

Využití platformy Arduino pro bezdrátové ovládání modelu pomocí Bluetooth

Using the Arduino Platform for the Remote Control of a Model Via Bluetooth

Jiří Macek

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří MACEK**
Osobní číslo: **A08291**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**

Téma práce: **Využití platformy Arduino pro bezdrátové ovládání modelu pomocí bluetooth**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s existujícími konstrukcemi podobných zařízení a navrhnete koncepci modulu pro dálkové ovládání zvoleného modelu pomocí technologie Bluetooth.
2. Zvolte vhodný bluetooth modul a navrhnete jeho propojení s platformou Arduino.
3. Navrhnete způsob ovládání akčních členů modulu pomocí platformy Arduino.
4. Realizujete funkční prototyp zařízení.
5. Vytvoříte programové vybavení, demonstrující správnou funkci zařízení.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. PINKER, Jiří. Mikroprocesory a mikropočítače. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2004, 159 s. ISBN 80-730-0110-1.
2. CATSOULIS, John. Designing embedded hardware. 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly, 2005, 377 s. ISBN 05-960-0755-8.
3. MANN, Burkhard. C pro mikrokontroléry: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy – linkery, práce s ATMELE AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje pro programování, tipy a triky. Vyd. 1. Praha: BEN, 2003, 279 s. ISBN 80-730-0077-6.
4. HUMLHANS, Jan. Zajímavá zapojení. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2005, 175 s. ISBN 80-730-0152-7.
5. ARDUINO. ArduinoHomePage [online]. 2011 [cit. 2012-01-17]. Dostupné z: <http://www.arduino.cc>

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Dolinay, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

24. února 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

8. června 2012

Ve Zlíně dne 24. února 2012

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je návrh propojení platformy Arduino s okolím pomocí standardu Bluetooth, tak aby mohlo být Arduino využito k bezdrátovému ovládání různých zařízení. Práce se zabývá výběrem vhodného Bluetooth modulu , návrhem komunikačního protokolu a implementací programového vybavení pro Arduino, které umožní ovládání vybraných funkcí.

Klíčová slova: Bluetooth, Arduino, Mikropočítač

ABSTRACT

The aim of this thesis is design of a connection to Arduino platform using Bluetooth standard, so that Arduino could be used to control various devices wirelessly. This work deals with selection of a suitable Bluetooth module, design of the communication protocol and implementation of the software for Arduino, which allows control of selected functions.

Keywords: Bluetooth, Arduino, Microcomputer

Chtěl bych zde poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Janu Dolinayovi, Ph.D. za jeho vstřícné jednání, cenné rady a připomínky, které mi poskytoval během vytváření a návrhu tohoto projektu.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 BLUETOOTH	10
1.1 HISTORIE.....	10
1.1.1 Vznik názvu	10
1.1.2 Vývoj.....	11
1.2 SPECIFIKACE	12
2 MIKROPOČÍTAČE	15
2.1 JEDNOČIPOVÝ POČÍTAČ	15
2.2 ROZDĚLENÍ MIKROPOČÍTAČŮ	17
2.2.1 Harvardská koncepce	18
2.2.2 Von Neumannova koncepce	18
2.3 INSTRUKČNÍ SOUBORY	19
3 ARDUINO	20
3.1 HARDWARE	20
3.2 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ	21
II PRAKTICKÁ ČÁST	23
4 POPIS JEDNOTLIVÝCH KOMPONETŮ	24
4.1 ARDUINO UNO	24
4.1.1 Specifikace	25
4.2 BLUETOOTH MODUL OEMSPA310.....	26
4.2.1 Specifikace	26
5 SCHÉMA ZAPOJENÍ A KOMUNIKACE	28
5.1 SCHÉMA ZAPOJENÍ.....	28
5.2 KOMUNIKACE MEZI POČÍTAČEM A ARDUINEM	29
5.2.1 Struktura a formát příkazů	30
6 UKÁZKA FUNGOVÁNÍ A POPIS PROGRAMU	31
6.1 POPIS PROGRAMU	33
6.1.1 Přechetní příchozího příkazu.....	33
6.1.2 Nastavení pinů na vstup nebo výstup.....	33
6.1.3 Zápis log. hodnot na jednotlivé piny.....	34
ZÁVĚR	35
ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ	36
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	37
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	40
SEZNAM OBRÁZKŮ	42
SEZNAM TABULEK	43
SEZNAM PŘÍLOH	44

ÚVOD

Vývojové kity Arduino se stávají stále populárnější a používanější, a to nejenom mezi domácími kutily, kteří si hrají doma s různým hardwarem a jednočipy, ale i pro nejrůznější poloprodukční výroby a menší firmy. K této popularitě přispěl určitě i fakt, že jeho programy i jednotlivá schémata zapojení a různá dokumentace jsou volně dostupné a k použití pod open-source licencí. K výhodám Arduina také patří jeho jednoduché programování, které se naučí i člověk, který s programováním nemá moc velké zkušenosti.

Bluetooth technologie patří dnes mezi nejrozšířenější způsoby bezdrátové komunikace na krátkou vzdálenost. Využívá se v nejrůznějších zařízeních jako je např. různá domácí elektronika, mobily, počítače a také se s ní můžeme setkat třeba i v automobilech. Používá se i všude tam, kde nejsou žádoucí kabely a často se mohou s její pomocí přenášet i citlivé informace. Výhody této technologie jsou malé rozměry, nízké energetické nároky, nízká cena a především snadná implementace.

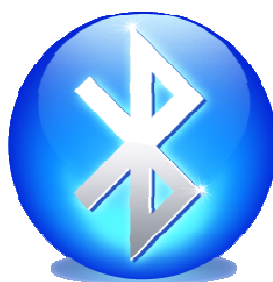
V teoretické části je nejprve uvedena historie technologie Bluetooth a důvod jak vlastně tato technologie vznikla. Popsán je zde i vývoj jednotlivých verzí a jejich specifikace, jednotlivé profily, výkonnostní úrovně a rychlosti. V další části teorie je pak stručný popis mikropočítačů a jejich vývoj a rozdělení podle různých koncepcí. Poslední část teorie je věnována popisu desky Arduino a jeho vývojovému prostředí.

V praktické části popisují jednotlivé použité komponenty s kterými pracuji. V další části je pak vysvětleno propojení jednotlivých komponent. Poslední část je věnována popisu komunikačního protokolu, který byl navržen pro komunikaci. Na závěr je vysvětleno fungování programu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 BLUETOOTH

Bluetooth je nejrozšířenější bezdrátovou technologií používanou pro přenos dat na krátké vzdálenosti (v řadech metrů). Umožňuje bezdrátové propojení dvou a více elektronických zařízení, které v sobě obsahují technologii Bluetooth, mezi ně patří např. mobilní telefony, notebooky, MP3 přehrávače, PDA, osobní počítač či bezdrátová sluchátka. S postupem času se zvyšuje přenosová rychlost a také vzdálenost [11].



Obrázek 1. Bluetooth [6]



Obrázek 2. Logo Bluetooth [5]

1.1 Historie

1.1.1 Vznik názvu

Slovo Bluetooth vzniklo poangličtěním jména skandinávského krále Haralda I.(Harald Blaatand). Byl to dánský král kterému se přezdívalo král „Modrozub“(existuje několik teorií o tom jak získal svoji přezdívku). Podobně jako se mu v 10.století podařilo diplomaticky vyřešit rozepři mezi dvěma z nepřátelými zeměmi (Dánsko a Norsko), usnadňuje technologie Bluetooth vzájemnou komunikaci mezi různými zařízeními [11],[15].

1.1.2 Vývoj

V roce 1994 ve firmě Ericson vznikla studie o náhradě kabelů mezi mobilními telefony a jejich periferiemi. O čtyři roky později byla založena skupina BSIG (Bluetooth Special Interest Group), jejím cílem bylo vytvoření univerzálního standardu pro tzv. Wireless Personal Area Networks (WPAN). Ze začátku BSIG tvořili společnosti Nokia, Intel, Toshiba, IBM a Ericsson. Později se do této skupiny přidali další společnosti jako Motorola, Lucent, 3com, Microsoft a dnes má BSIG přes několik tisíc členů a stále se roste. O rok později v červenci 1999 vytvořili svojí první specifikaci ve verzi 1.0a [7],[15].

Vývoj verzí

1.0a – červenec 1999 představena vůbec první verze 1.0a

1.0b – už v prosinci 1999 se objevila další verze 1.0b.

1.1 – únor 2001 solidní základ pro první komerčně prodávané produkty. V dřívějších verzích se objevovalo celkem hodně chyb a nepřesností. Například to byly problémy s jednoznačným přiřazení rolí Slave či Master, kompatibilitou a čistou implementací pikosítí.

1.2 – listopad 2003 vydána verze 1.2 od základu měla přepracovanou specifikaci.

možnost rychlého vytvoření připojení., vylepšená kvalita hovoru, architektura Bluetooth definována transparentně.

2.0 -rok 2004 přidáno rozšíření „Enhanced Data Rate“ (EDR), které umožňovalo dosahovat přenosové rychlosti až 2,2 Mbit/s.

2.1+EDR – červenec 2007 podpora pro „Near Field Communications“ a také rychlejší párování zařízení.

3.0 – duben 2009 v3.0 +HS může dosahovat maximální přenosové rychlosti až 24 Mb/s založena na protokolu 802.11 PAL, který vychází ze standardu Wi-Fi, oproti starším verzím má také nižší energetické nároky.

4.0 – V roce 2011 byla představena specifikace Bluetooth 4.0. má nižší spotřebu energie a delší dosah(až 100m).Přenosová rychlost zůstává stejná jako u předchozí verze 3.0 tj.24 Mb/s.

