

# Integrácia digitálnych sietí a služieb

**garant: prof. Ing. Ivan Baroňák, PhD.**

**prednášajúci: Ing. Erik Chromý, PhD.**

**cvičiaci: Ing. Ján Hodál, Ing. Matej Kavacký, PhD. (vedúci cvičení)**

## Podmienky absolvovania predmetu

- Získanie zápočtu aktívnou účasťou na cvičeniach a úspešným zvládnutím úloh.
- Úspešné absolvovanie skúšky.

Celková známka na skúške bude odvodená od bodového hodnotenia:

- a) cvičenia **max. 40 bodov**,
- b) písomná časť skúšky **max. 60 bodov**.

<http://elearn.elf.stuba.sk/moodle/>

## Podmienky absolvovania predmetu

Na úspešné absolvovanie skúšky je nutné dosiahnuť celkovo (a+b) minimálne 56 bodov, pričom **úspešnosť na skúške je podmienená dosiahnutím minimálne:**

- **10 bodov za cvičenia,**
- **30 bodov z písomnej skúšky.**

Na prednáške bude možné získať bonusové body, ktoré sa započítajú k hodnoteniu zo skúšky.

### **Hodnotenie skúšky:**

podľa klasifikačnej stupnice skúšobného poriadku FEI STU.

## Podmienky absolvovania predmetu

### Podmienky získania zápočtu:

- aktívna účasť na cvičeniach,
- **žiadna neospravedlnená** absencia na cvičeniach,
- **max. 2 absencie s lekársym potvrdením o práceneschopnosti evidované v AIS.**

### Hodnotenie na cvičeniach:

- max. 40 bodov na základe kontrolného testu (**10. týždeň**),
- na získanie zápočtu je potrebné získať **minimálne 10 bodov.**

## Skúška

### Termín skúšky (podľa harmonogramu pre 2. ročník Ing. štúdia):

- 14.5.2012 - 1.6.2012 (riadny a **1** opravný termín),
- písomná forma,
- neúčast' na skúške musí byť ospravedlnená najneskôr **do piatich dní** od konania skúšky v **AISe**,
- do piatich dní od konania skúšky komunikovať s prednášajúcim.

Obsah prednášok

- 1, Formy spojovania, multiplexné techniky, transfer módy, vývoj k ISDN, používateľské rozhranie UNI**
- 2, Základný a primárny prístup, prenos na referenčnom bode U, signalizácia DSS1**
- 3, Signalizačný systém č. 7 (CCS7)**
- 4, Služby v ISDN, adresovanie v ISDN, Euro-ISDN**
- 5, Širokopásmová digitálna sieť, princíp a vlastnosti ATM**
- 6, ATM protokolový referenčný model, používateľské rozhranie UNI**

## Obsah prednášok

**7, Signalizácia na UNI, meta-signalizácia, signalizácia na NNI**

**8, Riadenie prevádzky a pret'aženia v ATM**

**9, Služby v ATM**

**10, Kontrolný test, Služby v ATM**

**11, Prevádzka v širokopásmových sieťach**

**12, Prevádzka v širokopásmových sieťach**

## Základné pojmy a úvod do ISDN



## Spojenie

**Spojenie** - predstavuje trvalý alebo dočasný komunikačný vzťah medzi dvoma alebo viacerými entitami v komunikačnej sieti

### Fázy spojenia:

- vybudovanie: vyžaduje sa riadiaca informácia,
- informačná výmena: prenos, alebo vzájomná výmena informácie medzi koncovými bodmi spojenia,
- zrušenie spojenia: je riadený riadiacou informáciou.

**Signalizácia** - riadiaca informácia na vybudovanie a zrušenie spojenia

## Formy spojovania

### Spojovo orientovaná komunikácia

- fáza vybudovania a zrušenia spojenia,
- typickým príkladom je klasická telefónna sieť,
- signalizácia,
- dva typy spojenia: fyzické spojenie a virtuálne spojenie.

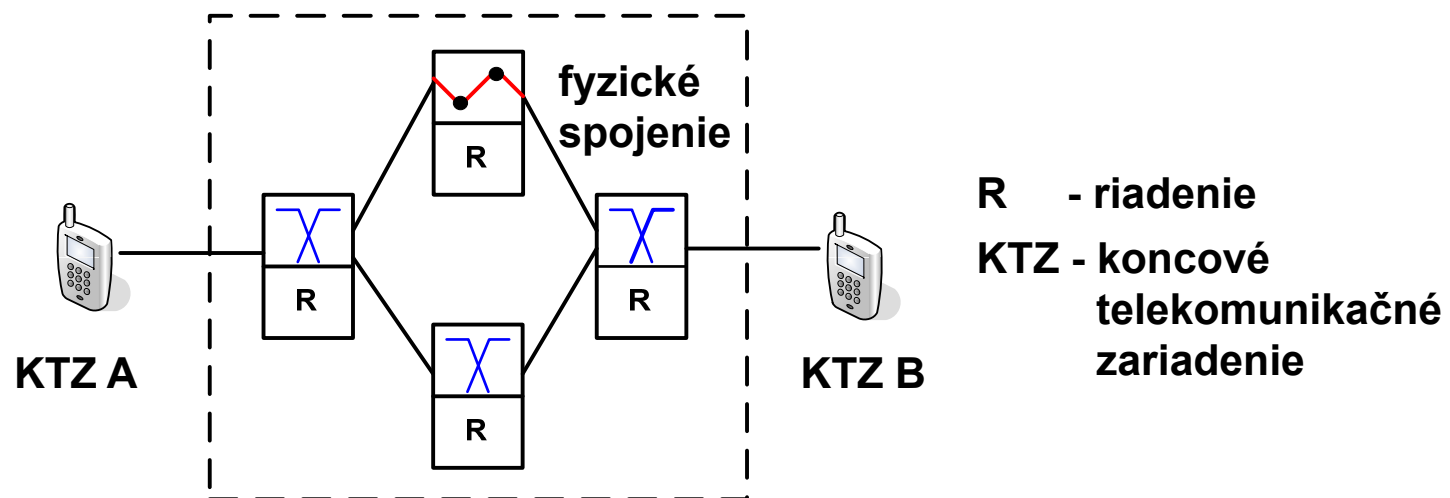
### Komunikácia bez spojovej orientácie (datagramová komunikácia)

- pre sporadickú komunikáciu s malým množstvom prenášaných dát,
- nie je potrebná signalizácia: smerovaciu informáciu nesie paket.

## Spojovo orientovaná komunikácia

### Fyzické spojenie

- medzi koncovými zariadeniami je vytvorená trvalá komunikačná cesta,
- parametre sa počas spojenia nemenia,
- vhodné pre signály v reálnom čase,
- vytvorené spojenie je vyhradené len pre dané spojenie.



