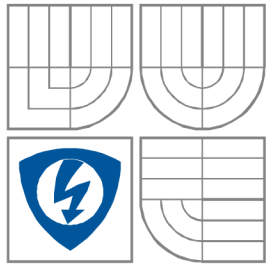


**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLÓGIÍ**  
**ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

# **BEZDRÁTOVÉ DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ LINEÁRNÍHO PŘEVADĚČE**

WIRELESS REMOTE CONTROLLER FOR LINEAR REPEATER

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

Tomáš Veselý

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

Ing. Jaroslav Rumánek

BRNO, 2008

# LICENČNÍ SMLOUVA

## POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

### 1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Tomáš Veselý  
Bytem: Gorkého 848, Chrudim 4, 537 01  
Narozen/a (datum a místo): 6. listopadu 1985 v Chrudimi

(dále jen „autor“)

a

### 2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií  
se sídlem Údolní 53, Brno, 602 00  
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:  
prof. Dr. Ing. Zbyněk Raida, předseda rady oboru Elektronika a sdělovací technika  
(dále jen „nabyvatel“)

### Čl. 1

#### Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- disertační práce
  - diplomová práce
  - bakalářská práce
  - jiná práce, jejíž druh je specifikován jako .....
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Bezdrátové dálkové ovládání lineárního převaděče

Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. Jaroslav Rumánek

Ústav: Ústav radioelektroniky

Datum obhajoby VŠKP: \_\_\_\_\_

VŠKP odevzdal autor nabyvateli\*:

- v tištěné formě – počet exemplářů: 2
- v elektronické formě – počet exemplářů: 2

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

---

\* hodící se zaškrtněte

## Článek 2

### Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
  - ihned po uzavření této smlouvy
  - 1 rok po uzavření této smlouvy
  - 3 roky po uzavření této smlouvy
  - 5 let po uzavření této smlouvy
  - 10 let po uzavření této smlouvy  
(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

## Článek 3

### Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: 6. června 2008

.....  
Nabyvatel

.....  
Autor

## Anotace

Tento projekt pojednává o problematice bezdrátového dálkového ovládání lineárního převaděče. Realizace je rozdělena do dvou funkčních bloků. První blok je obvod zaměřený na vkládání pokynů od uživatele, zpracování informace, zobrazení aktuálního nastavení a odeslání informace o povelích. Druhý blok se zabývá zpracováním příchozí informace od prvního bloku a vykonáním tohoto povelu. Oba bloky jsou řízeny pomocí mikroprocesorů.

## Annotation

The project deals with the problems of the wireless remote control of the linear repeater. The implementation is divided into two function parts. The first part is a network focusing on the input of instructions by the user, processing of the information, displaying the actual setting and sending the information on the given instructions. The second part deals with processing of the given information from the first part and its discharging. Both parts are controlled by the microprocessors.

### Klíčová slova:

dálkové ovládání  
bezdrátové  
mikroprocesor  
LCD displej  
rádiové frekvence  
vysílač  
přijímač  
transceiver  
I2C sběrnice

### Key words:

remote controller  
wireless  
microprocessor  
LCD display  
radio frequency  
transmitter  
acceptor  
transceiver  
I2C bus

### **Bibliografická citace**

- 1) Veselý, T. *Bezdrátové dálkové ovládání lineárního převaděče: Semestrální projekt 1*. Brno: FEKT VUT v Brně, 2007. 10 s.
- 2) Veselý, T. *Bezdrátové dálkové ovládání lineárního převaděče: Semestrální projekt 2*. Brno: FEKT VUT v Brně, 2008. 22 s.

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Bezdrátové dálkové ovládání lineárního převaděče jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne 6. června 2008

.....  
podpis autora

## Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Jaroslavu Rumánkovi za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne 6. června 2008

.....  
podpis autora

# Obsah:

1.	Úvod .....	7
2.	Teoretický rozbor .....	8
2.1.	Pásmo 868 MHz .....	9
2.2.	Dvoustavové vysokofrekvenční digitální modulace .....	9
3.	Řešení .....	11
4.	Návrh systému .....	12
5.	Obvodové řešení .....	13
5.1.	Ovladač .....	13
5.1.1.	Napájení .....	14
5.1.2.	Řídící jednotka .....	14
5.1.3.	Instrukční jednotka .....	15
5.1.4.	Zobrazovací jednotka .....	16
5.1.5.	Komunikační rozhraní USB .....	16
5.2.	Přijímač .....	18
5.2.1.	Napájení .....	19
5.2.2.	Řídící jednotka .....	19
5.2.3.	Výstupní rozhraní .....	20
6.	Software .....	21
6.1.	Ovladač .....	21
6.1.1.	Vývojový diagram .....	21
6.1.2.	Popis programu .....	22
6.1.3.	Popis jednotlivých programů ovladače .....	22
6.2.	Přijímač .....	27
6.2.1.	Vývojový diagram .....	27
6.2.2.	Popis programu .....	27
7.	Závěr .....	28
	Literatura .....	29
8.	Použité zkratky .....	30
9.	Přílohy .....	31

## Seznam obrázků:

Obr. 1:	Dvoustavové vysokofrekvenční digitální modulace[4].....	9
Obr. 2:	Modulátor FSK.....	10
Obr. 3:	Blokové uspořádání celého systému .....	12
Obr. 4:	Blokové zapojení ovladače.....	13
Obr. 5:	Ovladač – foto1 .....	13
Obr. 6:	Blok napájení ovladače .....	14
Obr. 7:	Řídící jednotka - Zapojení mikroprocesoru ovladače .....	15
Obr. 8:	Zapojení instrukční jednotky.....	15
Obr. 9:	Zapojení LCD displeje .....	16
Obr. 10:	Zapojení převodníku USB rozhraní .....	17
Obr. 11:	Blokové zapojení přijímače.....	18
Obr. 12:	Přijímač – foto2.....	18
Obr. 13:	Blok napájení přijímače .....	19
Obr. 14:	Řídící jednotka - Zapojení mikroprocesoru přijímače .....	19
Obr. 15:	Zapojení výstupního rozhraní přijímače .....	20
Obr. 16:	Vývojový diagram hlavního programu ovladače .....	21
Obr. 17:	Struktura odesílaného Bytu .....	22
Obr. 18:	Vývojový diagram hlavního programu přijímače .....	27

## Seznam příloh:

Příloha 1 -	Schéma zapojení – ovladač .....	32
Příloha 2 -	Schéma zapojení – přijímač .....	33
Příloha 3 -	Osazovací výkresy – ovladač .....	34
Příloha 4 -	Osazovací výkresy – přijímač .....	35
Příloha 5 -	Desky plošného spoje – ovladač .....	36
Příloha 6 -	Desky plošného spoje – přijímač .....	37
Příloha 7 -	Seznam součástí – ovladač .....	38
Příloha 8 -	Seznam součástí – přijímač .....	39
Příloha 9 -	Mechanický výkres – ovladač.....	40
Příloha 10 -	Mechanický výkres – přijímač .....	41
Příloha 11 -	Obrázek labelu ovladače i přijímače .....	42
Příloha 12 -	Technická specifikace .....	43
Příloha 13 -	Uživatelský manuál .....	44



# 1. Úvod

Problematika dálkového bezdrátového ovládání (DBO) existuje již mnoho desítek let. Z počátku bylo hlavním cílem zajistit bezpečnost při určitých, nejvíce vojenských a průmyslových, činnostech. Původní metalická komunikace byla nahrazována bezdrátovou komunikací.

Postupem času se dálkové bezdrátové ovládání začínalo adaptovat do běžných činností a začalo plnit kromě bezpečnostního opatření i možnost komfortnějšího ovládání spotřebičů patřících k běžnému životu.

Ovládání některých zařízení se zcela přesunulo do modulu ovladače a veškeré nastavení a obsluha se provádí výhradně dálkovým bezdrátovým ovládáním.

V dnešní době je užívání dálkových bezdrátových ovládání součástí běžného života. Všeobecně je využití dálkového bezdrátového ovládání velmi časté. Přes ovládání domácích spotřebičů, audiovizuální techniky, ovládání dveří, vrat a bran. V zabezpečovací technice je dálkový systém pro běžného uživatele nejčastějším způsobem ovládání. Není problém, zapnout si vytápění chaty několik hodin před příjezdem pomocí sítě GSM, což znamená prakticky odkudkoli na světě.

V průmyslu přispívá využití systému bezdrátové komunikace tohoto typu především ke zvýšení bezpečnosti a efektivity práce. Nejvýznamnější zastoupení by mohlo tvořit ovládání jeřábů, nakladačů a dalších typů těžké techniky, kdy se člověk ovládající toto zařízení může pohybovat volně po pracovišti a ovládat zařízení, z místa, kde má nejlepší kontrolu nad vykonávanou činností. Dalším odvětvím jsou zkoušky vozidel, při kterých hrozí bezprostřední nebezpečí pro případnou přímou obsluhu. Testovaná zařízení jsou tedy dálkově ovládána.

Vlastní kapitolou by mohlo být dálkové bezdrátové ovládání v oblasti vojenství. Lze zmínit ovládání velkého množství bezpilotní techniky, zkušební odpalování testovaných zbraní a také jejich zneškodňování dálkově řízenými roboty.

Cílem tohoto projektu je navrhnout a vytvořit DBO pro univerzální použití. To znamená vytvořit dva moduly, které budou bezdrátově spojeny. Pomocí jednoho modulu bude ovládáno periferní zařízení připojené k druhému modulu. Protože bude toto DBO určeno pro univerzální použití, bude třeba vybavit oba moduly signalizací o aktuálním nastavení.

## 2. Teoretický rozbor

Z úvodu je patrné, že využití dálkového bezdrátového ovládání je nesmírně velké. Za účelem realizace systémů v takto širokém poli působení bylo vyvinuto mnoho způsobů komunikace mezi těmito zařízeními. Z pohledu metody realizace spojení mezi vysílačem a přijímačem lze komunikaci rozdělit na akustickou, radiovou a optickou.

Akustické ovládání představuje poměrně úzké využití v domácnosti. Jedná se o zařízení reagující na zvuk či jednoduchá slova. Tímto zařízením lze ovládat například osvětlení. Existují již systémy schopné s člověkem akusticky komunikovat a zpracovávat i složitější slovní příkazy, ale zatím se jedná spíše o experimentální zařízení.

Nejvýznamnější zástupce z oblasti optické komunikace je zařízení využívající infračervené (IR) spektrum. Pro funkčnost tohoto systému je třeba viditelný kontakt dálkového ovládání s ovládaným zařízením. IR dálková ovládání jsou v převážné většině využita při ovládání spotřební elektroniky v domácnosti. Toto zařízení má nevýhodu krátkého dosahu několika metrů a je zde možnost, že zařízení nemusí fungovat při velmi vysokém osvětlení.

Oblasti rádiového signálu je dnes pro DBO nejperspektivnější. Lze zde využít velmi širokého frekvenčního spektra ve spojitosti se zaměřením daného DBO. Nejvýznamnějšími systémy jsou:

Frekvence používané modeláři jsou 13 MHz, 27 MHz, 35 MHz a 40 MHz při frekvenční modulaci s maximálním vyzařovaným výkonem do 1W. Nově se začíná používat i PCM modulace na nosném kmitočtu 2 GHz.

**BlueTooth** pracuje v ISM pásmu 2,4 GHz (stejném jako u Wi-Fi). K přenosu využívá metody FHSS, kde během jedné sekundy je provedeno 1600 skoků (přeladění) mezi 79 frekvencemi s rozestupem 1 MHz. Tento mechanismus má zvýšit odolnost spojení vůči rušení na stejné frekvenci. Je definováno několik výkonových úrovní (2,5 mW, 10 mW, 100 mW) s nimiž je umožněna komunikace do vzdálenosti cca 10 – 100 m. Značné využití Bluetooth nachází při dálkovém ovládání na kratší vzdálenosti, například autorádií [1].

**ZigBee** je nový nízkorychlostní standard bezdrátové komunikace, zaměřený především na oblasti automatizace a řídicí techniky. Jedná se o bezdrátovou komunikační technologii schválenou jako mezinárodní standard nadnárodní organizací ZigBee Alliance a standardizační organizací IEEE. Tato perspektivní bezdrátová komunikační technologie najde uplatnění zejména v takových oborech, jako jsou řízení budov, dálkové ovládání, monitorování a diagnostika zařízení, vzdálené čtení měřených hodnot, počítačové periferie nebo spotřební elektronika. Z globálního hlediska technologie využívá pásmo ISM 2,4 GHz s 16 kanály a přenosovou rychlostí 250 kb/s, v Evropě je využíváno pásmo 868 MHz s jedním kanálem a přenosovou rychlostí 20 kb/s [2].

Původním cílem **Wi-Fi** sítí bylo zajišťovat vzájemné bezdrátové propojení přenosných zařízení a dále jejich připojování na lokální (např. firemní) síť LAN. S postupem času začal být silný potenciál této technologie využíván i k bezdrátovému připojení do sítě Internet v rámci rozsáhlejších lokalit. Pomalé počáteční rozšiřování Wi-Fi technologie bylo prudce akcelerováno její integrací do mobilní platformy Centrino společnosti Intel. Nejen díky ní se tak Wi-Fi stala standardní součástí mobilních počítačů. Wi-Fi se rozšířilo hlavně díky využívání bezlicenčního pásma, což má negativní důsledky ve formě silného zarušení příslušného frekvenčního spektra a dále častých bezpečnostních incidentů. Využití Wi-Fi DO je také převážně u výpočetní techniky, zde ovšem zařízení nemají tak velký vysílací výkon, čímž se zmenšuje i akční rádius tohoto zařízení [3].

## 2.1. Pásmo 868 MHz

Kmitočet **868 MHz** je široce využíván v systémech domovního zabezpečení, autoalarmech, dálkovém ovládání bran a hlášení senzorů. Je zde využívána amplitudová a hlavně pro digitální přenos frekvenční modulace FSK. Toto pásmo je ve frekvenční tabulce s označením g normy VO-R/10/03.2007-04. Je zde povolen maximální vysílaný výkon 25 mW e.r.p.. Kanálová rozteč není stanovena, pro přenos signálu může být využito celé pásmo dle údajů uvedených v normě.

