

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2012

Bc. Jaroslav Šimek

**VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikační techniky**

**Ovládání inteligentního domu
mobilním telefonem**

**Intelligent House Controlling
with Mobile Phone**

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jaroslav Šimek**

Studijní program: N2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor: 2601T013 Telekomunikační technika

Téma: **Ovládání inteligentního domu mobilním telefonem
Intelligent House Controlling with Mobile Phone**

Zásady pro vypracování:

1. Navrhněte hardwarové a softwarové rozhraní systém iDům - mobilní telefon.
2. Modul musí umožnit obousměrnou hlasovou komunikaci
3. V případě hlasové komunikace by měl systém umožňovat řízení pomocí stisku čísel
4. Modul musí přenášet obousměrně SMS.
5. Systém by měl být zabezpečen proti zneužití (např. úroveň kontroly čísla MT, hesla)

Seznam doporučené odborné literatury:

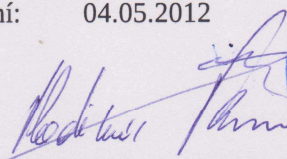
Dle pokynů vedoucího diplomové práce.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

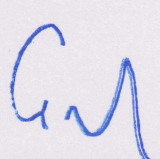
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Michal Jahelka, Ph.D.**

Datum zadání: 18.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012


prof. RNDr. Vladimír Vašínek, CSc.
vedoucí katedry




prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Souhlasím se zveřejněním této diplomové práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 *Studijního a zkušebního řádu pro studium v magisterských programech VŠB-TU Ostrava*.

Tato práce nemá žádná omezení přístupu

V Ostravě 25. dubna 2012



.....

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě 25. dubna 2012



.....

Rád bych na tomto místě poděkoval za oporu své rodině a Ing. Michalovi Jahelkovi, Ph.D. za kvalitní a přínosné vedení mé práce.

Abstrakt

Téma diplomové práce „Ovládání inteligentního domu mobilním telefonem“ zahrnuje nutnost vývoje hardwarového a softwarového prostředí pro plnou automatizaci provozu inteligentního domu v závislosti na snižování provozních nákladů. Cílem této diplomové práce je navrhnout a realizovat spolehlivou a bezpečnou komunikaci s inteligentním domem pomocí mobilního telefonu uživatele, který dokáže jednoduchými příkazy v tomto domě ovládat různě definované zařízení a zároveň o těchto zařízeních dostávat zpětnou informaci o jejich provozních stavech. Mnou navržený systém dálkové obsluhy přes GSM inteligentního domu má zjednodušit obsluhu formou jednoduchého ovládání mobilním telefonem všech definovaných zařízení a mít k dispozici neustálý přehled o funkčnosti jednotlivých zařízení, možnosti operativního spojení v případě potřeby a kontrolu v době nepřítomnosti. V této práci se budu věnovat všem oblastem, kterými jsem prošel od samotného zadání, návrhu, implementaci až po realizaci funkčního rozhraní s GSM sítí.

Klíčová slova

Inteligentní dům, komunikační technologie, nástroje mobilní komunikace, GSM, microcontroller PIC, DPS, MPLAB IDE.

Abstract

The topic of the thesis "Control of intelligent house by mobile phone" includes a necessity of development of hardware and software environment for full automation of operation of intelligent house in dependence on reduction of operational costs. The target of this thesis is to design and to implement a reliable and safe communication with intelligent house by the means of mobile phone of user who is able to control differently defined devices in this house by simple instructions and at the same time to receive feedback information about the operational conditions of those devices. The system of remote control via GSM of intelligent house designed by me shall simplify control by the way of simple handling of all defined devices by mobile phone in order to have constant knowledge of functionality of individual devices, of possibility of operative connection in case of need at disposal as well as control at the time of nonattendance. In this thesis I will devote to all spheres which I have gone through since the assignment itself, project, implementation up to the execution of functional interface with GSM network.

Key words

Intelligent house, communication technology, devices of mobile communication, GSM, microcontroller PIC, DPS, MPLAB IDE.

Seznam použitých zkratek

- GSM – Globální Systém pro Mobilní komunikaci, původně francouzsky „Groupe Spécial Mobile“ – nejpopulárnější standard pro mobilní telefony na světě
- BTS – Základnová převodní stanice (Base Transceiver Station - BTS, v odborném slangu bétéeska) je vysílač a přijímač radiových signálů
- IMEI – IMEI je zkratka z anglického termínu International Mobile Equipment Identity. Jde o unikátní číslo přidělené výrobcem mobilnímu telefonu
- EDGE – technologie EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution) - jedná se v podstatě o rozšíření technologie GPRS. Umožňuje vyšší přenosové rychlosti (až 236,8 kbit/s*)
- UMTS – UMTS - Universal Mobile Telecommunication System - je 3G systém standardu mobilních telefonů
- GPRS – General Packet Radio Service (GPRS) je mobilní datová služba přístupná pro uživatele GSM mobilních telefonů
- WAP – WAP (Wireless Application Protocol) je systém pro zajištění provozu elektronických služeb na mobilních telefonech
- HUB – Ethernetový hub nebo pouze hub, česky rozbočovač, je aktivní prvek počítačové sítě, který umožňuje její větvení a je základem sítí s hvězdicovou topologií.
- SIM – SIM karta (SIM je zkratka z anglického subscriber identity module) je účastnická identifikační karta, která slouží pro identifikaci účastníka v mobilní síti
- SMS – Služba krátkých textových zpráv (zkratka SMS z anglického Short message service) je název pro službu dostupnou na většině digitálních mobilních telefonů. Délka zprávy je omezena na 160 znaků
- MMS – Multimediální zprávy (zkratka MMS z anglického Multimedia Messaging Service), multimediální paralela k SMS
- APN – APN znamená Access Point Name - název přístupového bodu
- WLAN – Bezdrátová lokální síť
- LAN – Local Area Network – lokální počítačová síť
- Wi-Fi – Standard pro lokální bezdrátové sítě (Wireless LAN, WLAN), který vychází ze specifikace IEEE 802.11
- PC – Personal computer – osobní počítač
- CSD – Circuit Switched Data (CSD) je původní forma přenosu dat vyvinutý pro Time Division Multiple Access, TDMA) - pro systémy mobilních telefonů, jako Global System for Mobile Communications (GSM)

PDA	– PDA (personal digital assistant - osobní digitální pomocník) či palmtop je malý kapesní počítač
COM	– COM je původní název pro rozhraní stále používaného sériového portu na PC kompatibilním počítači. Tento název se nevztahuje pouze k fyzickému rozhraní, ke kterému se připojují vnější zařízení pomocí kabelu, ale také k virtuálním portům
USB	– Universal Serial Bus je univerzální sériová sběrnice, která obecně ulehčuje uživateli práci s externími zařízeními připojitelnými k počítači
RAM	– RAM (random-access memory, paměť s přímým přístupem) je v informatice typ elektronické paměti, která umožňuje přístup k libovolné části v konstantním čase bez ohledu na její fyzické umístění
EEPROM	– Jedná se o elektricky mazatelnou paměť typu ROM-RAM. Paměť má omezenější počet zápisů než paměť typu flash a před novým naprogramováním je nutné ji nejprve celou smazat
FLASH	– Flash paměť (nebo jen flash) je nevolatilní (semipermanentní) elektricky programovatelná (zapisovatelná) paměť s libovolným přístupem
TTL	– TTL (transistor-transistor-logic; tranzistorově-tranzistorová logika) je standardem používaným pro implementaci digitálních (také logických) integrovaných obvodů, vycházejícím z použití technologie bipolárních křemíkových tranzistorů
AMR	– Automatizovaný městský radiotelefon
UTO	– Ústřední telefonní obvod (spádová oblast)
SPT	– SPT Telecom, s.p. (SPT Telecom a.s.) byla česká státní telekomunikační společnost založená k 1. lednu 1993
DSP	– Deska plošných spojů
USART	– Synchronní / asynchronní sériové rozhraní USART (Universal Synchronous / Asynchronous Receiver and Transmitter). Jde o zařízení pro sériovou komunikaci, které lze nastavit buď pro asynchronní režim (SCI - např. pro linky RS232 resp. RS485), anebo pro synchronní režim
LCD	– Displej z tekutých krystalů (liquid crystal display) je tenké a ploché zobrazovací zařízení skládající se z omezeného (velikostí monitoru) počtu barevných nebo monochromatických pixelů seřazených před zdrojem světla nebo reflektorem

Obsah

1 Úvod	1
2 Mobilní technologie	2
2.1 Historie mobilní technologie.....	2
2.2 Využití GSM při kontrole a monitorování koncových zařízení.....	5
3 Systém inteligentního domu	8
3.1 Specifikace iDům a systém řízení.....	9
3.2 Popis sběrnice a hardware linky.....	10
3.3 Komunikační protokol a formát zprávy.....	12
3.4 Počítačová část	15
4 Microcontroller	17
4.1 Historie a použití.....	17
4.2 Architektura mikročipu PIC18F46K22.....	18
4.3 Důležité periferie.....	18
4.4 Asynchronní komunikace mikročipu PIC18F46K22.....	25
5 Modem COM/G10	26
5.1 Základní vlastnosti ModemCOM/G10.....	26
5.2 AT příkazy	28
5.3 Příklady použití	29
6 Demodulátor MT8870	31
6.1 DTMF.....	31
7 Návrh DPS a systém řízení	33
8 Implementace	36
8.1 MPLAB IDE.....	36
8.2 Popis řešení a části programu.....	37
8.3 Vývojový diagram rozhraní iDům - GSM.....	43
8.4 Popis SMS příkazů.....	44
9 Závěr	46
10 Použitá literatura a zdroje	47
Přílohy	49

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Možné zapojení sítě iDům	9
Obrázek č. 2 Model zařízení iDům	11
Obrázek č. 3 Komunikační rozhraní iDům	12
Obrázek č. 4 Dokončený a nedokončený přenos v systému iDům	13
Obrázek č. 5 Příkaz, odpověď a následný přístup na sběrnici	13
Obrázek č. 6 Formát zprávy iDům	14
Obrázek č. 7 Systémová část s PC	15
Obrázek č. 8 Demonstrační panel iDům	16
Obrázek č. 9 PIC18F46K22-40-pin PDIP	18
Obrázek č. 10 ModemCOM/G10	26
Obrázek č. 11 Interface TM1	27
Obrázek č. 12 Blokové schéma ModemCOM/G10 - zvuk	27
Obrázek č. 13 Nastavení programu Hyperterminál.....	28
Obrázek č. 14 Základní zapojení MT8870.....	31
Obrázek č. 15 Blokový diagram rozhraní iDům – GSM	32
Obrázek č. 16 Hlavní panel EAGLE 6.0.0 Light	33
Obrázek č. 17 DPS rozhraní GSM_iDům.....	35
Obrázek č. 18 Hlavní panel MPLAB IDE	36
Obrázek č. 19 Schéma vzdáleného přístupu k iDomu	37
Obrázek č. 20 iDům konfigurační	42
Obrázek č. 21 Aplikace tester iDům	42
Obrázek č. 22 Vývojový diagram rozhraní iDům – GSM	43

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Barevné značení vodičů sběrnice iDům	11
Tabulka č. 2 Nastavení CCPxCON	21
Tabulka č. 3 Nastavení CCP modulu	21
Tabulka č. 4 Nastavení RCSTA	23
Tabulka č. 5 Nastavení TXSTA	23
Tabulka č. 6 Nastavení rychlosti přenosu	24
Tabulka č. 7 Výpočet rychlosti přenosu	24
Tabulka č. 8 Frekvence tónů DTMF	32
Tabulka č. 9 Formát SMS zpráv pro ovládání EZS	44
Tabulka č. 10 Formát informačních SMS zpráv z EZS	44
Tabulka č. 11 Formát SMS zpráv pro ostatní ovládání iDomu	45

1. Úvod

V současné době se stále více a častěji kladou nároky na úspory a šetrný provoz domů a domácnosti. Energetická náročnost provozu domu je jedním z hlavních sledovaných ukazatelů v současné ekonomické situaci celé ekonomiky i řadových občanů. Náklady na energie tvoří významnou část nákladů v rozpočtech domácnosti.

Ceny energií stále stoupají a není predikce vývoje pro jejich zastavení, proto se orientace ve stavebnictví ve spojení s technickou podporou elektroinženýrství a vývojových technologických center věnuje velmi aktivně vývoji systémů, které dokáží eliminovat nároky domů a provozu domácnosti právě po stránce energetické zátěže a komfortního ovládání provozu domu. Inteligentní dům je řešení, které zohledňuje komfort bydlení a zároveň potřebu úspor nákladů na chod domácnosti. Inteligentní dům má za cíl zjednodušovat chod domácnosti a to jak z hlediska časového, finančního, tak i z hlediska pohodlí.

Současně je nutno brát v potaz uživatelské hledisko, které bude rozhodující pro akceptaci nabízených možností a řešení na trhu. Uživatel v současné době je technicky velmi vyspělý a orientuje se v možnostech využívání svých současných prostředků. Dokáže je velmi zdatně používat pro různé účely a jejich možnosti nejsou doposud vyčerpány a ani domyšlené, kde končí hranice pro využití internetu nebo mobilního telefonu. Nutnou podmínkou k tomu, aby uživatel tyto nástroje používal pro další a další činnosti je jejich user- friendly ovládání. Znamená to tedy, že veškeré ovládání přes mobilní telefony nebo jiné dostupné prostředky musí splňovat požadavky intuitivního ovládání pomocí kvalitního a účelově řešeného designu s jednoduchými popisnými prvky nebo piktogramy. Toto dnes splňují a musí splňovat všechny trendové aplikace.

Hlavní parametry, které dominují při výběru a využívání systému dálkového – inteligentního ovládání domu jsou zejména možnost flexibilního nastavení pro denní standardní režim nebo individuální režim upravený dle každodenních potřeb a nároků uživatele. Individuální režim lze využívat ve vazbě na počasí nebo jiné vlivy, které nelze považovat za standardizované. Současné systémy inteligentního ovládání domu nabízejí možnosti integrace a automatizace např. osvětlení, topení, klimatizace, bezpečnostní systém, stínící technika, telefony, audio/videotechnika, zahradní služby – zavlažování, atd.

Hlavní výhoda bezdrátové komunikace pomocí GSM neboli mobilního telefonu je především v jeho dostupnosti u většiny domácnosti /přednosti domácnosti/, dále pak v jednoduché instalaci prvků, které umožňují dálkové ovládání spotřebičů a hlášení stavů a potřeb z různých míst, bez nutnosti složité instalace napájecích a ovládacích kabelů. Ovládání mobilního telefonu je již zavedeno u uživatelů a display umožňuje aplikaci grafických prvků a náhledů na sledovaný dům a jeho vizualizaci.

Ve své diplomové práci jsem si vytýčil za cíl věnovat se právě takovému propojení veškerých současných požadavků na trhu ve spojení s dálkovým ovládáním domu a připravit systém, který dokáže zjednodušit dálkové ovládání definovaných zařízení pomocí GSM a tím zajistit možnost zpětné kontroly a dohledu nad provozem domu v době nepřítomnosti. Současně s požadavkem na úsporu energií, který tento můj návrh ovládání inteligentního domu mobilním telefonem přinese je kvalita a nenáročnost až komfortnost obsluhy pro samotného uživatele.

2. Mobilní technologie

2.1 Historie mobilní technologie

Předchůdce mobilní telefonické komunikace

Telefonování je vynález druhé poloviny 20. století. V počátcích a jednalo o zcela nedostupný prostředek pro kohokoliv, kdo nespadal do kategorie vysoké státní důležitosti a zájmu. Postupem času se telefon stal dostupný širokým vrstvám obyvatel vyspělých zemí. Jednalo se o předchůdce jakékoliv mobilní komunikace, protože telefonický kontakt probíhal tzv. „po pevných linkách“. Právě u nás v Československu i v době, kdy pevné linky byly ve vyspělých zemích již téměř samozřejmosti, byl největší problém s technickým zavedením těchto linek. Od sedmdesátých a osmdesátých let se tato situace ve velkých městech změnila, nicméně stále nebylo možno uspokojit poptávku všech žadatelů o zřízení telefonní přípojky. Technický pokrok postupoval v této oblasti komunikace velmi rychle dopředu a pevné linky postupně ztrácely svůj význam. Společnost potřebovala komunikovat bez vazby na pevný telefonní přístroj připojený na jednom místě. Lidé požadovali spojení s okolím v době, kdy byli mimo dosah domova nebo pracoviště. Tento požadavek vyústil ve vývoji ke vzniku mobilních telefonů.

Počátky mobilní telefonické komunikace

První mobilní telefon na světě nesl označení Motorola DynaTAC a všeobecně se mu říkalo „cihla“ a vznikl v osmdesátých letech / rok 1973/. Hovoříme o 1. generaci mobilních telefonů a jednalo se o analogový přenos hovoru, který známe pod označením NMT. První začátky bezdrátové komunikace spadají do poválečného období a patří firmě Bell, která utvořila koncepci tzv. celulárního /buňkového/ systému pro mobilní komunikaci. Současně s tímto vývojem probíhal vývoj ve společnosti Motorola, která zásadně ovlivnila vývoj mobilních přístrojů. Další společnost, která psala dějiny v mobilních přístrojích byla Nokia, která poprvé uvedla na trh přístroj, který byl určen do automobilů a pak za několik let i přístroj, který fungoval mimo stále nabíjení. Stejný průběh měly i přístroje společnosti Siemens, který v roce 1986 uvedl na trh svůj první mobilní telefon pro automobily, který vážil téměř 9 kg. Všechny tyto mobilní přístroje byly určené pro NMT síť. Největší přelom v mobilních přístrojích udělala společnost Motorola, která v roce 1989 uvedla na trh váhově lehký přístroj o hmotnosti cca 300g s tzv. flipem, což je kryt na klávesy. Další model přístroje ještě více snížil svou váhu na třetinu a měl grafický dvouřádkový displej.

Analogové celulární síť

Jako první komerční síť celulárních telefonních přístrojů je uváděna společnost Batelco, která sídlila v Bahrajnu. Tato síť, spuštěna v roce 1978, byla určena výhradně pro tamní královskou rodinu a vybrané obyvatele tohoto státu. Tato síť fungovala na zařízení japonské firmy Matsushita/Panasonic, která původně plánovala využití pro japonskou policii než pro komerční využití. V témže roce byla spuštěna síť i v USA v testovacích laboratořích AT&T. Nejprve byl testován systém u zaměstnanců společnosti Bell System a pak na závěr roku byl uveden do komerčního testovacího provozu. První komerční mobilní síť byla v USA spuštěna až v roce 1983 a to ve městě Chicago, kde tyto testovací laboratoře sídlily.

Evropa nebyla v komerčním využití mobilní sítě vůbec pozadu, její spuštění se datuje na rok 1981 a byla spuštěna v severní Evropě /Dánsko, Švédsko, Finsko a Norsko/. O pár let později se přidaly státy Velké Británie, Německo, Rakousko, Francie a Itálie. Nicméně v Evropě existovalo několik různých sítí pro provoz mobilní komunikace v USA to byla jen jedna síť. Sjednocení těchto sítí v Evropě nastalo až v roce 1982, kdy Evropská komise pro pošty a telekomunikace začala s realizací projektu Groupe Spéciale Mobile, která spojila celoevropskou mobilní telefonní síť. Toto rozhodnutí také znamenalo, že síť bude plně digitální a pracovat bude na frekvenci 900 MHz. Ke sjednocení a digitalizaci mobilní telefonní sítě došlo také v USA v roce 1990.

