

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

## DÁLKOVÉ ŘÍZENÍ DOMÁCÍCH SPOTŘEBIČŮ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

VÁCLAV POLGÁR

BRNO 2011



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**  
**ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ**

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

## **DÁLKOVÉ ŘÍZENÍ DOMÁCÍCH SPOTŘEBIČŮ**

REMOTE CONTROL FOR HOME AUTOMATION

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**VÁCLAV POLGÁR**

**VEDOUcí PRÁCE**

SUPERVISOR

**Doc. Dr. Ing. PETR HANÁČEK**

BRNO 2011

## **Abstrakt**

Tato práce se zabývá návrhem a realizací systému pro dálkové řízení domácích spotřebičů. Výsledný systém zahrnuje jednoduchou ovládací aplikaci, která pomocí bezdrátové technologie Bluetooth komunikuje s hardwarovou částí a ta dokáže ovládnout spotřebiče pracující na principu infra.

## **Abstract**

This bachelor's thesis deals with design and implementation of system for remote control of home appliances. The resulting control system involves the simple application that uses Bluetooth wireless technology to communicate with hardware components which can operate the appliances working on the infra principle.

## **Klíčová slova**

Bluetooth, infra, mikroprocesor, inteligentní dům, dálkové ovládání, hardware

## **Keywords**

Bluetooth, infra, microprocesor, intelligent home, remote control, hardware

## **Citace**

Václav Polgár: DÁLKOVÉ ŘÍZENÍ DOMÁCÍCH SPOTŘEBIČŮ, bakalářská práce, Brno, FIT VUT v Brně, 2011

# DÁLKOVÉ ŘÍZENÍ DOMÁCÍCH SPOTŘEBIČŮ

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana doc. Dr. Ing. Petra Hanáčka.

.....  
Václav Polgár  
18. května 2011

## Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu své práce doc. Dr. Ing. Petru Hanáčkovi za jeho cenné rady při návrhu systému, za poskytnutí hardwarových i softwarových komponent, praktické zkušenosti při řešení problému a za jeho ochotu a čas, který této práci věnoval. Dále bych rád poděkoval Ing. Václavu Šimkovi za výrobu desky plošných spojů.

© Václav Polgár, 2011.

*Tato práce vznikla jako školní dílo na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna autorským zákonem a její užití bez udělení oprávnění autorem je nezákonné, s výjimkou zákonem definovaných případů.*

# Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>3</b>
<b>2 Problematika domácích komunikačních sítí</b>	<b>4</b>
2.1 Co vše se spravuje v takové domácnosti? . . . . .	4
2.1.1 Osvětlení . . . . .	4
2.1.2 Elektrické motory . . . . .	5
2.1.3 Vytápění a klimatizace . . . . .	5
2.1.4 Zabezpečovací systémy . . . . .	5
2.1.5 Domácí spotřebiče a AV technika . . . . .	5
2.1.6 Další obslužná zařízení . . . . .	6
2.2 Komunikace . . . . .	6
2.2.1 Rozhraní RS-232 . . . . .	6
2.2.2 IrDa . . . . .	8
2.2.3 Bluetooth . . . . .	11
2.2.4 ZigBee . . . . .	12
2.3 Uživatelské rozhraní . . . . .	13
2.4 Příklady dostupných systémů . . . . .	13
2.4.1 Crestron . . . . .	14
2.4.2 AMX . . . . .	16
<b>3 Návrh vlastního systému</b>	<b>17</b>
3.1 Obecný popis . . . . .	17
3.2 Hardwarový návrh . . . . .	18
3.2.1 Napájecí část . . . . .	19
3.2.2 Mikroprocesor . . . . .	19
3.2.3 Bluetooth komunikace . . . . .	21
3.2.4 Infra komunikace . . . . .	23
3.2.5 Deska plošných spojů . . . . .	23
3.3 Softwarový návrh . . . . .	24
3.3.1 Návrh řešení . . . . .	24
3.3.2 Obsluha mikroprocesoru . . . . .	25
3.3.3 Komunikační protokol . . . . .	27
3.3.4 Ovládací aplikace . . . . .	29
3.3.5 Testování a dosažené výsledky . . . . .	30
<b>4 Závěr</b>	<b>33</b>
4.1 Možná rozšíření . . . . .	33

<b>A</b>	<b>Soupis použitých součástek a schéma zapojení</b>	<b>38</b>
<b>B</b>	<b>Deska plošných spojů</b>	<b>40</b>
<b>C</b>	<b>Fotografie hardwarové části</b>	<b>42</b>

# Kapitola 1

## Úvod

Cílem práce je rozebrat problematiku domácích komunikačních sítí v teoretické rovině. Na základě těchto poznatků poté navrhnout a zkonstruovat systém pro dálkové bezdrátové řízení domácích spotřebičů pomocí osobního počítače, PDA (Personal Digital Assistant) nebo mobilního telefonu požadovaného dle zadání. Takto navržený systém by měl být funkční a cenově dostupný.

Systém bude prezentován na ovládání audiovizuální techniky (dále jen AV technika). Celá aplikace tak nahradí dálkové ovladače pracující na principu infračerveného záření. Uživateli příjemní a především usnadní ovládání hned několika přístrojů najednou. Celou sestavu tak uživatel může chápat jako jednotný celek, který může pohodlně řídit například z mobilního telefonu vybaveného Bluetooth<sup>1</sup> rozhraním a odpovídajícím softwarovým vybavením.

Práce je rozdělena do dvou logických částí. V první části se čtenář dozví obecné informace o problematice tzv. inteligentních domů. Jsou zde shrnuty možné komponenty i spotřebiče, které lze centrálně ovládat, a způsoby jejich komunikace. Zejména důležité jsou pak části zabývající se rozhraním RS-232<sup>2</sup>, Bluetooth a IrDa<sup>3</sup> standardem, které budou použity v navrženém systému autora. Dále jsou zde představeny vybrané komerční systémy, které již mají pro řízení inteligentních domů vybudovanou určitou tradici.

Druhá logická část začíná obecným popisem navrženého řešení. Kapitola pokračuje hardwarovým návrhem systému, popisem jednotlivých komponent a jejich zapojení.

Softwarové řešení spočívá ve vytvoření obslužného programu pro vybraný mikroprocesor, který pomocí Bluetooth modulu komunikuje s další neméně důležitou softwarovou částí představující jednoduchou, konfigurovatelnou ovládací aplikaci pro osobní počítač. Obě části používají ke vzájemnému dorozumívání autorem navržený komunikační protokol.

Závěrečná kapitola shrnuje výsledky a popisuje možnosti dalšího vývoje.

---

<sup>1</sup>označení pro bezdrátovou komunikaci [8]

<sup>2</sup>komunikační rozhraní osobních počítačů [6]

<sup>3</sup>Infrared Data Association [1]

## Kapitola 2

# Problematika domácích komunikačních sítí

Z důvodů zvýšení komfortu ovládání přístrojů v domácnosti, bezpečnosti, úspory energií a celkového přehledu nad děním v rodinných domech, se v posledních letech rozmáhá myšlenka tzv. **inteligentních domů**.

Dříve byl tento pojem intelligence výsadou většinou velkých hotelů, obchodních center, poslechových a přednáškových místností, technologických budov, galerií, výstav atd. Nárůstem požadavků, poklesem cen a snad i dalším pokrokem ekonomické vyspělosti lákají podobná řešení i obyvatelé rodinných domů, bytů, chat a apartmánů. Problém však nastává v okamžiku návrhu obsluhy takového domu. Protože je dostupné nepřehledné množství přístrojů a spotřebičů, které mohou být součástí takové domácnosti, je takřka nemožné použití nějakého jednotného standardu. Z toho důvodu je topologie řízení každé domácnosti jedinečná a většinou ve své struktuře zahrnuje několik různých standardů či rozhraní.

Typicky se v jádru topologie domácí komunikační sítě nachází tzv. **centrální jednotka**. Centrální jednotka je většinou elektronické zařízení, které je fyzicky spojené se všemi komponenty řídicího systému a svým softwarovým vybavením zajišťuje celý chod domácnosti.

Pro komunikaci mezi centrální jednotkou a uživatelem slouží **ovládací panel**. Existuje několik typů, od jednoduchých tlačítkových (avšak programovatelných) panelů zabudovaných do zdí až po dotykové, přenosné, bezdrátové ovládací panely. V posledních letech se stávají stále oblíbenější ovládací aplikace spouštěné v mobilních telefonech, tabletech, osobních počítačích, noteboocích, PDA atd. Použití takového řešení však závisí na daném řídicím systému a jeho vybavení.

### 2.1 Co vše se spravuje v takové domácnosti?

Následující podkapitoly popisují typické zařízení či části domácnosti, které se zahrnují do správy těchto inteligentních domovů.

#### 2.1.1 Osvětlení

Regulací a spínáním osvětlení je možné vytvářet světelné módy či kulisy, které mohou být závislé na denní době a reagovat na ni. Dále mohou reagovat na využitelnost místnosti (pohybová čidla) nebo mohou být manuálně ovládané uživatelem, ať už pomocí klasických nástěnných vypínačů či jiných ovládacích prvků. Důsledkem používání těchto kulis by měla být jednoduchá obsluha a v neposlední řadě úspora energií.

Okruhy osvětlení mohou být spravovány i dálkově, čímž se opět zamezí neekonomickému využívání elektrické energie.

### **2.1.2 Elektrické motory**

Po připojení těchto prvků do systému inteligentního domova, podobně jako v případě osvětlení, lze vytvářet možné kulisy pomocí rolet, žaluzií, záclon, závěsů či markýz. Pomocí vhodných čidel lze opět zautomatizovat jejich chod v závislosti na okolních podmínkách. Například napomůžou při teplých dnech snížit náklady na klimatizaci, při odchodu posledního obyvatele lze softwarově obsloužit další elektrické motory v prvcích, jako jsou dveře, garážová vrata, okna, a zvýšit tak stupeň zabezpečení.

### **2.1.3 Vytápění a klimatizace**

Zapojením systému do okruhu termostatů se lze opět přiblížit ekonomickému využití energií, zamezit tak zbytečnému přetápění místností, při vyhodnocení otevřených prostor (okna, dveře) přerušit vytápění.

Jednotlivé teplotní zóny je možné poté třeba i dálkově sledovat a spravovat, nastavovat teplotní křivky, proudění vzduchu a klimatizaci.

### **2.1.4 Zabezpečovací systémy**

EZS (Elektronický Zabezpečovací Systém), EPS (Elektronický Protipožární Systém) a KS (Kamerový Systém) jsou další nedílnou součástí inteligentních domů. Zapojení těchto komponent do celkové aplikace umožní uživateli sledovat stav jednotlivých prostor, pohybů osob, časů vstupů do objektů atd.

V závislosti na konkrétním systému je možné kupříkladu při narušení některého okruhu, vypuknutí požáru včas automaticky uvědomit hlídací službu, hasiče, majitele například textovou SMS zprávou.

Velice účinnou prevencí může být simulace přítomnosti obyvatelů domu rozsvětčováním místností, zapnutím AV techniky, zatahováním rolet atd. Tato funkce najde uplatnění při dlouhodobé nepřítomnosti obyvatelů domu.

### **2.1.5 Domácí spotřebiče a AV technika**

Pomocí vhodného rozhraní lze do těchto systémů zařadit i domácí spotřebiče, jako pračky, trouby, ale hlavně AV techniku. Obývací pokoje jsou vybaveny několika přístroji a z jejich ovládní, kdy každý má dálkový ovladač až s několika desítky tlačítek, je nejméně jeden uživatel zmaten.

Vše řeší správné nakonfigurování softwaru použitého řídicího systému. Kdy například jen jedno tlačítko na ovládacím prvku, pro tyto účely jsou nejpoužívanější dotykové ovládací panely s líbivou grafikou, vyvolá zapnutí projektoru a DVD přehrávače, vyjetí promítacího plátna, nastavení odpovídajících vstupů zesilovače. Ve spolupráci s moduly pro řízení osvětlení a rolet je místnost připravena pro očekávaný kino-zážitek.

Další využití může přinést například funkce pro vzdálené spuštění praní. Ráno si uživatel připraví špinavé oblečení, navolí na spotřebiči funkce praní a uvede přístroj do módu, kdy čeká na spuštění. Je-li v zaměstnání a je přesvědčen, že bude například za 2 hodiny otevírat dveře svého inteligentního domu, může přes webovou službu spustit praní a po návratu je procedura hotova.

### 2.1.6 Další obslužná zařízení

Na přání a požadavky lze dále systémy propojovat s jednotkami bazénových technologií, pro automatickou obsluhu filtrací, přehřevu atd., s jednotkami zavlažovacích systémů atd.

Všechny předešlé příklady a zapojení lze v podstatě libovolně kombinovat, nastavovat z kombinací různé kulisy na přání uživatelů. Tyto služby jsou ale poté závislé na konkrétním použitém systému či na jejich kombinacích, na použitých ovládacích prvcích a v neposlední řadě na finančních možnostech uživatele.

## 2.2 Komunikace

V následujících odstavcích budou popsány vybrané druhy komunikace, které se ve výše uvedených domácnostech používají. Zejména zde budou vysvětleny i druhy, které budou použity v navrhovaném systému této práce.

### 2.2.1 Rozhraní RS-232

RS-232 (sériový port či sériová linka) je ověřeným standardem a popisuje sériovou komunikaci, tzn. jednotlivé bity jsou zasílány po jediném vodiči v sérii za sebou, vzájemně propojených dvou zařízení. V oblasti osobních počítačů se již od tohoto standardu téměř ustoupilo, a to převážně na úkor USB<sup>1</sup>. I tak je ale v průmyslu standard RS-232 a také jeho modifikace RS-485 a RS-422 stále velice oblíbený [6].