## 2.2. Dvoustavové vysokofrekvenční digitální modulace

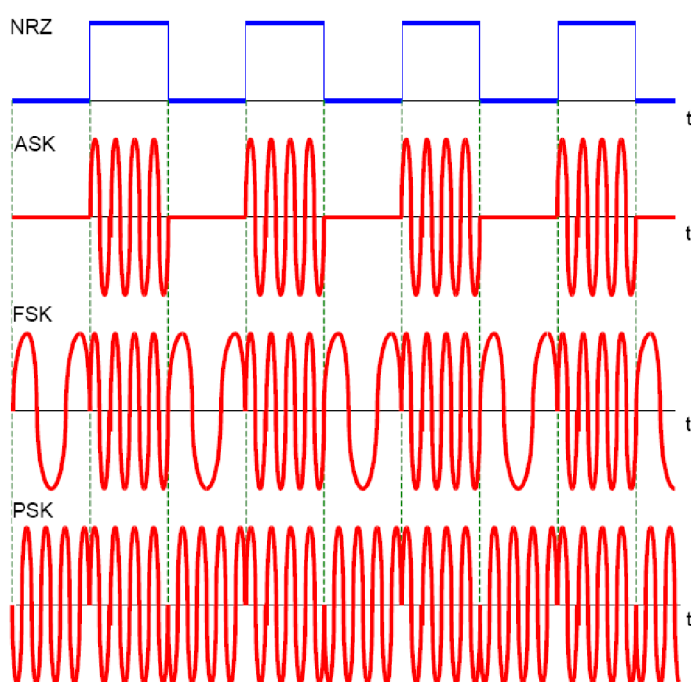
Digitálním modulačním signálem můžeme ovlivňovat amplitudu, frekvenci nebo fázi vysokofrekvenční nosné vlny. Uvedené možnosti názorně ukazuje obr. 1.

Rozlišujeme následující typy modulací:

**a) ASK** (amplitude shift keying) - informace je přenášena změnou amplitudy vysokofrekvenční nosné vlny; na obr. 1 logické nule odpovídá nulové, logické jedničky největší vysokofrekvenční napětí;

**b) FSK** (frequency shift keying) - informace je přenášena změnou frekvence vysokofrekvenční nosné vlny; na obr. 1 logické nule odpovídá vysokofrekvenční napětí jedné (na obr. nižší) frekvence, logické jedničky druhé (na obr. vyšší) frekvence;

**c) PSK** (phase shift keying) - informace je přenášena změnou fáze vysokofrekvenční nosné vlny; na obr. 1 logické nule odpovídá vysokofrekvenční napětí o určité fázi ( $180^\circ$ ), logické jedničky vysokofrekvenční napětí přesně opačné fáze ( $0^\circ$ ).



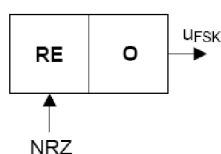
Obr. 1: Dvoustavové vysokofrekvenční digitální modulace [4]

Předností dvoustavových modulací je relativně velká imunita vůči šumu a interferencím. Nedostatkem dvoustavových modulací je velký požadavek na šíři pásma a tím malá spektrální účinnost.

U modulace ASK je informace přenášena změnou amplitudy vysokofrekvenčního napětí, jeho fáze nenese žádnou informaci (proto je v principu možné použít i modulace s jedním postranním pásmem VSB = vestigial side band).

Pro modulaci FSK odpovídá logické nule signálu NRZ jedna, logické jedničce druhá frekvence vysokofrekvenčního napětí. Amplituda tohoto napětí nenese žádnou informaci.

Modulátor FSK je nejčastěji tvořen skokově přeladovaným oscilátorem, který postupně generuje potřebné dvě frekvence podle stavu modulačního vstupu (podle signálu NRZ). Jedná se většinou o oscilátor O (oscilátor LC), jehož rezonanční obvod je přeladován reaktančním elementem RE (obr. 2). Pro nižší frekvence můžeme použít stabilního klopného obvodu, který je přeladován vloženým stejnosměrným napětím, jež představuje signál NRZ. Jako demodulátor může být použit jakýkoliv demodulátor FM s následným úrovnňovým diskriminátorem, který rozliší úrovně 0 a 1.



*Obr. 2: Modulátor FSK*

PSK je hojně využívanou modulací. Logické nule signálu NRZ odpovídá jedna, logické jedničce druhá fáze vysokofrekvenčního napětí. Vzájemný fázový posuv je zpravidla  $180^\circ$  [4].

### 3. Řešení

S ohledem na požadavky kladené na zařízení, kterými jsou: univerzální použití, potřeba zobrazení aktuálního stavu nastavení, jednoduchost připojení ovládaného periferního zařízení, je ovládací modul (ovladač) vybaven podsvíceným LCD displejem. Pro ovládání a nastavení je navrhnut systém šestice tlačítek, které svým rozmístěním a popisky zaručují intuitivní ovládání. Druhý modul (přijímač), určen pro připojení ovládaného periferního zařízení. Je realizován 16ti páry výstupních svorek, které jsou spínány tranzistorem výstupního optočlenu. Pro indikaci stavu jednotlivých výstupů jsou u každého výstupu LED diody.

Oba moduly jsou řízeny mikroprocesory. Pro účely tohoto systému není ovládání pomocí mikroprocesoru nezbytnou nutností, ale implementací této řídicí jednotky se značně rozšířily možnosti konstrukce tohoto systému. Díky mikroprocesoru je možno vkládat nastavení a kontrolovat celý systém přehledně z LCD displeje. Dále umožňuje budoucí rozšíření komunikace ovladače s PC pomocí periferního USB rozhraní. Dalším důležitým požadavkem při realizaci zařízení je komunikativnost po I2C sběrnici.

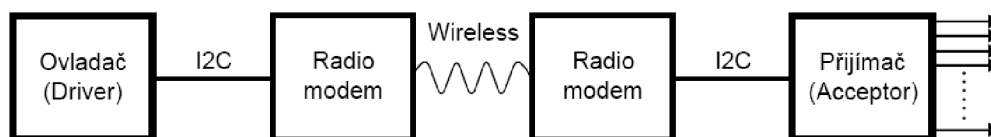
Pro přenos informace je vybrán systém rádiové komunikace na frekvenci 868MHz. Tento systém zajišťuje možnost vzdálenější komunikace bez nutnosti přímé viditelnosti. Konstrukce vysílacího i přijímacího zařízení DBO nevyžaduje díky relativně vysokému kmitočtu velké konstrukční prvky anténního zařízení a přenosová rychlost je na tomto kmitočtu naprosto dostačující. Ke zprostředkování komunikace je použit rádiový modem (transceiver), který s oběma moduly komunikuje prostřednictvím I2C sběrnice.

## 4. Návrh systému

Systém dálkového bezdrátového ovládání je třeba rozdělit na dva moduly. Modul zadávání příkazů, ovladač (Driver), který je doplněn zobrazovacím zařízením. Druhý modul, přijímač (Acceptor) vyhodnocuje přijaté informace a vykonává zadané příkazy. Oba tyto moduly jsou připojeny na rádiový modem (transceiver RM868). Komunikace uvnitř modulů probíhá protokolem I2C.

Modem R868 pracuje v pásmu SRD 868MHz, využívá 8 kanálů o šířce 9,6kHz s odstupem 25kHz při maximálním vysílacím výkonu 5dBm a hloubkou modulace  $\pm 2,5$ kHz. Modem využívá modulace FSK s kódováním NRZ. Vzhledem ke skutečnosti, že modemy RM868 jsou do systému zařazeny jako již hotový funkční blok, nebude v tomto projektu více probírán konečný bezdrátový přenos, je zde řešena pouze problematika modulů ovladače a přijímače, kteří s modemy komunikují pomocí protokolu I2C.

Rozdělení systému je patrné na obr. 3.



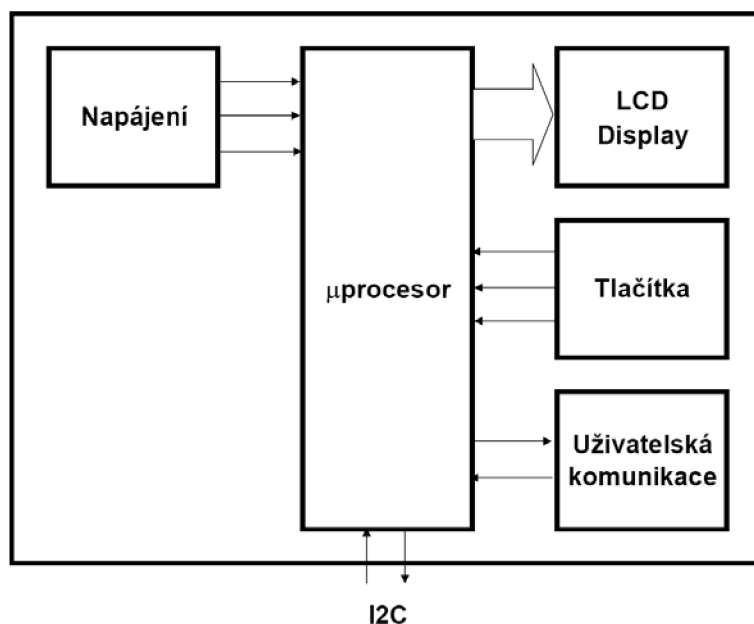
Obr. 3: *Blokové uspořádání celého systému*

Jednotlivé bloky systému jsou postupně rozebrány a vysvětleny. Celková schémata zapojení, návrhy plošných spojů, osazovací výkresy a celá konstrukční dokumentace je obsažena v přílohách.

# 5. Obvodové řešení

## 5.1. Ovladač

Obvod ovladače je realizován pěti základními bloky dle obr. 2. Modul je řízen mikroprocesorem, který komunikuje po I2C s modemem, slouží jako vkládací zařízení a zprostředkovává zobrazení nastavení s menu zařízení. Napájení je navrženo univerzálně pro připojení adaptéru či jiného zdroje s napětím v rozmezí 7,5 až 9V při maximálním odběru zhruba 630mA stejnosměrných. Pro zobrazení je zvolen podsvícený LCD display 16x2 zobrazovacích segmentů 8x5 bodů. Jako vkládací blok je zvoleno 6+1 tlačítka. Pro pozdější uživatelskou komunikaci s PC je modul vybaven USB rozhraním.



Obr. 4: Blokové zapojení ovladače

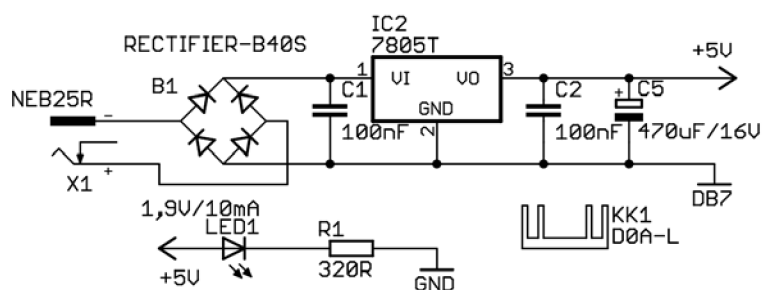


Obr. 5: Ovladač – foto 1

### 5.1.1. Napájení

S ohledem na přítomnost mikroprocesoru ATmega16, je třeba vytvořit pro celý blok napájení 4,5 – 5,5V stejnosměrných. Za tímto účelem lze vstupní napětí stabilizovat pomocí zapojení se zenerovou diodou, pomocí stabilizátorů řady 7805, LM317, nebo pomocí stabilizátorů se zapojením operačních zesilovačů a tranzistorů.

Blok je realizován tak, aby bylo možno systém napájet univerzálním adaptérem, nebo zdrojem s výstupními hodnotami napětí 7,5 – 9V při proudu 630mA stejnosměrných. Za napájecím konektorem je zařazen graetzův usměrňovač. Tento usměrňovač slouží k převodu neznámé polaroty napájecího zařízení na potřebnou polaritu. Pro stabilizaci je použit stabilizátor 7805, který je chopen stabilizovat napětí v systému do potřebného rozsahu a to až do maximálního proudu 1A. Stabilizátor je zablokovan proti rozkmitání dvěma 100nF kondenzátory. Pro vyhlazení je v zapojení elektrolytický kondenzátor 470uF, který je schopen vyhladit napěťové skoky při stisku tlačítka, nebo při vypínání a zapínání podsvícení displeje. K indikaci přítomnosti napájecího napětí slouží LED dioda zapojená v sérii s rezistorem.



Obr. 6: Blok napájení ovladače

### 5.1.2. Řídící jednotka

Řídící jednotka je realizována mikroprocesorem ATmega16. Jedná se osmibitový mikroprocesor s malým odběrem energie, tzn., že v aktivním režimu je odběr vlastního mikroprocesoru 1,1mA. Tento procesor vyhovuje rozhraním i svými parametry. Velké pozitivum tohoto procesoru je v univerzálním použití a velkém množství aplikací, ve kterých mikroprocesor již úspěšně funguje.

K napájení mikroprocesoru je potřeba napětí v rozmezí 4,5 – 5,5V stejnosměrných. Mikroprocesor disponuje čtyřmi vstupně výstupními porty po osmi pinech. Na těchto portech jsou obsaženy i piny pro druhotné funkce, např. časovač/čítač, ISP rozhraní, JTAG rozhraní, rozhraní pro I2C sběrnici a další. V obvodu je implementováno 16kB programovatelné FLASH paměti, 512B paměti EEPROM a 1kB interní SRAM paměti.

