



# Spojovací soustavy

## přednáška č.7.

Studijní podklady k předmětu „ Spojovací soustavy “ pro studenty katedry elektroniky a telekomunikační techniky

## Obsah

Obsah.....	2
10. Digitální spojovací pole .....	3
10.1. principy číslicového spojování: .....	3
10.1.1. pevné přiřazení.....	3
10.1.2. přidělování různých čas. kanálů jednotlivým vstupům.....	4
10.2. Základní články číslicového spojovacího pole .....	4
10.2.1. Časový spínač T.....	4
10.2.2. Prostorový článek S.....	5
10.3. Časový spínač T .....	5
10.3.1. Časový článek řízený z výstupu - Tr.....	6
10.3.2. Časový článek řízený ze vstupu - Tw .....	7
10.3.3. Sdružený čas. spínač .....	7
10.4. Prostorový článek S .....	7
10.4.1. Prostorový článek řízený z výstupu - So.....	8
10.4.2. Prostorový článek řízený ze vstupu - Si.....	8
10.5. Vícečláneková spojovací pole.....	9
10.5.1. Dvoučláneková spoj. pole.....	9
10.5.2. Tříčláneková spoj. pole.....	10
10.5.3. Spoj. pole pětičláneková.....	11
10.6. Způsoby spojování v číslicovém spojovacím poli .....	11
10.6.1. Paralelní propojování.....	11
10.6.2. Hybridní zapojení.....	12
10.7. Spojovací pole s vlastním řízením .....	13

## 10. Digitální spojovací pole

Spojovací pole digitálního spoj. systému je charakterizováno z hlediska:

### vnějšího

- počtem vstupních a výstupních kanálů PCM
- počtem bitů v kanálu
- přenosovým rozhraním na vstupu/výstupu
- způsobem řízení spoj. pole

### vnitřní struktury

- počtem a druhem spoj. článků
- způsobem přenosu čísl. sign. (paral. nebo sér.)
- způsobem zálohování (spolehlivost)

### přenos řídicích inf. spoj. pole

- centralizovaný - v 16KI nebo paralelní sběrnici
- individuální - rozšířeným KI, kde k 8-mi bitům jsou přidány další bity (rozšíření informačního slova každého kanálu)

EWSD – centralizovaný způsob

S12 – individuální - používá 16-ti bitové slovo - 8 bitů (přen. informace) + 8 bitů (řídící informace)

### 10.1. principy číslicového spojování:

- pevné přiřazování čas. kanálů jednotlivým vstupům
- přidělování různých čas. kanálů jednotlivým vstupům

#### 10.1.1. pevné přiřazení

Každý vstup spoj. pole má pevně přiřazen pevný čas. kanál  $p_1$  až  $p_k$ ,  $k$  znamená počet kanálů v jednom rámci ( $k=32$ ), spoj. pole má za úkol propojení mezi kanálem  $p_i$  a  $p_j$  (přenesení informace ze vstupu  $p_i$  na výstup  $p_j$ ); přenášená informace musí být zaznamenána do paměti po dobu danou rozdílem obou čas. kanálů a potom z ní opět čtena. V koncentračním spojovacím poli jsou ve skutečném provedení jednotlivé vstupy děleny do skupin s následnou koncentrací s využitím pevného přiřazování vstupních kanálů; úč. koncentrátor má 128 vstupů

a 32 výstupů, úč. jsou rozděleni do čtyř skupin a koncentrátor má za úkol propojit uvedených 4 x 32 kanálů na 32 výstupních kanálů (pouze 32 souč. spojení)

### 10.1.2. přidělování různých čas. kanálů jednotlivým vstupům

Žádný vstup nemá pevnou čas. polohu, ale je mu přidělována jedna z čas. poloh. Spojení mezi dvěma vstupy se děje tak, že se vstupům, které mají být spojeny přidělí jedna z čas. poloh, a to oběma stejná, spoj. pole si při spojování nemusí pamatovat kanál. informace. Spojovací pole se redukuje na sběrnici, po níž přechází kan. informace v době zvoleného čas. kanálu od vstupu k výstupu (např. pro počet kanálů 32 a koncentraci 4:1 může být počet vstupů 128).