Z pohledu referenčního modelu ISO/OSI [11] představuje pouze fyzickou vrstvu a komunikace pak probíhá pomocí protokolu dodávaného výrobcem daného zařízení.

Pro větší odolnost proti rušení je informace po propojovacích vodičích přenášena větším napětím, než je standardních 5V. Přenos informací probíhá asynchronně, s pevně nastavenou přenosovou rychlostí a synchronizací sestupnou hranou startovacího impulzu. Pořadí přenosu datových bitů je od nejméně významného bitu – LSB (Least Significant Bit) po bit nejvýznamnější – MSB (Most Significant Bit). Počet datových bitů je volitelný, obvykle se používá 8 bitů. Lze se také setkat se 7 nebo 9 bity.

Logický stav 0/1 přenášených dat je reprezentován pomocí dvou možných úrovní napětí, které jsou bipolární, a dle zařízení mohou nabývat hodnot  $\pm 5V$ ,  $\pm 10V$ ,  $\pm 12V$  nebo  $\pm 15V$ . Nejčastěji se používá varianta, při které logické hodnotě 1 odpovídá napětí  $-12V$  a logické hodnotě 0 pak  $+12V$ . Základní tři vodiče rozhraní, příjem RxD, vysílání TxD a společná zem GND, jsou doplněny ještě dalšími vodiči sloužícími k řízení přenosu, vstupy DCD, DSR, CTS, RI, výstupy DTR, RTS. Ty mohou a nemusí být zapojeny. Například většina dnešních AV přístrojů umožňující správu pomocí tohoto rozhraní používá pouze základní tři piny [6].

U přístrojů v domácím použití se většinou setkáváme s 9pinovým D-Sub konektorem, jehož zapojení je popsáno na příkladném obrázku obrázku 2.1.

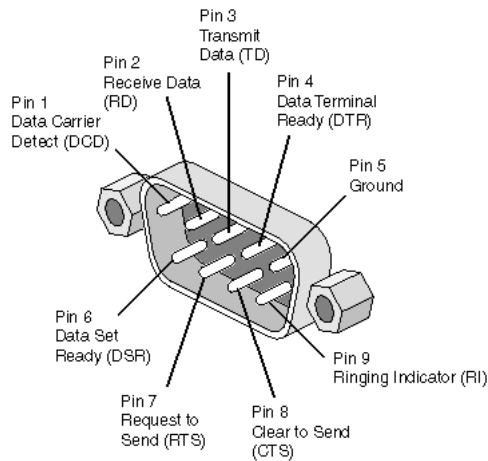
Jako maximální možnou délku uvádí standard 15 metrů anebo délku vodiče o kapacitě 2500 pF.

### Paritní bit

Jednoduchý způsob zabezpečení přenosu dat s minimálním nárokem na výpočetní výkon je parita. Je to jednoduchý součet jedničkových bitů vysílaných dat, který je právě paritním

---

<sup>1</sup>Universal Serial Bus [9]



Obrázek 2.1: 9pinový D-Sub konektor (vidlice) [6]

bitem doplněn. Lichá parita udává lichý počet jedničkových bitů ve slově (i s paritním bitem), sudá parita logicky sudý počet jedničkových bitů ve slově [16]. Při přenosu dat prostřednictvím sériové linky je možné použít jeden z následujících druhů parity:

- **žádná parita** (*none*) – paritní bit není posílán
- **lichá parita** (*odd*) – lichý počet jedniček
- **sudá parita** (*even*) – sudý počet jedniček
- **1** (*mark*) – paritní bit má vždy hodnotu 1
- **0** (*space*) – paritní bit má vždy hodnotu 0

Parita *mark* a *space* není příliš užitečná při detekci chyb, ale lze ji použít v případě, kdy je nutná 9 bitová komunikace prostřednictvím obvodu, který umožňuje maximálně 8 bitovou komunikaci. Naopak se stal standardem i 7 bitový přenos, který se dnes ale používá jen výjimečně.

### Stop bit

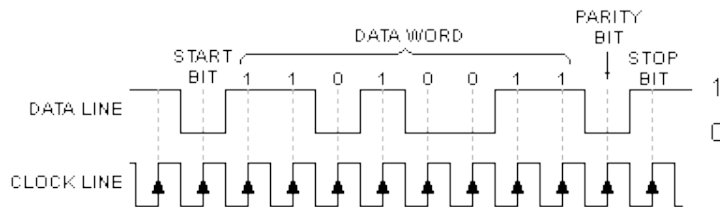
Ukončení rámce definuje takzvaný *stop bit*. *Stop bit* zároveň zajišťuje určitou prodlevu pro přijímač. Protože v době příjmu většina zařízení zpracovává přijatý byte. U pomalejších zařízení je možné použít také zdvojený *stop bit* [16].

### Přenosová rychlost

Dalším důležitým údajem je přenosová rychlost. Pro měření rychlosti přenosu dat se používá jednotka Baud [Bd] (také znaková rychlost nebo anglicky *baud rate*). Udává počet změn signálu za jednu vteřinu, takže pro sériový přenos dat prostřednictvím RS-232 platí:  $1\text{ baud} = 1\text{ bit}/s^2$ . Standardně používané rychlosti jsou 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14200, 19200, 38400, 5600, 57600 a 115200 Bd [16].

<sup>2</sup>obecně toto však neplatí, neboť při některých způsobech komunikace (paralelní přenos dat) lze během jedné změny signálu přenést větší množství informace než jeden bit

Následující obrázek 2.2 zobrazuje datový rámec přenosu informací pomocí RS-232. Tento standard používá asynchronní přenos, takže je třeba každý přenesený byte synchronizovat. K synchronizaci se používá sestupná hrana tzv. **start bitu**. Za ní již následují posílaná data.



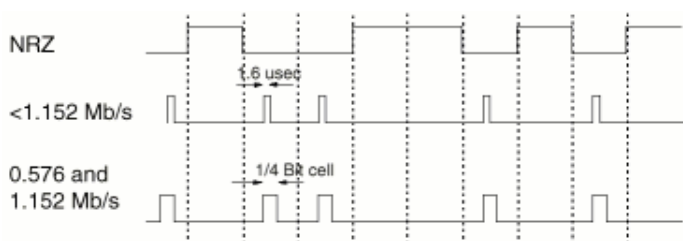
Obrázek 2.2: Datový rámec asynchronního přenosu sériové linky [16]

## 2.2.2 IrDa

IrDa je standard určující bezdrátový přenos informací na krátkou vzdálenost pomocí infračerveného záření. IrDa ve svých specifikacích definuje standardy jak fyzických koncových zařízení, tak i protokolů, jimiž tyto zařízení komunikují [21].

IrDA zařízení využívají k přenosu informací infračervené LED<sup>3</sup> diody, jejichž vlnová délka vyzařovaného světla je  $875\text{nm} \pm$  povolená tolerance  $30\text{nm}$ . Jedná se o elektromagnetické záření, jehož vlnová délka je větší než vlnová délka viditelného světla a zároveň menší než mikrovlnného záření. Přijímacími prvky jsou pak speciální diody pracující v generačním režimu. Při dopadu světla na ně se vyrazí elektrony. Ty se poté odvádí do elektrického filtru, který propustí pouze frekvence typické pro daný typ IrDA modulace. Mezi energií dopadajícího infra záření a nábojem, který je přijímačem vygenerován, platí přímá úměra [21].

IrDa v. 1.0 využívá základní rychlosti přenosu od 2400 do 115200kbit/s a pulsní modulace 3/16 délky původní doby trvání bitu nebo smí vysílací strana použít fixní délku optického pulsu  $1.63\mu\text{s}$ . Norma 1.1 ještě navíc definuje rychlosti 0,576 a 1,152Mbit/s, v tomto případě je využito pulsního kódování 1/4 původní doby trvání bitu. Při takovýchto rychlostech je již vysílaný paket vysílán synchronně, uvozen startovní sekvencí [21].



Obrázek 2.3: Ir rychlosti [21]

Vysílaný formát dat pomocí infračerveného záření se podobá klasickému sériovému přenosu (viz. kapitola 2.2.1). Jedná se tedy o asynchronní bitové slovo uvozené *startovacím*

<sup>3</sup>Light-Emitting Diode [10]

*bitem*, následují datové bity a rámeček je následně ukončen *stop bitem*. Jednotlivé bity představují poté impulsy (blikání vysílací infra diody) [21].

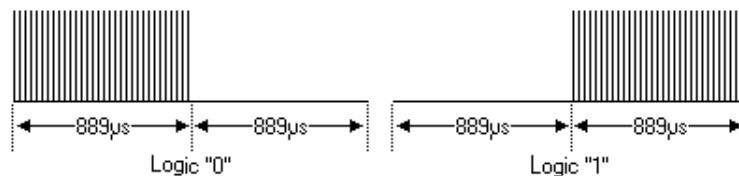
Pro zajištění efektivity a bezpečnosti přenosu se stejně jako v mnoha jiných případech používají modulační signály. V současnosti se používá výhradně digitální přenos. Délka přenášených rámečků se liší v závislosti na použité aplikaci. Některé způsoby modulace byly přijaty jako standard. Zde jsou čtyři nejčastěji používané modulační metody při přenosech Ir zařízení:

- **Pulsní modulace**
- **FSK modulace**
- **Bi-phase modulace**
- **Pulsně šířková modulace**

Pro zvládnutí domluvy dvou zařízení je nutné mezi nimi stanovit normovaný přenosový protokol. V následujících odstavcích bude uveden příklad často používaného protokolu pro dálkové ovládání spotřební elektroniky s předpokladem jeho nasazení ve výsledné aplikaci.

## RC-5

Jak bylo řečeno výše, jeden z nejčastěji používaných protokolů pro dálkové ovládání spotřební elektroniky je RC-5 protokol navržený firmou Philips. Struktura posílaného datového rámečku je netypicky 6 bitů, komunikace používá *Bi-phase* kódování s modulací na nosný kmitočet 36kHz [36]. Bit s hodnotou log. 0 je definován změnou ze značky na mezeru, opačně pak pro logickou 1 (obrázek 2.4).



Obrázek 2.4: RC-5 modulace[28]

Každým stiskem klávesy na dálkovém ovladači určitého přístroje je vyslán datový rámeček o délce 114ms (obrázek 2.5). Informace o stisku tlačítka však zabírá pouze 24,9ms tohoto rámečku, a jelikož je počet bitů 14, časová délka jednoho je pak 1,778ms.



Obrázek 2.5: Datový rámeček RC-5 protokolu [28]

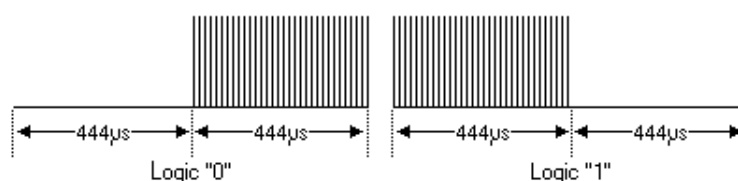
Popis celého datového rámce protokolu je následující:

- **Dva start bity** – značí počátek rámce, mají vždy logickou úroveň 1.
- **toggle bit** – slouží pro identifikaci držení tlačítka na dálkovém ovladači. Stiskneme-li a držíme tlačítko, nemění se. Po uvolnění a následném opětovném stisknutí je tento bit invertován a při podržení se vysílá jeho nová hodnota. Tato funkce slouží například pro přepínání televizního programu, kdy při stisknutí a držení příslušného tlačítka dojde k přepnutí právě o jeden kanál.
- **Pět adresových bitů** – slouží k rozeznání konkrétního ovládaného zařízení (teoreticky je to až 32 různých zařízení).
- **Šest datových bitů** – každému tlačítku na dálkovém ovladači je přiřazen kód, který je reprezentován právě těmito bity. Každý výrobce však používá vlastní originální kódy, které se bohužel liší i jednotlivými modely zařízení.

## RC-6

RC-6 je logicky nástupce RC-5 protokolu. Stejně jako RC-5 byl RC-6 vyvinut firmou Philips. Stejně jako předchůdce využívá tento protokol *Bi-phase* kódování s modulací na nosný kmitočet 36kHz.

Oproti svému předchůdci má protokol RC-6 opačnou definici logických hodnot 1 a 0 (obrázek 2.6). Tedy bit s log. hodnotou 0 je definován změnou z mezery na značku, opačně pak bit pro hodnotu log. 1. Navíc jsou zde délky obou částí bitu zkráceny přesně na polovinu.



Obrázek 2.6: RC-6 modulace[29]

Celý datový rámec (obrázek 2.7) je v této verzi také pozměněn. Datový rámec obsahuje hlavičku, ve které je možno definovat režim. V praxi se však využívá pouze režim 0.

LS	SB	mb2 ... mb0	TR	a7 ... a0	c7 ... c0	Signal free
Header				Control	Information	

Obrázek 2.7: Datový rámec RC-6 protokolu [29]

Popis datového rámce protokolu RC-6 v režimu 0 je následující:

- **Zavádějící bit LS** – specifický bit, kdy jeho značka je dlouhá 2.666ms a mezera 889µs.
- **Start bit** – již pouze jeden, vždy logická úroveň 1.
- **Bity MB2 ... mb0** – určení režimu, který je v tomto případě 0, tedy všechny tři bity jsou nulové.

