

# Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

*redakce nakladatelství BEN – technická literatura*  
[redakce@ben.cz](mailto:redakce@ben.cz)



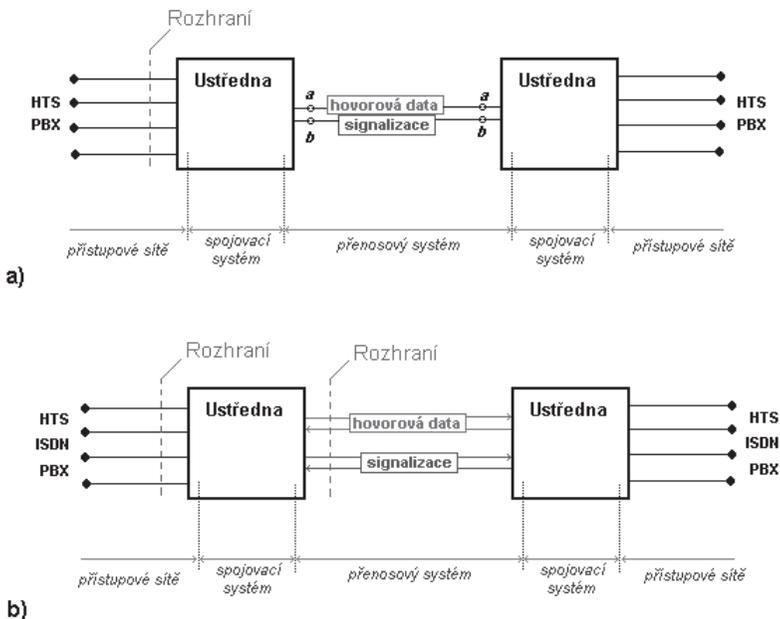
# kapitola 2

## PŘENOSOVÉ SYSTÉMY

2.1	Obecný popis dělení přenosových systémů .....	18
2.2	Nultá generace .....	19
2.3	První generace .....	19
2.4	Druhá generace .....	19
2.5	Dva a půltá generace .....	21
2.6	Třetí generace .....	21
2.7	Čtvrtá generace .....	22
2.8	Čtvrtá a půltá generace .....	23

## 2.1 Obecný popis dělení přenosových systémů

Přenosové systémy slouží pro dálkový přenos hovorů mezi dvěma spojovacími systémy od sebe fyzicky vzdálených. Pro představu si můžeme představit spojení mezi dvěma městy, kde jsou místní ústředny. Tak jako spojovací systémy prošly generačními změnami, tak i přenosové systémy se vyvíjely dle různých technologií. Díky této skutečnosti bylo nutné za definovat interface, které umožnilo nezávislý rozvoj obou složek. Dřívější interface bylo identické přípojné ústředně a říkalo se jim tzv. přenašeče. Úkolem přenosových systémů je přenášet hovorová data a telefonní signalizaci mezi dvěma interface. Dalším vývojovým požadavkem byla redukce počtu fyzických drátů potřebných k přenosu velkého množství hovorů. Radikální změnu platformy přenosových systémů přinesla PCM a optický kabel. Definujícími parametry přenosového systému jsou: technologie, počet hovorů zářaz, kvalita hovoru, zpoždění a cena přenosového média.



Obr. 2.1 *Blokové schémata přenosových systému pro:*  
 a) *starší řešení, kde hovor a signalizace používají společné metalické vedení*  
 b) *novější řešení, kde hovor a data vytvářejí dva nezávislé systémy*