## 10.2. Základní články číslicového spojovacího pole

Číslicová spoj. pole jsou určena pro ústř. všech kapacit; u velkých spoj. polí je navíc nutné jednotlivé vstupní a výstupní kanály rozdělit do skupin, mezi nimiž je nutné zajistit spojení, propojení mezi jedn. skupinami se provádí bez změny čas. poloh, pouhým přenosem číslicové informace ve stejné čas. poloze; takže jsou zapotřebí dva základní články:

článek pro změnu čas. polohy, tzv. časový článek, složený z čas. spínačů T (Time)

článek pro spojování mezi čas. články, tzv. prostorový článek, pracuje bez změny čas. polohy a je složen z prostorových spínačů S (Space)

### 10.2.1. Časový spínač T

Převádí čas. polohu vstupních a výstupních kanálů - čas. polohu  $i$  na čas. pol.  $j$ ; je charakterizován počtem vstupů a výstupů. Jeho struktura se upravuje tak, aby mohl pracovat pro větší počet vstupních multiplexních traktů, počet vstupních kan. odpovídá  $n$  skupinám vstupních traktů s počtem kanálů  $k$ ,  $n \times k = l$ , tím se vytvoří čas. spínač jehož kapacita může být vyšší 512 či 1024 kanálů. Vstupní přen. rychlost je menší než u výst. kanálů v poměru 1: $n$ , např. u čas. spínače  $n = 16$  (16 x PCM 1. řádu) bude  $l = 512$  a přen. rychlost vst. kan. 2 Mbit/s se zvětší u výst. kan. na 32 Mbit/s - stejnou rychlostí pracují i vnitřní obvody čas. spínače, změna čas. polohy nastává mezi  $n \times k$  na vstupu a mezi  $l$  kanály na výstupu.

Časový spínač může mít i strukturu obrácenou - tj. počet vstupů  $l$  a počet výst. kan. je rozdělen do  $n$  skupin po  $k$  kanálech, oba naznačené typy článku se v praxi používají. T článek přenáší informaci pouze od vstupu na výstup (tvoří tedy pouze jednu část čtyřdrátové přenos. cesty) tzn., že v každém spojení musí být podobný článek i pro druhý směr, spojovací pole se potom skládá ze dvou symetrických částí. Je téměř pravidlem, že nastává-li v jednom směru změna čas. polohy  $j - i$  musí nastat v druhém směru změna  $i - j$  (neplatí však pro všechny spoj. pole - spojovací cesta v obou směrech přenosu může být různá, např. S12), což je výhodné z

hlediska řízení spoj. pole, protože při vztahu čas. poloh  $i - j$  se automaticky sestavuje spoj. cesta v obou směrech přenosu.

### 10.2.2. Prostorový článek **S**

Tvoří jej křížové spoj. pole s  $m$  vstupy a  $m$  výstupy s plnou dostupností jednotlivých vstupů na všechny výstupy; každý vstup představuje skupinu multiplexních kanálů, časově dělených, jejichž individuální propojování musí tento prostorový článek umožnit; určitý spínací bod nespojuje vstup - výstup trvale, ale pouze na dobu potřebnou pro propojení určitého kanálu v každém rámci; článek **S** tedy spojuje stejné kanály (ve stejné čas. poloze) mezi jednotlivými multiplexními trakty nebo skupinami kanálů uvnitř vícečlánekového spoj. pole; prostorový článek je svou strukturou i řízením jednodušší než čas. článek, ale obtížné je splnit požadavky na pracovní rychlost spínacích prvků; prostorový článek může degradovat na přímé propojení čas. článků - u spoj. pole pro menší kapacity ústř. (pobočk.)