GSM vývoj digitální sítě

GSM je zkratkou odvozenou od pojmenování Global System for Mobile Communications. GSM je buňková síť, což znamená, že mobilní telefony se připojují do této sítě pomocí nejbližší buňky. Tato síť funguje na několika rádiových frekvencích. O této GSM síti hovoříme jako o síti 2. generace. Další nasměrování a vývoj sítě GSM patřily od roku 1989 k zodpovědnosti Evropskému telekomunikačnímu institutu, který připravil a zveřejnil standardy pro tuto GSM síť. V roce 1991 byla tato síť spuštěna jako testovací na telekomunikačním veletrhu v Ženevě. Standardy, které byly stanovené měly splňovat tato kritéria:

- vysoká kvalita přenášené řeči
- nízká cena vybavení, přístrojů a poskytovaných služeb
- možnost a podpora mezinárodního roamingu
- šetrné a hospodárné využití sítě
- ISDN slučitelnost
- budoucí využití

První síť na principu GSM byla spuštěna v roce 1992 a mezi první země, které tuto síť začaly využívat patřily by Dánsko, Finsko, Francie, Německo, Itálie, Portugalsko a Švédsko. V roce 1993 měla síť GSM více než milion aktivních zákazníků. GSM překročila také hranici Evropy, když ke 48 zemím Evropy se přidala australská firma Telstra. GSM se sice považuje za evropský standard, ale na tomto principu pracují i země Jižní Afriky, zmíněné Austrálie, země středního a dálného východu.

V USA se na síť GSM přešlo v roce 1994 a nesla označení GSM - PCS 1900. Od roku 1995 byl definován nový standard pro GSM a zavedl tím datové služby. V Evropě se používají pásma 900 MHz i 1800 MHz, přičemž většina mobilních telefonů dokáže pracovat v obou pásmech a přepínají se podle momentální dostupnosti a kvality signálu. Současná dostupnost GSM v mezinárodním měřítku zajišťuje pro telefonování dostupnost pro tzv. roamingové hovory, které probíhají na základě smluv mezi mobilními operátory po celém světě.

Fungování a principy sítě GSM

Síť, která podporuje GSM je velká a složitá, proto aby mohla poskytovat veškeré vyžadované služby. Dělíme ji do 4 hlavních sekcí:

- systém základových stanic
- síťový a přepínací podsystém /hlavní síť/

- GPRS pro internetové spojení
- GSM služby jako jsou hovory a SMS

Síť GSM je soustava tvořena BTS stanicemi / zkratka Base Station Controller/. Jedná se o vysílače, ale i přijmače mobilního signálu na frekvenci 900/1800 Mhz. Podmínkou proto, aby nedocházelo k rušení je, že každá BTS má svůj kanál. BTS stanice jsou zapojené do tzv. BTS HUBů, kterým můžeme říkat ústředny, protože zajišťují směrování dat po GSM síti apod. GSM je připojena do veřejné telekomunikační sítě, dále na internet a na nějaké mezinárodní linky.

Velikost a kvalita sítě závisí na výšce antény a jejím výkonu. Vzdálenostně mohou být od několika metrů až po desítky kilometrů. Při nárocích na velkou kapacitu hovorů na frekventovaných místech se používá dělič výkonu, který přenáší radiový signál z vnějšku do odděleného systému vnitřních antén.

GSM síť funguje na principech čtyř různých velikostí buněk, které označujeme jako makro buňky, mikro buňky, piko buňky a deštníkové buňky. Oblast pokrytí pro každou buňku se liší podle tytu prostředí. Za makro buňku považujeme místa, kde je k dispozici anténa základní stanice např. antény na stožárech nebo nad úrovní vyšších budov. Mikro buňky mají umístěné antény pod výškovou úrovní střech domů. Piko buňky mají malý zásah asi jen několik desítek metrů a používají se hlavně uvnitř budov. Deštníkové buňky jsou využívány v oblastech, kde není dobré pokrytí a jsou vlastně vyplněním mezer mezi ostatními buňkami. GSM má zachovanou zpětnou kompatibilitu, kdy dokáže pracovat s původními GSM telefony. Od roku 1997 je standardem GPRS pro přenos dat a vyšší přenosovou rychlost zajišťují systémy EDGE a UMTS.

Bezpečnost GSM

Původně byla síť GSM navržena s průměrnou úrovní zabezpečení, kdy systém ověřoval uživatele pomocí sdíleným tajným šifrováním. Samotná komunikace mezi uživatelem a základovou stanicí také může být šifrovaná. Další vývoj umožnil možnost, kdy mezi uživatelem a sítí se používá další autorizační klíč, který zajišťuje vyšší bezpečnost a oboustrannou autorizaci mezi sítí a uživatelem. Tento bezpečnostní prvek garantuje vyšší důvěrnost a autentičnost, ale má nevýhodu omezeného autorizační schopnosti. GSM pro zabezpečení používá vybrané šifrovací algoritmy pro tzv. zajištění bezpečnosti hovoru ve vzduchu. Nicméně tyto algoritmy vykazují určité slabiny a operátoři vyvíjejí novější možnosti silnějších šifer.

Vývoj mobilní telefonní sítě u nás

Tehdejší Československo do vývoje evropských mobilních telefonních sítí v žádném případě nezasahovalo a ani se nějak nemohlo podílet na jejím vývoji. Jediným možným způsobem v té době byl experimentální provoz sítě, který v polovině 70. let provozovala Tesla Pardubice pod označením AMR = automatizovaný městský radiotelefon. Tato síť byla v roce 1983 spuštěna celorepublikově. Dostupnost této sítě nebyla však určena běžným občanům, protože přístup k radiostanici nebyl také dostupný a hlavně nebyl žádaný v dané době. Systém AMR byl prioritně určen pro použití Správy pošt a telekomunikací /SPT/ pro servisní práce na síti a pro komunikaci mezi centrály a pracovníky v terénu. Pro použití stanic této sítě se používala předvolba UTO dle regionálního umístění. Tento systém AMR umožňoval jen služby přijatých a odchozích hovorů, protože byl analogový. Tento provoz sítě ARM byl v roce 1999 definitivně ukončen. Systém GSM byl v České republice spuštěn v roce 1996 společností Eurotel, pak následovaly společnosti Radiomobil a Český mobil.

2.2 Využití GSM při kontrole a monitorování koncových zařízeních

Mobilní telefon je neocenitelný pomocník pro různé situace od krizových možnosti dovolání se pomoci až jako nástroj pro zábavu. Mobilní telefon zajišťuje dostupnost jeho uživatele téměř nepřetržitě ve všech dostupných místech. Umožňuje mít přístup nejen ve formě hovorů, ale také přes internet umožňuje využívat různé aplikace např. kontrola bankovních účtů, realizace plateb, vyhledávání lokality, prohlížení web stránek, on line rezervační systém, hlasování při různých soutěžích až po dálkovou kontrolu a spojení s jinými objekty. Kromě výhod, které nám dnešní „chytré“ přístroje umožňují, jsou zde také určité nevýhody ve formě závislosti být on line, neustále komunikace přes SMS zprávy, lokalizace uživatelů apod. GSM sítě jsou naprosto univerzální a telefonní přístroje různých výrobců nabízejí nepřeberné množství možností pro jejich různé využití. K tomu všemu je potřeba přihlášení do sítě GSM, které nám umožňuje SIM karta, což je malá čipová karta, která pracuje na principu mikroprocesoru s flash pamětí. Na této SIM kartě jsou uloženy všechny potřebné identifikační údaje, které uživatel potřebuje pro přihlášení do dané sítě. Dále na ní může být uložen telefonní seznam, SMS zprávy, tokiing aplikace /GSM banking/, různá nastavení apod. Zpravidla je řešení takové, že každá SIM karta je jedno telefonní číslo, ale mohou být i duální SIM karty, které umožňují mít více SIM na jedno číslo např. pokud využíváme několik telefonních přístrojů pro jedno telefonní číslo např. fixní mobilní telefon v automobilu. Mobilní telefon pro přihlášení do sítě odešle identifikační údaje, zašifruje spojení a pak označuje přihlášeného.

Telefonní hovory

U mobilních sítí na rozdíl od sítí pevných dochází ke spojení mobilů až po přijmutí hovoru, je to kvůli tomu, aby „prozvaněcí“ nezatěžovali příliš síť. Sestavení spojení probíhá následovně:

- Uživatel na mobilním telefonu vybere volaného.
- Mobilní telefon zažádá o přidělení timeslotu.
- GSM síť mu přidělí timeslot. Pokud je na venkovním prostranství, tak na frekvenci 900 MHz, pokud je uvnitř budovy, tak na frekvenci 1800 MHz, která lépe prochází stěnami.
- Mobilní telefon vytočí číslo.
- Nejbližší ústředna se podívá do databáze, kde byl naposledy mobil „spatřen“ a zda je zapnutý.
- Ústředna se spojí s BTS stanicemi, kde by se mohl volaný nacházet. Pokud ho najde, sestaví spojení. Pokud ne, hledá v širokém okolí. Pokud ho nenajde nikde v ČR (žádná BTS o něm nic neví), znamená to, že mobil je vypnutý nebo je mimo signál, ale nestihl se odhlásit ze sítě, takže síť hlásí, že je vypnutý. Ústředna přehraje volajícímu hlášku o nedostupnosti volaného, případně přesměruje do hlasové schránky nebo někam jinam a zapíše do databáze volaného jako mimo signál.
- Pokud dojde k navázání spojení, mobilní telefony si vymění servisní informace a volanému začne zvonit mobil. Pokud hovor přijme, sestaví se přímé hlasové spojení.
- Během hovoru lze přijmou několik dalších účastníků do konference. Můžete si nastavit, zda při telefonování chcete mít obsazenou linku nebo chcete případného volajícího někam přesměrovat a nebo informovat během volání o dalším účastníkovi na lince, tzv. Call Waiting. Dělá se to vysláním příslušného servisního kódu. Většina telefonů tyto kódy vyšle

sama, dle stisku příslušné funkce v menu. Hovor může být odmítnut, v takovém případě volající uslyší obsazovací tón nebo bude přeměrován na jiný telefon či do hlasové schránky.

Pro přenos hlasu v GSM síti se používají různé kodeky, které převádějí analogový přenos z mikrofonu do digitální podoby, tedy do nul a jedniček, které se přenášejí GSM sítí. Pokud je signál špatný, musí se větší část přenosové kapacity věnovat ošetření chyb při přenosu dat. A tím se zhorší kvalita hlasu. Pokud jeden z volajících mlčí, přeruší se přenos dat, aby se zbytečně nevybíjel akumulátor mobilů a nezatěžovala se síť. A aby volající neměli pocit, že došlo k přerušení hovorů, na straně přijímače se do reproduktoru vkládá tichý šum. U digitálního přenosu se podobně jako u tříd GPRS přehazuje kvalita hlasu podle kvality signálu. Není to tedy jako u analogových vysílaček, kdy při zhoršení signálu hlas potlačoval šumem. GSM síť je naprosto digitální. A digitální signál buď je, nebo není. Síť neustále vysílá své free controller signály, který obsahují název sítě a obsazenost BTS stanice. Když zapínáte mobil, mobil si vyhledá domovskou síť dle nastavení SIM karty. Spojení se zašifruje, telefon pošle identifikační čísla SIM karty, IMEI kód mobilu a ústředna ho buď přihlásí do sítě nebo připojení odmítne, např. z důvodu cizí SIM karty (nebo deaktivaci SIM karty).

SMS - datové služby

Krátké textové zprávy neboli SMS je nejrozšířenější formou datové komunikace. Posílají se tak různé servisní informace, informace o kódování textu atd. Princip odeslání SMS:

- Uživatel napíše zprávu a pošle ji na nějaké číslo veřejné telefonní sítě.
- Nejbližší ústředna přešle SMS na SMS centrum. SMS centrum přečte parametry zprávy (kódování, do jaké sítě je určena, doba platnosti, zda má být poslán Výpis...). Pokud je příjemcův telefon nedostupný, uloží ji na dobu max. 72 hodin, dokud se příjemce nepřihlásí do sítě.
- Pokud je telefon dostupný, sestaví s ním datové spojení a pošle zprávu.
- Telefon ji uloží na SIM kartu nebo do telefonu a potvrdí příjem zprávy.
- Telefon ukončí datové spojení.

GPRS - datové služby

GPRS /zkratka General Packet Radio Service/ je univerzální rádiová paketová služba. GPRS je nástavbou sítě GSM pro přenos dat. Na rozdíl od CSD telefonních spojení, nepotřebuje trvale přidělený určitý počet timeslotů. Nejedná se o telefonní hovor. Při dobrém signálu telefon volí kódovací schémata, která umožňují rychlejší přenos dat na jeden timeslot. Při horším musí volit pomalejší schémata, protože dochází k větším chybám při přenosu dat, vinou šumu (při horším signálu se elektromagnetický signál potlačuje v šum). GPRS využívá volné, nevyužité timesloty. Čím víc jich je, tím větší je rychlost. Počet timeslotů je závislý na využívání sítě v dané oblasti. Pokud lidé hojně volají, GPRS nemusí fungovat vůbec. GPRS se využívá pro přenos MMS zpráv (multimediální zprávy, fotky a audio), při spojení se MMS zpráva stáhne či odešle na server, funguje tedy úplně jinak než SMS zprávy. SMS zprávy se doručí na mobil, MMS se musí stáhnout, přijde jen upozornění na MMS, i když mnoho telefonů dokáže zapnout automatické stažení. Dále se GPRS využívá pro přístup na WAP, do LAN sítě a poslední dobou také pro přístup do sítě Internet. Rychlost přenosu dat je až na 108 kbps, záleží na použitém mobilu či modemu, na kvalitě signálu a zatížení BTS. Ovšem

rychlost odezvy (ping, latence) není příliš příznivá. U GPRS se platí za objem přenesených dat nebo paušálem za neomezené připojení. Neplatí se zde za dobu spojení, protože GPRS nevyžaduje trvalé přidělení timeslotu jako telefonní hovor a tudíž při přetížení se prostě GPRS danému uživateli zpomalí nebo na chvíli vypne a timeslot se využije k telefonnímu hovoru. U GPRS existují přístupové body – APN – Access Point, pro WAP, MMS, Internet či LAN.

Bluetooth

Bluetooth v doslovném překladu znamená „modrý zub“, ale pojmenování nemá podle barvy zubu, ale podle dánského krále Haralda Blåtanda / čteno v překladu Bluetooth/. Jedná se o bezdrátovou rádiovou technologii pracující na bezlicenčním frekvenčním pásmu 2.4 Ghu, na kterém funguje i technologie Wi-Fi. Bluetooth umožňuje přenos dat mezi mobilními telefony, PDA či počítači nebo bezdrátovými sluchátky bez nutnosti přímé viditelnosti, ale na krátkou vzdálenost.

V současné době ji umožňuje téměř každý „smart“ neboli chytrý telefon. Vývoj technologie započala švédská společnost Ericsson v roce 1994 a na jejím vývoji se podílely tyto firmy – IBM, Intel, Nokia, Toshiba a zmiňovaný Ericsson.

MMS – multimediální zprávy

Jedná se o službu chytrých mobilů, které umožňují přenášet fotografie v počítačovém formátu JPEG nebo GIF, zvuku ve formátech MID či jiných formátech a text přes GSM síť. Přenos probíhá přes GPRS. Mobilní operátoři na tuto službu poskytují speciální přístupový bod. MMS se neúčtují jako GPRS WAP nebo Internet za přenesená data, ale za počet odeslaných MMS zpráv jako u SMS zpráv. MMS zprávy jsou hned po SMS zprávách nejoblíbenější datovou službou.

WIFI - on line přístup na internet

Zkratka WiFi znamená Wireless fidelity / z angličtiny bezdrátová věrnost/. Vznik této bezdrátové technologie se datuje do roku 1997. Běžná počítačová síť provozovaná pomocí kabelů LAN (Local Area Network) byla tak vylepšena do podoby WLAN (Wireless LAN). Zde jsou kabely nahrazeny síťovou kartou, která ve spojení s anténou vysílá a přijímá signál v bezlicenčním pásmu. Signál této sítě se šíří vzduchem a je vysoce závislý na vzájemné pozici obou přístrojů. Současně lze podporovat vyšší kvalitu také všesměrovou anténou.

3. Systém inteligentního domu

Slovo inteligence neznamená vazbu jen na osobu, ale v současné době také velmi často narážíme na toto označení ve spojení s celou řadou dalších neživých objektů. Ve své diplomové práci se věnuji problematice inteligentního domu. Pod tímto označením nalezneme dům, který je ovládaný elektronikou, která nám umožňuje mít komfortnější bydlení s významnou energetickou úsporou na samotný provoz domu.

Inteligentní dům je komplexní propojení všech elektrospotřebičů v domácnosti do jednoho centra, které se dá dálkově ovládat pomocí různých zařízení. Já se ve své práci věnuji možnosti jak ovládat tento inteligentní dům pomocí mobilního telefonu za využití sítě GSM.

Rozvoj elektronických systémů a rozvoj mobilních telekomunikačních technologií jsou základem proto, aby se daly všechny soudobé požadavky na dálkové ovládání domů zrealizovat a zavést do rutinního provozu. Přímá vazba pro inteligentní domy je také již v projektování, protože s předstihem se musí promyslet a naprojektovat schéma tohoto domu, vybrat vhodné spotřebiče a jejich umístění a propojení do centrální řídicí jednotky. Samozřejmě i umístění inteligentního domu je důležité proto, jakou technologii lze využít pro ovládání. Pokud je dům mimo dosah GSM nebo na velmi nízkém signálu této sítě, pravděpodobně bude velmi obtížné zajistit a garantovat neomezené ovládání inteligentního domu.

Inteligentní ovládání domu znamená, že každý spotřebič nebo zařízení v domě komunikuje a je propojeno s dalšími zařízeními nebo spotřebiči a souhrnně vytváří jeden inteligentní celek, který podmíněnými nebo nepodmíněnými příkazy rozhoduje o následných krocích, které jsou naprogramované předem. Jako první kroky v tomto oboru můžeme považovat prvobytné časovače, které dokázaly v určitou hodinu zapnout dané zařízení, pak se postupně přidávaly další atributy jako dny, kdy se zařízení zapíná nebo vypíná apod. Vývoj v současné době dokáže navrhnout fungování celého chodu domácnosti bez jakéhokoliv průběžného zásahu majitele a to jak v době jeho přítomnosti nebo nepřítomnosti.

V současné době mohou inteligentní domy pracovat na principu centrálního řízení, kdy se celá řada činností automatizuje a poskytuje majiteli také informační odezvy. Nejčastěji pracuje v oblastech topení a klimatizace, kdy podle teploty venku a uvnitř reguluje teplotu a při otevření okna se topení samo ztlumí na určitou dobu. V případě nočního režimu se zapínají tlumená světla při průchodu domácnosti. Pračka a sušička se zapíná v určitou dobu tak, abyste při příjezdu domů mohla vyprané a usušené prádlo jen vložit do skříně. Automatický budík, který budí obyvatele zvoněním, ale zároveň otevírá žaluzie, zapíná kávovar a podlahové topení v koupelně. V rámci opakovaných rituálů je možné nastavit výhřev např. sauny nebo venkovní vířivky na danou teplotu v pravidelnou hodinu. Signalizační zařízení Vás informuje o tom, zda se v poštovní schránce nachází nějaká pošta.

Standardem je dnes také komfortní a jednoduché ovládání tohoto domu bez ohledu na místo, kde se nacházíte, proto je v současné době nejvíce žádané ovládání pomocí mobilního telefonu, který máme téměř všichni stále po ruce.

