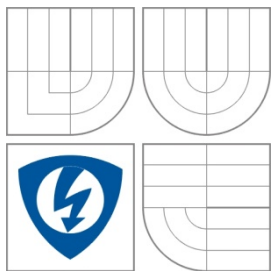


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

## DOMOVNÍ ALARM

HOUSE ALARM

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

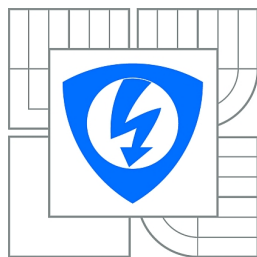
AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. LUBOMÍR FRIML

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ MACHO, Ph.D.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

# Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor  
**Kybernetika, automatizace a měření**

**Student:** Bc. Lubomír Friml

**ID:** 100274

**Ročník:** 2

**Akademický rok:** 2011/2012

**NÁZEV TÉMATU:**

**Domovní alarm**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznamte se s problematikou domovních alarmů.
2. Navrhnete koncepci domovního alarmu. Zvolte vhodná čidla. Snažte se minimalizovat zásahy do budovy. Nakreslete blokové schéma systému.
3. Navrhnete obvodové schéma mikroprocesorového systému, který by sloužil jako ústředna domovního alarmu. Řešte připojení čidel k mikroprocesorovému systému a problematiku ovládacího a signalizačního rozhraní. Vypočítejte hodnoty jednotlivých součástek.
4. Navrhnete desku plošných spojů a vytvořte výrobní dokumentaci.
5. Ověřte funkčnost ústředny domovního alarmu. Pro ověření funkčnosti vytvořte potřebné softwarové vybavení.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] FROHN, Manfred - OBERTHÜR, Wolfgang - SIEDLER, Hans-Jobst - WIEMER Manfred - ZASTROW, Peter. Elektronika - polovodičové součástky a základní zapojení. Praha: BEN 2006. 500 s. ISBN 80-7300-123-3.

**Termín zadání:** 6.2.2012

**Termín odevzdání:** 6.8.2012

**Vedoucí práce:** Ing. Tomáš Macho, Ph.D.

**Konzultanti diplomové práce:**

**doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.**

*Předseda oborové rady*

## UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

## **Abstrakt**

Práce se zabývá návrhem a realizací elektronického zabezpečovacího systému (EVS) pro rodinný dům. EVS vyhodnocuje signály z radarových čidel pohybu, umožňuje též připojení jiných druhů pohybových senzorů, magnetických kontaktů, laserových závor a detektorů kouře. Narušení prostoru je signalizováno prostřednictvím SMS odeslané majiteli objektu a akustickou signalizací.

Zabezpečovací systém umožňuje také připojení teplotních čidel, hlídání odběru elektrické energie nebo centrální ovládání domácích spotřebičů a dalších zařízení. Tyto funkce jsou volitelné, mohou být využity k dálkovému sledování stavu objektu resp. jeho řízení a to i přes SMS.

## **Klíčová slova**

Elektronický zabezpečovací systém, mikroprocesorový systém, domovní alarm, zabezpečení domu.

## **Abstract**

The thesis deals with the design and realization of electronic security system (ESS) for the house. ESS evaluates signals from radar move-detection sensors also allows connection of other types of move-detection, magnetic contacts, laser gates and smoke detector. The interruption is signaled via SMS sent to the owner of the building and via acoustic warning.

The security system also allows the connection temperature sensors, as well as monitoring electricity consumption or central control home appliances and other devices. These features are optional, they can be used to remotely monitor the status of the object respectively its management even via SMS.

## **Keywords**

Electronic security system, microprocessor system, house alarm, house security.

### **Bibliografická citace:**

FRIML, L. *Domovní alarm*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. 134s. Vedoucí diplomové práce byl Ing. Tomáš Macho, Ph.D.



## **Prohlášení**

„Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Domovní alarm jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové 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 části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: **3. srpna 2012**

.....  
podpis autora

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Tomáši Machovi, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

Děkuji Ing. Zdeňku Luxovi a firmě Okatec spol, s.r.o. za materiální podporu pro realizaci praktické části diplomové práce.

V Brně dne: **3. srpna 2012**

.....  
podpis autora

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Zabezpečení objektů .....</b>	<b>10</b>
2.1	Způsoby zabezpečení .....	10
2.1.1	Mechanické zabezpečení.....	10
2.1.2	Elektronické zabezpečení.....	11
<b>3</b>	<b>Průzkum trhu .....</b>	<b>13</b>
3.1	Velikost a stav trhu.....	13
3.2	Vývoj EZS.....	13
3.3	Konkurenceschopnost .....	13
3.4	Produkty srovnatelné s navrhovaným EZS .....	14
3.4.1	Jablotron 100 (výrobce Jablotron) .....	14
3.4.2	Micra (distributor Micronix).....	14
3.4.3	Master Guardian (distributor Micronix).....	14
3.4.4	Produkty Flajzar, s.r.o. ....	15
<b>4</b>	<b>Specifikace střežených prostor.....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Koncept EZS.....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Volba čidel pohybu.....</b>	<b>21</b>
6.1	Detektory pohybu .....	21
6.1.1	Radarový detektor pohybu .....	21
6.1.2	PIR detektor pohybu .....	22
<b>7</b>	<b>Řídicí jednotka EZS.....</b>	<b>24</b>
7.1	Mikrokontrolér PIC16F74 .....	24
7.2	Displej .....	25
7.3	Klávesnice .....	27
7.4	Schéma zapojení řídicí jednotky .....	28
7.5	Konstrukce řídicí jednotky .....	29
<b>8</b>	<b>Základní periferie EZS .....</b>	<b>30</b>
8.1	Napájecí zdroj se zálohováním.....	30
8.1.1	Schéma zapojení zdroje se záložním zdrojem.....	31
8.2	I/O modul .....	32
8.2.1	Schéma zapojení I/O modulu.....	32
8.3	Signalizace narušení prostoru.....	33
8.3.1	Schéma zapojení spínače sirény.....	33
<b>9</b>	<b>Volitelné periferie EZS .....</b>	<b>35</b>

9.1	Vstupní a výstupní moduly.....	35
9.1.1	Schéma zapojení vstupního modulu.....	36
9.1.2	Schéma zapojení výstupního modulu.....	37
9.2	RFID modul.....	37
9.2.1	Schéma zapojení RFID modulu .....	40
9.3	GSM modul.....	40
9.3.1	Schéma zapojení GSM modulu.....	43
9.4	ZigBee modul.....	43
9.4.1	Schéma zapojení ZigBee modulu.....	45
9.5	Měření odběru el. energie.....	45
9.5.1	Schéma zapojení měřiče odběru el. energie .....	45
9.6	Teplotní čidla.....	46
9.6.1	Schéma zapojení teplotního čidla.....	47
9.7	Detektor kouře.....	47
9.7.1	Schéma zapojení detektoru kouře .....	48
9.8	Radiem řízený čas .....	49
<b>10</b>	<b>Bezdrátový ovládací panel.....</b>	<b>51</b>
10.1	Řídící procesor ovládacího panelu .....	52
10.2	Displej MGG12A61BW-SBLWU.....	52
10.3	Kapacitní klávesnice.....	56
10.4	RFID a ZigBee .....	59
10.5	Napájení ovládacího panelu .....	59
10.6	Schéma zapojení ovládacího panelu.....	60
<b>11</b>	<b>Program .....</b>	<b>63</b>
11.1	Programovací prostředí .....	63
11.2	Ovládání displeje MC0802A-SYL/H.....	64
11.3	Program pro řídicí jednotku .....	67
11.3.1	Inicializace mikrokontroléru .....	67
11.3.2	Definice vstupů a výstupů.....	67
11.3.3	Definice proměnných.....	68
11.3.4	Nastavení mikrokontroléru .....	69
11.3.5	Nastavení displeje .....	71
11.3.6	Hlavní program .....	72
11.3.7	Podprogramy.....	85
<b>Závěr</b>	<b>.....</b>	<b>97</b>

# 1 ÚVOD

Cílem práce je navrhnout elektronický zabezpečovací systém (dále jen EZS) pro zabezpečení rodinného domu.

V současné době jsou obytné i rekreační nemovitosti v ČR a okolních státech poměrně značně ohrožovány vykradači nemovitostí a bezdomovci. S narůstající kriminalitou se zvyšuje potřeba kvalitní, ale přitom cenově dostupné ochrany ohrožených nemovitostí. Tato ochrana může být buď mechanická, nebo elektronická. Základní prvky mechanické ochrany jsou rozebrány v následující kapitole. Provedení elektronických zabezpečovacích systému je několik. Například pevná sestava vhodná pro určité typy objektů, sestava na míru danému objektu nebo sestava modulární, která není nějak výrazně omezena počtem čidel a hlídaných prostor. Přestože EZS navrhovaný v této práci je určen pro konkrétní objekt, snahou je, aby byl návrh dostatečně flexibilní i pro jiné aplikace.

Práce je rozdělena na dvě části. První část se zabývá základním návrhem pro konkrétní aplikaci, včetně praktické realizace, druhá navrhuje další volitelné komponenty pro využití v jiných aplikacích. Druhá část je bez praktické realizace.

Hlavním požadavkem na EZS je, aby zásahy do stavby domu byly minimální. Dalšími požadavky je jednoduchost, nízká pořizovací cena a samozřejmě spolehlivost zabezpečovacího systému.

## **2 ZABEZPEČENÍ OBJEKTŮ**

### **2.1 Způsoby zabezpečení**

Při viditelném použití zabezpečení objektu ať už mechanickém nebo elektronickém je větší pravděpodobnost, že se těmto objektům případní vykradači nemovitostí vyhnou a to jednoduše díky možným komplikacím hrozícím při pokusu o vniknutí do objektu.

Obecně zabezpečení objektů se dělí na dvě základní skupiny. Je to zabezpečení mechanické a elektronické. Vzhledem k tomu, že se tato práce zabývá především návrhem a realizací elektronického zabezpečovacího systému, bude téma mechanického zabezpečení rozebráno jen velice zevrubně. Podrobněji se budeme věnovat pouze konkrétním použitým prostředkům elektronického zabezpečení a návrhem EZS.

#### **2.1.1 Mechanické zabezpečení**

Do skupiny mechanického zabezpečení můžeme řadit například bezpečnostní dveře, mříže, ochranné fólie na oknech nebo předokenní rolety, které mají za úkol zloděje odradit nebo ztížit přístup do objektu. Následuje výčet základních prvků mechanického zabezpečení.

##### **Bezpečnostní dveře**

Na rozdíl od obyčejných dveří mají dveře bezpečnostní pevnější konstrukci s celoplošným kovovým krytím. Další rozdíl je ve větším počtu zamykacích míst, oproti klasickému jednomu. Standard je kvalitní a odolná bezpečnostní vložka.

##### **Mříže**

Mříže mohou být buď pevné, nůžkové, které se dají otevřít nebo rolovací, které se využívají k zabezpečení především komerčních prostor.

##### **Bezpečnostní folie**

Jedná se o laminovaný polyesterový film o malé tloušťce nalepený na vnější sklo oken z vnitřní strany. Po rozbití skla zůstávají střepy přilepené na folii a je tak přes taková okna znesnadněný průstup.

##### **Předokenní rolety**

V hliníkovém provedení jsou podobné jako rolovací mříže. Další varianta je z plastu, který ovšem není tak pevný a má tedy spíše psychologickou funkci.

## 2.1.2 Elektronické zabezpečení

Elektronické zabezpečení upozorňuje na pokus o vloupání do objektu, v horším případě o vniknutí narušitele do objektu. Kromě funkce upozornění plní též funkci odrazení narušitele především akustickou signalizací.

Příklady některých EZS budou uvedeny v kapitole *Průzkum trhu*. Základními prvky EZS je řídící ústředna, ovládací rozhraní, signalizace narušení a v neposlední řadě senzory. Některé základní senzory jsou popsány dále.

### Magnetický kontakt

Je jednoduchý kovový kontakt, který se sepne v přítomnosti magnetického pole. V opačném případě je rozepnutý. Magnetické kontakty se využívají na oknech či dveřích, kde je magnetický kontakt upevněn na rámu a magnet se nachází na dveřích nebo křídlech oken. Po otevření dojde k oddálení magnetu a následnému rozepnutí kontaktu.

### Světelná (laserová) závora

Obsahuje zdroj a přijímač světla. Pokud dojde k přerušení paprsku světla, je spuštěn poplach. Podle uspořádání se dělí světelné závory na přímé a reflexní. U přímých je vysílač a přijímač rozdělen a jednotlivé části jsou umístěny naproti sobě. U reflexní je vysílač i přijímač na jednom místě, naproti nim je umístěna reflexní vrstva pro odraz paprsku. Dosah světelných závor se dle použitého zdroje světla může pohybovat v řádu desítek (IR) až stovek metrů (laser).

### Detektor tříštění oken

Montují se zpravidla na strop nebo protější zeď hlídaného okna. Princip spočívá ve vyhodnocování hluku v místnosti. Speciální algoritmy vestavěného mikroprocesoru vyhodnocují čas, výkon a amplitudu hluku v celém spektru zvuku od infrazvuku až po ultrazvukové. Detektor bezpečně rozlišuje zvuk tříštění skla od možných zdrojů rušení, jako je například pískání, zvonění apod.

### PIR detektor pohybu

Pracuje na principu infrapasivní detekce, zjednodušeně řečeno na změně teplot. Stručně by se funkce dala popsat následovně. Detektor si zapamatuje tepelný obraz místnosti a při jeho rychlé změně vyhodnotí poplach. K tomu využívá takzvané PIR čidlo, detekující pasivní infračervené záření, Fraselovu čočku pro širší záběr čidla a elektroniku vyhodnocující výstup PIR čidla. Detektor reaguje na rychlé pohyby, proto by mírné změny teplot způsobené větráním neměly detektoru vadit. Dosah těchto senzorů se pohybuje v rozmezí jednotek až desítek metrů.

### **Radarový detektor pohybu**

Umožňující indikovat pohyb přes zeď, sklo a vůbec vše, co není kovové. Dosah čidla je až 10 metrů. Pracuje na frekvenci 9,35GHz. Princip spočívá ve využití Dopplerova efektu, tedy přijímaný signál odražený od pohybujícího se předmětu má rozdílný kmitočet oproti vyslanému signálu. Přijímaný kmitočet se zvyšuje nebo snižuje v závislosti na směru pohybu. Tento signál je zesílen a vyhodnocen pomocí komparátoru.

### **Kombinovaný detektor pohybu**

Spojuje funkci PIR detektoru a radarového detektoru pohybu, díky čemuž je vyhodnocení věrohodnější a předchází tak falešným poplachům. Pokud PIR detektor zaznamená pohyb, je spuštěn radarový detektor pro ověření pohybu osob v hlídaných prostorách.



## 3 PRŮZKUM TRHU

Zabezpečení majetku je postupem času nejen nadstandardním vybavením domácností, ale čím dál větší nutností. Nabídka EZS se postupem času zvětšuje a pro zákazníka může trh být nepřehledný.

### 3.1 Velikost a stav trhu

V poslední době se objevuje čím dál více možností zabezpečení majetku, a to od levných ústředen, většinou neznámého původu, až po sestavy renomovaných značek. Zabývat se budeme především tou druhou skupinou.

Mezi nejznámější firmy zajišťující kompletní zabezpečení patří Jablotron, který systémy sám navrhuje a vyrábí. Většina ostatních firem v ČR, zabývajících se EZS, je pouze distributorem systémů jiných výrobců. Mezi tyto dodavatele se řadí například Micronix, spol. s r.o. Těchto firem je samozřejmě mnohem víc, většina ovšem nabízí produkty stejných firem. Na pomezí těchto dvou skupin by se dal zařadit například Flajzar, s.r.o. který nabízí jak produkty z vlastní výroby, tak distribuci jiných výrobců.

### 3.2 Vývoj EZS

Funkce EZS se rozšiřují nejen po stránce bezpečnostní, tedy zabezpečení proti vloupání, ale spojují se i s funkcemi, jako je například požární ochrana, detekce úniku plynu, apod. V neposlední řadě se také nabízí možnosti kompletního řízení domů či komerčních prostor od ovládání osvětlení, až po ventilaci a vytápění.

### 3.3 Konkurenceschopnost

Aby byl produkt konkurenceschopný, musí zákazníkovi nabídnout něco navíc. Ať už je to nižší cena, kvalitní instalace a servis nebo nadstandardní funkce. EZS navrhovaný v této práci je sám o sobě srovnatelný s produkty na Českém trhu, ovšem snaží se nabídnout levnější alternativu při zachování kvality a bezpečnosti.

Do budoucna je v plánu EZS rozšířit o další funkce, přičemž ve výsledku by se z něj měl stát kompaktní systém řízení domu, tzn. k funkci zabezpečení přidat i řízení osvětlení, ovládání dveří, ventilace, řízení teploty, ovládání žaluzií, ovládání audiovizuální techniky, atd. Uvažuje se také integraci do tzv. ostrovních systémů.

### **3.4 Produkty srovnatelné s navrhovaným EZS**

V této podkapitole se podíváme na výrobky některých českých dodavatelů EZS srovnatelné s navrhovaným systémem.

#### **3.4.1 Jablotron 100 (výrobce Jablotron)**

Jedná se o nový systém se specifickým způsobem ovládání. Systém kombinuje sběrníkové a bezdrátové komponenty, dle libosti uživatele, pouze s omezením na 120 zařízení (detektory, klávesnice a ovladače, sirény, atd.). Tyto zařízení je možné rozdělit do 15 sekcí. Systém také nabízí 32 programovatelných výstupů. Ústředna je vybavena GSM/GPRS/LAN komunikátorem, který umožňuje plnohodnotný vzdálený přístup, monitorování nebo ovládání výstupů na dálku. V nabídce je také celá škála detektorů a ovládacích prvků jak pro drátovou, tak i bezdrátovou instalaci.

Ceny jednotlivých komponent nového systému v době psaní práce nebyly na webu výrobce k dispozici. Nabízí se pouze ceny typových instalací pro byt, dům a firmu v cenách od 17 538 Kč bez DPH pro byt, až po 52 343 Kč bez DPH pro firmu. Detaily vzorových instalací jsou k dispozici v [26].

#### **3.4.2 Micra (distributor Micronix)**

Jádrem systému Micra je univerzální GSM/GPRS/SMS komunikační modul se zdrojem a funkcemi zabezpečovací ústředny. Modul obsahuje 4 programovatelné analogové nebo digitální vstupy, 2 výstupy pro vzdálené ovládání, 8 bezdrátových detektorů či magnetických kontaktů, GPRS, SMS nebo CLIP přenos s automatickou zálohou, funkci odposlechu, vzdálené programování a obsahuje integrovaný napájecí pulzní zdroj s ovládáním dobíjení kontroly akumulátoru. K systému Micra je možné připojit bezdrátovou klávesnici pro ovládání a další komponenty dle dané aplikace.

Cena modulu je 5750 Kč bez DPH, cena klávesnice 1003 Kč bez DPH.

#### **3.4.3 Master Guardian (distributor Micronix)**

Ústředna MG-MCU 16 podporuje technologii ovládání systému pomocí rozeznání otisků prstu. Je vybavena telefonním komunikátorem a je možné ji konfigurovat pomocí počítače. Ovládání je možné dálkovými alfanumerickými LCD klávesnicemi a LCD s vestavěnou čtečkou otisku prstů, umožňuje ovládání až z 8 klávesnic. Na základní desce je k dispozici 16 samostatně programovatelných zón, možné je přikoupení expandéru o dalších 16 zón.

Cena ústředny MG-MCU 16 je 7616 Kč bez DPH, cena klávesnice s čtečkou otisku prstů MG-KF 16 170 Kč bez PDH.

### 3.4.4 Produkty Flajzar, s.r.o.

Firma Flajzar, s.r.o. nemá v nabídce kompletní sestavy EZS, ale pouze jejich jednotlivé komponenty. Z nabídky byly vybrány zajímavé produkty pro použití v zabezpečovací technice. Detektory pohybu použité v této práci, uvedené dále, byly vybrány právě ze sortimentu Flajzar, s.r.o.

GSM komunikátor uGATE 2 (microGATE 2) obsahuje 2 vstupy a 2 výstupy pro připojení výkonových relé. Komunikátor je možné zabudovat do dalších zařízení, přičemž může po aktivaci vstupu odeslat SMS, zavolat na uložené číslo nebo „prozvonit“ majitele objektu. Cena komunikátoru je 2990 Kč.

Klávesnice + čtečka čipů RFID K3 je určená pro otevírání dveří nebo ovládání zabezpečovacích systémů. Po zadání čtyřmístného kódu sepne výstupní relé na nastavený čas 1–99 vteřin. Kromě numerického zadání kódu je možnost ovládání výstupního relé i prostřednictvím běžných RFID karet a přívěšků. Těch je možné uložit do paměti až 1000 a každé přiřadit pevné místo v paměti pro potřeby editace popř. mazání. Kromě standardní funkce ovládání výstupního relé má klávesnice ještě funkci alarmu. Cena klávesnice je 1190 Kč. V nabídce jsou také masivnější klávesnice, případně klávesnice pro venkovní použití v cenových relacích do 2000 Kč.

Přístupový systém BC-2018 se čtečkou otisků prstů a klávesnicí umožňuje uložení až 800 uživatelů. Systém je možné využít jak pro funkce přístupu, tak pro funkci alarmu, protože obsahuje vstupy pro libovolná čidla i výstupní výkonové relé. Cena systému je 3 181 Kč.

V sortimentu firmy lze najít také výrobky vlastní produkce od jednoduchých stavebnic kódových zámků v ceně několika stovek korun až po bezkontaktní identifikační RFID systémy v ceně do 1500 Kč.

## 4 SPECIFIKACE STŘEŽENÝCH PROSTOR

Jak již bylo uvedeno, zabezpečovací systém navrhovaný v této práci je určen pro konkrétní rodinný dům. Dům tvoří předsíň s chodbou, ze které vedou dveře do dvou pokojů a sociálního zařízení. Na chodbu navazuje velká místnost spojující funkci obývacího pokoje a kuchyně s jídelnou. V části obývacího pokoje je umístěn krb. V kuchyňské části se nachází další pár dveří, jedny vedou do ložnice a druhé do technické místnosti spojující dům s garáží.

### **Chodba**

Na půdorysu označena jako 101 a 102. Celkové rozměry místnosti jsou 2000×5635 mm. Místnost slouží ke vstupu do budovy. Střežena bude radarovými čidly pohybu RAD2 a RAD3.

### **Malý pokoj**

Na půdorysu označen jako 111. Rozměry místnosti jsou 4235×2745 mm. Slouží jako pracovna. Střežen bude radarovým čidlem pohybu RAD2.

### **Velký pokoj**

Na půdorysu označen jako 103. Rozměry místnosti jsou 4985×3885 mm. Slouží jako dětský pokoj. Střežen bude radarovým čidlem pohybu RAD3.

### **Obývací pokoj**

Na půdorysu označen jako 104. Rozměry místnosti jsou 5945×5250 mm. V obývacím pokoji je umístěn krb. Společně s kuchyní a jídelnou tvoří největší místnost v domě. Střežen bude radarovým čidlem pohybu RAD3.

### **Kuchyně s jídelnou**

Na půdorysu označena jako 108. Rozměry místnosti jsou 5575×3500 mm. Střežena bude radarovým čidlem pohybu RAD1.

### **Ložnice**

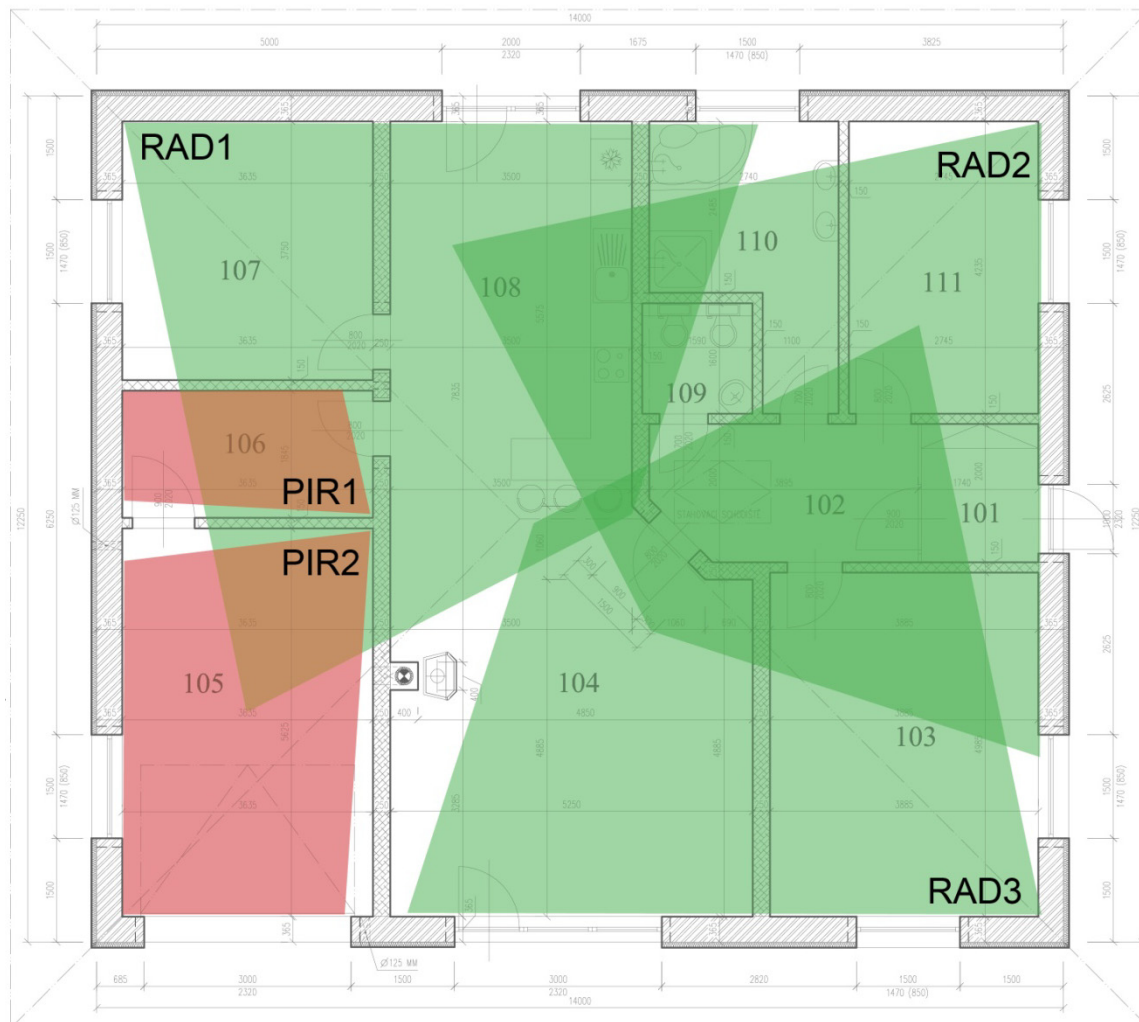
Na půdorysu označen jako 107. Rozměry místnosti jsou 3750×3635 mm. Střežena bude radarovým čidlem pohybu RAD1.

### **Technická místnost**

Na půdorysu označen jako 106. Rozměry místnosti jsou 1845×3635 mm. V této místnosti je umístěno veškeré technické vybavení jako bojler, tepelné čerpadlo a čerpadlo pro solární panely pro ohřev vody. Střežena bude PIR čidlem pohybu PIR1.

## Garáž

Na půdorysu označena jako 105. Rozměry místnosti jsou 5625×3635 mm. V garáži je umístěn vstup do podkroví domu. Sřežena bude PIR čidlem pohybu PIR2.



RAD1–RAD3      Radarová čidla pohybu  
PIR1–PIR2      PIR čidla pohybu

Obr. 1. Rozmístění čidel pohybu

Rozmístění čidel je naznačeno na půdorysu rodinného domu [25]. Úhly a dosah čidel pohybu jsou pouze orientační.

## 5 KONCEPT EZS

Hlavní prostředek pro splnění podmínky uvedené v úvodu práce, tedy minimalizace zásahů do stavby domu, je volba radarových čidel pohybu, která jsou schopna registrovat pohyb i přes zeď nebo jako v našem případě přes strop. Pohybová čidla jsou tedy umístěna nad úrovní stropních sádkartonových desek a nejsou zde žádné viditelné zásahy do budovy. Vzhledem k ceně radarových čidel pohybu jsou tyto použity pouze v obytných prostorách, užitkové prostory jako technická místnost nebo garáž jsou hlídány pomocí PIR čidel pohybu.

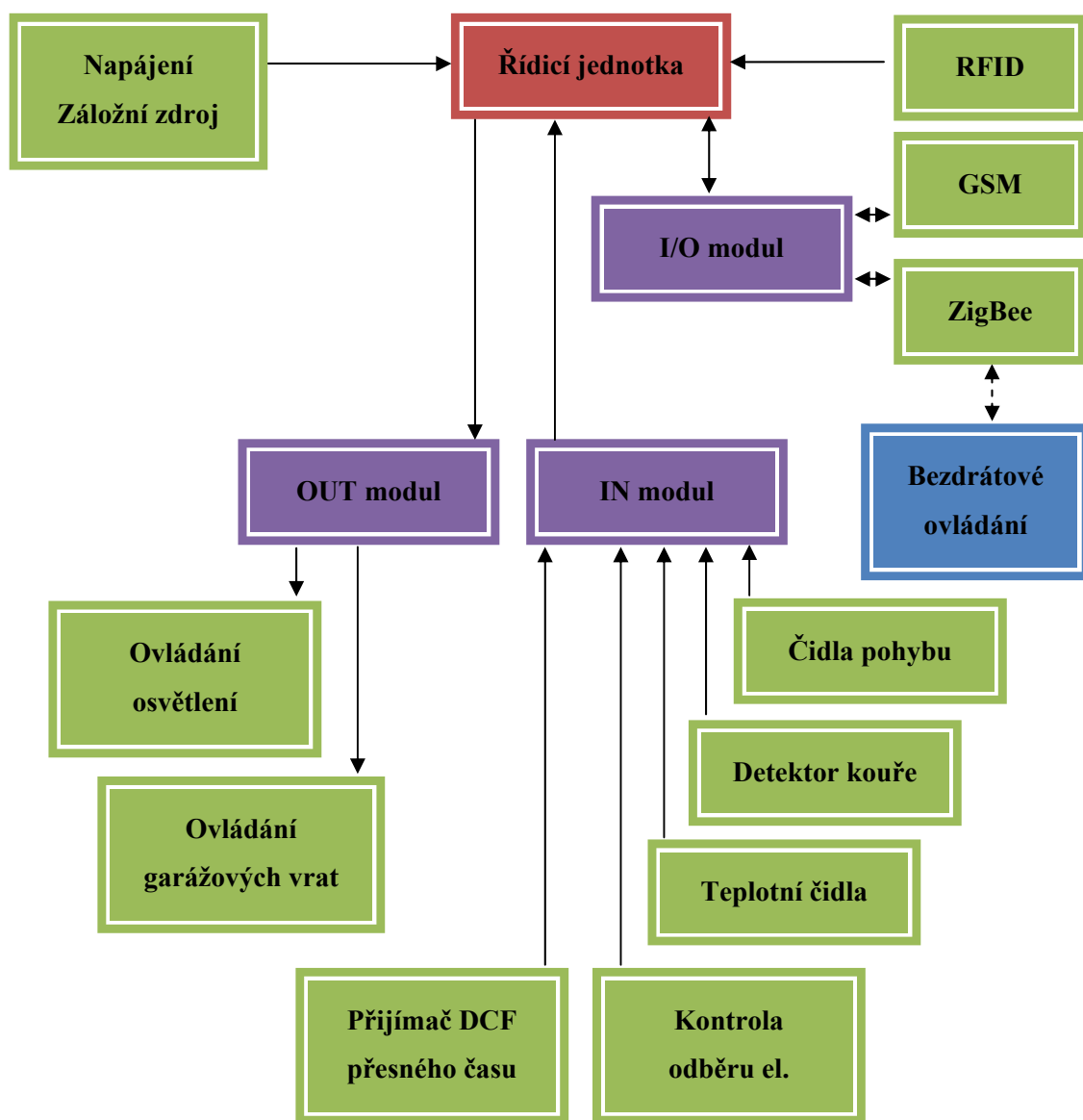
Řídicí jednotka je umístěna v technické místnosti domu a sama o sobě umožňuje plnohodnotné ovládání EZS. Volitelně je možné nainstalovat vzdálený terminál RFID nebo připojení bezdrátového ovládání EZS, takže není nutné instalovat pevný terminál u vchodu do domu. Pro případ přerušení komunikace mezi řídicí jednotkou a ovládacím panelem je možné k ovládání EZS použít přímo řídicí jednotku. Použití bezdrátového ovládacího panelu je volitelným nadstandardním doplňkem, proto se tato práce zabývá pouze jeho teoretickým návrhem.

Vzhledem k tomu, že se v objektu nachází krb, je k systému také možnost připojit optický detektor kouře. Další nadstandardní výbavou systému je monitorování odběru elektrické energie, který je možné zjistit i na dálku prostřednictvím SMS příkazu. SMS mohou být také využívány pro signalizaci narušení prostoru nebo dálkovému nastavení různých funkcí systému uvedených dále. Signalizace narušení je též akustická.

Jádrem EZS bude řídicí jednotka se zálohovaným zdrojem. K této jednotce se pomocí osmibitové datové sběrnice připojují především vstupní a výstupní moduly, a další zařízení, která jsou adresována pomocí čtyřbitové adresovací sběrnice. Celkem tedy může být těchto zařízení k řídicí jednotce připojeno 16.

Další periferie je možné připojit pomocí synchronního sériového rozhraní (MSSP [16]), sériového asynchronního rozhraní (EUSART [16]) a jednoho WIEGAND rozhraní, které bude naprogramováno přímo v programu řídicí jednotky. WIEGAND rozhraní sdílí vstupy mikrokontroleru s datovou sběrnici pro I/O moduly, proto je nutné s tím při programování počítat.

Řídicí jednotka se společně s dalšími moduly EZS nachází v rozvodnici na DIN liště. Pouzdra pro zařízení jsou ve velikosti od jednomodulových (RFID) až po čtyřmodulové (zálohovaný zdroj). Ideální je použití rozvodnice se zamykatelnými dvířky v celokovovém provedení.



Obr. 2. *Blokové schéma EZS*

Periferie jsou rozděleny na základní, které jsou potřebné k běžnému používání EZS a volitelné, které jsou nadstandardní výbavou. Volitelné periferie jsou z finančních důvodů pouze teoreticky navrženy, s jejich konstrukcí a zařazením do provozu je počítáno do budoucna.

#### **Základní součásti**

- Řídicí jednotka,
- zdroj se záložním zdrojem,

### **Základní periferie**

- I/O modul,
- spínač akustické signalizace.

### **Volitelné periferie**

- RFID modul,
- GSM modul,
- ZigBee modul,
- bezdrátový ovládací panel,
- přijímač DCF přesného času,
- vstupní modul,
- výstupní modul.

### **Základní senzory**

- Radarový senzor pohybu,
- PIR detektor pohybu.

### **Volitelné senzory**

- Detektor kouře,
- teplotní čidla,
- kontrola el. odběru.

Další možností je například připojení ovládání osvětlení na základě pohybu v prostorách domu nebo ovládání garážových vrat. V tomto případě se jedná o jednoduché připojení relé na výstupní moduly, proto tato aplikace v práci není rozebírána. Připojit je samozřejmě možné i další běžná zařízení a senzory, jako např. magnetické kontakty, optické závory, detektory tříštění oken, atd.

Pro použití v tomto konkrétním případě je postačující připojit detektory pohybu a signalizaci přes optické oddělení přímo na výstupy mikrokontroléru použité pro vstupně-výstupní a adresovací sběrnici, protože jich je dostatečné množství. Vstupní a výstupní moduly byly zařazeny do volitelných periférií z důvodu snadného rozšíření vstupních a výstupních zařízení.



## 6 VOLBA ČIDEL POHYBU

Vzhledem k tomu, že je vyžadován minimální zásah do stavby domu, byla pro pohyb zvolena radarová čidla pohybu, která dokážou pohyb zaznamenat přes zeď, nebo jako v našem případě přes strop. Jelikož je ale cena těchto čidel přibližně trojnásobná oproti klasickým PIR senzorům, jsou použity pouze v obytných prostorách. Užitkové prostory jako garáž nebo technická místnost jsou střežena PIR senzory.

### 6.1 Detektory pohybu

Prostory hlídaného objektu byly rozebrány v *kapitole 4*. Rozmístění jednotlivých čidel v prostoru je pak zobrazeno na *obrázku 1*, kde je zeleně naznačen dosah radarových čidel pohybu a červeně PIR pohybových čidel. Tento dosah není určen přesně, pouze naznačen společně s úhlem vyzařování. První radarové čidlo bude umístěno v rohu místnosti s označením 107 (ložnice), má dosah až do místnosti 108 (kuchyně). Čidlo bude možné vypnout například na noc, pokud chce mít majitel objektu jeho zbytek zabezpečen. Další radarová čidla jsou umístěna v rozích místností 111 (pracovna) a 103 (dětský pokoj). Čidlo z místnosti 111 zabezpečí i 110, 109, 102 a 101 (sociální zařízení a chodba). Čidlo z místnosti 103 zasahuje i do prostoru 104 (obývací pokoj). Jak již bylo uvedeno v užitkových prostorách 105 (garáž) a 106 (technická místnost) jsou použita levnější PIR čidla.

#### 6.1.1 Radarový detektor pohybu

Při zabezpečení objektu se chceme co možná nejvíce vyhnout zásahům do zástavby nebo interiéru domu, proto jsou použita radarová čidla pohybu HB410. Ty umožňují registrovat pohyb i přes zdi či stropy. Čidla pohybu jsou umístěna v podkroví domu, proto si musíme dát pozor na materiál, ze kterého je strop v místnostech. U této novostavby se jedná o sádkartón, což znamená, že se v něm nachází hliníková folie. Ta by záření radarového čidla odstínila, proto bude nutné tuto folii odstranit.

Radarové čidlo je možné zakoupit přímo se zesilovačem a komparátorem, proto není nutné dalších dodatečných zapojení. Výstup tohoto zesilovače s komparátorem je možné připojit přímo k vstupnímu modulu řídicí jednotky.



Obr. 3. Radarové čidlo pohybu HB410 [12]

Tab. 1. Technické parametry přijímače HB410

Parametr	Hodnota
Napájecí napětí	9 V
Proudový odběr	< 40 mA
Vyzařovací úhel - azimut	80°
Vyzařovací úhel - elevace	40°
Pracovní frekvence	9,345 až 9,355 GHz
Vyzařovaný výkon	10 až 17dBm
Rozměry	40×46,5×10 mm

### 6.1.2 PIR detektor pohybu

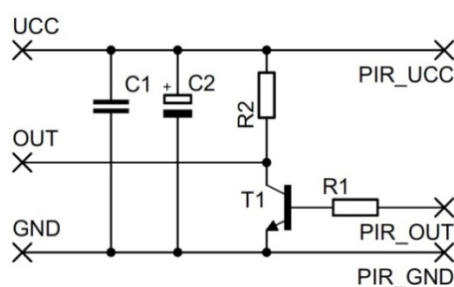
Pro konstrukci byl vybrán Miniaturní PIR modul dodávaný firmou Flajzar, s.r.o. Detektory s PIR čidlem jsou dodávány již kompletní a není nutné k nim přidávat žádnou elektroniku. Ovšem v klidovém stavu je na výstupu log. 0, v případě zaregistrování pohybu log. 1. Tento stav by byl nežádoucí, pokud by se senzor umístil do pozice, kde by bylo možné senzor zneškodnit pouhým přerušením spojení. V tom případě by se k senzoru musel připojit invertor, který zajistí, že v klidovém stavu bude na výstupu log. 1 a v případě narušení prostoru nebo přerušení spojení zde bude log. 0. Schéma invertoru je na obrázku 5.



