť obnovenia prevádzky
- ponúka výšku ochrany cesty a je široko používaná v sieťach LAN alebo v aplikáciách, ktoré sú nasadené v rámci (relatívne) obmedzeného dosahu (niekoľko 100 km)

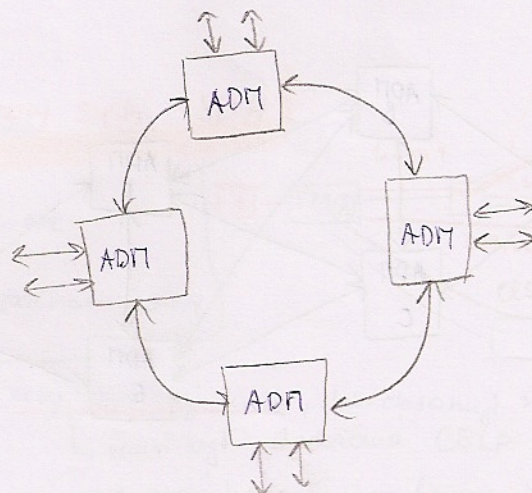
rozdelenie:

piä smeru prenosu

- a) jednosmerne
- b) obojsmerne

piä počtu opt. vlákien

- a) jednovoľknové
- b) dvojuľknové
- c) štvorvoľknové



2) strom

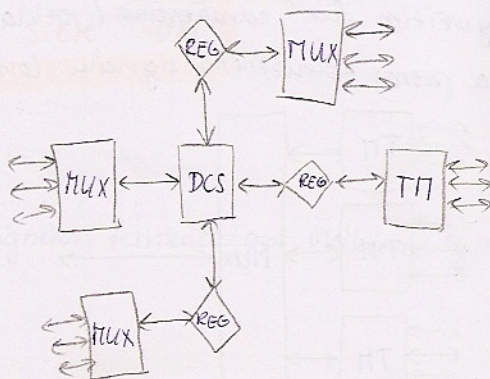
- hierarchická distribúcia NE, ktorá sa používa v sieťach typu LAN (napr. Ethernet)
- uzol s distribučnou funkciou (známy ako HUB) smerujú zdrojový paket do 1 cieľového uzla
- úspešnosť spojenia závisí od toho, či je HUB obsadený alebo nie
- veľmi efektívna pre asynchrónny dátový prenos, ale nie pre dátový a hlasový prenos v reálnom čase
- nevýhoda = vznik poruchy centrálného uzla HUB

rozdelenie:

piä implementácia

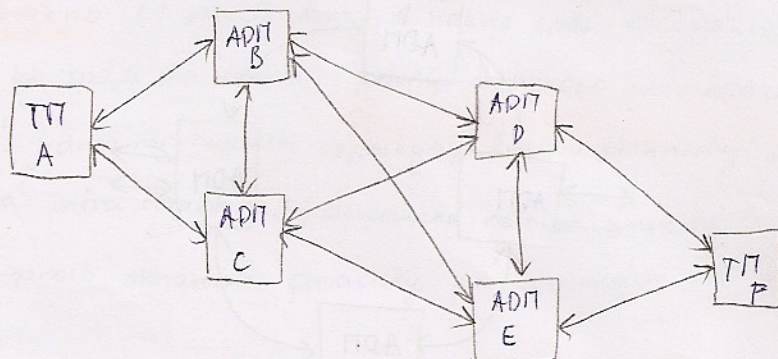
a) jeden alebo viac prvkov ADM + Wideband DCS

