

Multiplexné využitie spoločného prenosového prostredia

- Dôvody:
 - Kapacita prenosového média je podstatne väčšia ako nároky na prenosovú cestu
 - Náklady na prenosový kanál klesajú s kapacitou prenosového média
 - Spoločné systémové riadenie, údržba a kontrola prenosu
- Dve hľadiská využitia spoločného prenosového prostredia:
 - Hľadisko rozdelenia prenosovej kapacity:
 - **Pevné rozdelenie kapacity** v určitom rastru v časovej, frekvenčnej alebo kódovej oblasti (TDM, FDM, WDM, CDM) – pevný – synchrónny multiplex, synchrónny prenosový mód
 - **Dynamické prideľovanie kapacity** (paketový prenos) – štatistický multiplex (asynchrónny prenosový mód)
 - Hľadisko riadenia prístupu na spoločné médium MAC (Medium Access Control)
 - **Režim "bod - bod"**: len delenie prenosovej kapacity, multiplexory
 - **Režim "bod - viac bodov"**: Okrem delenia kapacity nutnosť riadenia prístupu k médiu

Synchrónne multiplexy Európa:

- ✚ Plesiochrónne multiplexy prvého až štvrtého rádu (Európa E1,...E4, USA/Jap. T1-T4)
- ✚ Základ – digitálny (hlasový) kanál E0: kodek podľa G.711, vzorkovanie 8 kHz, kvantovanie 8 bitov, nelineárne podľa zákona A, prenosová rýchlosť 64 kb/s
- ✚ Perióda opakovania nasledujúcich vzoriek jedného kanála 125 us (1/8000 Hz), preto
- ✚ Vytvorenie rámca s trvaním 125 us, rozdeleného na časové (kanálové) intervaly, 32 KI
- ✚ Každý KI trvá 3,9 us a prenáša 8 bitové slovo nesúce obsah jedného kanálu E0
- ✚ Prenosová rýchlosť $32 \times 64 \text{ kb/s} = 2048 \text{ kb/s}$

- ✚ Kanál K10 v párnych rámcoch prenáša rámcovú synchronizáciu x0-011 011, kontrolný súčet CRC4 (ak sa používa, len pri multirámcovej organizácii)
- ✚ V nepárnych rámcoch x0-xxxxxx bity s národnou špecifikáciou a alarm straty synchronizácie
- ✚ Konfigurácia len „bod – bod“, trvalo aktívna a synchronná prípojka
- ✚ Linková modulácia (linkový kód) HDB3 alebo AMI, +/- 3V , 120 ohm
- ✚ Detailne definovaný multiplex je v ITU-T G.703 / 704

Multiplex E1 je základom pre mnohé ďalšie prenosové technológie v synchronnom prostredí

Multiplexy vyšších rádov – plesiochrónne multiplexovanie, multiplexovanie po bitoch, stuffing (výplň)

- ✚ Prenosová rýchlosť: $V_n = 4 \cdot V_{n-1} + m \cdot 64$, $m = 0, 4, 9, 28, 111$
pre $n = 1., 2., 3., 4.$ rád

- ✚ $E1 = 2 \text{ Mb/s}$, $E2 = 34 \text{ Mb/s}$, $E3 = 140 \text{ Mb/s}, \dots$

- ✚ Nevýhodný spôsob multiplexovania, problematický add/drop, minimálny sieťový manažment – s výnimkou E1 nepoužívaný

SYNCHRÓNNA DIGITÁLNA HIERARCHIA – SDH

- univerzálny multiužívateľský systém, optimalizovaný na vysokú spoľahlivosť
- výkonný sieťový manažment a pružná rekonfigurácia pri zmenách v sieti (do 50 ms)
- možnosť multiplexovať rôzne prútoky vrátane asynchrónnych tokov
- zvýšenie prenosovej rýchlosti, spoľahlivosti a flexibility siete
- vysoká medzinárodná štandardizácia až na úroveň prenosových médií
- Princíp využívaný celosvetovo, multiplexné schémy oddelené pre Európu (SDH) a USA/Japonsko (Synchronous Optical Network, SONET)

Hlavné vlastnosti:

- ✚ použitie techniky viacnásobných kontajnerov vybavených záhlaviami

- využitie ukazovátok (smerníkov, pointrov)
- prenos sieťových riadiacich údajov (sieťovej signalizácie) v rámci siete samotnej
- možnosť vložiť/vybrať (Add-Drop) dátový tok na úrovni kontajnera bez nutnosti demultiplexovania celého toku

Základné pojmy:

Cesta (Path):

Spojenie koniec – koniec, zdroj a cieľ prenosu, logická cesta

Sekcia: fyzické spojenie technologických celkov:

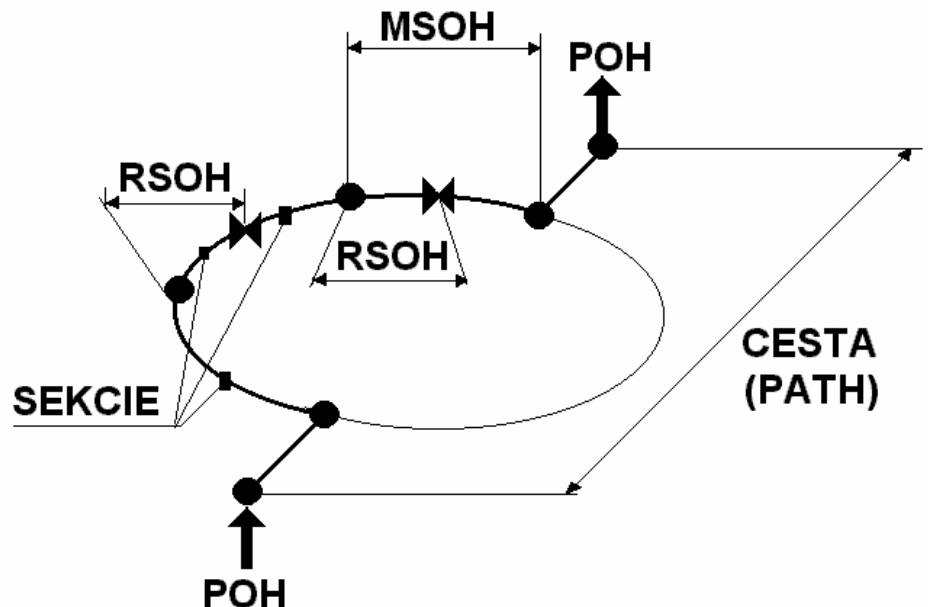


multiplexných uzlov, časť

cesty bez demultiplexovania signálu, len s regeneráciou (multiplexná sekcia)

Opakovačov (regenerátorov) na prenosovom médiu (regeneračná sekcia)

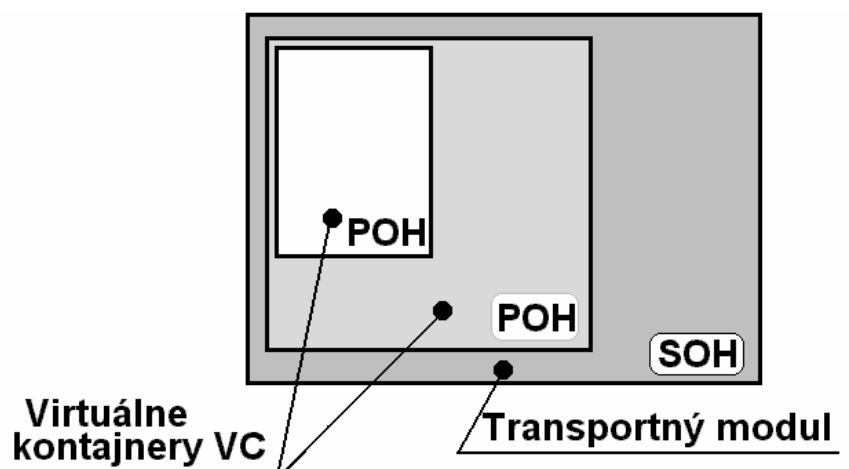
Kontajner, virtuálny kontajner: blok bitov s definovanou štruktúrou a záhlavím



riadiace informácie prenášané podľa toho, pre koho sú určené v záhlaviach:

cesty (POH, Path Overhead), napr. kontrola kvality prenosu E2E, chybovosti, info o štruktúre kontajnera

sekcie (SOH, Section Overhead), napr. rámcová synch., chybovosť uzol-uzol, štruktúra rámca



rozdelené na:

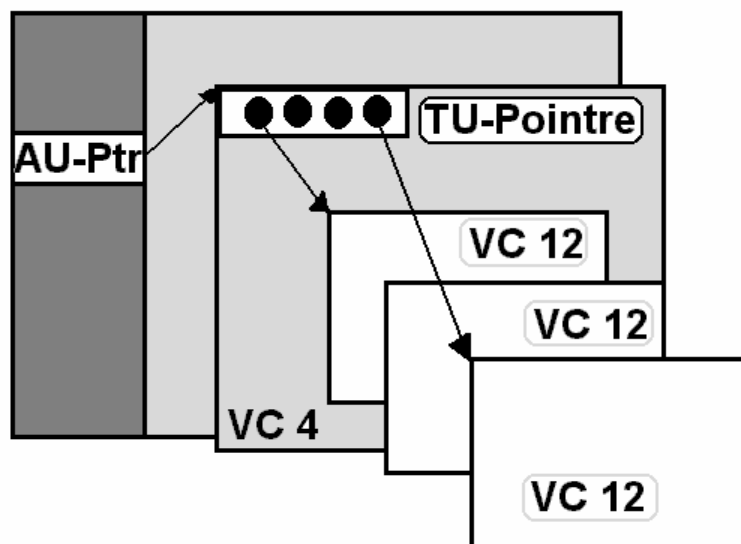
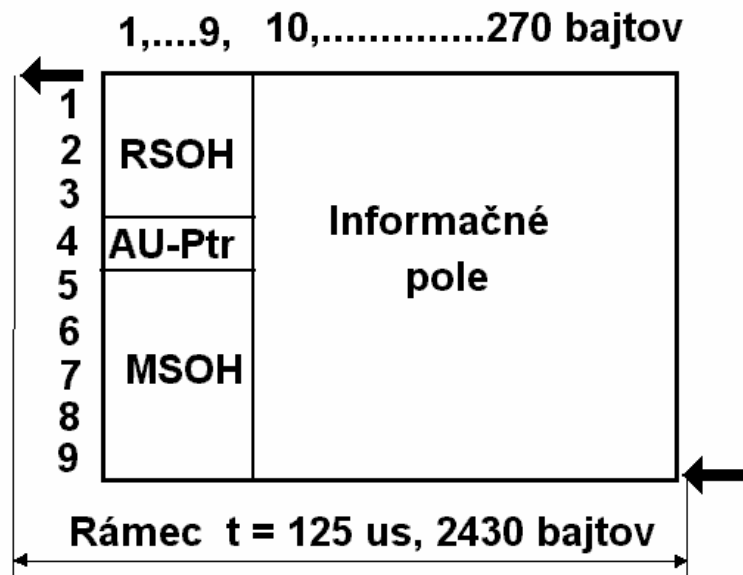
riadenie opakovačov – RSOH (Regenerator section OH,

- riadenie multiplexných uzlov - MSOH (Multiplex Section OH)
- interná riadiaca dátová sieť (750 kb/s) a 3x64kb/s hlasové komunikačné kanály obsluhy

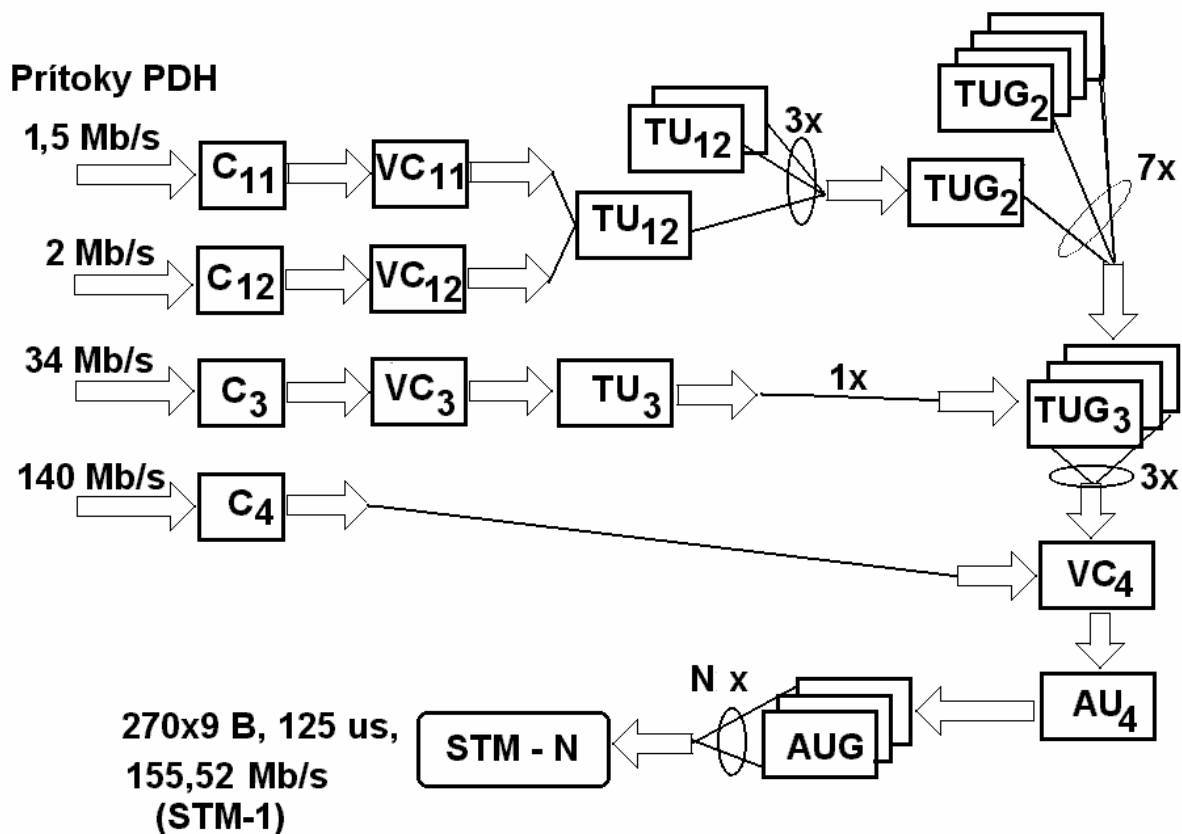
Prenos prebieha v synchrónnych transportných moduloch rôznych rádov (STM-x): STM-1 (**155,52 Mb/s**), STM-4 (622 Mb/s), STM-16 (2,5 Gb/s), STM-64 (10 Gb/s), STM-256 (**40 Gb/s**)