Obr. 4. Detektor pohybu miniaturní [10]

Tab. 2. Technické parametry TC1046

Parametr	Hodnota		
	Minimální	Typická	Maximální
Napájecí napětí	4 V		12 V
Proudový odběr		0,4 mA/5 V	
Šířka výstupního impulzu	0,5 s		
Směrový kužel	60°		
Rozměry	25×35 mm		



Obr. 5. Invertor pro PIR čidlo

### Výpočet hodnot součástek invertoru signálu

$R_2$  je zvolen tak, aby při sepnutí T1 protékal obvodem proud  $I = 5 \text{ mA}$ .

$$R_2 = \frac{U_{PIR\_UCC}}{I} = \frac{5}{0,005} = 1 \text{ k}\Omega$$

$$I_B = \frac{I}{\beta} = \frac{0,005}{180} = 25 \text{ }\mu\text{A}$$

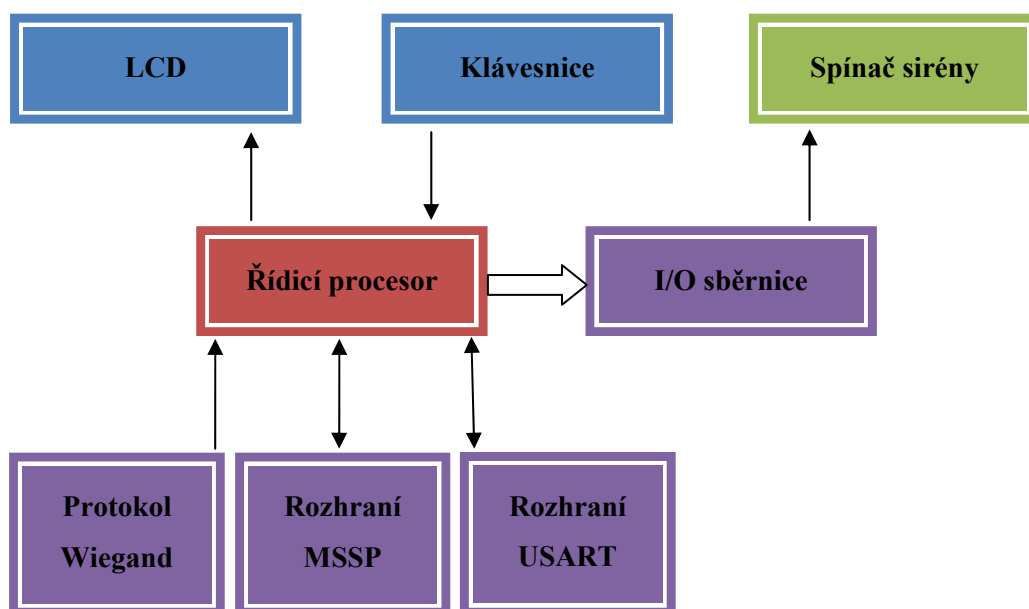
$$R_1 = \frac{U_{PIR\_OUT} - U_{BE}}{I_B} = \frac{5 - 0,6}{25 \times 10^{-6}} = 176 \text{ k}\Omega$$

T1 - BC337

$\beta = 180$  (podle katalogu)

## 7 ŘÍDICÍ JEDNOTKA EZS

Řídicí jednotka musí být robustní a dostatečně zabezpečená proti vniknutí, proto bude umístěna v technické místnosti. Zdroj pro řídicí jednotku bude napájen ze sítě 230 V a bude obsahovat záložní zdroj pro případ výpadku dodávky el. energie. Řídicí jednotka musí umožňovat plnohodnotné ovládání EZS pro případ nevyužití bezdrátového ovládacího panelu nebo sběrniceového RFID terminálu. Základní části řídicí jednotky jsou mikrokontrolér, displej, klávesnice, komunikační sběrnice a signalizace.



Obr. 6. *Blokové schéma řídicí jednotky*

### 7.1 Mikrokontrolér PIC16F74

Pro řídicí jednotku byl vybrán osmibitový mikrokontrolér se 40 vývody PIC16F74. Procesor má v jednom pouzdru dostatečný počet vstupně-výstupních pinů, obsahuje potřebné komunikační moduly a další periferie nezbytné pro naši konstrukci. Další důvod volby tohoto mikrokontroléru je mnoholetá praxe s obvody PIC firmy Microchip, dostupnost programátoru PICKit 3 a zkušenosti s programovacím jazykem assembler. Samozřejmě by bylo možné použít i mikrokontroléry od jiného výrobce, jako například Motorola, Atmel, apod. Zvolený mikrokontrolér je také možné nahradit PIC18F452, pro který Microchip nabízí zdarma vývojové prostředí MPLAB X, které umožňuje programování v jazyce C.

Tab. 3. Základní parametry a funkční bloky mikrokontroléru [16]

Parametr	Hodnota
Napájecí napětí	2–5,5 V
Operační frekvence	4 MHz
Programová paměť	8 KB
Datová paměť	192 B
EEPROM	368 B
I/O pinů	33

A/D převodník	8 externích kanálů
Rozlišení A/D převodníků	8 b

Komunikační porty	Počet
MSSP (SPI a I <sup>2</sup> C)	1
USART	1

## 7.2 Displej

Řídicí jednotka umožňuje veškeré funkce k ovládání EZS, proto je vybavena displejem. Použit je znakový LCD o rozměrech 2×8 znaků MC0802A-SYL/H s podsvícením.

Téměř všechny znakové displeje jsou v dnešní době řízeny řadičem HD44780, z jehož použití vychází i zapojení vývodů displeje uvedené dále, stejně jako způsob ukládání dat do paměti. Možná je také volba komunikace s displejem po 4 nebo 8 linkách, přičemž komunikace po 4 probíhá nadvakrát. V našem případě byla zvolena osmibitová komunikace.

Zkratka LCD znamená Liquid Crystal Display. Z názvu je jasné, že displej obsahuje kapalně krystaly. Ty jsou vlivem elektrického pole polarizovány, což způsobuje natočení jejich molekul, dynamický rozptyl světla, se pak projeví jako ztmavnutí kapaliny. Krystaly samy o sobě nesvítí. Jsou opticky pasivní. To vyžaduje jejich podsvícení buď odrazem okolního světla od spodní reflexní vrstvy, nebo použití aktivního podsvícení zespod displeje. To přináší tu výhodu, že lze pozorovat displej i za tmy. Použitý displej má podsvícení.

Pro EZS je použit dvouřádkový LCD displej typu MC0802A-SYL/H. Jedná se o STN (Super Twisted Nematic) displej. STN znamená, že maximální úhel, o který je možno otočit optickou osu je větší než 90°. Pro nás z toho plyne větší kontrastní poměr a pozorovací úhel.

Displej má 16 vývodů, jejich obsazení najdete v *tabulce 4*. Nastavení kontrastu je realizováno pevným rezistorem 1,2 KΩ připojeným na GND. Výběr registru, vstup povolení zápisu a datová sběrnice budou připojeny přímo na mikrokontrolér. Pro řízení

je zvolena osmibitová komunikace, která využívá všechny vstupy DB0–DB7. Volba čtení/zápis nebude využita, protože do displeje budeme pouze zapisovat. Tento vývod je tedy připojen na GND. Připojení LCD je zřejmé z obrázků v příloze 1.

Tab. 4. Vývody displeje DEM 16221 SYH

Číslo pinu	Signál	Popis
1	V <sub>SS</sub>	GND
2	V <sub>DD</sub>	Napájecí napětí (4,75–5,25V)
3	V <sub>0</sub>	Nastavení kontrastu (min 0,65V)
4	RS	Výběr registru
5	R/W	Volba čtení/zápis do zobrazovače
6	E	Vstup povolení přenosu
7	DB0	Data/instrukce 0 (LSB)
8	DB1	Data/instrukce 1
9	DB2	Data/instrukce 2
10	DB3	Data/instrukce 3
11	DB4	Data/instrukce 4
12	DB5	Data/instrukce 5
13	DB6	Data/instrukce 6
14	DB7	Data/instrukce 7 (MSB)
15	A	Anoda LED podsvícení
16	K	Katoda LED podsvícení

### Výpočet hodnot součástek podsvícení

Hodnoty z datasheetu:

Napětí LED podsvícení  $U_{LED} = 4,2 \text{ V}$ .

Proud podsvícení zvolen  $I_{LED} = 60 \text{ mA}$ .

$$R_5 = \frac{U_{DD} - U_{LED}}{I_{LED}} = \frac{5 - 4,2}{0,06} = 13 \Omega$$

$$I_B = \frac{I_{LED}}{\beta} = \frac{0,06}{180} = 333 \mu\text{A}$$

$$R_1 = \frac{U_{PODSVIT} - U_{BE}}{I_B} = \frac{5 - 0,6}{333 \times 10^{-6}} = 13,2 \text{ k}\Omega$$

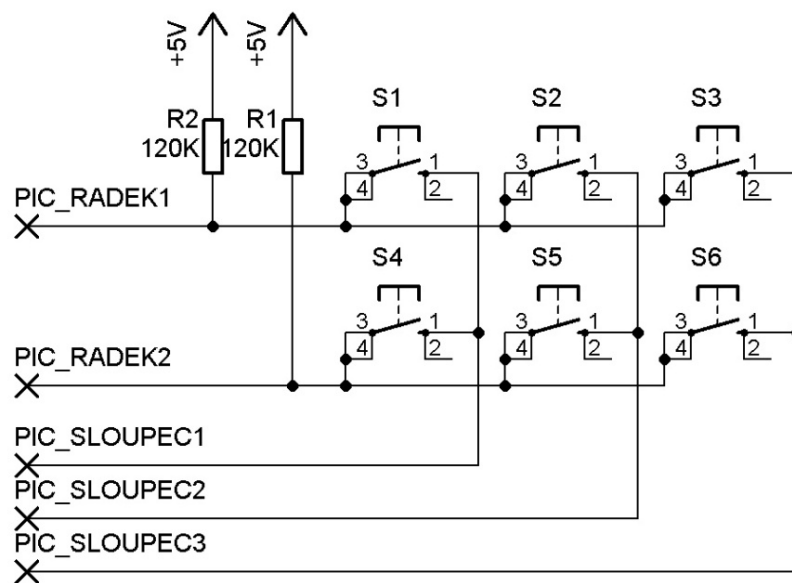
T2 - BC337

$\beta = 180$  (podle katalogu)

### 7.3 Klávesnice

Klávesnice pro řídicí jednotku je tvořena 4 mikrotlačítky, přičemž umístěny jsou po dvojicích na bocích displeje, kde tvoří kontextovou klávesnici.

Základní připojení klávesnice může být přímé nebo maticové. Princip maticové klávesnice vysvětlený níže ovšem v případě čtyřtlačítkové klávesnice nemá smysl, protože nedojde k úspoře žádného vstupu mikrokontroléru. Smysl by mělo takové připojení až od vyššího počtu tlačítek, jak je vidět na *obrázku 7*.



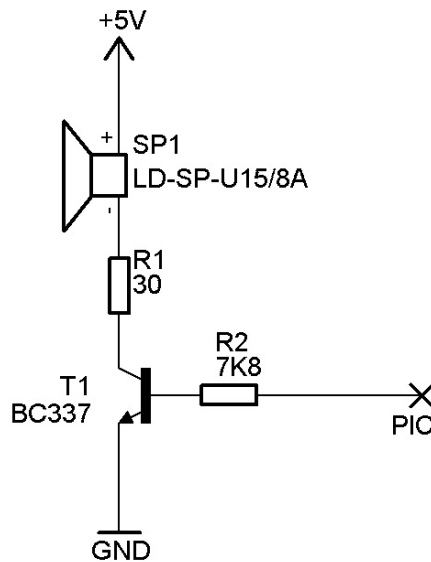
Obr. 7. Princip maticové klávesnice

Řádkové vodiče, připojené na vstup mikrokontroléru, jsou rezistory 120 K $\Omega$  udržovány na úrovni log. 1. Sloupcové vodiče jsou postupně mikrokontrolérem nastavovány do log. 0. (vždy jen jeden, ostatní jsou v log. 1) a pokud dojde ke stisku klávesy, podle vstupu na nízké úrovni a právě aktivního výstupu, je určen sepnutý kontakt.

Při sepnutí tlačítek může dojít k záskytu, způsobeném odrazem kontaktů od sebe a opětovným sepnutím. Tento nežádoucí jev lze odstranit pomocí R-S, monostabilního nebo Schmittova klopného obvodu, případně programově. U řídicí jednotky používáme tlačítka bez záskytu, a navíc pro jistotu programové ošetření případných záskytů.

## 7.4 Schéma zapojení řídicí jednotky

Schéma zapojení řídicí jednotky je uvedeno v příloze 1. DPS je oboustranná. Napájení zajišťuje 5V stabilizátor. Na vstupu je 100  $\mu$ F, na výstupu jsou pak blokovací kondenzátory 10 nF, 100 nF a 100  $\mu$ F. Resetovací vstup mikrokontroléru je trvale přiveden na napájecí napětí přes rezistor 10 K $\Omega$ . Na vstupu OSC1 a OSC2 je připojen krystal 4 MHz pro oscilátor mikrokontroléru. Na výstup RA0 mikrokontroléru je přes T1 připojen miniaturní reproduktor LD-SP-U15/8A pro akustickou signalizaci stisku tlačítka. Dle maximálního výkonu reproduktoru udávaného výrobcem byl zvolen výkon 0,2 W.



Obr. 8. Signalizace stisku tlačítka

### Výpočet hodnot součástek spínání reproduktoru

$$P_{REP} = 0,2 \text{ W}$$

$$U_{REP} = 2 \text{ V}$$

$$I_{REP} = \frac{P_{REP}}{U_{REP}} = \frac{0,2}{2} = 100 \text{ mA}$$

$$R_1 = \frac{U_{NAP} - U_{REP}}{I_{REP}} = \frac{5 - 2}{0,1} = 30 \Omega$$

$$I_B = \frac{I_{REP}}{\beta} = \frac{0,1}{180} = 0,56 \text{ mA}$$



$$R_2 = \frac{U_{NAP} - U_{BE}}{I_B} = \frac{5 - 0,6}{0,56 \times 10^{-3}} = 7,86 \text{ k}\Omega$$

$P_{REP}$  Výkon reproduktoru, výrobce udává max. 0,5 W.

$U_{REP}$  Napětí na reproduktoru podle výrobce.

$I_{REP}$  Proud protékající reproduktorem.

$I_B$  Proud bázi T1.

$\beta$  Zesílení T1 podle katalogu.

Na desce řídicí jednotky se dále nachází konektory pro připojení LCD a klávesnice, konektor pro programování mikrokontroléru ICSP (In Circuit Serial Programming), napájecí konektor se signalizací provozu na záložní zdroj a konektory vstupně-výstupní sběrnice s adresací a sériových rozhraní.

## 7.5 Konstrukce řídicí jednotky

Původně byla řídicí jednotka navržena s využitím SMT. V domácích podmínkách ovšem došlo ke komplikacím při osazování mikrokontroléru v provedení SMD, proto ji nebylo možné realizovat. Pro domácí konstrukci byla navržena alternativa využívající klasické vývodové součástky, jejíž dokumentace se nachází v *příloze 1*. Tato alternativa je již snadno realizovatelná i v domácích podmínkách a není nijak funkčně omezena oproti původnímu návrhu. Z povrchové úpravy je realizováno pouze nanesení vrstvy pájivého laku.

## 8 ZÁKLADNÍ PERIFERIE EZS

### 8.1 Napájecí zdroj se zálohováním

Vzhledem k tomu, že periferie umístěné v rozvodnici s řídicí jednotkou mají různá napájecí napětí od 3,3 V do 5 V, je výstupní napětí napájecího zdroje stabilizováno na 9 V, což je napájecí napětí připojených radarových detektorů pohybu. Jednotlivé moduly jsou pak vybaveny samostatnými stabilizátory na požadované napětí. Napájení bude přímo ze sítě, zdroj tedy obsahuje transformátor. Součástí zdroje je i záložní zdroj s akumulátorem s kapacitou 5 Ah, který je schopen dodávat dostatečný proud pro provoz zařízení minimálně 24 hodin.

Aby byla výdrž záložního zdroje co největší, je použit olověný akumulátor, jehož údržbu obstarává obvod UC3906 od firmy Texas Instruments. Zapojení obvodu je podle doporučeného zapojení výrobce [13]. Obvod umožňuje trvalé připojení akumulátoru a chrání jej proti přebíjení nebo zničení. Nabíjecí cyklus má tři fáze uvedené v následující tabulce.

Tab. 5. Fáze nabíjení akumulátoru

Fáze	Nabíjení	Popis
1	Třída A: Nabíjení konstantním proudem	Nabíjení konstantním proudem 30 mA do dosažení minimální úrovně napětí $U_1$ . Od dosažení $U_1$ je akumulátor nabíjen maximálním proudem $I_{MAX}$ na 95 % $U_2$ ( $I_{MAX}=1/10 \cdot Q_{AKU}$ ).
2	Třída B: Nabíjení konstantním napětím	Napětí akumulátoru se zvýší z $U_2$ na $U_3$ . Po dosažení napětí $U_3$ se začne zmenšovat nabíjecí proud, po dosažení $1/10 \cdot I_{MAX}$ přechází nabíjení do fáze 3.
3	Udržovací nabíjení	Vyrovňávání samovolného vybíjení. Napětí na svorkách klesá z $U_3$ k nule. Jakmile napětí poklesne pod $U_4$ začne se dobíjet akumulátor stejným proudem, jako je vybíjecí proud. Dále je pak akumulátor udržován na napěťové úrovni $U_5$ pokud napětí $U_5$ poklesne, vrací se nabíječka zpět do první fáze bez otestování akumulátoru.

Pro 6 V akumulátor platí:

$$U_1 = V_T = 9 V$$

$$U_3 = V_{OC} = 11,25 V$$

$$U_4 = U_5 = V_F = 10,35 V$$

$$U_2 = V_{12} = 0,95 \times V_{OC} = 0,95 \times 11,25 = 10,69 \text{ V}$$

$$U_6 = V_{31} = 0,90 \times V_F = 0,90 \times 6,90 = 9,32 \text{ V}$$

Tab. 6. Elektrické parametry základních periférií a detektorů

Periférie/detektor	Napětí	Proud
Řídicí jednotka	6–12 V	< 30 mA
Signalizace	6–12 V	500 mA
I/O modul	5 V	< 180 mA
Radarový detektor pohybu	9–24 V	70 mA
PIR detektor pohybu	5 V	0,4 mA

### 8.1.1 Schéma zapojení zdroje se záložním zdrojem

Schéma zapojení zdroje se záložním zdrojem je v příloze 2. Vzhledem k jednoduchému zapojení jsou použity klasické vývodové součástky a jednostranná DPS. Zdroj je napájen přímo ze sítě, proto je zde transformátor se sekundárním napětím 9 V/1 A. K diodám Greatzova usměrňovacího můstku jsou paralelně zapojeny blokovací kondenzátory 100 nF. Výstupní napětí je filtrováno elektrolytickým kondenzátorem 2200  $\mu$ F a 100 nF. Napětí je dále přímo přivedeno na obvod zajišťující management baterie a přes diodu D1 na 9V stabilizátor 78L09. V případě výpadku el. energie ze sítě je napětí do stabilizátoru vedeno přes D2 přímo z baterie. Před D1 je také zapojen stabilizátor tvořený R1 a Zenerovou diodou D3, jehož výstup je vyveden na konektor a následně přímo na vstup mikrokontroléru, který vyhodnocuje, zda je EZS napájen ze sítě nebo z baterie. Označení součástek u výpočtů je shodné s označením v příloze.

#### Výpočet hodnot součástek stabilizátoru pro kontrolu napájení ze sítě

$$I_{D3} = I_Z = 10 \text{ mA (max. 45 mA)}$$

$$R_1 = \frac{U_{IN} - U_{D3}}{I_{D3}} = 730 \Omega$$

$$I_D = 50 \mu\text{A až } 100 \mu\text{A (doporučeno výrobcem)}$$

#### Výpočet hodnot součástek zálohovaného zdroje

$$R_6 = R_C = \frac{2,3 \text{ V}}{I_D} = 22 \text{ k}\Omega$$

$$R_A + R_B = R_{SUM} = \frac{V_F - 2,3 \text{ V}}{I_D} = 80,5 \text{ k}\Omega$$

$$R_7 = R_D = \frac{2,3 \text{ V} \times R_{SUM}}{V_{OC} - V_F} = 205,7 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = R_A = (R_{SUM} + R_X) \frac{1 - 2,3 \text{ V}}{V_T} = 14,5 \text{ k}\Omega$$

kde

$$R_X = \frac{R_C \times R_D}{R_C + R_D} = 19,87 \text{ k}\Omega$$

$$R_5 = R_B = R_{SUM} - R_A = 66 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = R_S = \frac{0,25 \text{ V}}{I_{MAX}} = 0,5 \text{ }\Omega$$

kde

$$I_{MAX} = \frac{C}{10} = 0,5 \text{ A}$$

$$P = 0,25 \times 0,5 = 0,125 \text{ W}$$

$$R_3 = R_T = \frac{V_{IN} - V_T - 2,5 \text{ V}}{I_T} = 40,93 \Omega$$

kde  $I_T = 30 \text{ mA}$

### **Poznámka**

$$I_{OCT} = \frac{I_{MAX}}{10}$$

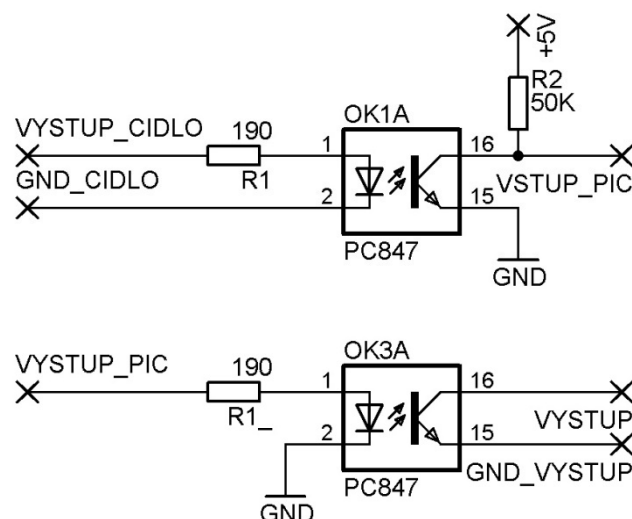
## **8.2 I/O modul**

V úvodní části bylo vysvětleno, že pro konkrétní aplikaci, pro kterou je EZS primárně navrhován postačí 8 vstupy a 4 výstupy řídicí jednotky. Proto byl navržen I/O modul, který není adresovatelný, ale připojuje se přímo k řídicí jednotce a má tedy pevný počet vstupů a výstupů. Slouží pouze ke galvanickému oddělení připojených zařízení od pinů mikrokontroléru.

### **8.2.1 Schéma zapojení I/O modulu**

Modul využívá tři čtyřnásobné optočleny PC847, dva pro výstupy a jeden pro vstupy. Před vstupem do optočlenu je zařazen předřadný rezistor, jehož výpočet je uveden dále. Počítáme s 5V vstupem. U vstupní části je kolektor výstupního tranzistoru optočlenu

připojen přes pull-up rezistor na napájecí napětí řídicí jednotky a emitor připojen na GND. Pokud tedy není na vstupu optočlenu žádné napětí, je výstup trvale v log. 1. Pokud dojde k sepnutí vstupu, na výstupu optočlenu bude log. 0. Schéma zapojení celého I/O modulu je uvedeno v příloze 3.



Obr. 9. Zapojení oddělení vstupů a výstupů

### Výpočet hodnot součástek optického oddělení

Dle katalogu:

$$U_F = 1,2 \text{ V}$$

$$I_F = 20 \text{ mA}$$

$$R_1 = \frac{V_{IN} - V_F}{I_F} = \frac{5 - 1,2}{0,02} = 190\Omega$$

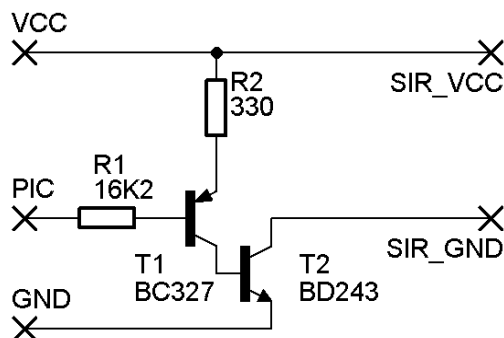
## 8.3 Signalizace narušení prostoru

Akustická signalizace bude realizována sirénou KINGSTATE KPE-6696BR, která bude umístěna v podkroví domu. Sirénu bude spínat mikroprocesor přes výkonový tranzistorový spínač. Délka akustické signalizace bude nastavitelná v programu. Připojením volitelného GSM modulu je možné zajistit při poplachu také odeslání SMS.

### 8.3.1 Schéma zapojení spínače sirény

Tranzistorový spínač signalizace narušení prostoru je velice jednoduchý. V klidovém stavu je na výstupu mikrokontroléru napětí 5 V, tranzistor T1 typu PNP je tedy zavřen, takže na bázi druhého tranzistoru T2 je nulové napětí a je také uzavřen. Pokud dojde ke

změně napětí na bázi T1 na 0 V, tranzistor se otevře a přes R2 poteče proud do báze T2, takže dojde k jeho otevření a tedy i sepnutí sirény.



Obr. 10. Schéma zapojení spínače sirény

### Výpočet hodnot součástek spínače sirény

$$I_{SIR} = 500 \text{ mA}$$

$$U_{SIR} = 9 \text{ V}$$

$$U_{PIC} = 5 \text{ V}$$

$$I_{B2} = \frac{I_{SIR}}{\beta} = \frac{0,5}{20} = 25 \text{ mA}$$

$$R_2 = \frac{U_{CC} - U_{BE}}{I_{B2}} = \frac{9 - 0,6}{0,025} = 336 \Omega$$

$$I_{C1} = \frac{U_{CC}}{R_2} = \frac{9}{336} = 27 \text{ mA}$$

$$I_{B1} = \frac{I_{C1}}{\beta} = \frac{0,027}{100} = 270 \mu\text{A}$$

$$R_1 = \frac{U_{PIC} - U_{BE}}{I_{B1}} = \frac{5 - 0,6}{270 \times 10^{-6}} = 16,3 \text{ k}\Omega$$

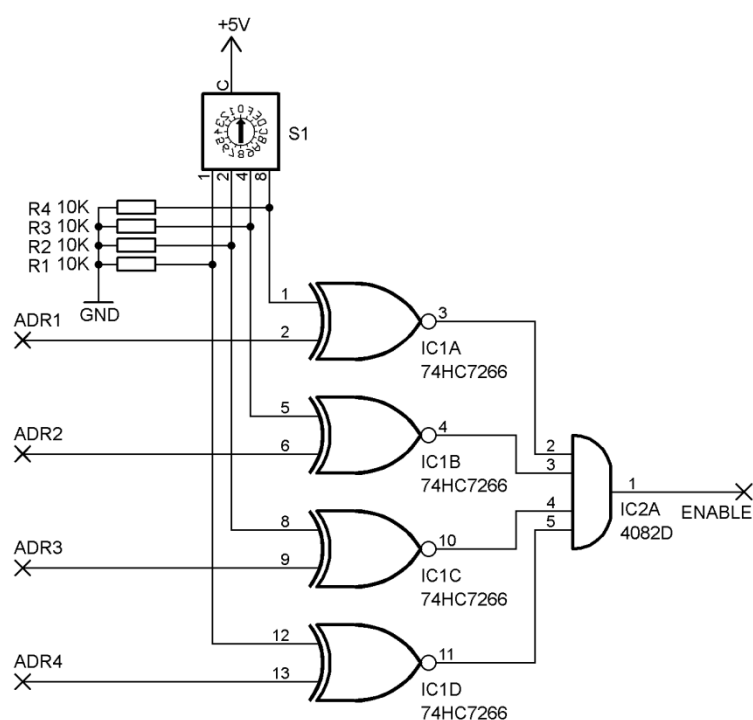
$I_{SIR}$  Proud protékající sirénou udávaný výrobcem.

$U_{SIR}$  Napětí sirény podle výrobce.

## 9 VOLITELNÉ PERIFERIE EZS

### 9.1 Vstupní a výstupní moduly

I/O moduly se připojují na osmibitovou vstupně-výstupní sběrnici mikrokontroléru, jejíž součástí je i čtyřbitová adresová sběrnice a napájení 5 V pro logické obvody. Nastavení adresy je u všech modulu stejné, využívá šestnáctipolohový přepínač se čtyřbitovým výstupem v BCD kódu. Bity tohoto BCD kódu jsou pomocí hradel XNOR porovnávány s adresou na sběrnici a výstupy těchto hradel jsou přivedeny na čtyřvstupové hradlo AND resp. NAND.



Obr. 11. Princip adresace modulů

Tab. 7. Pravdivostní tabulka hradla XNOR

Vstupy		Výstupy
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Jak je vidět z *tabulky 7*, výstup XNOR hradel je v log. 1 pouze, když je na obou vstupech shodná logická úroveň. Tedy úrovně na adresové sběrnici i na výstupu adresového přepínače jsou totožné.

*Tabulka 8* ukazuje, že pokud jsou všechny výstupy hradel XNOR přivedené na vstup čtyřvstupového AND (NAND) v log. 1, tedy všechny bity adresy se shodují, je i na výstupu tohoto hradla log. 1 resp. log. 0. Tu využíváme k povolení přenosu (ENABLE) na dalších obvodech v modulech. Schémata zapojení vstupních a výstupních modulů jsou v *příloze 5*.

*Tab. 8. Pravdivostní tabulka čtyřvstupového hradla AND/NAND*

Vstupy				Výstupy	
A	B	C	D	AND	NAND
0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	1
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0

### 9.1.1 Schéma zapojení vstupního modulu

Vstupy do modulu jsou připojeny na posilovač sběrnice 74LS245, který je zprůchodněn dle výše uvedených postupů log. 0 na výstupu hradla NAND přivedenou na vstup ENABLE. Výstupy tohoto obvodu jsou přivedeny přímo na vstupní sběrnici mikrokontroléru. Zároveň jsou přivedeny na kontrolní LED, které se nachází na adresovací desce. LED jsou přes rezistorové pole připojeny na GND, takže se rozsvítí v případě aktivace daného vstupu.



### Výpočet hodnot rezistoru pro LED signalizaci aktivaci vstupu

$$R_{N1} = \frac{U_{NAP} - U_{LED}}{I_{LED}} = \frac{5 - 3}{0,0025} = 800 \text{ k}\Omega$$

$U_{NAP}$  Napájecí napětí.

$U_{LED}$  Napájecí napětí LED.

$I_{LED}$  Proud protékající LED.

Vstup DIR obvodu 74LS245 určující směr toku dat je permanentně připojen na GND, protože vyžadujeme směr od vstupů B do A.

Jako konektory pro připojení periférií jsou použity dva RJ45 konektory s osmi piny. Na každém jsou 4 vstupy, ostatní piny jsou využity pro napájení zařízení (detektorů pohybu) s malým odběrem do 50 mA. Celkový odběr všech periférií je ale nutné přizpůsobit napájecímu zdroji. Pro připojení jednotlivých periférií byla navržena senzorová deska uvedená v *příloze 13*. Deska obsahuje vstupní osmipinový RJ konektor pro propojení s I/O moduly a čtveřici čtyřpinových RJ konektorů při připojení jednotlivých periférií.

### 9.1.2 Schéma zapojení výstupního modulu

Výstupní modul funguje obdobně jako vstupní, ovšem jelikož na výstupní sběrnici mikrokontroléru není žádaná logická úroveň permanentně, je zde využit osmibitový LATCH registr 74AC573D s klopnými obvody typu D. Pokud tedy bude na vstup LATCH ENABLE přivedena log. 1 z výstupu AND hradla, zapíší se data z výstupní sběrnice mikrokontroléru na výstup modulu a zůstanou zachovány do dalšího přepisu. OUTPUT CONTROL je permanentně přiveden na GND, protože nevyužíváme možnost nastavení výstupů do stavu vysoké impedance.

Konektory jsou použity stejné jako u vstupního modulu, stejné je to i s napájením pro připojené periferie.

## 9.2 RFID modul

Pro rychlou identifikaci je možné využít RFID karty nebo přívěsky. Výhoda spočívá v jednoduchosti identifikace. Možné je také rychlé servisní přihlášení nebo tovární nastavení systému.

Zkratka RFID znamená radiofrekvenční identifikace. RFID je bezkontaktní technologie, která umožňuje číst, či zapisovat na nosiče informace tzv. tagy. RFID tagy mohou být ve formě etiket (Smart label) nebo v pouzdře různých tvarů, velikostí a materiálů. Jedna z forem RFID tagu je bezkontaktní čipová karta, která se používá například v docházkových, přístupových nebo kreditních systémech.

Ke čtení a zápisu dat se využívá RFID čtečka, která může být ve formě mobilního terminálu, stacionární brány, OEM modulu, stolní čtečky, ruční čtečky apod.



Obr. 12. *RFID modul EM-18 [11]*

Pro účely RFID identifikace domovního systému byl vybrán modul EM-18 od firmy Flajzar, s.r.o. Výhodou modulu je, že veškeré zapojení, včetně antény je již umístěno v pouzdru a není tedy třeba žádných dalších součástek. Další výhodou je možnost volby protokolu výstupních dat. Možnosti jsou RS 232 nebo protokol Wiegand.

Tab. 9. *Technické parametry EM-18*

Parametr	Hodnota
Napájecí napětí	5 V
Proudový odběr	< 50 mA
Operační frekvence	125 kHz
Čtecí vzdálenost	100 mm
Rozměry	32×32×8 mm

Tab. 10. *Popis vývodů EM-18*

Vývod	Označení	Funkce	Připojení
1	VCC	Napájecí napětí	5 V
2	GND	Napájecí zem	GND
3	BEEP	Zvuková a světelná signalizace	DPS
4	ANT	Nepoužito	Nezapojeno
5	ANT	Nepoužito	Nezapojeno
6	SEL	Volba RS232 (H), Wiegand (L)	GND
7	RS232	RS232	Nezapojeno
8	D1	Wiegand data 1	PIC
9	D0	Wiegand data 0	PIC

## RS 232 výstup

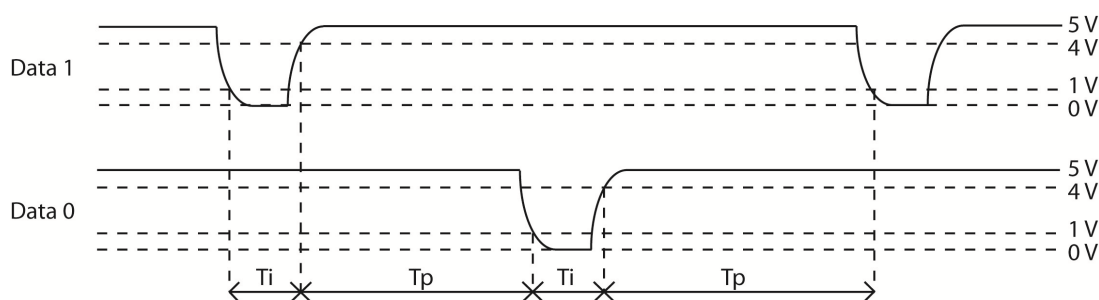
Formát výstupních dat při použití RS 232 je 10 ASCII data (číslo karty) + 2 ASCII data (výsledek XOR). Přenosová rychlost je 9600 bps. Jeden rámeček obsahuje 8 bitů, 1 stop bit, bez kontroly parity. Výstup RS 232 nebude využit.

## Wiegand výstup

Tento protokol je často používán pro komunikaci mezi čtečkami RFID a vlastními terminály. Pro svou jednoduchost a možnost použití dlouhého vedení byl především v minulosti využíván v průmyslu.

Přenos dat probíhá pomocí dvou datových vodičů a GND. Datové vodiče se nazývají Data 0 (Data L) a Data 1 (Data H). Klidová úroveň datových vodičů je log. 1. V případě komunikace je daný vodič převeden do stavu log. 0. Napěťové úrovně jsou 0 V a 5 V.

Komunikace je sekvenční, bity se přenáší postupně. Pokud se má přenést bit s hodnotou 1, je na vodič Data 1 přiveden impuls stavu log. 0. Stejně tak pokud se má přenést bit s hodnotou 0 je tento impuls přiveden na Data 0. Doba pulzu je typicky  $T_i = 50 \mu s$ , doba pauzy  $T_p = 2 ms$ .



Obr. 13. Časový průběh Wiegand kódu

Výstupní data v případě protokolu Wiegand obsahují celkem 26 bitů, z nichž nultý určuje sudou paritu z následujících dvanácti bitů dat, bit 1-24 obsahuje data z RFID identifikátoru a poslední 25. bit určuje lichou paritu předcházejících dvanácti bitů.

Tab. 11. Výstupní data RFID identifikace při použití protokolu Wiegand

Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Note	P1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

Bit	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Note	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	P2

D: Data z RFID identifikátoru – využívá pouze posledních 24 datových bitů identifikátoru

P1/2: Sudá/lichá parita

P1 = 0, pokud je počet jedniček v první části sudý

P1 = 1, pokud je počet jedniček v první části lichý

P2 = 1, pokud je počet jedniček ve druhé části sudý

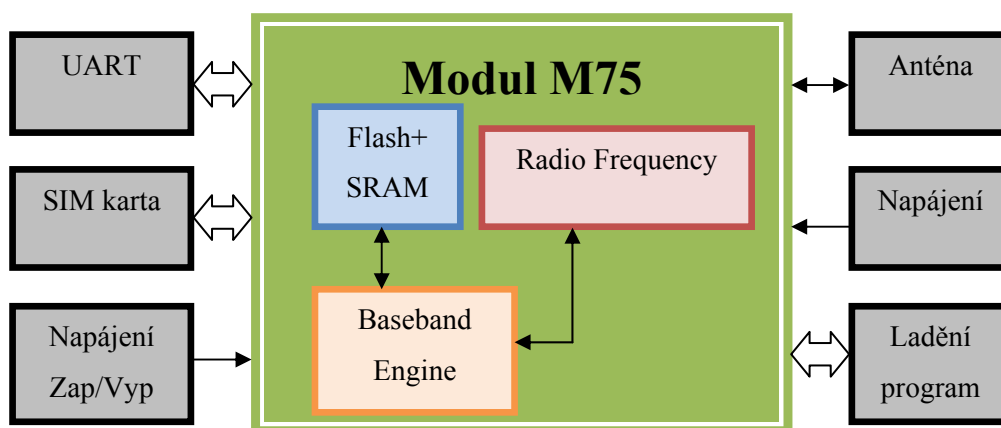
P2 = 0, pokud je počet jedniček ve druhé části lichý

### 9.2.1 Schéma zapojení RFID modulu

Schéma zapojení a DPS RFID modulu je v *příloze 6*. Základní částí je modul RFID EM-18. Pro svou funkci v podstatě nevyžaduje žádné další součástky. V našem případě je využit výstup BEEP pro signalizaci načtení karty. Zapojení a hodnoty všech součástek vychází z doporučení výrobce. Pro signalizaci je připojen piezoměnič KPE-166. Vzhledem k jednoduchosti zapojení jsou použity klasické vývodové součástky a jednostranná DPS. Jelikož je RFID modul umístěn v jednomodulovém pouzdře, je zde DPS s EM-18 a piezoměněčem montována na výšku. Proto je pro připojení na sběrnici mikrokontroléru vyrobena další DPS.

## 9.3 GSM modul

V dnešní době je u EZS běžné využití internetu, mobilních GSM sítí nebo připojení na pult centrální ochrany. Poslední možnost je ovšem zpoplatněna nemalou finanční částkou a vyplatí se tedy především pro firmy nebo objekty, ve kterých se nacházejí cennější předměty. Možnost připojení k internetu není vždy k dispozici, proto vzhledem ke svému rozšíření bylo zvoleno využití mobilní GSM sítě. Z cenových důvodů bylo zvoleno řešení, které bude využívat pouze služby SMS. Jednak v dnešní době existuje spousta tarifů s výhodnou cenou SMS a také GSM moduly, které nevyužívají hlasové služby, jsou jednodušší a tím pádem i levnější.



Obr. 14. *Blokové schéma GSM modulu [9]*

Pro potřeby EZS byl zvolen modul od firmy Quectel s označením M75. Modul podporuje pouze služby SMS. K mikrokontroléru se připojuje pomocí rozhraní UART. Jak je vidět na blokovém schématu na obrázku, k modulu se připojuje rozhraní pro komunikaci s mikrokontrolérem, SIM karta, napájecí zdroj, je možné připojit anténu, případně rozhraní pro ladění programu modulu. Poslední možnost nebudeme využívat, vývod pro připojení antény bude připraven pro případ, že by bylo nutné externí anténu použít.

Tab. 12. *Technické parametry modulu M75*

Parametr	Hodnota		
	Minimální	Typická	Maximální
Napájecí napětí	3,4 V	4 V	4,5 V
Proudový odběr	0,7 mA		1,6 A
Frekvenční pásma	Dvoupásmový: GSM900, DCS1800		
Vysílací výkon	Třída 4 (2 W) při GSM900 Třída 1 (1 W) při DCS1800		
Připojení antény	50 $\Omega$		
Rozměry	27,5×24×3,6 mm		

V tabulce 13 najdete popis jednotlivých vývodů modulu a jejich využití v případě implementace do EZS. Podle doporučení výrobcem jsou nepoužité vývody otevřeny. Všechny signály připojené k SIM kartě by měly být chráněny proti elektrostatickému výboji pomocí pole Zenerových diod.

Tab. 13. Popis vývodů modulu M75

Vývod	Označení	Funkce	Připojení
1	TXD	Vysílaná data pro mikrokontrolér	PIC
2	RTX	Přijímaná data z mikrokontroléru	PIC
3	RTS	Request to send	PIC
4	CTS	Clear to send	PIC
5	DTR	Data terminal ready	PIC
6	Rezervováno		Nezapojeno
7	Rezervováno		Nezapojeno
8	SIM_GND	Napájecí zem pro SIM kartu	SIM
9	SIM_PRESENCE	Detekce SIM karty	SIM
10	SIM_DATA	Data SIM karty	SIM
11	SIM_VDD	Napájení SIM karty	SIM
12	SIM_CLK	Hodinový signál SIM	SIM
13	SIM_RST	Reset SIM karty	SIM
14	PWRKEY	Zapnutí/vypnutí modulu	PIC
15	EMERG_OFF	Nouzové vypnutí	Nezapojeno
16	CDD_EXT	Napájení externích obvodů 2,8 V/20 mA	Nezapojeno
17	VRTC	Napájení RTC při výpadku napájecího napětí	C
18	DBG_TXD	Rozhraní pro ladění programu modulu	Nezapojeno
19	DBG_RXD	Rozhraní pro ladění programu modulu	Nezapojeno
20	DCD	Detekce přenosu dat	PIC
21	NETLIGHT	Indikace připojení k síti	PIC
22	STATUS	Indikace zapnutí/ vypnutí modulu	LED
23	RI	Indikace vyzvánění	PIC
24	VBAT	Napájecí napětí	VBAT
25	VBAT	Napájecí napětí	VBAT
26	GND	Napájecí zem	GND
27	GND	Napájecí zem	GND
28	RF_ANT	Výstup pro anténu	Konektor
29	GND	Napájecí zem	GND
30	GND	Napájecí zem	GND

### 9.3.1 Schéma zapojení GSM modulu

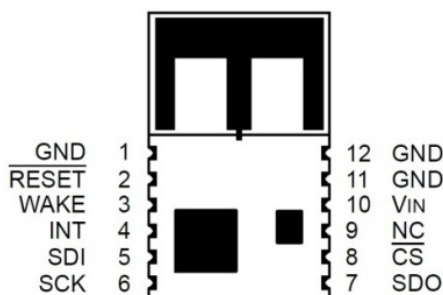
Schéma zapojení uvedené v příloze 7 kompletně vychází z doporučení výrobce [9]. Pro napájení je zde samostatný nastavitelný stabilizátor MIC29302WU dle doporučeného zapojení. Sběrnice SIM karty je chráněna polem Zenerových diod SMF05C. Přebývající dioda je připojena k ochraně překročení napájecího napětí GSM modulu. Stav vývodu STATUS je indikován pomocí LED. Signalizace připojení ke GSM síti NETLIGHT je připojena na sběrnici mikrokontroléru, stejně jako další vývody potřebné pro komunikaci.