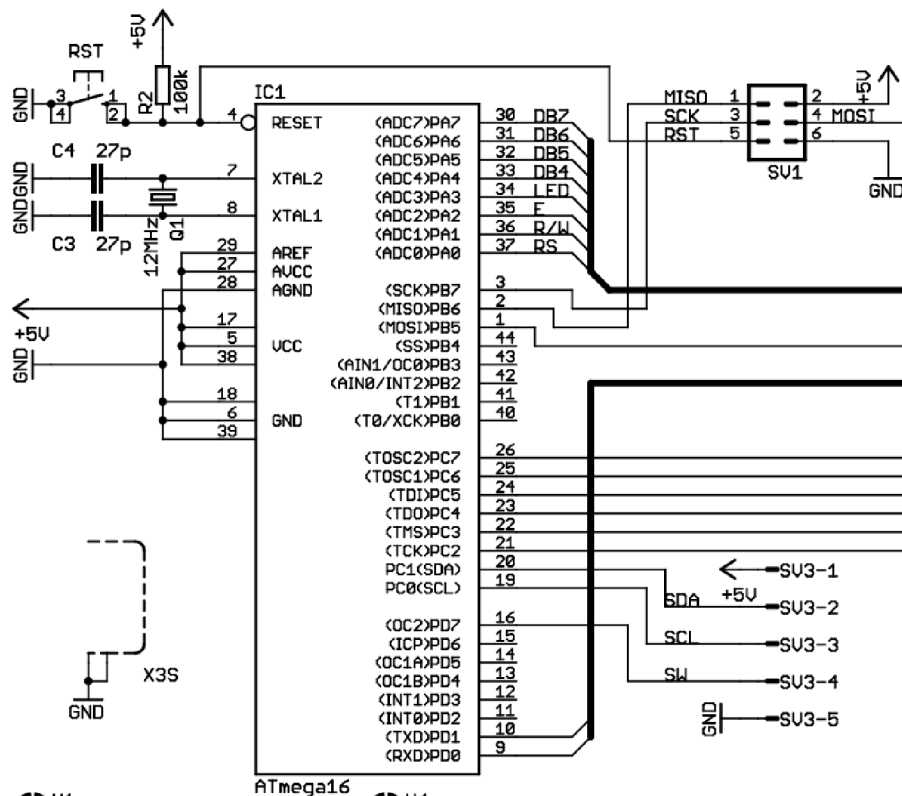
Ke všem pinům portu A je připojen LCD display dle doporučeného zapojení pro čtyřbitovou datovou komunikaci [6]. K pinům 2 až 7 portu C jsou připojena jednotlivá tlačítka. Z mikroprocesoru jsou vyvedeny komunikace ISP pro programování procesoru, I2C pro připojení k modemu a pár TX a RX pro komunikaci s převodníkem FT323BM pro USB rozhraní.

Základní zapojení je převzato z datasheetu výrobce [5]. Napájení +5V je připojeno na piny VCC, AVCC a AREF. Zem je připojena na napájecí pin GND a referenční pin AGND. Na piny XTAL1 a XTAL2 je připojen krystal 12MHz, který je přes kondenzátory C2 a C3 připojen na zem. Vlastní krystal není pro funkci mikroprocesoru nezbytně nutný, protože mikroprocesor disponuje vlastním interním oscilátorem. Vzhledem k aplikaci uživatelského připojení modulu ovladače k počítači pomocí rozhraní USB realizovaném pomocí obvodu FT232BM, je třeba tento externí krystalový oscilátor připojit. Funkce reset mikroprocesoru je



realizována tlačítkem. Tlačítko je kontaktem připojeným na pin RESET přivedeno přes rezistor R5 na napětí +5V. Druhý kontakt tlačítka je připojen k zemi, což znamená, že v době stlačeného tlačítka je na pinu RESET nulové napětí, čili nízká úroveň.

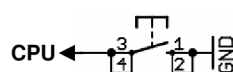
Piny portu A slouží k ovládání a komunikaci s displejem. Na port B piny MISO, MOSI a SCK je připojen šestipinový konektor ISP, který slouží k programování mikroprocesoru. Na port C piny SCL a SDA je připojen konektor pro I2C komunikaci s radiovým modemem a vysílání ovládací informace pro přijímač. Ke zbylým pinům portu C jsou připojeny mikrosvínače realizující instrukční jednotku. Port D piny TXD a RXD jsou vyhrazeny k připojení převodníku pro uživatelskou komunikaci USB.



Obr. 7: Řídící jednotka - Zapojení mikroprocesoru ovladače

### 5.1.3. Instrukční jednotka

Instrukční jednotka představuje 6 mikrosvínačů. Jedem kontakt každého mikrosvínače je připojen na zem GND. Druhý kontakt je připojen na jeden z pinu 2 až 7 portu C mikroprocesoru. Na pinech mikroprocesoru jsou aktivovány Pull-Up rezistory. Tato funkce provede to, že na piny je přes velkou impedanci přivedeno napájecí napětí. V klidu je tedy na pinu vysoká úroveň. Stisknutím mikrosvínače se pin uzemní a je na něm tedy nulové napětí, čili nízká úroveň. Ochrana proti několikanásobným zákmitům při stisku tlačítka je realizována softwarově zpožděním po každé první indikaci nízké úrovně.



Obr. 8: Zapojení instrukční jednotky

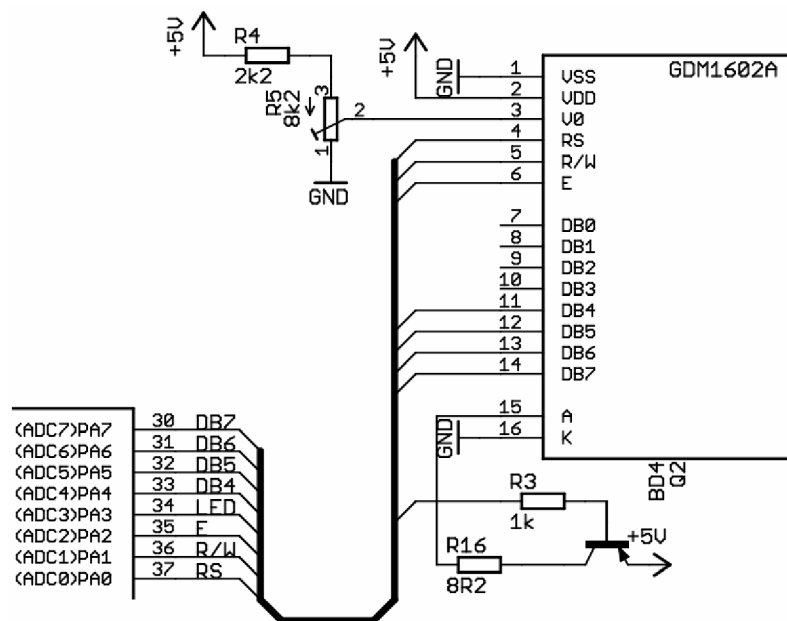
#### 5.1.4. Zobrazovací jednotka

Jako zobrazovací jednotka je vybrán LCD display GDM1602A firmy Xiamen Ocular. Tento displej disponuje dvěma řádky po šestnácti zobrazovacích segmentech. Každý segment má 8x5 maticově uspořádaných zobrazovacích bodů.

Zapojení displeje vychází z doporučeného zapojení od výrobce a z již ověřených funkčních aplikací.

Display je napájen +5V na kontakt VDD. Zem je připojena na kontakty VSS pro obvod zobrazení a K pro obvod podsvícení. Kontakty RS, R/W a E slouží k ovládní modulu displeje. Na porty DB4 až DB7 jsou přivedeny datové informace pro obsah zobrazení. Rezistory R4 a trimr R5 slouží k nastavení kontrastu obrazových bodů. Tranzistor Q2 a rezistor R3 ovládají podsvícení displeje, které taktéž spínáno mikroprocesorem.

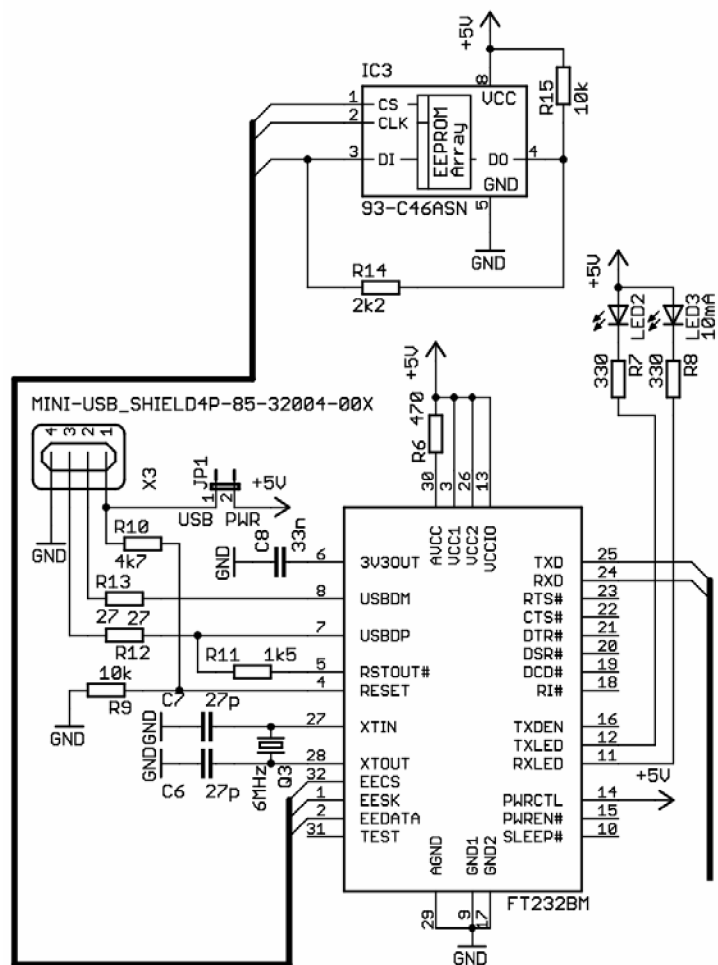
Ovládní modulu se, jak již bylo řečeno, provádí pomocí napětových úrovní přivedených na kontakty RS, R/W a E. Kontakt E slouží k inicializaci komunikace s displejem, v případě kladného pulzu je displej připraven ke komunikaci. Kontakt RS přepíná mezi komunikací na úrovni „ovládací informace/data k zobrazení“. Je-li na vstup přivedena log.0, displej přijímá ovládací informace, je-li na vstupu log.1, displej přijímá data k zobrazení. Kontaktem R/W se přepíná mezi módem čtení a zápisu na display. Úroveň log.1 odpovídá čtení z displeje, log.0 je mód zápisu na displej.



Obr. 9: Zapojení LCD displeje

#### 5.1.5. Komunikační rozhraní USB

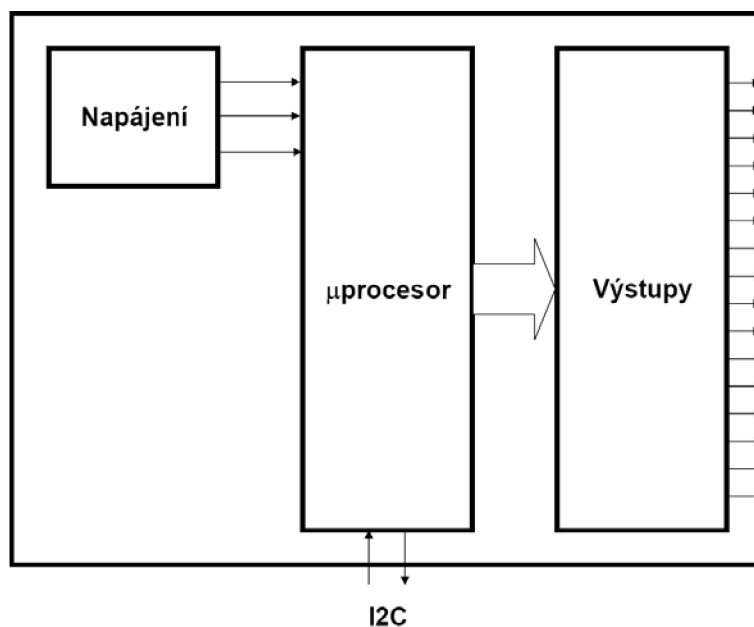
K realizaci tohoto bloku je použito převodníku FT232BM, který je připojen piny TX a RX k mikroprocesoru. Výstupem tohoto obvodu je USB rozhraní. Napájení obvodu vyžaduje +5V DC, nebo +3,3V DC. Napájení lze realizovat z celkového napájení systému +5V, nebo je možné napájet obvod přímo z USB konektoru, čili z připojeného počítače. K obvodu je připojena paměť EEPROM, která zajišťuje, při připojení k PC, předání informací o modulu pomocí plug and play. Jumper JP1 slouží k propojení napájecího systému modulu s napájecím systémem PC. Led diody LED2 a LED3 indikují probíhající komunikaci s mikroprocesorem. Na piny XTIN a XTOUT je připojen krystal 6MHz, který je přes kondenzátory C6 a C7 připojen na zem. Celé zapojení je realizován dle doporučení výrobce z datasheetu [7].



Obr. 10: Zapojení převodníku USB rozhraní

## 5.2. Přijímač

Napájení bloku je, stejně jako u ovladače, řešeno tak, aby bylo možno napájet modul adaptérem či zdrojem s parametry napětí 7,5 – 9V stejnosměrných při odběru proudu maximálně 680mA. Řídicí jednotka obsahuje taktěž mikroprocesor typu ATmega16. Výstupní obvod je realizován optočleny, které jsou zapojeny v sérii s LED diodami a jejichž výstupní kontakty jsou vyvedeny jako výstupy na WAGO svorkovnice.



