

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2013

Tomáš Sádlo

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

katedra radioelektroniky

**Ovládání dveřního otevírače prostřednictvím
technologie Bluetooth**

**Remote Control of Device for Door
Opening via Bluetooth**

květen 2013

Autor: Tomáš Sádlo

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Vaněk, Ph.D.

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
katedra radioelektroniky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: **Tomáš Sádlo**

Studijní program:
Obor: Multimediální technika

Název tématu: **Ovládání dveřního otevírače prostřednictvím technologie Bluetooth**

Pokyny pro vypracování:

Navrhnete a zrealizujete zařízení pro dálkové otevírání dveří, které bude ovládané pomocí technologie Bluetooth. Zařízení bude sloužit pro otevírání dveří v kancelářích. Uvažujte i variantu umístění více otevíračů ovládaných prostřednictvím Bluetooth v dosahu jednoho ovládacího zařízení. Součástí řešení bude i ovládací program pro PC a mobilní telefon.

Seznam odborné literatury:

- [1] IEEE Standard 802.15.1-2002
- [2] Bluetooth Special Interest Group - Serial Port Profile,
https://www.bluetooth.org/docman/handlers/DownloadDoc.ashx?doc_id=8700

Vedoucí: Ing. Tomáš Vaněk, Ph.D.

Platnost zadání: do konce letního semestru 2013/2014




Prof. Ing. Miloš Klíma, CSc.
vedoucí katedry


prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 4. 2. 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Ovládání dveřního otevírače prostřednictvím technologie Bluetooth vypracoval samostatně a použil k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské/diplomové práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 6.5.2013

.....

podpis

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Tomáši Vaňkovi Ph.D. za cenné rady a připomínky, náměty, inspiraci a velmi vstřícný přístup, který mi v průběhu řešení této práce poskytoval.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá tematikou o bezdrátové komunikační technologii Bluetooth. V první části práce je uvedena stručná charakteristika této technologie. Druhá část práce popisuje vytvoření konceptu Bluetooth modulu a aplikace pro mobilní telefon. Po připojení konceptu k elektronickému dveřnímu zámku, umožní ovládat vstupní dveře pomocí mobilního telefonu. Aplikace v mobilním telefonu bude komunikovat s přípravkem pomocí technologie Bluetooth. Na základě konečného zhodnocení práce je vytvoření návrhu desky plošného spoje a aplikace pro mobilní telefon.

Klíčová slova: Bluetooth, Arduino, deska plošného spoje, mobilní aplikace

Abstract

The subject matter of thesis dissertation is the Bluetooth wireless communication technology. The first part of the dissertation contains the brief characteristics of this technology. The second part describes the creation of the Bluetooth module concept and the application for mobile phones. The concept connection to the electronic door lock enables the remote control of the entrance door by means of the mobile phone. The application in the mobile phone will communicate with the device by means of Bluetooth technology. The final conclusion of the thesis discusses the design creation of the printed circuit board for a mobile phone.

Keywords: Bluetooth, Arduino, printed circuit board, mobile application

Obsah

1. Seznam symbolů, veličin a zkratek	10
2. ÚVOD.....	12
I. TEORETICKÁ ČÁST.....	13
1.1 Cíl práce.....	14
2 HISTORIE VYUŽITÍ ELEKTROMAGNETICKÉHO ZÁŘENÍ.....	14
2.1 Historie elektromagnetického záření	14
2.2 Rozvoj a využití mikrovlnného záření.....	14
2.3 Elektromagnetické záření	15
2.4 Elektromagnetické spektrum	16
2.4.1 Infračervené přenosy	17
2.4.2 Mikrovlnné přenosy.....	17
2.4.3 Rádiové přenosy	17
2.4.4 Optické přenosy	18
2.5 Moderní bezdrátová komunikace	18
3 BEZDRÁTOVÁ PRŮMYSLOVÉ SÍŤ BLUETOOTH.....	20
3.1 O technologii	20
3.2 Rozvoj standardu	20
3.3 Vývojové verze.....	20
3.4 Vlastnosti technologie	20
3.4.1 Dělení podle výkonnosti.....	21
3.4.2 Přenosové rychlosti standardů.....	22
3.4.3 Koncepce jednotky Bluetooth	22
3.4.4 Definice kanálu.....	22
3.4.5 Komunikační kanály.....	23
3.4.6 Bluetooth profily	26
3.4.7 Bezpečnost a spolehlivost přenosu	29
3.5 Využití technologie Bluetooth.....	29
II. PRAKTICKÁ ČÁST	30
4 NÁVRH ŘEŠENÍ HARWAROVÉ ČÁSTI	31
4.1 Úvod k praktické části práce	31
4.2 Bluetooth modul OBS410i	32
4.2.1 Blokové schéma Bluetooth modulu.....	33

4.2.2	Specifikace Bluetooth modulu	34
4.3	Komunikační rozhraní Wireless UART	34
4.4	Základní konfigurace Bluetooth modulu	35
4.5	Návrh a zapojení modulu	40
4.6	Vývojový kit Arduino Uno R3	45
4.6.1	Jednotlivé komponenty základní desky - mikroprocesor	46
4.6.2	Architektura	47
4.6.3	Vývojové prostředí Arduino 1.0.4	48
4.6.3.1	Instalace ovladačů	48
4.6.3.2	Instalace softwaru Arduino	49
4.6.3.3	Připojení desky k vývojovému prostředí	49
4.6.3.4	Sada nástrojů	50
4.6.4	Zdrojový kód programu pro Arduino Uno	51
5	NÁVRH KOMUNIKACE MEZI MOBILNÍM TELEFONEM A BT	
	MODULEM	53
5.1	Historie Androidu	53
5.2	Architektura Androidu	53
5.3	Instalace vývojového prostředí pro Android	56
5.4	Uživatelská rozhraní	57
5.5	Vývojový diagram aplikace	58
5.6	Bluetooth aplikace	58
6	MOŽNÁ VYLEPŠENÍ	60
7	OBECNĚ O NÁVRHU	61
7.1	Hotový výrobek	61
7.2	Chyby v návrhu	61
7.2.1	Konkrétní chyby a nedostatky	62
7.2.1.1	Připojení Bluetooth modulu F2M03GLA k seriové lince	62
7.2.1.2	Velikost napětí na vstupu Rx a výstupu Tx	62
7.2.1.3	Velikost odporu do báze tranzistoru TIP120	62
7.2.1.4	Odpor místo diody	62
8	ZÁVĚR	63
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A DALŠÍCH PRAMENŮ	65
9.1	Použitá literatura	65
9.2	Použité webové zdroje	65

9.3	Zdroj obrázků a tabulek	66
9.4	Seznam obrázků a tabulek	68
10	SEZNAM PŘÍLOH	70
10.1	Výkresová dokumentace.....	71
10.2	Seznam součástí	80
10.3	Obsah CD	81

Seznam symbolů, veličin a zkratk

A2DP	Advanced Audio Distribution Profile
ADB	Android Debug Bridge
API	Application Programming Interface - rozhraní pro programování aplikací
AVRCP	Audio/Video Remote Control Profile
BD ADDR	Bluetooth Device Address
BIP	Basic Imaging Profile
Bluetooth SIG	Bluetooth Special Interest Group
BPP	Basic Printing Profile
C[F]	Kapacita
CLDC	Connected Limited Device Con_figuration
DID	Device ID Profile
DPS	deska plošného spoje
DUN	Dial-up Networking Profile
f[Hz]	Frekvence
FHSS	Frequency Hopping - Spread Spectrum
FTP	File Transfer Profile
HCI	Host Controller Interface
HFP	Hands-Free Profile
HID	Human Interface Device Profile
HSP	Headset Profile
I[A]	Proud
IDE	integrated development enviroment
ISM	Industrial, Scientific and Medical
L2CAP	Logical Link Control and Adaption Protocol
LAP	LAN Access Profile
LED	Light Emitting Diode
MIDP	Mobile Information Device Profile
MT	Mobilní telefon
OHA	Open Handset Alliance
OPP	Object Push Profile
OS	operační systém

PBAP	Phone Book Access Profile
PDA	Personal Digital Assistant
PP	Personal Profile - osobní profil
RFCOMM	Radio Frequency Communications Port
R[Ω]	Odpor
Rx	Receiver x
SAP	SIM Access Profile
SCO	Synchronous Connection Oriented
SD	Secure Digital
SDAP	Service Discovery Application Profile
SDK	Software Development Kit
SDP	Service Discovery Protocol
SMD	Surface Mount Device
SPP	Serial Port Profile
SYNCH	Synchronisation Profile
TCS	Telephony Control Specification
Tx	Transceiver x
U[V]	Napětí
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter
USB	Universal Serial Bus
VDP	Video Distribution Profile
XML	Extensible Markup Language

1. Úvod

Bezdrátová komunikace představuje moderní a rychle se rozvíjející odvětví informačních technologií. Za poslední dekádu se z ní stala nepostradatelná součást každodenního života. Hledáme-li příčinu tohoto fenoménu, je jím především pokrok v číslicových integrovaných obvodech. Díky jemu dnes můžeme uvádět do praxe, co bylo v nedávné minulosti součástí odvážných vědeckých studií. Rostoucímu potenciálu je přímo úměrná i oblast nasazení. Prostor k inovacím za přispění bezdrátových komunikací poskytuje domácí a průmyslová automatizace. Její úlohy při řízení procesů, ovládání budov, střežení objektů nebo v sítích senzorů nabízí množství příležitostí k uplatnění nových technologií.

Asi největší nevýhodou všech drátových přenosových cest je jejich stálá povaha a nemožnost uspokojit požadavky uživatele, který se potřebuje se svým počítačem pohybovat v rámci jedné místnosti, budovy, města, země či celé planety. Tato skutečnost se stala hlavním podnětem pro vznik bezdrátových technologií. Tyto technologie ovšem nacházejí své využití i tam, kde nedochází k žádnému pohybu uživatele, a to proto, že díky své „bez-drátovosti“ není nutné pokládat žádné vedení. Bezdrátové sítě pro běžný trh existují v podstatě od května 1993, kdy firma NCR (tehdejší součást gigantu AT&T) uvedla na trh svou WaveLAN technologii. Od té doby zaznamenaly bezdrátové technologie velký rozvoj, který šel s poklesem cen v oblasti bezdrátového přenosu. Významný pokles cen spolu se zdokonalením těchto technologií zapříčinil masivní rozšíření do většiny oblastí lidského života. Zavádění těchto technologií umožňuje efektivně využívat informace ve všech oborech lidské činnosti a je tak základním předpokladem pro růst kvality lidského kapitálu, jakožto celé řady dalších procesů. Potřeba rychlé a spolehlivé komunikace je snad jednou z nejdůležitějších potřeb moderní společnosti.

Současné ovládání bezdrátových produktů je umožněno pomocí dálkového spojení. Dálkový ovladač využívá infračerveného přenosu dat, jehož základem je přímá viditelnost mezi přijímačem a vysílačem. Toto řešení je dosti nevýhodné, jelikož na první pohled jakákoliv banální nebo neočekávaná překážka může způsobit ztrátu spojení.

I. Teoretická část

1.1 Cíl práce

Cílem práce bude vytvoření Bluetooth přijímače obsahujícího Bluetooth modul a vytvoření aplikace pro mobilní telefon. Navrhované řešení využívá Bluetooth technologii přenosu dat, která není závislá na přímé viditelnosti mezi komunikujícími zařízeními. Uživatel si spustí vytvořenou aplikaci pro mobilní telefon. Poté např. z pohodlí svého vozu bude ovládat všechny odemykácí systémy umístěné kolem sebe bez nutnosti směřování mobilní telefon na vybraný produkt.

2. Historie využití elektromagnetického záření

Základní médium pro přenosy v mikrovlnných pásmech je elektromagnetické vlnění s kmitočty nad 1 GHz. Na úvod zmíním informace z historie a teorie elektromagnetického vlnění.

2.1 Historie elektromagnetických vln

Elektromagnetické vlny byly objeveny nejdříve teoreticky. Učinil tak James Clerk Maxwell v roce 1873. Přišel s hypotézou o existenci elektromagnetických vln, pohybujících se ve vakuu rychlostí světla. Světlo bylo pokládáno za jeden z druhů vlnění. Jeho odvození vlnové rovnice pro vektory intenzity elektrického pole E a magnetické indukce B byla chápána pouze jako matematická hříčka. Existenci elektromagnetických vln dokázal až Heinrich Hertz v roce 1888, profesor techniky, pomocí přístroje na produkci a detekci velmi krátkých vln. Při své práci využil Ruhmkorffův induktor, schopný vytvořit silný potenciál elektrického pole, k němu byl připojen vysílač tvořený přerušením sekundární cívky. Přijímačem byl rovněž přerušený vodič, šlo vlastně o klasickou půlvlnu dipólovou anténou. Hertz pozoroval, že po spuštění induktoru prochází přijímačem elektrický proud. Přijímač a vysílač nebyly přímo propojeny, jediné možné vysvětlení spočívalo v tom, že se elektromagnetické pole mezi oběma aparaturami šíří vzduchem. Šlo o rádiové vlny, jejichž vlnová délka se pohybovala v řádu desítek centimetrů.

2.2 Rozvoj využití mikrovlnného záření

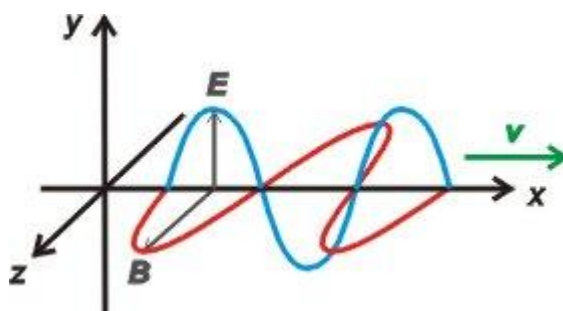
V souvislosti s rozvojem radarové techniky v období druhé světové války našly své místo i mikrovlny. První využití výkonného generátoru mikrovlnné energie se

datuje roku 1937, kdy byl ve Velké Británii vytvořen systém protivzdušné obrany s názvem Chain Home. Jednalo se o radarový systém umožňující zachycovat polohu nepřátelských letounů. Pokroky v této oblasti jsou spjaty se společností Raytheon, která se na problematiku mikrovlnného radarového systému specializovala. O výzkum mikrovln v oblasti využití pro člověka se zasloužil především Percy Spencer, který pracoval jako zaměstnanec firmy Raytheon a konstruoval magnetrony. Právě Percy Spencer si poprvé všiml faktu, že mikrovlny mohou sloužit k ohřevu potravin, když vyráběl magnetron a zjistil, že se mu v kapse rozpustila čokoláda. Stalo se to roku 1945, a položil tak základy k sestrojení mikrovlnné trouby. Mikrovlny můžeme použít k těmto účelům: komunikace, ohřev potravin, sušení různých materiálů, v chemii i v lékařství.

2.3 Elektromagnetické záření

Elektromagnetická vlnění se skládají ze dvou složek, elektrické intenzity E a magnetické indukce B . Vlna elektrické intenzity E (na obrázku 2.1 kmitající svisele a zobrazena modře) a magnetické indukce B (na obrázku 2.1 kmitající vodorovně a zobrazena červeně) jsou na sebe navzájem kolmé, stejně jako jsou kolmé na směr, kterým se šíří. Rychlost šíření elektromagnetické vlny záleží na prostředí, ve kterém se vlna šíří. Ve vakuu a přibližně tedy i ve vzduchu se tyto vlny šíří rychlostí světla – 300 000 km/s. Vlastnosti elektromagnetických vln záleží na vlnové délce. Vlnová délka je vzdálenost mezi dvěma vrcholy elektromagnetického záření (obrázek 2.2). Sinusovka je tvořena periodicky opakujícími se cykly. Počet kmitů za jednu vteřinu označuje kmitočet neboli frekvenci f . Délka jednoho kmitu se rovná délce vlny λ . Vzájemný vztah mezi kmitočtem f a vlnovou délkou λ je vyjádřen pomocí rychlosti v rovnici:

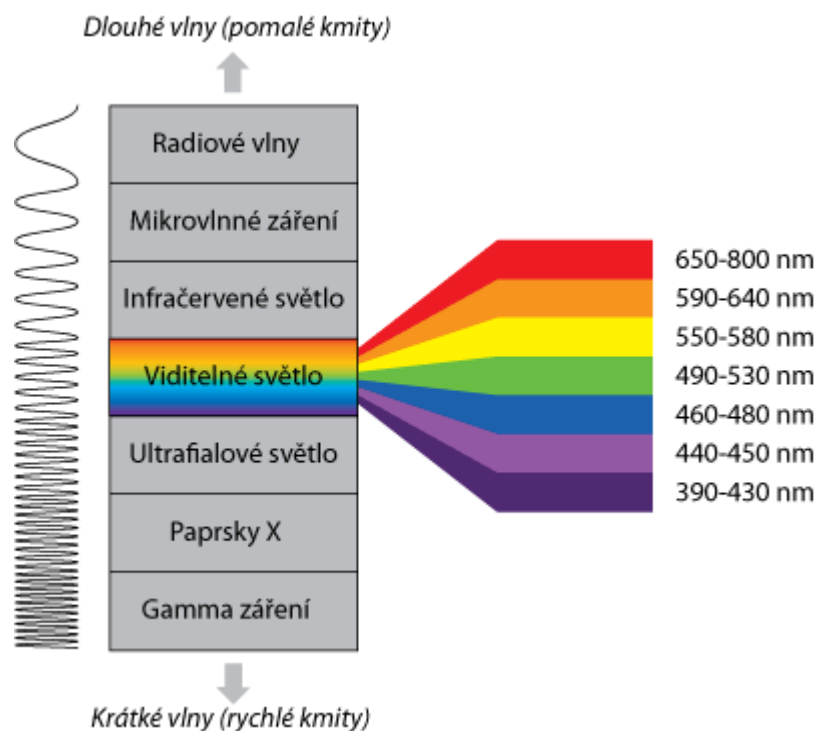
$$f = \frac{v}{\lambda}$$



Obr. 1 - Elektromagnetická vlna

2.4 Elektromagnetické spektrum

Elektromagnetická záření různých vlnových délek tvoří elektromagnetické spektrum (obrázek 2.2). Podle vlnové délky respektive frekvence rozlišujeme několik druhů elektromagnetického záření. Mezi jednotlivými druhy elektromagnetického záření není ostrá hranice, přechody mezi nimi jsou plynulé nebo se i oblasti jednotlivých druhů záření překrývají. Název vlnění určujeme totiž také podle původu, nikoli jen podle frekvence. Mikrovlny se nacházejí ve spektru mezi radiovými vlnami a infračerveným zářením. Pro přenos dat můžeme využívat radiovou, mikrovlnnou, infračervenou ale i viditelnou část spektra. Vyšší části spektra UV záření, rentgenové záření či gama záření by teoreticky měly být k přenosům dat nejvýhodnější, protože mají největší šířku přenosového pásma, a měly by tudíž dosahovat nejvyšších přenosových rychlostí. Bohužel z praktických důvodů nejsou pro datové přenosy použitelné. Vyšší části spektra lze velmi obtížně modulovat (tj. „nakládat“ na ně potřebný informační obsah), ale především jsou škodlivé lidskému zdraví.



Obr. 2 - Elektromagnetické spektrum

2.4.1 Infračervené přenosy

Přenosy v infračerveném pásmu jsou využívány výhradně na velmi krátké vzdálenosti. Nevýhodou je, že vlny neprostupují překážkami, odrazí se a navíc není vhodné používat tento způsob komunikace mimo budovy. Tento druh přenosu je běžně využíván u dálkových ovladačů pro domácí elektronická zařízení nebo u připojení periferních zařízení k počítači.

2.4.2 Mikrovlnné přenosy

Do mikrovlnného přenosu můžeme zařadit vše, co využívá mikrovlny k přenosu informací a využívá tedy vlny o délce větší než 1 mm a menší než 1 m, kterým odpovídá frekvence přibližně 1GHz – 300 GHz. Mikrovlny dále dělíme dle vlnové délky na UHF, SHF a EHF. Mikrovlnná energie patří k neionizujícím druhům elektromagnetické energie. Nevyvolává žádné chemické změny na rozdíl od ionizujících rentgenových paprsků. Jedním z důležitých jevů mikrovln je polarizace. Intenzita vln kmitá vždy kolmo na šíření vlny, ale v různých směrech. Polarizací vznikne paprsek pouze s určitým směrem (i více směry) kmitání intenzity (např. lomem, odrazem, polarizátorem). Pokud vlna při své cestě narazí na nějakou překážku, odrazí se a vznikne tzv. stojaté vlnění (všechny body kmitají se stále stejnou amplitudou). Hygensuv princip říká, že každý bod vlnoplochy je novým zdrojem vlnění. Pokud vlna narazí na štěrbinu nebo jinou překážku rozměrově srovnatelnou s vlnovou délkou, můžeme tento princip pozorovat. Intenzitu vlny totiž neměříme pouze přímo za štěrbinou, ale i po stranách. Vlny můžeme vést různými vlákny nejlépe rozměrově srovnatelnými s vlnovou délkou (např. optická vlákna). Uvnitř vlákna dochází k opakovaným odrazům a vlna projde až nakonec. Na rozhraní dvou prostředí, ve kterých se vlna šíří s jinou rychlostí, dochází k odrazu, a je-li překročen mezní úhel, tak také k lomu.

2.4.3 Rádiové přenosy

Elektromagnetické vlny v části rádiového spektra lze jednoduše generovat a přijímat. Jejich dosah je poměrně velký a mohou dokonce prostupovat některými druhy překážek. Šíření může být i všesměrové, tudíž vysílací antény mohou pokrývat signálem

velkou oblast okolo vysílače. Na způsobu modulace a na efektivním využití šířky pásma lze použít k přenosu datového signálu.

2.4.4 Optické přenosy

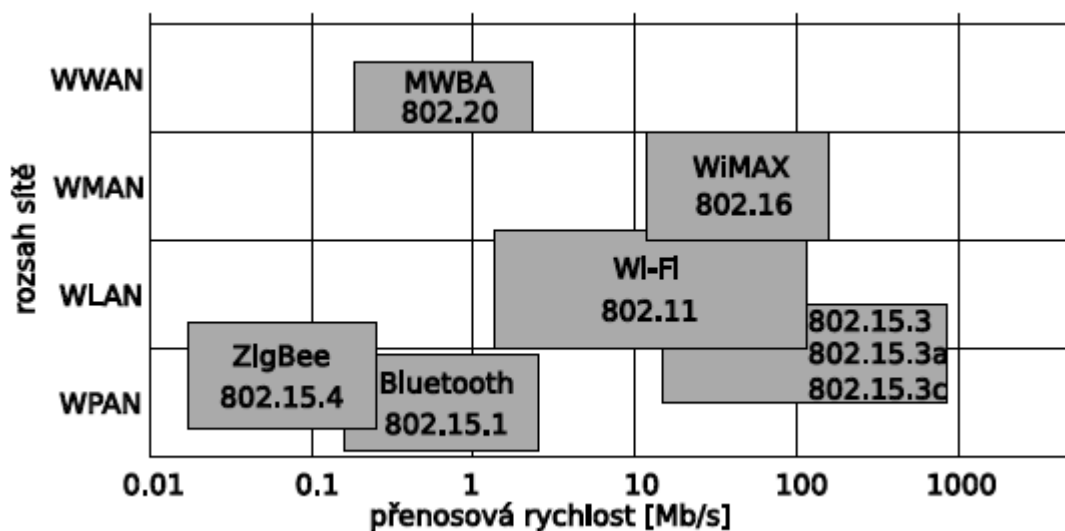
Tento způsob komunikace používáme hlavně v optických vláknech, ale optické přenosy můžeme šířit i volně vzduchem. Tato technologie v sobě skrývá mnoho výhod, a to velké přenosové rychlosti pro přenos hlasu i dat a technicky obtížnou možnost odposlechu při přenosu. Šíření probíhá v pásmech mimo evidenci ČTÚ, takže provoz nepodléhá žádným licencím. Bohužel tato technologie má i jednu velkou nevýhodu, a tou je nemožnost realizace spoje na delší vzdálenosti, kterou znemožňuje útlum světla v atmosféře, na který mají velký vliv povětrnostní podmínky.

