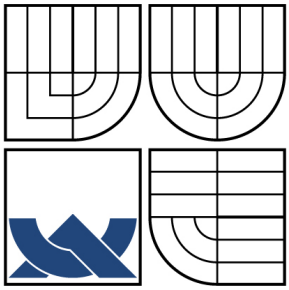
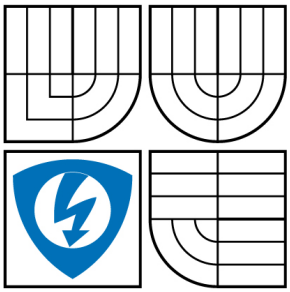


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

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

BYTOVÁ ZABEZPEČOVACÍ ÚSTŘEDNA

HOME SECURITY SYSTEM

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

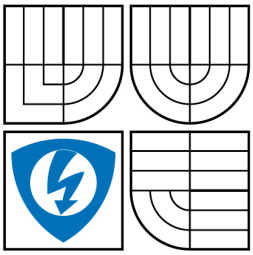
AUTOR PRÁCE — Bc. RADEK HEROLD

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — doc. Ing. ZDENĚK BRADÁČ, Ph.D.

SUPERVISOR

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. Radek Herold	***ID:***	83757
Ročník:	2	***Akademický rok:***	2009/2010

NÁZEV TÉMATU:

Bytová zabezpečovací ústředna

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhněte koncepci bytové zabezpečovací ústředny. Ústřednu realizujte s procesorem Rabbit, vybavte ji bezdrátovým komunikačním rozhraním WiFi a přípojnými místy pro běžné bezpečnostní senzory (PIR, kouřové čidlo, akustické čidlo atd.). Ústřednu vybavte čtečkou čipů RFID/MIFARE a zobrazovací jednotkou. Vytvořte programové vybavení.
Realizujte HW návrh, osaďte DPS a oživte HW. Vytvořte programové vybavení a demonstrujte plnou funkčnost. Sepište diplomovou práci.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Pavel Herout: Učebnice jazyka C, KOPP, 2004, IV. přepracované vydání, ISBN 80-7232-220-6
Dle zadání vedoucího práce.

Termín zadání:	8.2.2010	***Termín odevzdání:***	24.5.2010

Vedoucí práce: doc. Ing. Zdeněk Bradáč, 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.

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

Bytová zabezpečovací ústředna

Diplomová práce

Studijní obor:	Kybernetika, automatizace a měření
Student:	Bc. Radek Herold
Vedoucí práce:	doc. Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D.

Abstrakt:

V úvodní části této práce je čtenář stručně seznámen s prostředky zabezpečovací techniky. Je pojednáno o základních typech bezpečnostních senzorů a způsobu jejich nejčastějšího připojení k zabezpečovací ústředně. Další text se pak zaměřuje na vypracování hlavního cíle diplomové práce – na návrh bytové zabezpečovací ústředny vybavené WiFi rozhraním.

Klíčová slova:
Rabbit, RCM5400W, zabezpečovací systém, zabezpečovací ústředna, PIR, magnetický kontakt, bezpečnostní senzor, jednoduše vyvážená smyčka, dvojitě vyvážená smyčka, RFID, čtečka, AXA020MF, WiFi, Dynamic C, RabbitWeb

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL, MEASUREMENT AND INSTRUMENTATION

Home security system

Master's thesis

Specialization of study:	Cybernetics, Control and Measurement
Student:	Bc. Radek Herold
Supervisor:	doc. Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D.

Abstract:

In the opening part of this thesis, the reader is briefly introduced into safety technique devices. There are basic types of security sensors discussed together with the most common methods of their connection with the security central. Further text focuses on elaborating the main topic of this thesis - the design of home security central equipped with a WiFi interface.

Key words:
Rabbit, RCM5400W, security system, security central, PIR, magnetic contact, alarm detector, end-of-line resistors circuit, double end-of-line resistors circuit, EOL, double EOL, RFID, reader, AXA020MF, WiFi, Dynamic C, RabbitWeb

HEROLD, R. Bytová zabezpečovací ústředna. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 78 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D.

P r o h l á š e n í

„Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Bytová zabezpečovací ústředna 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

P o ď ě k o v á n í

Děkuji tímto doc. Ing. Zdeňkovi Bradáčovi, Ph.D za cenné rady a podnětné připomínky při vypracování této diplomové práce. Na tomto místě bych chtěl také poděkovat své rodině a přítelkyni za poskytnutí kvalitního zázemí a podporu ve studiu.

V Brně dne: **24. května 2010** ……

podpis autora

OBSAH

1. ÚVOD 12

2. ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉMY 13
2.1 Zabezpečovací ústředny 13
2.2 Bezpečnostní a požární senzory 14
2.2.1 Mechanické a magnetické senzory 15
2.2.2 Infrapasivní senzory (PIR) 15
2.2.3 Mikrovlnné senzory 15
2.2.4 Akustické senzory, senzory tříštění skla 15
2.2.5 Optoelektronické senzory 16
2.2.6 Požární hlásiče 16
2.3 Připojení senzorů k ústřednám 17
2.3.1 Jednoduše vyvážená smyčka 18
2.3.2 Dvojitě vyvážená smyčka 19

3. KONCEPCE BYTOVÉ ZABEZPEČOVACÍ ÚSTŘEDNY 20
3.1 Požadavky na funkci 20

4. NÁVRH HARDWARU ÚSTŘEDNY 22
4.1 Řídicí člen 23
4.1.1 Modul RabbitCore® RCM5400W 23
4.1.2 Připojení procesorového modulu do obvodu 24
4.2 Rozhraní styku s obsluhou – terminál 26
4.2.1 Zapojení LCD displeje 27
4.2.2 Zapojení ovládacích tlačítek a maticové klávesnice 27
4.3 Měřicí obvod 28
4.3.1 Zapojení měřicího obvodu 28
4.3.2 Připojení jednoduše vyvážených smyček k měřicímu obvodu 29
4.3.3 Připojení dvojitě vyvážených smyček k měřicímu obvodu 30
4.4 Výstupní obvody 31
4.5 Vstupní obvody 32

4.6 Bezkontaktní přístupový systém 33
4.6.1 RFID čtečka AXA020MF 33
4.6.2 Připojení čtečky AXA020MF do obvodu 33
4.7 Napájení zařízení 34
4.8 Mechanická konstrukce 34

5. NÁVRH SOFTWARU ÚSTŘEDNY 36
5.1 Vývojové prostředí Dynamic C® 36
5.2 Struktura řídicího programu 37
5.3 Popis funkce programu 38
5.3.1 Stavový automat – stav „Init“ 39
5.3.2 Stavový automat – stav „S0“ 40
5.3.3 Stavový automat – stav „S1“ 40
5.3.4 Stavový automat – stav „S2“ 40
5.3.5 Stavový automat – stav „S3“ 41
5.3.6 Stavový automat – stav „S4“ 41
5.3.7 Paralelní vlákna programu 41
5.4 Základní knihovna programu - HSS.lib 43
5.4.1 Charakteristika hlavních globálních proměnných a struktur 43
5.4.2 Funkce definované v rámci knihovny HSS.lib 45
5.5 Ovládání LCD displeje 49
5.5.1 Charakteristika displeje z programátorského hlediska 49
5.5.2 Implementace funkcí pro ovládání displeje 51
5.6 Komunikace s A/D převodníkem v měřicím obvodu 53
5.6.1 Charakteristika komunikace s A/D převodníkem 53
5.6.2 Implementace funkcí pro komunikaci s A/D převodníkem 54
5.7 Komunikace s obvody PCF8574 ve vstupním/výstupním obvodu 55
5.7.1 Charakteristika komunikace protokolem I^2C 55
5.7.2 Implementace funkcí pro komunikaci protokolem I^2C 58
5.8 Proces monitoringu a vyhodnocování alarmů 59
5.9 Způsob komunikace se čtečkou 61
5.10 Funkce přímého řízení výstupních relé 62
5.11 Menu terminálu 63
5.12 Wi-Fi rozhraní 64

5.13 Webové konfigurační rozhraní 66
5.13.1 Struktura webového rozhraní 66
5.13.2 Funkce definované v knihovně HSS_RW.lib 72

6. ZÁVĚR 73

7. LITERATURA 75
8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ 77
9. SEZNAM PŘÍLOH 78

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Připojení senzoru bez TMP kontaktu do jednoduše vyvážené smyčky....18
Obr. 2 Připojení senzoru s TMP kontaktem do dvou jednoduše vyvážených smyček....18
Obr. 3 Připojení senzoru s TMP kontaktem do dvojitě vyvážené smyčky....19
Obr. 4 Připojení více senzorů s TMP kontakty do dvojitě vyvážené smyčky....19
Obr. 5 Jednotlivé funkční bloky ústředny....22
Obr. 6 Procesorový modul RabbitCore® RCM5400W [6]....23
Obr. 7 Porty procesorového modulu RabbitCore® RCM5400W [7]....24
Obr. 8 Schéma připojení procesorového modulu do obvodu....25
Obr. 9 Schéma zapojení ovládacího terminálu....26
Obr. 10 Schéma zapojení měřicího obvodu....28
Obr. 11 Připojení jednoduše vyvážené smyčky k měřicímu obvodu....29
Obr. 12 Připojení dvojitě vyvážené smyčky k měřicímu obvodu....30
Obr. 13 Schéma zapojení výstupních obvodů....31
Obr. 14 Schéma zapojení vstupního obvodu....32
Obr. 15 Schéma zapojení čtečky AXA020MF....34
Obr. 16 Struktura řídicího programu....37
Obr. 17 Stavový automat reprezentující chování ústředny....38
Obr. 18 Průběh procesu po spuštění programu....42
Obr. 19 Organizace paměti DDRAM použitého displeje [12]....49
Obr. 20 Diagram průběhu komunikace s A/D MCP3208 [10]....53
Obr. 21 Nastavení konfiguračních bitů při zápisu do A/D MCP3208 [10]....54
Obr. 22 Struktura komunikačního systému I^2C [11]....55
Obr. 23 Vznik start-podmínky a stop-podmínky [11]....56
Obr. 24 Formát adresy I^2C zařízení [11]....56
Obr. 25 Průběh zápisu do paměti I^2C brány [11]....57
Obr. 26 Průběh čtení z paměti I^2C brány [11]....57
Obr. 27 Možné rozdělení kanálů do zón a nastavení hlídaných zón v programech....60
Obr. 28 Webové rozhraní – úvodní stránka....67
Obr. 29 Webové rozhraní – přehledový formulář....68
Obr. 30 Webové rozhraní – nastavení střežicích programů....69
Obr. 31 Webové rozhraní – nastavení kanálů a zón....70
Obr. 32 Webové rozhraní – obecná nastavení....71

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Měřené napětí v jednotlivých stavech jednoduše vyvážené smyčky 29
Tab. 2 Měřené napětí v jednotlivých stavech dvojitě vyvážené smyčky.....30
Tab. 3 Stavy systému ústředny.....39
Tab. 4 Přechody mezi jednotlivými stavy 39
Tab. 5 Jednotlivá vlákna programu 41
Tab. 6 Přehled instrukcí displeje [13].....50
Tab. 7 Význam jednotlivých bitů v instrukcích displeje [13] 50
Tab. 8 Řízení spínání relé pomocí digitálních vstupů ústředny.....62
Tab. 9 Výchozí parametry měřicích kanálů.....63
Tab. 10 Výchozí parametry zón 63
Tab. 11 Výchozí nastavení střežicích programů 64
Tab. 12 Výchozí nastavení dalších parametrů.....64

1. ÚVOD

Snaha lidí o zajištění ochrany svého života, zdraví či majetku je stará jako lidstvo samo. V dřívějších dobách se obyvatelé spoléhali především na důkladné opevnění svých sídel, roli velkého společenství a také na svoji fyzickou převahu nad možným nepřítelem. Tento přístup se v podstatě zachoval až do dnešních dnů, ovšem současná vyspělá technika nabízí ještě další, jistě i efektivnější možnosti, jak zajistit ochranu svého zdraví, majetku, soukromí.

V současnosti je k dispozici celá řada elektronických zabezpečovacích systémů a protipožárních systémů, které dokážou monitorovat situaci v chráněném prostoru, vyhodnocovat aktuální data, a v neposlední řadě se postarat o adekvátní reakci v případě vzniku kritické události. Tyto systémy bývají vybaveny určitým stupněm inteligence, zpravidla bývají integrovány do nadřazených komplexních systémů řízení domu (pozn. systémům domácí automatizace se věnuje poměrně nový vědní obor - tzv. *Domotika*). Dnešní systémy podporují pokročilé komunikační prostředky – komunikace s majitelem prostřednictvím ethernetu, mobilního telefonu, podpora přímého připojení na pult centrální ochrany (PCO), nebo jednotku hasičského záchranného sboru.

Hlavním prvkem všech zabezpečovacích systémů je řídicí ústředna, jejíž funkce a schopnosti do jisté míry určují celkovou kvalitu a spolehlivost procesu ochrany. Potřebná data, na základě kterých ústředna vyhodnocuje situaci, jsou zprostředkována soustavou připojených bezpečnostních senzorů. Je plně na funkci ústředny, jak s těmito daty naloží, jakým způsobem bude reagovat na příslušnou detekovanou situaci. Tyto reakce mohou být různého rázu: od prostého sepnutí relé, nebo aktivaci různorodých bezpečnostních mechanismů, až po odeslání informační zprávy na mobilní telefon majitele, nebo podání hlášení o riziku soukromé bezpečnostní agentuře.

2. ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉMY

Jsou zpravidla elektronické systémy, jejichž úkolem je zajištění ochrany zdraví osob, či majetku ve střeženém prostoru. Podle způsobu ochrany a vyhodnocování rizik, lze obecně zabezpečovací systémy rozdělit na tyto kategorie:

1. Elektronické zabezpečovací systémy (EZS)
   Řeší rizika spojená s vniknutím nežádané osoby do střeženého prostoru, kdy hrozí nebezpečí ohrožení zdraví, poškození či ztráta majetku. Pro tyto systémy je typické používání přístupových identifikačních systémů, sledovacích kamerových systémů, monitorování pohybu ve střeženém prostoru apod.
2. Elektronické protipožární systémy (EPS) - řeší rizika a eliminaci jejich možných následků z požárního hlediska.

Velice často se z praktických důvodů v zabezpečovacích systémech oba přístupy kombinují a dochází k integraci do jednoho systému. Patřičné rozdíly jsou pak v reakcích na kritické situace.

Zabezpečovací systémy se skládají z řídicího prvku – ústředny a množiny připojených senzorů, které získávají potřebné informace pro vyhodnocení stavu. Moderní systémy ovšem disponují dalšími prostředky pro zvýšení funkčnosti a komfortu. Mezi ně patří různé přístupové systémy, dálkové ovladače, GSM komunikátory, speciální akční členy (sirény, elektronické zámky). Některé systémy nemusí být přísně centralizované (s jednou ústřednou), na trhu jsou dostupné i decentralizované systémy s více řídícími prvky. Propojení všech komponent je možné klasickým metalickým vedením, nebo bezdrátovou technologií (nejčastěji v bezlicenčním pásmu 433 MHz, 868 MHz).

2.1 ZABEZPEČOVACÍ ÚSTŘEDNY

Jak již bylo zmíněno, poskytují řídicí a kontrolní funkce. Na pomyslné pyramidě struktury zabezpečovacího systému stojí nejvýše. Rozhodují o schopnostech celého systému, jeho flexibilitě a výkonnosti. Standardní vlastnosti ústředen jsou možnost připojení široké škály senzorů od různých výrobců, provozování zónové ochrany,

možnost komfortního programování funkce uživatelem, definice uživatelských střežicích programů, protokolování, a podobně. Některé ústředny podporují režim tzv. *dělené ústředny*, kdy se ústředna chová jako dva nezávislé celky (můžou být například střeženy nezávisle dva byty). Pro záložní napájení v důsledku výpadku, bývají ústředny vybavovány akumulátory s výdrží 12 a více hodin. Podmínky pro konstrukci zabezpečovacích ústředen, jakožto hlavních článků systému zabezpečení, se řídí přísnými bezpečnostními normami.[2]

Přehled hlavních parametrů zabezpečovacích ústředen:

- Počet smyček/okruhů
- Počet zón
- Rozšiřitelnost, modularita systému
- Způsob programování
- Způsoby identifikace uživatelů
- Způsob komunikace s uživatelem

2.2 BEZPEČNOSTNÍ A POŽÁRNÍ SENZORY

Podle potřeby napájení pro správnou funkci detekování lze senzory rozdělit:

1. Pasivní

   Nepotřebují k detekci napájecí napětí, vyvolání alarmu je způsobeno mechanickou činností na zařízení v chráněném prostoru. Mechanickou činností je způsobeno rozpojení (resp. spojení) kontaktu senzoru. Do této skupiny patří mechanické a magnetické spínače, tísňové hlásiče (aktivace pověřenou osobou – tlačítko „ALARM“), detektory poslední bankovky v pokladnách a podobně.

2. Aktivní

   Pro svoji funkci potřebují napájení. Detekce bývá vyvolána už jen pouhou přítomností, nebo nežádoucím pohybem v chráněném prostoru. Fyzikální podstata těchto senzorů je různorodá. Mezi aktivní senzory patří například infrapasivní senzory (PIR), mikrovlnné detektory, akustické senzory, optoelektronické senzory a jiné.

2.2.1 Mechanické a magnetické senzory

Používají se nejčastěji k detekci otevření dveří a oken. Mechanickou činností zde dochází k přepnutí mikrospínače v senzoru. Magnetické senzory sestávají ze dvou částí: kontaktní a magnetické. Kontaktní část se spojí s nepohyblivou částí (např. rám dveří) a magnetická je umístěna na pohyblivou část (křídlo dveří). K přepnutí mikrospínače dochází při přiblížení (nebo oddálení) magnetické a kontaktní části. Kontakty těchto senzorů mohou být spínací i rozpínací (ve většině případů se však jedná o rozpínací kontakt, aby bylo možno jednodušeji sledovat přerušení přívodních vodičů).

2.2.2 Infrapasivní senzory (PIR)

Aktivní senzory pohybu, jejichž funkce je založena na pyroelektrickém principu - vyhodnocování probíhá tak, že se snímají změny tepelného toku přicházejícího zvenčí. PIR detektory tak zachytí pohyb těles, která mají jinou teplotu než okolní prostředí. Patří mezi nejpoužívanější detektory pohybu a vyznačují se velmi vysokou spolehlivostí. Pomocí různých čoček v optice PIR senzoru lze měnit tvar detekčního pole. Obvykle jsou vybaveny tzv. *tamper kontaktem* (zkr. TMP), který se aktivuje (většinou rozpínací kontakt) při otevření krytu senzoru.

2.2.3 Mikrovlnné senzory

Pracují na principu porovnávání kmitočtu vyslaného a přijatého elektromagnetického záření (založeno na Dopplerovu jevu). Senzor do prostoru vyzařuje elektromagnetické vlnění (kmitočtové pásmo 10,525GHz nebo 24,125GHz) a měří změnu kmitočtu odraženého signálu od objektu. Při nastavení nižší úrovně citlivosti mohou být méně spolehlivé, proto se většinou používají v součinnosti s PIR senzory - duální senzory.

2.2.4 Akustické senzory, senzory tříštění skla

Vyhodnocují vstupní akustický signál a reagují pouze na charakteristický zvuk při tříštění skla. Vhodným způsobem zpracování vstupního signálu lze docílit např. toho, že senzor reaguje na rozbití jen určitého druhu skla (tabulové, fóliové, drátové), na ostatní

zvuky reaguje neutrálně. Výstup senzoru – spínací/rozpínací kontakt. Použití při ochraně vstupů přes skleněné výplně, prosklené vchody, výlohy atd.

2.2.5 Optoelektronické senzory

Bývají řešeny jako světelné závory, kdy se vyhodnocuje přerušení nebo změna intenzity světelného svazku. Skládají se z vysílací a přijímací části, které se instalují naproti sobě, kde v prostoru mezi nimi leží chráněný prostor, a může zde docházet ke změnám podmínek pro vedení paprsku. Vlnová délka paprsku je v oblasti neviditelného světla – nejčastěji v infračervené oblasti. Tvar paprsku a vyhodnocovací algoritmus bývá nastaven tak, aby se předešlo falešným poplachům, např. při průletu prachových částic nebo kapky vody v prostoru mezi čidly. Tímto druhem senzorů lze detekovat narušení prostoru na větší vzdálenosti než je tomu třeba u PIR, které mají dosah v rozmezí 2 – 25 metrů v závislosti na použité čočce v senzoru.

2.2.6 Požární hlásiče

Detekují vznik požáru nebo přítomnost kouře v prostoru působnosti senzoru. Nejčastěji používané typy z hlediska principu detekce:

a) Optický – funguje na fotoelektrickém principu. Detekuje změny v zabarvení okolí důsledkem zakouření prostoru. Funguje spolehlivě i ve tmě.
b) Teplotní – princip spočívá v měření teploty a při prudkém nárůstu se aktivuje poplach.
c) Lineární – využití výše zmíněných optoelektronických senzorů. Světelný paprsek mezi přijímačem a vysílačem je při požáru přerušen dýmem. Tento typ senzorů se instaluje v rozlehlejších prostorech, kde by instalování předešlých dvou typů senzorů bylo příliš finančně nákladné.
d) Manuální hlásiče

Infrapasivní (PIR) a mikrovlnné senzory jsou nejrozšířenějšími snímači pohybu v chráněném prostoru. Poskytují zónovou ochranu. Magnetické kontaktní a akustické senzory poskytují základní plášťovou ochranu objektu. [1][2][3][5]

2.3 PŘIPOJENÍ SENZORŮ K ÚSTŘEDNÁM

Z pohledu použitého přenosového média existují dvě varianty, jak již bylo naznačeno – připojení pomocí kabelového vedení, nebo bezdrátové řešení. Každý ze způsobů má své přednosti i zápory, co se montáže, následné údržby a možnosti dalšího rozšiřování systému týče. Vždy záleží na konkrétní aplikaci, a v neposlední řadě na možnostech ústředny.

Úkolem ústředny je kontrolovat stavy připojených bezpečnostních senzorů, a na případné změny či odchylky ihned definovaným způsobem reagovat. Pokud uvažujeme ústředny, komunikující se senzory pomocí kabelových vedení, tak zde se při snímání stavů v připojených okruzích typicky jedná o měření elektrického proudu tekoucího okruhem. Velikost proudu je dána aktuální konfigurací okruhu (sepnutými, respektive rozepnutými kontakty bezpečnostních senzorů), jak bude vysvětleno později. Vyspělejší bezpečnostní systémy podporují propojení ústředny se senzory pomocí sběrnice, kde má každé zařízení svoji adresu, a je nějakým způsobem řízena komunikace a synchronizace.

V této práci je brán ohled pouze na typy senzorů, připojované k ústředně pomocí kabelových vedení – proudových smyček.

Většina bezpečnostních senzorů je vybavena na svém výstupu rozpínacími kontakty (*NC kontakty*) pro připojení do smyčky. Některé senzory (zejména PIR a akustické) ještě navíc disponují doplňkovým TMP kontaktem pro detekci pokusů o sabotáže přímo na tělese senzoru.

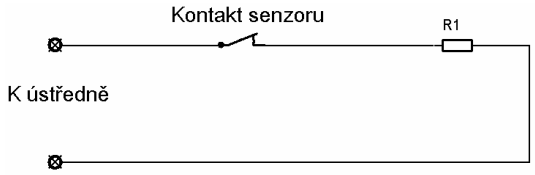
Do měřicích okruhů s připojenými senzory se včleňují definovaným způsobem rezistory o přesné, požadované hodnotě, tak aby bylo možno během měření zjišťovat všechny stavy, které mohou v okruhu nastat:

a) Klidový stav – výstup senzoru není aktivní
b) Alarm – aktivace výstupu senzoru
c) Sabotáž – otevření krytu senzoru (TMP kontakt)
d) Sabotáž – zkratování vedení okruhu
e) Sabotáž – přerušení vedení okruhu

Každý z těchto stavů je charakterizován určitým celkovým odporem okruhu/smyčky (podle toho, v jakém stavu jsou výstupní kontakty senzoru). V praxi se používají dvě základní verze zapojení smyček. Jednoduše vyvážená a dvojitě vyvážená smyčka.

2.3.1 Jednoduše vyvážená smyčka

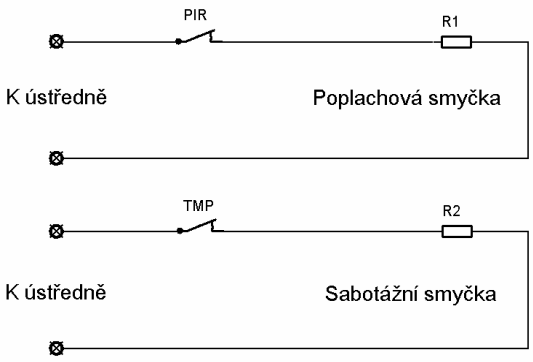
Používá se převážně pro připojení mechanických a magnetických senzorů. Obecně slouží k připojení senzorů s jedním výstupním kontaktem, tedy bez doplňujícího TMP kontaktu. Na obrázku Obr. 1 je uvedeno principielní zapojení jednoduše vyvážené smyčky s jedním rezistorem a s uvedenými hodnotami odporu smyčky, které mohou v různých stavech nastat.



Stav	Odpor
Klidový	R1
Poplach	∞
Zkrat	0
Přerušení	∞

Obr. 1 Připojení senzoru bez TMP kontaktu do jednoduše vyvážené smyčky

Pomocí jednoduše vyvážených smyček lze připojovat i senzory s TMP kontakty. Prakticky se to provádí tak, že je využito dvou nezávislých okruhů. Jeden pro sledování stavu výstupního poplachového kontaktu senzoru (v níže uvedených schématech je tento kontakt označen jako „PIR“). Druhý okruh kontroluje stav TMP kontaktu.



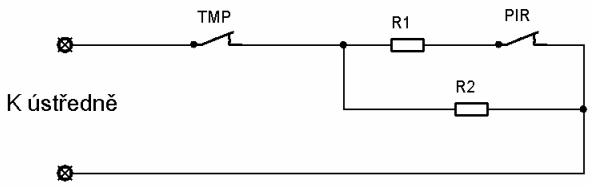
Obr. 2 Připojení senzoru s TMP kontaktem do dvou jednoduše vyvážených smyček

Počet připojených senzorů, respektive kontaktů ve smyčce není omezen pouze na jeden, lze za sebe sériově zařadit více kontaktů s tím, že vyvažovací rezistor by měl být umístěn až u posledního senzoru v sérii.

Nevýhodnou vlastností použití jednoduše vyvážených smyček je ta, že ústředna nemá informaci o tom, zda došlo k aktivaci poplachového výstupu senzoru, nebo je porušeno vedení měřicího okruhu. Oba možné stavy jsou totiž indikovány nekonečným odporem okruhu. Tento problém lze odstranit použitím zapojení do dvojitě vyvážené smyčky.

2.3.2 Dvojitě vyvážená smyčka

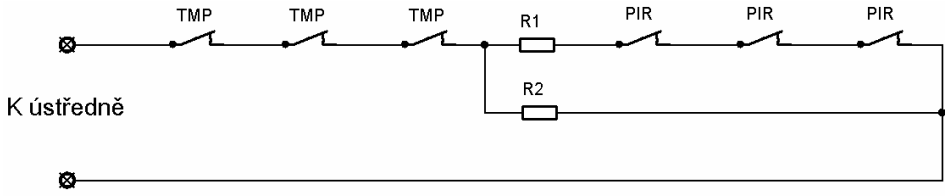
V tomto zapojení figurují dva vyvažovací rezistory, jejichž kombinace odporu určuje celkový odpor smyčky ve všech možných stavech (možných konfiguracích kontaktů senzoru). Zde je patrný rozdíl oproti zapojení jednoduše vyvážené smyčky, která rozeznává pouze tři možné stavy.