1.2 Specifikace

Bluetooth využívá bezlicenční pásmo (Industrial-Scientific-Medical band - ISM) o frekvenci 2,4 GHz. Celkově je v tomto pásmu definováno 79 kanálů (frekvenčních pozic) se šířkou pásma 1 MHz. Vzhledem tomu, že by mohlo dojít k ovlivňování nebo prolínání s jinými signály (rušení s jinými rádiovými zařízeními třeba Wi-Fi), používá metodu kmitočtových skoků rozprostřeného spektra (Frequency Hopping Spread Spectrum – FHSS) s rychlostí 1600 skoků za sekundu. Díky této metodě se zvyšuje odolnost spojení vůči rušení a také stabilita a kvalita spojení [7],[15].

Bluetooth se dělí do několika výkonových úrovní (1 mW, 2,5 mW, 100 mW), s nimiž je umožněna komunikace do vzdálenosti cca 10–100 m. Tyto hodnoty dosahu platí pouze ve volném prostoru. Je-li mezi komunikujícím zařízením překážka (např. zeď), dosah bývá menší. Ke skokové ztrátě spojení většinou nedojde, ale spíše se zvyšuje počet chybně přenesených paketů [11].

Třída	Maximální povolený výkon		Dosah
	mW	dBm	(přibližný)
Class 1	100	20	~100 metrů
Class 2	2,5	4	~10 metrů
Class 3	1	0	~1 metr

Tabulka 1 Výkonostní třídy

Verze	Rychlost přenosu dat
Verze 1.2	1 Mbit/s
Verze 2.0 + EDR	3 Mbit/s
Verze 3.0 + HS	24 Mbit/s
Verze 4.0	24 Mbit/s

Tabulka 2 Přenosové rychlosti

Pro určení oblasti použití daného zařízení využívá Bluetooth profily. Tyto profily zajišťují, aby se mezi sebou navzájem sloučili zařízení na nejvyšší softwarové úrovni. Obě komunikující zařízení musí podporovat stejný profil, jinak mezi sebou nemohou komunikovat. Každé zařízení má pomocí profilů nadefinováno, jakým způsobem se budou data přenášet a o jaký druh dat půjde. Mezi nejpoužívanější profily patří např. A2DP, BPP, DUN, FTP, HID, LAP, OPP, SPP a další [8],[11],[15].

Cordless Telephony Profile (CTP) - slouží pro zajištění spolupráce bezdrátového telefonu a jeho základové stanice. Telefonu určí způsob jakým se má řídit, pokud ve svém okolí najde základovou stanici s Bluetooth.

Dial-up Network Profile (DUN) pomocí tohoto profilu lze připojit různá zařízení (notebook, PDA) k internetu pomocí mobilu

Generic Access Profile (GAP) - základní profil, patří k nejdůležitějším, stará se o spojení mezi dvěma zařízeními. Zajišťuje základní zabezpečení, prohledávání okolí a samotné navázání spojení. Bez tohoto profilu by se nemohla uskutečnit žádná komunikace mezi dvěma zařízeními

Headset Profile (HSP) - umožňuje propojení bezdrátového sluchátka k telefonu, počítači nebo PDA

File Transfer Profile (FTP) – využívá se pro přístup ke složkám a adresářům jiného zařízení. Pomocí tohoto profilu lze kopírovat soubory nebo vytvářet složky adresáře a také je i mazat.

LAN Access Profile (LAP) – umožňuje Bluetooth zařízením přístup k síti LAN, WAN nebo internetu prostřednictvím jiného zařízení, které je fyzicky připojeno internetu. Většinou se ale LAP příliš nepoužívá, protože wi-fi má větší výhody, hlavně větší dosah a rychlost.

Object Push Profile (OPP) - profil umožňující posílání souborů, zejména jsou to elektronické vizitky popřípadně detaily schůzek. Komunikaci vyvolává a řídí vždy odesílatel, příjemce ji může odmítnout. Pro přenos není potřeba párování a ani nejsou potřeba složitější ochranné procedury.

Serial Port Profile (SPP) – tento profil dokáže emulovat sériový port (známý jako RS-232, který se používá u klasického kabelového spojení). Můžeme přes něj přenášet data(až do rychlosti 128 kbps) a nebo řídit tak připojené zařízení. Je důležitou součástí pro fungování dalších profilů.

Synchronization Profile (SYNCH) - protokol pomocí kterého lze přímo přistupovat ke kontaktům nebo o i k jiným programů a můžeme je synchronizovat s informacemi v mobilním telefonu.

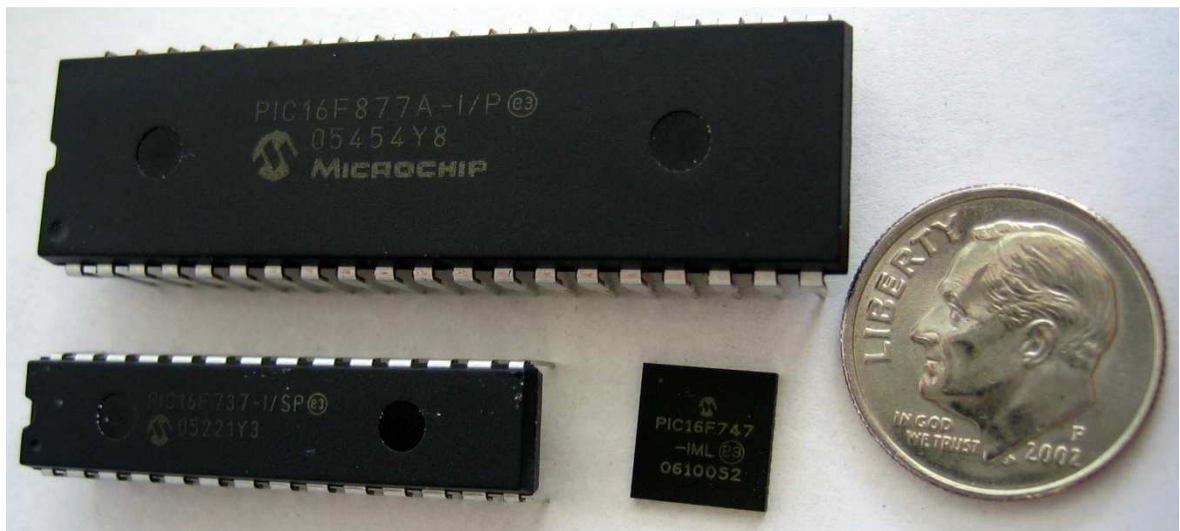
Video Distribution Profile (VDP) - umožňuje přenášet video mezi zařízeními v reálném čase. Tento protokol lze použít také pro streamování videa z počítače do mobilu nebo třeba k přenosu záběrů z kamery do počítače.

2 MIKROPOČÍTAČE

Podobně jako se počítače neustále postupem času mění a vyvíjí, stejně tak se mění i pojem mikropočítač. V 70 a 80. letech minulého století byli počítače oproti dnešním počítačům daleko větší a robustnější (velké sálové počítače) a pojem mikropočítač se v té době říkalo jejím menším verzím. Později se označovaly tímto pojmem počítače, které byli ještě menší než stolní počítače nebo notebooky. V dnešní době jsou mikropočítače rozměrově hodně malá zařízení a jsou zpravidla představovány jedním čipem [10],

2.1 Jednočipový počítač

Pokud integrujeme do jednoho čipu, mikroprocesor (CPU), paměť, generátor hodinového signálu a vstupně/výstupní obvody vznikne nám jednočipový (monolitický) mikropočítač. Anglicky označovaný také jako Microcontroller [10],[17].

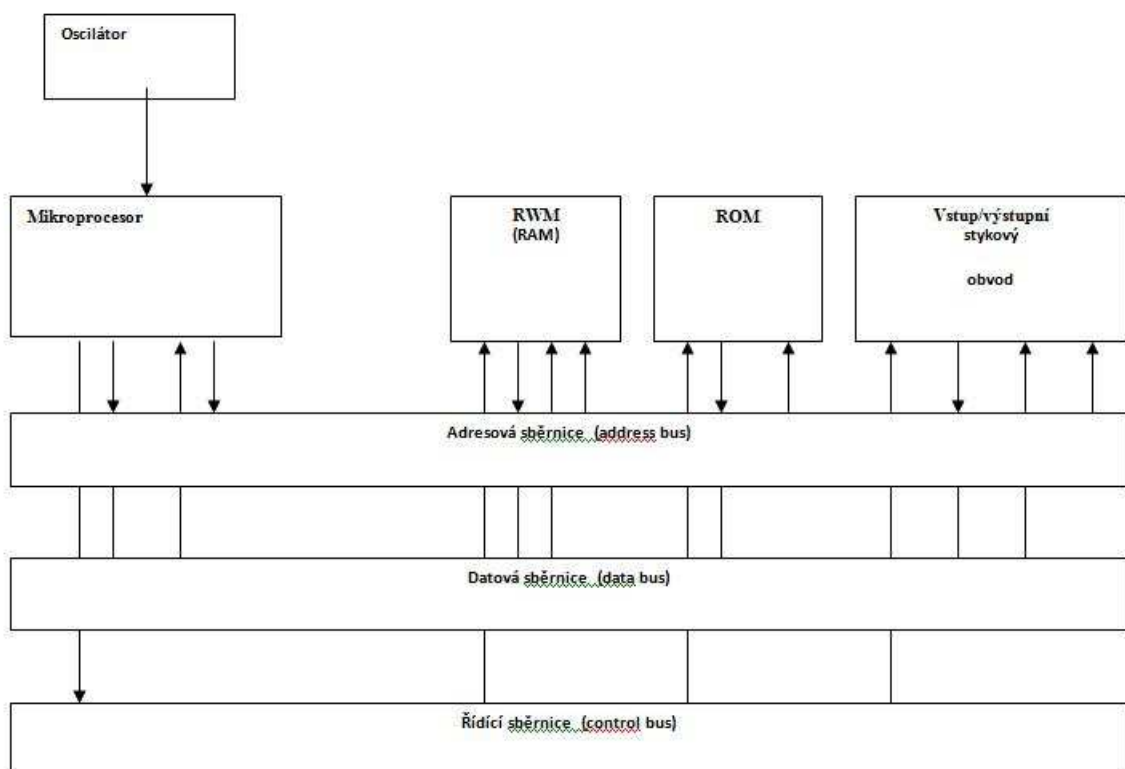


Obrázek 3. Jednočipový mikropočítač [10]

V průmyslové nebo ve spotřební elektronice se většinou jednočipové mikropočítače používají jako jednoduše řídicí prvky. Můžeme je nalézt v nejrůznějších přístrojích a zařízeních se kterými se běžně setkáváme např. domácí spotřebiče, telekomunikační zařízení, měřicí přístroje, automobily, bezpečnostní systémy a mnoho dalších [10],[23].

