

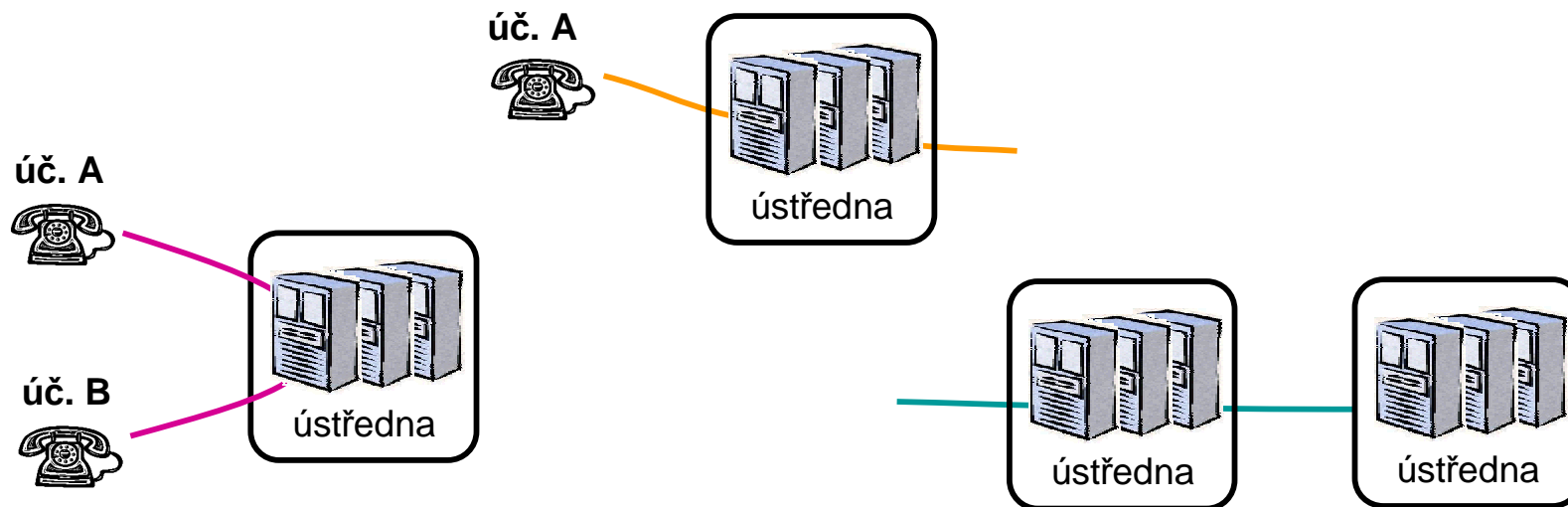
# Digitální spojovací systémy

Robert Bešťák



# Spojovací systémy

- Spojovací systémy (=ústředny) slouží k propojení
  - Ø Účastnických přípojek při vnitřním spojení účastníků téže ústředny
  - Ø Úč. přípojek s ochozím vedením do jiné ústředny (tzv. odchozí spojení) nebo příchozích vedení z jiné ústředny s úč. přípojkou (tzv. příchozí spojení)
  - Ø Příchozích a odchozích vedení (tranzitní spojení)



*Propojování přípojek se provádí na základě analýzy úč. čísla volaného, které se předává prostřednictvím úč. signalizace*

# Ústředny

- Ústředny se propojují do sítí.
  - Typy ústředen (...dle umístění v síti)
    - Ø Koncové
    - Ø Hybridní
    - Ø Tranzitní (průchozí)
- } Připojují koncová zařízení pomocí přístupové sítě
- } Propojují ústředny

# Části spojovacího systému

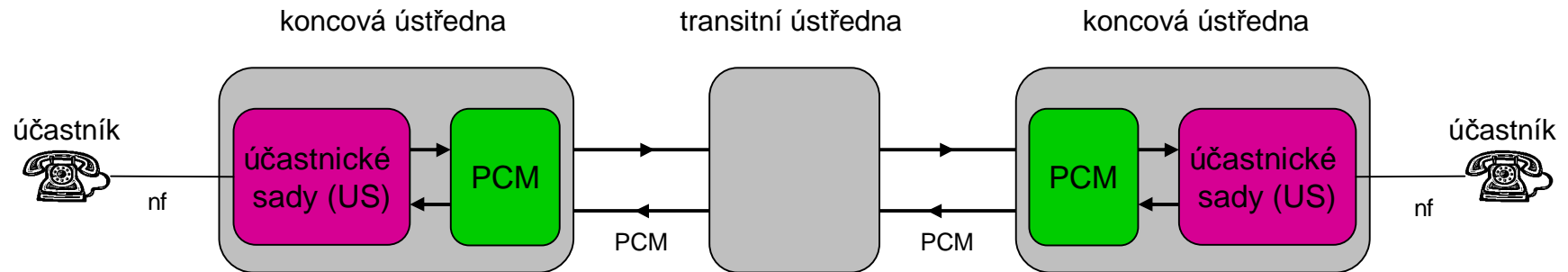
- **Spojovací pole**
  - Ø Skládá se ze spínacích prvků sloužících s sestavování spojení
  - Ø Pro každé spojení se vytváří spojovací cesta mezi výchozím a cílovým bodem spojení
- **Řízení**
  - Ø Koordinuje veškerou činnost spojovacího systému (včetně diagnostiky)

# Spojovací systémy - generace

- 1. generace
  - ∅ Plně decentralizované řízení od spojovacích cest (každá spoj. cesta je vybavena řídicími složkami pro sestavení, udržování, a zrušení spojení)
  - ∅ ČR - voličové systémy (P51)
- 2. generace
  - ∅ Částečná centralizace řízení do registrů a zejména určovatelů (registr slouží k příjmu volených číslic, které předává určovateli, v určovatelích se koncentrují některé řídicí funkce, určovatel sestavuje spojení a slouží pro větší počet spojovacích cest)
  - ∅ ČR (od 1970) - systémy s křížovými spínači (PK201, PK21)
- 3. generace
  - ∅ Programové řízení s prostorově děleným spojovacím polem, (elektromechanické prvky (spínače s jazýčkovými kontakty), elektronické spínací prvky)
  - ∅ ČR (do roku 1998) - tranzitní a mezinárodní ústředna AKE 13
- 4. generace ...digitální spojovací systémy
  - ∅ Programové řízení se spojovacím polem s časovým dělením (využití PCM)
  - ∅ ČR (od 1992) – S12 (Alcatel SEL), EWSD (Siemens)  
... *Během r. 2002 byla dokončena celková digitalizace české veřejné tel. sítě* (SPT Telecom)

# Digitální spojovací systém

- Digitální spojovací systémy vznikly na základě požadavku používat stejný princip digitálního přenosu ve spojovacím i přenosovém zařízení (spojování a přenos signálů PCM)
- Přeměna A/D signálu → účastnická sada