## 2.2 Nultá generace

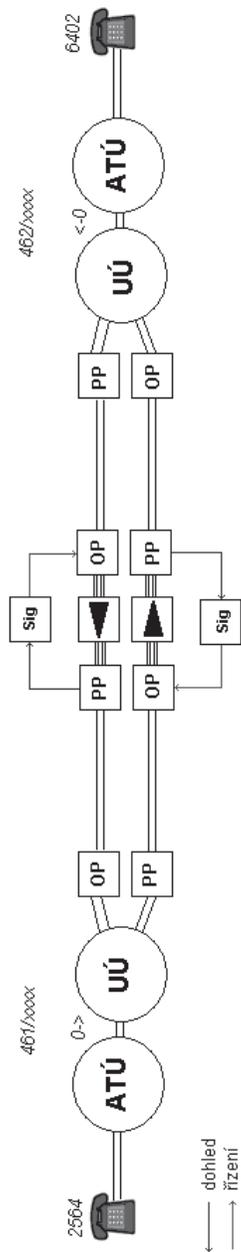
Ačkoliv se nejedná o technologii přenosového systému, logicky jsem patří velmi staré metody spojování telefonních hovorů na větší vzdálenosti. Mluvíme proto o jakési nulté generaci. Princip byl zcela stejný jako u klasického telefonního okruhu místí ústředny. Dva a,b dráty uzavíraly telefonní okruh až do místa s povoleným hlasovým zkreslením (cca 10 km), kde se vyzvonila spojovatelka, která vytvořila další část spojení (nový telefonní okruh) manuálně a hovor byl přenášen přes transformátor. Po určitém počtu transformací byl hovorový signál značně utlumen a zkreslen, a to díky kapacitě vedení a ztrátách na transformátorech. Systém má plně manuální řízení a směřování je dle ústní žádosti spojovatelky. Dříve byl tento systém používán u železnic.

## 2.3 První generace

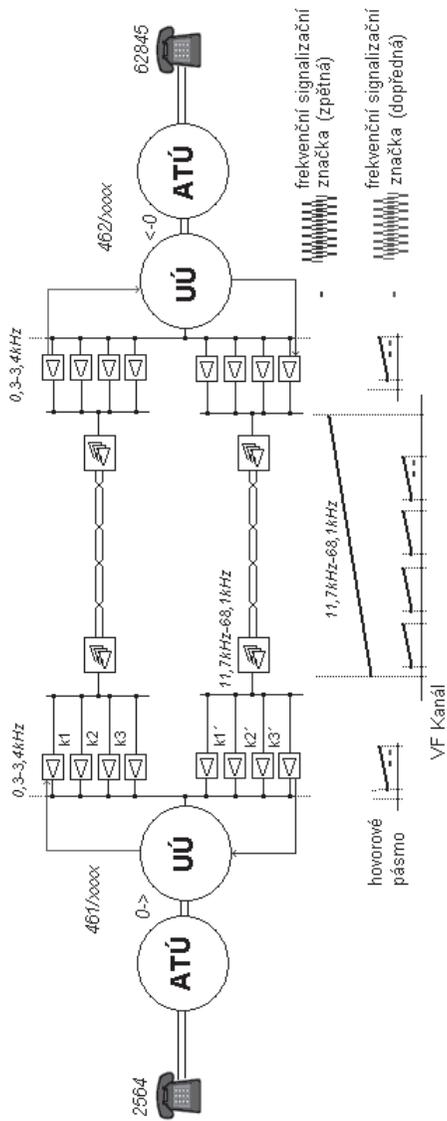
Tato generace je prvotním pokusem vytvoření přenosového systému. Nejedná se o systém v pravém slova smyslu, neboť přenos dálkových hovorů byl typizovaný na spojovací systém a tvořil jakýsi model přenašeč–(přenašeč–zesilovač–přenašeč)–přenašeč. Přenos byl možný mezi dvěma ústřednami, ale z počátku jen s přičiněním spojovatelky. Jednalo se spíše o přenos telefonního hovoru dvoudrátém přes zesilovací stanice. Držením jistého výkonového zisku telefonního hovoru se podařilo posunout hranice telefonování až na 100 km. Po delší době docházelo k tvarovému zkreslení hovoru a zašumění, a to díky ještě nedokonalých zesilovačů. S využitím čtyřdrátového přenosu dálkových hovorů bylo možné použít jistého napětového klíčování telefonní signalizace, což bylo později základem k automatizovanému meziměstskému provozu. Omezením tohoto systému bylo využití 2/4 drátu pro jeden dálkový hovor, nutnost zesilovacího bodu cca 7–10 km, nepružné možnosti signalizace a implementační závislost přenašeče na přípojné ústředně. Hovorový signál byl přenášen analogový v pásmu 0,3–3,4 kHz a spojoval ústředny I. generace. V průběhu dalšího vývoje telekomunikací bylo nutné přenášet více telefonních hovorů po stávajícím počtu vedení. Vznikají prvotní pokusy vícenásobných hovorů za pomoci fantomů a superfantomů. Pro použití pásma 0,3–3,4 kHz je řadíme do první generace a mluvíme o hybridních přenosech (*obr. 2.2*).