b) Broadband DCS



3) mrežka

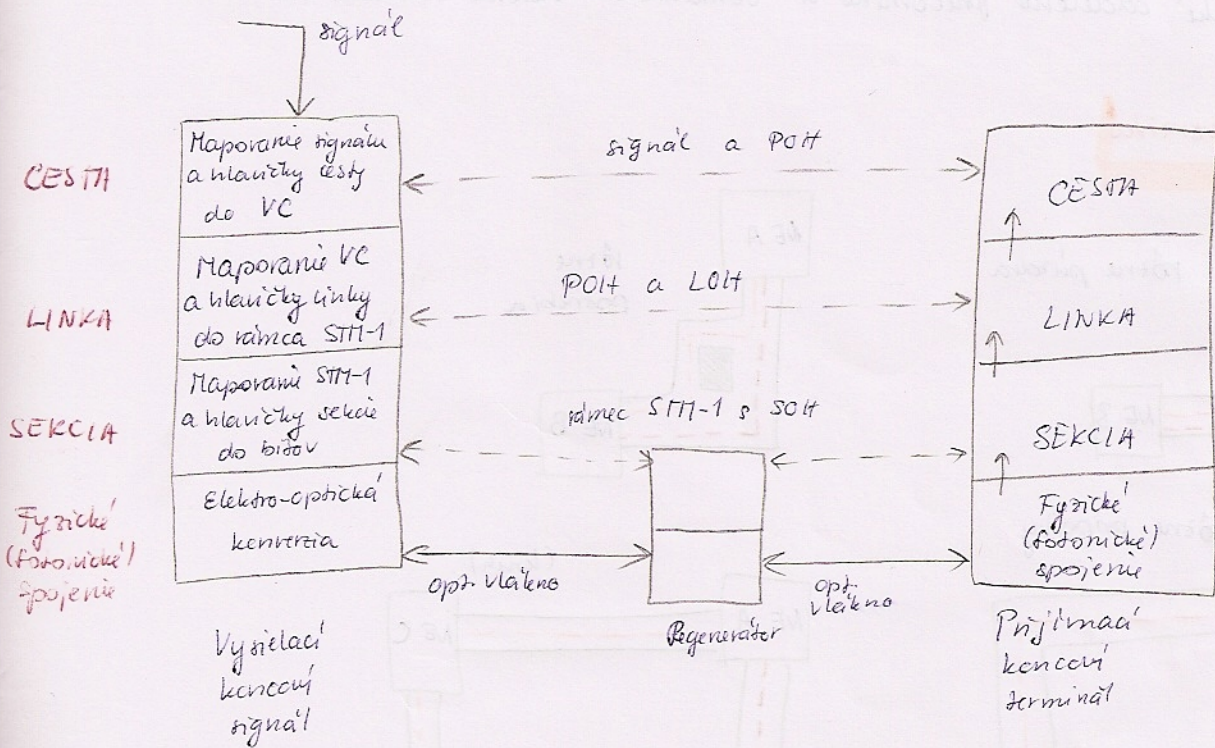
- úplne prepojené sieť. elementy NE
- poskytuje ochranu prenosu a schopnosť obnovenia sieť. prevádzky, resp. minimalizovanie vplyvu prídatočného kolapsu
- lepšie aplikovateľná v husto osídlených oblastiach
- používateľské konce' uzly, sieťové uzly sa nazývajú signalizačné prenosové body STP - sú to veľké spojovacie uzly, kt. sú v princípe zodpovedné za funkčnosť chrbticevej siete



Vrstvy siete

- plne prepojené NE

- nadiaca informacia je hierarchicky členená do vrstiev, aby sa tým rozdelila zodpovednosť za prenos užitočnej info cez sieť
- každý sieť. prvok má na starosť interpretáciu a generovanie hlavičky svojej vrstvy, kontrolu komunikácie a stavu iných elementov v tej istej vrstve a zakončenie svojej vrstvy
- možnosť lokalizovať poruchy v rámci špecifických úsekov namiesto ich hľadania na celej prenosovej ceste



Informácie prenášané v SDH:

- payload
- nadiaca (POH)
- synchron. signál - synchron. hierarchia - stromová

ROZDIEL medzi fyzickou a logickou topológiou

↳ treba si uvedomiť

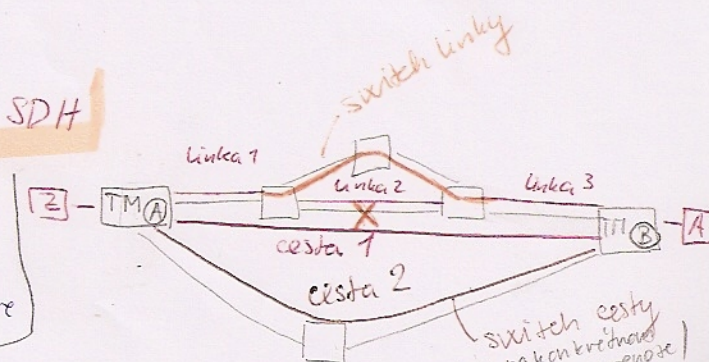
Stratégie obrany siete SDH

jednsmerný prenos - smeruje signály len v 1 smere

obojsmerný prenos - smeruje signály aj v opačnom smere

reparovanie linky - obnovenie prevádzky na akej optickej linke, kt. obsahujú množstvo prítkových signálov

↳ musí byť dodržaná CELA prenosová kapacita 4x (napr. 10Gbit)