2.5 Moderní bezdrátová komunikace

Bezdrátové spoje snižují výdaje na instalaci komunikačního zařízení, a to úsporami za metalické nebo jiné kontaktní vedení a úsporami za odvedenou práci při zabudování zařízení a vedení do staveb či prostranství. Ztráta nutnosti fyzického spojení komunikujících stran dovoluje použít koncová zařízení na místech, kde to doposud bylo problematické. Rovněž zálohování a prostorová redundance související s robustností a spolehlivostí spojení je v bezdrátových sítích snáze realizovatelná.

Na druhé straně zde jsou nové problémy, které u klasického drátového spojení nebylo třeba řešit. Médium, kterým se data přenášejí, je otevřené ostatním účastníkům. Je žádoucí chránit spoj proti riziku zneužití nebo aktivnímu útoku. Bezdrátové systémy založené na rádiovém přenosu ve většině případů využívají bezlicenčních frekvenčních pasem, která se s rozmachem bezdrátové komunikace stávají více zarušená. S tím souvisí i koexistence a vyloučení rušení více systémů ve vzájemném dosahu.

Bezdrátové sítě se obvykle dělí do čtyř kategorií v závislosti na oblasti pokryté signálem a na účelu, za kterým jsou provozovány. Orientační přehled typických představitelů jednotlivých kategorií přináší obrázek 2.3.



Obr. 3 - Přehled bezdrátových komunikačních standardů

WPAN (Wireless Personal Area Network) – síť osobního dosahu. Signálem pokrývají okruh cca o poloměru 10 metrů. Nejčastěji slouží k vzájemnému propojení elektronických zařízení osobní potřeby nebo připojení periférií k výpočetní technice. Přenosové rychlosti se pohybují ve stovkách kilobitů za sekundu.

WLAN (Wireless Local Area Network) – řádově větší dosah než WPAN. Jejich hlavním účelem je propojení výpočetní techniky v rozsahu do jedné místnosti až po celé budovy. Slouží jako náhrada méně rozšířených metropolitních sítí. Rychlost sítí dosahuje přibližně sta megabitů za sekundu.

WMAN (Wireless Metropolitan Area Network) – Bezdrátové sítě středního dosahu, tzv. metropolitní sítě. Určeny k poskytování veřejného internetového připojení v místech s hustým osídlením.

WWAN (Wireless Wide Area Network) – bezdrátové sítě dlouhého dosahu. Hlavní prvky sítě bývají často organizované do tzv. buněčné sítě. Území České Republiky využívá především mobilní síť GSM s technologiemi GPRS, EDGE, UMTS, CDMA2000 ale i rozrůstající síť Mobil WiMAX. Tato technologie je označována, jako technologie čtvrté generace (4G). Datová rychlost koncových bodů dosahuje jednotek megabitů za sekundu.

3. Bezdrátové průmyslové sítě Bluetooth

3.1 O technologii

Bluetooth je bezdrátová komunikační technologie definovaná standardem IEEE 802.15.1, sloužící k bezdrátovému propojení mezi dvěma a více elektronickými zařízeními, jakými jsou například mobilní telefon, osobní počítač, headset. Tato technologie je nejrozšířenější technologií používanou pro bezdrátový přenos dat na krátké vzdálenosti.

3.2 Rozvoj standardu

Standard Bluetooth vznikl jako produkt společného úsilí společností 3Com, Ericsson, IBM, Intel, Lucent, Microsoft, Motorola, Nokia a Toshiba, které počátkem roku 1998 daly vzniknout společenství SIG (Special Interest Group). Společenství sdružovalo v roce 2003 téměř 2 000 společností zajímajících se o vývoj a aplikace standardu. Bluetooth je první celosvětově přijímána technologie kategorie PAN (Personal Area Network) a je zahrnuta do řady specifikací PAN IEEE 802.15 pod označením IEEE 802.15.1. Nízká energetická náročnost byla podle výkonného ředitele Bluetooth SIG dosažena koncem roku 2009. Umožnila technologii Bluetooth použít na zařízeních, která vyžadovala méně energie než mobilní telefony a osobní počítače, jako jsou třeba náramkové hodinky a monitor srdečního tepu.

3.3 Vývojové verze

První verze se objevila v roce 1999, verze 1.1. V roce 2001 s verzí 1.2 začal Bluetooth rychle dobývat svět. V roce 2004 nastupuje verze 2.0 a v roce 2007 dosud používaná verze 2.1. Technologie EDR (Enhanced Data Rate) je také k dispozici od verze 2.0 a používá se také až dosud. Verze 3.0 byla dokončena v dubnu 2009 a nějaký čas trvalo, než se dostala do výroby. Vývojáři nelenili a stihli vytvořit specifikaci jádra 4.0.

3.4 Vlastnosti technologie

Bluetooth technologie pracuje v ISM (Industrial, Scientific, Medical) pásmu 2,4 GHz (stejném jako Wi-Fi). Pro přenos využívá metody FHSS (Frequency Hopping

Spread Spectrum), kdy během jedné sekundy je provedeno 1600 skoků tzv. přeladění mezi 79 frekvencemi s rozestupem 1 MHz, přispívá tak ke zvýšení odolnosti proti rušení na stejné frekvenci. Pro Bluetooth technologii je definováno několik výkonových úrovní (1 mW, 2,5 mW, 100 mW), které umožňují komunikační vzdálenost do cca 10 – 150 metrů. Přenosová rychlost Bluetooth technologie dosahuje rychlosti až 25 Mbit/s. Umožňuje vytvořit symetrický i asymetrický datový spoj. Jednotlivá zařízení jsou identifikována pomocí své adresy BD_ADDR (BlueTooth Device Address), podobné jako je MAC adresa u Ethernetu. V síti Bluetooth může být propojeno celkově 8 zařízení, z nichž jedno je jako řídicí tzv. master a ostatní jako podřízené tzv. slave. Další výhodou nového standardu má být zvýšení rychlosti přenosu dat. Podle Bluetooth SIG bude možné dosáhnout rychlosti až 100 MB za vteřinu, díky kterému by mělo být možné přehrávat video přímo z digitální kamery na televizní obrazovku, nebo rychleji přenášet data z mobilních telefonů a fotoaparátů na pevný disk počítače.

3.4.1 Dělení podle výkonnosti

Zařízení dodržující specifikaci normy Bluetooth jsou z hlediska maximálního vyzářeného výkonu rozdělena do tří kategorií, jak ukazuje následující tabulka 4.1. V ČR je maximální povolený výkon vyzářený zařízením pracujícím v tomto pásmu 100 mW. Standard dále definuje, že výkonová třída 1 nesmí být použita k přenosu paketů mezi stanicemi v případě, že přijímací stanice nepodporuje mechanismus zpětného řízení výkonu vysílací strany. V takovém případě může vysílací strana odpovídat pouze výkonové třídě 2 a 3.

Výkonová Třída	Výstupní výkon			
	Maximální	nespecifikováno	minimální	teoretický dosah
1	100 mW	nespecifikováno	1 mW	max. 100 m
2	2,5 mW	1 mW	0,25 mW	max. 10 m
3	1 mW	nespecifikováno	nespecifikováno	max. 1 m

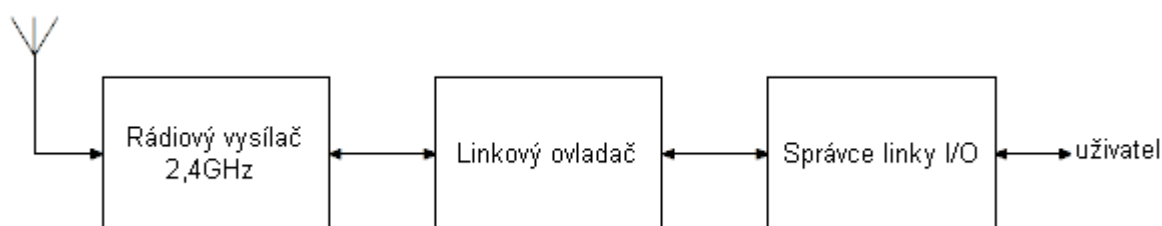
Tab. 1 - Rozdělení zařízení do výkonových tříd

3.4.2 Přenosové rychlosti standardů

- Bluetooth 1.2 - 1 Mb/s
- Bluetooth 2.0 + EDR - 3 Mb/s
- Bluetooth 3.0 + HS - 24 Mb/s
- Bluetooth 4.0 - 25 Mb/s

Typ kanálu	Typ přenosu	Rychlost v obou směrech	Použití
asynchronní	symetrický	432.6 kbit/s	přenos dat
-	asymetrický	721 / 57,6 kbit/s	přenos dat
synchronní	-	64 / 64 kbit/s	přenos zvuku

Tab. 2 - Přenosové rychlosti podle typu kanálu



Obr. 4 - Koncepte jednotky Bluetooth

3.4.3 Koncepte jednotky Bluetooth

- rádiový vysílač (2,4GHz), zajišťuje samotný rádiový přenos
- linkový ovladač, ovládá rádiový vysílač
- správce linky a I/O obvodů spoje, zajišťuje komunikace mezi I/O obvody spoje a poskytuje uživateli terminálové rozhraní

3.4.4 Definice kanálu

Kanál je reprezentován pseudonáhodnou sekvencí změn vysílací frekvence mezi frekvenčními pozicemi 0 až 78. Všechny buňky piconet sdílejí stejné 80 MHz frekvenční pásmo, avšak každá buňka piconet užívá odlišné sekvence změn pro rozmítání vysílací frekvence do 1 MHz frekvenčních pozic.

Každý kanál je rozdělen do stejně dlouhých časových rámců (doba trvání časového rámce činí 625 μ s). Existují dva druhy časování kanálů – TDD (Time Division Duplex) a multi-slot. Časování TDD odpovídá situaci, v níž se řídicí a řízená jednotka postupně střídají ve vysílání, a časování multi-slot odpovídá využití přeskokové sekvence pro přenos tak, že paket může obsadit více než jeden rámec.

3.4.5 Komunikační kanály

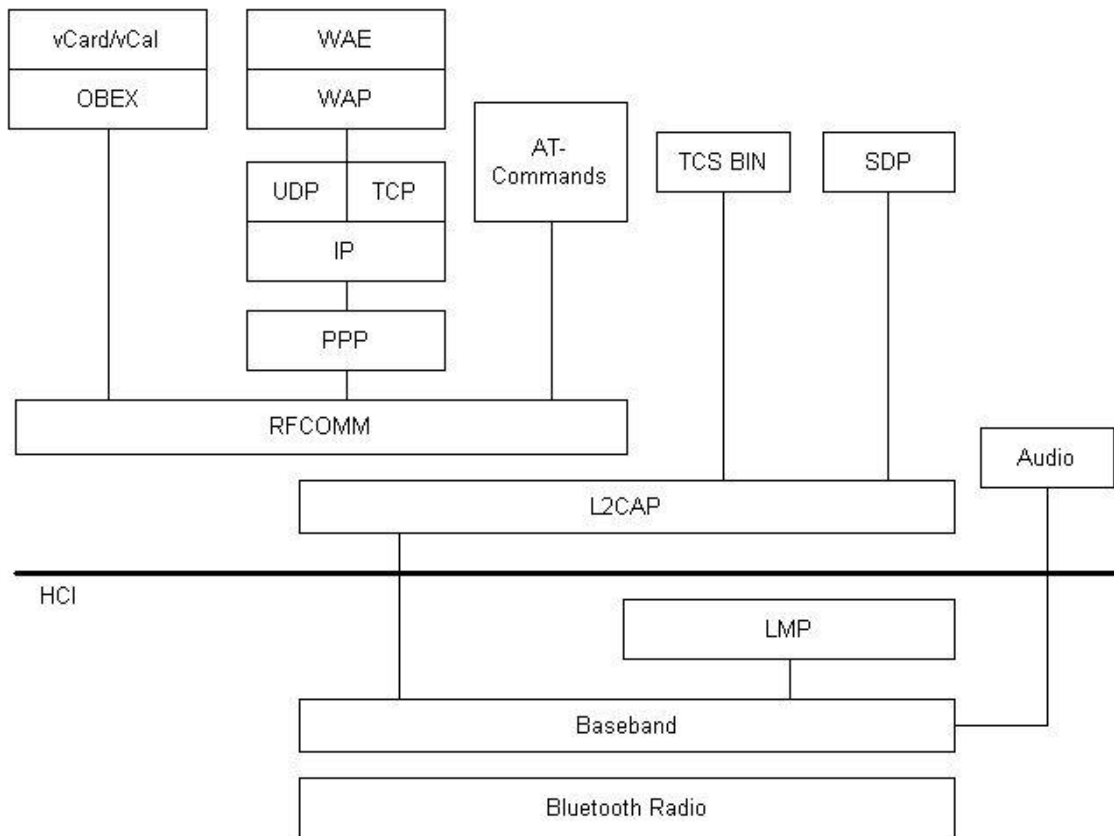
Standard Bluetooth dokáže využívat dva typy komunikačních kanálů, které se liší přenosovými schopnostmi: asynchronní komunikační kanál ACL (Asynchronous Connectionless) a synchronní komunikační kanál SCO (Synchronous Connection Oriented). Oba kanály je možné využít k zajištění přenosů dat podle požadavků jednotlivých jednotek. Pro zajištění komplikovanějších přenosů, kombinujících oba typy kanálů, je možné v průběhu spojení měnit typ kanálu.

Kanál typu ACL využívá časování multi-slot, je možné dosáhnout přenosové rychlosti 721 kbit/s v jenom směru a 57,6 kbit/s v opačném směru (asymetrický kanál), popř. 433 kbit/s v obou směrech (symetrický kanál). Uvedené přenosové rychlosti platí za předpokladu, že se nevyužívá možnost opravy chyb při přenosu.

Kanál typu SCO dovoluje realizovat přenos dat rychlostí 64 kbit/s v synchronním režimu. Obecně lze říci, že kanál typu ACL je vhodný k přenosu běžných dat a jeho výhodou je větší přenosová rychlost. Využívá se také pro přenos dat zajišťujících a řídicích komunikací v rámci buňky. Kanál typu SCO je vhodný pro přenos zvuku a obrazu.

Standard Bluetooth rozlišuje dva stavy. Stav Master získá to zařízení, které se v konkrétním prostoru aktivuje jako první. Ostatní, které se dostanou do jeho dosahu, získávají stav Slave a jejich komunikace je řízena zařízením Master. Ten pak rovněž řídí frekvenční skoky, sestavuje komunikaci mezi ostatními čipy a přiděluje komunikační kanály. Jeden Master dokáže řídit až sedm zařízení Slave. Takto vytvořeným sítím se říká piconet a je možné je propojit přes zařízení v módu Slave, která dokáže komunikovat se dvěma Mastery a tak vytvořit rozsáhlejší síť nazývanou scatter net.

Bluetooth používá pro definování oblasti použití daného zařízení takzvané profily. Ty zajišťují vzájemnou slučitelnost zařízení na nejvyšší softwarové úrovni. Aby zařízení mohla komunikovat, musí podporovat obě komunikující strany stejný profil.



Obr. 5 - Architektura Bluetooth technologie

Specifikace Bluetooth obsahuje příkazové rozhraní k Baseband, Link manager, registrům příkazů a příkazům pro stav hardwaru. Spodní tři vrstvy se často označují jako Bluetooth Controller.

Bluetooth radio

Tato vrstva leží v hierarchii nejnižší. Specifikuje kmitočtové pásmo, modulaci, třídu a vysílací výkon. Technologie používá zpětné zasílání požadavků na zvýšení či snížení výkonu.

Baseband

Zajišťuje komunikaci s dalšími Bluetooth zařízeními v rámci buňky piconet a řídí synchronizaci. Základní charakteristikou této vrstvy je frekvenční přeskokování, kdy se každý paket přenáší na jiné frekvenci. Okruh je vytvořen časovým dělením kanálů (TDD – Time Division Duplex) a kanál je dělen na sloty o délce 625 ms. Baseband podporuje přenos hlasu (64 kbit/s synchronně) a asynchronní přenos dat (433,9 kbit/s

symetricky; 723,2 + 57,3 kbit/s asymetricky). Umožňuje spojení bod – bod, bod – mnoho bodů (až 7 aktivních).

Fyzická vrstva

Bluetooth technologie používá metodu, při níž je signál s menší šířkou pásma přeladěn na signál s větší šířkou pásma. K tomu účelu používá metodu kmitočtových skoků rozprostřeného spektra FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum).

Linková vrstva

Na úrovni linkové vrstvy se popisuje základní topologie sítě, dohlíží nad jejím průběhem, zda nedochází rušení spojení, přístupové mechanismy a adresování. Tyto záležitosti mají na starosti podvrstvy LMP a L2CAP.

LMP (Link Management Protocol)

Rámce LM jsou přenášeny v informačním poli místo L2CAP, v paketech zabírající jeden time slot. Od L2CAP rámců jsou odlišeny pomocí L_CH (11) identifikátoru v hlavičce informačního pole paketu. Zprávy LM mají vyšší prioritu než uživatelská data tj. nejsou bržděna L2CAP provozem. Není potřeba potvrzení příjmu zprávy. Nižší vrstvy poskytují spolehlivý přenos. Nejméně významný bit (Transaction ID) přenáší informaci o původu

Realizuje všechny operace týkající se správy sítě. Jedná se zejména o navázání spojení mezi stanicemi, ověření, šifrování a také nastavení úsporného režimu a stavu zařízení v menších sítích.

L2CAP (Logical Link Control and Adaptation Protocol)

Propojuje protokoly vyšších vrstev s operacemi prováděnými na vrstvě Baseband. Lze jej svým způsobem paralelně přiřadit k LMP, neboť L2CAP přebírá přenos dat. L2CAP poskytuje také služby pro spojované a nespojované přenosy, sám však přistupuje pouze k nespojovaným asymetrickým přenosům ACL (Asynchronous Connectionless) protokolu Baseband.

RFCOMM (Radio Frequency Communications Port)

Napodobuje činnost sériového portu. Protokol poskytuje služby vyšším vrstvám, které používají pro přenos dat sériovou linku.

TCS (Telephony Control Specification)

Obsahuje funkční oblasti jako je například řízení hovoru (signalizuje hovorové spojení mezi Bluetooth zařízeními), Skupinový Management (signalizace usnadňující obsluhu skupiny Bluetooth zařízení) a Bezspojový TCS – CL (signalizace netýkající se právě probíhajícího hovoru).

SDP (Service Discovery Protocol)

Definuje způsob hledání služeb serverům a prozkoumává dostupné služby v síti.

TCS Binary (Telephony Control – Binary)

Jedná se o bitově orientovaný protokol. Definuje řízení a sestavuje přenosové linky pro přenos hlasu a dat mezi jednotkami.

Voice

Slouží pro přenos hlasu mezi Bluetooth zařízeními.

HCI (Host Controller Interface)

Umožňuje jednotné rozhraní a jednotnou metodu přístupu k hardwaru Bluetooth. Je specifikován pro různá fyzická rozhraní - USB, RS232, PCMCIA, atd.

3.4.6 Bluetooth profily

Způsob použití Bluetooth se rozlišuje profily. Standart Bluetooth se skládá z řady protokolů, ty jsou rozděleny do vrstev. Při spojení dvou zařízení profily Bluetooth určují, které protokoly budou z každé vrstvy použity. Profily určují, které části specifikace se při dané službě použijí a dále definují to, jaký druh dat a jakým způsobem se bude při komunikaci přenášet. Profilů existuje velká řada a ne všechny se vyskytují ve všech zařízeních.

A2DP (Advanced Audio Distribution Profile)

Profil sloužící k bezdrátovému přenosu hudby ve stereo kvalitě.

AVRCP (Audio/Video Remote Control Profile)

Se zařízením můžeme ovládat reprodukci hudby nebo videa na připojeném zařízení. Tedy určovat hlasitost, přeskakovat mezi stopami, přehrávání zrušit anebo spustit.

BIP (Basic Imaging Profile)

Profil pro práci s obrázky. Kromě jejich přesunu je to například tisk nebo automatické zálohování.

BPP (Basic Printing Profile)

Profil slouží ke komunikaci s tiskárnami.

DID (Device ID Profile)

Nástroj pro snadnou identifikaci právě připojeného zařízení. Vyslaná informace obsahuje údaje o jménu zařízení, jeho výrobci a produktové verzi.

DUN (Dial-up Networking Profile)

Profil umožňuje připojení zařízení notebooku, PDA k internetu prostřednictvím mobilního telefonu.

FTP (File Transfer Profile)

Skrze Bluetooth poskytuje přístup k adresářům a složkám jiného zařízení. Můžete z něj nebo do něj kopírovat soubory, stejně tak jako vytvářet adresáře nebo je mazat.

HFP (Hands-Free Profile)

S tímto profilem připojíte telefon k handsfree sadě. Můžeme pak jejím prostřednictvím vyřizovat hovory a přitom telefon nemusí být ve vaší blízkosti. HFP umožňuje vzdálené ovládání telefonu např. příjem a odmítnutí hovoru nebo aktivace hlasového vytáčení, regulace hlasitosti.

HID (Human Interface Device Profile)

Profil sloužící pro připojení periferií pro ovládání počítače jako například klávesnice, myši a joysticky.

HSP (Headset Profile)

Profil fungující stejně jako HFP – slouží pro propojení bezdrátového sluchátka a telefonu a následný přenos hovoru. Rozdíl spočívá v menším počtu možností.

LAP (LAN Access Profile)

Pomocí tohoto profilu můžeme sestavit počítačovou síť, a pokud je některé ze zařízení připojeno k internetu, pak jej může poskytnout ostatním.

OPP (Object Push Profile)

Základní profil určený pro posílání souborů, zejména pak vizitek a detailů schůzek.

PBAP (Phone Book Access Profile)

Tento profil umožní bezdrátovým zařízením přístup k telefonním seznamu mobilu.

SAP (SIM Access Profile)

Nejčastěji se setkáte u automobilových handsfree. Ta obsahují vlastní jednotku GSM. Pomocí Bluetooth si načtou veškeré požadované údaje z telefonu a v něm vložené SIM karty.

SPP (Serial Port Profile)

Základní profil umožňuje emulovat seriový port a řídit tak připojené zařízení. Je nezbytnou součástí pro fungování dalších profilů.

SYNCH (Synchronisation Profile)

Protokol sloužící k přímému přístupu k údajům v programu pro správu času a kontaktů (např. Microsoft Outlook) a jejich synchronizaci s informacemi v mobilním telefonu.

VDP (Video Distribution Profile)

Umožňuje přenášet mezi zařízeními video v reálném čase.