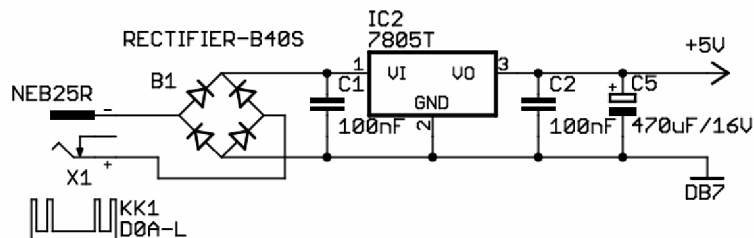
Obr. 11: Blokové zapojení přijímače



Obr. 12: Přijímač – foto2

### 5.2.1. Napájení

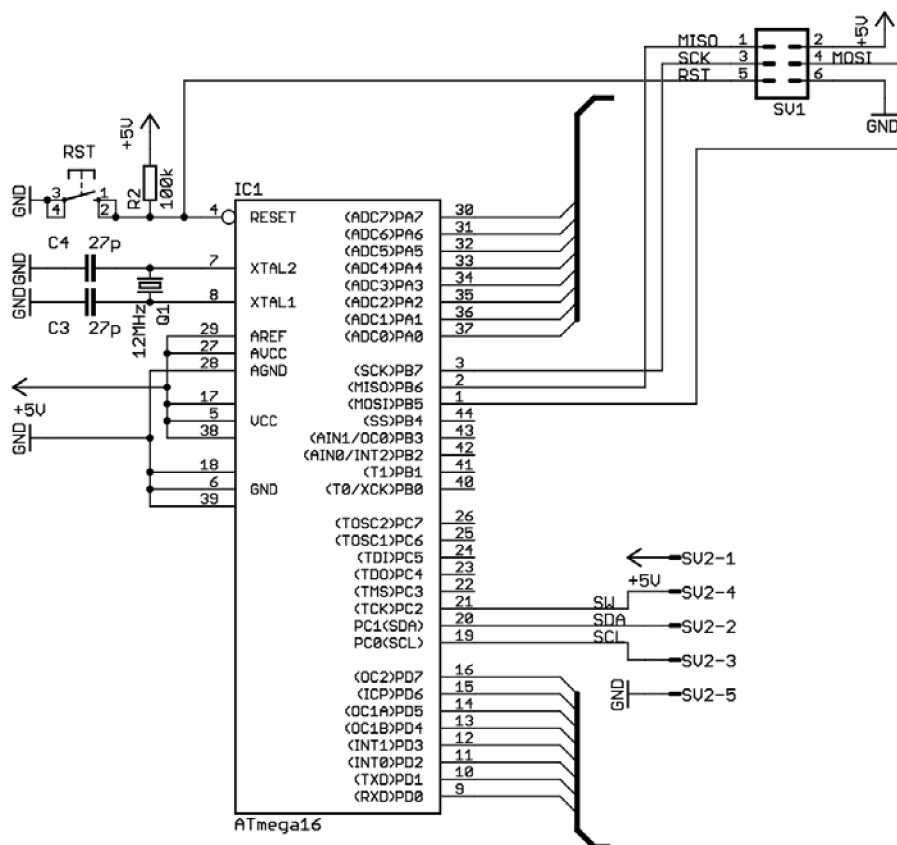
Jak již bylo zmíněno, obvod napájení je naprosto shodný s obvodem modulu ovladače. Pouze maximální odebíraný proud je zhruba 680mA.



Obr. 13: Blok napájení přijmače

### 5.2.2. Řídící jednotka

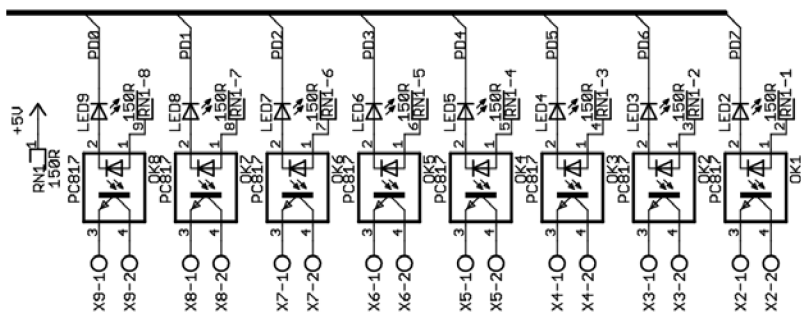
Řídící jednotka je realizována mikroprocesorem ATmega16. Ten je zapojen v základu dle datasheetu [5]. Na porty A a D jsou připojeny optočleny, které se aktivují logickou nulou, uzemní se. Z mikroprocesoru jsou vyvedeny komunikační rozhraní ISP k programování a I2C ke komunikaci s modemem.



Obr. 14: Řídící jednotka - Zapojení mikroprocesoru přijmače

### 5.2.3. Výstupní rozhraní

Výstupní rozhraní je realizováno optočleny. K anodě diody je přes rezistorovou síť připojeno napájecí napětí +5V. Na katodě je sériově připojena LED dioda souhlasné polarizace, která je připojena na pin mikroprocesoru. Nastavením logické nuly na pinu mikroprocesoru se obvod uzemní a výstupní tranzistor se otevře [8].

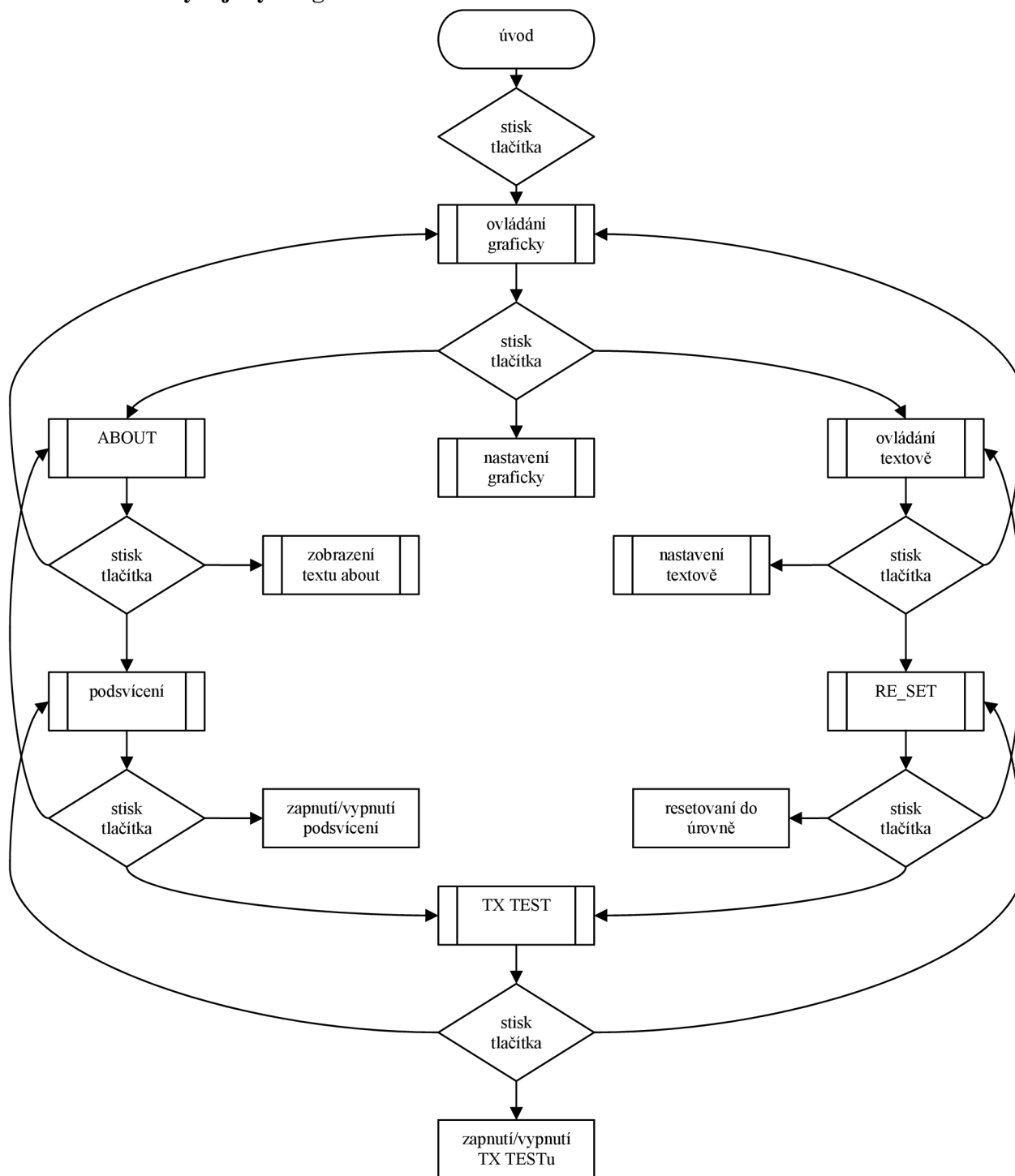


Obr. 15: Zapojení výstupního rozhraní přijímače

# 6. Software

## 6.1. Ovladač

### 6.1.1. Vývojový diagram



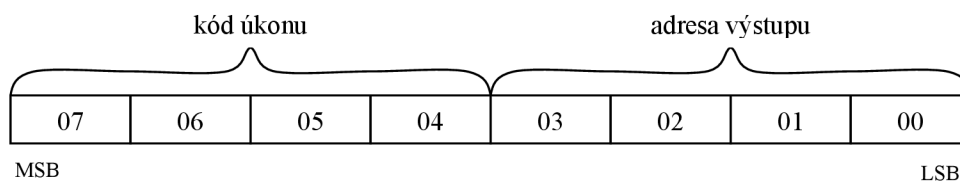
Obr. 16: Vývojový diagram hlavního programu ovladače

### 6.1.2. Popis programu

Program je koncipován do kruhového schéma. Vkládání příkazů se provádí šestíci tlačítek s popisy OK, ESC, nahoru, dolů, doprava a doleva. Celé menu je velmi intuitivní a není třeba složitého vysvětlování. Vlastní návod používání je vypracován v příloze.

Jako programovací jazyk byl zvolen C++ v prostředí AVR Studio.

Úkol programu je ovládání šestnácti výstupů do stavu zapnuto / vypnuto. Pro tento účel jsou navrženy dva způsoby vkládání nastavení. A to grafický režim a režim vkládání textově. Při změně nastavení se pomocí I2C komunikace vyšle 8bitové slovo obsahující adresu a stav nastavovaného portu. Struktura slova je taková, že 4 nejvyšší bity obsahují informaci o stavu výstupu a zbylé 4 nejnižší bity obsahují adresu. Dále je možné nastavit všechny výstupy najednou do stavu zapnuto nebo vypnuto pomocí podprogramu RE\_SET. Z důvodů kontroly nastavení je implementována i funkce TX TEST, která aktivuje transceiver do vysílacího módu bez vysílání dat.



Obr. 17: Struktura odesílaného Bytu

Kódy úkonu:

1000 xxxx	nastavení výstupu na „vypnuto“
1011 xxxx	nastavení výstupu na „zapnuto“
1111 0000	nastavení všech výstupů pomocí RE_SET na „zapnuto“
0000 1111	nastavení všech výstupů pomocí RE_SET na „vypnuto“

### 6.1.3. Popis jednotlivých podprogramů ovladače

#### Podprogram úvod (main)

V hlavním programu jsou nastaveny jednotlivé piny portů, proběhne procedura inicializace displeje, inicializuje se I2C sběrnice a odešlou se parametry základního nastavení modemu. Vypíše se na displej uvítací text, tím je modul připraven a nastaven. Na konci programu se čeká na nízkou úroveň pinu C6, tedy na stisk tlačítka OK.

```
DDRC = 0x00 ; // port c == vstupni
PORTC = 0xff; // hodnoty pinu portu C jsou nastaveny na "1"
DDRA = 0xff; // port a == vystupni
lcd_init( ) ; // inicializace LCD displeje.
lcd_clrscr( ) ; // smazani obsahu LCD displeje.
i2c_init(); // inicializace I2C komunikace.
set_channel(kanal); // odeslani nastaveni kanalu
set_txttest(txttest); // odeslani nastaveni TXTEST
lcd_gotoxy(0,0 ); // nastaveni souradnic displeje
lcd_puts( "Program Kacenka" ); // vypsani textu na displej
lcd_gotoxy(1,1 ); // nastaveni souradnic displeje
lcd_puts( "mejte me radi" ); // vypsani textu na displej
loop_until_bit_is_clear( PINC, 6 ); // cekani na stisk tlacitka
ovladani_gr (); // skok na program „ovladani_gr“
```



### Podprogram ovládání graficky (ovladani\_gr)

Při spuštění se na displej vypíše informace s názvem podprogramu. Následuje nekonečná smyčka, při níž se testuje nízká úroveň na pinech odpovídající tlačítkům OK, nahoru a dolů. Stisknutím šipek se vyvolá další program znázorněný v kruhovém menu. Stisknutím OK se aktivuje program pro grafické nastavení set\_gr.

```
void ovladani_gr()
{
    lcd_clrscr( ); // smazani obsahu LCD displeje
    lcd_gotoxy(0,0 ); // nastaveni souradnic displeje
    lcd_puts( "ovladadani          graficky" ); // vypsani textu na displej
    while ( 1 ) // spusteni smycky
    {
        if( bit_is_clear( PINC, 4 )) // testovani nizke urovne pinu C4
        {
            delay(d); // zpozdeni po stisku tlacitka
            ovladani_tx( ); // vyvolani programu
        }
        :
        :
    }
}
```

### Podprogram ovládání textově (ovladani\_tx)

Při spuštění se na displej vypíše informace s názvem programu. Následuje nekonečná smyčka, při níž se testuje nízká úroveň na pinech odpovídající tlačítkům OK, nahoru a dolů. Stisknutím šipek se vyvolá další program znázorněný v kruhovém menu. Stisknutím OK se aktivuje program pro grafické nastavení set\_tx.