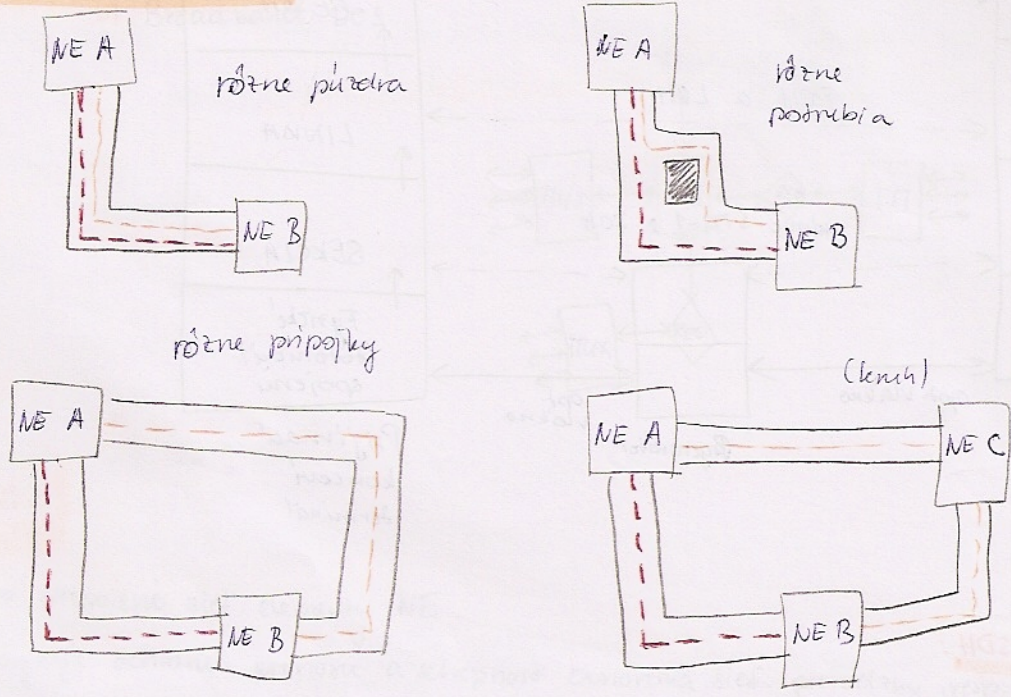
Prepinanie cesty - ochrana prerádžky na vybraných individuálnych pútoch. Prepinanie cesty poskytuje väčšiu diskretnosť riadenia ako prepinanie linky. / môže byť menšia kapacita (napr. 155 Tbit/s)

Pracovné vlákno - al. pracovná kópia - optické vlákno (alebo vln-dĺžka), ktoré prenáša užitočné info od používateľa

Ochranné vlákno - al. ochranná kópia - vyjadruje opt. vlákno (al. vlnovod/dĺžka), kt. sa používa ako záloha pracovnej kópie

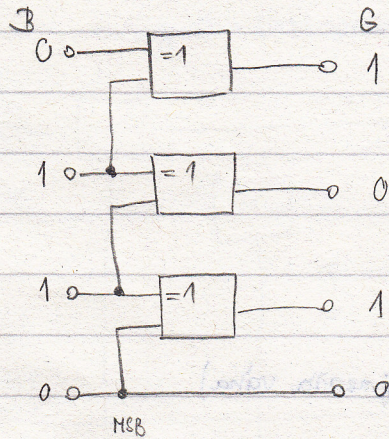
DŮLEŽITÉ! fyzické oddelenie pracovného a ochranného vlákna (nikako km nezáleží)

topologická diverzita



- c) dynamický rozsah signálu 3V
 počet kv. úrovní $N_{kv} = 2^{N_{kv}} - 2^5 = 32$
 rozsah 1. kv. úrovně $\Delta u = \frac{3V}{N_{kv} - 1} = \frac{3V}{31} = 0,096V$
 9. kv. úrovně $Q_{PAM_q} = 9 \cdot \Delta u = 0,871V$

d) převodník Binary - Gray (keby náhodou?)