3.4.7 Bezpečnost a spolehlivost přenosu

V každé jednotce Bluetooth je zabezpečení přenosu zajišťováno na několika úrovních. Každá jednotka Bluetooth má unikátní 48 bitovou adresu zařízení. Dále jednotka využívá 128 bitový autentifikační privátní klíč, 8 bitový až 128 bitový šifrovací klíč a 128 bitové pseudonáhodné číslo. Pro generování klíčů se ještě využívá PIN v délce do 128 bitů. Na základě využití těchto čísel je možné provozovat zařízení v různých úrovních zabezpečení a to zabezpečovací mód 1 (bezzabezpečení), mód 2 (zabezpečení na úrovni služeb), mód 3 (zabezpečení na úrovni linkové vrstvy).

Zařízení, jsou z hlediska poskytovatele služeb rozdělena na důvěryhodná a nedůvěryhodná. Z hlediska služeb se poskytované služby dělí na služby, u kterých se vyžaduje jak autentifikace ověření identity zařízení, tak autorizace oprávnění k využití služby.

3.5 Využití technologie Bluetooth

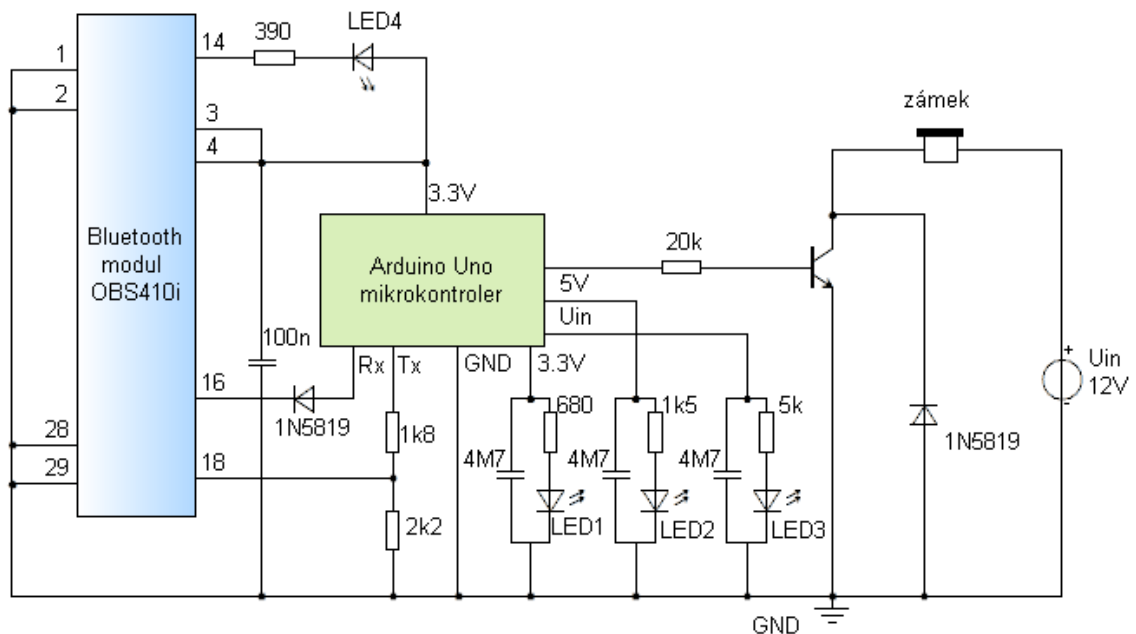
Do budoucna se očekává poměrně úspěšné proniknutí Bluetooth do aplikací, které vyžadují komunikovat se zařízeními umístěnými v obtížně dostupných místech, a rovněž se očekává úspěšné proniknutí do aplikací s vysokými nároky na čistotu (farmaceutický průmysl), kde Bluetooth nahradí kabely a konektory, jež jsou vždy z hlediska udržení vysoké čistoty problematické. Bluetooth podporuje jak dvoubodovou, tak mnohabodovou komunikaci. Jedna rádiová stanice působí jako hlavní a může obsloužit až sedm podřízených zařízení. Bezdrátové lokální síť Bluetooth se řadí k technologiím nenáročným na napájení.

II. Praktická část

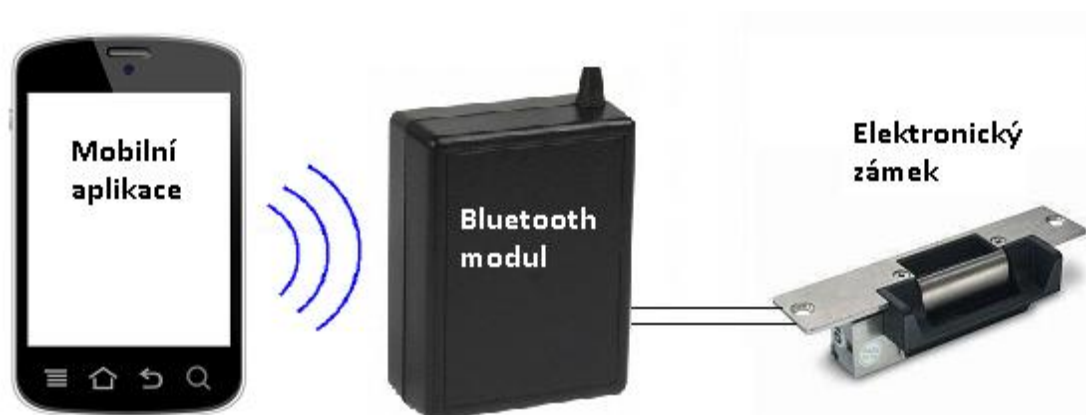
4. Návrh řešení hardwarové části

4.1 Úvod k praktické části práce

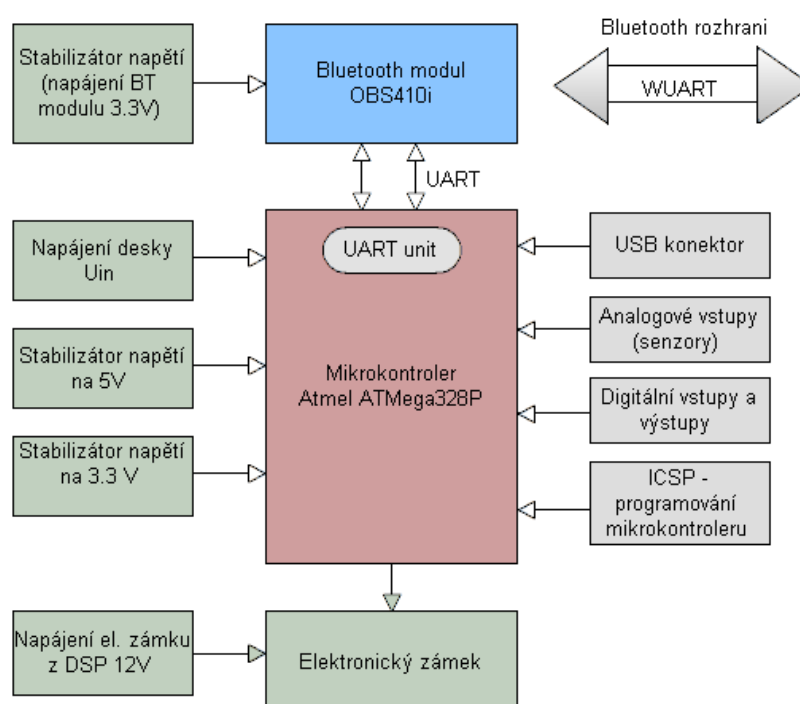
Hlavním úkolem této diplomové práce je prakticky ověřit možnosti přenosu datové informace od vysílací části (mobilní telefon) k přijímacímu zařízení (Bluetooth modul) a zajistit otevření elektronického dveřního zámku pomocí mobilního telefonu v kancelářích. Z teoretické části této práce vím, že podmínky pro přenos dat nejsou nikdy ideální. Některé podmínky ovlivnit mohu, jiné ne. Pro splnění tohoto úkolu byl navržen koncept pro příjem bezdrátového signálu Bluetooth technologií. Návrh obvodu je na Obr. 6. S ohledem na dostupnost potřebného hardwarového a softwarového vybavení pro zpracování jsem přijatý signál zpracoval mikrokontrolerem osazený na vývojovém kitu Arduino Uno. Komunikace mezi procesorem a BT modulem probíhá rychlostí 9600 bps, stejná je i rychlost mezi BT modulem a mobilním telefonem. Blokové schéma znázorňující ovládání elektronického zámku pomocí mobilního telefonu je na Obr. 7. Je zde zobrazeno hierarchické uspořádání systému. Detailní blokové schéma hardwarové architektury systému je na Obr. 8.



Obr. 6 - Návrh obvodu



Obr. 7 - Schéma znázorňující ovládání elektronického zámku pomocí mobilního telefonu



Obr. 8 - Schéma hardwarové části

4.2 Bluetooth modul OBS410i

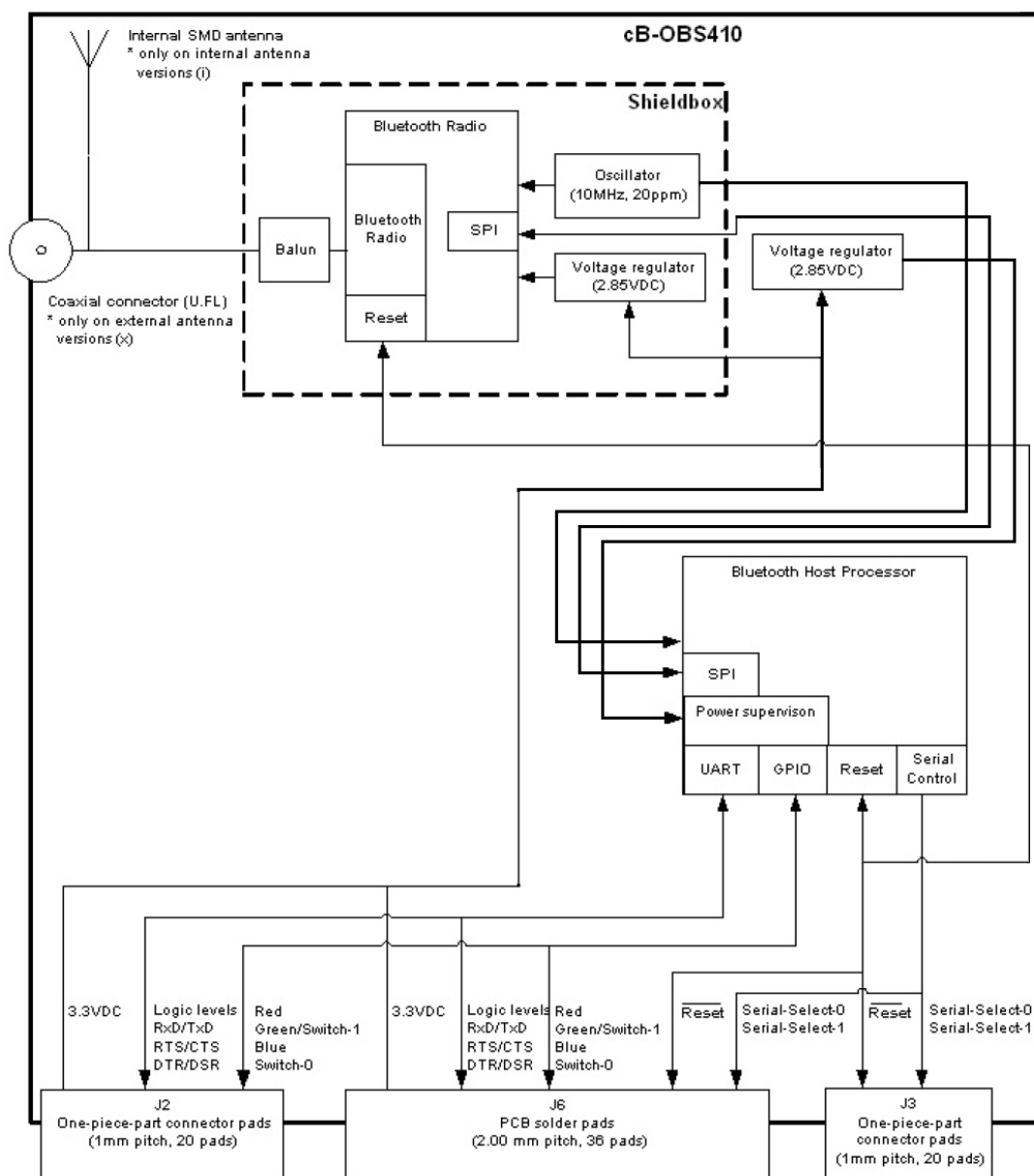
Společnost ConnectBlue nabízí širokou škálu jak samotných Bluetooth modulů, tak i kompletních jednotek. Základní kritéria výběru byla snadná, musí se jednat o obyčejný modul, prezentující všechny základní vlastnosti. Zvolil jsem Bluetooth modul OBS410i s integrovanou anténou. Jedná se o modul s podporou SPP (Serial Port Profile) pro rychlé a bezpečné sériové datové přenosy. Modul podporuje Bluetooth 2.1.

Vzhledem k tomu, že Bluetooth je v modulu, nevyžaduje žádný ovladač, stačí nastavit parametry pro hostitele.



Obr. 9 Bluetooth modul OBS410i

4.2.1 Blokové schéma Bluetooth modulu



Obr. 10 - Blokové schéma Bluetooth modulu OBS410i

4.2.2 Specifikace Bluetooth modulu

rozsah napájecího napětí	3,0 – 6,0 V
maximální proudový odběr	64,5 mA
maximální výkon	1 dBi
Přenosová rychlost	300 bit/s – 460,8 kbit/s
Průmyslový rozsah teplot	-30°C až +85°C
Interface (UART Logic level 3V / RS232 / RS422 / 485 ¹)	Ano/ano/ano
HW řízení toku	Ano

Tab. 3 Základní parametry BT modulu

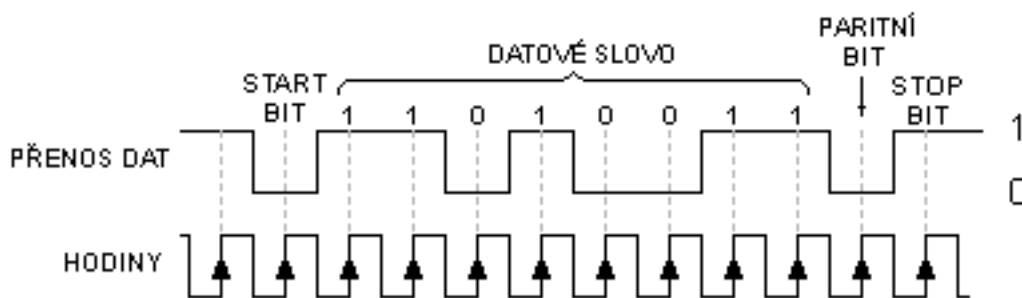
4.3 Komunikační rozhraní Wireless UART

Komunikační rozhraní UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) využívá asynchronní sériový přenos. Data jsou přenášena přesně danou rychlostí a uvolena startovací sekvencí, na kterou se synchronizují všechna přijímací zařízení. Každý přenesený datový rámeček je synchronizován sestupnou hranou start bitu. Za start bitem následují přenášená data a paritní bit. Datový rámeček je ukončen jedním, jedním a půl nebo dvěma stop bity. Datový rámeček využívající jeden stop bit je znázorněn na obr.11.

UART bude využíván pro propojení Bluetooth čipové sady a mikrokontroléru s následujícími parametry:

- modulační rychlost 9600 bps,
- jeden stop bit,
- paritní bit nebude využíván.

Mezi klíčové rysy patří: robustnost, rozšířená nastavení, vysoká bezpečnost, nízká složitost a nízká spotřeba. Firmware Wireless UART je kompatibilní s Bluetooth Serial Port Profile (SPP) pro vytvoření sériového kabelového spojení mezi připojenými zařízeními.



Obr. 11 - Datový rámeček UART využívající jeden stop bit

4.4 Základní konfigurace Bluetooth modulu

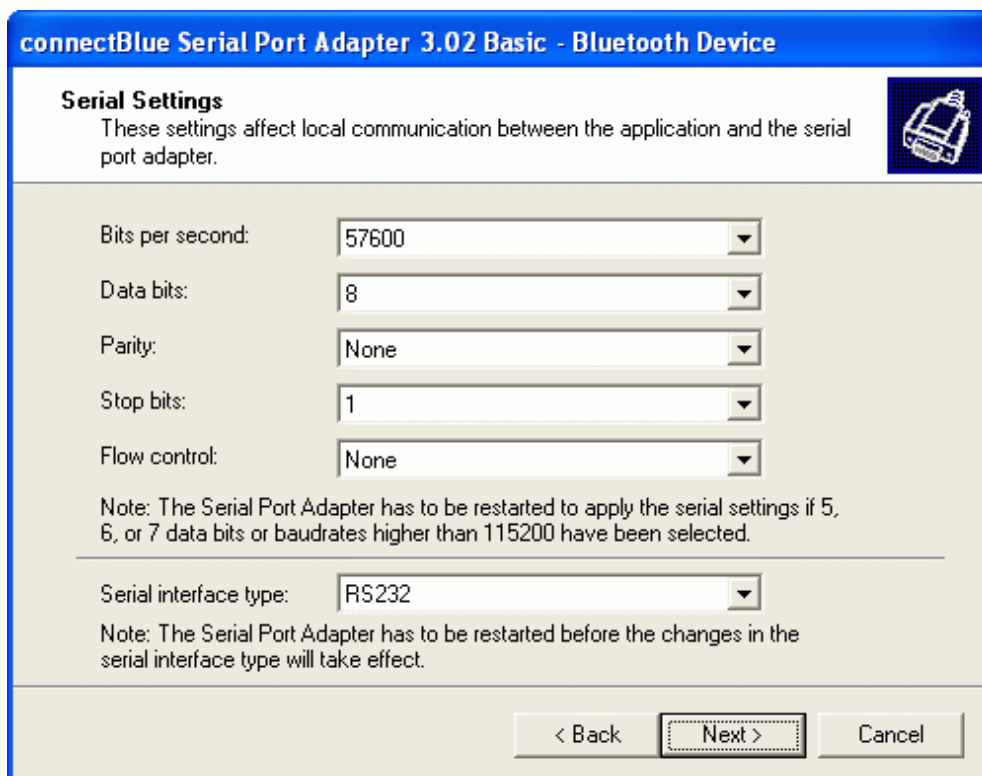
Modul již z výroby je nastaven na výchozí hodnoty, je vhodné před jeho použitím provést alespoň základní nastavení. To je možné uskutečnit minimálně třemi způsoby. První a nejpohodlnější a to domluvit se s firmou Spezial Electronic, která je schopná dodat moduly již přednastavené přesně pro vaši aplikaci. Druhá možnost je připojit modul k počítači a pomocí AT příkazů či jednoduchého programu dodávaného s moduly si vše sami nastavit. Třetí možností je osadit modul přímo do vyráběného zařízení a nastavit požadované hodnoty. Jelikož jsem se chtěl s Bluetooth modulem seznámit, druhá možnost byla ta nejvhodnější.

Pro základní konfiguraci Bluetooth modulů existují minimálně dva programy. První se jmenuje "Basic Wizard" a slouží k jednoduchému základnímu nastavení. Druhý program s názvem "Serial Port Adapter Toolbox" je již detailnější a umožňuje jednoduše nastavit řadu základních i speciálních voleb.

U obou programů je potřeba po jejich spuštění zadat komunikační parametry sériového portu. Samozřejmě je také potřeba vybrat správné číslo sériového portu. Pro Windows 7 byl následující postup: Start → Ovládací panely → Hardware a zvuk → Správce zařízení. Poté, je-li vše správně připojeno, dojde k navázání spojení s Bluetooth modulem.

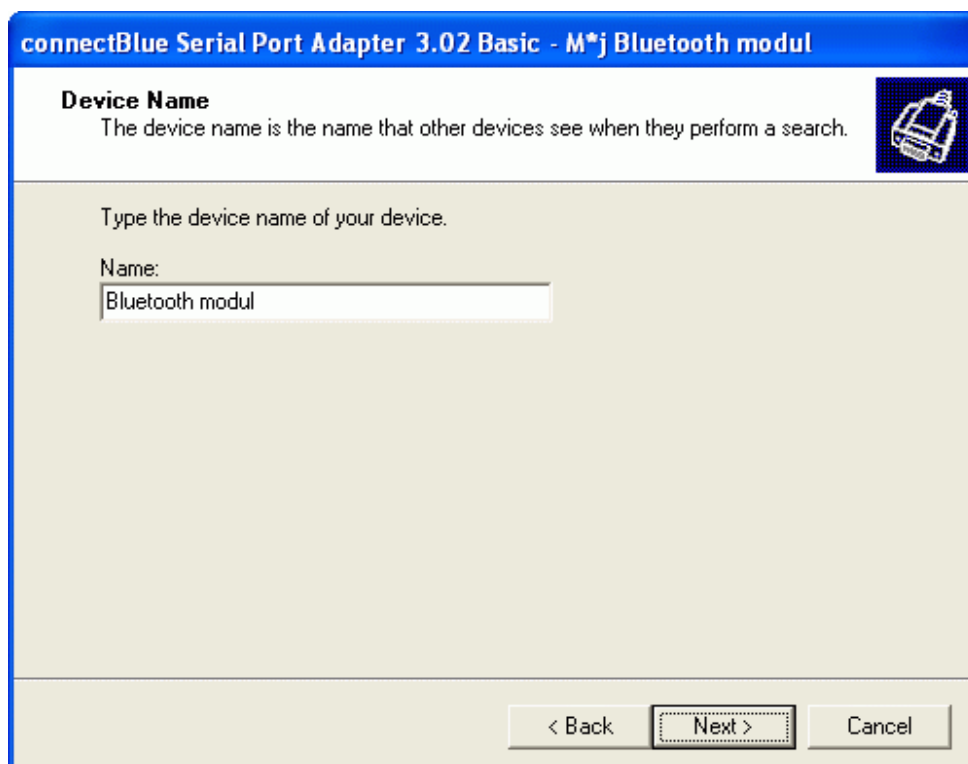
V programu Basic Wizard bylo provedeno základní nastavení modulu podle následujících obrázků.

- a) Jako první bylo možné nastavit parametry sériové linky modulu. Provedeme-li jakoukoli změnu v nastavení sériové linky, je nutné modul restartovat (odpojit od napájení a znovu připojit).



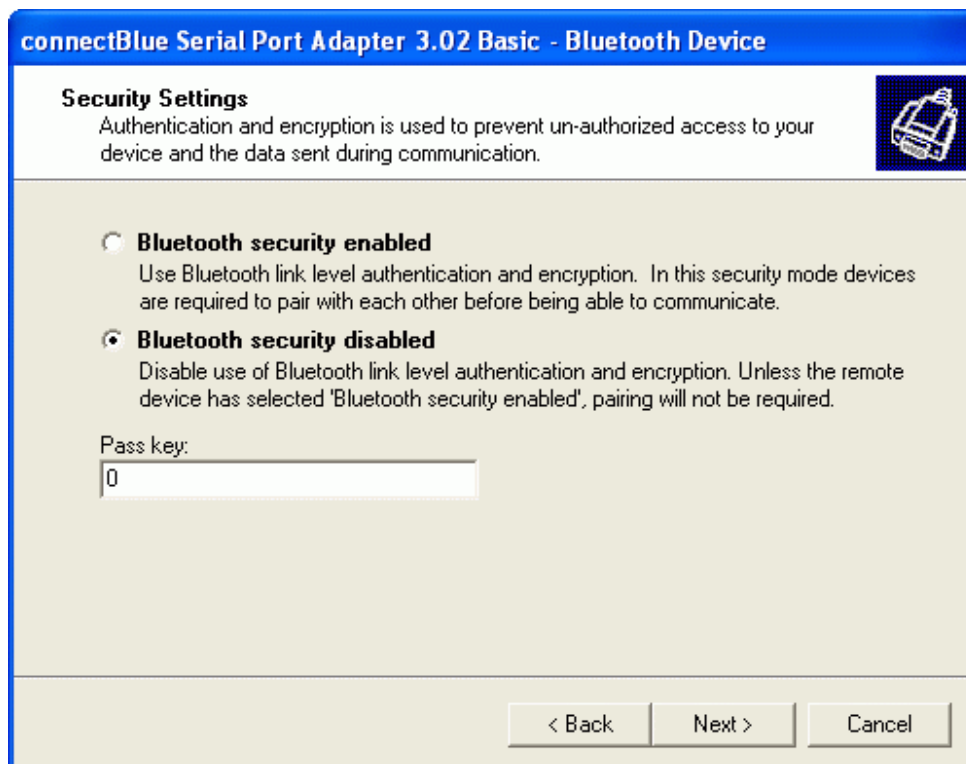
Obr. 12 – Konfigurace – parametry seriové linky

- b) Dále bylo možné zadat název modulu, pod kterým bude přes Bluetooth viditelný.