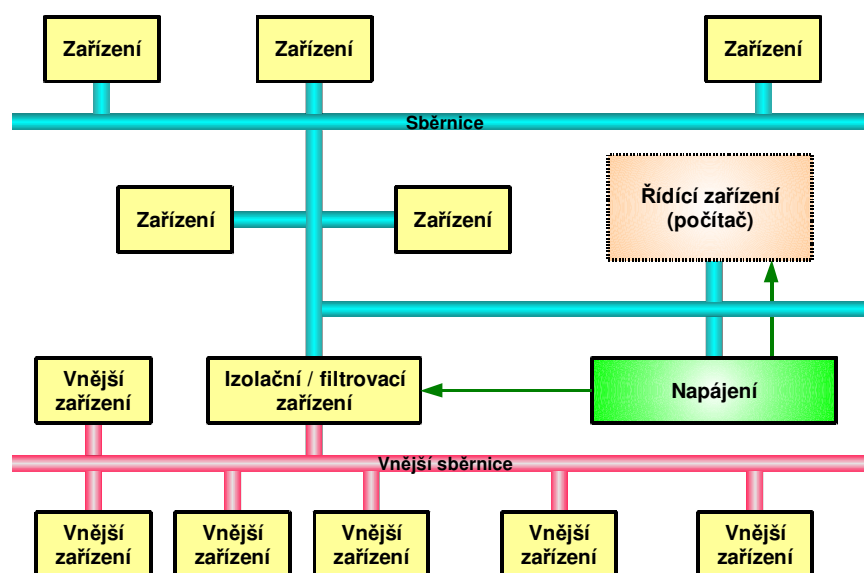
3.1 Specifikace iDům a systém řízení

Na katedře Telekomunikační techniky fakulty Elektrotechniky a informatiky VŠB-TU Ostrava je vyvíjen systém inteligentního domu, který má přinést uživateli mnohé výhody, oproti klasické elektroinstalaci. Umožňuje dokonalé řízení osvětlení, šetření energií, řízení na dálku, má jeden společný mechanismus pro všechny prvky a celkově je systémově lepší řešení použít systémy inteligentního domu než propojovat mnoho různých systémů dohromady. Hlavním kritériem je nízká cena koncových prvků a nízký proudový odběr. Tento odběr je omezen jedním použitým propojovacím vodičem a pokud se nepřenáší žádná data tak systém přechází do režimu spánku a celý systém pracuje na čtyřvodičové sběrnici. Tato sběrnice může mít libovolnou strukturu (hvězdicovou i lineární) bez nutnosti ukončení sběrnice. V systému může být až 255 různých zařízení a každé zařízení má své jedinečné identifikační číslo. Standardní přenos dat není zakódován a aby nemohl nikdo jiný ovládat nebo vyřadit systém z vnějšku, je zde izolační/filtrovací zařízení, které pouští jen povolené informace a navíc opticky odděluje sběrnici, takže zkrat nebo aplikace vysokého napětí nevyřadí/nezničí vnitřní systém iDomu.

Podle využití je sběrnice iDům dělena na dva druhy:

- **iDům A** – Analogový přenos specifické informace
- **iDům D** – Digitální přenos specifické informace

Zařízení, která se nezajímají o specifickou informaci mohou pracovat v obou systémech, ale specifická zařízení jako jsou například domácí telefon a rozvod hudby nelze kombinovat.



Obrázek č. 1 Možné zapojení sítě iDům

Tento systém může pracovat ve dvou režimech:

- Bez řídicího zařízení – je určeno pro jednodušší a levnější systémy jako jsou domácí telefony, řízení osvětlení, nebo jednoduché zabezpečení. Systémy lze samozřejmě kombinovat dohromady, nebo později rozšířit o řízení. Každé zařízení má seznam zařízení, kam má posílat své informace a nebo je cílová adresa uživatelsky volena. Zprávy se předávají konkrétním zařízením. Konfigurace se provádí pomocí iDům konfiguratorem a notebooku, a proto konfiguraci musí provádět dostatečně kvalifikovaná osoba s potřebným hardwarem.
- S řídicím zařízením – tato varianta poskytuje jednodušší uživatelské programování systému. Jádrem systému je miniaturní PC s nízkou spotřebou (kolem 5W), na kterém běží operační systém (Linux) a to poskytuje uživateli plný komfort s možností nastavit parametry a nebo zcela překonfigurovat chod celého systému. K PC je možno připojit LCD display, touchpanel a jiné periferie, stejně tak jako USB flash disk. Konfigurace lze provádět i na dálku pomocí jiného PC a nebo ovládat pomocí internetu všechny definované spotřebiče v systému. Operační systém je spuštěn z paměti FLASH, která je normálně chráněna proti zápisu. Informace o zapnutých spotřebičích a další parametry se ukládají do vnější zálohované paměti RAM, takže v případě krátkodobého výpadku napájení nejsou ztracena. Počítač je možno rozšířit na úkor zvýšení spotřeby klasickým harddiskem a na tento ukládat další uživatelské informace jako jsou např. obrázky z kamerového systému (kdo zvonil u branky), nebo hudbu a umožňuje i ukládání protokolů apod.

Všechny zařízení v systému posílají data řízení (mimo některých speciálních zařízení jako je alarm, který posílá data také přímo siréně). Data jsou v řídicím obvodu zpracována podle uživatelského programu a nakonfigurovaných událostí a poté je předán příkaz jinému zařízení. Například stisk vypínače je předán systému a ten po vyhodnocení zapne relé, které řídí ventilátor a po 5 minutách ho vypne. Samozřejmě je možno naprogramovat spoustu podmíněných akcí, které záleží na celkovém stavu systému (informace ze senzorů světla, teploty, pohybu, časů, přítomnosti osoby).

3.2 Popis sběrnice a hardware linky

Systém inteligentního domu využívá čtyřvodičovou sběrnici. Touto sběrnici jsou propojeny všechny zařízení systému a v případě poruchy jednoho zařízení může dojít k nefunkčnosti celého systému. K poškození ostatních prvků nedojde a výměnou a nebo odpojením vadného zařízení, celý systém funguje dle nastavení dál. Sběrnice nepotřebuje zakončovací prvky a přerušením sběrnice dojde k odpojení všech prvků za tímto přerušením. Také pokles napětí na sběrnici může způsobit chybu některých zařízení a proto pro nejvyšší spolehlivost doporučuji pájení případně použití koncovek spojovacích kabelů a teprve potom samotnou montáž prvku. Uvolněný kontakt může také způsobit přerušení sběrnice nebo pokles napájecího napětí. Je vhodné dodržovat jednotné značení vodičů u každého sběrnicevého systému. V našem případě jsme zvolili barevné značení dle obrázku č.2.

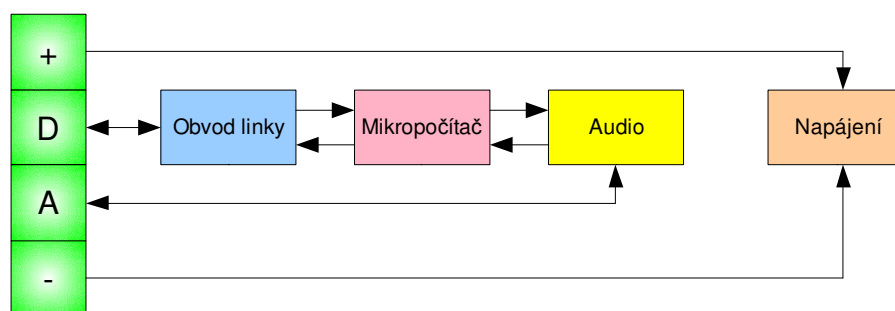
Barva	Značení	Napětí	Popis
Červená ●	VCC nebo +	+15V	Napájení
Žlutá ●	Data nebo D	+5V v klidu, 0V pulsy	Datová linka (řídící)
Bílá ○	Analog nebo A	+15V v klidu, 7V ± audio signál	Audio linka (hovor)
Černá ●	GND nebo -	0V	Zem

Tabulka č. 1 Barevné značení vodičů sběrnice iDům

Pro hardware linky byly specifikovány následující požadavky:

- Nízká cena
- Současný přístup na sběrnici bez poškození zařízení nebo zvýšeného proudového odběru
- Sběrnice musí umožňovat monitorování vysílaného kódu pro detekci možných kolizí
- Rezerva pro budoucí specifický přenos informace (např. Audio)
- Napájení zařízení s různým odběrem
- Zařízení, která nevyžadují specifický přenos informace, tento přenos ignorují

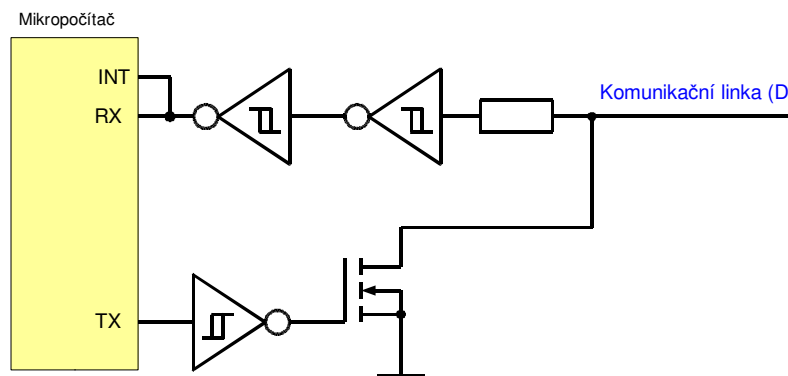
Sběrnice je 4 vodičová, kde dva vodiče jsou napájecí. Dále je zde datový vodič pro přenos signalizace a pro přenos specifické informace je použit čtvrtý vodič. To umožňuje použití jednoduchých a levných prvků, které se nezajímají o složitý přenos specifické informace a používají jen pomalý signalizační vodič.



Obrázek č. 2 Model zařízení iDům

Datový komunikační vodič pracuje s úrovněmi signálu CMOS 5V. Vstupní signál je tvarován Schmittovým obvodem. Vstupní hradlo je chráněno rezistorem 10 kΩ proti chybě při montáži nebo zkratu na sběrnici. Klidovým stavem je vysoká úroveň. V celém systému by měl být jeden pull-up rezistor 100 Ω (rezistor napojený na napětí +5V). To je realizováno modulem „Napojení“. Nízké úrovně je dosaženo spínáním výkonového tranzistoru MOSFET, který zkratuje sběrnici do nuly. Základní komunikační rozhraní vyžaduje, aby součet úbytku napětí na lince (-) a (D) nebyl větší než 0,8V. Upravený vstup sběrnice je napojen na sériový vstup RX a přerušovací vstup INT (kvůli možnosti probudit mikropočítač z režimu spánku). Analogové obvody jsou v době nečinnosti od analogové linky odpojeny (např. pomocí relé nebo tranzistoru MOSFET). V klidu je na analogové lince napětí +15 V. Po připojení analogového systému na lince napětí klesá na střední hodnotu +7,5 V (pro jednosměrný přenos) a +5 V pro obousměrný přenos. V případě jednosměrného přenosu je

povoleno rozkmit signálu 12 V špička-špička a v případě obousměrné komunikace je povoleno rozkmit 9 V špička-špička. Každý systém má různou délku vodiče a tedy i různou kapacitu analogové linky a to se při obousměrné komunikaci projevuje zpětnou vazbou. Pro vykompenzování této zpětné vazby, je každý obousměrně komunikující obvod nastaven na kapacitu linky 213 nF. Kapacita linky je obvykle menší, a proto je v jednom bodě (v napájecím zdroji) zvýšena na potřebnou kapacitu. Tím dojde k vykompenzování všech zařízení připojených na linku a není potřeba nastavovat jednotlivá zařízení.



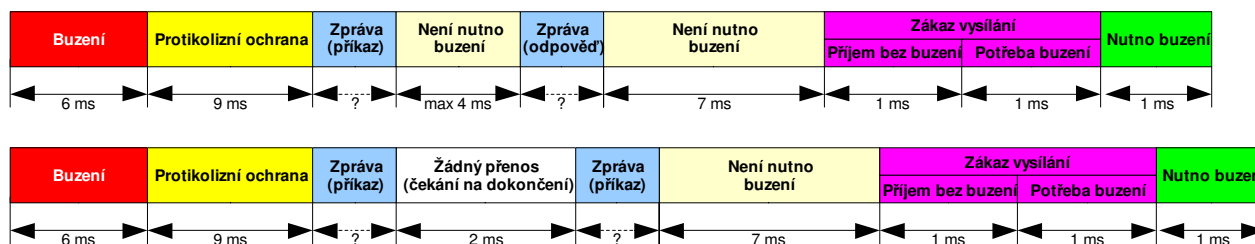
Obrázek č. 3 Komunikační rozhraní iDUM

3.3 Komunikační protokol a formát zprávy

Pro komunikační protokol byly definovány požadavky:

- Zabezpečený přenos dat před ztrátou informace
- Různé délky přenášených zprávy (i větší než jsou schopny zpracovat jiná zařízení)
- Detekce kolizí
- Vyvarování se kolizím na začátku přenosu
- Vyloučení vlivu délky sběrnice
- Probuzení zařízení z režimu spánku

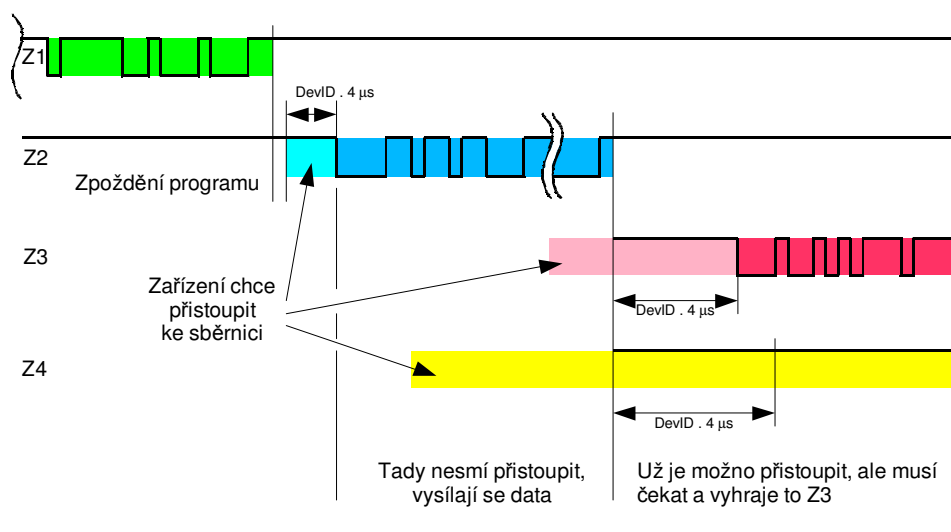
Aby byla zajištěna nízká spotřeba, všechna zařízení jsou v režimu spánku, pokud se nepřenáší žádná data signalizačním vodičem. Jako první musí být provedena sekvence probuzení zařízení z režimu spánku. Budící signál je 5 ms v logické nule a 1 ms v logické jedničce. Všechna zařízení se musí probudit do 5 ms od přijetí sestupné hrany budícího signálu. Dále následuje protikolizní ochrana, která zajistí vysílání jen jediného zařízení. Každé zařízení které potřebuje vysílat na sběrnici začne vysílat své identifikační číslo, které je jedinečné v systému, od nejvyššího bitu (MSB) k nejnižšímu (LSB). Délka jednoho bitu je 1 ms. Uprostřed každého vyslaného bitu je signál monitorován. Pokud je vyslána logická jednička, ale zařízení detekuje nulu, tak se dále vysílání neúčastní. Zařízení s nižším číslem mají přednost před zařízeními s vyššími čísly a proto řídicí jednotka má číslo 1, zabezpečovací prvky nízká čísla a nedůležitá zařízení (senzory teploty apod) vysoká čísla. Poslední (devátý) bit protikolizní ochrany je vždy jednička pro přípravu na příjem zprávy.



Obrázek č. 4 Dokončený a nedokončený přenos v systému iDům

Délka zprávy může být obecně různá. Zpráva se vysílá standardním komunikačním protokolem sériové linky s klidovou úrovní v logické jedničce (negovaný přenos) nízkou rychlostí 19 200 bit/s. Vysílání začíná start bitem (log. 0), přenáší se 8 bitů a končí stop bitem (log. 1). Díky nízké vysílací rychlosti není nutná speciální ochrana před odrazy na vedení.

Mikropočítače mohou být pomalé a při vysílání zprávy může dojít vlivem přerušení ke krátkodobé přestávce ve vysílání. Tato přestávka však nesmí být delší než 1,5 ms od posledního přijatého znaku (stop bitu). Pokud je překročen čas 2 ms od posledního přijatého bytu, je vysílání považováno za ukončené a ostatní zařízení mohou přistoupit ke sběrnici. Vysílání je rovněž považováno za ukončené, pokud je přijata celá zpráva. Většinou následuje odpověď zařízení. Tuto odpověď je nutno provést v době do 4 ms. Jinak vysílací zařízení zopakuje zprávu. V případě že v čase 1 ms po dokončení vysílání zprávy přistoupí současně více zařízení může dojít ke kolizi. Každé zařízení však před samotným vysíláním čeká (by mělo čekat) čas přibližně $t=4\mu s \cdot (DevID-1)$. Poté monitorují sběrnici a pokud zde již začalo vysílání, ke sběrnici nepřistoupí. Pokud zařízení přistoupí v následujícím časovém okamžiku (po uplynutí 1 ms a více), toto omezení zde není. Zde není standardní dlouhá protikolizní ochrana, aby se zrychlila výměna dat (protikolizní ochrana by systém zpomalila vždy o 9 ms). V případě kolize se všechny systémy odpojí od sběrnice a počkají 6 ms. Pak začnou vysílat znovu budící impuls a protikolizní ochranu.



Obrázek č. 5 Příkaz, odpověď a následný přístup na sběrnici

Pokud zařízení odpoví, může odpovědět do 5 ms od dokončení posledního přenosu, bez nutnosti provést budící sekvenci. Pokud zařízení neodpoví, nastává zákaz startu vysílání ať už znaků a nebo budící sekvence. Na 1 ms je zařízení nastaveno pro příjem dat bez buzení (zařízení může začít vysílat těsně před uplynutím 5 ms, ale data přijdou až po zákazu startu). Pokud by nebyl zákaz startu vysílání došlo by k problémům. Po uplynutí této 1 ms jsou zařízení nastavena na příjem s buzením, ale vysílání je rovněž zakázáno. Za další 1 ms je již start vysílání povolen, ale vysílá se budící sekvence i protikolizní ochrana. Pokud nedojde k vysílání přejdou zařízení do režimu spánku.

Formát zprávy - v systému iDům mají zprávy proměnnou délku. Jako první se vysílá hlavička zprávy a poté tělo. Hlavička je vždy stejná a obsahuje údaje o typu zprávy, identifikaci cílového (přijímacího) a zdrojového (vysílacího) zařízení, délku zprávy (počet všech vyslaných bytů včetně hlavičky) a uživatelskou informaci. Tělo zprávy je proměnné délky a na konci zprávy je kontrolní součet. Každá zpráva musí být potvrzena odpovědí. Odpověď na odpověď se samozřejmě nepotvrzuje. Pokud je cílové zařízení nulové, je zpráva přijímána všemi zařízeními, ale na zprávu není odpověď. Proto je vhodné zprávu s cílovým zařízením 0 několikrát opakovat. Typy zpráv jsou uvedeny v souboru Program/Zpravy.h.



Obrázek č. 6 Formát zprávy iDům

V systému iDům jsou také konfigurační zprávy a jsou to speciální typy zpráv pro konfiguraci zařízení. Samozřejmě, že by bylo možno použít již stávající typy zpráv, ale z hlediska bezpečnosti jsou určeny pro konfigurační zprávy příkazové msgConfig a odpovědi msgConfigAnswer. Příkazem je tedy vždy buďto msgConfig nebo msgConfigAnswer. Tělo obsahuje první byte typu konfigurační zprávy (akce – Action u příkazů nebo Typ u odpovědi). Aby bylo možno provádět konfigurační příkazy, je nutno konfiguraci inicializovat. Pokud dojde k negativní odpovědi při jakékoli části konfigurace, tak konfigurace automaticky skončí a je ji nutno inicializovat znovu. V některých prvcích jsou zakázány některé standardní konfigurační příkazy, aby nebylo možno systém jednoduše „nabourat“ a získat např. kód ze zabezpečovacího zařízení.