- **Trailer bit TR** – stejná funkčnost jako toggle bit u předchozího protokolu, oproti ostatním má tento bit dvojnásobnou délku.
- **Osm adresových bitů** – pro RC-6 až 256 různých zařízení.
- **Osm datových bitů** – pro RC-6 může jedno zařízení obsahovat až 256 různých řídicích příkazů.

### 2.2.3 Bluetooth

Další bezdrátová komunikační technologie slouží k propojení dvou a více elektronických zařízeních, jakými jsou již dnes běžně mobilní telefony, PDA, osobní počítače, tiskárny ale i například LCD televizory.

Technologie Bluetooth je definovaná standardem IEEE 802.15.1 a spadá do kategorie tzv. PAN (Personal Area Network) osobních počítačových sítí. Dosah takové sítě je většinou jen několik metrů. Používá se ke komunikaci mezi samotnými zařízeními nebo k připojení k okolním sítím, jako třeba k Internetu [8].

Vývoj technologie mapuje několik verzí. V současnosti nejvíce využívaná nese označení 2.0 a vyskytuje se převážně většinou Bluetooth zařízení. Dále by mělo následovat již vyvinuté rozhraní Bluetooth 4.0, které slibuje větší dosah (až 100m), nižší spotřebu elektrické energie a také podporu šifrování AES-128 [8].

Bluetooth pracuje pomocí rádiového rozhraní v ISM (volná rádiová pásma, ve kterých je možné použití homologovaných zařízení bez licenčních poplatků, avšak bez garance proti rušení) pásnu 2,4GHz. Přenos informací využívá metody FHSS (frekvenční skákání - princip spočívá v přeskokování mezi několika frekvencemi při přenosu bitu nebo bitů), kdy během jedné sekundy je provedeno až 1600 přeladění (skoků), a to mezi 79 frekvencemi s rozestupem 1MHz. Tato metoda zvyšuje bezpečnost a odolnost vůči rušení na stejné frekvenci.[8].

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. Pokud *Master* zjistí nějakou aktivitu ve svém okolí, začne na 16 frekvencích vysílat a to tzv. Page (pokud zná konkrétní adresu druhého zařízení), nebo Inquiry (pokud o druhém zařízení nic neví). Když nedostane žádnou odpověď, začne vysílat na dalších 16 frekvencích. Nejpozději do 2,56s od začátku vysílání by se měla obě zařízení domluvit na komunikaci. 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 jsou schopná komunikovat se dvěma *Mastery*, a tak vytvořit tak rozsáhlejší síť nazývanou *scatternet*. Verze 1.2 také nabízí rozšířenou podporu pro kvalitu služby – QoS (Quality of Service), což je velmi důležité pro provoz citlivý na zpoždění jako hlas nebo živé video.

Zařízení Bluetooth jsou členěna podle vysílacího výkonu (dosahu) do skupiny třech tříd – **Class**. Jednotlivé třídy s odpovídajícími vysílacími výkony jsou následující: přenosové rychlosti standartů:

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

Class	Max. výstup. výkon	Norm. výstup. výkon	Min. výstup. výkon	Dosah
Class 1	100mW (20dBm)	nestanoveno	1mW (0dBm)	100m
Class 2	2,5mW (4dBm)	1mW (0dBm)	0,25mW (-6dBm)	10m
Class 3	1mW (0dBm)	nestanoveno	nestanoveno	1m

Tabulka 2.1: Vysílací výkon Bluetooth podle tříd [15]

- Bluetooth 4.0 – 24Mb/s

K zabezpečení Bluetooth se používá několik mechanismů. Na spojové vrstvě jsou používány k dosažení bezpečnosti čtyři kódy. Veřejná adresa o délce 48 bitů (je jedinečné pro každého uživatele), dva tajné klíče o délce 128 bitů a náhodné číslo délky 128 bitů (různé pro každou novou operaci). Před prvním spojením se musí obě zařízení spárovat. Toto se provádí pomocí zadání identifikačního čísla – PIN (Personal Identification Number) na obou zařízeních. 48 bitová adresa zařízení se také používá k zakódování přenášeného hlasu či dat. K bezpečnosti přispívají i velmi rychlé frekvenční skoky a také malý dosah signálu, což velmi ztěžuje případný odposlech.

#### 2.2.4 ZigBee

ZigBee byl navržen jako jednoduchá a flexibilní technologie pro tvorbu i rozsáhlejších bezdrátových sítí, u nichž není požadován přenos velkého objemu dat. K jejím hlavním přednostem patří spolehlivost, jednoduchá a nenáročná implementace, velmi nízká spotřeba energie a v neposlední řadě též příznivá cena. Díky těmto vlastnostem nalezne uplatnění v celé škále aplikací, jako jsou:

- spotřební elektronika (dálkové ovládání elektrospotřebičů)
- automatizace budov (zabezpečení, ovládání světel, kontrola přístupu)
- počítačové periferie (bezdrátové myši, klávesnice)
- průmyslová automatizace
- zdravotnictví (pacientské monitory)[5]

Jedná se o další bezdrátovou komunikační technologii popsanou standardem IEEE 802.15.4. Stejně jako Bluetooth patří do skupiny sítí PAN. ZigBee aliance byla založena za účelem vytvoření nového komunikačního standardu vhodného i pro účely průmyslové automatizace tam, kde by uplatnění jiných standardů nebylo efektivní nebo možné [5].

Standard definuje tři základní režimy přenosu:

- periodicky se opakující (přenos dat z čidel)
- nepravidelné přenosy (externí události, např. stisknutí tlačítka uživatelem)
- opakující se přenosy, u nichž je požadavek na malé zpoždění (bezdrátové počítačové periferie – klávesnice a myši) [5].

Technologie je založena na implementaci přístupové metody CSMA/CA<sup>4</sup> k fyzickému médiu, což znamená, že vlastní rádiová část standardu IEEE 802.15.4 této metody využívá na

<sup>4</sup>Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance [7]

úrovni fyzické a linkové vrstvy komunikačního modelu. Vlastní standard IEEE 802.15.4 definuje komplexní komunikační protokol, který je založen na přenosu datových rámců. Jsou definovány čtyři typy komunikačních rámců využívané buď pro přenos užitečných datových informací, nebo k režijním účelům souvisejícím se sestavením, správou a řízením sítě:[5]

- **Data Frame** – rámeček s délkou užitečných dat 104 bytu slouží pro přenos užitečné informace pro všechny datové přenosy v kontextu standardu.
- **Acknowledgement Frame** – rámeček sloužící pro přenos potvrzovací informace; je využitelný pouze na úrovni MAC pro potvrzovanou komunikaci a je vysílán v takzvaném mrtvém čase ihned po přenosu paketu.
- **MAC Command Frame** – rámeček slouží k centralizovanému konfigurování, nastavení a řízení klientských zařízení v síti ZigBee.
- **Beacon Frame** – rámeček slouží k synchronizaci zařízení v síti a je využíván hlavně při konfiguraci sítě v módu *beacon enable*, v němž umožňuje uvádění klientských zařízení do spánkových režimů s extrémně sníženou spotřebou.

Z důvodů minimalizace spotřeby koncových zařízení může být na základě synchronizace mezi koordinátorem sítě a koncovou stanicí uspávána jednotlivá koncová zařízení. K jejich probouzení dochází v předem definovanou dobu a poté jsou přeneseny veškeré užitečné informace. Interval synchronizačních sekvencí může být v rozmezí 15ms až přibližně 15minut. Synchronizace je realizována pomocí rámečku *Beacon*. Koncová zařízení jsou periodicky probouzena a přenáší data ke koordinátoru sítě. Ten tato data uloží a následně přešle při probuzení zařízení, pro něž jsou tato data určena. Tento přístup umožňuje extrémně snížit spotřebu koncových zařízení. Tato zařízení mohou tak být napájena bateriově s[2].

## 2.3 Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní je zpravidla jediný způsob, kterým uživatel ovládá své domácí spotřebiče či celou inteligentní domácnost. Proto je na místě dávat tomuto bodu patřičnou pozornost.

Před návrhem rozhraní je třeba mít podrobný přehled o ovládaném prostředí a v neposlední řadě i o uživatelských rozhráních využívajících. Je častým jevem, že každý má svůj vlastní pohled na řešení. Cílem k úspěchu při řešení a tvorbě uživatelského rozhraní by mohla být logičnost, přehlednost a snadná ovladatelnost.

Jak již bylo uvedeno na začátku této kapitoly, existuje několik typů ovládacích panelů. Jejich logické použití se dá jistě také zahrnout do problému uživatelského rozhraní, kdy například řízení AV techniky přesuneme na samostatný dotykový display. Naproti tomu ovládání rolet naprogramujeme pouze pro nástěnný tlačítkový panel.

## 2.4 Příklady dostupných systémů

Na trhu je několik firem zaměřujících se na řešení problematiky této práce. Mezi největší producenty svých produktů v oblasti řízení inteligentních domů patří bezesporu *Crestron* a *AMX*.

Zmínkou si pak zaslouží *Pronto Philips*, který se řadí spíše mezi systémy zaměřené pouze na menší projekty. Dá hovořit spíše jako o univerzálním ovladači.



Obrázek 2.8: Ukázka různých ovládacích panelů[13]

### 2.4.1 Crestron

Následující podkapitola čerpána z [34], [4].

S více než 40letými zkušenostmi je Crestron Electronics předním výrobcem a integrátorem řídicí a automatizační techniky pro domácnosti, kanceláře, školy, nemocnice, hotely a další [22].

Jádrem systému je centrála, která komunikuje se vstupními, výstupními, popřípadě dalšími zařízeními:

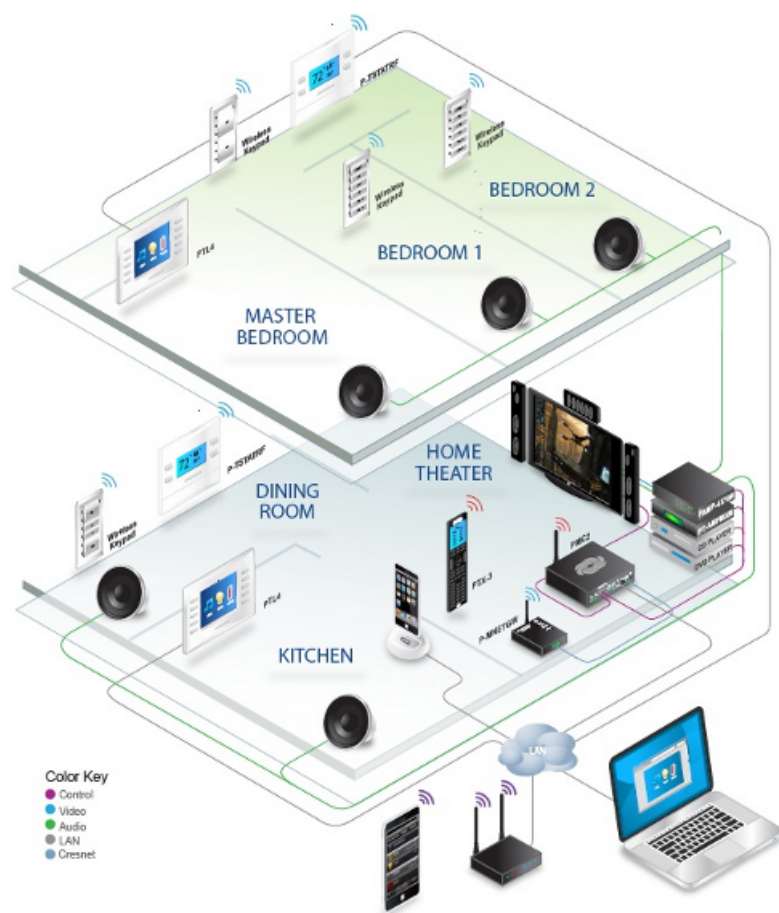
- **Vstupní** – dotykové panely, spínače osvětlení, tlačítka, monitorování provozních stavů přístrojů.
- **Výstupní** – analogové stmívače světel, Ir vysílací sondy, dotykové panely, spínací členy.
- **Další** – nadřazený nebo ovládaný počítač, připojení k telefonní síti pro ovládání po telefonu, napojení na VZT, klimatizaci.

Zařízení Crestron vzájemně komunikují po datových linkách. Centrálu lze doplňovat přídatnými vstupy, sériovými porty atd. Tím lze docílit ovládání mnoha typů zařízení jednou centrálou a také například jedním typem ovládacího prvku.

Na datové komunikační síti řídicího systému (CRESNET) však může být provozováno více centrál, i různých řad. Navíc lze systém doplnit i samostatnými rozhraními, jako jsou karty programovatelných vstupů a výstupů.

Síť CRESNET je 4vodičová, provedená běžnými datovými kabely, jako UTP (Unshielded Twisted Pair). Použitím modulů převodů komunikačních protokolů různých platform domovních systémů je možno vzájemně napojit řídicí systém Crestron např. na řízení teploty v budově, na EZS, na EPS a jiné, viz. 2.1.

Centrály Crestron jsou standardně vybaveny sériovými porty RS-232, RS-422, RS-485, Ir porty. Lze doplnit analogové výstupy a převodníky. Toto je rovněž využito při případném osazení modulů stmívače, spínače, signalizace, jež komunikují pomocí signálu modulovaného na fázový vodič a nevyžadují natažení dodatečné kabeláže. Umístění je pak možné do rozvaděče, do elektroinstalačních krabiček, do zásuvky 230V.



Obrázek 2.9: Příklad zapojení systému Crestron [27]

Díky této modularitě lze snadno obměňovat nebo rozšiřovat výbavu místnosti bez nutnosti výměny již instalovaných komponent řízení (u systémů některých jiných výrobců toto nemusí být jednoduchý a levný akt).