### 10.3. Časový spínač **T**

- je určen pro změnu čas. polohy kanálu
- mezi vstupním a výstupním řadičem jsou zapojeny bnky hovorové paměti PH
- řadič může pracovat buď synchronně - cyklicky se postupně v daném pořadí obsazují jednotlivé buňky paměti (0, 1, 2, ..... 31)
- asynchronně - obsazuje jednotlivé adresy paměti bez daného pořadí s náhodným výběrem

ve spojovacích polích mohou být použity tyto kombinace:

**vstupní řadič synchronní - výstupní asynchronní** - většinou se používá na vstupních částech větších spojovacích polí (řízený z výstupu  $T_r$ )

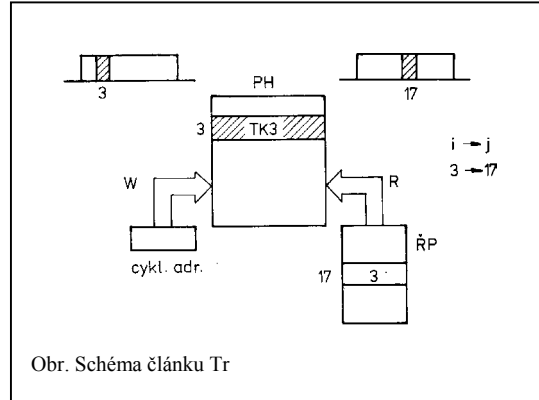
**vstupní řadič asynchronní - výstupní synchronní** - většinou na výstupních částech spoj. pole (řízený ze vstupu  $T_w$ )

**vstupní řadič asynchronní - výstupní asynchronní** - používá se u složitějších typů spoj. pole mezi články prostorového spoj. pole

**vstupní řadič synchronní - výstupní synchronní** - prakticky nepoužitelná, protože neumožňuje změnu čas. polohy

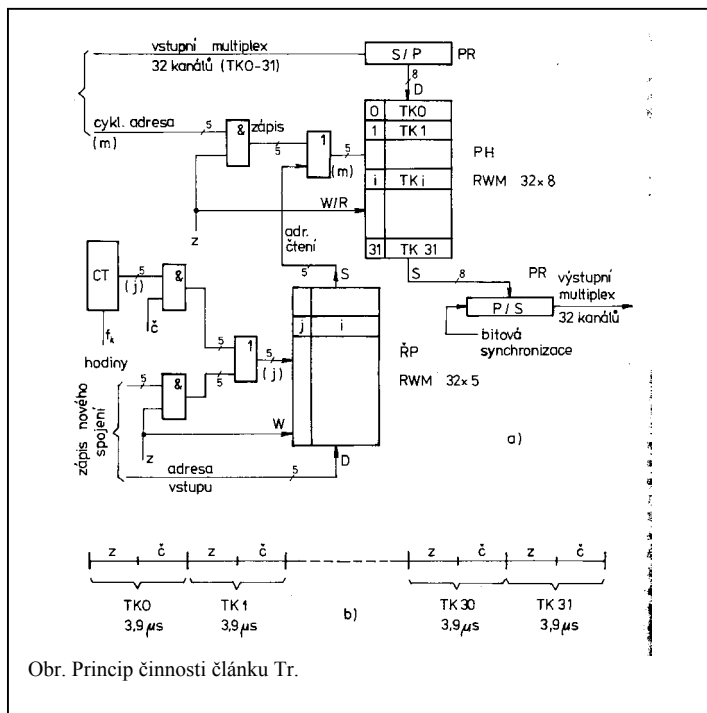
### 10.3.1. Časový článek řízený z výstupu - Tr

Do paměti PH se zapisují jednotlivé přicházející vzorky postupně dle jejich čas. polohy; před vlastní paměť hovoru je předřazena pomocná paměť S/P pro převedení sériové informace na paralelní; aby zápis probíhal synchronně jsou jednotlivé adresy (čas. polohy) pro řízení zápisu do paměti PH vysílány cyklicky a