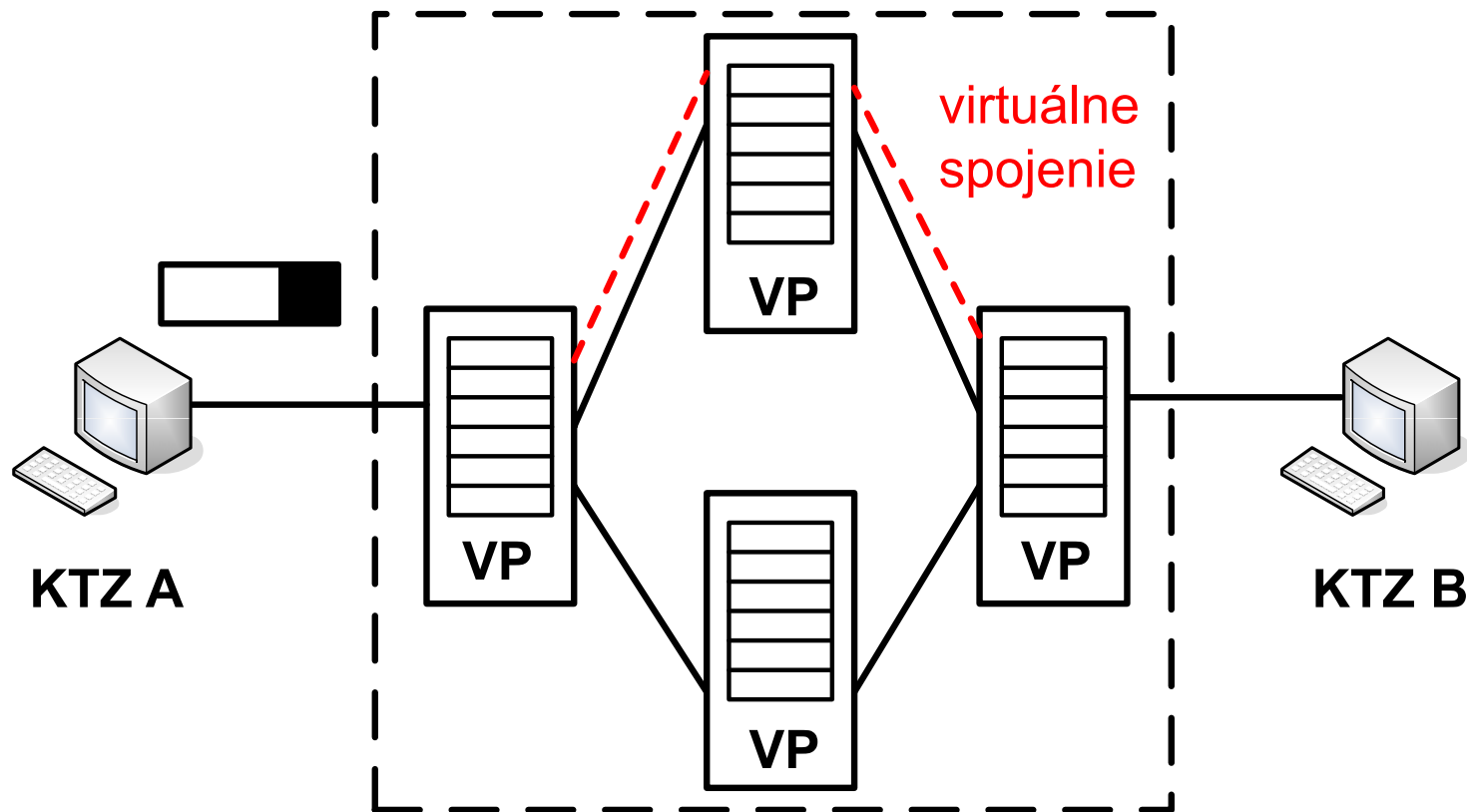
## Spojovo orientovaná komunikácia

### Virtuálne spojenie

- po vybudovaní spojenia nie je rezervovaná trvalá fyzická cesta,
- prenášaná informácia je delená na bloky (pakety),
- tú istú fyzickú cestu môžu využívať pakety z rôznych spojení,
- dynamické pridelovanie spojovacích a prenosových prostriedkov podľa potreby (možný konflikt medzi paketmi),
- vyrovnávacie pamäte (spôsobujú premenlivé oneskorenie),
- nie je vhodné pre signály v reálnom čase.

## Spojovo orientovaná komunikácia

### Virtuálne spojenie



## Komunikácia bez spojovej orientácie

### Datagram

- druh spojenia bez nutnosti vybudovania a zrušenia komunikačnej cesty,
- v sieti nie je vybudovaná cesta,
- datagramový paket nesie smerovaciu informáciu,
- každý datagram môže využívať ľubovoľné uzly a prenosové časti siete,
- nie je zaručené správne poradie príchodu paketov a môže dôjsť k strate paketov v sieti.

### Datagram s potvrdením

- rozšírenie datagramovej prevádzky,
- prijímacia strana potvrdzuje príjem každého paketu.

## Multiplexné techniky

Viacero komunikačných procesov môže zdieľať spoločné prenosové alebo spojovacie médium.

### Kanálový multiplex

- každé spojenie má pridelený komunikačný kanál s pevnou šírkou pásma,
- kanál je určený fyzickým vedením vo zväzku vedení, časovou polohou v synchrónnom časovom rámci, polohou nosnej na frekvenčnej osi, alebo vlnovou dĺžkou svetelnej nosnej,
- charakteristický transfer mód je prepájane okruhov.

## Multiplexné techniky

### Adresový multiplex

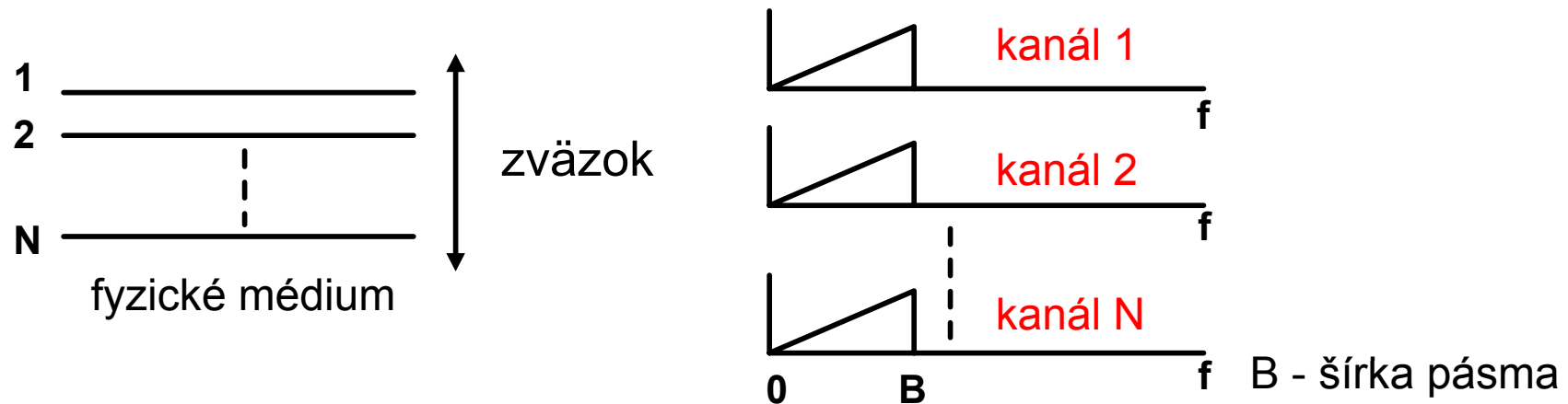
- kanály môžu mať variabilné prenosové pásmo,
- informácia je delená na bloky (pakety) konštantnej, alebo variabilnej dĺžky,
- paket obsahuje riadiacu informáciu,
- podstatnou časťou riadiacej informácie je smerovacia informácia,
- charakteristický transfer mód je prepájanie paketov.



## Multiplexné techniky

### Priestorový multiplex (SDM - Space Division Multiplex)

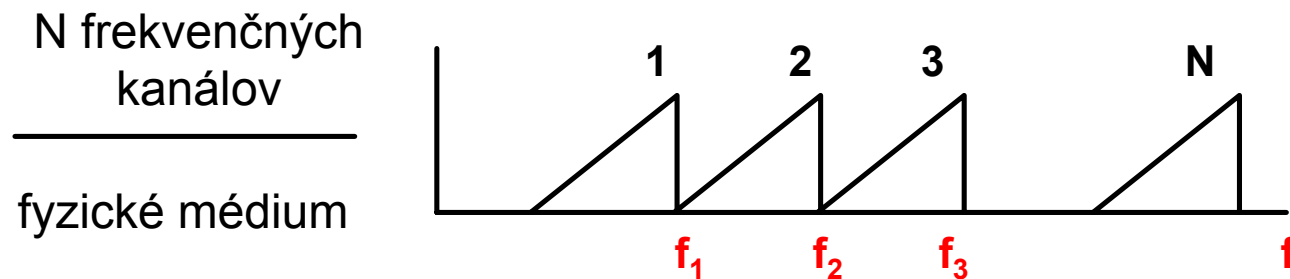
- patrí ku kanálovým multiplexom,
- jednotlivé spojenia sú oddelené fyzicky,
- prenosové médiá tvoria zväzok,
- spojenie môže byť aj dvojdrôtové, alebo štvordrôtové.