Stav	Odpor
Klidový	R1 // R2
Poplach	R2
Zkrat	0
Přerušení, či otevření krytu	∞

Obr. 3 Připojení senzoru s TMP kontaktem do dvojitě vyvážené smyčky

Stejně jako v případě jednoduchých smyček, lze i zde za sebe připojit sériově několik senzorů. Pro zachování požadované funkce okruhu je samozřejmostí správné začlenění vyvažovacích rezistorů (podle následujícího schématu).



Obr. 4 Připojení více senzorů s TMP kontakty do dvojitě vyvážené smyčky

Hodnoty odporů vyvažovacích rezistorů jsou závislé na požadavcích použité ústředny a každý solidní výrobce ústředny je uvádí v průvodní dokumentaci výrobku. [4]

3. KONCEPCE BYTOVÉ ZABEZPEČOVACÍ ÚSTŘEDNY

Základní okruh požadavků na funkci zařízení je specifikován v zadání diplomové práce. Ústředna musí být vybavena rozhraním pro připojení standardních typů bezpečnostních a požárních senzorů. K identifikaci oprávněných osob, pro účely konfigurace a ovládání ústředny, bude systém vybaven čtečkou RFID/MIFARE čipů. Dálková správa bude možná pomocí webového rozhraní, jelikož ústředna bude vybavena bezdrátovým komunikačním rozhraním Wi-Fi.

Z pohledu hardwaru bude realizována spolehlivá konstrukce, poskytující stabilní základnu pro řídicí aplikaci, v rámci níž budou implementovány rozličné funkce pro vyhodnocování bezpečnostní situace v chráněném objektu, a budou definovány reakce systému na vznik kritických událostí (alarmy).

3.1 POŽADAVKY NA FUNKCI

Mezi další požadavky patří přítomnost jednoduchého rozhraní pro styk s obsluhou (zobrazovací a vstupní zařízení, signalizace). Ústředna by měla být vybavena výstupními obvody, pro případ, že bude potřeba ovládat některé akční členy, například zámky dveří, západky, sirénu a podobně.

Co se týče připojování bezpečnostních senzorů, tak ústředna bude vybavena univerzálním rozhraním pro připojení jednoduše i dvojitě vyvážených měřicích smyček. K dispozici bude 8 měřicích kanálů, integrovaných přímo v ústředně. Rozšíření počtu kanálů na 16 bude možné osazením rozšiřujícího měřicího modulu.

Ústředna bude podporovat sdružování měřicích kanálů do skupin – do zón. K dispozici budou čtyři tyto zóny. V případě detekce alarmu na určitém kanálu v rámci zóny, bude vyvolán alarm pro celou zónu, a bude provedena odpovídající reakce. Touto reakcí je myšleno sepnutí relé, které bude definováno v nastavení zóny.

Pro potřeby řízení spínání výstupních relé zvenčí bude program vybaven speciálním algoritmem, který bude toto přímé spínání umožňovat, a zároveň tak blokovat reakce ústředny na alarmy. Za tímto účelem externího řízení/blokování výstupních relé bude ústředna vybavena vstupním digitálním obvodem.

Uživateli bude umožněno definovat až čtyři střežicí programy, ve kterých bude upřesněno, které zóny se mají hlídat. Tyto programy bude možné spouštět manuálně nebo časově. V případě ručního zadání startu střežicího programu, je mezi potvrzením a jeho aktivací prodleva, kvůli bezpečnému opuštění střeženého prostoru, aby nedošlo k aktivaci alarmu. Tato prodleva se bude moci nastavit (řádově v minutách).

V případě detekce prvního alarmu se před samotnou požadovanou reakcí vyčká stanovenou dobu na deaktivaci alarmu – tuto deaktivaci může provést oprávněná osoba zadáním kódu na terminálu, nebo přiložením RFID čipu ke čtečce. Doba tohoto vyčkávacího intervalu bude v řádu několika sekund.

Veškerá nastavení (střežicí programy, zóny, měřicí kanály) budou uložena v paměti ústředny i po jejím vypnutí. V případě potřeby bude možnost tato nastavení resetovat (například dlouhým stiskem určitého tlačítka při zapínání ústředny).

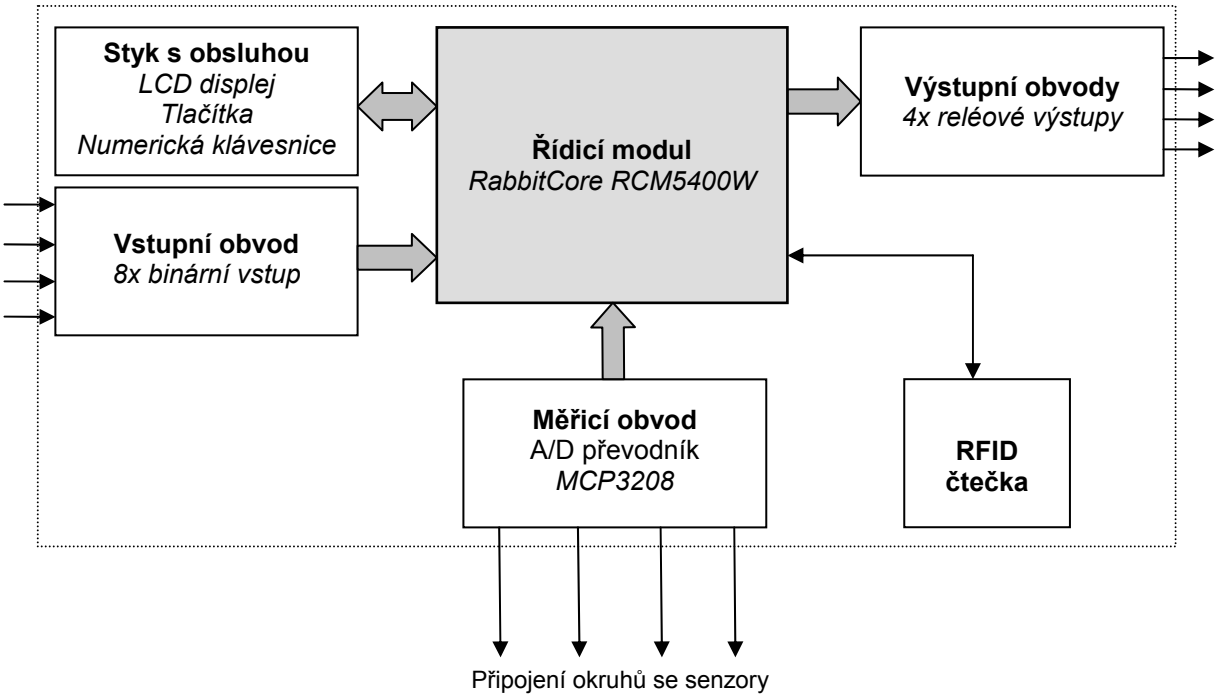
Wi-Fi rozhraní bude poskytovat zabezpečený (šifrovaný) komunikační kanál pro připojení například do domácí Wi-Fi sítě. Konfigurace síťové adresy bude řešena pomocí protokolu DHCP. Jako parametry Wi-Fi sítě bude možno konfigurovat SSID a heslo pro zabezpečený přenos.

Prostřednictvím jednoduchého terminálu bude možno spouštět střežicí programy (časově i s okamžitým efektem).

4. NÁVRH HARDWARU ÚSTŘEDNY

Zařízení je složeno z těchto funkčních bloků:

1. Řídicí člen – modul RabbitCore® RCM5400W.
2. Prostředky pro styk s obsluhou – terminál.
3. Měřicí obvod pro vyhodnocování stavu na připojených měřicích kanálech
4. Čtečka bezkontaktních RFID karet.
5. Výstupní obvody.
6. Vstupní binární obvod.



Obr. 5 Jednotlivé funkční bloky ústředny

Popisy jednotlivých subsystémů jsou uvedeny v následujících kapitolách, kde je blíže charakterizována jejich funkce, návaznosti na spolupracující podsystémy a konkrétní obvodové zapojení.

4.1 ŘÍDICÍ ČLEN

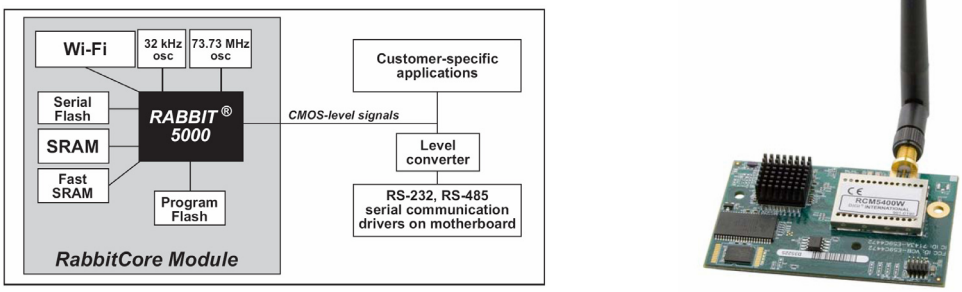
Je základem celého systému, řídí a synchronizuje činnost všech ostatních funkčních subsystémů. Prostřednictvím měřicího obvodu vyhodnocuje stav na připojených proudových smyčkách se senzory, komunikuje se vstupně - výstupním obvodem, a v neposlední řadě poskytuje komunikační rozhraní Wi-Fi . Pro tento účel byl vybrán procesorový modul RabbitCore® RCM5400W firmy Rabbit Semiconductor.[6]

4.1.1 Modul RabbitCore® RCM5400W

Zástupce levných (tzv. low cost) modulů, hojně využívaných v průmyslových řídicích aplikacích, v systémech automatizace budov a také v zabezpečovací technice. Velkou předností tohoto modulu je fakt, že všechny podpůrné obvody pro funkcí řídícího procesoru Rabbit® 5000 jsou již součástí modulu.[6]

Stručná charakteristika procesorového modulu je následující:

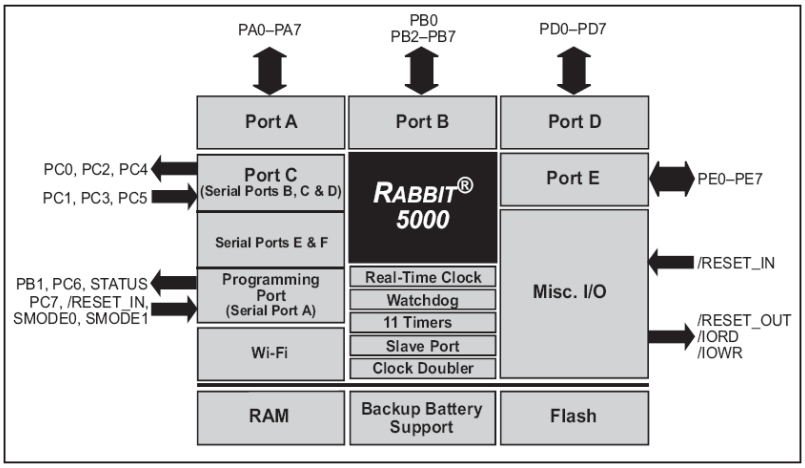
- Postaveno na bázi procesoru Rabbit® 5000 (73,73 MHz)
- Napájení 3,3 V (maximální proudový odběr 630 mA)
- CMOS kompatibilní
- Integrované Wi-Fi rozhraní IEEE 802.11b/g (2,4 GHz)
- 39 I/O digitálních linek s možností konfigurace až pěti alternativními funkcemi
- Až 6 sériových rozhraní
- Integrovaný RTC (obvod hodin reálného času)
- Paměť programu: flash 512 kB
- Programování pomocí sériového rozhraní (COM, USB)



Obr. 6 Procesorový modul RabbitCore® RCM5400W [6]

4.1.2 Připojení procesorového modulu do obvodu

Při návrhu elektrického připojení modulu RCM5400W do obvodu bylo nutno vzít v úvahu vzájemné napěťové přizpůsobení s obvody, se kterými bude bezprostředně komunikovat. Vstupy a výstupy procesorového modulu jsou kompatibilní s technologií CMOS, proto jsou v návrhu použity integrované obvody s touto technologií.