Ukázka inicializace konfigurace:

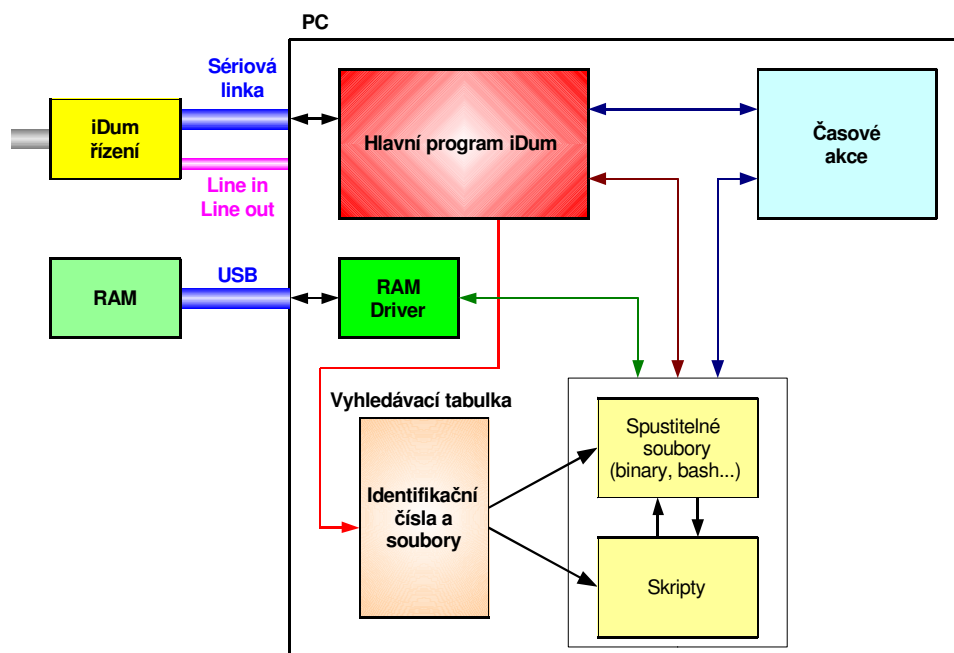
```

Typ = msgConfig
Komu = 0x25
Odkud = 0xFE
Delka = 0x09
UserID = 0
Tělo = ( unsigned char Action = cfgInitConfig, unsigned char Magic1 = 0x55,
unsigned char Magic2 = 0xAA)
CRC = 2D

```

3.4 Počítačová část

Počítačová část je přítomna pouze pokud se jedná o systém s řízením. Systémová část programu není úplně přístupná uživateli. Sběrnice je napojena na modifikovaný iDum konfigurátor, který je připojený přes sériovou linku. K PC je přes USB připojena zálohovaná paměť RAM pro ukládání proměnných systému iDum, které jsou chráněny proti restartu nebo zatuhnutí systému. I když na počítači běží spolehlivý systém Linux, je teoretická možnost výpadku a počítač se může zaseknout. Proto je v PC implementován hardwarový watchdog, který v takovém případě provede reset počítače a všechna data by se ztratila. Proto je paměť speciálních dat vnější a zálohovaná. Zálohování rovněž vede k vyšší odolnosti při výpadku síťového napájení. Každé zařízení vysílá data řídicímu zařízení, které je vyhodnotí a vykoná patřičnou akci.



Obrázek č. 7 Systémová část s PC

Každá zpráva je předána hlavnímu programu iDum. Program iDum podle bytu „zdrojové zařízení“ určí odkud zpráva přišla. Tento zdroj vyhledá ve vyhledávací tabulce. Ke každému číslu zařízení existuje spustitelný soubor nebo skript, který je spuštěn. **Spustitelný soubor** je binární soubor, bash nebo cokoli co může systém Linux přímo spustit. Doba jeho spuštění je vyšší než u skriptu, zato však umožňuje realizovat prakticky libovolné funkce (např. přehrávat audio, nebo počítat s reálnými čísly). Skript se spouští mnohem rychleji (do několika milisekund) a je určen pro jednodušší příkazy (jako rozsvícení, zhasnutí, řízení stmívačů, časové spouštění apod.) Spustitelný soubor i skript mají přístup k vnější paměti RAM, která je tvořena souborem na vnějším USB disku a samostatně zálohována (v nouzi je zde možno použít i FLASH disk, nebo HDD, i když FLASH vydrží jen omezený počet zápisů). Kromě toho umožňují předávat zprávy programu iDum, který je pak odešle do systému iDum, nebo spustí jiný program nebo skript. Současně umožňují zadávat a brát data z/do tabulky časových akcí, kterou monitoruje hlavní program iDum a pokud se časy shodují, spustí soubor nebo skript.

Veškerý vývoj systému iDům je soustředěn jak jsem již zmínil na katedře Telekomunikační techniky fakulty Elektrotechniky a informatiky VŠB-TU Ostrava. Zde mají studenti k dispozici plně funkční demonstrační panel tohoto systému, na kterém můžou vyvíjet a testovat další prvky a zařízení.



Obrázek č. 8 Demonstrační panel iDům

4. Microcontroller PIC

Microcontroller je jednočipový počítač a většinou monolitický integrovaný obvod obsahující kompletní mikropočítač. Tyto jednočipové počítače se vyznačují velkou spolehlivostí a kompaktností. Klíčové vlastnosti 8bitových mikrokontrolérů PIC:

- nízká spotřeba
- proud v aktivním režimu od 50 $\mu\text{A}/\text{MHz}$
- proud v režimu spánku od 9 nA
- integrované periferie
- nízká cena
- malé rozměry

4.1 Historie a použití

První jednočipový mikroprocesor byl čtyřbitový Intel 4004 vyroben v roce 1971. Jednočipový počítač je integrovaný obvod, který v sobě zahrnuje zpravidla vše potřebné k tomu, aby mohl obsáhnout celou aplikaci, aniž by potřeboval další podpůrné obvody a jsou vhodné především pro jednoúčelové aplikace jako je řízení, regulace a jsou často v součástech vestavěných systémů. Existují dvě základní architektury mikroprocesorů – von Neumannova a Harvardská, každá má svoje výhody i nevýhody. Při současném stupni integrace se zřejmě častěji využívá Harvardská architektura, vysoký stupeň integrace dovoluje připojit různé bloky paměti pomocí vlastních sběrnic. U moderních architektur se často užívateli adresový prostor jeví navenek jako lineární (Von Neumannovský), zatímco fyzicky jsou paměti k jádru připojeny pomocí několika nezávislých sběrnic (např. jedna sběrnice pro FLASH/ROM (paměť programu), druhá pro uživatelskou vnitřní RAM a zásobník, třetí pro připojení integrovaných paměťově mapovaných periférií, další pro připojení externí RAM).

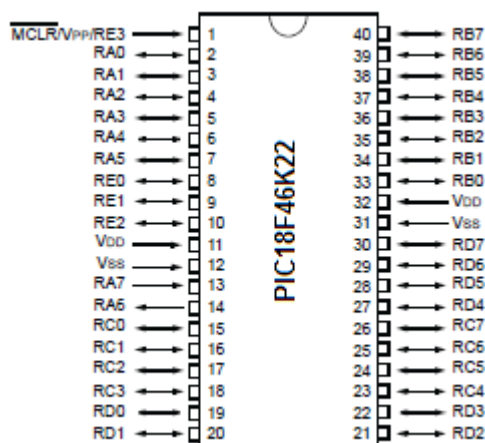
- Von Neumannova architektura je architektura, pro kterou je typická společná paměť pro data i program. Toto uspořádání má výhody v tom, že nepotřebujeme rozlišovat instrukce pro přístup k paměti dat a paměti programu, což vede k zjednodušení vlastního čipu. Další výhodou je, že je potřeba pouze jedna datová sběrnice, po které se přenáší oba typy dat, což je výhodné v případě použití externích pamětí, kdy se redukuje potřebný počet nutných vstupů a výstupů. Nevýhodou je, že přenos obou typů dat po jedné sběrnici je pomalejší, než při oddělených sběrnících pro paměti dat a programu.
- Harvardská architektura je typická oddělením paměti programu a paměti dat. Hlavní nevýhodou této architektury je větší technologická náročnost daná nutností vytvořit dvě sběrnice. Za hlavní výhodu lze považovat možnost jiné šířky programové a datové sběrnice. Této možnosti se široce využívá, takže najdeme osmibitové mikrokontroléry s programovou sběrnicí širokou 12, 14 i 16 bitů. Mezi další výhody Harvardské architektury patří rychlost vykonávání instrukcí, protože instrukci i potřebná data lze číst v jeden okamžik.

4.2 Architektura mikročipu PIC18F46K22

Je to již přes dvacet let, co firma MICROCHIP z USA prezentuje na českém trhu řadu svých microcontrollerů. Použití těchto procesorů se vyznačuje značnou variabilitou možných aplikací a především nízkou cenou v řadově desítek až stovek korun. V současné době je na trhu celá řada mikroprocesorů PIC s různou šířkou instrukčního slova nebo s různým vybavením periferií, které jsou implementovány přímo na čipu procesoru. Mám tím na mysli např. sériové rozhraní USART nebo výstup PWM (pulsně šířkovou modulaci) a jiné. Záleží pouze na volbě konstruktéra, jaký typ procesoru zvolí, aby dosáhl optimální poměr cena/výkon.

Pro svoji práci jsem si zvolil čtyřiceti pinový PIC18F46K22 v pouzdře PDIP, který patří do rodiny mikrokontrolerů firmy Microchip Technology Inc. a má tyto vlastnosti:

- 8 bitová architektura
- bitové, bajtové, řídicí a literálové instrukce
- FLASH paměť (65536 Byte) s možností vnitřního zápisu
- integrovaná RAM (3896 Byte) a EEPROM (1024 Byte) datová paměť
- I/O porty A, B, C, D, E
- Počet zdrojů přerušení - 33
- max. pracovní frekvence začíná 32 MHz, končí do 64 MHz, v drtivé většině 40 MHz
- pracovní teplota začíná na -40°C, končí okolo 100°C



Obrázek č. 9 PIC18F46K22-40-pin PDIP

4.3 Důležité periferie

I²C (Inter-Integrated Circuit) - je multi-masterová počítačová sériová sběrnice vyvinutá firmou Philips, která je používána k připojování nízkorychlostních periferií k základní desce, vestavěnému systému nebo mobilnímu telefonu. Její hlavní výhodou je malý počet linek a minimální pracovní zatížení procesoru. Tato sběrnice rozděluje připojená zařízení na řídicí (master – zahajuje a ukončuje

komunikaci; generuje hodinový signál SCL) a řízené (slave – zařízení adresované masterem). Umožňuje propojení až 128 různých zařízení s pomocí pouze dvou obousměrných vodičů. Jeden tvoří hodinový signál SCL (Synchronous Clock) a druhý datový kanál SDA (Synchronous Data). Z elektrického hlediska jsou oba kanály zapojeny jako otevřený kolektor. Maximální délka vodičů je dána jejich nejvyšší přípustnou kapacitou 400 pF. Každý vodič musí být připojen jedním pull-up rezistorem ke kladnému napětí, což zajistí vysokou úroveň v klidovém stavu. Při probíhajícím přenosu jsou na SDA vysílány jednotlivé datové bity přičemž platí pravidlo, že logická úroveň na SDA se smí měnit pouze je-li SCL v úrovni L. Toto pravidlo je porušeno ve dvou speciálních případech. A to při vysílání podmínek START a STOP, které se používají k zahájení komunikace a k ukončení přenosu. Maximální frekvence signálu SCL je podle verze I2C 100 kHz nebo 400 kHz. Pro obě frekvence je dána minimální povolená doba setrvání SCL v úrovni L a H. Při komunikaci i při přenosu dat si jednotlivé stanice synchronizují generátory hodin tak, že trvání úrovně H na SCL je odměřováno vnitřním časovačem každé stanice až od okamžiku, kdy SCL skutečně úrovně H dosáhne (protože je SCL typu otevřený kolektor, může být v úrovni L držen i v situaci kdy se daná stanice snaží nastavit úroveň H). Podobně je doba trvání úrovně L na SCL odměřována od sestupné hrany. Tento mechanismus umožňuje některé ze stanic zpomalit přenos: pomalá stanice může podržet po určitou dobu signál SCL v úrovni L a tím zabránit vysílající stanici ve vyslání dalšího bitu. Sběrnice I2C neumožňuje duplexní přenos, v jednom okamžiku vysílá jen jedno zařízení. Všechna zařízení připojená na sběrnici musí mít individuální adresu o délce 7 nebo 10 bitů a implementovaný mechanismus komunikace pomocí I²C sběrnice.

Tato sběrnice se hojně používá v různých zařízeních pro:

- čtení konfiguračních dat z SPD EEPROM v paměťových DIMM modulech (SDR SDRAM, DDR SDRAM, DDR2)
- správa PCI karet pomocí spojení SMBus 2.0
- přístup k NVRAM čipům obsahujících uživatelská nastavení (na síťové kartě, řadiči)
- přístup k nízkorychlostním D/A a A/D převodníkům
- změna kontrastu, teploty barev, vyvážení barev v monitorech (DDC)
- změna hlasitosti inteligentních reproduktorů
- řízení OLED a LCD displejů mobilních telefonů
- čtení údajů o monitorovaných zařízeních (teplota procesoru, rychlost větráčků)
- čtení hodin reálného času
- zapínání a vypínání napájení systémových komponent

SPI (Serial Peripheral Interface) - je sériové periferní rozhraní pro rychlý sériový přenos dat, které se používá pro komunikaci mezi řídicími mikroprocesory a ostatními integrovanými obvody (EEPROM, A/D převodníky, displeje...). Komunikace je realizována pomocí společné sběrnice. Adresace se provádí pomocí zvláštních vodičů, které při logické nule aktivují příjem a vysílání zvoleného zařízení (piny SS nebo CS). Zařízení na sériové SPI sběrnici se dělí na:

Master

- řídí komunikaci pomocí hodinového signálu
- určuje, se kterým zařízením na sběrnici bude komunikovat pomocí SS - *Slave Select* (někdy CS - *Chip Select*)

Slave

- vysílá podle hodinového signálu, pokud je aktivován pomocí SS/CS

A/D převodník - (Analogově digitální převodník) - je elektronická součástka určená pro převod spojitého (analogového) signálu na signál diskretní (digitální). Důvodem tohoto převodu je umožnění zpracování původně analogového signálu na číslicových počítačích. Mezi nimi v současnosti převažují digitální signální procesory DSP, které jsou právě na zpracování takových signálů specializované. V digitální podobě se také dají signály daleko kvalitněji zaznamenávat a přenášet. Opačný převod z digitálního signálu na analogový zajišťuje D/A převodník. Pevod spojitého signálu na diskretní se skládá ze dvou fází. Nejprve se provede vzorkování signálu, a potom následuje kvantování. Úsek spojitého signálu se sice dá donekonečna zvětšovat a pozorovat tak jeho nekonečně malé detaily, ale protože počítače mají pouze konečnou kapacitu paměti a ani nejsou nekonečně rychlé, musíme se u reálného vzorkování při A/D převodu omezit pouze na nezbytně nutné množství vzorků, které budeme dále zpracovávat. Druhy převodníků:

- Paralelní A/D převodník je nejrychlejším typem A/D převodníku, protože převod probíhá v jednom časovém okamžiku. Kvantování vstupního signálu se vyjadřuje v komparátorech, které porovnávají vstupní napětí s odstupňovaným referenčním napětím.
- A/D s postupnou komparací
- Kompenzační
- Kompenzační čítací A/D
- Kompenzační sledovací
- S postupnou aproximací
- Integrační A/D
- A/D s dvoutaktní integrací - tento typ převodníku se často používá v multimetrech.
- Sigma-delta převodník

CCP modul (Compare/Capture/PWM) – je modul, který dokáže realizovat tři funkce a mikropočítače mohou mít jeden i více CCP modulů.:

- 16 bitový capture (např. zachytávání délky impulsu)
- 16 bitový compare (pro generování signálů o dané periodě)
- PWM – pulsně šířková modulace (střední hodnota PWM určuje amplitudu)

Tento modul ke své činnosti vyžaduje další periferie, a to jsou obecně čítač/časovač 1, čítač/časovač 2, čítač/časovač 3. Při použití obou CCP modulů si musíme být vědomi možné interakce. Tyto CCP moduly jsou řízeny registry CCPxCON a výsledek a nebo výstup je čten/zapisován registry CCPRxL a CCPRxH, kde x je číslo CCP modulu.

U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
-	-	CCPxX	CCPxY	CCPxM3	CCPxM2	CCPxM1	CCPxM0
Bit 7							Bit 0

Tabulka č.2 Nastavení CCPxCON

Bity **CCPxX** a **CCPxY** jsou určeny pro PWM mód. Zde se zapisují nejméně významné bity pro PWM výstup. Bity **CCPxM0** až **CCPxM3** určují mód, v jakém se CCP modul nachází.

Mód	Popis
0000	CCP modul je vypnut
0100	Capture mód, každá sestupná hrana
0101	Capture mód, každá vzestupná hrana
0110	Capture mód, každá 4. vzestupná hrana
0111	Capture mód, každá 16. vzestupná hrana
1000	Compare mód, výstup se nastaví do jedničky při shodě, CCPxIF=1
1001	Compare mód, výstup se nastaví do nuly při shodě, CCPxIF=1
1010	Compare mód, pouze se nastaví přerušení, CCPxIF=1
1011	Compare mód, special trigger event (CCP1 vynuluje TMR1, CCP2 vynuluje TMR1 a ještě k tomu spustí A/D převod, pokud je A/D převodník zapnut), CCPxIF=1, I/O vývod se nemění
11xx	PWM mód

Tabulka č.3 Nastavení CCP modulu

V **CAPTURE** módu **CCPRxH:CCPRxL** zachytává 16-ti bitovou hodnotu registru **TMR1**, ve chvíli, kdy nastane událost na vývodu **CCP**. Událost je definovaná jako:

- Všechny sestupné hrany
- Všechny vzestupné hrany
- Každá 4. vzestupná hrana
- Každá 16. vzestupná hrana

V **COMPARE** módu je 16-ti bitová hodnota v registru **CCPRx** stále porovnávána s hodnotou v registru **TMR1**. Pokud nastane shoda, je vývod **CCPx**:

- Nastaven do vysoké úrovně
- Nastaven do nízké úrovně
- Zůstane nezměněn

PWM mód slouží pro generování signálu s pulsně šířkovou modulací až s 10-ti bitovým rozlišením. Pokud se na PWM výstup připojí dolní propust, je možno systém používat jako D/A převodník

USART (Univerzal Synchronous and Asynchronous Receiver and Transmitter)

Je sériové rozhraní sloužící pro oboustrannou komunikaci mikrokontroléru se svým okolím rychlostmi jednotek až desítek kbaudů. Umožňuje synchronní i asynchronní přenos s možností nastavení 5 až 9 datových bitů, nastavení počtu stop-bitů a parity. Umožňuje samozřejmě také multiprocessorovou komunikaci. S těmito obvody se můžeme setkat i na základních deskách běžného PC. Dříve se jednalo o samostatné desky, dnes jsou již součástí čipsetu. Jak už bylo uvedeno výše, budeme toto rozhraní čile využívat a to nejen pro komunikaci s ostatními procesory, ale také při komunikaci s PC. Je to totiž ta nejschůdnější cesta. Mnozí výrobci uvedli už před několika lety na trh převodníky USART/USB, takže není problém vyrobit si vlastní zařízení komunikující přes USB rozhraní. To se hodí zvláště při napojení na notebook.

Základní popis

Jednotka USART je složena ze tří hlavních bloků. Z vysílače, přijímače a generátoru hodin. Generátor hodin slouží pro generování synchronizačních signálů. Vysílač a přijímač obsahují buffery pro vysílání a příjem bajtů. Je-li obvod správně nastaven, je možné odvyšlat bajt pouhým zápisem do bufferu. Po odvyšlání celého bajtu je nastaven příznak TXC v registru UCSRA. Při příjmu je nastaven bit RXC registru UCSRA. Musíme ale dávat pozor na to, že příznaky jsou čitelné pouze jednou. Po přečtení jsou automaticky nulovány.

