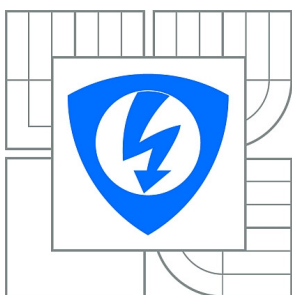


**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

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

## **ZABEZPEČOVACÍ ÚSTŘEDNA - HARDWARE**

HOUSE ALARM - HARDWARE

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

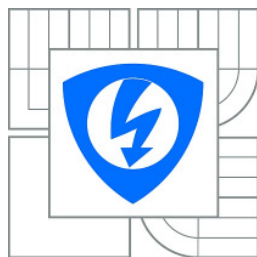
**Bc. JIŘÍ VLACH**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. PETR FIEDLER, Ph.D.**

BRNO 2010



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. Jiří Vlach

**ID:** 83145

**Ročník:** 2

**Akademický rok:** 2009/2010

## NÁZEV TÉMATU:

**Zabezpečovací ústředna - hardware**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se problematikou zabezpečovacích ústředn pro rodinné domy a s funkcionalitou běžných ústředn. Navrhněte schéma a realizujte příslušnou DPS modulární zabezpečovací ústředny rodinného domu.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

Dokumentace k Rabbit RCM 3xxx v anglickém jazyce

**Termín zadání:** 8.2.2010

**Termín odevzdání:** 24.5.2010

**Vedoucí práce:** Ing. Petr Fiedler, Ph.D.

**prof. Ing. Pavel Jura, 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**

Tato práce se zabývá komplexním návrhem a realizací hardware modulární zabezpečovací ústředny určené pro rodinný dům. Jako řídicí prvek ústředny je použit modul Rabbit 3365 s implementovaným rozhraním Ethernet.

V práci jsou postupně zformulovány vlastnosti a funkce pro jednotlivé části navrhovaného zařízení, vycházející z uživatelských a obecných požadavků pro elektronický zabezpečovací systém. Na základě těchto požadavků jsou navrženy obvodová schéma základní desky ústředny a napájecího zdroje s funkcí záložního zdroje. Pro uživatelské rozhraní je navržen přední panel s klávesnicí a LCD displejem. Jsou navrženy, vyrobeny a osazeny příslušné desky plošných spojů a celé zařízení je oživeno.

Poslední část práce se zabývá programovou částí pro modul Rabbit 3365 v prostředí Dynamic C. Postupně je implementována sada funkcí pro ovládání jednotlivých částí zabezpečovací ústředny.

## **Klíčová slova:**

Zabezpečovací ústředna, rodinný dům, Rabbit, Dynamic C, Ethernet, záložní zdroj, návrh, realizace.

## **Abstract**

This work deals with the design and realization of a modular security central unit's hardware positioned in familial houses. As an operating component of the central unit is used Module Rabbit 3365 with an integrated Ethernet interface.

Based on user's requirements and general requirements for electronic security system, circuit diagrams of the central unit's motherboard and power supply with a function of backup power supply are designed. The work also includes layout of a keyboard and LCD display. Printed circuit boards are designed, produced and assembled. The device is set to work.

The last part concerns programming of the module Rabbit 3365 in Dynamic C. Gradually, set of operating functions for individual components of the security central unit are implemented.

## **Keywords:**

Security central unit, Rabbit, Dynamic C, Ethernet, backup power source, design, realization.

## **Bibliografická citace**

Vlach J.: *Zabezpečovací ústředna – hardware*. Diplomová práce. FEKT VUT v Brně, 2010, 69 s.

## **Prohlášení**

„Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Zabezpečovací ústředna - hardware 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 § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.“

V Brně dne: **24. května 2010**

.....  
podpis autora

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Petru Fiedlerovi, Phd. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

V Brně dne: **24. května 2010**

.....  
podpis autora

## OBSAH

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>2. VÝBĚR ZABEZPEČOVACÍHO SYSTÉMU.....</b>	<b>9</b>
2.1 Příklad modulární ústředny JA-63 .....	10
Ústředna JA-63“Profi“ [24] .....	10
<b>3. POŽADAVKY NA ZABEZPEČOVACÍ ÚSTŘEDNU.....</b>	<b>12</b>
3.1 Základní požadavky .....	12
3.2 Stupně zabezpečení .....	13
3.3 Funkční požadavky .....	14
3.4 Požadavky na napájecí zdroj.....	15
<b>4. PŘIPOJENÍ SENZORŮ K ZABEZPEČOVACÍ ÚSTŘEDNĚ .....</b>	<b>16</b>
4.1 Jednoduché připojení senzoru .....	16
4.2 Jednoduše vyvážená smyčka.....	17
4.3 Zdokonalená jednoduše vyvážená smyčka .....	18
4.4 Dvojitě vyvážená smyčka .....	19
<b>5. NÁVRH ZABEZPEČOVACÍ ÚSTŘEDNY .....</b>	<b>20</b>
5.1 Obecné řešení .....	20
5.2 Obvodové řešení základní desky ústředny.....	22
5.2.1 Modul Rabbit 3365 .....	23
5.2.2 GSM modul .....	27
5.2.3 Obvodové řešení pro připojení vstupních senzorů .....	31
5.2.4 Obvodové řešení ovládaní výstupů.....	34
5.2.5 Obvodové řešení rozhraní Wiegand .....	37
5.2.6 Celkové obvodové řešení základní desky ústředny .....	38
5.3 Obvodové řešení napájecího zdroje .....	40
5.3.1 Požadavky na napájecí zdroj .....	40
5.3.2 Nabíjení olověného akumulátoru.....	41
5.3.3 Obvodové řešení nabíjecího obvodu .....	42
5.3.4 Obvodové řešení zdroje .....	44
5.4 Řešení klávesnice a LCD displeje.....	46

5.4.1 Klávesnice.....	46
5.4.2 LCD displej.....	47
5.5 Návrh plošných spojů .....	48
5.6 Značení svorek navržené ústředny .....	53
<b>6. REALIZACE .....</b>	<b>54</b>
<b>7. PROGRAMOVÉ ŘEŠENÍ .....</b>	<b>58</b>
7.1 Konfigurace modulu Rabbit 3365.....	58
7.2 Implementované funkce.....	62
<b>8. ZÁVĚR .....</b>	<b>65</b>
<b>9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>67</b>

## 1. ÚVOD

Zabezpečovací systémy patří dnes k stále více využívaným nejen velkými institucemi a firmami, ale i běžnými uživateli v rodinných domech a bytech, ke střežení vlastního majetku. U novostaveb je často již v projektu s těmito systémy počítáno z důvodu levnějšího provedení a bez nutnosti budoucích zásahů do stavby. Pokud se uživatel rozhodne pořídit zabezpečovací systém již do zařízeného bytu, je pak nutné natažení kabelů, což může znamenat problém. Pro tyto případy se také nabízí možnost využití bezdrátových senzorů, nevýhodou tohoto řešení je vyšší cena.

Tato práce se zabývá komplexním hardwarovým návrhem modulární zabezpečovací ústředny s využitím především pro rodinné domy. Navrhovaná ústředna bude disponovat širšími možnostmi pro uživatele, jaké nabízejí složitější zařízení, určené především pro zákazníky z řad firem a institucí.

Cílem je navrhnout a vyrobit základní desku ústředny, pro ni odpovídající napájecí zdroj, včetně záložního zdroje, dále uživatelské vstupní a výstupní zařízení (klávesnice, displej).

Základní deska ústředny bude navrhována s cílem podpory GSM, bezdrátové komunikace, možností připojení do sítě Ethernet, přímé připojení bezpečnostních senzorů, připojení signalizačních a uživatelských zařízení s možností rozšíření počtu výstupů přídatným modulem.

Funkce navrhovaného zdroje bude zabezpečení všech napěťových úrovní napájení ústředny, možnost připojení olověného akumulátoru, správa jeho nabíjení s možností ovlivnit nabíjecí proces ústřednou a dále signalizace výpadku síťového napájení ústředně.

Navržené zařízení by mělo splňovat všeobecné požadavky [1], kladené na zabezpečovací zařízení.

## 2. VÝBĚR ZABEZPEČOVACÍHO SYSTÉMU

Výběr elektronického zabezpečovacího systému, dále jen EZS, závisí na požadavcích uživatele, na velikosti a typu střeženého objektu a v neposlední řadě také na ceně celého systému. Při střežení malého objektu, např. bytu, si vystačíme s jednoduchým zařízením s možností připojit jen několik bezpečnostních detektorů. V případě potřeby je možno tento systém doplnit komunikačním modulem pro hlášení poplachu, drátovým (telefonní linka) nebo bezdrátovým (GSM), které mohou předat informaci o narušení střeženého objektu uživateli, skupině uživatelů nebo pultu centralizované ochrany. Takový EZS je pak plně dostačující ve většině obyčejných aplikací.

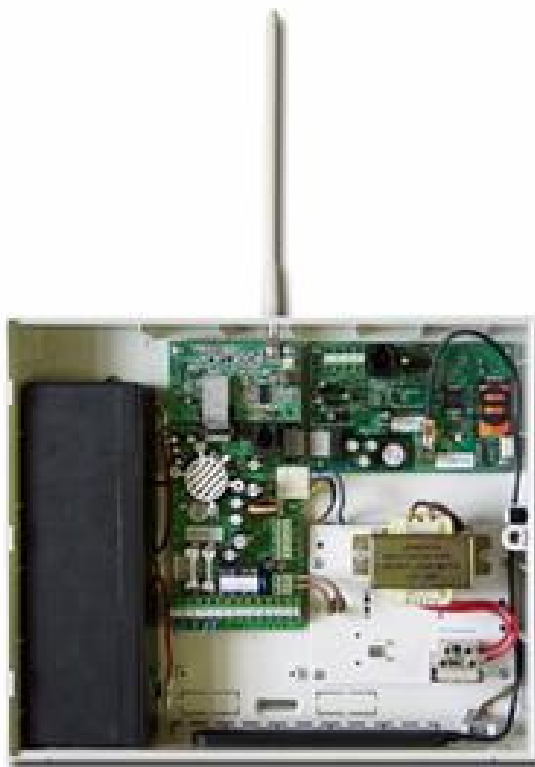
V případě, kdy je nutno střežit rozsáhlý objekt nebo dokonce komplex budov jsou kladeny na možnosti ústředny EZS velké nároky. K ústředně je pak připojeno velké množství různých detektorů, které jsou většinou rozděleny na několik jednotlivě ovládaných skupin, např. pro části střežené budovy (chodby, sklady, kanceláře, výrobní haly), kdy je nutno střežit nejen celek, ale i některé prostory při provozu objektu. Dále je nutné, aby systém podporoval více uživatelů, ti pak pomocí jedinečných kódů (případně karet, čipů, dálkových ovladačů) mohou mít přístup do jednotlivých oblastí podle jim přidělených práv. K EZS by mělo být možno přistupovat z různých míst objektu, je proto vhodné použití několika přístupových bodů, které budou komunikovat s ústřednou. Při plném využití ústředny nabízí profesionální řešení možnost propojení několika ústředen v jeden celek, kde pak podřízené ústředny předávají informace nadříděné ústředně, kterou jsou i řízeny. Dalším využitím ústředny pak může být hlášení požáru. Při takto složitém systému je velmi výhodná možnost připojení ústředny EZS k počítačové síti a prostřednictvím uživatelského SW s ní můžeme pracovat velmi komfortně.

V situacích, kdy je potřeba zabezpečit například rodinný dům a zároveň je vyžadováno uživatelem komfortní uživatelské rozhraní, je často nutné zvolit profesionální zařízení, které však nebude moci být plně využito a za cenu podstatně vyšších pořizovacích nákladů.

## 2.1 PŘÍKLAD MODULÁRNÍ ÚSTŘEDNY JA-63

### Ústředna JA-63“Profi“ [24]

Výrobce Jablotron. Cena s DPH: 11 777 Kč při konfiguraci: základní deska s rádiovým modulem + 4 drátové smyčky, GSM komunikátorem a se síťovým zdrojem, včetně akumulátoru 12V 1.3Ah. Technické údaje udávané výrobcem jsou v tabulce 1. Vyobrazení ústředny je na obrázku 1.



Obrázek 1 Ústředna JA-63“Profi“ [24]

**Tabulka 1 Technické parametry JA-63“Profi“**

Napájení ústředny	230 V / 50 Hz, max 0,1 A, třída ochrany II
Zálohovací akumulátor	12 V, 1,3 nebo 2,6 Ah, systém akumulátor automaticky dobývá a kontroluje jeho stav.
Výstup záložního napájení	maximální trvalý odběr 0,4 A, krátkodobě lze odebírat až 1,2 A po dobu max. 15 min
Klidový odběr ústředny	30 mA, klávesnice JA-60E = 25 mA
Počet bezdrátových zón	16 (do každé možno přiřadit až 2 bezdrátové detektory), tj. max. 32 detektorů
Počet drátových zón	4, volitelný typ aktivace (dvojitě vyvážení, jednoduché vyvážení, rozpínací smyčka)
Výstupní poplachové relé	přepínací kontakt 60 V = / 1 A
Volitelné výstupy	PgX, PgY max. 0,1 A, spínají na GND, programovatelná funkce
Výstup sirény	max. zátěž 0,7 A
Paměť událostí	127 posledních událostí včetně data a času
Stupeň zabezpečení	2 dle ČSN EN50131-1, ČSN EN 50131-6
Telefonní komunikátor	2 hlasové poplachové zprávy na 4 tlf. čísla (lze přiřadit různým událostem). Textové poplachové zprávy SMS prostřednictvím serveru Jablotron. Digitální přenos na pult centrální ochrany, modemová komunikace se vzdáleným počítačem. Splňuje ČSN EN 301437.

### 3. POŽADAVKY NA ZABEZPEČOVACÍ ÚSTŘEDNU

Tato kapitola se zabývá požadavky kladené na zabezpečovací ústřednu a zabezpečovací systém jako celek. Tyto požadavky vycházejí z podnikové normy Jablotron [1] – významného výrobce zabezpečovací techniky. Z této normy byly vybírány pouze ty požadavky, jejichž splnění ovlivňuje návrh hardwaru. Požadavky, které lze již zajistit programově, zde zmíněny nebudou.

#### 3.1 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY

##### **Detekční funkce**

Tato funkce musí umožnit detekovat vniknutí nebo pokus o vniknutí do střeženého prostoru.

##### **Obslužná funkce**

Zajišťuje možnost obsluhy EZS. Např. nastavení stavu střežení nebo klidu.

##### **Vyhodnocovací funkce**

Musí zajistit zpracování vstupních signálů a zpráv z detekční, sabotážní a monitorovací funkce a reagovat na povely uživatele.

##### **Výstupní funkce**

Tato funkce musí umožnit poskytovat uživateli informace o stavu EZS. Indikace stavu střežení nebo klidu, hlášení narušení, sabotáže nebo poruchy a pokud je stanoveno i záznam událostí. Tyto funkce mohou být rovněž použity k iniciaci opatření pro omezení jednání narušitele.

##### **Funkce zabezpečení proti sabotáži**

Funkce musí zajistit detekci sabotáže s použitím fyzických prostředků.

### 3.2 STUPNĚ ZABEZPEČENÍ

ESZ musí mít stanoven stupeň zabezpečení, určující: oprávnění, přístupové úrovně, provozování, vyhodnocení, detekce, hlášení, napájení, zabezpečení proti sabotáži, monitorování propojení, záznam událostí.

Zabezpečení je rozdělováno na stupně 1-4. Stupeň celého EZS je určen nejnižším stupněm komponenty, použité v celém EZS.

#### **Stupeň 1 - Nízké riziko**

Při tomto stupni je předpokládáno, že narušitel má malou znalost EZS a malý sortiment snadno dostupných nástrojů

#### **Stupeň 2 - Nízké až střední riziko**

Předpokládá se určitá znalost narušitele o EZS a použití základního sortimentu nástrojů a přenosných přístrojů. Například měřicí přístroj.

#### **Stupeň 3 – Střední až vysoké riziko**

Při stupni 3 je předpokládáno, že narušitel je obeznámen s EZS a má úplný sortiment nástrojů a přenosných zařízení.

#### **Stupeň 4 – Vysoké riziko**

Používá se v případech zabezpečení s hlavní prioritou před ostatními hledisky. Předpokládá se, že narušitelé jsou schopni zpracovat podrobný plán vniknutí a mají kompletní sortiment zařízení včetně prostředků pro náhradu rozhodujících prvků EZS.

### 3.3 FUNKČNÍ POŽADAVKY

Navrhovaná zabezpečovací ústředna bude splňovat stupeň zabezpečení č.2. Požadavky uvedené v této kapitole, jsou kladené právě na tento stupeň zabezpečení.

#### **Detekce narušitelů a rozpoznávání poruch**

EZS musí obsahovat prostředky pro detekci vniknutí narušitelů a pro zjišťování poruch. Může detekovat i jiné události, avšak pouze za předpokladu neovlivnění detekci narušitelů, sabotáže a rozpoznávání poruch. Tam kde tvorba signálu narušení nebo sabotáže závisí na přerušení vedení, musí být tyto signály rozdílné.

#### **Rozeznávání poruch**

Podle stupně zabezpečení musí EZS zajišťovat prostředky k indikaci poruch. Těmito poruchami jsou porucha základního napájecího zdroje, náhradního napájecího zdroje, porucha poplachového přenosového systému (pokud je použita) a všeobecná porucha.

#### **Nastavování stavu střežení a stavu klidu**

Nastavení stavu střežení a klidu musí být prováděno oprávněným způsobem. Nastavení stavu střežení může být provedeno pouze za předpokladu, že všechny funkce EZS jsou v normálním stavu. Při uvedení do stavu střežení musí být k dispozici signalizace přechodu do stavu střežení. Tato signalizace musí být omezena na max. 180s.

Pro nastavení klidu je povolena doba maximálně 45s. Pokud v této době není úspěšně provedeno nastavení klidu, musí dojít k poplachu. Ukončení stavu klidu musí být signalizováno max. po dobu 30s.

#### **Ochrana proti sabotáži a její detekce**

Komponenty EZS musí mít prostředky k zamezení přístupu k jejich vnitřním prvkům. Požadavky jsou různé podle stupně EZS a podle umístění komponenty uvnitř nebo vně střeženého prostoru.

Detekci sabotáže musí mít všechny komponenty EZS při stupni zabezpečení 2. Mezi tyto komponenty patří zejména zabezpečovací ústředna, pomocná ovládací zařízení, signalizační zařízení, poplachový přenosový systém. Dále čidla a propojovací krabice.

Druh sabotáže při stupni zabezpečení 2 je nutno detekovat typu „otevření pomocí normálních prostředků“ a u bezdrátových čidel „demontáž z úchytů“.

#### **Detekce poplachu, poruch a jejich hlášení.**

Musí být zpracovány poplachové signály trvající déle než 400ms a poruchové signály trvající déle než 10s. Signály poplachu, sabotáže a poruchy musí být hlášeny do 10s.

### **3.4 POŽADAVKY NA NAPÁJECÍ ZDROJ**

Napájecí zdroj musí být schopen zajistit napájení ve všech jeho stavech. Napájecí zdroj může být umístěn v jednom nebo více komponent EZS, případně v samostatném krytu.

Přepnutí mezi základním napájecím zdrojem a záložním nesmí způsobit poplachový stav nebo ovlivnit EZS.

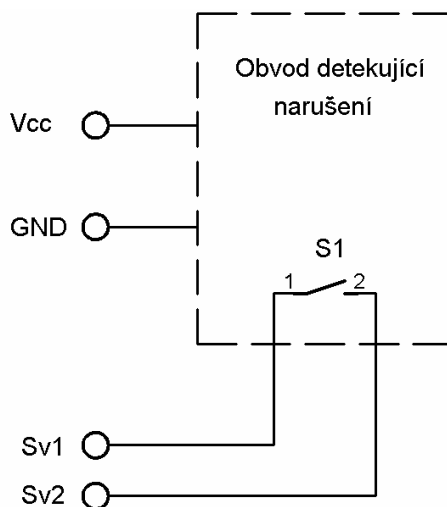
Musí být zajištěna indikace stavu, kdy napětí zdroje poklesne pod určitou požadovanou hodnotu pro správný provoz.

## 4. PŘIPOJENÍ SENZORŮ K ZABEZPEČOVACÍ ÚSTŘEDNĚ

Na způsobu připojení senzoru závisí možnost detekce nejen poplachového stavu, ale také detekce sabotáže. Sabotáží je v tomto případě myšlen fyzický zásah do zabezpečovacího systému. Zásah může být přímo do senzoru (narušení jeho krytí) nebo zásah do vedení (jeho zkratování nebo přerušování). Obdobné připojení senzorů jako je uvedeno v této kapitole uvádí například [21].

### 4.1 JEDNODUCHÉ PŘIPOJENÍ SENZORU

Nejjednodušší možnost jak připojit bezpečnostní senzor je zobrazena na obrázku 2. Může být zapojen v otevřené smyčce, kdy je v klidovém stavu rozepnutý kontakt S1 nebo uzavřené smyčce (sepnutý kontakt S1). Tato varianta připojení senzoru klade na vyhodnocovací obvody ústředny nejnižší nároky, ale není schopna zajistit ochranu před sabotáží. Z důvodu absence ochrany před sabotáží je toto řešení nevhodné, běžně se téměř nevyskytuje a u sofistikovanějších systémů je nemyslitelné.