Mezi nejrozšířenější verze patří osmibitové, v náročnějších aplikacích používají šestnácti nebo třiceti dvoubitové (vyšší přesnost a rychlejší zpracování dat). Nejčastěji se u jednočipových počítačů používá harvardská koncepce [23].

Můžeme se setkat s celou řadou jednočipových mikropočítačů, které se od sebe liší velikostí, komunikačními kanály, počtem vstupních/výstupních obvodů, pamětí a dalšími parametry. Obecně lze však říci, že existuje vnitřní uspořádání, které je analogicky stejné ve všech ostatních mikropočítačích [23].

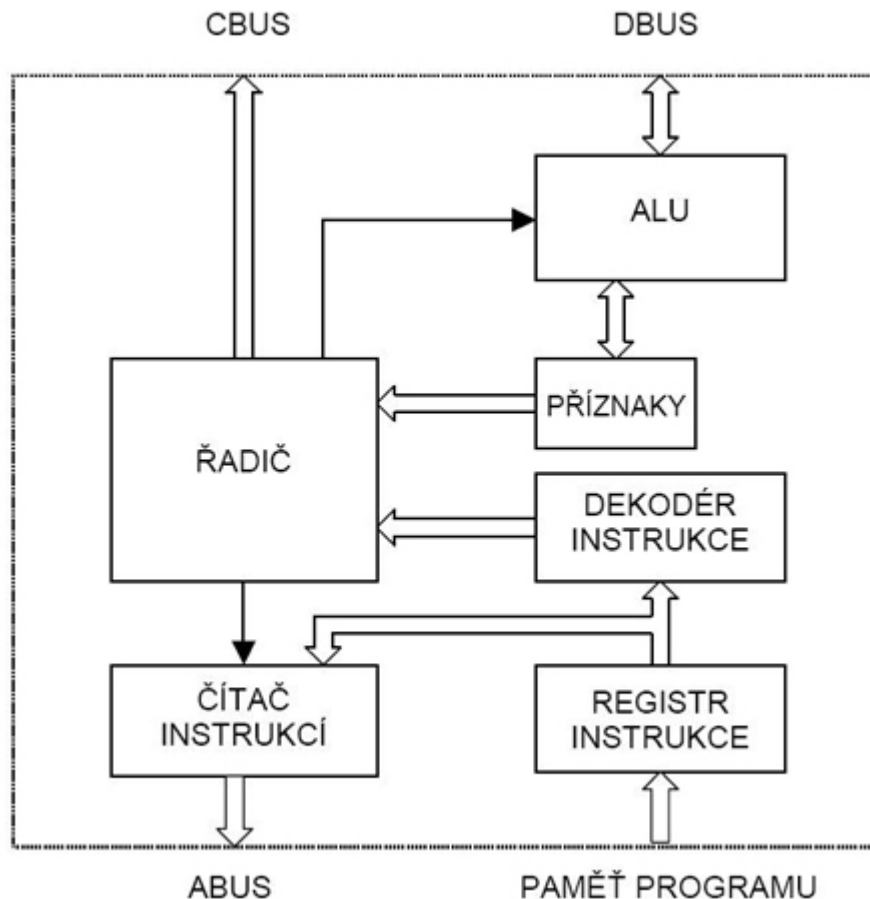


Obrázek 4. Blokové schéma jednočipového mikropočítače

Nejdůležitější částí mikropočítače je mikroprocesor (centrální procesorová jednotka – CPU). Centrální procesorová jednotka se skládá se z několika částí:

- jedné nebo více aritmeticko-logických jednotek (ALU)
- sada registrů pro uchování mezivýsledků nebo operandů
- řídicí jednotka nebo řadič
- čítač instrukcí (program counter) [18]

Aritmeticko-logická jednotka provádí všechny logické nebo aritmetické operace a také posuvné operace. Zpravidla pracuje s jedním nebo dvěma operandy, jeden z nich je připraven ve speciálním registru (pracovní registr nebo střadač). Z pamětového místa nebo z registru se získá druhý operand [18].



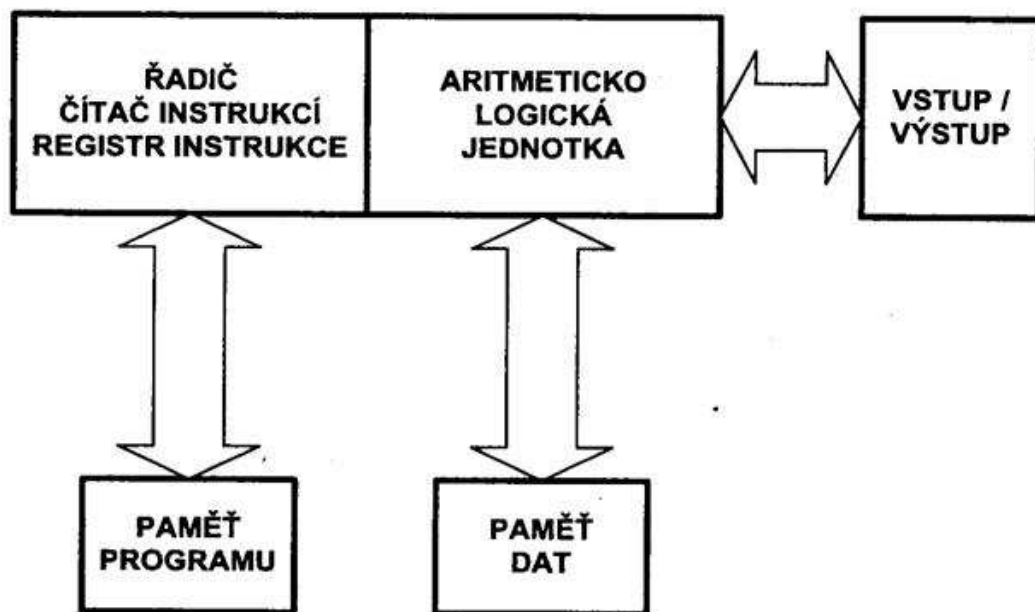
Obrázek 5. Složení CPU [18]

2.2 Rozdělení mikropočítačů

Mikropočítače se většinou dělí podle některých kritérií. Mezi dvě základní dělení patří dělení podle koncepce procesorů – Harvardská a von Neumannova. Každá koncepce má svoje výhody i nevýhody. V současnosti se používají obě koncepce, ale častěji se můžeme setkat s Harvardskou koncepcí. Je to dáno především tím, že se mikropočítače využívají jako jednoúčelové řídicí prvky v průmyslové nebo ve spotřební elektronice. Při návrhu celého zařízení u těchto aplikací lze odhadnout velikost paměti pro data a program [10].

2.2.1 Harvardská koncepce

Harvardská koncepce odděluje paměťový prostor na dvě části tj. jedna část je vyhrazena jenom pro data a druhá část pro program. Díky oddělení paměti může procesor přistupovat paralelně k oběma pamětem, a tím může rychleji zpracovávat instrukce nebo data. Paměť pro data a pro program může být naprosto rozdílná tj. nemusí mít stejné vlastnosti ani parametry. Harvardská koncepce se často používá např. v audio a video technice (DSP) nebo v malých jednoúčelových mikrokontrolérech. Název vznikl podle počítače Harvard Mark I, který byl založen na této koncepci [10].

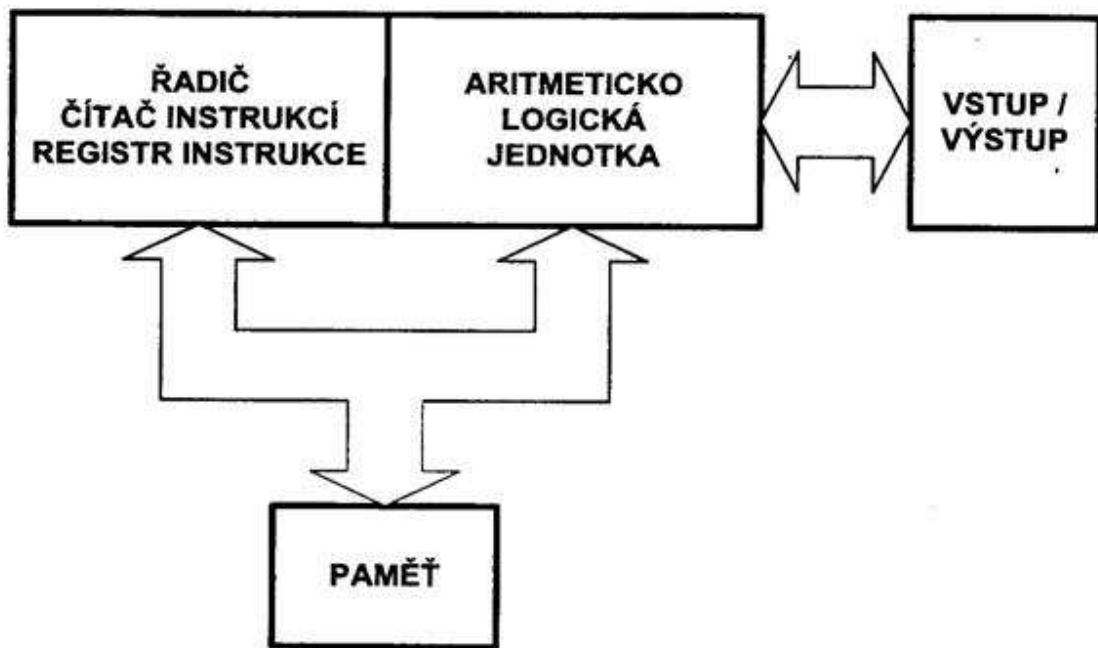


Obrázek 6. Harvardská koncepce

2.2.2 Von Neumannova koncepce

Koncepce podle von Neumanna má společný paměťový prostor pro data i pro programy.