Dotykové LCD panely jsou v provedení s vývodem (wired) nebo bezdrátově (RF). Lze volit z různých úhlopříček dotykové plochy, LCD display může být aktivní nebo pasivní, černobílý nebo barevný. Je možno monitorovat video nebo PC signál - při použití více dotykových panelů je možno lze dle důležitosti nebo četnosti používání najít optimum mezi užitnou hodnotou a cenou panelu. Nabídka panelů je skutečně široká a ve srovnání s jinými výrobci v tomto směru bezkonkurenční. Řízení může být velmi intuitivní i pro osoby, které nemusí vědět, jakou technikou je místnost konkrétně vybavena. Díky volbě vzhledu stránek na dotykových panelech - tedy zejména pro návštěvy, i zahraniční, nebo pro uživatele, kteří nepoužívají zasedací místnosti příliš často.

Systém umožňuje zpětnou kontrolu stavu ovládaných zařízení, čímž je řízení jednoznačné, například povel pro zapnutí všech komponent AV systému je správně proveden nezávisle na tom, jsou-li již některé z komponent zapnuty uživatelem manuálně. Ovládání lze také zjednodušit sekvencemi povelů, například dotykové ikonka pro video na panelu zapne projektor, přepne jeho vstup, zapne AV receiver, rovněž přepne příslušný vstup, zapne VCR a zařadí funkci PLAY. Ovládání pak může skočit do menu ovládání VCR nebo do menu

ovládání hlasitostí.

### 2.4.2 AMX

Další z řady velice komplexních systémů. Se systémem Crestron se řadí mezi přední výrobce hardwaru a software pro řídicí systémy. Stejně jako u Crestronu je základem AMX systému centrální jednotka, na níž je opět běžně napojena spousta periférií takřka neomezených možností.

Takto realizovaný domov je možné ovládat a monitorovat vzdáleně pomocí téměř libovolného zařízení připojeného k internetu. V případě jakéhokoliv problému může být uživatel informován pomocí SMS zprávy.

Systém se ovládá velmi jednoduše a intuitivně pomocí dotykových panelů nebo tabletů. Uživatelské rozhraní může být upraveno podle potřeb různých skupin uživatelů - děti, rodiče, prarodiče . . .

Systém je zabezpečen proti výpadku elektrického proudu ve dvou úrovních - krátké výpadky proudu jsou řešeny díky záložnímu zdroji UPS (Uninterruptible Power Supply), v případě delšího výpadku je automaticky aktivován záložní generátor.

## Kapitola 3

# Návrh vlastního systému

Praktická část práce spočívá v návrhu a realizaci jednoduchého systému pro dálkové bezdrátové řízení domácích spotřebičů. Celý systém by pak měl uživateli ulehčit a zjednodušit obsluhu určitého domácího vybavení. Toto řešení bude aplikovatelné například v obývacím pokoji k obsluze sestavy AV techniky.

Kritériem práce byla cenová nenáročnost, funkcionálnita a dosah řešení. Práce je proto navržena pro obsluhu několika zařízení, která jsou ovládána infračerveným přenosem a obsahují ve své konstrukci minimálně infra přijímač.

Protože při návrhu systému zůstaly nevyužity některé porty mikroprocesoru, jsou ještě do tohoto návrhu zařazeny 4 jednoduché digitální výstupy. Toto rozhraní se může lehce použít například pro spínání okruhů světelných či klasické silnoproudé zásuvky pro jakékoliv domácí spotřebiče.

Všechna tato zařízení by měla být ovládána pro uživatele jednoduchým rozhraním, ať už jako aplikace na osobním či kapesním počítači, dotykovém displayi nebo mobilním telefonu.

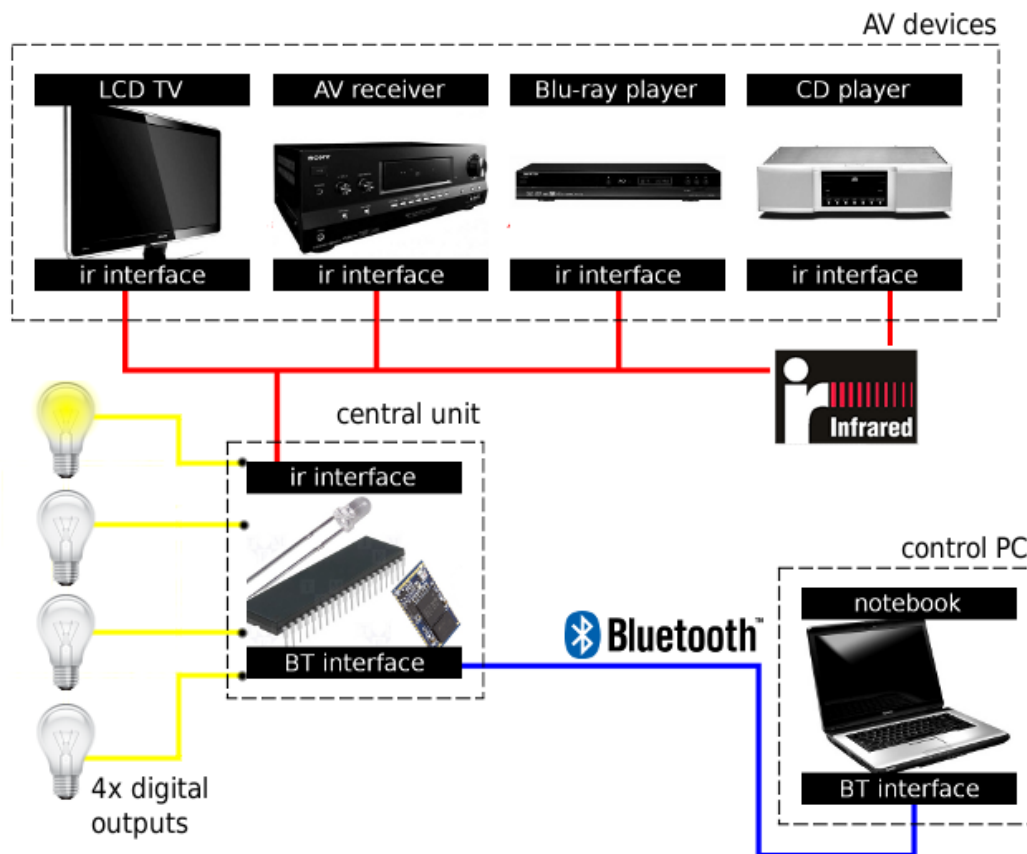
Nejdůležitější částí je komunikační jednotka, která je prostředníkem mezi ovládacím a ovládaným zařízením. Podle výše uvedené terminologie lze tuto jednotku považovat za centrální jednotku.

### 3.1 Obecný popis

Pro názornost je dále uvedeno příkladné blokové schéma již funkčního systému (obrázek 3.1). Využití je zde předvedeno na obsluhu několika AV zařízení – **AV devices**, například obývacího pokoje. Pod tímto bodem si můžeme představit LCD televizor, Blu-ray přehrávač, CD přehrávač a zesilovač. Dále jsou k systému připojeny 4 okruhy jednoduchých světelných – **4x digital outputs**.

Ovládání systému by mělo probíhat pomocí uživatelského rozhraní na osobním počítači či notebooku – **control PC**. Dle předem stanoveného protokolu bude, podle uživatelských podmínek, probíhat komunikace mezi ovládacím programem a aplikací běžící na mikroprocesoru centrální jednotky. Takto budou obě zařízení komunikovat pomocí Bluetooth standardu. Po zpracování odpovídajícího podnětu mikroprocesorem vyšle odpovídající povely po jednosměrné infra komunikaci jednotlivým přístrojům AV sestavy nebo obsluží příslušný digitální výstup.

Celý systém by měl při běžném používání nahradit všechny dálkové ovladače přístrojů a celkově zpříjemnit jejich obsluhu. Pomocí ovládacího rozhraní lze všechny přístroje ovládat jednoduše a bezproblémově. K zapnutí televizoru, Blu-ray přehrávače, zesilovače uživateli



Obrázek 3.1: Blokové schéma systému

postačí jedno tlačítko, které při stisku vyšle odpovídající informace softwarové obsluze mikroprocesoru.

V následující podkapitole budou popsány jednotlivé části modulu, který je na obrázku 3.1 pojmenován jako **central unit**. Výsledné schéma zapojení spolu se seznamem všech použitých součástek si poté čtenář může prohlédnout v příloze A.

## 3.2 Hardwarový návrh

Základním prvkem systému je logicky centrální jednotka obsahující mikroprocesor, Bluetooth modul pro komunikaci s ovládacím zařízením, infra diodu, která poslouží jako vysílač a v neposlední řadě obvody zajišťující digitální výstupy. Tato část může být v místnosti umístěna například u stropu, avšak by měla být dodržena patřičná viditelnost a úhel, kterým bude ve výsledku vysíláno záření k obsluhujícím přístrojům.

Komunikace s ovládacím zařízením využívá standardu Bluetooth. Logicky by mělo zařízení obsahovat pro tuto komunikaci uzpůsobené hardwarové i softwarové prostředky. V navrženém řešení bude obsluhovací jednotku zastupovat osobní počítač.

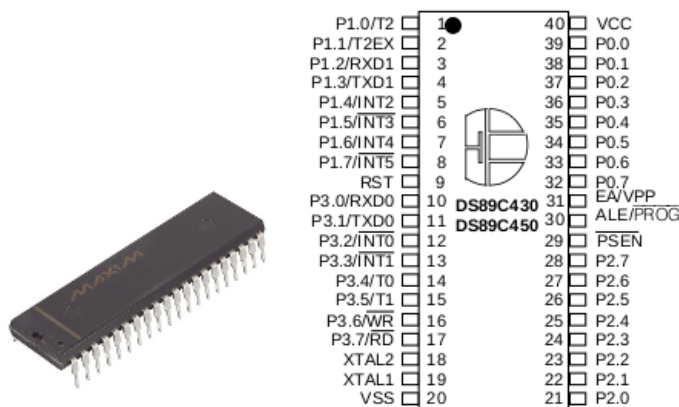
### 3.2.1 Napájecí část

Protože mikroprocesor pracuje na principu TTL<sup>1</sup> byl základ napěťové úrovně napájení nejprve stanoven na 5V. S hlubším řešením problému se přistoupilo k použití 9V stejnosměrného adaptéru. Napěťový stabilizátor 7805 redukuje vstupních 9V na 5V pro obvody mikroprocesoru. Dále je použit stabilizátor LP2950, který má za úkol dodávat napěťovou hodnotu 3.3V pro napájení Bluetooth modulu (viz. 3.2.3). Vstupní 9V hodnota se používá pro spínání digitálních výstupů a napájení dvou, v sérii zapojených, infra diod. Celá napěťová část je doplněna několika filtračními a vyhlazovacími kondenzátory.

Přítomnost napájení je indikován zelenou diodou LED.

### 3.2.2 Mikroprocesor

V daném řešení je srdcem procesor DS89C450 z rodiny rychlých mikroprocesorů založených na architektuře slavné 8051 od firmy MAXIM, který se typicky používá pro řízení motorů, ve spotřební elektronice (pračky, mikrovlnné trouby, myčky, atd.), v telefonii, pro zabezpečení a správu přístupu do budov, ve čtečkách čárových kódů, atd.



Obrázek 3.2: Mikroprocesor DS89C450 [17], a jeho pinové rozložení [20]

Tento mikroprocesor umožňuje vykonávat instrukce až 12krát rychleji než původní 8051 a to při stejném hodinovém kmitočtu krystalu. Jednotlivá programová vylepšení však závisí na používaných instrukcích. Typické aplikace pak proběhnou až 10krát rychleji. Při maximálním možném kmitočtu 33MHz je výpočetní výkon až 33MIPS. V původní řadě 8051 byly také obvyklé nadbytečné paměťové cykly, v novém přebudovaném jádru tohoto kontroléru již nejsou. Při využívání externí paměti zvyšuje efektivitu vylepšený stránkovací režim.