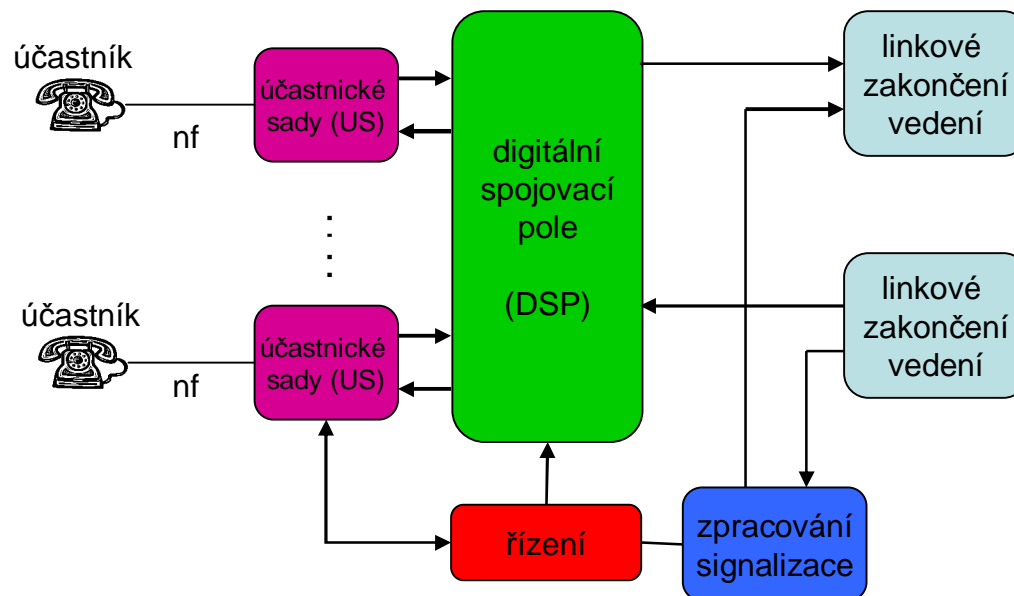


# Funkce a realizace účastnické sady

- Každá US plnit funkce
  - Ø B (Battery) – stejnosměrné napájení účastnického vedení
  - Ø O (Overvoltage) – ochrana proti přepětí
  - Ø R (Ringing) – vyzvánění
  - Ø S (Supervision) – dohled
  - Ø C (Coding) – kódování (digitalizace PCM)
  - Ø H (Hybrid) – vidlice (oddělení směru přenosu)
  - Ø T (Testing) – diagnostika
- U přípojek ISDN je funkce C přesunuta do digitálního úč. přístroje
- Funkce BORSCHT (či BORSHT) se v US realizuje pomocí obvodů
  - Ø SLIC (Subscriber Line Interface Circuit) a
  - Ø SLAC (Subscriber Line Audio Processing Circuit)...uvedené obvody kromě procesu kódování a dekódování provádějí i digitální filtraci

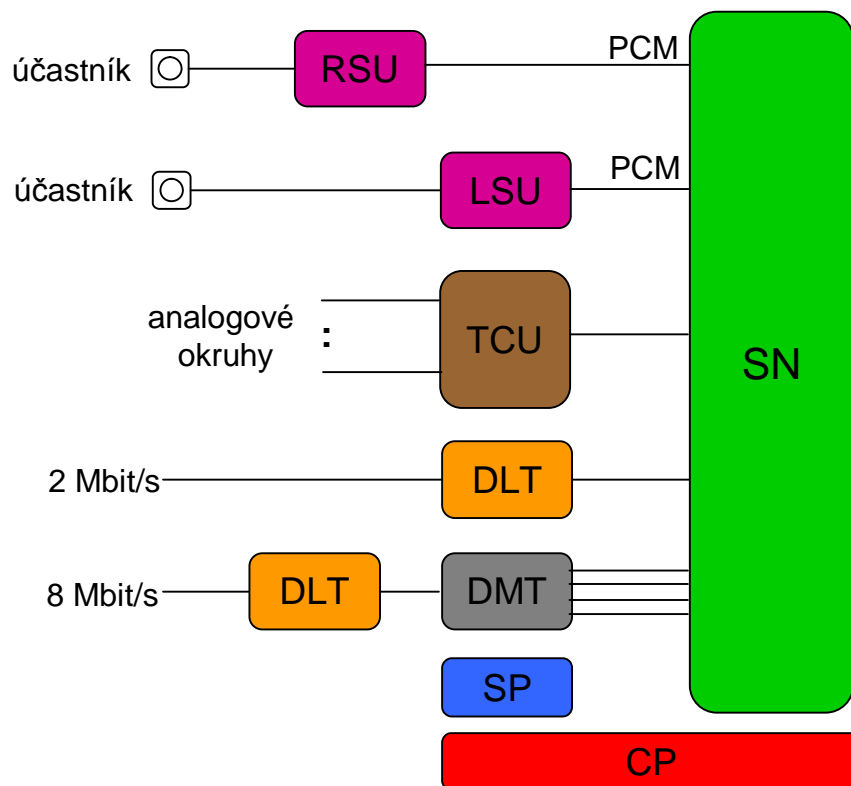
# Účastnická skupina (USk)

- Účastnická skupina (USk) = **Úč. Sady (US)** + **digitální spojovací pole (DSP)**
  - ∅ Odchozí volání – DSP pracuje jako koncentrační stupeň
  - ∅ Příchozí volání – DSP pracuje jako expandní stupeň
- Na účastnickou skupinu je zapojen určitý počet úč. vedení (dvoudrátových)
- Mezi DSP USk a centrálním DSP ústředny je 1 ÷ více PCM 30/32





# Uspořádání spojovacího systému (1/2)



Účastnické přípojky jsou připojeny na RSU nebo LSU

∅ Připojení k centrálnímu DSP pomocí PCM 30/32 (1.řád) nebo PCM 100/128 (2.řád)

Analog. dvoudrátové nebo čtyřdrátové okruhy se připojují prostřednictvím TCU

Dig. okruhy se připojují přes DLT, které tvoří linková zakončení těchto vedení

∅ DLTs přizpůsobí (elektricky) přenášené signálů PCM a zajišťují synchronizaci signálů přijímaných z příchozích vedení

