



České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Y32PMK Projekt č.3

Protokol z měření

Autor:	Tomáš Dlouhý
Úloha:	Sítě UMTS, CDMA - datové přenosy
Akademický rok:	2009/2010
Cvičení a paralelka:	Pondělí 16:15, 101
Datum měření:	12. dubna 2010
Skupina:	2
Členové skupiny:	Oldřich Foubík, Petr Kobilák, Radek Pixa, Tomáš Dlouhý, Michal Mašek

1. Zadání

1) Propustnost UMTS TDD

- Otestujte propustnost UMTS TDD sítě s využitím terminálů a sítě T-Mobile. Propustnost měřte pomocí následujících způsobů:
 - a) Přenos souboru přes ftp s využitím Total Commanderu.
 - b) Měření přenosových rychlostí oproti internetovému portálu (např. www.dsl.cz, www.rychlost.cz).
 - c) Programem „lperf“ pro měření propustnosti spoje.

2) Parametry sítě UMTS

- S využitím softwaru dodávaného k UMTS terminálu, odečtěte všechny dostupné parametry o síti UMTS.

3) Propustnost UMTS FDD

- Otestujte propustnost UMTS FDD sítě s využitím terminálů Teltonika USB H7.2 a sítě T-Mobile. Propustnost testujte stejnými způsoby jako v bodě 1.

4) Propustnost CDMA

- Otestujte propustnost CDMA s využitím terminálů a sítě UFON. Propustnost měřte pomocí následujících způsobů:
 - a) Přenos souboru přes ftp s využitím Total Commanderu.
 - b) Měření přenosových rychlostí oproti internetovému portálu (např. www.dsl.cz, www.rychlost.cz).
 - c) Programem „lperf“ pro měření propustnosti spoje.

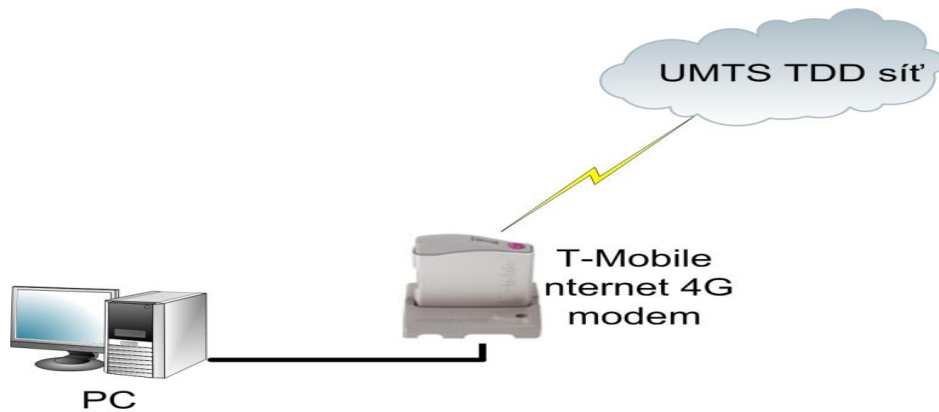
5) Parametry sítě CDMA

- S využitím softwaru dodávaného k terminálu UFON, odečtěte všechny dostupné parametry o síti CDMA.

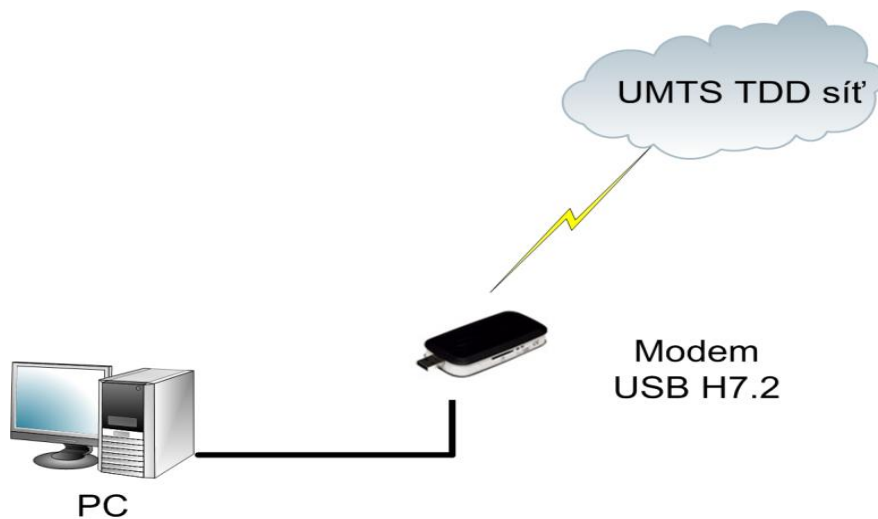
6) Analýza spektra UMTS a CDMA

- Pomocí spektrálního analyzátoru proměřte spektrum UMTS a CDMA sítě.