Modul USART obstarávající komunikaci může být nastaven v jednom z následujících režimů:

- asynchronní režim
- asynchronní režim s dvojnásobnou rychlostí
- synchronní master
- synchronní slave

V asynchronním režimu není vysílán hodinový signál. Jsou používány dva piny označené zpravidla jako TX a RX pro vysílání a příjem dat. Při komunikaci dvou mikrokontrolérů je třeba, aby měly nastavenou stejnou přenosovou rychlost. Mikrokontrolér, který přijímá data, se na začátku pokusí synchronizovat svojí vnitřně generovanou přenosovou rychlost s přicházejícími asynchronními rámci dat. Synchronizační proces je opakován při každé detekci start bitu. Tento režim, pokud nemáme žádný jiný zvláštní důvod, používáme ke komunikaci s PC nejčastěji. V synchronním režimu je zapotřebí přenášet hodinový signál. Pokud mikrokontrolér generuje hodinový signál vnitřně a posílá ho na svůj výstupní pin, pracuje v režimu master. Pokud sám hodinový signál přijímá, nachází se v režimu slave. Jednotka USART používá logické úrovně, to znamená, že při použití napájecího napětí 5V, má signál odpovídající logické jedničce (nebo 3,3V TTL), kdežto signál odpovídající logické nule má hodnotu „potenciálu země“. Někdy se může stát, že tyto napěťové úrovně nevyhovují. Například přenosové standardy jako RS-232 (RS232 je rozhraní pro přenos informací vytvořené původně pro komunikaci dvou zařízení do vzdálenosti 20 m. Tímto rozhraním je již mnoho let vybaven téměř každý osobní počítač, případně je možné zakoupit za pár korun převodníky USB <> RS232 pro doplnění či rozšíření těchto portů v PC) nebo RS-485 používají jiné úrovně. V případě

standardu RS-232 se používá napětí menší než -5V pro reprezentaci logické jedničky a napětí větší než 5V pro logickou nulu. V tomto případě je třeba použít převodník úrovní jako například MAX232.

Jak už bylo napsáno výše, je možné jednotku pro sériový přenos používat v několika režimech. Z toho důvodu je nutné ji před použitím správně nastavit. Příprava se stává z nastavení přenosového rámce (počet datových bitů, parita, počet stop-bitů) a z nastavení přenosové rychlosti. Před použitím musí být samozřejmě jednotka spuštěna (zvlášť příjem a zvlášť vysílání). Konfiguraci sériové linky provádíme pomocí dvou registrů RCSTA a TXSTA. Rychlost přenosu se nastavuje pomocí registru SPBRG a bitu BRGH. Sériový kanál umožňuje velmi vysoké i nadstandardní přenosové rychlosti. Vysílání bytu je prováděno zápisem do registru TXREG a příjem je realizován čtením registru RCREG. Tento registr je možné číst pouze jednou a po přečtení se data odtud vymažou. Při zápisu je nutno čekat dokud není vyrovnávací paměť prázdná. Poté je možné opět zapisovat do registru TXREG.

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R-0	R-0	R-x
SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D
Bit 7							Bit 0

Tabulka č.4 Nastavení RCSTA

- Bit **SPEN** zapíná sériový kanál a konfiguruje vývody RX a TX.
- **RX9** volí mezi 9-ti bitovým příjmem (RX9=1) nebo 8-mi bitovým příjmem (RX9=0).
- **SREN** je určen jen pro synchronní master mód a povoluje příjem jednoho bytu.
- **CREN** povoluje trvalý příjem, většinou se nastavuje do jedničky, pokud chceme přijímat data v asynchronním režimu.
- **ADDEN** používá se v 9-ti bitovém režimu pro aplikování funkce detekce adresy.
- **FEER** indikuje chybu rámce, příslušně je změněn vždy při každém čtení registru RCREG.
- **OERR** indikuje přečtení. Pokud dojde k ORR, přestanou se přijímat data a je nutno vynulovat CREN a znovu ho nastavit, aby bylo možné pokračovat v příjmu.
- **RX9D** z tohoto bitu se čte devátý datový bit při 9-ti bitovém přenosu.

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R-1	R/W-0
CSRC	TX9	TXEN	SYNC	-	BRGH	TRMT	TX9D
Bit 7							Bit 0

Tabulka č.5 TXSTA

- V asynchronním režimu není bit **CSRC** použit. V synchronním režimu slouží tento bit pro nastavení master módu (CSRC=1), nebo slave módu (CSRC=0).
- **TX9** volí mezi 9-ti bitovým vysíláním (TX9=1) nebo 8-mi bitovým vysíláním (TX9=0).
- **TXEN** povoluje vysílání.
- **SYNC** volí mezi synchronním příjmem (SYNC=1), nebo asynchronním příjmem (SYNC=0).

- **BRGH** spolu s registrem **SPBRG** volí rychlost přenosu.
- **TRMT** indikuje zda je vysílací registr prázdný ($TRMT=1$), to znamená, že se nic nevysílá. Pokud je $TRMT=0$, pak se právě vysílá.
- Do bitu **RX9D** se zapisuje devátý datový bit při 9-ti bitovém přenosu.

Dále je nutné nastavit rychlost sériového přenosu a k tomu nám slouží registr **SPBRG** a bit **BRGH**. U asynchronního režimu se rychlost vypočítá ze vztahu:

BRGH=0	Rychlost přenosu = $F_{osc}/(64 \times (SPBRG + 1))$
BRGH=1	Rychlost přenosu = $F_{osc}/(16 \times (SPBRG + 1))$

Tabulka č.6 Nastavení rychlosti přenosu

Tedy pokud je $BRGH=1$, tak je přenos 4x rychlejší, než když je $BRGH=0$. V mém řešeném případě požadují rychlost přenosu 115200kbit/s, $F_{osc} = 9,216\text{MHz}$.

BRGH=1

Přenosová rychlost	Rychlost přenosu = $F_{osc}/(16 \times (SPBRG + 1))$
	$115200 = 9216000/(16 \times (SPBRG + 1))$
	$SPBRG = (9216000/(16 \times 115200)) - 1$
	$SPBRG = (9216000/(1843200)) - 1$
	SPBRG = 4

Tabulka č.7 Výpočet rychlosti přenosu

Hardwarová násobička

Všechny PIC18 obsahují multifunkční hardwarovou násobičku 8x8, která umožňuje vytvářet několikanásobné operace tak, aby byly dokončeny v průběhu jednoho cyklu. Výhodou je vyšší propustnost a snížení velikosti kódu pro násobení algoritmů, proto je PIC18 využíván v mnoha aplikacích, dříve vyhrazených pro digitální signálové procesory. Zařízení umožňuje multinásobně více operací jak po stránce hardwarové, tak softwarové, což spolu s úsporami v paměti a zkrácenou dobou realizace zvyšuje jejich výhody pro použití.

USB OTG

Některé PICy obsahují USB OTG, neboli dle IEEE USB On-The-Go (někdy se však uvádí i USB On-To-Go). Je to zařízení obdobné klasickému USB standardu, které umožňuje přímý přenos dat typu bod- bod, obdobně jako tomu je u Fire Wire. Jedná se o komunikaci dvou periferních zařízení, které nepotřebují intervenci počítače nebo jiného nadřazeného systému. V současné době se toto zařízení využívá u spotřební elektroniky a multimediálních přístrojů např. takto mohou komunikovat dva mobilní telefony, dva fotoaparáty, kamera a tiskárny apod. USB OTG podporuje mnoho 32bitových MCU, kdy stále jde o klasický USB přenos dat typu Master- Slave, ale je upravený pro adaptabilitu

požadované situace, kdy aplikuje systém jako Host /Master/ nebo se chová jako Device /Slave/. USB si stále zachovává vlastní komunikační model, kde jedno nadřazené Host zařízení komunikuje s dalším k němu přiřazeným zařízením a podává příkazy, co a jak se má udělat např. poslat data, přijmout data. OTG přináší do USB tzv. DRD /Dual Role Device/, což je schopnost provozovat řadiče jak v režimu Host, tak i v režimu Device a také možnost přepínání se mezi těmito režimy. Podmínkou je, aby obě zařízení měly OTG funkci.

4.4 Asynchronní komunikace mikročipu PIC18F46K22

Nastavení asynchronního příjmu pro osmi bitové slovo:

- Inicializujeme rychlost zápisem do registru SPBRG
- Zapneme sériový port vynulováním bitu SYNC a nastavením SPEN
- Povolíme přerušení v registrech RCIE, PEIE, GIE
- Povolíme příjem nastavením bitu CREN

Nastavení asynchronního vysílání pro osmi bitové slovo:

- Inicializujeme rychlost zápisem do registru SPBRG
- Zapneme sériový port vynulováním bitu SYNC a nastavením SPEN
- Povolíme přerušení v registrech TXIE, PEIE, GIE
- Povolíme vysílání nastavením bitu TXEN
- Zapíšeme data do registru TXREG

Nastavení USARTu1 (EUSARTu1) v mé aplikaci:

```
SPBRG1=4;           // nastavení rychlosti usartu
RCSTA1=0b10010000; // zapnutí příjmu
TXSTA1=0b00100110; // nastavení vysílání
```

V textu používám USART i **E**USART.

Hlavní rozdíl a výhodou v tomto označení s písmenem **E** – **ENHANCED** neboli vylepšený je:

- Automatická detekce a kalibrace rychlosti USARTu
- Probouzení z režimu spánku

5. Modem COM/G10

Pro svou práci jsem zvolil ModemCOM/G10 od výrobce Teltonika. Je jednoduchý, ale výkonný nástroj pro bezdrátové připojení osobních nebo průmyslových počítačů k internetu. ModemCOM/G10 funguje jako každý jiný modem, je ovládán AT příkazy, což znamená, že neklade žádné zvláštní nároky na uživatele, pokud má již například zkušenosti s modemem pro pevnou linku. Hlavní výhodou je pak GPRS class 10, který se postará o vysokou přenosovou rychlost v GSM sítích (v tomto případě až 56 – 114 kbps). Na rozdíl od modemů PCMCIA ModemCOM/G10 může být připojen nejen k notebooku, ale i k libovolnému počítači podporující COM. Níže uvádím technické parametry daného modemu, ale pro nás ke asi nejdůležitější spotřeba v aktivním/klidovém stavu.

5.1 Základní vlastnosti ModemCOM/G10

- Možnost připojení k internetu skrze:
 - GPRS class 10 (až 56 – 114 kbps)
 - CSD (až 14,4 kbps).
- Dual Band
 - Evropa/Asie – 900 Mhz / 1800 Mhz
 - Amerika – 850 Mhz / 1900 Mhz
- Zaslání SMS rychle a snadně pomocí PC (dodávaný software)
- Interní nebo externí GSM anténa
- 2 LED
 - Power
 - GPRS Status
- Podporované OS: MS Windows 95/98/ME/2000/XP a Linux
- Napájení : 9V/1A
- Proudový odběr:
 - 90 až 115 mA (při probíhajícím hovoru)
 - 70 až 85 mA (při zpracovávání SMS zprávy)
 - 64 mA (klidový režim)
- Konektory
 - DB9 female pro spojení s PC
 - 3,5 mm / 1,35 mm konektor zdroje
 - slot pro SIM kartu
 - SMA konektor pro GSM anténu
 - 2x jack 2,5 audio + mic (vlastní úprava pro tuto aplikaci)



Obrázek č. 10 ModemCOM/G10

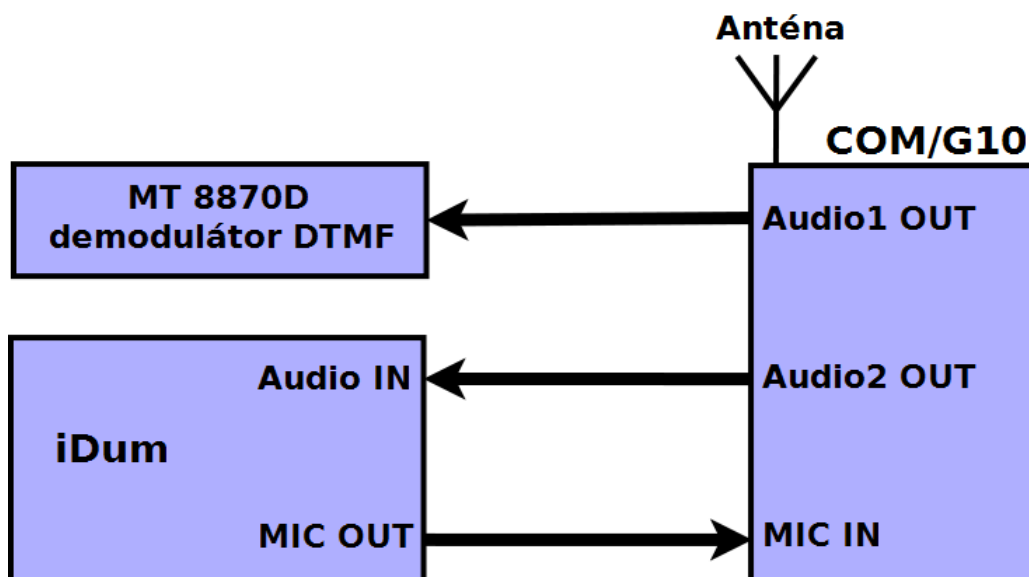
Abych mohl použít modem COM/G10 bylo nutné ho upravit a to tak, že jsem přímo z interface TM1 vyvedl pomocí konektorů jack 2,5 výstup audia a mikrofonu.



Obrázek č. 11 INTERFACE TM1

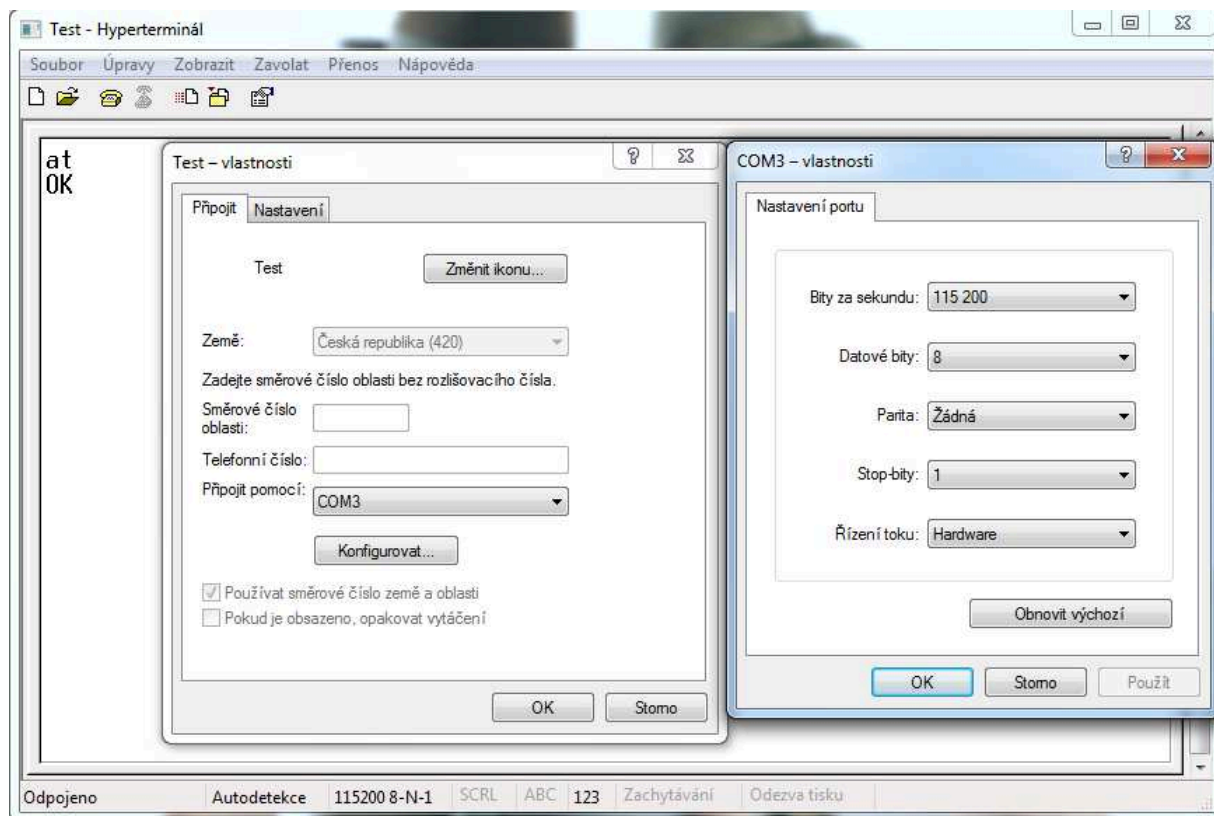
Popis upravovaných pinů:

- pin č.43 – Audio analogový signál pro DTMF modulátor
- pin č.44 – Audio analogový signál pro iDum
- pin č.45 – MIC analogový signál iDum
- pin č.46 – MIC GND
- pin č.47 – GND



Obrázek č. 12 Blokové schéma ModemCOM/G10 - zvuk

Abychom si mohli komunikaci s modemem vyzkoušet použil jsem pro to nástroj implementován přímo ve Windows „Hyperterminál“. Je zde nutné nejdřív nastavit tyto parametry: rychlost přenášených bitu/s, počet datových bitu, parita, počet stop bitu, typ řízení toku dat a nakonec číslo COM portu.



Obrázek č. 13 Nastavení programu Hyperterminál

5.2 AT příkazy

Pro ověření zda modem podporuje daný AT příkaz se používá syntaxe:

AT+<příkaz>=?<CR>

Znak <CR> je potvrzení příkazu klávesou ENTER. Na správné příkazy modem odpoví zprávou OK, v opačném případě ERROR.

- Pro zjištění nastavených hodnot z modemu použijeme ***AT+<příkaz>? <CR>***
- Pro nastavení dat v modemu, napíšeme ***AT+<příkaz>= <parametr><CR>***

Při komunikaci z procesoru se potvrzení <CR> nahradí znakem 0Dh. Nejjednodušším AT příkazem je samotná dvojice znaku AT (AT příkaz se ukončuje Enterem) a odpověď modemu na správně zadaný a provedený AT příkaz je OK.

5.3 Příklady použití

Na modemu COM/G10 jsem otestoval řadu AT příkazů:

- AT – ověří komunikaci s modemem

AT <CR>

OK

- A/ – opakuje poslední příkaz

A/ <CR>

- AT+COPS? – dotaz na aktuálního operátora

AT+COPS? <CR>

+COPS: 0,0,"OSKAR"

- ATA+CLIP=1 – nastavení zobrazování telefonního čísla příchozího volání

ATA+CLIP=1 <CR>

OK

- ATA – vyzvednutí příchozího volání

ATA <CR>

OK

- ATH – ukončení hovoru

ATH <CR>

OK

- ATD – vytočení telefonního čísla

ATD+420777123456; <CR>

OK

- AT+CPBS="SM" – nastavení paměti, ze které chceme načíst telefonní seznam („SM“ – SIM memory - čteme ze SIM karty, v případě mobilního telefonu zadáme do uvozovek „ME“ – mobile eeprom).

AT+CPBS="SM"; <CR>

OK

- AT+CPBR=1,99 – načtení telefonního seznamu v rozsahu 1 až 99

AT+CPBR=1,99; <CR>

+CPBR: 1,"*077",129,"VODAFONE LINKA"

+CPBR: 2,"112",129,"RYCHLA POMOC"

+CPBR: 3,"155",129,"ZACHRANKA"

+CPBR: 4,"150",129,"HASICI"

```
+CPBR: 5, "158", 129, "POLICIE"
```

```
+CPBR: 6, "*111#", 129, "SAMOOBSLUHA"
```

Posílání SMS zpráv je trochu složitější. SMS zprávy se zapisují v PDU formátu, což je posloupnost několika šestnáctkových (hexadecimálních) znaků. Samotný text zprávy SMS je uložený tak, že si ascii hodnoty jednotlivých znaků napíšete binárně, vezmete jenom sedm dolních bitů, pak ty všechny sedmice bitů dáte za sebe, vzniklý řetězec si rozdělíte po osmi bitech a každou osmici převedete do šestnáctkové soustavy. Další popisování celého formátu PDU je velmi náročné a myslím si, že jednodušší je použít režim v textovém módu. Stačí zadat příkaz *AT+CMGF=1<CR>* a můžeme zadávat různé příkazy bez složitého převádění a celá práce s odesíláním a zpracováváním SMS zpráv se nám zjednoduší.