SP přijímá signalizaci přicházející

∅ do ústředny z vedení a předává ji CP  
∅ z CP a vysílá ji přes DLT do vedení

**RSU** (Remote Subscriber Unit) – vzdálená úč. skupina

**LSU** (Local Subscriber Unit) – místní úč. skupina

**TCU** (Trunk Connection Unit) – sada analog. spojovacích vedení

**DLT** (Digital Line Terminal) – sada dig. spojovacích vedení

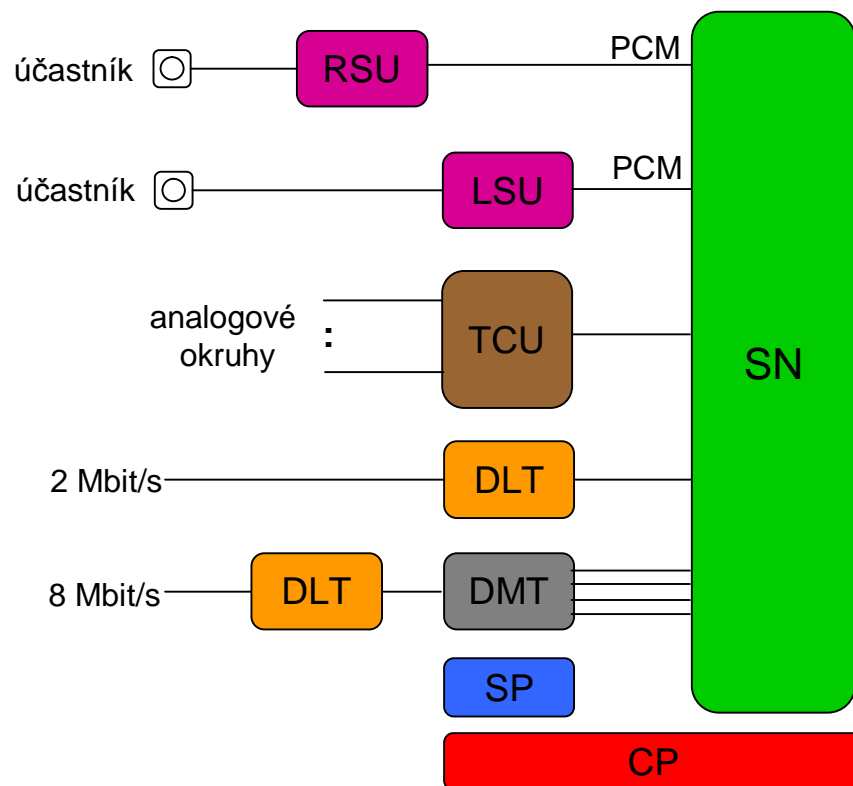
**DMT** (Digital Multiplex Terminal) – sada dig. mult. zařízení

**SP** (Signal Processing) – zpracování signalizace

**CP** (Central Processor) – programové řízení

**SN** (Switch Network) – centrální DSP

# Uspořádání spojovacího systému (2/2)



## Centrální DSP

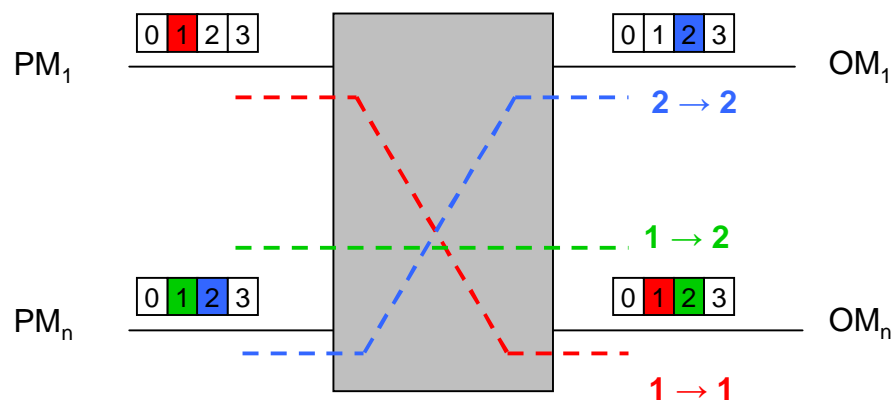
- Ø Realizuje (dočasné) propojování příchoďů (vstupů) s východy (výstupy)
- Ø Propojuje kanály s přen. rychlostí 64 kbit/s
  - Ø Na vstupu multiplexy PCM 1. řádu
  - na výstupu multiplexy PCM 1. řádu
- Ø Každé spojení musí umožňovat obousměrný přenos informací
  - Ø 1 obousměrné spojení = 2 cesty v SN (každá cesta pro jeden směr)
- Ø Digitální spojování má vždy charakter čtyřdrátového spojení

**RSU** (Remote Subscriber Unit) – vzdálená úč. skupina  
**LSU** (Local Subscriber Unit) – místní úč. skupina  
**TCU** (Trunk Connection Unit) – sada analog. spojovacích vedení  
**DLT** (Digital Line Terminal) – sada dig. spojovacích vedení

**DMT** (Digital Multiplex Terminal) – sada dig. mult. zařízení  
**SP** (Signal Processing) – zpracování signalizace  
**CP** (Central Processor) – programové řízení  
**SN** (Switch Network) – centrální DSP

# Funkce digitální spojovací pole

1. Směřovat osmibitové slovo v určité časové poloze příchozího multiplexu (PM) do libovolného odchozího multiplexu (OM) v nezměněné poloze
2. Změnu časové polohy při směrování osmibitového slova z příchozího multiplexu do libovolného odchozího multiplexu

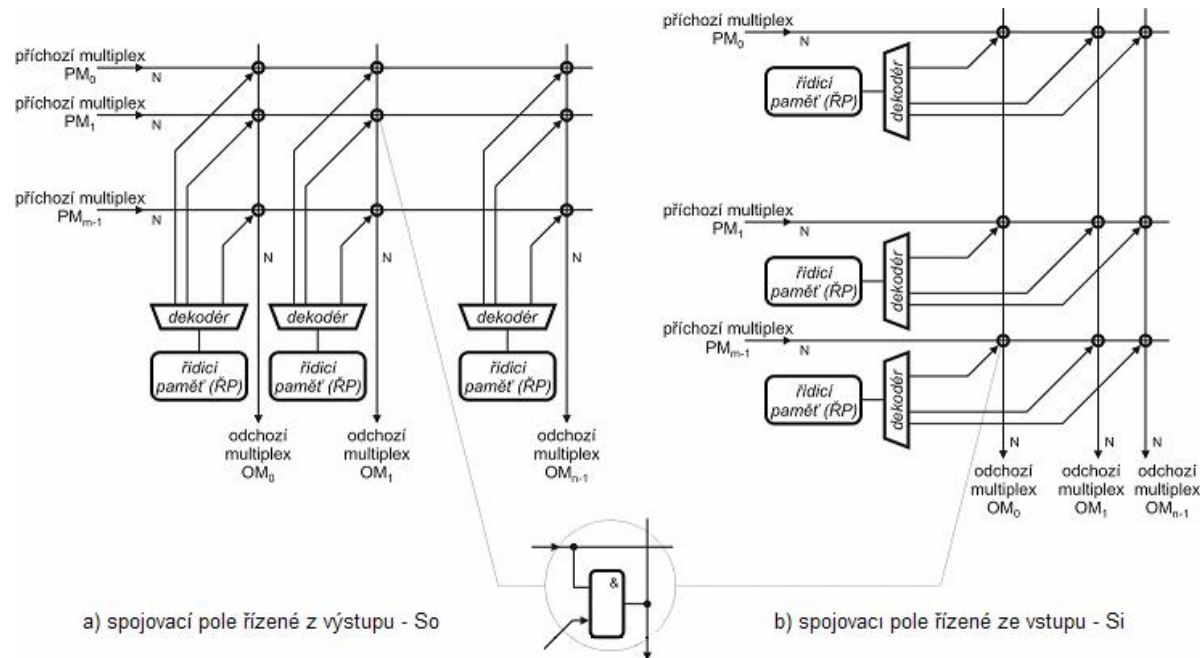


# Typy spojovacích polí

- **Prostorové spojovací pole S (Space)**
  - Ø Umožňuje pouze přesměrování 8 bit. slov určité časové polohy ze vstupního rámce do stejné časové polohy libovolného výstupního rámce
- **Časové spojovací pole T (Time)**
  - Ø Umožňuje transformovat vstupní časovou polohu na libovolnou jinou časovou polohu ve výstupním rámci