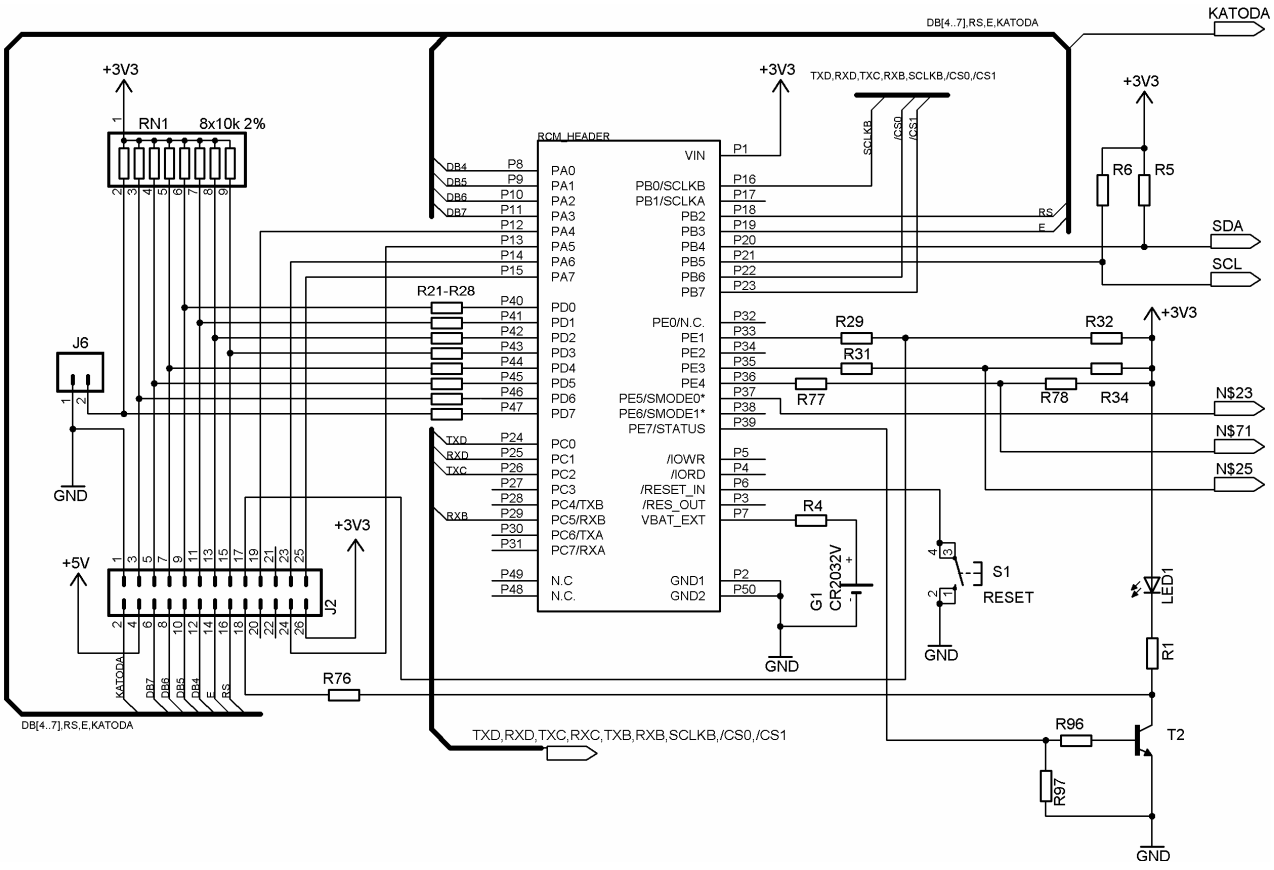


Obr. 7 Porty procesorového modulu RabbitCore® RCM5400W [7]

Paralelní port A pracuje výhradně jako výstupní registr – k němu jsou připojeny vyšší 4 bity datové sběrnice displeje LCD (displej komunikuje ve čtyř-bitovém módu), dále pak 4 výstupní linky tvořící řádky připojené maticové klávesnice (ke zjišťování stavu stisknutých kláves je použit tzv. algoritmus postupující nuly). Sloupce maticové klávesnice jsou, jako vstupy, přivedeny na paralelní port D. Tento v aplikaci působí jako čistě vstupní port. Na jeho zbývající piny jsou připojena tlačítka terminálu S2, S3, S4 a kontrolní bezpečnostní spínač (tamper kontakt ústředny). Všechny tyto spínače jsou spínány proti zemi, vstupní piny portu D jsou přes rezistory 10 kΩ připojeny na napájecí napětí 3,3V. Paralelní porty B a E jsou využity pro signály řízení LCD a měřicího obvodu, pro signály sběrnice I^2C a pro kontrolní vstupy, indikující připojení jednotlivých součástí zařízení.

Čtečka RFID čipů je připojena sériovým kanálem TxD/RxD na portu C. Mezi procesorový modul a čtečku bylo nutné zařadit převodník úrovní (čtečka pracuje s napájecím napětím 5 V).

Tento převodník je realizován pomocí několika diskrétních součástek. Přizpůsobení je realizováno na vysílací straně čtečky prostým napěťovým děličem s rezistory 6,2 kΩ a 3,9 kΩ. Mezi vysílacím výstupem TxD procesoru a přijímacím vstupem čtečky RxD je vložen tranzistor, který zajišťuje převod napětí z 3,3 V na 5 V.



Obr. 8 Schéma připojení procesorového modulu do obvodu

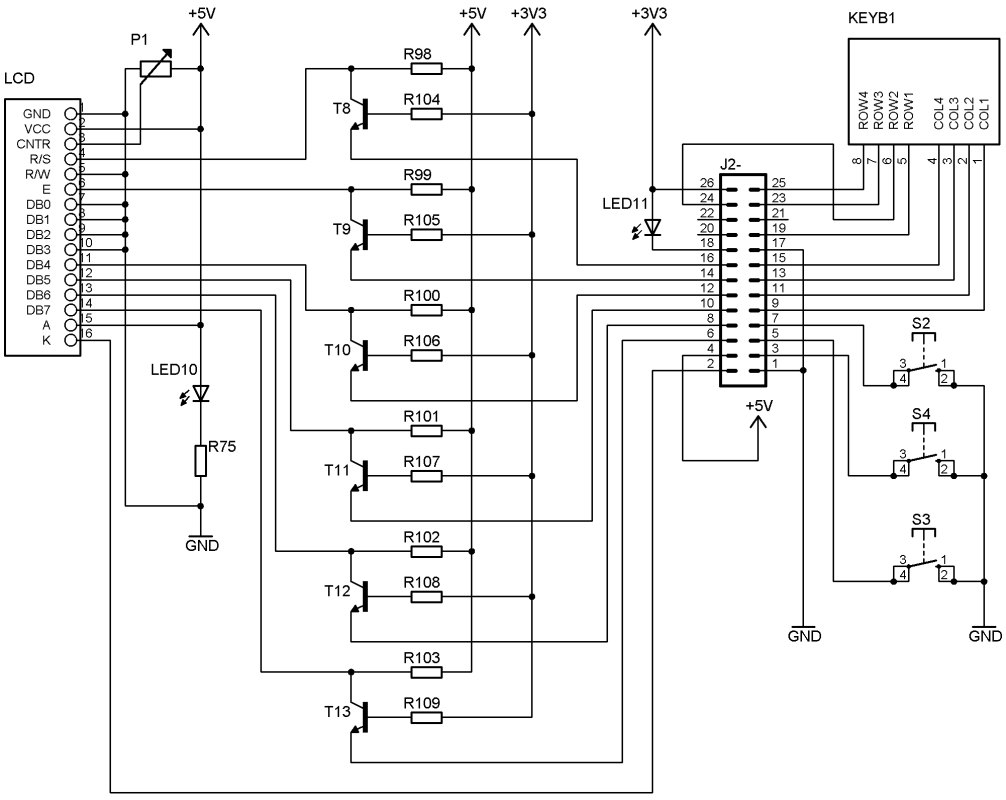
Propojení měřicího obvodu s procesorovým modulem je realizováno sériovým rozhraním SPI na portu C. Jako taktovacího signálu pro SPI komunikaci se využívá signálu SCLKB, který je za tímto účelem k dispozici na pinu PB0 paralelního portu B.

K modulu je připojena lithiová mini baterie (3 V, 180 mAh) pro zálohu dat uložených ve vnitřní paměti SRAM. Detailnější popisy zapojení všech dílčích podsystémů připojených k procesorovému modulu následují níže v textu.

4.2 ROZHRANÍ STYKU S OBSLUHOU – TERMINÁL

Pro možnost manuálního ovládání ústředny, a především pro spouštění střežicích programů je ústředna vybavena jednoduchým terminálem. Jeho základem je LCD displej (20×4 znaků) a tři tlačítka umístěná pod displejem. Lze tak realizovat jednoduché uživatelské menu. Pro zadávání numerických hodnot je terminál vybaven malou maticovou klávesnicí. Přehled jednotlivých prvků terminálu je následující:

- Displej LCD
- Ovládací tlačítka
- Maticová klávesnice
- Indikační LED



Obr. 9 Schéma zapojení ovládacího terminálu

Terminál není fyzicky součástí ústředny, připojuje se k ní pomocí plochého vícežílového kabelu, prostřednictvím konektoru J2. Správné připojení terminálu k ústředně je kontrolováno logickou úrovní na vstupu PE1 procesorového modulu. V případě bezchybného připojení konektoru na obou stranách (terminále i základové desce

ústředny) je vstup PE1 uzemněn. Pokud dojde k nesprávnému zapojení, je na vstupu PE1 logická úroveň 1 (napájecí napětí 3,3 V přes rezistor 20 kΩ). Tohoto jednoduchého auto-detekčního systému je využito také v případě kontroly přítomnosti čtečky a rozšiřujícího měřicího modulu. Pro základní funkci ústředny nemusí být terminál připojen (pokud se tedy počítá s aktivací střežicích programů přes webové rozhraní).

4.2.1 Zapojení LCD displeje

Displej je kompatibilní se standardem HD44780. Pracuje ve čtyř-bitovém módu, spodní čtyři bity sběrnice jsou tudíž uzemněny. Stejně tak vstup displeje R/W je připojen na zem – na displej se bude jen zapisovat. Použitý displej, stejně jako RFID čtečka, patří k součástkám, které jsou oproti řídicímu modulu napájeny napětím 5 V. Proto je i v tomto případě nutností použít přizpůsobovací napěťové rozhraní na kanálech mezi displejem a řídicím modulem. Konkrétně se jedná o čtyři datové linky, kterými proudí data a instrukce do displeje, dále pak řídící vstup R/S (výběr instrukce či data) a potvrzovací vstup E. Převodník úrovní z 3,3 V na 5 V je tvořen pomocí tranzistorů T8 – T13. Podsvícení displeje je možno programově řídit tranzistorem, připojeným k výstupní bráně – k obvodu PCF8574, který je součástí výstupního obvodu, o kterém bude pojednáno dále v textu.

4.2.2 Zapojení ovládacích tlačítek a maticové klávesnice

Trojice tlačítek spínajících na zem je připojena přes ochranné rezistory na vstupy PD4, PD5 a PD6 procesorového modulu. Tyto vstupy, stejně jako ostatní vstupy portu D jsou připojeny přes pull-up rezistory o hodnotě 10 kΩ.
Klávesnice (s maticovým uspořádáním 4x4) je testována principem tzv. *postupující nuly*, přičemž řádky jsou buzeny z výstupů paralelního portu A, načítání úrovní ze sloupců se provádí na vstupech portu D.

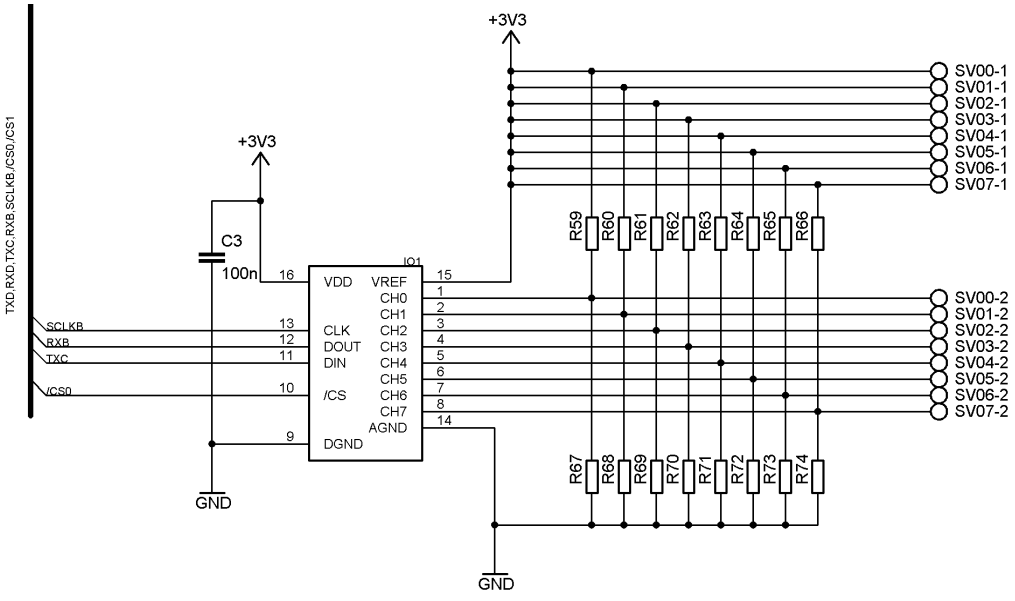
Terminál je vybaven dvěma indikačními LED. Zelená dioda LED10 svítí, pokud je ústředna v provozu. Žlutá LED11 je aktivní v případě výskytu chybových stavů v systému, kdy blikáním oznamuje chybový kód kritické události.

4.3 MĚŘICÍ OBVOD

Z požadavků na způsob připojení bezpečnostních senzorů vyplynula architektura měřicího obvodu. El. proud, protékající jednotlivými smyčkami se senzory je převeden na snímacích rezistorech na napětí, jehož velikost je sledována a vyhodnocována. Měření napětí na snímacích rezistorech zastává osmi-kanálový 12-ti bitový A/D převodník MCP3208, který je vybaven sériovým SPI rozhraním, přes které komunikuje s procesorovým modulem. Počet přípojných míst pro okruhy se senzory je dán počtem kanálů A/D převodníku. V základní konstrukci ústředny je zahrnut jeden tento převodník, tudíž je k dispozici 8 měřicích kanálů. Tento počet lze zvýšit na 16 připojením doplňkového měřicího obvodu MC2, pro jehož integraci je ústředna vybavena slotem.

4.3.1 Zapojení měřicího obvodu

A/D převodník MCP3208 je napájen napětím 3,3 V, což je zároveň i reference pro měření napětí na snímacích rezistorech R67 - R74. Tyto mají hodnotu odporu 150 Ω. Každý z analogových vstupů je připojen k napájecímu napětí 3,3 V přes rezistor 3 kΩ (R59 – R66). Tímto je určena, mimo jiné, hodnota napětí na vstupu převodníku v případě přerušení okruhu (sabotáž přerušením vedení, poplach). V případě zkratu vedení okruhu, je tento rezistor vyřazen, na vstupu převodníku je tak plné napájecí napětí 3,3 V.



