

Vývoj mobilních sítí

Ing. Jiří Svoboda

*Katedra telekomunikační techniky
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická
Technická 2
166 27 Praha 6 – Dejvice
E-mail: j.svoboda@post.cz*

Abstrakt

Mohlo by se zdát, že existence mobilních sítí je záležitostí posledních několika desítek let, ale není tomu tak. První komerční mobilní síť vznikla v Holandsku již v roce 1949 a v době svého vrcholu měla 2600 uživatelů. Komfort služeb se však od dnešních sítí hodně lišil. Telefonovat šlo jen přes operátorky, které hovory spojovaly, a hovory byly pouze simplexní. Od té doby se mnohé změnilo. Dnešní sítě poskytují zákazníkům služby, o kterých si mohli uživatelé na počátku vývoje mobilních sítí nechat jen zdát.

1. Úvod

Hlavní problémy tehdejších mobilních sítí se týkaly malé kapacity sítí a omezeného pokrytí, neméně důležitým faktorem byla i omezená mobilita terminálů a také jejich obrovská spotřeba energie. Každá základnová stanice měla přidělenou svou vlastní frekvenci, která byla pro danou síť jedinečná. Pokud se zákazník dostal mimo dosah stanice, byl hovor přerušen a další bylo možné navázat až po přihlášení k nové základnové stanici.

2. Buňkové sítě

Popsané problémy umožňuje řešit systém buňkové (celulární) sítě, který byl v Bellových laboratořích vyvíjen již od šedesátých let minulého století. Tento systém se používá i v dnešních mobilních sítích, jako jsou síť GSM (Global System for Mobile Communications) nebo UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Princip buňkového systému spočívá v rozdělení území na mnoho částí (buněk), mezi které se rozdělí přidělené frekvence tak, aby bylo možné použít stejnou frekvenci vícekrát. Aby nedocházelo ke vzájemným interferencím, je nutné mezi buňkami, které používají stejnou frekvenci, dodržet předepsanou vzdálenost.

Vzhledem k malým rozměrům buněk bylo nutné vyřešit plynulý přechod účastníků mezi jednotlivými buňkami tak, aby nedocházelo k rozpojení probíhajícího hovoru (tzv. handover). Další požadavek se týkal automatického určování polohy mobilní stanice v síti kvůli směrování příchozích hovorů. Oba problémy bohužel nešly v šedesátých letech kvůli neexistenci vhodné technologie prakticky řešit. Teprve s příchodem mikroprocesorů mohl začít vývoj skutečných buňkových sítí.

3. Metody přístupu

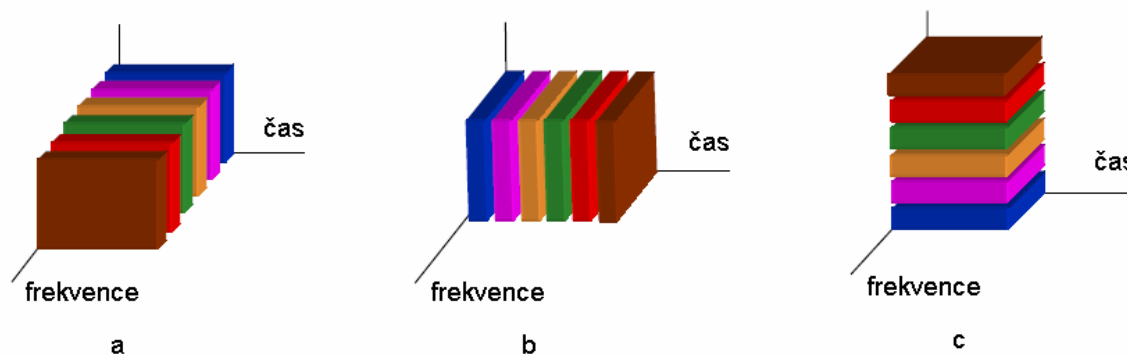
Celosvětový vývoj bezdrátových telekomunikačních systémů lze rozdělit do tří základních generací a mezigenerací. Rozdíl mezi jednotlivými generacemi mobilních sítí je kromě jiného i v metodě přístupu. Souhrnně jsou všechny použité způsoby přístupu zobrazeny na obr.1.