Výhodou této koncepce je, že má jednu společnou paměť pro data i pro programy a používá tak jenom jednu sběrnici. Nevýhodou je, že procesor nemůže zároveň přistupovat k datům a instrukcím uloženým v paměti. Tím je snížena rychlost při práci s pamětí. Další problém může nastat v tom, že si můžeme přepsat vlastní program daty, protože využíváme společnou paměť. Na této koncepci pracují všechny osobní počítače, PDA, mobily anebo některé mikropočítače [10].



Obrázek 7. Von Neumannova koncepce

2.3 Instrukční soubory

Mikropočítače můžeme také dělit podle použitého instrukčního souboru. Většinou se dělí do dvou skupin na RISC a CISC.

RISC (Reduced Instruction Set Computer) označujeme procesory s jednodušší instrukční sadou. Obsahuje jenom nezbytné instrukce pro základní operace. Instrukce jsou rychleji zpracovávány. Přesunulo se programování složitých operací z hardwaru do softwaru. Nevýhodou je větší spotřeba paměťového prostoru [14].

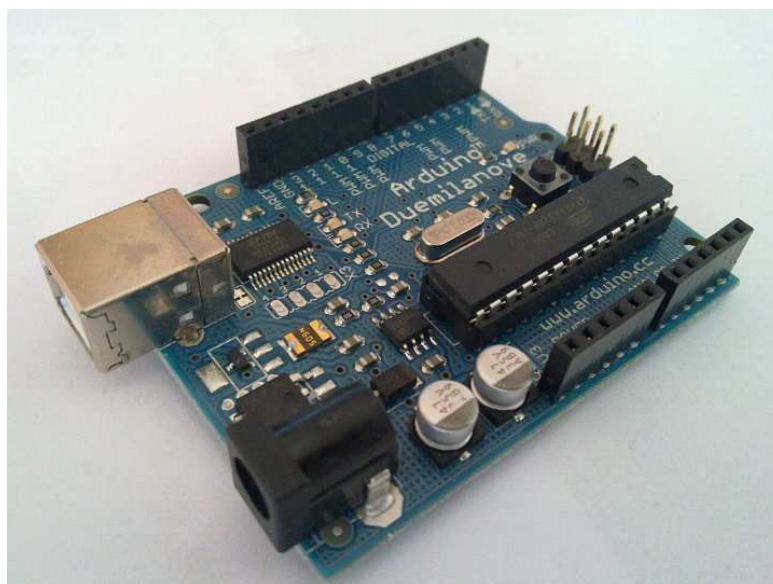
CISC (Complex Instruction Set Computer) tyto procesory mají velký počet instrukcí jednoduchých i složitých. Přesunulo se programování složitých operací ze softwaru do hardwaru. Procesory s touto architekturou mají pomalejší zpracování strojové instrukce[13].

3 ARDUINO

V roce 2005 v Itálii Massimo Banzí a David Cuartielles vytvořili projekt jehož myšlenka byla udělat pro studenty jednoduchou prototypovací platformu, která jim umožní jednoduché používání a rychlý vývoj. Po nebyvalém úspěchu začaly později vznikat jeho další, novější verze. Zakladatelé pojmenovali projekt po významné historické postavě města Arduin of Ivrea. Arduino je založeno na open-source licenci a díky tomu lze tuto platformu dále modifikovat, vylepšovat a rozšiřovat. Zakoupit lze verze, které jsou kompletní a nebo pro domácí kutily jsou dostupné schémata a návrhy plošného spoje [16],[19],

3.1 Hardware

Arduino je vývojový kit (deska), který se skládá z jednočipového počítače (jednočip, nebo taky mikrokontrolér - MCU) z rodiny ATmega. Jednočipy ATmega jsou osmibitové procesory typu RISC s harvardskou architekturou (oddělená paměť pro data a pro program) a patří do rodiny jednočipů s architekturou AVR. Tyto čipy vyrábí norská společnost Atmel. Jednočipy ATmega se skládají z CPU a také obsahují i některé periferie např. A/D převodníky, časovače, paralelní a seriové porty. Většina používaných čipů se liší různou velikostí vnitřní paměti (FLASH) a vnitřní paměti (RAM). Na desce Arduino najdeme i další obvody např. pro komunikaci s PC (USB nebo sériový port u starších verzí), stabilizátory napájecího napětí, resetovací tlačítko, několik signalizačních diod, napájecí konektor, I/O piny [19].



Obrázek 8. Vývojový kit Arduino Deumilanove [21]

3.2 Vývojové prostředí

Pro Arduino můžeme programovat v C, C++ nebo i také v jazyce zvaném Arduino Programmable Language. Vývojové prostředí Arduino IDE které lze volně stáhnout zdarma z internetu se nazývá Wiring. Tento jazyk je vlastně nadstavba pro C++, v podstatě se vlastně jedná o „zjednodušené céčko“, takže se tento jazyk naučí i ten kdo nemá moc s programováním zkušenosti. IDE vypadá díky Javě na jiných platformách stejně (ve Windows, v Linuxu i v Macu) [20].

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The title bar reads "Blink | Arduino 1.0". The menu bar includes "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". Below the menu bar is a toolbar with icons for file operations and a refresh button. The main editor area displays the following C++ code for a Blink sketch:

```
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 *
 * This example code is in the public domain.
 */

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:
  pinMode(13, OUTPUT);
}

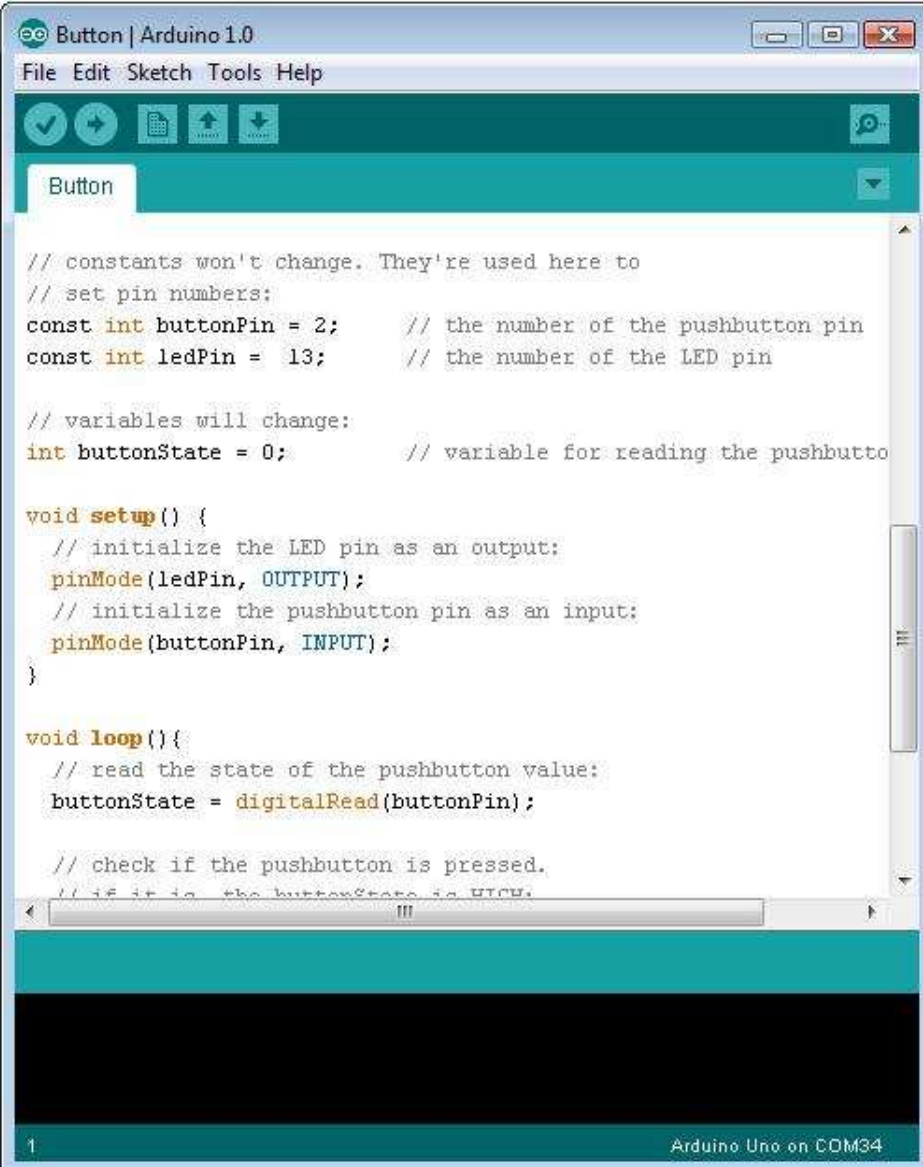
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // set the LED off
  delay(1000);          // wait for a second
}
```

The status bar at the bottom shows "1" on the left and "Arduino Uno on /dev/ttyACM1" on the right.

Obrázek 9. Ukázka vývojového prostředí pro Arduino v Linuxu [20]

Pomocí vývojového prostředí (IDE - Integrated Development Environment) můžeme vytvářet programy, ukládat je a nebo také nahrávat přímo do Arduina. Prostředí má jednoduché ovládání, skládá se z několika částí: nahoře najdeme nabídky, pod nimi je panel s tlačítky, textový editor a dole je pruh pro zprávy, který nám oznamuje různé chybové hlášky. Dále nesmím zapomenout na celkem užitečnou pomůcku, která se jmenuje Serial Monitor. Slouží k obousměrné komunikaci mezi stolním počítačem a Arduinem. S jeho pomocí můžeme po sériové lince přijímat a odesílat čísla nebo znaky.