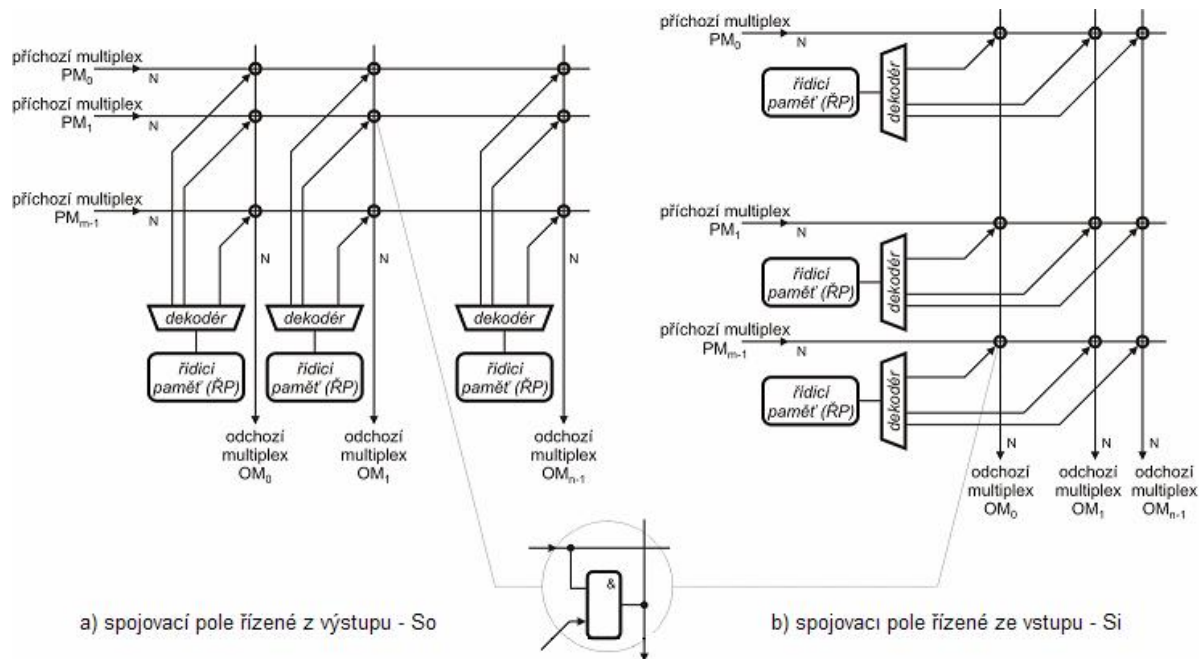
# Prostorové spojovací pole S (1/2)

- Křížové spojovací pole  $m \times n$
- Na vstupech a výstupech se pracuje s  $N$  kanálovými intervaly (např.  $N=32$ )
- Osmibitová slova se z každého PM směřují do OM beze změny časové polohy
  - Ø Hradla v křížových bodech se otevírají po dobu trvání kanálového intervalu
  - Ø Osmibitová slova se přes pole S přenášejí zpravidla v sériovém tvaru
- Řízení pole - pomocí řídicí paměti (ŘP), ŘP je přiřazena k výstupům ( $S_o$ ) nebo ke vstupům ( $S_i$ )



# Prostorové spojovací pole S (2/2)

- Z každé řídicí paměti (ŘP) se čte na začátku každého kanálového intervalu slovo, které působí na dekodér po celou dobu kanálového intervalu
  - Ø Dekodér převede slovo do kódu 1 z m nebo do kódu 1 z n
  - Ø Dekodér otevře jedno ze součinnových hradel, přes které projde osmibitové slovo z VM do OM
- Počet slov uložených v ŘP (tj. počet adres ŘP) = počet kanálových intervalů N
  - Ø Na začátku kanálového intervalu  $i$ , se čte z  $i$  adresy ŘP (ŘP se adresují cyklicky z generátoru adres)



# Časové spojovací pole T

- Časový spínač, který umožňuje měnit časové polohy
- Časový spínač = paměť RWM (Read-Write Memory)
- Základem spínače je paměť hovoru (PH), do které se ukládají 8 bit. slova vstupního multiplexu (VM)
  - Ø Kapacita PH = kapacitě VM (např. spínač s 1 vstupním a 1 výstupním multiplexem má PH s kapacitou 32×8 bitů)

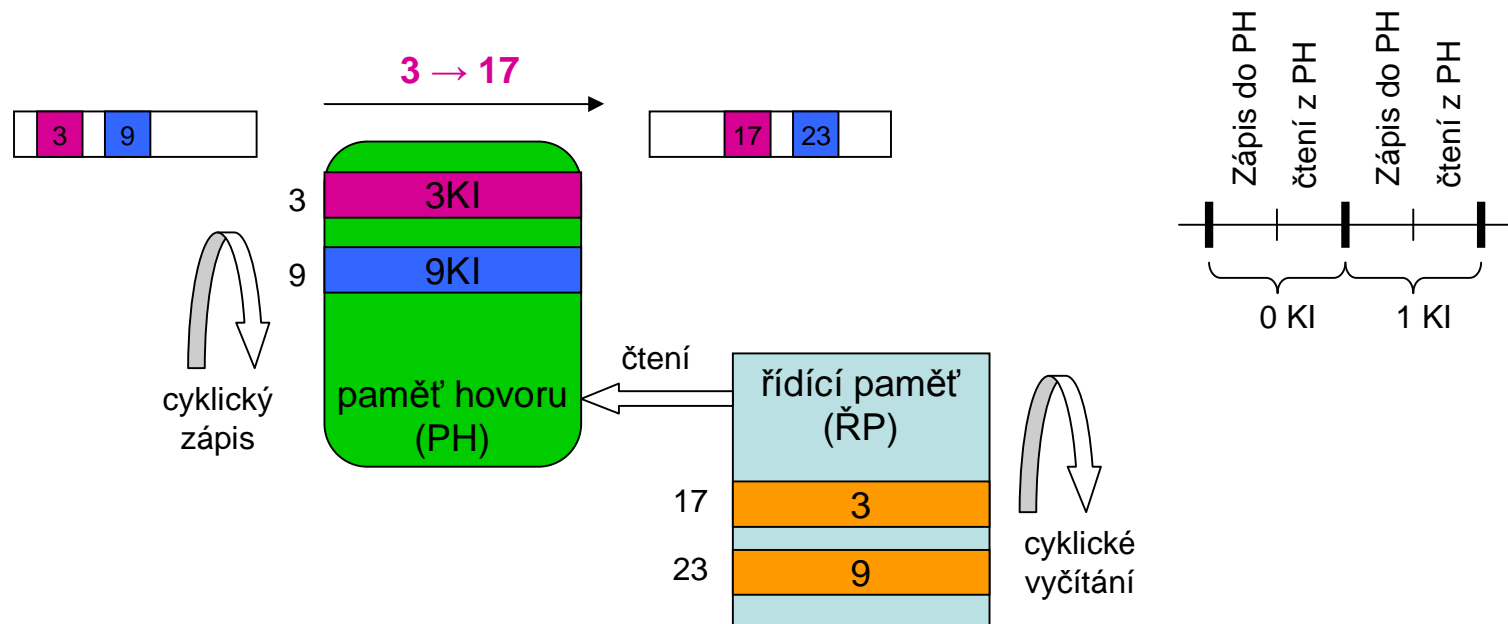
Pro změnu časové polohy se používají dva typy polí T