Všechny součástky jsou SMD na oboustranné DPS. Stejně, jako u RFID modulu je zde ještě druhá DPS pro připojení na sběrnici mikrokontroléru. Tato DPS je jednostranná.

## 9.4 ZigBee modul

Pro komunikaci s ovládacím panelem a případně dalšími periferiemi je využíván ZigBee modul. Výhodou je možnost doplnění dalších periferií do komunikační sítě.

Tato bezdrátová komunikační technologie je vystavěna na standartu IEEE 802.15.4. Použitý modul MRF24J40MA se vyznačuje malými rozměry a na DPS přímo implementovanou anténou.



Obr. 15. ZigBee modul MRF24J40MA [18]

Tab. 14. Technické parametry MRF24J40MA

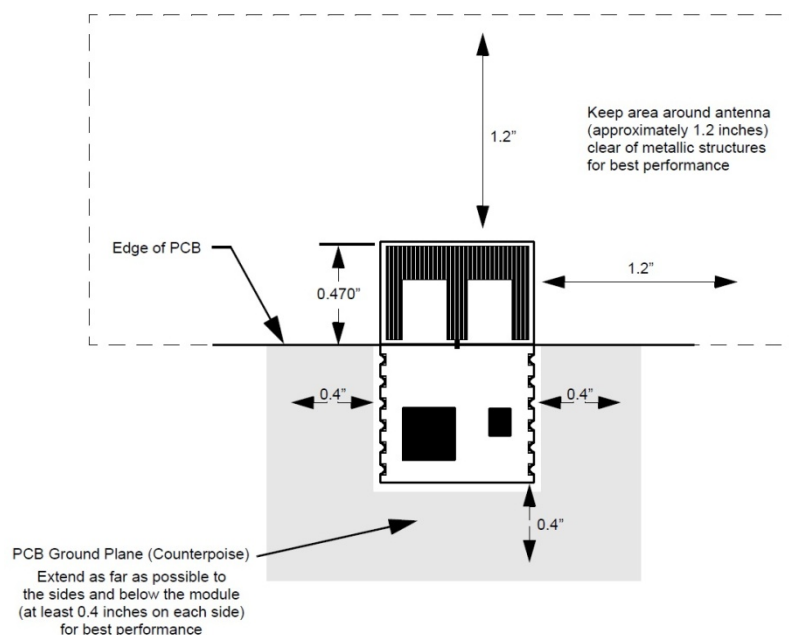
Parametr	Hodnota		
	Minimální	Typická	Maximální
Napájecí napětí	2,4 V	3,3 V	3,6 V
Proudový odběr	2,4 $\mu$ A (sleep)		23 mA
Frekvenční pásmo	2,405-2 480 GHz		
Přenosová rychlost	250 kbps		
Rozměry	17,8×27,9 mm		

Velkou výhodou je nízká spotřeba, díky které lze, při využití všech úsporných opatření dalších periferií, dosáhnout velké výdrže záložní baterie. Jak je vidět v *tabulce 15*, pro připojení k mikrokontroléru bude zapotřebí 2 vstupní a 5 výstupních pinů mikrokontroléru, další výstupy jsou použity k napájení modulu.

Tab. 15. Popis vývodů MRF24J40MA

Vývod	Označení	Funkce	Připojení
1	GND	Napájecí zem	GND
2	<u>RESET</u>	Globální reset hardware	PIC
3	WAKE	Externí „probuzení“	PIC
4	INT	Přerušení pro mikrokontrolér	PIC
5	SDI	Sériová linka – datový vstup	PIC
6	SCK	Sériová linka – hodinový signál	PIC
7	SDO	Sériová linka – datový výstup	PIC
8	<u>CS</u>	Povolení sériové komunikace	PIC
9	NC	Nepoužito	Nezapojeno
10	V <sub>IN</sub>	Napájecí napětí	5 V
11	GND	Napájecí zem	GND
12	GND	Napájecí zem	GND

Při montáži ZigBee modulu je nutné dbát ochranných zón kolem modulu. U DPS se součástkami se doporučuje minimálně 10,16 mm uzemněného cuprextitu, okolí antény potom 30,48 mm. Montážní detaily jsou zobrazeny na *obrázku 16*.



Obr. 16. Montážní detaily [18]



### 9.4.1 Schéma zapojení ZigBee modulu

Schéma zapojení uvedené v *příloze 8* je velice jednoduché. Modul MRF24J40MA obsahuje všechny potřebné součástky, takže není nutné přidávat žádné další externí.

DPS je oboustranná, konstrukce využívá podobně, jako předchozí moduly jednostrannou sběrnicovou desku. Při návrhu byly dodrženy výše uvedené doporučení.

## 9.5 Měření odběru el. energie

Další doplňková funkce zabezpečovacího systému je měření odběru el. energie. Odběr elektrické energie je měřen pro případ „nejistoty, zda jsme doma všechno vypnuli“ nebo pro kontrolu a případně upozornění na neočekávaný odběr. Odběr je možné zjistit na dálku pomocí SMS. Měření je realizováno na všech třech fázích pomocí měřících transformátorů, aby bylo galvanicky odděleno od sítě. Měření neprobíhá na přesnou hodnotu, ale na úroveň, které si může uživatel nastavit, např. „normální stav“ (spotřeba tepelného čerpadla, bojleru a ledničky), „provozní stav“ (provoz dalších spotřebičů přítomnými obyvateli) a „stav zvýšeného odběru“ (při nečekaně zvýšené spotřebě, např. tepelného čerpadla v letním období).

### 9.5.1 Schéma zapojení měřiče odběru el. energie

Vinutí měřicí cívky je tvořeno 200 závitů drátu o průměru 0,1 mm na feritovém jádru. Pro zvýšení indukovaného napětí na cívce je přívod el. energie do rozvaděče veden přes 3 závitů na jádru této měřicí cívky. Napětí z cívky je zesíleno dvoustupňovým zesilovačem s OZ. První stupeň je zapojen jako neinvertující se zesílením 101. Druhý stupeň je zapojen jako invertující se zesílením 100. Celkové zesílení je tedy 10 100. Zesílení je možné nastavit změnou rezistorů R1–R4. Funkce měřiče bude ověřena experimentálně a počty závitů cívek mohou být podle výsledků upraveny.

#### Výpočet zesílení napětí na měřicích cívkách

$$A_1 = 1 + \frac{R_1}{R_2} = 1 + \frac{1 \times 10^6}{1 \times 10^4} = 101$$

$$A_2 = \frac{R_4}{R_3} = \frac{1 \times 10^6}{1 \times 10^4} = 100$$

$$A = A_1 \times A_2 = 101 \times 100 = 10\,100$$

A<sub>1</sub>      Zesílení prvního stupně zesilovače.

A<sub>2</sub>      Zesílení druhého stupně zesilovače.

A        Celkové zesílení zesilovače.

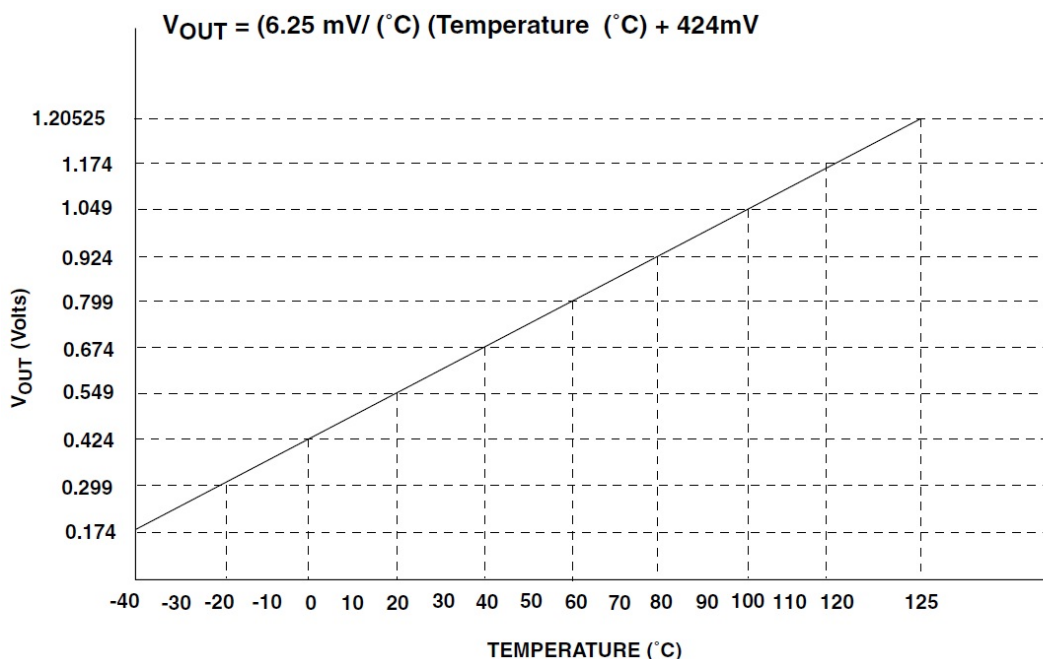
Kondenzátory C1–C6 slouží k odstranění případného stejnosměrného offsetu, diody D1–D3 k ořezání záporných půlvln napětí. Napětí je následně přivedeno na vstupy mikrokontroléru s vestavěnými A/D převodníky. Komunikace s řídicí jednotkou potom probíhá prostřednictvím třívodičové sběrnice, přičemž je možné využít MSSP nebo vlastního kódování dat (v případě využití MSSP řídicí jednotky jiným zařízením). Schéma zapojení a DPS najdete v příloze 9.

## 9.6 Teplotní čidla

Jako doplňková funkce zabezpečovacího systému je měření vnitřní a venkovní teploty. Tu je možno zjistit uživatelem i na dálku pomocí SMS. Typ čidla je TC1046, čidlo je připojeno na mikrokontrolér s A/D převodníkem.

Pro měření teploty budou použity přesné převodníky teploty na napětí TC1046. Převodníky jsou v provedení SOT-23B se třemi vývody. Dva jsou použity na napájení, třetí potom na připojení k vstupu mikrokontroléru s A/D převodníkem. Jedno teplotní čidlo bude na desce spolu s mikrokontrolérem, další dvě je možné připojit na vodič, který bude přivádět signál až k vyhodnocovacímu mikrokontroléru. Výrobce neudává maximální délku vedení, proto bude muset být funkčnost ověřena experimentálně. Komunikace s řídicí jednotkou probíhá stejně, jako v případě měřiče odběru el. energie.

Na obrázku 17 je znázorněna závislost výstupního napětí na teplotě. Je vidět, že je lineární se zdvihem 6,25 mV/°C. Při nulové teplotě je napětí na výstupu 424 mV.



Obr. 17. Závislost výstupního napětí TC1046 na teplotě [19]

Tab. 16. Technické parametry TC1046 [19]

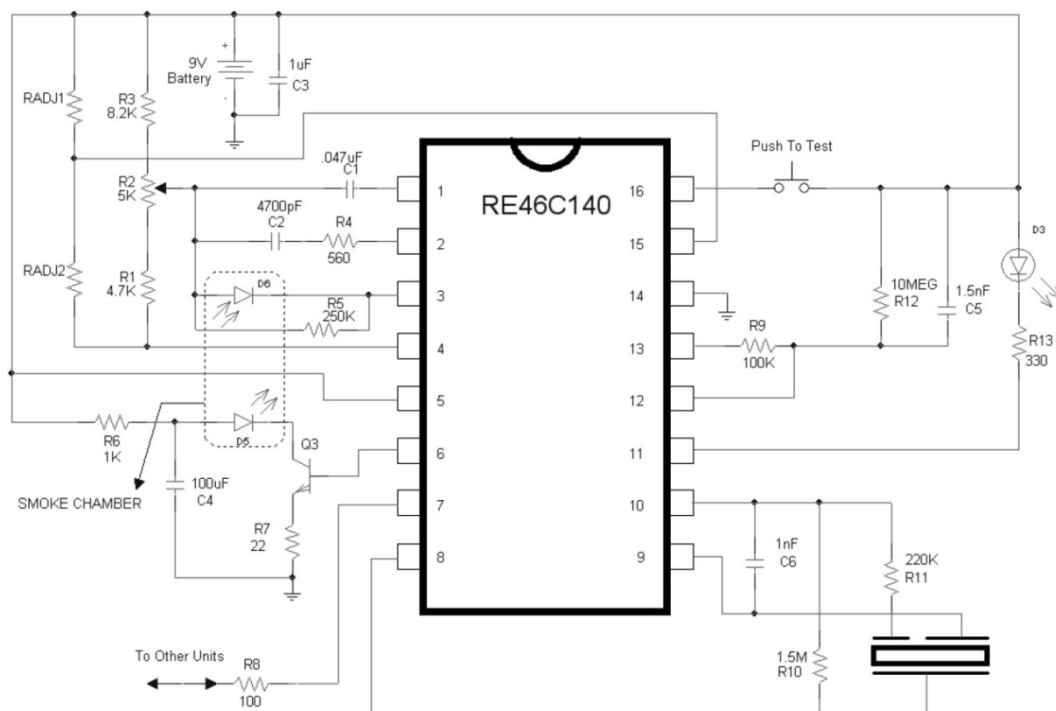
Parametr	Hodnota		
	Minimální	Typická	Maximální
Napájecí napětí	2,7 V		4,4 V
Proudový odběr		35 $\mu$ A	60 $\mu$ A
Teplotní rozsah	-40 °C		125 °C
Výstupní napětí	174 mV		1205 mV
Citlivost	6,25 mV/°C		

### 9.6.1 Schéma zapojení teplotního čidla

V příloze 10 je uvedeno schéma zapojení a DPS teplotního čidla. Přímě na DPS se nachází jeden převodník, další dva je možné připojit pomocí kabelu. Konektory jsou použity RJ11. Pro měření teploty jsou využity 3 vstupy mikrokontroléru s A/D převodníkem, další 3 jsou využity pro komunikaci s řídicí jednotkou.

## 9.7 Detektor kouře

V místnosti s krbem může být umístěn fotoelektrický detektor kouře s obvodem RE46C140. Detektor bude zapojen podle doporučeného zapojení výrobce. Nebude ovšem realizována siréna uvedená v [20], detektor bude připojen přímo na řídicí jednotku, která bude poplach vyhodnocovat.

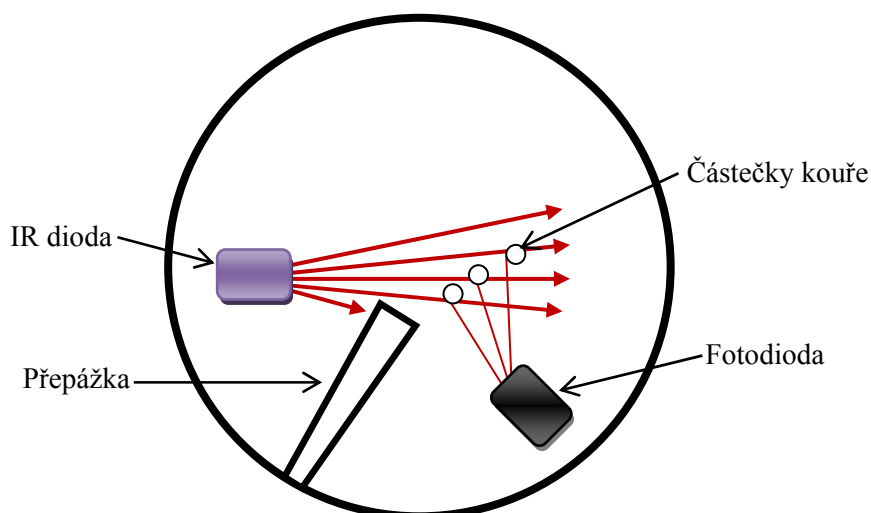


Obr. 18. Výrobce doporučené zapojení optického detektoru kouře s RE46C140

Dále bude nutné realizovat komoru pro detekci kouře. Princip komory spočívá v tom, že IR vysílač a přijímač jsou téměř naproti sobě, s cca 30° odchylkou a mezi nimi je přepážka, která brání přímému optickému spojení. Ke spojení dojde až v případě přítomnosti částecek kouře, od kterých se IR světlo odráží.

Tab. 17. Technické parametry RE46C140

Parametr	Hodnota		
	Minimální	Typická	Maximální
Napájecí napětí	6 V		12 V
Proudový odběr		5,5 mA	8 mA
Teplotní rozsah	-40 °C		125 °C
Výstupní napětí	174 mV		1205 mV
Citlivost	6,25 mV/°C		



Obr. 19. Princip kouřové komory

### 9.7.1 Schéma zapojení detektoru kouře

Schéma zapojení detektoru kouře uvedené v příloze 11 vychází z doporučeného zapojení výrobce obvodu RE46C140. Jak již bylo uvedeno, došlo k vynechání sirény. Signalizace bude realizována samotnou řídicí jednotkou spuštěním poplachu. Signál pro mikrokontrolér řídicí jednotky je vyveden od kontrolní LED1, která udává stav zařízení změnou frekvence blikání podle tabulky.

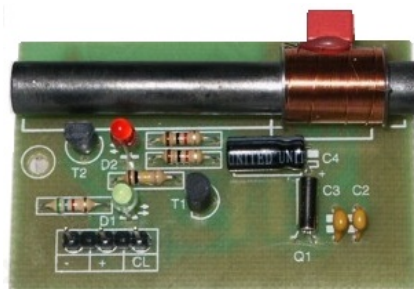
Tab. 18. Perioda blikání kontrolní LED v závislosti na stavu detektoru

Stav	Perioda [s]		
	Minimální	Typická	Maximální
Pohotovostní režim	29	43	47
Místní poplach	0,45	0,50	0,55
Časový mód, bez lokálního alarmu	9,60	10,75	11,80
Dálkový poplach	LED svítí		

Vzhledem k tomu, že počítáme pouze s jedním detektorem kouře, nebudou některé stavy vyhodnocovány. Pro náš případ bude stačit rozeznávat pohotovostní režim a místní poplach.

## 9.8 Radiem řízený čas

Systém může být vybaven přesným časem získaným z DCF radiového signálu na frekvenci 77,5 kHz.



Obr. 20. Modul DCF přijímače

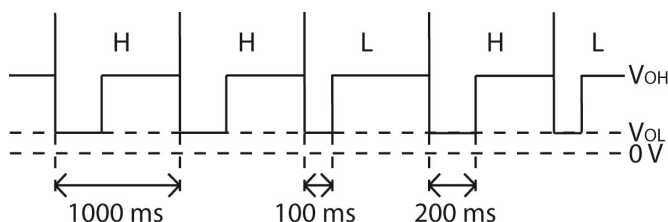
Základní součástí přijímače DCF signálu na frekvenci 77,5 kHz je dekodér U4221B s logickým výstupem pro zpracování. V tabulce 20 jsou uvedeny údaje obsažené v časovém signálu.

Na desce modulu přijímače je kromě veškerých potřebných součástek umístěna i feritová anténa. Celý modul má tedy pouze svorky napájení a logický výstup dekodéru. Modul dodává firma Flajzar, s.r.o. pod označením *DCF přijímač*.

Tab. 19. Technické parametry přijímače DCF

Parametr	Hodnota
Napájecí napětí	5 V
Proudový odběr	< 150 mA
Operační frekvence	77,5 kHz
Rozměry	52×23 mm

Napěťové úrovně výstupu dekodéru DCF signálu jsou uvedeny na *obrázku 21*. Jeden bit trvá jednu sekundu, na začátku každého bitu nastává pokles výstupního napětí na úroveň  $V_{OL}$ . Pokud je tento pokles dlouhý 100 ms, daný bit je log. 0, pokud trvá 200 ms, jedná se o log. 1.



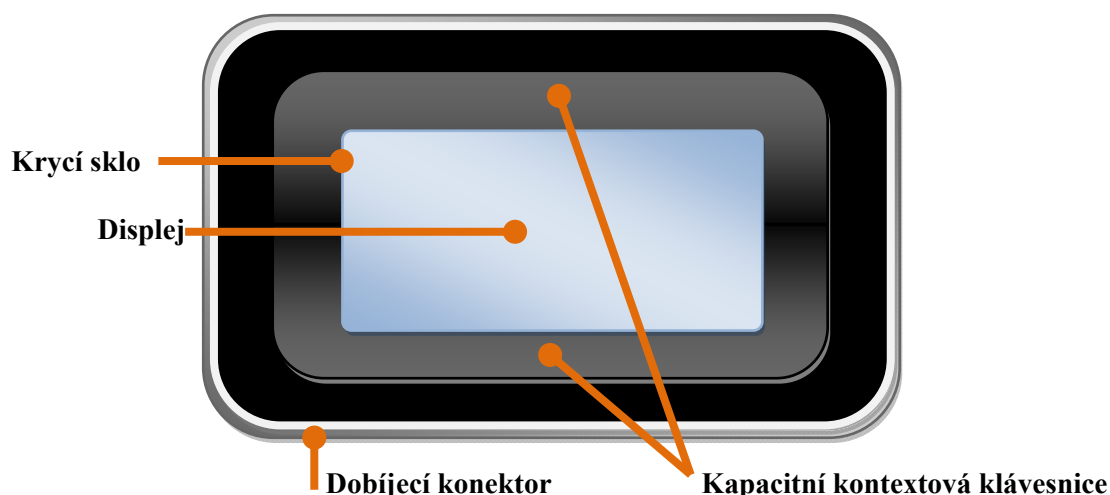
Obr. 21. Výstupní signál přijímače DCF ( $V_{OH}=V_{CCD}-0,4\text{ V}$ ,  $V_{OL}=0,4\text{ V}$ )

Tab. 20. Popis výstupních dat přijímače DCF

Bit	Název	Význam
0	M	Minutová značka (vždy L)
1-14		Rezervní bity
15	R	Anténa (L normální anténa, H rezervní anténa)
16	A1	Hlášení změny časové zóny 1 hodinu předem (L bez změny, H změna)
17-18	Z1,Z2	Časová zóna (rozdíl v hodinách oproti UTC, LL = +0 hodin, LH = +1 hodina = SEČ, HL = +2 hodiny = SELČ, HH = +3 hodiny)
19	A2	Hlášení přestupné sekundy 1 hodinu předem (L bez změny, H změna)
20	S	START, začátek přenosu časové informace (vždy H)
21-27		Minuta
28	P1	Sudá parita minuty (bity 21-27)
29-34		Hodina
35	P2	Sudá parita hodiny (bity 29-34)
36-41		Kalendářní den
42-44		Den v týdnu (HLL pondělí, LHL úterý, HHL středa, LLH čtvrtek, HLH pátek, LHH sobota, HHH neděle).
45-49		Měsíc
50-57		Rok (pouze jednotky a desítky)
58	P3	Sudá parita: datum + den v týdnu + rok (bity 36-57)
59		Tento bit se normálně nevysílá (mezera až do bitu 0, minutová značka). Vysílá se pouze, když je přestupná sekunda (vkládána 2x za 3 roky, poslední minuta června, nebo prosince).

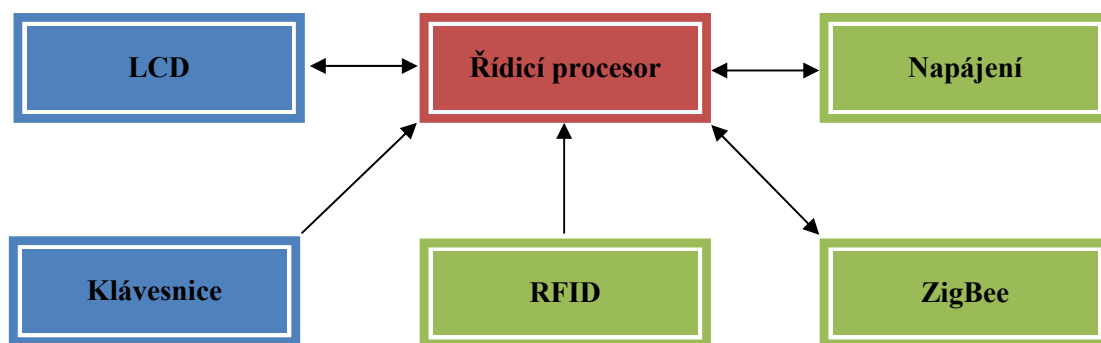
## 10 BEZDRÁTOVÝ OVLADACÍ PANEL

Bezdrátový ovládací panel je napájen baterií, proto je mobilní a je možno jej libovolně přesouvat v objektu. Komunikace s řídicí jednotkou probíhá pomocí ZigBee (k řídicí jednotce musí být připojen ZigBee modul). Při návrhu ovládacího panelu se vychází nejen z požadavku jednoduchosti a funkčnosti zařízení, ale také na moderní design a příjemné a pohodlné ovládání.



Obr. 22. *Design ovládacího panelu*

Vzhledem k důrazu na moderní design bylo voleno z dodavatelů komfortnějšího přístrojového zapouzdření. Zároveň je ale potřeba, aby bylo pouzdro pro ovládací panel levné a dostupné v ČR. Konečná volba padla na německou firmu OKW, kterou v ČR zastupuje Okatec spol s.r.o. Vzhledem ke zvolenému displeji, který je uveden dále byla ze sortimentu vybrána krabička z řady SOFT-CASE, velikosti L, konkrétně A 90 52 108 k této krabičce je možné dokoupit mezidíl A 91 52 018. Nákrasy obou dílů jsou v příloze 14. Jelikož napájení bude z integrovaného akumulátoru, bateriové kontakty v pouzdu v našem případě nebudou potřeba.



Obr. 23. *Blokové schéma bezdrátového ovládacího panelu*

## 10.1 Řídicí procesor ovládacího panelu

Protože má být systém co nejjednodušší a v případě ovládacího panelu také co možná nejmenší, byl zvolen pro konstrukci mikrokontrolér PIC16F1939-I/PT v pouzdru TQFP, který zároveň obsahuje i speciální vstupy pro kapacitní tlačítka, takže ty není nutné implementovat pomocí dalších obvodů.

Tab. 21. Základní parametry a funkční bloky mikrokontroléru [15]

Parametr	Hodnota
Napájecí napětí	1,8–5,5 V
Operační frekvence	31 kHz–32 MHz
Programová paměť	32 KB
Datová paměť	1024 B
EEPROM	256 B
I/O pinů	36

<b>A/D převodník</b>	<b>14 externích kanálů</b>
Rozlišení A/D převodníků	10 b

<b>Komunikační porty</b>	<b>Počet</b>
MSSP (SPI a I <sup>2</sup> C)	1
USART	1

<b>CapSense vstupy</b>	<b>16 vstupů</b>
------------------------	------------------

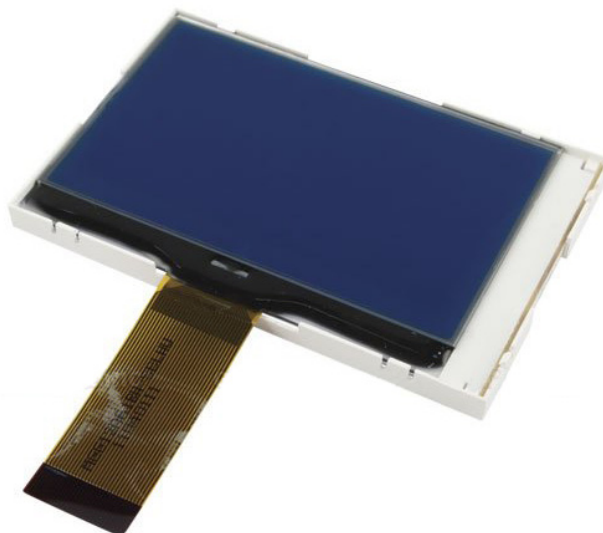
## 10.2 Displej MGG12A61BW-SBLWU

U výběru displeje musíme brát v úvahu základní 3 faktory. Jednak musíme brát v ohled požadavek na co nejmenší rozměry a hmotnost, další kritérium je nízká pořizovací cena, ovšem ta je vyvážena požadavkem na moderní design. Proto byl zvolen grafický STN displej MGG12A61BW-SBLWU s rozlišením 128×64 bodů s modrým pozadím a bílým podsvícením.

Velikost modulu včetně panelu pro podsvícení je 76×49×5 mm. Sběrnice a ovládací piny jsou vyvedeny páskovým vodičem s třiceti kontakty.



Displej umožňuje komunikaci sériovou nebo paralelní. Vzhledem k dostatečnému počtu vývodů mikroprocesoru a jednoduššímu ovládání displeje byla zvolena komunikace paralelní. Paralelní sběrnice navíc nabízí volbu série procesoru 8080 nebo 6800.



Obr. 24. Displej MGG12A61BW-SBLWU [7]

Tab. 22. Technické parametry MGG12A61BW-SBLWU

Parametr	Hodnota		
	Minimální	Typická	Maximální
Napájecí napětí	2,4 V		3,5 V
Proudový odběr		150 $\mu$ A	255 $\mu$ A
Napájecí napětí podsvícení		4 V	
Proudový odběr podsvícení		30 mA	40 mA
Rozměry	76×49×5 mm		

### Řadič LCD displeje NT7538

Displej MGG12A61BW-SBLWU je řízen řadičem NT7538. Tento řadič určený pro grafické LCD je přímo připojitelný na výstupy mikrokontroléru. Data se ukládají do vnitřní paměti RAM. Velikost RAM je velikosti 65×132 bitů, které přímo korespondují s body připojeného displeje, jak můžete vidět na *obrázku 25*. Podrobný popis řadiče lze nalézt v [8]. V této práci se budeme zabývat jen podstatnými informacemi o hardware, později i instrukcích pro ovládání displeje.

D0	0	1	1	1		0	COM0						
D1	1	0	0	0		0	COM1						
D2	0	0	0	0		0	COM2						
D3	0	1	1	1		0	COM3						
D4	1	0	0	0		0	COM4						
:							:						

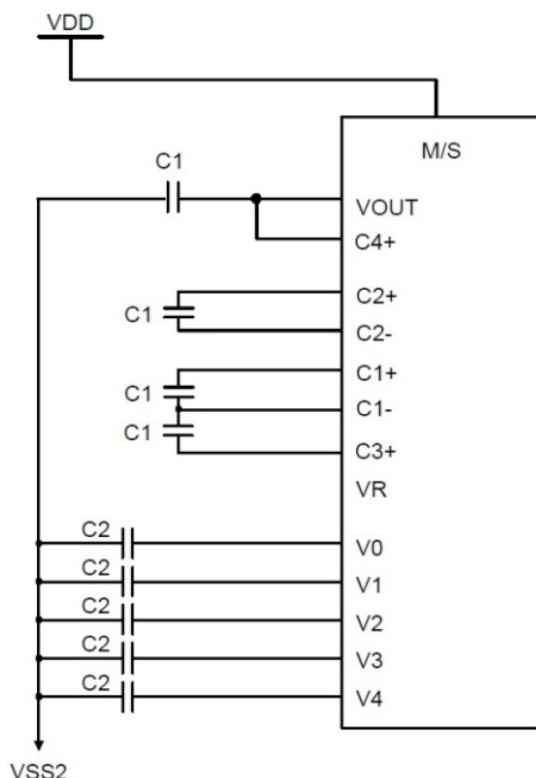
Obsah RAM displeje

Zobrazeno na LCD

Obr. 25. Zobrazení obsahu RAM na LCD [7]

U displeje MGG12A61BW-SBLWU je z řadiče vyvedeno na sběrnici 30 vývodů. Vzhledem k tomu, že v zapojení je pouze jeden displej, bude vývod 1 připojen přímo na GND. Vývody 2–13 slouží ke komunikaci s mikrokontrolérem. Vývod 14 je napájecí zem, následují vývody 15–25, na které se připojí kondenzátory, pro vnitřní měnič napětí. Jejich připojení a hodnoty budou uvedeny dále. Vývod 26 není připojen, vývody 27–30 jsou připojeny na napájecí napětí, protože volíme sérii 6800 a paralelní komunikaci.

Na obrázku 26 je vidět připojení kondenzátorů pro vnitřní měnič napětí. Výrobce v [7] uvádí doporučené hodnoty kondenzátorů  $C1 = 1,0\text{--}4,7\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C2 = 0,1\text{--}2,2\text{ }\mu\text{F}$ .



Obr. 26. Kondenzátory pro vnitřní měnič napětí [7]

Tab. 23. Popis vývodů MGG12A61BW-SBLWU

Vývod	Označení	Funkce	Připojení
1	<u>CS1</u>	volba displeje (L = aktivní)	GND
2	<u>RES</u>	L = reset	PIC
3	A0	L = instrukce, H = data	PIC
4	<u>WR</u> R/ <u>W</u>	(Při volbě 8080-série): <u>WR</u> při L (Při volbě 6800-série): R/ <u>W</u> : H = čtení, L = zápis	PIC
5	<u>RD</u> <u>E</u>	<u>RD</u> (Při volbě 8080-série): <u>E</u> (Při volbě 6800-série):	PIC
6	DB0	Data (LSB)	PIC
7	DB1	Data	PIC
8	DB2	Data	PIC
9	DB3	Data	PIC
10	DB4	Data	PIC
11	DB5	Data	PIC
12	DB6	Data	PIC
13	DB7	Data (MSB)	PIC
14	V <sub>SS</sub>	GND	GND
15	V <sub>OUT</sub>	Výstup DC-DC měniče napětí	C
16	CAP3+	Vnitřní DC-DC měniče napětí	C
17	CAP1-	Vnitřní DC-DC měniče napětí	C
18	CAP1+	Vnitřní DC-DC měniče napětí	C
19	CAP2+	Vnitřní DC-DC měniče napětí	C
20	CAP2-	Vnitřní DC-DC měniče napětí	C
21	V1	Napájecí napětí řadiče LCD. $V_0 \geq V_1 \geq V_2 \geq V_3 \geq V_4 \geq V_{SS}$ .	C
22	V2		C
23	V3		C
24	V4		C
25	V0		C
26	VR	Nabývá hodnot mezi V <sub>0</sub> a V <sub>SS</sub> .	NC
27	V <sub>DD</sub>	Napájení	V <sub>DD</sub>
28	C86	L = volba 8080-série, H = volba 6800-série	V <sub>DD</sub>
29	P/S	Vstupní data: H = paralelní, L = sériová	V <sub>DD</sub>
30	IRS	Nastavení napěťové úrovně V0	V <sub>DD</sub>

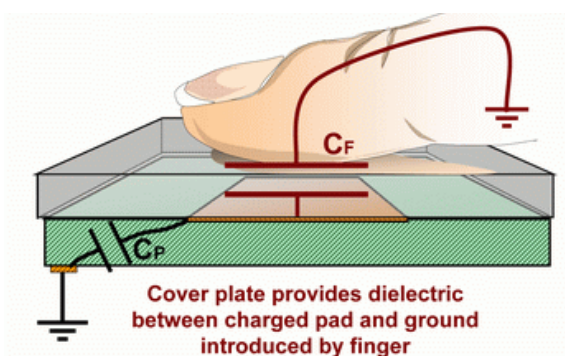
GND	Napájecí zem.
PIC	Připojení na mikrokontrolér.
C	Připojený kondenzátor pro vnitřní měnič napětí.
NC	Nepřipojeno.
V <sub>DD</sub>	Napájecí napětí.

### 10.3 Kapacitní klávesnice

Řídící jednotka je vybavena kapacitní klávesnicí, využívající speciálních vývodů mikroprocesoru, takže není nutné složitě řešit hardware klávesnice. Kapacitní kontakty jsou vyleptány přímo na DPS. Tato speciální funkce mikrokontroléru bude podrobně popsána dále.

Dotykové klávesnice jsou v současné době čím dál rozšířenějším způsobem ovládání přístrojů. Nejen pro jejich rozšíření, ale také pro výhody jako je dlouhá životnost a ochrana proti vnějším vlivům byla zvolena dotyková klávesnice u tohoto EZS. Klávesnice využívá speciálních vývodů mikrokontroléru PIC16F1946-I/PT, tzv. Cap Touch Channels. Těchto vstupů obsahuje mikrokontrolér 16. V našem případě bude klávesnice kontextová, bude obsahovat 6 tlačítek, z nichž 3 budou nad a 3 pod displejem. Plochy tlačítek budou vyleptány na DPS, která bude umístěna pod krycím sklem.

Technologie kapacitních tlačítek (mTouch) funguje na principu měření, resp. detekci změny kapacity. Při přiblížení předmětu k elektrodě umístěné na základní desce nacházející se pod deskou krycí, dojde ke změně kapacity mezi elektrodou a zemí. Kapacita je normálně tvořena pouze parazitní kapacitou nosné desky  $C_p$ . Změna se projeví jako paralelní kombinace  $C_p$  a  $C_F$ , dojde tedy k jejímu zvýšení.

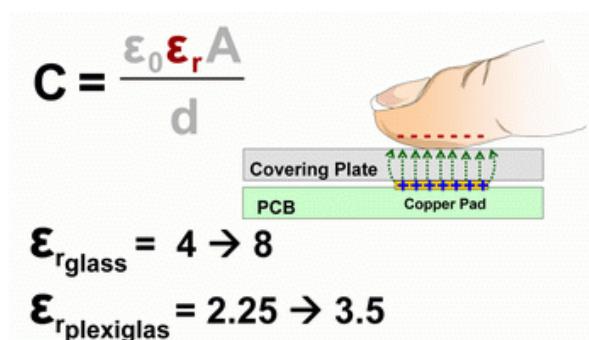
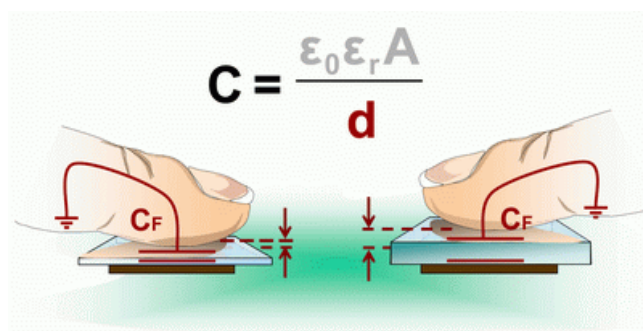
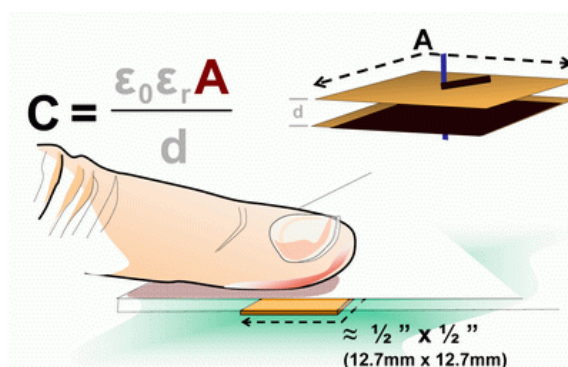


Obr. 27. Základní princip kapacitního tlačítka [14]

Krycí vrstva přitom hraje důležitou roli, jelikož její vlastnosti mají vliv na velikost přidané kapacity  $C_F$ . S rostoucí tloušťkou této vrstvy klesá „dotyková kapacita“  $C_F$  a tím i schopnost detekce stisku. Na citlivost tlačítka má samozřejmě vliv i permitivita použitého materiálu, z tohoto důvodu je výhodné použít sklo. Posledním důležitým vlivem je plocha elektrody. Ze vzorečku pro výpočet kapacity je patrné, že čím větší bude plocha elektrody, tím větší bude i výsledná kapacita.

Při dotyku dojde tedy k paralelnímu spojení kapacit  $C_p$  a  $C_F$ , kapacity se tedy sečtou. Přidaná kapacita nabývá hodnot 5 až 15 pF, proto by i klidová kapacita měly být co nejmenší, aby byl rozdíl při stisku co největší.

Vyhodnocování změny kapacity se provádí pomocí RC článku, kterého je kapacita kontaktu součástí. Tento článek je periodicky nabíjen a měří se čas nabití, který je v klidovém stavu menší, než po přiložení prstu. Dobu nabíjení vyhodnocují časovače, jejichž výstup je pak ošetřen softwarem, který umožňuje kromě porovnávání period nabíjení takto odstraňovat rušivé vlivy a vyhodnocovat, kdy dojde ke stisku tlačítka.