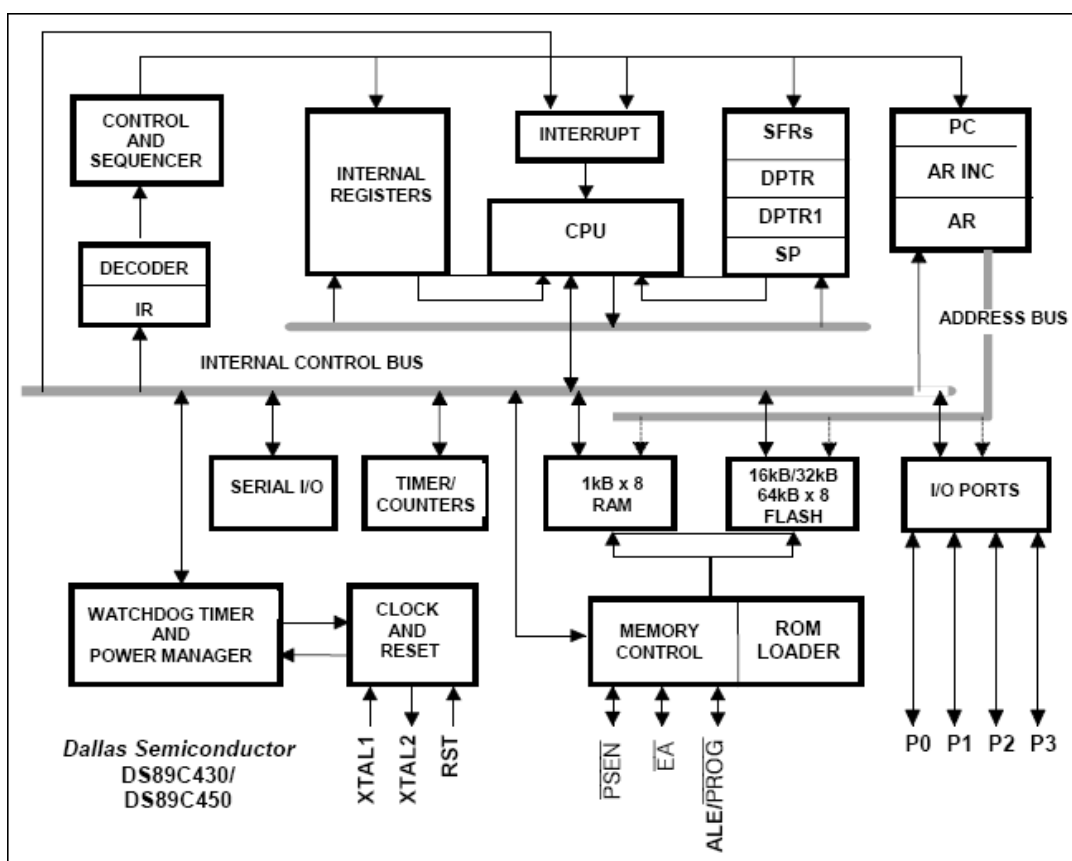
Tyto procesory jsou plně kompatibilní s klasickou rodinou obvodů 8051 a programy bez úprav (jedinou výjimku tvoří rutiny závislé na rychlosti) pro ně lze spouštět na této řadě.

Jedna z dalších velikých výhod je ta, že lze do paměti mikroprocesoru nahrát program pomocí ISP (In-System Programming) po sériové lince. Mikroprocesor může být tedy programován uvnitř obvodu bez nutnosti vyjmutí ze zapojení.

Základní vlastnosti mikroprocesoru:

<sup>1</sup>Transistor-Transistor-Logic – standard používaný pro implementaci digitálních a také logických integrovaných obvodů

- **Architektura 8051** může běžet na kmitočtu až 33MHz. Jeden hodinový cyklus se zde rovná jednomu strojovému. Dva DPTR (Data Pointer) registry s automatickou inkrementací / dekrementací.
- **Flash paměť** mikroprocesoru o velikosti 64kB. Její výběr velikosti od 0 do 64kB. Povoleno dynamicky nastavování velikosti externí paměti.
- **Kompatibilita 8052** – pinová a instrukční kompatibilita s 8051. Mikroprocesor obsahuje 4 obousměrné 8bitové I/O porty, 3 16bitové čítače/časovače a 256B RAM.
- **Správa napájení** mikroprocesoru umožňuje programově dělit hodinový kmitočet, automaticky vypínat hardware i software. Napájecí napětí 5V, zde výrobce povoluje rozmezí 4,5 až 5,5V. Typická provozní spotřeba  $75\mu\text{A}$  (max.  $110\mu\text{A}$ ), typická spotřeba v úsporném režimu  $40\mu\text{A}$  (max.  $50\mu\text{A}$ ).
- **Periferie** obsahují dvojici plně duplexních sériových portů, 13 zdrojů přerušení, z toho 6 vnějších. Tyto přerušení lze preferovat v 5 prioritách. Při chybě napájení vyvolá procesor automatický reset. Včasně varování při přerušení zaviněném napájením. Redukce elektromagnetického rušení.



Obrázek 3.3: Blokové schéma mikroprocesoru [20]

## Zapojení obvodu

Pro jednodušší manipulaci a zapojení hardwarové sestavy je v aplikaci použit procesor ve 40pinovém pouzdru DIL (Dual in-line Package) (obrázek 3.2).

## Zapojení Bootloaderu

Pro nahrávání programu do mikroprocesoru zapojeného přímo v konečném zařízení, musí obvod obsahovat zapojení *Bootladeru*. Zapojení vyplývá z doporučení datasheetu, kde pin RST = log. 1, EA= log 0 a PSEN = log 0.

Zde datasheet doporučuje použití obvodu 74HC125. Při programování mikroprocesoru přes sériovou linku je využito signálu DTR (viz. 2.2.1), který se společně s využitím právě tohoto obvodu stará o správné hodnoty výše popsaných pinů.

## Zapojení krystalu a resetovacího obvodu

Mikroprocesor obsahuje vnitřní oscilátor, na který je připojen již jen krystal se dvěma keramickými kondenzátory. V aplikaci je použit krystal s jmenovitou rezonanční frekvencí 11,0592MHz, což je hodnota, ze které se odvíjí základní komunikační rychlost sériové linky, ta je 9600Bd.

Pro manuální reset je obvod vybaven tlačítkem připojeným na RST pin. Tento pin je navíc hlídán diodou zapojenou v závěrném směru.

## Komunikace přes UART<sup>2</sup>

V podkapitole o napájecí části bylo řečeno, že procesor pracuje na principu TTL, což napěťově odpovídá hodnotám 0V (log. 0) a 5V (log. 1). Proto je třeba jeho komunikační signály transformovat na standard rozhraní RS-232 (viz. 2.2.1), což je nejčastěji -12V (log. 1) a 12V (log. 0).

Datasheet procesoru doporučuje obvod stejného výrobce, který je ale plnohodnotně nahrazen dvěma tranzistory a čtyřmi odpory (převzato z [33]).

### 3.2.3 Bluetooth komunikace

Pro tyto účely je systém vybaven Bluetooth modulem BTM-112 od výrobce Rayson. Takový modul běžně používají notebooky, PDA zařízení, digitální kamery, tiskárny, čtečky čárových kódů, domácí i průmyslové aplikace, atd.



Obrázek 3.4: BTM 112 [26]

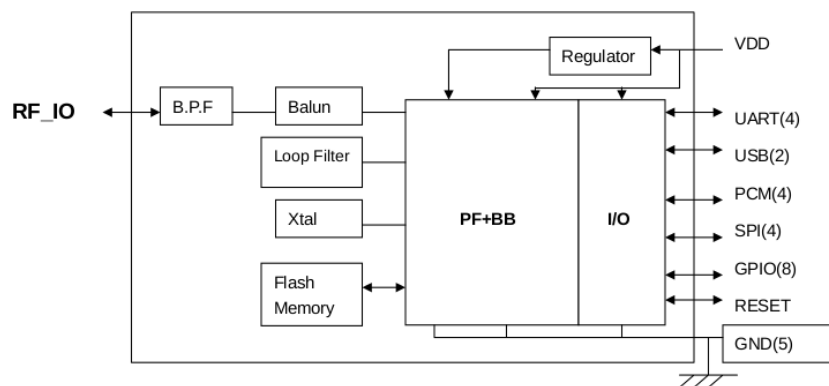
---

<sup>2</sup>Universal Asynchronous Receiver/Transmitter [12]

Předpoklad je spárování Bluetooth zařízení s počítačem, mobilním telefonem a poté bezproblémové přenášení dat, stejně jako po sériové lince.

Základní vlastnosti BMT-112 modulu:

- Bluetooth standard ver. 2.0 + EDR (Enhanced Data Rate) kompatibilita;
- typ - Class2;
- napájení 3-3.6V;
- přenosový výkon - 4dBm;
- rozhraní - USB, UART;
- rozměry - 25 x 14.5 x 2.2mm ;



Obrázek 3.5: Blokové schéma BTM-112 [26]

Modul pro komunikaci využívá 2. sériovou linku mikroprocesoru. Pro správnou komunikaci modulu s procesorem je třeba shodné nastavení obou sériových kanálů. K Bluetooth modulu bylo tedy třeba nejprve připojení pomocí terminálu v počítači. Nastavení modulu probíhá pomocí **AT příkazů**. Tyto příkazy mají podobu jednoduchých textových řetězců. Všechny začínají dvojicí znaků AT, následované tělem příkazu, případně jeho parametry. Po potvrzení znakem <CR> odpoví zařízení některou z předem definovaných odpovědí (OK, ERROR) případně informací o výsledku příkazu, například PIN, identifikační jméno, atd.

Výsledné nastavení modulu:

- **Jméno:** BTmcuADAPTOR
- **PIN:** 123456
- **Baud rate:** 9600Bd
- **Data bit:** 8
- **Stop bit:** 1
- **Flow control:** none

### 3.2.4 Infra komunikace

Základním prvkem infra komunikace je infračervená dioda LED HSDL-4220, představující vysílač. V konečném řešení je možno připojit dvě tyto diody zapojené v sérii a napájené 9V. Diody nejsou z důvodu proudového odběru buzeny přímým připojením na výstupní port mikrokontroleru, ale jako spínací prvky jsou zde použity tranzistory BC546 v zapojení se společným emitorem.



Obrázek 3.6: HSDL-4220 [23]

### 3.2.5 Deska plošných spojů

Jelikož je mikroprocesor v klasickém 40pinovém pouzdru DIL (obrázek 3.2), a jedná se o vývojovou aplikaci, jsou i ostatní součástky voleny z řad klasické koncepce a byla zvolena jednostranná deska plošných spojů.

K návrhu desky plošných spojů byl použit návrhový systém EAGLE [3]. Do knihovny součástek bylo třeba doplnit vybraný Bluetooth modul (viz. 3.2.3). Celé schéma zapojení hardwarové části, soupis všech použitých součástek, desku plošných spojů a desku s rozmístěním součástek je možné prohlédnout v příloze A a B.

#### Rozměry desky a rozmístění součástek

Na rozměry ani na tvar výsledné desky plošných spojů nebyla stanovena žádná omezení, proto má deska tvar obdélníku a její velikost se odvíjí od prostorového uspořádání důležitých součástek.

**Mikroprocesor** je srdcem desky, proto bylo jeho umístění voleno ke středu, kam budou směřovat cesty od všech okolních periférií.

**Bluetooth modul** našel své místo na spodní straně desky tak, aby piny sériové komunikace našli k mikroprocesoru jednoduchou cestu a anténa mohla být formou měděné cesty v rohu desky, tedy v místě, kde by její funkčnost nemohly ovlivňovat další obvody.

**Vrchní strana desky** po své délce obsahuje hlavní konektor napájení a dvě svorkovnice připravené pro připojení infra diod.

**Levá strana desky** v jedné polovině plní funkci digitálních výstupů ve formě 4 svorkovnic. Vedle každé z nich se nachází informační LED dioda, která indikuje sepnutí příslušného výstupu. Ve své druhé polovině je vyvedena svorkovnice připojená přímo na port P1 mikroprocesoru z důvodů dalších rozšíření.

**Ostatní součástky** jsou na desce rozmístěny s ohledem na výše popsané základní prvky.

### 3.3 Softwarový návrh

Tato kapitola by se z hlediska softwarové obsluhy dala rozdělit na dvě nezávislé části. Softwarovou obsluhu mikrokontroleru a softwarové vybavení osobního počítače. Mezi oběma je stanovený protokol, který určuje hardwarová část, a jeho popis je uveden v pokračování této kapitoly.

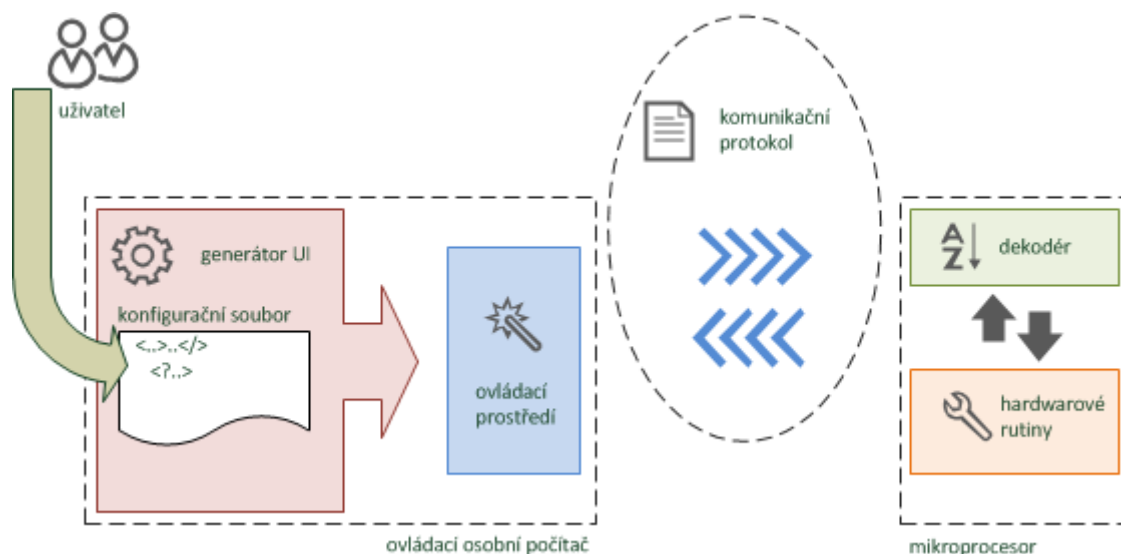
Program procesoru je napsán v jazyce C51. Ke kompilaci sloužil kompilátor s vývojovým prostředím Keil [14]. Vzhledem k nutnosti komunikace s okolím byl program laděn a testován v reálném čase přímo v hardwarovém zapojení. Při implementaci byly přínosné knihy [19], [18].

Aplikace ovládací je napsána na platformě operačního systému Windows. Uživatelské rozhraní je implementováno nad grafickou knihovnou Qt [25], programovací jazyk C++.