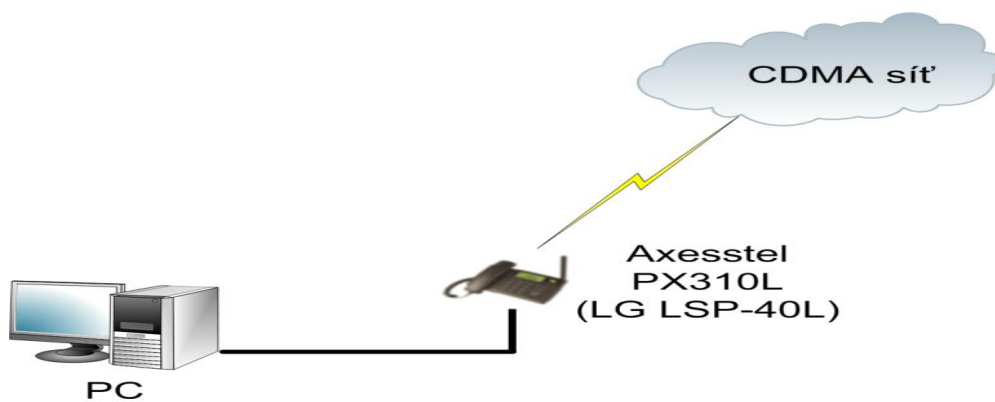
2. Schéma zapojení



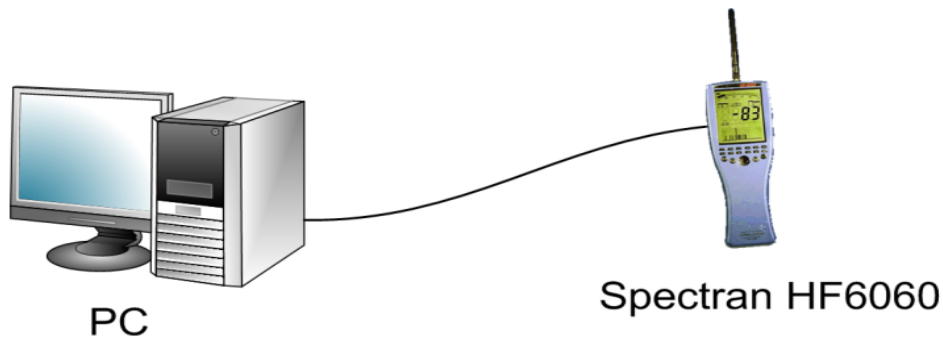
Obr. 1: Schéma zapojení pro měření UMTS TDD (body 1 a 2)



Obr. 2: Schéma zapojení pro měření UMTS FDD (bod 3)



Obr. 3: Schéma zapojení pro měření CDMA (body 4 a 5)



Obr. 4: Schéma zapojení pro měření spektra UMTS (CDMA)

3. Přístroje použité k úloze

- Internet 4G modem T-Mobile
- Spektrální analyzátor SPECTRAN HF-6060
- Modem Teltonika USB H7.2
- LG LSP-40L

4. Teoretický rozbor

3G

Již v době dokončování standardizačních procedur sítí 2. generace se objevili první iniciativy k další generaci. Podobně jako GSM jsou systémy založeny na principu buňkové sítě. V době vývoje bylo navrženo několik systémů jako 3G.

Evropa

Vyvíjí systém UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)

- UTRA - UMTS Terrestrial Radio Access - definuje FDD duplex pro WCDMA
- DECT

Japonsko

- W-CDMA (Wideband Code Division Multiplex Access) - podobné s UTRA

USA

- cdma2000 - širokopásmová podoba IS-95 (nazávané též cdmaOne)
- UWC-136 - Universal Wireless Communication

Jižní Korea

- CDMA I – synchronní podoba DS-CDMA (obdoba cdma2000)
- CDMA II – asynchronní DS-CDMA (obdoba evropsko japonského W-CDMA)

CDMA

Kódový multiplex – CDMA (Code Division Multiple Access) je metoda přenosu více digitálních signálů prostřednictvím sdíleného média, která rozlišuje dle použitého kódování. Byl vyvinut původně jako americký systém sítí 3. generace. V současné době je využíván především v Asii. Tato technologie byla zvolena jako základ sítí 3G. V ČR jsou provozovány dvě sítě CDMA. První provozuje Telefónica O2 a používá variantu CDMA2000 1xEVDO v pásmu 450 Mhz. Tato síť je určena pouze pro přenos dat. S hlasovými službami O2 nepočítá. Přenosová rychlost až 2,4 Mb/s na jedné nosné vlně. při modulaci 16QAM

Druhou pak U:FON, který provozuje síť v pásmech 410 až 430 MHz, a používá technologii CDMA2000 EVDO Rev. A. Na rozdíl O2 poskytuje v této síti jak data tak hlasové služby. Umožňuje teoreticky dosáhnout rychlosti až 3,1 Mb/s¹.