Štruktúra transportného modulu STM-1:

- Fyzicky prebieha v rámcoch 125 us prenášaných synchrónne v celej sieti
- Záhlavia RSOH a MSOH
- Ukazovátka administratívnej jednotky – AU Pointer
- Informačné pole: nesie kontajner VC4, alebo VC3, alebo VC1,... štruktúra daná multiplexnou schémou
- Asynchrónny vzťah medzi rámcom SDH a vnútorným obsahom – väzba vyjadrená cez pointre

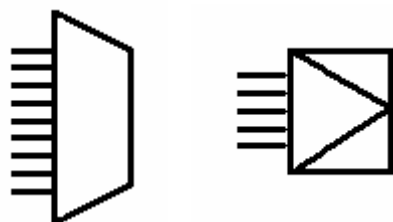


MULTIPLEXNÁ SCHÉMA

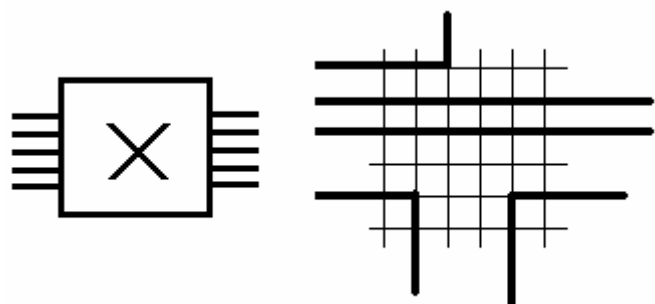


Základné sieťové prvky

- SDH multiplexor s funkciou „Add-Drop“ (ADM) – multiplexuje/demultiplexuje jednotlivé prítoky do transportných modulov

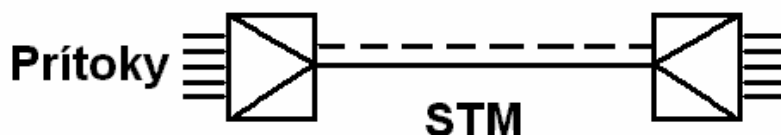


- Spojovacie pole typu „Crossconnect“ – na základe systémových riadiacich informácií riadi prepojovanie tokov tak, aby bola zabezpečená maximálna funkčnosť siete bez výpadku

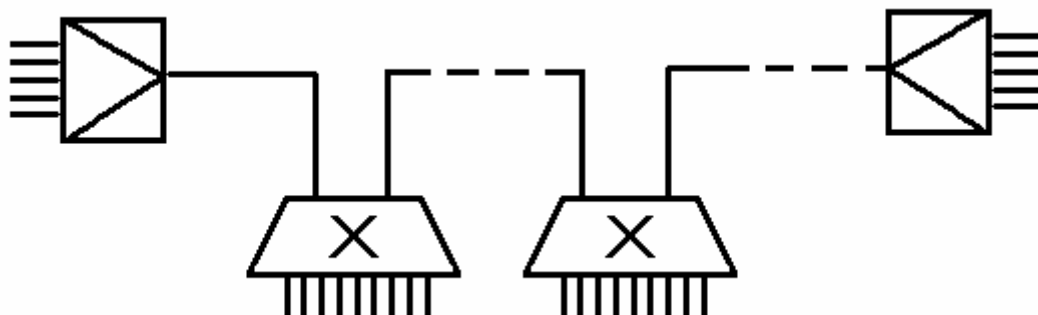


Organizácia prenosovej siete:

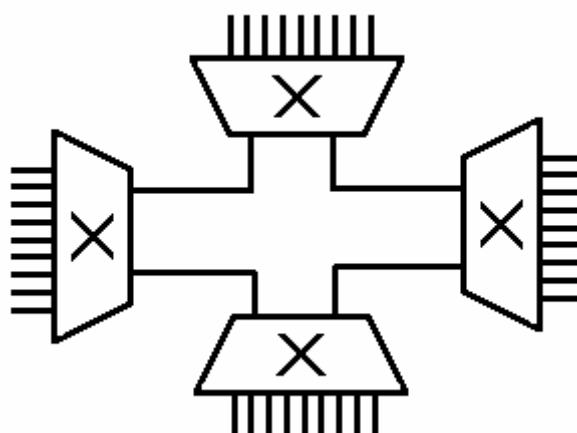
- Prepojenie „bod-bod“
s ochranou



- Líniová sieť
s použitím
ADM a ADM-
CC



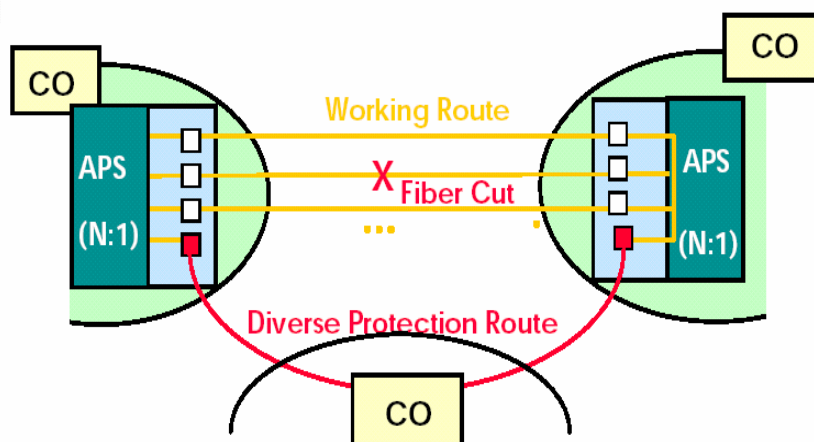
- Kruhová sieť ADM-CC (najlepšie
možnosti)



- Spôsoby sieťovej ochrany
(APS, Automatic Protection Switching)

- UZOL trvalo
monitoruje bitovú
chybovosť
pretekajúcich dát
- Ak hodnota BER
prekročí nastavený
prah, automaticky
spustí
rekonfiguráciu siete
- Rekonfiguráciu robí
hardvérovým
spojovacím poľom
– Crossconnectom
v čase **do 50 ms**

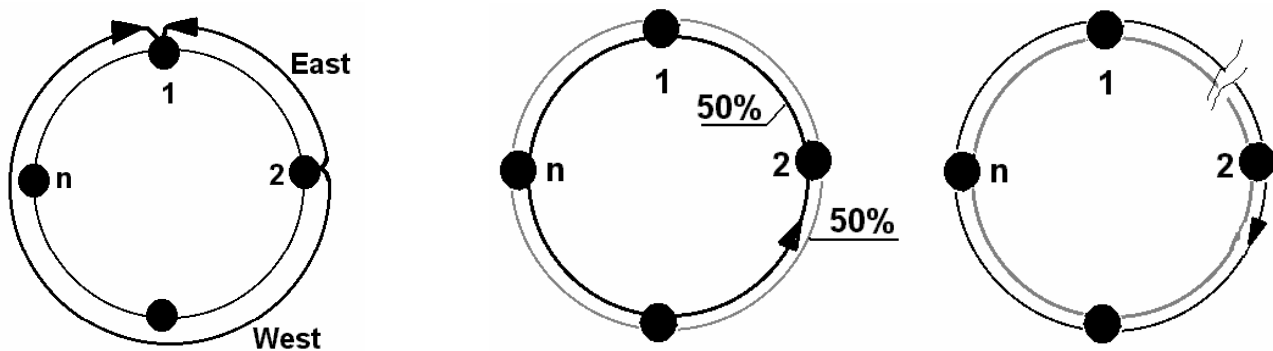
Restoration (1:n Route Diversity)



- V tejto dobe rekonfiguruje sieť tak, aby zostala plne funkčná
- Rekonfigurácie riadi systémový manažment bez zásahu človeka.

Ochrana súčasným obojsmerným prenosom ("EAST – WEST") a Shared Protection Ring – SPR

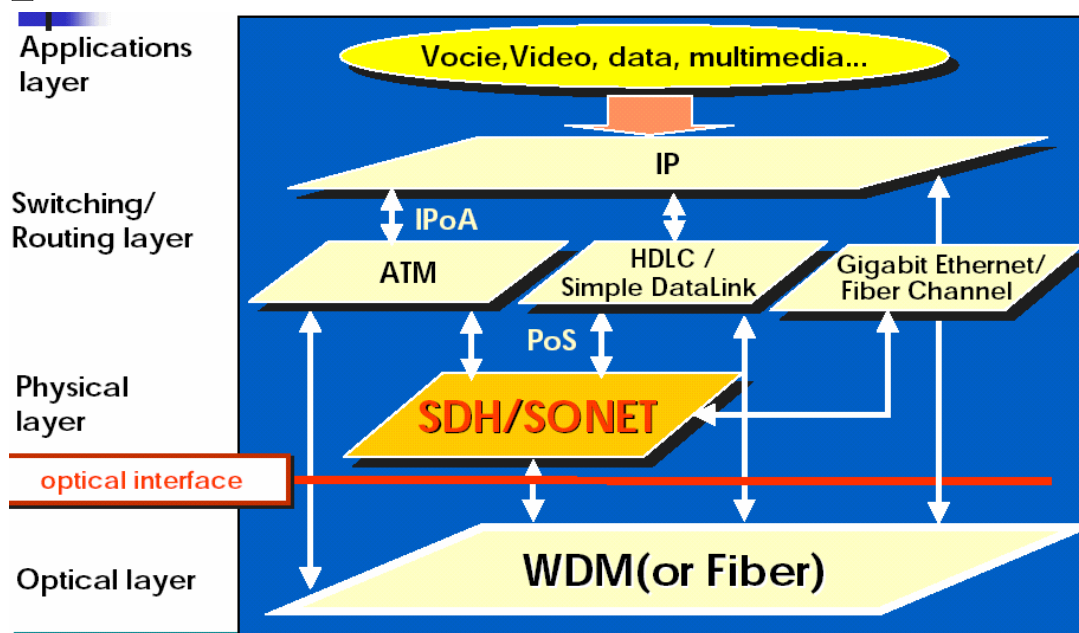
□



□

Nové smery v SDH

□



□

- ✚ Podpora virtuálneho zreťazenia kontajnerov
- ✚ Nastavenie kapacity prenosovej trasy (Link Capacity Adjustment Scheme, LCAS)
- ✚ Generic Framing Procedure, GFP
 - Odrezanie preamble PHY, Start_of_frame, medzery medzi rámcami L2
 - L2/MAC rámce sa zapúzdria do rámcov GFP

Resilient Packet ring, RPR – plne preberá technológiu SDH na fyzickej vrstve

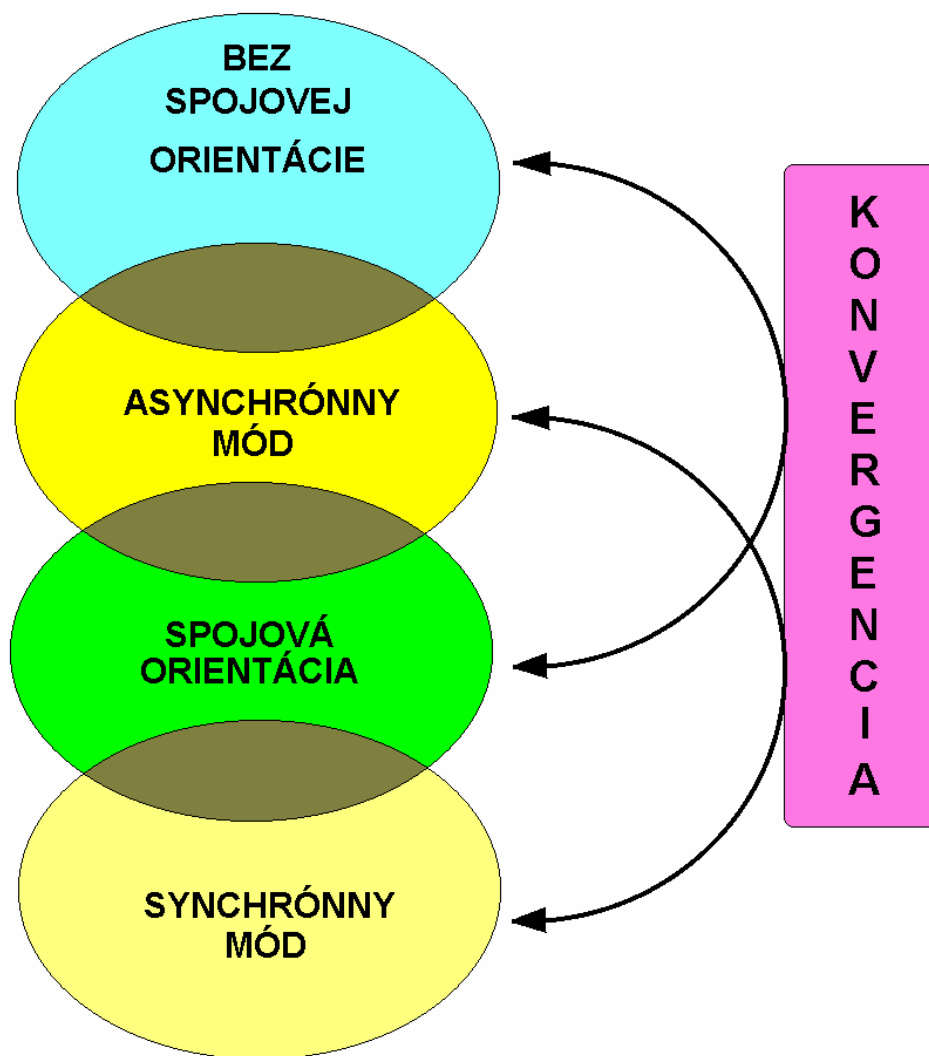
PRENOSOVÉ MÓDY

METÓDA MULTIPLEXOVANIA, SPOJOVANIA A PRENOSU TOKOV

- SYNCHRÓNNE PROSTREDIE
- ASYNCHRÓNNE PROSTREDIE

SPÔSOB VYTVÁRANIA SPOJENIA “KONIEC- KONIEC”:

- SPOJOVO ORIENTOVANÁ SIETĚ
- SIETĚ BEZ SPOJOVEJ ORIENTÁCIE



ZÁKLADNÁ
OTÁZKA: ČO JE
VÝHODNEJŠIE?