## Multiplexné techniky

**Frekvenčný multiplex** (FDM - Frequency Division Multiplex)

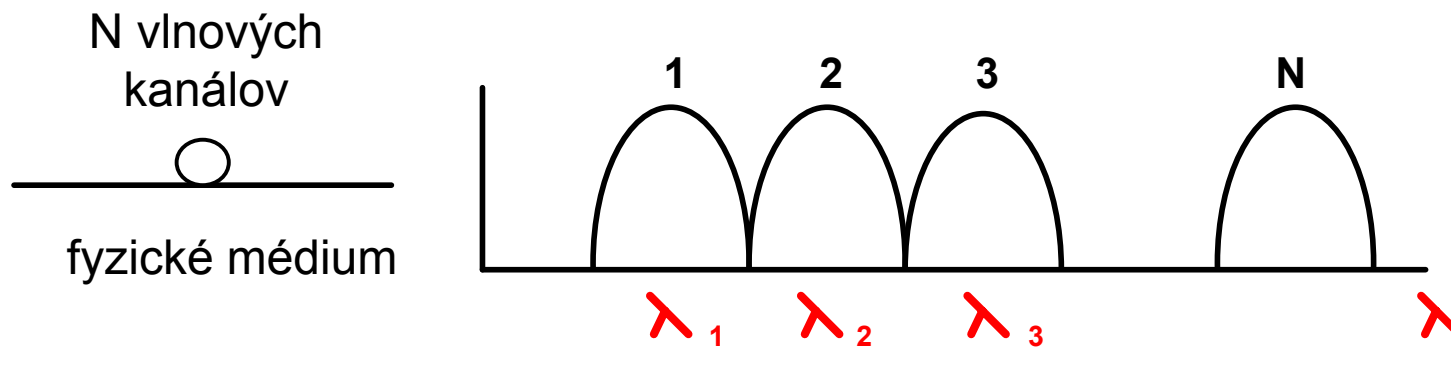
- patrí ku kanálovým multiplexom,
- jednotlivé spojenia zdieľajú to isté fyzické médium, ale sú oddelené frekvenčne,
- kanály sú na frekvenčnej osi posúvané procesom modulácie,
- typický hlavne pre analógovú prenosovú techniku.



## Multiplexné techniky

### Vlnový multiplex (WDM - Wavelength Division Multiplex)

- je modifikáciou frekvenčného multiplexu,
- kanál je určený polohou nosnej svetelnej vlny,
- prenosové médium je optické vlákno,
- narastá jeho dôležitosť aj v spojovacej technike.



## Multiplexné techniky

### Časový multiplex (TDM - Time Division Multiplex)

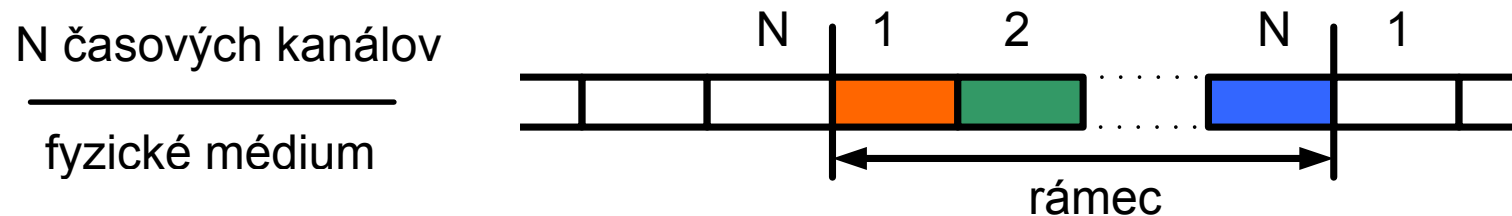
- v rôznych modifikáciách patrí ku kanálovým, alebo adresovým multiplexom,
- je základným multiplexom používaným v digitálnych spojovacích systémoch.
  
- **Synchronný časový multiplex**
  
- **Asynchronný časový multiplex**

## Multiplexné techniky

### Synchronný časový multiplex

(STDM - Synchronous Time Division Multiplex)

- prideluje jednotlivým kanálom miesta na časovej osi v pravidelných intervaloch,
- intervaly sú dané vzorkovacou frekvenciou prenášaného signálu,
- signály bývajú zoskupené do vyšších hierarchií (rámce),



- je používaný v úzkopásmovej ISDN (N-ISDN),
- obsadzovanie multiplexu je realizované synchronným multiplexovaním.

## Multiplexné techniky

### Asynchrónny časový multiplex

(ATDM - Asynchronous Time Division Multiplex)

- neprideluje kanály v pravidelných intervaloch (patrí k adresovým multiplexom),
- informácia je delená do paketov, ktoré sú odlíšené smerovacou informáciou.

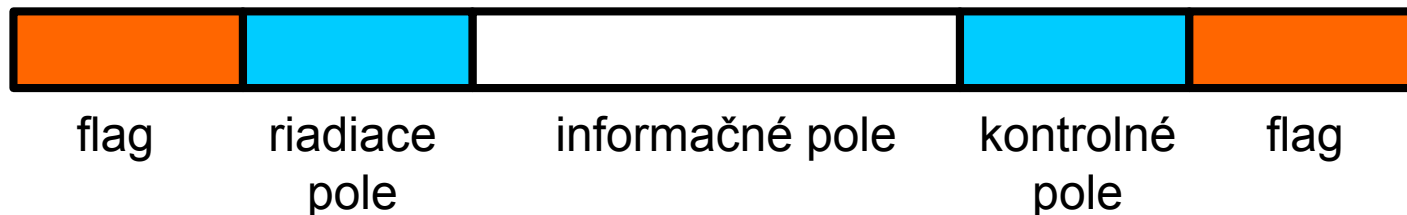
- **ATDM s paketmi variabilnej dĺžky**

- **ATDM s paketmi konštantnej dĺžky**

## Multiplexné techniky

### ATDM s paketmi variabilnej dĺžky

- paket variabilnej dĺžky nemá implicitne dané hranice,
- riadiaca časť obsahuje informáciu o začiatku a konci paketu (flag),

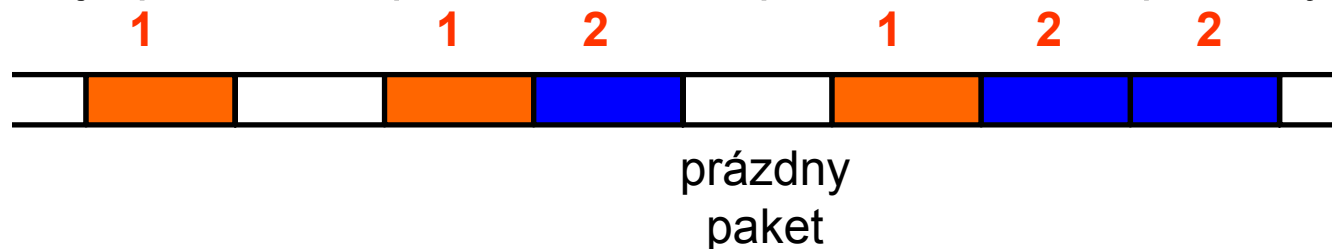


- riadiace pole,
- kontrolné pole,
- obsadzovanie miesta v multiplexe podľa požiadaviek (asynchrónne),
- štatistické multiplexovanie,
- ATDM je používané v bežnom prepájaní paketov.

## Multiplexné techniky

### ATDM s paketmi konštantnej dĺžky

- hranice paketu sú známe,
- paket je jednoznačne určený svojou polohou v rámci,
- časová os je rozdelená na rovnaké úseky,
- asynchrónny prenos - t.j. pakety obsadzujú miesta podľa potrieb spojenia,
- ak nie je paket k dispozícii, do multiplexu sa vkladá prázdny paket,



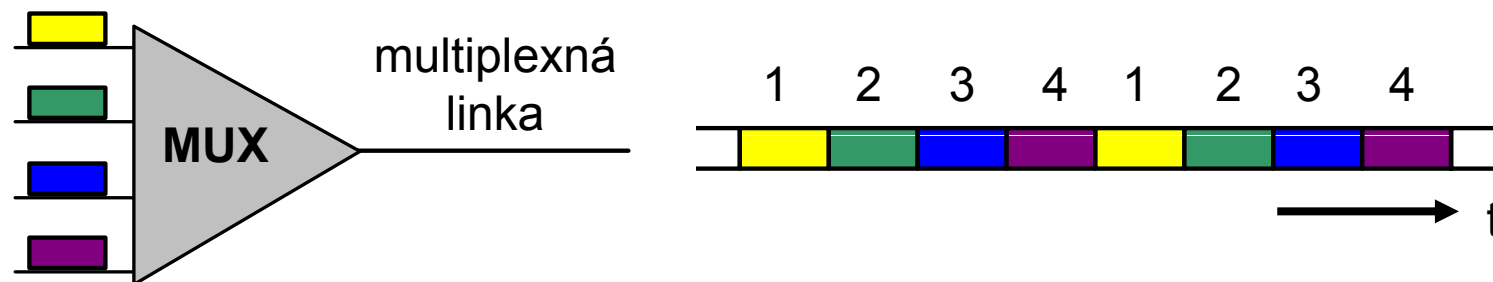
- ATDM sa používa v B-ISDN (FPS, ATM).