Obr. Schéma článku Tr

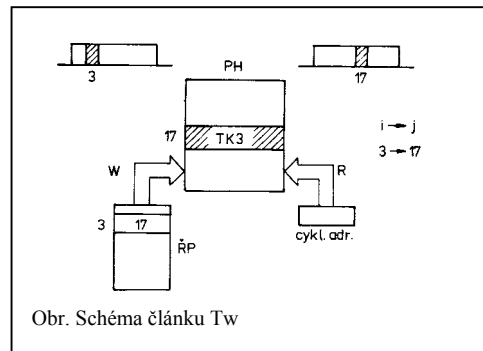
synchronizovány ze vstupního multiplexu; ne i-tou adresu se zapíše vzorek i na j-tou vzorek j; během intervalu jedné čas. polohy se provede jeden zápis a jedno čtení, proto je každý interval rozdělen na dvě poloviny, v nichž se odděleně provádí zápis i čtení PH; čtení vzorkůse řídí z řídicí paměti (požadavky na spojení); pro spojení vstupu i na výstup j musí být v paměťovém místě řídicí paměti na adrese odpovídající čas. poloze i uvedena adresa čas. polohy j; tímto způsobem se na výstupu PH objeví vzorek i v čas. poloze j



Obr. Princip činnosti článku Tr.

### 10.3.2. Časový článek řízený ze vstupu - Tw

Činnost je analogická k článku Tr, dle záznamu v řídicí paměti ŘP ( v níž je v čas. poloze j uvedena adresa vstupu i) se řídí zápis do hovorové paměti PH; v této paměti se tedy vzorek i objeví v řádku paměti odpovídající čas. poloze j

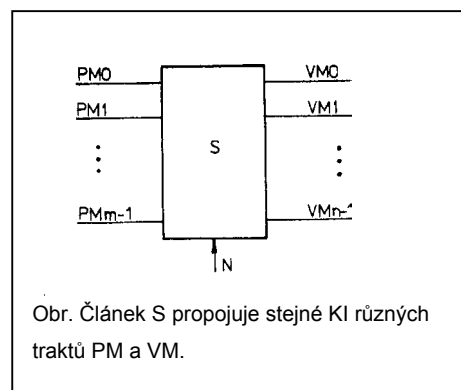


### 10.3.3. Sdružený čas. spínač

Pokud je čas. spínač větší, tj. sdružuje n spínačů, je rychlost na výstupní sběrnici n krát větší a rovněž hovorová paměť má větší kapacitu - např. čas. spínač Tr pro  $n=16$  má celkový počet vstupních kanálů 512 rozdělených do 16 skupin po 32; na vstupu každého multiplexního traktu se převádí sér. inf. na paralelní a současně se ukládá do paměti do doby, než je přes multiplexor přenesena do paměti hovorové PH; MUX musí pracovat s rychlostí 16 x větší a PH musí mít kapacitu pro 512 kan. (při 8 bit. vzorcích přibližně 4kbit); na výstupu PH po převodu na sériovou informaci dostáváme výstupní tok 32 Mbit/s; jestliže se v dalších člancích pole přenáší inf. paralelním způsobem, pak odpadá převodník P/S a na výstupní sběrnici se přenáší 8 bitů paralelně s přen. rychlostí 4 Mbit/s.

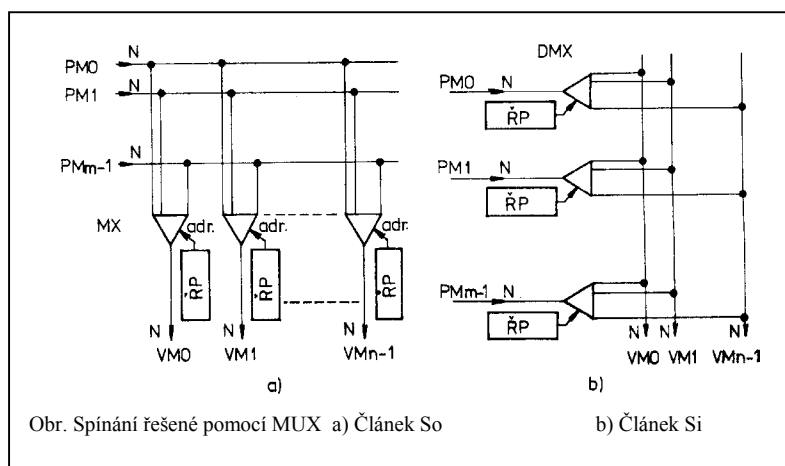
### 10.4. Prostorový článek S

Propojuje vstupní a výstupní kanály bez změny čas. polohy; např. při propojení třetího kan. z druhého vstupního multiplexu PM2 do výstupního multiplexu VM1 se otevře spínač v průsečíku těchto sběrnic odpovídající časové poloze 3-tího kanálu. Přicházející multiplexní vstupy PM mohou být 32 kanálové skupiny nebo multiplexní skupiny s větším počtem kanálů vycházejících již z časových článků (např. 512 kanálů). V řídicí paměti jsou zaznamenány kombinace propojovaných kanálů spojovacího pole.