NEEXISTUJE
UNIVERZÁLNA
ODPOVEĎ, TREBA
UVÁŽIŤ:

- ANALÝZU

VLASTNOSTÍ JEDNOTLIVÝCH TECHNOLOGIÍ Z HĽADIŠKA KVALITY SLUŽBY, TECHNOLOGICKEJ SPOĽAHLIVOSTI A ÚDRŽBY,.....

- ANALÝZA VLASTNOSTÍ PRENÁŠANÝCH SLUŽIEB
- NÁROKY NA KVALITU, SPOĽAHLIVOSŤ, NÁKLADY
- EKONOMICKÉ HĽADISKÁ VÝSTAVBY A PREVÁDZKY

V SÚČASNOSTI **KONVERGENCIA** TÝCHTO **TECHNOLÓGIÍ** SMEROM DO SIETÍ “NOVEJ GENERÁCIE”, **NGN, IMS,....**

SYNCHRÓNNE PROSTREDIE

- **PEVNÁ, DETERMINISTICKÁ ŠTRUKTÚRA MULTIPLEXU NA FYZICKEJ VRSTVE – napr. TDM**
- **BEZKOLÍZNOSŤ, DEDIKOVANÝ KANÁL S PEVNOU KAPACITOU**
- **PREDNOSTNE VYTVÁRANIE SPOJENÍ TYPU “BOD – BOD”**
- **MINIMÁLNE NÁROKY NA PRENOSOVÚ RÉŽIU**
- **VYSOKÝ STUPEŇ ŠTANDARDIZÁCIE (KOMPATIBILITA)**
- **PODPORA PRENOSU SYNCHRONIZAČNÉHO SIGNÁLU**
- **TRVALÁ KONTROLA FYZICKEJ VRSTVY (SYNCHRÓNNY TOK NA MÉDIU)**
- **PRENOS SÚVISLÝCH ZÁKAZNÍCKYCH TOKOV**
- **SPOJOVANIE V SYNCHRÓNNO M PROSTREDÍ VYŽADUJE SPOJOVO ORIENTOVANÚ SIETŤ**
- **SIETŤ OBSAHUJE PAMÄŤ, VYUŽITIE LEN NA SPOJOVANIE**
- **SPOĽAHLIVOSŤ A GARANTOVANÁ DOSTUPNOSŤ 99,999 %**

ASYNCHRÓNNE PROSTREDIE

- **PRENOS ZÁKAZNÍCKYCH DÁT PAKETOVÝM SPÔSOBOM – SEGMENTÁCIA SPRÁV DO PDU S PREMENLIVOU DĹŽKOU**
- **ŠTATISTICKÝ MULTIPLEX – TEORETICKY HOSPODÁRNEJŠIE VYUŽITIE KAPACITY KANÁLU**
- **EFEKTIVITU PRENOSU VÝRAZNE OVPLYVŇUJE ENKAPSULÁCIA**
- **PODPORA SPOJENÍ “BOD – BOD” I “BOD – VIAC BODOV”**
- **VLASTNOSTI SILNO ZÁVISIA NA SPÔSOBOCH MULTIPLEXOVANIA, PRÍP. METÓDACH PRÍSTUPU NA SPOLOČNÉ MÉDIUM – NA FYZ. VRSTVE ČASTO SYNCHRÓNNY PRENOS**
- **NEDOVOLUJE PRENOS SYNCHRONIZAČNÉHO SIGNÁLU**
- **SPOJOVANIE MÔŽE PREBIEHAŤ V SIETI SO SPOJOVOU ORIENTÁCIOU ALEBO BEZ SPOJOVEJ ORIENTÁCIE**
- **SIETŤ OBSAHUJE PAMÄŤ, VYUŽITIE NA DOČASNÉ ULOŽENIE DÁTOVÝCH JEDNOTIEK A ICH SPRACOVANIE**
- **DYNAMICKÉ PRIDEĽOVANIE KAPACITY V RÁMCI EXISTUJÚCEHO SPOJENIA – PODPORA SLUŽIEB S PREMENLIVOU RÝCHLOSŤOU**

- **SPOL' AHLIVOSŤ A DOSTUPNOSŤ VEĽMI ZÁLEŽÍ NA CHARAKTERE SIETE – OD “BEST EFFORT” PO VYSOKÚ SPOL' AHLIVOSŤ**

SPOJOVO ORIENTOVANÁ SIET'

PRI VYTVÁRANÍ SPOJENIA PREBIEHA VÝSTAVBA PRENOSOVEJ CESTY TYPU “KONIEC – KONIEC”

PRIEBEH SPOJENIA MÁ 3 FÁZY:

- ⇒ **PRED PRENOSOM:** ZOSTAVENIE PRENOSOVEJ CESTY “ÚSEK PO ÚSEKU”
- ⇒ **PRENOS** ZÁKAZNÍCKYCH INFORMÁCIÍ (PAYLOAD)
- ⇒ **UVOLNENIE** POUŽITEJ **CESTY** A TECHNOLOGICKÝCH PROSTRIEDKOV

PRENOSOVÁ CESTA “KONIEC – KONIEC” MÔŽE BYŤ:

- **FYZICKÁ**
- **LOGICKÁ – VIRTUÁLNA**

FYZICKÁ PRENOSOVÁ CESTA - VYTVORENIE SÚVISLÉHO TRANSPARENTNÉHO KANÁLA PRE OBA SMERY PRENOSU:

- **PREPOJENÍM FYZICKÝCH PRENOSOVÝCH MÉDIÍ V UZLOCH**
- **PREPOJENÍM KANÁLOVÝCH INTERVALOV MULTIPLEXOV**

⇒ **TYPICKÉ VLASTNOSTI:**

- **NÍZKE VYUŽITIE PRENOSOVEJ KAPACITY**
- **PEVNÁ ŠÍRKA PÁSMO PRIDELENÁ SPOJENIU**
- **MINIMÁLNE ONESKORENIE KONŠTANTNEJ HODNOTY**
- **POUŽITEĽNÉ PRE ANALÓGOVÉ I DIGITÁLNE SIGNÁLY**
- **SIET' NEPODPORUJE PAMÄŤ TYPU “STORE AND FORWARD” ANI KONVERZIU KÓDU**
- **PREŤAŽENIE OVPLYVŇUJE LEN FÁZY ZOSTAVENIA A RUŠENIA SPOJENIA**

VIRTUÁLNE PRENOSOVÉ CESTY:

- ZOSTAVENIE PRENOSOVÝCH CIEST PRED PRENOSOM, ZRUŠENIE PO PRENOSE
- CESTA DEFINOVANÁ LEN V SMEROVACÍCH TABUĽKÁCH UZLOV
- POUŽITELNÉ LEN PRE ASYNCHRÓNNU PREVÁDZKU
- KOMBINÁCIA S ASYNCHRÓNNYM PRENOSOVÝM MÓDOM

SIEŤ BEZ SPOJOVEJ ORIENTÁCIE

DATAGRAMOVÁ PREVÁDZKA – RIADENIE SMEROVANIA INDIVIDUÁLNE PRE KAŽDÝ PAKET

DÔSLEDKY:

- KOMPLEXNÉ ZÁHLAVIE MINIMÁLNE MUSÍ OBSAHOVAŤ:
 - PLNÚ ADRESU CIEĽA
 - SEKVENČNÉ ČÍSLO PAKETU
 - INFORMÁCIU O DĹŽKE PAKETU
- SPRACOVANIE ADRESNEJ INFORMÁCIE V KAŽDOM UZLE
- VYROVNÁVACIE PAMÄTI V UZLOCH
- VYSOKÉ ONESKORENIE PRI PRENOSE, ZÁVISLÉ NA STAVE SIETE A VEĽKOSTI PREVÁDZKY
- DIMENZOVANIE SIETE DANÉ CHARAKTEROM PREVÁDZKY

SIEŤ OBSAHUJE PAMÄŤ:

- MOŽNÁ KONVERZIA RÝCHLOSTI, PROTOKOLU,....
- USCHOVANIE PAKETU DO POTVRDENIA O PRIJATÍ
- MOŽNÁ KONTROLA CHYBOVOSTI
- MOŽNÉ DEFINOVANIE MECHANIZMOV NA KOREKCIU CHÝB

PRÍKLADY ASYNCHRÓNNEJ SIETE BEZ SPOJOVEJ ORIENTÁCIE:
napr. PAKETOVÉ SIETE NA BÁZE TCP/IP

KOMBINÁCI MÓDOV A ORIENTÁCIE SIETÍ - “PRECHODOVÉ” TECHNIKY:

MNOHORÝCHLOSTNÉ SPOJOVANIE OKRUHOV

(MRCS - MULTI RATE CIRCUIT SWITCHING)

“SÚČASNÝ PRENOS DÁT Z VIAC TERMINÁLOV S RÔZNOU KAPACITOU (NAPR. AUDIO & VIDEO)”

- KOMBINÁCIA SPOJOVANIA OKRUHOV A MULTIPLEXNÝCH TECHNÍK
- PRIDEĽOVANIE KAPACITY V NÁSOBKOCH ZÁKLADNÉHO KANÁLU – napr. $n \times 64 \text{ kb/s}$
- PROBLÉM GRANULARITY A SYNCHRONIZÁCIE SPÍNANIA
- NEVHODNÉ PRE PREVÁDZKU S DYNAMICKOU ZMENOU RÝCHLOSTI

RÝCHLE SPOJOVANIE OKRUHOV (FCS - FAST CIRCUIT SWITCHING)

“PLATÍ LEN ZA PRENESENÉ DÁTA”

- KOMBINÁCIA TECHNIKY SPOJOVANIA OKRUHOV S “DYNAMICKÝM” PRIDEĽOVANÍM PRENOSOVEJ KAPACITY
- POŽIADAVKA NA ZOSTAVENIE SPOJENIA VYVOLÁ AKTIVÁCIU TECHNICKÝCH PROSTRIEDKOV, SPOJENIE SA PRIPRAVÍ, ALE NEZOSTAVÍ
- ZOSTAVENIE / UVOĽNENIE SPOJENIA RIADENÉ PRÍCHODOM / ZÁNÍKOM DÁT
- EXTRÉMNE VYSOKÉ NÁROKY NA RÝCHLOSŤ RIADENIA A SPOJOVACIEHO POĽA
- VHODNÉ I PRE NÁRAZOVÚ PREVÁDZKU
- MOŽNOSŤ KOMBINOVAŤ S MRCS

INÉ TECHNOLOGIE:

SYNCHRÓNNA PAKETOVÁ SIEŤ ŠTANDARDU X.25

“VYSOKO SPOLAHLIVÝ PRENOS DÁT AJ PO MENEJ KVALITNOM MÉDIU (RIADENIE, BANKOMATY,...)”

- NA ÚROVNI L1 SYNCHRÓNNY PRENOS BITOV,
- NA ÚROVNI L2 PRENOS V RÁMCOCH VYSOKO PREPRACOVANÝM LINKOVÝM PROTOKOLOM LAPB
- NA ÚROVNI L3 PRENOS PAKETOV

- **EXTRÉMNE SPOĽAHLIVÝ PRENOS AJ NA MENEJ KVALITNOM PRENOSOVOM MÉDIU**

TECHNIKA PRENOSU RÁMCOV (FR - FRAME RELAY)

“OPTIKA JE KVALITNÁ, NAČO TOĽKO KONTROLY...”

- REDUKCIA KONTROLNÝCH MECHANIZMOV NA PROCESY “KONIEC – KONIEC”
- ODDELENIE SIGNALIZÁCIA DO SIGNALIZAČNÉHO KANÁLU

EFEKT:

- REDUKCIA ZÁHLAVIA
- MINIMALIZÁCIA PROCESNÝCH ČASOV

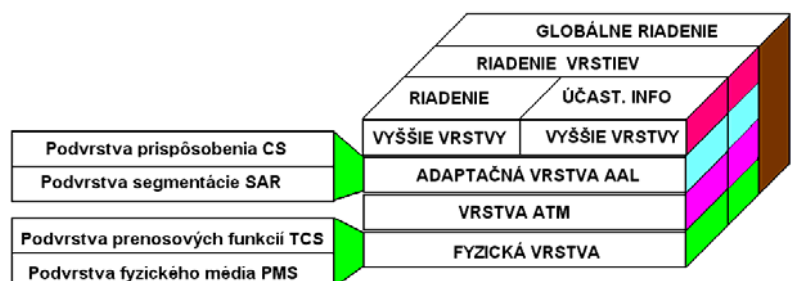
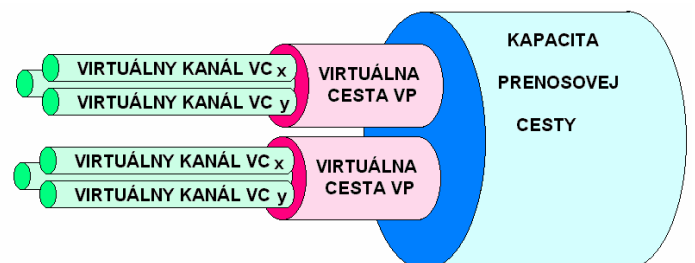
CELKOVO: NIEKOĽKONÁSOBNÉ ZVÝŠENIE PRENOSOVÉHO VÝKONU

RÝCHLE PAKETOVÉ SPOJOVANIE

(FAST PACKET SWITCHING, CELL RELAY, **ATM**)

“CHCEME ŠIROKOPÁSMOVÚ ASYNCHRÓNNU SIEŤ S DOBRÝMI VLASTNOSTAMI SYNCHRÓNNEJ SIETE...”

- KOMBINÁCIA SPOJOVANIA OKRUHOV A ASYNCHRÓNNEHO MÓDU
- DÁTA PRENÁŠANÉ ŠTATISTICKÝM MULTIPLEXOM
- MINIMALIZÁCIA PROCESNÝCH ČASOV V UZLOCH
- KRÁTKE PAKETY (BUNKY) KONŠTANTNEJ DĹŽKY (53 OKTETOV)
- MINIMÁLNE ZÁHLAVIE (4+1 OKTET) – ADRESA A ZABEZPEČENIE
- SEGMENTÁCIA DÁT NA KRÁTKE BLOKY 40 – 47 OKTETOV
- ADAPTAČNÁ VRSTVA ADAPTUJE DÁTA PODĽA TYPU SLUŽBY DO BLOKU 48 OKTETOV
- RELATÍVNA ADRESÁCIA - VIRTUÁLNE OKRUHY DEFINOVANÉ CEZ ADRESU CESTY A KANÁLU (VPI, VCI)
- ATM VRSTVA ZABEZPEČUJE ADRESÁCIU BUNKY (L2 SWITCHING)
- FYZICKÁ VRSTVA ÚLOHY PRENOSU (ODDEĽOVANIE BUNIEK, RÁMCOVANIE,...)