První variantou je přístup FDMA - Frequency Division Multiple Access (obr.1 - a). U metody FDMA je celá volná frekvence rozdělena do pásem a každé z nich je přiřazeno konkrétní stanici. Metoda FDMA je charakteristická souvislým přístupem k telefonu v daném frekvenčním pásmu. Mezi stanicemi není zapotřebí žádné koordinace nebo synchronizace. Každá z nich může používat své vlastní pásmo, aniž by rušila ostatní. Metoda FDMA je ale neefektivní především v době nevyrovnaného zatížení. I když stanice zrovna nevysílá, její sdílená část spektra nemůže být použita žádnými jinými stanicemi. Systémy FDMA nejsou nijak flexibilní. To znamená, že přidání každé nové stanice vyžaduje modifikaci zařízení. Tato technika je sice výhodná kvůli své jednoduchosti, ale problém spočívá v chybějící flexibilitě v případě opětovné konfigurace, jako je přizpůsobení různým stupňům kapacity apod.

U metody TDMA - Time Division Multiple Access (obr. 1 - b) je časový úsek rozdělen do časových intervalů (dílčích rámců). Každý interval je před-přiřazen určité stanici. V čase přiřazeného časového intervalu je každé stanici povoleno volně vysílat. Přiřazování časových intervalů se děje periodicky a každá taková perioda se nazývá cyklus nebo rámeček. Během jednoho cyklu může být stanici přiřazen jeden či více časových intervalů. Stanice musí být synchronizovány tak, aby každá stanice přesně věděla, kdy má vysílat. Hlavní nevýhodou TDMA přístupu je fakt, že každá stanice musí vždy mít fixní alokaci kanálového času bez ohledu na to, zda má či nemá data k přenosu.

Techniky FDMA a TDMA neumožňují žádné časové překrývání přenosů jednotlivých stanic. Bezkonfliktní protokol, který povoluje tento překrývaný přenos, jak v technice frekvenčního dělení FD (Frequency Division), tak i časového dělení TD (Time Division), je metoda CDMA (Code Division Multiple Access - obr. 2 - c). Obecně je systém CDMA označován jako komunikační systém, ve kterém mají mnohonásobní uživatelé přístup do stejného frekvenčního pásma.

Bezkonfliktní vlastnost CDMA je dosažena použitím quasi-ortogonálních signálů v kombinaci se shodnými filtry v



Obr 1. Metody přístupu (a – FDMA, b – TDMA, c – CDMA)

přijímajících mobilních stanicích. Využitím mnohonásobných ortogonálních signálů (informace, jež se mezi sebou neruší) se rozšíří pásmo potřebné pro přenos. V CDMA má každá stanice přiřazenou určitou kódovou sekvenci, která je modulovaná na nosiči. V systémech CDMA není tedy zapotřebí žádného plánování frekvencí. Výhodou této metody je jednoduchost operace, protože mezi mobilními stanicemi není nutná synchronizace přenosu, CDMA nabízí také vlastnosti ochrany proti rušení z jiných systémů. Naopak nevýhodou této metody je nízká propustnost.

4. Generace 1

V první generaci mobilních sítí jsou zastoupeny analogové systémy - např. dříve hojně používaný systém NMT (Nordic Mobile Telephony), dále americký systém AMPS (Advanced Mobile Phone System) nebo britský TACS (Total Access Communication System). Hlavním charakteristickým znakem těchto analogových systémů je jejich orientace primárně na hlasové služby. Jako přístupovou techniku využívají tyto sítě metodu frekvenčního dělení FDMA, každému uživateli je zde přiřazena určitá část RF spektra. FDMA povoluje jen jednoho uživatele na jeden kanál, který pak má tento uživatel přiřazen pouze pro sebe.

5. Generace 2

Druhá generace mobilních sítí již obsahuje digitální systémy GSM 900, DCS 1800 (Digital Cellular System), PDC 1900 (Personal Digital Cellular), D-AMPS, Digital TDM. Jako přístupová metoda je u těchto systémů využívána technika přístupu TDMA. U metody TDMA je každému uživateli taktéž přiřazena určitá část frekvenčního spektra, ale tentokrát mnohonásobní uživatelé sdílejí frekvenční nosič na bázi časových intervalů. Každý z uživatelů obměňuje jejich použití ve frekvenčním kanálu. Frekvenční dělení je sice také použito, ale tyto nosiče jsou dále

ještě rozděleny do několika časových intervalů pro jeden frekvenční nosič (3 pro TDMA-AMPS, 8 pro GSM Full Rate, 16 pro GSM Half Rate). Ačkoliv jsou v této generaci systémy již digitální, stále ještě se orientují především na hlasové služby. S dalším rozvojem GSM se však začínají objevovat i další doplňující nehlasové služby pro koncové uživatele.