Navíc vývojové prostředí obsahuje i ukázkové programy (examples). Na oficiálních stránkách Arduina jsou také k těmto programům dostupná i jejich zapojení s popisem [20].



```
// constants won't change. They're used here to
// set pin numbers:
const int buttonPin = 2;    // the number of the pushbutton pin
const int ledPin = 13;     // the number of the LED pin

// variables will change:
int buttonState = 0;       // variable for reading the pushbutton

void setup() {
  // initialize the LED pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  // initialize the pushbutton pin as an input:
  pinMode(buttonPin, INPUT);
}

void loop(){
  // read the state of the pushbutton value:
  buttonState = digitalRead(buttonPin);

  // check if the pushbutton is pressed.
  // if it is, the buttonState is HIGH:
  if (buttonState == HIGH) {
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(ledPin, LOW);
  }
}
```

Obrázek 10. Ukázka vývojového prostředí pro Arduino ve Windows

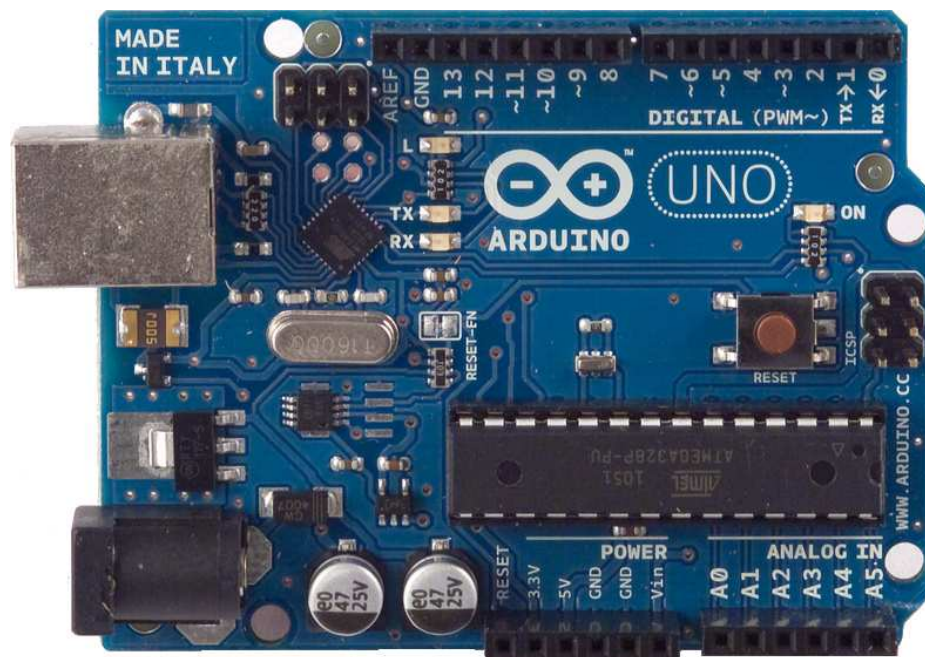
II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 POPIS JEDNOTLIVÝCH KOMPONENTŮ

Tato část popisuje jednotlivé součástky, které byly v této práci použity.

4.1 Arduino Uno

Deska Arduino Uno je osazena mikrokontrolérem ATmega328 od firmy Atmel. Mikroprocesor je taktovaný krystalem na frekvenci 16 MHz. Využívá AVR architekturu tj. harvardská koncepce, osmibitový RISC. Deska je modré barvy s rozměry přibližně 68 x 53 mm. K dispozici je 14 digitálních vstupů a výstupů, z nichž 6 může být použito i jako PWM. K počítači můžeme Arduino připojit pomocí USB rozhraní. Komunikace probíhá softwarově přes simulovanou sériovou linku, díky zabudovanému převodníkovému čipu ATmega8U2 (USB-to-RS232). Na vývojovém kitu najdeme také resetovací tlačítko, několik signalizačních diod a napájecí konektor (2,1 mm jack) [22],[28].



Obrázek 11. Arduino Uno [28]

4.1.1 Specifikace

Architektura

- Atmel AVR

Mikroprocesor

- 32kB flash paměť
- 1kB EEPROM paměť
- 2kB SRAM paměť
- 16MHz takt
- Atmel ATMega328
- 16MHz takt

Napájení

- 7-12V adaptér
- 5V USB

Připojitelnost k PC

- RS-232 za použití převodníku úrovní
- USB

Vstupní a výstupní piny

- 6 vstupních analogových
- 14 digitálních
 - sériová linka – 0,1
 - externí přerušení -2,3
 - I2C (s knihovnou Wire library) – 4,5
 - PWM – 3,5,6,9,10,11
 - SPI (s knihovnou SPI library) – 10,11,12,13

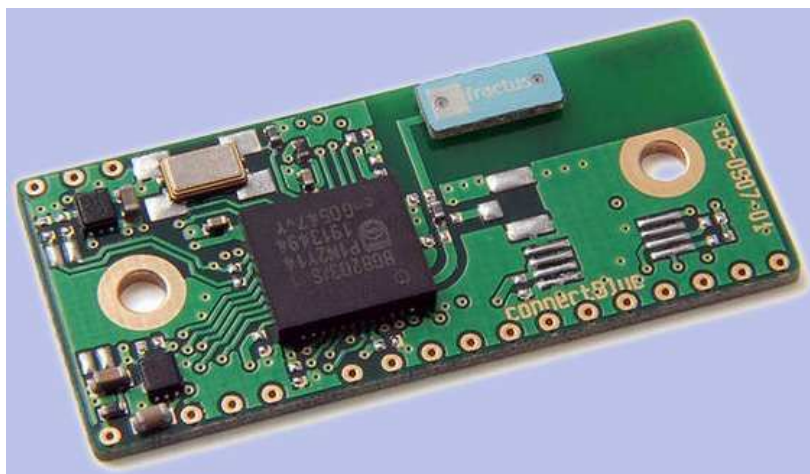
IDE vývojové prostředí

- Multiplatformní vývojové prostředí (Win/Linux/Mac/...)
- Wiring s Processing IDE (reference)

4.2 Bluetooth modul OEMSPA310

Tento modul vyrábí firma ConnectBlue. Osazen je chipsetem Philips BGB203. Spadá do výkonové třídy 2 (Class 2), s výstupním výkonem +3,5 dBm. Na přímou viditelnost je udáván dosah přibližně 75 m. Při použití v budovách bude dosah menší a také závisí na konkrétních podmínkách. Napájení modulu je v rozsahu od 3 do 6 V. OEMSPA310 je v provedení Bluetooth verze 2.0 a podporuje profily SPP, DUN, GAP, SDP.

Bezdrátový přenos dat probíhá pomocí profilu SPP, který vytváří virtuální sériovou linku. Na modulu nalezneme také kontakty pro napájení, pro LED indikující stav modulu, signál RESET a také pro připojení na RxD, TxD, RTS, CTS, DTR a DTS [24],[27].



Obrázek 12. Modul Bluetooth OEMSPA310 [27]

4.2.1 Specifikace

Standard	
Bezdrátový Standard	Bluetooth
Bluetooth verze	2.0
Bluetooth Profily	SPP DUN GAP SDP (OBEX)
Radio	
Anténa	interní
Výstupní výkon - více	3,5 dBm
Třída	class 2
Dosah Int./Ext.	75 m

Tabulka 3 Specifikace OEMSPA310

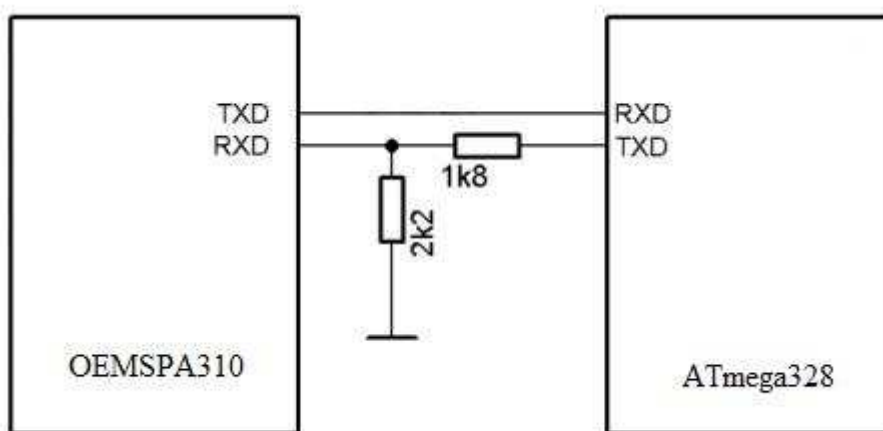
Rozhraní	
UART Logic level 3V	Ano
RS232	---
RS422/485	---
Max. baudrate	921,6k
HW Flow Control	Ano
Software Features	
AT Command Support	Ano
Max. počet Slaves	1/3/7 (podle firmware)
Security	Ano
Quality of Service (QoS)	Ano
Firmware	
Point-to-Point (obsažen z výroby)	Ano
Point-To-Multipoint	možnost dohrat
Repeater	možnost dohrat
BT I/O	možnost dohrat
I ² C	---
OBEX FTP/OPP	možnost dohrat
Napájení	
Napájecí napětí	3,0 - 6,0 V
Spotřeba (min.)	7,9 mA
Spotřeba (průměr Tx)	17 mA
Přípojná místa	
Board-to-Board	Ano
20-pin header	---
JST (6-pin)	---
Flexfilm	---
Pájecí plošky	Ano
Mechanické vlastnosti	
Teplotní rozsah	-30°C až +85°C
Provedení	průmyslové provedení
Reflow proces	Ano
Montážní otvory	Ano
Rozměry	16 x 36 x 2,4 mm
Development Board	RS232 nebo USB

Tabulka 4 Parametry OEMSPA310

5 SCHÉMA ZAPOJENÍ A KOMUNIKACE

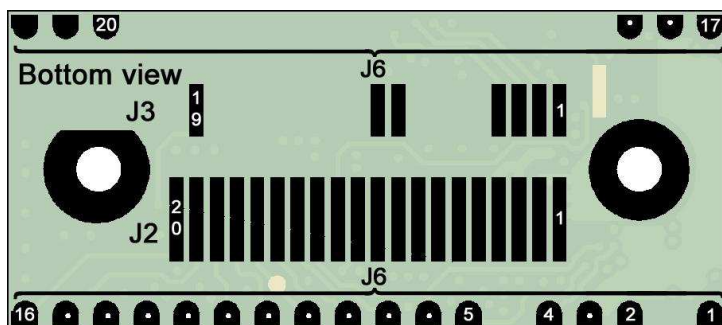
5.1 Schéma zapojení

Zde je uvedeno schéma zapojení Arduina Una a Bluetooth modulu OEMSPA310. Vstup Rx Bluetooth modulu a výstup Tx z Arduina nejsou připojeny napřímo, ale přes odporový dělič. Je to z toho důvodu, že modul má logické úrovně pouze 3,3 V, kdežto mikropočítač 5 V. Kdybychom modul připojili bez odporového děliče mohl by se zničit. Odporový dělič se skládá ze dvou odporů, jeden má hodnotu 1,8k Ω a druhý 2,2k Ω .