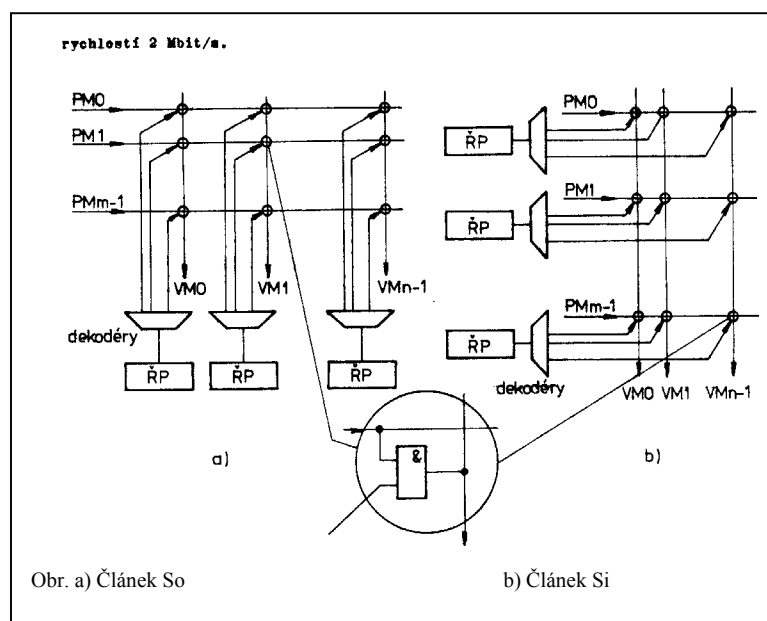
### 10.4.1. Prostorový článek řízený z výstupu - So

Informace o vstupních kanálech, které mají být propojeny na daný výstup, jedná se o prostorové pole řízené z výstupu (označuje se jako So)



### 10.4.2. Prostorový článek řízený ze vstupu - Si

Informace o výstupech, které mají být propojeny na daný vstup, je to prostorové pole řízené ze vstupu (označované jako Si). Spínače v průsečících spojovacího pole jsou řízeny z řídicí paměti, která pomocí dekodérů otevírá vždy spínače buď jedné

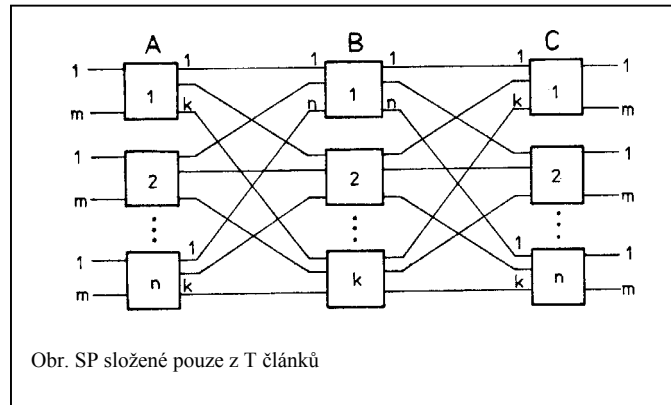


vertikály nebo horizontály (dle způsobu řízení); v jediné časové poloze lze uskutečnit tolik současných spojení, kolik je multiplexních vstupů, pokud každé spojení je směřováno do jiného výstupu. Prostorové spojovací pole lze realizovat např. s použitím hradel, multiplexorů a demultiplexorů.