- SIEŤ NIE JE ZODPOVEDNÁ ZA KOREKCIU CHÝB ANI RIADENIE TOKU
- VYSOKO SOFISTIKOVANÉ MECHANIZMY **GARANCIE PRENOSOVEJ KVALITY** RIADENÉ CEZ:
- DOHODA O KVALITE A CHARAKTERE PRENÁŠANÝCH DÁT (TRAFFIC CONTRACT)
- RIADENIA PRÍSTUPU K SPOJENIU (CAC – CONNECTION ADMISSION CONTROL)
- KONTROLA PARAMETROV TOKU DEFINOVANÝCH V TC (UPC, USAGE PARAMETER CONTROL)

OPTIMÁLNE POUŽITIE:

- VYSOKOKVALITNÝ PRENOS TOKOV S PREMENLIVOU RÝCHLOSŤOU (VBR - VARIABLE BIT RATE)
- POUŽITELNÉ PRE PREVÁDZKU S KONŠTANTNOU BITOVOU RÝCHLOSŤOU (CBR - CONSTANT BIT RATE)
- PRIJATEĽNÉ ONESKORENIE

SPOJOVANIE A SMEROVANIE

Switching & routing

PODOBNOSŤ A ROZDIELY:

ROVNAKÝ CIEĽ – RÔZNE PROSTRIEDKY: DORUČIŤ POŽADOVANÉ DÁTA OD ZDROJA K CIEĽU

SPOJOVANIE – ZABEZPEČUJÚ NIŽŠIE VRSTVY, FYZICKÁ ALEBO SPOJOVÁ (LINKOVÁ) VRSTVA – nie vždy

DOMINANTNÉ VLASTNOSTI:

- MANIPULÁCIA S INDIVIDUÁLNYM KANÁLOM
- RÝCHLOSŤ

KLASIFIKUJEME PODĽA TOHO, AKÉ INFORMÁCIE POUŽÍVA:

- **ATM - SPOJOVANIE NA VRSTVE 2 (ATM VRSTVE)**
- **L2 SWITCHING – KLASICKÝ SPÔSOB SPOJOVANIA RÁMCOV V SIEŤACH TYPU ETHERNET, MAC ADRESA**
- **L3 SWITCHING: - AKO L2, NAVIAC INFORMÁCIE SO SIEŤOVEJ VRSTVY, (IP ADRESA,...)**
- **L4 SWITCHING – ČÍSLO PORTU, INFORMÁCIE Z TRANSPORT-NEJ VRSTVY**
- **L7 SWITCHING (CONTENT SWITCHING) – NAVIAC INFORMÁCIE O OBSAHU SPRÁVY**

SMEROVANIE: SIEŤOVÁ A VYŠŠIE VRSTVY

DOMINANTNÉ VLASTNOSTI:

- **MANIPULÁCIA NA ÚROVNI KANÁLA, ALE ČASTEJŠIE CELÉHO TOKU**
- **PROGRAMOVÁ PODPORA, URČITÁ “INTELIGENCIA”**

PRÍKLADY:

- **HIERARCHICKÉ A NEHIERARCHICKÉ SMEROVANIE**
- **ALTERNATÍVNE SMEROVANIE**
- **STATICKÉ A DYNAMICKÉ SMEROVANIE**
- **ZÁPLAVOVÉ ALGORITMY, HORÚCI ZEMIAK,.....**

SPOJOVANIE

SPOJOVANIE - KOMUNIKAČNÝ VZŤAH MEDZI NAJMENEJ DVOMI JEDNOTKAMI V KOMUNIKAČNEJ SIETI

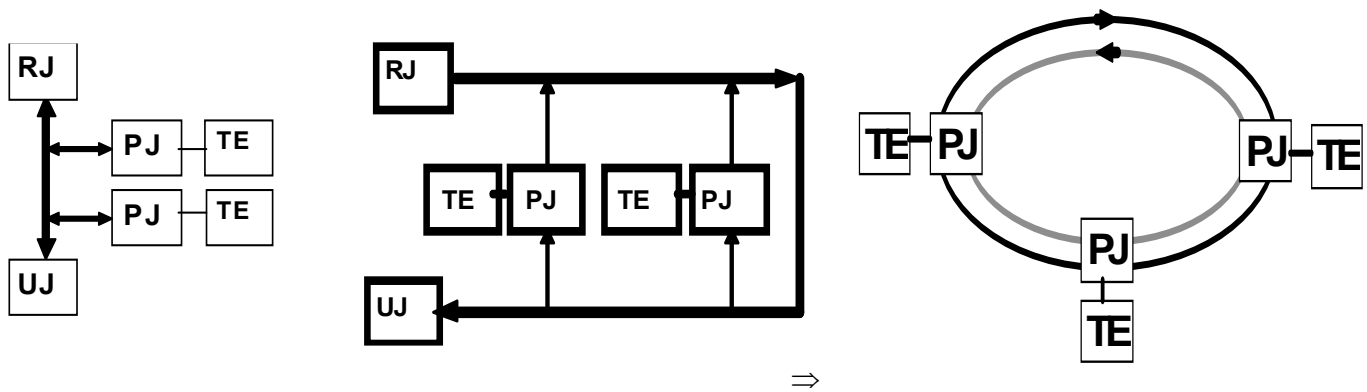
JE IDENTIFIKOVANÉ KONCOVÝMI BODMI SPOJENIA - TERMINÁLMI KOMUNIKAČNÝ VZŤAH ZAHŔŇA PRENOS:

- **POUŽÍVATEĽSKÝCH INFORMÁCIÍ**
- **RIADIACICH INFORMÁCIÍ (SIGNALIZÁCIE)**

⇒ **SÉRIOVÉ SPOJOVANIE:**

- **V DANÝ OKAMŽIK PRENOS INFORMÁCIÍ PRE JEDEN PÁR ZDROJ / CIEĽ**
- **ZDIEĽANIE SPOLOČNÉHO PRENOSOVÉHO MÉDIA, AKO**
 - **JEDNOSMERNÁ ALEBO OBOJSMERNÁ ZBERNICA,**

- JEDNOSMERNÁ / OBOJSMERNÁ KRUHOVÁ SIEŤ A POD.



PARALELNÉ SPOJOVANIE: SÚČASNÁ OBSLUHA VIAC KANÁLOV, VIAC TOKOV

MIESTO, V KTOROM SA REALIZUJE FUNKCIA PARALELNÉHO SPOJOVANIA:

SPOJOVACIE POLE (SPOJOVACIA SIEŤ, SWITCHING NETWORK)

SPOJOVANIE AKO SÚČASŤ KOMUNIKAČNÉHO PROCESU

DEFINUJE SÚBOR **FUNKČNÝCH, TECHNICKÝCH A PROGRAMOVÝCH** VLASTNOSTÍ KOMUNIKAČNÉHO SYSTÉMU

HĽADISKO SLUŽIEB:

- CHARAKTER ÚČASTNÍKOV A NIMI POŽADOVANÝCH SLUŽIEB
- CHARAKTER SLUŽIEB PONÚKANÝCH ÚČASTNÍKOM
- NÁROKY NA TERMINÁLY A SPÔSOB KOMUNIKÁCIE ZO SIEŤOU (SIGNALIZÁCIA)
- SYSTÉMOVÉ SLUŽBY NEVYHNUTNÉ PRE FUNGOVANIE SIETE A SYSTÉMU (SIGNALIZÁCIA K ZÁKAZNÍKOVI, IDENTIFIKÁCIA,...)
- SYSTÉMOVÉ SLUŽBY AKO KOMFORTNÁ NADSTAVBA
- SLUŽBY INÝCH SIETÍ / OPERÁTOROV A ICH KOMPATIBILITA
- MULTIOPERÁTORSKÉ PROSTREDIE, ZDIEĽANIE KOMPONENTOV A SLUŽIEB

TECHNICKÉ VLASTNOSTI A ŠTRUKTÚRA:

- JADRO SYSTÉMU V KTOROM PREBIEHA SPOJOVANIE
- RIADENIE JEDNOTLIVÝCH PROCESOV
- ŠTRUKTÚRA A PRENOS SYSTÉMOVEJ SIGNALIZÁCIE
- VÄZBA NA OKOLITÝ SVET – PERIFÉRNE ČASTI SYSTÉMU, BRÁNY, MODULY:
 - SMEROM K ÚČASTNÍCKYM TERMINÁLOM, SIGNALIZÁCIA
 - K OSTATNÝM SIEŤOVÝM PRVKOM
 - Z HĽADISKA PRENOSU ZÁKAZNÍCKYCH INFORMÁCIÍ
 - Z HĽADISKA PRENOSU SIEŤOVEJ SIGNALIZÁCIE
- ZABEZPEČENIE SPOĽAHLIVOSTI SYSTÉMU A SIETE
- FLEXIBILITA Z HĽADISKA ROZŠIROVANIA KAPACITY
- DIAGNOSTIKA A AUTODIAGNOSTIKA SYSTÉMU
- KOMUNIKÁCIA S OBSLUHOU

PROGRAMOVÁ PODPORA – ALGORITMIZÁCIA VŠETKÝCH ÚLOH SYSTÉMU

ZÁKLADNÉ PROGRAMOVÉ BALÍKY:

- OPERAČNÝ SYSTÉM
- APLIKAČNÉ PROGRAMY – ABSOLÚTNE NEVYHNUTNÉ JADRO
- PODPORA SYSTÉMOVÝCH A SIEŤOVÝCH SLUŽIEB
- ADMINISTRÁCIA A KONFIGURÁCIA SYSTÉMU
- ZBER TARIFIKAČNÝCH INFORMÁCIÍ, ODÚČTOVANIE, ANALÝZY
- DIAGNOSTICKÉ A ÚDRŽBOVÉ PROGRAMY.

FUNKCIE SPOJOVACIEHO POĽA

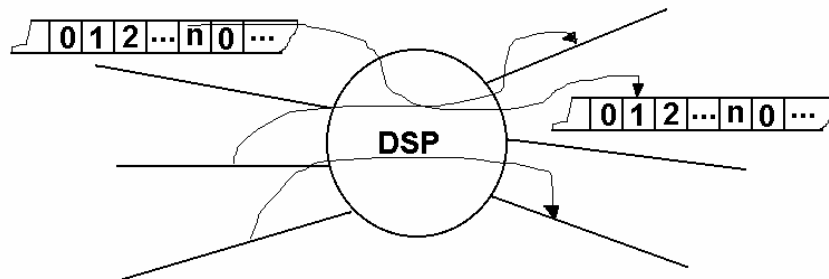
- **PREPOJENIE FYZICKÉHO VSTUPU NA FYZICKÝ VÝSTUP**
SPOJOVACIE POLIA NA SPOJOVANIE analógových signálov
 - Priestorovo (výnimočne časovo) delené
 - Kontaktové alebo elektronické (bezkontaktné)
 - Dnes už málo rozšírené

- **PREPOJENIE LOGICKÉHO KANÁLU NA PORTE NA INÝ LOGICKÝ KANÁL**

- **ZMENOU KANÁLOVÉHO INTERVALU V SYNCHRÓNOM (IZOCHRÓNOM) PRENOSOVOM MÓDE**
- **ZMENOU ADRESY V ZÁHLAVÍ PAKETU (BUNKY) V PAKETOVOM MÓDE**

DIGITÁLNE SPOJOVACIE POLIA

- DSP SPOJUJE **LEN** KANÁLOVÉ INTERVALY MULTIPLEXNÝCH TOKOV
 - MULTIPLEXY USPORIADANÉ V PRIESTORE
 - KANÁLOVÉ INTERVALY MULTIPLEXU V ČASE



HLAVNÉ VLASTNOSTI DSP:

- JE VŽDY JEDNOSMERNÉ (HĽADISKO PRENOSU SIGNÁLU)
- POUŽÍVA JEDNOVODIČOVÉ SPÍNANIE (NESYM. PRENOSOVÁ CESTA)
- ODDELENÝ DOPREDNÝ / SPÄTNÝ SMER
- MINIMÁLNE VNÚTORNÉ BLOKOVANIE (NEPRIECHODNOSŤ)

VYKONÁVA:

- SPOJOVANIE V ČASOVEJ OBLASTI – ČLÁNOK T (TIME)
- SPOJOVANIE V PRIESTOROVEJ OBLASTI – ČLÁNOK S (SPACE)
- MULTIPLEXNÚ FUNKCIU

ČLÁNOK SPOJOVANIA V ČASOVEJ OBLASTI - T



- ✚ ZMENA KANÁLOVÉHO INTERVALU SPOJOVANÉHO KANÁLU
- ✚ VYŽADUJE PAMÄŤ S KAPACITOU JEDNÉHO RÁMCA MULTIPLEXU
- ✚ VŽDY ÚPLNÁ DOSTUPNOSŤ

RIADENIE ZÁPISU A ČÍTANIA PREBIEHA:

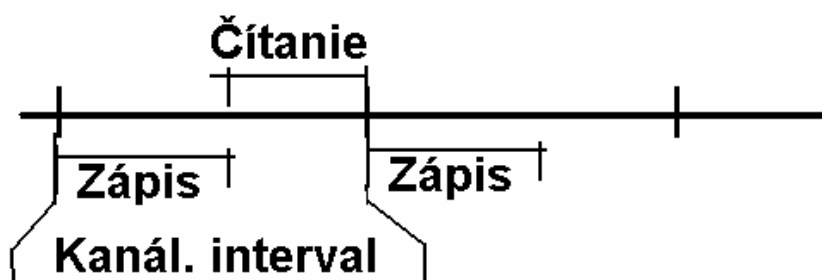
- CYKlickÝM ZÁPISOM / ACYKlickÝM - RIADENÝM ČÍTANÍM TR
- ACYKlickÝM ZÁPISOM / CYKlickÝM ČÍTANÍM - TW
- ACYKlickÝM ZÁPISOM I ČÍTANÍM (LEN V ŠPEC. PRÍPADOCH)