Obr. 10 Schéma zapojení měřicího obvodu

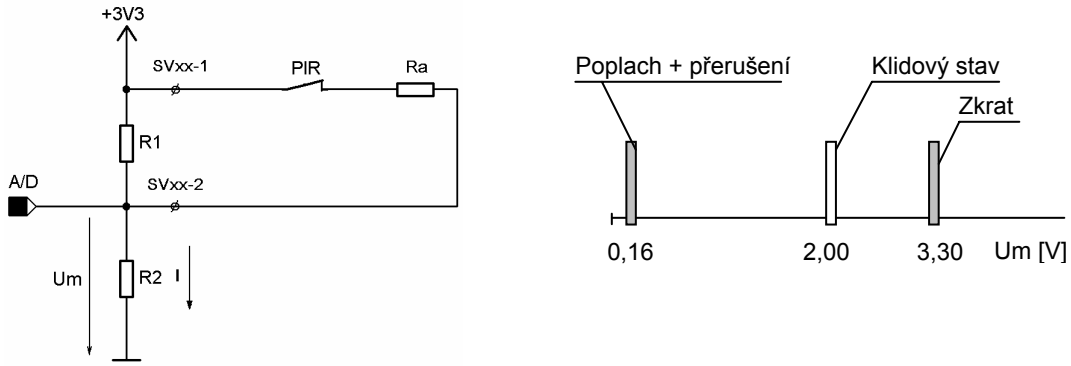
Měřené okruhy se připojují k obvodu pomocí dvou svorek, jak je ilustrováno na obrázku výše. Vyvažovací rezistory, jež jsou podstatnou součástí měřicího obvodu, se zapojují přímo do smyček se senzory, a to způsobem, popsaným v následujících podkapitolách, kde je, mimo jiné, uveden i způsob výpočtu hodnot rezistorů měřicího obvodu.

4.3.2 Připojení jednoduše vyvážených smyček k měřicímu obvodu

Připojení se provádí v souladu s popisem v kapitole 2.3.1. Vyvažovací rezistor je označen Ra, rezistory R1 a R2 (R2 je snímací rezistor) jsou součástí měřicího obvodu na straně ústředny. Hodnoty uvedených rezistorů byly zvoleny takové, aby bylo dosaženo požadovaného chování smyčky, s ohledem na vztahy uvedené v tabulce Tab. 1.
Pro měřené napětí (Um) na snímacím rezistoru platí následující vztahy, podle stavu, v jakém se smyčka nachází:

Stav smyčky	Měřené napětí Um [V]	Proud smyčkou I [mA]
Klidový	$Um = R2 \cdot \frac{3{,}3}{R2 + R1 // Ra} \approx 2{,}00$	13,4
Poplach Přerušení	$Um = R2 \cdot \frac{3{,}3}{R2 + R1} \approx 0{,}16$	1,0
Zkrat	$Um = 3{,}30$	22,0

Tab. 1 Měřené napětí v jednotlivých stavech jednoduše vyvážené smyčky



Obr. 11 Připojení jednoduše vyvážené smyčky k měřicímu obvodu

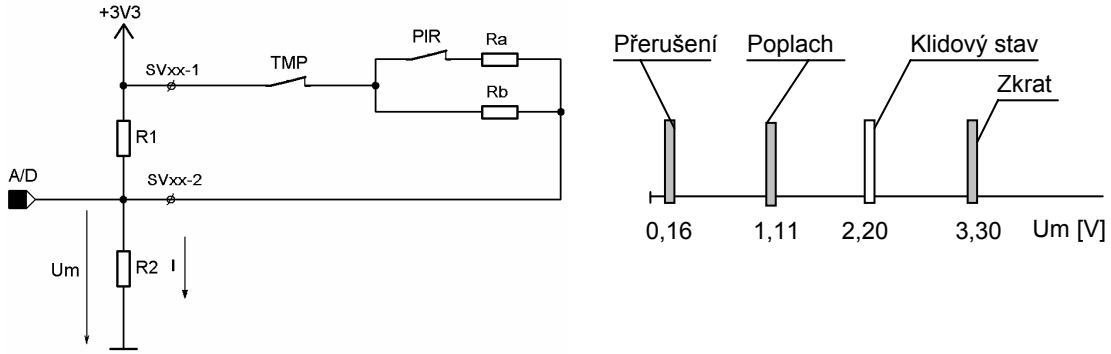
Uvedeným požadavkům odpovídá volba rezistorů o hodnotách R1 = 3 kΩ, R2 = 150 Ω, přičemž vyvažovací rezistor je Ra = 100 Ω.

4.3.3 Připojení dvojitě vyvážených smyček k měřicímu obvodu

Podobně jako v případě výpočtu parametrů jednoduše vyvážené smyčky, se vycházelo z požadovaných velikostí měřených napětí při jednotlivých stavech smyčky. Hodnoty rezistorů R1, R2 na straně ústředny zůstaly stejné (vzhledem k univerzálnosti připojení obou typů smyček). Hodnoty vyvažovacích rezistorů byly dopočítány v souladu s následujícími vztahy v tabulce. Jejich hodnoty jsou Ra = 100 Ω, Rb = 330 Ω.

Stav smyčky	Měřené napětí Um [V]	Proud smyčkou I [mA]
Klidový	$Um = R2 \cdot \frac{3{,}3}{R2 + R1 // Ra // Rb} \approx 2{,}20$	14,7
Poplach	$Um = R2 \cdot \frac{3{,}3}{R2 + R1 // Rb} \approx 1{,}11$	7,3
Přerušení	$Um = R2 \cdot \frac{3{,}3}{R2 + R1} \approx 0{,}16$	1,0
Zkrat	$Um = 3{,}30$	22,0

Tab. 2 Měřené napětí v jednotlivých stavech dvojitě vyvážené smyčky

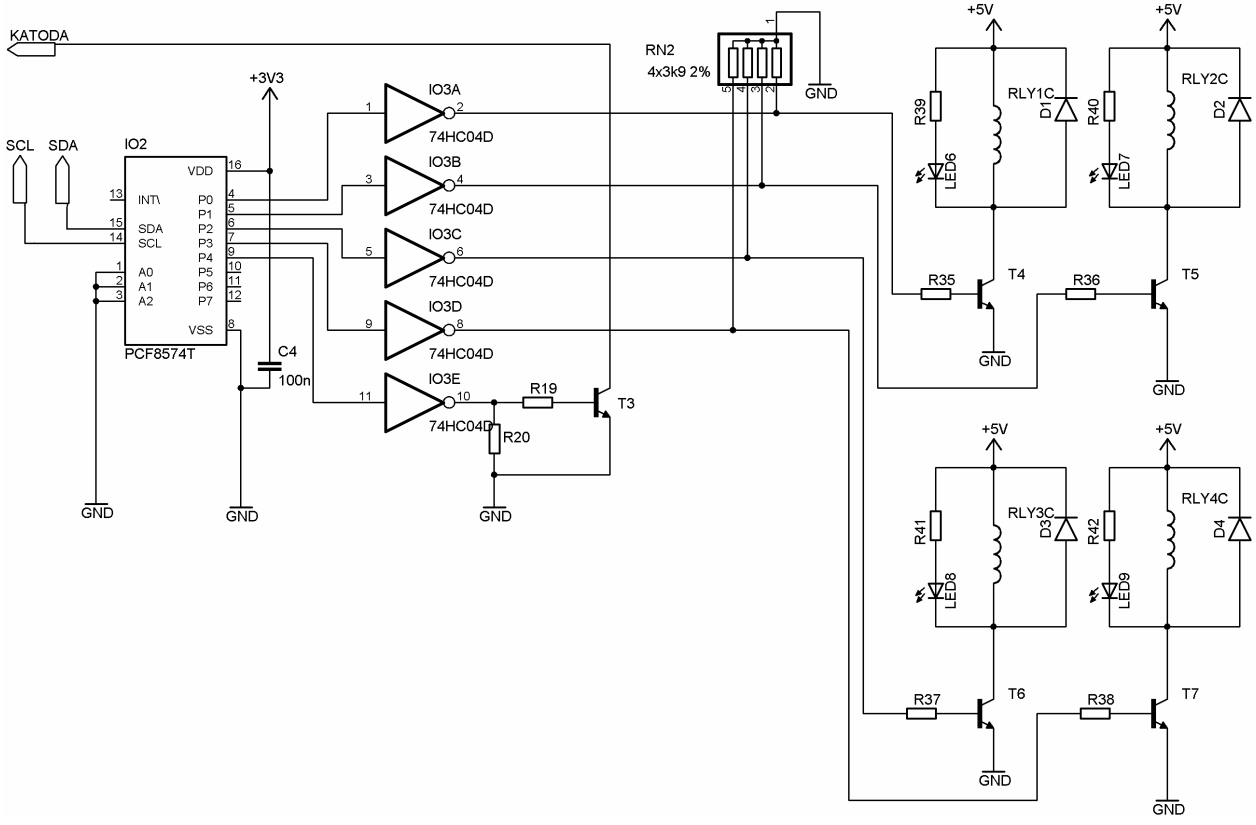


Obr. 12 Připojení dvojitě vyvážené smyčky k měřicímu obvodu

Tímto obvodovým návrhem bylo specifikováno, jakým způsobem se budou stavy senzorů v měřicích okruzích promítat do velikosti měřeného napětí A/D převodníkem. Vyhodnocování velikosti změřeného napětí je již úkolem softwaru ústředny, kterému je věnován popis jinde.

4.4 VÝSTUPNÍ OBVODY

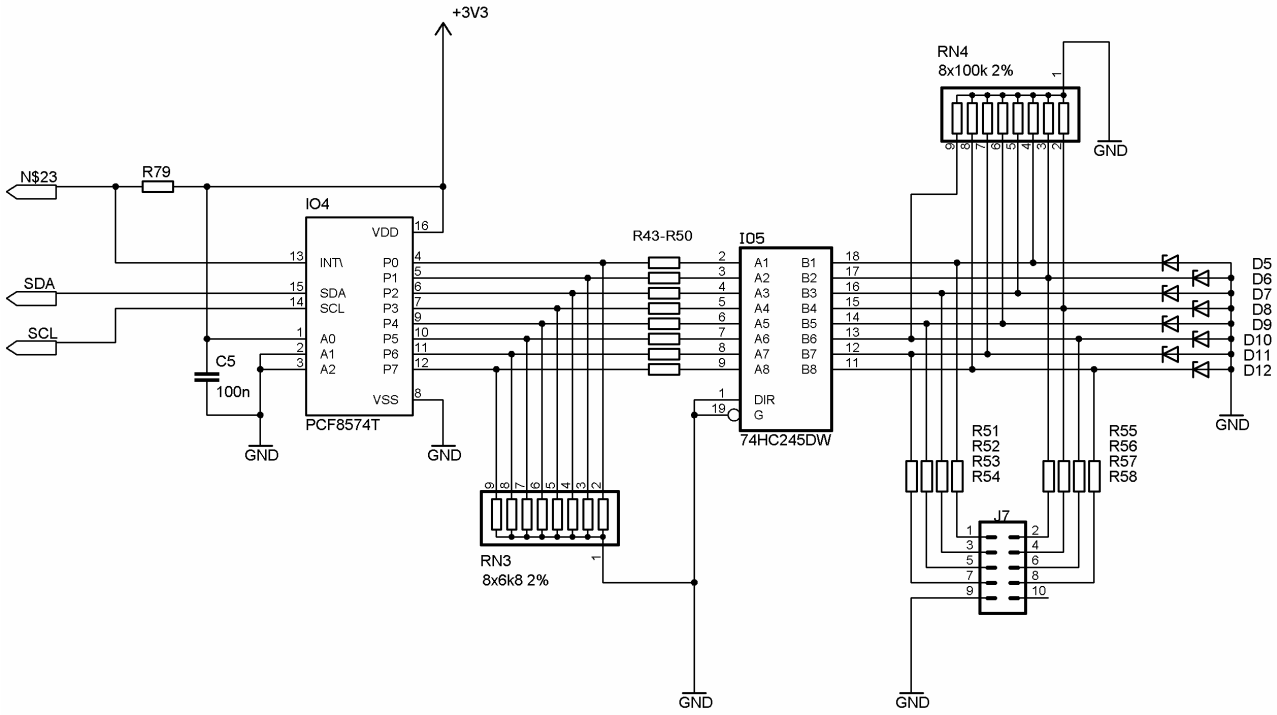
Výstupní prvky tvoří čtveřice relé, jejichž přepínací kontakty jsou volně k dispozici na svorkovnici pro připojení libovolných zařízení, které má ústředna ovládat. Řízení spínání relé se provádí pomocí tranzistorů T4 – T7, jejichž báze jsou buzeny přes rezistory z invertovaných výstupů integrovaného I^2C expandéru PCF8574. Obvod invertoru 74HC04 je použit z toho důvodu, že po připojení zařízení k napájení se výstupy expandéru nacházejí ve stavu log. 1 (3,3 V), což způsobí nežádoucí sepnutí relé. Díky volbě hodnot bázových rezistorů a pull-down rezistorů na výstupech invertoru je výstupní proud z invertoru přibližně 1,2 mA. Hodnota proudu tekoucí cívkami relé je 106 mA. Paralelně ke spínacím cívkám relé jsou připojeny usměrňovací diody, pro eliminaci napěťových impulsů při rozepínání relé. Kromě relé je ovládáno ještě podsvícení LCD na terminálu pomocí tranzistoru T3. Kontakty relé může protékat proud až 12 A, maximální spínané napětí je 250 V~.