UMTS

Tento systém je v současnosti vyvíjen jako evropsko-japonský standard. Tento název je však spíše „marketingový“, můžeme se také setkat s označením W-CDMA. Tento standard definuje tak pozemní (terestriální) síť UTRA tak satelitní USRA (též nazývaný S-UMTS). Pro dělení pásma používá dvě metody:

- FDD (Frequency Division Duplex) pro párová pásma
- TDD (Time Division Duplex) pro nepárová pásma

Spektrum se skládá z jednoho párového pásma (1920-1980 MHz + 2110-2170 MHz) a jednoho nepárového pásma (1910-1920 MHz + 2010-2025 MHz). UMTS je koncipováno především pro zvýšení přenosových rychlostí v síti a umožnění služeb jako video hovory či streamování videa. UMTS není vytvářeno jako „nová“ síť, je postupně integrováno do stávající infrastruktury 2G sítí.

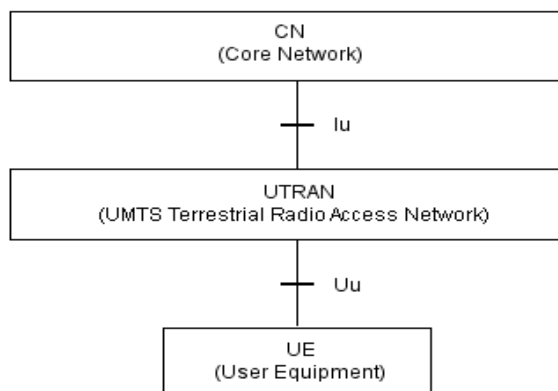
Standard UMTS podporuje teoreticky datové přenosy o rychlosti 384 kb/s. Pro zvýšení rychlosti se používá rozšíření HSDPA (High-Speed Download Packet Access) pro stahování a HSUPA (High-Speed Upload Packet Access). HSDPA je koncipováno pro rychlosti 1.8, 3.6, 7.2 a 14.4 Mb/s. V budoucnu se plánuje varianta HSPA+ s rychlostí do 42 Mb/s. Podobně pak HSUPA je dělena do několika kategorií

1 Zdroj: <http://www.ufon.cz/cz/sit-a-pokryti/technologie/>

Kategorie	Rychlost
1	0,73 Mb/s
2	1,46Mb/s
3	1,46Mb/s
4	2,93 Mb/s
5	2,00 Mb/s
6	5,76 Mb/s
7 ²	11,5 Mb/s

Tabulka 1: Kategorie HSUPA

Princip fungování (zjednodušený) UMTS



Obr. 5: Zjednodušený princip fungování

Na nejvyšší úrovni bude použita ATM páteřní síť CN (Core Network), dále pak směrem k uživatelům radiová přístupová síť UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network), a konečně uživatelé budou přistupovat k UMTS síti pomocí uživatelských terminálů UE (User Equipment). Mezi těmito entitami byly definovány rozhraní lu (mezi CN a UTRAN) a Uu (mezi UTRAN a UE). V porovnání se systémem GSM odpovídá přístupové síti UTRAN subsystém základnových stanic BSS a páteřní síti (jádro) CN odpovídá síťový spojovací subsystém NSS.

Hlavní funkcí CN je spojování hovorů a směrování paketů. Existuje několik možných provedení CN, jednotným požadavkem však je dostatečná přenosová kapacita. Součástí této páteřní sítě jsou také databázové funkce a funkce síťového managementu. Přístupová síť UTRAN je částí systému, se kterým prostřednictvím rádiového rozhraní komunikují jednotlivé uživatelské terminály. Samozřejmě ani v systému UMTS není možná komunikace jednotlivým mobilních stanic přímo mezi sebou. Uživatelský terminál UE nepatří do UTRAN ani do žádné jiné části systému, ale jedná se o samostatnou součást systému UMTS.