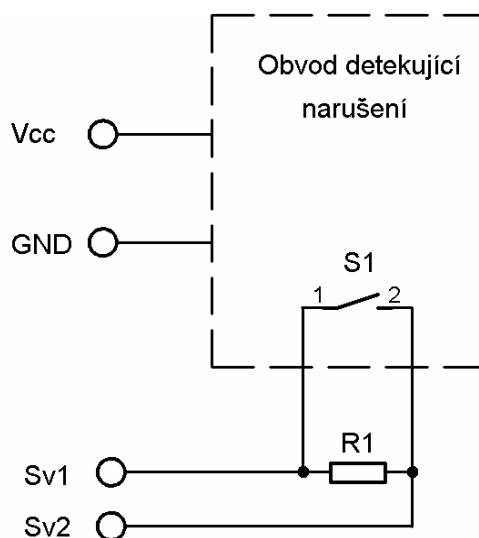


Obrázek 2 Nejjednodušší připojení bezpečnostního senzoru

## 4.2 JEDNODUŠE VYVÁŽENÁ SMYČKA

Paralelním připojením odporu mezi svorky spínače S1 na obrázku 2 získáme jednoduchou variantu s detekcí sabotáže. Toto zapojení je nazýváno „jednoduše vyvážená smyčka“ a je zobrazeno na obrázku 3. Zapojení spínače S1 se používá pouze typu „uzavřená smyčka“ (S1 sepnut v klidovém stavu). Nevýhodou tohoto zapojení je necitlivost k sabotáži zkratováním přívodních vodičů, systém reaguje pouze na přerušení vedení.

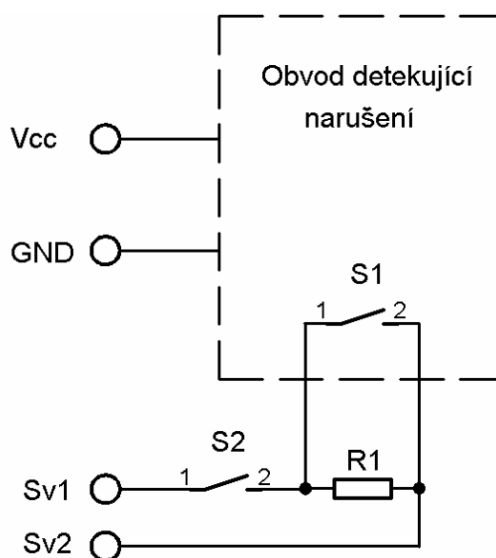
Ústředna při tomto zapojení vyhodnotí stavy „klidový“ pokud  $R = R$  vedení, „sabotáž“ pokud  $R = \infty$  a „poplach“ pokud  $R = R_1 + R$  vedení.



Obrázek 3 Jednoduše vyvážená smyčka

### 4.3 ZDOKONALENÁ JEDNODUŠE VYVÁŽENÁ SMYČKA

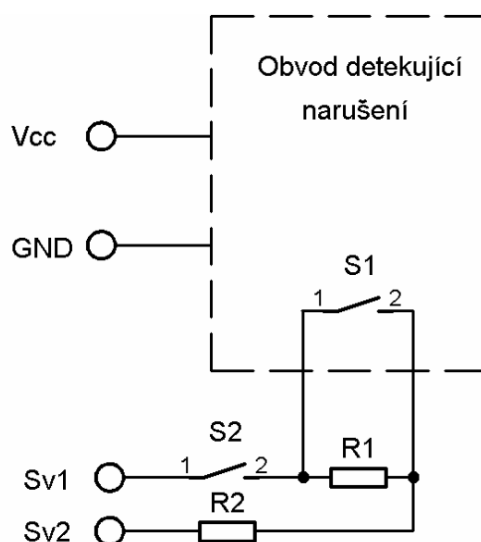
Dalším vylepšením zapojení na obrázku 3, je připojení ochranného „tamper“ spínače S2 sériově do obvodu. Tamper kontakt je při správné funkci sepnutý a bývá spojen s konstrukcí senzoru. Toto zapojení navíc umožňuje vyhodnotit sabotáž při zásahu do krytí senzoru. Vyhodnocované stavy jsou stejné jako v případě jednoduše vyvážené smyčky bez tamper kontaktu. Jednoduše vyvážená smyčka bývá pro zlepšení ochrany proti sabotáži doplňována o další smyčku vedenou přes „tamper“ senzoru. Toto je využíváno při připojování více senzorů na jednu smyčku, „tamper“ spínače všech senzorů jsou pak sériově zapojeny do další smyčky ústředny. Nevýhodou je to, že při signalizaci sabotáže nemáme informaci z kterého senzoru informace pochází. Pokud tuto informaci vyžadujeme, je nutné každý senzor připojit zvlášť a využít dvě smyčky pro připojení jednoho senzoru.



Obrázek 4 Jednoduše vyvážená smyčka s „tamper“ spínačem

#### 4.4 DVOJITĚ VYVÁŽENÁ SMYČKA

Nejvyšší stupeň ochrany připojení senzoru zajišťuje „dvojitě vyvážená smyčka“. Toto zapojení vychází z „jednoduše vyvážené smyčky“ a doplňuje jej o odpor  $R_2$  zapojený do série spolu se spínačem  $S_2$ . Spínač  $S_1$  opět zapojen jako uzavřená smyčka. Zapojení je zobrazeno na obrázku 5. Vyhodnocované stavy pak jsou „klidový“ pokud  $R = R_2 + R$  vedení, „sabotáž“ pokud  $R =$  nekonečno nebo  $R = 0$  a „poplach“ pokud  $R = R_1 + R_2 + R$  vedení. Toto zapojení je však náročnější na zpracování ústřednou, ta musí být schopna všechny tyto stavy rozeznat a patřičně na ně zareagovat.



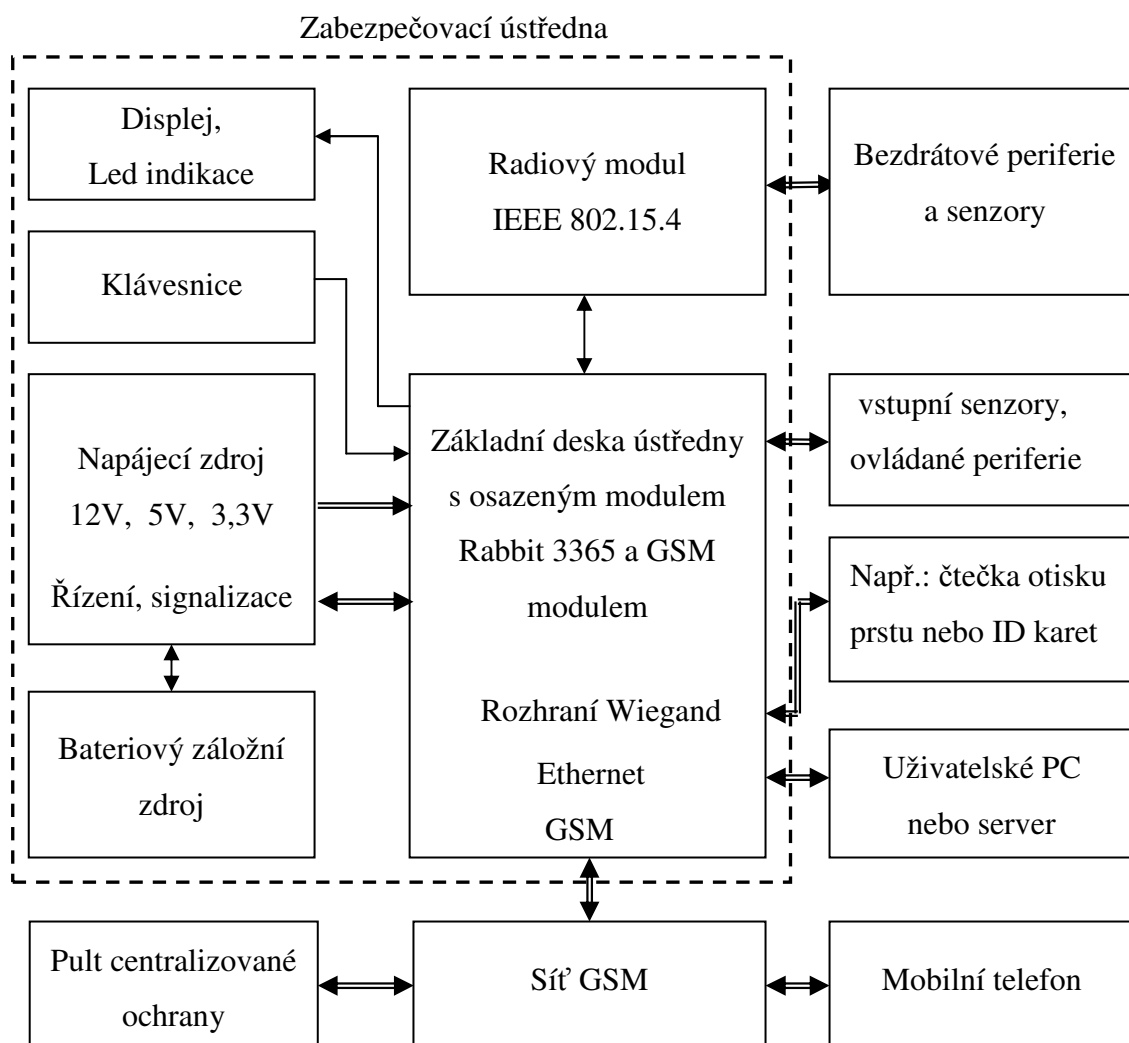
Obrázek 5 Dvojitě vyvážená smyčka

## 5. NÁVRH ZABEZPEČOVACÍ ÚSTŘEDNY

Tato kapitola se zabývá kompletním návrhem zabezpečovací ústředny a jejích nejn nutnějších komponent od obecného návrhu až po konkrétní obvodové řešení a jeho realizaci.

### 5.1 OBECNÉ ŘEŠENÍ

Navrhovaná ústředna by měla splňovat všechny požadavky kladené na adekvátní zabezpečení rodinného domu. Umožnit jak drátové tak i bezdrátové připojení bezpečnostních a požárních senzorů, ovládacích a ovládaných komponent. Zajistit oznámení informace o narušení střeženého prostoru bezdrátově – využitím sítě GSM. Ústředna by měla být také schopna podávat hlášení na pult centralizované ochrany. Jedním z hlavních úkolů je možnost připojení ústředny do sítě Ethernet a umožnit tak vzdálenou kontrolu a správu ústředny uživatelem z PC. Samozřejmostí je schopnost pracovat i při výpadku síťového napětí, což bude zajišťovat záložní zdroj s olověným akumulátorem. Blokové schéma zabezpečovacího systému včetně ústředny je zobrazeno na obrázku 2. Ústředna obsahuje napájecí zdroj, zálohovaný olověným akumulátorem, umožňující řízení nabíjecího procesu ústřednou a signalizaci stavu napájení ze sítě. Jako vstupní a výstupní uživatelská zařízení slouží klávesnice a LCD display doplněný o indikaci stavu ústředny LED diodami. Nejdůležitější částí zabezpečovací ústředny je základní deska, obsluhující všechny funkce celého zabezpečovacího systému jako je komunikace mezi jednotlivými moduly a jejich řízení, obsluha připojených bezpečnostních senzorů, obsluha uživatelských výstupů, komunikace s uživatelem pomocí bezdrátové sítě GSM a sítě Ethernet. Poslední funkcí základní desky je podpora jedno z nejrozšířenějších rozhraní v zabezpečovací technice, rozhraní Wiegand. Toto rozhraní sloužící pro připojení speciálních zařízení v zabezpečovací technice jako jsou čtečky identifikačních karet, čtečky otisku prstů a jiné. Funkčnost celé ústředny završuje možnost připojení modulu pro bezdrátovou komunikaci sloužící pro připojení bezdrátových vstupních i výstupních zařízení (senzory, siréna, klávesnice).



**Obrázek 6** Blokové schéma navrhovaného zabezpečovacího systému

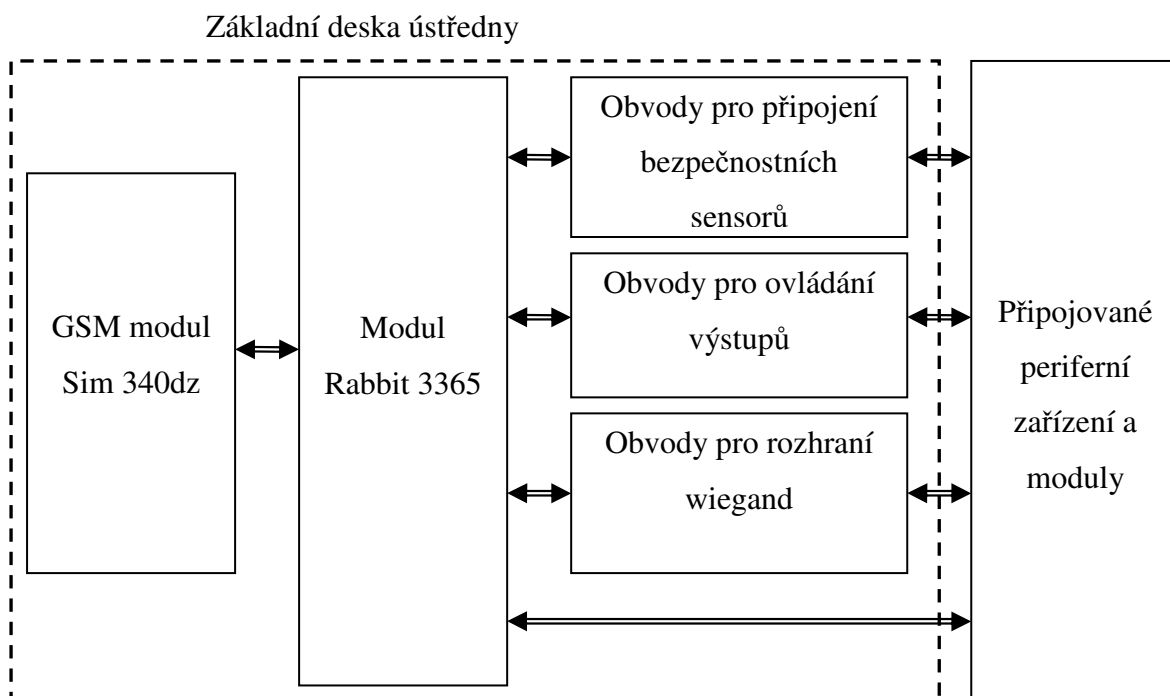
V dalších bodech této kapitoly budou podrobněji popsány jednotlivé bloky a možnosti jejich řešení. Vzhledem ke komplexnosti práce je při řešení jednotlivých dílčích oblastí kladen důraz na pokud možno jednoduché hardwarové řešení při zachování profesionálních vlastností zabezpečovacího systému. Dále je kladen důraz na dostupnost použitých součástí, technologií a jejich ceně. V neposlední řadě je také přihlíženo na spotřebu jednotlivých periférií a možnost softwarového ovlivnění spotřeby ústředny při napájení ze záložního akumulátoru.

Pro návrh schémat i desek plošných spojů bude použit software Eagle.

## 5.2 OBVODOVÉ ŘEŠENÍ ZÁKLADNÍ DESKY ÚSTŘEDNY

Tato kapitola se zabývá návrhem základní desky ústředny. Zjednodušené blokové schéma je zobrazeno na obrázku 7. Komunikace mezi jednotlivými bloky a modulem Rabbit bude probíhat po sériové lince, kromě rozhraní wiegand. Tento je způsobeno přímým požadavkem připojovaného obvodu (GSM modul, asynchronní komunikace) a výběrem vhodných obvodů kvůli snížení počtu potřebných pinů u modulu Rabbit (vstupní a výstupní obvody, SPI komunikace).

Nejprve bude popsán samotný modul Rabbit 3365 a dále pro ostatní bloky bude navrženo a podrobně popsáno obvodové řešení, jeho hlavní problémy a jejich připojení k jednotlivým portům modulu Rabbit.



**Obrázek 7** Blokové schéma základní desky

### 5.2.1 Modul Rabbit 3365

Jedním z požadavků zadání této práce bylo použití modulu Rabbit 3365, který má za úkol řízení celé zabezpečovací ústředny a komunikaci s okolními periferiemi a uživatelem. Tato kapitola detailně popisuje HW vlastnosti modulu Rabbit 3365, které jsou důležité pro splnění zadání. Vlastnosti a funkce modulu, které nebudou při řešení této práce využívány zde popsány nejsou. Kompletní popis modulu je uveden v manuálu výrobce [3].

Hlavní důvod volby tohoto modulu je HW i SW podpora komunikačního rozhraní Ethernet. Dalšími výhodami je vysoký výkon, velký počet I/O portů, dostatečný počet sériových portů a HW i SW podpora paměťové karty (vhodné např. pro vytváření přenositelného záznamu událostí ústředny).

Modul je osazen osmibitovým procesorem pracujícím na frekvenci 44,2MHz a pro program můžeme využít 512KB rychlé SRAM paměti. Stejná velikost je vyhrazena i pro data. Modul dále může využít dalších 512KB flash paměti a kapacitu až 128MB vyměnitelné xD-karty. Základní parametry modulu jsou uvedeny v tabulce 2 a jeho vyobrazení na obrázku 8.

**Tabulka 2 Základní parametry modulu Rabbit 3365**

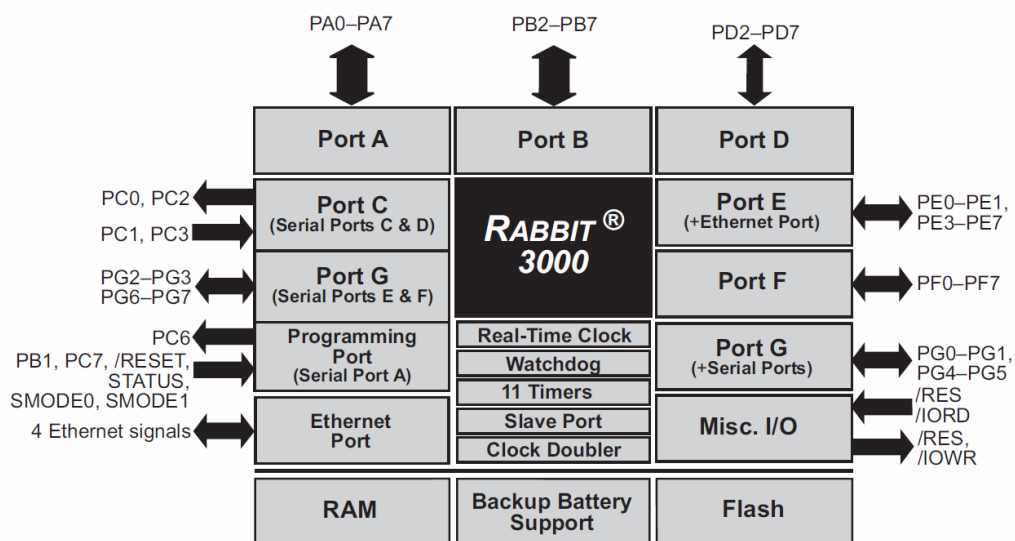
Procesor	Rabbit 3000, 44,2MHz
Ethernet	10/100Base-T, RJ-45
Flash paměť	512KB
SRAM paměť	512KB pro provádění programu a 512KB pro data
Přídavná paměť	karta xD-picture do 128MB
Vstupy/výstupy	vstupy/výstupy:44, pouze výstupy:4, pouze vstupy:4
Sériové porty	Šest 3,3V portů, kompatibilních s CMOS, max. přenosová rychlost clk/8
Časovače	Deset 8-bitových, jeden 10-bitový
PWM modulace	4 kanály
Přerušení	4 úrovně priorit přerušení. 22vnitřních, 2 vnější
Napájení	3,15-3,45VDC,250mA
Konektory	Dva 2×17pinů (rozteč 2mm), 2×5(rozteč 1,76)
Rozměry	47 × 69 × 22 mm



Obrázek 8 Modul Rabbit 3365 [2]

### Vstupně výstupní porty

Mikroprocesor Rabbit 3000 osazený na modulu Rabbit 3365 obsahuje celkem 8 paralelních I/O portů, Ethernet port a několik speciálních vstupů a výstupů. Většina paralelních portů lze nakonfigurovat pro alternativní využití, jako jsou sériové porty, datová sběrnice, přerušení aj. Popis jednotlivých vývodů a je uveden v příloze. Blokové schéma procesoru Rabbit 3000 je zobrazeno na obrázku 9.