✚ CYKlickÁ ADRESA - SYNCHRONIZOVANÁ VSTUPNÝM / VÝSTUPNÝM MUXOM

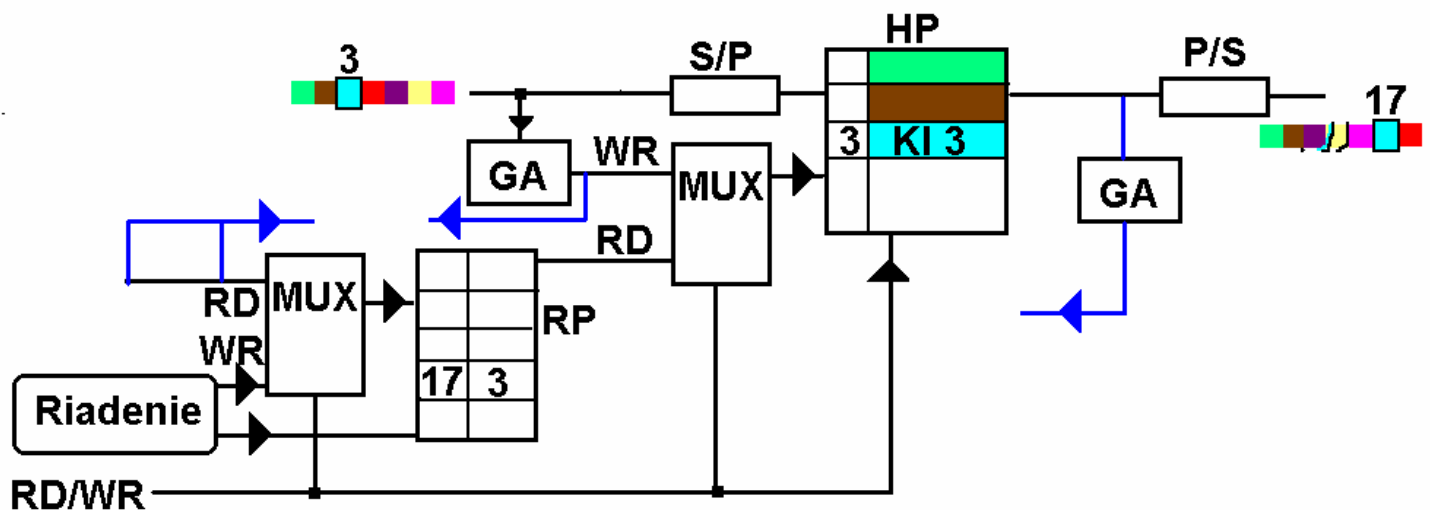
✚ ACYKlickÁ ADRESA - CYKlickÝM ČÍTANÍM OBSAHU RIADIACEJ PAMÄTE RP

✚ ZÁPIS / ČÍTANIE DO PAMÄTI PH V PARALELNOM TVARE, NA OKRAJOCH ČLÁNKU POUŽITÉ PREVODNÍKY S/P A P/S

✚ TRVANIE KI ROZDELENÉ NA DVA ÚSEKY



PRINCÍP ČLÁNKU TR (T- RIADENÉ (ACYKlickÉ) ČÍTANIE)

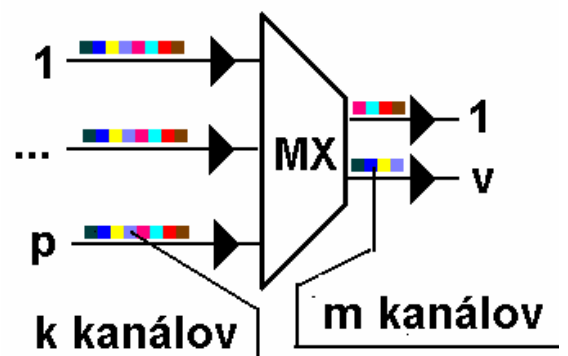


- VSTUPNÝ SÉRIOVÝ TOK BITOV KONVERTOVANÝ CEZ S/P
- ZÁPIS DO PH RIADENÝ GA SYNCHRÓNNE S PRICH. MULTIPLEXOM
- ADRESOVANIE RP CYKlickY Z VÝSTUPNÉHO (VSTUPNÉHO) MULTIPLEXU - GA
- OBSAH RP DEFINUJE ADRESU, Z KTOREJ SA ČÍTA OBSAH KI
- ZÁPIS DO RP VYKONÁVA RIADENIE V ČASE ZÁPISU DO HP
- REÁLNE - DOPLNENIE O VYROVNÁVACIE PAMÄTI (ZÁPIS AŽ KA KONCI KI, ČÍTANIE S PREDSTIHOM PRED PRÍCHODOM VÝSTUPNÉHO KI)
- KAPACITA ČLÁNKU OBMEDZENÁ - PRÍSTUPOVÝ ČAS DO HP

MULTIPLEXNÁ FUNKCIA

- ZMENA POČTU MULTIPLEXNÝCH ZBERNÍC PRI SÚČASNEJ ZMENE POČTU KI A PRENOSOVEJ RÝCHLOSTI
- NA VSTUPE P MULTIPLEXNÝCH ZBERNÍC, KAŽDÁ NESIE K - KANÁL. INTERVALOV
- NA VÝSTUPE V MULTIPLEX. ZBERNÍC, KAŽDÁ NESIE M - KANÁL. INTERVALOV

$$p \cdot k = v \cdot m$$



POMER p/v URČUJE MULTIPLEXNÝ KOEFICIENT

$p/v > 1$ - FUNKCIA MULTIPLEXORA

$p/v < 1$ - FUNKCIA DEMULTIPLEXORA

AK $v = 1$ JEDINÁ VÝSTUPNÁ ZBERNICA - SUPERMULTIPLEX

DSP- T SÚ VYTVÁRANÉ ZO ZÁKAZNÍCKYCH OBVODOV,
OBSAHUJÚCICH:

- VSTUPNÝ A VÝSTUPNÝ MULTIPLEXOR
- ČLÁNOK T
- RIADIACE OBVODY

Kapacita max. 1024/1024 kanálov

ČLÁNOK PRIESTOROVÉHO SPOJOVANIA - S

MULTIPLEXNÉ SPOJOVACIE POLE

VZÁJOMNÉ PREPOJENIE MULTIPLEXNÝCH ZBERNÍC **BEZ ZMENY**
ČASOVEJ POLOHY KANÁLU



ZVÝŠENIE KAPACITY DSP

PARALELNÉ SPOJOVANIE ČLÁNKOV T - KVADRATICKÝ NÁRAST
NÁROKOV NA HP

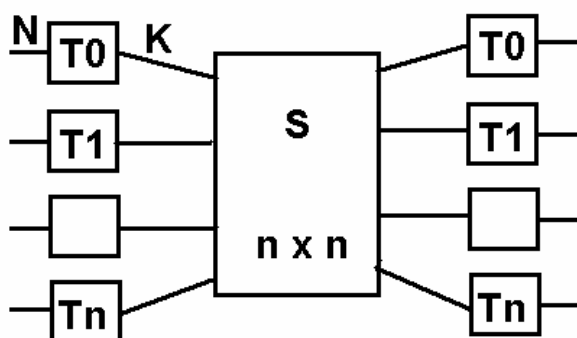
VYTVORENIE VIACČLÁNKOVÝCH POLÍ KOMBINÁCIOU ČLÁNKOV T/S
DVOJČLÁNKOVÉ POLE - VEĽKÉ BLOKOVANIE

Z HĽADISKA SYMETRIE VÝHODNÝ NEPÁRNY POČET ČLÁNKOV

ŠTRUKTÚRA T-S-T

MOŽNOSŤ DVOJNÁSOBNEJ
ZMENY ČASOVEJ POLOHY
ZVÝŠENÍM RÝCHLOSTI
VNÚTORNÝCH ZBERNÍC
ZNÍŽENIE BLOKOVANIA
(EXPANZIA, AŽ DO 1:2)

REARRANGEMENT -
DYNAMICKÁ ZMENA

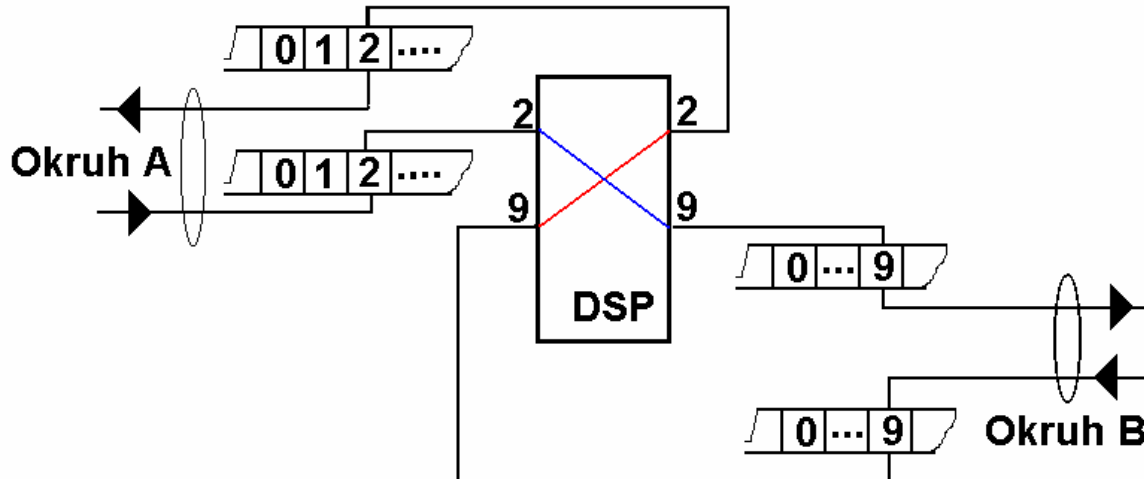


$$K \geq N$$

$$K = 2N - 1 \text{ (Closova štruktúra)}$$

VNÚTORNÝCH KI PODĽA PREVÁDZKOVÝCH POMEROV - NÁROČNÉ NA RIADENIE, MÁLO POUŽÍVANÉ

VYTVORENIE DUPLEXNÉHO SPOJENIA CEZ DSP
KAŽDÝ SMER SPOJENIA SA PRENÁŠA AKO **SAMOSTATNÁ** CESTA



AK EXISTUJE LOGICKÁ VÄZBA MEDZI VNÚTORNÝMI KANÁLMI V DSP - ZLOŽENÉ SPOJOVACIE POLE

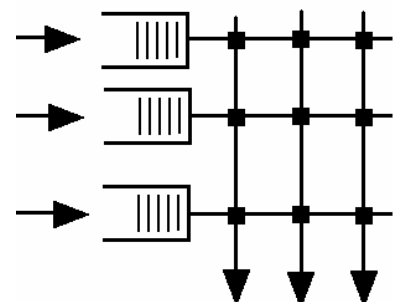
SPOJOVACIE POLE PRE PAKETOVÚ PREVÁDZKU

ZÁKLADNÉ FUNKČNÉ BLOKY:

- VYROVNÁVACIE PAMÄTE
- SMEROVANIE TOKOV

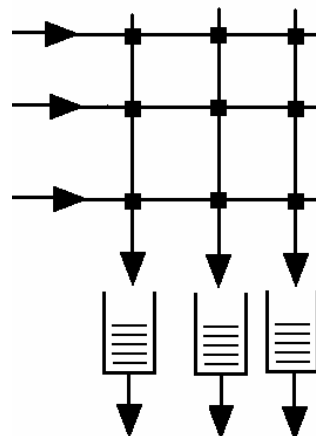
• VYROVNÁVACIE PAMÄTE PRIRADENÉ VSTUPNÝM PORTOM

- ROZHODOVACIA LOGIKA NA RIADENIE OBSLUHY VSTUPOV
- BLOKOVANIE (HEAD OF LINE) - BLOKOVANÝ PORT AK PAKETY Z PORTOV SMERUJÚ NA JEDEN VÝSTUP, MAX. PRIECHODNOSŤ ASI 0,58
- VP PRACUJE NA PRÍTOKOVEJ RÝCHLOSTI



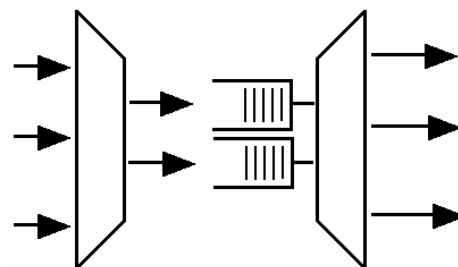
• VYROVNÁVACIE PAMÄTI NA VÝSTUNÝCH PORTOCH

- AK SPOJOVANIE V PRIESTOROVEJ OBLASTI A ZÁPIS DO PAMÄÍ PREBIEHA N-KRÁT RÝCHLEJŠIE (N JE POČET PORTOV) POTOM BEZ BLOKOVANIA
- NETREBA RIADIACU LOGIKU
- CENTRALIZOVANÉ VYROVNÁVACIE PAMÄTI



• VP ZDIELANÉ VŠETKÝMI VSTUPMI A VÝSTUPMI (OPTIMÁLNE)

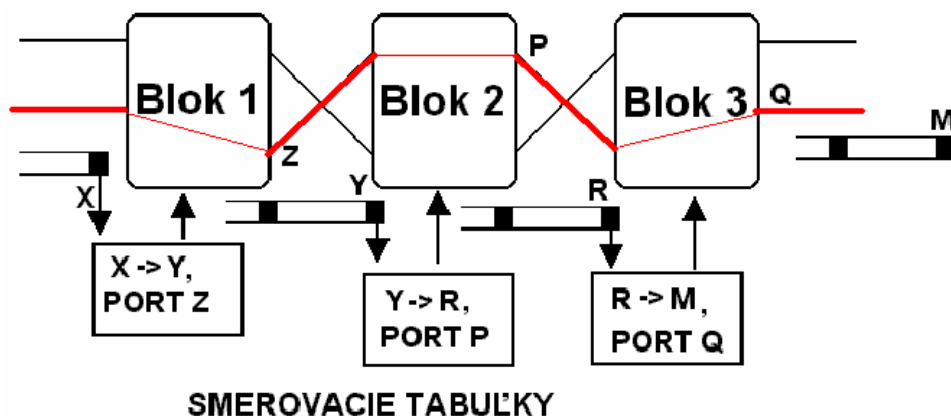
- TREBA VÝKONNÝ MANAŽMENT PAMÄTI
- PRE KAŽDÝ SMER SA VYTVÁRA LOGICKÁ FRONTA S OBSLUHOU FIFO
- ÚSPORA VYROVNÁVACÍCH PAMÄTÍ (PRIBL. $N^{1/2}$)
- RÝCHLOSŤ ZÁPISU N X VÄČŠIA AKO PRÍTOKOVÁ RÝCHLOSŤ



DVE METÓDY SPRACOVANIA PAKETOV PRI SMEROVANÍ V UZLE:

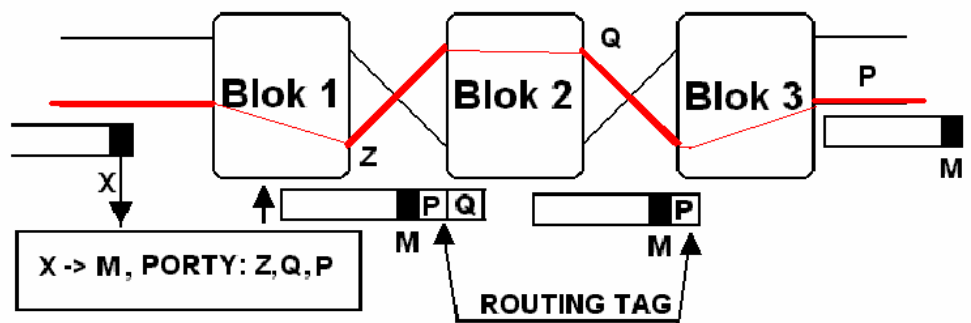
- V KAŽDOM UZLE SPRACOVANIE ZÁHLAVIA A PAKETU (STORE & FORWARD)
- SPRACOVANIE LEN ZÁHLAVIA, TELO PAKETU TRANZITOVANÉ (CUT THROUGH)

ZVÝŠENIE EFEKTIVITY PREDRADENÍM PRÍDAVNÉHO ADRESNÉHO POĽA (TAG, LABEL,...)