Obr. 13 – Konfigurace – název modulu

- c) Každé Bluetooth zařízení je potřeba spárovat. Následující volba definuje, zda bude při párování vyžadováno heslo a případně jaké (od výrobce to bylo číslo "0").



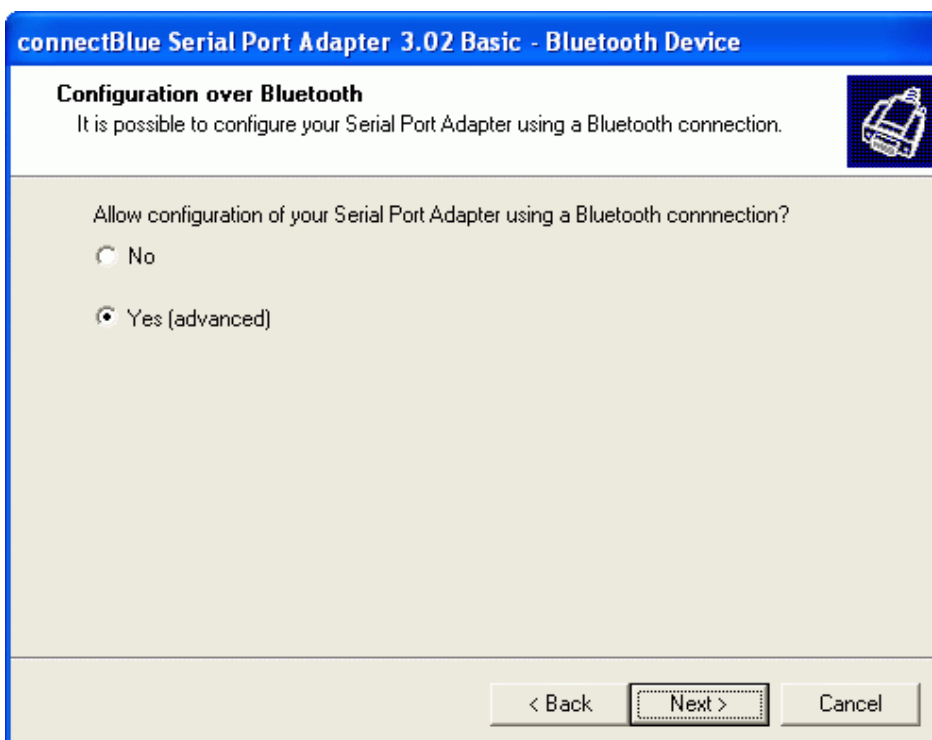
Obr. 14 – Konfigurace – nastavení hesla

- d) Následující obrazovka nastavovala viditelnost modulu vůči ostatním Bluetooth zařízením. První volba slouží pro speciální nastavení. Jde o nastavení, kdy modul vůbec neodpovídá na dotazy Page_Scan jiných Bluetooth zařízení, to je významné především z hlediska úspory energie. Druhá volba umožní vyhledání Bluetooth modulu ostatními BT zařízeními a třetí volba modul zviditelní pro všechny.



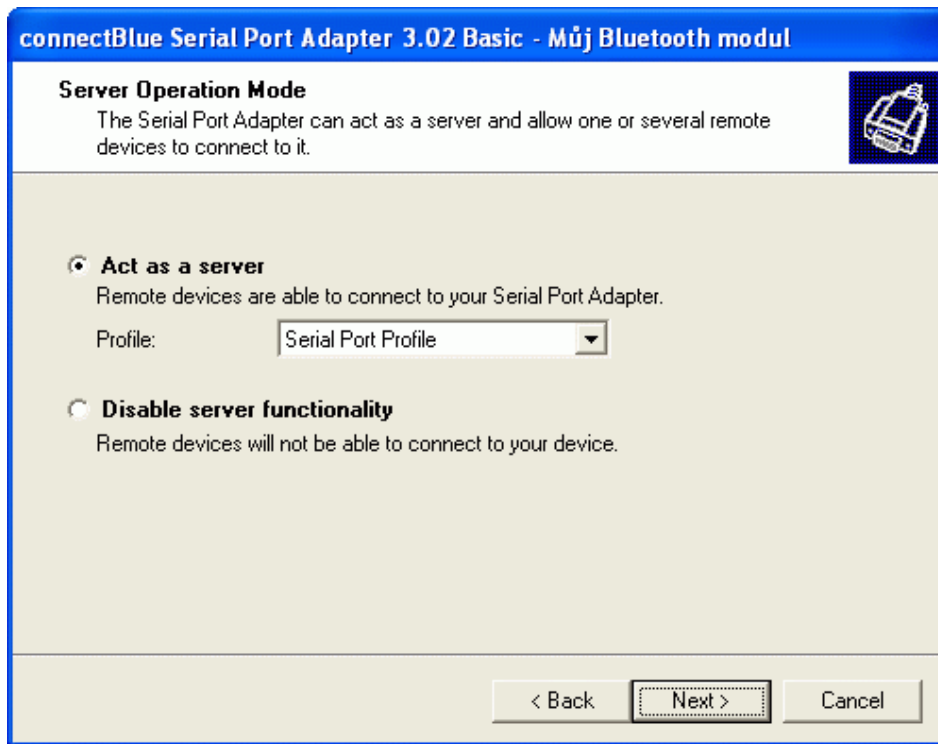
Obr. 15 – Konfigurace – viditelnost modulu

- e) Bluetooth modul umožňuje svou konfiguraci i pohodlně na dálku, tedy přes "Bluetooth Serial Port Adapter" profil, nebo z nadřazeného Bluetooth zařízení. Zde bylo možné tuto vlastnost povolit nebo zakázat.

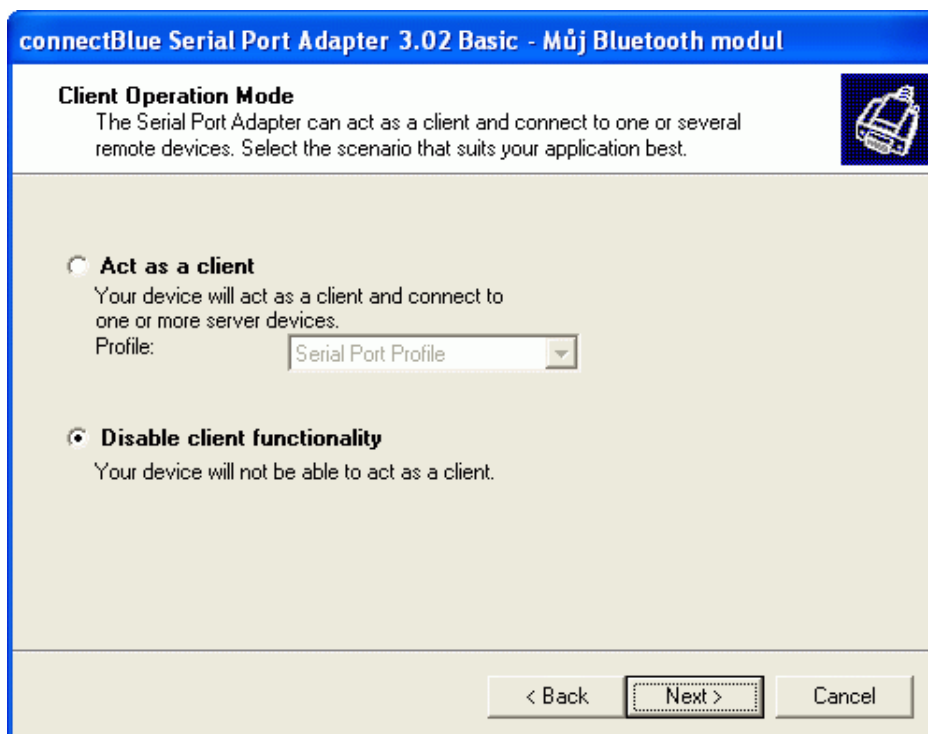


Obr. 16 – Konfigurace – bezdrátová konfigurace

- f) Poslední dvě obrazovky umožňovaly nastavit chování Bluetooth modulu jako klient (tj. modul aktivně naváže spojení s jiným Bluetooth zařízením) nebo jako server (modul pasivně čeká na spojení od jiného zařízení).



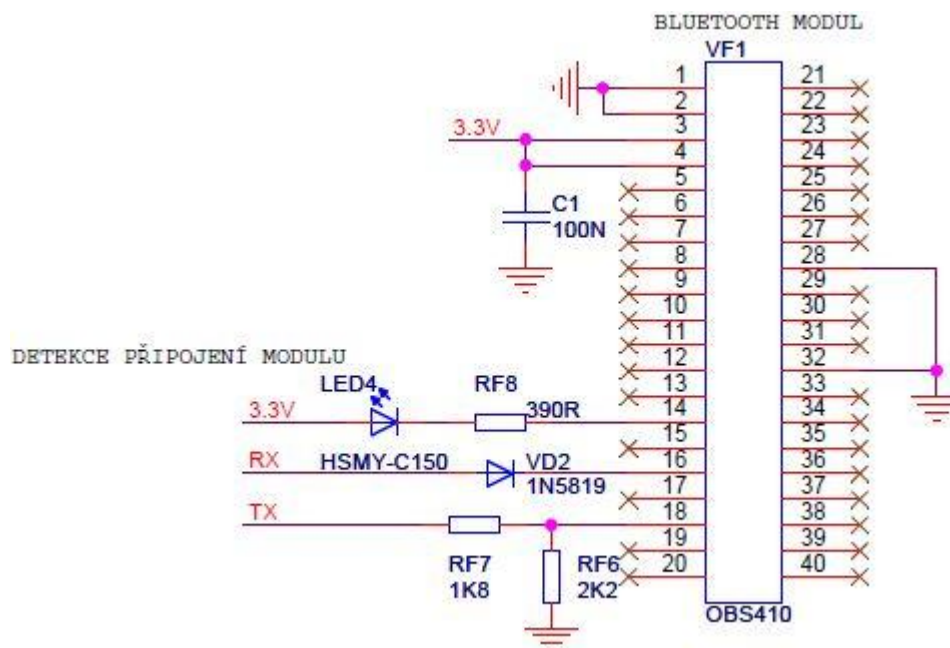
Obr. 17 – Konfigurace – chování modulu - seriový port



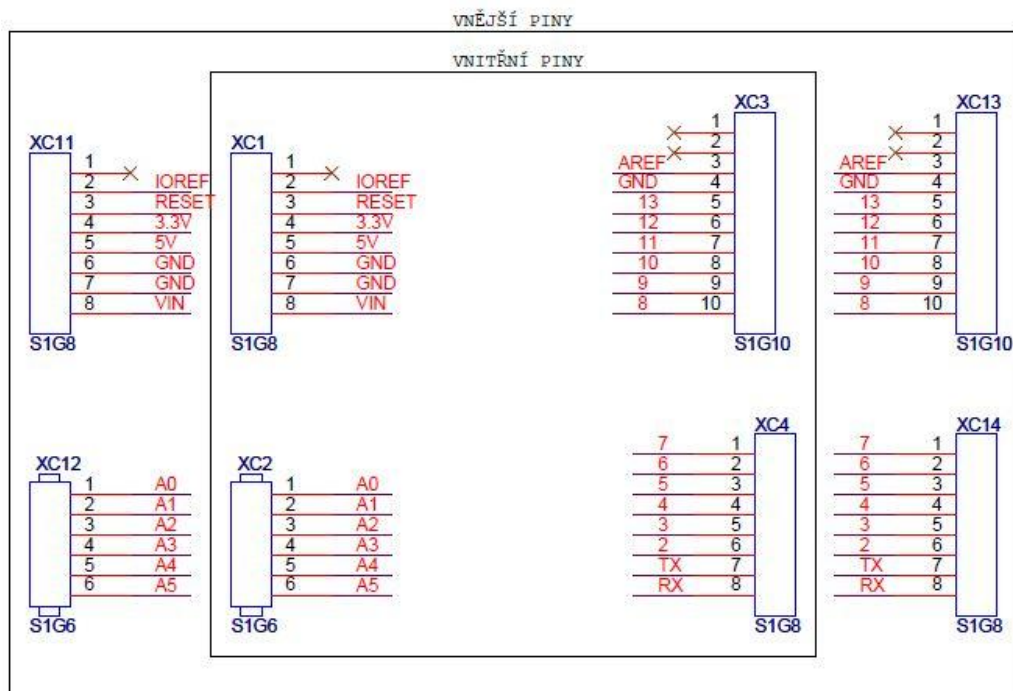
Obr. 18 – Konfigurace – chování modulu - server

4.5 Návrh a zapojení modulu

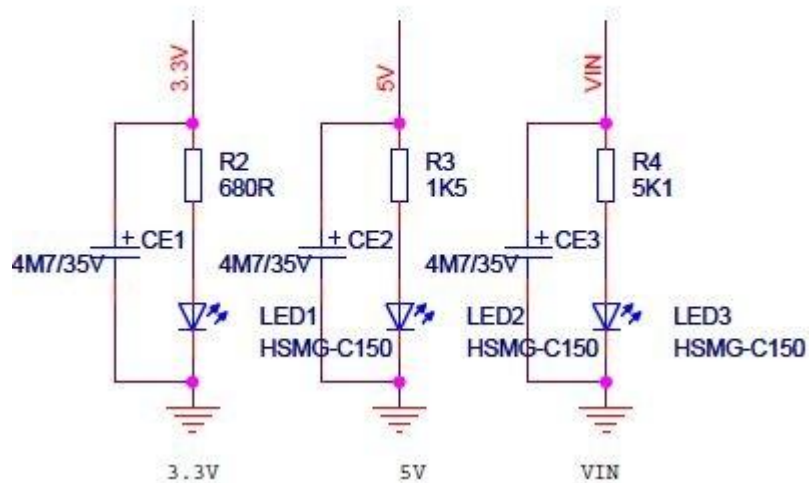
S modulem bylo v plánu experimentovat. Zhotovil jsem následující elektronický obvod, který bude osazen na malou destičku. Do níž je možné modul pevně usadit a celou destičku poté díky jednořadým lištám umístit do kontaktního pole na vývojovém kitu. Návrh obvodu byl navržen v systému Orcad 16.2. S tímto softwarem jsem prvně přišel do kontaktu na fakultě elektrotechnické u pana inženýra Víta Záhlayy CSc., zabývající se především vývojem a prototypové výrobě nových elektronických zařízení.



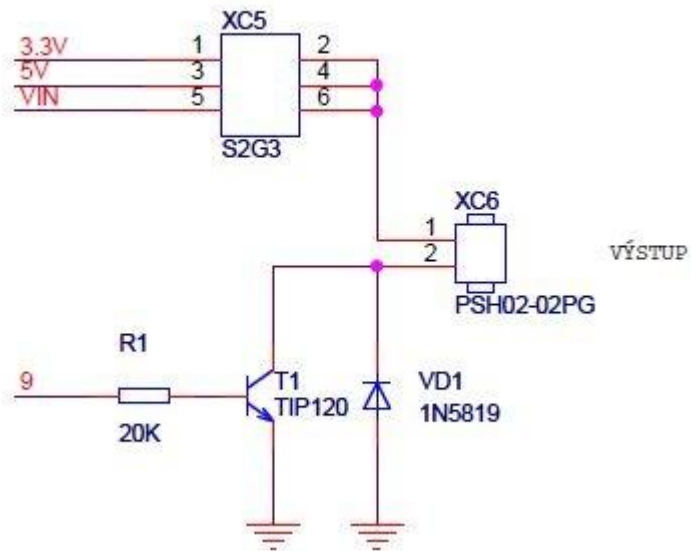
Obr. 19 - Schéma zapojení modulu



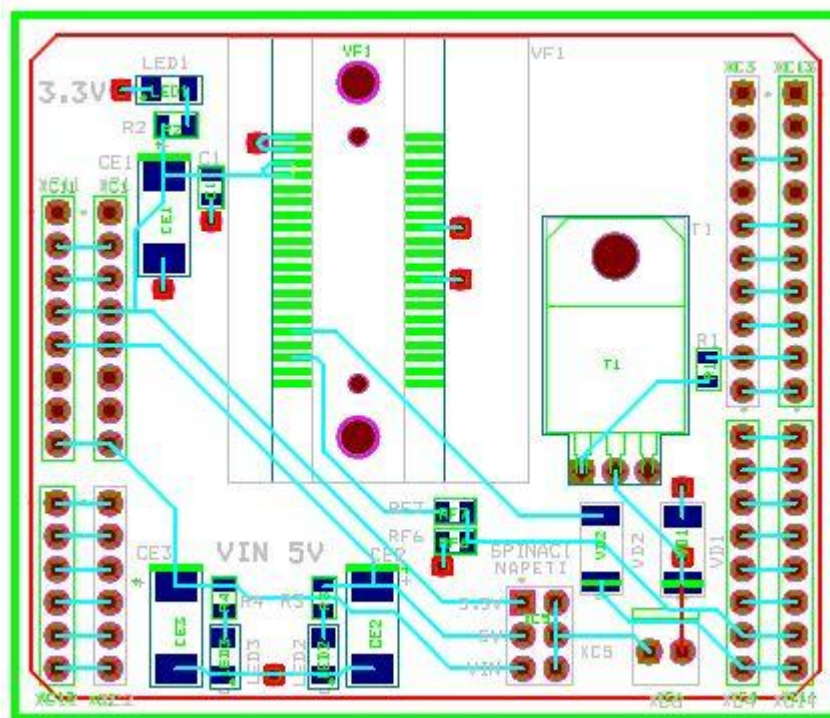
Obr. 20 - Schéma zapojení vnějších a vnitřních pinů



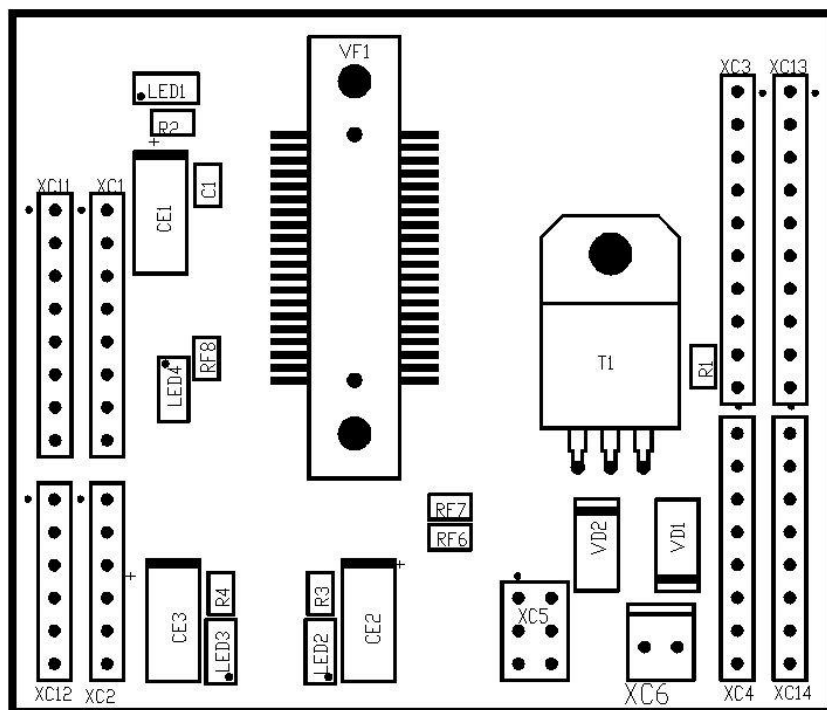
Obr. 21 - Schéma zapojení LED signalizace napájení



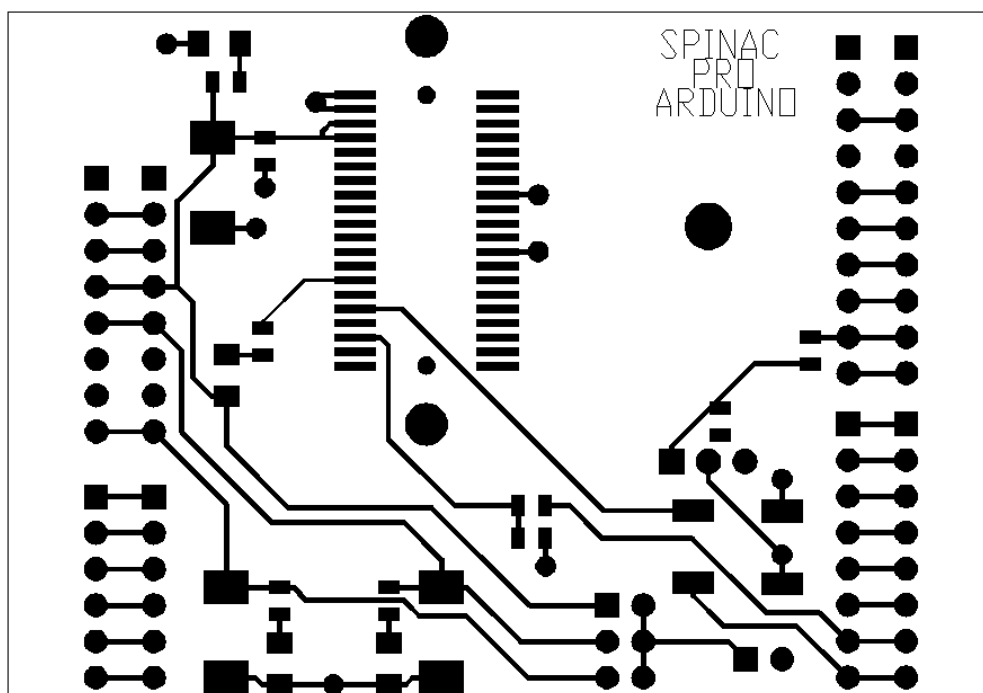
Obr. 22 - Schéma zapojení přepínání napájení na výstupu