6. Generace 2.5 a 2.75

Právě rozšířením sítí druhé generace o bloky pro paketový přenos dat (resp. změnou modulace na rádiovém rozhraní) vznikly sítě, o kterých se mluví jako o mostu mezi sítěmi 2. generace, jež se orientují primárně na hlasové služby, a sítěmi třetí generace, které se orientují především na služby datové. Generací 2.5 se označuje mobilní síť doplněná o technologii GPRS (General Packet Radio Services) pro paketový přenos dat v síti. To znamená, že při komunikaci neexistuje souvislý kanál pro přenos a přijímání dat, ale data sítí putují po částech (paketech). Tím dochází k účelnému využití volného rádiového spektra a uživatelé mohou platit pouze za objem odeslaných a přijatých dat (nikoliv za dobu spojení jako u sítí 2. generace).

Dalším rozšířením je technologie EDGE (Enhanced Data For GSM Evolution), která změnou modulace umožní operátorům GSM sítí poskytnout svým zákazníkům vysokorychlostní přenos dat a některé služby s tím spojené (generace 2.75).

7. Generace 3

Třetí generace zahrnuje digitální systémy UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), CDMA 2000 (Code Division Multiple Access), 3G. U této generace je hlavní důraz kladen na vysokorychlostní přenos dat a sítě třetí generace jsou tedy primárně vyvíjeny pro tento způsob využití. V Evropě se třetí generace sítí souhrnně nazývá UMTS. V

Americe se používá také název CDMA 2000. Rádiový přenos je opět digitální s tím, že systém je oproti sítím druhé generace navržen pro daleko vyšší kapacitu.

8. Další vývoj

Protože sítě UMTS nesplňovaly všechny zákaznické požadavky (zejména na přenos dat), tak vznikly ještě jakési nadstavby nad UMTS – pro případ si uveďme technologii HSDPA (High Speed Downlink Packet Access). Jedná se o úpravu komunikačních kanálů, a tím i o zlepšení parametrů (menší latence než u standardního systému UMTS, maximální teoretická sektorová rychlost 14 Mb/s).

UMTS jako síť třetí generace ještě v řadě států ani nefunguje a standardizační skupina se už dává do práce na jejím následovníkovi. Nejde již jen o pouhá vylepšení a rozšíření, jako jsou již zmíněné zrychlení datových toků na downlinku formou HSDPA nebo na uplinku formou HSUPA, které by mohly nabídnout uživatelům až megabitové rychlosti. Jde o rozsáhlé systémové změny, které by umožnily těmto sítím nabídnout až stamegabitové rychlosti. Jak se bude nový systém jmenovat? Hovořilo se o názvu Beyond 3G. Standardizátor 3GPP začal na tomto standardu pracovat pod názvem Evolved UMTS, případně Evolved UTRA

nebo Evolved UTRAN – zatím se totiž jedná o specifikace terestrické rádiové sítě, do dalších prvků sítě UMTS změny nesahají, alespoň tedy zatím. V současné době probíhá sbírání požadavků na to, co by Evolved UMTS mělo obnášet a čím by mělo navazovat na již existující UMTS Release 6. Ze schváleného pracovního plánu je zřejmé, že k uzavření studijní fáze by mělo dojít koncem roku 2006 a v polovině roku 2007 bychom mohli mít k dispozici schválený standard.

Je vidět, že vývoj mobilních sítí jde stále rychle dopředu, a bude určitě zajímavé sledovat, jakými novinkami nás v dohledné době překvapí.

9. Odkazy

- [1] VELICKÝ, Tomáš. Datové přenosy po GSM sítích, technologie HSCSD, GPRS a UMTS [online]. 2002.
- [2] MATUŠÍNOVÁ, Petra. Technologie UMTS aneb síť třetí generace, <<http://www.mobil.cz>>.
- [3] SVOBODA, Jaroslav a kolektiv. Telekomunikační technika – 3. díl. 1. vyd. Praha: Huthig & Beneš, 1999.
- [4] SVOBODA, Jiří. Architektura, generace a uspořádání mobilních sítí. Sdělovací technika, červen 2006, č. 6, s. 3-6.
- [5] Evolved UMTS – co přijde po 3G. <<http://www.mobilring.cz>>.