- NETREBA ANALYZOVAŤ CELÉ ZÁHLAVIE, STAČÍ LEN PRÍDAVNÉ ADRESNÉ POLE

- **SMEROVACIE TABUĽKY – SPÔSOB UMIESTENIA V SIETI A UZLE**
- **SPOJOVANIE V ATM**



LABEL SWITCHING:

LABEL: INDEX V SMEROVACEJ TABUĽKE SPRACOVÁVANÝ VO VRSTVE 2, OBYČAJNE HW PROSTRIEDKAMI

TAG SWITCHING – CISCO – LABELING RIADENÝ LEN TOPOLOGIOU SIETE A SYSTÉMOVÝM MANAŽMENTOM

VIAC TECHNÍK, napr.:

- **ARIS** (AGGREGATE ROUTE-BASED IP SWITCHING, IBM)
 - KRÁTKY LABEL KONŠTANTNEJ DĹŽKY, CENTRÁLNE VYTVARANÝ SIEŤOVÝM MANAŽMENTOM
- **TOSHIBA CSR** (CELL SWITCHED ROUTER) PODPORA IP AJ ATM, RIADENIE ROZHODNE AKO, UVAŽUJE VPLYV TOKOV V SIETI

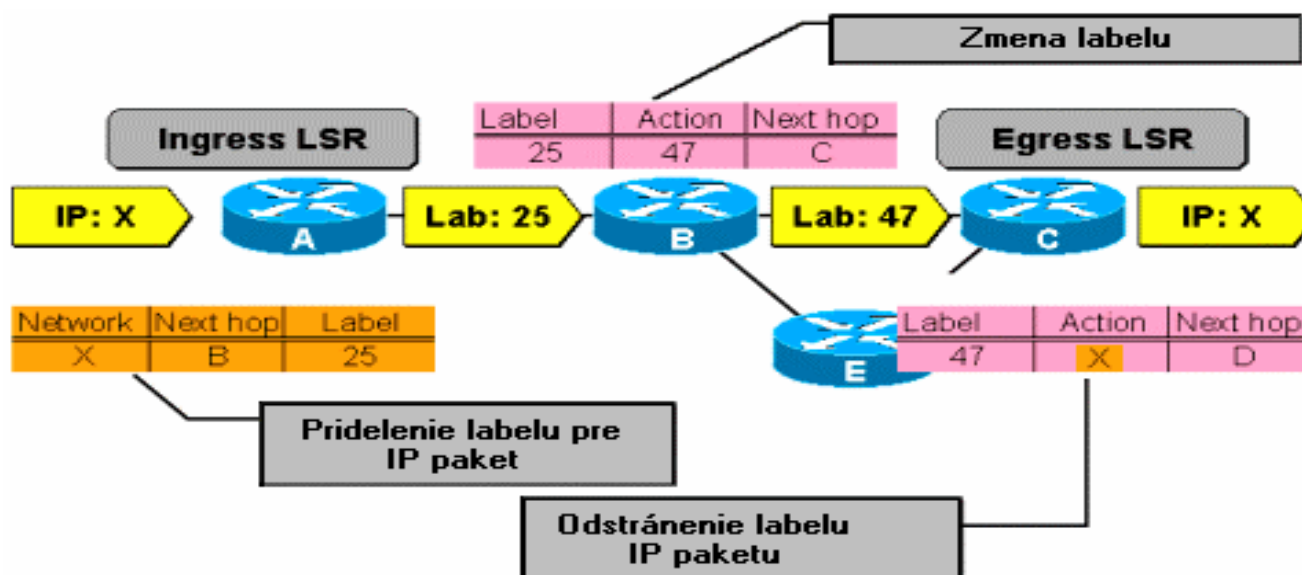
IPoA - IP SMEROVANIE NAD ATM

- ATM ako PRENOSOVÉ PROSTREDIE PRE IP PAKETY
- PRIDEĽOVANIE LABELU PODĽA PRÍSLUŠNOSTI K TOKU A JEHO VLASTNOSTÍ
- CEZ ATM SIEŤ SA IP ZÁHLAVIE NEPRENÁŠA

MNOHO TECHNÍK ZALOŽENÝCH NA LABELI – NEJEDNOTNOSŤ

ZJEDNOTENIE TECHNÍK: MPLS (MULTI PROTOCOL LABEL SWITCHING): PRIENIK IP SWITCHING A TAG SWITCHING

KOMBINÁCIA PRINCÍPOV „LAYER 2 SWITCHING“ A „LAYER 3 ROUTING“



EXP – QOS PARAMETRE, S – OZNAČENIE KONCA ZÁSOBNÍKA LABELOV, TTL – TIME TO LIVE

VLASTNOSTI:

- POUŽITIE V RÔZNYCH SIEŤACH - NEZÁVISLÉ NA POUŽITÝCH PROTOKOLOCH SIEŤOVEJ A LINKOVEJ VRSTVY (FRAME RELAY, ATM, FDDI, TOKEN RING)
- ODDELENIE RIADIACICH A PREPÍNACÍCH FUNKCIÍ
- SPOJENIA TYPU UNICAST I MULTICAST
- POUŽITIE EXISTUJÚCICH TECHNICKÝCH PROSTRIEDKOV (ATM...) S NOVÝMI RIADIACIMI POSTUPMI
- VYŠŠIA FLEXIBILITA A ZLEPŠENIE POMERU CENA/VÝKON

MULTIPROTOCOL **LAMBDA** SWITCHING

GENERALIZOVANÝ MPLS PROTOKOL (GMPLS) UMOŽŇUJÚCI SMEROVANIE A SPOJOVANIE V ELEKTRICKEJ AJ OPTICKEJ OBLASTI

SPOJOVACIE SYSTÉMY – KONCEPČNÉ RIEŠENIE

ZÁKLADNÉ FUNKČNÉ ČASTI:

JADRO SYSTÉMU:

- SPOJOVACIE POLE DISTRIBUOVANÉ DO JEDNOTLIVÝCH STOJANOV (RACK), VANÍ (SHELF) ALEBO DOSIEK (CARD)

- RIADENIE SYSTÉMU – KOORDINAČNÝ PROCESOR, ZÁKLADNÝ PROCESOR
- PAMÄŤOVÉ MÉDIA RWM, HDD, MOD
- NAPÁJACÍ PODSYSTÉM

PERIFÉRNE JEDNOTKY - ROZHRANIA S OKOLITÝM SVETOM:

- ÚČASTNÍCKE MODULY A DOSKY
- ANALÓGOVÉ PORTY
- DIGITÁLNE PORTY
- MODULY A DOSKY SIEŤOVÝCH ROZHRANÍ
- MODULY ANALÓGOVÝCH LINKOVÝCH PORTOV
- MODULY DIGITÁLNYCH LINKOVÝCH PORTOV
- MODULY PORTOV TYPU ETHERNET

Systémové moduly a dosky:

- JEDNOTKA GENEROVANIA A PRÍJMU FREKVENČNÝCH SIGNALIZÁCIÍ
- JEDNOTKA SYSTÉMOVÉHO TAKTU A SYNCHRONIZÁCIE
- JEDNOTKA GENEROVANIA TÓNOV A HLÁSOK
- TARIFIKAČNÝ PODSYSTÉM
- JEDNOTKA SPRACOVANIA SIGNALIZAČNÝCH SPRÁV
- KONFERENČNÉ JEDNOTKY, POTLAČENIE ECHA,

VŠEOBECNÁ KONCEPCIA JEDNOTKY A DOSKY

VAŇA – OBYČAJNE TECHNOLOGICKY KOMPAKTNÁ JEDNOTKA

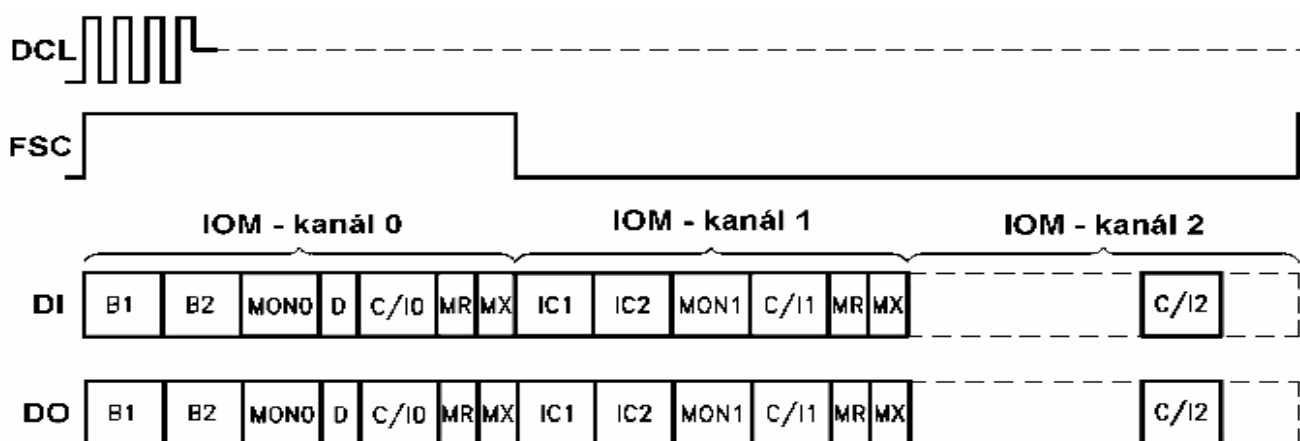
- VYBAVENÁ ZADNÝM PREPOJOVACÍM PANELOM (BACKPLANE)
- PANEL TVORÍ ZBERNICOVÝ MULTIPLEXNÝ SYSTÉM
- DESIATKY AŽ STOVKY ČASOVÝCH KANÁLOV NESÚCICH:
- HOVOROVÉ KANÁLY
- SYSTÉMOVÚ SIGNALIZÁCIU A RIADENIE
- INTERNÁ LAN (MANAŽMENT JEDNOTKY)

DOSKA – NAJMENŠIA JEDNOTKA SYSTÉMU, OBSAHUJE:

- ZÁKAZNÍCKE KOMUNIKAČNÉ OBVODY DOPLNENÉ ŠTANDARDNÝMI OBVODMI
- VZÁJOMNE PREPOJENÉ MULTIPLEXNÝMI ZBERNICAMI
- NA OKRAJOCH MODULU (ASPOŇ K VONKAJŠIEMU OKOLIU) ŠTANDARDNÉ ROZHRANIA

SYSTÉMOVÉ MULTIPLEXNÉ ZBERNICE

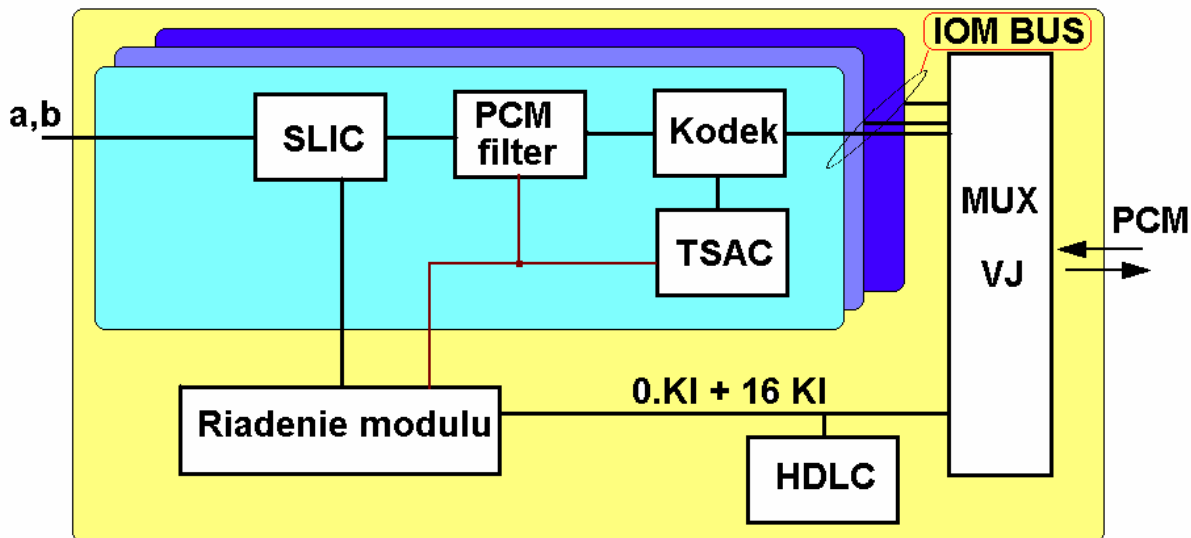
- VIAC TYPOV PODĽA VÝROBCOV OBVODOV (IOM/GCI, IDL, ST-BUS,...)
- VŽDY MULTIPLEX KANÁLOV B, RIADENIA A SIGNALIZÁCIE
- PRÍKLAD: ZBERNICA IOM (ISDN ORIENTED MODULAR BUS, SIEMENS)