Ø Pole  $T_R$  (Time read)

Ø Pole  $T_W$  (Time write)

# Časové spojovací pole $T_R$

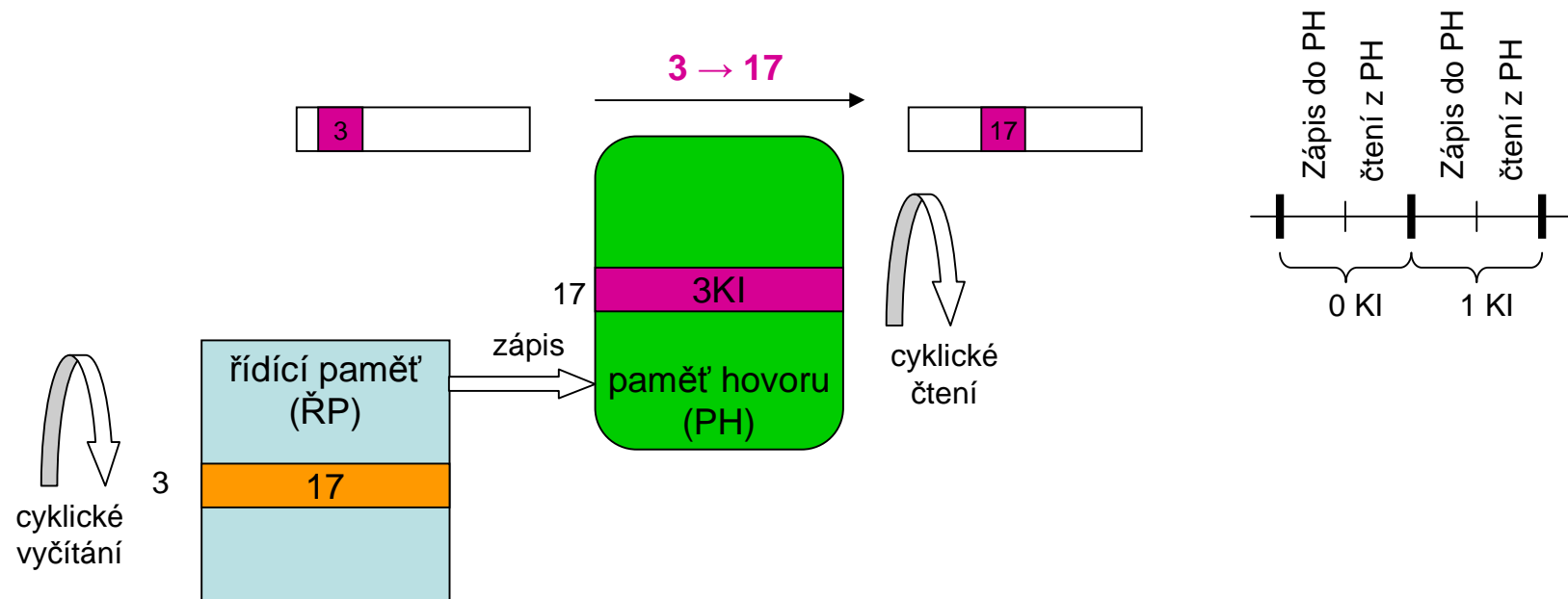
- **Cyklický zápis a řízené čtení**
- **Zápis**
  - ∅ Zápis 8 bit. slov na adresy PH v pořadí, ve kterém přicházejí kanálové intervaly
  - ∅ Např. 3 KI VM se zapíše do 3 paměťové buňky PH
- **Čtení**
  - ∅ Čtení řízeno řídicí pamětí (ŘP)
  - ∅ Např. v době 17 KI OM se vyčte 3 paměťová buňka PH





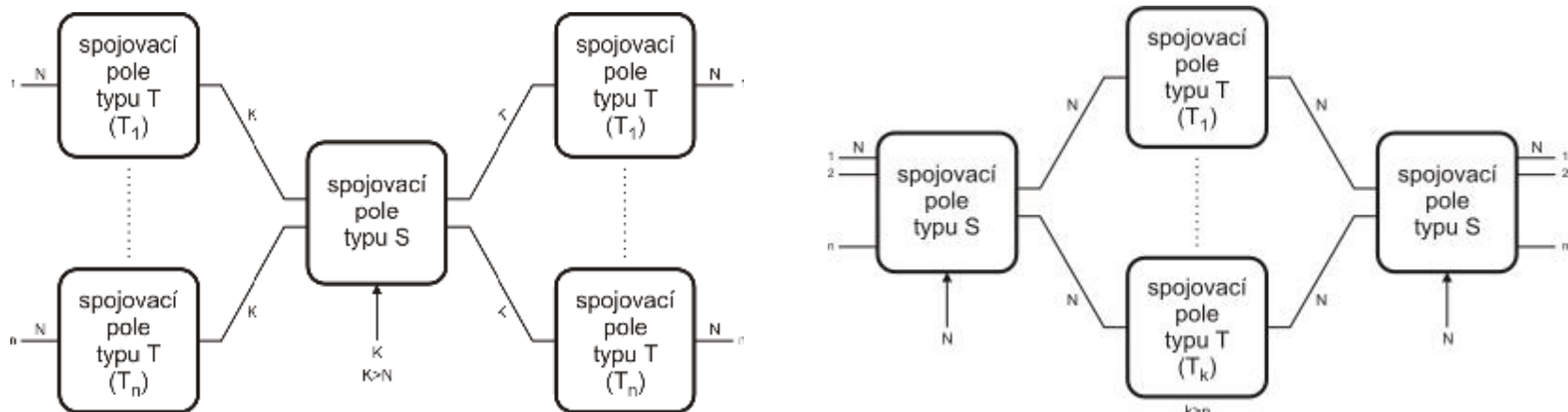
# Časové spojovací pole $T_w$

- Řízený zápis a cyklické čtení
- Zápis
  - ∅ Zápis do PH je řízen ŘP, 8 bit. slova se zapisují do PH na adresy ze kterého se budou vysílat
  - ∅ Např. 3 KI VM se zapíše do 17 paměťové buňky PH
- Čtení
  - ∅ Čtení z PH je cyklické
  - ∅ Např. v době 17 KI OM se vyčte 17 buňky PH