#### 3.3.1 Návrh řešení

Autor vycházel z myšlenky, kdy by si uživatel konečného systému mohl jednoduše konfigurovat jeho funkčnost podle svých konkrétních potřeb. Z tohoto vyplývá obrázek 3.7. Jedná se o prvotní obecný softwarový návrh a je rozdělen do 4 logických celků. Jsou jimi:

- **mikroprocesor** – v obrázku 3.1 hlavní část centrální jednotky;
- **komunikace** – zde zobrazeno jako dorozumívací část, která podle komunikačního protokolu spojuje ovládací s ovládaným zařízením;
- **ovládací osobní počítač** – obsahuje jednoduchou aplikaci, která je schopna zpracovat konfigurační soubor, na jeho základě vygenerovat uživatelské rozhraní a na uživatelské podměty poté komunikovat s mikroprocesorem ;
- **uživatel** – vytvářející konfigurační soubor;



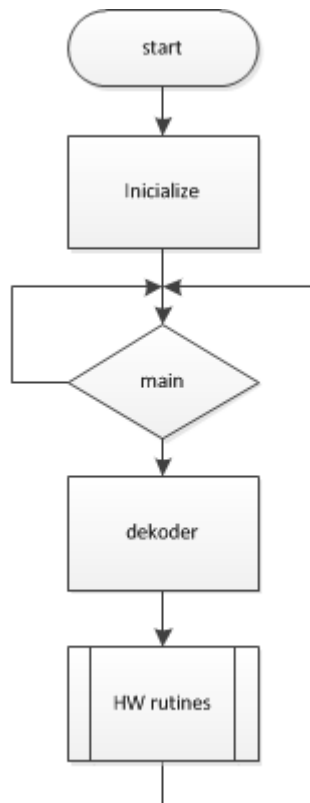
Obrázek 3.7: Obecný návrh softwarové funkčnosti

Popis výchozí myšlenky je následující:

1. uživatel vytvoří dle stanovených pravidel **konfigurační soubor**,
2. tento soubor pak přebírá a zpracovává část aplikace na osobním počítači s názvem **generátor UI**, vznikne tak **ovládací prostředí**,
3. **ovládací prostředí** poté podle uživatelova podmětu zasílá příslušné informace pomocí protokolu směrem k mikroprocesoru,
4. **dekodér** mikroprocesoru zpracuje informaci a předá požadavek pro vyřízení příslušné **hardwarové rutiny**, po vyřízení rutiny odpoví stejnou cestou osobnímu počítači o úspěchu či neúspěchu požadované funkce,
5. **ovládací prostředí** je poté znovu ve stavu jako bylo na začátku bodu 3 a celý cyklus se může opakovat,

### 3.3.2 Obsluha mikroprocesoru

Obsluha je zobrazena na obrázku 3.8. Celý program se poté pro přehlednost sestavuje z několika modulů, které jsou následně popsány.



Obrázek 3.8: Obsluha mikroprocesoru

#### **main**

Hlavní funkce celé softwarové části mikrokontroleru. Je spuštěna jako první po resetu hardwaru. Na počátku se postará o prvotní inicializaci všech částí. Poté v nekonečném cyklu

čeká na příchozí komunikaci po sekundární sériové lince.

### modul `init`

Modul, který obsahuje inicializační funkce volané po resetu mikroprocesoru.

```
SerialInit();
```

Funkce, která nastavuje komunikační rychlosti na obou sériových linkách, pomocí časovače, a následně zajišťuje spuštění tohoto časovače.

```
PortsInit();
```

Inicializace používaných portů mikroprocesoru.

### modul `service`

Na obrázku 3.8 jako část **dekoder**. Obsahuje funkce, které zajišťují komunikaci po sériové lince. Po rozeznání příkazu volají další rutiny obsluhující patřičné komponenty. Tento modul také zajišťuje korektní připojení ovládacího zařízení, kdy při nesprávném navázání komunikace končí veškeré dotazovací příkazy chybovým hlášením.

Tato část softwaru se také stará o digitální výstupy systému.

```
GetCommand(char command[21]);
```

Hlavní funkce modulu volaná přímo z hlavní funkce programu při příchozím terminálovém příkazu.

### modul `serial`

Protože mikroprocesor obsahuje ve své konstrukci 2 sériové linky, je třeba zajistit nezávislou komunikaci na každé z nich. Pro tyto účely slouží tento modul.

```
PutCharSerial0(char c);
```

Naplní registr SBUF znakem `c` a odešle. Stejně se chová i funkce `PutCharSerial1(char c)`.

```
GetCharSerial0(void);
```

Čeká na příznak mikroprocesoru RI, kdy rozezná příchozí znak a použije ho jako návratovou hodnotu. Stejně se chová i funkce `GetCharSerial1(void)`.

```
PutStringSerial0(char s[]);
```

Pro svou funkci využívá `PutCharSerial0(char c)`, ovšem nezasílá pouze jeden znak, ale celý řetězec, ten je pro komunikaci omezen na 20 znaků. Opět existuje alternativa `PutStringSerial1(char s[])`.

```
GetStringSerial0(char *string, int n);
```

Funkce načítající celý řetězec znaků. Řetězec může mít maximální délku `n`, nebo se automaticky ukončí rozpoznáním znaku CR (Carriage Return), či LF (Line Feed). Pro sekundární sériovou linku je použita funkce `GetStringSerial1(char *string, int n)`.

Následně budou popsány hardwarové rutiny v obrázku 3.8 vyznačeny jako **HW rutines**.

## moduly rc5 a rc6

Obsahují funkce s obsluhou infra diod.

```
SendPacketRC5(unsigned int p);
```

Funkci je předán parametr 16bitového čísla v hexadecimálním tvaru obsahující adresu zařízení i příslušného příkazu k vykonání. Podle protokolu RC-5 (viz. 2.2.2) je paket odeslán.

```
SendPacketRC6(unsigned int p);
```

Stejně jako v případě funkce předchozí, jen s použitím protokolu RC6 (viz. 2.2.2).

## modul delays

Funkce, které vytváří čekací smyčku. Využití najdou v případě závislého zasílání infra informací, například při přepnutí kanálu televizoru skládajícího se z víceciferného čísla.

```
Delay(char N);
```

Celé číslo N určuje počet vteřin čekání.

### 3.3.3 Komunikační protokol

Pro dorozumívání mezi ovládací aplikací v počítači a jednotkou s mikroprocesorem byl navržen a implementován následující jednoduchý protokol. Protokol využívá jednoduchých textových příkazů. Pro připojení k jednotce s mikroprocesorem tudíž není třeba navržená aplikace, ale je stavěn tak, aby bylo možné hardwarovou část práce použít i v zapojení s jinými systémy, například to mohou být mobilní telefony, PDA či úplně jiné dostupné komerční systémy, viz 2.4.

Příkazy protokolu se vždy skládají z jednoznačné hlavičky doplněné o parametr. Potvrzení probíhá znaky <CR><LF>. Systém po přijetí a rozeznání příkazu odpoví některou z předem definovaných zpráv. Kompletní popis příkazů a odpovědí je uveden v tabulkách 3.1 a 3.2.

Komunikace probíhá na principu dotazu a odpovědi. Nejprve je ovšem třeba zajistit připojení příslušným příkazem CONNECT. Je-li jednotka s mikroprocesorem schopna naslouchat a vykonávat příkazy, přejde do stavu CONNECTED, o kterém informuje i tazatele stejnou odpovědí. Analogicky se provádí i odpojení od jednotky, a to příkazem DISCONNECT, systém přejde do stavu DISCONNECTED a opět stejně odpoví i tazateli.

Příkaz	Parametr	Popis	Příklad
CONNECT	bez parametru	navázání spojení	CONNECT<CR><LF>
DISCONNECT	bez parametru	ukončení spojení	DISCONNECT<CR><LF>
RC5	adresa + příkaz	odešli RC5 paket	RC50x0701<CR><LF>
RC6	adresa + příkaz	odešli RC6 paket	RC60x2701<CR><LF>
DEL	1;3;5	čekej 1, 3 nebo 5s	DEL3<CR><LF>
REL1	1	sepní relé 1	REL11<CR><LF>
	0	rozeplí relé 1	REL10<CR><LF>
	?	vrať stav relé 1	REL1?<CR><LF>
REL2	1	sepní relé 2	REL21<CR><LF>
	0	rozeplí relé 2	REL20<CR><LF>
	?	vrať stav relé 2	REL2?<CR><LF>
REL3	1	sepní relé 3	REL31<CR><LF>
	0	rozeplí relé 3	REL30<CR><LF>
	?	vrať stav relé 3	REL3?<CR><LF>
REL4	1	sepní relé 4	REL41<CR><LF>
	0	rozeplí relé 4	REL40<CR><LF>
	?	vrať stav relé 4	REL4?<CR><LF>

Tabulka 3.1: Kompletní popis příkazů komunikačního protokolu

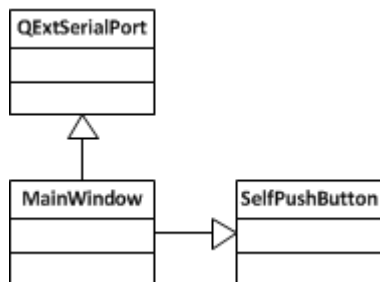
Příkaz	Parametr	Popis	Příklad
CONNECTED	bez parametru	navázání spojení	CONNECTED<CR><LF>
DISCONNECTED	bez parametru	ukončení spojení	DISCONNECTED<CR><LF>
B(—)	RC5	odesílám RC5 paket	B(RC5)<CR><LF>
	RC6	odesílám RC6 paket	B(RC6)<CR><LF>
	DEL	čekám	B(DEL)<CR><LF>
R(—)	RC5	paket RC5 odesán	R(RC5)<CR><LF>
	RC6	paket RC6 odesán	R(RC6)<CR><LF>
	DEL	čekací doba vypršela	R(DEL)<CR><LF>
REL1=	1	relé 1 sepnuto	REL1=1<CR><LF>
	0	relé 1 rozepleno	REL1=0<CR><LF>
REL2=	1	relé 2 sepnuto	REL2=1<CR><LF>
	0	relé 2 rozepleno	REL2=0<CR><LF>
REL3=	1	relé 3 sepnuto	REL3=1<CR><LF>
	0	relé 3 rozepleno	REL3=0<CR><LF>
REL4=	1	relé 4 sepnuto	REL4=1<CR><LF>
	0	relé 4 rozepleno	REL4=0<CR><LF>

Tabulka 3.2: Kompletní popis odpovědí komunikačního protokolu

### 3.3.4 Ovládací aplikace

Jednoduchá ovládací aplikace má za úkol zpracovat uživatelem vytvořený konfigurační soubor, vygenerovat pak grafické prostředí a na uživatelské podměty komunikovat s centrální jednotkou systému.

Základem aplikace je třída `MainWindow`, která využívá další třídy `QExtSerialPort` a `SelfPushButton`.



Obrázek 3.9: Objektový návrh aplikace

Třída `MainWindow` zajišťuje styk s uživatelem. Třída `SelfPushButton` je využívána při generování tlačítkové matice. Samotnou komunikaci aplikace přes seriový port operačního systému obstarává třída `QExtSerialPort` převzatá z [24].

Načtení konfiguračního souboru je řešeno klasickým dialogovým oknem pro otevření souboru, po jeho vybrání a otevření je překresleno hlavní okno aplikace. Při prvním načtení souboru aplikace zapíše potřebné informace do systémových souborů, které již využije při dalším spuštění. Stejně si aplikace ukládá i informace o používaném sériovém portu.

#### Konfigurační soubor

Konfigurační soubor pro vytvoření tlačítek uživatelského rozhraní využívá značkovací jazyk XML (Extensible Markup Language – rozšiřitelný značkovací jazyk). Uživatel si pomocí tohoto jazyka vytváří jednoduchou strukturu popisující matici tlačítek, kdy každé z nich má definovaný jeden nebo více příkazů komunikačního protokolu. Samotná ovládací aplikace se již pak stará a komunikaci s centrální jednotkou systému.

Struktura konfiguračního souboru by měla mít tyto vlastnosti:

- **žádný prázdný element** – soubor nevyužívá prázdných elementů;
- **element *keys*** – kořenový element;
- **element *row*** – definuje nový řádek tlačítek;
- **element *button*** – definuje nové tlačítko v řádku, atribut *name* určuje název tlačítka, atribut *icon* definuje ikonku tlačítka;
- **element *code*** – kód vykonaný při stisku tlačítka, atribut *fb* určuje odpověď na tento kód;

```

1 <keys>
2   <row>
3     <button name="postupne_zapnuti" icon=":/icons/icons/tivo.png">
4       <code fb="REL1=1">REL11</code>
5       <code fb="R(DEL)">DEL1</code>
6       <code fb="REL2=1">REL21</code>
7     </button>
8   </row>
9   <row>
10    <button name="" icon=":/icons/icons/k1.png">
11      <code fb="R(RC6)">RC60x2701</code>
12    </button>
13    <button name="" icon=":/icons/icons/k2.png">
14      <code fb="R(RC6)">RC60x2702</code>
15    </button>
16    <button name="" icon=":/icons/icons/k3.png">
17      <code fb="R(RC6)">RC60x2703</code>
18    </button>
19  </row>
20 </keys>

```

Listing 3.1: Konfigurační soubor - příklad

### 3.3.5 Testování a dosažené výsledky

Testování hardwarové i softwarové části probíhalo již při vývoji. Tato podkapitola je rozdělena do několika částí a to podle řešeného problému.