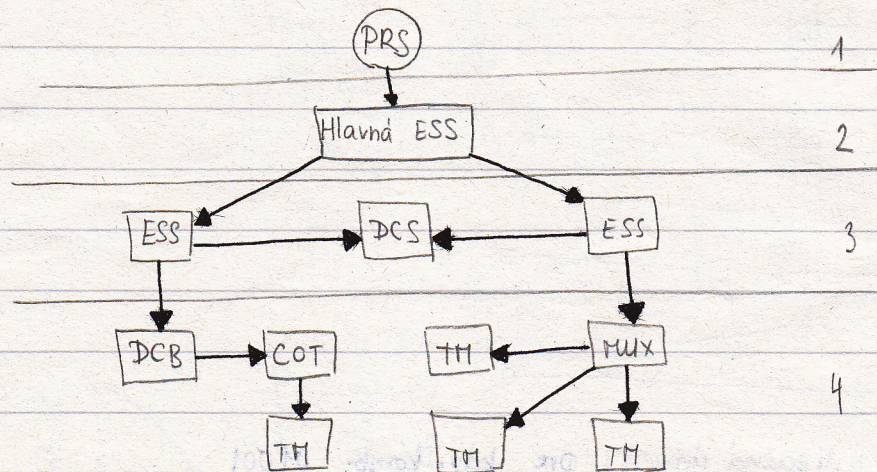


10) Synchronná časovacia hierarchia SDH

a) architektúra časovania a prenosu taktovacieho signálu, úrovne stratum

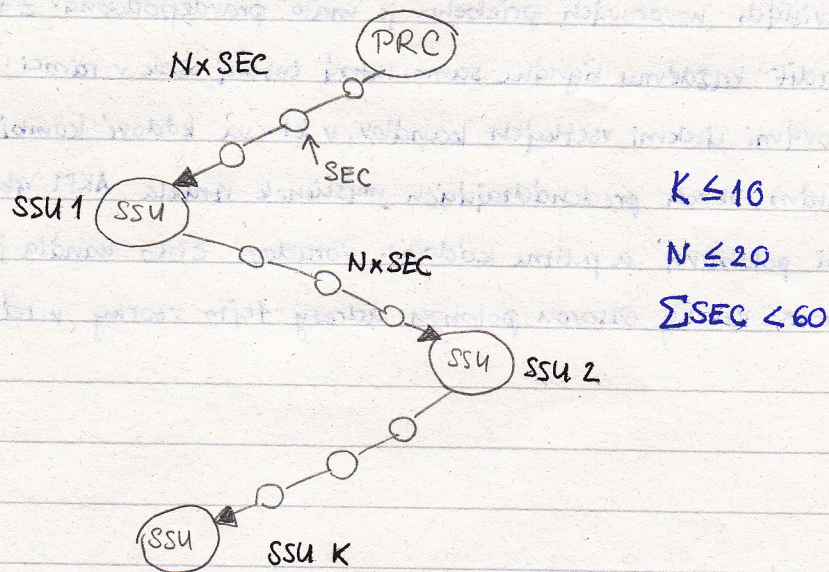
- architektúra časovania v synchronných digit. komunik. sieťach je hierarchická. Každý sieťový uzel je nútený udržiavať taktovací signál s požadovanou frekvenčnou presnosťou, ktorá závisí od jeho hlavnej sieťovej funkcie, t.j. či si od neho z dôvodu presnosti časovania ostatné sieťové uzly závisle

Úroveň STRATUM	sieťové zariadenie
1	PRS
2	Hlavný ESS
3	ESS, DCB
4	MUX, PBX, DCB, COT



b) Sieťové časovanie

- PRC - hlavný zdroj taktovacieho signálu. Ak sa dodržia pravidlá platné pre synchronnú časovaciu hierarchiu a nezískajú slučky taktovacieho signálu, dá sa týmto spôsobom zabezpečiť vysokokvalitná synchro individuálnych sieť. prvkov
- SSU - synchronizačná napájacia jednotka. Je to nezávislý prvok známy ako slave hodiny. Ak je hlavný zdroj PRC neprístupný, jednotka SSU je schopná zabezpečiť synchronizáciu sieť. zariadení aspoň na dobu 24 hodín
- SEC - synchronne taktovacie zariadenie. Je to súčasť prvkov SDH a zároveň najnižšia úroveň zdrojov. Jeho úlohou je minimalizácia fázových a frekvenčných zmien prijímacieho taktovacieho signálu. Ak zlyhajú všetky ostatné zdroje (PRC a SSU), sieťové elementy SDH sú prostredníctvom zariadenia SEC schopné udržať vzájomnú synchronizáciu na dobu aspoň len 15 sekúnd.



- regenerácia takt. signálu je v elementoch SSU a SEC dosiahnutá použitím obvodov fázového závesu PLL (Phase-Locked Loop)

c) Jitter, wander

Jitter - krátkodobá odchýlka fázy číslicového signálu od jeho optimálnej pozície v čase, t.j.

zahŕňa všetky odchýlky s frekvenciou nad 10 Hz od centrálnej f. Jitter sa rozdeľuje podľa zdroja jeho vzniku na 3 základ. typy: systematický (nezávislý od prenos. postupnosti bitov), nesystematický (závislý od pseudonáhod. sig.) a stuffingový (daný vkladáním alebo vyberaním stuff. bitov)

Wander - dlhodobá odchýlka fázy čís. sig., zahŕňa všetky fáz. odchýlky s frekvenciou pod 10 Hz od centrálnej frekvencie. Frekvenčný wander môže vzniknúť pri hranici medzi 2 sieťami, keď majú samostatné zdroje PRC. Môže tiež vzniknúť medzi master PRC a slave SSU hodinami ako zdrojmi taktovacieho signálu v rámci jednej siete.