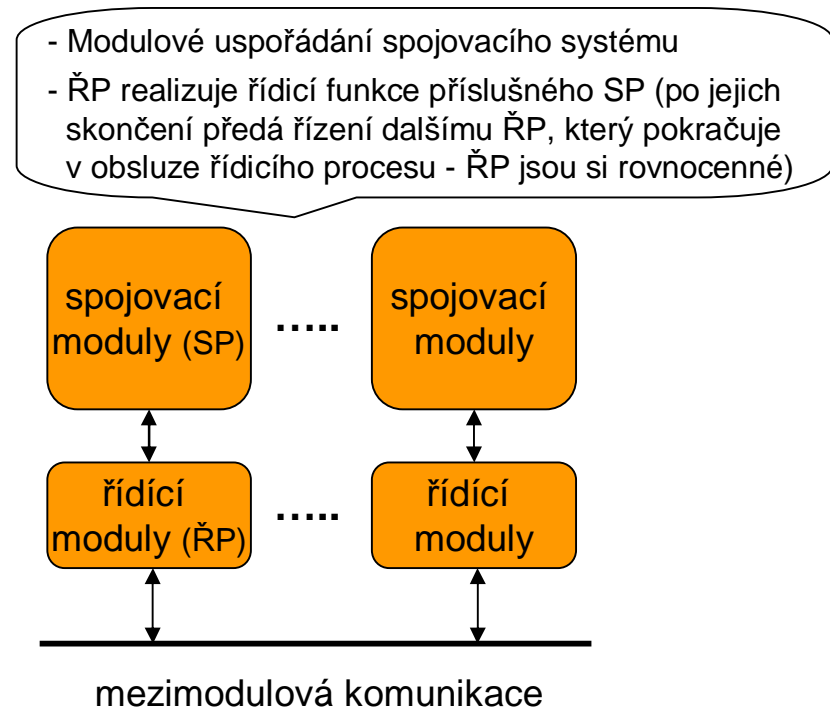
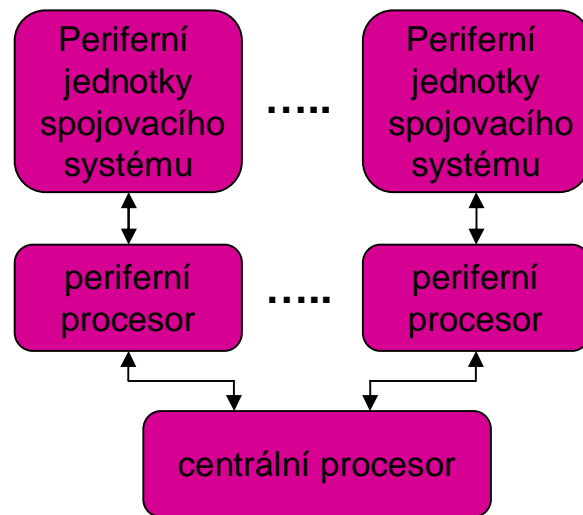
# Časový spojovací modul (T modul)

- T-modul má oproti T-spínači větší počet VM a OM
- Uspořádání paměti hovoru v T-modulu
  - ∅ Dělená PH (v každém VM resp. OM je jedna paměť)
  - ∅ Soustředěnou PH (jediná paměť pro všechny VM resp. OM)
- Řazením modulů T a S do kaskád vznikají vícečláňková pole
  - ∅ Malé a střední ústředny - tříčláňkové pole (TST, STS)
  - ∅ Velké ústředny - pětičláňkové pole (TSSST) nebo vícečláňková pole s modulů T



# Programové řízení spojovacích systému

- Programové řízení (...3 a 4 generace)
  - ∅ Centralizované řízení s jedním (zdvojeným) řídicím procesorem
  - ∅ Centralizované řízení s multipočítačovým uspořádáním
  - ∅ **Decentralizované řízení s hierarchickým uspořádáním řídicích procesorů (systém EWSD)**
  - ∅ **Distribuované řízení (systém S12)**



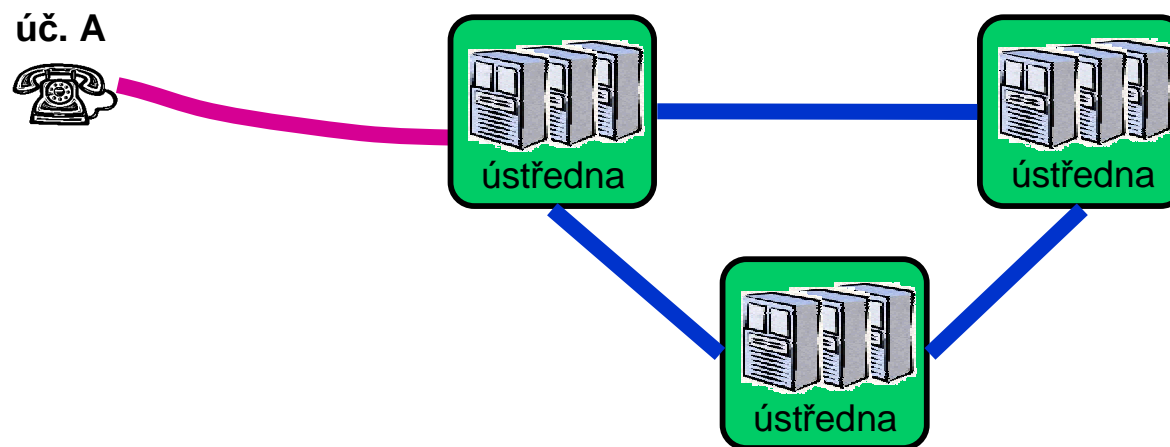
# Signalizace

- Účel signalizace
  - Ø Vyjádřit určitý soubor řídicích signálů a dále tyto signály přenášet mezi jejich zdroji a cíli za účelem sestavování, udržování a zrušení spojení
- Podmínkou realizaci mezinárodního spojování → sjednocení signalizace
- Signalizační systémy
  - Ø CCITT č.1 (signalizace pro manuální spojování)
  - Ø CCITT č.2, č.3 a č.4 (signalizace pro poloautomatické spojování)
  - Ø CCITT č.5 (signalizace pro automatické spojování v systémech 2. generace)
    - § Varianta R1 (USA, Kanada)
    - § Varianta R2 (Evropa)
  - Ø CCITT č.6 (signalizace pro automatické spojování v systémech 3. generace)
    - § 60 léta
  - Ø **CCITT č.7 , SS7**, (signalizace pro digitální spojovací systémy)
    - § První doporučení 1980
    - § Rozpracováván ITU-T

Jednotně specifikována signalizace v mezinárodní síti, ale existuje řada národních variant jednotlivých signalizačních systémů