#### Infra komunikace

Při testování posloužil satelitní přijímač Philips, jehož dálkové ovládání používá RC-6 protokol. Adresa zařízení je 27 (hexadecimální formát). Do zapnutého stavu lze přístroj uvést zasláním příkazu pro jakoukoli číselnou klávesu dálkového ovladače.

Po připojení k centrální jednotce pomocí příkazu `CONNECT` lze tedy zaslat příkaz `RC60x2701` (0x určuje číselný parametr v šestnáctkové soustavě, 27 je adresa zařízení, 01 potom reprezentuje klávesu 1 dálkového ovladače). Mikroprocesor vyhodnotí příkaz a odešle odpovídající paket pomocí infra diody.

Tento přístroj navíc indikuje příjem nějakého kódu blikáním červené LED diody umístěné na jeho předním panelu.

Dosah irda komunikace je v případě tohoto zapojení 4-5m.

#### Digitální výstupy

Předpoklad funkce digitálních výstupů, je připojení spínacích relé. Protože je pro napájení použit 9V stejnosměrný a stabilizovaný zdroj, bylo vhodné tuto hodnotu použít i pro spínání digitálních výstupů. Pokud by bylo využito napětí 5V, při sepnutí relé by hrozilo nebezpečí poklesu potenciálu a třeba i následnému a hlavně nechtěnému resetu mikrokontroleru. Proudové omezení každého výstupu je 100mA. Pokud by byl požadován větší výstupní proud, bylo by třeba použít namísto bipolárního NPN tranzistoru BC546, například některý z výkonových typů – BC337 či BD135.

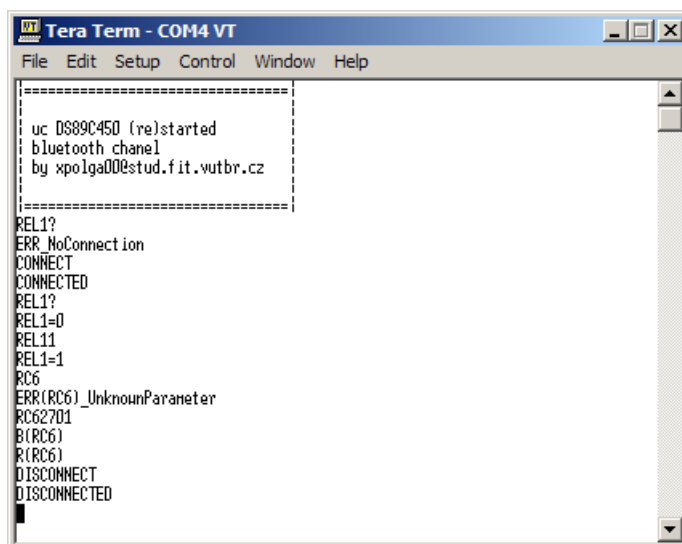
Pro testování a demonstraci digitálních výstupů jsou použity spínací relé. Spínací cívka relé je 9,2V. Na výstupní kontakty je pak možné připojit střídavé napětí až 250V při proudovém omezení 5A.

### Bluetooth komunikace

Anténa Bluetooth modulu je na desce plošných spojů řešena jako měděná cesta odpovídajících parametrů. Modul BTM-112 se řadí do výkonové třídy Class 2, z toho vyplývá i jeho teoretický dosah 10 metrů. Při testování se reálný dosah od teoretického takřka nelišil.

### Komunikační protokol

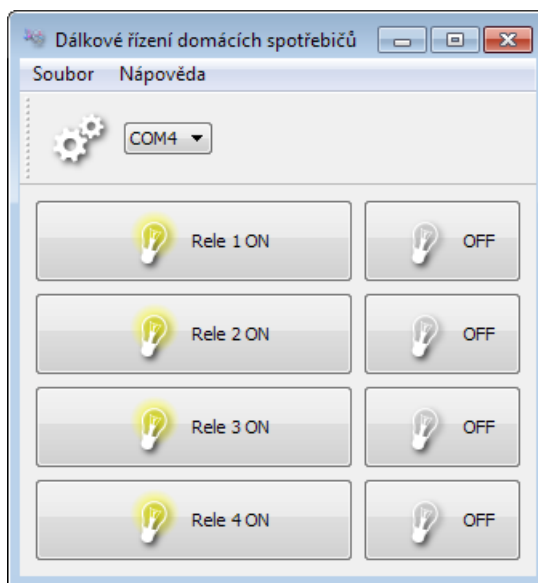
Navržený a implementovaný komunikační protokol centrální jednotky byl testován na osobním počítači pomocí nástroje **Tera Term**[35]. Příklad komunikace ukazuje následující obrázek 3.10.



```
Tera Term - COM4 VT
File Edit Setup Control Window Help
=====
uc DS89C450 (re)started
bluetooth chanel
by xpolga00@stud.fit.vutbr.cz
=====
REL1?
ERR_NoConnection
CONNECT
CONNECTED
REL1?
REL1=0
REL11
REL1=1
RC6
ERR(RC6)_UnkounParameter
RC627D1
B(RC6)
R(RC6)
DISCONNECT
DISCONNECTED
```

Obrázek 3.10: Ukázka komunikace

## Ukázka ovládací aplikace



Obrázek 3.11: ukázka s tlačítky pro spínání digitálních výstupů



Obrázek 3.12: ukázka s jednoduchou klávesnicí a nabídkou výběru sériového portu

# Kapitola 4

## Závěr

Výsledkem této práce je jednoduchý systém pro dálkové řízení domácích spotřebičů, který je schopen obsloužit vybavení typického obývacího pokoje. Systém se skládá z hardwarové části a demonstrační ovládací aplikace spouštěné na osobním počítači. Tato jednoduchá aplikace umožňuje uživateli konfigurovat vlastní vzhled i funkcionalitu.

Hardwarová část systému určuje komunikační protokol, čímž není závislá na použité aplikaci v počítači. Proto je jednoduché připojit tuto část pod správu jiného systému, nebo jako ovládací zařízení využít zcela jiné, jako jsou dnes mobilní telefony, PDA, či oblíbené multimediální tablety. Komunikační protokol byl navržen s co největším zaměřením na přehlednost a jednoduchost.

### 4.1 Možná rozšíření

Systém disponuje dvěma protokoly pro ir komunikaci. Proto by bylo vhodné implementovat i další jako RC-MM[31], NEC[30] či například Sharp protokol[32]. Při takovém počtu by pak bylo užitečné zařadit do systému databázi s přístroji a příslušnými kódy. Ještě výhodnějším řešením by byl ir dekodér, který by zvládl rozeznat jakoukoli přichozí komunikaci a systém by se tak stal více variabilní.

Zařazení komunikace po sériové lince do návrhu systému je další možný způsob rozšíření. Mnoho dnešních přístrojů obsahuje pro komunikaci s okolím i sériový port. V porovnání s ir komunikací je ta sériová jistě bezpečnější a stabilnější. Nevýhodou ale zůstává potřeba kabelové instalace.

Digitální výstupy jsou řešeny pro 9V. Při použití typičtějšího napěťového potenciálu 5V by toto rozhraní našlo širší uplatnění.

# Literatura

- [1] Infrared Data Association. <http://www.irda.org/>, [cit. 2011-05-16].
- [2] Bradáč, Z.: Bezdrátový komunikační standard ZigBee [online]. <http://www.automatizace.cz/article.php?a=638>, Duben 2005, [cit. 2011-02-01].
- [3] CadSoft: EAGLE. <http://www.cadsoft.de>.
- [4] Crestron.com: Crestron [online]. <http://www.crestron.com>.
- [5] cs.wikipedia.org: ZigBee [online]. <http://cs.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>, 2010-04-13 [cit. 2011-02-01].
- [6] cs.wikipedia.org: RS-232 [online]. <http://cs.wikipedia.org/wiki/RS-232>, 2010-10-04 [cit. 2011-01-20].
- [7] cs.wikipedia.org: CSMA [online]. <http://cs.wikipedia.org/wiki/CSMA>, 2010-10-16 [cit. 2011-05-14].
- [8] cs.wikipedia.org: Bluetooth [online]. <http://cs.wikipedia.org/wiki/ZigBee>, 2010-11-05 [cit. 2011-01-25].
- [9] cs.wikipedia.org: Universal Serial Bus [online]. [http://cs.wikipedia.org/wiki/Universal\\_Serial\\_Bus](http://cs.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus), 2011-04-12 [cit. 2011-05-16].
- [10] cs.wikipedia.org: LED [online]. [http://cs.wikipedia.org/wiki/LED\\_dioda](http://cs.wikipedia.org/wiki/LED_dioda), 2011-04-27 [cit. 2011-05-16].
- [11] cs.wikipedia.org: Referenční model ISO/OSI [online]. [http://cs.wikipedia.org/wiki/Referencni\\_model\\_ISO/OSI](http://cs.wikipedia.org/wiki/Referencni_model_ISO/OSI), 2011-04-30 [cit. 2011-05-16].
- [12] cs.wikipedia.org: UART [online]. <http://cs.wikipedia.org/wiki/UART>, 2011-3-6 [cit. 2011-05-14].
- [13] Custom Controls: Touchpanels a Remote Controls. <http://www.customcontrols.co.uk/UserFiles/Images/CrestronTouchpanelFamily.jpg>.
- [14] Embedded Development Tools: <http://www.keil.com>.
- [15] en.wikipedia.org: Bluetooth [online]. <http://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>, 2011-01-06 [cit. 2011-01-25].

- [16] hw.cz: Sériová linka RS-232 [online]. <http://hw.cz/rs-232>, 2005-12-12 [cit. 2011-01-23].
- [17] ictradenet.com: [http://www.ictradenet.com/models\\_pic/175-40-DIP.jpg](http://www.ictradenet.com/models_pic/175-40-DIP.jpg).
- [18] Matoušek, D.: *C pro mikrokontroléry ATMEL AT89S52*. BEN technická literatura, 2007, iSBN 978-80-7300-215-2.
- [19] Matoušek, D.; Brtník, B.: *Programování mikrokontrolérů s jádrem 8051 v jazyce C*. BEN technická literatura, 2010, iSBN 978-80-7300-264-0.
- [20] Maxim Integrated Products: DS89C450 DataSheet [online]. <http://www.maxim-ic.com>, 2007 [cit. 2011-01-08].
- [21] Myslík, V.; Řehák, J.: Teorie datového IR přenosu [online]. [http://hw.cz/docs/irda/irda\\_uvod.html](http://hw.cz/docs/irda/irda_uvod.html), 1998-10-13 [cit. 2011-01-24].
- [22] NARDIC Solutions s.r.o.: <http://www.nardic.cz>.
- [23] octopart: Electronic Parts, Electronic Components, Datasheets. <http://cdn.sigma.octopart.com/9030728/image/Lite-On-LTE-4206.jpg>.
- [24] QextSerialPort Class Reference: <http://qextserialport.sourceforge.net/qextserialport-1.0.x/classQextSerialPort.html>.
- [25] Qt – cross-platform application and UI framework: <http://qt.nokia.com>.
- [26] Rayson: BTM-112 DataSheet [online]. <http://www.rayson.com>, 2006 [cit. 2011-01-23].
- [27] s3art.com: Technology - Crestron System. <http://www.s3art.com/files/images/sprzet/crestron/prodigy/schemat.jpg>.
- [28] SB-Projects: IR remote control: Philips RC-5 [online]. <http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/rc5.htm>, 2009-10-23 [cit. 2011-01-24].
- [29] SB-Projects: IR remote control: Philips RC-6 [online]. <http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/rc6.htm>, 2009-10-23 [cit. 2011-03-10].
- [30] SB-Projects: IR remote control: NEC Protocol [online]. <http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/nec.htm>, 2009-10-23 [cit. 2011-05-16].
- [31] SB-Projects: IR remote control: Philips RC-MM [online]. <http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/rcmm.htm>, 2009-10-23 [cit. 2011-05-16].
- [32] SB-Projects: IR remote control: Sharp Protocol [online]. <http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/sharp.htm>, 2009-10-23 [cit. 2011-05-16].
- [33] scienceprog.com: Alternatives of MAX232 in low budget projects [online]. <http://www.scienceprog.com/alternatives-of-max232-in-low-budget-projects>, 2006-12-06 [cit. 2011-01-10].
- [34] System602.cz: Crestron [online]. <http://www.system602.cz/cs/crestron>, [cit. 2011-02-02].

- [35] Tera Term Home Page:  
<http://hp.vector.co.jp/authors/VA002416/teraterm.html>.
- [36] Šára, Z.; Řehák, J.: Normy pro IR datový přenos [online].  
[http://hw.cz/docs/ir\\_prenos/ir\\_protokoly.html](http://hw.cz/docs/ir_prenos/ir_protokoly.html), 1999-03-04 [cit. 2011-01-24].