UMTS u nás

V současné době v ČR mají v řádném provozu sítě UMTS všichni tři operátoři, kteří vlastní licenci. Telefónica O2 která provozuje variantu TDD. V současné době pokrývá všechna krajská a většinu okresních měst. Druhým kdo spustil oficiálně UMTS ovšem ve variantě FDD je T-Mobile a marketingově ji nazývá „Internet 4G“. Tato síť běží ve dvou frekvenčních pásmech a to 872 MHz (síť 918900) a 1900 MHz (síť 1912600)³. Síť typu TDD má v Praze v testovacím režimu. Posledním je mobilní operátor Vodafone. Ten svou síť UMTS TDD spustil začátkem dubna letošního roku v Praze a Brně. Do konce roku by měl pokrýt většinu větších měst. V mnohých městech (Ostrava, Karlovy Vary nebo České Budějovice) již síť staví⁴.

5. Postup měření a výsledky

1) Propustnost UMTS TDD

Modem T-Mobile Internet 4G jsme připojili pomocí USB k počítači. Připojení k internetu jsme pak spustili pomocí programu Web'n'Walk od T-Mobilu. Konfigurovat zařízení nebylo nutné, pomocí automatického průvodce se o tom postaral zmíněný program. Podobně jako u sítí GSM i zde jsme testovali připojení pomocí portálu www.rychlost.cz a FTP přenosem v programu Total Commander.

Zdroj	Upload (kb/s)	Download (kb/s)
Total commander	116,8	218,4
www.rychlost.cz	125,3	275,7

Tabulka 2: Naměřené hodnoty pro UMTS TDD

Poté jsme připojení změřily pomocí programu iperf kde jsme testovali přenos jak protokolem TCP tak UDP.

Protokol	Port	Rychlost (kb/s)
TCP	5000	94,6
UDP	5001	142

Tabulka 3: Hodnoty naměřené pro UMTS TDD pomocí Iperf

3 <http://www.t-mobile.cz/web/cz/residential/PeceAPodpora/casto-kladene-dotazy?uuid=3707beb6-b25c-4084-9c84-d6f5491f183d>

4 <http://www.gsmweb.cz/>

2) Parametry sítě UMTS

V programu Web'n'Walk Manageru jsme odečetli následující hodnoty:

Parametr	Hodnota
Síť	918900 3.84Mbps 31, 124
Model	IPWireless Inc. Phase 1(d) v2
Revize	5.4.2.2e / A1 / A2 ; 5.2.5.66d
IMEI	358106000541006
IMSI	230015000490551

Tabulka 4: Parametry sítě a zařízení

Pak jsme zkusili změřit intenzitu signálu v závislosti na umístění. S/N je odstup signálu od šumu (Signal/Noise).

Pozice	Intenzita (dBm)	S/N (dB)
Na stole	-77	0
Pod stolem	-82	-2
Zakrytí rukou	-85	-2

Tabulka 5: Umístění zařízení

3) Propustnost UMTS FDD

Pro měření tohoto úkolu bylo použito zařízení Teltonika USB H7.2. Ten se k počítači připojil pomocí USB a softwaru od T-Mobile Web'n'Walk jsme se připojovali na Internet.

Zde ovšem nastal menší problém a místo sítě UMTS TDD jsme změřili GPRS/EDGE. Problém mohl být v nedostupné síti UMTS TDD od T-Mobilu v místě.

Zdroj	Upload (kb/s)	Download (kb/s)
Total commander	47,2	39,2
www.rychlost.cz	52,2	32,8

Tabulka 6: Hodnoty měřené pro UMTS FDD

Pro program Iperf se nám podařilo změřit pouze protokol UDP. Při měření TCP program zamrzl.