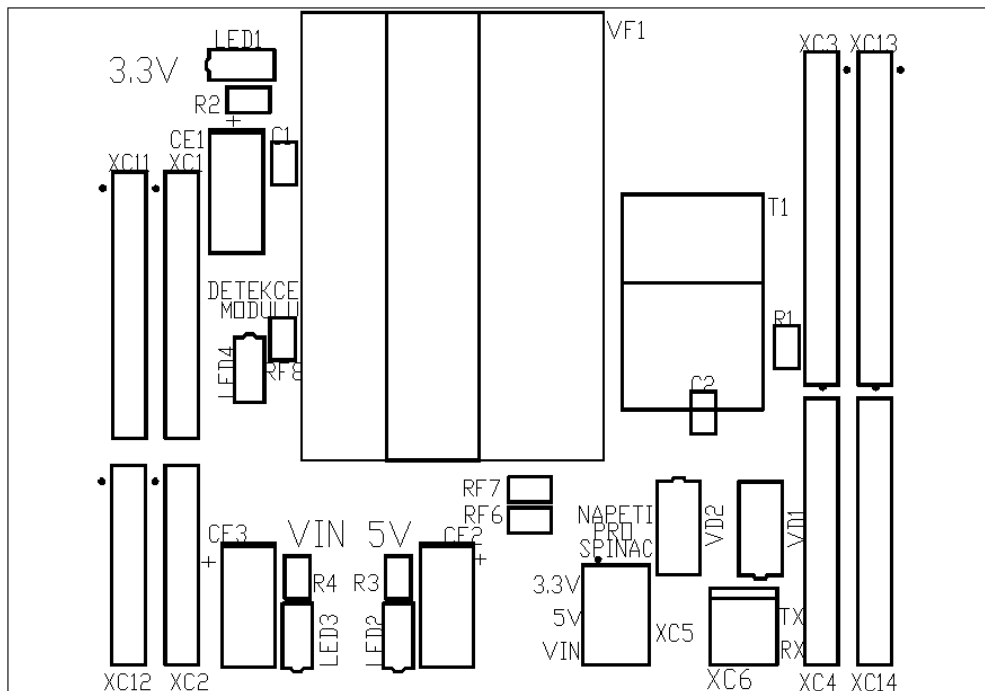
Obr. 23 - Schéma zapojení obvodu a osazení součástkami



Obr. 24 - Rozmístění součástek na desce plošného spoje



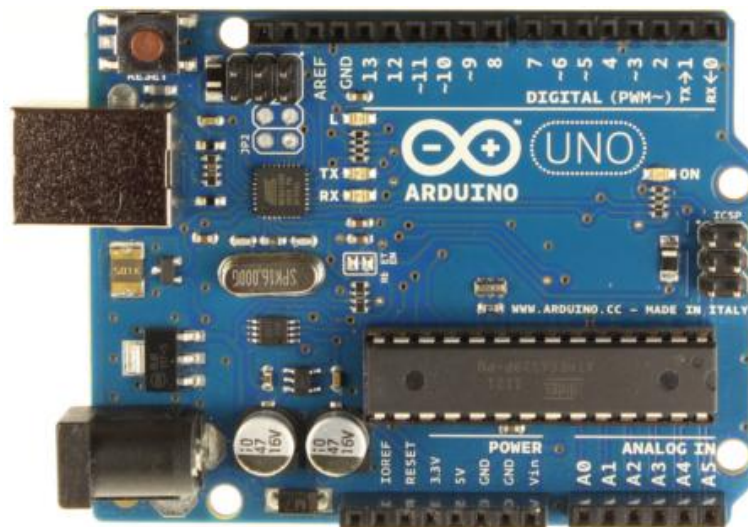
Obr. 25 - Deska plošného spoje



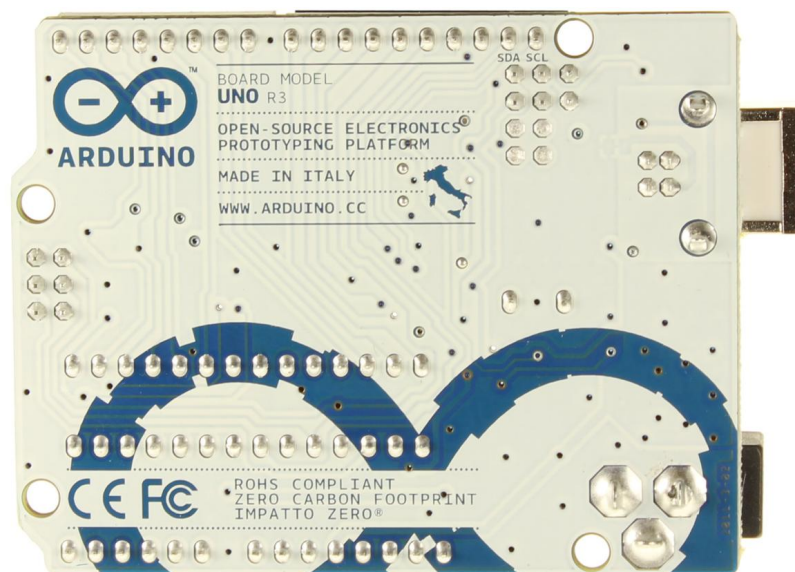
Obr. 26 - Potisk desky plošného spoje

4.6 Vývojový kit Andruino Uno R3

Jako jádro pro zpracování signálu z Bluetooth modulu a vytvoření aplikace pro spínání dveřního zámku byl použit levný vývojový kit založený na mikroprocesoru ATmega328P od společnosti Arduino. Má 13 digitálních vstupně-výstupních pinů a 6 analogových vstupů. Arduino připojíte k počítači pomocí USB díky jednočipovému převodníku FTDI FT232RL. Programovat můžeme začít ve speciálním jazyce Written, který strukturou vychází z jazyka C.



Obr. 27 - Arduino Uno R3 – přední strana



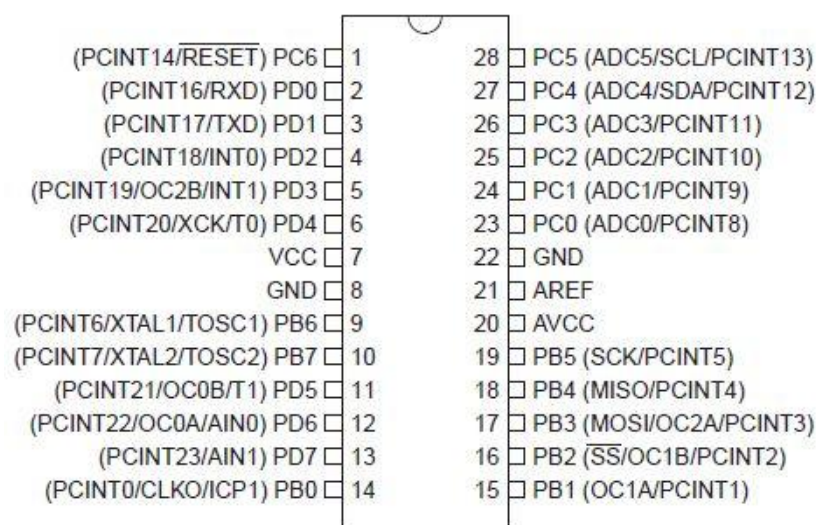
Obr. 28 - Arduino Uno R3 – zadní strana

Arduino existuje v několika verzích, které jsou odlišné historicky a také cenově. Mně se do ruky dostala poslední verze Arduino Uno R3. Toto Arduino je vybaveno celou řadou vstupů a výstupů. Mezi první patří USB konektor typu B, který slouží pro komunikaci s Arduinem a jeho programování. Dalším konektorem je klasický napájecí konektor pro 9-12V. Arduino nemusí používat externí adaptér pro napájení, většinou si postačí s napájením z USB portu počítače. Zbývající konektory jsou patice na dvou okrajích desky. Jedny slouží jako digitální vstupy a výstupy, některé s možností pulzně šířkové modulace PWM (technika jak získat analogový signál s digitálním významem. Může nabývat hodnot zapnuto (logická 1) a vypnuto (logická 0)). Na spodním okraji desky jsou umístěny analogové vstupy, které mohou sloužit pro senzory, které neumí předávat data v digitální formě.

S vývojovou deskou Arduino Uno se lze naučit práci s mikroprocesory za použití speciálního jednoduchého jazyku Written. Můžete tak vyrobit blikající ledku, dálkové ovládání spínaného systému či spínání motorku.

4.6.1 Jednotlivé komponenty základní desky - Mikroprocesor

Mikroprocesor ATmega328P používaný v Arduino je již v základu přeprogramovaný, není potřeba vlastnit programátor. Pokud by se Arduino stala nějaká nemilá nehoda a je třeba spálený kus vyměnit, procesor má již předprogramovaný bootloader, tzn. stačí ho pouze vložit do desky a začít používat. Pro moji práci asi stojí za zmínění především UART. Více o významu jednotlivých pinů v datasheetu procesoru.



Obr. 29 - Mikroprocesor ATmega328Pa rozmístění pinů

4.6.2 Architektura

- Mikrokontrolér AVR,
- 16kBytes In-System Self-programmable Flash program memory,
- 512 Bytes EEPROM,
- 512 Bytes SRAM,
- USB 2.0, 1x8-bit čítač/časovač (2x-8bit PWM kanálů), 1x16-bit (3x8-bit PWM kanálů),
- programovatelný watch dog s vlastním oscilátorem, analogový komparátor, interní oscilátor,
- 22 programovatelných I/O, f: 8MHz ÷ 2.7V a 16 Mhz ÷ 4.5V, U: 2.7 ÷ 5.5V VQFN32.

Připojitelnost k PC

- USB
- RS-232 za použití převodníku úrovní

Napájení

- 5V USB
- 7-12V adaptér

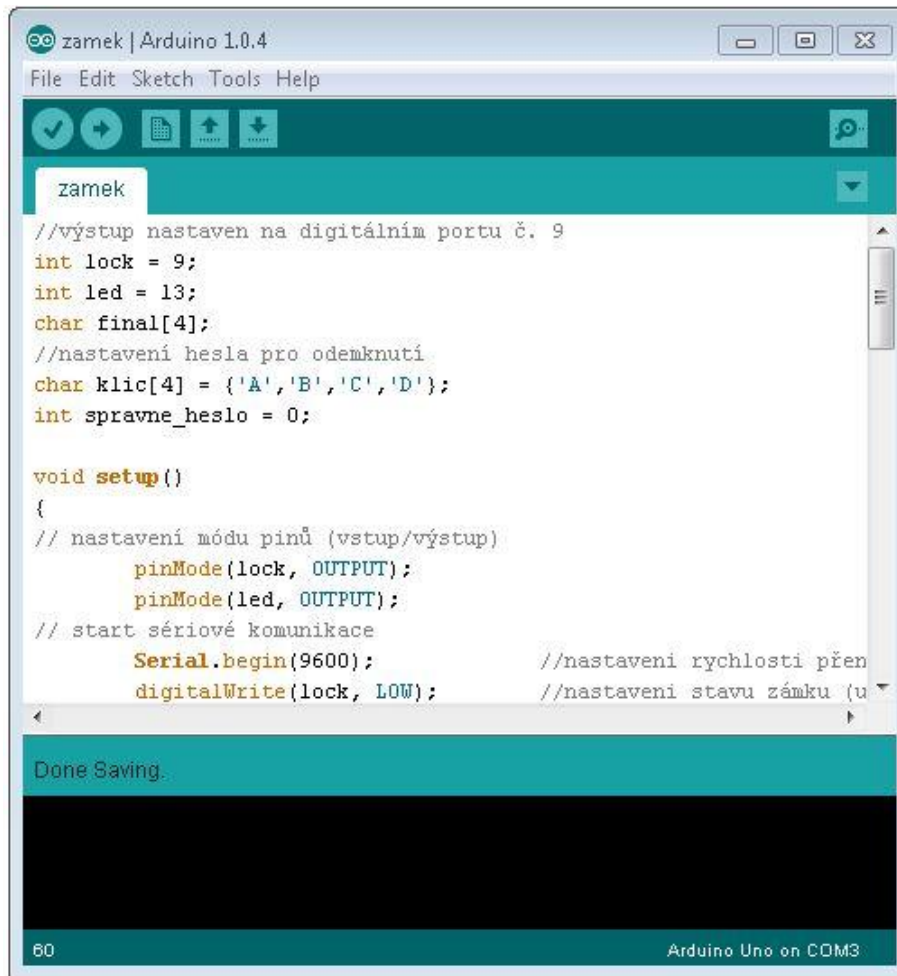
I/O piny

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

Specifikace procesoru

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

4.6.3 Vývojové prostředí Arduino 1.0.4



Obr. 30 - Vývojové prostředí pro mikroprocesor

Základní nastavení Arduina Uno bylo realizováno v softwaru Arduino 1.0.4, jedná se o takzvané IDE (integrated development environment), což znamená vývojové prostředí. Toto vývojové prostředí umožňuje psát zdrojový kód v jazyce Wiring, který se používá k programování Arduina. Dále obsahuje několik zajímavých a velmi užitečných nástrojů.

4.6.3.1 Instalace ovladačů

Prvním krokem po zapojení Arduina Uno pomocí USB kabelu k počítači je stažení potřebných ovladačů. Ovladače lze nalézt na stránkách výrobce. Zde byl ke stažení vybrán operační systém a čip FT232R a ovladače. Pokud používáte Windows, měly by se vám nainstalovat dvě zařízení: USB Serial Converter a *USB COM port*. Je zřejmé, že čip FT232R je tedy pouze převodník z klasického RS-232 sériového rozhraní

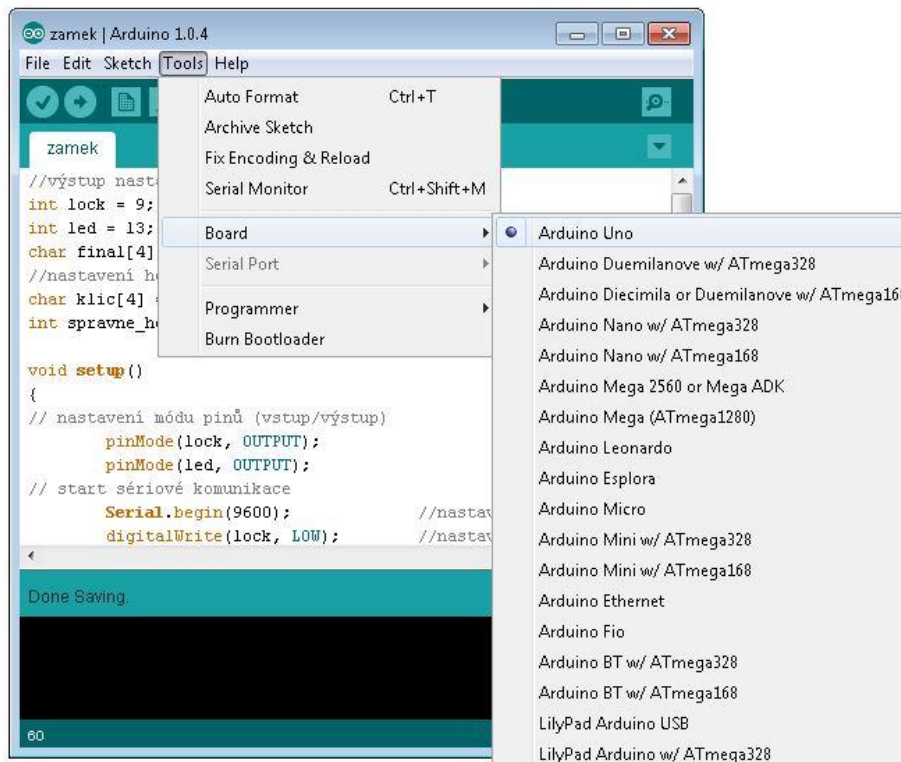
na USB. Pokud používáte Bluetooth je dobré smazat nepoužívané virtuální COM porty od mobilních telefonů. Většinou se stává, že čím více máte COM portů, tím pomaleji software Arduino pracuje. Ideální je přepnout ručně v Ovládacích panelech -> Správci zařízení číslo USB COM portu na pokud možno co nejnižší číslo.

4.6.3.2 Instalace software Arduino

Ze stránky <http://arduino.cc/en/Main/Software> jsem si stáhl správnou verzi vývojového prostředí pro můj operační systém. V tuto chvíli je aktuální verze 1.0.4. Po rozbalení do složky program jsem spustil pomocí souboru arduino.exe. Program je napsaný v jazyce Java, ale nemusíte mít nainstalovanou Java Virtual Machine, autoři ji vložili do složky programu.

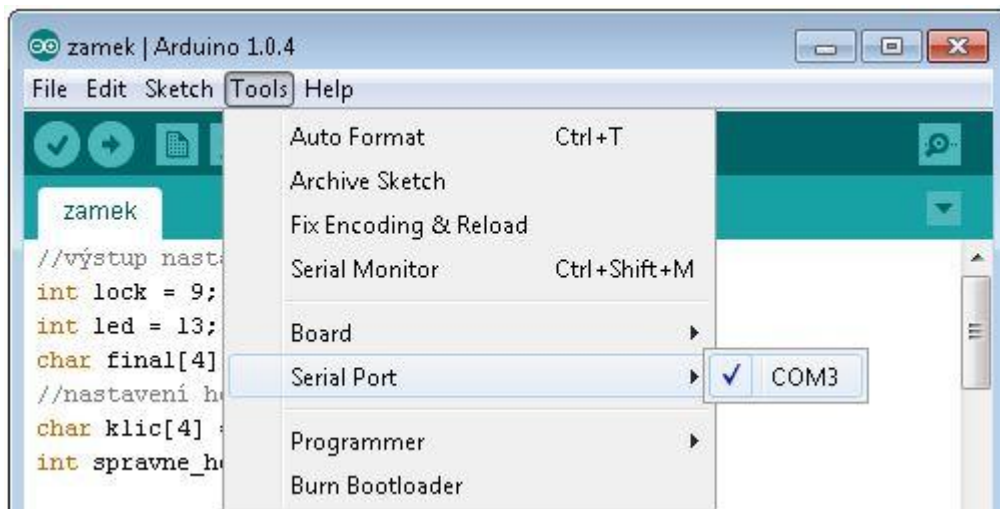
4.6.3.3 Připojení desky k vývojovému prostředí

Pro provádění následujících nastavení je třeba mít Arduino připojené k počítači a mít správně nainstalované ovladače. Také je dobré vědět na jakém COM portu Arduino komunikuje. Nejprve jsem vybral v nabídce Tools -> Board desku, kterou používám. V mém případě je aktuální typ Arduino Uno.



Obr. 31 - Vývojové prostředí – volba desky

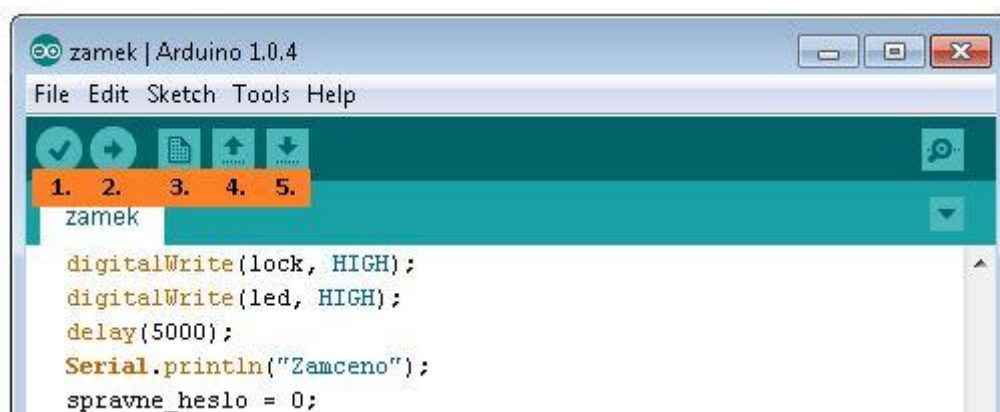
Následně v nabídce *Tools* -> *Serial Port* jsem zvolil sériový port na který je Arduino připojeno. Nyní mám Arduino připojeno k počítači a mohu začít programovat aplikaci.



Obr. 32 - Vývojové prostředí – volba COM portu

4.6.3.4 Sada nástrojů

Většina částí programu má poměrně jasné využití. V horní části programu je klasické menu a několik ovládacích tlačítek. Doprostřed se píše kód, v dolní části je konzole, kde se zobrazují stavová chybová hlášení.



Obr. 33 - Vývojové prostředí – popis základního menu

1. Kontrola napsaného zdrojového kódu
2. Nahrát zkompilovaný program do Arduina
3. Nový soubor
4. Otevřít soubor
5. Uložit soubor

Je dobré používat funkci kontroly kódu, ale není to podmínkou. Napsaný program lze rovnou nahrávat do Arduina.

4.6.4 Zdrojový kód programu pro Arduino Uno

Zadání mi stanovilo vytvořit firmware pro řízení elektronického dveřního zámku, který bude splňovat tyto předpoklady:

1. Umožní vzdáleně řídit elektronický otevírač dveří.
2. Umožní zpracovat a přenést získaný signál o stavu do mobilního telefonu.

Program byl vytvořen ve vývojovém prostředí Arduino 1.0.4, aby splňoval uvedené požadavky. K vytvoření programu jsem využil nápovědy [15] od výrobce, a to jen proto, že jsem byl v tomto kompilátoru nováček. Po nastudování jednotlivých modulů, jsem napsal první program. Který úspěšně přijímal a vysílal data ze sériového portu.

Funkce setup() proběhne vždy při startu programu a proto je vhodná k provedení nastavení, která jsou nutná pro další chod programu. Například musíme Arduino sdělit, které piny budou použity jako vstupy a které jako výstupy, inicializovat sériovou komunikaci. Na konci funkce program počká na správný kód, aby nám neseplnil hned po připojení napájení, protože všechny předchozí příkazy jsou provedeny během okamžiku.

Funkce loop(), neboli smyčka pak probíhá stále dokola, dokud je Arduino připojeno k napájení. V mém programu pouze kontroluje stav vstupů, zda přišla správná hodnota. Na eventuální událost pak zareaguje voláním funkce pass_correct = 1. Ty už provedou přímo požadovanou funkci, tedy odemkne zámek. Tento stav trvá po dobu cca 5 sekund a posléze zámek přejde do stavu zamčeno. Níže uvádím zdrojový kód programu pro procesor ATMEL ATMega328.

```
//výstup nastaven na digitálním portu č. 9
int lock = 9;
int led = 13;
char final[4];
//nastavení hesla pro odemknutí
char klic[4] = {'A','B','C','D'};
int spravne_heslo = 0;
```

```

void setup()
{
// nastavení módu pinů (vstup/výstup)
  pinMode(lock, OUTPUT);
  pinMode(led, OUTPUT);
// start sériové komunikace
  Serial.begin(9600);           //nastavení rychlosti přenosu dat
  digitalWrite(lock, LOW);     //nastavení stavu zámku (uzamčeno)
  digitalWrite(led, LOW);
}

void loop()
{
while(Serial.available())
{
  for(int i=0; i<4; i++)
  {
    final[i] = Serial.read();
  }
  for(int i=0; i<4; i++)
  {
    if(final[i]==klic[i])
    {
      spravne_heslo = 1;
    }
    else
    {
      spravne_heslo = 0;
      break;
    }
  }
}
if(spravne_heslo==1)

{
  Serial.println("Odemceno");
  digitalWrite(lock, HIGH);
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(5000);
  Serial.println("Zamceno");
  spravne_heslo = 0;
}
else
{
  digitalWrite(lock, LOW);
  digitalWrite(led, LOW);
}
delay(1000);
}

```

5. Návrh komunikace mezi mobilním telefonem a Bluetooth modulem

Z hlediska nejpoužívanějšího operačního systému (OS), lze rozdělit mobilní telefony do těchto kategorií:

1. Mobilní telefon s operačním systémem Adnroid,
2. Mobilní telefon s operačním systémem Symbian,
3. Mobilní telefon s operačním systémem Microsoft Windows Mobile,
4. Mobilní telefon s operačním systémem iOS.