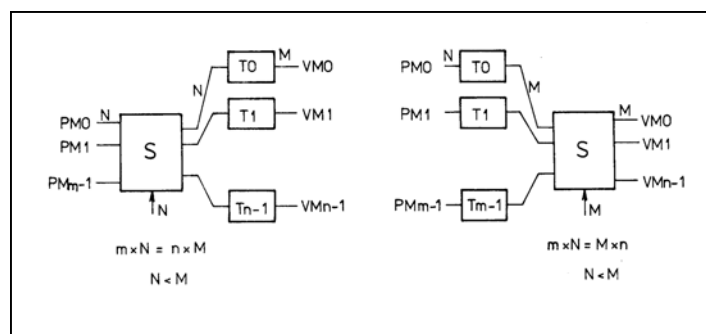
### 10.5. Vícečláňková spojovací pole

S využitím samostatných článků T lze vytvořit jen jednoduchá spojovací pole, využitím článku T je možné vytvořit spojovací pole pro max. kapacitu 1024 kanálů (vhodné pro ústředny do 2000 přípojek), paralelním řazením je možné kapacitu zvyšovat. Pro větší ústředny lze vytvořit spojovací pole jako matici spínačů T (kvadratické zvětšení počtu vstupů). Ve vícečláňkovém spojovacím poli tvořené pouze z T-čláňků jsou výstupy článků rozděleny do skupin vedoucích do dalších článků. Samostatné články S nelze použít, pouze např. pro trvalé propojení.



#### 10.5.1. Dvoučláňková spoj. pole

- lze použít dvoučláňkové pole struktury S - T nebo T - S, prakticky se nejvíce používá zvláštní struktury dvoučláňkové typu T - T, kde jednotlivé články jsou jednotlivě propojené spojkami (náhrada prostorového článku), čímž vzniká vlastně tříčláňková struktura.



### 10.5.2. Tříčlanková spoj. pole

v praxi se využívá symetrická struktura T-S-T , umožňuje totiž provést více kombinací spojení než struktura S-T-S.

#### Spoj. pole S - T - S

- výhodou tohoto uspořádání je, že při poruše časového spínače, který může být poruchovější než hradla prostorového článku,

není multiplexní skupina

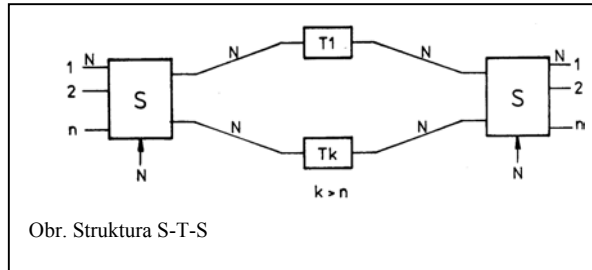
vyřazena z činnosti, protože se

přes vstupní článek S může

dostat na jiný časový spínač

(počet spínačů se volí dle

provozního zatížení)



nevýhodou je, že prostorový článek je při větším počtu vedení komplikovanější a

#### Spoj. pole T - S - T

- jsou používána nejčastěji, při spojení je možné provést dvojnásobnou změnu časové polohy a tím maximálně využít volných

časových poloh v článku S; článek

T se volí co největší, protože to

vede ke zmenšení článku S, který

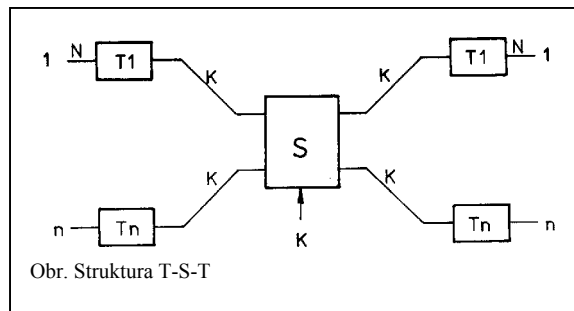
je vždy komplikovanější a

objemnější. S ohledem na menší

spolehlivost spínače T se většinou

toto spojovací pole řeší jako

zdvojené.



- výhodou tohoto uspořádání je, že prostorový článek, spojující pouze výstupy časových spínačů, je podstatně jednodušší.