JEDNOTKA ANALÓGOVÝCH ÚČASTNÍCKYCH PORTOV

- VYTVORENIE ŠTANDARDNÝCH ROZHRANÍ TYPU “Z”
- KONCENTRAČNÁ FUNKCIA
- SPRACOVANIE ÚČASTNÍCKEJ LINKOVEJ SIGNALIZÁCIE

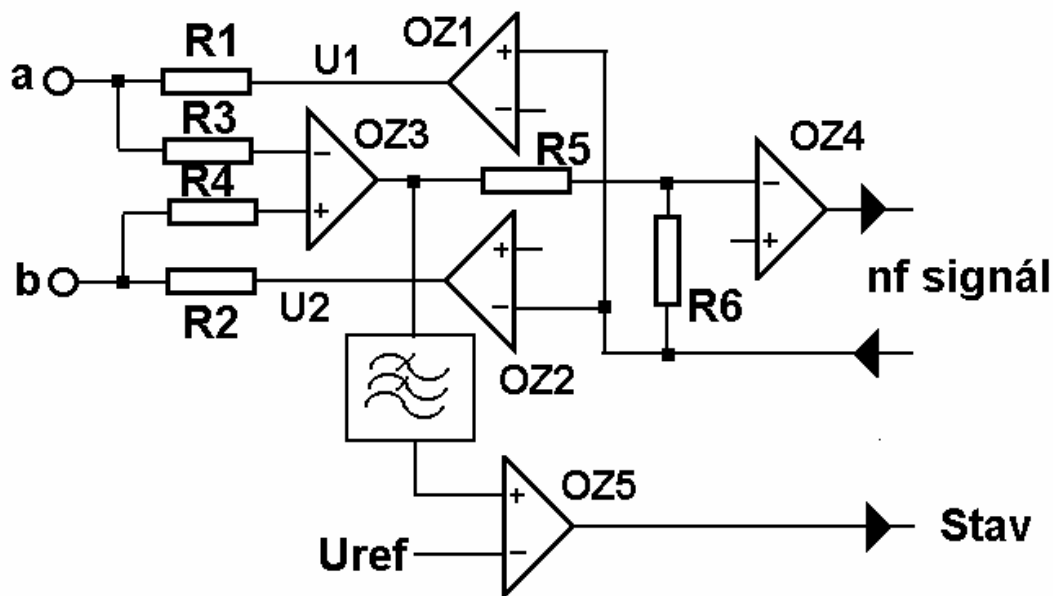
▪ SPRACOVANIE DTMF (LEN ALTERNATÍVNE)



SLIC (SUBSCRIBER LINE INTERFACE CIRCUIT)

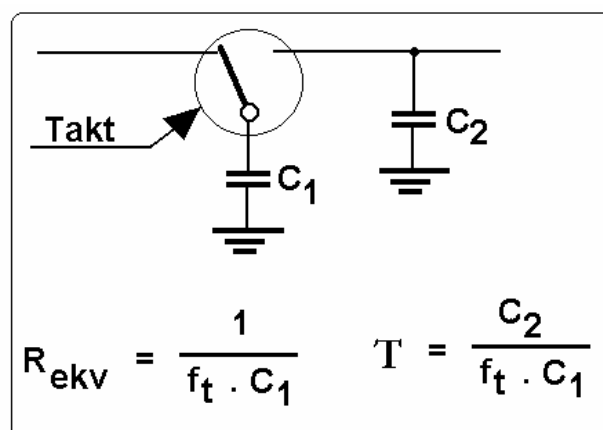
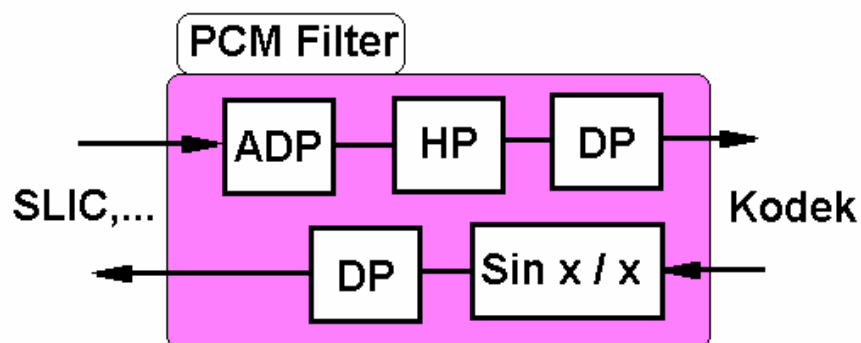
- VYTVORENIE ROZHRANIA Z SMEROM K ÚČASTNÍCKEJ PRÍPOJKE
- KOMPLEXNÉ SPRACOVANIE SIGNALIZÁCIE TYPU U
- NAPÁJANIE PRÍPOJKY VO VŠETKÝCH PRACOVNÝCH STAVOCH
- KONVERZIA 2-DR. PRÍPOJKY NA 4-DR. - ODDELENIE SMEROV
- PREPÄŤOVÉ OCHRANY
- NAPÁJANIE SLUČKY ROZDIELOM JEDNOSMERNEJ ZLOŽKY NA VÝSTUPE OZ
- KOMPENZÁCIA PRESLUCHU VIDLICE - R5, R6
- DETEKCIA STAVU SLUČKY / IMPULZNÁ VOĽBA - OZ5
- NAPÁJANIE OZ1, OZ2 NAPÄTÍM 50 - 70 V
- REALIZÁCIA ZÁKAZNÍCKYMI OBVODMI

KONCEPCIA OBVODU SLIC:



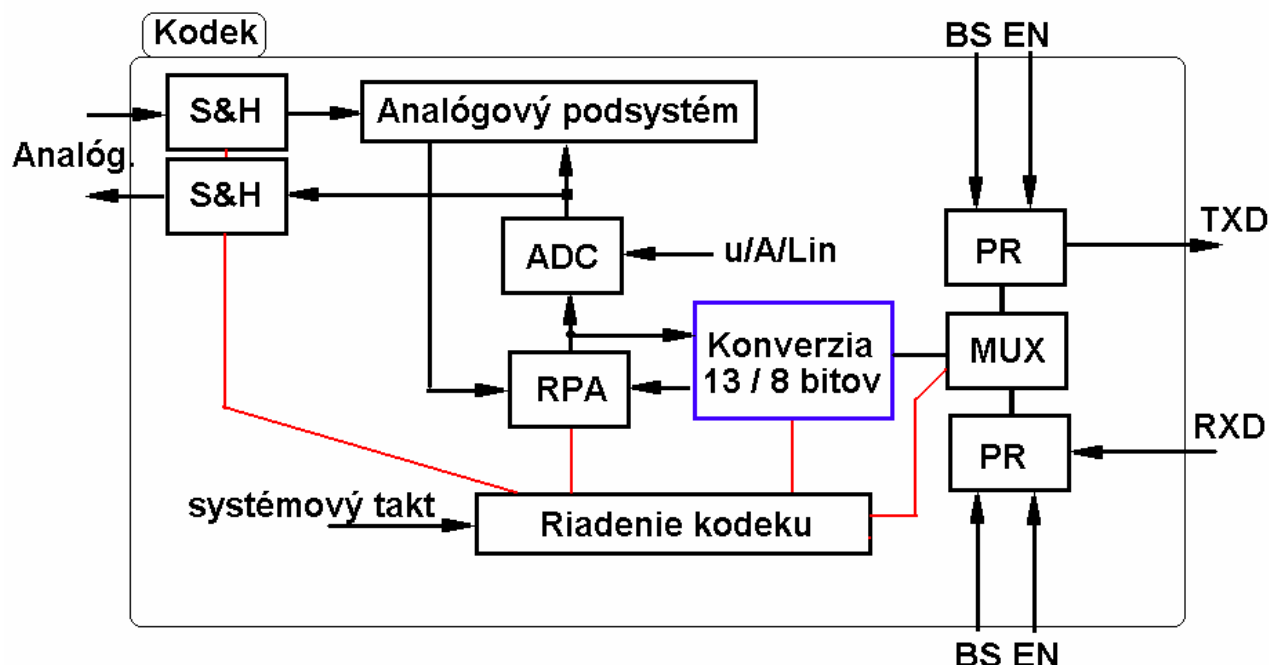
PCM Filter

- VYMEDZENIE FREKVENČNÉHO PÁSM A PRED VZORKOVANÍM
- POTLAČENIE VZORKOVACEJ FREKVENCIE KODEKU
- REALIZÁCIA AKTÍVNÝMI RC FILTRAMI SO SPÍNANÝMI KAPACITAMI SPOLU S PASÍVNÝMI FILTARAMI TYPU DOLNÝ PRIEPUST



KODEK

- PREVOD A/D A D/A V DUPLEXNOM REŽIME POSTUPNOU APROXIMÁCIOU
- DUPLEX ČASOVÝM MULTIPLEXOM "A/D - NULOVANIE - D/A" POČAS KI
- VYTVORENIE NELINEÁRNEHO KVANTOVANIA – KRIVKA A, u



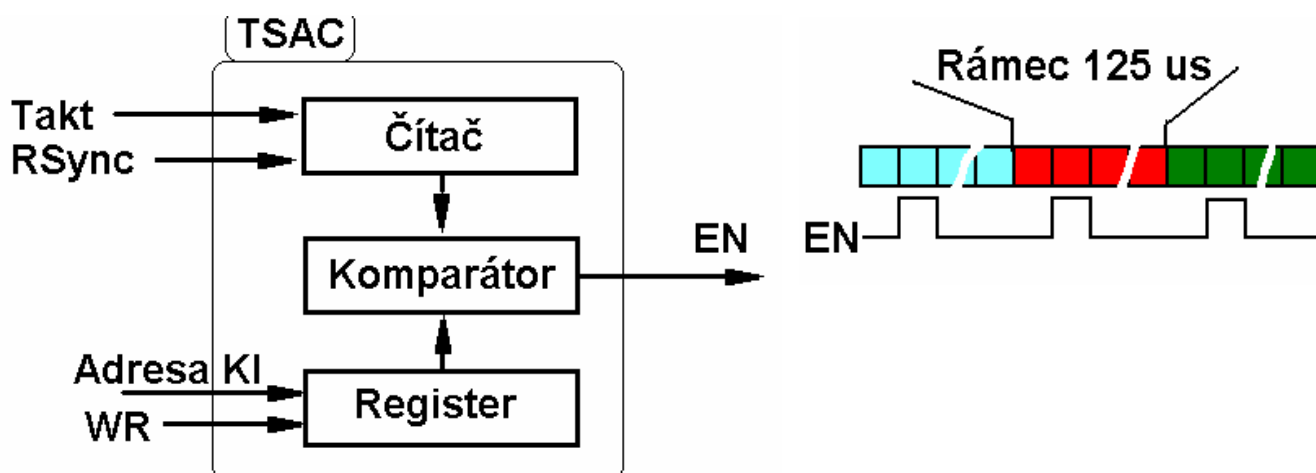
S&H - VZORKOVACÍ ZOSILŇOVAČ "SAMPLE AND HOLD"

RPA - REGISTER POSTUPNÝCH APROXIMÁCIÍ

PR - POSUVNÝ REGISTER

RADIČ KANÁLOV TSAC (TIME SLOT ALLIGNER CIRCUIT)

- DYNAMICKÉ PRIDEĽOVANIE ČASOVEJ POLOHY KODEKU V MULTIPLEXE



- ZDVOJENÝ - PRÍJEM / VYSIELANIE DÁT

Sieťová synchronizácia

- KAŽDÁ DIGITÁLNA ÚSTREDŇA VLASTNÝ ZDROJ TAKTU S KONEČNOU DLHO A KRÁTKODOBOU STABILITOU
- PRENOSOVÉ PROSTREDIE ZAVÁDZA PRÍDAVNÉ ZMENY FÁZE (WANDER, JITTER)
- NEVYHNUTNOU PODMIENKOU PRIJÍMANIA DÁTOVÉHO TOKU JE BITOVÁ A RÁMCOVÁ SYNCHRONITA OPROTI SYSTÉMOVÉMU TAKTU – RESYNCHRONIZÉRY

KONEČNÁ KAPACITA VYROVNÁVACEJ PAMÄTI RESYNCHRONIZÉRA
- PRETEČENIE / PODTEČENIE VYROVNÁVACEJ PAMÄTI – SKLZ
(SLIP) S PERIÓDOU:

$$t_s = \frac{K}{2 \cdot f \cdot S} \quad [s, \text{bit}, b \cdot s^{-1}, -.]$$

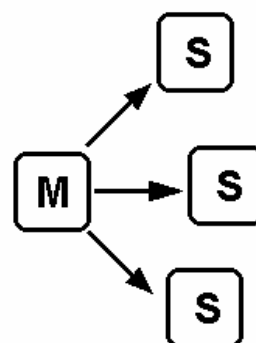
kde S je odchýlka od ideálnej hodnoty taktu na jednom konci spoja {K = 256 bitov, f = 2 Mb/s, S = 10⁻⁶, t_s = 62,5 s}.

ASYNCHRÓNNE (PLESIOCHRÓNNE) SIETE

- + OSCILÁTORY NESYNCHRONIZOVANÉ, POČETNOSŤ SLIPOV ÚMERNÁ STABILITE TAKTOV
- + PRENOS REČI – MAX. 300 SKLZOV / HOD, BEŽNÉ NÁROKY NA STABILITU (S = 10⁻⁶)
- + STABILITA S = 10⁻¹¹, PLESIOCHÓNNA SIEŤ, T_s = 72 DNÍ.
- + MEDZINÁRODNÁ SIEŤ, V NÁRODNEJ SIETI NA SEK. ÚROVNI POVOLENÁ RÁDOVO NIŽŠIA STABILITA.
- + NEVÝHODNÁ CENA A ŽIVOTNOSŤ REFERENČNÝCH NORMÁLOV.