Obrázek 9 Blokové schéma procesoru Rabbit 3000. [3]

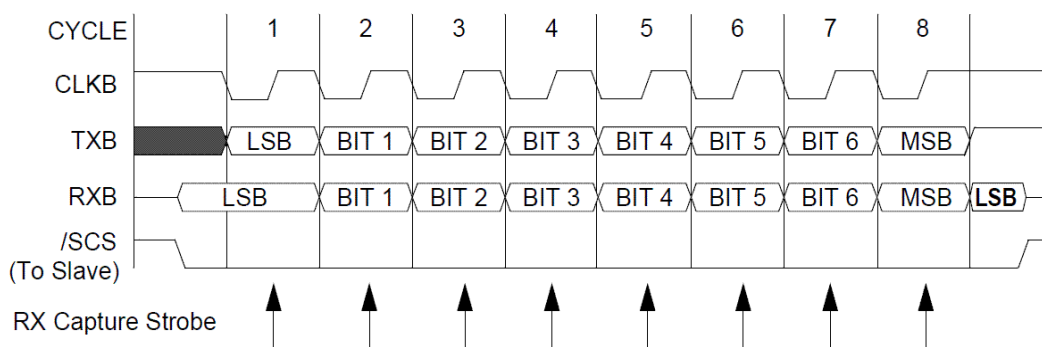
### Sériové porty

Modul Rabbit 3365 disponuje celkem šesti sériovými porty označené písmeny A až F. Pro SPI komunikaci lze využít 4 z nich ( A, B, C, D ) a 2 porty umožňují plně duplexní přenos ( A, B ). Port A je využíván pro programování modulu Rabbit, proto nebude využíván jiným způsobem. U portu B nastává komplikace, že signál CLK sériového portu je využíván jako vstup signálu vložení paměťové karty. V této aplikaci se počítá s jejím využitím, proto port B může být použit pouze v asynchronním režimu.

### SPI komunikace

Komunikace po sběrnici SPI ( Seriál Peripheral Interface ) je realizována jako synchronní sériový přenos dat. SPI sběrnice byla definována firmou Motorola a využívá čtyřech vodičů nazvaných SCK (seriál clock), MOSI (Master Out Slave In), MISO (MasterInSlaveOut) a SS (Slave Select). Jak již vyplývá z názvů jednotlivých signálů, komunikace mezi periferiemi je typu Master – Slave. Vždy pouze jedno zařízení může být master. Master zařízení nastavuje signál SS sloužící k výběru připojeného Slave zařízení (povinné pouze pokud připojujeme více zařízení na jeden SPI kanál) a dále generuje signál SCK a tím řídí rychlost komunikace. Master může vysílat data do více zařízení Slave, ale pouze jedno Slave zařízení může v daný čas data vysílat. Časový průběh komunikace je zobrazen na obrázku 9.

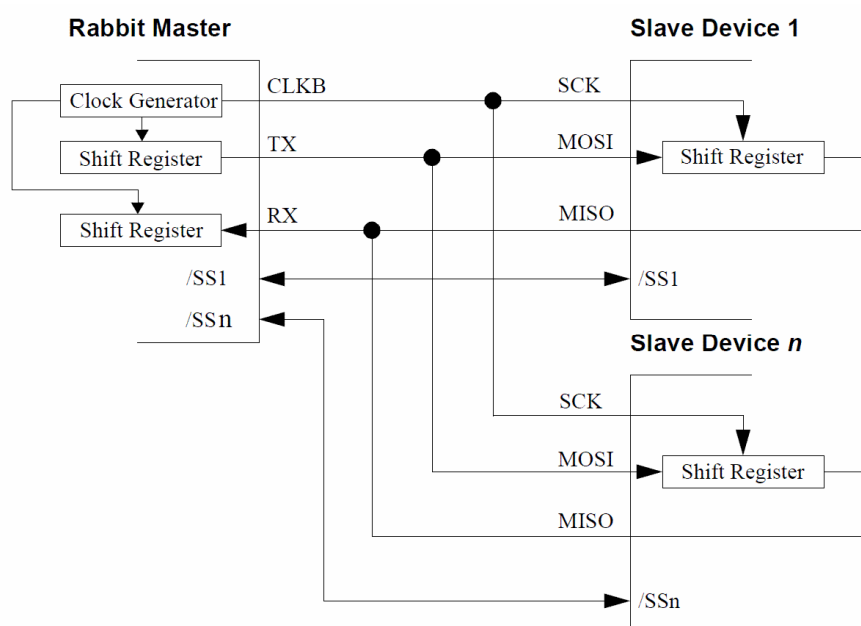
Propojení jednotlivých pinů zařízení s rozhraním SPI k modulu Rabbit je uvedeno v tabulce 3. Připojení SPI zařízení k modulu Rabbit je zobrazeno na obrázku 10.



Obrázek 10 Časový průběh komunikace SPI [9]

**Tabulka 3 Připojení SPI zařízení k modulu Rabbit**

Označení Motorola	Označení Rabbit
SCK	CLK
MOSI	TX
MISO	RX
SS	Lze nakonfigurovat jakýkoli I/O pin



**Obrázek 11 Připojení SPI zařízení k modulu Rabbit [9]**

Pro modul Rabbit 3365 bylo nutno vytvořit knihovnu, navrhnout schematickou značku a pouzdro v programu Eagle. Bylo vycházeno z technického výkresu modulu a rozložení vývodů. Technický výkres se nachází v manuálu výrobce [3].

Před připojením jednotlivých obvodů k modulu bylo nutné věnovat zvýšenou pozornost výběru jednotlivých I/O portů z důvodu jejich alternativních funkcí a jejich využití v navrhované aplikaci.

### 5.2.2 GSM modul

V současnosti se možnost komunikace po síti GSM stává standardním parametrem většiny komerčních zabezpečovacích systémů. Při výběru GSM modulu byl kladen důraz na jednoduché osazení GSM modulu na základní desku navrhované zabezpečovací ústředny, bez nutnosti připojování modulu pomocí konektorů.

Připojení většiny GSM modulů dostupných na trhu je realizováno pomocí speciálního konektoru. Nevýhodou tohoto provedení je nutnost fyzického zajištění modulu na navrhované desce. Vzhledem k tomu, že GSM modul je považován za standardní vybavení a bude tak nedílnou součástí zařízení je i provedení s konektorem v tomto případě nevýhodou. Takto provedené moduly bývají také dražší. Výhodnější je použití GSM modulu v provedení pro SMD montáž přímo na navrhovanou desku.

Pro navrhovanou zabezpečovací ústřednu byl původně vybrán GSM modul Sim300DZ výrobce SimCom. Z důvodu nedostupnosti tohoto obvodu v průběhu realizace byl nahrazen kompatibilním modulem SIM340DZ. Výhodou modulu jsou malé rozměry, jednoduchá SMD montáž a nízká cena. Základní parametry GSM modulu Sim340DZ jsou uvedeny v tabulce 4. Kompletní informace o modulu Sim340DZ jsou uvedeny v manuálu výrobce [10]. Na obrázku 12 je modul vyobrazen.

**Tabulka 4 Základní parametry modulu Sim340DZ**

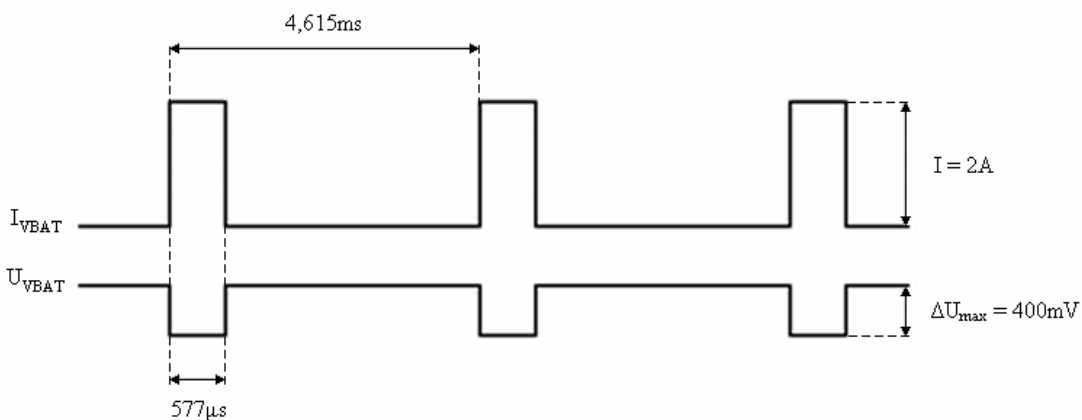
Napájení	3,4-4,5V
Dobíjení	Podpora nabíjení pro články Li-Ion
Frekvenční pásma	900/850, 1800/1900
GPRS	GPRS multi-slot class 8, 10 GPRS mobile station class B rychlost přenosu při stahování 85,6kbps rychlost přenosu při odesílání 85,6kbps Integrovaný TCP/IP protokol
SMS	MT, MO, CB, text a PDU mód. Ukládání na Sim kartě
Sériový port	zvlášť port pro AT příkazy a Debug port automatické nastavení rychlosti od 4800 do 115200bps
Rozměry Max. odběr proudu	33×33×3mm 0,7A (špičkově až 3A)



**Obrázek 12 GSM modul Sim340DZ**

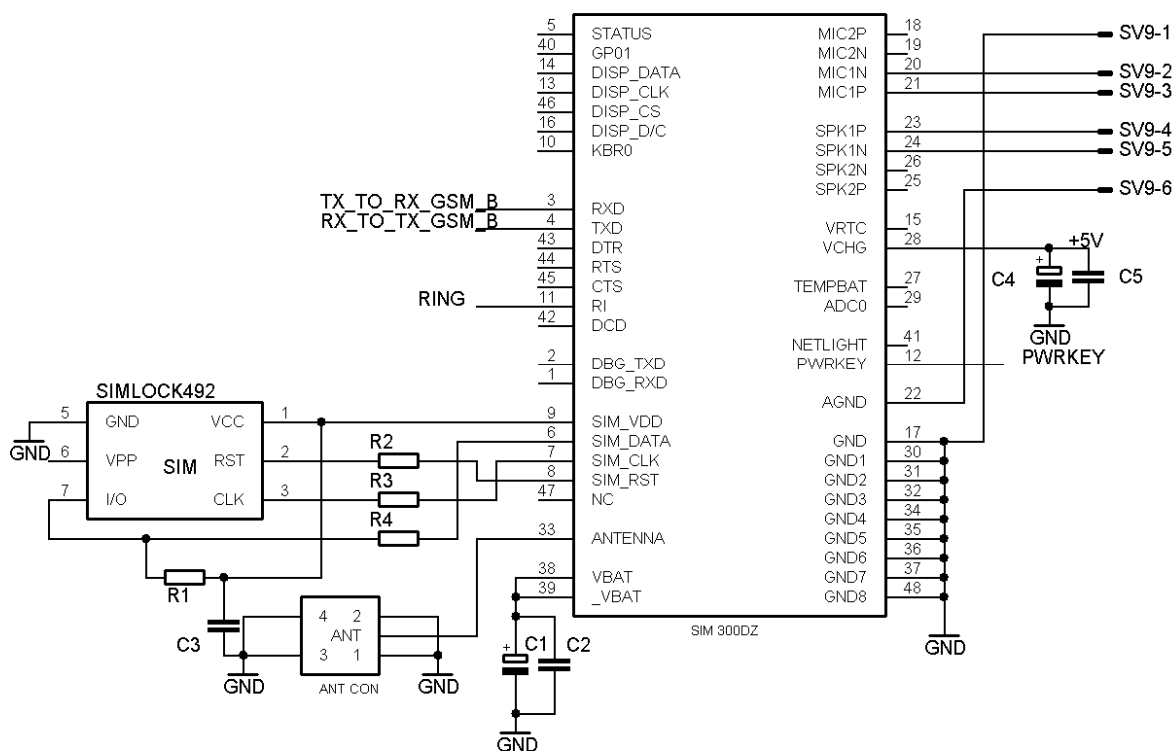
### **Napájení GSM modulu**

Napájení modulu je třeba věnovat zvýšenou pozornost. Pro napájení slouží vývody VBAT a VCHG. VBAT standardně slouží pro připojení akumulátoru. VCHG slouží jako napěťový vstup pro integrovaný nabíjecí obvod v modulu. Pokud je připojeno napětí na VCHG je automaticky zahájeno dobíjení baterie. V případě použití baterie je nutné proudové omezení zdroje pro vstup VCHG na 650mA. Velikost vstupního napětí pro VCHG je standardně 5V maximálně 5,25V. Vstup VCHG špičkově snáší po dobu 1ms napětí 10V a proud 1,6A. Velikost napájecího napětí vstupu VBAT je 3,4 – 4,5V přičemž, modul reaguje na pokles napětí pod 3,4V a na překročení 4,6V automatickým vypnutím. Dále je nutné zajistit, aby při špičkových odběrech (při vysílání) nekleslo napětí o více než 0,4V. Testovací průběh napětí a proudu na vstupu VBAT při vysílání je zobrazen na obrázku 13. Testovací podmínky: VBAT = 4V, maximální proud 2A, C1 = 100 $\mu$ F (ESR = 0,7  $\Omega$ ) a C2 = 100nF. Všechny tyto parametry a vlastnosti uvádí výrobce [10].



Obrázek 13 Průběh napětí a proudu při vysílání [10]

GSM modul pro svoji činnost dále potřebuje pouze minimum externích součástek a to především pro připojení simkarty, napájení a antény. Na obrázku 14 je zobrazeno navržené schéma zapojení GSM modulu.



Obrázek 14 Schéma zapojení GSM modulu Sim300DZ

Obvodový návrh vychází z manuálu výrobce pro modul SIM300DZ. Tento manuál již není dostupný a byl výrobcem nahrazen manuálem pro kompatibilní modul vyšší třídy SIM340DZ, kterým byl při realizaci i osazen. V zapojení se tak vyskytují drobné odchylky od doporučení uváděná v manuálu pro SIM340DZ, jako například připojení signálu PWRKEY a napájení modulu.

Napájení modulu je zajištěno přivedením napájecího napětí na vstup VCHG, který standardně slouží jako vstup napětí pro nabíjení akumulátoru. V této aplikaci není akumulátor ke GSM modulu připojen (zálohování celé ústředny je řešeno pomocí olověného akumulátoru). Na vstup VBAT je tak připojen pouze tantalový kondenzátor s nízkým ESR C1 a keramický kondenzátor C2 na doporučení výrobce, z důvodu proudových špiček až 2A při vysílání [10]. Hodnoty kondenzátorů jsou pro C1 330 $\mu$ F (doporučeno min 100 $\mu$ F) a C2 470nF. Stejné hodnoty byly použity i pro kondenzátory C4 a C5.

Připojení simkarty vyžaduje pouze zapojení rezistorů hodnot 22 $\Omega$  mezi datové signály simkarty a GSM modulu (R2, R3, R4), rezistoru R1 hodnoty 10k $\Omega$  mezi Sim\_Vdd a signálem Sim\_Data. Další nutnou součástí je blokovací kondenzátor C3 o kapacitě 220nF. Jako poslední zapojení obsahuje konektory, typ SMA pro GSM anténu a šesti pinový konektor pro možnost připojení audio vstupu/výstupu. Vývody RXD, TXD, PWRKEY a RING jsou přímo spojeny s vývody modulu Rabbit 3365.

Komunikace GSM modulu s modulem Rabbit 3365 bude probíhat asynchronně po sériovém portu B. Vývod PWRKEY slouží k SW vypnutí a opětovnému zapnutí modulu. Toto bude využito především při výpadku síťového napájení a provozu ústředny ze záložního zdroje.

Pro GSM modul Sim300DZ a konektor antény SMA, byly vytvořeny schematické značky a navrženo pouzdro pro program Eagle.

### 5.2.3 Obvodové řešení pro připojení vstupních senzorů

V teoretické části byl proveden rozbor možností připojení senzorů k ústředně a vlastnosti každé varianty připojení. Pro navrhovanou ústřednu bylo zvoleno řešení zajišťující nejvyšší zabezpečení. Sensory budou k ústředně připojeny pomocí dvojité vyvážené smyčky. Při tomto způsobu je nutné vyhodnocovat několik stavů na smyčce připojící senzor. Toto můžeme zajistit například napájením senzorové smyčky zdrojem konstantního proudu a měření napětí na smyčce. Pro vyhodnocení signálu, pak můžeme použít buď několika komparátorů nebo A/D převodníku. Varianta s komparátory je jednodušší pro vyhodnocování ústřednou, vyžaduje však mírně složitější zapojení. Nevýhodou zapojení s komparátory je možnost nastavení požadovaných úrovní smyčky pouze Hardwarově u A/D převodníku probíhá vyhodnocování na úrovni SW a lze tedy i jednotlivé úrovně měnit, případně nastavit jiné úrovně na jednotlivých smyčkách pro připojení různých typů senzorů. Při návrhu ústředny byla zvolena možnost proudového zdroje v kombinaci s A/D převodníkem.

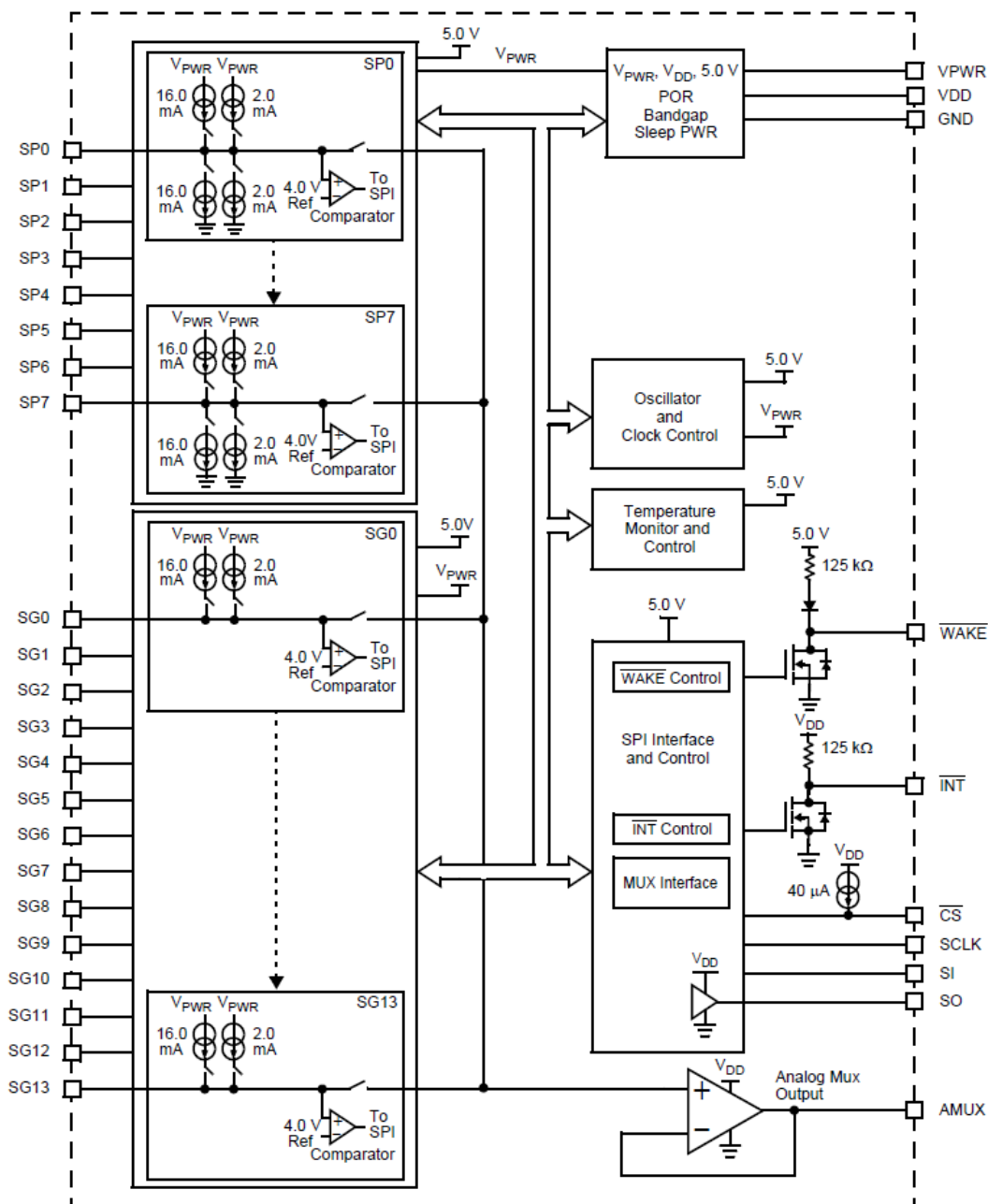
Pro zajištění napájení smyček konstantním proudem byl vybrán integrovaný obvod MC33972 [7]. Hlavními výhodami tohoto obvodu je dostatečný počet nastavitelných proudových zdrojů, ovládání obvodu řešeno přes rozhraní SPI a nízká spotřeba. Funkčnost obvodu MC33972 je nejlépe vidět na blokovém schématu, které je zobrazeno na obrázku 15.

Obvod MC33972 obsahuje celkem 22 vstupů, z toho 8 (SP0-SP7) lze nastavit pro připojení vstupu proti zemi nebo kladnému napětí a 14 (SG0-SG13) vstupů pouze připojení proti zemi. Každý vstup obsahuje komparátor pro vyhodnocení sepnutého nebo rozepnutého stavu smyčky. V naší aplikaci je nutno vyhodnocovat více stavů, proto tato funkce obvodu nebude využívána. Obvod dále obsahuje multiplexor, který přepíná jednotlivé vstupy na komparátor, který omezuje napětí smyčky (0-VPWR) na výstupní napětí (0-VDD), které je přiváděno na analogový výstup (tomuto je nutné přizpůsobení odporů ve smyčce připojící senzor). Tato funkce spolu s proudovými zdroji tvoří hlavní využití obvodu MC33972.