Obr. 13 Schéma zapojení výstupních obvodů

4.5 VSTUPNÍ OBVODY

Slouží k připojení digitálních vstupů, kompatibilních s úrovněmi TTL. Vstupní napětí je přiváděno na vstup budiče sběrnice 74HC245, který zde pracuje jako oddělovač a vstupní hodnoty posílá dále přes napěťové děliče na vstup I^2C expandéru PCF8574. Budič je napájen z důvodu kompatibility s TTL ze zdroje 5 V, napěťové děliče na jeho výstupech převádějí napětí 5 V na 3,3 V. Na vstupech budiče, kam jsou přivedeny vstupní signály, jsou připojeny proti zemi Zenerovy diody 4,7 V. Tyto diody slouží ke stabilizaci vstupního signálu a ochraně budiče v případě přepětí.



Obr. 14 Schéma zapojení vstupního obvodu

Vstupní signály v rozmezí 0 V až 3,2 V vyhodnocuje obvod jako logickou úroveň 0, signály s úrovní přibližně nad 3,2 V vyhodnotí obvod jako logickou úroveň 1. Vstupní obvod je navržen tak, aby byl odolný i vůči přepětí - maximálně však s hodnotou 10 V. Přebytečná energie se tom případě zmaří na rezistorech R51 - R58 (odpory 56 Ω, 1 W).

4.6 BEZKONTAKTNÍ PŘÍSTUPOVÝ SYSTÉM

Pro bezpečnou práci s ústřednou, zejména pro její konfiguraci, spouštění střežicích programů, a jejich deaktivaci je nutné, aby byl povolen přístup k těmto funkcím pouze pověřeným osobám/osobě. Za tímto účelem je ústředna vybavena čtečkou čipových karet pro bezkontaktní identifikaci uživatele (administrátora ústředny).

4.6.1 RFID čtečka AXA020MF

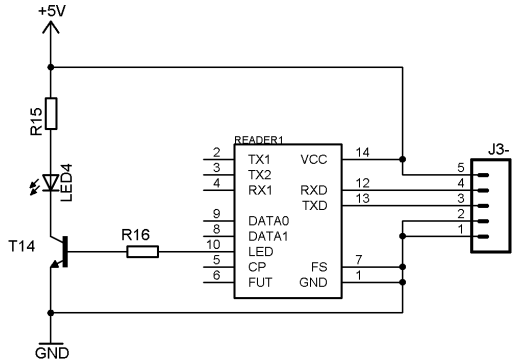
Pro tuto konstrukci byla zvolena čtečka RFID čipů AXA020MF od výrobce Elatec, IDentification Systems. Čtečka dokáže číst a zapisovat data na RFID čipy (mohou mít podobu různých přívěsků – tzv. tagů, nebo plastových karet). Tato čtečka podporuje sériovou komunikaci ASCII protokolem, nebo pomocí Wiegand26.

Vlastnosti čtečky AXA020MF:

- napájení 5 V, spotřeba proudu maximálně 60 mA
- zabezpečený MIFARE protokol (komunikace mezi čtečkou a čipovou kartou)
- detekční rádiová frekvence je 13,56 MHz
- interní anténa (dosah 30 mm)
- možnost připojení externí antény pro větší dosah
- sériové rozhraní RS-232 (TTL)

4.6.2 Připojení čtečky AXA020MF do obvodu

Funkční propojení čtečky s řídicím modulem je možné při vyřešení vzájemného napěťového přizpůsobení úrovní, jelikož řídící modul je napájen ze zdroje 3,3 V, zato čtečka pracuje s napětím 5 V. Provedení převodníku úrovní je popsáno v kapitole 4.1.2 na str. 16. Ke komunikaci je použitý sériový port D (piny PC0 a PC1 procesorového modulu). Čtečka není přímo součástí ústředny, připojuje se k ní pomocí kabelu přes konektor J3. Úroveň na výstupním pinu čtečky (označen LED) je možno programově řídit. V tomto případě je k němu připojen spínací tranzistor, který ovládá svícení indikační diody LED4. Připojením vstupu FS čtečky na zem, byl zvolen ASCII komunikační protokol.



Obr. 15 Schéma zapojení čtečky AXA020MF

4.7 NAPÁJENÍ ZAŘÍZENÍ

Ústředna není vybavena vlastním napájecím obvodem, a potřebuje tak ke své funkci externí napájecí zdroj s napěťovými úrovněmi 3,3 V a 5 V. Zdroj napětí 3,3 V by měl být schopný snést proudové zatížení přibližně 700 mA (největším spotřebičem z tohoto hlediska je v obvodu procesorový modul, pokud je aktivní Wi-Fi připojení). Zatížení zdroje 5 V by v nejhorším případě (což je situace, kdy jsou sepnutá všechna výst. relé, zapnuto podsvícení LCD a připojena RFID čtečka) nemělo překročit 670 mA.

4.8 MECHANICKÁ KONSTRUKCE

Po fyzické stránce realizace se systém skládá z hlavní základové desky, ke které je připojen procesorový modul, a na níž se nalézá podstatná většina podpůrných součástek a integrovaných obvodů. Oddělenými segmenty jsou terminál a čtečka RFID, které jsou k základové desce připojeny kabely.

Základová deska je realizována na oboustranném plošném spoji o velikosti 177×133 mm. Je vybavena soklem pro zasunutí procesorového modulu a konektory pro připojení čtečky a terminálu. Deska je osazena rovněž svorkovnicemi pro snadné připojení osm měřicích okruhů, a svorkovnicemi pro připojení ke kontaktům ovládacích relé výstupního obvodu. Přívod napájení ústředny je kabelem, přítomnost napětí je indikována dvěma LED diodami.

Terminál je postaven na jednostranném plošném spoji, na který je přímo připájen LCD displej a klávesnice pomocí kolíkových lišt, a s podporou distančních sloupků. Terminál i čtečka byly navrženy tak, aby se daly snadno zabudovat například do plastové krabičky, či do panelu.

Návrhy plošných spojů včetně fotografií všech těchto částí ústředny jsou uvedeny v příloze této práce.

5. NÁVRH SOFTWARU ÚSTŘEDNY

Vývoj řídicí aplikace pro ústřednu tvořil další významnou etapu této práce. Výsledný program byl vytvořen v komplexním vývojovém prostředí – Dynamic C® (ve verzi 10.54), které firma Rabbit Semiconductor poskytuje zdarma jako podporu pro programování svých mikroprocesorových systémů.

V této kapitole jsou popsány principy funkce řídicího programu a uveden přehled vytvořených knihoven funkcí spolu s vysvětlením jejich činnosti. Do návrhu softwaru pro ústřednu se řadí i tvorba webových stránek – konfiguračního webového rozhraní, jehož struktura a popis je zde také uveden.

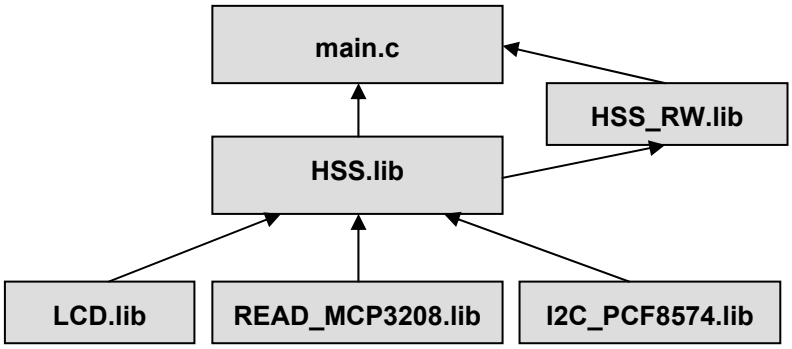
5.1 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ DYNAMIC C®

Tento integrovaný systém v sobě zahrnuje editor, kompilátor, linker, loader a modul pro debugging. Po syntaktické stránce se jedná o jazyk C, s některými rozšířeními jako jsou: ochrana a sdílení proměnných, prostředky pro konstrukci paralelně pracujících procedur (tzv. costatements), podpora real-time procesů, podpora kooperativního a preemptivního multitaskingu. Široká je též nabídka různých knihoven a zdrojových kódů, poskytujících například rozmanité matematické funkce, síťově orientované funkce, šifrování, textové operace a mnoho dalších. Pro tvorbu webového rozhraní s přímým přístupem k proměnným programu je zde podpora formou komponenty RabbitWeb. [14] [15]

Programování a ladění funkce procesorového modulu se provádí pomocí speciálního sériového programovacího kabelu s rozhraním. Toto rozhraní je schopno plnit i funkci diagnostickou. Celý řídicí program je ukládán do programové paměti flash, která má velikost 512 kB.

5.2 STRUKTURA ŘÍDICÍHO PROGRAMU

Kromě hlavního souboru programu (*main.c*), sestává celý program ještě z několika modulů – knihoven, jak je naznačeno ve schématu níže. V jednotlivých knihovnách jsou kromě definic funkcí a proměnných uvedeny taktéž kompletní komentáře k všem funkcím. Charakteristika stěžejních funkcí v programu je uvedena dále v textu.



Obr. 16 Struktura řídicího programu

Knihovny *LCD.lib*, *READ_MCP3208.lib* a *I2C_PCF8574.lib*, jak již jejich názvy napovídají, mají k hardwaru ústředny takříkajíc nejblíže. Definují v sobě sady funkcí, podílejících se na řízení dílčích subsystémů ústředny na nejnižší úrovni. Tyto funkce jsou následně volány nadřazenými moduly (především funkcemi z knihovny *HSS.lib*).

Stručný popis funkce jednotlivých knihoven je následující:

LCD.lib

Obsahuje funkce pro obsluhu LCD displeje jako je například inicializační rutina, nastavování parametrů displeje, výstup zadaného textu na displej a jiné. Podrobný popis všech funkcí této knihovny je v kapitole 5.5.2.

READ_MCP3208.lib

Definuje funkce pro komunikaci s A/D převodníkem MCP3208 v měřicím obvodě. Průběh komunikace se řídí protokolem SPI. Popis funkcí knihovny je v kapitole 5.6.2.

I2C_PCF8574.lib

Knihovna obsahuje implementaci funkcí protokolu I^2C. Tyto jsou potřebné pro komunikaci s integrovanými obvody PCF8574, které jsou součástí vstupního obvodu a výstupního reléového obvodu. Bližší popis je v části 5.7.2.

HSS.lib

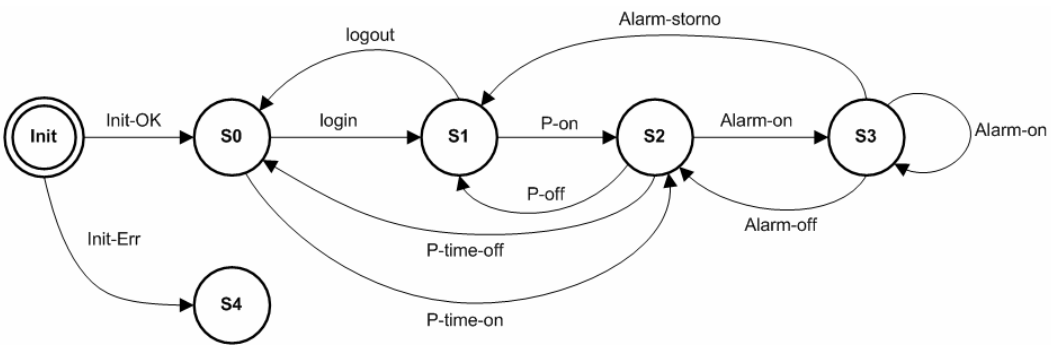
Klíčová knihovna celé aplikace. Obsahuje definice datových struktur, globálních proměnných, konstant a maker. Jsou v ní definovány funkce ústředny (monitoring, obsluha maticové klávesnice, vyhodnocování stisknutých tlačítek na terminále, řízení výstupních relé a podobně). Výpis funkcí této knihovny spolu s jejich popisem je uveden v kapitole 5.4.

HSS_RW.lib

Obsahuje definice pomocných proměnných a funkcí pro využití v RabbitWEBu. Zde jsou rovněž provedeny tzv. registrace proměnných programu pro interpretaci RabbitWEBem. Detailnější charakteristika knihovny je v oddíle 5.13.2.

5.3 POPIS FUNKCE PROGRAMU

Zdrojový soubor *main.c* obsahuje samotný řídicí program ústředny. Odtud jsou volány všechny funkce definované ve výše zmíněných knihovnách. Program má formu stavového automatu, kde jsou jednoznačně definovány všechny jeho stavy a přechody mezi nimi. Systém se může nacházet v jednom z celkem šesti stavů, označených Init, S0, S1, S2, S3 a S4.



Obr. 17 Stavový automat reprezentující chování ústředny

Stav	Charakteristika	Možné přechody
Init	Inicializace, připojení k Wi-Fi síti	S0, S4
S0	Neprobíhá střežení, uživatel nepřihlášen	S1, S2
S1	Neprobíhá střežení, uživatel přihlášen	S0, S2
S2	Střežicí režim, uživatel odhlášen	S1, S0, S3
S3	Střežicí režim, zjištěn alarm	S2, S1
S4	Chybový stav	-

Tab. 3 Stavy systému ústředny

Přechod	Popis
Init-OK	Úspěšná inicializace
Init-Err	Chyba při inicializaci (chybná data SRAM, problémy s Wi-Fi zařízením)
login	Přihlášení administrátora ústředny
logout	Odhlášení administrátora ústředny
P-time-on	Časové spuštění střežicího programu
P-time-off	Časové vypnutí střežicího programu
P-on	Ruční spuštění střežicího programu
P-off	Ruční vypnutí střežicího programu
Alarm-on	Registrace nového alarmu
Alarm-off	Pominutí alarmu/alarmů
Alarm-storno	Stornování všech alarmů při přihlášení administrátora ústředny.