Mobilní telefony využívající operační systém a aplikační rozhraní, umožní instalaci programů, nazývají se smartphony (tzv. „chytré telefony“). Díky OS je možné telefony jednoduše rozšířit o další funkce např. aplikace pro práci, komunikaci a samozřejmě i zábavu. Mezi nejvíce používané operační systémy patří Adnroid, Symbian, iOS a Microsoft Windows Mobile.

Cílem práce bude vytvořit aplikaci pro MT s operačním systémem. Pro mobilní telefon s operačním systémem podporující Bluetooth lze vytvořit aplikaci pomocí Java Platform.

5.1 Historie Androidu

Android je open source platforma pro mobilní zařízení, která je založená na linuxovém jádře. Systém byl původně vyvíjen firmou Android Inc., kterou v roce 2005 koupil Google. V roce 2007 pak byla založena Open Handset Alliance (OHA) skládající se z několika desítek firem – kromě Googlu jsou to převážně výrobci polovodičových součástek, mobilních telefonů a mobilní operátoři. OHA má za úkol spolupracovat na vývoji operačního systému Android a zastřešuje vývoj otevřených standardů pro mobilní zařízení.

5.2 Architektura Androidu

Platforma linuxového jádra se dále skládá z řad C++ knihoven – např. systémová knihovna, knihovny pro práci s médii, knihovny webového prohlížeče, knihovny grafického enginu, databázové knihovny a mnoho dalších.

System obsahuje Dalvik Virtual Machine, který slouží pro vykonávání bytecodu, na kterém jsou postaveny vyšší vrstvy systému. Dalvik Virtual Machine není Java Virtual Machine a používaný bytecode není Java bytecode. Android SDK obsahuje nástroj dx pro převod Javovských souborů do Dalvikovských souborů. Při převodu se konvertuje Java bytecode do Dalvik bytecode. Zde stojí za zdůraznění, že převod není stoprocentní, ne vše z Javy lze použít na Androidu, aplikace se tedy neprogramují v plnohodnotné Javě.

Obsah SDK

Nejdůležitější položkou je program Android SDK a AVD Manager. Přes něj se stahují jednotlivé komponenty SDK – různé verze platformy Android a další rozšíření.

Android SDK obsahuje emulátor zařízení. Emulátor je samostatná desktopová aplikace umožňující testování aplikací bez mobilního zařízení. Pomocí Android SDK a AVD Manageru lze vytvářet a spouštět Android Virtual Devices – nakonfigurované instance emulátoru. Lze si velice přesně vymodelovat vlastnosti konkrétního zařízení.

Dalším důležitým programem v SDK je ddms, jenž spouští Dalvik Debug Monitor, pomocí tohoto nástroje lze ladit aplikace. Program umí komunikovat s připojenými telefony. Pro ladění aplikací přímo v telefonu je nutné v nastavení telefonu povolit ladění přes USB. Dále je ještě nutné nastavit počítač, aby zařízení rozpoznal.

V mém případě na Windows bylo třeba nainstalovat ovladač pro dané zařízení. Na stránce <http://developer.android.com/sdk/oem-usb.html> naleznete seznam odkazů na stránky s drivery.

Dalvik Debug Monitor umí mimo jiné zobrazovat logy přicházející z celého systému, simulovat různé akce emulátoru nebo zobrazovat různé ladící informace z virtual machine.

SDK komponenty

Nejdůležitějšími komponentami v SDK jsou platformy Androidu. Ty odpovídají produkčním platformám běžícím na skutečných zařízeních. Momentálně jsou dostupné verze 1.5, 1.6, 2.1, 2.2, 2.3.1, 2.3.3. a nově také verze 3.0. Každá platforma obsahuje systémové knihovny, systémový obraz, skiny emulátoru, ukázky kódu a jiné zdroje specifické pro platformu.

Android SDK Platform-tools je balík obsahující další vývojové nástroje, důležitý je zde především program adb – Android Debug Bridge. S ním lze např. na zařízení nahrávat soubory nebo aplikace.

Aplikační principy

Android aplikace jsou zkompileované zdrojové soubory, které jsou společně s dalšími resourcy zabalené do ZIP balíku s koncovkou .apk – takzvaného Android package. Balík slouží k distribuci aplikací a jejich instalaci na zařízení.

Základní vlastností Androidu je možnost využít části jiných aplikací ve své aplikaci. Důvod byl prostý, zamezit opakovanému vytváření stejné funkcionality. K tomuto účelu byly aplikace navrženy jako balíky několika komponent. Existují čtyři typy komponent: activity, service, broadcast receiver a content provider.

Activity

Aktivita je základní vizuální komponenta, každá aktivita specifikuje jednu obrazovku aplikace. Pro snazší vývoje je výhodné jednotlivé komponenty samostatně volat i z jiných aplikací. Protože je aktivita vizuální komponentou, má okno, do kterého je možné kreslit. Okno aktivity může být jen plovoucím dialogem.

Obsah okna je specifikován pomocí views. View je vizuální prvek. View se řadí do hierarchické struktury – rodičovské prvky, nazývané layouts, organizují rozložení vnitřních prvků. Typ layoutu určuje, jakým způsobem budou jeho podřízené view rozloženy v dostupném prostoru.

Service

Jiným typem komponenty je service (služba), která není uživatelsky viditelná a běží na pozadí. Příkladem je služba používaná pro stahování a odesílání e-mailů na pozadí.

Broadcast receiver

Tato komponenta slouží k “poslouchání” oznámení a k reakci na ně. Broadcast receivery nejsou uživatelsky viditelné. Jako reakci na příchozí oznámení mohou například spustit jiné komponenty. Jednoduchým příkladem může být přijímač reagující na oznamující nízký stav baterie, na odpojení nebo připojení SD karty.

Content provider

Komponenta, která slouží ke zpřístupnění dat jiným aplikacím. Aplikace k datům přistupují pomocí instancí třídy ContentResolver. Data lze zpřístupnit ke čtení i k zápisu. Rozlišit, kdo může jen číst a kdo může i zapisovat, se provádí na základě práv. Pomocí této komponenty lze přistupovat k záznamům v adresáři telefonu, fotkám v galerii telefonu nebo záznamům o příchozích a odchozích hovorech.

Android manifest

Slouží ke sdělení operačnímu systému, jaké komponenty jsou k dispozici, aby mohlo vše fungovat jak má. Je to xml dokument, který specifikuje parametry aplikace – jednotlivé komponenty, požadovaná systémová práva a jiné požadavky na běh.

Volání komponent a běh aplikace

Jak už bylo zmíněno, jednotlivé komponenty aplikace mohou spouštět jiné komponenty, dokonce mohou spouštět i komponenty cizích aplikací. Všechny komponenty, mimo content providerů, se aktivují pomocí asynchronních zpráv tzv. intentů.

Task

Task je zásobník aktivit, které byly postupně spuštěny. V momentě, kdy jedna aktivita spustí nějakou jinou aktivitu (může to být i aktivita z jiné aplikace), je tato nová aktivita vložena na zásobník. Uživatel komunikuje s příslušnou aktivitou na vrcholu zásobníku aktivního tasku.

Tasků může být v systému samozřejmě více – nový task vzniká např. spuštěním aplikace z menu operačního systému. Task lze opustit, a pokud nebyly instance v něm ukončeny, tak se do něj lze také vrátit. Z uživatelského hlediska je tedy task aplikací.

5.3 Instalace vývojového prostředí pro Android

Instalace příslušného vývojového prostředí byla zvolena v mém případě na platformu 64 bitová Windows 7, ale pro vývoj jsem zvolil 32bitovou sadu nástrojů, abych se vyhnul potenciálním problémům. Podle zkušenosti mých kolegů je problematická např. spolupráce se 64bitovým JDK, existující problémy lze dohledat v

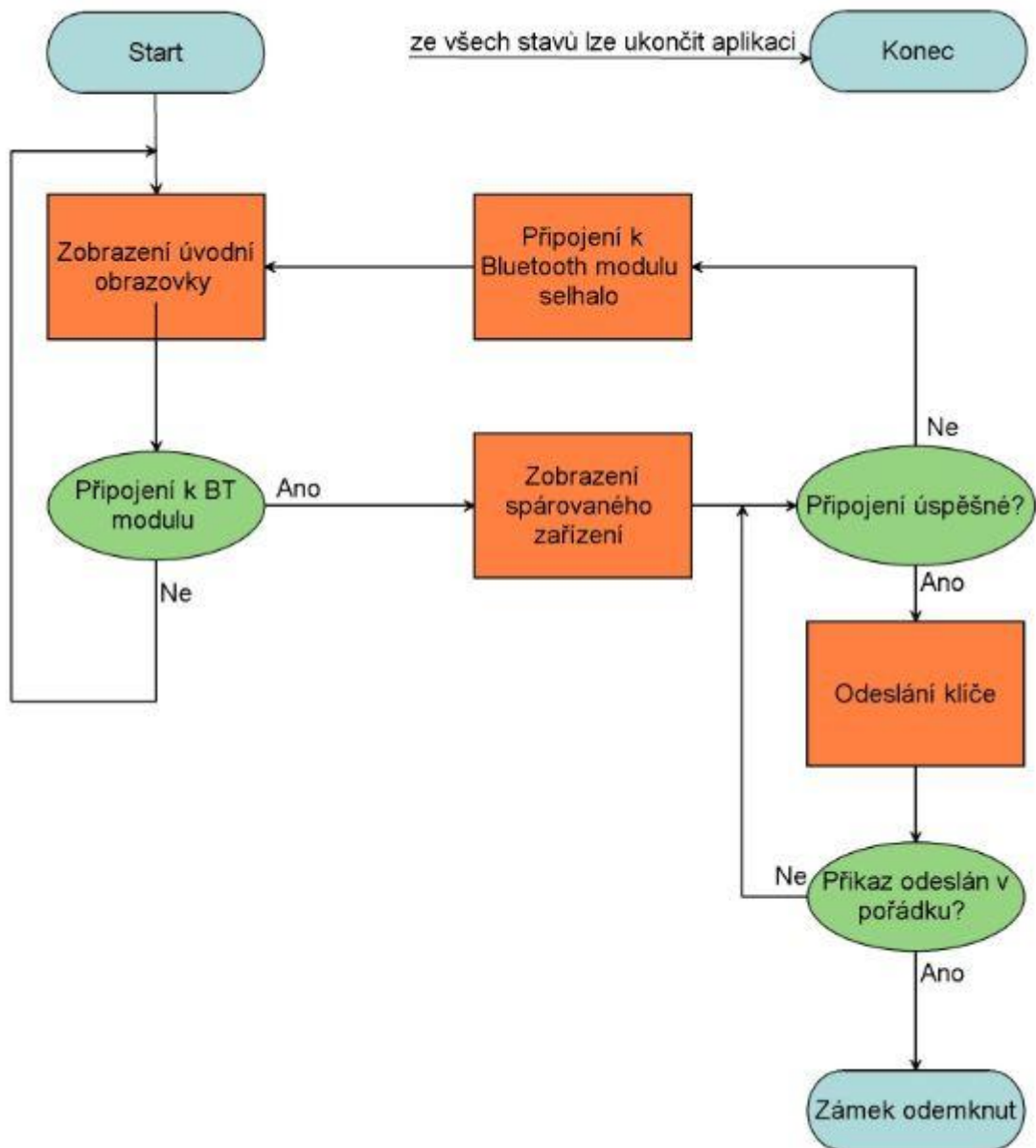
různých tematických diskusních fórech. Stáhl jsem Android SDK, potřebné JDK (Java) a vývojové prostředí Eclipse Classic. V první fázi byl nainstalován JDK a poté Android SDK. Po spuštění základního balíku Android SDK mi dal na vybranou, jaké prvky doinstalovat. Podle doporučení byly vybrány nejnovější verzi Android 4.0.3 (API 15), Android 4.0 (API 14) a Android 2.1 (API 7) plus kompletně Tools a Extras. Později lze potřebné prvky doinstalovat.

Dalším krokem bylo rozbalit a spustit Eclipse. Jakmile byla bezproblémová instalace dokončena a prostředí spuštěno, vybral jsem Help > Install New Software, kliknul na Add a zadal adresu <https://dl-ssl.google.com/android/eclipse/>. Nyní bylo možné nainstalovat nástroje pro Android. Po instalaci Eclipse a restartu byla nakonfigurována spolupráce s Android SDK.

5.4 Uživatelské rozhraní Androidu

Uživatelské rozhraní Androidu se skládá z hierarchicky uspořádaných objektů View. Jde o zobrazitelný prvek rozhraní, například tlačítko, obrázek nebo text.

5.5 Vývojový diagram aplikace

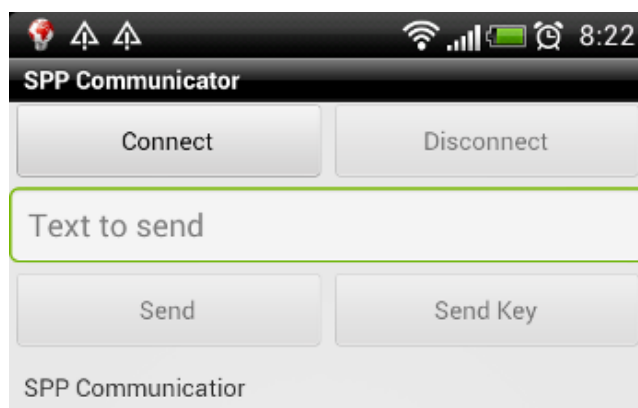


Obr. 34 - Vývojový diagram aplikace pro mobilní telefon

5.6 Bluetooth aplikace

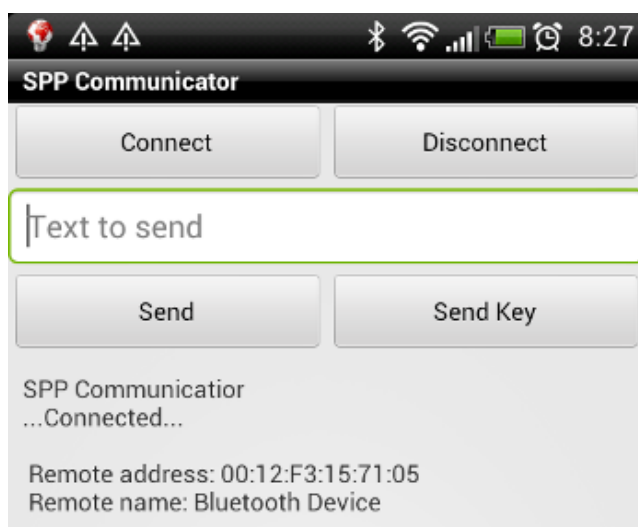
Poslední část zadání stanovila vytvořit aplikaci pro mobilní telefon, která umožní vzdáleně řídit elektronický otevírač dveří a přenést získaný signál o stavu do mobilního telefonu. Když jsem začal pracovat, žádný firmware s těmito požadavky nebyl. Při návrhu se musel dodržet komunikační protokol, proto jsem vycházel z již hotového příkladového programu BluetoothChat z Eclipse. Tento firmware vznikl na základě soukromé korespondence s kolegou Filipem Štěpánkem.

Při spuštění aplikace vidím úvodní obrazovku na obr. 35. Zde je aktivní pouze tlačítko „Connect“.



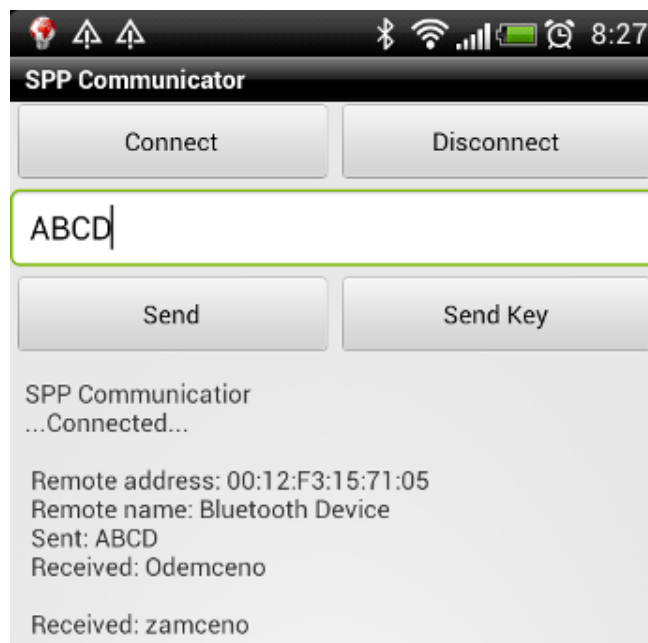
Obr. 35 - Zobrazení aplikace na mobilním telefonu – úvodní obrazovka

Po stisknutí tlačítka dojde ke spárování s Bluetooth zařízením. Na obrazovku mobilního telefonu přijde informační zpráva o MAC adrese a názvu Bluetooth zařízení.



Obr. 36 - Zobrazení aplikace na mobilním telefonu – stav spárování

Do textového pole vypíši námi zvolený klíč „ABCD“ a odešlu jej k zpracování. V informačním poli se zobrazila zpráva o odeslaných znacích a také o stavu zámku.



Obr. 37 - Zobrazení aplikace na mobilním telefonu – odeslání klíče

6. Možná vylepšení

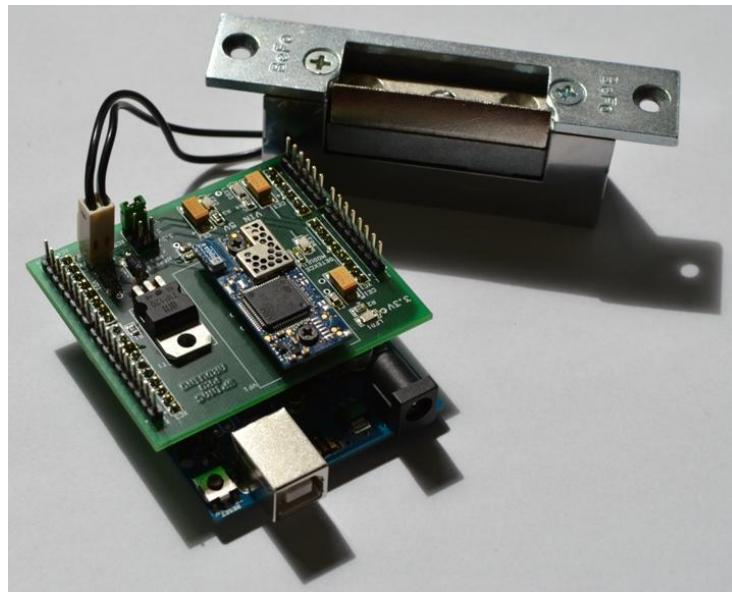
Možností na vylepšení stávajícího návrhu desky je několik. Použitý procesor ATmega328P je osmibitový. Rozsah použití několika ovládaných zařízení je ovlivněn počtem digitálních výstupů Arduina. Navržená stávající deska umožňuje spínat pouze jedno zařízení. Určitou modifikací desky plošných spojů lze ovládat až 8 jednotlivých elektricky napájených obvodů.

Při tvorbě firmwaru pro mobilní telefon jsem byl ovlivněn nedostatečnými znalostmi o objektovém programování v Jave. Dále by bylo možné zefektivnit a mírně pozměnit použitý protokol. Kvůli časové tísni a po dohodě s vedoucím práce jsem využil znalosti kolegy pana Filipa Štěpánka. Moje stávající aplikace slouží spíše k demonstraci funkčnosti spínání elektrického otevírače dveří.

7. Obecně o návrhu

Rozměry desky jsou malé. Samotný návrh byl v tomto ohledu složitý. Nejvíce jsem se potýkal kromě chyb uvedených níže s tím, že rozměry pouzder součástek byly SMD formátu, které jsem nikdy nepájel. Deska plošného spojem byla navržena v softwaru OrCad a zhotovena společností PragoBoard s.r.o. Multipanel má oboustrannou nepájivou masku a potisk ze strany TOP. Byl dodán s rozfrézováním na můstky, kde vnější obrys jednotlivý DPS i celého multipanelu je dán středem obrysových čar. Soubor PTH.EXC obsahuje rozměry finálních děr a výrobní data přílohou SPINAC_ARDUINO.zip. Pro POOL servis je jednoznačně daná technologie, tloušťka DPS, barva nepájivé masky a potisku a stavba vícevrstvých DPS. Konektory a kontakty součástek směřují směrem vzhůru. Dále bylo důležité zkontrolovat přidělení jednotlivých I/O pinů mikroprocesoru.

7.1 Hotový výrobek



Obr. 38 – Závěrečný projekt

7.2 Chyby v návrhu

Tato kapitola se zaměřuje na chyby a nedostatky v návrhu základní desky tak, aby se výroba a osazení další verze obešly bez větších problémů. Doufám, že výčet chyb bude vyčerpávající a výroba, případně osazení další verze základní desky proběhne bez komplikací, které potkaly mě.

7.2.1 Konkrétní chyby a nedostatky

7.2.1.1 Připojení Bluetooth modulu F2M03GLA k seriové lince

Chyba: Hned při napájení drátků k modulu F2M03GLA, zhotovení obvodu podle schématu [příloha B] a připojení k sériovému portu nedošlo ke komunikaci mezi Bluetooth modulem a počítačem. Výpis chyby: “Free2move Bluetooth unit not found!”

Oprava chyby: Nepodařilo se přijít na chybu. Zvolen nový Bluetooth modul OBS410i.

7.2.1.2 Velikost napětí do vstupu Rx a výstupu Tx

Chyba: Nezměřil jsem velikost napětí na vývojovém kitu Arduino Uno na výstupu Tx a vstupu Rx. Velikost napětí bylo 5V. Bluetooth modul OBS411i byl maximálně na 3,35V.

Oprava chyby: Koupil jsem nový modul OBS410i a vytvořil jsem přes odporový dělič již správnou velikost napětí. Nákup nového modulu byl již za paketel, prodejce mi při prvním nákupu sdělil špatné informace týkající se modulu.

7.2.1.3 Velikost odporu do báze tranzistoru

Chyba: Během prvního návrhu obvodu jsem opomněl na umístění odporu do báze tranzistoru.

Oprava chyby: Pomocí vzorce pro výpočet velikosti odporu do báze tranzistoru byl vypočten odpor: $R_B = [h_{21E} * (U_{vst} - I_C R_E - U_{BE})] / I_C$ o velikosti 20kΩ.

7.2.1.4 Odpor místo diody

Chyba: Při testování obvodu byl vložen odpor o velikosti 1kΩ mezi výstup Tx Bluetooth modulu a vstup Rx Arduina. Bylo zvláštní, že nepřicházely žádné data do mobilního telefonu. Po připojení osciloskopu k obvodu bylo zjištěno že signál z Bluetooth modulu odchází, ale již na vstup Arduina žádný signál nepřichází.

Oprava chyby: Odpor jsem zaměnil usměrňovací diodou. Při správné polaritě přiloženého napětí v propustném směru proud diodou teče a v opačné polaritě je proud diodou velmi malý a často se dá zanedbat.

8. Závěr

Účelem této diplomové práce bylo seznámit se současnou technologií Bluetooth, která je na trhu přes patnáct let. Cílem vývojového týmu této technologie je maximalizovat efektivitu přenosu dat. Tím mám na mysli, přenést co největší množství dat při využití stejné šířky přenosového kanálu. Snahou mnoha firem, je nabídnout uživateli co největší rychlosti při zachování kvality přenosu, minimalizovat dobu odezvy a maximalizovat možnou bezpečnost. V diplomové práci jsem shrnul informace o Bluetooth bezdrátové komunikační technologii používané v současné době a stručně popsal vlastnosti a princip jejího fungování.