Napájení obvodu je zajištěno pomocí dvou napájecích vstupů VPWR a VDD. VPWR slouží pro napájení proudových zdrojů a pro plnou funkcionalitu obvodu by mělo být v rozsahu 8 – 26V. Napěťový vstup VDD slouží k napájení logické části

obvodu a pohybuje se v rozsahu 3,1 – 5,25V. V zapojení navrhované ústředny bude uvažováno napětí 12V pro VPWR a 3,3V pro VDD.

Z ostatních vývodů obvodu budou využity pouze vstupy a výstupy SPI rozhraní CS, SCLK, SI, SO.



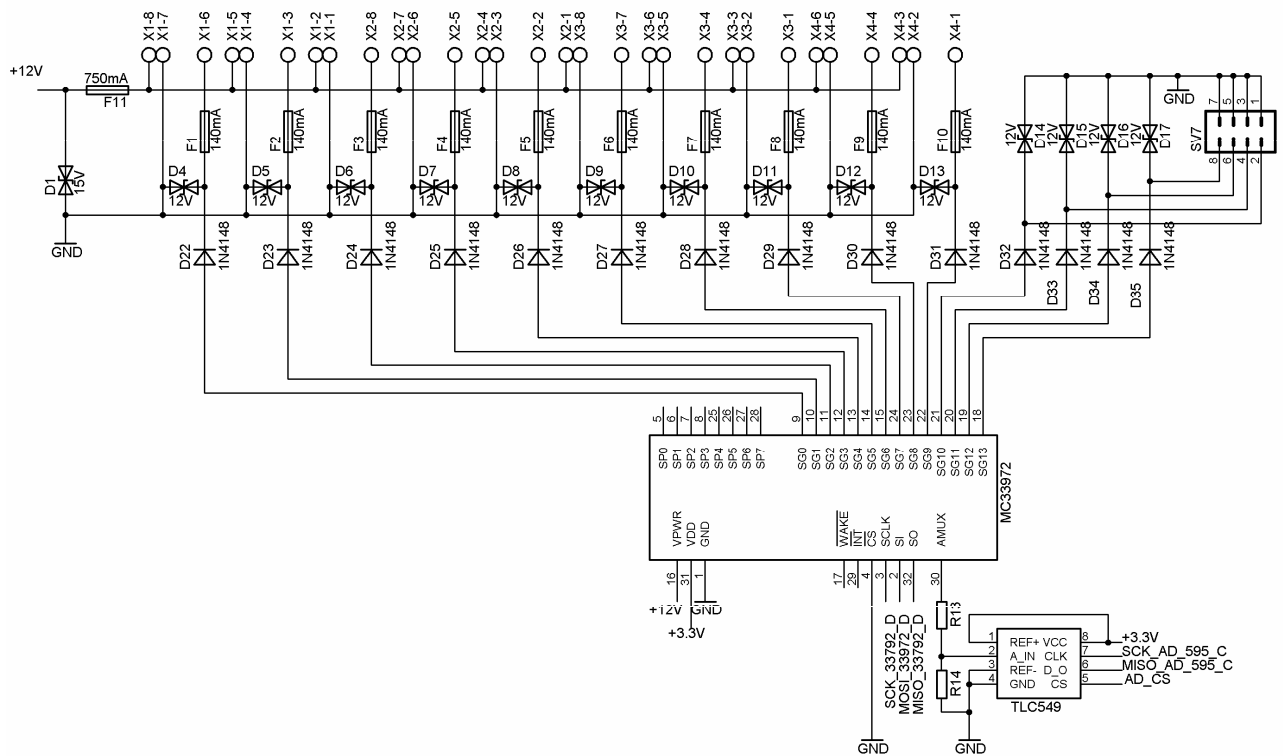
Obrázek 15 Blokové schéma obvodu MC33972 [7]

Vzhledem k tomu, že modul Rabbit 3365 neobsahuje A/D převodník je dalším úkolem právě výběr tohoto převodníku. Požadavky na A/D převodník nejsou vysoké a splní je i ty nejlevnější převodníky. Původně byl vybrán osmibitový převodník TLC549, z důvodu jeho omezené dostupnosti byl nahrazen kompatibilním typem TLC1549 s desetibitovým převodem. A/D převodník ke komunikaci s modulem Rabbit využívá opět rozhraní SPI. Převodník nevyžaduje externí součástky a je zapojen podle manuálu výrobce [13].

Další nezbytnou částí vstupních obvodů je přepět'ová ochrana. V návrhu byla zohledňována možnost ochrany před náhodným indukovaným napětím do vedení i možnost připojením nestandardního napětí na vstupní svorky úmyslně (sabotáž) či neúmyslně. Základní ochranu lze řešit pomocí zenerovy diody nebo transilu. Pro ochranu vstupních obvodů je vždy lepší řešení pomocí transilu z důvodu jeho konstrukce. Při přetížení transilu sice dojde k jeho nevratnému poškození, avšak vždy dojde ke zkratování jeho vývodů místo jejich přerušení jako v případě zenerovy diody. Tato vlastnost transilu téměř vždy zaručí ochranu připojených obvodů. Dalším prvkem ochrany je dioda zapojená ve směru protékajícího proudu senzorem smyčkou. Jako poslední prvek ochrany je použita vratná pojistka typu polyswitch. Tato pojistka slouží k ochraně transilu před vyššími proudy. Hlavní výhodou této pojistky je ochrana obvodu před vyšším proudem bez nutnosti její výměny. Pojistka obsahuje speciální polymer s uhlíkovými vlákny. V normálním (nepřetíženém) stavu má pojistka téměř nulový odpor. Při přetížení dojde k přerušení uhlíkových vláken a ke skokovému nárůstu odporu o několik řádů a tím k rozpojení obvodu. Pro uvedení pojistky opět do vodivého stavu je nutné odpojení od zdroje, protože pro zachování „rozepnutého“ stavu po přetížení stačí i minimální proud.

Celkové obvodové řešení výstupních obvodů je zobrazeno na obrázku 16. Navrhovaná zabezpečovací ústředna bude mít k dispozici 10 vstupů pro připojení senzorů. Sensory budou připojovány třídrátově – napájení, společná zem a napájení smyčky (vstup obvodu MC33972) ke svorkovnicím X1 – X4. Všechny tyto smyčky jsou chráněny 12V transilem, a vratnou pojistkou o hodnotě limitního proudu 140mA (v současné době nejnižší hodnota pojistky k dostání na trhu). Dále zapojení obsahuje 4 vnitřní smyčky pro potřeby ústředny (snímač otevření krytu ústředny aj.).

Napájecí větev senzorů je chráněna 15V transilem a vratnou pojistkou 750mA. Obvod MC33972 [7] a A/D převodník TLC549 [13] jsou zapojeny podle doporučení výrobce a připojení k modulu Rabbit 3365 je realizováno pomocí dvou sériových portů podporujících SPI komunikaci. Obvod MC33972 je připojen k portu D a A/D převodník TLC549 k portu C.



Obrázek 16 Obvodové řešení pro připojení vstupních senzorů

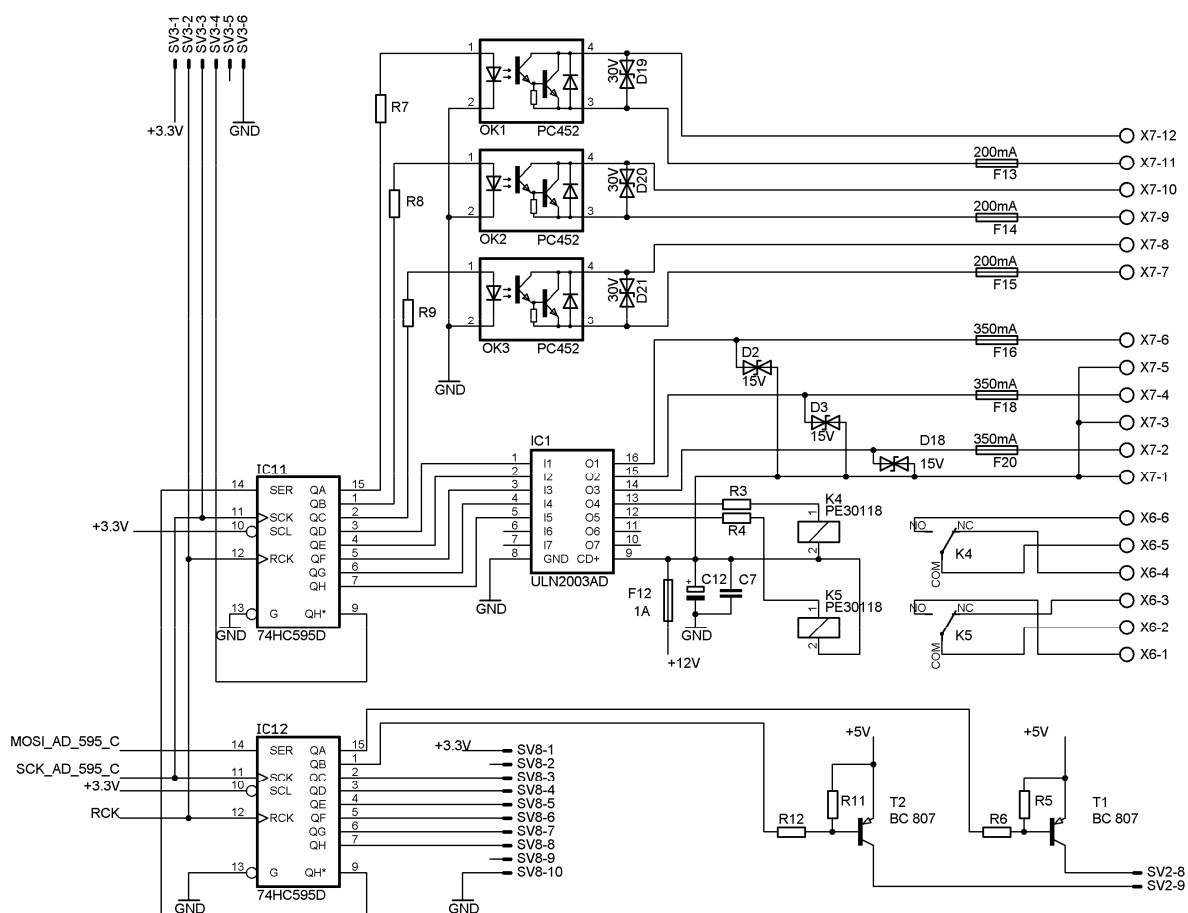
### 5.2.4 Obvodové řešení ovládání výstupů

Při řešení této obvodové části bylo nutno připojit větší množství výstupů při současném minimálním počtu použitých vývodů modulu Rabbit 3365. Dále byla zohledněna možnost připojení přídatných modulů, umožňujících rozšíření počtu uživatelských výstupů. Pro tento účel byl vybrán obvod 74HC595 [11]. Jedná se o osmibitový paměťový registr, který zajišťuje převod vstupních sériových dat na jeho paralelní výstup. Zároveň obsahuje i sériový výstup, což umožňuje teoreticky libovolný počet těchto obvodů zapojených do série. Obvod komunikuje opět po

rozhraní SPI a k modulu Rabbit je připojen na stejný sériový port (C), jako A/D převodník TLC1549. K řízení výběru obvodu se kterým bude komunikováno slouží u A/D převodníku signál CS (enable). U obvodu 74HC595 však signál enable použít nelze (výstupy přechází do stavu vysoké impedance a nebylo by možné současné sepnutí výstupů a komunikace s A/D převodníkem) a je nutno, aby byl obvod v aktivním režimu celou dobu provozu zabezpečovací ústředny. K řízení obvodu 74HC595 je použit signál ST\_CP (storage register clock) sloužící pro převod logických úrovní ze sériového registru na výstup. Při tomto zapojení sériový registr obvodu 74HC595 reaguje i na signál SCK pro A/D převodník a hodnoty v jeho sériovém registru se mění podle aktuální hodnoty signálu MOSI sériového portu C. Toto však nemá vliv na výstupy obvodu 74HC595, změnu výstupu způsobíme pouze signálem ST\_CP (provedeme po nastavení požadovaných dat do sériového registru). Pro sériové řazení těchto obvodů (zvýšení počtu paralelních výstupů) je využít sériový výstup QH\*, který je připojen na sériový vstup následujícího obvodu. Výstup QH\* odesílá „přetékající“ bity z posuvného registru obvodu. V zapojení dvou obvodů je tak nutno odeslat, pro nastavení všech výstupů, 16 bitů. Přičemž prvních 8 bitů bude načteno do kaskádně zapojeného obvodu 74HC595 a dalších 8 bitů do obvodu přímo připojeného k sériovému kanálu modulu Rabbit. Analogické je zapojení více obvodů.

Na základní desce jsou použity celkem dva obvody 74HC595. První je určen pro vnitřní výstupy ústředny (LED indikace, podsvícení, napájení LCD) a druhý pro uživatelské výstupy. Dva vnitřní výstupy jsou posíleny tranzistory. Další uživatelské výstupy jsou navíc posíleny integrovaným obvodem ULN2003A, respektive optočleny. Navržené schéma výstupní části je zobrazeno na obrázku 17. Osm uživatelských výstupů je rozděleno na dva reléové výstupy pro možnost spínání síťového napětí, tři výstupy 12V/350mA řešené tranzistorovým polem ULN 2003A [12] a tři výstupy s možností spínání uživatelských zařízení (s vlastním napájením) řešenými optočleny PC452. Optočleny mohou spínat maximálně 30V/170mA [14]. Obvod ULN2003A v sobě integruje reverzně zapojené diody, není tak potřeba jejich externí připojení při potřebě spínání zátěže indukčnostního charakteru. Výstupní obvody jsou podobně jako vstupní chráněny transilem a

vratnou pojistkou. Pro připojení přídatného výstupního obvodu bude sloužit konektor SV3.

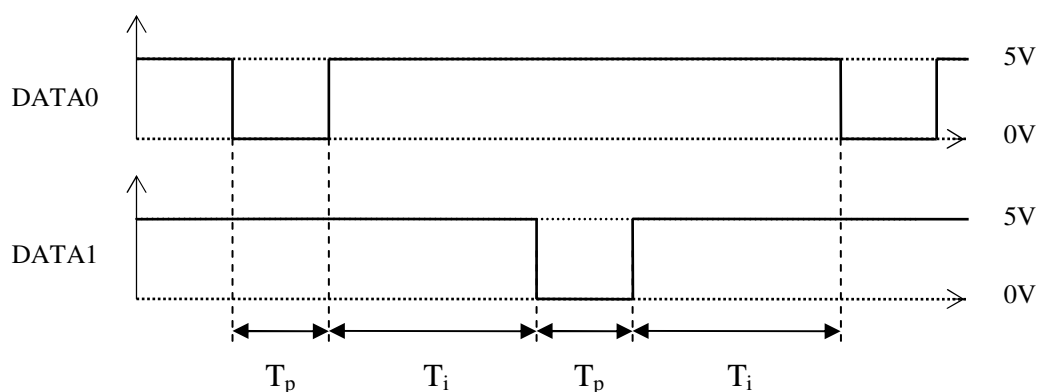


**Obrázek 17** Obvodové řešení výstupních obvodů

Hodnoty použitých součástek jsou: Odpory  $R3, R4, R7, R8, R9 = 220\Omega$ ,  $R6, R12 = 1k\Omega$ ,  $R5, R11 = 10k\Omega$ , pojistky  $F13-F15 = 200mA$ ,  $F16-F20 = 350mA$ ,  $F12 = 1A$ , transily  $D2, D3, D18 = 15V$ ,  $D12-D20 = 30V$ . Kondenzátory  $C12 = 330\mu F$  (tantalový),  $C7 = 100nF$  (keramický). Tranzistory  $T1, T2 = BC 807$  a relé  $K4, K5$  5V s přepínacím kontaktem.

### 5.2.5 Obvodové řešení rozhraní Wiegand

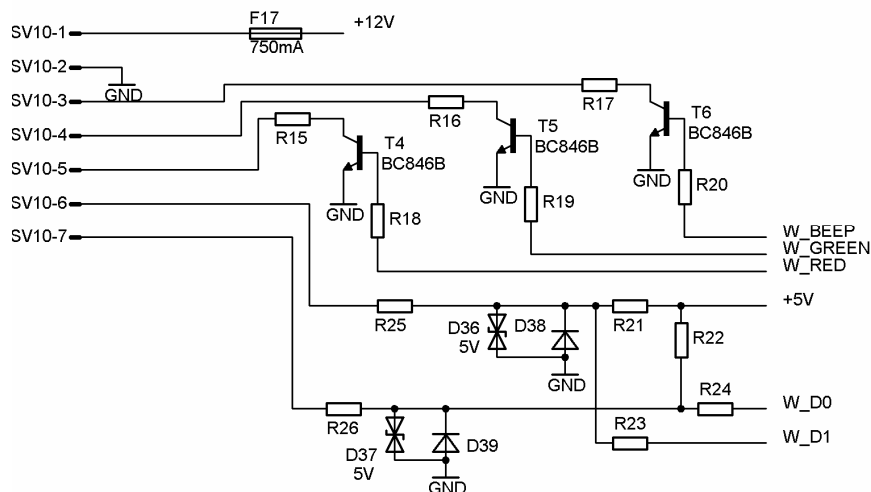
Při návrhu bylo vycházeno z parametrů rozhraní Wiegand [22]. Jeho fyzická vrstva je tvořena dvěma komunikačními vodiči DATA0, DATA1 a signálovou zemí GND. Data jsou přenášena tak, že signál DATA0 slouží pro přenos logické úrovně 0 a DATA1 logické úrovně 1. V klidovém stavu je na obou vodičích napětí 5V. Při komunikaci jsou signály DATA0 a DATA1 spínány ke GND, kdy každý puls znamená 1 bit vysílané sekvence dat. Časový průběh komunikace je zobrazen na obrázku 18.



**Obrázek 18 Časový průběh komunikace rozhraní Wiegand**

Šířka pulzu  $T_p$  a intervalu mezi pulzy  $T_i$  není pro zařízení pevně definovaná a může se pohybovat v rozmezí 20-100  $\mu\text{s}$  pro  $T_p$  a 0,2 ms - 20 ms pro  $T_i$ .

Při HW návrhu bylo nutné navrhnout co nejjednodušší připojení tohoto rozhraní k modulu Rabbit i z hlediska SW zpracování přenášených dat (samotný protokol je pak nutné realizovat programově). Z důvodu přesně nedefinovaného časového průběhu, bylo jako nejjednodušší řešení zvoleno připojení signálu DATA0 a DATA1 k externím přerušením modulu Rabbit. Do návrhu byly také zahrnuty tři výstupní signály pro indikaci komunikace pomocí Led a zvukové signalizace (W\_Green, W\_Red, W\_Beep). Celkové schéma obvodového řešení pro rozhraní wiegand je zobrazeno na obrázku 19.