Tab. 4 Přechody mezi jednotlivými stavy

5.3.1 Stavový automat – stav „Init“

V tomto stavu se nalézá ústředna bezprostředně po svém zapnutí. Jedná se o stav, kdy se provádí inicializace hardwaru, kontrola platnosti dat v zálohované paměti SRAM a připojení k Wi-Fi. Ve zmíněné zálohované SRAM jsou uložena veškerá nastavení ústředny (konfigurace měřicích kanálů, zón, uživatelská nastavení střežicích programů, konfigurace Wi-Fi). Pokud je zjištěno, že se v zálohované paměti nacházejí neplatná data (což se může stát například při odpojení záložní baterie od procesorového modulu), je proveden reset nastavení – jsou nastaveny defaultní hodnoty a ústředna přejde do chybového stavu S4. Reset konfigurace lze vyvolat také uživatelsky – stisknutím tlačítka S2 na terminálu na dobu alespoň 5 sekund při zapnutí ústředny. V tomto případě pak ústředna nepřechází do chybového stavu S4, ale směřuje dále do stavu S0.

Po úspěšné kontrole dat uložených v SRAM (nebo po případném resetu), je zobrazena na displeji aktuální hardwarová konfigurace (připojená čtečka, zasunutý přídavný měřicí obvod).

O připojení k Wi-Fi síti rozhoduje uživatel prostřednictvím menu terminálu. Ústředna se podle zadané volby buď připojí k síti, nebo zůstane nepřipojena. V tomto případě nebude možná její konfigurace pomocí webového rozhraní. Pokud není k ústředně připojen terminál, ústředna volí automaticky variantu připojení k Wi-Fi síti, aby bylo možno ji spravovat prostřednictvím webu. Pokud v tomto případě není nalezeno příslušné přístupové místo AP (Acces Point), následuje přechod do chybového stavu S4.

Pokud v průběhu inicializace a připojování k Wi-Fi síti nedojde k žádné chybě, tak ústředna automaticky přejde do stavu S0 a program skončí v nekonečném cyklu – hlavní smyčce, kde paralelně běží čtyři vlákna. Celý výše popsaný proces je znázorněn na obrázku Obr. 18.

5.3.2 Stavový automat – stav „S0“

Tento stav reprezentuje klidový provoz ústředny, kdy není v systému přihlášen uživatel (administrátor ústředny). Není možné měnit konfiguraci ústředny. Není spuštěn žádný střežicí program. Pokud je aktivováno časové spouštění střežicích programů, čeká se na okamžik aktivace zvoleného programu. V případě jeho aktivace systém přechází do stavu S2. Přihlášením administrátora ústředny (zadáním číselného kódu na terminále, pomocí čtečky RFID karet, nebo přístupem na webové rozhraní) se přechází do stavu S1.

5.3.3 Stavový automat – stav „S1“

Zde je umožněna konfigurace parametrů ústředny (nastavení kanálů, zón, střežicích programů). Tato konfigurace se provádí výhradně přes webové rozhraní, z důvodu jistého komfortu a jednoduchosti. V tomto stavu lze ručně spouštět nadefinované střežicí programy přes terminál, nebo i přímo přes webové rozhraní.

5.3.4 Stavový automat – stav „S2“

Proces monitoringu bezpečnostní situace. Je spuštěn střežicí program a kontrolovány stavy v daných zónách, které má program sledovat. V případě výskytu alarmu systém přechází do stavu S3, je následně provedena odpovídající reakce – v závislosti na nastavení příslušné zóny. Více informací o principu střežicího procesu je v části 5.8.

5.3.5 Stavový automat – stav „S3“

Do tohoto stavu se přechází v případě, kdy byl ve střežicím stavu S2 detekován alarm/alarmy v některých z hlídaných zón. Tento stav je funkčně shodný se stavem S2, pouze indikuje, že je registrován alarm. V případě pominutí alarmu systém přechází zpět do stavu S2. Pokud se v tomto stavu přihlásí administrátor, zruší se všechny registrované alarmy a veškeré reakce. Výstupní relé se uvedou do klidového stavu.

5.3.6 Stavový automat – stav „S4“

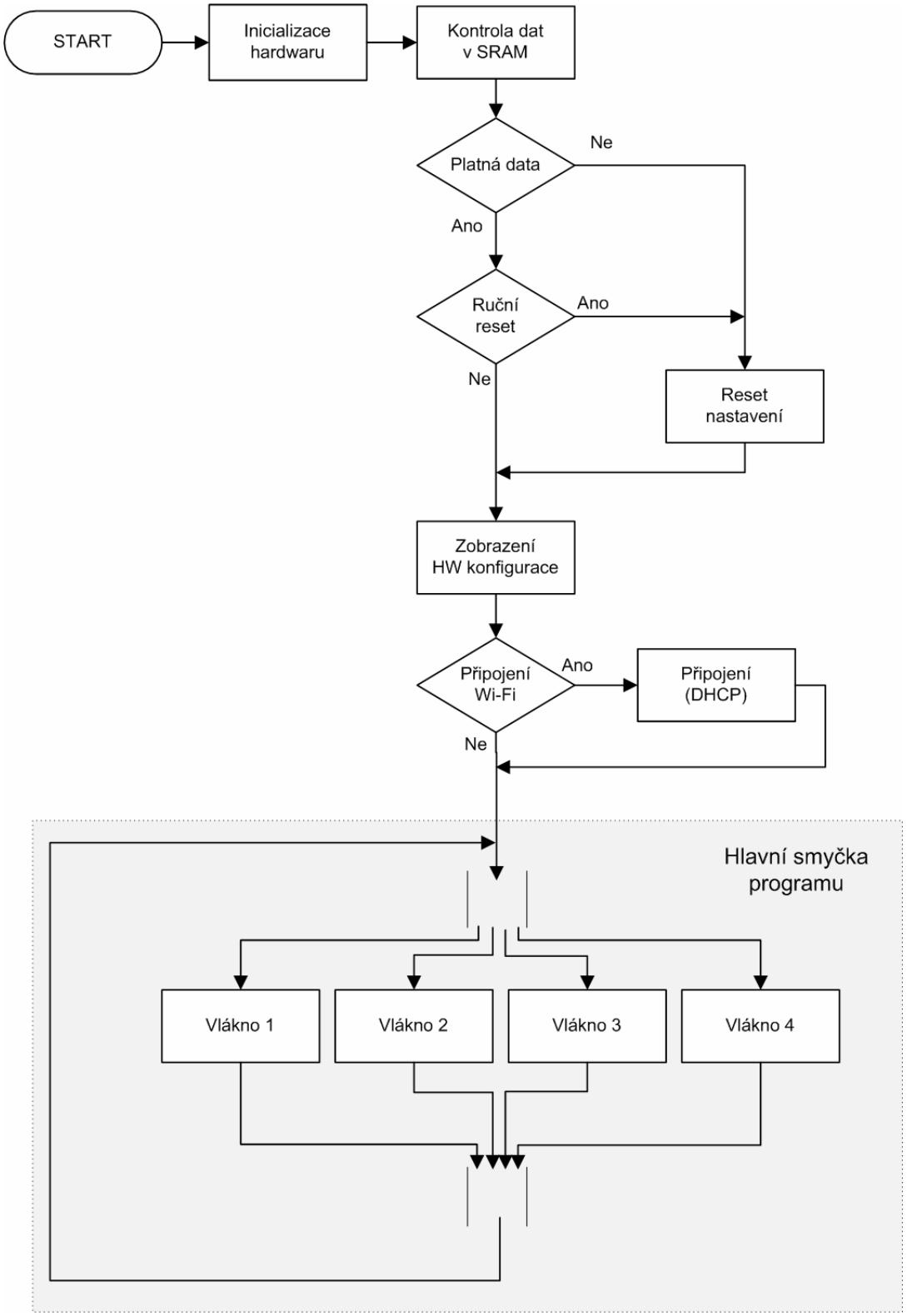
Chybový stav. Pokud v systému dojde k chybě (chyba inicializace Wi-Fi zařízení, neplatnost dat v SRAM), nemůže systém plnohodnotně fungovat, a je uveden do tohoto stavu. Příčina chyby je indikována přerušovaným blikáním výstražných žlutých LED na terminálu a na hlavní desce ústředny.

5.3.7 Paralelní vlákna programu

Implementace kódu v hlavním souboru (*main.c*) sestává z nekonečné smyčky, v níž jsou čtyři paralelní vlákna. Tato jednotlivá vlákna jsou tvořena strukturou costate{…}, a v každém z nich je definováno zpoždění, na jakou dobu se má jeho činnost zastavit. Procesor pracuje tak, že vykonává paralelně tyto vlákna, která se mezi sebou přepínají (multitasking). V případě, že zrovna jedno vlákno nic nevykonává (je v čekací smyčce), je dán prostor pro činnost následujícího vlákna v pořadí. Přehled funkce jednotlivých vláken programu je následující:

Vlákno	Funkce	Interval [ms]
Vlákno 1	Interakce s uživatelem, načítání stisknutých tlačítek, klávesnice, obsluha čtečky.	400
Vlákno 2	Řízení časového spouštění a vypínání střežicích programů, zobrazování času na terminálu.	1000
Vlákno 3	Provoz http serveru.	5
Vlákno 4	Monitoring, vyhodnocování alarmů. Vlákno je aktivní pokud je ústředna ve stavu „zastřeženo“	400

Tab. 5 Jednotlivá vlákna programu



Obr. 18 Průběh procesu po spuštění programu

5.4 ZÁKLADNÍ KNIHOVNA PROGRAMU - HSS.LIB

5.4.1 Charakteristika hlavních globálních proměnných a struktur

int st_state

Nese informaci o aktuálním stavu zařízení. Viz stavový automat v kapitole 5.3.

char st_alarms

Obsahuje informaci o registrovaných alarmech v jednotlivých zónách v průběhu střežicího procesu. Tato informace je uložena ve spodních čtyřech bitech (jsou definovány pouze čtyři zóny). Pokud je u příslušné zóny zjištěn alarm, je nastaven korespondující bit.

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0

b0: indikace alarmů v zóně 1
b1: indikace alarmů v zóně 2
b2: indikace alarmů v zóně 3
b3: indikace alarmů v zóně 4

char st_hwconf

uložení aktuální hardwarové konfigurace ústředny (připojené periferie). Pokud je daná periferie připojena, je nastaven bit do log. 1.

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0

b0: připojení terminálu
b1: připojení čtečky
b2: připojení rozšiřujícího měřicího modulu

char out_pcf8574

Uložení hodnoty, která byla naposledy odeslána na výstupní bránu PCF8574 (řízení spínání relé a podsvícení displeje).

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0

b0: relé R1 (1 = sepnuto)
b1: relé R2 (1 = sepnuto)
b2: relé R3 (1 = sepnuto)
b3: relé R4 (1 = sepnuto)
b4: podsvícení displeje (1 = zapnuto)

struct t_channel

Struktura pro uložení vlastností měřicího kanálu. Je zde specifikováno, jestli je kanál softwarově povolen/zakázán, dále typ kanálu (jednoduše nebo dvojitě vyvážená smyčka), příslušnost k jedné ze čtyř zón, aktuální stav kanálu v průběhu procesu střežení.

```
struct t_channel{
        int zona;       // nastavení zóny (1-4)
        int typ;        // typ smyčky (0 = jednoduché vyvážení, 1 = dvojité)
        int stav;       // stav okruhu (0 = klid, 1 = poplach, 2 = přerušení, 3 = zkrat)
        int aktivni;    // softwarové odpojení kanálu (0 = odpojen, 1 = připojen)
};
```

protected struct t_channel Channels[MAX_POCET_KANALU]

Pole pro uložení vlastností jednotlivých kanálů. Tato konfigurace je uložena v zálohované paměti procesoru (klíčové slovo protected). Počet kanálů určen maximálním povoleným počtem. V této verzi programu se uvažovalo pouze použití interních měřicích kanálů (0-7), jelikož rozšiřující měřicí modul nebyl vyroben. V tomto případě by makro MAX_POCET_KANALU definovalo hodnotu 15.

struct t_zone

Proměnné typu t_zone specifikují vlastnosti zón. Je zde určeno, jakým způsobem bude reagováno na detekci alarmů v jednotlivých zónách. Dále je zde informace, které relé mají být ovládána, a jaká je situace aktuálně v zóně při procesu střežení.

```
struct t_zone{
        int reactmod;           //typ reakce (0=sledování stavu,1 = detekce prvního alarmu)
        int rel;                // výběr relé, které je ovládáno (možnosti 1, 2, 3, 4; R1 = 1)
        char pojmenovani[21];   // pojmenování zóny
         int stav;              // stav v zóně (0 = klidový, 1 = alarm)
};
```

protected struct t_zone Zones[POCET_ZON]

Pole pro uložení nastavení jednotlivých zón. Počet zón je v tomto programu pevně daný, a byl stanoven na čtyři. Tato nastavení jsou uložena v chráněné paměti, zůstávají platná i po vypnutí ústředny.

struct t_program

Struktura pro uložení vlastností střežicích programů. Je zde definováno, které zóny se mají střežit, čas aktivace a deaktivace pro potřeby časového spouštění, stav programu.

```
struct t_program{
        char zon1;              // vztah k zóně 1 (1 = střežit, 0 = ignorovat)
        char zon2;              // vztah k zóně 2 (1 = střežit, 0 = ignorovat)
        char zon3;              // vztah k zóně 3 (1 = střežit, 0 = ignorovat)
        char zon4;              // vztah k zóně 4 (1 = střežit, 0 = ignorovat)
        int aktivaceH;          // čas aktivace programu (v hodinách 0-23)
        int deaktivaceH;        // čas deaktivace programu (v hodinách 0-23)
        char pojmenovani[11];   // uživatelské pojmenování programů
         int stav;              // stav programu (1 = aktivní, 0 = neaktivní)
};
```

protected struct t_program Programs[POCET_PROGRAMU]

Zálohované pole pro uložení vlastností střežicích programů. Jejich počet je pevně stanoven a je omezen na čtyři.

5.4.2 Funkce definované v rámci knihovny HSS.lib

char Init();

Inicializační funkce.Řeší nastavení portů procesoru buď jako vstupních, nebo výstupních. Voláním dílčích inicializačních rutin (pro I^2C a SPI) z ostatních knihoven uvádí výstupy zařízení do výchozího klidového stavu.