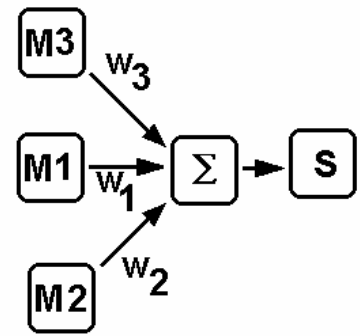
SYNCHRÓNNE SIETE

1. SYNCHRONIZÁCIA VŠETKÝCH ZDROJOV TAKTU SIETE
VYNÚTENÝM (CENTRALIZOVANÝM) SPÔSOBOM, „MASTER – SLAVE“



- JEDNODUCHÁ IMPLEMENTÁCIA

- VNÚTORNÁ STABILITA – ŽIADNE SPÄTNOVÄZBOVÉ SLUČKY
- MOŽNOSŤ EXTERNÉHO CENTRÁLNEHO TAKTU – SATELIT, GPS,...
- NÍZKA ODOLNOSŤ VOČI VÝPADKU RIADIACEHO OSCILÁTORA



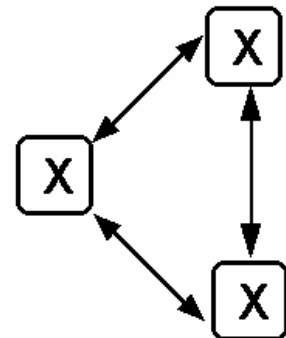
HIERARCHICKÁ M-S:

VZÁJOMNOU VÄZBOU (DECENTRALIZOVANÝM SPÔSOBOM)

predpoklad: zhruba rovnaká stabilita oscilátorov

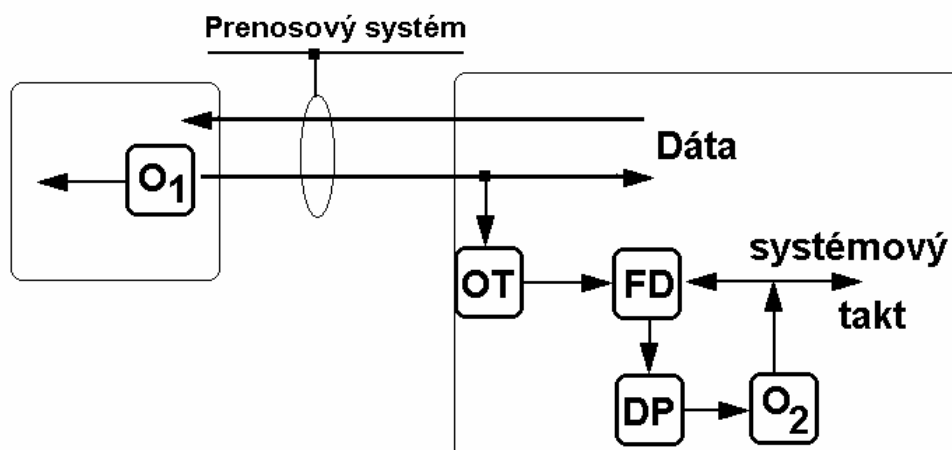
- VÝSLEDNÝ TAKT SIETE VÁŽENÝM PRIEMEROM VŠETKÝCH TAKTOV
- PROBLÉMY S NESTABILITOU RIADIACICH SLUČIEK

□



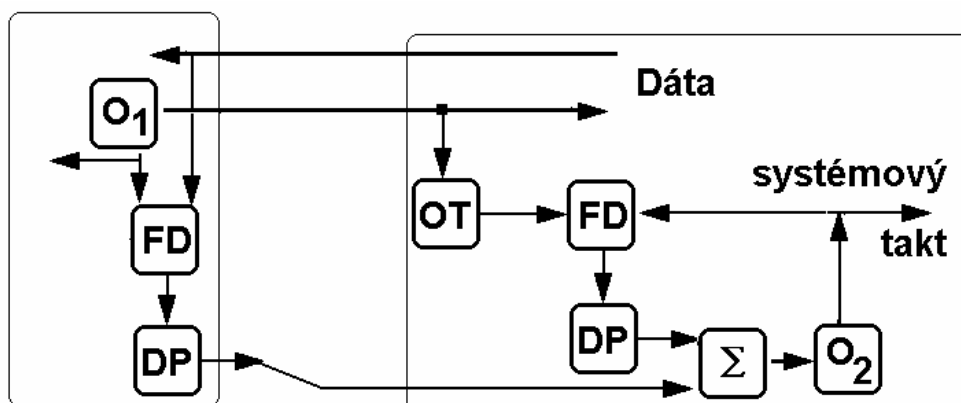
HYBRIDNÝM – KOMBINOVANÝM SPÔSOBOM

JEDNOSTRANNÁ SYNCHRONIZÁCIA - SYNCHRONIZÁCIA ODVODENÁ LEN OD PRICHÁDZAJÚCEHO TAKTU – NEREŠPEKTUJE ZMENY ONESKORENÍ V OPAČNOM KANÁLE (OBR. =



JEDNOSTRANNÁ SYNCHRONIZÁCIA M/S)

OBOJSTRANNÁ SYNCHRONIZÁCIA – KORIGUJE TAKT NA ZÁKLADE ODCHÝLOK NA OBIDVOCH KONCOCH OKRUHU



(OBR. = OBOJSTRANNÁ M/S)

VPLYV PRENOSOVÉHO SYSTÉMU NA STABILITU TAKTU NUTNOSŤ VIAC ZDROJOV TAKTU S RÔZNYMI PRIORITAMI

PRIMÁRNY ZDROJ SYNCH. TAKTU

- CÉZIOVÝ NORMÁL, alebo
- GPS PRIJÍMAČ, DCF77 a pod. + PRIM. SYNCH. JEDNOTKA

SEKUNDÁRNY ZDROJ TAKTU – LOKÁLNY VYSOKO STABILNÝ OSCILÁTOR S EXT, SYNCHRONIZÁCIOU

PROBLÉM PRENOSU TAKTU CEZ PRENOSOVÉ PROSTREDIE

KLASIFIKÁCIA SPOJOVACÍCH TECHNOLOGÍÍ - GENERÁCIE

- CHARAKTER SPOJOVANÉHO SIGNÁLU (ANA/DIGI/PAKETY, ŠÍRKA PÁSMA)
- KONCEPCIA RIADENIA, PRENOS A SPRACOVANIE SIGNALIZÁCIE
- TECHNOLOGICKÉ PROSTREDIE SYSTÉMU

	SYSTÉMY 1. GEN. (1930 – 1970)	SYSTÉMY 2. GEN. (1960 - 1990)
CHAR. SIGNÁLU	LEN ANALÓGOVÝ SPOJITÝ SIGNÁL 3,1 KHZ	
SPOJOVANIE	SPOJOVANIE V PRIESTOROVEJ OBLASTI	

SPOJ. POLE	JEDNOČLÁNKOVÉ, JEDNOSMERNÉ	VIACČLÁNKOVÉ, ČIAST. OBOJSMERNÉ
RIADENIE	INDIVIDUÁLNE	ČIAST. CENTRALIZOVANÉ
SIGNALIZÁCIA systém	JEDNOSMERNÁ	JEDNOSMERNÁ + MFC
SIGNALIZÁCIA SIETĚ.	JEDNOSMERNÁ	JEDNOSMERNÁ + MFC
TECHOLOG. ZÁKL.	MECHANICKÝ KONTAKT	

SYSTÉMY 3. GENERÁCIE (1965 – 1990)

CHAR. SIGNÁLU	ANALÓGOVÝ, SPOJITÝ ALEBO DISKRÉTNÝ (PAM)
SPOJOVANIE	PRIESTOROVÝ AJ ČASOVÝ MULTIPLEX PAM
SPOJ. POLE	VIACČLÁNKOVÉ
RIADENIE	PROCESOROVÉ (ZÁLOHOVANÝ MONOPROCESOR)
SIGNALIZÁCIA SYST.	FORMÁTOVANÉ SPRÁVY
SIGNALIZÁCIA SIETĚ.	CENTRALIZOVANÁ, CCITT Č. 6
TECHOLOG. ZÁKL.	PROCESOR + KONTAKTOVÉ ALEBO BEZKONTAKTNÉ SPOJOVACIE POLE

SYSTÉMY 4. GENERÁCIE (1975 – 2005)

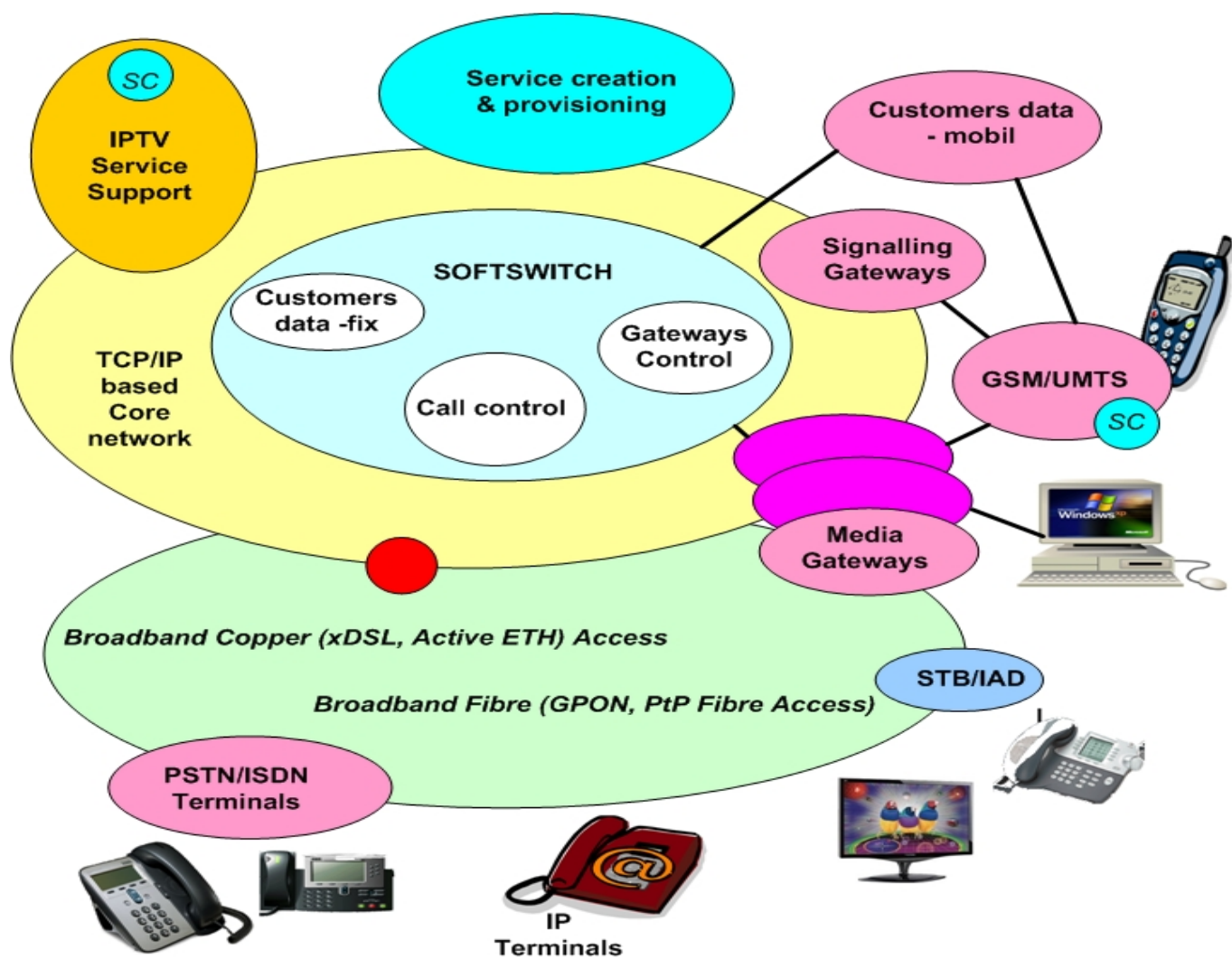
CHAR. SIGNÁLU	LEN TOK DIG. DÁT, SYNCHÓNNY PRENOS
SPOJOVANIE	DIGITÁLNY PCM MULTIPLEX
SPOJ. POLE	DSP ČASOVÉ A PRIESTOROVÉ
RIADENIE	MULTIPROCESOROVÉ
SIGNALIZÁCIA SYST.	FORMÁTOVANÉ SPRÁVY
SIGNALIZÁCIA SIETĚ.	SIGNÁLNY SYSTÉM Č. 7
TECHOLOG. ZÁKL.	ŠTANDARDNÉ A ZÁKAZNÍCKE OBVODY
INÉ	MODULARITA, POSTUPNÝ PRECHOD NA PAKETOVÉ SPOJOVACIE POLE

SYSTÉMY (5). GENERÁCIE

CHAR. SIGNÁLU	TOK ASYNCH. A SYNCH. DIGITÁLNYCH DÁT
SPOJOVANIE	OPTICKÉ SPOJOVANIE v priestorovej a časovej oblasti

SPOJ. POLE	OPTICKÉ SPOJOVACIE POLE
RIADENIE	MULTIPROCESOROVÉ
SIGNALIZÁCIA SYST.	FORMÁTOVANÉ SPRÁVY
SIGNALIZÁCIA SIEŤ.	SIGNÁLNY SYSTÉM Č. 7 a ????
TECHOLOG. ZÁKL.	OPTICKÉ SPÍNAČE, VLNOVÉ KONVERTORY
INÉ	SPOJOV. LEN NA ÚROVNI VEĽKOKAPACITNÝCH TOKOV

SYSTÉMY “NOVEJ” GENERÁCIE (NGN, 2005 – 2010)	
CHAR. SIGNÁLU	LEN PAKETOVANÉ DÁTA
SPOJOVANIE	SPOJOVACIE TECHNIKY ODVODENÉ OD ATM A IP
SPOJ. POLE	„SOFTVÉROVÉ“, SOFTSWITCH
RIADENIE	DISTRIBUOVANÉ
SIGNALIZÁCIA SYST.	SIP, (H.323)
SIGNALIZÁCIA SIEŤ.	H.323, MEGACO, SIP, STREAMING EXIST. PROTOKOLOV
TECHOLOG. ZÁKL.	SMEROVAČE A BRÁNY, SOFTSWITCHING
INÉ	EXTRAKCIA VLASTNOSTÍ DO VRSTIEV, PRESUN SLUŽIEB NA OKRAJ SIETE Minimálna štandardizácia



SYSTÉMY “NOVEJ” GENERÁCIE (IMS, 2010 – ????)

CHAR. SIGNÁLU	LEN PAKETOVANÉ DÁTA
SPOJOVANIE	SPOJOVACIE TECHNIKY ODVODENÉ OD ATM A IP
SPOJ. POLE	„SOFTVÉROVÉ“, SOFTSWITCH
RIADENIE	DISTRIBUOVANÉ
SIGNALIZÁCIA SYST.	SIP, (H.323)
SIGNALIZÁCIA SIETĚ.	SIP a jeho varianty
TECHOLOG. ZÁKL.	SMEROVAČE (a BRÁNY), SOFTSWITCHING
INÉ	EXTRAKCIA VLASTNOSTÍ DO VRSTIEV, PRESUN SLUŽIEB NA OKRAJ SIETE Transportná IP vrstva + všetko ostatné je na okraji siete ako prístupová vrstva Štandardizácia