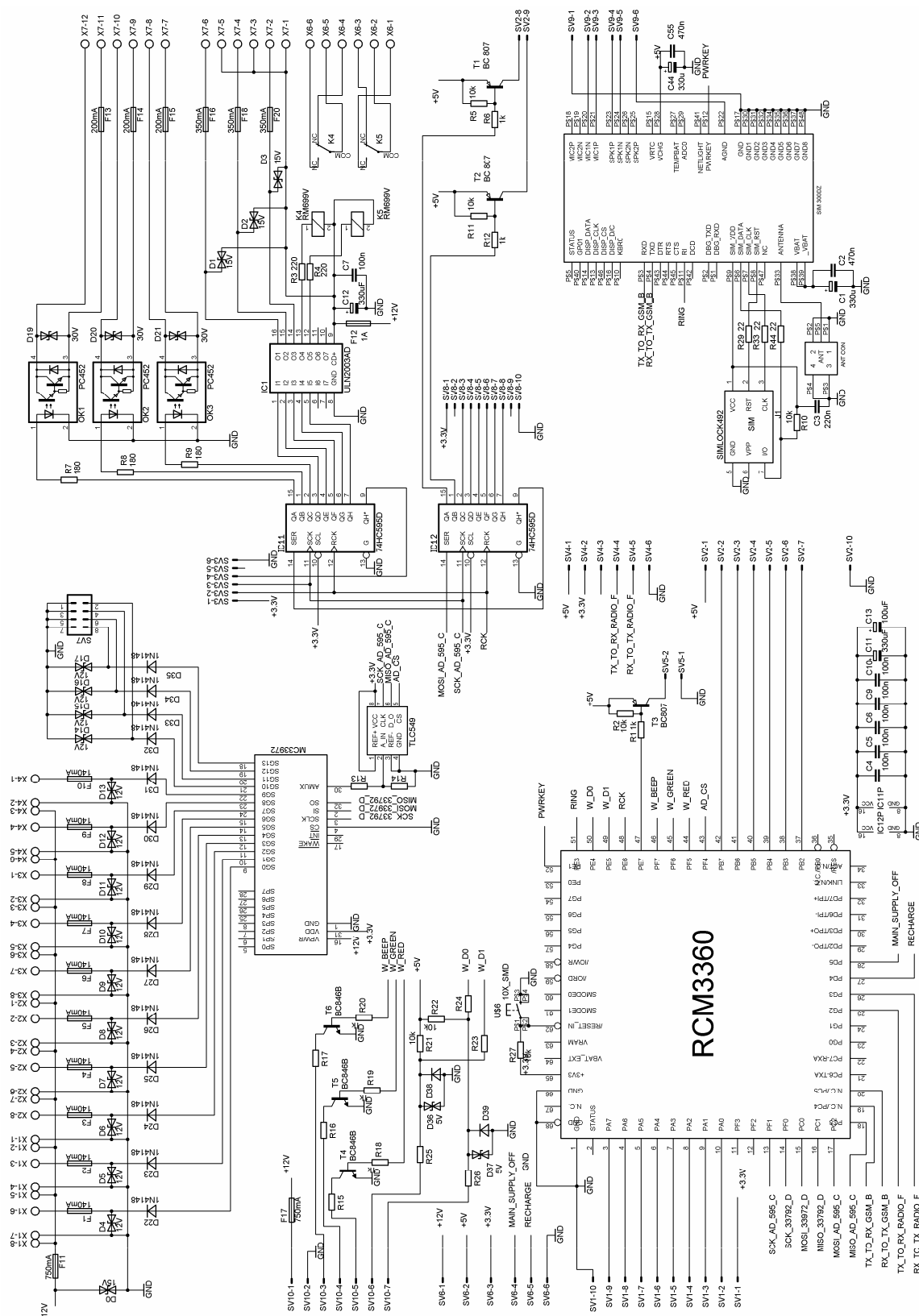


**Obrázek 19** Obvodové řešení rozhraní Wiegand

Konektor pro připojení zařízení obsahuje celkem 7 vodičů a kromě samotné komunikace zabezpečuje i napájení a signalizaci pro připojené zařízení. Signály DATA0 a DATA1 mají na vstupu přepětřovou ochranu tvořenou 5V transilem (D36 a D37) a diodou 1N4148 (D38 a D39). Napájení připojeného zařízení je chráněno vratnou pojistkou F17 o hodnotě 750mA. Výstupy jsou spínány tranzistory BC846 (T4-T5). Hodnoty odporů jsou  $R15-R17 = 220\Omega$ ,  $R18-R19 = 1k\Omega$ ,  $R23-R26 = 100\Omega$ ,  $R21-R22 = 10k\Omega$ .

### 5.2.6 Celkové obvodové řešení základní desky ústředny

Celkové schéma základní desky ústředny včetně připojeného modulu Rabbit 3365 je zobrazeno na obrázku 20. Z komponent, které nebyly zmíněny v předchozích kapitolách schéma obsahuje pouze blokovací kondenzátory C4-C8 připojované k napájecím vývodům jednotlivých integrovaných obvodů. Dále obsahuje resetovací tlačítko a posílení jednoho výstupu modulu Rabbit tranzistorem T3. Tento posílený výstup je vyveden na svorku SV3, která slouží k připojení vnitřní zvukové signalizace.



Obrázek 20 Celkové schéma základní desky úřadny

### 5.3 OBVODOVÉ ŘEŠENÍ NAPÁJECÍHO ZDROJE

Tato kapitola se zabývá konkrétním řešením napájecího zdroje pro navrhovanou zabezpečovací ústřednu.

#### 5.3.1 Požadavky na napájecí zdroj

Základní funkcí zdroje, je zajištění trvalého napájení zabezpečovací ústředny i při výpadku síťového napětí, přepnutím na záložní baterii.

Zdroj musí zajistit příslušná napájecí napětí pro všechny obvody základní desky ústředny i pro případně připojené externí komponenty (senzory, přídavné moduly, uživatelské výstupy). Zdroj bude poskytovat napětí o úrovních 12V, 5V a 3,3V. Tyto napěťové úrovně vycházejí z požadavků jednotlivých komponent zabezpečovací ústředny a jejich periferií. Z těchto požadavků vychází i další parametr, kterým je výkon zdroje. Napájecí nároky jednotlivých komponent jsou zobrazeny v tabulce 5. Hodnoty vycházejí z dokumentace výrobců jednotlivých komponent. U hodnot spotřeby proudu byla brána vždy nejvyšší průměrná hodnota, pokud byla uvedena. Hodnoty pro senzory a výstupy vycházejí z parametrů navržené základní desky zabezpečovací ústředny v předchozí kapitole. Z tabulky vyplývá, že zdroj by měl poskytovat, při maximálním zatížení, výkon 22,92 W .

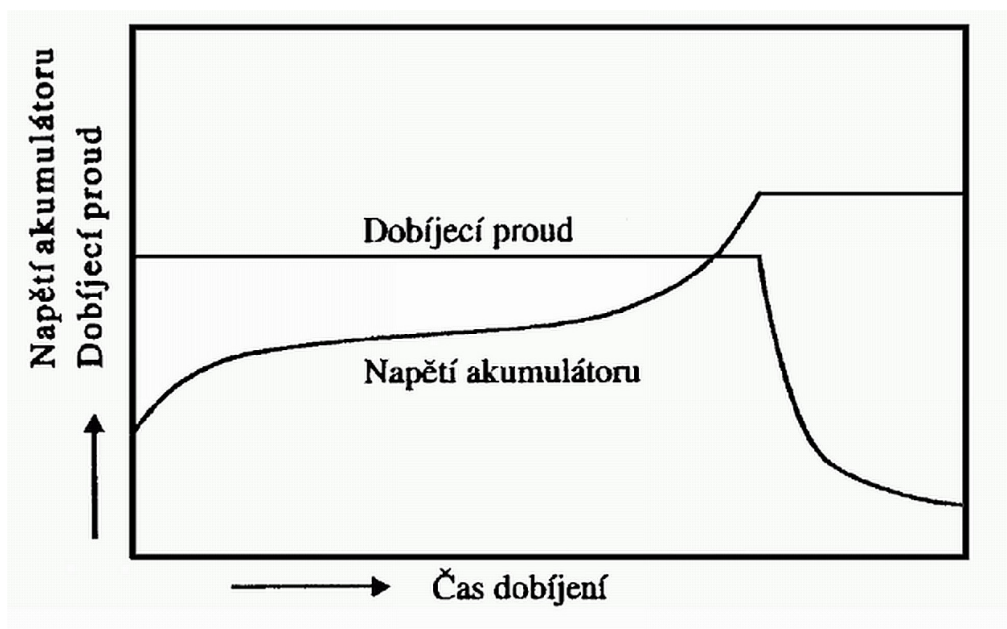
**Tabulka 5 Napájecí nároky použitých komponent**

Zařízení	U [V]	Spotřeba[mA]	Spotřeba[W]
Rabbit 3365	3,3	250	0,82
Sim340DZ	5	550	2,75
LCD včetně podsvícení	5	22,5	0,1
Podsvícení klávesnice	3,3	200	0,66
Logické obvody	3,3	75	0,25
MC33972	12	28	0,34
Senzory, výstupy	12	1500	18

Celkem	22,92W
--------	--------

### 5.3.2 Nabíjení olověného akumulátoru

Jako záložní zdroj byl zvolen hermeticky uzavřený olověný akumulátor o jmenovitém napětí 12V značky LONG. Tyto akumulátory lze nabíjet buď konstantním proudem nebo konstantním napětím. Uvádí se, že tyto akumulátory by měli být ideálně nabíjeny zdrojem konstantního napětí s omezením maximálního proudu [5] z důvodu bezobsluhového a bezpečnějšího nabíjecího procesu. Graf nabíjení olověného akumulátoru při konstantním napětím s omezením proudu je zobrazen na obrázku 21. Při současném omezení maximálního nabíjecího napětí a proudu, není nutno hlídat dobu nabíjení a v zařízeních se záložními akumulátory je doporučováno trvalé nabíjení [5]. Tento případ platí i pro navrhovanou zabezpečovací ústřednu. Nabíjecí napětí v případě kontinuálního nabíjení je uváděno 13,65V [5], výrobce zvoleného akumulátoru uvádí rozpětí 13,5-13,8V. V cyklickém režimu je pak nabíjecí napětí obecně 14,65V [5] a výrobcem udávané rozpětí 14,4-15V.

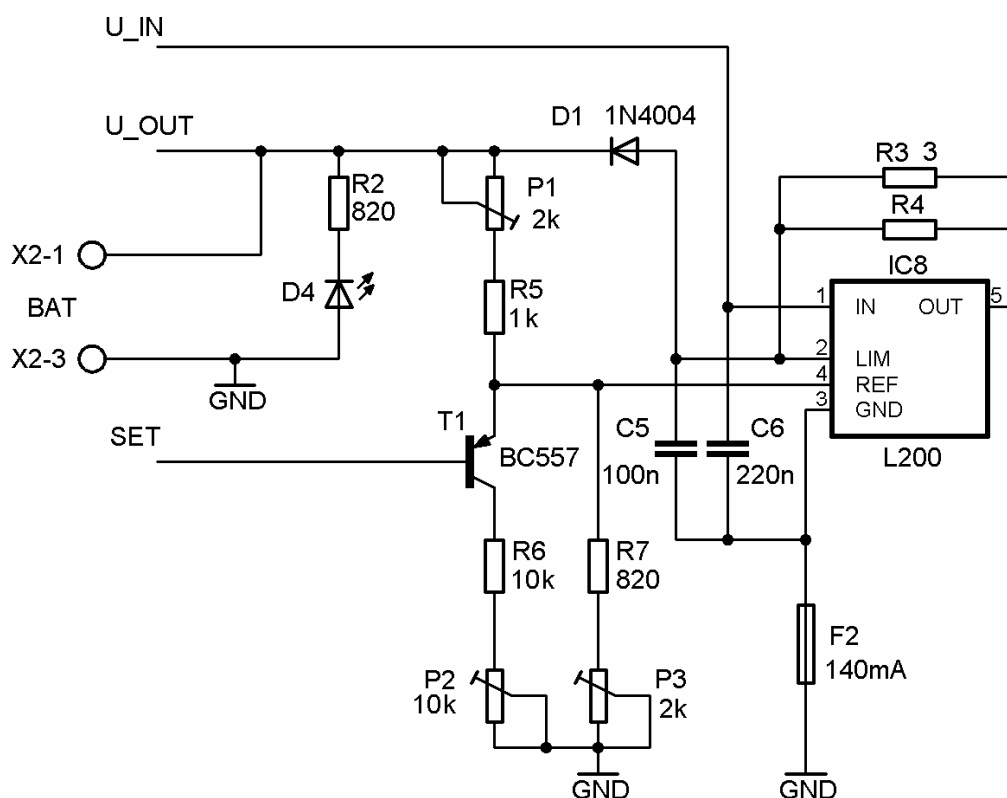


Obrázek 21 Nabíjení olověného akumulátoru konstantním napětím s omezením proudu [8]

Maximální nabíjecí proud udává výrobce např. pro akumulátor 12V/1,3Ah 360mA. Vzhledem k tomu, že v dané aplikaci nejsou kladeny nároky na rychlost nabíjení, akumulátor může být dobíjen menším proudem delší dobu. Tímto „šetrnějším“ nabíjením docílíme prodloužení životnosti akumulátoru. Pro danou aplikaci byl zvolen nabíjecí proud 150mA.

### 5.3.3 Obvodové řešení nabíjecího obvodu

Jako obvod zajišťující dobíjení akumulátoru byl vybrán lineární regulátor napětí s nastavení výstupního napětí a omezení výstupního proudu. Obvod byl vybrán z důvodu jednoduchého zapojení a nízké ceny. Schéma zapojení nabíjecí části je zobrazeno na obrázku 22. Toto zapojení vychází ze zapojení doporučené výrobcem a je doplněno o několik dalších součástek.



Obrázek 22 Obvodové řešení nabíjecí části

Napájecí napětí pro obvod L200 [23] je přiváděno na vstup  $U_{IN}$ . Navržené zapojení umožňuje nabíjení dvojitým napětím, napětím pro cyklický režim a pro režim kontinuální. To je přepínáno pomocí logické úrovně, přiváděné na vstup SET. Napěťové úrovně jsou nastaveny vhodnou kombinací odporů  $R_5$ ,  $R_6$  a  $R_7$ , každý doplněný trimrem pro možnost přesného nastavení. Výstupní napětí je dáno rovnicí, která vznikne úpravou rovnice z manuálu výrobce [23] ( podle použitých součástek ). Pro kontinuální režim (log 1 na vstupu SET) platí rovnice 1, další úpravou této rovnice pro cyklický režim dostaneme rovnici 2 (log 0 na vstupu SET, paralelně k odporu  $R_7$  a  $P_3$  připojen odpor  $R_6$  a  $P_2$ ). Proudové omezení je nastaveno odpory  $R_3$  a  $R_4$  a jejich hodnota se řídí rovnicí 3.

$$U_{out} = U_{ref} \left( 1 \cdot \frac{R_5 + P_1}{R_7 + P_3} \right) \quad (1)$$

Dosazením konstanty  $U_{ref} = 2,75V$  udávanou výrobcem, zvolené hodnoty  $R_7 + P_3 = 1200\Omega$  a požadovaného výstupního napětí  $13,65V$  dostáváme hodnotu odporů  $R_5 + P_1 = 2166\Omega$ .

$$U_{out} = U_{ref} \left( 1 \cdot \frac{R_5 + P_1}{(R_6 + P_2) \parallel (R_7 + P_3)} \right) \quad (2)$$

Úpravou vzorce a dosazením výstupního napětí  $14,65V$  a předchozích hodnot odporů dostáváme  $R_6 + P_2 = 16362\Omega$  a můžeme zvolit hodnoty odporů  $R_5 = 1K\Omega$ ,  $P_1 = 2k\Omega$ ,  $R_7 = 820\Omega$  a  $P_3 = 2k\Omega$ ,  $R_6 = 10K\Omega$ ,  $P_2 = 10k\Omega$ .

Pro nastavení omezení proudu z regulátoru použijeme rovnici 3.

$$I_{lim} = \frac{V_{5-2}}{R} \quad (3)$$

Po dosazení  $V_{5-2} = 0,45V$  z dokumentace výrobce a požadované hodnoty proudu  $150mA$  dostáváme  $R = 3\Omega$ . Volíme  $R_3 = 3\Omega$ ,  $R_4$  neosazen.

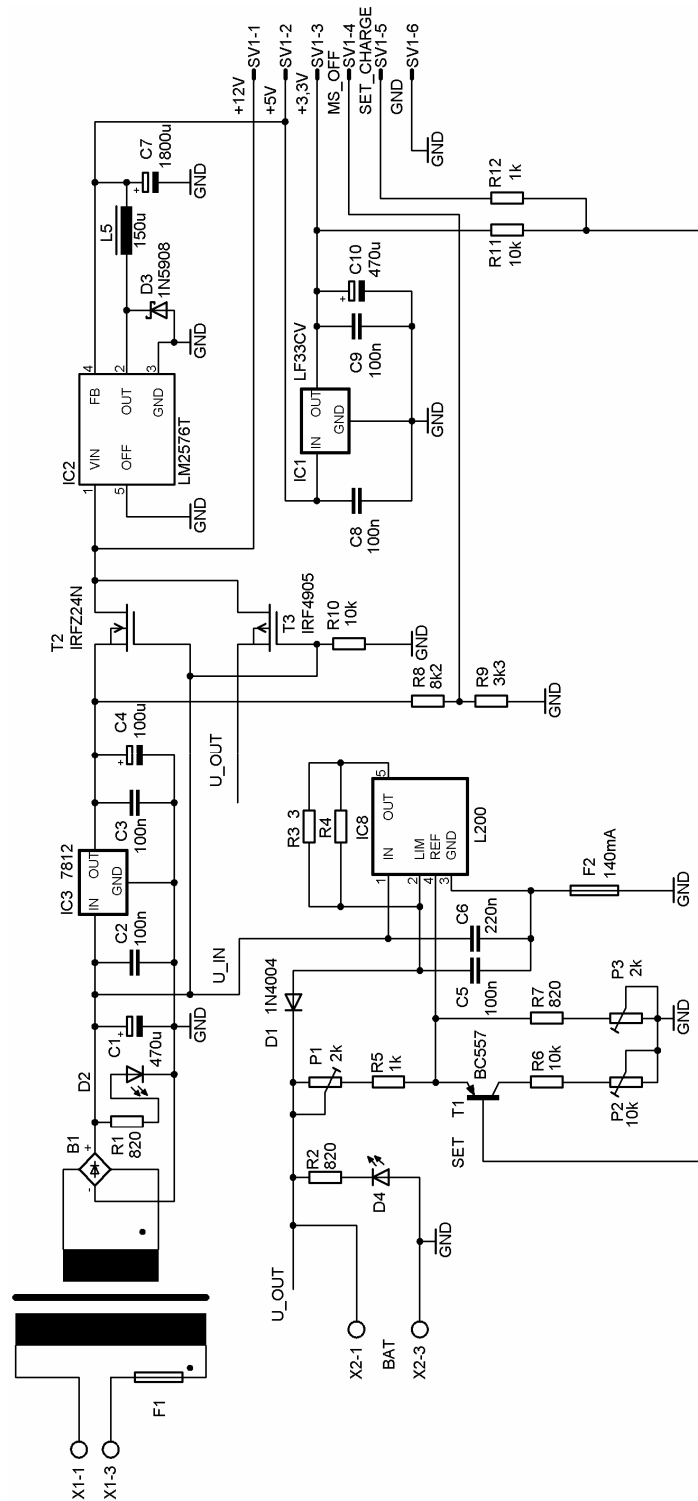
Dále je v zapojení použita dioda D1 sloužící k zabránění pronikání proudu zpět do obvodu L200 při napájení z baterie. K připojení baterie slouží svorky X2. Dioda D2 signalizuje připojení akumulátoru opačnou polaritou a pojistka F2 chrání obvod L200 při přepólování. Posledním nezbytným prvkem podle dokumentace výrobce jsou blokovací kondenzátory C5 a C6.

### 5.3.4 Obvodové řešení zdroje

Řešení bylo zvoleno s ohledem na požadavky napájených obvodů. Při napájení ze sítě byl vybrán transformátor 230/15V o výkonu 33VA. Úprava usměrněného napětí z transformátoru na 12V je zajištěna lineárním regulátorem napětí 78T12 [16]. Bylo přihlíženo k dobré účinnosti zdroje při napájení z baterie. Z tohoto důvodu byl pro úpravu napětí z 12V na 5V použit spínaný regulátor LM2576 s účinností při plném zatížení 77% [15]. Pro úpravu napětí z 5V na 3,3V je již použit lineární stabilizátor LF33CV.

Dalším požadavkem bylo zajištění přepnutí napájení, při výpadku síťového napětí, na napájení ze záložní baterie. Nejjednodušší řešení použitím usměrňovací diody není příliš vhodné. Při této variantě nastává několik problémů. Prvním a největším je “únik” proudu při nabíjení akumulátoru. Toto způsobí zvýšení napětí na nezátíženou 12V větev až na nabíjecí napětí – 0,7V (úbytek napětí na diodě) a na zatíženou 12V větev, proudem větším než je nabíjecí proud (150mA), znemožní úplné dobití akumulátoru (uniká veškerý proud produkovaný obvodem L200). Dalším problémem je nutnost použití další diody k oddělení výstupu stabilizátoru 7812 a bodu připojení akumulátoru. Pokud toto není provedeno, dochází při nezátíženou 12V větev k pronikání proudu do výstupu obvodu 7812. Při výpadku napájecího napětí je tento efekt ještě větší a dojde k nadměrnému zahřívání obvodu 7812. Posledním problémem je úbytek napětí na diodě připojující akumulátor, což způsobuje zbytečné ztráty. Řešení, které bylo navrženo, využívá dvou MOSFET tranzistorů, kdy jeden (typ N) spíná výstup stabilizátoru 7812 a druhý (typ P) zajistí připojení baterie. Signálem řídicí tranzistory je usměrněné napětí před obvodem 7812. Tranzistory typu MOSFET se vyznačují minimálním odporem v otevřeném stavu. Byly použity tranzistory IRFZ24N [19] (typ N) a IRF4905 [20] (typ P) s odporem otevřeného

kanálu  $0,07\Omega$  respektive  $0,02\Omega$ . Doba sepnutí a rozeptnutí tranzistorů se pohybuje v řádu desítek ns. Celkové schéma zdroje včetně dobíjení, je na obrázku 23.