## 2.4 Druhá generace

Rozmach telekomunikací v 70. a 80. letech začal silně narážet na hlavní parametry přenosových systémů. Byl to malý počet možných současných hovorů a slabá inteligence pro automatické řízení tvorby dálkových spojů. Lze říci, že se jedná o dobu ústředěn s křížovými spínači, která již byla schopná částečné optimalizace zatížení přenosového



Obr. 2.2 Přenosový systém pomocí čtyřdráti a příchozích a odchozích přenašečů



Obr. 2.3 Blokové schéma přenosového systému FDM

systemu v rozsáhlejší telefonní síti. Základním požadavkem na inteligenci telefonní sítě je schopnost přenosu telefonní signalizace z jedné ústředny do druhé a to plně automaticky a s vysokou hodnotou přesnosti. Opět se jedná o jakýsi model přenašeč–přenašeč, který vyjma analogového hovoru přenáší telefonní signalizaci. Zde je zásadní rozdíl oproti první generaci, a to je ve způsobu přenosu signalizace. Zde se upustilo od přenosu pomocí napěťových impulzů na a,b drátech, ale vznikají jakési signalizační značky, které jsou frekvenčně pískány a detekovány v hovorovém pásmu. Velkou výhodou je to, že značky jsou konvergentní s hovorem, jsou automaticky zesilovány a v případě např. tarifování jsou vždy průchozí a nezávislé na platformě použitých ústředen v cestě telefonního spojení. Dálkové spojení je provedeno pomocí 4-drátu s analogovým signálem, který je zesilován na tranzistorových zesilovačích, je méně spolehlivý ale pružnější. Přenosový systém ale neřeší požadavky na přenos více hovorů po stávajícím počtu položených vedení.

## 2.5 Dva a půltá generace

Při HPH (hlavní provozní hodině) docházelo k tomu, že zájem o využití dálkového hovoru byl větší než byla kapacita přenosového systému. Vývoj byl postaven před nelehký úkol. Vymyslet vícenásobný přenos hovorů po malém počtu vedení. Začínají se objevovat první systémy s frekvenční modulací FDM. Princip spočívá v tom, že více telefonních hovorů v pásmu 0,3 až 3,4 kHz je postupně modulováno do jiného vyššího pásma. Vzniká tak nové frekvenční pásmo VF (např. 11,7 kHz–68,1 kHz), které je přenášeno pomocí a,b drátů k cílovému přenašeči. Ten toto pásmo demoduluje a vytvoří opět větší počet hovorových pásem 0,3–3,4 kHz, které představují jeden směr jednoho hovoru. Výhodou je to, že v hovorovém pásmu je obsažená i telefonní signalizace ve formě telefonních značek, která je modulována, zesilována a odpadá tak paralelní systém, který by se o to staral. Ovšem i zde se naráží na fyzikální bariéry. Parametry stávajících dálkových vedení (tzv. kroucené čtyřky) jsou pro přenos značně nevhodné. Jedná se především o vysoký útlum, intermodulaci a vysoký vliv šumů, které omezují horní kmitočty FV pásma. Technologie elektrických obvodů ukazuje, že je možné modulovat i tyto VF pásma do ještě vyššího VF pásma. Vznikají tak FDM systémy I., II. až IV. řádu, které pro svou rozšířenost a značnou složitost patří do III. generace (*obr. 2.3*).

## 2.6 Třetí generace

Myšlenka systému třetí generace, frekvenční modulace, vznikla již mezi II. a III. Hlavním důvodem začlenění do III. generace je fyzické médium, které je důvodem tohoto generačního rozdělení. Dálkové kabely byly konstruovány jako kroucené čtyřky pro