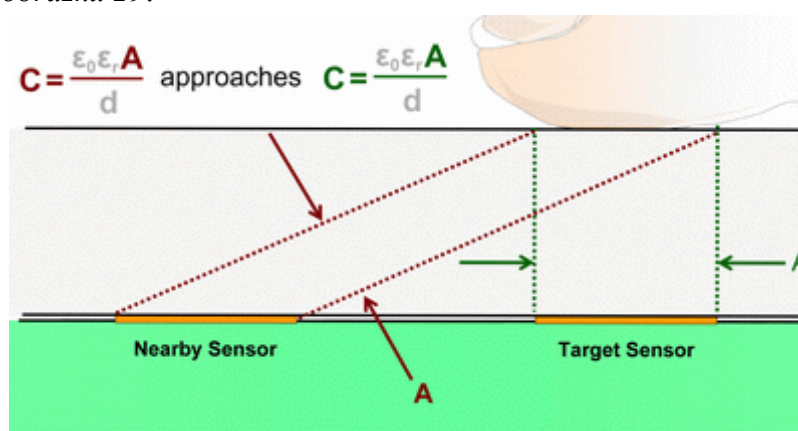


Obr. 28. Soubor vlivů na „dotykovou kapacitu“ [14]

Snímací plošky pro technologii mTouch mají být tvořeny z měděné vrstvy téměř libovolného tvaru na desce plošných spojů tvořené izolační podložkou ze skleněných vláken FR-4 (síto ze skelných vláken impregnované epoxidovou pryskyřicí). Na druhé straně desky se pak musí nacházet uzemňovací plochy. Nad snímacími ploškami je umístěna krycí vrstva ideálně ze skla nebo plexiskla. Mezi tyto vrstvy je možné umístit etiketu s popisy tlačítek.

Kromě základních principů a vlivů uvedených na začátku kapitoly musíme dbát také následujících vlivů.

Při návrhu velikosti a rozmístění tlačítek musíme brát v úvahu možnost „šikmé“ kapacity, která vzniká při příliš těsném rozmístění tlačítek. Princip tohoto problému je zobrazen na *obrázku 29*.



Obr. 29. Princip „šikmé“ kapacity [14]

Prakticky bylo vyzkoušeno, že pro průměrně velké prsty je dostatečná velikost elektrod  $13 \times 13$  mm a vzdálenost mezi nimi alespoň 5 mm. Pokud bychom chtěli vliv vzdálenosti kompenzovat, je to možné provést dvěma způsoby. První je použití uzemňovacích meziplošek a druhý vytvoření vzduchových mezer v krytu mezi jednotlivými tlačítky, které díky nízké permitivitě vzduchu snižují tuto „šikmou“ kapacitu.

Další zásada, kterou bychom neměli opomenout je realizace připojení tlačítek na vstupy mikrokontroléru. Pozor si musíme dát, kudy vedeme propojovací vodiče, protože i ty v některých případech mohou pracovat stejně jako dotykové kontaktní plošky, proto by se propojovací cesty neměly vést v okolí snímacích plošek. Na opačné straně desky by se také neměly nacházet žádné jiné elektronické součástky.

Vzhledem k tomu, že trvalá přítomnost vody nebo znečištění klávesnice se v případě našeho použití kapacitních tlačítek neuvažuje, není třeba se touto problematikou detailně zabývat. Jen řekneme, že tyto materiály ať už vodivé nebo nevodivé mají vysokou relativní permitivitu a mohou tak „prodloužit“ účinnost dotyku prstu. Vlivu těchto materiálů se můžeme vyvarovat softwarově.

## 10.4 RFID a ZigBee

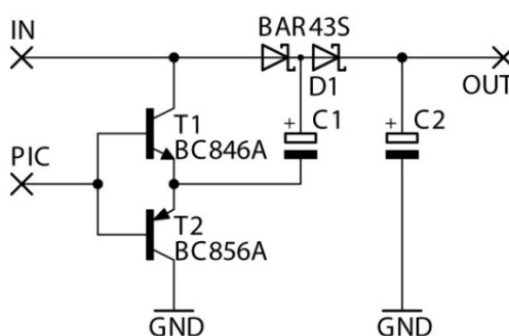
Bezdrátový ovládací panel, podobně jako řídicí jednotka, obsahuje RFID modul pro rychlou identifikaci kartou nebo přívěskem. Výhoda spočívá v jednoduchosti identifikace. Možné je také rychlé servisní přihlášení nebo tovární nastavení ovládacího panelu. Pro komunikaci s řídicí jednotkou je využíván ZigBee modul.

Všechny důležité informace o RFID a ZigBee byly uvedeny v kapitole o návrhu těchto modulů jako volitelné periferie EZS.

## 10.5 Napájení ovládacího panelu

Napájení ovládacího panelu je realizováno dobíjecí Li-ion baterií s napětím 3,6 V. Napájecí napětí je sníženo na 3,3 V pro mikrokontrolér, ZigBee a LCD. Pro napájení RFID a podsvícení displeje je použit zdvojovač napětí, využívající výstup mikrokontroléru, na kterém je frekvence jeho vnitřních hodin. Zdvojovač napětí funguje na principu nábojové pumpy. Výstup zdvojovače je následně stabilizován na 5 V.

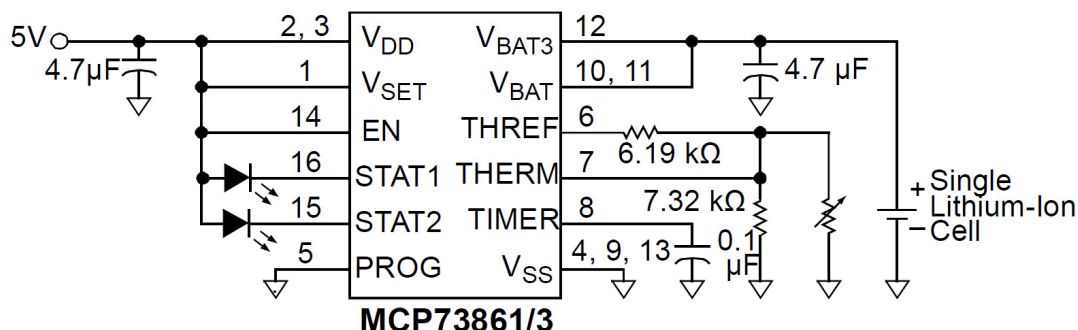
Nábojová pumpa funguje na principu periodického nabíjení kondenzátoru C1 a jeho připojování do série s napájecím napětím. Perioda tohoto nabíjení je dána výstupem CLKOUT mikrokontroléru. Na ten je vyvedena frekvence vnitřních hodin.



Obr. 30. Schéma zapojení nábojové pumpy

Obdélníkový signál z mikrokontroléru je přiveden na komplementární emitorový sledovač. V prvním kroku je na výstupu PIC nulové napětí, je tedy sepnut tranzistor T2, kondenzátor C1 se přes první diodu dvojité diody D1 nabije. V dalším kroku je na výstupu PIC kladné napětí, tranzistor T2 se zavře a otevře se tranzistor T1. V tomto okamžiku se k napájecímu napětí přičte napětí kondenzátoru C1, napětí je tedy dvojnásobné. Přes druhou část dvojité diody D1 se nabije C2 na hodnotu  $U_{IN} + U_{C1}$ . Schottkyho diody jsou použity z důvodu menšího přechodového napětí a rychlosti přechodového děje.

Pokud chceme, aby baterie měla co největší životnost, je výhodné použít speciální obvody pro jejich nabíjení. Pro nabíjení baterie ovládacího panelu je použit obvod MCP73861 určený právě Li-ion bateriím. Zapojení vychází z doporučení výrobce.



Obr. 31. Doporučené zapojení MCP73861 [21]

## 10.6 Schéma zapojení ovládacího panelu

Schéma zapojení uvedené v příloze 12 je mnohem složitější a komplexnější, než u všech předchozích komponent. Spojuje několik periférií v jednom.

Jak již bylo uvedeno, o management baterie se stará speciální obvod, pro který jsou hodnoty součástek dány přímo výrobcem v [21]. Jediný prvek, který se bude nastavovat je R3. V našem případě použijeme trimr o hodnotě 50 kΩ, který bude následně vyměněn za pevný rezistor. Konektor pro nabíjení je typu mini USB, je tedy možné ovládací panel nabíjet i z USB portu počítače. V této verzi nemá USB další funkce. Do budoucna bude využito k nastavování EZS přes počítač. Vývod STAT2 pro indikaci chyby je zapojen na LED, STAT1 indikující stav nabíjení je připojen na vstup mikrokontroléru a bude se tedy zobrazovat na LCD.

### Výpočet hodnot součástek části nabíjení Li-ion baterie

$$R_4 = \frac{U_{USB} - U_{LED}}{I_{LED}} = \frac{5 - 2,5}{0,005} = 500 \, \Omega$$

$$R_5 = \frac{U_{USB}}{I_{STAT}} = \frac{5}{0,005} = 1 \, k\Omega$$

$U_{USB}$  Napětí přivedené na USB konektor.

$U_{LED}$  Napájecí napětí LED.

$I_{LED}$  Proud protékající LED.

$I_{STAT}$  Proud výstupu STAT1.



V době nabíjení je ovládací panel napájen přes D3 přímo z USB, při napájení z baterie potom přes D2. Za těmito diodami se nachází zdvojovač napětí popsany výše a stabilizátory na 3,3 V a 5 V. ZigBee modul je napájen přímo, protože umožňuje funkci sníženého odběru el. energie. RFID modul EM-18 je napájen přes T4. Ten je spínán pouze v případě využívání funkce bezkontaktní identifikace, protože modul má i v klidovém stavu relativně vysoký odběr.

### Výpočet hodnot součástek spínání RFID modulu

$$I_{RFID} = 50 \text{ mA}$$

$$U_{RFID} = 5 \text{ V}$$

$$\beta = 180$$

$$I_{B4} = \frac{I_{RFID}}{\beta} = \frac{0,05}{180} = 0,28 \text{ mA}$$

$$R_8 = \frac{U_{RFID} - U_{BE}}{I_{B4}} = \frac{5 - 0,6}{0,28 \times 10^{-3}} = 15,7 \text{ k}\Omega$$

$U_{RFID}$  Napájecí napětí RFID modulu.

$I_{RFID}$  Napájecí proud RFID modulu.

Dálkový ovladač obsahuje buď tlačítko S1 nebo polohový spínač K1, který slouží k „probuzení“ ovladače z režimu snížené spotřeby. Vstup mikrokontroléru pro tento kontakt je připojen přes pull-down rezistor 100 k $\Omega$  na GND.

Ovladač umožňuje připojení reproduktoru nebo vibračního článku pro signalizaci stisku tlačítka. Pro připojení takového zařízení je zde tranzistor T5 připojený přes R9 k výstupu mikrokontroléru. Pokud je připojen reproduktor, je na výstupu mikrokontroléru impulzní napětí, v případě vibračního článku jde o pouhé sepnutí na krátký okamžik. V našem případě uvažujeme připojení vibračního článku s napájecím napětím 3 V a proudovým odběrem 50 mA.

### Výpočet hodnot součástek spínání vibračního článku

$$R_{10} = \frac{U_{NAP} - U_Z}{I_Z} = \frac{5 - 3}{0,05} = 40 \Omega$$

$U_Z$  Napájecí napětí připojeného zařízení.

$I_Z$  Napájecí proud připojeného zařízení.

Podsvícení LCD je spínané přes T3. Kondenzátory připojené k LCD jsou voleny v rozmezí doporučení výrobcem displeje, tedy 1 μF a 2,2 μF.

### **Výpočet hodnot součástek spínání podsvícení**

$$I_{LED} = 60 \text{ mA}$$

$$\beta = 180$$

$$I_{B3} = \frac{I_{LED}}{\beta} = \frac{0,06}{180} = 0,33 \text{ mA}$$

$$R_6 = \frac{U_{LED} - U_{BE}}{I_{B3}} = \frac{3,3 - 0,6}{0,33 \times 10^{-3}} = 8,2 \text{ k}\Omega$$

$U_{LED}$  Napětí na vývodu mikrokontroléru LED.

$I_{LED}$  Napájecí proud pro podsvícení LCD.

$R_7$  Plní pouze ochranou funkcí, zvolen 10 Ω.

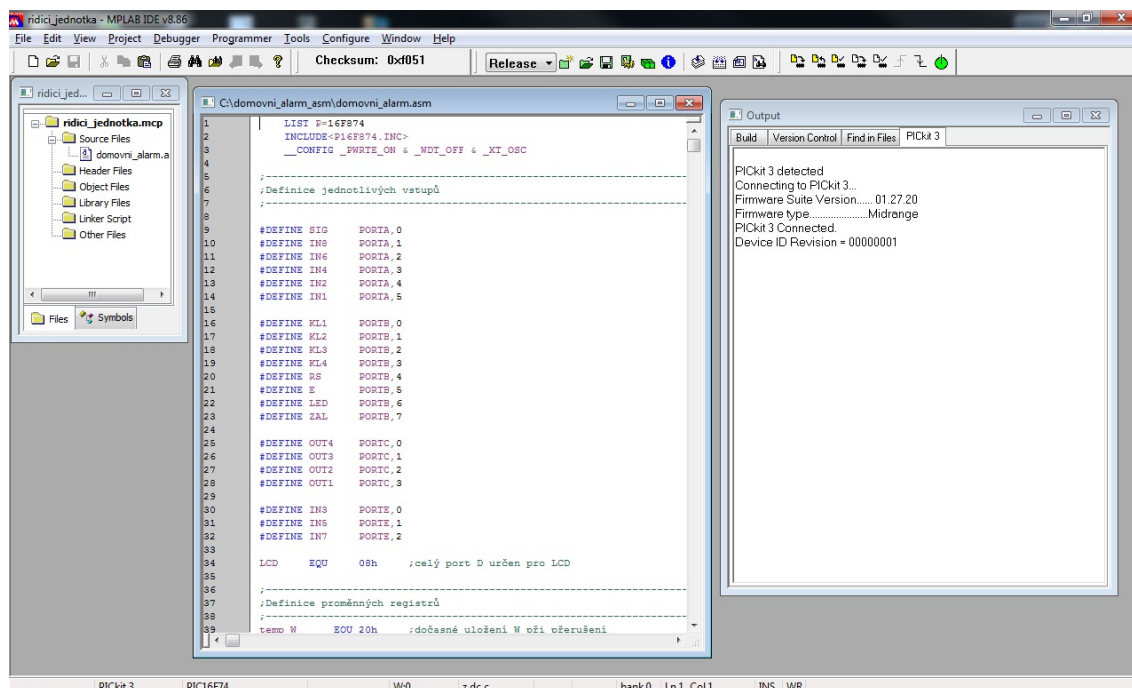
# 11 PROGRAM

Pro programování byl zvolen jazyk assembler z důvodu větších zkušeností, než s programovacím jazykem C, ale jak již bylo uvedeno, je možné zaměnit použitý mikrokontrolér za PIC 18F452 a program psát v jazyce C.

Vzhledem k velikosti programu není možný kompletní výpis v tištěné verzi práce, proto jsou zde uvedeny formou kódu pouze jednoduché, kratší části programu, v nichž jsou navíc některé opakující se nebo podobné části nahrazeny třemi tečkami (...). Složitější nebo rozsáhlé části jsou uvedeny formou vývojových diagramů. Celý zdrojový kód programu je na přiloženém CD a je dostatečně komentován.

## 11.1 Programovací prostředí

Tvorba software pro mikrokontrolér PIC je realizována ve vývojovém prostředí MPLAB IDE v8.86 od firmy Microchip, výrobce použitých mikrokontrolérů. Vývojové prostředí umožňuje nejen tvorbu programu v jazyce C či assembler (podle použitého mikrokontroléru), ale také přímé propojení s PICkit 3 a tedy i nahrávání programu do mikrokontroléru.



Obr. 32. Hlavní okno vývojového prostředí MPLAB X

Výhoda programovacího prostředí také spočívá v barevném rozlišení kódu programu, např.:

proměnná	příkaz	adresa	; komentář
temp_w	EQU	20h	; dočasné uložení W při přerušení

## 11.2 Ovládání displeje MC0802A-SYL/H

V současné době jsou prakticky všechny znakové displeje vybaveny řadičem HD44780 nebo s ním kompatibilním, takže je ovládání většiny displejů stejné. Nastavení a ovládání LCD je velmi jednoduché. Pro nastavení se na datovou sběrnici posílají instrukce, které jsou uvedeny v tabulce. Při posílání instrukcí musí být pin RS nastaven na log. 0, pro zápis dat je pak RS nastaven na log. 1. Zápis dat ze sběrnice do displeje se provede vysláním impulsu na vstup E. Při využití čtyřvodičové kominice se data posílají nadvakrát. Nejprve je tedy nutné použít příkaz pro nastavení tohoto druhu komunikace a až potom provádět další nastavení.

Tab. 24. Seznam instrukcí

Instrukce/data	RS	Data								Doba vykonání
		7	6	5	4	3	2	1	0	
Vymaž displej	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,64 ms
Návrat na začátek	0	0	0	0	0	0	0	1	X	1,64 ms
Volba režimu	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	40 μs
Zapni/vypni displej	0	0	0	0	0	1	D	C	B	40 μs
Posun zobrazení/kurzu	0	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X	40 μs
Nastavení komunikace	0	0	0	1	D	N	0	X	X	40 μs
Adresa CG RAM	0	0	1	Adresa CG RAM						40 μs
Adresa DD RAM	0	1	Adresa DD RAM						40 μs	
Zápis do CG/DD RAM	1	Data pro CG/DD RAM								40 μs

\* V tabulce nejsou uvedeny instrukce, které v naší aplikaci nebudeme využívat, tzn. instrukce pro čtení.

### Význam funkcí ovládání displeje

**Vymaž displej** – vymaže displej a nastaví kurzor na pozici prvního znaku prvního řádku.

**Návrat na začátek** – nastaví kurzor na pozici prvního znaku prvního řádku.

**X** Libovolná hodnota.

**Volba režimu** – nastaví řízení posuvu zobrazení/kurzu.

**I/D** Inkrementace (1), dekrementace (0).

**S** Režim displeje, normální práce (0), kombinovaný posun displeje, jsou-li data zapsána (1).

### Zapni/vypni displej

- D** displej zapnout (1), vypnout (0).  
**C** zobrazování kurzoru zapnuto (1), vypnuto (0).  
**B** blikání kurzoru zapnuto (1), vypnuto (0).

### Posun displeje/kurzoru

- S/C** posun displeje jsou-li data zapsána (1), posun kurzoru jsou-li data zapsána (0).  
**R/L** posun doprava (1), doleva (0).

**Nastavení komunikace** – nastavuje šířku komunikačních dat a počet řádků displeje.

- D** 8bitová komunikace (1), 4bitová komunikace (0).  
**N** dva řádky (1), jeden řádek (0).

**Nastavení adresy CG RAM** – nastaví adresu CG RAM, kam budou uloženy následně poslaná data.

**Nastavení adresy DD RAM** – nastaví adresu DD RAM, kam budou uloženy následně poslaná data.

**Zápis dat do CG/DD RAM** – zapíše data do adresy CG/DD RAM, která byla dříve nastavena.

Důležitý je rozdíl mezi DD RAM a CG RAM. DD RAM je paměť, ve které jsou uloženy znaky, které se mají zobrazit na příslušných pozicích displeje. Adresy jednotlivých pozic jsou zobrazeny v *tabulce 25*. Znaky, které se na těchto pozicích zobrazují, jsou čteny z CG RAM, tzv. generátoru znaků. Zde jsou uloženy všechny nejpoužívanější znaky a místo pro definici vlastních osmi znaků. Toho se využívá pro definici českých znaků s diakritikou nebo dalších speciálních znaků, které základní sada neobsahuje. Adresy jednotlivých znaků a znaků CG RAM jsou uvedeny na *obrázku 33*.

Tab. 25. Adresy jednotlivých pozic na displeji

		Sloupec															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Řádek	1	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0	0	0	0	0	0F
	2	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4	4	4	4	4	4F

Při čtyřbitové komunikaci se vysílají prvně horní 4 bity a následně spodní 4 bity. Z obrázku je vidět, že adresa uložených znaků se shoduje s jejich kódováním v ASCII tabulce, takže ji není nutné v programu definovat, stačí uvést znak a překladač už se postará o přeložení znaku na binární hodnotu, tedy adresu znaku v paměti.

Lower 4 Bits \ Upper 4 Bits	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	
xxxx0000	CG RAM (1)			0	a	P	`	P				-	9	3	α	p	
xxxx0001	(2)			!	1	A	Q	a	9			。	ア	チ	△	ä	q
xxxx0010	(3)			"	2	B	R	b	r			「	イ	ツ	×	ß	θ
xxxx0011	(4)			#	3	C	S	c	s			」	ウ	テ	モ	ε	∞
xxxx0100	(5)			\$	4	D	T	d	t			、	エ	ト	ヤ	μ	Ω
xxxx0101	(6)			%	5	E	U	e	u			・	オ	ナ	ユ	℃	Ü
xxxx0110	(7)			&	6	F	V	f	v			ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
xxxx0111	(8)			'	7	G	W	g	w			フ	キ	ヌ	ラ	g	π
xxxx1000	(1)			(	8	H	X	h	x			イ	ク	ネ	リ	フ	×
xxxx1001	(2)			)	9	I	Y	i	y			ウ	ケ	ル	ル	´	¥
xxxx1010	(3)			*	:	J	Z	j	z			エ	コ	ハ	レ	j	〒
xxxx1011	(4)			+	;	K	L	k	l			オ	サ	ヒ	ロ	*	⌘
xxxx1100	(5)			,	<	L	¥	1	l			ヤ	シ	フ	ワ	Φ	⌘
xxxx1101	(6)			-	=	M	J	m	}			ユ	ズ	ハ	ン	も	÷
xxxx1110	(7)			.	>	N	^	n	÷			ヨ	セ	ホ	°	ñ	
xxxx1111	(8)			/	?	O	_	o	€			ッ	リ	マ	°	ö	■

Obr. 33. Generátor znaků [22]

## 11.3 Program pro řídicí jednotku

### 11.3.1 Inicializace mikrokontroléru

V úvodu programu jsou uvedeny direktivy pro překladač, typ mikrokontroléru a název knihovny s přiřazením vnitřních registrů mikrokontroléru. Následuje vypnutí watchdog a nastavení typu oscilátoru na krystalový.

```
LIST P=16F874
INCLUDE<P16F874.INC>
__CONFIG _PWRTE_ON & _WDT_OFF & _XT_OSC
```

### 11.3.2 Definice vstupů a výstupů

Jednotlivé vstupy a výstupy jsou přiřazeny a pojmenovány bit po bitu, pouze port D je celý určen pro datovou sběrnici LCD, proto je zde přiřazení celého registru tohoto portu. Samozřejmě by bylo možné pro zápis na sběrnici LCD použít přímo zápis na **PORTD**, ovšem pro lepší přehlednost je přiřazen název **LCD**.

```
;-----
;Definice jednotlivých vstupů
;-----
#define SIG PORTA,0
#define IN8 PORTA,1
#define IN6 PORTA,2
#define IN4 PORTA,3
#define IN2 PORTA,4
#define IN1 PORTA,5

#define KL1 PORTB,0
#define KL2 PORTB,1
#define KL3 PORTB,2
#define KL4 PORTB,3
#define RS PORTB,4
#define E PORTB,5
#define LED PORTB,6
#define ZAL PORTB,7

#define OUT4 PORTC,0
#define OUT3 PORTC,1
#define OUT2 PORTC,2
#define OUT1 PORTC,3

#define IN3 PORTE,0
#define IN5 PORTE,1
#define IN7 PORTE,2

LCD EQU 08h ;celý port D určen pro LCD
```

### 11.3.3 Definice proměnných

Následuje definice jednotlivých proměnných, které jsou v programu použity. První jsou proměnné pro uložení W, STATUS a PCLATCH při přerušení, následují proměnné pro čekací smyčky a odpočty časů, registry příznaků pro různá nastavení a kontroly, registry pro uložení proměnných souvisejících se zadáváním hesla, definice jednotlivých bitů příznaků a registry pro dočasné uložení znaků vypisovaných na displej.

```
;-----  
;Definice proměnných registrů  
;-----  
temp_W      EQU    20h    ;dočasné uložení W při přerušení  
temp_STAT   EQU    21h    ;dočasné uložení STATUS při přerušení  
temp_PCLATH EQU    22h    ;dočasné uložení PCLATH při přerušení  
  
c1          EQU    23h    ;proměnné pro čekací smyčky  
...  
c4          EQU    26h    ;proměnná pro odpočet do zhasnutí podsvícení  
c5          EQU    27h    ;proměnná pro odpočet času změny nápisu info  
c6          EQU    28h    ;proměnná pro odpočet času do spuštění  
                ;poplachu po vstupu  
  
priznak1    EQU    29h    ;proměnné příznaků  
priznak2    EQU    2Ah  
priznak3    EQU    2Bh  
  
p_zobr1     EQU    2Dh    ;proměnné příznaků zobrazených čísel  
p_zobr2     EQU    2Eh  
  
akt_heslo   EQU    2Fh  
  
zad_heslo1  EQU    30h    ;proměnné pro zadaná hesla  
...  
zad_heslo4  EQU    33h  
  
ulo_heslo1  EQU    34h    ;proměnné pro uložená čísla  
...  
ulo_heslo4  EQU    37h  
  
#DEFINE     odp_pod      priznak1,0    ;příznak pro odpočet podsvícení  
#DEFINE     odp_in       priznak1,1    ;příznak pro změnu nápisu info  
#DEFINE     nap_in1      priznak1,2    ;příznaky zobrazení jednotlivých  
#DEFINE     nap_in2      priznak1,3    ;nápisů info  
#DEFINE     nap_in3      priznak1,4  
#DEFINE     info         priznak1,5    ;zobrazuj info na displeji  
#DEFINE     pipej        priznak1,6    ;příznak zapnutí pípání  
#DEFINE     spatne       priznak1,7  
  
#DEFINE     zobr0        p_zobr1,0     ;příznak právě zobrazeného čísla  
...  
#DEFINE     zobr9        p_zobr2,1
```



```

#DEFINE      hes1      priznak2,0 ;právě zadávané číslo
#DEFINE      hes2      priznak2,1
#DEFINE      hes3      priznak2,2
#DEFINE      hes_in    priznak2,3 ;příznak inicializace hesla
#DEFINE      hes_cele  priznak2,4 ;příznak, že bylo heslo zadáno celé
#DEFINE      vstup     priznak2,5 ;příznaky pro vyhodnocení poplachu
#DEFINE      pohyb     priznak2,6
#DEFINE      poplach   priznak2,7

#DEFINE      odp_vstup  priznak3,0 ;nastavení odpočtu času při vstupu

;-----
;Proměnné jednotlivých znaků displejů
;-----
zn01 EQU 40h
...
zn16 EQU 4Fh

```

Některé znaky, které mohou být zobrazeny na displeji, nejsou definovány v ASCII tabulce, proto jsou vytvořeny proměnné, které je reprezentují a do nich uloženy příslušné hodnoty dle generátoru znaků na *obrázku 33*.

```

;-----
;Definice znaků displeje
;-----
oct EQU b'11011011' ;prázdný čtvereček
pct EQU b'11111111' ;černý čtvereček
psip EQU b'01111110' ;pravá šipka
lsip EQU b'01111111' ;levá šipka

```

### 11.3.4 Nastavení mikrokontroléru

Po nastavení proměnných následuje ošetření přerušení, jeho nastavení a nastavení vstupů a výstupů. Po resetu je spuštěn program od adresy **00h**, na kterou uložíme skok na **zacatek**. Při přerušení skočí program na adresu **04h**, proto je zde uložen skok na **preruseni**. V našem případě nastavujeme přerušení od vnitřního časovače.

```

;-----
;Ošetření přerušení
;-----

ORG 00h
GOTO zacatek

ORG 04h
GOTO preruseni

zacatek

```

```

;-----
;Nastavení pinů mikrokontroléru
;-----
;-----nastavení digitálních a analogových vstupů
    BCF    STATUS,RP0
    BCF    STATUS,RP1        ; přepnutí do banky 0

    CLRF   PORTA              ; nastavení portu A jako výstupy
    BSF    STATUS,RP0        ; přepnutí do banky 1
    MOVLW  0x06              ; nastavení všech pinů jako digitální
    MOVWF  ADCON1

    BCF    STATUS,RP1
    BSF    STATUS,RP0

;-----nastavení vstupů-1 / výstupů-0
    MOVLW  b'00000000'
    MOVWF  TRISA

    MOVLW  b'10001111'
    MOVWF  TRISB

    MOVLW  b'10010000'
    MOVWF  TRISC

    MOVLW  b'00000000'
    MOVWF  TRISD

    MOVLW  b'00000111'
    MOVWF  TRISE

;-----
;Nastavení přerušení
;-----
    BSF    STATUS,RP0
    MOVLW  b'10000111'
    MOVWF  OPTION_REG

    BCF    STATUS,RP0
    MOVLW  b'11100000'
    MOVWF  INTCON

```

### 11.3.5 Nastavení displeje

Displej je nastaven pomocí instrukcí uvedených v úvodu kapitoly. Jednotlivé parametry instrukcí jsou uvedeny v *tabulce 26*.

Tab. 26. Inicializace LCD

Zapnutí napájení								
Čekání 2 ms								
Nastavení DB7 až DB0								
0	0	0	0	0	0	0	0	1
Povolit zápis impulsem na E								
Čekání 2 ms								
Nastavení DB7 až DB0								
0	0	0	0	0	0	0	1	0
Povolit zápis impulsem na E								
Čekání 2 ms								
Nastavení DB7 až DB0								
0	0	0	0	0	0	1	1	0
Povolit zápis impulsem na E								
Čekání 2 ms								
Nastavení DB7 až DB0								
0	0	0	0	0	1	1	0	0
Povolit zápis impulsem na E								
Čekání 2 ms								
Nastavení DB7 až DB0								
0	0	0	1	0	1	0	0	0
Povolit zápis impulsem na E								
Čekání 2 ms								
Nastavení DB7 až DB0								
0	0	1	1	1	0	0	0	0
Povolit zápis impulsem na E								

Nulování displeje.

Nastavení kurzoru na začátek.

Inkrement při zapsání do paměti, normální práce s displejem.

Zapne displej, vypne kurzor.

Posun kurzoru doprava při zápisu do paměti.

Osmibitová komunikace, dvouřádkový displej.

Na následujících řádcích je uveden příklad zápisu jedné instrukce do displeje. Nejprve je nutné vynulovat RS, poté je na datovou sběrnici uložena daná instrukce a následně potvrzen její zápis vysláním impulsu na vývod E. Zápis je prováděn na sestupnou hranu tohoto impulsu. Po zápisu se čeká určitý časový úsek na uložení do paměti displeje. Potřebné časové prodlevy jsou uvedeny v *tabulce 24*, ovšem pro zjednodušení používáme po každé instrukci prodlevu 2 ms, která je dostatečná pro všechny typy instrukcí.

```
;-----
;Nastavení displeje
;-----
;----- nulování displeje
CALL      cekani2          ;čeká na "náběh" displeje
...
BCF        RS              ;na portech bude INSTRUKCE
MOVLW     b'00000001'      ;nulování displeje
MOVWF     LCD
BSF        E               ;povolení přenosu
NOP
BCF        E
CALL      cekani2          ;čeká asi 2ms
```

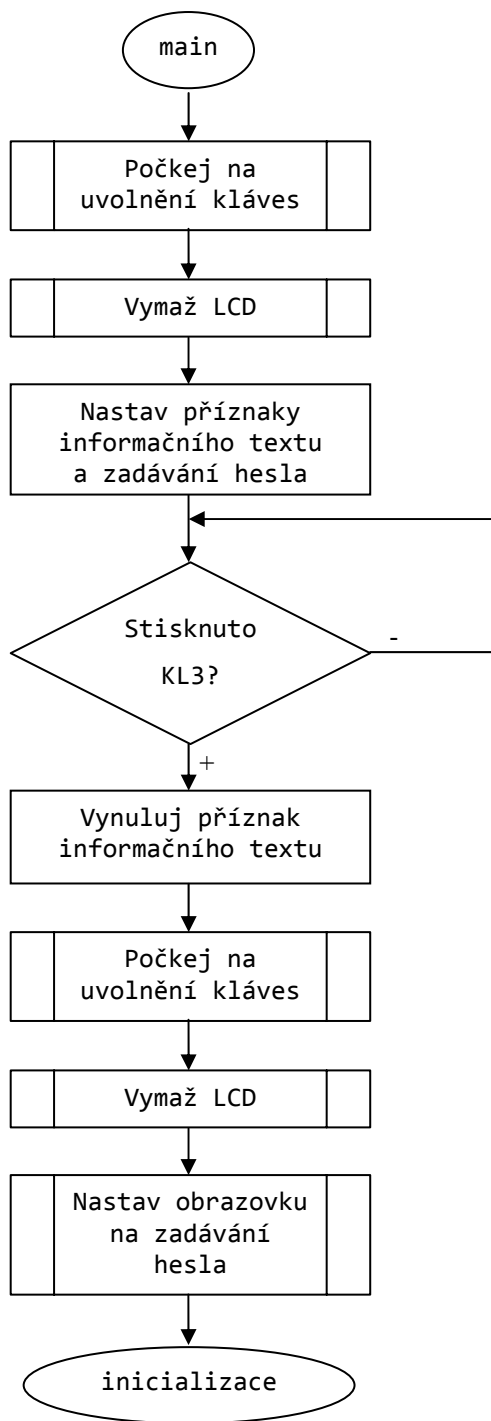
### 11.3.6 Hlavní program

Ještě před hlavním programem je počáteční nulování registrů a nastavení potřebných proměnných.

```
;-----
;Počáteční nulování
;-----
CLRF      priznak1
CLRF      priznak2
CLRF      priznak3
BSF       hes_in
BCF       hes_cele
BCF       spatne
BSF       pipej
```

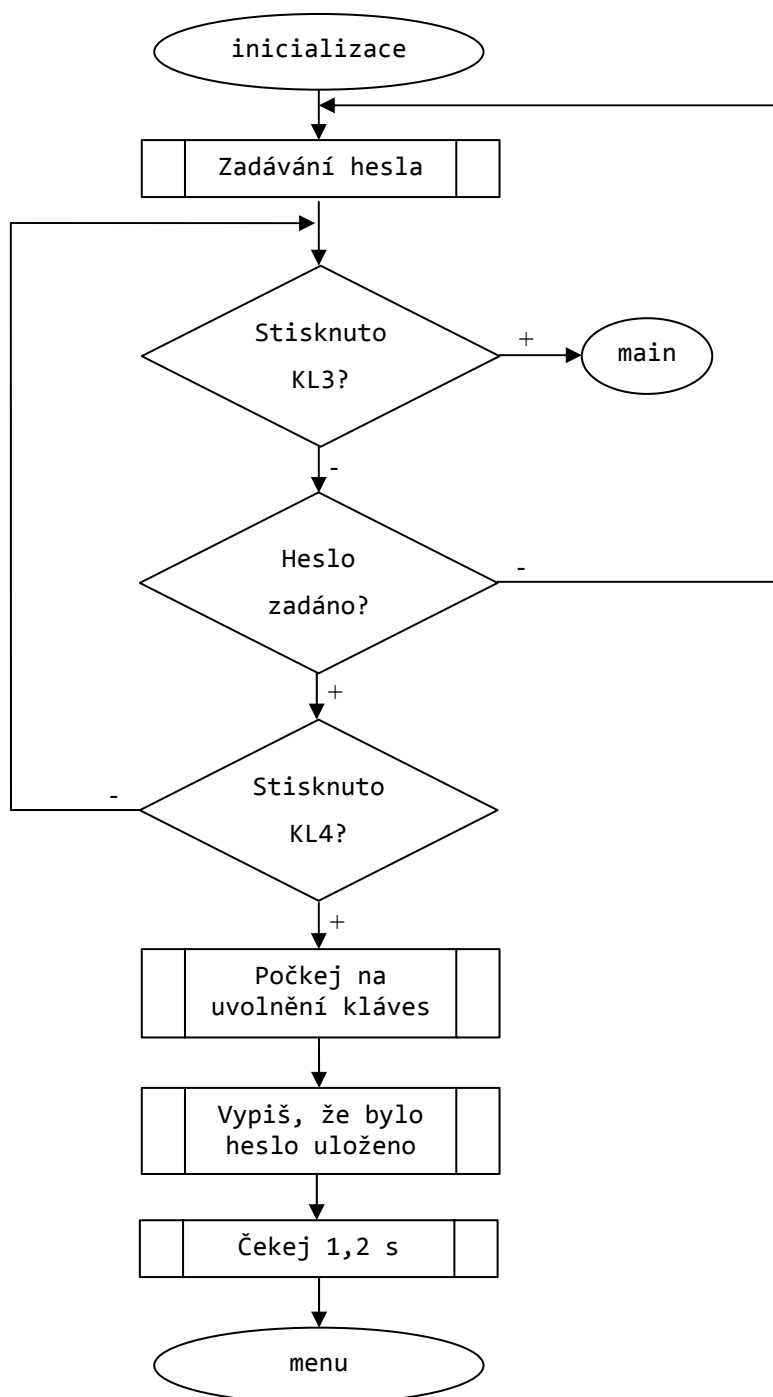
V úvodu jsou nastaveny příznaky pro zobrazení informačního textu „Domovní alarm v.1.03“. Vzhledem k tomu, že text je příliš dlouhý pro výpis na jeden řádek, je rozdělen na tři části. Části jsou zobrazovány střídavě a přepínány pomocí přerušení, jak bude uvedeno dále v popisu přerušení. Na displeji je také u tlačítka KL3 napsáno „Heslo“. Stiskem tohoto tlačítka dojde k posunu programu na první zadání hesla, které bude uloženo do paměti. Z důvodu použití kontextové klávesnice tvoření čtyřmi tlačítky není

možné uživateli nabídnout všechna čísla, proto je ve středu obrazovky zobrazeno aktuálně zvolené číslo, jehož hodnotu lze měnit pomocí „+“ a „-“ zobrazených v levé části displeje. Stiskem šipky vlevo (KL3) je pak možné vrátit se na původní obrazovku. Stiskem „OK“ (KL4) uživatel potvrzuje volbu zadaného čísla a ve spodní části displeje je zobrazena hvězdička.



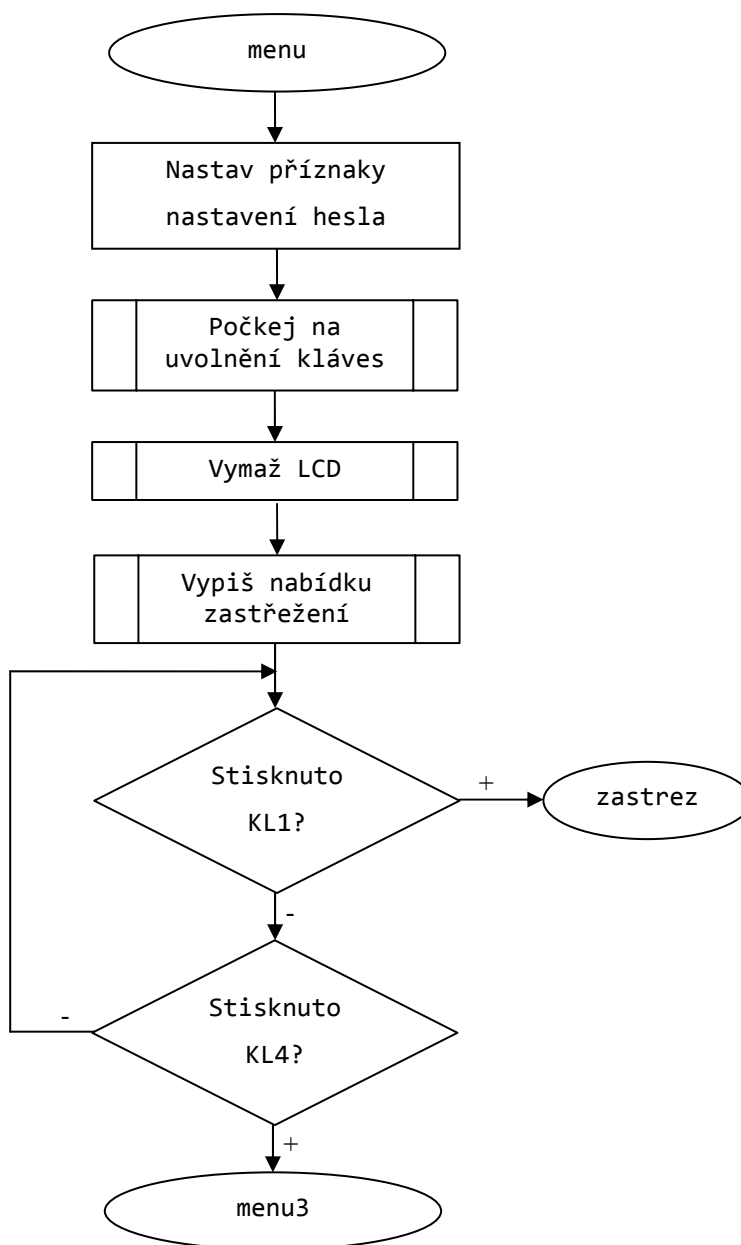
Obr. 34. *Začátek hlavního programu*

Postupným zadáváním dojde k zobrazení všech čtyř hvězdiček a je možné přistoupit k potvrzení zadaného hesla pomocí „OK“. Heslo je poté uloženo do paměti a je možné ho později změnit v nabídce programu. Uložení hesla je potvrzeno nápisem na displeji.