Obrázek 23 Celkové schéma napájecího zdroje

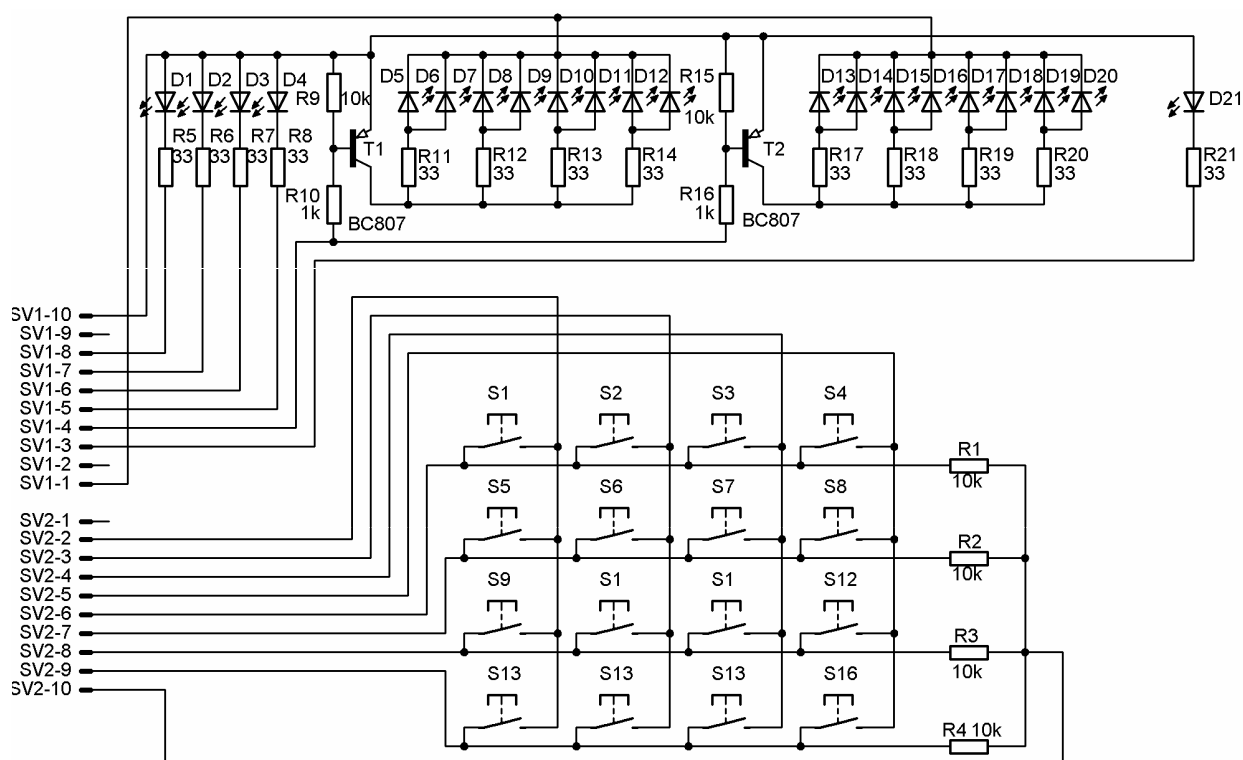
Použité stabilizátory 7812, LM2576T a LF33CV jsou v zapojení doporučeném výrobcí [15], [16], [17]. Odporů T8 a R9 tvoří napěťový dělič o napětí na R9 3,3V při napájení ze sítě a 0V při napájení z baterie. Toto slouží k signalizaci stavu napájení ústředně. Konektor zdroje, připojovaný k zabezpečovací ústředně obsahuje celkem 6 signálů – Napěťové větve 12V, 5V a 3,3V, signál „MS\_OFF“ „určující napájení z baterie nebo ze sítě, signál „SET\_CHARGE“ řídící nabíjecí obvod a signál GND.

## 5.4 ŘEŠENÍ KLÁVESNICE A LCD DISPLEJE

Ovládání zabezpečovací ústředny a její signalizace uživateli bylo navrženo pomocí maticové klávesnice s podsvícením, LCD displeje 2×16 znaků a čtyřech signálních LED. V následujících podkapitolách budou jednotlivá řešení popsána podrobně.

### 5.4.1 Klávesnice

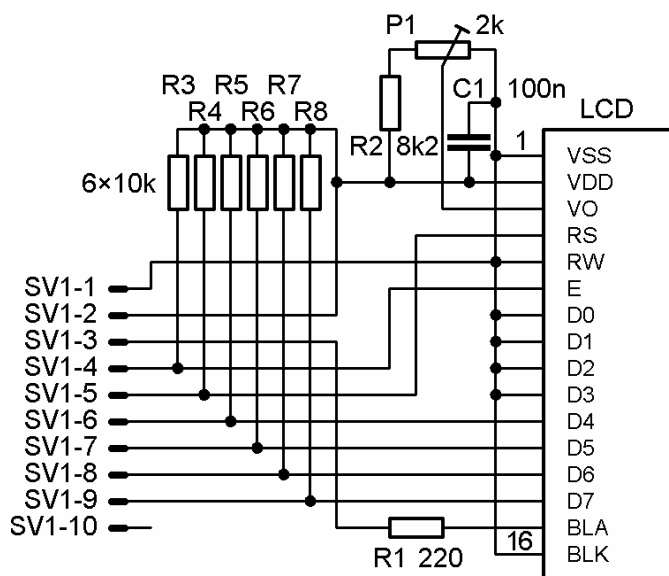
Pro klávesnici byl zvolen vlastní návrh z důvodu přizpůsobení klávesnice požadavkům zabezpečovací ústředny. Mezi tyto požadavky patří kromě standardních číselných kláves i klávesy pro speciální funkce (Menu, šipky, tlačítko pro rychlé zastřežení aj.). Dalším požadavkem je podsvícení klávesnice. Na desku klávesnice byly umístěny i čtyři indikační LED diody. Schéma klávesnice včetně indikace je zobrazeno na obrázku 24. Klávesnice obsahuje celkem 16 kláves v maticovém zapojení. Podsvícení je řešeno pomocí LED diod D5 - D21 spínaných tranzistory T1 a T2. Dioda podsvícení D21 je spínána samostatně a zajišťuje podsvícení červenou barvou jednoho tlačítka pro doplňkovou signalizaci. Například stavu napájení z baterie, kdy podsvícení klávesnice je vypnuto z důvodu úspory energie. K signalizaci stavu zabezpečovací ústředny slouží diody D1-D4. Připojení desky klávesnice zajišťují dva deseti pinové konektory SV1 a SV2. Konektor SV1 slouží k připojení vnitřních výstupů ústředny a je připojen ke konektoru SV8 ústředny. Konektorem SV2 je připojena vlastní klávesnice ke konektoru SV1 ústředny. Propojení je provedeno kříženým kabelem.



Obrázek 24 Zapojení klávesnice s podsvícením a signalizačními diodami

### 5.4.2 LCD displej

Pro zabezpečovací ústřednu byl vybrán znakový dvouřádkový LCD displej ATM1602B se standardním řadičem [18]. Pro úsporu vývodů modulu Rabbit 3365 je displej připojen pro režim čtyřbitové komunikace. Pro display byla navržena deska zajišťující redukci 16-cti vývodů displeje na 10-ti pinový konektor použitý na základní desce ústředny. Deska je kromě samotné redukce osazena několika součástkami pro LCD displej [18], podle doporučení výrobce. Schéma desky LCD displeje je zobrazeno na obrázku 25. Deska redukce je připojena pomocí kříženého kabelu ke konektoru SV1 základní desky ústředny.



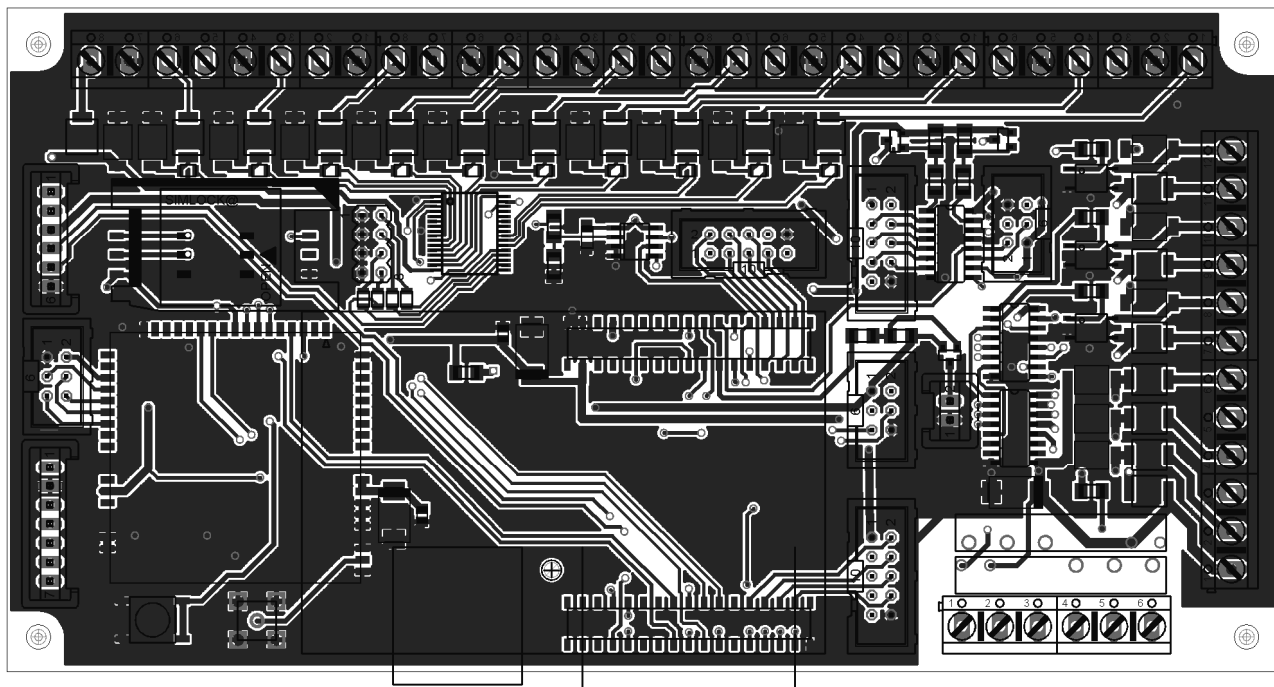
Obrázek 25 Zapojení redukce pro LCD displej

## 5.5 NÁVRH PLOŠNÝCH SPOJŮ

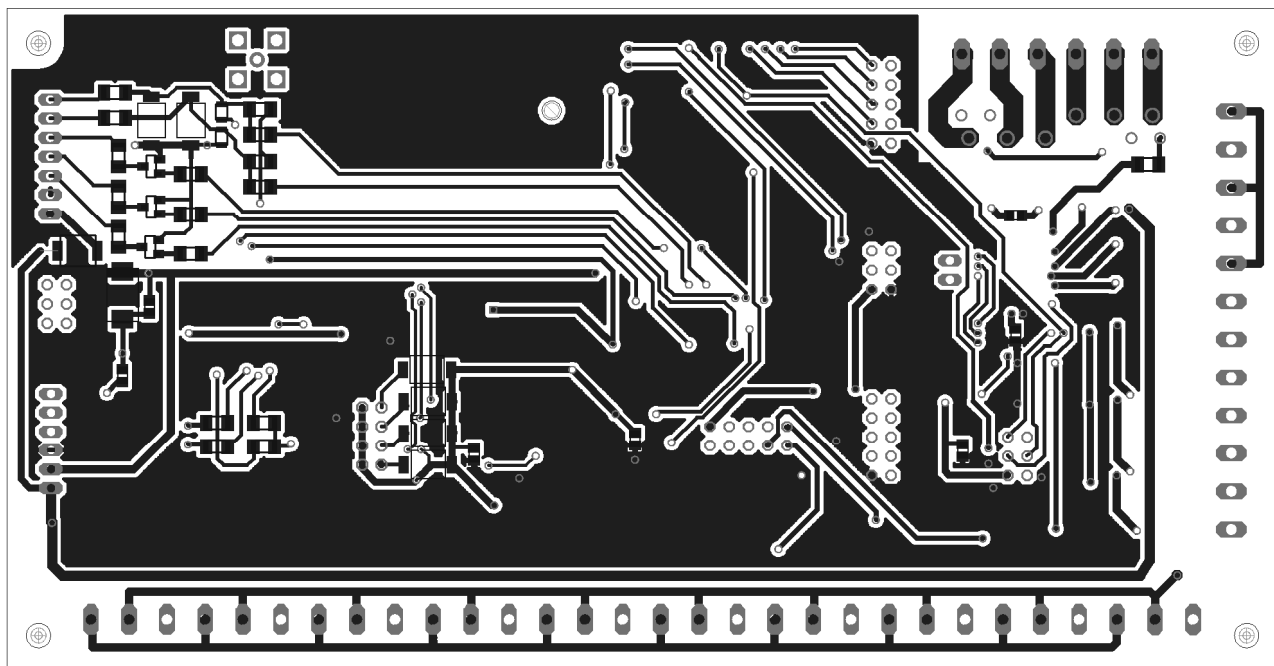
Plošné spoje byly navrhovány stejně jako schémata v programu Eagle. Všechny desky byly navrženy v oboustranném provedení z důvodu jejich složitosti. Desky byly navrhovány ručně – bez použití autorouteru.

Návrh plošného spoje základní desky ústředny včetně součástek je zobrazen na obrázku 26 (horní vrstva) a na obrázku 27 (spodní vrstva). Při návrhu byla snaha o umístění většiny součástek na horní vrstvu. Na spodní vrstvu byly umísťovány pouze blokovací kondenzátory integrovaných obvodů a celé řešení rozhraní Wiegand. Výplň horní vrstvy je spojena se signálem GND a spodní vrstvy s +3,3V. Na desce je umístěno celkem 5 montážních otvorů, 4 pro uchycení do montážní krabice a jeden pro uchycení modulu Rabbit, korespondující s montážním otvorem tohoto modulu.

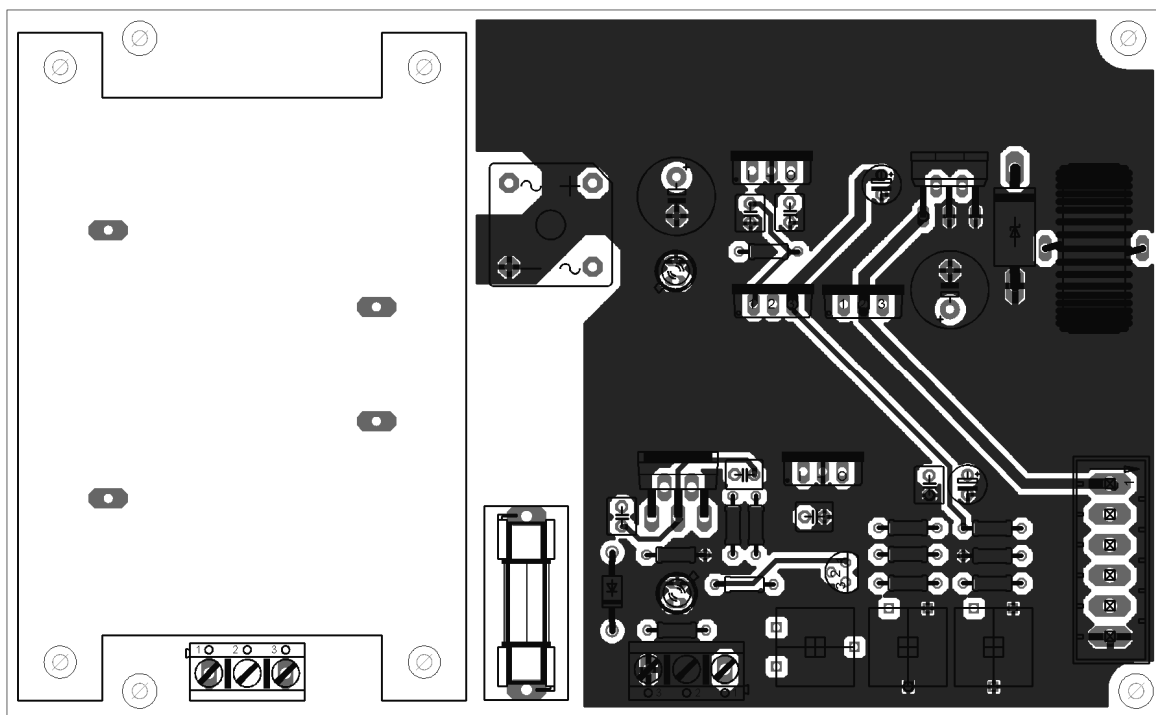
Navržený plošný spoj zdroje včetně součástek je zobrazen na obrázku 28 (horní vrstva) a 29 (dolní vrstva). Výplň horní vrstvy je spojena se signálem GND. V návrhu byl kladen důraz na dostatek prostoru pro umístění chladičů pro stabilizátory napětí. Prostor byl rozvržen na dvě části pro uchycení jednoho chladiče na dva stabilizátory. Deska má celkem 8 montážních otvorů, 4 pro uchycení do přístrojové krabice a 4 pro uchycení masivního transformátoru.



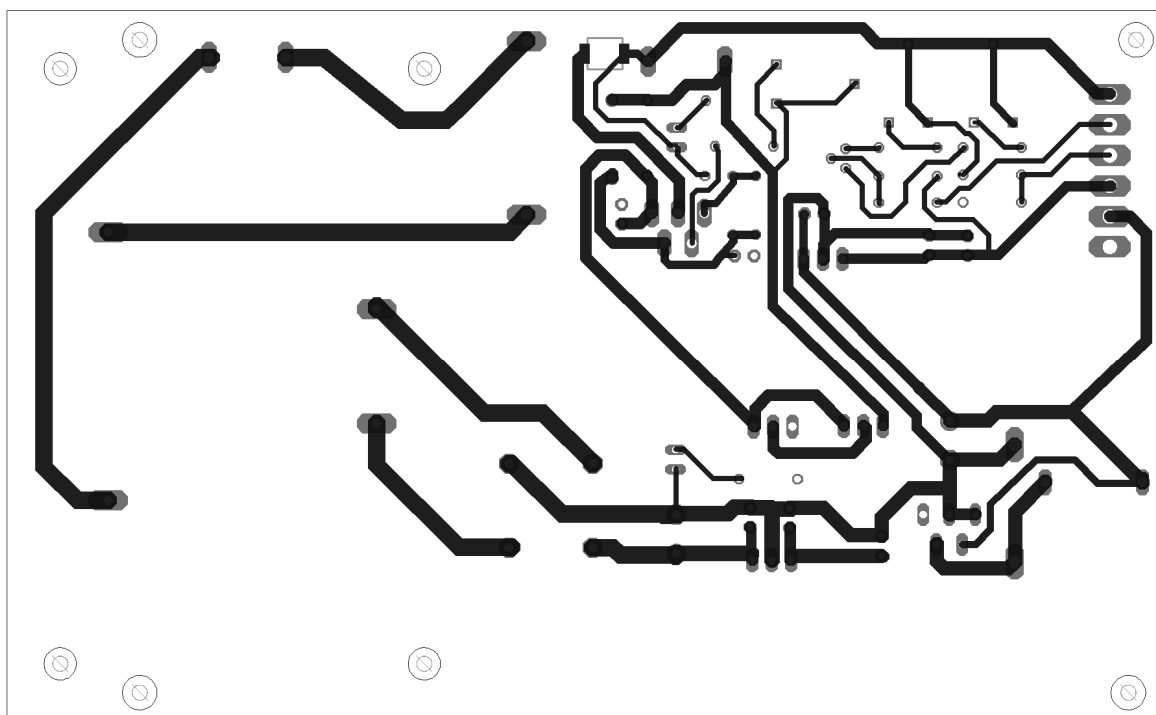
Obrázek 26 DPS Základní desky ústředny včetně součástek – horní strana



Obrázek 27 DPS Základní desky ústředny včetně součástek – spodní strana



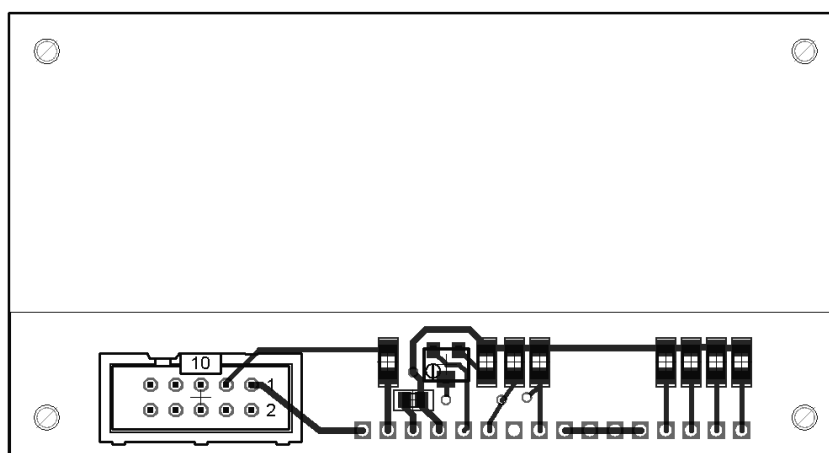
Obrázek 28 Plošný spoj zdroje včetně součástek – horní strana



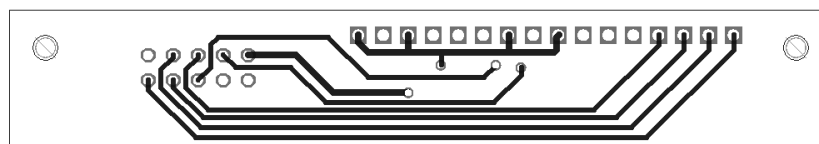
Obrázek 29 Plošný spoj zdroje – spodní strana

Plošný spoj redukce pro LCD displej je zobrazen na obrázku 30 (horní strana) a 31 (spodní strana). Obsahuje dva montážní otvory korespondující s otvory LCD displeje pro montáž k čelnímu panelu.