- nevýhodou ovšem zůstává relativně větší nespolehlivost, protože při poruše některého vstupního časového spínače se vyřadí z provozu celá skupina kanálů (32).

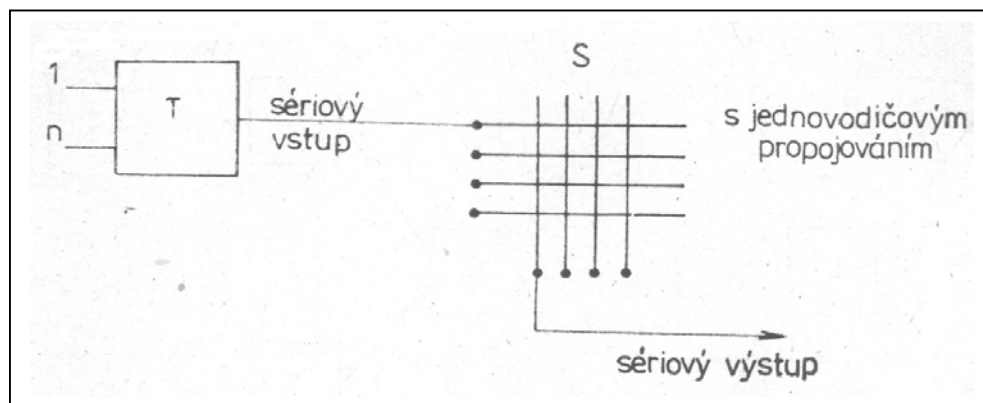
- každé skupině  $n$  multiplexních vstupů je přiřazen jeden časový spínač, změna časové polohy se uskuteční ve vstupním spínači a přes článek S se převede na vstup výstupního časového spínače, v němž se může opět provést změna časové polohy.

### 10.5.3. Spoj. pole pětičlanková

- pro větší ústředny se používá struktura T - S - T - S - T , kde mezi jednotlivými prostorovými články jsou zapojeny ještě přídavné články T , umožňující další změnu časové polohy.
- pro největší ústředny se používá struktura T - S - S - S - T , vznikající rozšířením prostorového článku S tříčlankového spojovacího pole.
- přednost se dává strukturám začínajícím články T , které jsou prostorově méně náročné.

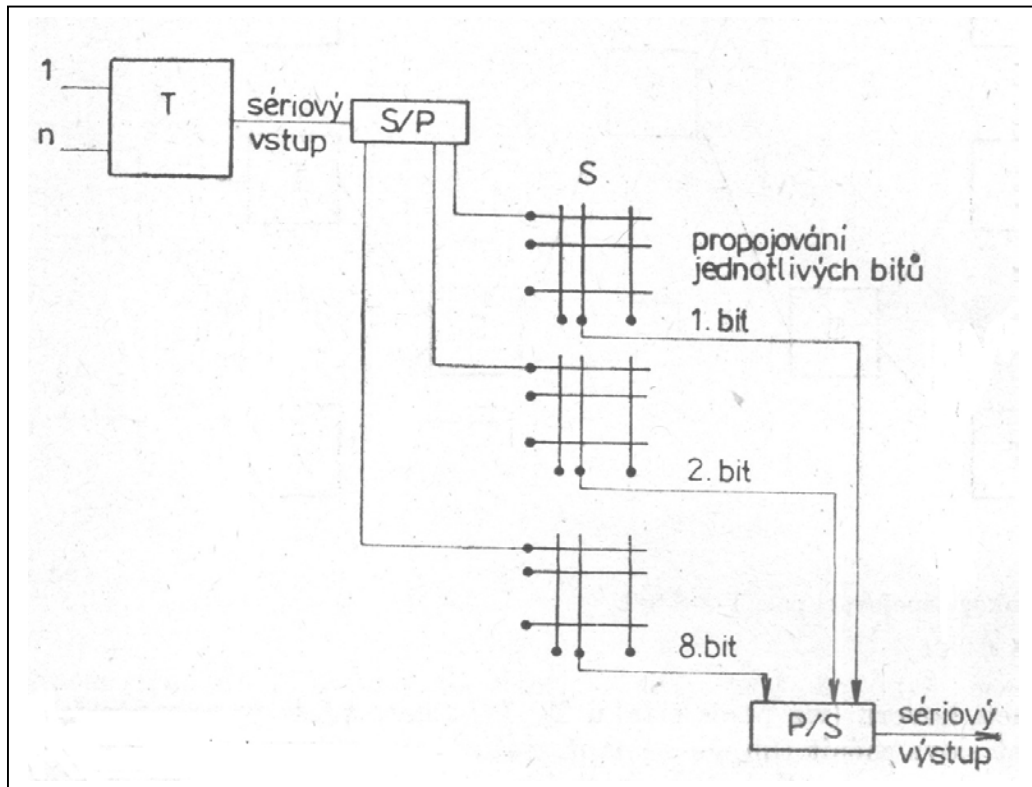
### 10.6. Způsoby spojování v číslicovém spojovacím poli