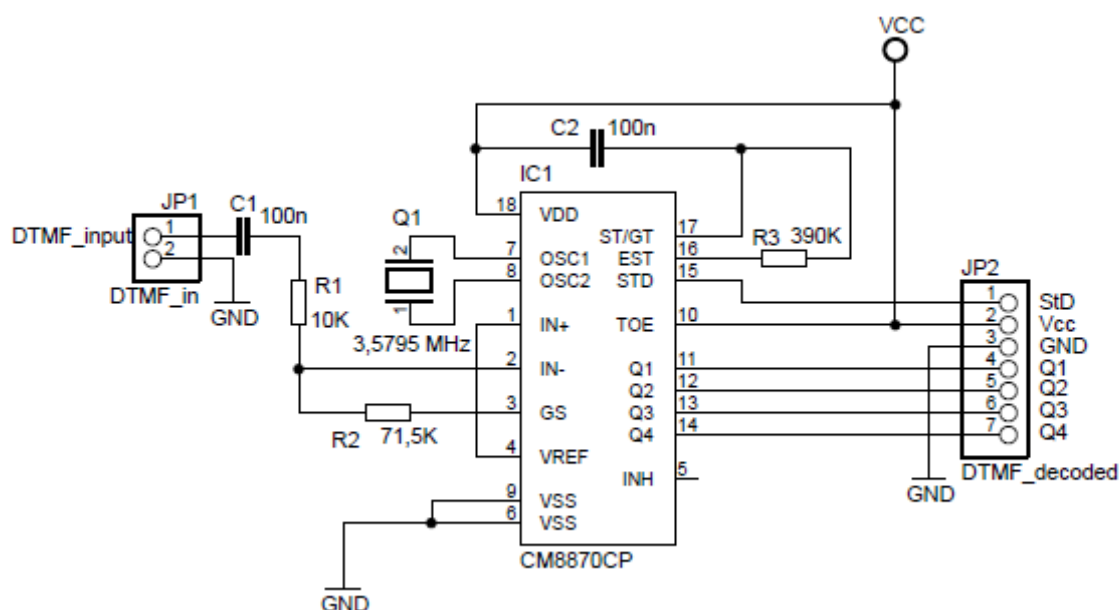
Příklad poslání SMS zprávy v jazyku C, kde je **tefonní číslo příjemce** a **text SMS zprávy**:

```
const uint8_t polea[ ] = "AT+CMGF=1\r";
const uint8_t poleb[ ] = "AT+CMGS=\"+420603123456\"\r";
const uint8_t polec[ ] = "test\x1a";

odeslUSART1(polea,10);
for (u = 0; u < 1000; u++) {           //zpoždění
    for (z = 0; z < 100; z++);
}
odeslUSART1(poleb,24);
for (u = 0; u < 1000; u++) {           //zpoždění
    for (z = 0; z < 100; z++);
}
odeslUSART1(polec,5);
for (u = 0; u < 1000; u++) {           //zpoždění
    for (z = 0; z < 100; z++);
}
```

6. Demodulátor MT8870

Abychom byli schopni ovládat systém iDomu tlačítky telefonu, použil jsem demodulátor MT8870. Demodulátor MT8870 slouží k dekodování DTMF signálu. Základní zapojení je na obrázku č.16. Úroveň vstupního signálu se nastaví odporem R1. Odpory R2 a R3 určují zesílení vstupního zesilovače. Při použití modemu COM/G10 od Teltoniky, kdy výstup audia byl vyveden přímo z interface TM1 bylo nutné upravit úroveň vstupního signálu pro tento demodulátor, protože pro správnou detekci potřebuje mít vstupní úroveň signálu minimálně 860mVšš. Proto jsem použil jako R1 odpor 10kΩ. Dekodér umí zobrazit všechny znaky použité v DTMF, tedy číslice 0 až 9, písmena A až D, znak "*" jako "H" a znak "#" jako "o". Další použité symboly jsou "-" pro pauzu, "_" pro prázdnou pozici a tři vodorovné pruhy oddělují poslední a první pozici.



Obrázek č. 14 Základní zapojení MT8870

6.1 DTMF

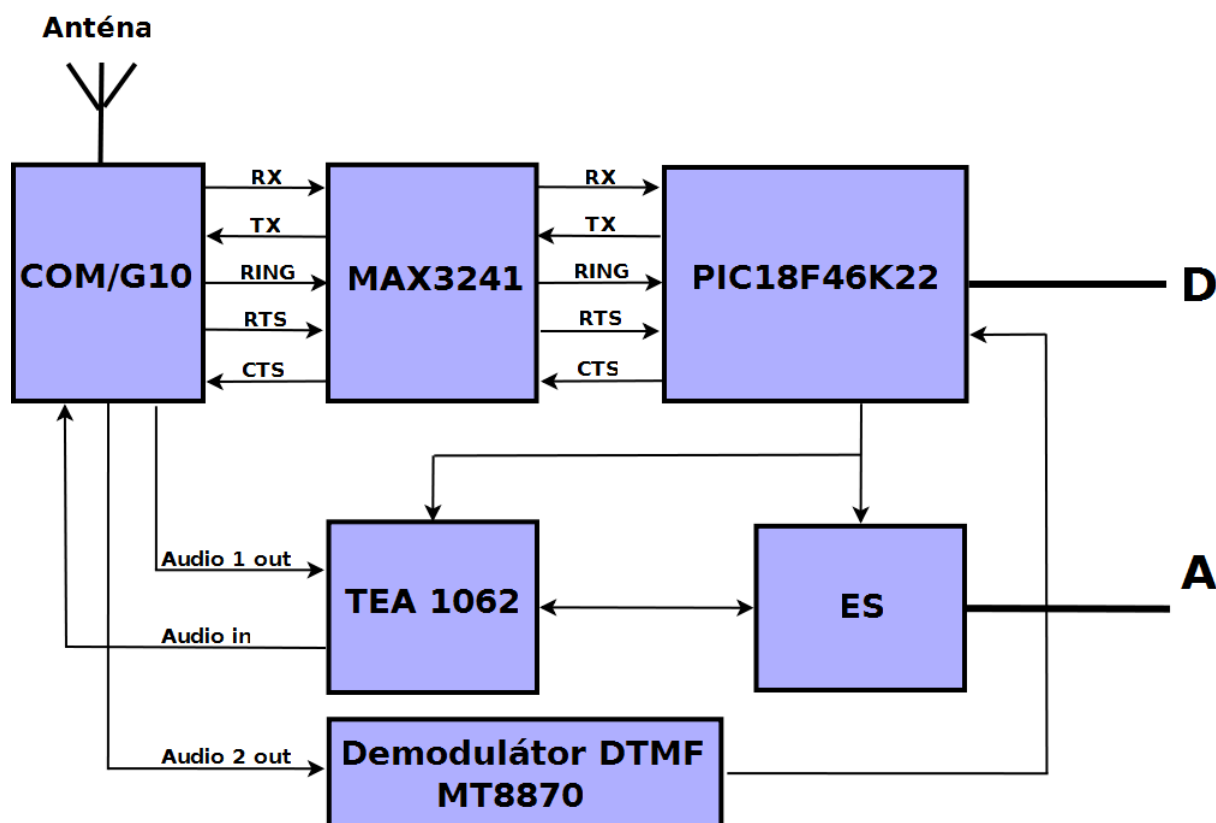
Co je to DTMF - Dual-tone Multi Frequency ? Je to tón, který je složen ze dvou sinusových signálů o přesně dané frekvenci. Hodnoty jednotlivých frekvencí jsou voleny tak, aby nebylo příliš součáskově náročné vytvořit frekvenční filtry a zároveň, aby bez problémů prošly telekomunikačními telefonními cestami, kde je zaručena maximální šířka pásma cca 0.3 - 3.4 kHz. DTMF nebyla vyvinuta pro přenos dat. Je určena pouze pro přenos ovládacích signálů. V případě nouze lze standardně vyvinout až rychlost cca 10 znaků za sekundu (= 5 byte za vteřinu) na standardním dekodéru. Standard DTMF přenosu je 50ms trvání tónu ku 50ms "ticha". Při vyšších rychlostech nastávají problémy se synchronizací a časováním. DTMF je základní kámen řízení hlasových komunikací. Moderní telefonie pomocí DTMF vytáčí, nastavuje ústředny atd. Pomocí tónové volby se ve

vyjímečných případech přenáší jednoduché plovoucí kódování na nízkých frekvencích, převážně na vysílacích frekvencích kolem CB pásma (27 MHz). Jak ukazuje tabulka č.8, jedná se vždy o dvě frekvence, které se amplitudově sčítají. Oba vstupní průběhy musejí být sinusové a měly by mít stejnou amplitudu.

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

Tabulka č. 8 Frekvence tónů DTMF

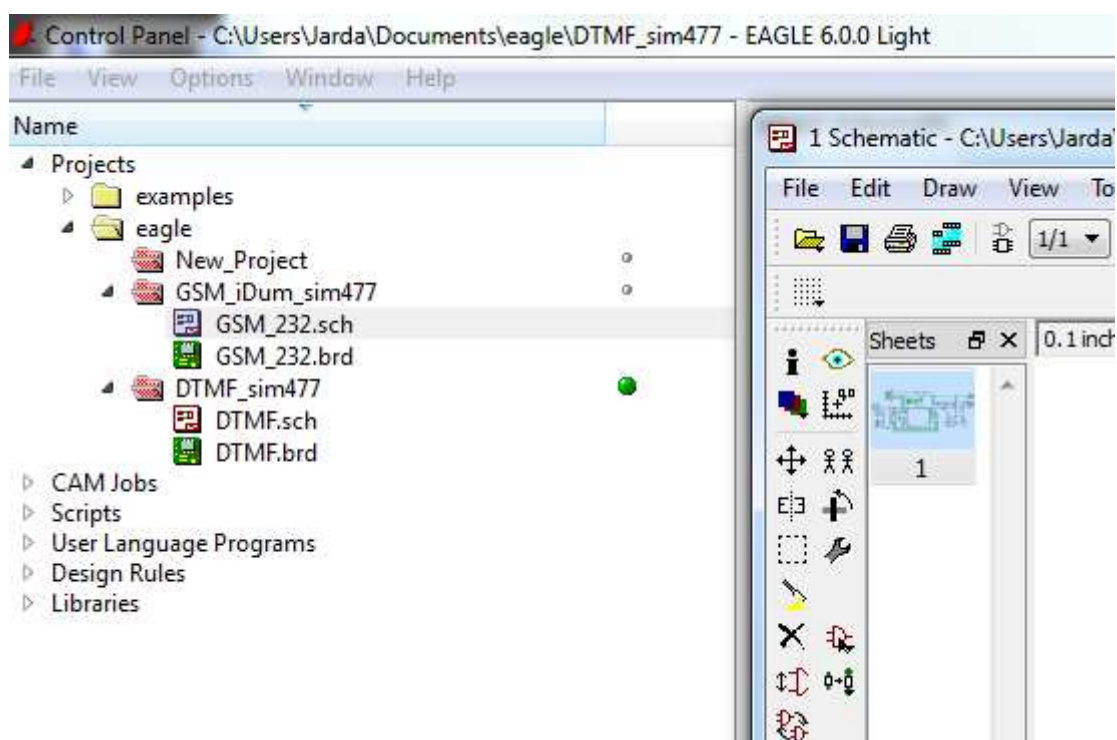
Tabulka je pro přehlednost uspořádána jako maticová klávesnice. Protnutím X a Y dostanete dvě mixované frekvence. Jak je vidět, tónů je celkem 16, ale na běžných DTMF "pípácích" jich je pouze 12. Tóny A až D jsou takzvané systémové. Běžný uživatel je k ničemu nepotřebuje. Používají se například na programování ústředěn a jiné speciální funkce.



Obrázek č. 15 Blokový diagram modulu rozhraní iDum – GSM

7. Návrh DPS a systém řízení

EAGLE je u nás jeden z nejrozšířenějších zahraničních návrhových systémů pro elektroniku a je to dáno jednak tím, že na rozdíl od většiny ostatních systémů, které pocházejí ze zámoří, se jedná o původní produkt německé firmy CadSoft Computer GmbH z Pleiskirchenu a také dlouhou tradicí, kterou má na našem trhu. V devadesátých letech byl vyhodnocován v odborných časopisech jako produkt s daleko nejvýhodnějším poměrem cena/výkon, i když podle mého názoru se v poslední době vývoj vlastního programu relativně zpomalil. Program je dodáván ve třech verzích: Light, Standard a Professional. Všechny jsou shodné, verze Light a Standard mají omezen maximální rozměr desky plošných spojů. Ve Standardu můžete navrhovat desky do rozměru "EURO", tj. 100 x 160 mm, verze Light je omezena na 1/2 "EURO", tj. 80 x 100 mm. Podle posledních informací firma CadSoft uvolnila verzi Light pro všeobecné použití jako "demo". Tento plně funkční program je určen zájemcům jako "možnost osahání si programu", ale může být použit s výše uvedeným omezením velikosti desky pro praktickou tvorbu výkresové dokumentace a návrh desek plošných spojů s možností generování výstupních souborů jak pro tiskárnu, tak i pro osvitovou jednotku, fotoplotr nebo vrtačku. Program může být volně používán pro potřeby amatérů, studentů apod., nesmí však být použit ke komerčním účelům. Pro svou práci jsem použil verzi EAGLE 6.0.0 Light staženou z domovské stránky firmy CadSoft (www.cadsoft.de). V této verzi je hlavní omezení v maximálním rozměru desky plošných spojů na 80 x 100 mm a maximálně ve dvou vrstvách.



Obrázek č. 16 Hlavní panel EAGLE 6.0.0 Light

Základní vlastnosti systému EAGLE možnost instalace ve verzi pro DOS, ale předpokládám, že většina nových uživatelů dá přednost perspektivnějšímu systému Windows. Verze DOS by měla opodstatnění pouze pro ty uživatele, kteří nemají nainstalován OS Windows, protože mezi oběma systémy není zásadní rozdíl. Systém EAGLE se skládá ze tří samostatných modulů:

- Editor schémat (Schema)
- Editor plošných spojů (Layout Editor)
- Autorouter

Součástí obou hlavních modulů je editor knihoven, i když v případě instalace pouze editoru plošných spojů jsou některé funkce editoru knihoven omezeny. Pořízení pouze editoru plošných spojů by mělo jediný význam a to tehdy, když používáme jiný návrhový systém na kreslení schémat, například OrCad a po ukončení tvorby schématu vygenerujeme "Partlist" (seznam součástí obsažených ve schématu) a "Netlist" (seznam sítí spojů). Tyto seznamy mohou být načteny modulem editoru plošných spojů a následně zpracovány. Toto řešení má zásadní nevýhodu v tom, že se zbavíme přednosti posledních verzí EAGLU, a to zpětné anotace. Laicky řečeno, pokud máme pod Windows otevřeny současně jak okno editoru schémat, tak editoru plošných spojů jedné úlohy, úprava provedená ve schématu je okamžitě provedena na desce spojů a opačně (samozřejmě v mezích povolených úprav). Například změna hodnoty nebo názvu součástky se může přenést okamžitě, kdežto nový spoj nebo přidání součástky požadované v editoru plošných spojů jsou odmítnuty s odkazem, že tato úprava se musí udělat v editoru schémat. Po dokreslení spoje nebo přidání součástky ve schématu se tyto okamžitě objeví na desce plošných spojů i s příslušnými gumovými spoji.

Modul schémat umožňuje kreslení elektrických schémat. Vybírá prvky z knihoven součástí, umísťuje je na pracovní ploše; posouvá, otáčí a zrcadlí, kreslí spoje propojující součástky, umožňuje prohození hradel v pouzdech (Gateswap) a vývodů hradel (Pinswap). Generuje netlisty, seznamy součástí, provádí kontrolu elektrické správnosti zapojení (ERC). Po ukončení kreslení schématu je návrh převeden do editoru plošných spojů. Modul schémat umožňuje tvorbu pouze 1 listu schématu (verze Profesional až 99 listů). V mém případě jsem narazil na problém, že zvolený PIC18F46K22, nebyl k dispozici v knihovně součástí, a proto jsem si tento PIC musel nejdříve pro další práci vytvořit.

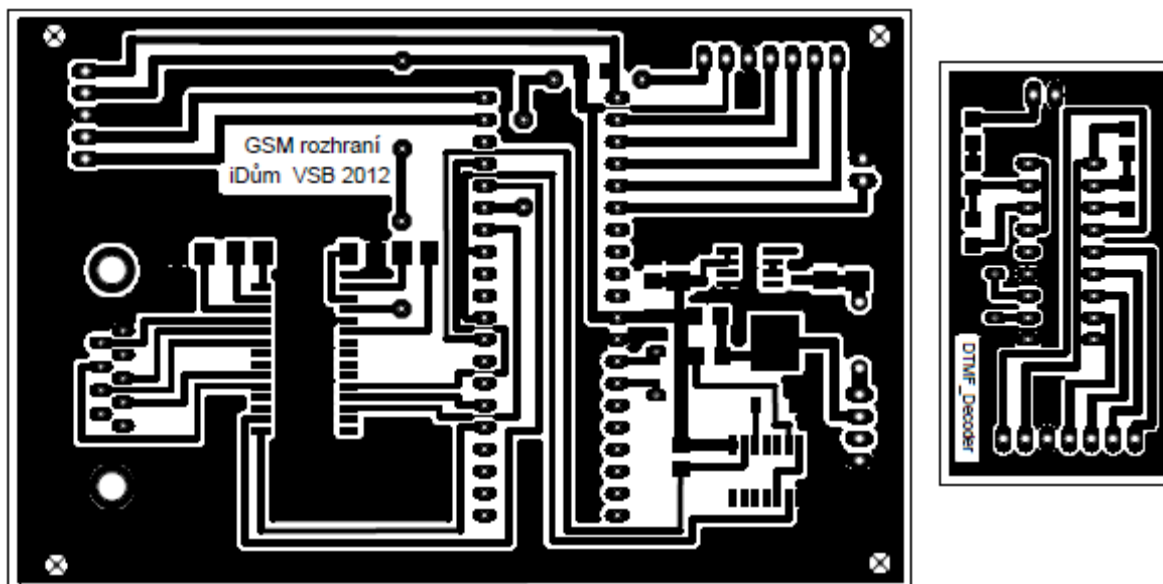
Editor plošných spojů v této verzi pracuje s 2 vrstvami na desce plošných spojů (u verze Profesional až 52 vrstev). Přejechod z editoru schémat do editoru plošných spojů automaticky přenesou mechanické rozměry součástí včetně jejich vývodů (Padů). Po rozmístění součástí na desce, můžeme provést ruční nebo automatické propojení (autorouterem). Editor schémat má vestavěnou funkci kontroly návrhových pravidel (DRC). Po provedení tohoto příkazu, se zobrazí všechna místa, kde došlo k nedodržení nastavených hodnot (např. menší než povolená vzdálenost mezi dvěma spoji nebo spojem a pájecí ploškou (Padem) apod. Hotový a prověřený návrh plošného spoje může být zvláštní součástí programu (CAM procesorem) zpracován jako výstup na tiskárnu, soubor dat pro fotoplotter nebo NC vrtačku.

Pro zefektivnění rutinní práce je program EAGLE vybaven dalšími prostředky. tzv. script soubory (speciální soubory s textovými daty) umožňují již na počátku práce definovat určité nastavení systému, které nám vyhovuje, případně kdykoliv během práce spuštěním příslušného script souboru modifikovat vlastnosti systému. Další novinkou jsou ULP (user language programs), speciální programy psané v jazyce C, umožňující například tvorbu driverů pro připojení externích zařízení, nebo specifické funkce, jako je například jemné doladění rozmístění součástek do předepsaného rastru nebo přečíslování součástek na hotové desce plošného spoje pro lepší orientaci.