Obrázek 13. Schéma propojení Arduina a Bluetooth

Na piny CTS a DSR Bluetooth modulu jsou ještě připojeny rezistory (ke každému 1k Ω) které jsou propojeny se zemí (GND). Bez propojení těchto pinů nefungovalo přijímání dat, protože modul je z výroby nastaven tak, aby tok dat byl ovládán hardwarově. Na obrázku 14 vidíme kde se nahází CTS (pin 8), DSR (pin16), Tx (pin 9), Rx (pin 11) konektor J6.

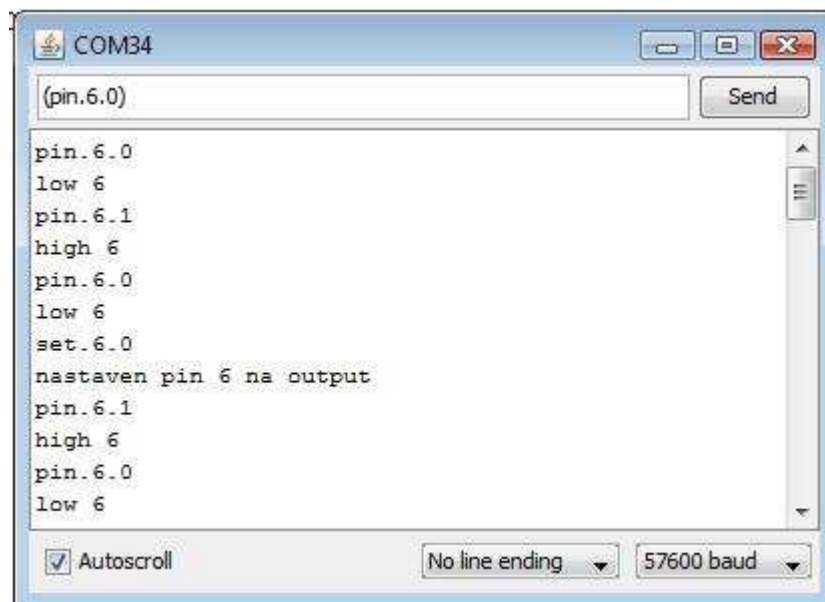


Obrázek 14. Zadní část Bluetooth modulu [27]

5.2 Komunikace mezi počítačem a Arduinem

K přenosu dat mezi počítačem a Arduinem je použito rozhraní Bluetooth. Přenos dat probíhá pomocí bezdrátového sériového portu (SPP - Serial Port Profile). Bluetooth modul, který je k této komunikaci použit tuto službu podporuje. Přenos mezi mikropočítačem a osobním počítačem může probíhat i obousměrně. Mikropočítač přijímá příchozí data na pinu 0 (RX receive) a vysílá odchozí data na pin 1 označovaný TX (transmit). Přenosová rychlost sériové linky je nastavena na 57600 bd.

Samotná komunikace je prováděna pomocí textových příkazů. Tyto příkazy mohou být zadávány např. pomocí Serial Monitoru, který je obsažen ve vývojovém prostředí pro Arduino IDE 1.0 na obrázku 15 je ukázka komunikace.

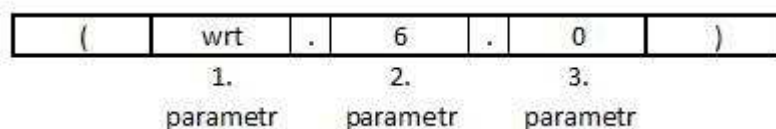


Obrázek 15. Ukázka Serial Monitoru

Můžeme si v něm nastavit rychlost, se kterou komunikujeme s Bluetooth modulem. Obsahuje příkazový řádek, kde můžeme zadávat jednotlivé textové příkazy a také okno kde se zobrazuje výstup ze seriové linky.

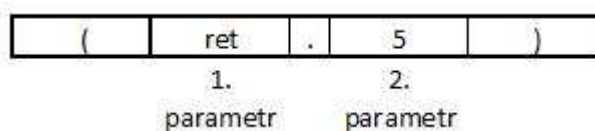
5.2.1 Struktura a formát příkazů

Textové příkazy odesílané ze Serial Monitoru nemají stejnou délku, pohybuje se v rozmezí od 5 do 10 znaků. Příkazy se skládají z dvou až tří parametrů, které určují jestli se jedná o nastavení jednotlivých pinů na vstup nebo výstup nebo o nastavení logické úrovně 0 nebo 1. Příkazy se dělí na nastavovací, zapisovací nebo čtecí. Struktura příkazu je uvedena na obrázku 16.



Obrázek 16. Struktura příkazu

První parametr určuje jestli půjde o zápis, čtení nebo nastavení. Druhý určuje o který pin se jedná a třetí parametr předává hodnotu. Na obrázku 16 uvedený příkaz provede zápis logické úrovně 0 na pin 6. Tečka je oddělovací znak mezi jednotlivými parametry. Celý příkaz se zadává do Serial Monitoru i se závorkami z toho důvodu aby navržený program pro mikropočítač rozeznal přesně konkrétní zadaný příkaz. Při přenosu se totiž může stát, že příkaz je přijat po částech se zpožděním, a nebo nepřijde úplný. Kvůli tomu byla navržena tato struktura příkazu.



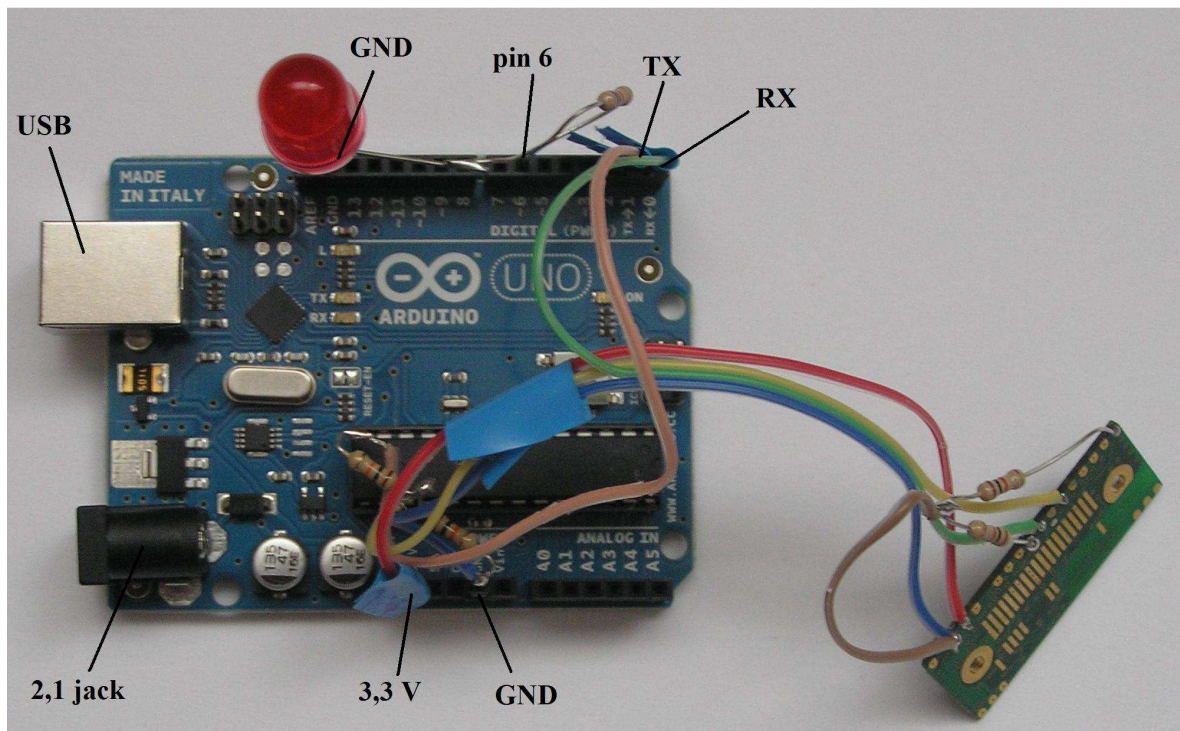
Obrázek 17. Příkaz vracející hodnotu z pinu 5

Rozdělení příkazů:

- Zapisovací - první parametr wrt, druhý číslo pinu (0-9), třetí hodnota (0,1), příklad:
příklad: wrt.6.1
- čtecí
 - digitální - první parametr ret, druhý číslo pinu (0-9), příklad: ret.3
 - analogové- první parametr retA, druhý číslo pinu (0-5), příklad: retA.2
- nastavovací - první parametr set, druhý číslo pinu (0-9), třetí hodnota (0,1),
3. parametr určuje 0 = výstup, 1 = vstup, příklad: set.2.0

6 UKÁZKA FUNGOVÁNÍ A POPIS PROGRAMU

Funkčnost zapojení byla ověřena pomocí připojené LED diody na vývojový kit Arduino s Bluetooth modulem. Zapojení pro testování je vidět na obr. 18.