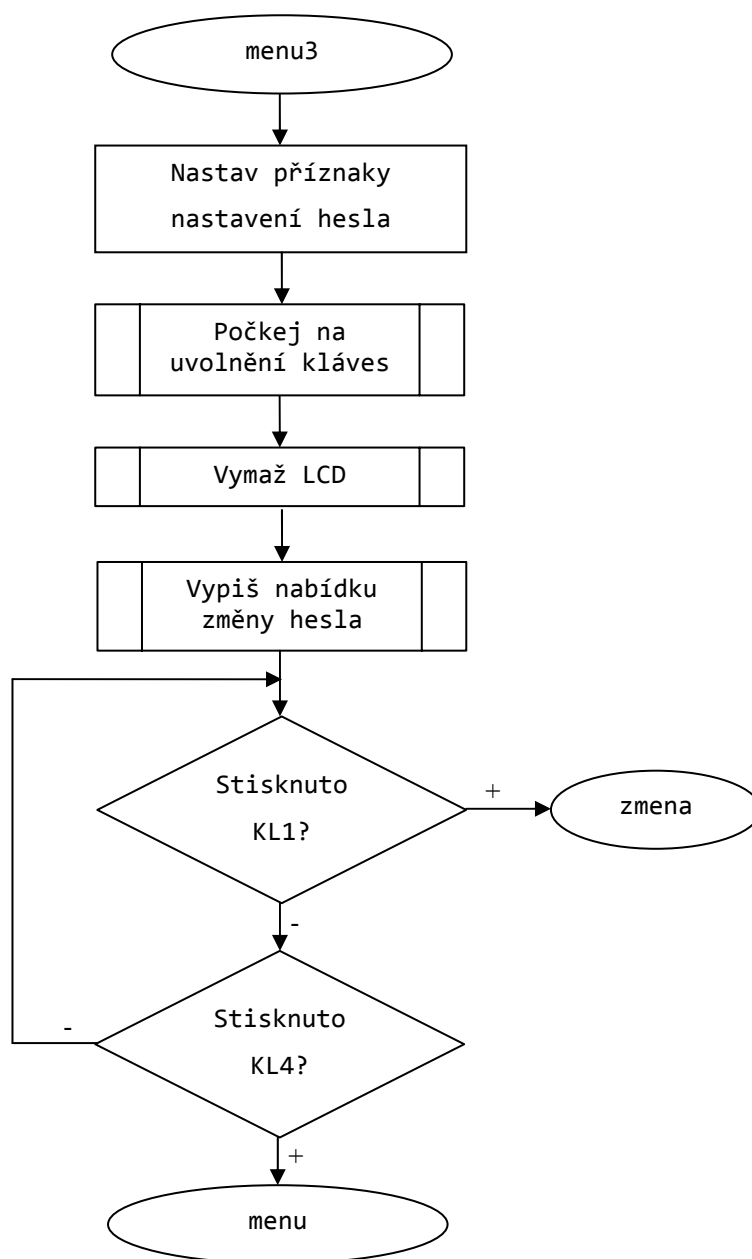
Obr. 35. První zadání hesla

Po prvním nastavení hesla dojde k posunu do hlavní nabídky EZS. Základní nabídka obsahuje možnost změnit heslo a zabezpečit prostor. Další položky nabídky je možné přidat jednoduchým způsobem. Mohlo by jimi být například vypnutí a zapnutí zvuků, zobrazení informací o EZS, volba hesel pro různé uživatele, nastavení jednotlivých vstupů a výstupů a jejich aktivace, atd. Pro základní funkci ovšem nejsou tyto možnosti nutné.



Obr. 36. První část nabídky

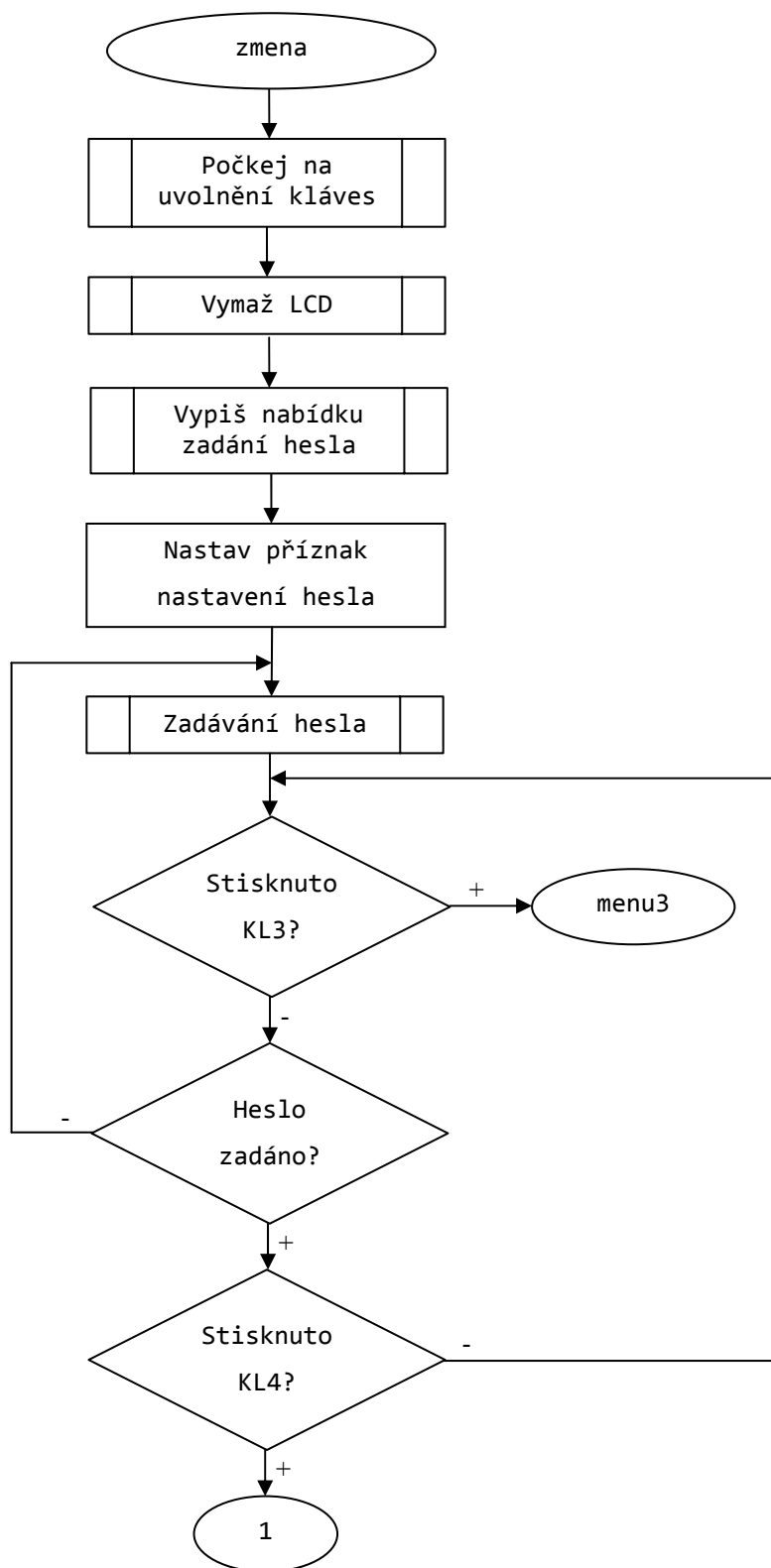
Pohyb v nabídce probíhá pomocí šipky vpravo zobrazené u KL4, volba daná nabídka je potvrzena stiskem KL1 u kterého je zobrazen příslušný nápis. Při volbě „Střež objekt“ dojde ke skoku na **strez**, při volbě „Změň heslo“ dojde ke skoku na **zmena**.



Obr. 37. Druhá část nabídky

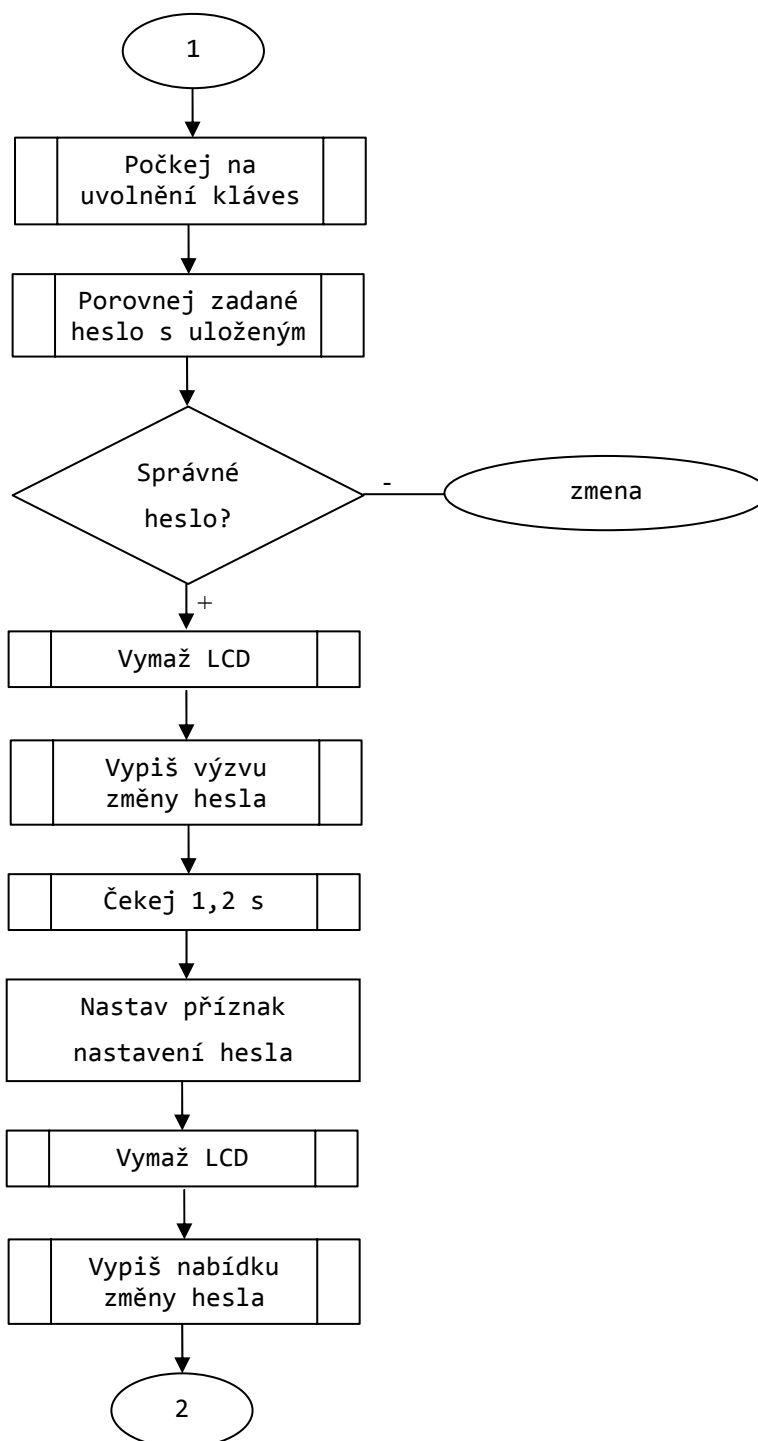


Při změně hesla je nutné se nejprve dotázat na staré heslo a až poté je možné zadat heslo nové. Všechny práce s heslem obstarává jeden podprogram **heslo** popsany dále.



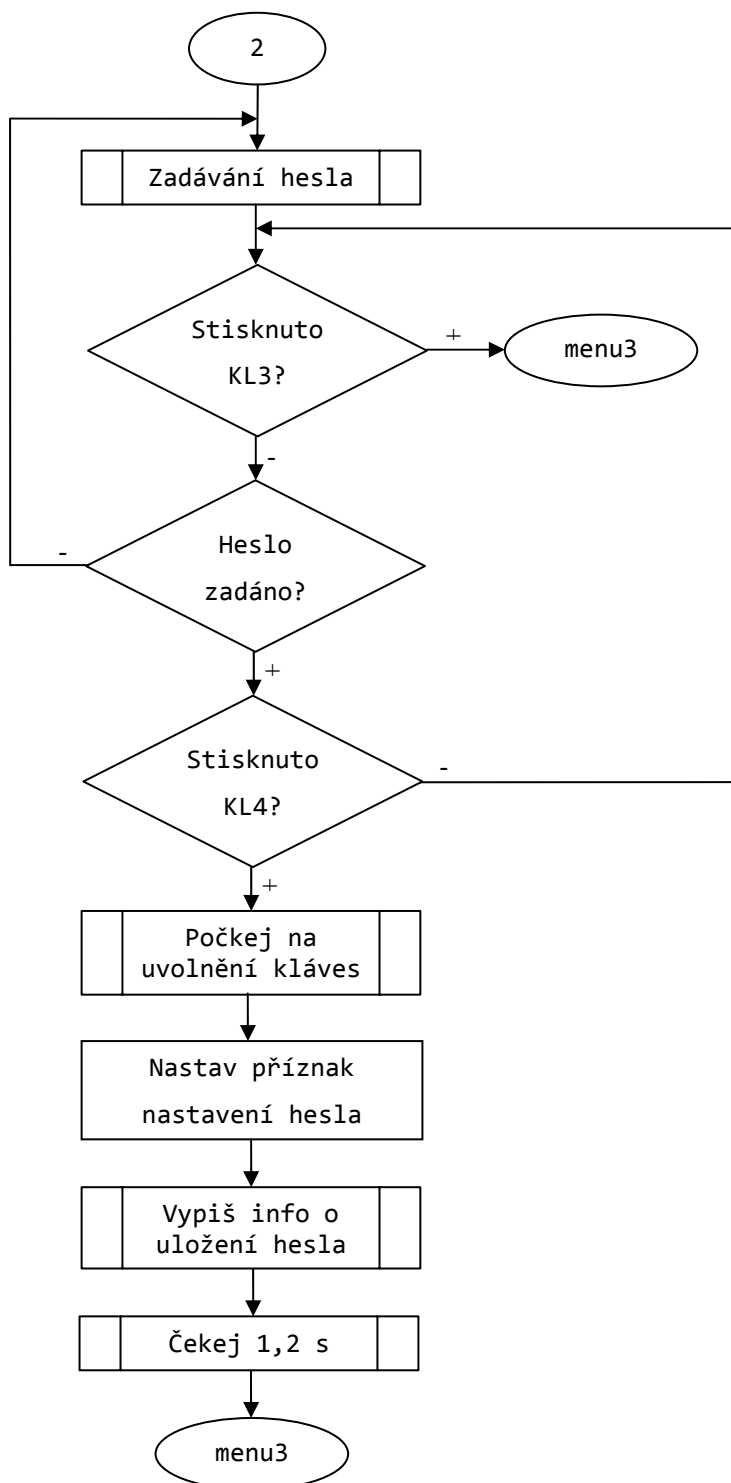
Obr. 38. Změna hesla (začátek)

Při práci s tímto podprogramem je pouze nutné řádně nastavit příznaky v něm používané. Pokud nechceme zadávané heslo ukládat zároveň do paměti hesla (např. při dotazu na heslo), musí být příznak **hes\_in** vynulován. V případě zadávání nového hesla je nastaven na 1 a heslo je tak zároveň při zadávání ukládáno do paměti.



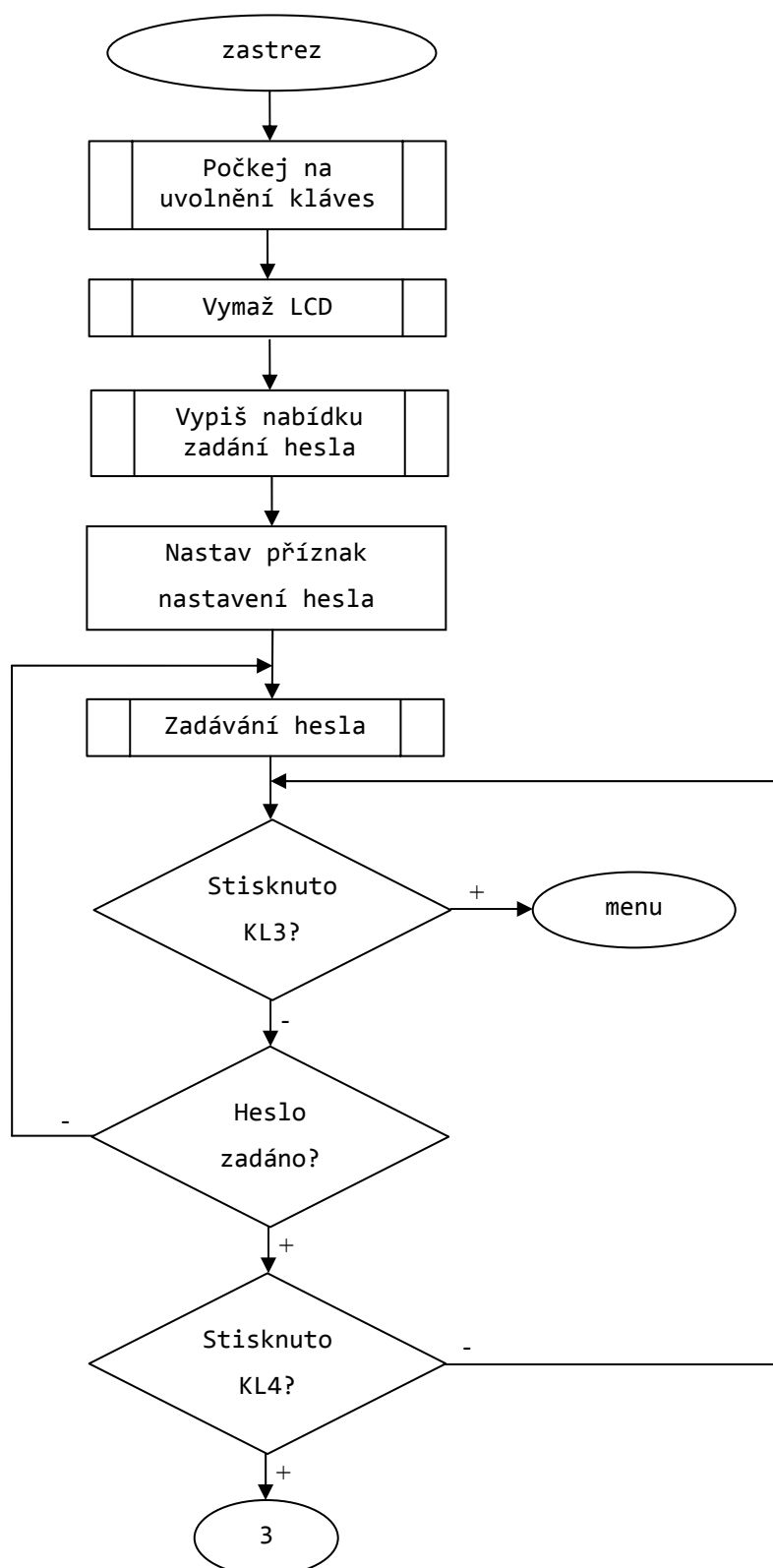
Obr. 39. Změna hesla (pokračování)

V první části byl tedy dotaz na staré heslo, které se po zadání nachází v registrech `zad_heslo1` až `zad_heslo4`. Zadané heslo je následně pomocí podprogramu `porovnej` zkontrolováno, a pokud se shoduje s uloženým v `ulo_heslo1` až `ulo_heslo4`, je uživatel vyzván k zadání nového hesla. Následuje část podobná úvodní inicializaci.



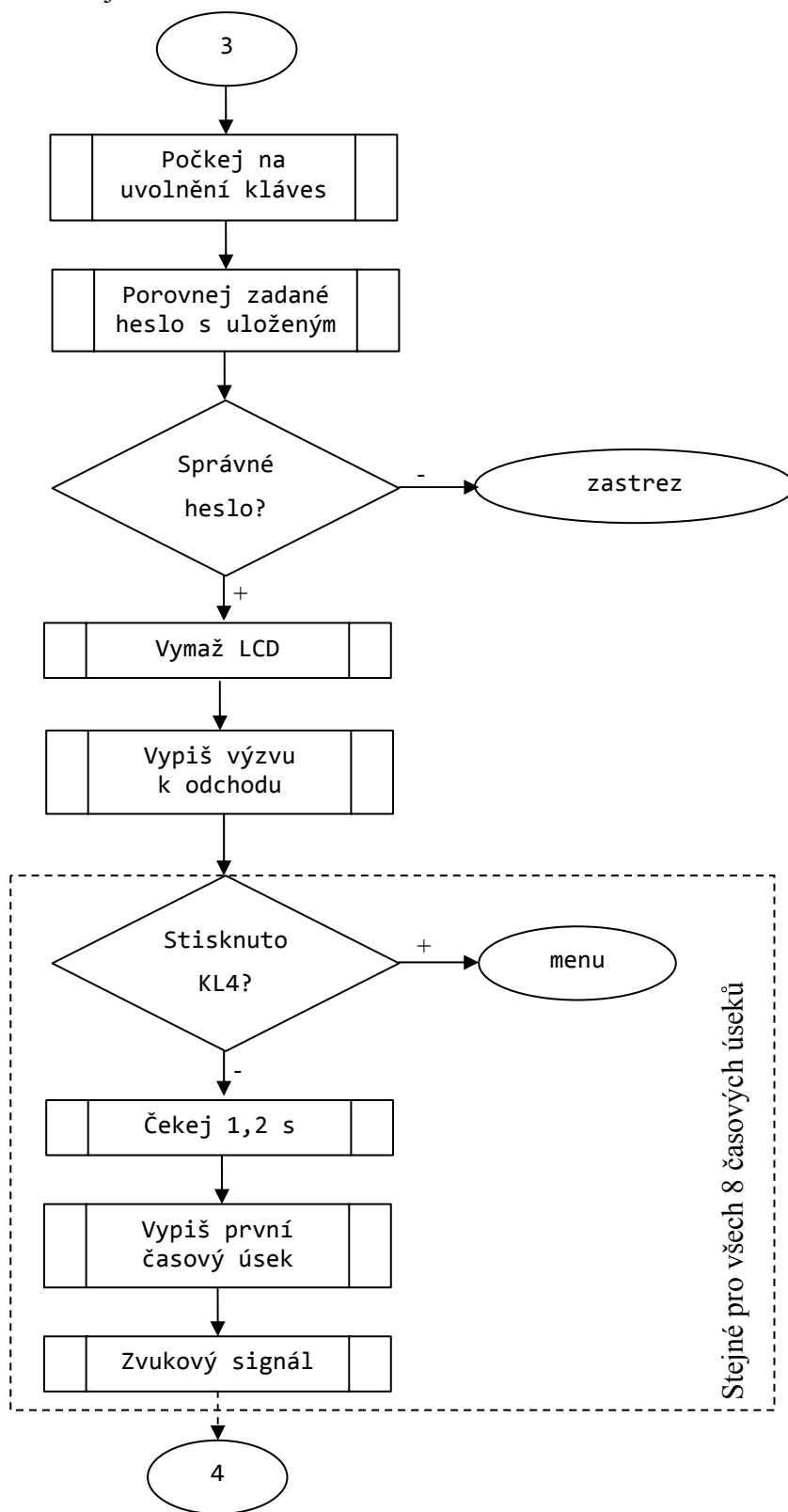
Obr. 40. Změna hesla (konec)

Při zastřežení prostoru je opět nutné zadat heslo, než dojde k aktivaci čidel. Dotaz probíhá naprosto stejně jako při změně hesla.



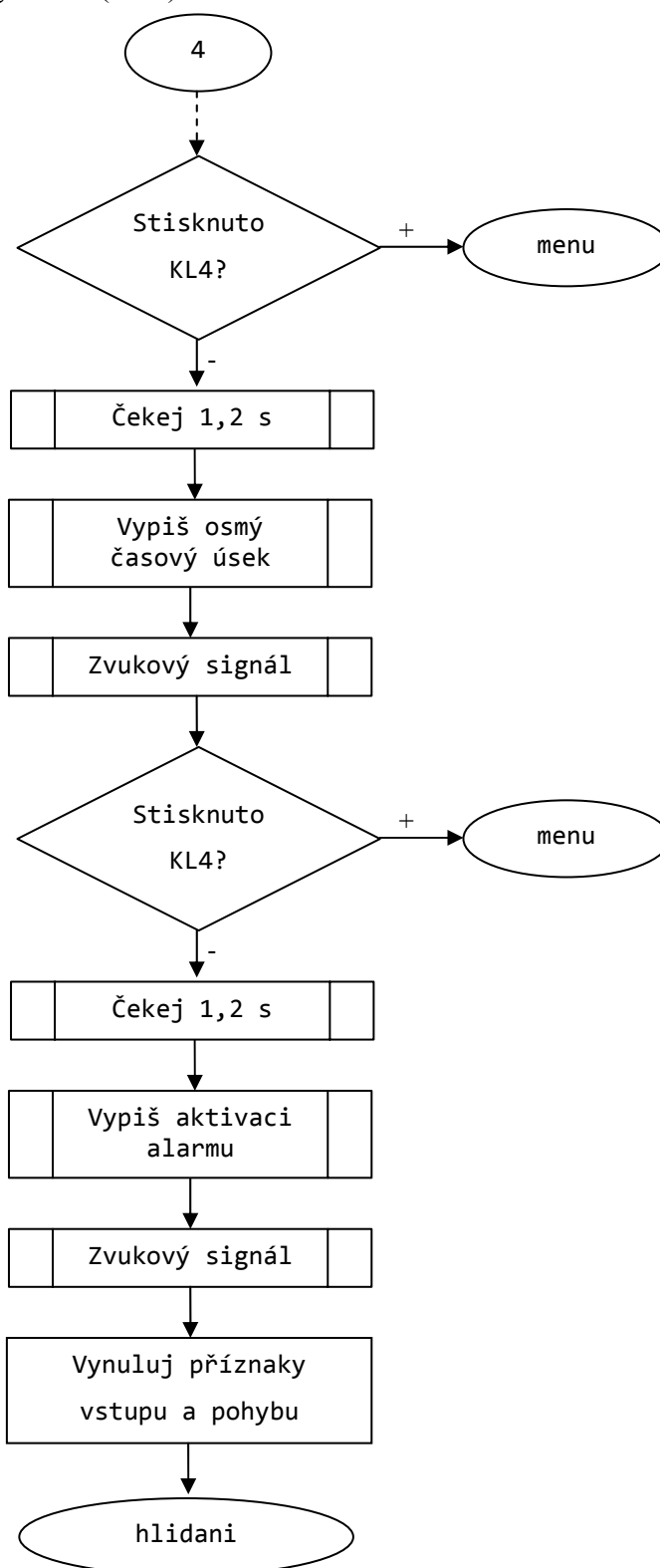
Obr. 41. Zastřežení (začátek)

Porovnání hesla využívá opět podprogram **porovnej**. Pokud je heslo zadáno správně, je uživatel vyzván k opuštění objektu.



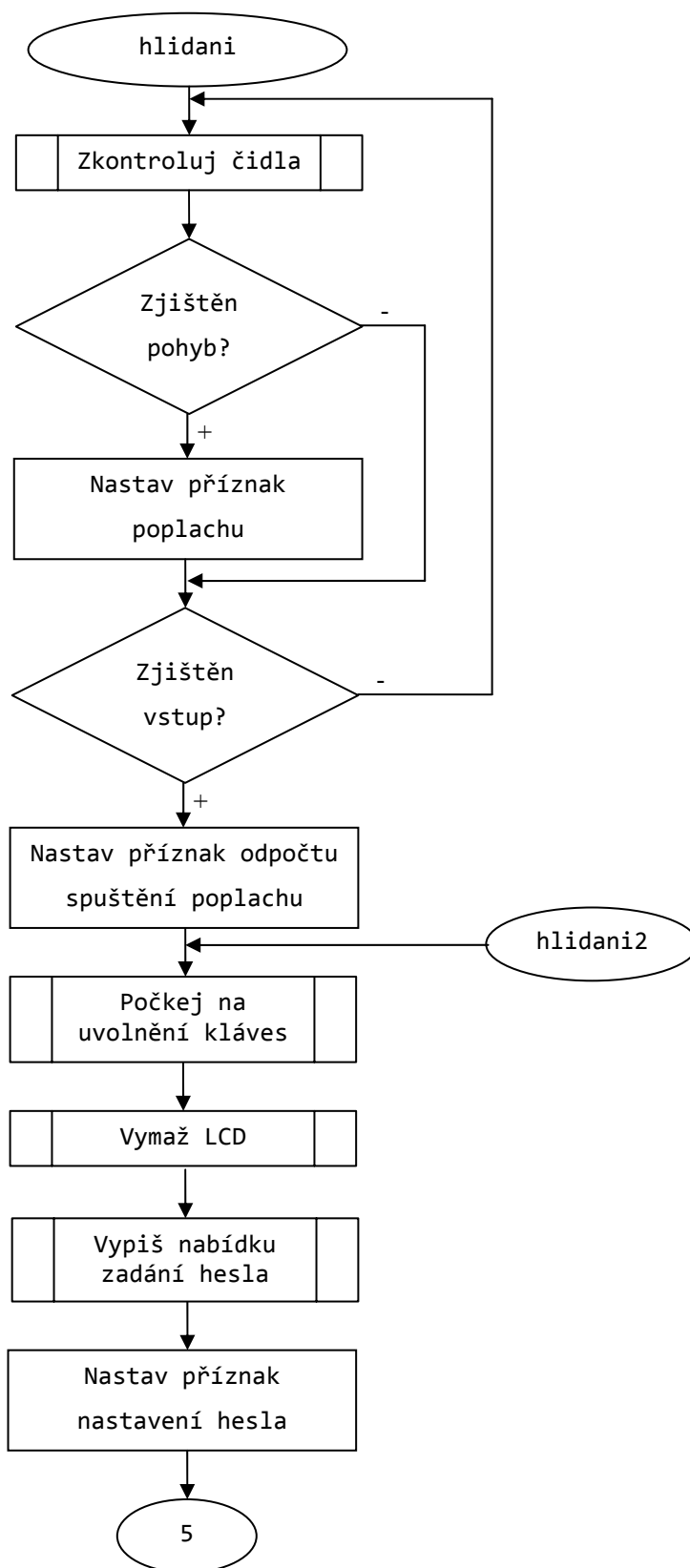
Obr. 42. Zastřežení (pokračování)

Po této výzvě následuje časový limit 20 s pro opuštění hlídaných prostor. Uplynulý čas je signalizován postupným vyplňováním čtverečků na displeji. Odpočet je možné zrušit stiskem a podržením šipky vlevo (KL4).

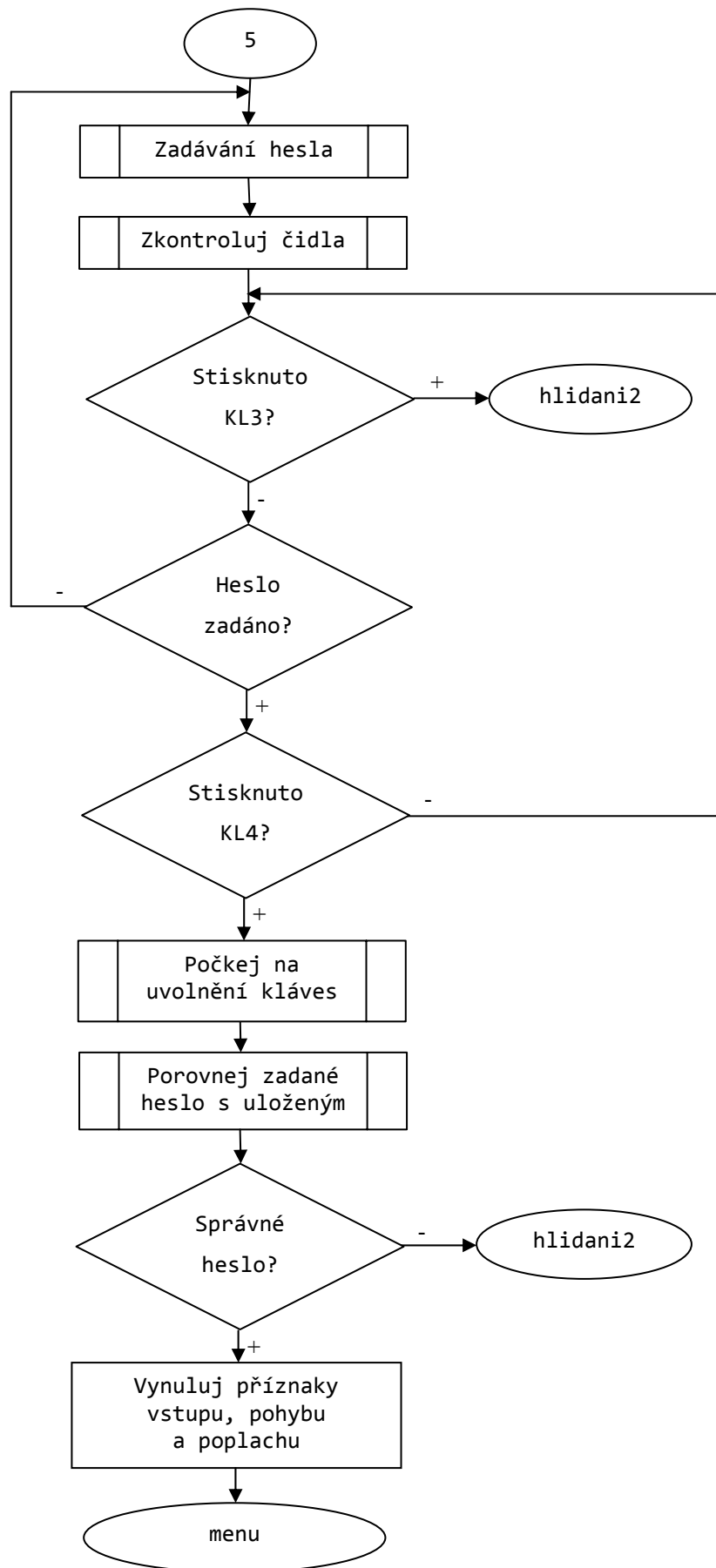


Obr. 43. Zastřežení (konec)

Při zastřežení dojde ke skoku na **hlidani**. Hlavní úkol je samozřejmě hlídání vstupů.



Obr. 44. *Hlídání (začátek)*



Obr. 45. *Hlídaní (konec)*



Pokud je zjištěn pohyb v prostorách s okamžitým spuštěním poplachu, je nastaven příznak pro jeho aktivaci a vypsána výzva pro zadání hesla. Pokud je zjištěn pohyb v prostorách s opožděním spuštěním poplachu (např. vstupní hala), je nastaven příznak pro odpočet 10 s do spuštění poplachu. Během této doby je nutné zadat heslo pro deaktivaci EZS. Odpočet je realizován pomocí přerušení.

### 11.3.7 Podprogramy

#### Hlídaní čidel

Pro hlídání vstupů je vytvořen jednoduchý podprogram, jehož zkrácenou verzi naleznete níže. Při aktivaci vstupu **IN1** až **IN4** je nastaven příznak **vstup**, při aktivaci **IN5** až **IN8** je nastaven příznak **pohyb**. Samozřejmě je možné jednoduše změnit vstupní podmínku pro nastavení příznaků podle toho, zda používáme na vstupu pozitivní nebo negativní logiku pouhým přepsáním příkazu **BTFS** na **BTFS**.

```
;-----Hlídaní čidel
cidla
    BTFS      IN1
    BSF       vstup
...
    BTFS      IN4
    BSF       vstup

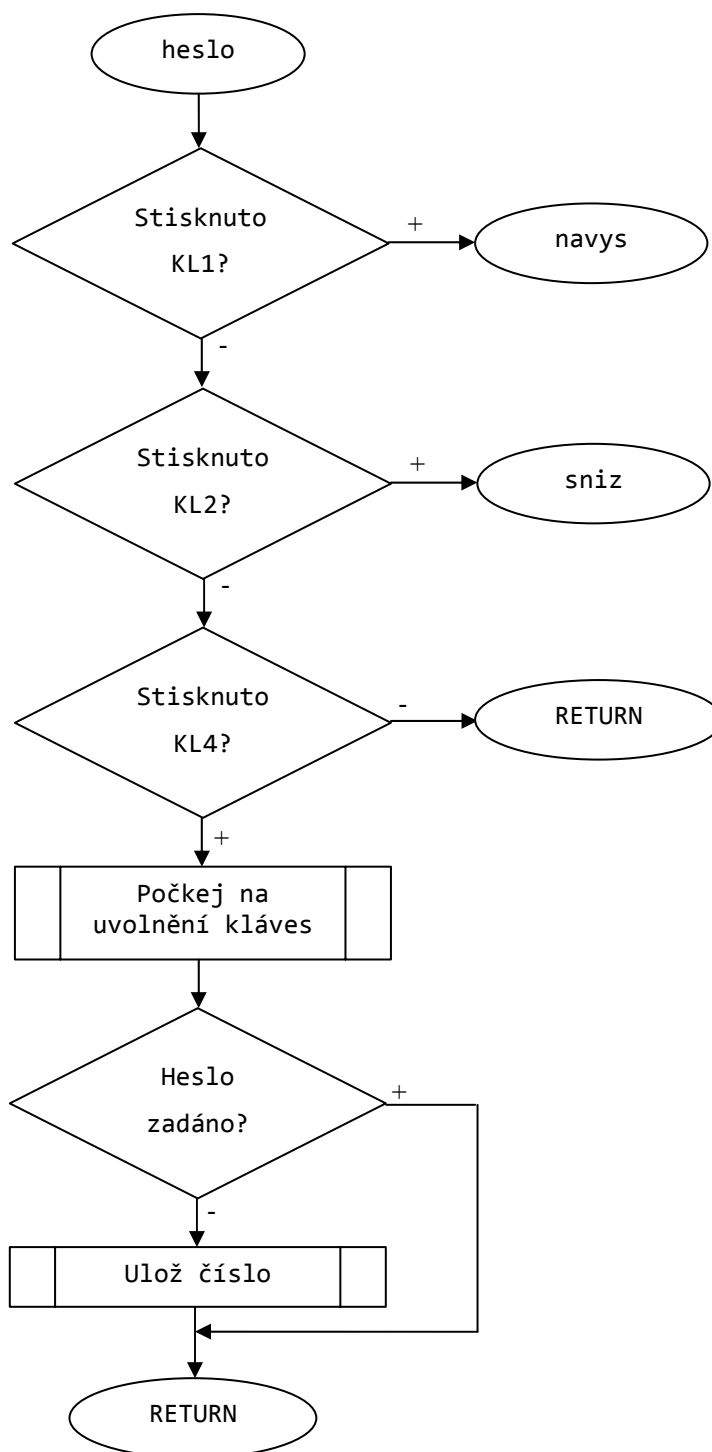
    BTFS      IN5
    BSF       pohyb
...
    BTFS      IN8
    BSF       pohyb

RETURN
```

#### Zadávání a ukládání hesla

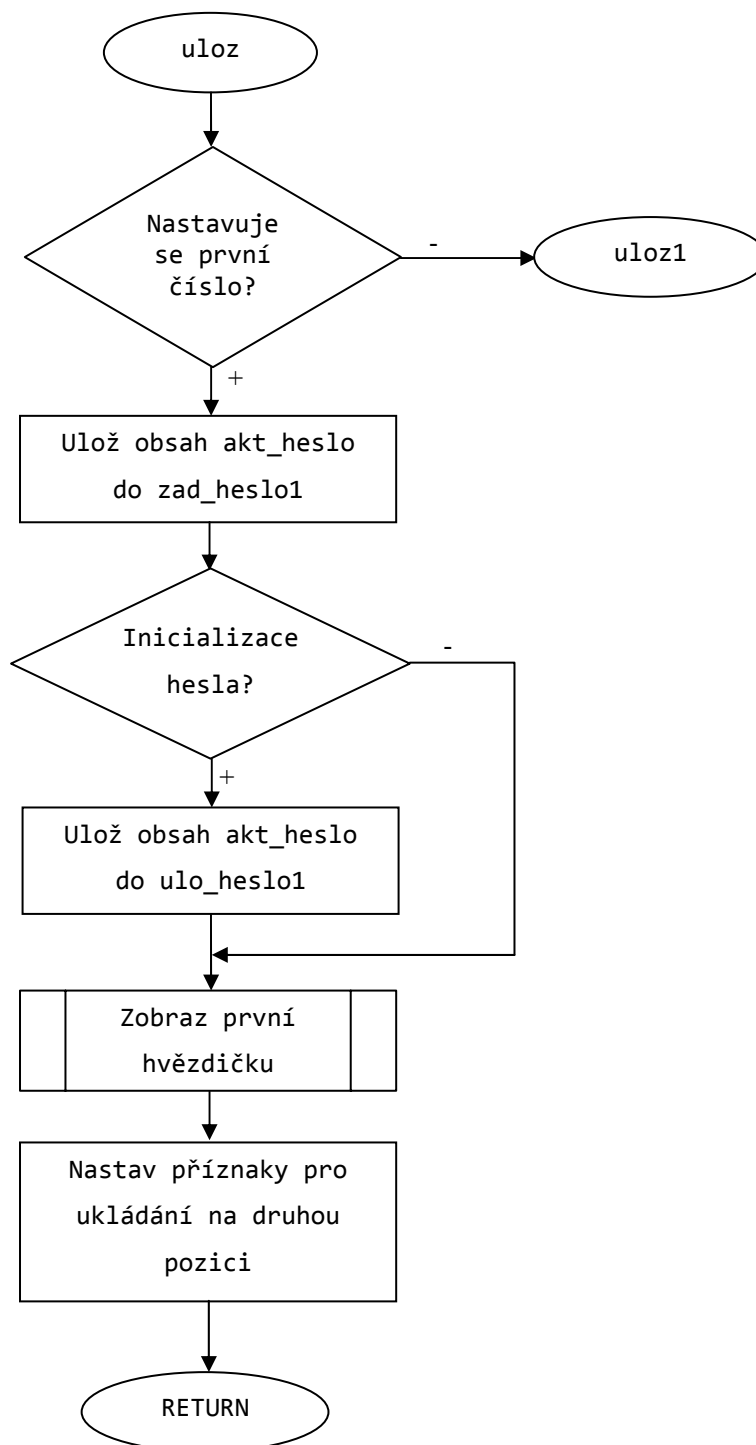
V podprogramu pro zadávání hesla jsou sledována tlačítka KL1 a KL2 pro zvýšení nebo snížení hodnoty zobrazeného čísla. Při jejich stisku dojde k volání podprogramu, který danou volbu realizuje. Hodnota zobrazeného čísla je pak uložena v registru **akt\_heslo**. Tyto podprogramy jsou popsány dále. KL4 provede uložení právě zobrazeného čísla z registru **akt\_heslo** do registrů **zad\_heslo1** až **zad\_heslo4**. K tomu využívá podprogram **uloz**, jehož popis vývojový diagram je na *obrázku 47*. Podprogram zjišťuje

podle příznaků, na jakou pozici má dané číslo uložit. Na začátku je z předchozího programu nastaven příznak pro uložení prvního čísla, po jeho uložení dojde v **uloz** k vynulování tohoto příznaku a nastavení příznaku pro druhé číslo hesla, stejně tak pro třetí. Pokud je vynulován i příznak třetího čísla, je automaticky ukládáno na čtvrtou pozici.