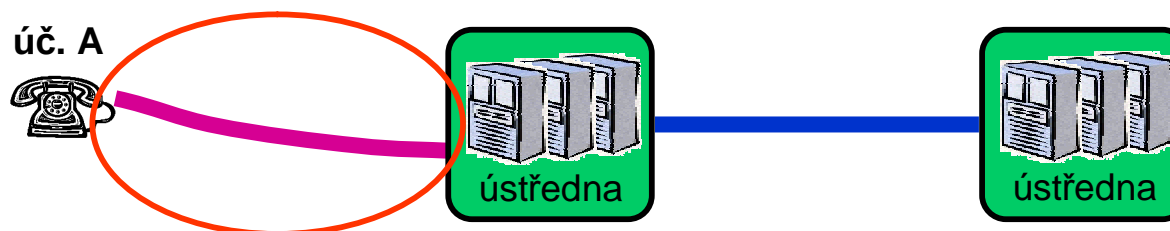
# Typy signalizací

- Podle místa se signalizace dělí
  - Ø Signalizaci na účastnických vedeních (účastnická)
  - Ø Vnitřní signalizaci v ústředně (...někdy označovaná jako mezistupňová)
  - Ø Signalizaci mezi ústřednami (síťová)



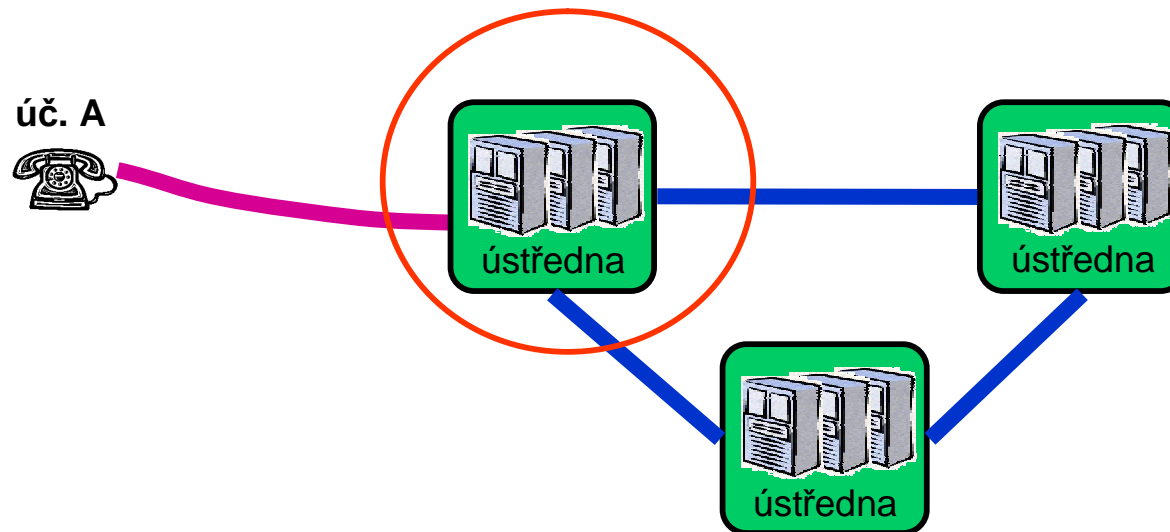
# Účastnická signalizace

- Analogová přípojka
  - Ø Vedení volajícího účastníka
    - § Volání (vyzvednutí mikrotelefonu, uzavření stejnosměrné smyčky)
    - § Volba (impulsní, tónová (multifrekvenční volba))
    - § Závěr (zavěšení mikrotelefonu, otevření stejnosměrné smyčky)
  - Ø Vedení volaného účastníka:
    - § Vyzvánění (účastník je volán)
    - § Přihlášení (vyzvednutí mikrotelefonu, uzavření stejnosměrné smyčky)
    - § Závěr (zavěšení mikrotelefonu, otevření stejnosměrné smyčky)
- Digitální přípojka (ISDN, ...BRA, PRA)
  - Ø Signalizace po signalizačním kanálu D pomocí signalizačního systému DSS1 (Digital Subscriber Signalling System)



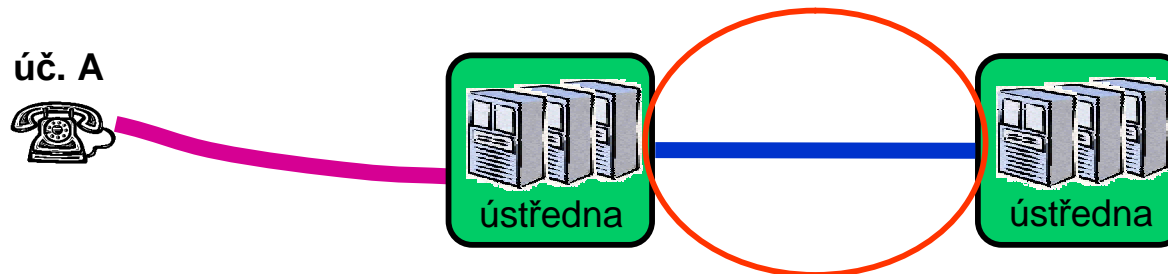
# Vnitřní signalizace v ústředně

- **Není jednotně specifikována**, záleží na výrobci spojovacího systému  
→ je ovšem třeba dodržovat doporučení, týkající se řídicích signálů, které přecházejí do mezinárodní sítě