### Podprogram RE\_SET (RE\_SET0)

Při spuštění se na displej vypíše informace s názvem podprogramu. Následuje nekonečná smyčka, při níž se testuje nízká úroveň na pinech odpovídající tlačítkům OK, nahoru, dolů, doleva a doprava. Stisknutím šipek nahoru a dolů se vyvolá další program znázorněný v kruhovém menu. Stisknutím OK se nastaví všechny hodnoty představující výstupy na log. 0. a informace o nastavení se odešle do přijímače. Následně se vyvolá program set\_gr. Stisknutím šipek doleva a doprava se přepíná na verzi tohoto programu, RE\_SET1, která nastavuje všechny výstupy na úroveň log. 1.

```
void re_set0 ()
{
    :
    while (1)
    {
        if( bit_is_clear( PINC, 6 )) // stisknuti ENTER
        {
            delay(d); // zpozdeni po stisku tlacitka
            crs0 = 0; // nastaveni promeny
            crs1 = 0;
            sqr[0]=0;    sqr[1]=0;    sqr[2]=0;    sqr[3]=0;
            :
            i2c_start(ADDR_TRX); // odeslani start instrukce pro i2c
            i2c_write(15); // odeslani dat
            i2c_stop(); // odeslani stop instrukce pro i2c
            set_gr(); // vyvolani programu set_gr
        }
    }
}
```

### Podprogram TX TEST (tx\_test)

Po vypsání informací program opět začne testovat úrovně na pinech tlačítek. Při stisku tlačítka OK se přepíše obsah textu na displeji a odešle se příkaz pro aktivaci funkce tx\_test, která je implementována v modemu. V tuto chvíli je testován pouze pin tlačítka OK, kterým

se vyše příkaz k deaktivaci tx\_testu. Šipky nahoru a dolů opět vyvolávají programy v kruhovém menu.

```

if(txtest == 1) // podmínka pokud je tx_test zapnut
{
    lcd_gotoxy(8,0 ); // nastaveni souradnic displeje
    lcd_puts( "zapnut" ); // vypsani textu na displej
    lcd_gotoxy(8,1 ); // nastaveni souradnic displeje
    lcd_puts( "vypnout?" ); // vypsani textu na displej

    if( bit_is_clear( PINC, 6 )) // stisknutí enter
    {
        delay(d); // zpozdeni po stisku tlacitka

        txtest = 0; // nastaveni promenne na 0
        set_txtest(txtest); // nastaveni transceiveru
    }
}

```

### Podprogram podsvícení (podsviceni)

Tento podprogram cyklicky sleduje úroveň na pinech tlačítek OK, nahoru a dolů. Stiskem tlačítka OK se podsvícení vypne, opětovným stiskem se zapne. Šipkami nahoru a dolů je zajištěn pohyb v menu.

### Podprogram ABOUT (about)

Cílem podprogramu je vypsání informace na displej po stisku tlačítka OK. Podprogram následně čeká na nízkou úroveň pinu tlačítka ESC. Poté se navrátí opět do kruhového menu a skenuje piny tlačítek nahoru, dolů a OK.

### Podprogram nastavení graficky (set\_gr)

Tento podprogram slouží k vlastnímu nastavení výstupů. Při zavolání podprogramu se nadefinují symboly použité pro znázornění stavu proměnné reprezentující výstup a symbolu šipky.

```

lcd_command(0b01000000); //nastaveni dle tabulky (nastaveni adresy cgram)
lcd_data(0b111111); //nastaveni zobrazeni znaku pro "0"
lcd_data(0b111111);
lcd_data(0b111111);
lcd_data(0b111111);
lcd_data(0b111111);
lcd_data(0b111111);
lcd_data(0b111111);
lcd_data(0b111111);

```

Pomocí for cyklu se vykreslí na displej 16 znaků znázorňující stavy proměnných pro výstupy.

```

for(crs0 = 0;crs0 < 16;crs0++) // vykresleni hodnot sqr[]
{
    if( sqr[crs0] == 0 ) // prezkoumani nastaveni vystupu
    {
        lcd_gotoxy(crs0,0 ); // nastaveni souradnic displeje
        lcd_putc(0x00); // vypsani zanku na displej
    }
    else
    {
        if( sqr[crs0] == 1 ) // prezkoumani nastaveni vystupu
        {
            lcd_gotoxy(crs0,0 ); // nastaveni souradnic displeje
            lcd_putc(0x01); // vypsani zanku na displej
        }
        else
        {
            lcd_gotoxy(crs0,0 ); // nastaveni souradnic displeje
            lcd_puts("e"); // vypsani textu na displej
        }
    }
}

```

```

    }
}

lcd_gotoxy( crs1,1 );           // nastaveni souradnic displeje
lcd_putc( 0x02 );             // vypsani znaku na displej

```

V tento okamžik je spuštěna nekonečná smyčka testující tlačítka OK, ESC, doleva a doprava. Stiskem ESC se provede návrat do kruhového menu. Stiskem tlačítek doleva či doprava se inkrementuje či dekrementuje hodnota proměnné *crs1* a překreslí se pozice kursoru (šipky). V případě stisku OK se změní obsah proměnné *sqr[]*. Adresa hodnoty v poli *sqr[]* dána aktuální hodnotou proměnné *crs1*. Po přepsání této hodnoty se odešle informace o aktuálním nastavení výstupu pomocí programu *sender*.

```

if( bit_is_clear( PINC, 5 ))   // pohyb sipky doprava
{
    delay(d);                  // zpozdeni po stisku tlacitka
    if( crs1 < 15 )            // overovani kurzoru na konci radku
    {
        lcd_gotoxy(crs1,1 );   // nastaveni souradnic displeje
        lcd_puts(" ");         // vypsani textu na displej
        crs1++;                 // inkrementace
        lcd_gotoxy(crs1,1 );   // nastaveni souradnic displeje
        lcd_putc(0x02);        // vypsani znaku na displej
    }
    else
    {
        lcd_gotoxy(crs1,1 );   // nastaveni souradnic displeje
        lcd_puts(" ");         // vypsani textu na displej
        crs1 = 0;              // nastaveni kursoru na zacatek
        lcd_gotoxy(crs1,1 );   // nastaveni souradnic displeje
        lcd_putc(0x02);        // vypsani znaku na displej
    }
}

if( bit_is_clear( PINC, 6 ))   // stisknuti ENTER
{
    delay(d);                  // zpozdeni po stisku tlacitka
    if( sqr[crs1] == 0 )       // funkce pro hodnotu promenne 0
    {
        sqr[crs1] = 1;         // nastaveni promenne na 1
        lcd_gotoxy(crs1,0 );   // nastaveni souradnic displeje
        lcd_putc(0x01);        // vypsani znaku na displej
        sender();              // volani podprogramu sender
    }
    else
    {
        if( sqr[crs1] == 1 )   // funkce pro hodnotu promenne 1
        {
            sqr[crs1] = 0;     // nastaveni promenne na 0
            lcd_gotoxy(crs1,0 ); // nastaveni souradnic displeje
            lcd_putc(0x00);     // vypsani znaku na displej
            sender ();          // volani podprogramu sender
        }
        else
        {}
    }
}
}

```

### Podprogram nastavení textově (set\_tx)

Podprogram je v jádru naprosto stejný, jako podprogram *set\_gr*. Na displej se pouze nevykresluje garfické znázornění stavu výstupů, ale vypisuje se text. Mezi jednotlivými pozicemi pole *sqr[]* se pohybuje šipkami nahoru a dolů.

### Podprogram sender

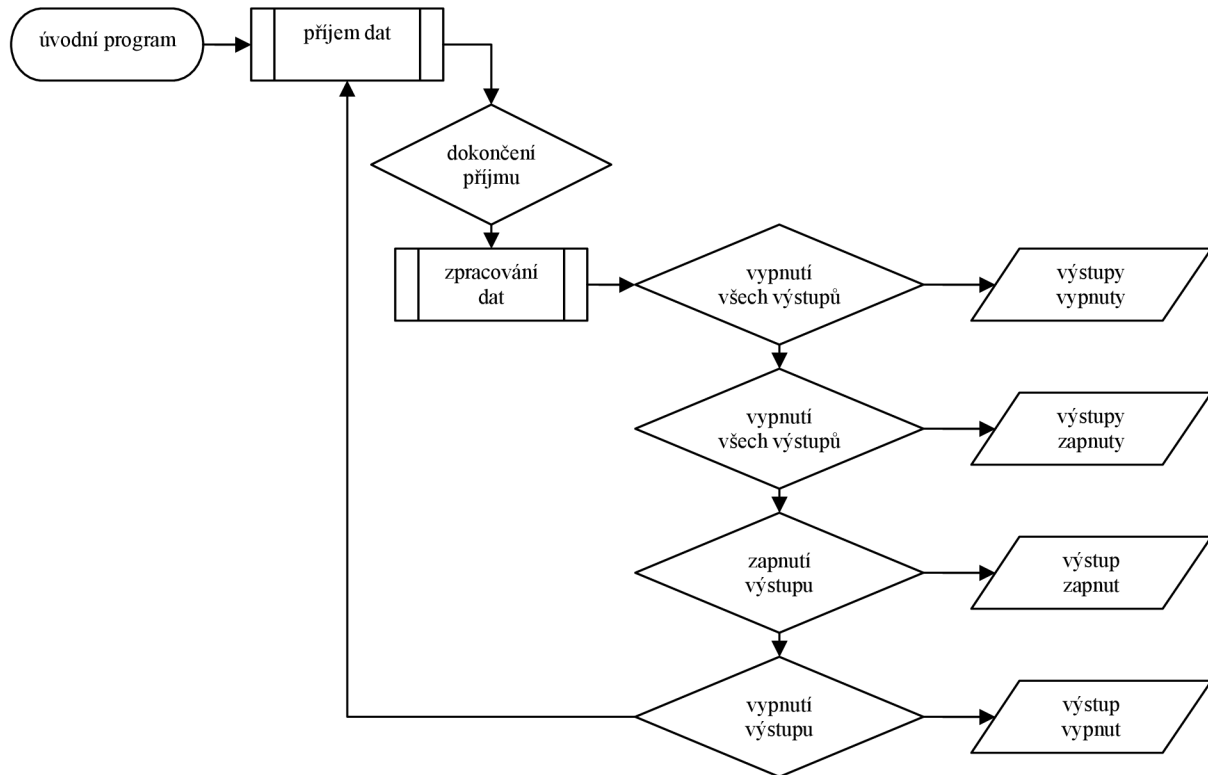
Tento podprogram slouží k odesílání informace o nastavení výstupů po každé změně nastavení v programech *set\_gr* a *set\_tx*. Nejprve je testováno, na jakou úroveň se změnila hodnota v proměnné *sqr[]*. Je-li proměnná rovna 1, přičte se k adrese hodnota 176. Poté se

takto upravená hodnota v proměnné `moje_data` odešle posloupností podprogramů určených pro odeslání. Je-li hodnota `sqr[]` proměnné rovna 0, přičte se k adrese číslo 128. Dále se pokračuje stejně jako v předchozím případě.

```
void sender () // odeslani dat po nastaveni kazdeho portu
{
    unsigned char moje_data; // dekrarace promene pro posilany retezec
    if (sqr[crsl] == 1) // funkce pro hodnotu promenne 1
    {
        moje_data = crsl + 176; // vytvoreni retezce z promenych
        i2c_start(ADDR_TRX); // volani funkce i2c_start
        i2c_write(moje_data); // odeslani moje_data
        i2c_stop(); // volani funkce i2c_stop
    }
    else
    {
        if (sqr[crsl] == 0) // funkce pro hodnotu promenne 0
        {
            moje_data = crsl + 128; // vytvoreni retezce z promenych
            i2c_start(ADDR_TRX); // volani funkce i2c_start
            i2c_write(moje_data); // odeslani moje_data
            i2c_stop(); // volani funkce i2c_stop
        }
        else
        {}
    }
}
```

## 6.2. Přijímač

### 6.2.1. Vývojový diagram



Obr. 18: Vývojový diagram hlavního programu přijímače

### 6.2.2. Popis programu

Jako programovací jazyk byl zvolen C++ v prostředí AVR Studio.

V počáteční proceduře jsou nadefinovány všechny potřebné piny jako výstupní a je inicializována I2C sběrnice. Následně je spuštěn podprogram pro příjem dat. V případě přijatých dat se spustí podprogram aktivace či deaktivace výstupů. Zde je nejprve prozkoumáno, zdali nejde o příkaz RE\_SET (nastavení všech vývodů najednou). Následně se prověří přepínání do stavu zapnuto, nebo vypnuto a v posledním kroku se dle adresy tento úkon přiřadí výstupnímu pinu.

## 7. Závěr

V této dokumentaci je obsažen kompletní popis realizace dálkového bezdrátového ovládání lineárního převaděče dle zadání pro tuto bakalářskou práci.

Konečné provedení obou modulů tohoto projektu je zcela funkční a odpovídá zadání bakalářské práce a požadavkům vedoucího projektu.

Realizace celého projektu je provedena dvěma moduly. První modul (ovladač) slouží pro vkládání nastavení uživatelem. Za tímto účelem je modul vybaven podsvíceným LDC displejem a šesticí tlačítek. Na displeji je zobrazováno menu, kterým se pomocí tlačítek prochází. Menu je koncipováno velmi intuitivně. Modul obsahuje i převodník pro USB rozhraní, pomocí kterého bude možné komunikovat s PC a provádět jím nastavení. Druhý modul (přijímač) obsahuje 16 výstupů, které jsou realizovány dvojicí kontaktů připojených na kontakty tranzistoru výstupního optočlenu. Oba moduly jsou řízeny mikroprocesory ATmega16. Vlastní bezdrátová komunikace je zprostředkována radiovými transceivery pracujícími na frekvenci 868MHz. K těmto transceiverům jsou moduly připojeny I2C sběrnici.

Díky tomuto projektu jsem si velmi výrazně rozšířil obzory v oblasti práce s mikroprocesory. Vlastní využití těchto členů je velmi široké a do jisté míry jednoduché. Práce s obvody v oblasti digitální techniky je velmi zajímavá a otevírá brány do dalšího sektoru elektroniky. Aplikační prostředí a celkové uplatnění je velmi široké a lze těmito obvody do jisté míry velmi elegantně nahradit robustní řešení s původně diskrétními součástkami, či jednoduššími integrovanými obvody.

Oba moduly jsou realizovány pomocí SMD součástek. Při realizaci obvodů jsem si ověřil, že práce s SMD součástkami je v jistém ohledu jednodušší a rychlejší, nežli práce se součástkami v klasických pouzdrech.