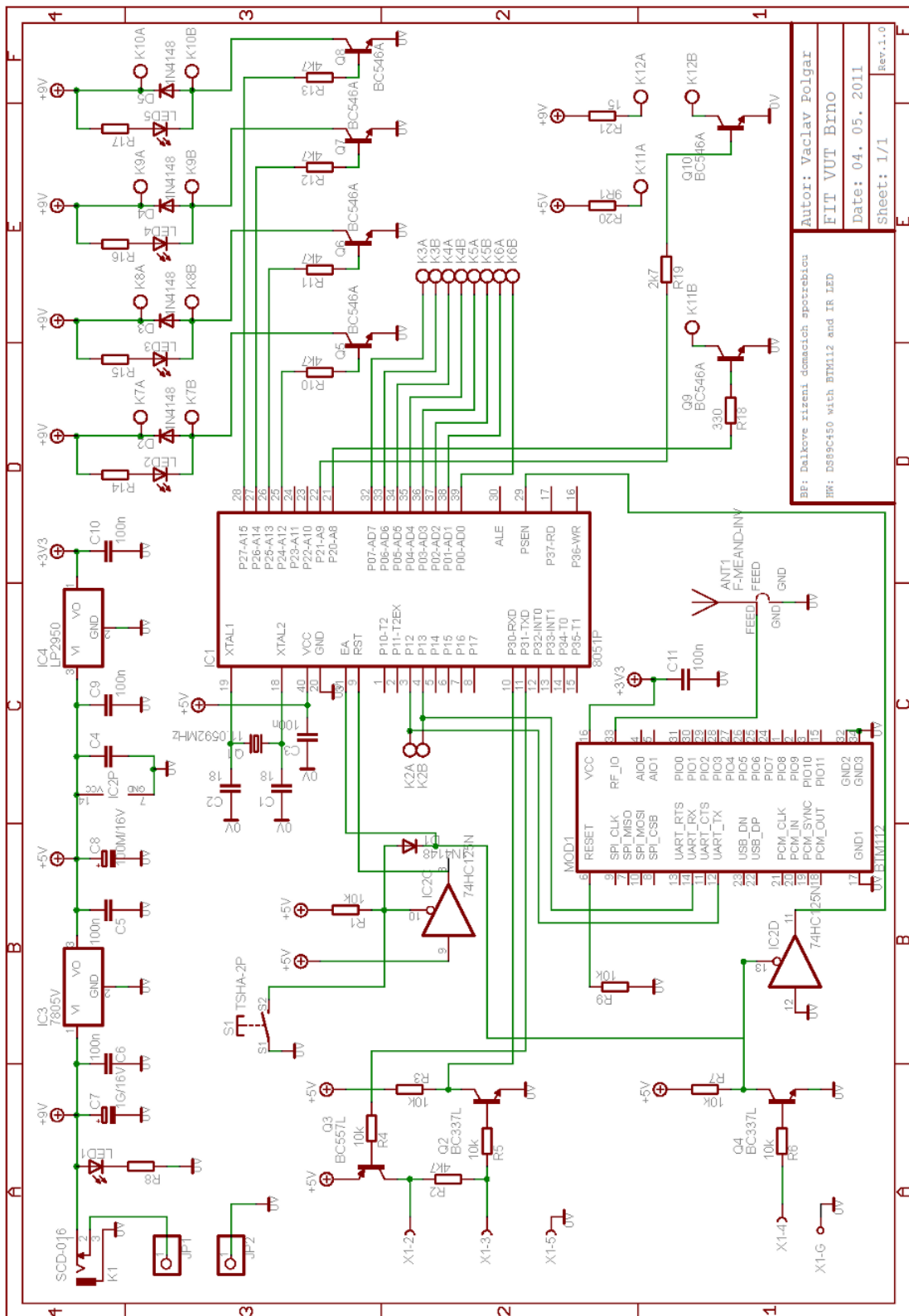
# Seznam příloh

- **A** – Schéma zapojení a soupis použitých součástek
- **B** – Deska plošných spojů
- **C** – Fotografie hardwarové části
- **D** – CD disk obsahující elektronickou verzi této zprávy, celý projekt se zdrojovými kódy ovládací palikace, zdrojové kódy pro mikrokontroler a podklady pro výrobu desky plošných spojů.

## Příloha A

# Soupis použitých součástek a schéma zapojení

IC1		mikroprocesor DS89C450	DIL40
IC2		budič sběrnice 74HC125	DIL14
IC3	+5V, 1A	napěťový stabilizátor 7805	TO220
IC4	+3,3V, 100mA	napěťový stabilizátor LP2950	TO92
MOD1		Bluetooth modul BTM112	
C1, C2	18pF	keramický kondenzátor	
C3 – C6, C9 – C11	100nF	keramický kondenzátor	
C7	1000 $\mu$ F/16V	elektrolytický kondenzátor	
C8	100 $\mu$ F/16V	elektrolytický kondenzátor	
R1, R3 – R7, R9	10k $\Omega$	rezistor	
R2, R10 – R13	4,7k $\Omega$	rezistor	
R14 – R18	330 $\Omega$	rezistor	
R19,	2,7k $\Omega$	rezistor	
R20,	9,1 $\Omega$	rezistor	
R21,	15 $\Omega$	rezistor	
R8,	150 $\Omega$	rezistor	
Q2, Q4	BC337	bipolární NPN tranzistor	TO92
Q3	BC557	bipolární NPN tranzistor	TO92
Q5 – Q10	BC546	bipolární NPN tranzistor	TO92
D1 – D5	75V/0,2A	dioda	DO35
LED2 – LED5	2,5V/20mA	LED dioda – červená	T-1
LED1	2,5V/20mA	LED dioda – zelená	T-1
K1	SCD-016	napájecí konektor – vidlice – 2,1mm	
K2 – K12	ARK550/2EX	svorkovnice do DPS	
S1	TC-0120-Y	mikrospínač 1-pólový	
X1	CAN 15 3Z 90	konektor CANON Female – vidlice	

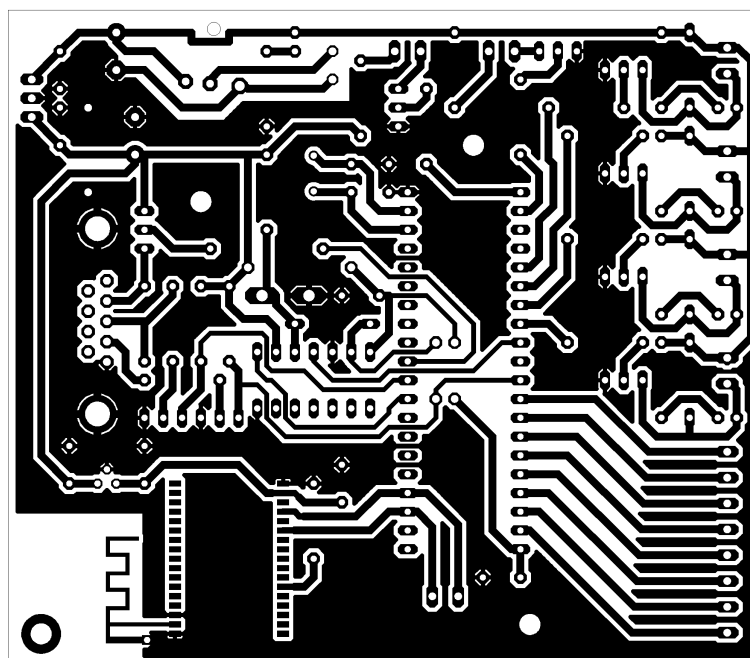


BP: Dávkove řízení dematech sportstábu  
 FIT VUT Brno  
 Date: 04. 05. 2011  
 Sheet: 1/1  
 Rev.1.0

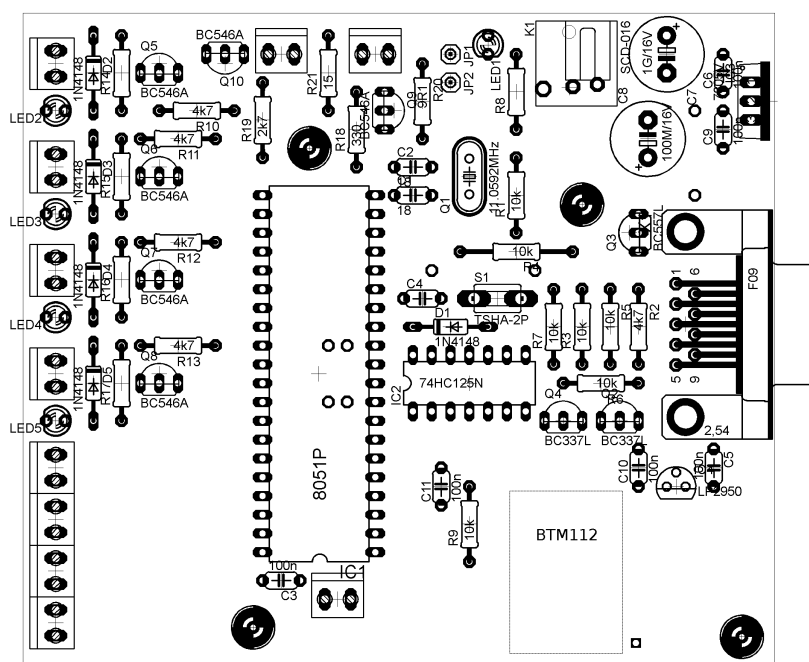
Obrázek A.1: Schéma zapojení

## Příloha B

# Deska plošných spojů



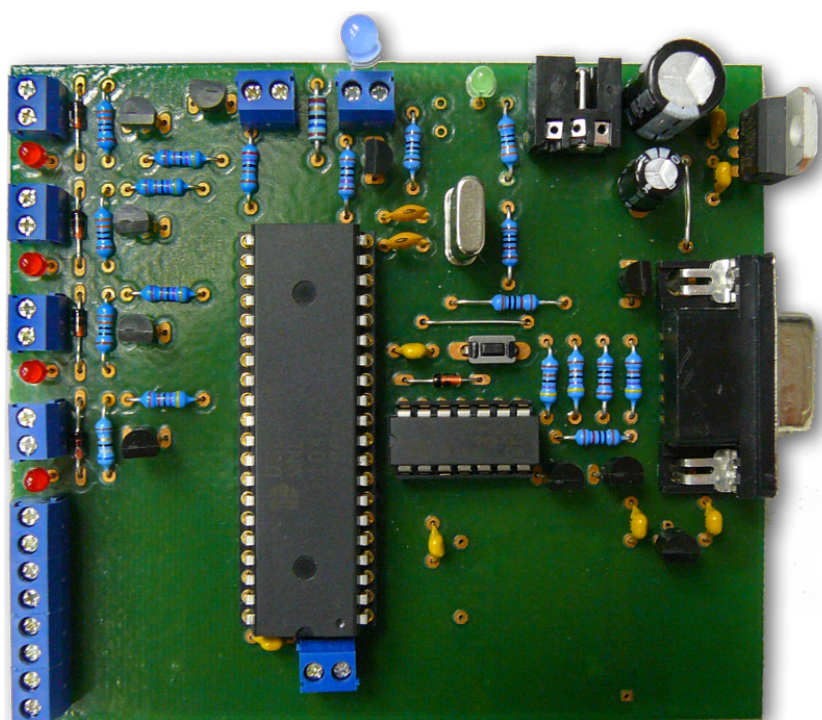
Obrázek B.1: Deska plošných spojů – spodní vrstva mědi



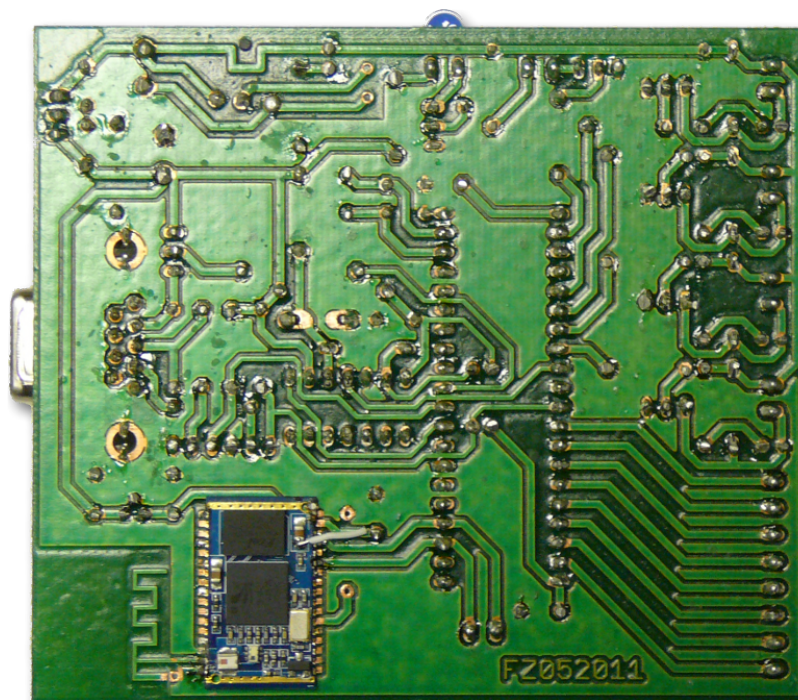
Obrázek B.2: Deska plošných spojů – vrchní strana – rozmístění součástek

## Příloha C

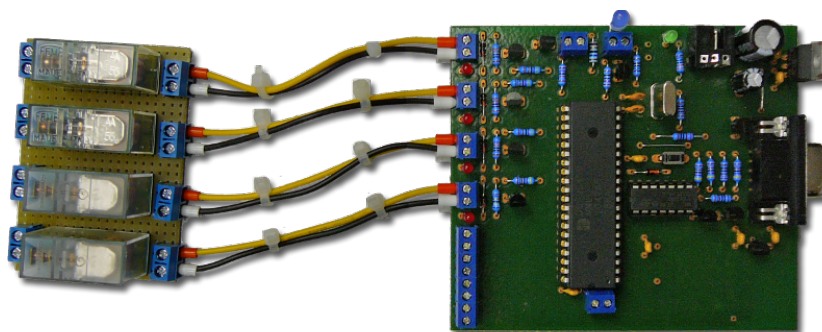
# Fotografie hardwarové části



Obrázek C.1: Osazená deska plošných spojů – vrchní strana



Obrázek C.2: Osazená deska plošných spojů – spodní strana s Bluetooth modulem



Obrázek C.3: Spínací relé připojené do digitálních výstupů