## Multiplexné techniky

### Synchrónne multiplexory

- prideluje vstupom výstupné časové kanály rovnomerne,



- vo výstupnom multiplexe je každý vstupný kanál určený svojou polohou,
- štruktúra rámcov je pevne daná a periodicky sa opakuje,
- nevýhoda sa prejaví, ak je na vstupných kanáloch nízka prevádzka,
- určený na prenos a prepájanie synchrónnych signálov (audio a video),
- zaručuje synchrónnosť prenosu a konštantné oneskorenie signálu.

## Multiplexné techniky

### Štatistické multiplexory

- výstupný multiplex je obsadzovaný podľa požiadaviek vstupu,
- kanál vo výstupnom multiplexe už nie je daný svojou časovou polohou, ale nesie so sebou aj informáciu, ktorá ho identifikuje,
- základný spôsob multiplexovania v B-ISDN.

## Transfer módy

- prepájacie, prenosové a multiplexné techniky
- **Prepájanie okruhov**
- **Prepájanie paketov**
- **Rýchle prepájanie paketov**

## Transfer módy

### Prepájanie okruhov

- klasická telefónna sieť,
- medzi koncovými bodmi spojenia sa vytvorí komunikačný kanál (zriadený počas celej doby komunikácie).

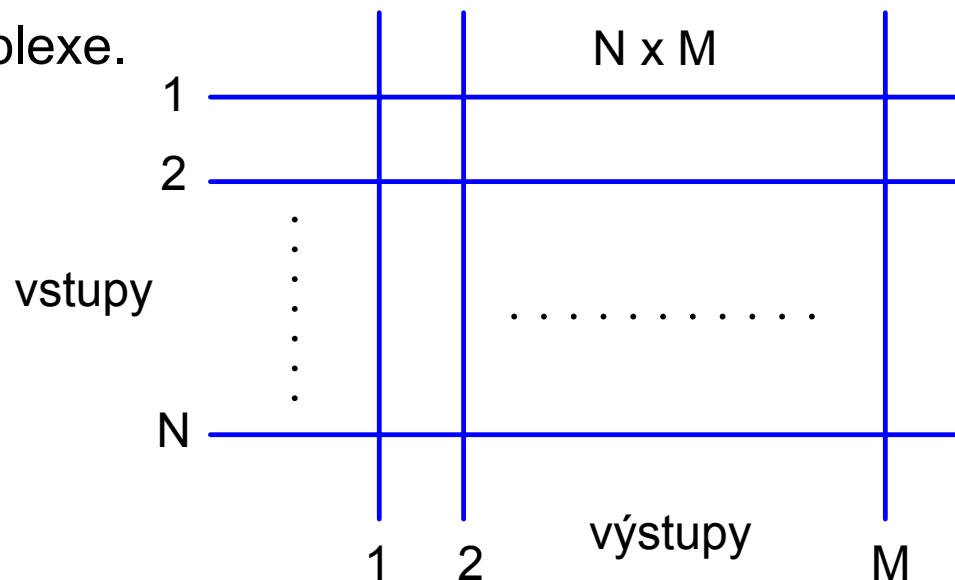
### Prepájanie okruhov je možné rozdeliť na:

- prepájanie pomocou priestorového multiplexu,
- prepájanie pomocou časového multiplexu,
- prepájanie pomocou kombinácie priestorového a časového multiplexu.

## Transfer módy - prepájanie okruhov

### Priestorový spínač

- okruhy sú od seba oddelené priestorovo (t.j. kanály sú nesené na rôznych prenosových médiách),
- dovoľí kanálom meniť fyzické médium, ale nie je možné meniť časovú polohu kanála v multiplexe.



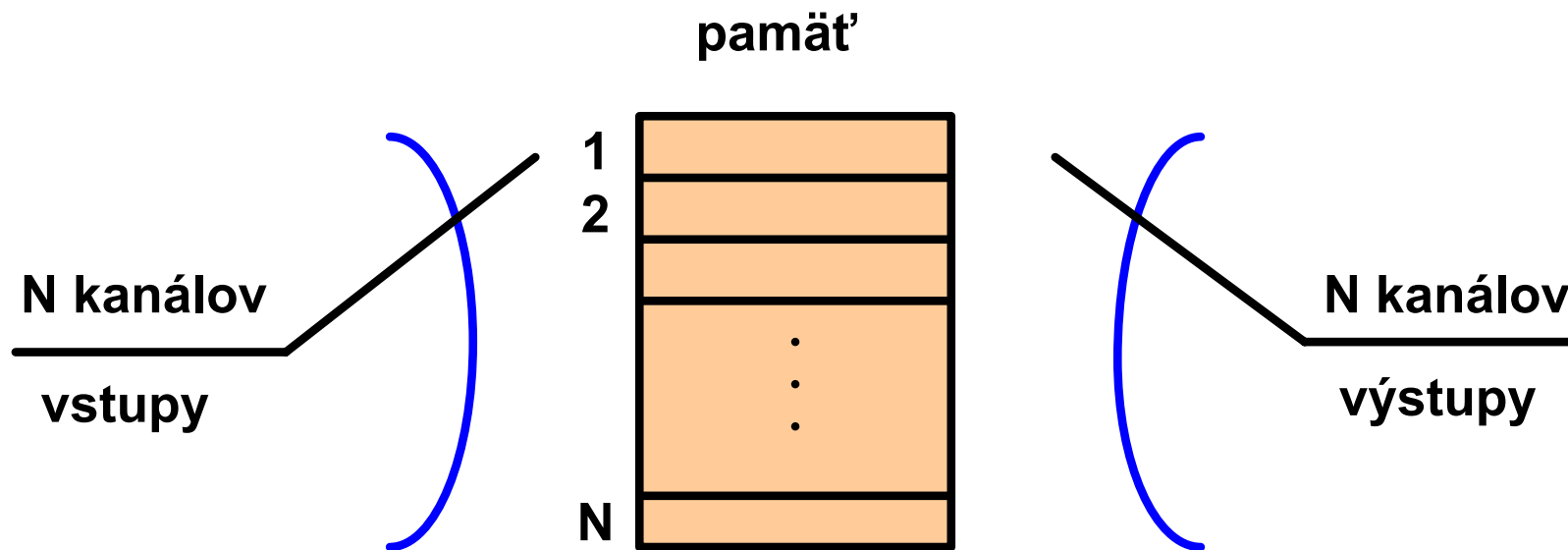
## Transfer módy - prepájanie okruhov

### Časový spínač

- kanály sú od seba oddelené rôznymi časovými polohami,
- všetky kanály sú fyzicky na tom istom prenosovom médiu,
- pri prechode časovým spínačom dôjde k zmene časovej polohy kanála,
- zmena je realizovaná pomocou zápisu a vyčítania z pamäti,
- časový spínač dovoľí zmenu časovej polohy kanála, ale nemôže zmeniť prenosové médium.

## Transfer módy - prepájanie okruhov

### Časový spínač



## Transfer módy

### Prepájanie paketov

- nie je zriadený trvalý okruh medzi koncovými bodmi spojenia,
- prenášaná informácia je delená na pakety,
- spojenie má virtuálny charakter,
- je možná spojovo orientovaná prevádzka a prevádzka bez spojovej orientácie,
- prepájanie paketov je výhodné pre pomalé dátové prenosy (nemajú synchrónny charakter, nie sú citlivé na zmeny oneskorenia, majú nárazový charakter).



## Transfer módy

### Rýchle prepájanie paketov (FPS - Fast Packet Switching)

- modifikácia paketového prepájania, ktorá odstraňuje zložitú funkcionality v smerovacích uzloch siete.