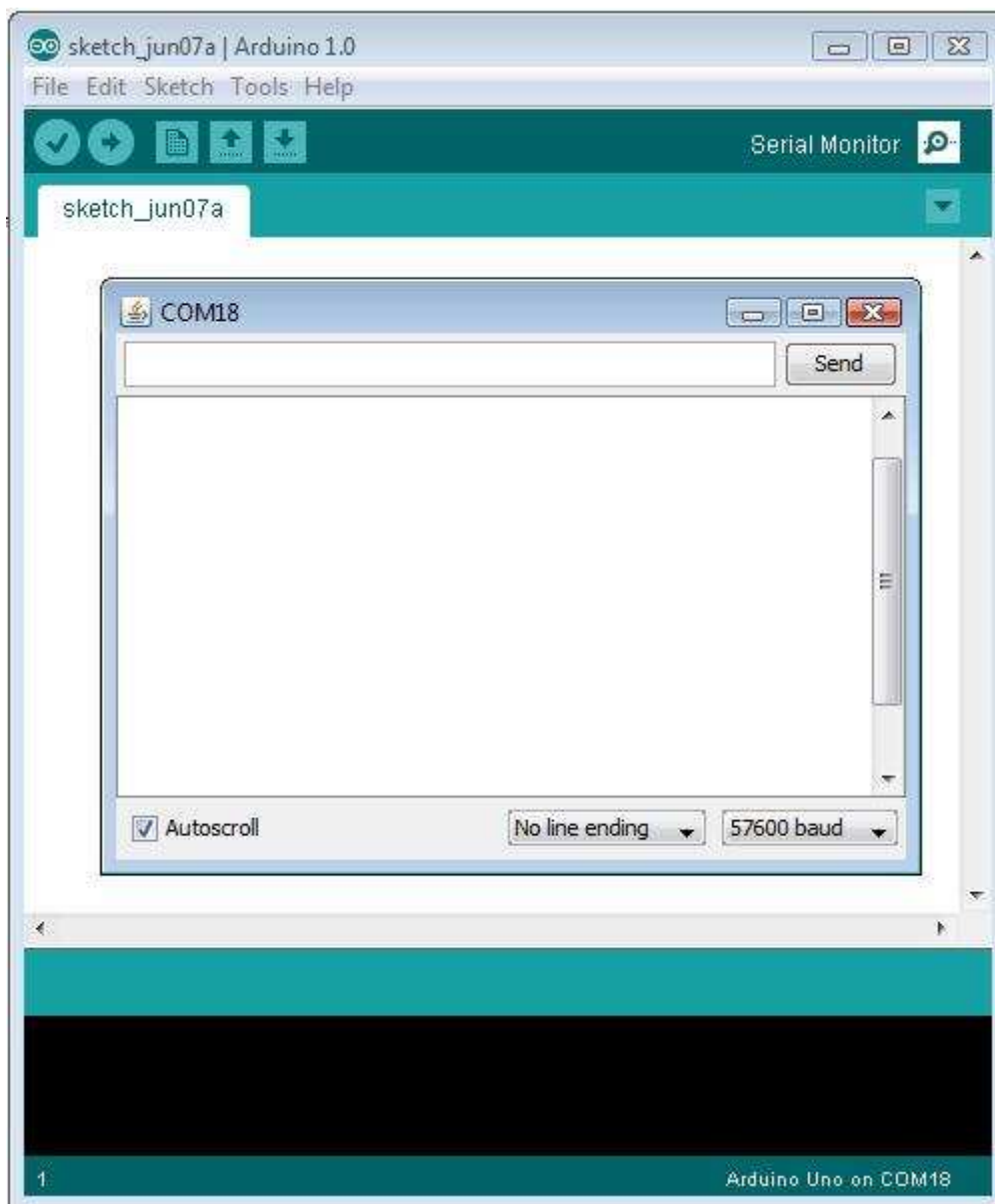
Obrázek 18. Zapojení modulu a desky

Modul Bluetooth připojíme k vývojové desce Arduino, tak že pin Rx arduina spojíme s Tx pinem Bluetooth modulu (zelený kablík), Tx pin Arduina s Rx pinem modulu (bronzový kablík). Napájecí pin 3,3V Arduina propojíme s napájecím pinem 3,3V Bluetooth modulu(červený kablík) a nakonec pin GND Arduina spojíme s pinem GND modulu.

Dioda, která představuje binární výstup byla v tomto případě připojena na pin 6, ale mohla by být připojena i na jiný pin (0 až 9). Pro napájení Arduino můžeme využít buď přímo USB rozhraní nebo napájecí zdroj s konektorem jack 2,1 mm.

Před zahájením komunikace musí být Bluetooth modul a osobní počítač s Bluetooth spárovány. Při prvním spárování je potřeba zadat klíč a ten je 0. Po zadání klíče jsou obě dvě zařízení spárována a vytvořil se mezi nimi SPP protokol, pomocí kterého probíhá následná komunikace. Nyní si spustíme vývojové prostředí pro Arduino IDE 1.0 a v něm si nastavíme příslušný COM port, který se nám vytvořil při připojení Bluetooth modulu.

Pak klikneme na Serial Monitor (obrázek 19) ve kterém budeme zadávat jednotlivé komunikační příkazy. Nejprve je potřeba nastavit příslušný pin na output. To provedeme příkazem (set.6.0), který zadáme do Serial Monitoru i se závorkami. Nyní můžeme zapisovat na pin 6 logickou 0 nebo 1 pomocí příkazů (wrt.6.0) a (wrt.6.1).



Obrázek 19. Serial monitor pro Arduino

6.1 Popis programu

V této části je popsán program pro Arduino, který zpracovává příkazy přijaté přes Bluetooth modul. Popsány jsou zde jenom některé části programu. Kompletní zdrojový kód je přiložen v příloze.

6.1.1 Přechetní příchozího příkazu

Funkce `readInString` čte příchozí příkazy, které jdou přes sériovou linku. Načítá si je po jednotlivých příchozích znacích. Pokud nalezne počáteční znak „(“ tak začne ukládat další příchozí znaky do paměti. Ukládání je ukončeno pokud nalezne koncový znak „)“, a nebo pokud tento znak nenajde v příštích deseti znacích, tak se ukládání do paměti ukončí.

```
while(Serial.available() > 0){
    buffer = Serial.read();
    if(buffer == '('){
        start = true;
        index = 0;
        readData[index] = '\\0';
    }else
    if(buffer == ')'){
        konec = true;
        break;
    }else{
        if(index < velikost-1) {
            readData[index++] = buffer;
            readData[index] = '\\0';
        }
    }
}
```

6.1.2 Nastavení pinů na vstup nebo výstup

Funkce `nastavovaniD` nastaví jednotlivý pin na výstup nebo vstup. Například zadaným příkazem (`set.6.0`) nastaví pin 6 jako výstupní, díky tomu můžeme zapisovat na příslušný pin logickou 0 nebo 1 a rozsvěcovat tak nebo zhasínat třeba připojenou diodu. Funkce `strstr` vyhledá v zadaném příkazu jestli je to nastavovací příkaz, zkontroluje délku celého příkazu a pokud je vše v pořádku tak vytáhne ze zadaného příkazu pin který má nastavit.

```
if( strstr (readData, "set.") != NULL) {
    pocetznaku = strlen(readData);
    if(pocetznaku == 7) {
        uk = strchr(readData, '.');
        uk = uk + 1;
        char vyppin = *(uk);
    }
}
```

```

int vycispinu=vypin-'0';
Serial.print("nastaven pin ");
uk2=strchr(uk, '.');
uk2=uk2+1;
char hodnot=*(uk2);
int cishodnot=hodnot-'0';
if(cishodnot==0){
    if(vycispinu>=0&&vycispinu<=9){
        Serial.print(vycispinu);
        Serial.println(" na output");
        pinMode(vycispinu, OUTPUT);
    }
}

```

6.1.3 Zápis log. hodnot na jednotlivé piny

Funkce ovladaniD zapisuje logické hodnoty 0 nebo 1 na pin, který určíme pomocí příkazu. První část funkce nejdříve zkontroluje jestli je příkaz zadán ve správném formátu a pokud zjistí že ano, tak vyčte zadaný pin a hodnotu, kterou má na tento pin zapsat.

```

if( strstr (readData, "wrt.")!=NULL) {
    pocetznaku=strlen(readData);
    if(pocetznaku==7){
        uk=strchr(readData, '.');
        uk=uk+1;
        char vysledek=*(uk);
        int cislopinu=vysledek-'0';
        uk2=strchr(uk, '.');
        uk2=uk2+1;
        char hodnota=*(uk2);
        int cishodnota=hodnota-'0';
        if(cishodnota==1){
            if(cislopinu>=0&&cislopinu<=9){
                Serial.print("high ");
                Serial.println(cislopinu);
                //pinMode(cislopinu, OUTPUT);
                digitalWrite(cislopinu,HIGH);
            }
        }
    }
}

```

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout a realizovat propojení platformy Arduino s okolím pomocí standardu Bluetooth, tak aby mohlo být Arduino využito k bezdrátovému ovládání různých zařízení.

V práci je popsán použitý vývojový kit Arduino Uno a vybraný Bluetooth modul OEMSPA310. Dále bylo vysvětleno a popsáno propojení použitých komponent. Praktická část je věnována zhotovení tohoto navrženého zapojení, komunikaci a vytvořenému programu. Přenos dat probíhá bezdrátově přes virtuální sériový port s využitím technologie Bluetooth.

Pro komunikaci mezi Arduinem a osobním počítačem (nebo jiným zařízením s Bluetooth) byl navržen komunikační protokol. Tento navržený komunikační protokol byl také popsán a byla vysvětlena jeho struktura a jednotlivé příkazy. Pro mikropočítač byl vytvořen program, který dokáže tyto příkazy zpracovávat.