# Literatura

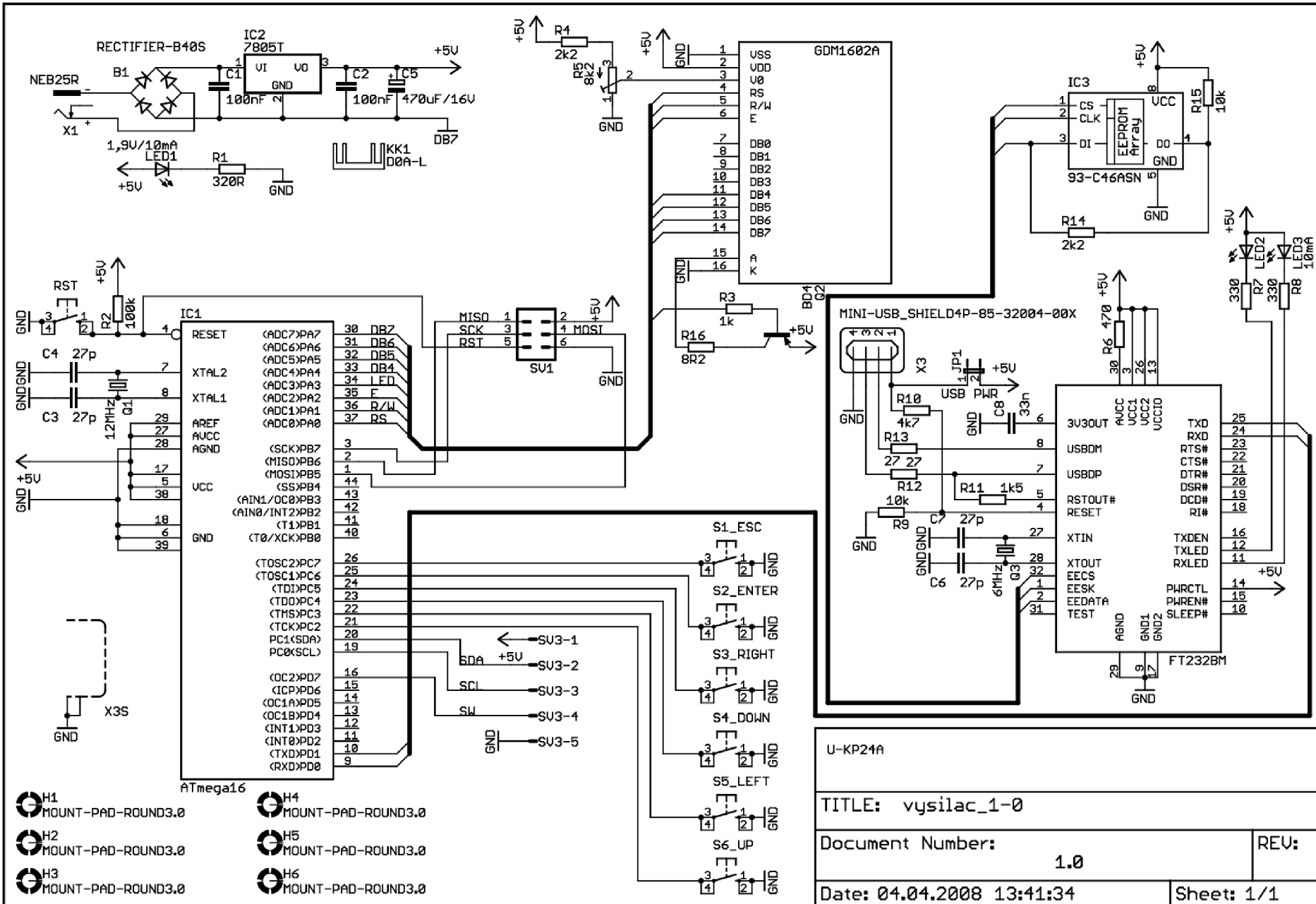
- [1] Osobní síť -- Bluetooth a IEEE 802.15:  
<http://www.lupa.cz/clanky/osobni-site-bluetooth-a-ieee-802-15/>
  
- [2] Bezdrátový komunikační standard ZigBee:  
<http://www.automatizace.cz/article.php?a=638>
  
- [3] Wi-Fi:  
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>
  
- [4] Ing. Nobilis, J. *Teorie elektronických obvodů VII*. Pardubice: SPŠE Pardubice, 2004.  
110s.
  
- [5] Datasheet AT MEGA16  
[http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2466.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2466.pdf)
  
- [6] Datasheet GDM1602A  
[http://elmicro.com/files/lcd/gdm1602a\\_datasheet.pdf](http://elmicro.com/files/lcd/gdm1602a_datasheet.pdf)
  
- [7] Datasheet FT232BM  
[http://www.ftdichip.com/Documents/AppNotes/DG232\\_20.pdf](http://www.ftdichip.com/Documents/AppNotes/DG232_20.pdf)
  
- [8] Datasheet PC817B  
<http://www.cosmo-ic.com/object/products/K1010.pdf>

## 8. Použité zkratky

DBO	- Dálkové Bezdrátové Ovládání
DO	- Bezdrátové Ovládání
IR	- infračervené
ISM	- pásmo 2,4 GHz (Bluetooth nebo Wi-Fi)
Wi-Fi	- bezdrátová počítačová síť
FHSS	- systém frekvenčního skákání v rozprostřeném spektru
LAN	- metalické počítačová síť
I2C	- protokol sériové komunikace
SRD	- frekvenční pásmo 868MHz
FSK	- modulace využívající systém fázového posuvu
NRZ	- kódování (Non Return to Zero)

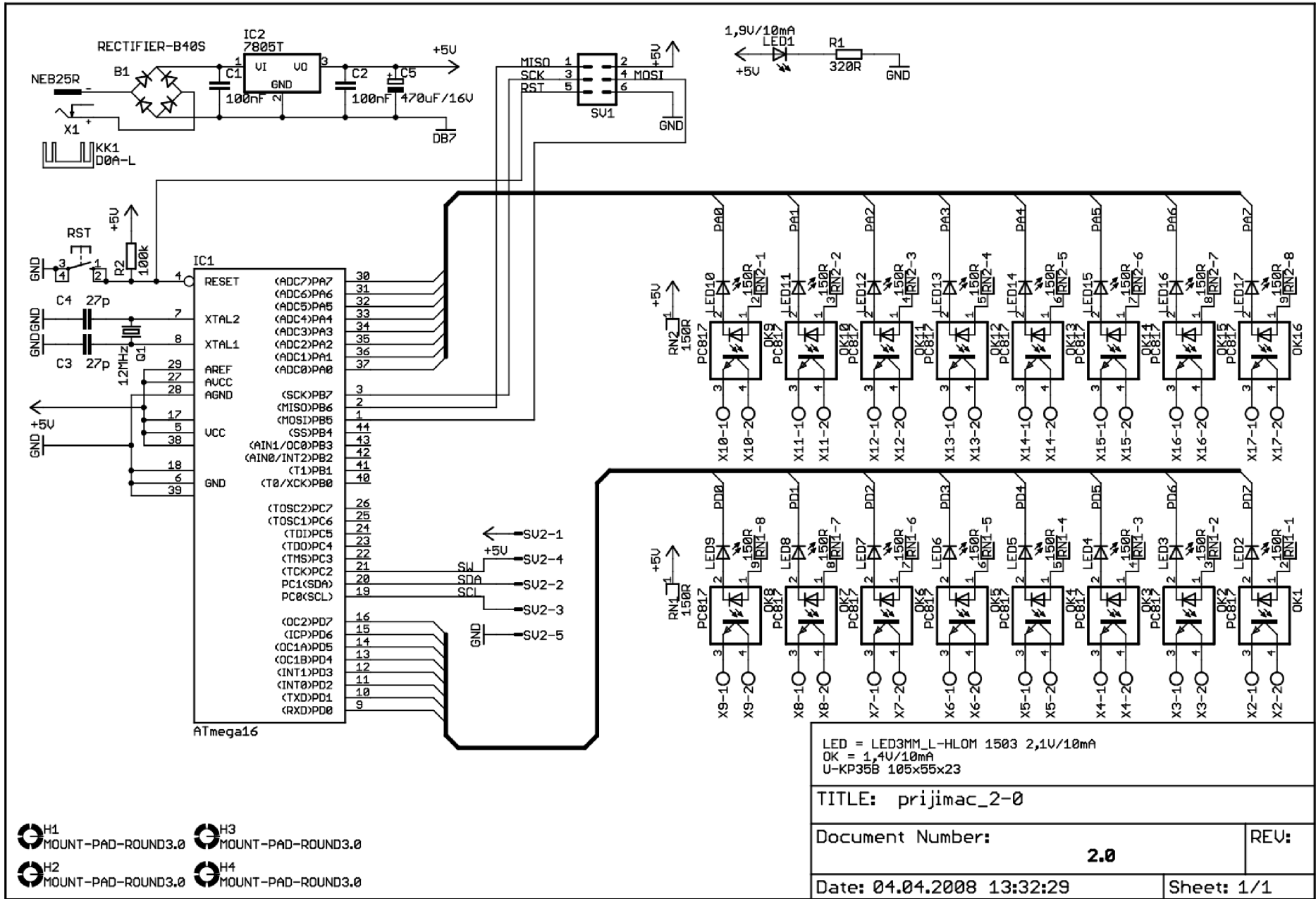


## **9. Přílohy**



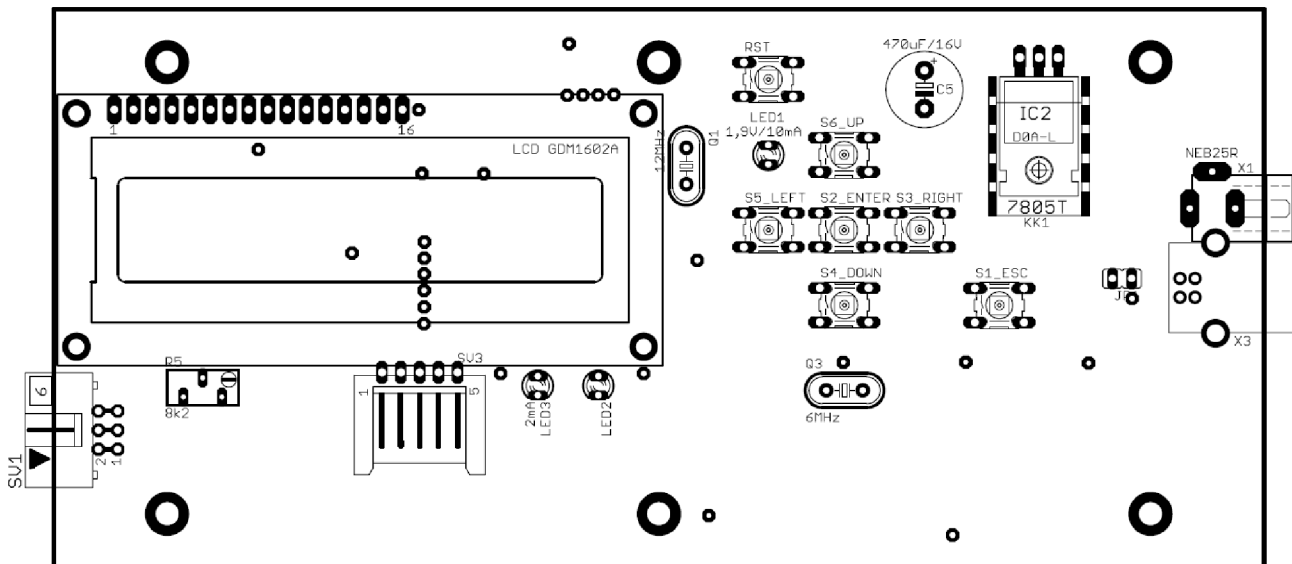
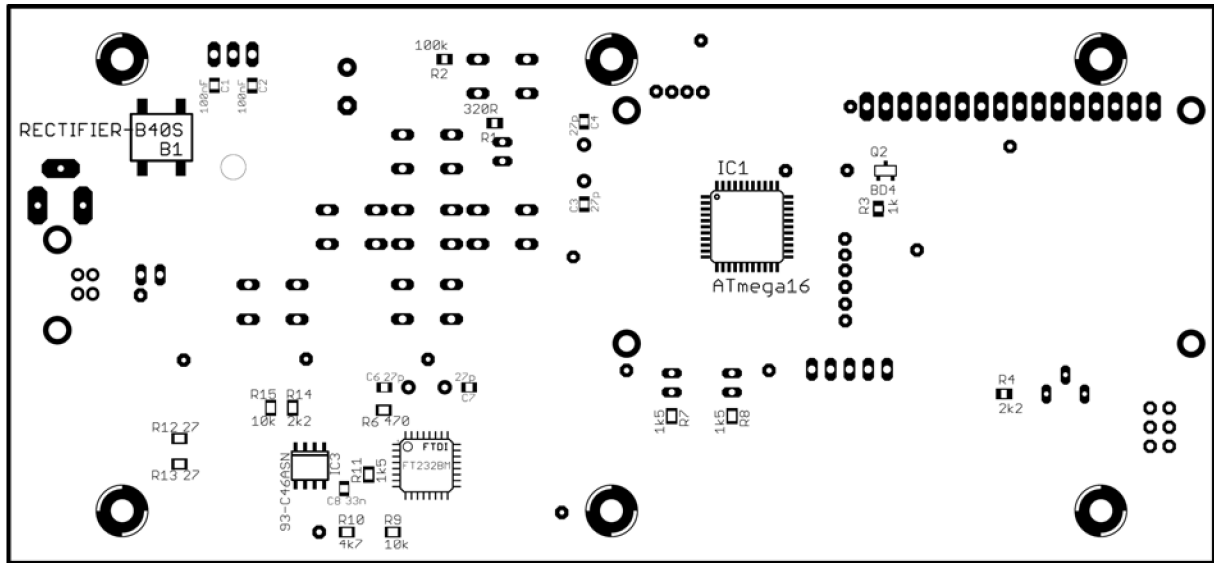
Príloha 1 - Schéma zapojení – ovladač