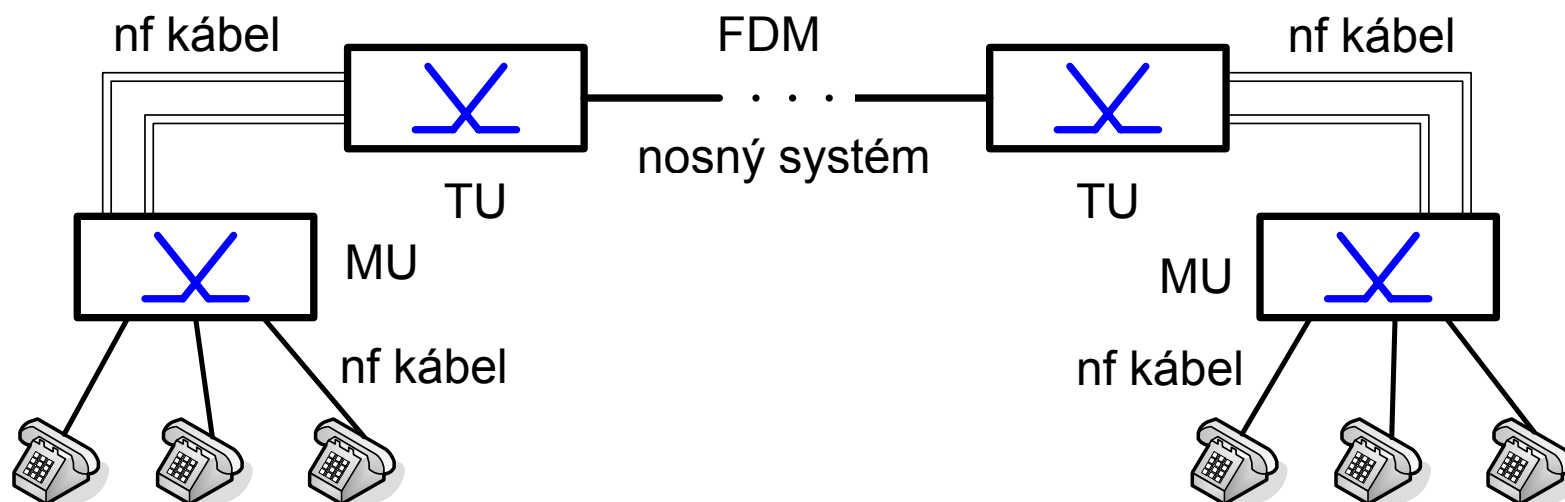
Základné vlastnosti:

- žiadna kontrola toku a kontrola chýb (optické prenosové médium),
- pakety konštantnej dĺžky,
- spojovo orientovaný mód činnosti,
- časová transparentnosť (z dôvodu minimálneho *procesingu* v sieti a paketov pomerne malej dĺžky),
- nezávislosť prenosu a spojovania od typu služby.

## Vývoj k ISDN

### 1. Analógová telefónna sieť

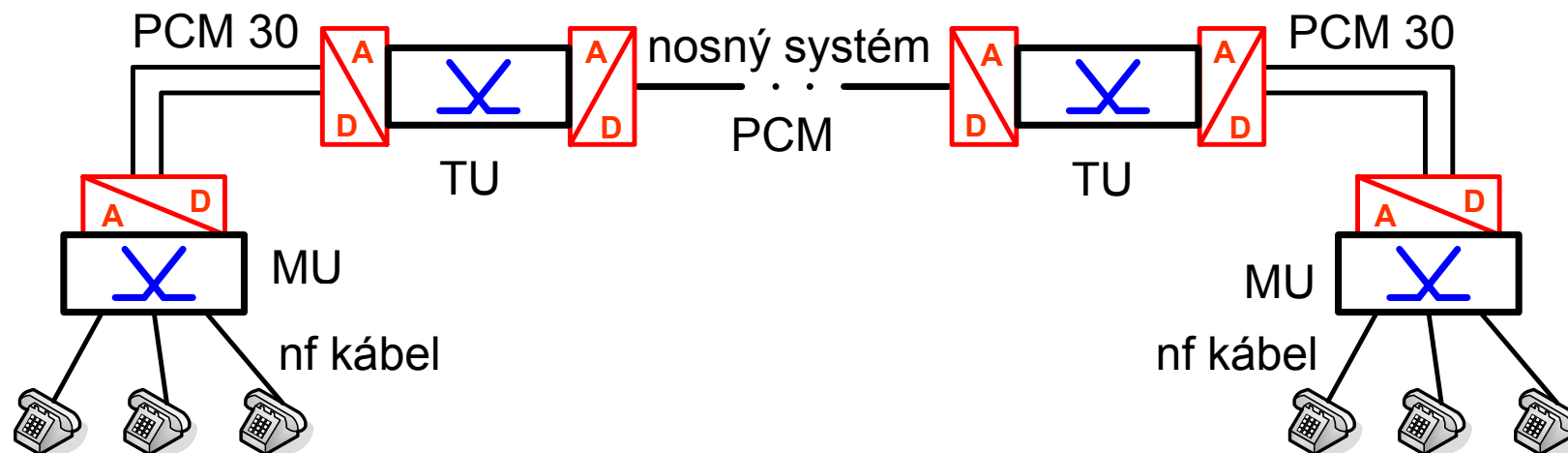
- prvý vývojový krok k zavedeniu ISDN,
- analógové spojovacie ústredne a analógový prenos medzi ústredňami.



## Vývoj k ISDN

### 2. Analógové spojovacie zariadenia s digitálnym prenosom

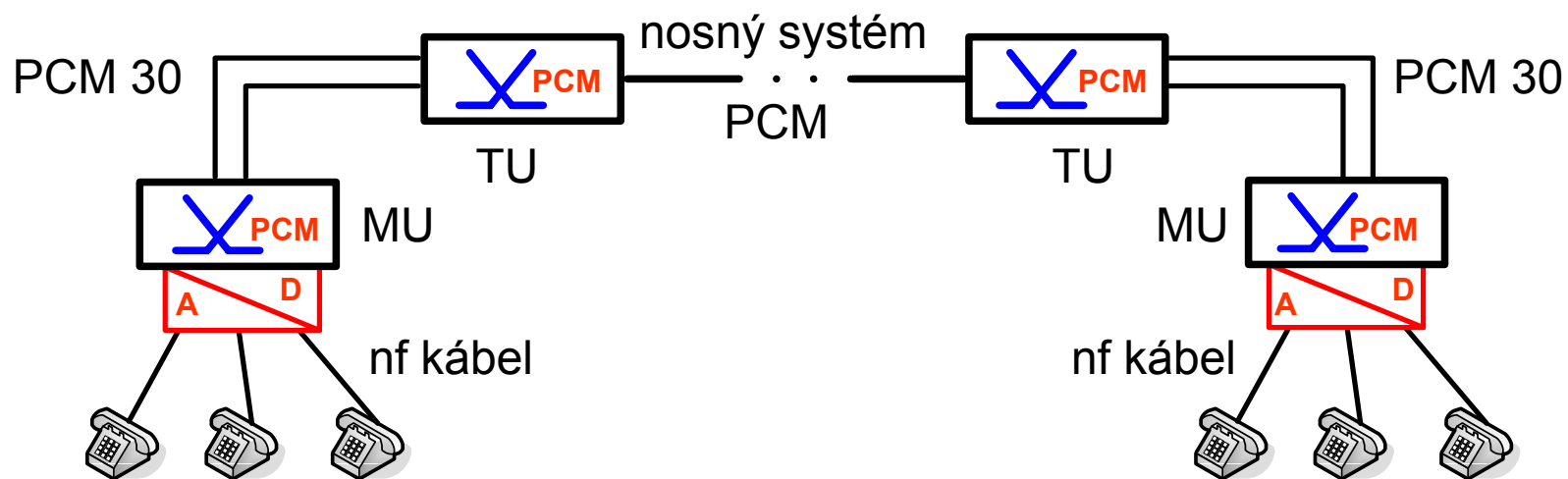
- analógové koncové zariadenia, analógová prípojka v účastníckej sieti, analógové spojovacie zariadenia,
- digitálne prenosové trasy (PCM).