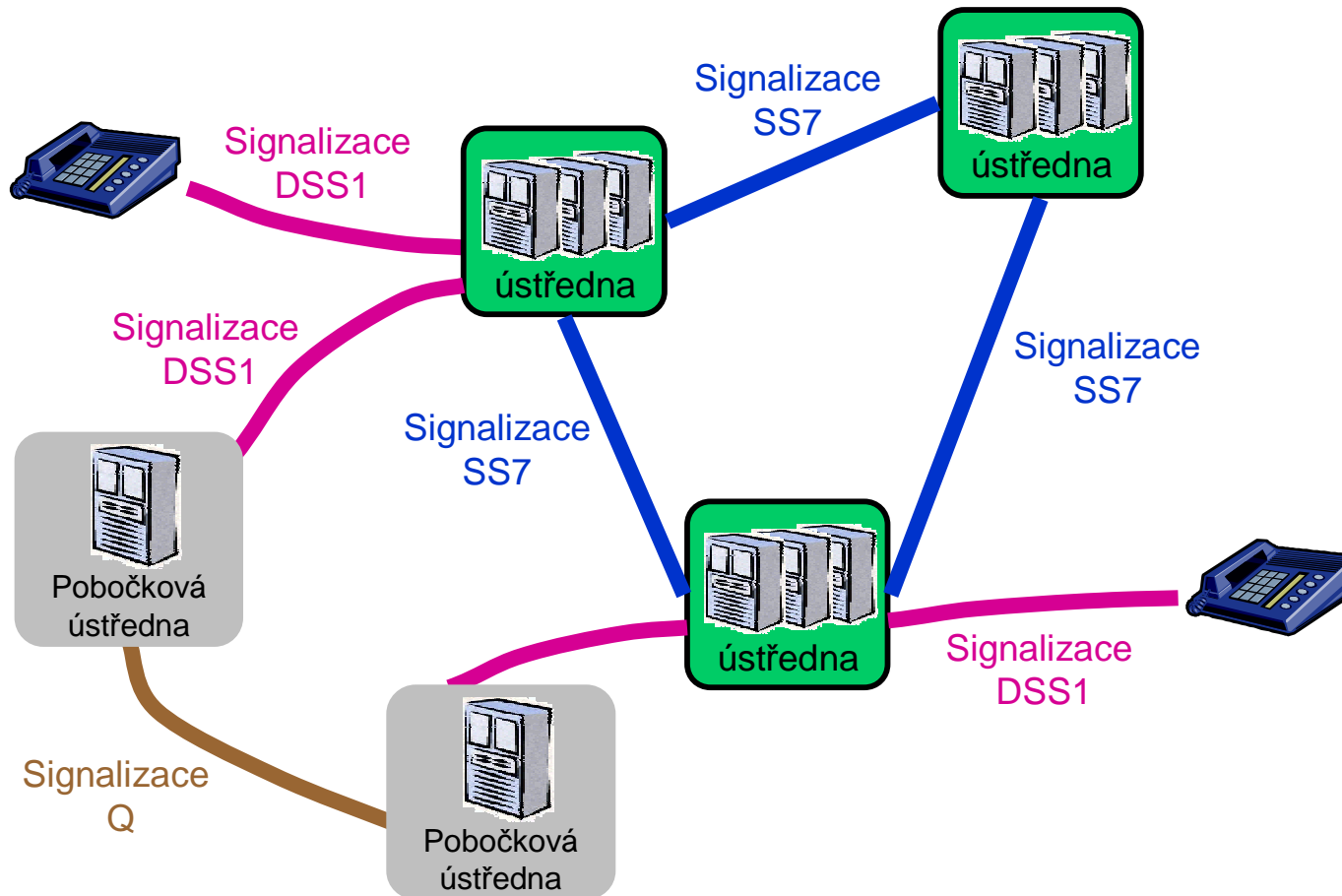
# Signalizace mezi ústřednami

- Pro digitální systémy 4. generace existují dva typy
  - Ø **Signalizace CAS** (Channel Associated Signalling)  
*Signalizace přidružená hovorovým kanálům*
    - § Signalizace se přenáší po hovorovém nebo po přidruženém signalizačním k. (16. kanálový interval) s vyjádřením příslušnosti k hovorovému k.
  - Ø **Signalizace CCS** (Common Channel Signalling)  
*Signalizace po společném signalizačním kanálu*
    - § Na tomto principu pracuje signalizační systém **SS7** společným signalizačním k. může být libovolný k. systému PCM 30/32 (kromě kanálu 0)
      - 1 signalizační k. obslouží cca 1000 až 2000 kanálů (podle druhu provozu)

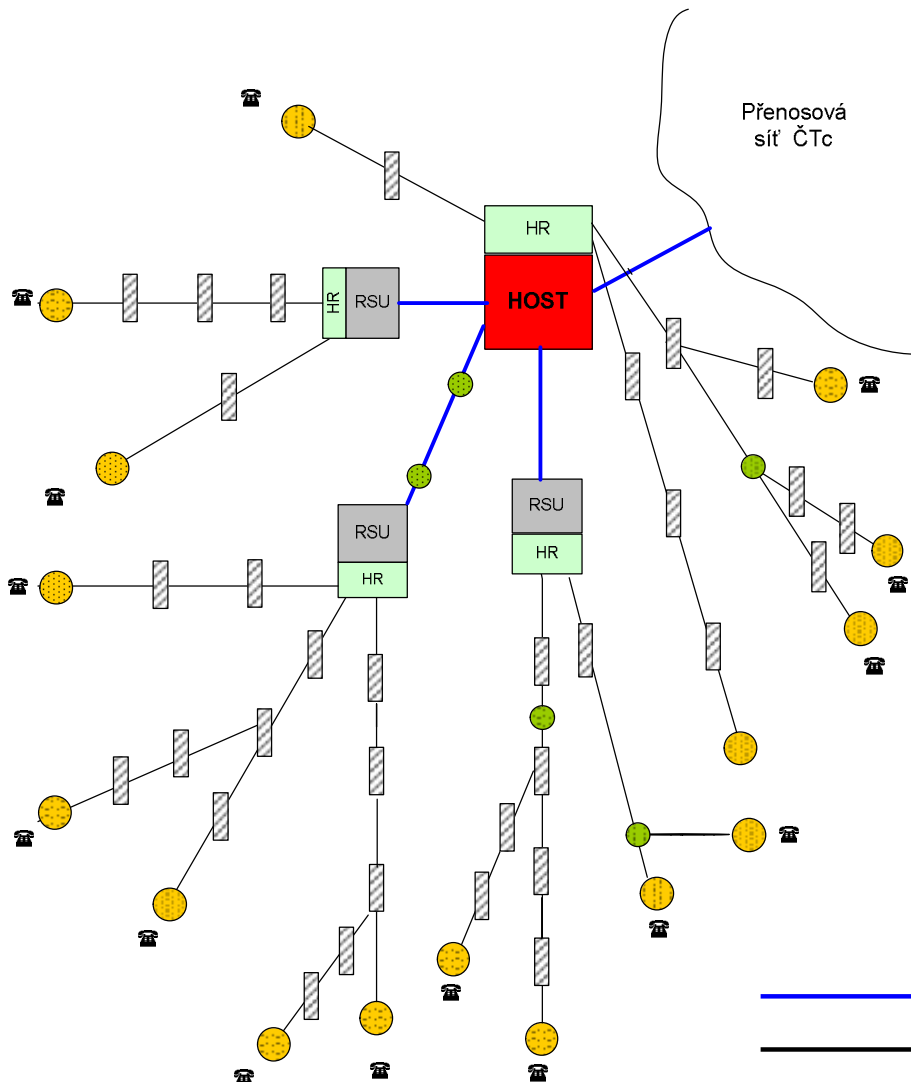




# Příklad signalizací



# Struktura sítě (český Telecom)



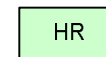
## HOST - Řídící ústředna

Typická kapacita: 10 000 účastníků  
Počet HOST v síti: ..



## RSU – vzdálená úč. jednotka

Typická kapacita: 10 000 účastníků  
Počet RSU v síti: ..



## HR – Hlavní rozvaděč ústředny

Typická kapacita: dle HOST / RSU  
Počet v síti: počet HOST + RSU.



## Rozvaděč v síti

Typy rozvaděčů :

Dřívější striktně hierarchické členění

- Traťový – kapacita: - tisíce párů
- Síťový – kapacita - stovky párů
- Účastnický – kapacita - jednotky párů



## Kabelová spojka

Typicky používána pro navazování kabelů  
Lze ji využít i pro větvení přístupové sítě



## Koncový bod sítě

Fyzický spojovací bod mezi sítí provozovatele a sítí zákazníka  
Dle definice je tento bod určen specifickou síťovou adresou, která může být spojena s číslem nebo se jménem účastníka.  
Počet koncových bodů v síti ČTc.: cca. 4 mil.



Optický kabel



Metalický kabel