Pro samotnou výrobu DPS jsem použil fólii. Tato čirá folie modré barvy je určena pro jednoduchou a rychlou výrobu plošných spojů podstatně jednodušším postupem než běžná fotocesta. Tato folie má na jedné straně nanesen tenký modrý povlak. Na laserové tiskárně jsem na tento povlak zrcadlově natiskl obrazec desky plošných spojů.

Dále je velmi důležité si nachystat materiál pro výrobu DPS cuprexitu a je potřeba nejprve ho důkladně odmastit, nejlépe přešmirglovat velmi jemným smirkem pod tekoucí vodou a důkladně osušit, případně před tiskem předem mírně nahřát. Potom jsem natištěný motiv na modré fólii položil matnou, tedy potištěnou stranou tak, aby byl celý obrazec natištěný tonerem směrem k měděné fólii po celé ploše budoucího plošného spoje. Poté jsem žehličku, kretá byla nastavena na teplotu hedvábí přiložil na tuto folii. Jakmile černý toner prostupoval přes modrý povlak prohřívání žehličkou jsem ukončil. Po důkladném vychladnutí materiálu jsem sundl folii z cuprexitu.

Zkontrolovanou a vyretušovanou desku jsem ponořil do chloridu železitého (zahlubovač pro měď) a desku při malé intenzitě míchání vyleptal. Po vyleptání je vhodné desku důkladně opláchnout, usušit a zbytky toneru odstranit acetonem nebo nitroředidlem. A nakonec je vhodné hotovou desku plošných spojů přetřít kalafunou v lihu kvůli pájitelnosti.



Obrázek č. 17 DPS rozhraní GSM_iDům

8. Implementace

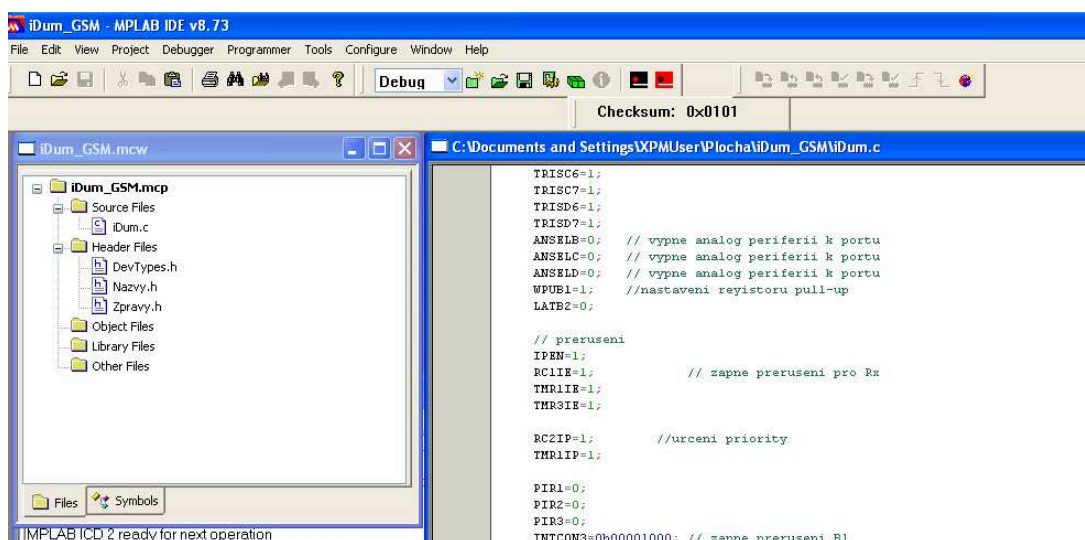
Pro implementaci procesoru PIC 18F46K22 jsem použil vývojové prostředí MPLAB IDE a kód je psaný v jazyku C. Jako kompilátor jsem zvolil Hi-Tech, který má ale jednu nectnost, a to je, že se liší kompilátor od kompilátoru v zápise některých věcí, což mi dost komplikovalo práci, když jsem během rozhodování a testování měnil používané PICy, než jsem se rozhodl pro konečnou variantu s PIC18F46K22.

8.1 MPLAB IDE

MPLAB IDE je vývojové prostředí, soubor programů pro počítač PC, se kterými je možné napsat program a vygenerovat výsledný soubor se strojovým kódem potřebným pro naprogramování paměti mikroprocesoru. Vlastní program obsahuje textový editor, prostředky pro simulaci programu a jeho krokování, prostředky pro definování různých událostí a sledování stavu jednotlivých proměnných procesoru. Program MPLAB dále spolupracuje s externím překladačem jazyka ASSEMBLER a překladačem jazyka C pro obvody PIC. Z programu je také možné řídit programátor pamětí obvodů PIC, popřípadě emulátor.

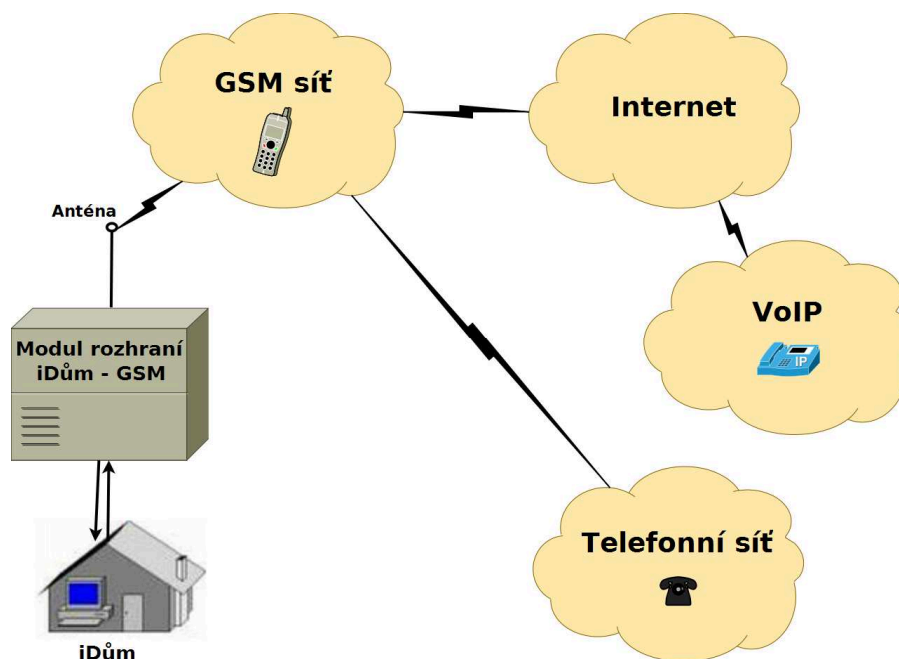
Vlastní naprogramování obvodu probíhá tak, že nejdříve napíšeme zdrojový program aplikace v textovém editoru MPLAB, pak jej přeložíme překladačem C a vznikne nám soubor se strojovým kódem ve formátu binárního souboru. Pro sledování chodu procesoru můžeme použít simulátor a nebo emulátor.

- Simulátor je vlastně programový model obvodu procesoru a s jeho pomocí, lze sledovat chod programu pouze na obrazovce.
- Emulátor je externí zařízení připojené k PC, které nám plnohodnotně nahrazuje obvod PIC a je možné zkoušet program na vlastním vyvíjeném zařízení. Obslužný software emulátoru nám monitoruje skutečné stavy procesoru čtené z emulátoru. Je to velmi výhodné, ale cena emulátoru je značně vysoká a proto si myslím, že většině uživatelům bude vyhovovat simulátor, který je dodáván jako součást prostředí MPLAB zdarma.



Obrázek č. 18 Hlavní panel MPLAB IDE

8.2 Popis řešení a části programu



Obrázek č. 19 Schéma vzdáleného přístupu k iDomu

Jak jsem se již zmiňoval výše v úvodu osmé kapitoly „Hi-Tech má jednu nectnost...“, tak zde uvádím příklad jak nastavit konfigurační bity. Pro nastavení konfiguračních bitů jsem použil soubor pic18f44k22.html (18LF46K22 Support Information), který je umístěn po standardní instalaci kompilátoru od verze 9.80 v adresáři C:\Program Files\HI-TECH Software\PICC-18\9.80\docs. Jsou zde informace s definicemi jak nastavit konfigurační bity. Nastavení konfiguračních bitů pro PIC18F46K22:

```
#pragma config IESO = OFF, FOSC = HSMP, PRICLKEN = ON, FCMEN = OFF
#pragma config PLLCFG = OFF, BOREN = ON, BORV = 220, PWRRTEN = ON
#pragma config WDTPS = 32768, WDTEN = ON, P2BMX = PORTC0
#pragma config CCP2MX = PORTC1, PBADEN = OFF, CCP3MX = PORTE0
#pragma config MCLRE = EXTMCLR, HFOFST = OFF, T3CMX = PORTC0
#pragma config DEBUG = OFF, STVREN = ON, XINST = OFF, LVP = OFF
#pragma config CP0 = OFF, CP1 = OFF, CP2 = OFF, CP3 = OFF
#pragma config CPB = OFF, CPD = OFF
#pragma config WRT0 = OFF, WRT1 = OFF, WRT2 = OFF, WRT3 = OFF
#pragma config WRTB = OFF, WRTC = OFF, WRTD = OFF
#pragma config EBTR0 = OFF, EBTR1 = OFF, EBTR2 = OFF, EBTR3 = OFF
#pragma config EBTRB = OFF
```

Pro správnou funkci komunikace rozhraní GSM s modemem COM/G10 je nutné nastavit základní proměnné, se kterými budeme pracovat při zpracovávání dat přicházejících z modemu.

```

const uint8_t gsmCMGF[ ] = "AT+CMGF=1\r";
//nastavení textového režimu, pro jednodušší zpracování SMS zpráv

const uint8_t gsmCLIP[ ] = "AT+CLIP=1\r";
//zapne zobrazování telefonního čísla příchozího hovoru

const uint8_t gsmCMGL[ ] = "AT+CMGL\r";
//vypíše SMS zprávy

const uint8_t gsmCMGD[ ] = "AT+CMGD=";
//vymaže příslušné SMS zprávy

const uint8_t gsmATA[ ] = "ATA\r";
//vyzvednutí příchozího hovoru

const uint8_t gsmATH[ ] = "ATH\r";
//ukončení probíhajícího hovoru

```

Časový timer pro SMS je nastaven na 10s:

```

#define FrekvenceGsmSMS 100 // ve 100ms
cas10s=FrekvenceGsmSMS;

```

Časový timer pro zjišťování příchozího hovoru je nastaven na 1s:

```

#define FrekvenceGsmVoice 10 // ve 100ms
cas1s=FrekvenceGsmVoice;

```

Pokud bude na vstupu identifikován příchozí hovor, níže uvedený if zapne zobrazování příchozího hovoru.

```

if(ringPrijem==1){
usGsmPovolenPrijem=0;
odeslUSART1(gsmCLIP,sizeof(gsmCLIP)-1);
for (u = 0; u < 255; u++) {
for (z = 0; z < 255; z++);
}
}

```

Nastavení povolených telefonních čísel pro ovládání iDomu je řešeno tak, že příchozí hovor i s telefonním číslem je přeposlán na iDům a ten rozhodne o oprávněnosti příchozího hovoru:

```

else {
    bufferPosuvnik1 = strstr(us1buffer, "+CLIP: \\");
    if (bufferPosuvnik1 != 0) {
        bufferPosuvnik1+=8;
        strncpy(GsmCislo,bufferPosuvnik1,13);
                //zkopíruje 13 znaků z bufferPosuvnik1 do GsmCislo
        VysliCall(IdPC,GsmCislo);
    }
}

```

Odeslání na iDům:

```

void VysliCall(uint8_t id, uint8_t *cislo){
    Vysilani.Data.Typ=msgArray;
    Vysilani.Data.Komu=id;
    Vysilani.Data.Odkud=DevID;
    Vysilani.Data.UserID=0;
    Vysilani.Data.Obsah.ZArray.Delka=14;
    Vysilani.Data.Obsah.ZArray.Data[0]=cmdCall;
    int i=13;
    while (i--) Vysilani.Data.Obsah.ZArray.Data[i+1]=cislo[i];
    Vysilani.Data.Delka=7 + Vysilani.Data.Obsah.ZArray.Delka;
        VysliPole();
}

```

Možná odpověď iDomu na příchozí hovor:

```

if(Zprava.Data.Odkud == IdPC){
    if(Zprava.Data.Obsah.ZByte.ByteID==cmdConnect){
        //voice spojení povoleno
        VysliAccept();
        odeslUSART1(gsmATA,sizeof(gsmATA)-1,0);
        //vyzvednutí příchozího hovoru
        LATA4=1;
        //aktivace audio modulu
        break;
    }
    if(Zprava.Data.Obsah.ZByte.ByteID==cmdDeny){
        //voice spojení zakázáno
        VysliAccept();
        odeslUSART1(gsmATH,sizeof(gsmATH)-1,0);
        //ukončení příchozího hovoru
        break;
    }
}

```

```

if(Zprava.Data.Obsah.ZByte.ByteID==cmdHang){
    //voice spojeni ukonceno
    VysliAccept();
    odeslUSART1(gsmATH,sizeof(gsmATH)-1,0);
    //ukončení příchozího hovoru

    LATA4=0;
    break;
}
}

```

Nastavení povolených telefonních čísel a hesel pro ovládání iDomu pomocí SMS zpráv:

```

const uint8_t * hesla [pocetHesel] = {
    "1234",
    "4321"
};
const uint8_t * cisla [pocetCisel] = {
    "+420737222108",
    "+420739685190"
};

```

Načítání telefonního čísla a textu SMS zpráv je prováděno do osmi bufferPosuvníků. Ovládání iDomu tóny DTMF je zabezpečeno přednastavenými oprávněnými telefonními čísly.

```

bufferPosuvnik1 = strstr(us1buffer ,"+CLIP: \");
if (bufferPosuvnik1 != 0) {
    bufferPosuvnik1+=8;
    strncpy(GsmCislo,bufferPosuvnik1,13);
    for(i=0;i<pocetCisel;i++){
        if(strncmp(GsmCislo,cisla[ i ],delkaCisla)==0){
            usGsmPovolenPrijem=0;
            odeslUSART1(gsmATA,sizeof(gsmATA)-1);
            for (u = 0; u < 255; u++) {
                for (z = 0; z < 255; z++);
            }
        }
    }
}
else {
bufferPosuvnik1 = strstr(us1buffer ,"+NO CARRIER");
if (bufferPosuvnik1 != 0) {

```

```

        LATA4=0;
    }
}

```

Ovládání iDomu SMS zprávami je zabezpečeno mimo kontroly telefonního čísla, také ověřením přednastavených hesel. Pokud je identifikace telefonního čísla i hesla v pořádku, je zasláný příkaz vykonán, v opačném případě je ignorován.

Ověření hesla:

```

for(j=0;j<pocetHesel;j++){
    if(strncmp(bufferPosuvnik1,hesla [ j ],delkaHesla)==0){
        //heslo OK }
    }
}

```

Ukázka řízení volby DTMF je prováděno skriptem v systému iDům – zapnutí světel modrý pokoj:

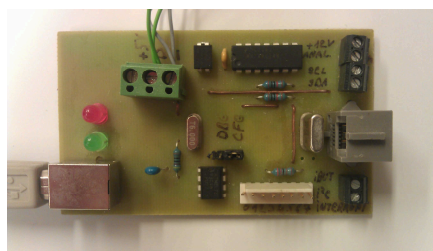
```

DTMF:
Debug("DTMF");
Debug(Msg[6]);
if(Ram[300],=,0,HlavniMenu);
Exit;
HlavniMenu:
Debug("Hlavni menu");
if(Msg[6],=,1,HlavniMenu1);
if(Msg[6],=,2,HlavniMenu2);
if(Msg[6],=,3,HlavniMenu3);
if(Msg[6],=,4,HlavniMenu4);
if(Msg[6],=,5,HlavniMenu5);
if(Msg[6],=,6,HlavniMenu6);
if(Msg[6],=,7,HlavniMenu7);
if(Msg[6],=,8,HlavniMenu8);
if(Msg[6],=,9,HlavniMenu9);
if(Msg[6],=,10,HlavniMenu10);
Idss(1,"*KonecInformace","/usr/bin/play/iDum/Sounds/HlaseniNeplatnaVolba.w
av");
Exit;

HlavniMenu1:
Debug("Modry pokoj zap");
Idss(1,"*KonecInformace","/usr/bin/play/iDum/Sounds/HlaseniZapModryPokoj.w
av");
Oper(Ram[0],OR,0x04);
{ Message(Očekávaná_odpověď Typ Komu Odkud Delka UserID ByteID Value CRC)
}
LoadHex(Msg[0],00          03 C0 01 08 00 00 00 FF);
Oper(Msg[7],Load,Ram[0]);
MemMsg;
Exit;

```

Komunikace na sběrnici iDomu byla testována pomocí iDům konfigurátoru, pomocí kterého lze imitovat jakékoliv zařízení v systému.

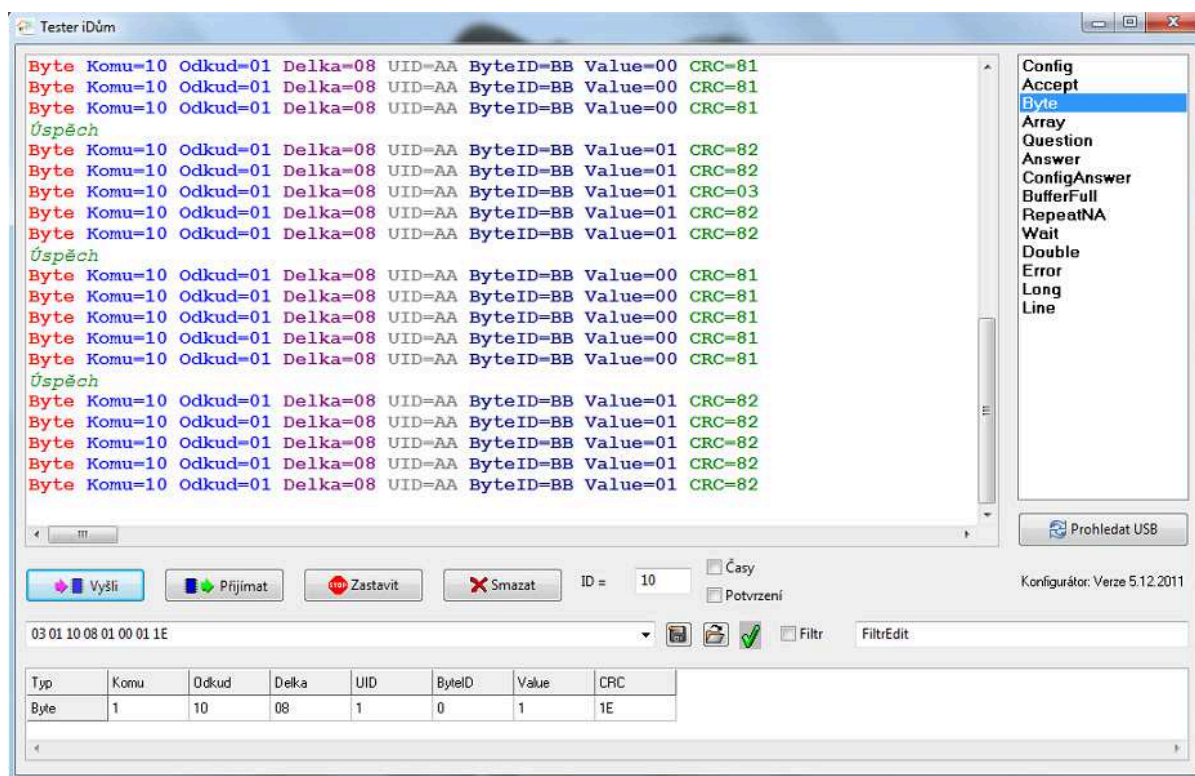


Obrázek č. 20 iDům konfigurátor

Dále pro testování byl použit PC s linuxovým programem iDům, který spouští skripty a přijímá/odesílá zprávy a komunikuje s rozhraním PC-iDům. Aby mohl fungovat iDům je nutné nakopírovat do hlavního adresáře program i adresářovou strukturu /iDum.ttyS a je třeba nastavit na existující sériový port. Používal jsem Linux UBUNTU a redukcí COM/USB a pro nastavení sériového portu a spuštění programu iDům jsem v terminálu zadal tyto příkazy:

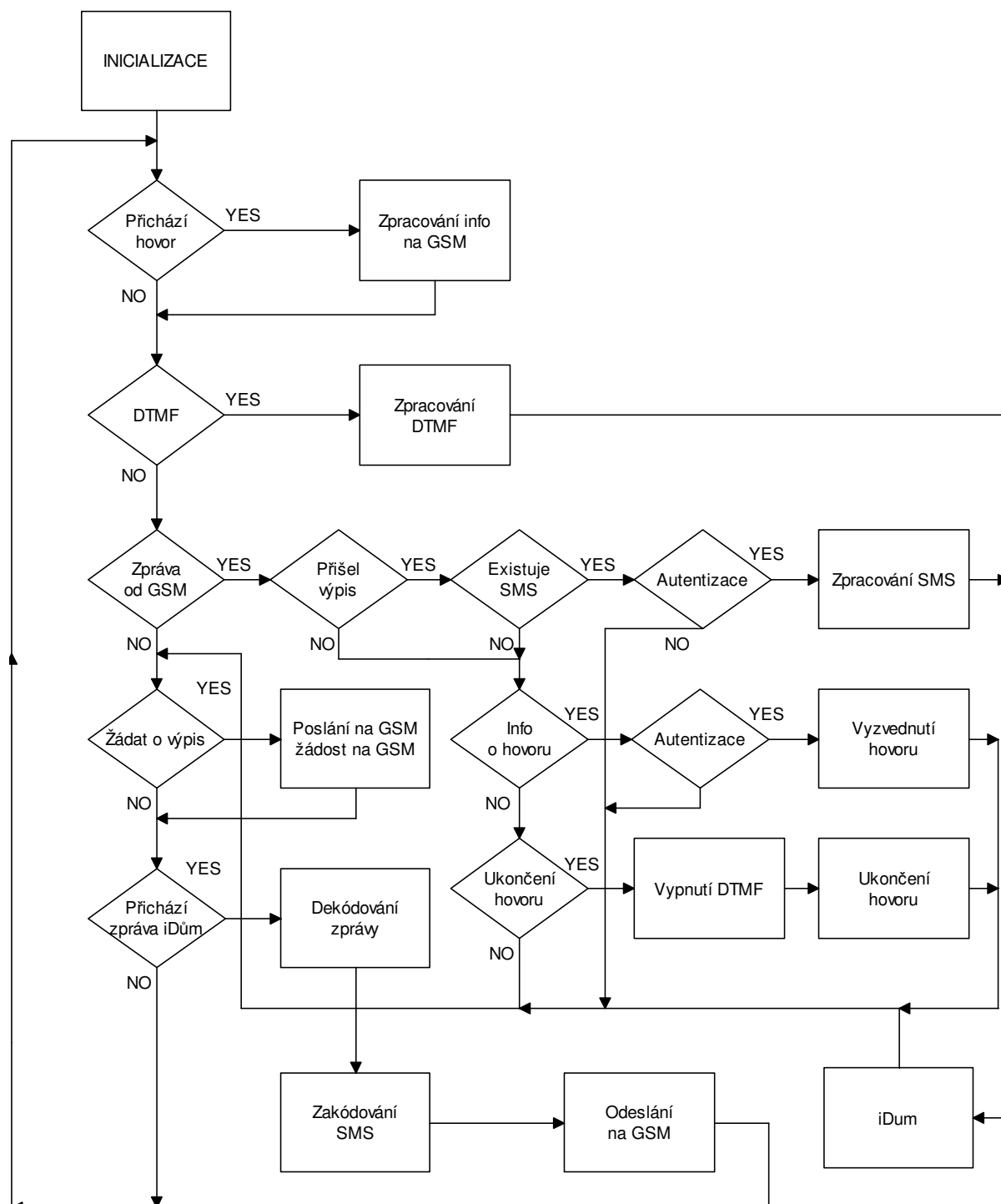
- `ls /dev/ttyUSB0`
- `cd /iDum`
- `./idum`

Posledním prvkem pro testování byl použit další PC s Win7, kde byla nainstalována a spuštěna aplikace Tester iDům, pro zasílání testovacích zpráv ve formátu iDům.



Obrázek č. 21 aplikace testeru iDomu

8.3 Vývojový diagram rozhraní iDům - GSM



Obrázek č. 22 Vývojový diagram rozhraní iDům - GSM

8.4 Popis SMS příkazů

Je možné zastřežit a odstřežit systém a ovládat různá zařízení v systému iDům zasláním SMS zprávy z libovolného mobilního telefonu. Tato zpráva musí být zaslána na telefonní číslo GSM modulu iDomu. Text SMS zprávy má specifický formát a specifické prvky, které musí být zaslány na telefonní číslo GSM modulu iDomu. Formát může být například následující:

Formát SMS textové zprávy
[Uživatelský kód].[Akce].[Zařízení]

Například:
Zastřežení 1234.ZAP.ALARM
Odstřežení 1234.VYP.ALARM

Příklady možných zpráv a jejich odpovědí pro ovládání inteligentního domu pomocí SMS zpráv

Elektronický bezpečnostní systém	
Popis	Tvar SMS
Zapnutí podsystému	1234.ZAPNOUT.ALARM Uživatelský kód je 1234
Vypnutí podsystému	1234.VYPNOUT.ALARM
Dotaz na stav jednoho podsystému	1234.STAV.ALARM
Odpověď na dotaz o stavu podsystému 1 SMS/1 podsystém	STAV.ALARM. Z (Z - zapnuto, V - vypnuto)

Tabulka č.9 Formát SMS zpráv pro ovládání EZS

Informace o poplachu, obnovení zóny a důležité zprávy (výpadek a obnova sítě 230V, výpadek a obnova záložní baterie) jsou odesílány na předem definovaná telefonní čísla v tomto tvaru:

Tvar SMS při poplachu (poruchy)	Popis
POPLACH.Z1.VSTUP	OBNOVA.POPLACH.Z1.VSTUP
POPLACH.Z2.KUCHYN	OBNOVA.POPLACH.Z2.KUCHYN
POPLACH.Z3.POKOJ	OBNOVA.POPLACH.Z3.POKOJ
POPLACH.Z4.PRACOVNA	OBNOVA.POPLACH.Z4.PRACOVNA
POPLACH.Z5.GARAZ	OBNOVA.POPLACH.Z5.GARAZ
PORUCHA.AC	OBNOVA.AC
PORUCHA.BATERIE	OBNOVA.BATERIE

Tabulka č.10 Formát informačních SMS zpráv z EZS

Příkazy pro ovládání ostatních zařízení	
Popis	Tvar SMS
Zapnutí hlavního PC iDům	1234. ZAPNOUT.PC
Zapnutí hlavního PC iDům	1234. VYPNOUT.PC
Dotaz na stav hlavního PC iDům	1234.STAV.PC
Ovládání brány	1234.POHYB.BRANA
Dotaz na stav brány	1234.STAV.BRANA
Odpověď na stav brány	STAV.BRANA. Z (O – otevřená, Z - zavřená)
Ovládání garážových vrat	1234.POHYB.VRATA
Dotaz na stav garážových vrat	1234.STAV.VRATA
Odpověď na stav podsystémů	STAV.VRATA. Z (O – otevřené, Z - zavřené)
Zapnutí topení	1234. ZAPNOUT.TOPENI
Vypnutí topení	1234. VYPNOUT.TOPENI
Dotaz na stav topení	1234.STAV.TOPENI
Odpověď na stav topení	STAV.TOPENI. V (V – vypnuto, Z - zapnuto)

Tabulka č.11 Formát SMS zpráv pro ostatní ovládání iDomu

Pokud přijde jakákoliv zpráva mimo uvedené tabulky, ale se správným uživatelským kódem a z povoleného telefonního čísla, tak je tato zpráva přeposlána na iDům a ten jej může libovolně zpracovat dle nastaveného skriptu.

Další možností ovládání iDomu je pomocí DTMF tónů. Po vyzvednutí hovoru na iDům a autentizaci telefonního čísla volajícího nás iDům přivítá a nabídne možnosti ovládacích příkazů. Poté můžeme stiskem kláves na telefonu pomocí DTMF volby ovládat dané zařízení. Příklady přednastavených kláves:

- Číslo „ 1 “ zapnutí nočního osvětlení
- Číslo „ 2 “ vypnutí nočního osvětlení
- Číslo „ 3 “ aktivace alarmu
- Číslo „ 4 “ deaktivace alarmu
- Číslo „ 5 “ spojení hovoru na iDům
- Číslo „ 6 “ zapnutí topení
- Číslo „ 7 “ vypnutí topení
- Číslo „ 8 “ aktivace brány
- Číslo „ 9 “ aktivace garážová vrata
- Číslo „ 0 “ zapnutí testu sirény
- Ostatní volby „**neplatná volba**“

9. Závěr

Využití mobilní sítě GSM má v současné době velké využití v nových oborech a možnostech. V žádném případě tento stav využití nekončí a spíše stále se nacházejí nové a nové možnosti, kde se dá mobilní komunikace využít a zefektivnit stávající používané systémy. Troufám si říct, že tento obor je natolik dynamický, že při obhajobě své práce již budou na trhu další možná i dokonalejší řešení, které dokáží zabezpečit mobilní přenosy a komunikaci různých zařízení ve vyšší kvalitě nebo zatím neřešených možnostech.

Cílem mé diplomové práce bylo ukázat nové možnosti využití mobilní sítě GSM pro komunikaci v oblasti obsluhy, řízení a kontroly elektrozařízení v domech a domácnostech. Východiskem pro tuto práci mi byl model iDům vyvíjený na katedře Telekomunikační techniky, fakulty Elektrotechniky a informatiky VŠB-TU Ostrava, na kterém se mi podařilo demonstrovat možnosti využití sítě GSM a naplnit tak cíle, které jsem si ve své diplomové práci stanovil. Toto téma je v současné době hodně diskutované na různých úrovních, protože zohledňuje potřebu uživatelů, kteří chtějí mít svou domácnost a dům pod dohledem i v době své nepřítomnosti a chtějí, aby jejich domácnost fungovala podle jejich zvyků a požadavků bez toho, že cokoliv musí sami operativně řešit. Tento požadavek na komfort se váže na oblast stavebnictví, které tyto požadavky již aplikuje do svých projektů a požaduje splnění těchto požadavků na straně svých dodavatelů technických řešení a elektrotechniky.

Současné nároky na komunikační technologie se váží na dva hlavní pilíře, kdy je potřeba vyvíjet systémy, které jsou efektivní z pohledu pořízení, tak také z pohledu provozu a dokáží eliminovat i následné energetické náklady spojené s provozem elektrozařízení v domech. Druhým nosným pilířem pro masovější aplikaci a využití těchto technologií je komfortní a nenáročný způsob ovládní. Na tyto dva pilíře jsem kladl důraz i v návrzích a definovaných možnostech využití mobilní technologie pro ovládní inteligentního objektu iDům, protože jsou předpokladem pro budoucí úspěšnou aplikaci a využití v masovějším měřítku než je tomu doposud.

V úvodních kapitolách své diplomové práce jsem řešil vývoj a možnosti mobilní komunikace se zaměřením na síť GSM a její předpoklady pro naplnění cílů mého zadání diplomové práce. V dalších kapitolách své práce jsem se věnoval technickému popisu a funkčnosti nastavení inteligentního domu, včetně popisu nezbytných komponentů jako jsou microcontroller a modemy. Na základě všech těchto podkladových zdrojů jsem navrhl DPS rozhraní GSM pro ovládní inteligentního domu a implementoval jsem jen v rámci podmínek, které mi umožňují rozsah mé diplomové práce. Výsledky své práce jsem posuzoval také v možnostech a nabídce na trhu, tak abych mohl jednotlivé systémy nebo své navržené řešení porovnat a definovat další možné vylepšení nebo eliminovat absenci případných nedostatků. Své návrhy a představy, jak by mělo fungovat ovládní domů jsem rámcově konfrontoval i se stávajícími nebo potenciálními uživateli těchto systémů a pořídil jsem si tím cennou zpětnou vazbu pro své návrhy a řešení. Součástí cílů mé diplomové práce bylo také zohledňovat hledisko ekonomické /pořízení a provoz systému/ a hledisko uživatelské /jednoduchost ovládní/.

Závěrem své diplomové práce bych chtěl zmínit, že celkové pojetí možností ovládní inteligentního domu iDům při využití mobilní komunikační technologie GSM je jedno z nevhodnějších řešení. Z mé odborné praxe v oblasti bezpečnosti komunikace a přenosu dat, vidím velký potenciál ve spojení inteligentní ovládní zařízení v objektech a ochranu objektů s neustálým kontrolním průběhem a možnosti okamžitých zásahů nebo změn v nastavení systému nebo v krizových situacích.

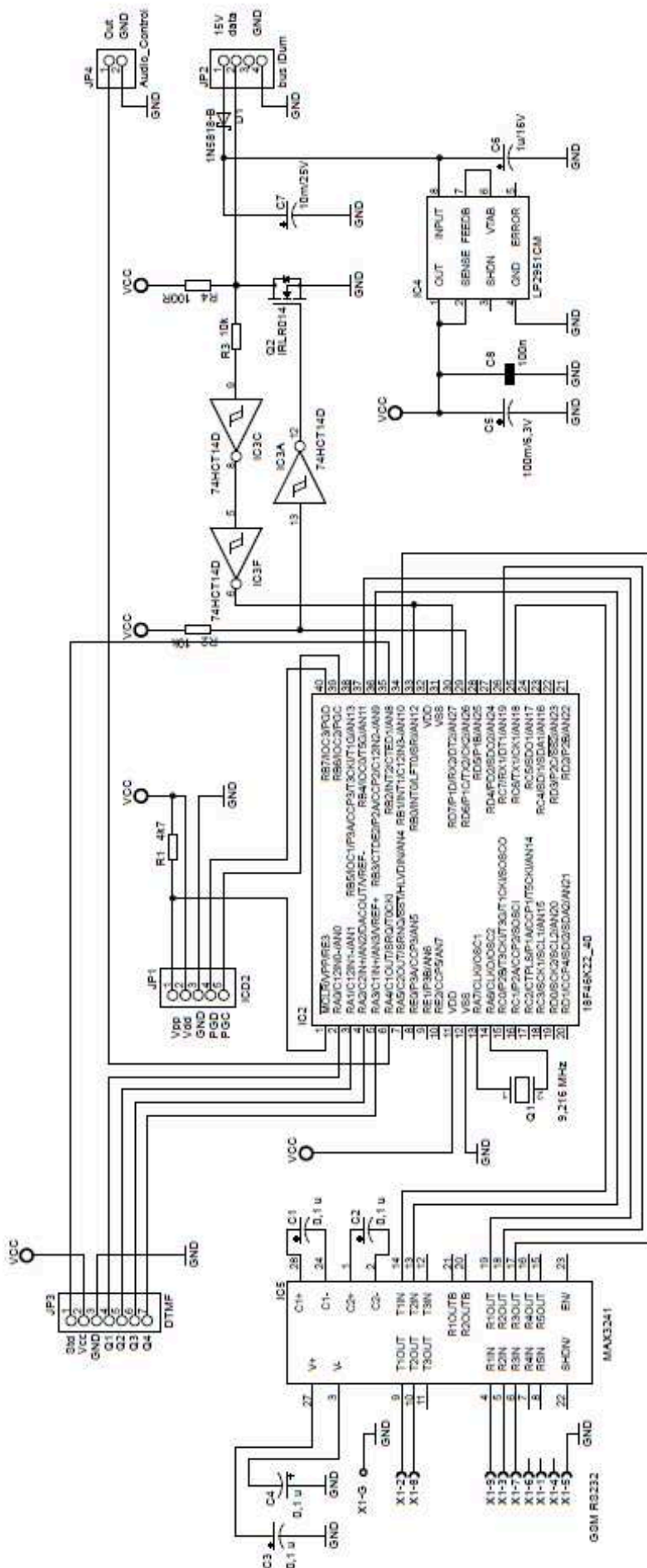
10. Použitá literatura a zdroje

- [01] dostupné na WWW
<http://www.cesky-jazyk.cz/slohovky/uvahy/mobilni-telefony-v-nasem-zivote.html#ixzz16bV2ibuI> [citace 1. 2. 2012]
- [02] dostupné na WWW
<http://radovan.blogger.cz/IT-internet/Historie-mobilnich-telefonu> [citace 2. 2. 2012]
- [03] dostupné na WWW
http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2003/xrambous_index.htm [citace 2. 2. 2012]
- [04] dostupné na WWW
<http://radio2.iglu.cz/gsm.html> [citace 2. 2. 2012]
- [05] dostupné na WWW
<http://www.comfortlive.cz> [citace 14. 2. 2012]
- [06] dostupné na WWW
<http://www.control4.cz/chytry-domov> [citace 14. 2. 2012]
- [07] dostupné na WWW
<http://www.elektrobock.cz/cs/inteligentni-dum/text.html?id=34> [citace 14. 2. 2012]
- [08] dostupné na WWW
<http://www.insighthome.eu/inHome.html> [citace 14.2.2012]
- [09] Ing. Michal Jahelka, Ph.D.: Dokumentace systému iDům
- [10] Ing. Václav Vacek: Učebnice programování PIC, Nakladatelství BEN-technická literatura, 1. vydání, Praha 2000
- [11] dostupné na WWW
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Microcontroler> [citace 15.2.2012]
- [12] dostupné na WWW
<http://cs.wikipedia.org/wiki/PIC18> [citace 15. 2. 2012]
- [13] dostupné na WWW
<http://www.kvetakov.net/clanky/avr/59-komunikujeme-uart.html> [citace 18. 2. 2012]
- [14] dostupné na WWW
http://www.techsite.ic.cz/?page_id=86 [citace 18.2.2012]
- [15] TELTONIKA Modem COM/G10 – User Manual V0.1
- [16] TELTONIKA TM1 GSM/GPRS Module – User Manual V1.2
- [17] dostupné na WWW
http://www.dhservis.cz/dalsi/construction_pdu.htm [citace 20.2.2012]
- [18] Alan Kraus: Navrhový systém EAGLE
<http://web.quick.cz/chmelar.t/eagle/manual.htm/>[citace 23.3.2012]
- [19] dostupné na WWW
<http://www.semach.cz/folie.html> [citace 25.2.2012]
- [20] dostupné na WWW
<http://cs.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C> [citace 22.3.2012]
- [21] dostupné na WWW
http://cs.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface [citace 22.3.2012]
- [22] MITEL - MT8870D/MT8870D-1, Integrated DTMF Receiver- Data Sheet

-
- [23] dostupné na WWW
http://cs.wikipedia.org/wiki/A/D_p%C5%99evodn%C3%ADk [citace 22.3.2012]
- [24] Microchip Technology Inc. - PICPIC18(L)F2X/4XK22 - Data Sheet 2012
- [25] HI-TECH Software - 18LF46K22 Support Information
- [26] Maxim Integrated Products – MAX3222, MAX3232, MAX3237, MAX3241 - Data Sheet 2007
- [27] dostupné na WWW
<http://www.hw.cz/teorie-a-praxe/dokumentace/co-se-skryva-pod-komunikaci-oznacenu-jako-usb-otg.html> [citace 2.4.2012]
- [28] dostupné na WWW
<http://www.hw.cz/teorie-a-praxe/dokumentace/dtmf-famy-a-skutecnost.html> [citace 22.3.2012]

Přílohy

- Schéma rozhraní iDům - GSM



- **Obsah přiloženého CD**

1. Diplomová práce sim477.pdf
2. GSM_iDum_sim477
3. DTMF_sim477
4. Zdrojový kód iDum_GSM