## Vývoj k ISDN

### 3. Digitálna sieť

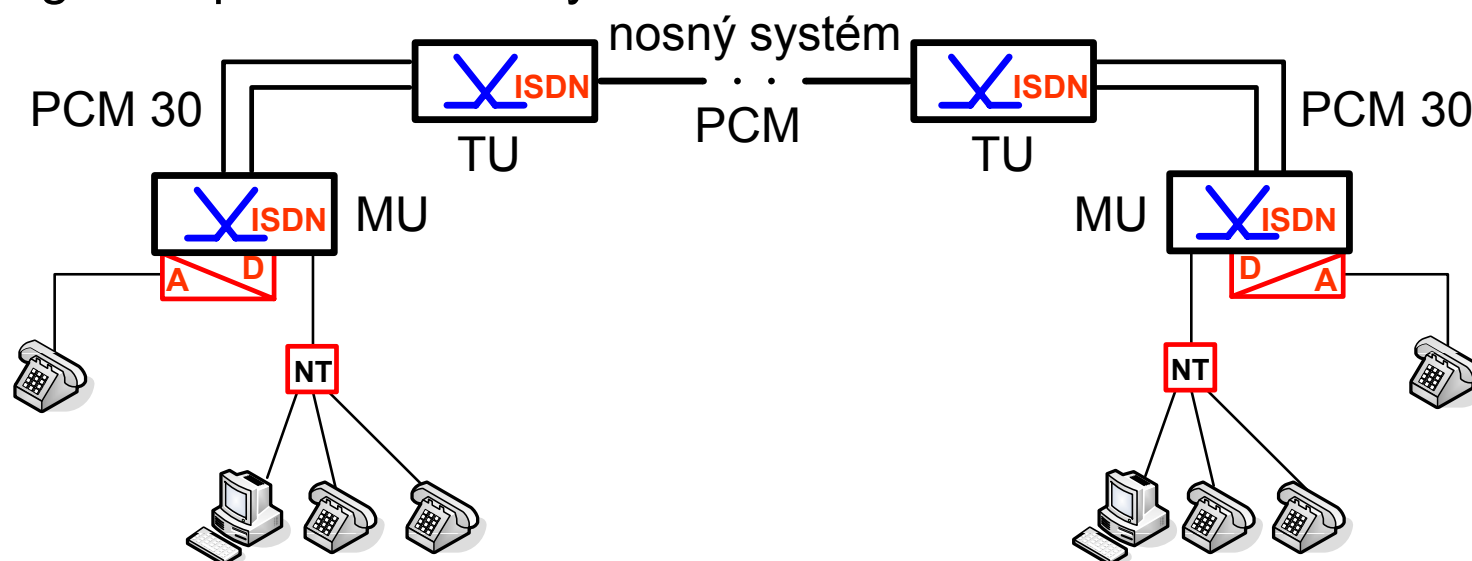
- analógové koncové zariadenia, analógová účastnícka prípojka,
- digitálne spojovacie zariadenia (priestorový aj časový multiplex),
- digitálne prenosové trasy.



## Vývoj k ISDN

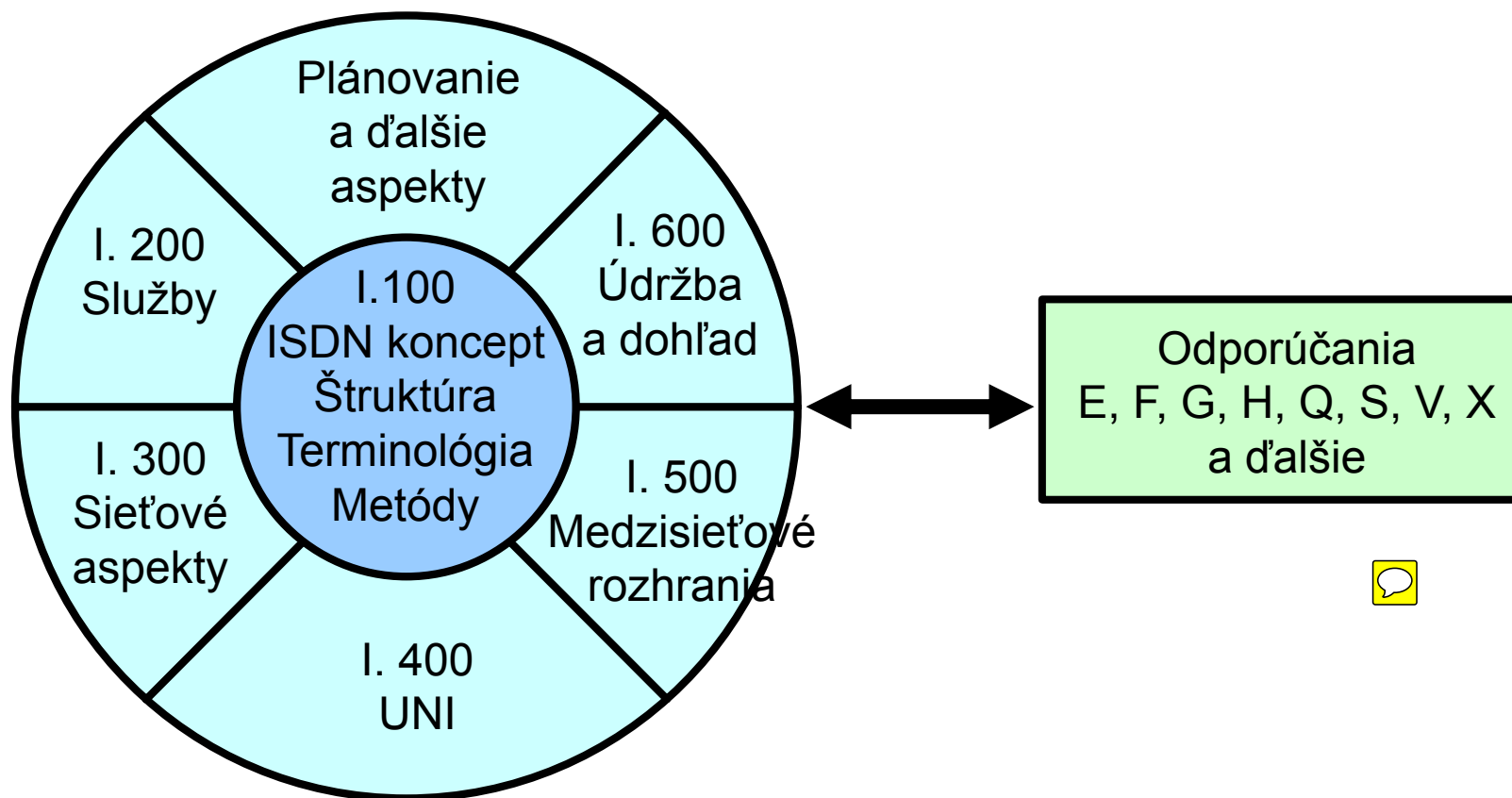
### 4. ISDN

- analógové aj digitálne koncové zariadenia,
- digitálna účastnícka sieť, digitálne spojovacie zariadenia, digitálne prenosové trasy.



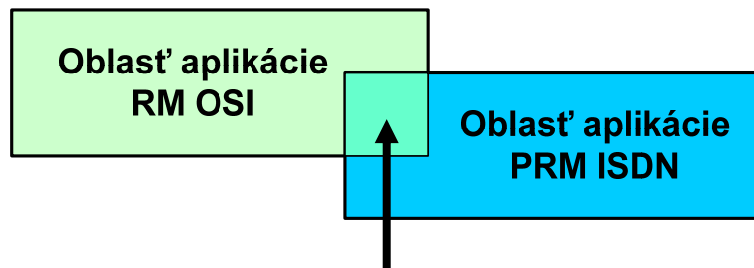
## Odporúčania k ISDN

Odporúčania série I.xxx



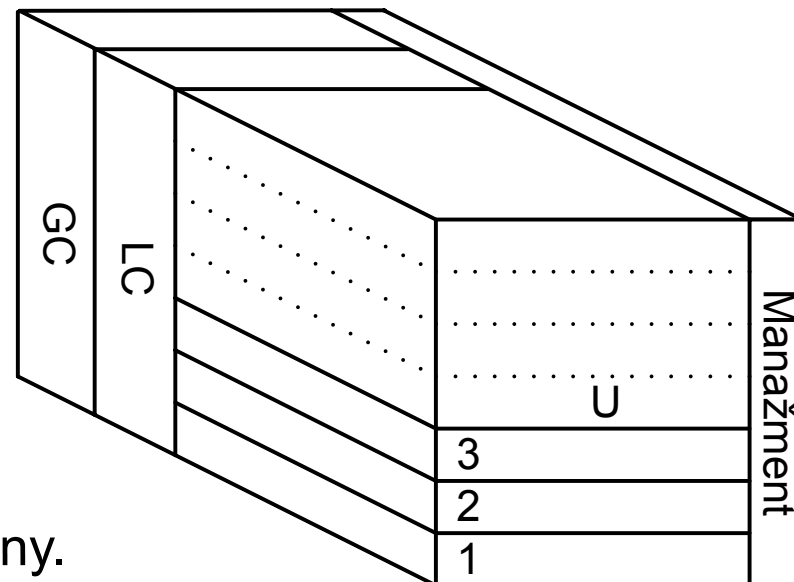
## ISDN protokolový referenčný model

Cieľom ISDN protokolového referenčného modelu je modelovať spojenia a výmenu informácií cez ISDN alebo vo vnútri ISDN.