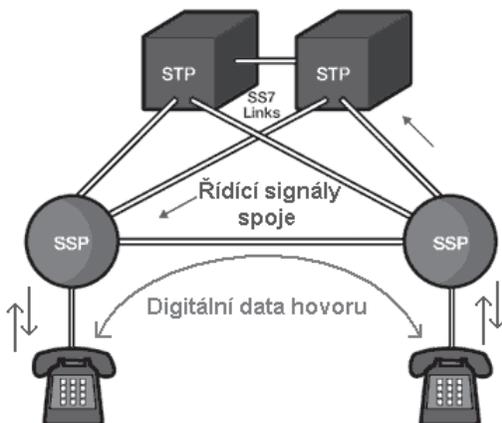
přenos nf signálu o počtu tak 40 čtyřek (160 drátů), na kterých bylo možno použít FDM I řádu. Slabý průměr vodiče vykazoval vysoký útlum a omezoval maximální horní použitelnou frekvenci. Změna profilu dálkového kabelu skončila v období koaxiálního kabelu. Parametry koaxiálního kabelu jsou předurčeny k přenosu vyšších harmonických signálů (100–1000 kHz), které daly prostor pro vznik FDM III. a IV. řádu umožňující přenos stovek až tisíců telefonních hovorů mezi dvěma ústřednami. Ústředna spojující tři a více dálkových směrů byla nazývána jako uzlová. Hlavní nevýhodou FDM systémů je velmi nízká kvalita hovorů a přeslechy na VF kanálech. Připomeňme jen, že v této době se začínají objevovat první pokusy s digitálním zpracováním telefonních hovorů, které udávají další směr pro rozvoj zcela nových principů přenosových systémů. Vzhledem k rozsáhlému výrobnímu proudy socialistického bloku Evropy v duchu třetí generace ústředen, se stala FDM a křížové spínače na dlouhou dobu brzdou vývoje digitálních telekomunikací v těchto zemích.

## 2.7 Čtvrtá generace

Diametrální změna systému spojování pomocí časových multiplů se přirozeně projevila i v přenosové technice. Signál se již nepřenáší analogový či FDM modulovaný, ale využívá se časového polohování více vzorků v jednom datovém toku. Obecně mluvíme o PCM. Digitální signál je prezentován jako logické střídání jedniček a nul, které je aplikováno na fyzické médium. To může být klasické metalické vedení nebo novější technologie pomocí optického kabelu. Základní rozdíl oproti analogovému signálu je v tom, že se signál nezesiluje, ale regeneruje. Po určité době je nutné vložit tzv. opakováč, který je ještě schopen jednoznačně určit logickou úroveň a následně ji vygeneruje znovu, a to z ostrými hranami. Pokud by se signál zesiloval, zesiloval by se čím dál více tvarově zkreslený. Zkreslení se projevuje tzv. lichoběžníkovatostí obdélníkového průběhu. To je zapříčiněno integračním efektem kapacity vedení. Paradoxní je, že takovýto digitální signál je zcela nevhodný pro přenos pomocí koaxiálních kabelů, které byly hojně položeny v době éry FDM systémů. Výhodnější je použití klasických kroucených párů v kabelu. Nejčastěji používaný systém této generace byl tzv. „dvoumegabit“. Tato technologie je používána ve více systémech. V telekomunikacích se zmiňovanému systému říká „peceemka“. Ta přenáší telefonní hovory v digitálním tvaru a přenáší i telefonní signalizaci, která ovšem není plně digitální v pravém slova smyslu. Použití našla v době překryvné digitalizace jako spojovací příčka mezi novou a starší ústřednou.

## 2.8 Čtvrtá a pŕltá generace

Tato generace vychází z principŕ pŕenosu digitálního hovoru ŕtvrté generace v celé šíři pŕenosového systému. Vykazuje vysokou integritu řízení a optimalizace smŕování a vytížení jednotlivých dálkových spojŕ. Systém používá optického kabelu a je schopen časovŕ sdružit i několik 2Mbit okruhŕ a vytváŕet tak PCM II. a III. řádu. Tato technologie splňuje kritéria na náročné požadavky propustnosti hovorŕ v době HPH (hlavní provozní hodina). Od ŕtvrté generace se liší pŕedevším logikou smŕování hovorŕ. Datové toky pŕenosového systému jsou pouze prostředkem pro pŕenos dat. A za data jsou považovány jak hovory, tak signalizační informace o telefonním hovoru. Spojení spojovacího a pŕenosového systému vytváŕí novodobou inteligentní telekomunikační síť. Její základní charakteristika je, že existuje globální informace o všech bodech telekomunikační síť. Sestavení telefonního hovoru může být provedeno zcela po jiných pŕenosových linkách než je pŕenos vlastního hovoru. Lze je monitorovat a optimalizovat zatížení telefonní síť. Každá telefonní ústředna je pŕipojena tzv. v okruzích, tj. minimálně ze dvou stran. Obecnŕ lze tedy říci, že se jedná o pŕenosový systém, kde speciální SW obsluhuje univerzální datové toky.



Obr. 2.4 Architektura pŕenosu a řízení hovoru pomocí dvou nezávislých systémŕ