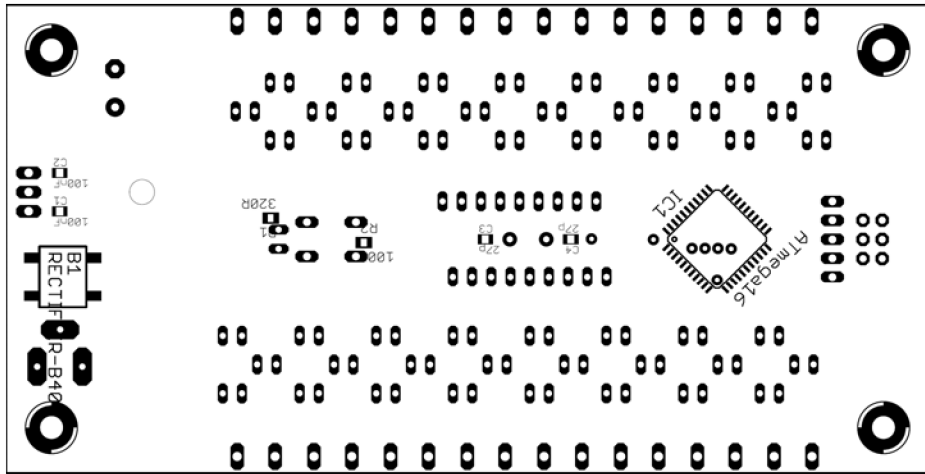
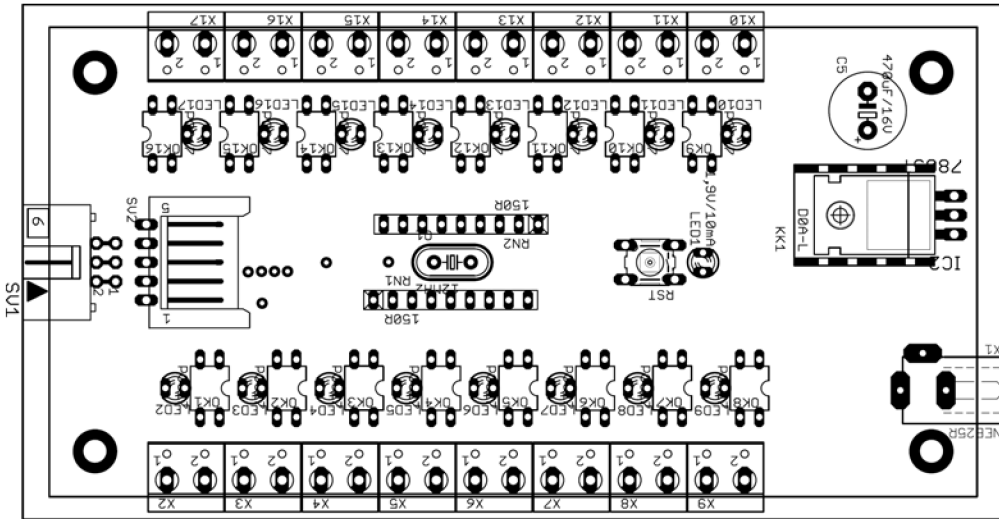
U-KP24A	
TITLE: vysilac_1-0	
Document Number:	REV: 1.0
Date: 04.04.2008 13:41:34	Sheet: 1/1



Priloha 2 - Schéma zapojení – přijímač

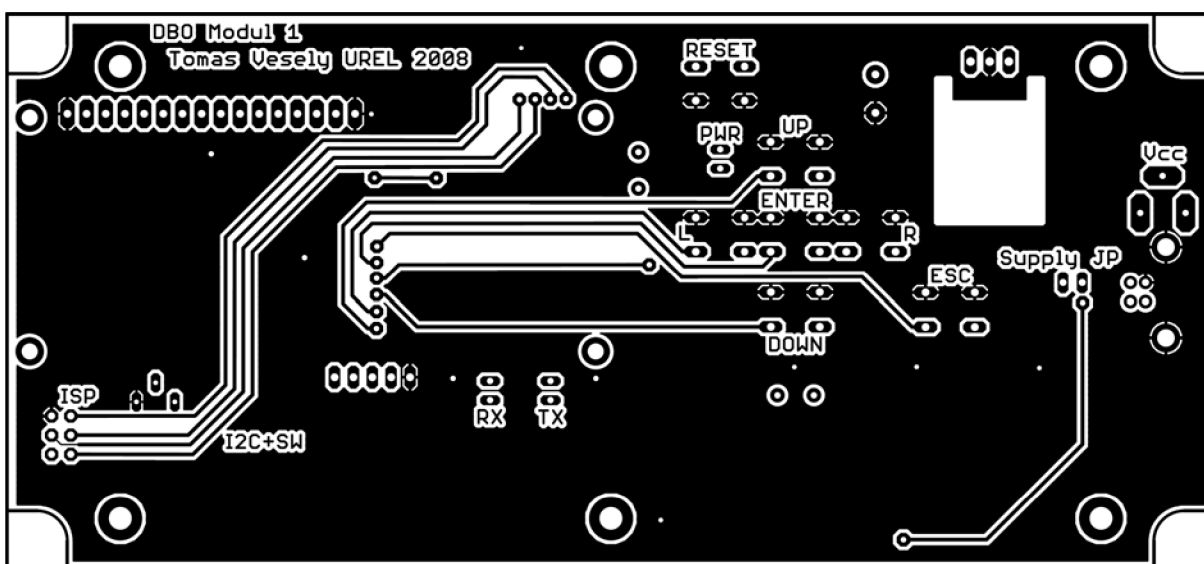
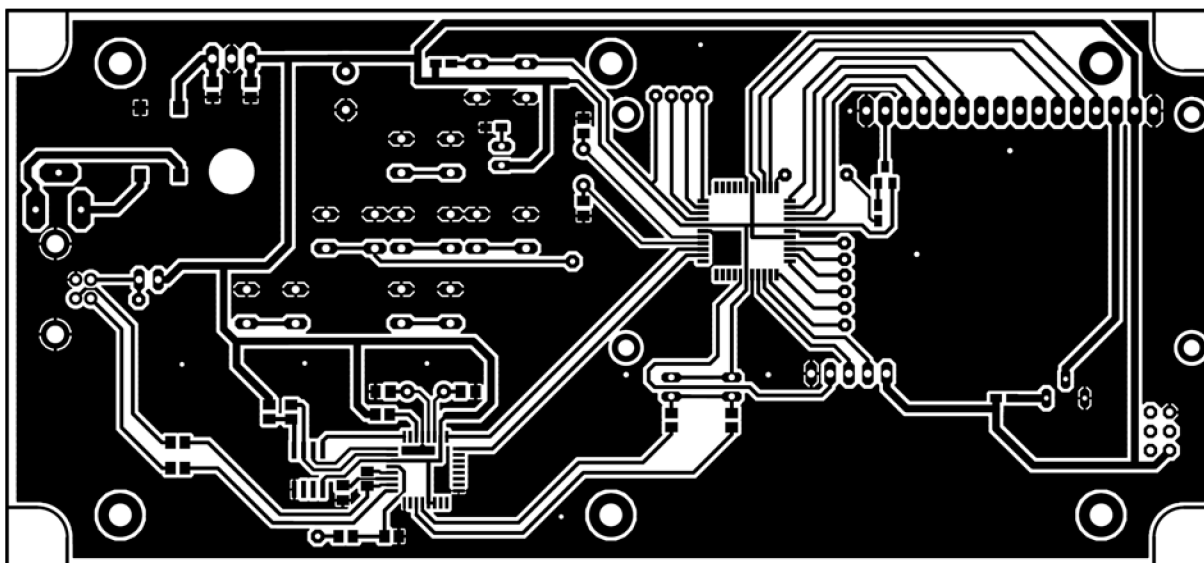
Příloha 3 - Osazovací výkresy – ovladač





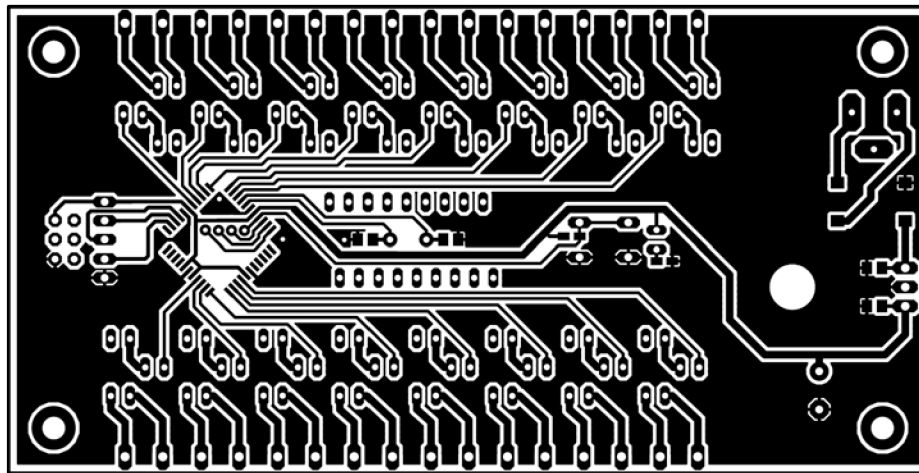
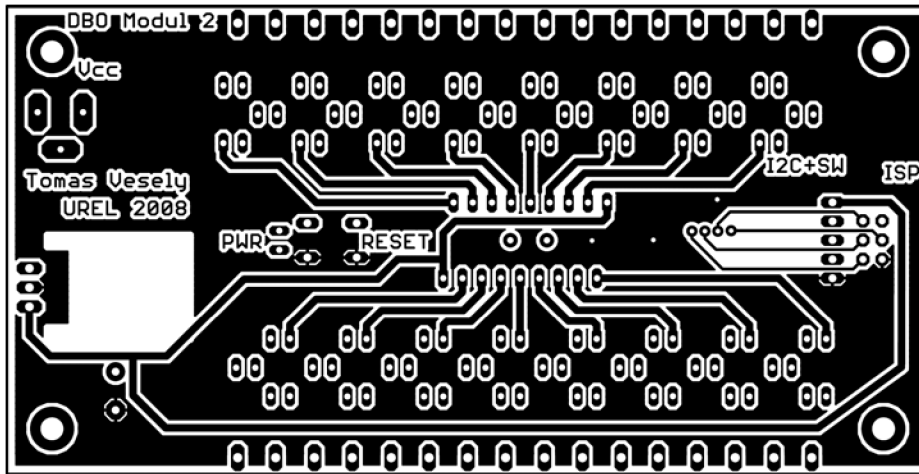
Príloha 4 - Osazovací výkresy – prijímač

Příloha 5 - Desky plošného spoje – ovladač



měřítko 1:1

*Příloha 6 - Desky plošného spoje – přijímač*



měřítko 1:1

**Příloha 7 - Seznam součástek – ovladač**

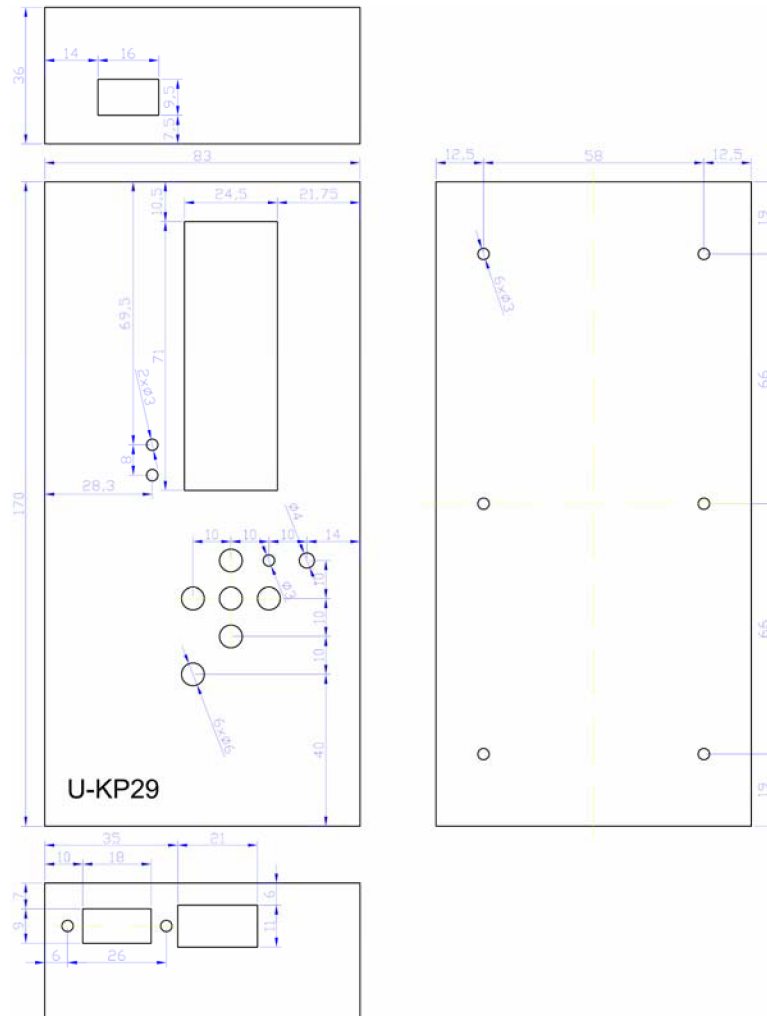
součástka	hodnota	pouzdro
R1	320R	R0805W
R2	100k	R0805W
R3	1k	R0805W
R4	2k2	R0805W
R5	8k2	RTRIMT93YB
R6	470	M0805
R7	330	M0805
R8	330	M0805
R9	10k	M0805
R10	4k7	M0805
R11	1k5	M0805
R12	27	M0805
R13	27	M0805
R14	2k2	M0805
R15	10k	M0805
R16	8R2	R0805W
C1	100nF	C0805K
C2	100nF	C0805K
C3	27p	C0805K
C4	27p	C0805K
C5	470uF/16V	E5-10,5
C6	27p	C0805K
C7	27p	C0805K
C8	33n	C0805K
IC1	ATmega16	TQFP44
IC2	7805T	TO220H
IC3	93-C46ASN	SO-08
U\$1	LCD display	GDM1602A
U\$2	FT232BM	LQFP32
B1	RECTIFIER-B40S	B40S
LED1	1,9V/10mA	LED3MM
LED2	1,9V/10mA	LED3MM
LED3	2,1V/10mA	LED3MM
Q1	12MHz	HC49U-V
Q2	BD4	SOT23-BEC
Q3	6MHz	HC49U-V
RST	mikrotlačítko	B3F-10XX
S1_ESC	mikrotlačítko	B3F-10XX
S2_ENTER	mikrotlačítko	B3F-10XX
S3_RIGHT	mikrotlačítko	B3F-10XX
S4_DOWN	mikrotlačítko	B3F-10XX
S5_LEFT	mikrotlačítko	B3F-10XX
S6_UP	mikrotlačítko	B3F-10XX
SV1	konektor	ML6L
SV3	konektor	L05P
X1	konektor	NEB25R
X3	konektor	MINI-USB
JP1	jumper	JP1
DPS	deska plošného spoje	oboustranná DPS 122x74 mm
KK1	chladič TO220	DO1A (dle GME)
-	krabíčka	U-KP24A (dle GME)