oblasť aplikovateľnosti  
OSI protokolov v ISDN

Protokolový referenčný  
model je členený na vrstvy a roviny.



## ISDN protokolový referenčný model

**Používateľská rovina** (U) - prenos informácie medzi používateľskými aplikáciami.

**Riadiaca rovina** (C) - zabezpečuje prenos riadiacej informácie pre riadenie spojení v používateľskej rovine.

Hlavné úlohy: zostavenie a zrušenie spojenia, dohľad nad spojením a zabezpečenie doplnkových služieb.

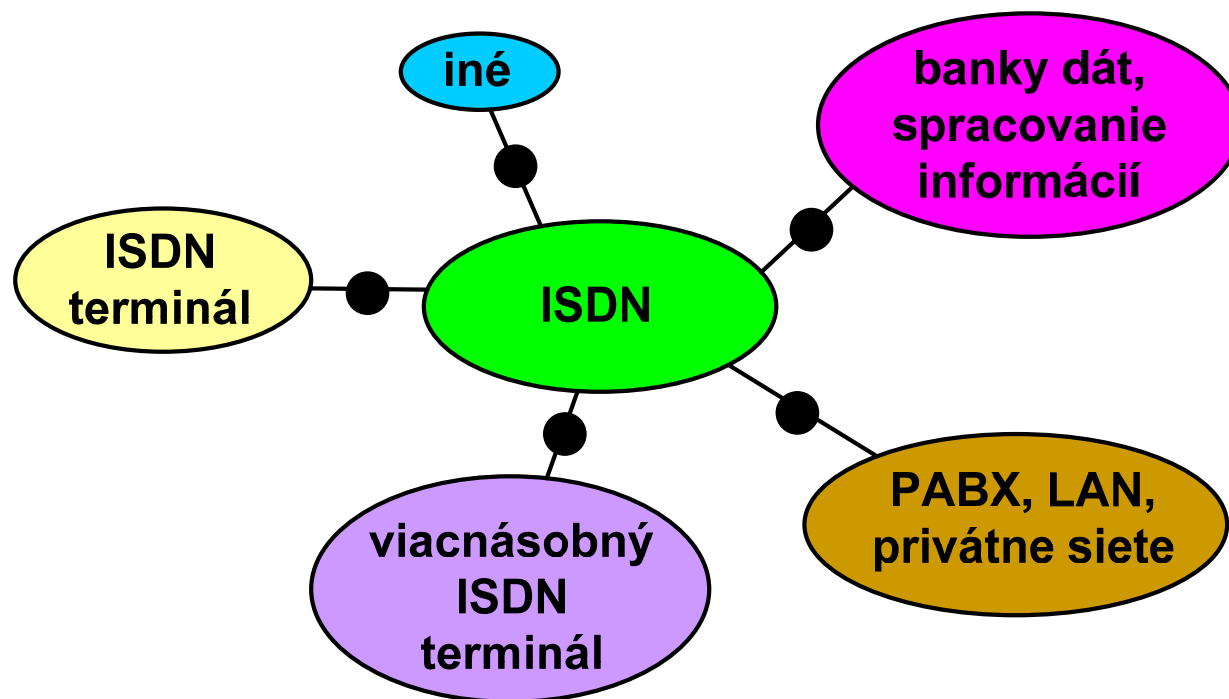
**Manažmentová rovina** (M) - celkový dohľad nad sieťou a nad ostatnými rovinami.

Vzhľadom na to, že ISDN je synchrónna sieť s prepájaním okruhov, používa (až na niektoré výnimky) prvé tri vrstvy na komunikáciu.



## Používateľské rozhranie - UNI

### UNI (User Network Interface)



Možné prípady používateľských rozhraní UNI

## Používateľské rozhranie - UNI

- jednoduchý ISDN terminál,
- viacero ISDN terminálov cez viacnásobnú účastnícku prípojku,
- neverejná telekomunikačná sieť,
- špeciálne zariadenia (napr. systémy na spracovanie informácií),
- ...

### **UNI podporuje univerzálnosť siete:**

- to isté rozhranie používajú rôzne typy terminálov a rôzne aplikácie,
- prenositeľnosť terminálov,
- umožňuje ďalší vývoj zariadení,
- spojenie ISDN sietí s inými typmi sietí.

## Používateľské rozhranie - UNI

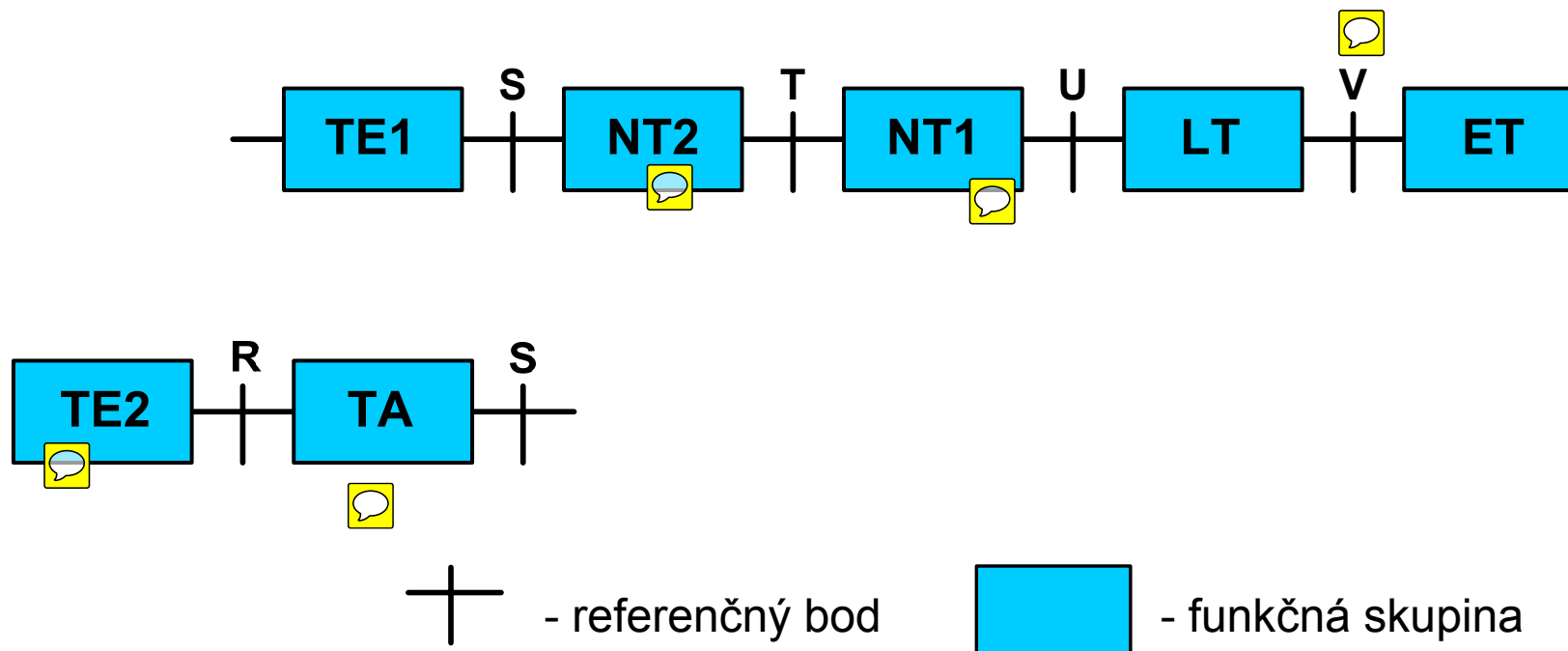
**Referenčné konfigurácie** - konfigurácie vhodné na identifikáciu rôznych fyzických používateľských prístupov k ISDN.