Obr. 46. *Zadávání hesla*

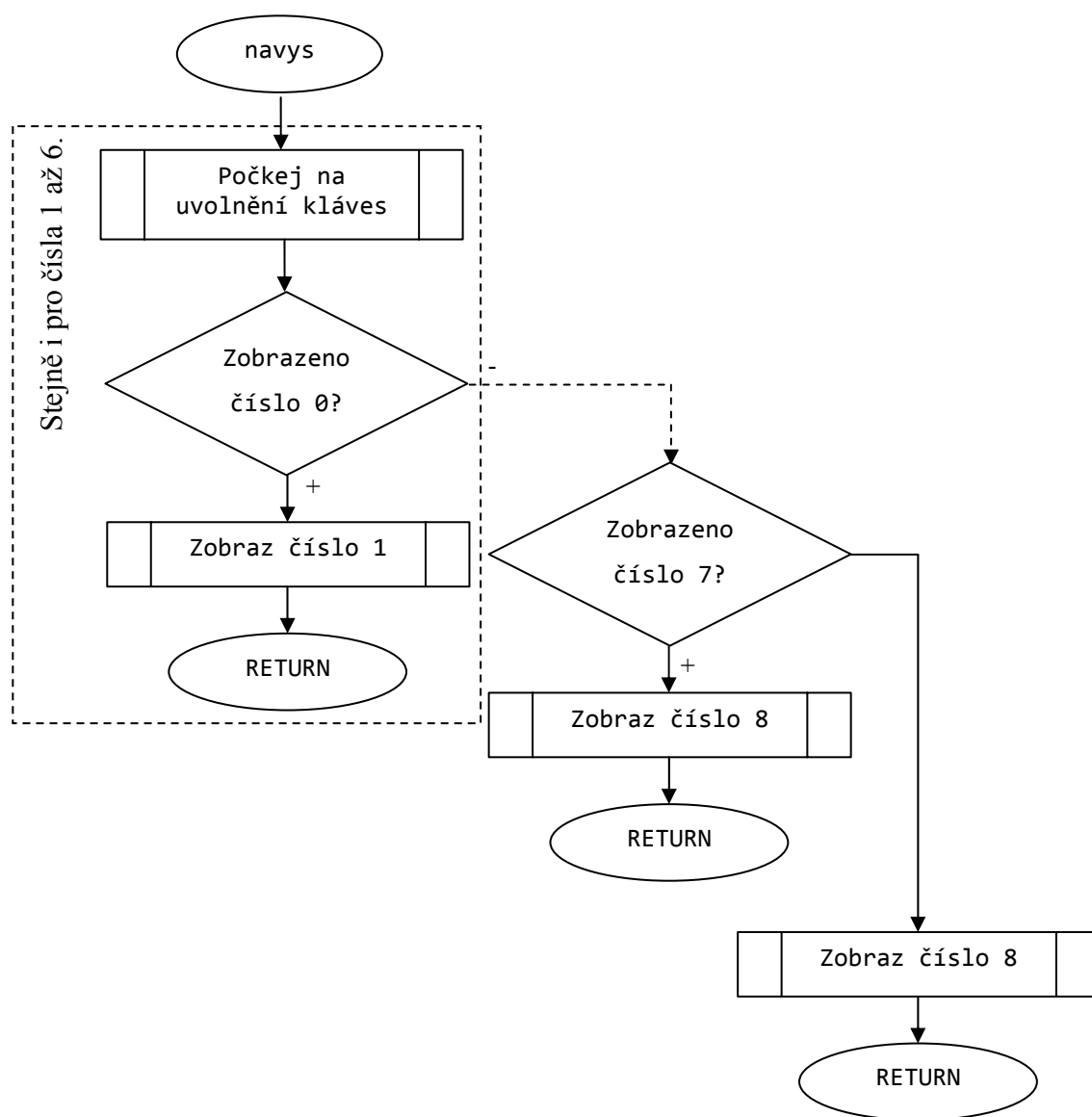
Podle pozice, na kterou je číslo hesla ukládáno se po jeho uložení zobrazí jedna až čtyři hvězdičky. Při ukládání se též sleduje nastavení příznaku `hes_in`, který udává, zda bude příslušné číslo uloženo i do `ulo_heslo1` až `ulo_heslo4`. Ve vývojovém diagramu na *obrázku 47* je znázorněno ukládání prvního čísla. Pro ostatní je program obdobný.



Obr. 47. Uložení čísel hesla

### Navýšení nebo snížení zobrazovaného čísla

Jaké číslo je právě zobrazeno je možné zjistit z příznaků **zobr0** až **zobr9**. Ty jsou pak využívány ke snížení nebo zvýšení zobrazovaného čísla. Pokud má být číslo zvýšeno, je volán podprogram pro dané vyšší číslo, ten také obstará změnu příznaků **zobr0** až **zobr9**. Na *obrázku 48* je vývojový diagram pro navýšení hodnoty čísla. Pro snížení čísla je program obdobný.



Obr. 48. Zvýšení zobrazovaného čísla

## Výpis čísel

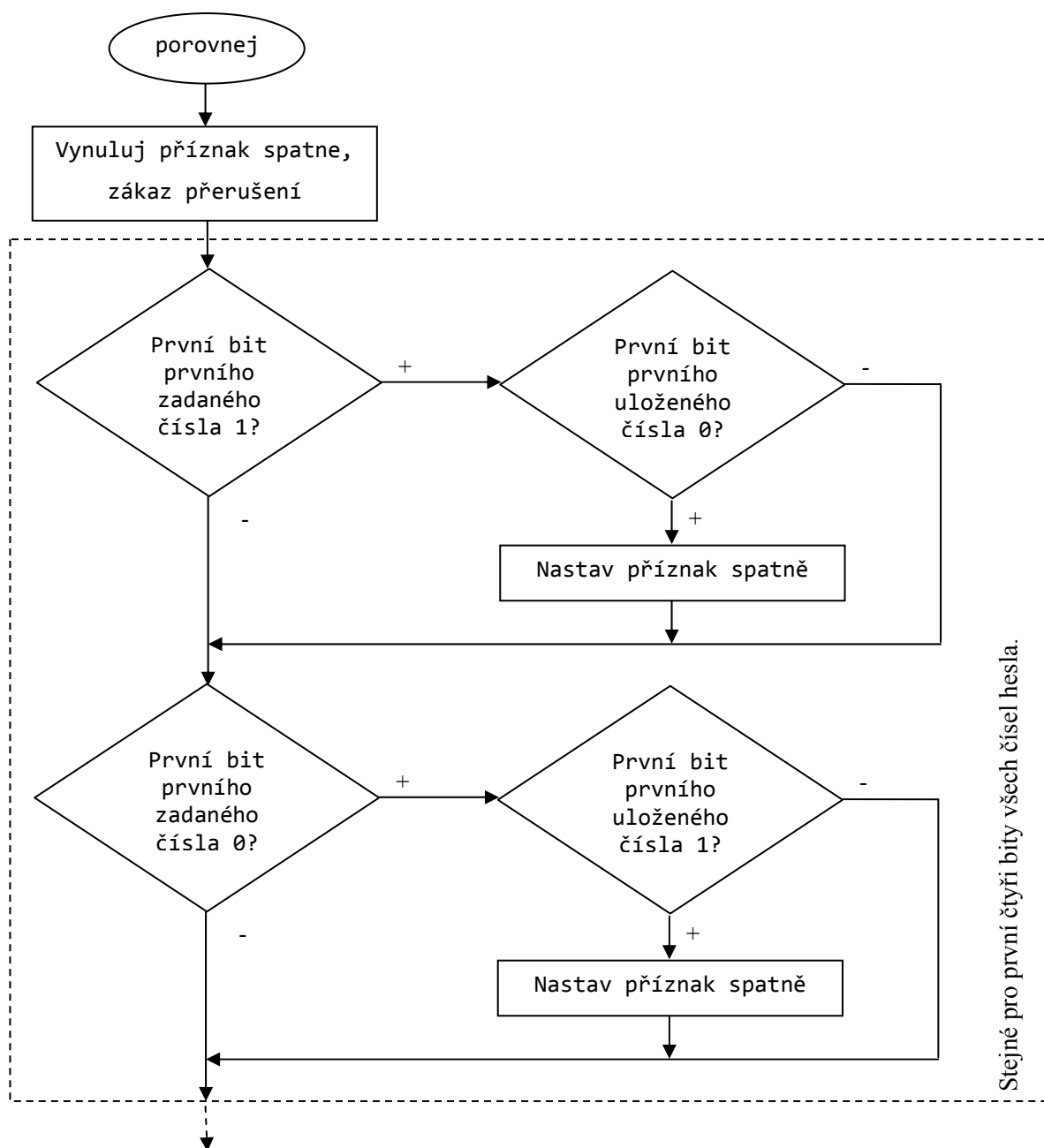
Předchozí podprogram volá následující zobrazování čísel na displeji. V dalším textu je uvedeno pouze zobrazení jednoho čísla, ostatní čísla jsou totožná.

```
;-----Výpis jednotlivých čísel při zadávání a uložení jejich hodnot do  
;-----proměnné aktuální číslo  
cislo0  
    MOVLW    '0'  
    MOVWF    zn04  
  
    CALL     zobraz  
    CLRF     p_zobr1  
    CLRF     p_zobr2  
    BSF      zobr0  
  
    MOVLW    .0  
    MOVWF    akt_heslo  
  
    RETURN
```

Prvně je na pozici čtvrtého znaku prvního řádku vložen znak příslušného čísla, následuje volání podprogramu pro jeho zobrazení. Po návratu jsou vynulovány registry příznaků zobrazovaných čísel a nastaven příslušný bit nově zobrazeného čísla. Do registru `akt_heslo` je vložena hodnota odpovídající zobrazenému číslu.

## Porovnání zadaného a uloženého hesla

Vzhledem k tomu, že se nepodařilo realizovat porovnání hesel pomocí příkazu `SUBWF` a kontroly příznaku `Z` při nulovém výsledku, byl navrhnut algoritmus pro porovnání hesel uvedený na *obrázku 49*. Na začátku je vynulován příznak informující o špatném heslu `spatne` a zakázána přerušování. Následně se porovnávají první čtyři bity všech čísel zadaného a uloženého hesla a v případě rozdílnosti je nastaven příznak špatného hesla. Na *obrázku 49* je znázorněn princip porovnání prvního bitu prvního čísla. Stejný postup je aplikován a i na dalších 15 bitů. Po porovnání všech bitů se testuje příznak `spatne` a pokud byl nastaven, tzn. některé z porovnávaných bitů se lišily, je zobrazena informace o špatném heslu.



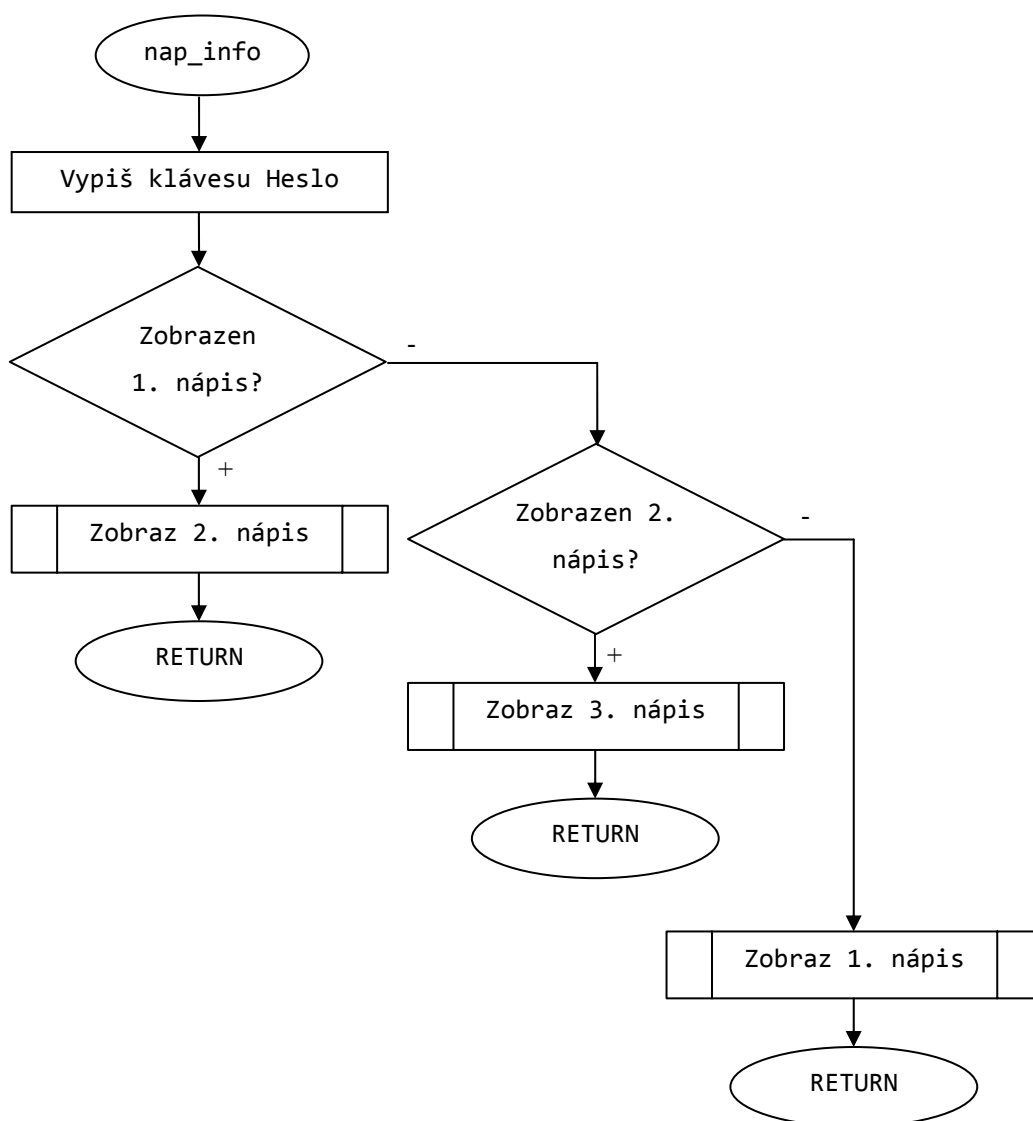
Obr. 49. Porovnání hesel

## Vymazání LCD

K mazání displeje je využita instrukce podle *tabulky 24*. Její použití je totožné, jako při inicializaci displeje uvedené v kapitole *Inicializace displeje*, proto zde není třeba uvádět podrobný popis. Podprogram mazající displej je nazván **vymaz**, po odeslání instrukce do displeje je samozřejmě nutný návrat z podprogramu pomocí **RETURN**.

## Zobrazení informačního textu

Podprogram pro informační nápis je volán z přerušení. Při každém volání programu dojde ke změně nápisu. Nejprve je nastaven výpis „Heslo“ k tlačítku pro volbu jeho nastavení, následuje testování příznaků jednotlivých nápisů a podle toho, který je aktuálně zobrazen se volá podprogram pro zobrazení následujícího. Zobrazení daného nápisu uloží znaky textu do registrů pro zobrazení, nastaví příslušné příznaky `nap_in1` až `nap_in3` a konečně zavolá podprogram pro zápis znaků na displej.



Obr. 50. Zobrazení informací

## Výpis textu na celý displej

Následuje naznačení principu zobrazení prakticky všech nápisů do displeje. Jak je vidět na následujících řádcích, nejprve jsou do bytů příslušných znaků uloženy znaky textu, po kterém se volá podprogram, který obsah těchto registrů odešle na sběrnici displeje.

```
;-----Nápis: Strez objekt
ulozeno
    MOVLW    'S'
    MOVWF    zn01
...
    MOVLW    ' '
    MOVWF    zn16

    CALL     zobraz

    RETURN
```

## Zobrazení textu na LCD

V kapitole *Inicializace displeje* bylo uvedeno, že displej je nastaven na inkrementaci adresového čítače znaků po zápisu. Znamená to, že postačí nastavit vždy adresu pro uložení prvního znaku příslušného řádku a o její zvyšování se postará již řadič displeje. Princip zápisu je totožný, jako při inicializaci, pouze při zápisu znaků, tedy dat, je nutné nastavit RS. Stejně, jako je v následujícím textu nastavení adresy a zápis znaku na první řádek, probíhá i zápis na řádek druhý. Adresa prvního znaku prvního řádku je 00h, adresa prvního znaku druhého řádku je 40h. Sedmý bit adresy paměti je vždy nastaven na log. 1 z důvodu rozlišení adresy CG RAM a DD RAM.

```
;-----
;Zobrazení na displeji
;-----
zobraz

;-----nastavení pozice DDRAM na první řádek
    BCF      RS                ;na portech bude INSTRUKCE
    MOVLW    b'10000000'      ;adresa prvního znaku
    MOVWF    LCD
    BSF      E                ;povolení přenosu
    NOP
    BCF      E
    CALL     cekani3          ;čeká asi 50us
```



```

;-----01
BSF      RS          ;na portech budou DATA
MOVFW    zn01
MOVWF    LCD
BSF      E          ;povolení přenosu
NOP
BCF      E
CALL     cekani3     ;čeká asi 50us

```

## Signalizace

Podprogram pro signalizaci pomocí reproduktoru řídicí jednotky je v podstatě smyčka, ve které se několikrát po sobě vyšle impulz na tento reproduktor. V úvodu se testuje nastavení příznaku, zda jsou zvuky povoleny. Nastavení tohoto příznaku by bylo možné přidáním této volby do hlavní nabídky. Pokud jsou zvuky povoleny, uloží se do proměnné **c2** hodnota opakování impulzu. Následuje aktivace výstupu, čekání 20 ms, deaktivace výstupu a další čekání 20 ms, než se cyklus opakuje. Po ukončení smyčky se testuje, zda není zařízení napájeno ze záložního zdroje a případné zapnutí podsvícení displeje.

```

pip
    BTFSS    pipej    ;test, zda je zvuk zapnut
    GOTO     pip2
    MOVLW    .20      ;uloží hodnoty pro délku pípnutí
    MOVWF    c2

pip1
    BSF      SIG      ;aktivuje repro
    CALL     cekani4
    BCF      SIG      ;deaktivuje piezo
    CALL     cekani4

    DECFSZ   c2,1     ;odečte 1 od registru určujícího délku
                      ;pípnutí
    GOTO     pip1

pip2
    BTFSC    ZAL      ;testuje bit zálohy pro případný skok
                      ;v programu, aby se displej nerozsvítil
    BSF      LED

    RETURN

```

## Uvolnění kláves

Podprogram pro čekání na uvolnění tlačítek plní také funkci případného ošetření zákmitu. Po volání podprogramu se volá čekání 20 ms na případné ustálení zákmitu, následně spuštěna signalizace stisku tlačítka a nulování příznaku odpočtu času do zhasnutí podsvícení. Dále jsou již testovány jednotlivé vstupy tlačítek a pouze v případě, že není žádné stisknuto, je povolen návrat z podprogramu.

### kl\_volne

```
CALL    cekani2    ;počká na ustálení případného zákmitu
CALL    pip

BCF     odp_pod    ;vynuluje příznak odpočtu času pro
                  ;zhasnutí, aby byl čas opět nastaven
                  ;na počáteční hodnotu

BTFSC   KL1        ;je klávesa uvolněna?
GOTO    $-1        ;ne - skok o instrukci výš
BTFSC   KL2        ;ano - test další
GOTO    $-1
BTFSC   KL3
GOTO    $-1
BTFSC   KL4
GOTO    $-1

RETURN
```

## Čekací smyčky

Čekací smyčky využívají proměnné **c1** až **c3**. Princip smyčky je stejný, jako u akustické signalizace. Pro delší časové smyčky jsou použity vnořené cykly, jak je patrné z následujícího výpisu programu.

```
;-----20ms
cekani2    MOVLW    .100
            MOVWF    c2
cek4       MOVLW    .100
            MOVWF    c1
cek5       DECFSZ   c1,1
            GOTO     cek5
            DECFSZ   c2,1
            GOTO     cek4
            RETURN
```

## Přerušeni

V úvodu přerušeni je samozřejmě uložení registrů W, STATUS a PCLATH do dočasných registrů. Následuje již samotné tělo přerušeni, kde jsou v našem případě především obsluhy odpočtů časů. Jednak je to odpočet času do zhasnutí podsvícení po jeho aktivaci, dále odpočet času pro změnu informačního textu, odpočet času do spuštění poplachu při narušení prostoru s prodlevou a nakonec odpočet času do deaktivace poplachu po jeho spuštění.

```
;-----  
;Podorogram pro přerušeni  
;-----  
preruseni  
    MOVWF    temp_W  
    SWAPF    STATUS,w  
    CLRF     STATUS  
    MOVWF    temp_STAT  
    MOVF     PCLATH,w  
    MOVWF    temp_PCLATH  
    CLRF     PCLATH  
  
;-----odpočet pro zhasnutí displeje  
    BTFSS    LED  
    GOTO     p2  
    BTFSC    odp_pod  
    GOTO     p1  
  
    MOVLW    .150  
    MOVWF    c4  
    BSF      odp_pod  
p1    DECFSZ   c4,1  
    GOTO     p2  
    BCF      LED  
    BCF      odp_pod  
p2  
  
    BTFSC    poplach  
    BSF      OUT1  
  
    BTFSS    poplach  
    BCF      OUT1
```

V přerušení se také vyhodnocuje příznak zda má být aktivní poplach. V pozitivním případě je nulován výstup OUT1. Může zde být i pozitivní logika, v závislosti konstrukce spínače sirény.

```
BTFSC    poplach
BCF      OUT1

BTFSS    poplach
BSF      OUT1
```

Po vykonání všech potřebných částí přerušení následuje obnovení registrů W, STATUS a PCLATH z dočasných registrů.

;-----konec přerušení

konecpreruseni

```
BCF      INTCON,T0IF
MOVF     temp_PCLATH,w
MOVWF    PCLATH
SWAPF    temp_STAT,w
MOVWF    STATUS
SWAPF    temp_W,F
SWAPF    temp_W,w
```

```
RETFIE
```

;návrat z přerušení

# ZÁVĚR

V práci byl navrhnut a realizován EZS pro zabezpečení domu nebo bytu umožňující rozšíření pomocí dalších modulů i pro větší objekty. Základní sestava EZS je velice jednoduchá a umožňuje připojení většiny dostupných detektorů, jak pohybu, tak například kouře, světelných závor, apod. Signalizace je v základní konfiguraci pouze akustická, ovládací rozhraní tvoří LCD s klávesnicí umístěn na řídicí jednotce. Součástí sestavy je i zálohovaný zdroj pro připojené periferie a napájení několika detektorů. Počet takto napájených detektorů je omezen jejich celkovou spotřebou.

Řídicí jednotka obsahuje datovou osmibitovou sběrnici s čtyřbitovou adresovací sběrnici pro připojení až šestnácti dalších modulů, především pak vstupních a výstupních. Tyto moduly mohou obsahovat až 8 vstupů a 8 výstupů. Pro případ použití detektorů s reléovým výstupem, nebo pokud by to bylo vyžadováno z bezpečnostních důvodů, by bylo možné navrhnout modul pro připojení detektorů do vyvážené smyčky.

Dále bylo navrženo několik modulů pro funkční rozšíření EZS. Jsou jimi RFID modul pro rychlou identifikaci, GSM komunikátor pro upozornění na vniknutí do objektu nebo dálkovému nastavení výstupů EZS a monitoring stavu EZS, ZigBee modul pro připojení bezdrátových komponent, modul pro měření odběru el. energie ze sítě pro kontrolu zapnutých spotřebičů na dálku, teploměr a detektor kouře. K řídicí jednotce je také možné připojit přijímač přesného času DCF. Pro komfortnější ovládání byl navrhnut bezdrátový ovládací panel vystavěný na technologii ZigBee. Všechny výše uvedené komponenty byly navrženy kompletně, včetně schémat zapojení a návrhů DPS uvedených v přílohách a na přiloženém CD. Tyto podklady byly navrženy v programu Eagle 5.11, je tedy možné z nich získat například seznam součástek, podklady pro výrobu nebo data pro CNC stroje.

V další části práce je popis navrženého programu pro mikrokontrolér řídicí jednotky. Tento program slouží k ověření funkčnosti zařízení a jeho základnímu použití v praxi. Program bude dále vyvíjen a rozšiřován o další funkce, které může navržený EZS plnit, nicméně i v této základní podobě umožňuje plnohodnotné ovládání systému.

Po kompletaci prototypů všech periférií, včetně volitelných, bude následovat jejich nasazení do testovacího provozu a další rozšíření EZS o funkce řízení objektu, jako je nastavení teploty, ovládání osvětlení, garážových vrat, apod. Uvažuje se také o zařazení do kontroly a údržby ostrovního systému.

Navržený EZS obstarává veškeré funkce srovnatelné s komerčními produkty a to za mnohem nižší pořizovací náklady.

# Literatura

- [1] Vacek, V.: *Učebnice programování PIC*. 1. vyd. Praha: BEN Technická literatura, 2002. ISBN: 80-86056-87-2.
- [2] Matoušek, D. *Práce s inteligentními displeji LCD*. 1. vyd. Praha: BEN Technická literatura, 2006. ISBN: 80-7300-121-7.
- [3] Hrabáček, J. *Komunikace mikrokontroléru s okolím 1*. 1. vyd. Praha: BEN Technická literatura 2002. ISBN: 80-86056-36-8.
- [4] Hrabáček, J. *Komunikace mikrokontroléru s okolím 2*. 1. vyd. Praha: BEN Technická literatura, 2002. ISBN: 80-86056-73-2.
- [5] Matoušek, D. *C pro mikrokontroléry PIC*. 1. Vyd. Praha: BEN Technická literatura, 2011. ISBN: 978-80-7300-413-2.
- [6] Friml, L. *Domovní alarm*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 56 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Tomáš Macho, Ph.D.
- [7] Everbouquet international co., ltd. *MGG12A61BW-SERIES* [online]. c2009. <<http://www.farnell.com/datasheets/653620.pdf>>
- [8] Novatek Microelectronics Corp. *Datasheet NT7538* [online]. c2006. <<http://www.novatek.com.tw>>
- [9] Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. *M75 Quectel cellular engine Hardware design* [online]. c2011. <[http://www.m2msolution.eu/doc/Fejlesztoi\\_dokumentaciok/M75/M75\\_HD\\_V1.0.pdf](http://www.m2msolution.eu/doc/Fejlesztoi_dokumentaciok/M75/M75_HD_V1.0.pdf)>
- [10] Flajzar, s. r. o. *Detektor pohybu miniaturní* [online]. c2009. <<http://www.flajzar.cz>>
- [11] Flajzar, s. r. o. *Čtečka čipů RFID - modul EM-18* [online]. c2009. <<http://www.flajzar.cz>>
- [12] Flajzar, s. r. o. *Radarové čidlo pohybu HB410* [online]. c2009. <<http://www.flajzar.cz/ostatni-7/radarove-cidlo-pohybu-hb410.htm>>
- [13] Texas Instruments Incorporated *Sealed Lead-Acid Battery Charger* [online]. c2011. <<http://www.ti.com/product/uc2906>>
- [14] Microchip Technology Inc. *mTouch™ Sensing Solutions Design Guidelines* [online]. c2011. <[http://www.microchip.com/ja\\_jp/technology/mtouch/index.html](http://www.microchip.com/ja_jp/technology/mtouch/index.html)>

- [15] Microchip Technology Inc. *PIC16(L)F1938/9 Data Sheet* [online]. c2011. DS41574A <[http://www.microchip.com/ja\\_jp/family/8bit/index.html](http://www.microchip.com/ja_jp/family/8bit/index.html)>
- [16] Microchip Technology Inc. *PIC18FXX2 Data Sheet* [online]. c2002. DS39564B <[http://www.microchip.com/ja\\_jp/family/8bit/index.html](http://www.microchip.com/ja_jp/family/8bit/index.html)>
- [17] Microchip Technology Inc. *PIC12F/LF1822/PIC16F/LF1823 Data Sheet* [online]. c2011. DS41413B <[http://www.microchip.com/ja\\_jp/family/8bit/index.html](http://www.microchip.com/ja_jp/family/8bit/index.html)>
- [18] Microchip Technology Inc. *MRF24J40MA Data Sheet* [online]. c2008. DS70329B <<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39776C.pdf>>
- [19] Microchip Technology Inc. *TC1046* [online]. c2002. DS21496B <<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21496b.pdf>>
- [20] Microchip Technology Inc. *RE46C140* [online]. c2002. DS22179B <<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/22179b.pdf>>
- [21] Microchip Technology Inc. *MCP73861/2/3/4* [online]. c2011. DS21893E <<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc>>
- [22] Display Elektronik *LCD Module DEM 16221 SYH*. [online]. c2003. <<http://www.display-elektronik.de/DEM16221SYH.PDF>>
- [23] OKW Gehäusesysteme Germany *SOFT-CASE L A90521*. [online]. c2011. <<http://www.okw.com/OPD-WebSite/ST3780/Soft-Case/productgroup.okw>>
- [24] OKW Gehäusesysteme Germany *SOFT-CASE L A9152001* [online]. c2011. <<http://www.okw.com/OPD-WebSite/ST3780/Soft-Case/productgroup.okw>>
- [25] Moravec, J. *Novostavba rodinného domu – Půdorys 1.NP*. c2009
- [26] Jablotron *Ceny typových instalací* [online]. c2012. <[http://www.axlelectronics.cz/images/stories/Ceny\\_typovch\\_instalac\\_JABLOTRON\\_100.pdf](http://www.axlelectronics.cz/images/stories/Ceny_typovch_instalac_JABLOTRON_100.pdf)>

# Seznam zkratek

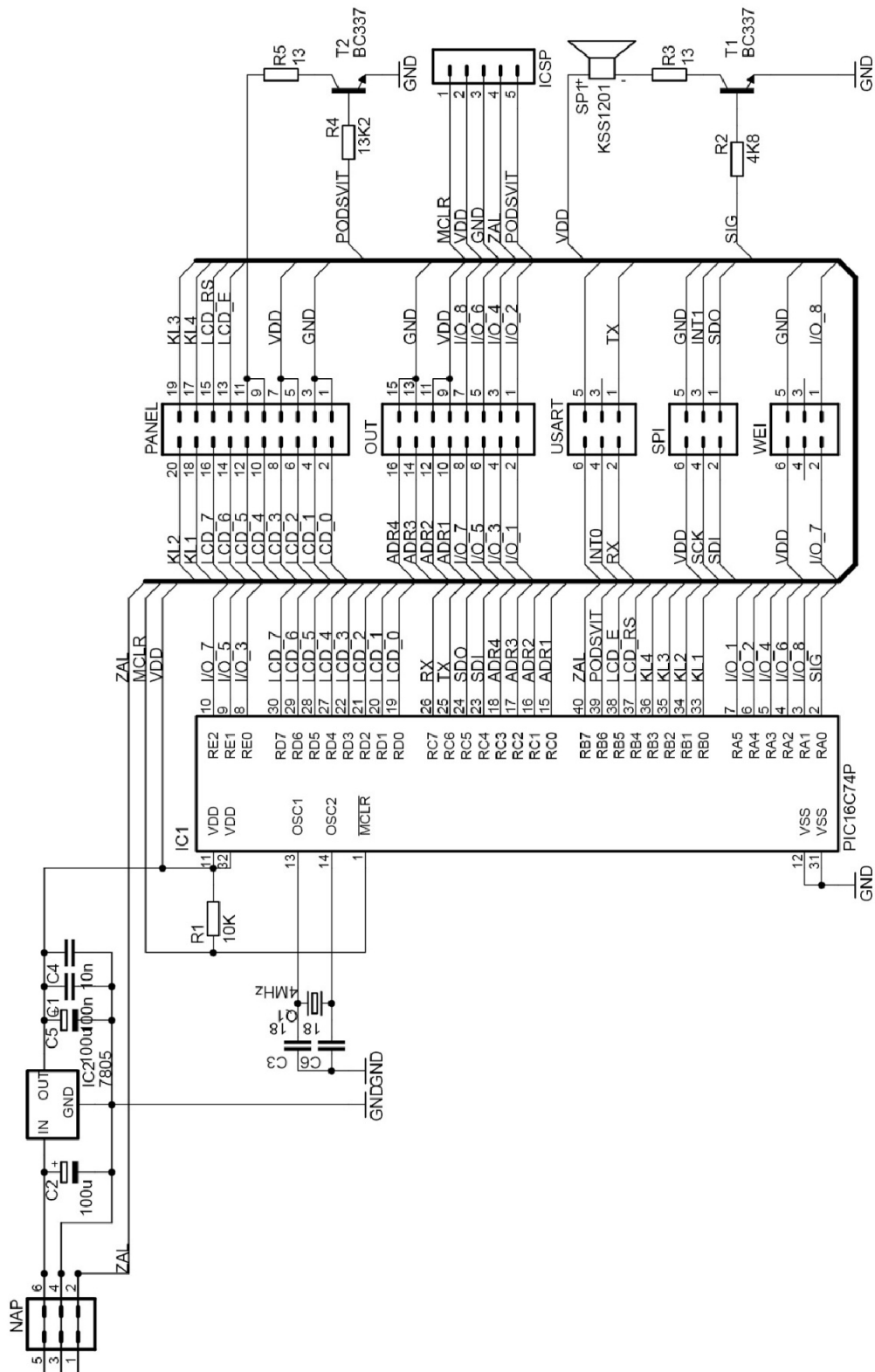
<b>EZS</b>	Elektronický zabezpečovací systém
<b>ESS</b>	Electronic security systém
<b>SMS</b>	Short message service
<b>IR</b>	Infrared
<b>PIR</b>	Passive infrared
<b>GSM</b>	Global System for Mobile Communications (Globální Systém pro Mobilní komunikaci)
<b>GPRS</b>	General Packet Radio Service
<b>LAN</b>	Local Area Network (Lokální síť)
<b>LCD</b>	Liquid crystal display (Displej z tekutých krystalů)
<b>RFID</b>	Radio Frequency Identification (Identifikace na rádiové frekvenci)
<b>RAD</b>	Radarové čidlo pohybu
<b>I/O</b>	Input-output (Vstupně-výstupní)
<b>GND</b>	Ground (Uzemění, nulový potenciál)
<b>ICSP</b>	In circuit serial programming (Programování v obvodu)
<b>SMD</b>	Surface mount device (Součástka pro povrchovou montáž)
<b>DPS</b>	Deska plošných spojů
<b>BCD</b>	Binary Coded Decimal (Binárně reprezentované dekadické číslo)
<b>LED</b>	Light-Emitting Diode (Dioda emitující světlo)
<b>OEM</b>	Original Equipment Manufacture
<b>SIM</b>	Subscriber identity module
<b>A/D</b>	Analog to digital
<b>OZ</b>	Operační zesilovač
<b>RAM</b>	Random-access memory (Paměť s přímým přístupem)
<b>USB</b>	Universal Serial Bus
<b>TOP</b>	Horní část DPS
<b>BOTTOM</b>	Spodní část DPS
<b>SMD</b>	Surface mount device (Součástka pro povrchovou montáž)
<b>SMT</b>	Surface mount technology (Technologie povrchové montáže)



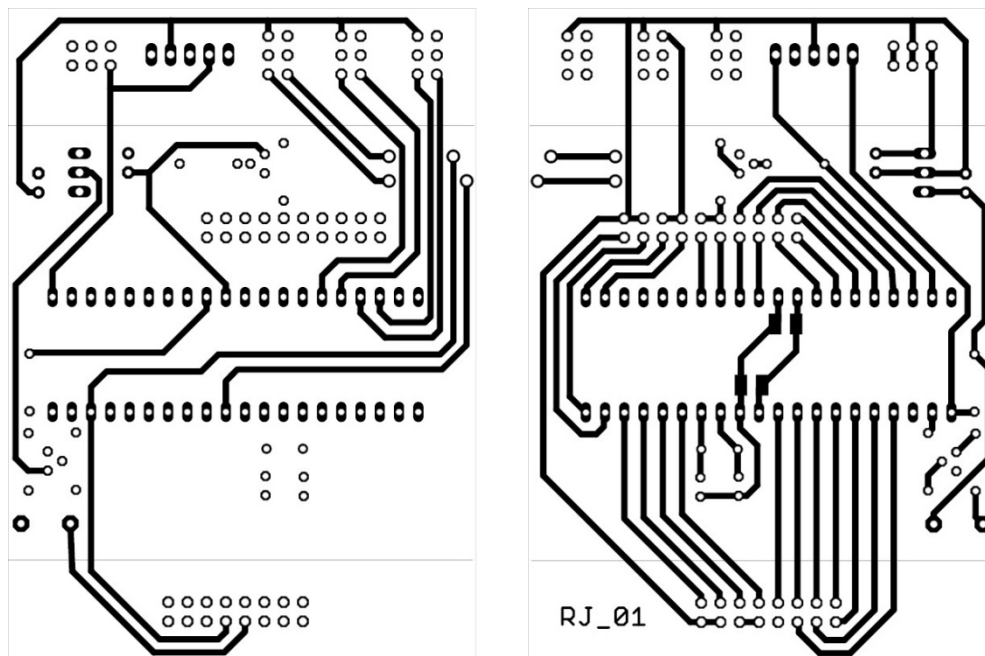
# Seznam příloh

Příloha 1:	Schéma zapojení a DPS řídicí jednotky .....	102
Příloha 2:	Schéma zapojení a DPS zdroje .....	105
Příloha 3:	Schéma zapojení a DPS I/O modulu .....	107
Příloha 4:	Schéma zapojení a DPS spínače sirény .....	109
Příloha 5:	Schéma zapojení a DPS IN a OUT modul .....	110
Příloha 6:	Schéma zapojení a DPS RFID modulu .....	113
Příloha 7:	Schéma zapojení a DPS GSM modulu .....	114
Příloha 8:	Schéma zapojení a DPS ZigBee modulu .....	116
Příloha 9:	Schéma zapojení a DPS elektroměru .....	118
Příloha 10:	Schéma zapojení a DPS teplotního čidla .....	120
Příloha 11:	Schéma zapojení a DPS detektoru kouře .....	121
Příloha 12:	Schéma zapojení a DPS ovládacího panelu .....	122
Příloha 13:	Schéma zapojení a DPS senzorové desky .....	124
Příloha 14:	Výkres SOFT-CASE L .....	125
Příloha 15:	Návod k použití EZS .....	127
Příloha 16:	Obsah CD .....	129
Příloha 17:	Seznam obrázků .....	131
Příloha 18:	Seznam tabulek .....	134

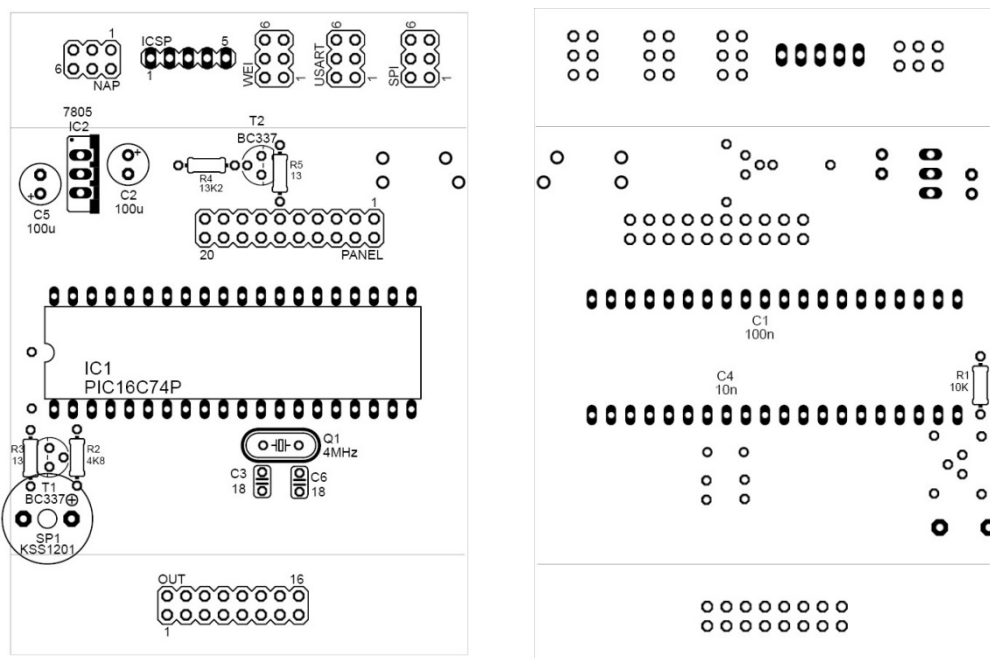
## Příloha 1: Schéma zapojení a DPS řídicí jednotky