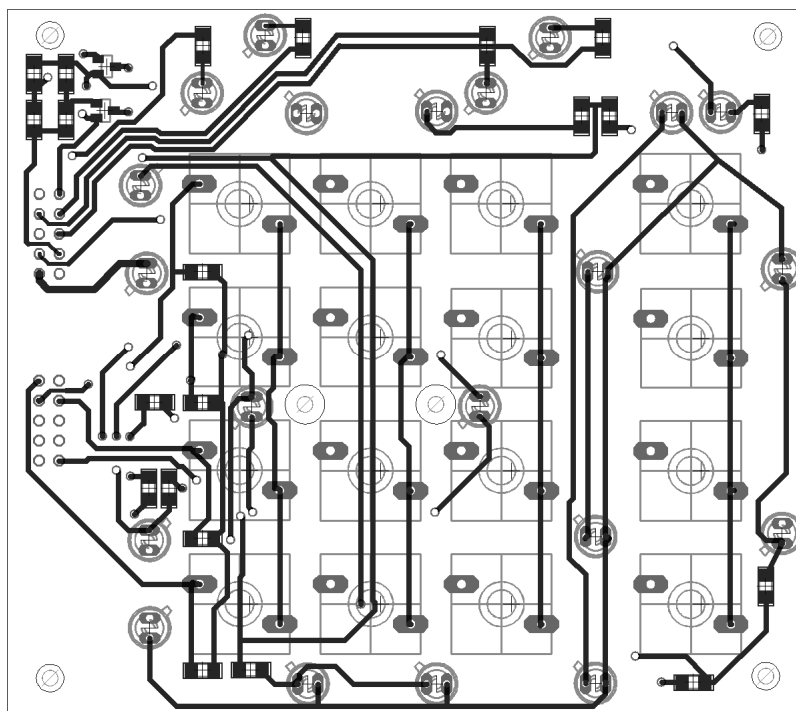
Plošný spoj klávesnice je zobrazen na obrázku 32 (horní strana) a 33 (spodní strana). Všechny součástky jsou umístěny na horní vrstvě, kromě obou konektorů. Tlačítka i diody byly umísťovány s ohledem na vhodný vzhled celku.



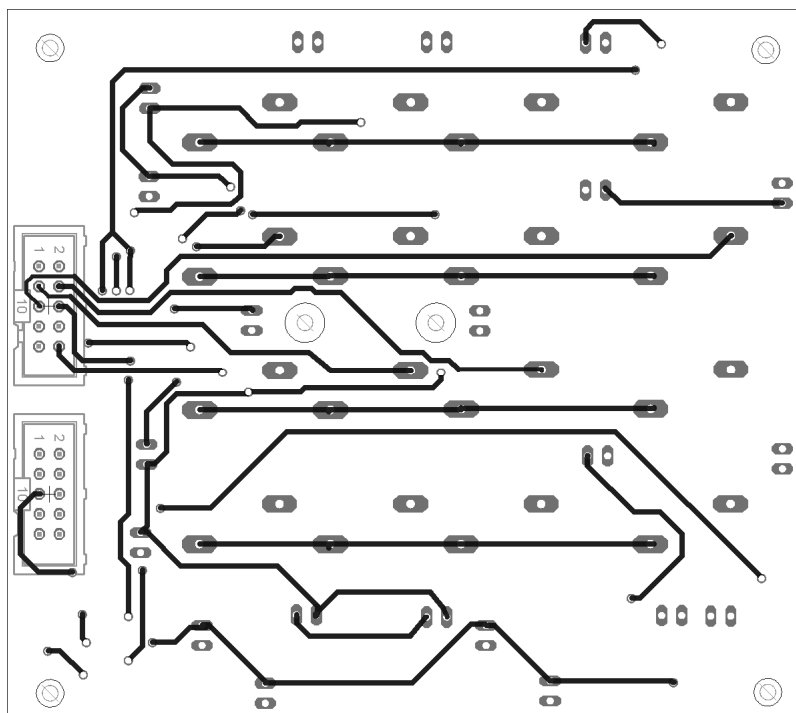
**Obrázek 30 Plošný spoj redukce pro LCD včetně součástek – horní strana**



**Obrázek 31 Plošný spoj redukce pro LCD – spodní strana**



Obrázek 32 Plošný spoj klávesnice včetně součástek – horní strana



Obrázek 33 Plošný spoj klávesnice včetně součástek – spodní strana

## 5.6 ZNAČENÍ SVOREK NAVRŽENÉ ÚSTŘEDNY

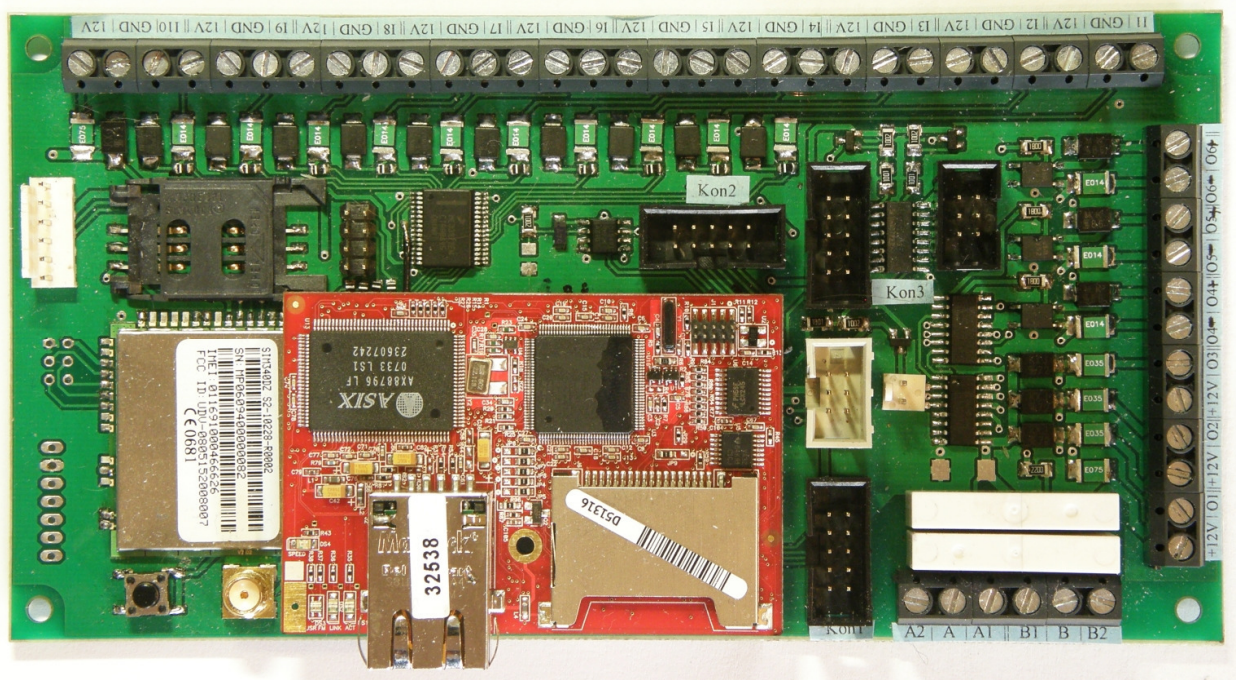
Značení jednotlivých vstupních a výstupních svorek, pro připojení senzorů a uživatelských zařízení jsou uvedeny v tabulce 6.

**Tabulka 6 Značení svorek ústředny**

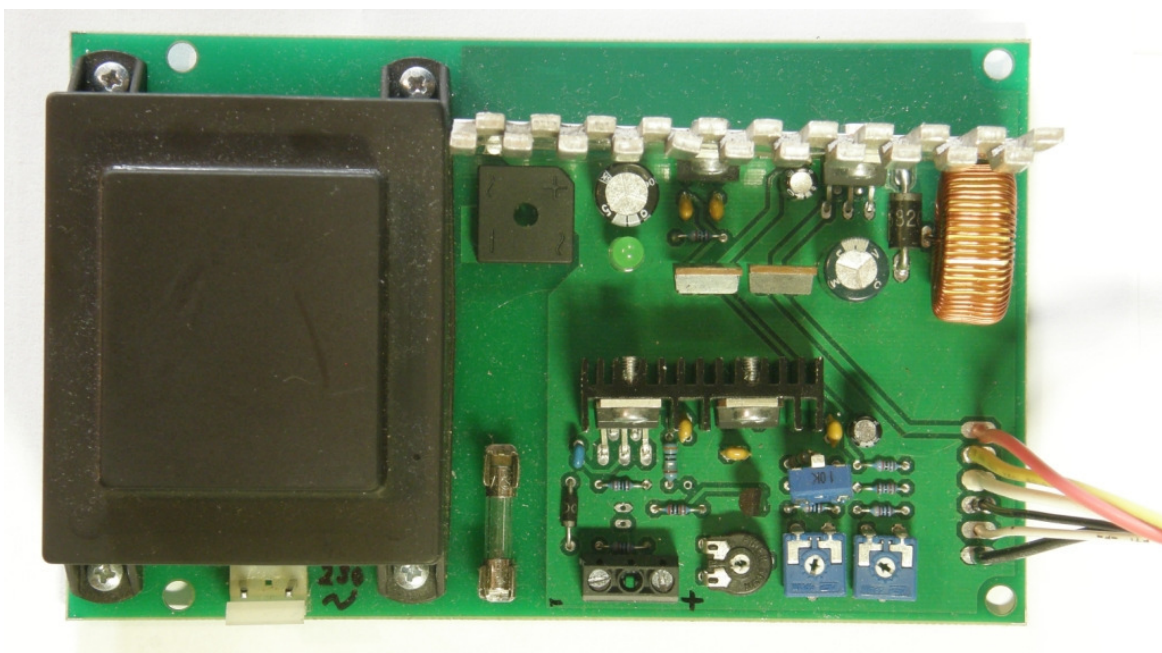
Označení	Význam
12V	Napájení připojených senzorů
GND	Napájecí zem pro připojení senzorů
I1-I10	Vstupy pro připojení vyhodnocovací smyčky senzoru. Připojeno k vývodům SG9-SG0 obvodu MC33972.
12V+	Napájení uživatelských výstupů
O1-O3	Uživatelské výstupy spínané ke GND. Spínání zajišťuje ULN2003a.
O4+ - O6+	Spínací uživatelské výstupy, svorka pro připojení kladného napětí. Spínání zajišťuje optočlen PC542
O4- - O6-	Spínací uživatelské výstupy, svorka pro připojení záporného napětí. Spínání zajišťuje optočlen PC542
A, A1, A2	Reléový výstup, přepínací kontakt. Svorka A značí středový kontakt relé, v klidovém stavu sepnutý ke svorce A1.
B, B1, B2	Reléový výstup, přepínací kontakt. Svorka B značí středový kontakt relé, v klidovém stavu sepnutý ke svorce B1.

## 6. REALIZACE

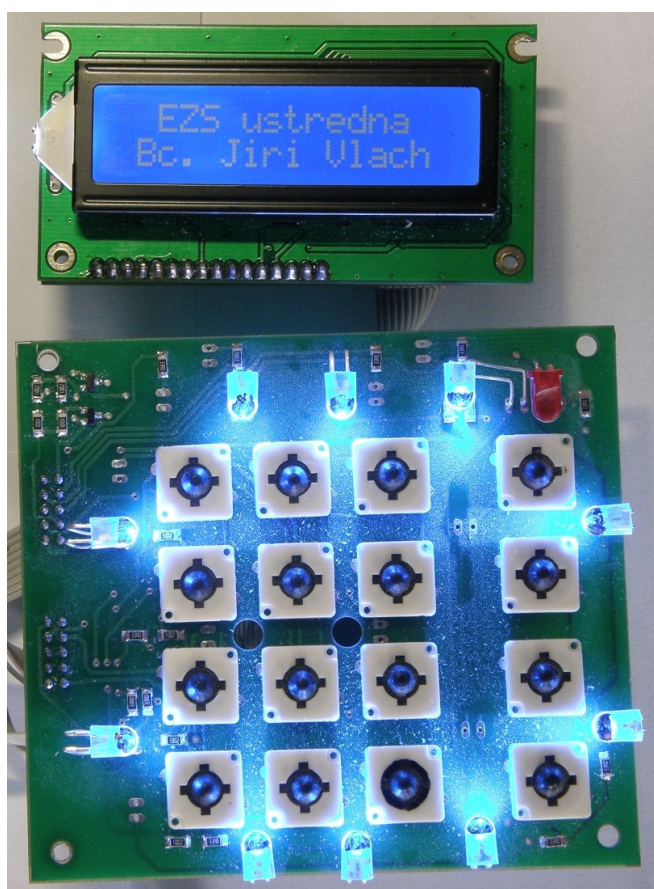
Tato kapitola prezentuje především obrazovou formou všechny zhotovené části navržené zabezpečovací ústředny. Na obrázku 34 je zobrazena osazená základní deska ústředny včetně modulu Rabbit 3365. Napájecí zdroj je zobrazen na obrázku 35. Obrázek 36 pak zobrazuje LCD displej a osazenou desku klávesnice v činnosti.



Obrázek 34 Základní deska realizované ústředny včetně modulu Rabbit 3365



Obrázek 35 Osazená deska zdroje

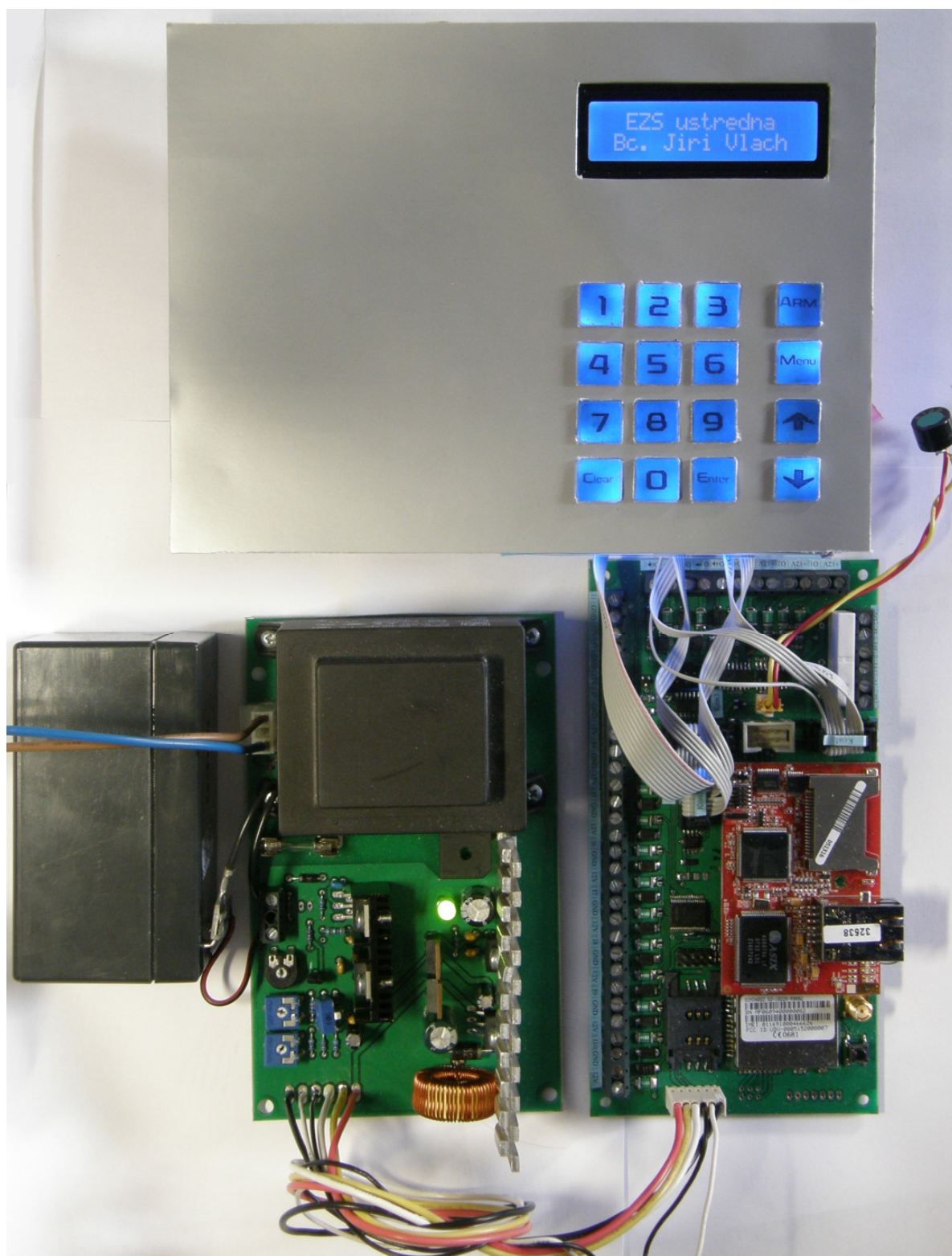


Obrázek 36 LCD displej a osazená deska klávesnice

Na obrázku 37 je zobrazen prototyp čelního panelu, včetně zkompletované klávesnice s tlačítky. Přední panel je vyroben z hliníkového plechu. Jednotlivá tlačítka byla vyrobena z epoxidové pryskyřice odléváním do předem zhotovené formy z Lukoprenu N1522. V každém tlačítku je zalita fólie s vytištěným motivem. Ačkoli kvalita zpracování předního panelu nedosahuje kvality tovární výroby, účel prototypu a představu autora splňuje. Na obrázku 38 je zobrazena kompletní sestava všech navržených a zhotovených komponent zabezpečovací ústředny v činnosti.



Obrázek 37 Prototyp čelního panelu



Obrázek 38 Kompletní zařízení včetně záložního akumulátoru

## 7. PROGRAMOVÉ ŘEŠENÍ

Tato kapitola se zabývá základní programovou částí pro Modul Rabbit 3365. Úkolem této práce nebyl komplexní návrh programové části, avšak byly implementovány základní funkce pro práci s jednotlivými komponenty navržené ústředny. Mezi tyto funkce patří především ovládání vstupů a výstupů, řízení nabíjecí části napájecího zdroje, ovládání ústředny klávesnicí a funkce pro LCD displej. Zdrojové kódy jsou psány v prostředí Dynamic C, platforma určená pro procesory z rodiny Rabbit. Popis programovacího prostředí včetně programovacího jazyka uvádí [5], seznam funkcí implementovaných v Dynamic C je uveden v [6]. Programovací jazyk Dynamic C vychází z jazyka C.

### 7.1 KONFIGURACE MODULU RABBIT 3365

Dříve než bude popsáno programové řešení, je nutno provést nastavení portů. Každý port má své specifické vlastnosti a funkce, a tak je nutné speciální nastavení pro každý port podle jeho požadovaného využití. Funkce jednotlivých portů modulu Rabbit 3365 jsou nastavovány pomocí speciálních registrů pro daný port. Dále budou stručně popsány možnosti nastavení pro jednotlivé porty. Kompletní přehled uvádí manuál výrobce procesoru Rabbit 3000 [4] osazeného na modulu Rabbit 3365.

#### Port A

Port A může sloužit jako paralelní datová sběrnice (pomocné signály na dalších portech), nebo využít pro paralelní vstup / výstup. Nastavení portu probíhá zápisem do registru **SPCR**. Např. zápis hodnoty 0x80 nastaví port jako vstupní, hodnota 0x84 jako výstupní. Při těchto nastaveních je zároveň potlačena funkce pomocných signálů na ostatních portech. Port A nelze nastavit částečně pro vstup a částečně pro výstup. Zápis nebo čtení pak probíhá pomocí registru **PADR**.

### Port B

Tento port slouží jako vstupně výstupní s možností nastavení jednotlivých bitů pro vstup nebo výstup. Nastavení jednotlivých bitů jako vstup nebo výstup se provádí v registru **PBDDR** a zápisem log.1 je nastavovaný bit určen jako výstup (log. 0 pro vstup). Zápis nebo čtení z portu se provádí pomocí registru **PBDR**. Dále může být využit pro pomocné signály adresové sběrnice (nastavení pomocí v registru **SPCR** ).

### Port C

Port obsahuje signály Tx a Rx sériových portů. Může být také nastaven jako vstupně výstupní port, přičemž PC0, PC2, PC4 a PC6 mohou být pouze výstupy a ostatní signály portu C vstupy. Pokud je port takto využíván data jsou čtena a zapisována pomocí registru **PCDR**. Nastavení funkce portu se provádí v registru **PCFR** Pokud je port nastaven pro sériovou komunikaci nastavuje se tato pomocí registrů **SACR**(seriový port A), **SBCR** ( B ), **SCCR** (C) a **SDCR** (D).