Bluetooth technologii lze použít kdekoli na zeměkouli. Přednostně slouží ke spárování dvou či více zařízení. Vývoj jde neustále dopředu a tak je zřizována nejen v mobilních telefonech ale i jiných elektrických zařízeních. S touto technologií se setkáváme v administrativních i výrobních budovách, noha firmách i domácnostech.

Znalosti nabyté při studiu materiálů pro psaní teoretické části mé diplomové práce jsem využil v praktické části této práce při návrhu a výrobě základní desky. Nejdůležitější částí této práce bylo navrhnout koncept obvodu, který bude přijímat signál z mobilního telefonu, tento přijatý signál zpracuje a předá na výstup obvodu. K realizaci jsem využil znalostí o elektronických součástkách. Bylo navrženo zapojení přijímače obsahující Bluetooth modul OBS410i, Bluetooth modul F2M03GLA od firmy Free2Move zapůjčený od vedoucího diplomové práce se nepodařilo spárovat s počítačem. Obvodové části jsem úspěšně testoval na nepájivém kontaktním poli. Dále byla navržena deska tištěného spoje v softwaru OrCAD 16.2 a tento návrh byl zhotoven firmou PragoBoard s.r.o. .

Úspěšně jsem osadil desku plošných spojů a předložil způsoby jak odstranit stávající chyby a nedostatky v návrhu. Dále jsem proměřil všechny jednotlivé části desky. Při psaní malých testovacích programů pro řídicí procesor, byla ověřena funkčnost jednotlivých digitálních výstupních bloků, počínaje spínání jedné LED diody, přes práci s elektronickým otvíračem dveří. Nakonec se mi podařilo položit první verzi firmwaru pro mikroprocesor řady ATMega328.

Testovací aplikací BluetoothSPP pro mobilní telefon byla odzkoušena komunikace s navrženým obvodem. Za pomoci aplikace bylo možné úspěšně ovládat elektronický zámek. Při testování s Bluetooth modulem OBS410i od společnosti ConnectBlue bylo dosaženo dobrých výsledků v dosahu spojení.

Uživatel bude moci ovládat elektronický dveřní zámek i např. z blízkého okolí svého domu.

Jako možné vylepšení firmwaru je např. vhodné předložení aplikace pro ovládání více zařízení. S vývojovým kitem Arduino lze ovládat až osm zařízení. Dalším možným vývojem spočívá ve vylepšení aplikace primárně určené pro mobilní telefon.

Hlavním přínosem této práce, pro mě byla zkušenost s osazením desky součástkami SMD a seznámením se s různými druhy periferií ze strany řídicího mikroprocesoru.

9. Použitá literatura

- [1] Dobeš Josef a Žalud Václav. Moderní radiotechnika. BEN - technická literatura, Praha. 2006. 4. ISBN 80-7300-132-2. 767.
- [2] Kocur Zbyněk a Bešťák Robert. Bezdrátové systémy v přístupové síti. Česká elektrotechnická společnost, Praha. Roč. XLIV, č. 5/2007. ISBN 978-80-02-01922-0. s. 35-38.
- [3] Záhlava, Vít: OrCAD pro Windows, Grada Publishing, Praha 1999, ISBN 80-7169-826-1
- [4] Záhlava, Vít: OrCAD 10, Grada Publishing, Nakladatelství GRADA, Praha 2004, ISBN 80-247-0904-X

10. Použité webové zdroje

- [5] Access server [online]. Modulace [cit. 3.2.2008]. Dostupné z URL: <<http://access.feld.cvut.cz/view.php?cisloclanku=2008020002>>
- [6] Arduino [online]. Language reference [cit. 4.12.2012]. Dostupné z URL: <<http://arduino.cc/en/Reference/HomePage>>
- [7] Archiv článků a přednášek Jiřího Peterky [online]. Bezdrátové přenosy [cit. 2011]. Dostupné z URL: <<http://www.earchiv.cz/a96/a647k150.php3>>
- [8] Bezdrátové komunikace v automatizační praxi II: standard Bluetooth [online]. Automa, časopis pro automatizační techniku [cit. 2003]. Dostupné z URL: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=28874>
- [9] Kobe.cz [online]. Specifikace 11 profilů [cit. 22.2.2001], Dostupné z URL: <http://www.kobe.cz/inshop/download/Bluetooth_11_Profiles.pdf>
- [10] Český radioklub [online]. Rádiové vlny [cit. 2006]. Dostupné z URL: <<http://www.crk.cz/CZ/SIRENIC>>
- [11] Developer android [online]. Bluetooth [cit. 2013]. Dostupné z URL: <<http://developer.android.com/guide/topics/connectivity/bluetooth.html>>
- [12] Filip Štěpánek, filip.stepanek@fit.cvut.cz, soukromá korespondence, 10.4.2013 – 15.4.2013
- [13] Notebook.cz [online]. Bluetooth 3.0 a výše [cit. 1.9.2010]. Dostupné z URL: <<http://notebook.cz/clanky/technologie/2010/Bluetooth>>
- [14] PCWord.cz [online]. Struktura standardu Bluetooth, Architektura dolních vrstev souboru protokolů Bluetooth [cit. 10.2.2009]. Dostupné z URL:

- <<http://pcworld.cz/hardware/Zaklady-technologie-Bluetooth-puvod-a-rozsah-funkci-6635>>
- [15] Počítačové sítě [online]. Počítačová síť [cit. 7.2.2003].
Dostupné z URL: <<http://site.the.cz/index.php?id=1>>
- [16] Svět Androida [online]. Android [cit. 23.3.2011]. Dostupné z URL:
<<http://www.svetandroida.cz/vyvijime-pro-android-1-uvod-201103>>
- [17] Web design PAY & SOFT [online]. Historie internetu [cit. 31.1.2006]. Dostupné z URL: <<http://www.webdesign.paysoft.cz/clanky/2006/historie-internetu>>
- [18] Wikipedia [online]. IEEE 802.11 [cit. 30.4.2013]. Dostupné z URL:
<http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11>
- [19] Wikipedia [online]. Internet [cit. 24.4.2013]. Dostupné z URL:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Internet>>

11. Zdroj obrázků a tabulek

Obr. 1 - Dostupné z URL:

<http://www.gymhol.cz/projekt/fyzika/11_elmag/11_elmag_soubory/image001.jpg>

Obr. 2 - Dostupné z URL:

<http://www.fotoroman.cz/techniques3/light/rom_svetlo_1_02.gif>

Obr. 3 - Přehled vytvořeno v malování

Obr. 4 - Vytvořeno v softwaru DiagramDesigner

Obr. 5 - Vytvořeno v softwaru DiagramDesigner

Obr. 6 - Vytvořeno v softwaru DiagramDesigner

Obr. 7 - Schéma vytvořeno v malování:

Dostupné z URL:

<<http://p.globalsources.com/IMAGES/PDT/B1055060244/Electronic-Lock.jpg>>

Dostupné z URL:

<<http://tigaro.com/wp-content/uploads/2011/02/BT-module-GPIO.jpg>>

Dostupné z URL:

<[http://www.ey.com/Media/vwLUImages/mobile/\\$FILE/mobile.jpg](http://www.ey.com/Media/vwLUImages/mobile/$FILE/mobile.jpg)>

Obr. 8 - Vytvořeno v softwaru DiagramDesigner

Obr. 9 - Dostupné z URL: <<http://www.spezial.cz/connectblue/images/obs410i.jpg>>

Obr. 10 - Převzato z datasheetu

Obr. 11 - Dostupné z URL:

<http://www.carmotor.cz/images/alternativa-linbus_clip_image003_0000.jpg>

Obr. 12 - Printscreen obrazovky

Obr. 13 - Printscreen obrazovky

Obr. 14 - Printscreen obrazovky

Obr. 15 - Printscreen obrazovky

Obr. 16 - Printscreen obrazovky

Obr. 17 - Printscreen obrazovky

Obr. 18 - Printscreen obrazovky

Obr. 19 - OrCad 16.2

Obr. 20 - OrCad 16.2

Obr. 21 - OrCad 16.2

Obr. 22 - OrCad 16.2

Obr. 23 - OrCad 16.2

Obr. 24 - OrCad 16.2

Obr. 25 - OrCad 16.2

Obr. 26 - OrCad 16.2

Obr. 27 - Dostupné z URL:

<http://arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoUno_R3_Front.jpg>

Obr. 28 - Dostupné z URL:

<http://arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoUno_R3_Back.jpg>

Obr. 29 - Převzato z datasheetu

Obr. 30 - Printscreen obrazovky

Obr. 31 - Printscreen obrazovky

Obr. 32 - Printscreen obrazovky

Obr. 33 - Printscreen obrazovky

Obr. 34 - Vytvořeno v softwaru DiagramDesigner

Obr. 35 - Printscreen obrazovky

Obr. 36 - Printscreen obrazovky

Obr. 37 - Printscreen obrazovky

Obr. 38 - Fotografie

- Tab.1 - Vytvořeno v Excelu
 Tab.2 - Vytvořeno ve Wordu
 Tab.3 - Vytvořeno ve Wordu

12. Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1 - Elektromagnetická vlna.....	15
Obr. 2 - Elektromagnetické spektrum.....	16
Obr. 3 - Přehled bezdrátových komunikačních standardů.....	19
Obr. 4 - Koncepce jednotky Bluetooth.....	22
Obr. 5 - Architektura Bluetooth protokolu.....	24
Obr. 6 - Návrh obvodu.....	31
Obr. 7 - Schéma znázorňující ovládání elektronického zámku pomocí mob.telefonu ...	32
Obr. 8 - Schéma hardwarové části.....	32
Obr. 9 - Bluetooth modul OBS410i.....	33
Obr. 10 - Blokové schéma Bluetooth modulu OBS410i.....	33
Obr. 11 - Datový rámec UART využívající jeden stop bit.....	35
Obr. 12 - Konfigurace - parametry sériové linky.....	36
Obr. 13 - Konfigurace - název modulu.....	36
Obr. 14 - Konfigurace - nastavení hesla.....	37
Obr. 15 - Konfigurace - viditelnost modulu.....	38
Obr. 16 - Konfigurace - bezdrátová konfigurace.....	38
Obr. 17 - Konfigurace - chování modulu - sériový port.....	39
Obr. 18 - Konfigurace - chování modulu - server.....	39
Obr. 19 - Schéma zapojení modulu.....	40
Obr. 20 - Schéma zapojení vnějších a vnitřních pinů.....	41
Obr. 21 - Schéma zapojení LED signalizace napájení.....	41
Obr. 22 - Schéma zapojení přepínání napájení na výstupu.....	42
Obr. 23 - Schéma zapojení obvodu a osazení součástkami.....	42
Obr. 24 - Rozmístění součástek na desce plošného spoje.....	43
Obr. 25 - Deska plošného spoje.....	43
Obr. 26 - Potisk desky plošného spoje.....	44
Obr. 27 - Arduino Uno R3 – přední strana.....	45
Obr. 28 - Arduino Uno R3 – zadní strana.....	45

Obr. 29 - Mikroprocesor ATmega328Pa rozmístění pinů	46
Obr. 30 - Vývojové prostředí pro mikroprocesor	48
Obr. 31 - Vývojové prostředí – volba desky.....	49
Obr. 32 - Vývojové prostředí – volba COM portu	50
Obr. 33 - Vývojové prostředí – popis základního menu.....	50
Obr. 34 - Vývojový diagram aplikace pro mobilní telefon.....	58
Obr. 35 - Zobrazení aplikace na mobilním telefonu – úvodní obrazovka	59
Obr. 36 - Zobrazení aplikace na mobilním telefonu – stav spárování.....	59
Obr. 37 - Zobrazení aplikace na mobilním telefonu – odeslání klíče.....	60
Obr. 38 - Závěrečný projekt.....	61
Tab.1 - Rozdělení zařízení do výkonových tříd.....	21
Tab.2 - Přenosové rychlosti podle typu kanálu.....	22
Tab.3 - Základní parametry Bluetooth modulu	34

13. Seznam příloh

A Výkresová dokumentace

A.1 Obvodové zapojení Bluetooth modulu

A.2 Deska plošného spoje – Spínač pro Arduino s Bluetooth modulem

A.2.1 Deska plošného spoje - 1. vrstva

A.2.2 Deska plošného spoje - 2. vrstva

A.2.3 Deska plošného spoje – potisk

A.2.4 Deska plošného spoje – rozmístění součástek

A.2.5 Deska plošného spoje – rozmístění a spojení součástek

A.3 Schema obvodu – Spínač pro Arduino

A.4.1 Schema obvodu – Piny

A.4.1 Schema obvodu – Přepínání napájení

A.4.1 Schema obvodu – LED signalizace

A.4 Deska plošného spoje – Arduino Uno

A.4.1 Obvodové zapojení

A.4.2 Deska plošného spoje - Horní vrstva

A.4.3 Deska plošného spoje - Spodní vrstva

B Schéma sériové linky

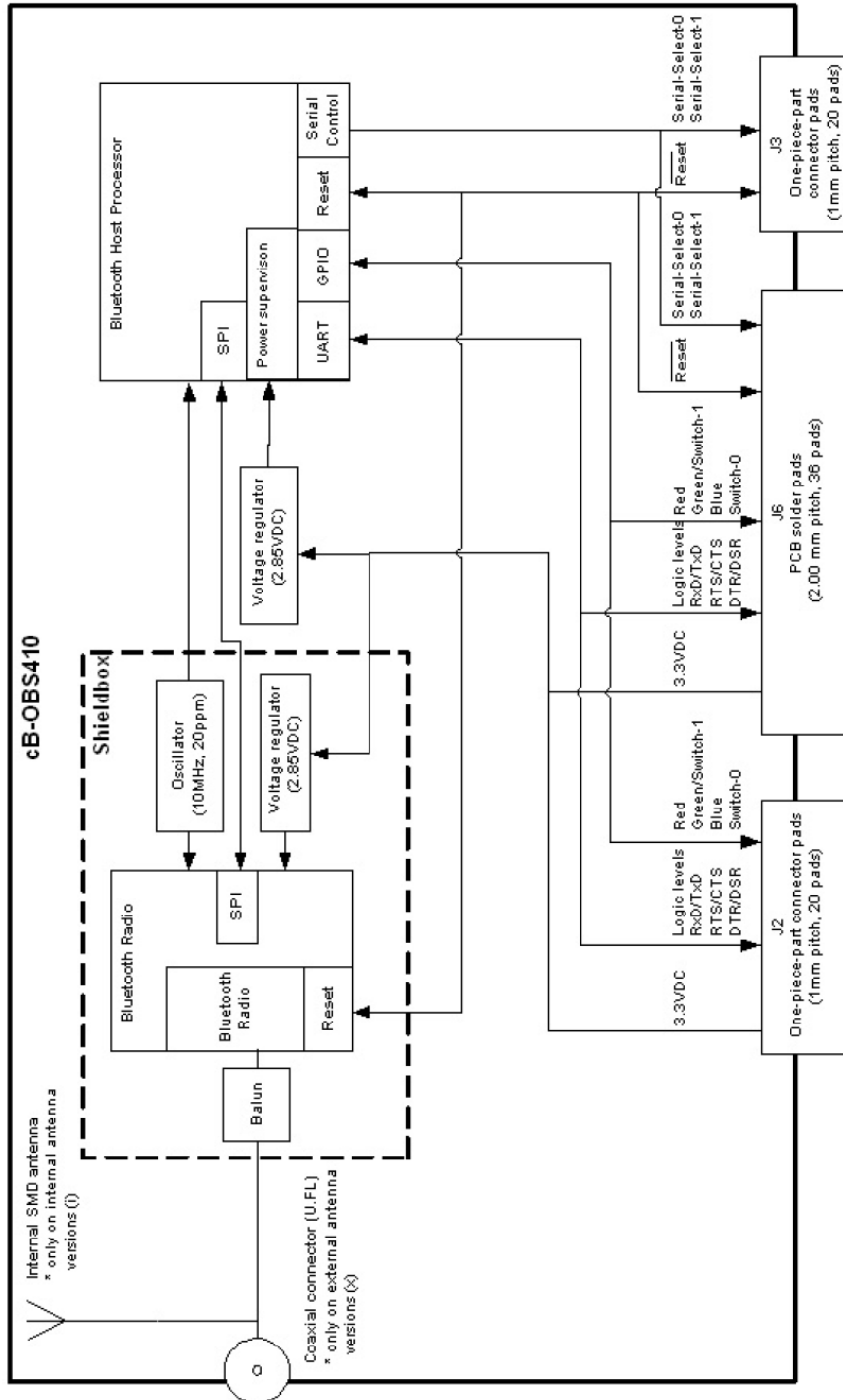
C Seznam součástek

C.1 Bluetooth modul

D Obsah CD

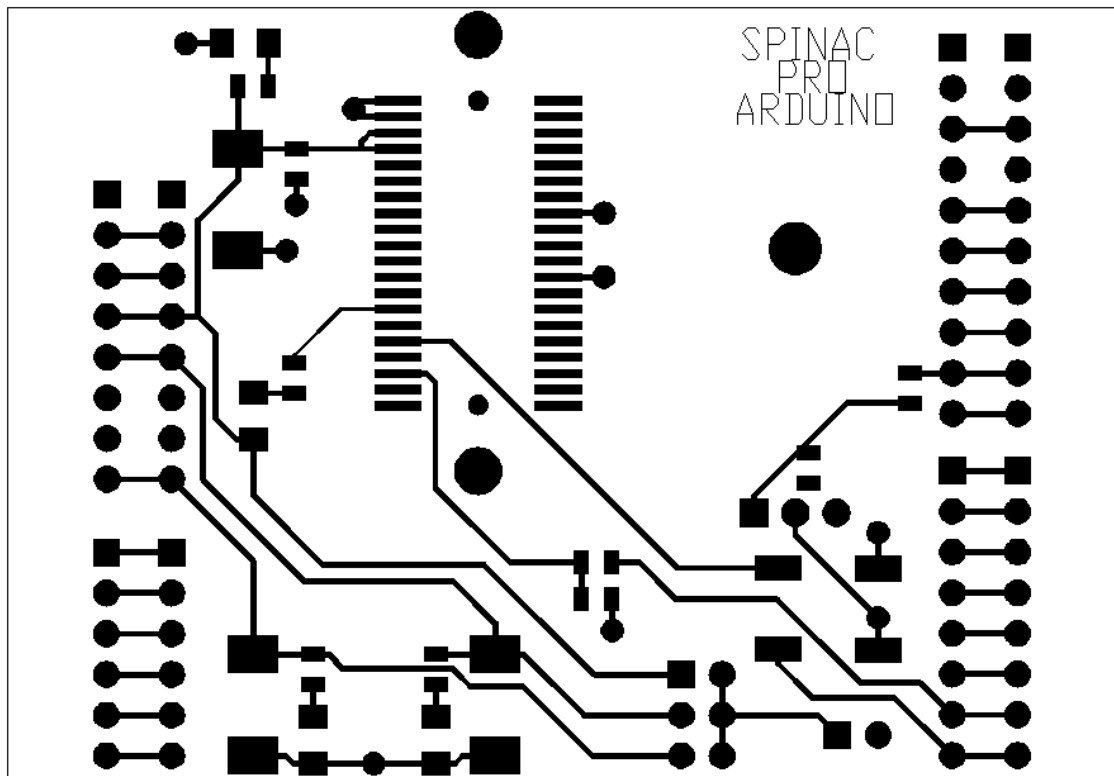
A Výkresová dokumentace

A.1 Blokový diagram Bluetooth modulu

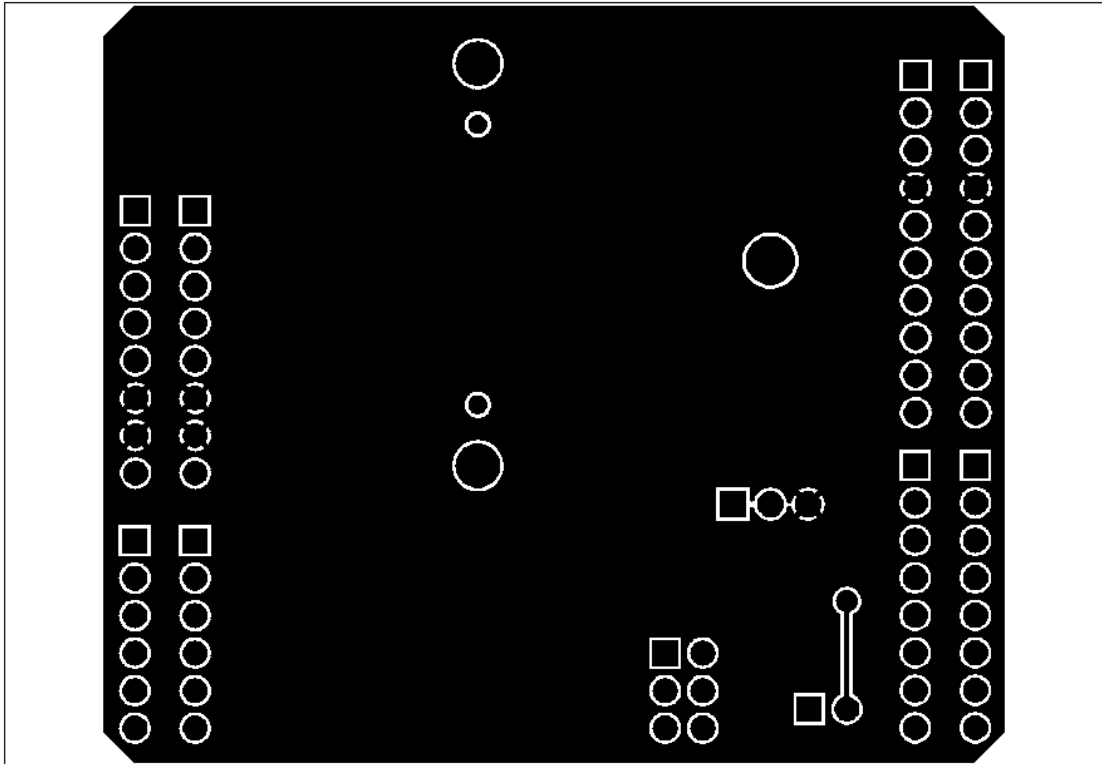


A.2 Deska plošného spoje – Spínač pro Arduino s Bluetooth modulem

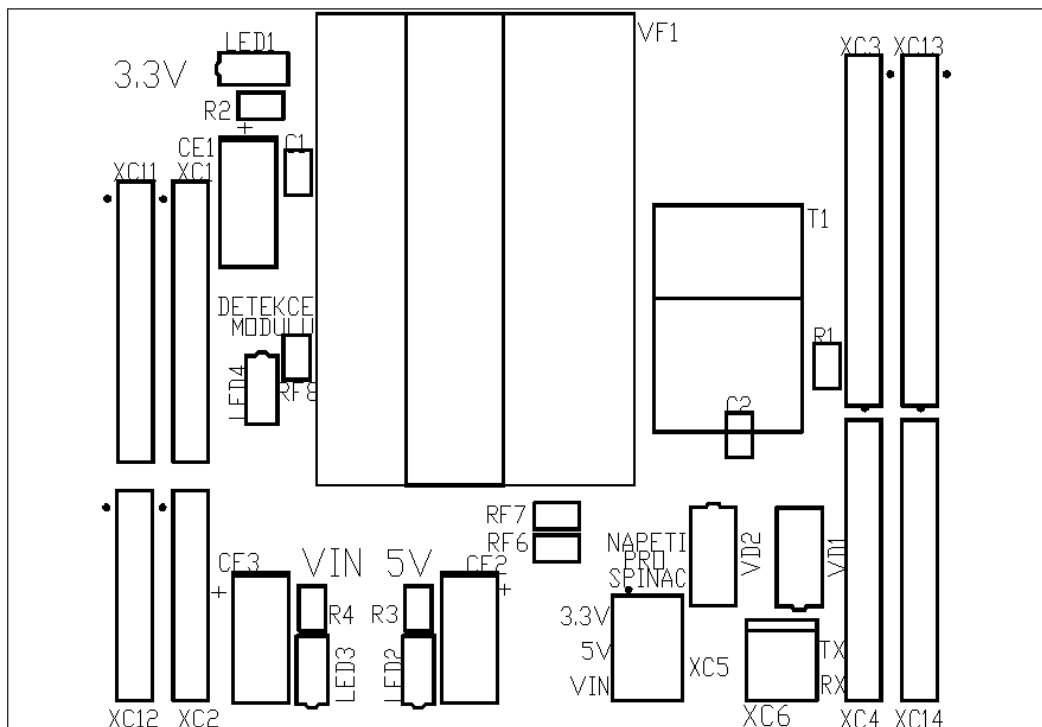
A.2.1 - Deska plošného spoje - 1. vrstva