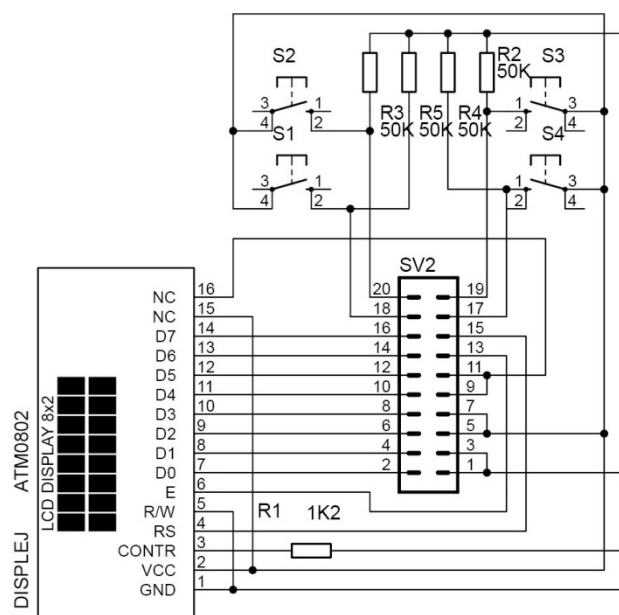
Obr. 51. Schéma zapojení řídicí jednotky



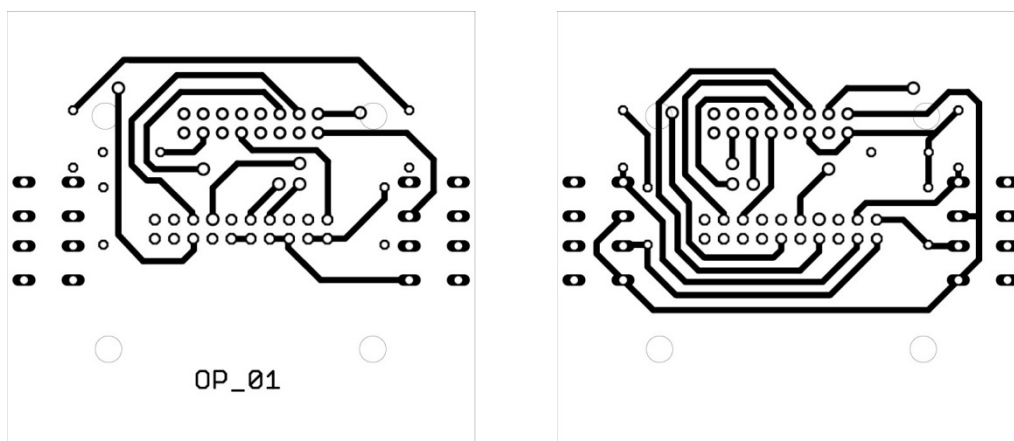
Obr. 52. DPS řídicí jednotky – TOP a BOTTOM



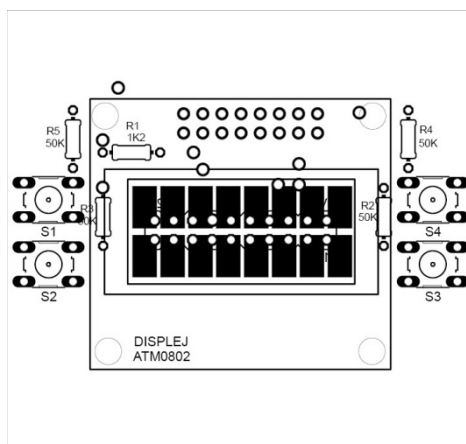
Obr. 53. DPS řídicí jednotky - osazovací výkres TOP a BOTTOM



Obr. 54. Schéma zapojení ovládacího panelu řídicí jednotky

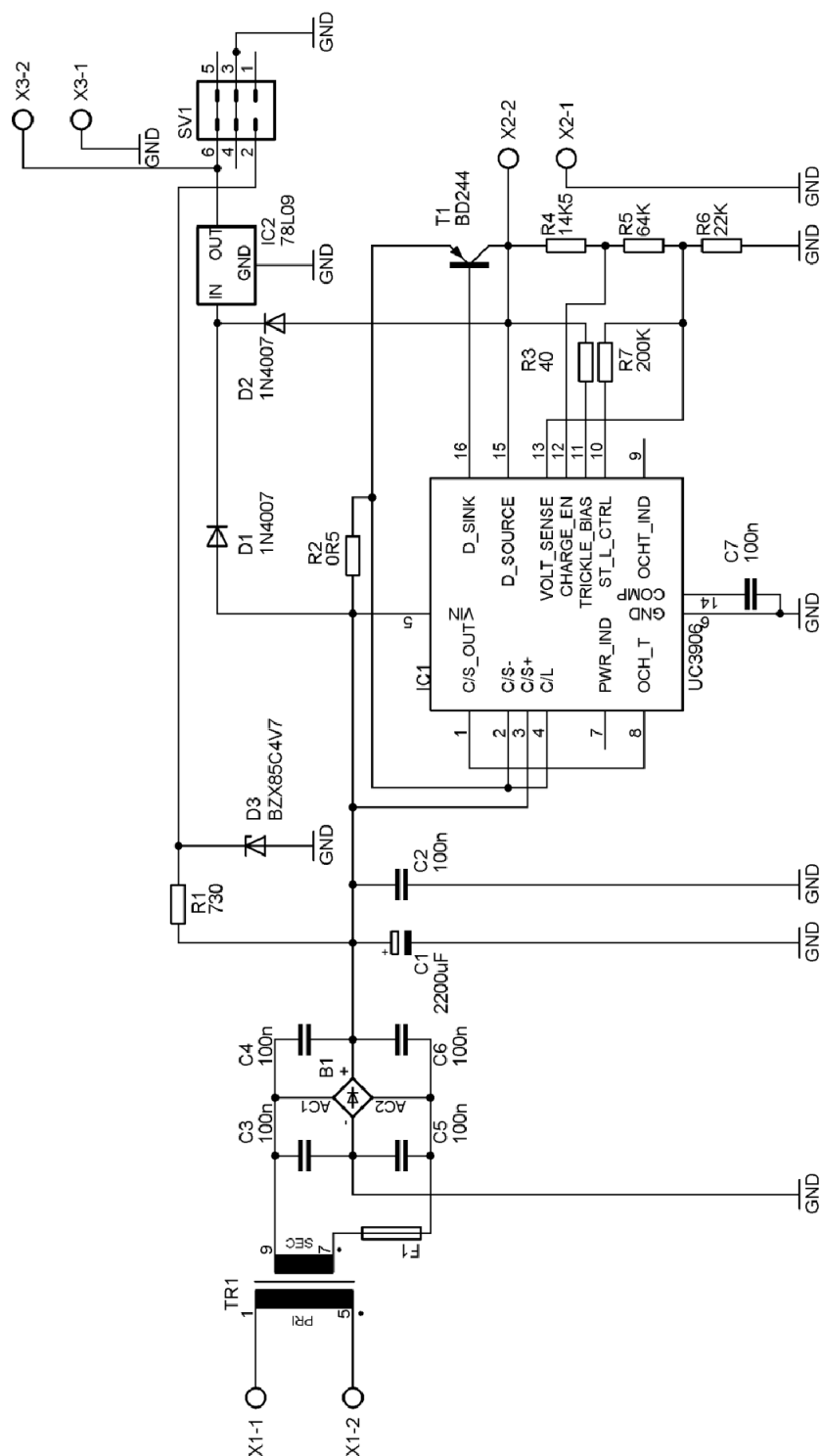


Obr. 55. DPS ovládacího panelu řídicí jednotky – TOP a BOTTOM

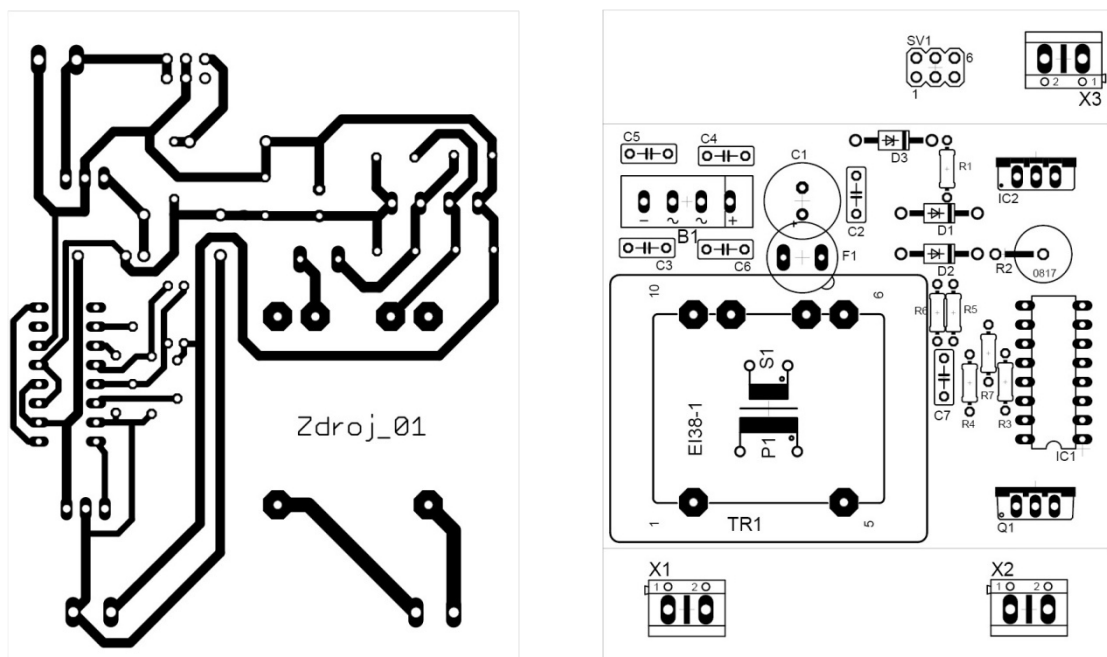


Obr. 56. DPS ovládacího panelu řídicí jednotky - osazovací výkres

## Příloha 2: Schéma zapojení a DPS zdroje

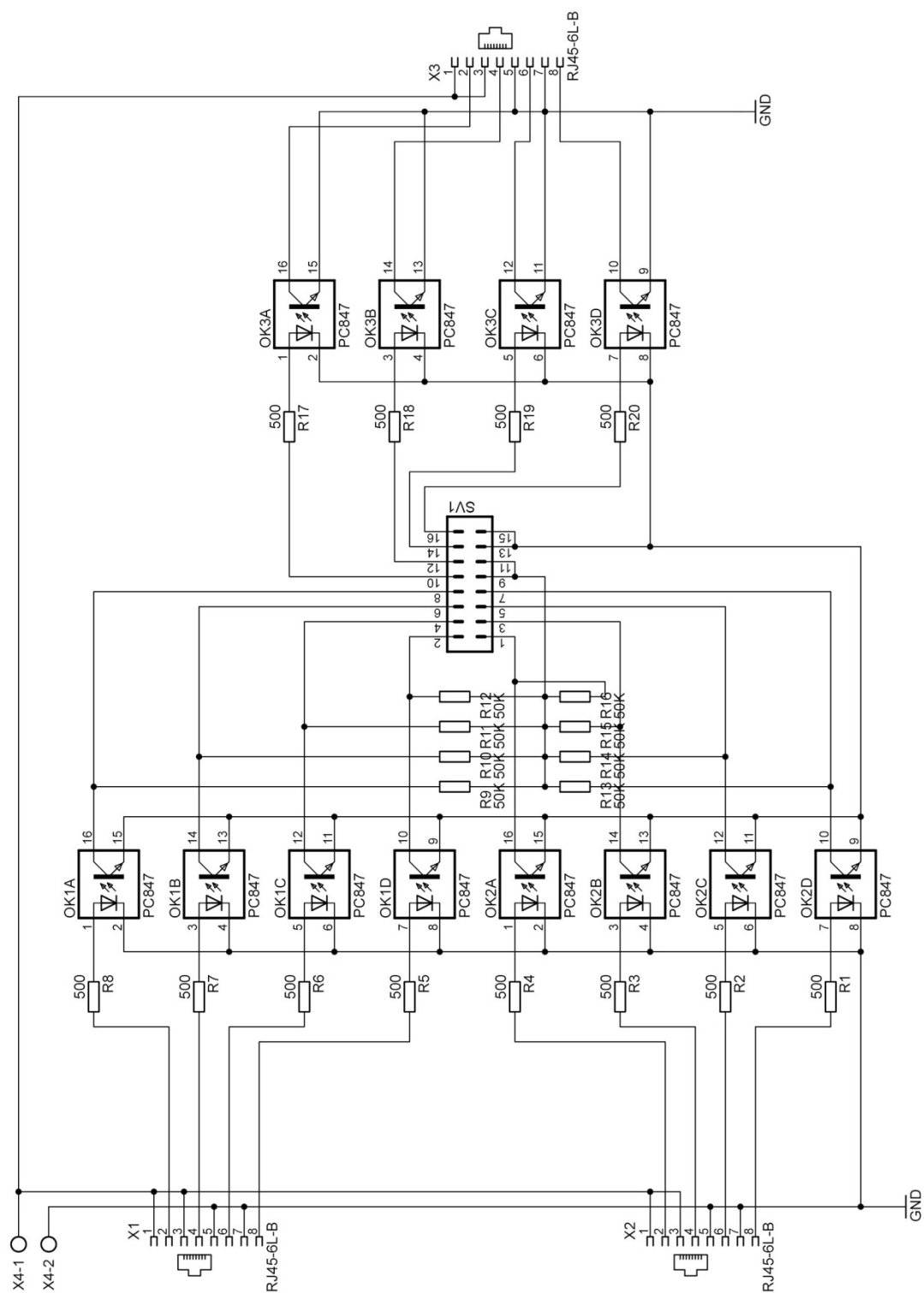


Obr. 57. Schéma zapojení zdroje se záložním zdrojem

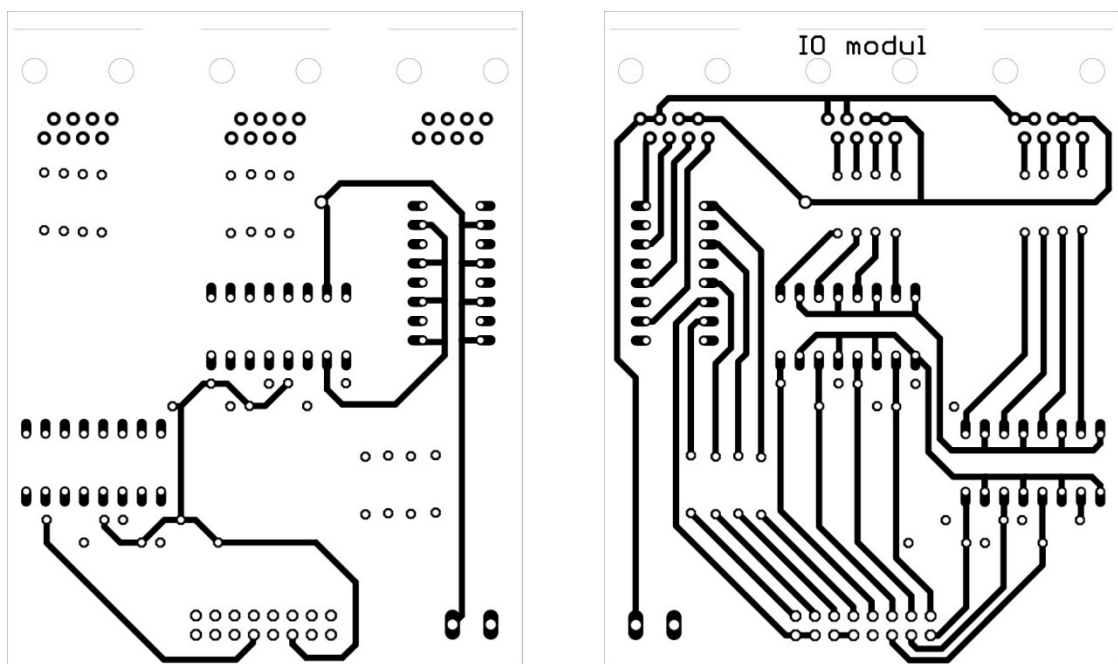


Obr. 58. DPS zdroje se záložním zdrojem - BOTTOM a osazovací výkres

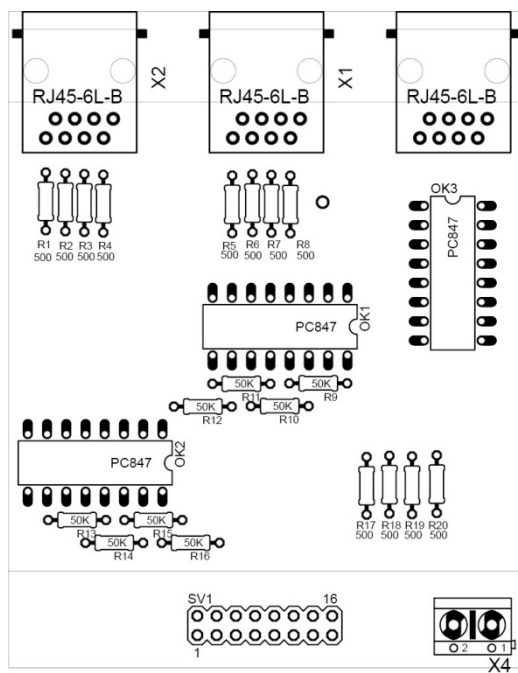
### Příloha 3: Schéma zapojení a DPS I/O modulu



Obr. 59. Schéma zapojení I/O modulu



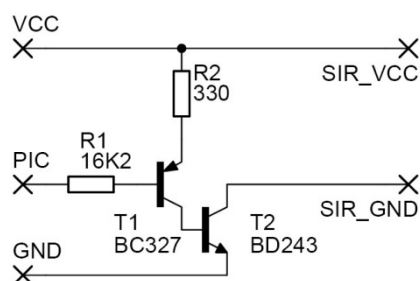
Obr. 60. *DPS I/O modulu TOP a BOTTOM*



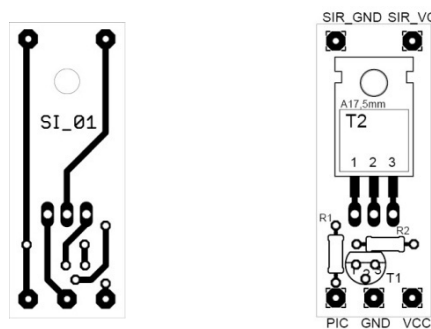
Obr. 61. *Osazovací výkres I/O modulu*



## Příloha 4: Schéma zapojení a DPS spínače sirény

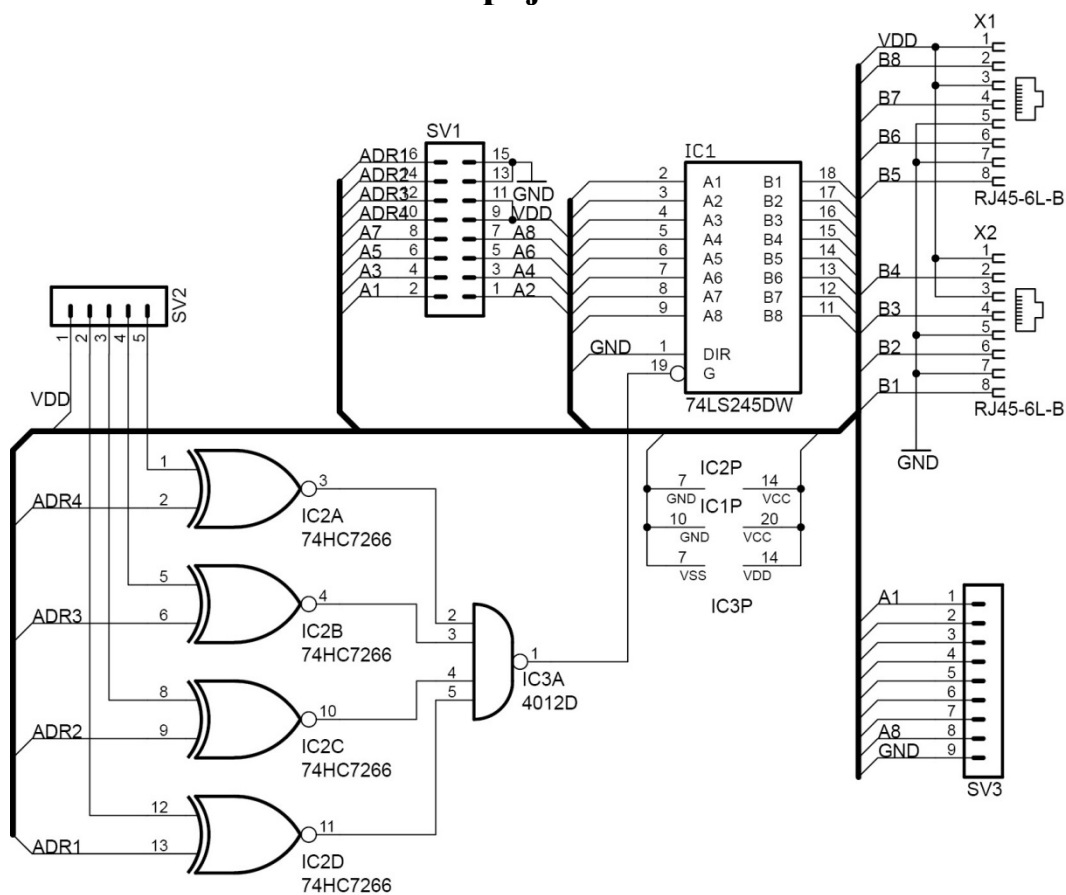


Obr. 62. Schéma zapojení spínače sirény

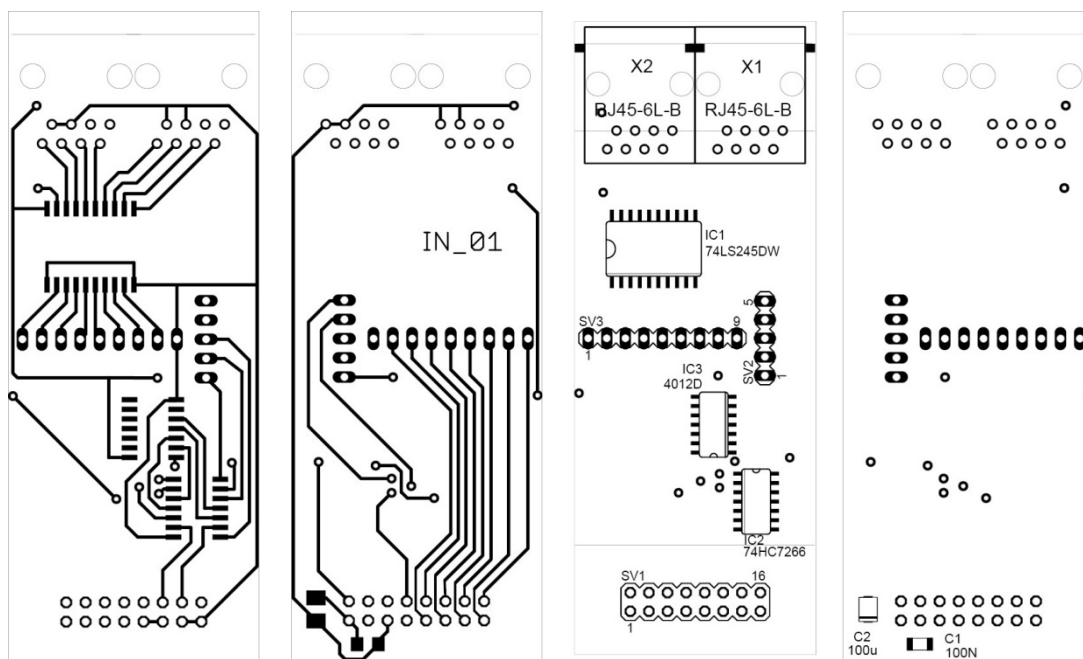


Obr. 63. DPS spínače sirény – BOTTOM a osazovací výkres

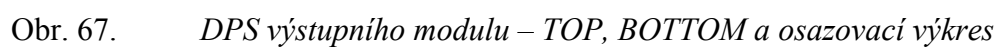
## Příloha 5: Schéma zapojení a DPS IN a OUT modul

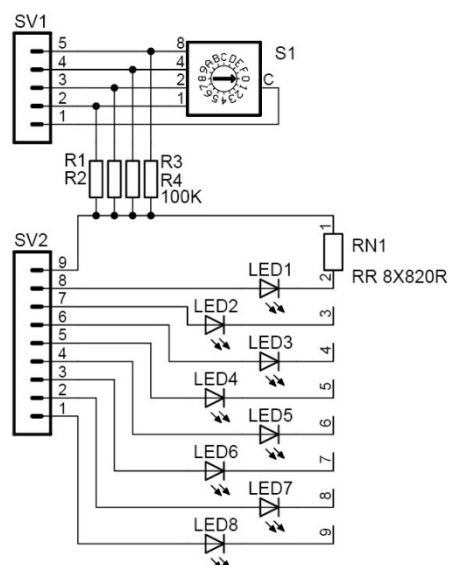


Obr. 64. Schéma zapojení vstupního modulu

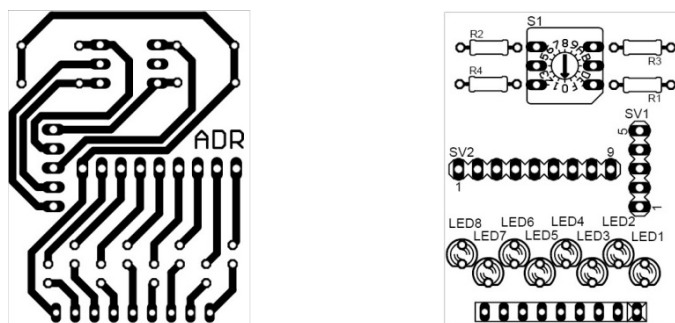


Obr. 65. DPS vstupního modulu – TOP, BOTTOM a osazovací výkres



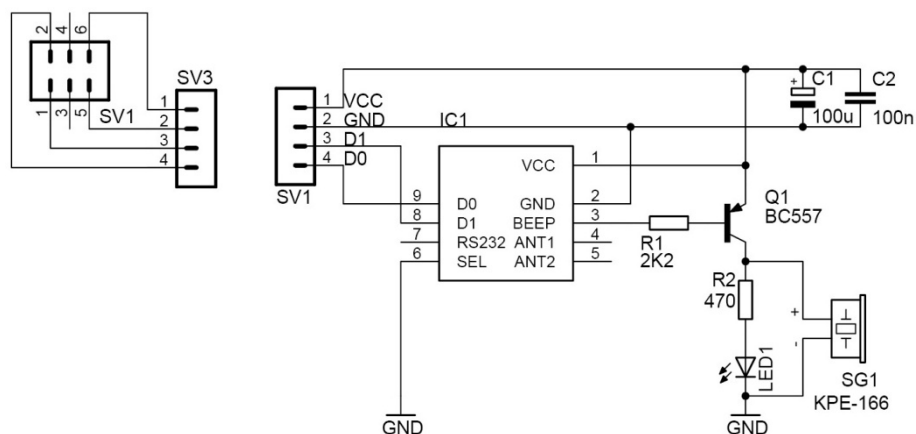


Obr. 68. Schéma zapojení adresové desky

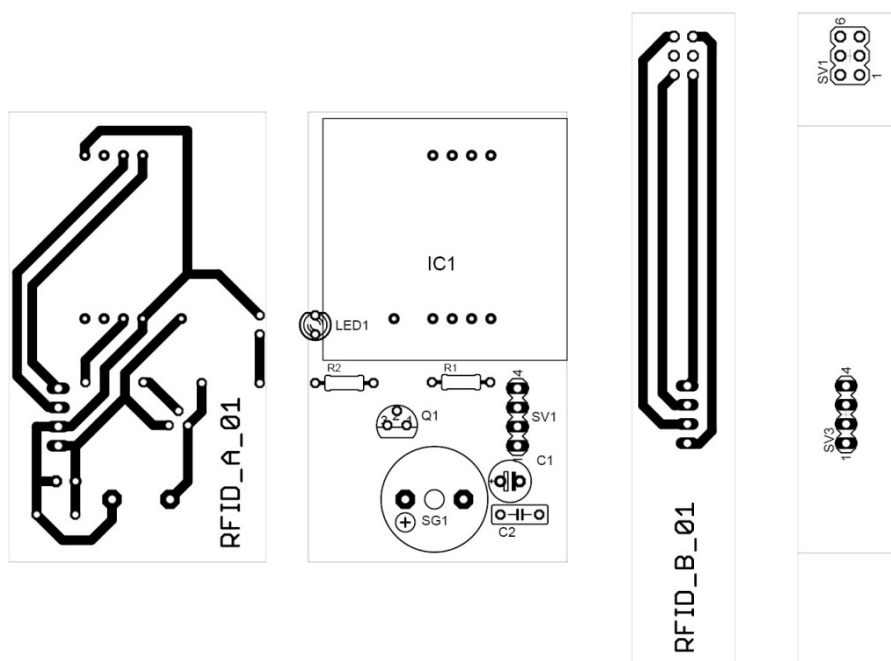


Obr. 69. DPS adresovací desky – BOTTOM a osazovací výkres

## Příloha 6: Schéma zapojení a DPS RFID modulu

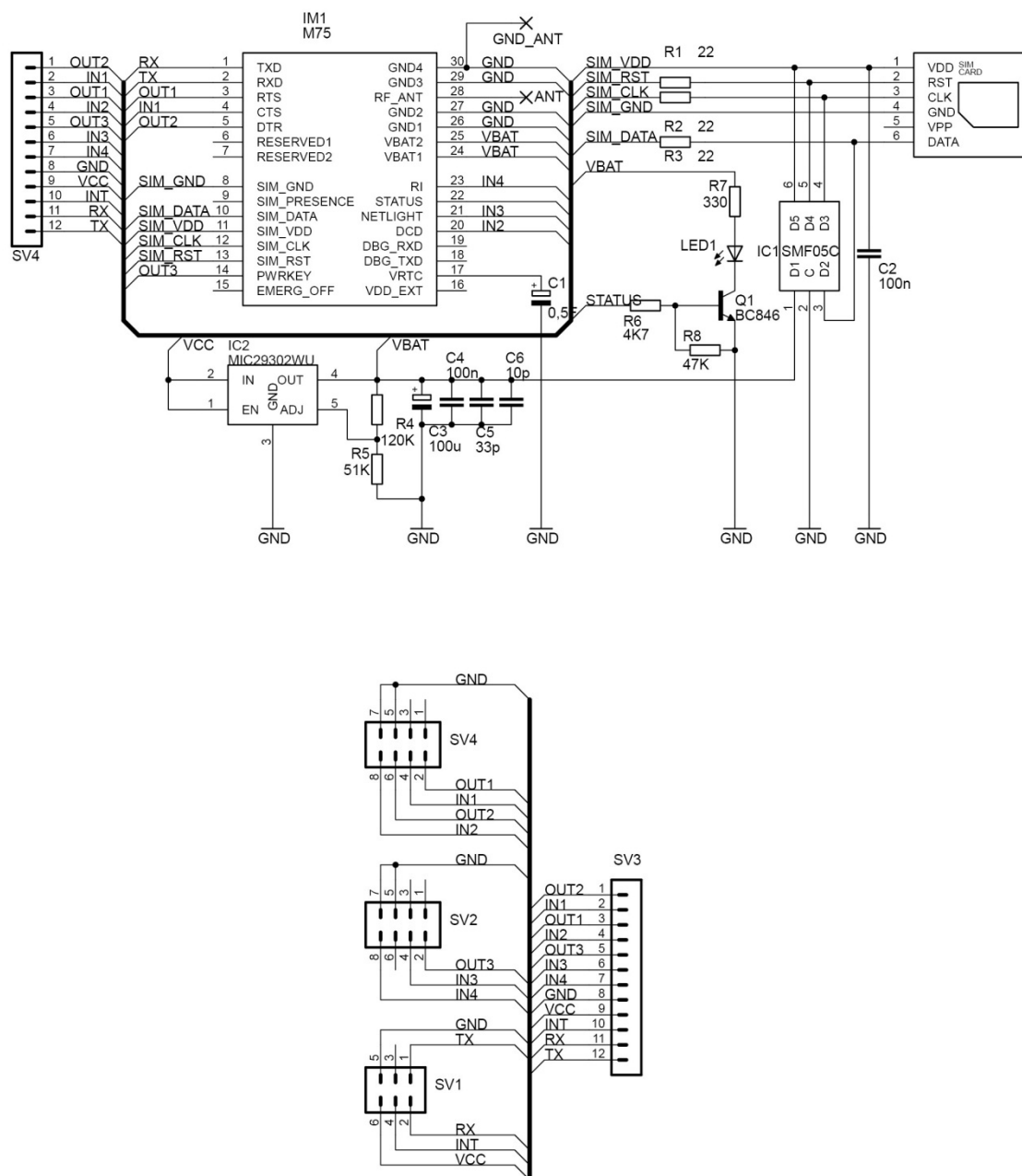


Obr. 70. Schéma zapojení RFID modulu a konektorové desky

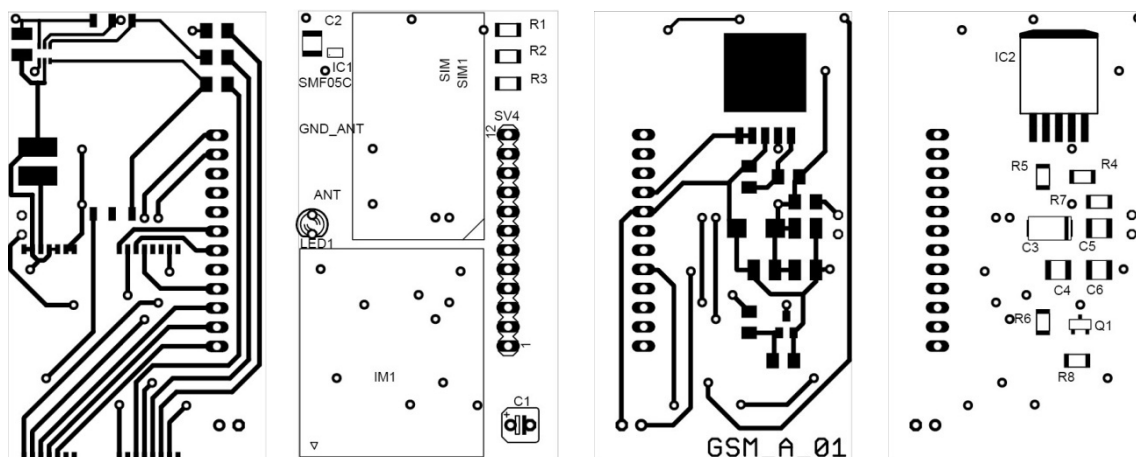


Obr. 71. DPS RFID modulu a konektorové desky – BOTTOM a osazovací výkres

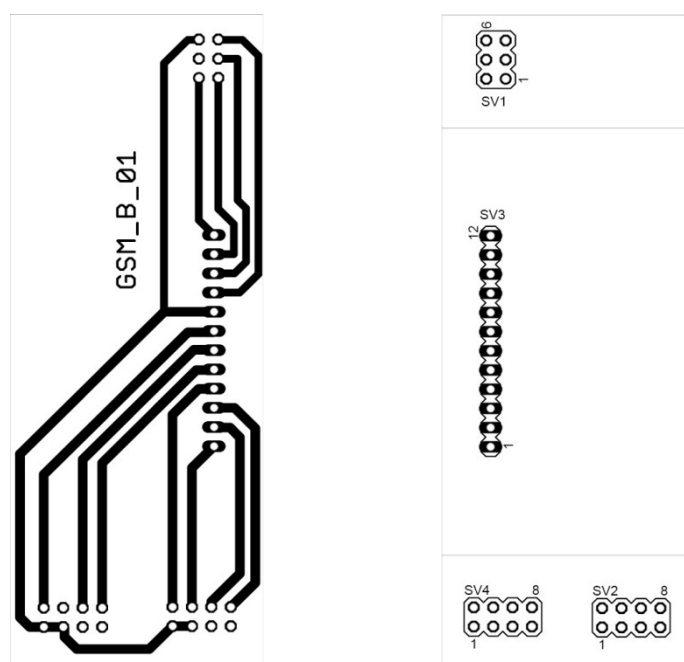
## Příloha 7: Schéma zapojení a DPS GSM modulu



Obr. 72. Schéma zapojení GSM modulu a konektorové desky

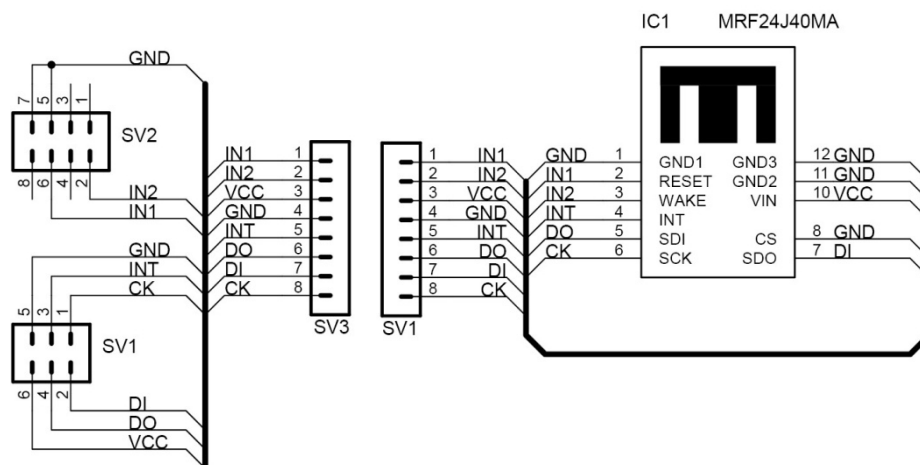


Obr. 73. *DPS GSM modulu – TOP, BOTTOM a osazovací výkres*

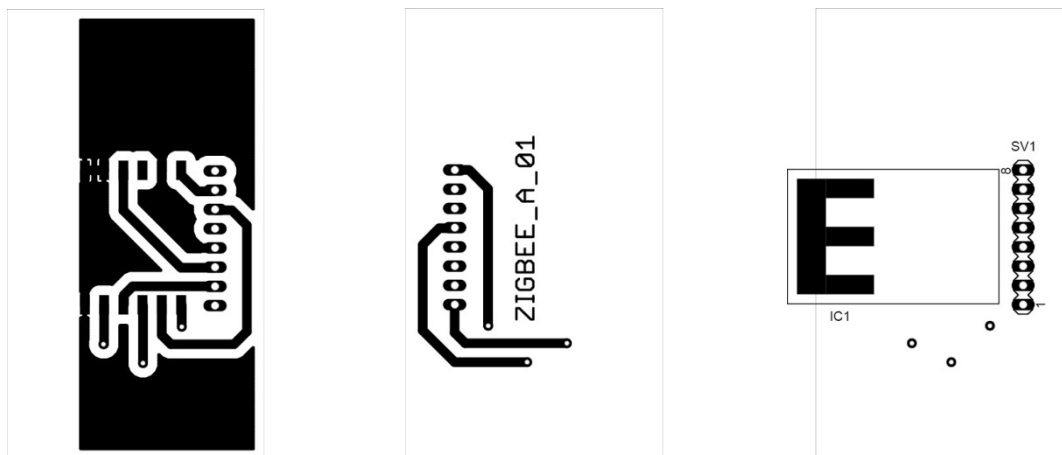


Obr. 74. *DPS konektorové desky GSM modulu – BOTTOM a osazovací výkres*

## Příloha 8: Schéma zapojení a DPS ZigBee modulu

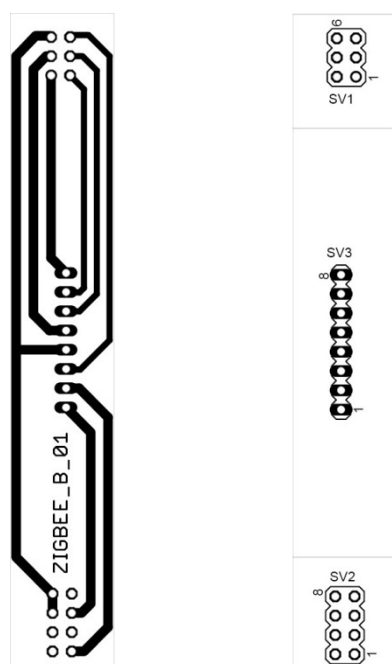


Obr. 75. Schéma zapojení ZigBee modulu



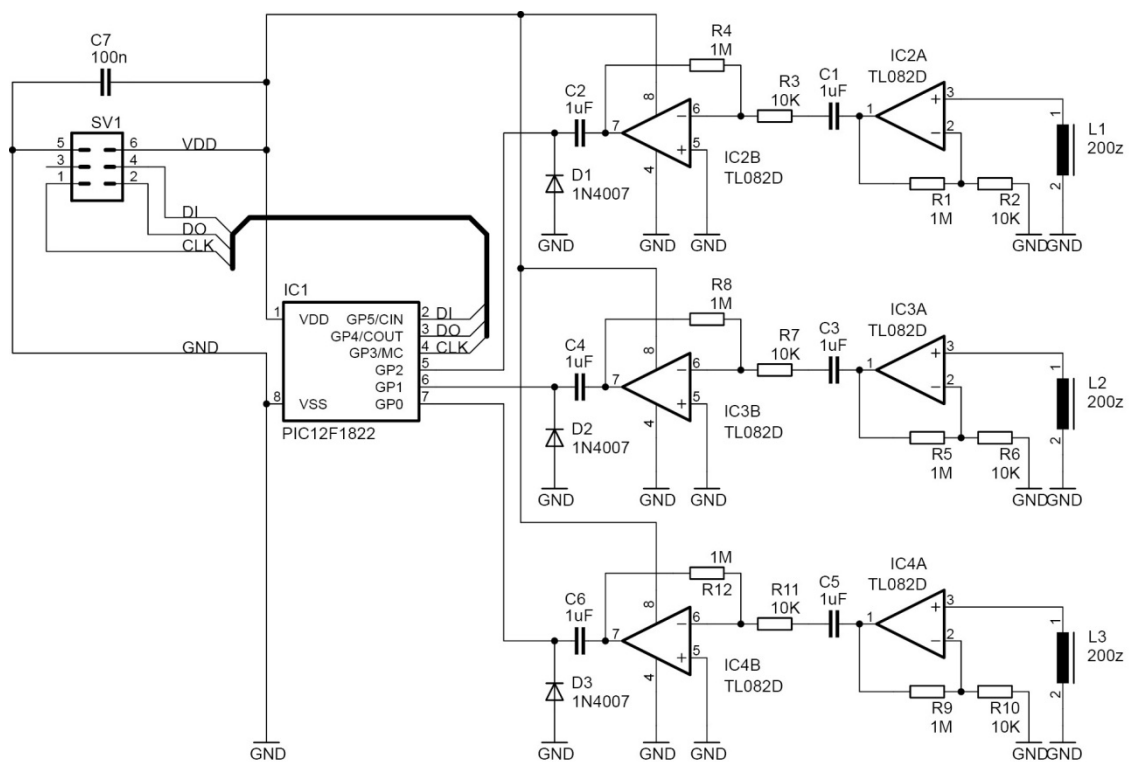
Obr. 76. DPS ZigBee modulu – TOP, BOTTOM a osazovací výkres