Protokol	Port	Rychlost (kb/s)
UDP	5001	126

Tabulka 7: Hodnoty nameřené pro UMTS FDD pomocí Iperf

4) Propustnost CDMA

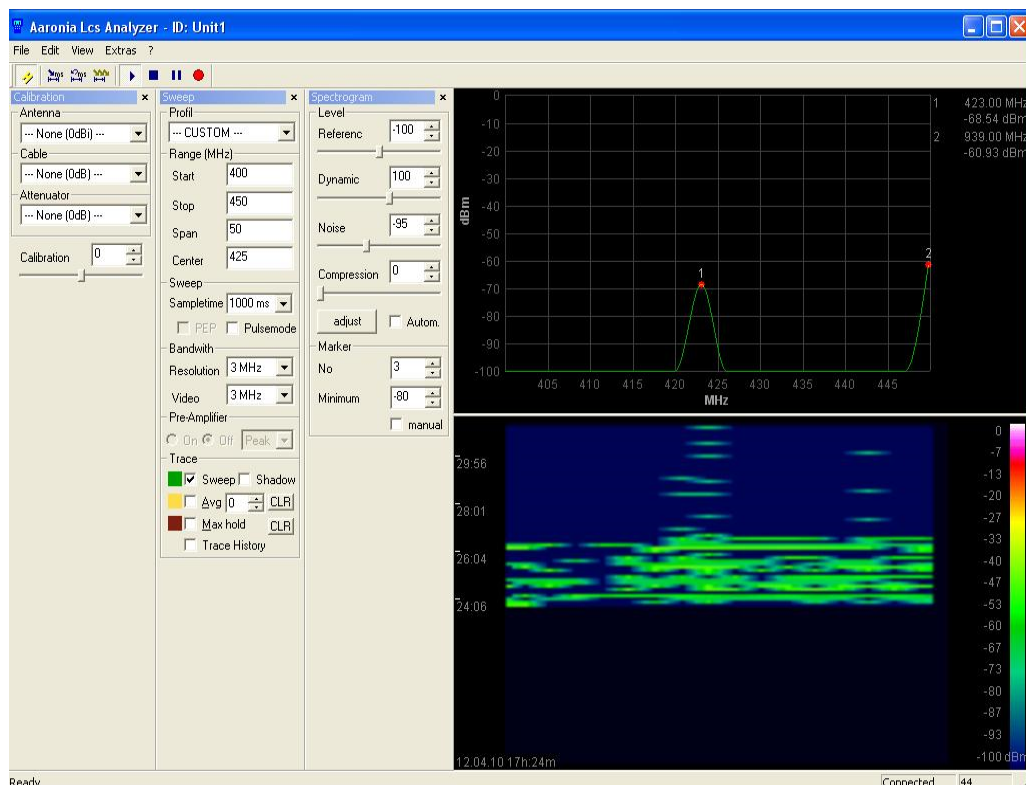
U této úlohy se změnilo zadání a pak místo testování rychlostí CDMA v síti UFON jsme realizovali hovor v této síti mezi dvěma stanicemi. Nový úkol byl zhodnotit kvalitu hovoru. Mě osobně se zcela subjektivně jevila jako dobrá, ovšem v porovnání se sítí GSM o něco horší.

5) Parametry sítě CDMA

Tato úloha podobě jako předchozí se neměřila.

6) Analýza spektra UMTS a CDMA

Posledním úkolem byla analýza spektra. Podle obrázku 4 jsme připojili zařízení k počítači a k příslušnému zařízení. U těchto bodů se měřilo jak CDMA tak UMTS. U UMTS jsme nenašli žádný vhodný okamžik, graf byl pořád prázdný. Proto jsme změřili jen CDMA.



Obr. 6: Spektrum CDMA

6. Závěr

V rámci této úlohy jsme si měli možnost ověřit stav sítí 3G v podání T-Mobile, resp. pouze u „Internetu 4G“, u varianty TDD jsme bohužel neměli signál a tak bylo odměřeno EDGE/GPRS. V případě sítě U:fon jsme museli vyzkoušet jen hovor, protože datové služby se nepodařilo zajistit. Podobně pak napůl dopadla analýza spektra. Zde bylo možné vyzkoušet CDMA.

7. Zdroje

- [1] Úloha Sítě UMTS, CDMA – přenos dat
- [2] <http://tomas.richtr.cz/mobil>
- [3] <http://en.wikipedia.org>
- [4] <http://www.cdma.cz>
- [5] <http://www.tmobile.cz>
- [6] <http://www.ufon.cz>
- [7] <http://www.gsmweb.cz>

8. Seznamy

Seznam obrázků

Obr. 1: Schéma zapojení pro měření UMTS TDD (body 1 a 2).....	3
Obr. 2: Schéma zapojení pro měření UMTS FDD (bod 3).....	3
Obr. 3: Schéma zapojení pro měření CDMA (body 4 a 5).....	3
Obr. 4: Schéma zapojení pro měření spektra UMTS (CDMA).....	4
Obr. 5: Zjednodušený princip fungování.....	6
Obr. 6: Spektrum CDMA.....	9

Seznam tabulek

Tabulka 1: Kategorie HSUPA.....	6
Tabulka 2: Naměřené hodnoty pro UMTS TDD.....	7
Tabulka 3: Hodnoty nameřené pro UMTS TDD pomocí Iperf.....	7
Tabulka 4: Parametry sítě a zařízení.....	8
Tabulka 5: Umístění zařízení.....	8
Tabulka 6: Hodnoty měřené pro UMTS FDD.....	8
Tabulka 7: Hodnoty nameřené pro UMTS FDD pomocí Iperf.....	9