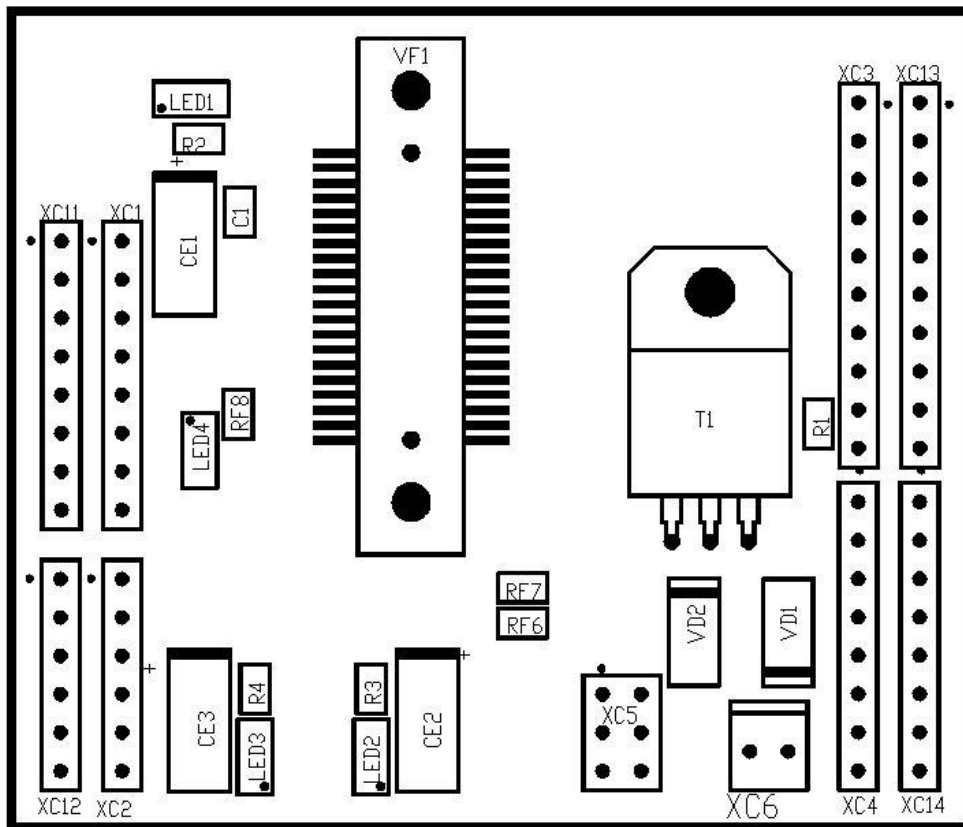
A.2.2 - Deska plošného spoje - 2. vrstva



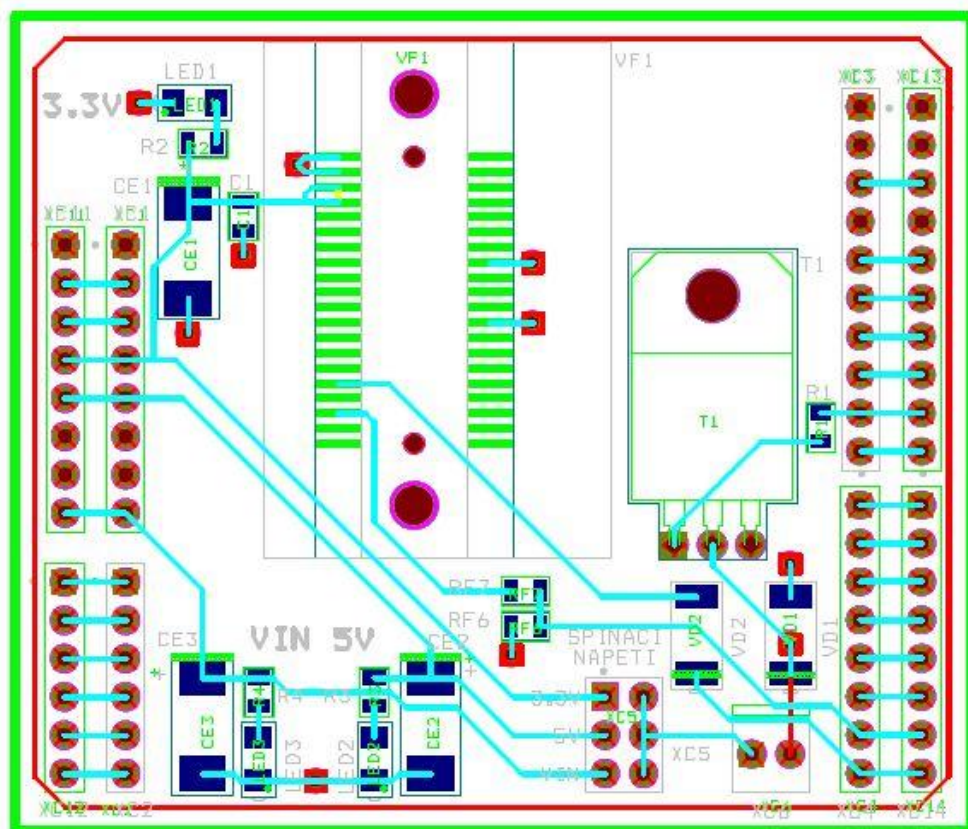
A.2.3 - Deska plošného spoje – potisk



A.2.4 - Deska plošného spoje – rozmístění součástek

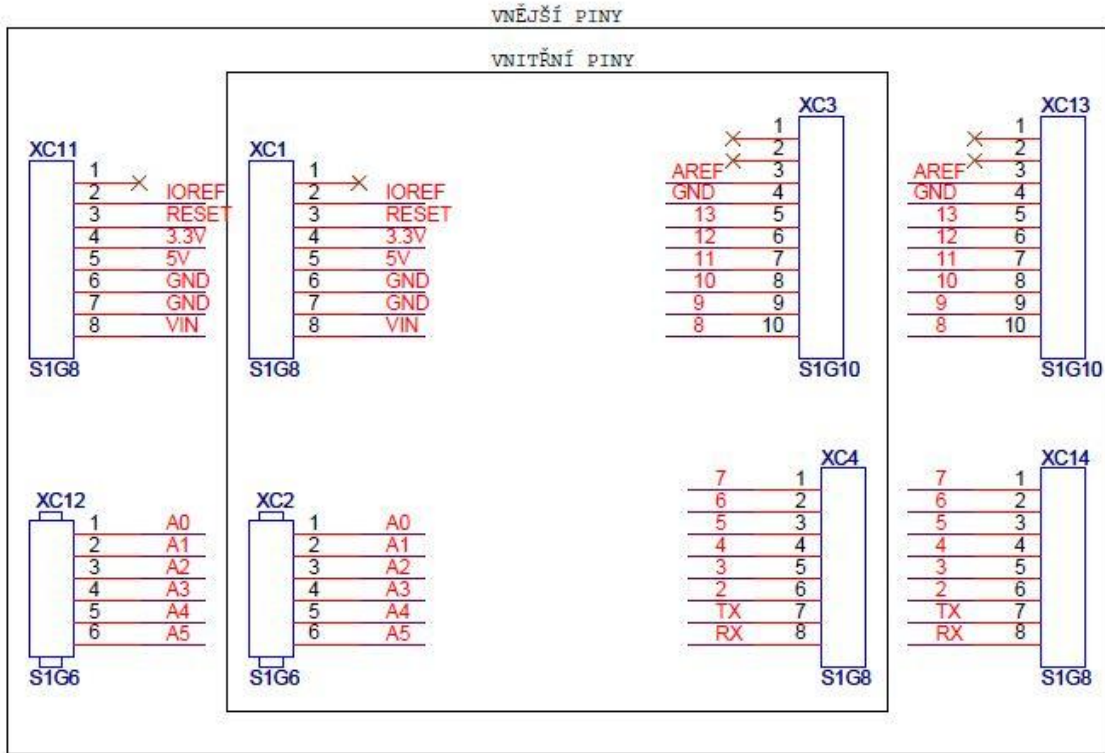


A.2.5 - Deska plošného spoje – rozmístění a spojení součástek

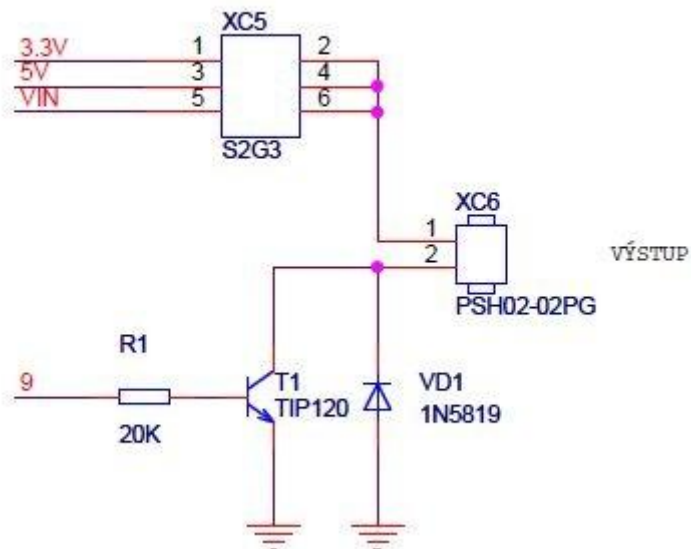


A.3 Schema obvodu – Spínač pro Arduino

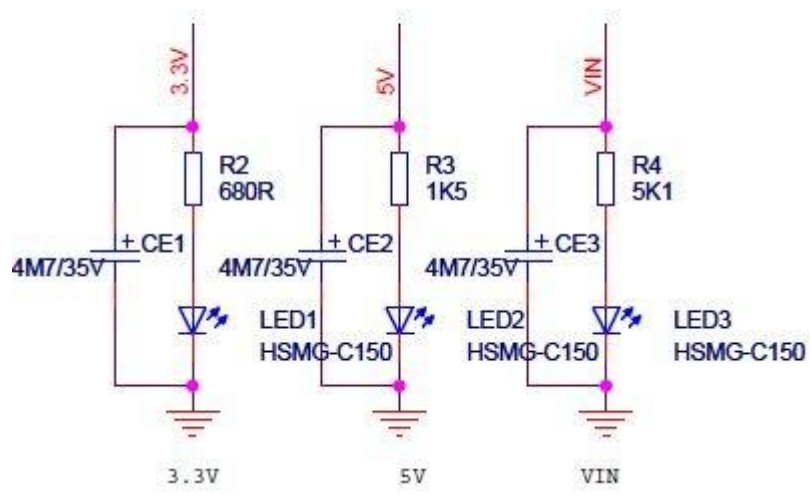
A.3.1 - Schema obvodu – piny



A.3.1 - Schema obvodu –přepínání napájení

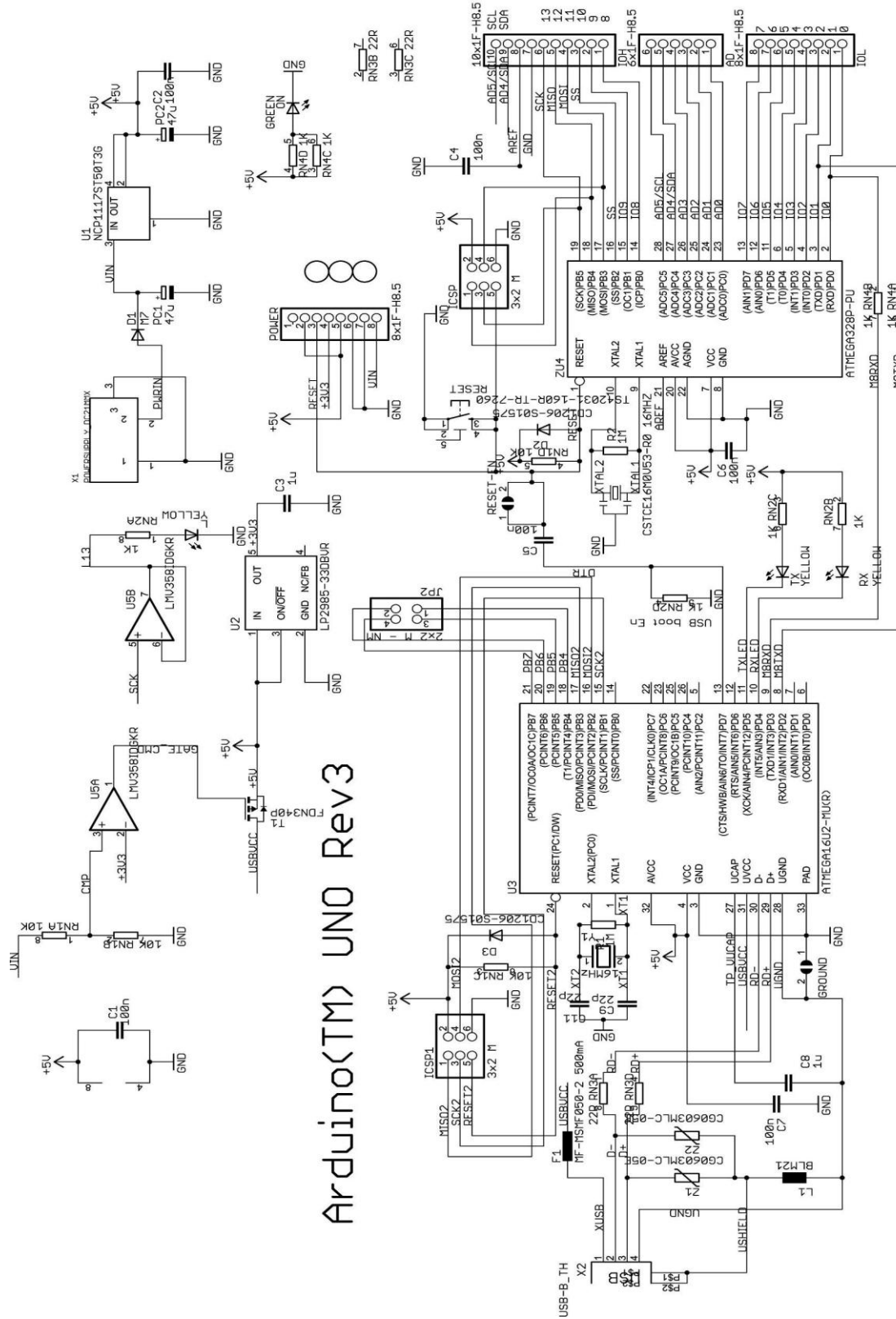


A.3.1 - Schema obvodu –LED signalizace

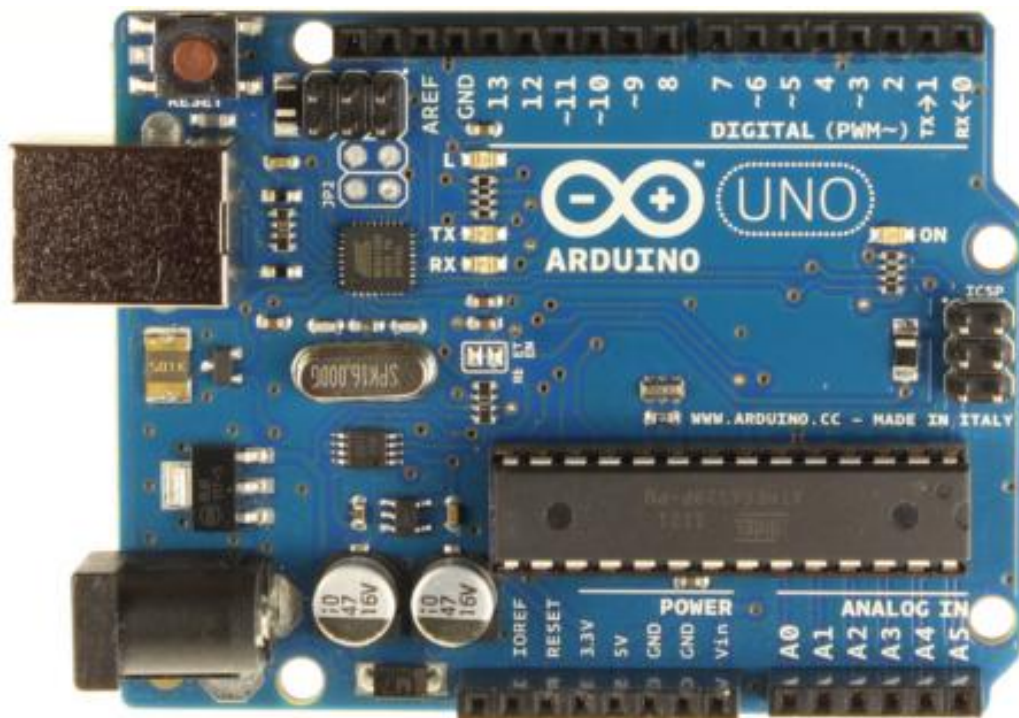


A.4 Deska plošného spoje – Arduino Uno

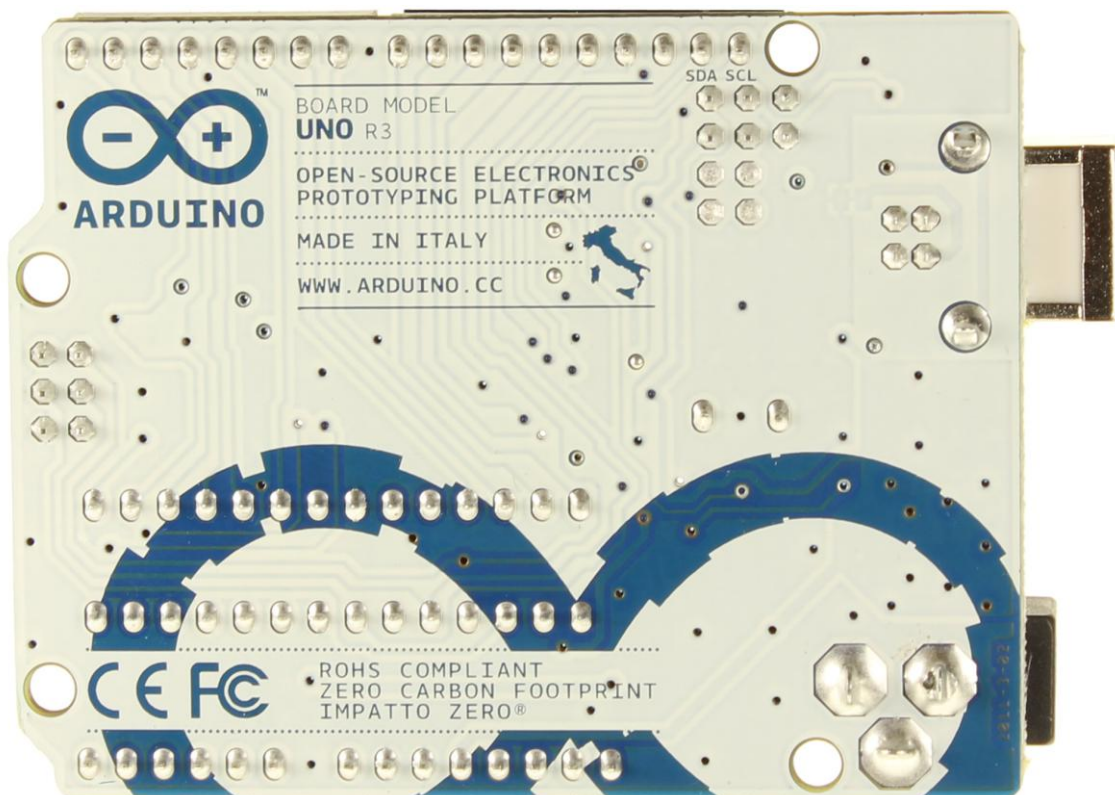
A.4.1 - Obvodové zapojení



A.4.2 - Deska plošného spoje - horní vrstva



A.4.3 - Deska plošného spoje - spodní vrstva



C Seznam součástek

C.1 - Bluetooth modul

Označení	Počet	Hodnota
C1	1	100N
CE1	1	4M7/35V
CE2	1	4M7/35V
CE3	1	4M7/35V
LED1	1	HSMG-C150
LED2	1	HSMG-C150
LED3	1	HSMG-C150
LED4	1	HSMY-C150
R1	1	20K
R2	1	680R
R3	1	1K5
R4	1	5K
RF6	1	2K2
RF7	1	1K8
RF8	1	390R
T1	1	TIP120
VD1	1	1N5819
VD2	1	1N5819
VF1	1	OBS410i
XC1	1	S1G8
XC2	1	S1G6
XC3	1	S1G10
XC4	1	S1G8
XC5	1	S2G3
XC6	1	PSH02-02PG
XC11	1	S1G8
XC12	1	S1G6
XC13	1	S1G10
XC14	1	S1G8

D Obsah CD

Kromě diplomové práce v elektronické podobě .pdf se na CD nachází následující adresáře.

- DPS

Obsahuje návrh DPS přípravku k připojení : Spinac_pro_Arduino: potisk.dxf, spodni_vrstva.dxf, tistak.dxf, vrstva_der.dxf. Také obsahuje: bot.gbr, mil.gbr, plt.gbr, pth.exc, smb.gbr, smt.gbr, top.gbr . Schéma a návrhy byly vytvořeny pomocí programu OrCad verze 16.2 .

- Arduino - mikrokontroler

Obsahuje zdrojový kód a zkompilovanou aplikaci zamek.ino a 2zarizeni.ino. Aplikaci je možné nahrát do mikrokontroléru s použitím USB kabelu s koncovkami A-B. K nahrávání byl použit program Sketch_arp20a / Arduino 1.0.4 .

Aplikace vytvořena pomocí programu Sketch_arp20a / Arduino 1.0.4 a testována na vývojovém kitu Arduino Uno R3.

- Mobilní telefon

Obsahuje zdrojové kódy a zkompilovanou aplikaci SPPClientEcho.apk pro mobilní telefon. Odeslání zkompilované aplikace (.apk) do mobilního telefonu je možné např. přes Bluetooth rozhraní nebo přes mini-USB port.

Požadavky na mobilní telefon: podpora CLDC 1.1 (popř. novější), MIDP 2.0 (popř. novější), Bluetooth pro_1 SPP a balíček Java APIs for Bluetooth (standart JSR-82). Aplikace vytvořena pomocí programu Eclips a testována na HTC EVO 3D.

- Datasheets

Obsahuje katalogové listy použitých součástek.

- Fotografie

Obsahuje fotografie Spínače pro arduino.

- Naměřené hodnoty

Obsahuje naměřená data osciloskopem při spínání a rozepínání obvodu.