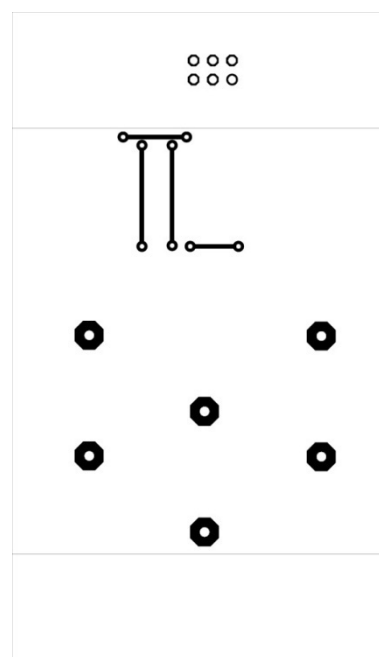
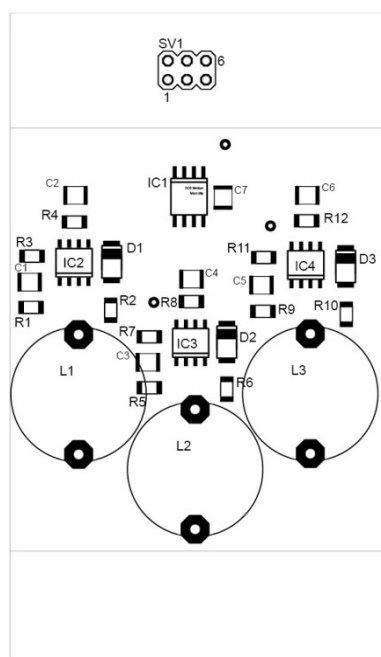
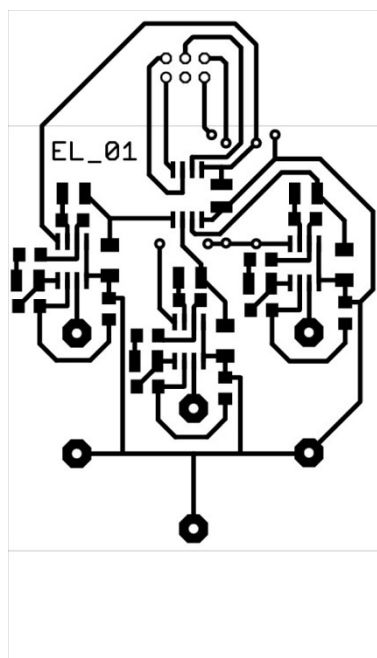


Obr. 77. *DPS konektorové desky ZigBee modulu – BOTTOM a osazovací výkres*

## Příloha 9: Schéma zapojení a DPS elektroměru

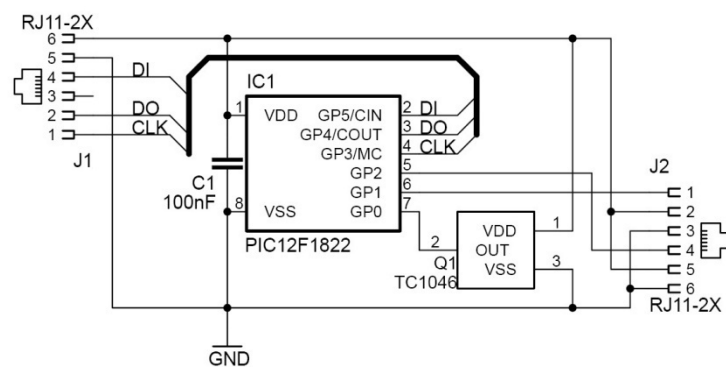


Obr. 78. Schéma zapojení elektroměru

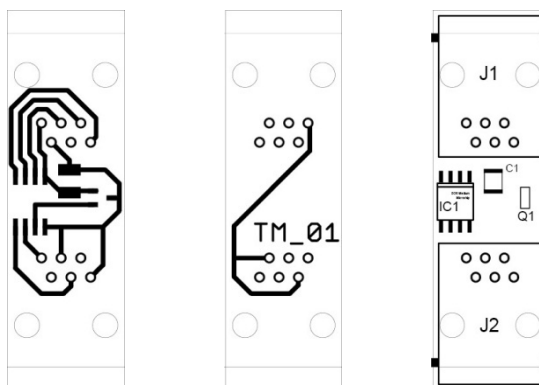


Obr. 79. DPS elektroměru – TOP, osazovací výkres a výkres propojek

## Příloha 10: Schéma zapojení a DPS teplotního čidla

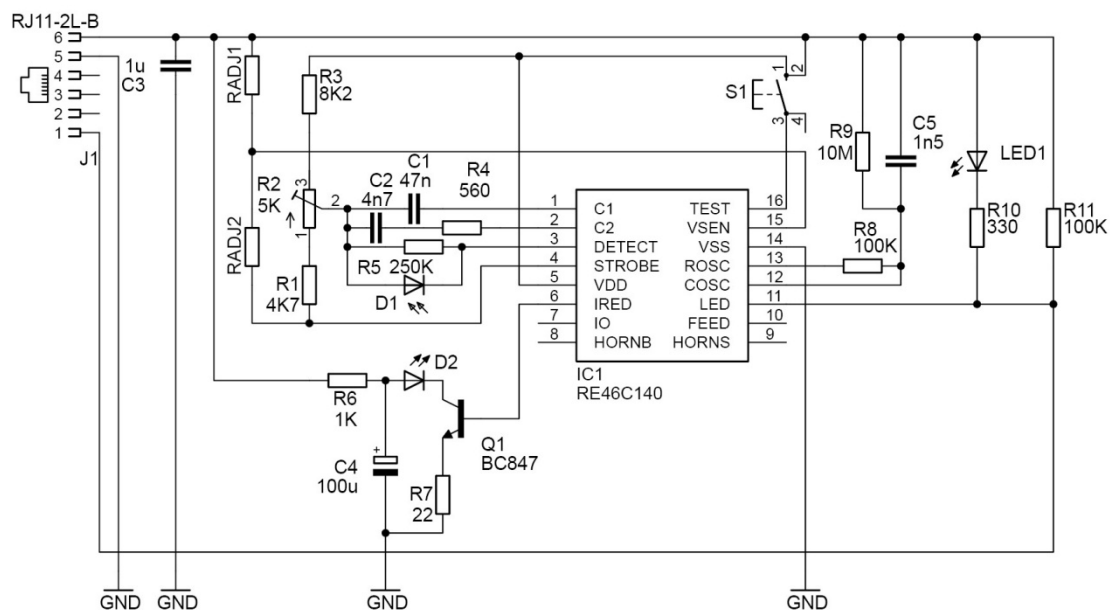


Obr. 80. Schéma zapojení teplotního čidla

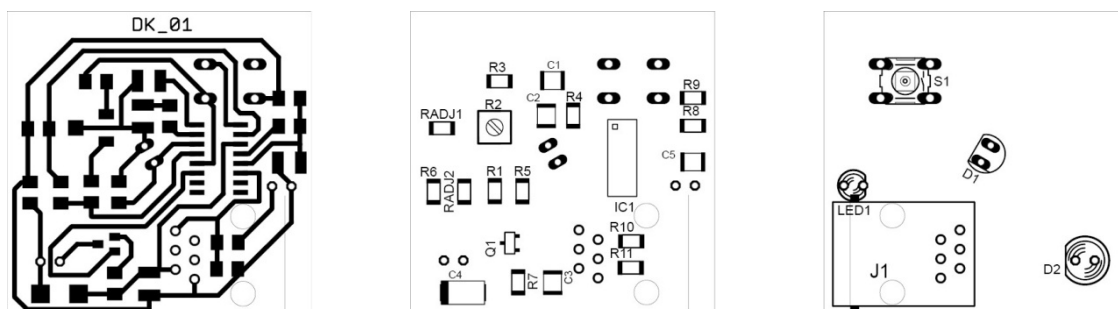


Obr. 81. DPS teplotního čidla – TOP, BOTTOM a osazovací výkres

## Příloha 11: Schéma zapojení a DPS detektoru kouře

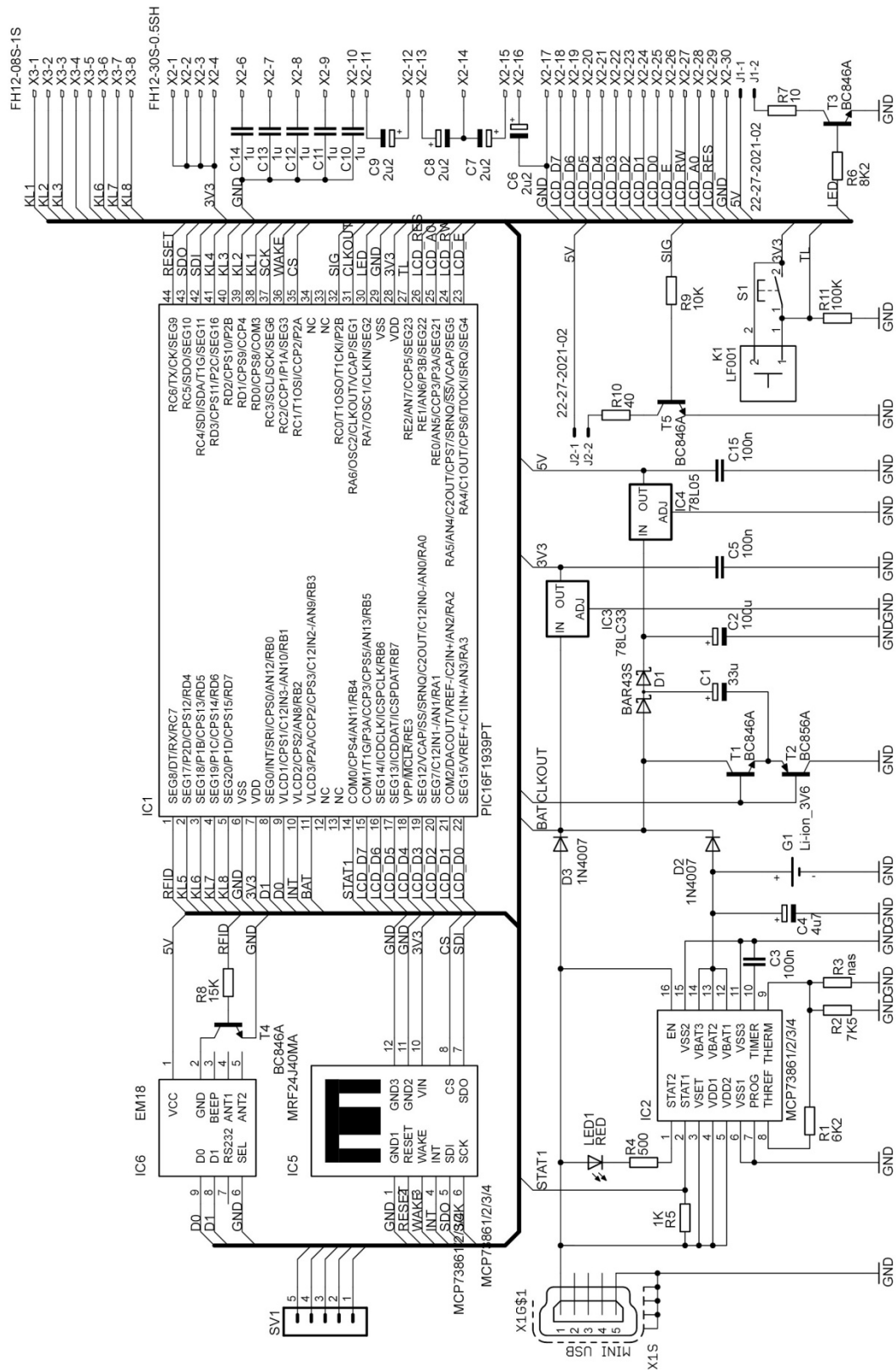


Obr. 82. Schéma zapojení detektoru kouře

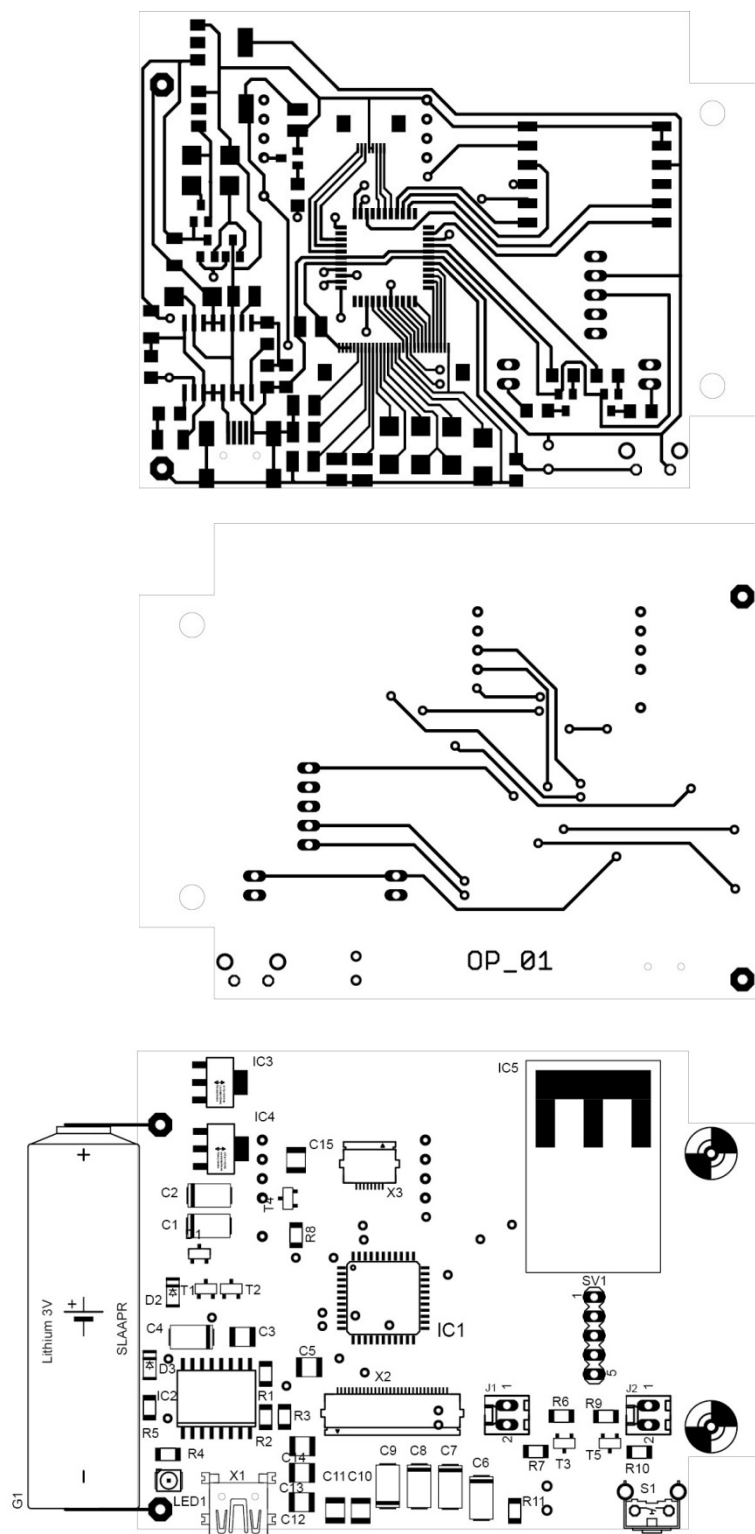


Obr. 83. DPS detektoru kouře – TOP, BPTTOM a osazovací výkres

## Příloha 12: Schéma zapojení a DPS ovládacího panelu

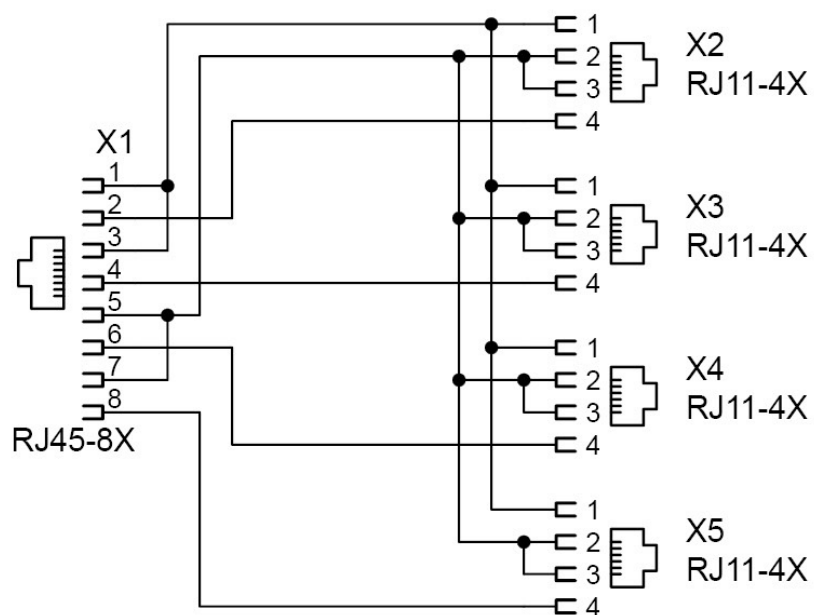


Obr. 84. Schéma zapojení ovládacího panelu

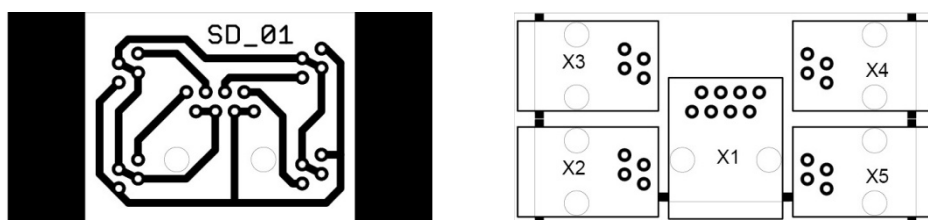


Obr. 85. *DPS ovládacího panelu – TOP, BOTTO a osazovací výkres*

## Příloha 13: Schéma zapojení a DPS senzorové desky



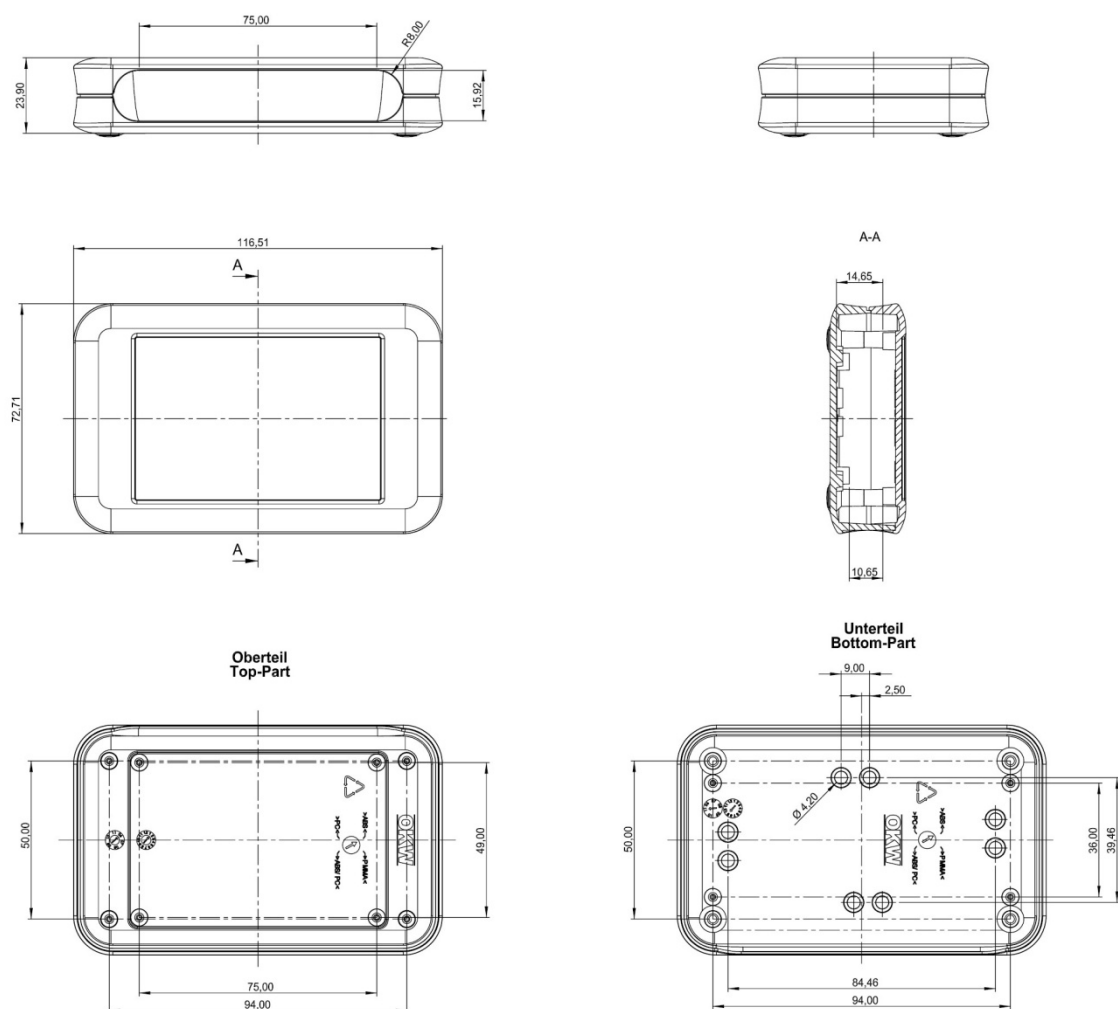
Obr. 86. Schéma zapojení senzorové desky



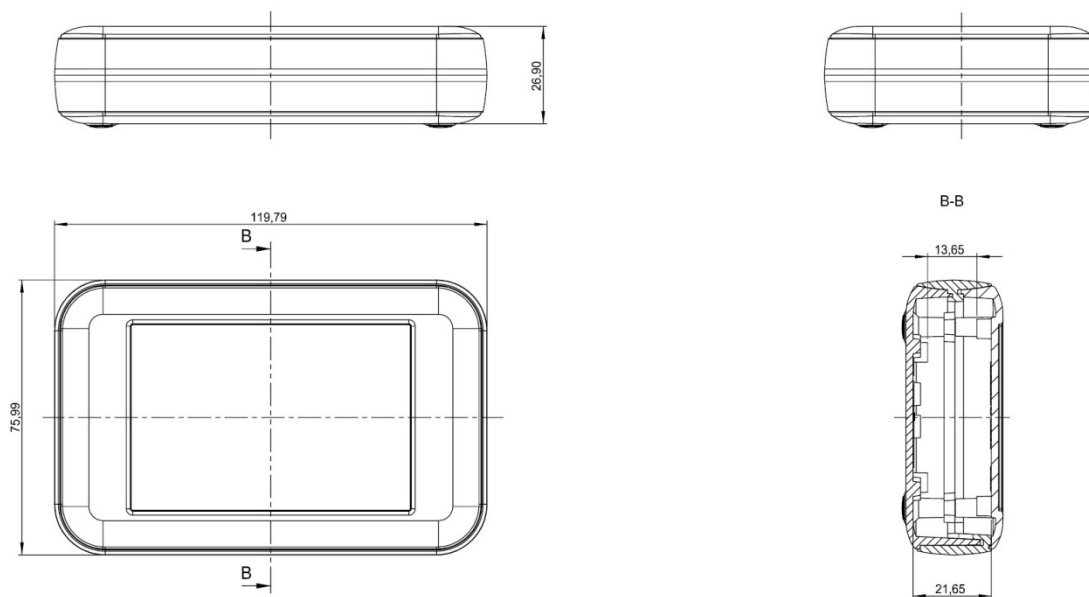
Obr. 87. DPS senzorové desky BOTTOM a osazovací výkres



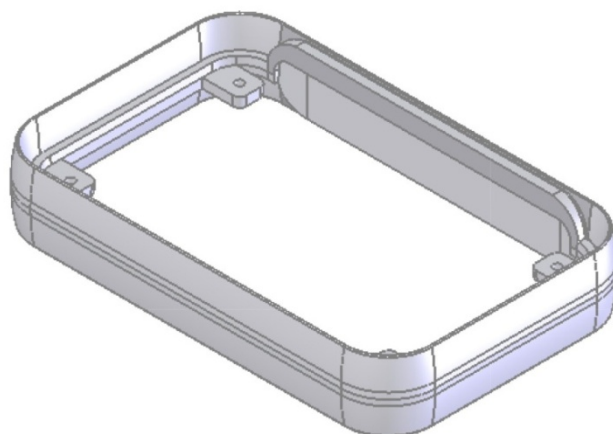
## Příloha 14: Výkres SOFT-CASE L



Obr. 88. *SOFT-CASE L bez mezidílu [23]*



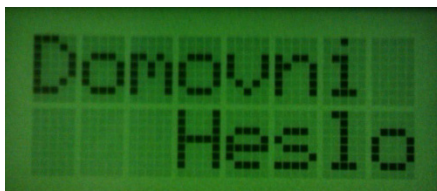
Obr. 89. *SOFT-CASE L z mezidílem [24]*



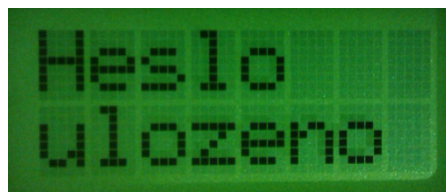
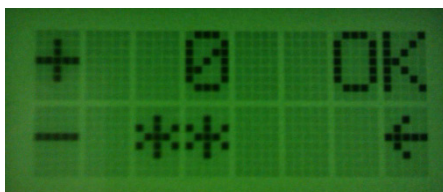
Obr. 90. *Mezidíl k SOFT-CASE L [24]*

## Příloha 15: Návod k použití EZS

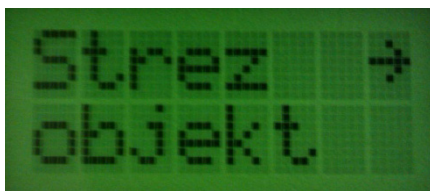
Po zapnutí EZS se objeví úvodní obrazovka, na které se střídavě zobrazují v prvním řádku informace o zařízení „Domovní alarm v.1.03“. Na spodním řádku je zobrazena volba pro tlačítko „Heslo“.



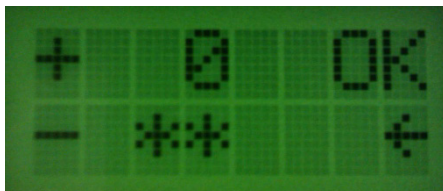
Stiskem tlačítka je možné přistoupit k zadání vlastního hesla pro ovládání EZS.



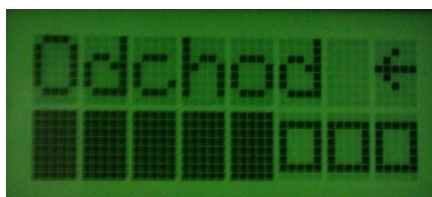
Při zadávání je možné měnit hodnotu aktuálního čísla pomocí „+“ a „-“. Vybrané číslo je uloženo po stisku tlačítka „OK“. Zadávání je možné zrušit tlačítkem „↵“. Uložení hesla je potvrzeno nápisem „Heslo uloženo“.



Nyní se již nacházíme v hlavní nabídce. Na výběr jsou zde možnosti „Strez objekt“, která slouží k aktivaci hlídání detektorů pohybu a „Zmen heslo“, která slouží ke změně hesla pro přístup k EZS. Přesun mezi těmito možnostmi se provádí pomocí „→“, potvrzení volby potom stiskem tlačítka u daného textu.



Při volbě změny hesla je uživatel nejprve vyzván k zadání starého hesla a následně k zadání hesla nového. Uložení hesla je opět potvrzeno výpisem „Heslo uloženo“.



Při volbě „Strez objekt“ je uživatel opět vyzván k zadání hesla, po kterém následuje odpočet časového limitu do aktivace detektorů pohybu. Tento limit slouží k opuštění objektu. Po jeho uplynutí je zobrazena informace „Alarm aktivní“. Odpočet je možné kdykoliv zrušit podržením tlačítka „←“.

Pokud dojde ke vstupu do prostor se zpožděným spuštěním poplachu, začne ubíhat časový limit 10 s pro zadání hesla, po kterém je spuštěn poplach. Pokud dojde k narušení prostoru s okamžitým spuštěním poplachu, nastane tak okamžitě. V obou případech je uživatel vyzván k zadání hesla.



Pokud dojde k zadání špatného hesla, je zobrazena informace „Spatne heslo“ a toho je nutné zadat znova. Stejná informace může být zobrazena při chybném zadávání hesla při jeho změně nebo při aktivaci střežení objektu.

## Příloha 16: Obsah CD

### Elektronická verze DP

- Diplomová práce.pdf

### Zdrojové kódy

- ridici\_jednotka.asm

### Eagle

#### Řídicí jednotka

- 16F ridici jednotka panel.brd
- 16F ridici jednotka panel.sch
- 16F ridici jednotka.brd
- 16F ridici jednotka.sch

#### Detektor kouře

- detektor koure.brd
- detektor koure.sch

#### Spínač sirény

- sirena.brd
- sirena.sch

#### Senzorová deska

- senzorova deska.brd
- senzorova deska.sch

#### Zdroj

- zdroj.brd
- zdroj.sch

#### IO moduly

- senzorova deska\_ADR.brd
- senzorova deska\_ADR.sch
- senzorova deska\_IN\_A.brd
- senzorova deska\_IN\_A.sch
- senzorova deska\_OUT\_A.brd
- senzorova deska\_OUT\_A.sch

#### RFID

- rfid\_A.brd
- rfid\_A.sch
- rfid\_B.brd
- rfid\_B.sch

#### GSM

- gsm\_A.brd
- gsm\_A.sch

- gsm\_B.brd
- gsm\_B.sch

#### ZigBee

- zigbee\_A.brd
- zigbee\_A.sch
- zigbee\_B.brd
- zigbee\_B.sc

#### Ovládací panel

- ovladaci panel.brd
- ovladaci panel.sch

#### Elektroměr

- elektromer.brd
- elektromer.sch

#### Teploměr

- teplomer.brd
- teplomer.sch

## Příloha 17: Seznam obrázků

Obr. 1.	Rozmístění čidel pohybu.....	17
Obr. 2.	Blokové schéma EZS.....	19
Obr. 3.	Radarové čidlo pohybu HB410 [12] .....	22
Obr. 4.	Detektor pohybu miniaturní [10] .....	23
Obr. 5.	Invertor pro PIR čidlo .....	23
Obr. 6.	Blokové schéma řídicí jednotky.....	24
Obr. 7.	Princip maticové klávesnice.....	27
Obr. 8.	Signalizace stisku tlačítka .....	28
Obr. 9.	Zapojení oddělení vstupů a výstupů.....	33
Obr. 10.	Schéma zapojení spínače sirény.....	34
Obr. 11.	Princip adresace modulů.....	35
Obr. 12.	RFID modul EM-18 [11] .....	38
Obr. 13.	Časový průběh Wiegand kódu .....	39
Obr. 14.	Blokové schéma GSM modulu [9].....	41
Obr. 15.	ZigBee modul MRF24J40MA [18].....	43
Obr. 16.	Montážní detaily [18].....	44
Obr. 17.	Závislost výstupního napětí TC1046 na teplotě [19] .....	46
Obr. 18.	Výrobce doporučené zapojení optického detektoru kouře s RE46C140.....	47
Obr. 19.	Princip kouřové komory.....	48
Obr. 20.	Modul DCF přijímače .....	49
Obr. 21.	Výstupní signál přijímače DCF ( $V_{OH}=V_{CCD}-0,4\text{ V}$ , $V_{OL}=0,4\text{ V}$ ) .....	50
Obr. 22.	Design ovládacího panelu .....	51
Obr. 23.	Blokové schéma bezdrátového ovládacího panelu.....	51
Obr. 24.	Displej MGG12A61BW-SBLWU [7].....	53
Obr. 25.	Zobrazení obsahu RAM na LCD [7].....	54
Obr. 26.	Kondenzátory pro vnitřní měnič napětí [7].....	54
Obr. 27.	Základní princip kapacitního tlačítka [14] .....	56
Obr. 28.	Soubor vlivů na „dotykovou kapacitu“ [14] .....	57
Obr. 29.	Princip „šikmé“ kapacity [14].....	58
Obr. 30.	Schéma zapojení nábojové pumpy.....	59
Obr. 31.	Doporučené zapojení MCP73861 [21].....	60
Obr. 32.	Hlavní okno vývojového prostředí MPLAB X .....	63
Obr. 33.	Generátor znaků [22] .....	66

Obr. 34.	Začátek hlavního programu .....	73
Obr. 35.	První zadání hesla .....	74
Obr. 36.	První část nabídky.....	75
Obr. 37.	Druhá část nabídky .....	76
Obr. 38.	Změna hesla (začátek).....	77
Obr. 39.	Změna hesla (pokračování).....	78
Obr. 40.	Změna hesla (konec).....	79
Obr. 41.	Zastřežení (začátek) .....	80
Obr. 42.	Zastřežení (pokračování).....	81
Obr. 43.	Zastřežení (konec).....	82
Obr. 44.	Hlídaní (začátek).....	83
Obr. 45.	Hlídaní (konec) .....	84
Obr. 46.	Zadávání hesla .....	86
Obr. 47.	Uložení čísel hesla .....	87
Obr. 48.	Zvýšení zobrazovaného čísla .....	88
Obr. 49.	Porovnání hesel.....	90
Obr. 50.	Zobrazení informací.....	91
Obr. 51.	Schéma zapojení řídicí jednotky .....	102
Obr. 52.	DPS řídicí jednotky – TOP a BOTTOM.....	103
Obr. 53.	DPS řídicí jednotky - osazovací výkres TOP a BOTTOM.....	103
Obr. 54.	Schéma zapojení ovládacího panelu řídicí jednotky .....	104
Obr. 55.	DPS ovládacího panelu řídicí jednotky – TOP a BOTTOM.....	104
Obr. 56.	DPS ovládacího panelu řídicí jednotky - osazovací výkres .....	104
Obr. 57.	Schéma zapojení zdroje se záložním zdrojem.....	105
Obr. 58.	DPS zdroje se záložním zdrojem - BOTTOM a osazovací výkres .....	106
Obr. 59.	Schéma zapojení I/O modulu.....	107
Obr. 60.	DPS I/O modulu TOP a BOTTOM.....	108
Obr. 61.	Osazovací výkres I/O modulu.....	108
Obr. 62.	Schéma zapojení spínače sirény .....	109
Obr. 63.	DPS spínače sirény – BOTTOM a osazovací výkres.....	109
Obr. 64.	Schéma zapojení vstupního modulu.....	110
Obr. 65.	DPS vstupního modulu – TOP, BOTTOM a osazovací výkres .....	110
Obr. 66.	Schéma zapojení výstupního modulu.....	111
Obr. 67.	DPS výstupního modulu – TOP, BOTTOM a osazovací výkres .....	111
Obr. 68.	Schéma zapojení adresové desky .....	112



Obr. 69.	DPS adresovací desky – BOTTOM a osazovací výkres .....	112
Obr. 70.	Schéma zapojení RFID modulu a konektorové desky .....	113
Obr. 71.	DPS RFID modulu a konektorové desky – BOTTOM a osazovací výkres .....	113
Obr. 72.	Schéma zapojení GSM modulu a konektorové desky .....	114
Obr. 73.	DPS GSM modulu – TOP, BOTTOM a osazovací výkres .....	115
Obr. 74.	DPS konektorové desky GSM modulu – BOTTOM a osazovací výkres.....	115
Obr. 75.	Schéma zapojení ZigBee modulu.....	116
Obr. 76.	DPS ZigBee modulu – TOP, BOTTOM a osazovací výkres .....	116
Obr. 77.	DPS konektorové desky ZigBee modulu – BOTTOM a osazovací výkres .....	117
Obr. 78.	Schéma zapojení elektroměru .....	118
Obr. 79.	DPS elektroměru – TOP, osazovací výkres a výkres propojek.....	119
Obr. 80.	Schéma zapojení teplotního čidla.....	120
Obr. 81.	DPS teplotního čidla – TOP, BOTTOM a osazovací výkres .....	120
Obr. 82.	Schéma zapojení detektoru kouře .....	121
Obr. 83.	DPS detektoru kouře – TOP, BPTTOM a osazovací výkres.....	121
Obr. 84.	Schéma zapojení ovládacího panelu .....	122
Obr. 85.	DPS ovládacího panelu – TOP, BOTTO a osazovací výkres .....	123
Obr. 86.	Schéma zapojení senzorové desky .....	124
Obr. 87.	DPS senzorové desky BOTTOM a osazovací výkres .....	124
Obr. 88.	SOFT-CASE L bez mezidílu [23].....	125
Obr. 89.	SOFT-CASE L z mezidílem [24].....	126
Obr. 90.	Mezidíl k SOFT-CASE L [24].....	126

## Příloha 18: Seznam tabulek

Tab. 1.	Technické parametry přijímače HB410 .....	22
Tab. 2.	Technické parametry TC1046.....	23
Tab. 3.	Základní parametry a funkční bloky mikrokontroléru [16].....	25
Tab. 4.	Vývody displeje DEM 16221 SYH.....	26
Tab. 5.	Fáze nabíjení akumulátoru .....	30
Tab. 6.	Elektrické parametry základních periférií a detektorů .....	31
Tab. 7.	Pravdivostní tabulka hradla XNOR .....	35
Tab. 8.	Pravdivostní tabulka čtyřvstupového hradla AND/NAND .....	36
Tab. 9.	Technické parametry EM-18 .....	38
Tab. 10.	Popis vývodů EM-18 .....	38
Tab. 11.	Výstupní data RFID identifikace při použití protokolu Wiegand .....	39
Tab. 12.	Technické parametry modulu M75 .....	41
Tab. 13.	Popis vývodů modulu M75 .....	42
Tab. 14.	Technické parametry MRF24J40MA .....	43
Tab. 15.	Popis vývodů MRF24J40MA .....	44
Tab. 16.	Technické parametry TC1046 [19].....	47
Tab. 17.	Technické parametry RE46C140 .....	48
Tab. 18.	Perioda blikání kontrolní LED v závislosti na stavu detektoru .....	49
Tab. 19.	Technické parametry přijímače DCF .....	49
Tab. 20.	Popis výstupních dat přijímače DCF.....	50
Tab. 21.	Základní parametry a funkční bloky mikrokontroléru [15].....	52
Tab. 22.	Technické parametry MGG12A61BW-SBLWU .....	53
Tab. 23.	Popis vývodů MGG12A61BW-SBLWU .....	55
Tab. 24.	Seznam instrukcí.....	64
Tab. 25.	Adresy jednotlivých pozic na displeji .....	65
Tab. 26.	Inicializace LCD .....	71