**Funkčné skupiny** - množiny funkcií, ktoré môžu byť vyžadované na používateľskom prístupe k ISDN.

**Referenčné body** - koncepčné body, ktoré oddeľujú funkčné skupiny. (referenčné body môžu zodpovedať fyzickým rozhraniám medzi prístrojmi)

## Používateľské rozhranie - UNI

### Základná referenčná konfigurácia pre ISDN



## Používateľské rozhranie - UNI

### **TE (Terminal Equipment) - Terminálové zariadenie**

(digitálne telefóny, dátové terminály, pracovné stanice)

- spracovanie protokolov,
- funkcie údržby a rozhrania,
- funkcie pre spojenie k iným zariadeniam.

### **TE1 (ISDN zariadenie)**

- zahŕňa funkcie TE a má rozhranie zodpovedajúce ITU-T odporúčaniam.

### **TE2 (nie ISDN zariadenie)**

- zahŕňa funkcie TE, ale má rozhranie, ktoré nezodpovedá ITU-T odporúčaniam.

## Používateľské rozhranie - UNI

### TA (Terminal Adaptor) - Terminálový adaptér

- slúži na pripojenie TE2 na ISDN UNI rozhranie,
- medzi referenčnými bodmi R a S, R a T.

### NT1 (Network Termination 1) - Sieťové ukončenie 1

- zahŕňa funkcie fyzickej vrstvy Referenčného modelu OSI,
- ukončenie prenosových liniek,
- údržba a monitorovanie vo vrstve 1,
- časovanie (synchronizácia),
- prenos napájacieho napätia,
- multiplexovanie vo vrstve 1,
- ukončenie účastníckeho rozhrania.

## Používateľské rozhranie - UNI

### NT2 (Network Termination 2) - Sieťové ukončenie 2

- zahŕňa funkcie fyzickej vrstvy RM OSI, ale aj vyšších vrstiev,
- vo funkcii NT2 sú PABX, LAN, ...,
- spracovanie protokolov vo vrstve 2 a 3,
- multiplexovanie vo vrstve 2 a 3,
- spojovanie,
- koncentrácia,
- funkcie údržby a monitorovania,
- ukončenie účastníckeho rozhrania.

## Používateľské rozhranie - UNI

### LT (Line Termination) - Linkové ukončenie

- ukončenie prenosových liniek z UNI v spojovacom zariadení, z hľadiska prenosových funkcií,
- napájanie NT,
- napájanie regenerátorov na prenosových linkách,
- slučkové testy pre linky,
- regenerácia signálov,
- konverzie kódov.



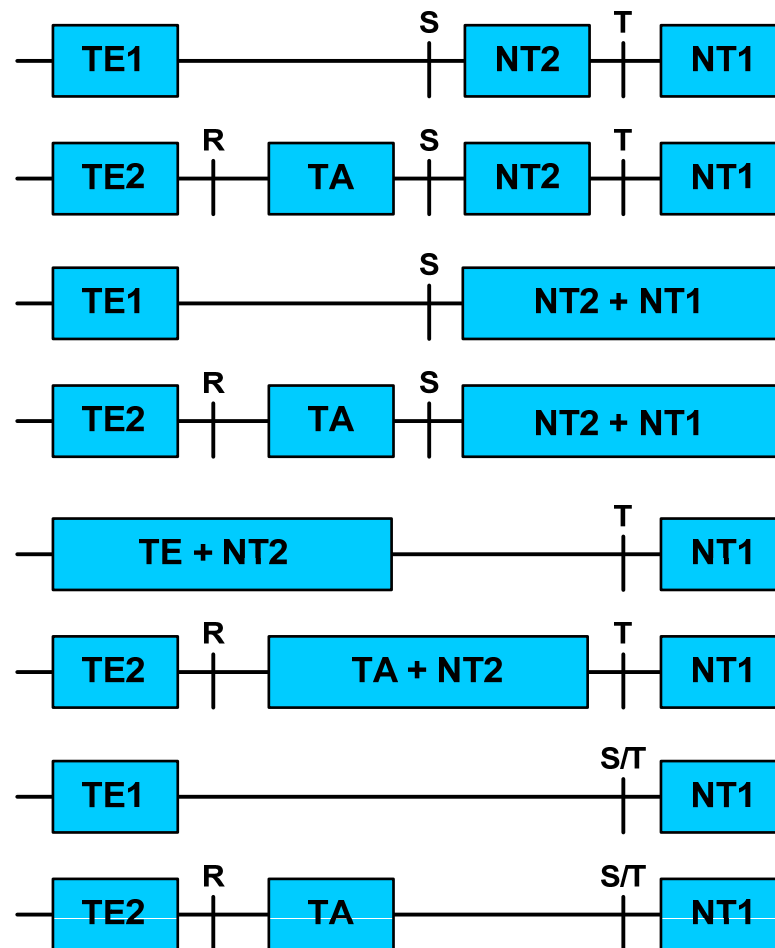
## Používateľské rozhranie - UNI

### ET (Exchange Termination) - Ústredňové ukončenie

- ukončenie prenosových liniek z UNI v spojovacom zariadení z hľadiska riadenia.

Používateľské rozhranie - UNI

varianty  
referenčnej  
konfigurácie



## Kanály na UNI

### B kanál

- prenos používateľskej informácie,
- prenosová rýchlosť 64 kbit/s,
- pri prenose s prepájaním okruhov nikdy nenesie signalizačnú informáciu,
- B kanály môžu poskytovať viacero komunikačných módov: prepájanie okruhov, prepájanie paketov, semipermanentné spojenia.

## Kanály na UNI

### D kanál

- prenos signalizácie v móde prepájania okruhov,
- prenosová rýchlosť je 16 kbit/s, alebo 64 kbit/s  
(závisí od typu prístupu do siete),
- je paketovo orientovaný,
- v móde prepájania paketov môže slúžiť na prenos používateľskej informácie.

## Kanály na UNI

### H kanál

- prenos používateľskej informácie,
- prenosové rýchlosti sú násobkami základného B kanála,

$H_0$  kanál: 384 kbit/s (6 x B kanál)

$H_1$  kanál:  $H_{11}$  1536 kbit/s (24 x B kanál)

$H_{12}$  1920 kbit/s (30 x B kanál)

- prenos a prepájanie signálov: video (telekonferencia), rýchly prenos dát, kvalitné audio, multiplex viacerých signálov.

## Prístupy na UNI

### Základný prístup (Basic Rate Access - BRA)

(Basic Rate Interface - BRI)

- $2B + D$  ( $2 * 64 \text{ kbit/s} + 16 \text{ kbit/s}$ ),
- B kanály sú využívané nezávisle od seba.

### Prístup primárnym multiplexom (Primary Rate Access - PRA)

(Primary Rate Interface - PRI)

- rozdielne štandardy pre Európu a pre USA,
- prenosová rýchlosť pre B a D kanál je  $64 \text{ kbit/s}$ ,
- T1 ( $1544 \text{ kbit/s}$ ):  $23B + D$ ,
- E1 ( $2048 \text{ kbit/s}$ ):  $30B + D$ .

## Prístupy na UNI

### Prístup primárnym multiplexom $H_0$

- kombinácia  $H_0$  kanálov + D kanál (alebo bez D kanála),
- prenosová rýchlosť D kanála je 64 kbit/s.
- 1544 kbit/s ( $4 \times H_0$ )
- 2048 kbit/s ( $5 \times H_0 + D$ )

### Prístup primárnym multiplexom $H_1$

- použitie kanála  $H_{11}$  (1536 kbit/s), alebo  $H_{12}$  (1920 kbit/s),
- v prípade potreby signalizácie sa použije D kanál (64 kbit/s) mimo tohto prístupu.