Program byl napsán ve vývojovém prostředí pro Arduino IDE 1.0. Pro ovládání a zadávání příkazů z osobního počítače bylo využito Serial Monitoru, který je součástí tohoto vývojového prostředí, ale může být ovšem využit i jiný libovolný program, který umožňuje odesílat textové příkazy na sériovou linku.

Programově lze nastavit jednotlivé piny Arduina, jestli budou použity buď jako vstupy nebo výstupy a následně je pomocí příkazů ovládat, tedy nastavovat na logickou nulu nebo jedničku. Funkčnost celého zapojení je demonstrováno bezdrátovým ovládáním připojené LED diody, které je podrobně popsáno v práci.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The aim of this bachelor thesis was to design and realize connection of Arduino platform using Bluetooth standard, so that Arduino could be used to control various devices wirelessly.

The work describes the development kit Arduino Uno and selected Bluetooth module OEMSPA310. In the next part the connection of these components is described.

Practical part deals with realization of the proposed connection, communication protocol and created program. The data transfer is carried out wirelessly via virtual serial port using the Bluetooth technology.

For the communication between Arduino and the PC (or other Bluetooth capable device) a text protocol was defined. This protocol is described in the thesis including the structure and individual commands. For the microcontroller program was created which processes these commands.

The program was written in Arduino IDE 1.0 development environment. For entering the command on PC the Serial Monitor contained in the Arduino IDE was used. However, it is possible to use any other program which allows sending text commands on serial line.

The protocol allows individual Arduino pins to be set to input or output mode and consequently control these pins, i.e. to write logical 1 or 0 to these pins.

The functionality of the complete system is illustrated by wireless control of a LED connected to the Arduino, as described in the thesis.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HUMLHANS, Jan. *Zajímavá zapojení*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2005, 175 s. ISBN 80-730-0152-7.
- [2] MANN, Burkhard. *C pro mikrokontroléry: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy - linkery, práce s ATMEL AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje pro programování, tipy a triky*. Vyd. 1. Praha: BEN, 2003, 279 s. ISBN 80-730-0077-6.
- [3] PINKER, Jiří. *Mikroprocesory a mikropočítače*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2004, 159 s. ISBN 80-730-0110-1.
- [5] BLUETOOTH SIG. *Bluetooth Technology Web Site* [online]. © 2012 [cit. 2012 05-27]. Dostupné z: <http://www.bluetooth.com/Pages/Bluetooth-Home.aspx>
- [6] ICONSPEDIA. *Bluetooth Icon* [online]. [cit. 2012-05-27]. Dostupné z: <http://www.iconspedia.com/icon/bluetooth-3127.html>
- [7] *Základy technologie Bluetooth: původ a rozsah funkcí* [online]. 10.2.2009 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z: <http://pcworld.cz/hardware/Zaklady-technologie-Bluetooth-puvod-a-rozsah-funkci-6635>
- [8] Bluetooth profile. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-05-27]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth_profile
- [9] ARDUINO. *Arduino - HomePage* [online]. 2012 [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: <http://www.arduino.cc>
- [10] Jednočipový počítač. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-05-28]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Jednočipový_počítač
- [11] Bluetooth. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-05-27]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>
- [12] CISC. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/CISC>

- [13] RISC. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/RISC>
- [14] SVOBODA, Jiří . *Principy a perspektivy technologie Bluetooth* [online]. 2008. 4 s. Publikace. České vysoké učení technické, Elektrotechnická fakulta . Dostupné z: http://www.jirkasvoboda.com/publikace/publikace_1.pdf
- [15] NAVRÁTIL, Josef. *Arduino Duemilanove* [online]. 28.3.2010 [cit. 2012-05-30]. Dostupné z: <http://www.josefnav.cz/Arduino.html>
- [16] Arduino. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-05-30]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- [17] *Jednocipove-mikropocitace-uvod* [online]. [cit. 2012-05-30]. Dostupné z: <http://www.programovani.howto.cz/jednocipove-mikropocitace-uvod>
- [18] *Části jednočipového mikropočítače* [online]. [cit. 2012-06-01]. Dostupné z: <http://www.programovani.howto.cz/casti-jednocipoveho-mikropocitace>
- [19] MALÝ, Martin. *Arduino: vývojový kit pro hrátky s hardware* [online]. 30.9.2009 [cit. 2012-06-31]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/arduino-vyvojovy-kit-pro-hratky-s-hardware/>
- [20] MALÝ, Martin. *Arduino: jak pro něj začít programovat* [online]. 8.7.2010 [cit. 2012-05-31]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/arduino-jak-pro-nej-zacit-programovat/>
- [21] MALÝ, Martin. *Arduino: s jednočipem na internet* [online]. 1.7.2010 [cit. 2012-06-31]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/arduino-s-jednocipem-na-internet/>
- [22] CZECHDUINO. *Arduino Uno - CzechDUINO.cz - První český Arduino obchod* [online]. © 2012 [cit. 2012-05-31]. Dostupné z: <http://www.czechduino.cz/?17,arduino-uno>
- [23] NOVÁK, David. *Co je to integrovaný obvod?* [online]. 8.3.2011 [cit. 2012-06-02]. Dostupné z: <http://obchodnimodely.blogspot.cz/2011/03/vznik-integrovaneho-obvodu-strucna.html>
- [24] SPEZIAL ELECTRONIC. *Bluetooth RS232 Serial Port Adapter moduly* [online]. 2012 [cit. 2012-06-02]. Dostupné z: <http://www.spezial.cz/connectblue/bluetooth-seriove-rs232-oem-moduly.html>

- [25] PENN, Ivo. *Bezdrátová Bluetooth technologie* [online]. 2005. 6 s. Semestrální práce. Technická Univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky. [cit. 2012-06-02]. Dostupné z: http://fei1.vsb.cz/wofex/2003/paper/p2612/penn_ivo.pdf
- [26] Struktura a architektura počítačů. In: *České vysoké učení technické, Elektrotechnická fakulta* [online]. 2010 [cit. 2012-06-02]. Dostupné z: <http://motor.feld.cvut.cz/www/materialy/A7B14SAP/A7B14SAP-2011-12z-ascii-radic-CISC-RISC.pdf>
- [27] CONNECTBLUE. *Datasheet: OEM Serial Port Adapter* [online]. 2008 [cit. 2012-06-02]. Dostupné z: http://www.spezial.cz/pdf/em_ds_oemspa_310.pdf
- [28] ARDUINO. *Arduino - ArduinoBoardUno* [online]. 2012 [cit. 2012-06-03]. Dostupné z: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A/D	Analogově / digitální převodník.
ALU	Aritmetical and Logical Unit
AVR	Označení Atmelovské architektury mikrokontrolerů
CISC	Complex Instruction Set Computer
CPU	(Central processing unit), centrální procesorová jednotka.
DSP	Digitální signálový procesor
EEPROM	Elektricky mazatelná paměť typu ROM-RAM
FLASH	FLASH paměť.
GND	Elektrické uzemnění (Ground)
I/O	Vstup/Výstup.
I2C	Multi-master sériová sběrnice.
IDE	Integrované vývojové prostředí
MHz	Megahertz jednotka frekvence.
LAP	Lower Address Part Dolní část významové části adresy Bluetooth jednotky.
LED	Elektroluminiscenční dioda (Light-emitting diode).
MCU	Jednočipový mikropočítač
OBEX	Object Exchange Protocol Komunikační protokol, který umožňuje výměnu objektů mezi zařízeními
PC	(Personal computer), osobní počítač.
PSTN	Public Switched Telecommunication Networks
PWM	(Pulse width modulation), pulzní šířková modulace.
RAM	Paměť s libovolným přístupem (Random-access memory).
RISC	Reduced Instruction Set Computer
RS232	Recommended Standard 232 Komunikační rozhraní umožňující propojení a vzájemnou sériovou komunikaci dvou zařízení.

SPD	Service Discovery Protocol Protokol pro zjišťování služeb
USB	Universální sériová sběrnice
V	Volt jednotka napětí.
Ω	Ohm jednotka odporu.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Bluetooth	10
Obrázek 2. Logo Bluetooth.....	10
Obrázek 3. Jednočipový mikropočítač.....	15
Obrázek 4. Blokové schéma jednočipového mikropočítače	16
Obrázek 5. Složení CPU	17
Obrázek 6. Harvardská koncepce	18
Obrázek 7. Von Neumannova koncepce.....	19
Obrázek 8. Vývojový kit Arduino Deumilanove.....	20
Obrázek 9. Ukázka vývojového prostředí pro Arduino v Linuxu	21
Obrázek 10. Ukázka vývojového prostředí pro Arduino ve Windows.....	22
Obrázek 11. Arduino Uno.....	24
Obrázek 12. Modul Bluetooth OEMSPA310	26
Obrázek 13. Schéma propojení Arduina a Bluetooth	28
Obrázek 14. Zadní část Bluetooth modulu	28
Obrázek 15. Ukázka Serial Monitoru	29
Obrázek 16. Struktura příkazu	30
Obrázek 17. Příkaz vracející hodnotu z pinu 5.....	30
Obrázek 18. Zapojení modulu a desky	31
Obrázek 19. Serial monitor pro Arduino	32

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Výkonnostní třídy	12
Tabulka 2 Přenosové rychlosti.....	12
Tabulka 3 Specifikace OEMSPA310	26
Tabulka 4 Parametry OEMSPA310.....	27

SEZNAM PŘÍLOH

P I Obsah vloženého CD-ROMu

PŘÍLOHA P I: OBSAH VLOŽENÉHO CD-ROMU

V papírovém obalu na zadní straně desek je vložen CD-ROM, který obsahuje bakalářskou práci v plném znění ve formátu PDF v souboru „fulltext.pdf“ a soubor „Bluetooth.ino“ obsahující zdrojový kód vytvořeného programu pro Arduino.