- signál přicházející do spojovacího pole je v sériovém tvaru, ve spínači T se převádí na paralelní a zavádí se další kontrolní bity (zvětšení slova o 1 paritní bit), na výstupu se tyto bity po porovnání musí odfiltrovat.



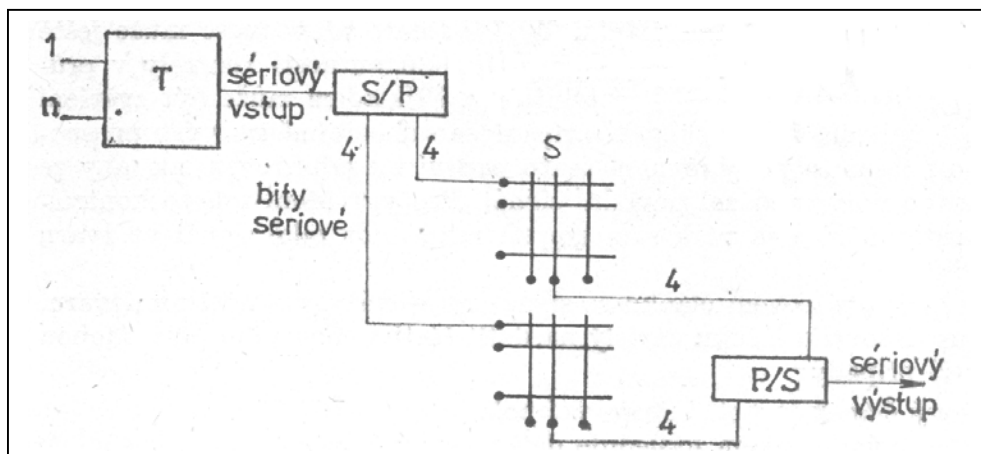
#### 10.6.1. Paralelní propojování

- u vícečlankových spoj. polí se používá princip paralelního propojování v prostorovém článku; z předchozího článku T může přicházet informace sériová nebo přímo v paralelním tvaru, prostorový článek propojuje osmivodičově, tzn. pro každý bit osmibitového slova je vyhrazen jeden dílčí prostorový článek; každý bit se zpracovává samostatně, takže pracovní rychlost spínacích obvodů je osmkrát menší než u propojování sériového



### 10.6.2. Hybridní zapojení

- v některých případech se volí tzv. hybridní zapojení, při němž se pracuje částečně sériově a částečně paralelně, přenáší se např. 4 bity paralelně a vždy 2 kombinace tvořící dohromady 8 bitové slovo jednoho kanálu se přenášejí sériově.



### 10.7. Spojovací pole s vlastním řízením

U systému S 12 tvoří základ spojovacího pole spínač T pro 32 vstupů a pro 32 výstupních kanálů, spojením 16 takových spínačů T po společné sběrnici vzniká základní jednotka spojovacího pole o kapacitě 256 vstupů a 256 výstupů, využitím těchto základních jednotek je možné vytvořit různé struktury spojovacího pole pro různé kapacity ústředěn; každý základní spínač má své řídicí obvody, spojovací pole a nemá tedy žádné společné řídicí obvody, jedná se o **spojovací pole s vlastním řízením**.