**Příloha 8 - Seznam součástek – přijímač**

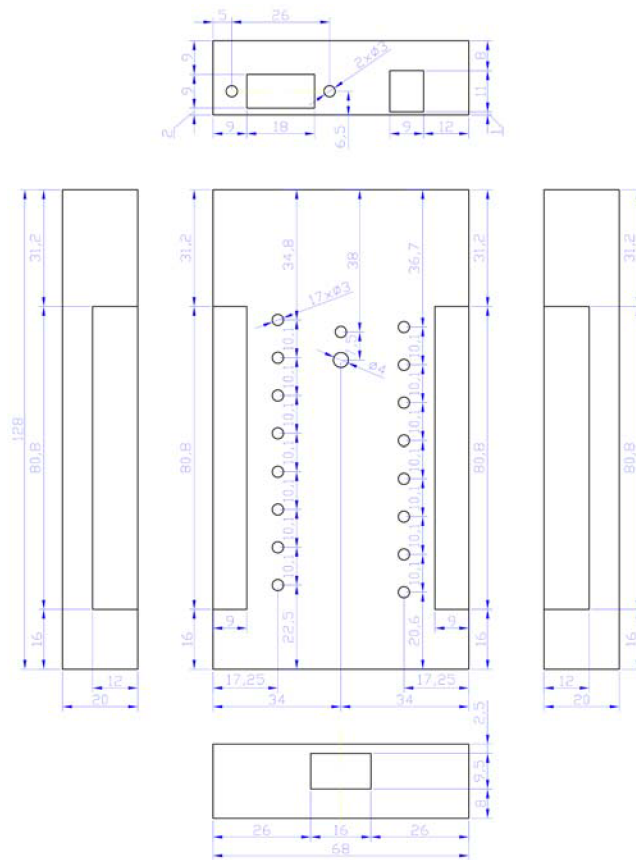
součástka	hodnota	pouzdro
R1	320R	R0805W
R2	100k	R0805W
RN1	150R	RN-9
RN2	150R	RN-9
C1	100nF	C0805K
C2	100nF	C0805K
C3	27p	C0805K
C4	27p	C0805K
C5	470uF/16V	E5-10,5
IC1	ATmega16	TQFP44
IC2	7805T	TO220H
B1	RECTIFIER-B40S	B40S
LED1	1,9V/10mA	LED3MM červená
LED2 - 17	2,1V/10mA	LED3MM zelená
OK1 - 16	PC817	DIL04
Q1	12MHz	HC49U-V
RST	mikrotlačítko	B3F-10XX
SV1	konektor	ML6L
SV2	konektor	L05P
X1	konektor	NEB25R
X2 – X17	svorkovnice	W237-102
DPS	deska plošného spoje	oboustranná DPS 122x62 mm
KK1	chladič TO220	DO2A (dle GME)
-	krabička	U-KP24A (dle GME)
-	6x distanční sloupky	M3x15MS + matky M3 a šrouky M3x6

**Příloha 9 - Mechanický výkres – ovladač**



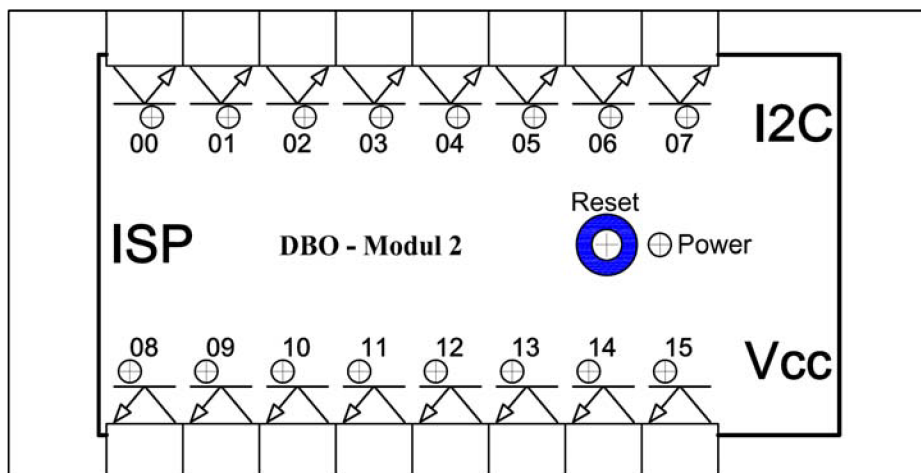
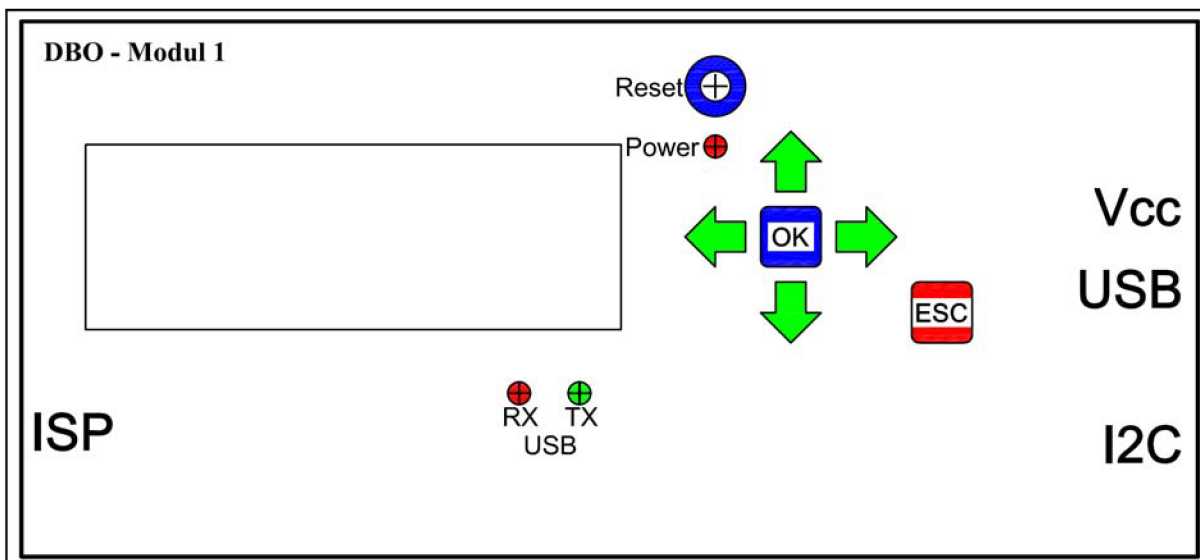
měřítko 1:2

**Příloha 10 - Mechanický výkres – přijímač**



měřítko 1:2

*Příloha 11 - Obrázek labelu ovladače i přijímače*



měřítko 1:1

## ***Příloha 12 - Technická specifikace***

### **Ovladač:**

Napájecí napětí: 7,5 – 9V DC (optimum 8V)  
Napájecí proud: 630mA DC  
(napájecí konektor Jack 9mm – univerzální polarita)

Rozměry: 180x83x36 (plastová univerzální krabička U-KP29 (dle GME))

### Komunikační rozhraní:

I2C + jeden záložní pin vyvedený z mikroprocesoru (RS232)

1 - Vcc +5V (max. odběr 500mA)

2 - SDA

3 - SCI

4 - pin z mikroprocesoru

5 - GND

6 - 9 - nezapojeno

USB – konektor „B“

ISP – programovací šesti-pinový konektor

### **Přijímač:**

Napájecí napětí: 7,5 – 9V DC (optimum 8V)  
Napájecí proud: 680mA DC  
(napájecí konektor Jack 9mm – univerzální polarita)

Rozměry: 139x68x20(plastová univerzální krabička U-KP24A (dle GME))

### Komunikační rozhraní:

I2C + jeden záložní pin vyvedený z mikroprocesoru (RS232)

1 - Vcc +5V (max. odběr 500mA)

2 - SDA

3 - SCI

4 - pin z mikroprocesoru

5 - GND

6 - 9 nezapojeno

ISP – programovací šesti-pinový konektor

Výstupní svorkovnice

16x2 spínané kontakty optočleny PC817B

max. spínané napětí:

colector - emitor  $V_{CE0} = 60V$

emitor - colector  $V_{EC0} = 6V$

max. spínaný proud:

$I_C = 50mA$

max. spínaný výkon:

$P_C = 150mW$

## DBO – Dálkové Bezdrátové Ovládání

Systém DBO obsahuje dva moduly. Modul 1, pomocí kterého uživatel vkládá nastavení pomocí LCD displeje a šesti tlačítek. Modul 2, na kterém je 16x2 spínaných kontaktů. Tyto kontakty se spínají dle nastavení modulu 1, jejich stav je indikován LED diodou u daných kontaktů.

Pro zprovoznění je třeba připojit k oběma modulům napájení a konektor RS232 pro I2C komunikaci s transceiverem a přenos dat.

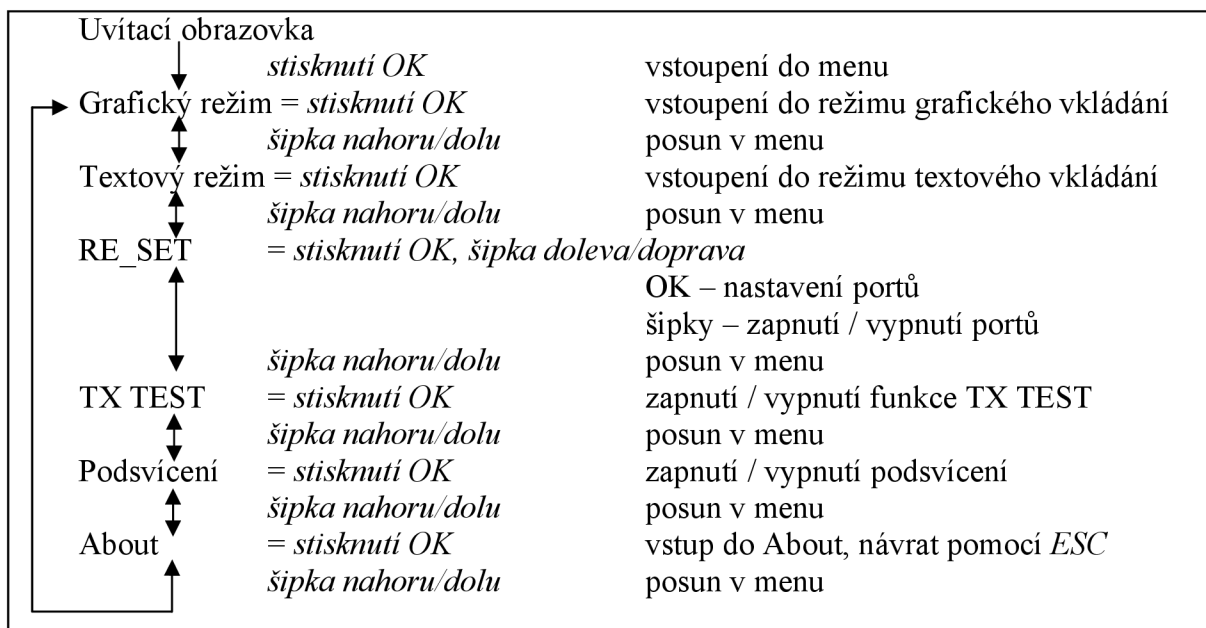
### Ovladač

Modul obsahuje šest tlačítek. OK, ESC a čtyři šipky. Procházení menu je intuitivní.

Nastavení výstupů lze provádět v textovém, nebo v grafickém režimu. Je modul disponuje možností nastavit všechny výstupy najednou do stavu vypnuto i zapnuto. Umožňuje také testovací režim TX Test, kdy vysílač vysílá bez odesílání dat.



### Schéma procházení v menu:



### **Ovládání graficky:**

Stisknutím *OK* se spustí podprogram, kde je v prvním řádku 16 políček. Ve druhém řádku je kurzor. Pohyb kurzoru se provádí šipkami *doleva* a *doprava*. Při stisku *OK* se změří nastavení portu na příslušnou úroveň. Pro návrat do hlavního menu se stiskne *ESC*.

- výstup zapnut

- výstup vypnut

### **Ovládání textově:**

Stisknutím *OK* se spustí podprogram, kde je napsáno číslo ovládaného výstupu a v jakém se nachází stavu. Přepínání mezi porty se provádí šipkami *nahoru* a *dolu*. Při stisku *OK* se změří nastavení portu na příslušnou úroveň. Pro návrat do hlavního menu se stiskne *ESC*.

### **RE\_SET:**

Šipkami *doleva* a *doprava* se mění, zdali se mají všechny porty zapnout, či vypnout. Stisknutím *OK* se provede operace a program se přepne do podprogramu *Ovládání graficky*.

### **TX TEST:**

Tlačítkem *OK* se funkce TX TEST zapíná a vypíná. Pokud je TX TEST zapnut, nelze procházet menu.

### **Podsvícení:**

Tlačítkem *OK* se podsvícení zapíná a vypíná.

### **About:**

Tlačítkem *OK* se zobrazí informace About. Pro návrat do hlavního menu stiskněte *ESC*.

### **Přijímač**

Modul přijímač disponuje 16x2 výstupními kontakty. Kontakty jsou číslovány shodně s informacemi modulu ovladače. Sepnutí výstupního kontaktu je signalizováno rozsvícením příslušné LED. Výstupní kontakty jsou připojeny na kontakty tranzistoru kolektor a emitor, jejichž umístění vyobrazují značky na popisce. Výstup tedy tvoří tranzistor s otevřeným kolektorem.

Veškeré informace o parametrech obou modulů jsou uvedeny v technické specifikaci.