### Port D

Port D může být využit jako vstupně výstupní s možností nastavení jednotlivých bitů pro vstup/výstup nebo pro přeměrování sériových portů A a B. V navrhované aplikaci bude využit pouze jako vstupně výstupní. Nastavení pak probíhá obdobně jako u portu B pomocí registru **PDDDR** a pro zápis a čtení dat slouží registr **PDDR**. Ostatní registry pro speciální funkce není nutno nastavovat.

### Port E

Port D může sloužit jako vstupně výstupní s možností nastavení jednotlivých bitů pro vstup/výstup nebo využit pro externí přerušení a několik dalších funkcí které nebudou využity. Nastavení je podobné jako u portu B a D pomocí registrů **PEDDR** a pro zápis a čtení slouží **PDDR**. Nastavení přerušení se provádí v registru **I0CR** a **I1CR**.

### Port F

Na port F jsou vyvedeny signály SLK sériových portů C a D, jejich použití se nastavuje spolu s daným sériovým portem v registru **SCCR** respektive **SDCR**. Dále může být port využit jako vstupně výstupní s možností nastavení jednotlivých bitů pro vstup/výstup pomocí registru **PFDDR**. Zápis a čtení se pak provádí pomocí registru **PFDR**.

Nastavení portů vychází z funkce, kterou plní v navrhovaném zařízení. Pro přehlednost je v tabulce 7 uvedeno připojení jednotlivých obvodů navržené zabezpečovací ústředny k modulu Rabbit 3365 včetně stručného popisu funkce.

**Tabulka 7 Připojení jednotlivých obvodů k modulu Rabbit 3365**

Port Rabbit	I/O	Připojený obvod	Poznámka
Port A:0	O	Klávesnice – 1. sloupec	Slouží pro výběr sloupce
Port A:1	O	Klávesnice – 2. sloupec	
Port A:2	O	Klávesnice – 3. sloupec	
Port A:3	O	Klávesnice – 4. sloupec	
Port A:4	O	LCD – D4	Datový vstup LCD displeje*
Port A:5	O	LCD – D5	
Port A:6	O	LCD – D6	
Port A:7	O	LCD – D7	
Port B:2	O	LCD - EN	Zápis dat do LCD
Port B:3	O	LCD - RS	Určuje data(0) nebo instrukci(1)
Port B:4	I	Klávesnice – 1. řádek	Slouží pro načtení stavu řádků*
Port B:5	I	Klávesnice – 2. řádek	
Port B:6	I	Klávesnice – 3. řádek	
Port B:7	I	Klávesnice – 4. řádek	
Port C:0	O	IO 33792 - MOSI	Sériový port D modulu Rabbit, Ovládání vstupů po SPI
Port C:1	I	IO 33792 - MISO	
Port C:2	O	IO 74hc595/TLC1549 - MOSI	Sériový port C, ovládání výstupu a AD převodníku po SPI
Port C:3	I	IO 74hc595/TLC1549 - MISO	
Port C:4	O	GSM modul - Rx	Port B, ovládání GSM modulu pomocí AT příkazů
Port C:5	I	GSM modul - Tx	
Port D:4	O	Zdroj – Set_Charge	Log1 =14,65V, log 0 = 13,65V
Port D:5	I	Zdroj – MS_Off	Log 0 – výpadek síť. napájení
Port E:1	O	GSM modul - Pwrkey	Ovládání napájení
Port E:3	O	GSM modul - Ring	Signalizace vyzvánění
Port E:4	I	Rozhraní Wiegand - W_D0	DATA0

Port E:5	I	Rozhraní Wiegand - W_D1	DATA1
Port E:6	O	IO 74hc595 - RCK	Na výstup obsah sériového reg.
Port E:7	O	Vnitřní zvuková signalizace	
Port F:0	O	IO 33792 - SCK	Hodinový signál SPI, ser.port D
Port F:1	O	IO 74hc595/TLC1549 - SCK	Hodinový signál SPI, ser.port C
Port F:2	O	IO 33792 - CS	33792 – chip select**
Port F:4	O	IO TLC1549 - CS	TLC1549– chip select
Port F:5	O	Rozhraní Wiegand_Red	Signalizace stavu komunikace
Port F:6	O	Rozhraní Wiegand_Green	
Port F:7	O	Rozhraní Wiegand_Beep	

\* V původním návrhu ústředny jsou připojeny všechny signály klávesnice na port A a LCD na port B. Z důvodu, že port A jako jediný nelze nakonfigurovat z části pro vstup a pro výstup (nelze tak programově ovládat připojenou klávesnici), bylo připojení klávesnice a LCD změněno záměnou těchto vodičů v kabeláži, připojující klávesnici a LCD displej k desce ústředny.

\*\*Tento signál byl připojen dodatečně. V původním návrhu a na DPS je spojen s GND.

Programově se pak nastavení jednotlivých registrů provede pomocí funkce `void WrPortI( int port, char * portshadow, int data_value )` [6]. Kde **port** udává daný funkční registr, **portshadow** udává jeho shadow registr, a **data\_value** zapisovanou hodnotu. Inicializace jednotlivých portů pro navrženou ústřednu pak bude provedena následující sekvencí příkazů.

```
WrPortI(SPCR, &SPCRShadow, 0x84);
WrPortI(PBDDR, &PBDDRShadow, 0x0c);
WrPortI(PCFR, &PCFRShadow, 0xf0);
WrPortI(PDDDR, &PDDDRShadow, 0x10);
WrPortI(PEDDR, &PEDDRShadow, 0x40);
WrPortI(PFDDR, , &PFDDRShadow 0x00);
```

*Poznámka:* sériové porty C a D nastaveny jako vstupy respektive výstupy a jsou ovládány implementovanými funkcemi.

## 7.2 IMPLEMENTOVANÉ FUNKCE

*void TestKey()* Funkce provede kontrolu stisknuté klávesy. V případě stisku klávesy volá funkci *KeyPress(char KP)*. Tato funkce je volána po stisku klávesy pouze jednou, k opětovnému volání musí dojít k uvolnění klávesy a opětovnému stisku stejné nebo jiné klávesy.

*void KeyPress(char KP)* Tato funkce je určena pro vyvolání akce v závislosti na stisknutém tlačítku. Jediným parametrem je *KP* v kterém je funkci předávána hodnota stisknutého tlačítka v datovém typu *char*, je tak možné například tuto hodnotu přímo odeslat na LCD displej pomocí příslušné funkce.

*void LcdInit()* Funkce zajišťuje inicializaci LCD displeje. Především nastavení 4-bitové komunikace a parametrů displeje. Využívá funkce *LcdWrite(int rs, char data)*.

*void LcdWrite(int rs, char data)* Funkce zajistí přenos jednoho byte dat do LCD displeje. Paramet *rs* určuje jedná-li se o instrukci nebo o data a druhý paramet *data* obsahuje odesílanou hodnotu. Využívá funkci *ByteToBit(char byte, int bit[8])*.

*void ByteToBit(char byte, int bit[8])* Funkce převede jeden byte na pole osmi bitů. Parametr *byte* jsou data určená k převodu a *bit[8]* je prázdné pole bitů určené k naplnění.

*void LcdwriteRow(char s[15])* Tato funkce zapíše celý řádek na LCD displej, tj. 16 znaků. Funkce volá *LcdWrite(int rs, char data)*. Parametrem je řetězec o délce 16 znaků.

*void LcdwriteRowSel(char s[15])* Funkce má stejný význam jako *LcdwriteRow(char s[15])*, pouze na začátek a konec řádku doplní speciální znak (v tomto případě šipka). Například pro určení aktivního řádku v menu.

*void MenuInit()* Proveďte naplnění indexovaného menu. Prvních deset řádků udává hlavní menu a dalších 80 řádků obsahuje podmenu jeho položek. Např. index menu 20-29 udává, že se jedná o položky nadřazeného menu s indexem 2. Každý řádek obsahuje právě 16 znaků vypisovaných při prohlížení menu, kromě každého prvního řádku z dané dekády (0, 10, 20...), kde jsou obsaženy další dva znaky. První z nich určuje danou dekádu a druhý počet aktivních (zobrazovaných) položek. Jednoduchou úpravou této tabulky tak získáme i velmi odlišné varianty menu, bez nutnosti zásahu do kódu programu.

Ovládání menu je pak prováděno ve funkci *KeyPress*, kde je prováděna při stisku daných kláves (šipky, menu) pouze změna indexace menu a přepis displeje pomocí funkcí *LcdwriteRow* a *LcdwriteRowSel*.

*void Beep(int t)* Funkce generuje velmi krátký tón pro vnitřní zvukové signalizační zařízení. Má jeden parametr *t*, pro určení výšky tónu. Doporučené hodnoty jsou 10-100, přičemž vyšší číslo udává nižší tón. Výška tónu neovlivní délku tónu. Použití např. pro doprovodný zvukový efekt stisku tlačítka.

*void Beep2(int t,int d)* Obdobná funkce k *Beep(int t)* s možností nastavení délky tónu parametrem *d*. Použití pro zvukové efekty, např. pro signalizaci uvádění do stavu střezení.

*float ADRead()* Funkce načte desetibitovou hodnotu z AD převodníku (hodnotu výstupu AMUX obvodu MC33972). Tuto převede na typ float a vrátí. Funkce obsahuje prodlevu nutnou pro převod nové hodnoty AD převodníku a může tak být volána bez nutnosti tuto prodlevu uvažovat.

*void ADtoLCD(float value)* Převede jednotlivé číslice vstupní hodnoty *value* na typ char a zobrazí na LCD displeji. Zapisuje na aktuální pozici na LCD displeji. Funkce je vhodná například pro testování připojeného senzoru.

*void MCAAnalogMux(char data)* nastaví obvod MC33972 tak, že vybere daný vstup, nastaví proudový zdroj na 2mA a namultiplexuje ho na analogový výstup tohoto obvodu. Nastavení je provedeno odesláním příslušných 24 bitů podle[7]. Hodnota data udává který vstup bude právě aktivní. Vstupu SG0 (I10 značení vstupu ústředny) odpovídá hodnota 1, SG13 pak hodnota 14. Volá funkci ByteToBit.

*void SetCharge(int hilow)* přepíná hodnotu nabíjecího napětí. Pro hodnotu parametru *hilow* 1, je nabíjecí napětí 13,65V pro hodnotu 0 pak 14,65V.

*void SetOut(char inter,char exter)* nastaví vnitřní i vnější výstupy. Parametru *inter* udává vnitřní výstupy (LED), přičemž při log 0 pro daný bit je výstup aktivní. Parametr *exter* značí externí výstupy a při log. 1 je výstup aktivní. V tabulce 8 je seznam jednotlivých výstupů a jim odpovídající proměnné

**Tabulka 8 Seznam ovládaných výstupů**

Parametr:bit	Ovládaný výstup
Inter:7	Podsvícení tlačítka v pravém horním rohu klávesnice - červená LED
Inter:6	Podsvícení klávesnice
Inter:5	LED1 (deska klávesnice)
Inter:4	LED3 (deska klávesnice)
Inter:3	LED4 (deska klávesnice)
Inter:2	LED2 (deska klávesnice)
Inter:1	LCD napájení
Inter:0	LCD podsvícení
Exter:7	Relé A, log. 1 sepnuté, spojeny svorky A a A2, log.0 spojeny A a A1
Exter:6	Relé B, log. 1 sepnuté, spojeny svorky B a B2, log.0 spojeny B a B1
Exter:5	Out 1, log. 1 - mezi svorkami O1 a +12V napětí 12V, log. 0 - 0V
Exter:4	Out 2, log. 1 - mezi svorkami O2 a +12V napětí 12V, log. 0 - 0V
Exter:3	Out 3, log. 1 - mezi svorkami O3 a +12V napětí 12V, log. 0 - 0V
Exter:2	Out4, log 1 svorky O4+a O4- spojeny, log.0 rozpojeny
Exter:1	Out5, log 1 svorky O5+a O5- spojeny, log.0 rozpojeny
Exter:0	Out6, log 1 svorky O6+a O6- spojeny, log.0 rozpojeny

## 8. ZÁVĚR

V této práci byla navržena a zhotovena elektronická část modulární zabezpečovací ústředny pro rodinný dům. Navržená ústředna sestává z následujících komponent: základní deska ústředny, síťový napájecí zdroj s funkcí záložního zdroje a přední panel s klávesnicí a LCD displejem.

Základní deska integruje nejnútnejší obvody pro funkčnost celé ústředny. Těmito obvody jsou především vstupní obvody pro připojení senzorů pomocí dvojité vyvážené smyčky. Výstupní obvody pro připojení různorodých uživatelských zařízení s možností rozšíření jejich počtu přídatným modulem. GSM modul pro bezdrátovou komunikaci v této síti. Rozhraní Wiegand, pro možnost připojení čtečky identifikačních karet nebo otisku prstů aj.

Napájecí zdroj byl cíleně navržen pro potřeby celé ústředny, včetně připojených periférií. Jeho výstupní napětí jsou 12V, 5V a 3,3V. Funkce záložního zdroje byla řešena olověným akumulátorem a obvody zajišťující jeho dobíjení. Zdroj při výpadku síťového napájení automaticky přepne na záložní zdroj, aniž by došlo k poklesu napětí na 3,3V a 5V větvi. Na 12V větvi dochází k minimálnímu poklesu, který nemá vliv na funkci ústředny. Může však ovlivnit připojené senzory (nebylo testováno), je tak nutné SW ošetření případných falešných poplachů. Zdroj je vybaven signalizací napájení ze sítě nebo z akumulátoru ústředně a možností přepínání nabíjecího napětí ústřednou.

Jako uživatelské rozhraní byl navržen přední panel s 16-ti tlačítkovou klávesnicí vlastní konstrukce. Panel je doplněn znakovým LCD displejem 2×16 znaků.

V prostředí Dynamic C byly implementovány základní funkce pro řídicí modul Rabbit 3365. Tyto funkce zajišťují obsluhu jednotlivých použitých obvodů. Při řešení komplexního SW pro navrženou ústřednu, tak není nutná detailní znalost použitého HW. Navržené funkce umožňují jednoduše ovládat uživatelské rozhraní (klávesnice, LCD). Nastavení vstupů pro připojení senzoru a vyhodnocení jejich napětíové úrovně. Ovládání výstupů, optické a akustické signalizace. Řízení nabíjecí

části zdroje. Poslední implementované funkce umožňují jednoduchou tvorbu uživatelského menu.

Při návrhu celého zařízení vzniklo několik chyb. První chybou bylo připojení signálu *chip select* obvodu MC33972 přímo ke GND. Signál je nutný pro aktivaci požadovaného nastavení pro tento obvod [7]. Tento signál byl dodatečně připojen k volnému pinu portu F(PF2). V návrhu zdroje došlo k chybě, kdy odpor R6 a trimr P2 měly být připojeny mezi emitor tranzistoru T1 a napěťovou referenci obvodu L200. V navrženém zapojení je tak napěťová reference, při sepnutí tranzistoru T1, více ovlivněna proudem z báze, než proudem procházejícím přes odpor R6 a trimr P2. Tento problém byl vyřešen připojením trimru do série s odporem R12 a jeho nastavením.

Pokračováním této práce je především implementace řídicího SW. Včetně připojení zařízení do sítě Ethernet a jeho vzdálenou správu například pomocí webové aplikace nebo uživatelského SW. Další neřešenou kapitolou této práce je ovládání ústředny pomocí GSM modulu a radiového modulu (tento není osazen, pouze je pro něj vyveden konektor). Také možnost připojení k pultu centralizované ochrany. Pokračování na úrovni hardware pak může být návrh různých výstupních modulů připojitelných k ústředně.

## 9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Podniková norma Jablotron PN 50131-1*, 32 stran, [cit. 2010-24-5].  
URL: <[http://www.freescale.com/files/analog/doc/data\\_sheet/MC33972.pdf](http://www.freescale.com/files/analog/doc/data_sheet/MC33972.pdf)>
- [2] *RCM3365 RabbitCore Data Sheet*, 2 strany, [cit. 2010-24-5].  
URL: <<http://www.rabbit.com/products/rcm3365/rcm3365.pdf>>  
poslední úprava 07.16.2008
- [3] *RCM3365 RabbitCore User's Manual*, 164 stran. [cit. 2010-24-5].  
URL:<<http://www.rabbit.com/documentation/docs/manuals/RCM3365/UsersManual/RC3365UM.pdf>>, poslední úprava 12.6.2008
- [4] *Rabbit 3000 Microprocessor User's Manual*, 312 stran, [cit. 2010-24-5].  
URL:<<http://www.rabbit.com/documentation/docs/manuals/Rabbit3000/UsersManual/R3000UM.pdf>>, poslední úprava 4.2.2010
- [5] *Dynamic C User's Manual*. 370 stran, [cit. 2010-24-5].  
URL:<<http://www.rabbit.com/documentation/docs/manuals/DC/DCUserManual9/D/CPUM.pdf>>, poslední úprava 8.1.2010
- [6] *Function reference manual*, 588 stran, [cit. 2010-24-5].  
URL:<<http://www.rabbit.com/documentation/docs/manuals/DynCFunctionReference/DynCFunRef.pdf>>, poslední úprava 4.9.2010
- [7] *Datasheet MC33972*, Rev. 16.0, 10/2009, 32 stran, [cit. 2010-24-5].  
URL: <[http://www.freescale.com/files/analog/doc/data\\_sheet/MC33972.pdf](http://www.freescale.com/files/analog/doc/data_sheet/MC33972.pdf)>
- [8] Doc.Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D, *Olověné akumulátory*, 20 stran,  
URL: <<http://www.jergym.hiedu.cz/~canovm/elektro/clanky2/olov.pdf>>  
[cit. 2010-24-5].
- [9] *TN200, SPI Using the Rabbit Clocked Serial Ports*, 9 stran, [cit. 2010-24-5].  
URL: <<http://www.rabbit.com/documentation/docs/refs/TN200/TN200.pdf>>
- [10] *Datasheet Sim340DZ*, 66 stran, [cit. 2010-24-5].  
URL: <[http://www.freescale.com/files/analog/doc/data\\_sheet/MC33972.pdf](http://www.freescale.com/files/analog/doc/data_sheet/MC33972.pdf)>
- [11] *Datasheet 74hc595*, 28 stran, , poslední úprava 25.6.2003, [cit. 2010-24-5]  
URL: < [http://www.nxp.com/documents/data\\_sheet/74HC\\_HCT595.pdf](http://www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT595.pdf)>

[12] *Datasheet ULN2003a*, 9 stran, [cit. 2010-24-5].

URL:<<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet2/f/0c6x6a46ig46qlxf3j2qsaii8o3y.pdf>>

[13] *Datasheet TLC1549*, 19 stran, [cit. 2010-24-5].

URL:<<http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/tlc1549.pdf>>

[14] *Datasheet PC452*, 5 stran, [cit. 2010-24-5].

URL:<<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/Sharp/mXyzsqqqs.pdf>>

[15] *Datasheet LM2576*, 22 stran, [cit. 2010-24-5].

URL:<[http://www.gme.cz/\\_dokumentace/dokumenty/330/330-113/dsh.330-113.1.pdf](http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/330/330-113/dsh.330-113.1.pdf)>

[16] *Datasheet 78T12*, 8 stran, [cit. 2010-24-5].

URL:<[http://www.gme.cz/\\_dokumentace/dokumenty/330/330-119/dsh.330-119.1.pdf](http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/330/330-119/dsh.330-119.1.pdf)>

[17] *Datasheet LF33CV*, 34 stran, [cit. 2010-24-5].

URL:<[http://www.gme.cz/\\_dokumentace/dokumenty/330/330-165/dsh.330-165.1.pdf](http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/330/330-165/dsh.330-165.1.pdf)>

[18] *Datasheet LCD\_ATM1602B*, 11 stran, [cit. 2010-24-5].

URL:<[http://www.gme.cz/\\_dokumentace/dokumenty/513/513-128/dsh.513-128.1.pdf](http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/513/513-128/dsh.513-128.1.pdf)>

[19] *Datasheet IRFZ24N*, 8 stran, [cit. 2010-24-5].

URL:<[http://www.gme.cz/\\_dokumentace/dokumenty/213/213-208/dsh.213-208.1.pdf](http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/213/213-208/dsh.213-208.1.pdf)>

[20] *Datasheet IRF4905*, 8 stran, [cit. 2010-24-5].

URL:<[http://www.gme.cz/\\_dokumentace/dokumenty/213/213-170/dsh.213-170.1.pdf](http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/213/213-170/dsh.213-170.1.pdf)>

[21] Radek Kaisler, *Detektory PIR – 2.díl* [online], poslední úprava 25.02.2003

URL:<<http://elektrika.cz/data/clanky/pujsi2/view?searchterm=smy%C4%8Dka>>

[22] *Wiegand Protocol Specification*, poslední úprava 21.4.2005, [cit. 2010-24-5].

URL:<[www.satie.pl/files/download/106](http://www.satie.pl/files/download/106)>

[23] *Datasheet L200*, 13 stran, poslední úprava leden 2000, [cit. 2010-24-5].

URL:<<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/stmicroelectronics/1318.pdf>>

[24] JA-63K ústředna, [www stránky výrobce](http://www.jablotron.cz), [online], [cit. 2009-15-3].

URL:<<http://www.jablotron.cz/cz/Katalog/zabezpeceni+domu/profi+433+mhz/ustredna/ja63k+ustredna/>>