V případě výskytu chyby vrací chybový kód k identifikaci příčiny chyby.

Návratová hodnota: 0 – bez chyby
1 – chyba při komunikaci se vstupním obvodem (nACK)
2 – chyba při komunikaci se výstupním obvodem (nACK)

void CheckHW();

Provádí kontrolu připojení periferních komponent k ústředně. Kontroluje se připojení terminálu, čtečky, a správnost zasunutí rozšiřujícího měřicího modulu. Podle zjištěného stavu modifikuje globální proměnnou *st_hwconf*, ve které je udržována informace o stavu připojení periferií.

char ReadBtn();

Přečtení stavu tlačítek na terminále (tři tlačítka: S2, S3, S4). Je zde implementována ochrana proti zákmitům. Tělo funkce je opuštěno až po uvolnění stisknutého tlačítka/tlačítek. Vyhodnocováno je i stisknutí více tlačítek najednou.

Návratová hodnota: 0 – nestisknuto žádné tlačítko
1 – stisknuto S2, 2 – stisknuto S3, 4 – stisknuto S4.
(5 – S2+S4, 6 – S3+S4, 7 – S2+S3+S4)

char CheckTMP();

Testování stavu tamper kontaktu (bezpečnostní spínač) na ústředně.

Návratová hodnota: 0 – kontakt sepnutý (klidový stav)
1 – kontakt rozepnutý (kryt ústředny otevřen)

char RelSwitch(char rel);

Funkce zabezpečuje spínání/rozpínání relé ve výstupním obvodu. Pracuje s globální proměnnou *out_pcf8574*, která v sobě udržuje byte, který byl naposled poslán na výstup. Funkce modifikuje spodní čtyři bity tohoto bajtu.

rel: požadované stavy jednotlivých relé. Jsou zohledněny pouze první čtyři bity, které určují, v jakém stavu se má příslušné relé nově nacházet.
bit 0 – relé R1, bit 1 – relé R2, bit 2 – relé R3, bit 3 – relé R4
(pokud je bit v log. 1, relé bude sepnuto).

Návratová hodnota: 0 – bez chyby
1 – chyba při komunikaci s výstupní I^2C bránou.

char ReadInputs();

Načtení logických stavů ze vstupního digitálního registru (I^2C brána ve vstup. obvodu).

void PrintTime();

Vypíše na aktuální pozici v DDRAM displeje aktuální systémový čas. Tento čas je získán z vnitřního zdroje hodin procesoru. Výpis data je proveden ve formátu den/měsíc/rok, výpis času je ve tvaru [hodiny:minuty] ve 24hodinovém formátu. Funkce zabezpečuje také aktualizaci pomocného pole *akt_Time[7]*, kde jsou pro potřeby RabbitWebu uloženy informace o aktuálním čase.

void WriteTimeRTC();

Funkce provede zápis nového času (hodiny a datum) do systémového RTC. Tato funkce se automaticky volá v případě změn nastavení času přes webové rozhraní.

char ReadNumKey();

Vyhodnocování stisknutých kláves na maticové numerické klávesnici. Zde je aplikován algoritmus postupující nuly. Funkce registruje pouze jednu stisknutou klávesu, v případě stisku více kláves najednou, jsou další ignorovány.

Návratová hodnota je identifikační číslo stisknuté klávesy. Pokud není stisknuto nic, funkce vrací hodnotu 0xFF.

char CheckAlarms();

Hlavní funkce monitorování bezpečnostní situace. Uvnitř funkce probíhá filtrování kontroly vybraných zón (podle nastavení aktuálně spuštěného programu). Zóny, které nejsou programem aktuálně chráněny, se ignorují. Dochází zde k aktualizaci globální proměnné *st_alarms* v závislosti na registraci alarmů. Z této funkce je v případě potřeby reakce na alarm volána funkce RelSwitch(rele) pro přepnutí relé do požadovaného stavu.

Návratová hodnota: vrací se informace o tom, zda byla provedena změna v registrovaných alarmech (0 – beze změny, 1 – změna oproti předchozí kontrole).

char CheckChannels();

Provádí testování všech aktivních kanálů voláním funkce ReadChannel. Podle zjištěných návratových hodnot z této funkce se rozhoduje o alarmech v zónách.

Návratová hodnota: Byte, nesoucí informaci o alarmech v zónách.
bit 0 – zóna 1, bit 1 – zóna 2, bit 2 – zóna 3, bit 3 – zóna 4
Pokud je v zóně momentálně alarm, bit je nastaven do log. 1.

char ReadChannel(char vybrany_kanal);

Funkce se stará o zjištění aktuální hodnoty vzorku na vybraném kanálu. Volá přímo funkci ReadChannelVal() z knihovny *READ_MCP3208.lib*. Provede analýzu hodnoty naměřeného vzorku a rozhodne o stavu kanálu.

Parametr: volba kanálu, který se má prověřit.

Návratová hodnota: Zjištěný stav kanálu
0 – klidový stav, 1 – poplach (senzor aktivní)
2 – přerušení vedení (sabotáž), 3 – zkrat (sabotáž)

char TestDATASRAM();

Kontrola platnosti dat v bateriově zálohované paměti SRAM. Tento test probíhá na základě kontroly platnosti proměnné – kontrolního klíče, která by měla mít známou hodnotu. Testují se zároveň i jednotlivé uložené položky nastavení, jestli jsou jejich hodnoty v povolených mezích. Návratová hodnota: 0 – data jsou platná.

Nenulová hodnota znamená, že zálohovaná paměť obsahuje neplatná data (byla smazána například odpojením od baterie, nebo přepsána při možné havárii programu).

void Res();

Vymazání uživatelských nastavení. Nastaví se základní parametry ústředny.

void ErrState(char chyba);

Procedura reprezentuje chybový stav. Při výskytu chyby uvízne program v jejím těle. Dojde k deadlocku. Chyba, která přechod do tohoto stavu zapříčinila, je vypsána na terminálu a blikají varovné žluté LED.

char JoinNet();

Tato funkce zobrazí na displeji dotaz, zda připojit ústřednu k Wi-Fi síti. Pokud je vybráno, že ano, tak se provede připojení k síti pomocí protokolu DHCP. Může se stát, že není terminál připojen, tudíž k zobrazení dotazu nemůže dojít. V tomto případě je automaticky přistoupeno k připojování do sítě.
Návratová hodnota udává, zda bylo zařízení úspěšně připojeno do sítě (byla získána korektní IP adresa). Pokud se připojení zdařilo – návrat je 0, v opačném případě 1.

void StartWatchingAlarms(int cislo);

Funkce je volána při aktivaci střežicího programu. Má za úkol nastavit stavové proměnné, provést výpisy na LCD, apod.

void EndWatchingAlarms();

Funkce je volána při deaktivaci střežicího programu. Má za úkol nastavit stavové proměnné, vynulovat příznaky alarmů v zónách a uvést výstupní relé do klidového stavu.

char ReadRFIDCard();

Funkce pošle dotaz RFID čtečce, je-li přiložen čip. Pokud ano, a shoduje-li se načtené ID s dříve uloženým, tak funkce vrací 1 – je povolen přístup.

5.5 OVLÁDÁNÍ LCD DISPLEJE

5.5.1 Charakteristika displeje z programátorského hlediska

Způsob komunikace řídicího procesoru s LCD displejem je určen řadičem displeje. Použitý displej je vybaven standardním řadičem HD44780, který dovoluje řízení buď prostřednictvím osmi-bitové sběrnice (vstupy DB0 až DB7), anebo jen pomocí čtyř-bitové sběrnice (vstupy DB4 až DB7, přičemž zbývající vstupy sběrnice musejí být uzemněny). Kromě této sběrnice, která slouží k přenosu instrukcí a zároveň zobrazovaných dat, je činnost displeje řízena pomocí vstupu RS, kterým se rozlišuje, zda se právě po sběrnici posílají data nebo instrukce. Vstupem R/W se řídí čtení/zápis do vnitřní paměti displeje. Platnost dat na sběrnici je potvrzována na vstupu E (sestupná hrana). Ve vnitřní ROM paměti řadiče HD44780 jsou z výroby definovány zobrazované znaky jako matice bodů. Při zobrazení znaku na displeji, se hodnota (matice bodů) z ROM paměti uloží na příslušné místo v paměti DDRAM, což je paměť zobrazovaných znaků. Adresa paměťové buňky v DDRAM paměti je odvozena od umístění, kde se nachází znak na displeji (řádek a pozice na řádku). Organizace adres v paměti DDRAM použitého displeje je následující:

Character	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Line 1	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13
Line 2	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53
Line 3	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	20	21	22	23	24	25	26	27
Line 4	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	63	64	65	66	67

Obr. 19 Organizace paměti DDRAM použitého displeje [12]

Podle schéma zapojení displeje je zřejmé, že řídicí program komunikuje s displejem po čtyř-bitové sběrnici (data a instrukce se posílají na dvakrát), a je povolen pouze zápis na displej. Z tohoto důvodu není možno sledovat bussy flag, který indikuje provádění vnitřní operace v displeji. Po každé odeslané instrukci displeji je tak generováno zpoždění před dalším zápisem instrukce. Přehled jednotlivých instrukcí pro řízení displeje je uveden v následujících tabulkách.

Instrukce	Bity instrukce										Význam
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	
Výmaz displeje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Smazání displeje a nastavení kurzoru na pozici 0.
Nastavení kurzoru do výchozí pozice	0	0	0	0	0	0	0	0	1	X	Nastaví kurzor na pozici 0 a vynuluje posun displeje (DDRAM beze změny)
Nastavení módu	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Směr pohybu kurzoru (I/D) a posun displeje (S)
Zapne/vypne displej, kurzor a blikání kurzoru	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Zapíná/vypíná displej (D), kurzor (C) a jeho blikání (B)
Nastaví pohyb kurzoru/displeje	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Nastaví pohyb kurzoru nebo displeje (S/C) a směr pohybu (R/L). Obsah DDRAM se nezmění.
Nastavení rozhraní	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Nastaví šířku rozhraní (DL), počet řádků displeje (N) a znakový font (F)
Nastavení pozice v CGRAM	0	0	0	1	Adresa v CGRAM						Po této instrukci jsou data zapisována do CGRAM
Nastavení pozice v DDRAM	0	0	1	DDRAM adresa							Po této instrukci jsou data zapisována do DDRAM
Čtení BUSY flagu a hodnoty adresového čítače	0	1	BF	DDRAM adresa							Čte příznak BUSSY (BF), indikující, že displej ještě provádí vnitřní operaci a pozici ukazatele adresy.
Zápis do CGRAM nebo DDRAM	1	0	Data								Zapíše data do CGRAM nebo DDRAM
Čtení dat z CGRAM nebo DDRAM	1	1	Data								Čte data z aktuální adresy v CGRAM nebo DDRAM

Tab. 6 Přehled instrukcí displeje [13]

Bit	Nastavení	
I/D	0 = snížení pozice kurzoru	1 = zvýšení pozice kurzoru
S	0 = posun displeje vypnout	1 = posun displeje zapnout
D	0 = vypnutí displeje	1 = zapnutí displeje
C	0 = kurzor vypnout	1 = kurzor zapnout
B	0 = blikání kurzoru vypnuto	1 = blikání kurzoru zapnuto
S/C	0 = pohybovat kurzorem	1 = pohybovat displejem
R/L	0 = rotovat vlevo	1 = rotovat vpravo
Dl	0 = 4bitové rozhraní	1 = 8bitové rozhraní
N	0 = 1 řádkový displej	1 = 2 řádkový displej
F	0 = 5x7 bodů	1 = 5x10 bodů
BF	0 = displej připraven	1 = displej nepřipraven

Tab. 7 Význam jednotlivých bitů v instrukcích displeje [13]

5.5.2 Implementace funkcí pro ovládání displeje

Zde je uveden seznam významných funkcí, které zajišťují práci s inteligentním displejem. U každé funkce je stručně uvedena charakteristika a význam důležitých vstupních parametrů. Následující funkce definovány v knihovně *LCD.lib*.

void SendByteToLCD(char byte, char RS);

Přenese jeden byte do řadiče displeje. Může se jednat jak o instrukci, nebo data. To je rozlišeno příznakem RS. Data se posílají na dvakrát, protože je použita poloviční šířka sběrnice. Platnost dat na sběrnici je potvrzována sestupnou hranou na vstupu E displeje. Tato rutina zajišťuje přístup k displeji na nejnižší úrovni – ostatní, dále uvedené funkce tuto rutinu volají.

void InitLCD();

Inicializace displeje, pošle se konfigurační instrukce pro displej – nastavení rozhraní, počet řádků a typ fontu.

void SetModeLCD(char D, char ID,char S, char C, char B);

Funkce provádí sérii nastavení displeje. Význam jednotlivých parametrů je následující:

- D: 0-vypnout displej, 1-zapnout displej
- ID: 0-snížení pozice kurzoru při čtení/zápisu, 1-zvýšení pozice kurzoru
- S: 0-zakázat posun displeje při čtení/zápisu, 1-povolit posun displeje
- C: 0-vypnout kurzor, 1-zapnout kurzor
- B: 0-vypnout blikání kurzoru, 1-zapnout blikání kurzoru

void ClearLCD();

Vymazání displeje. Ukazatel do paměti DDRAM je vrácen na výchozí nulovou pozici (kurzor na začátku).

void RefreshLCD();

Návrat kurzoru na pozici 0. Obsah DDRAM zůstane zachován. Bez mazání displeje.

void SetDDRAM(char adr);

Nastavení ukazatele do paměti DDRAM na zadanou hodnotu.

void GotoXY(char x, char y);

Přesun ukazatele v paměti DDRAM na zadanou pozici v závislosti na požadovaných souřadnicích kurzoru na displeji.

x: pozice na řádku displeje (0-19)

y: řádek (0-3)

void PrintChar(char znak);

Výpis zadaného znaku na displej (na aktuální pozici v DDRAM).

void PrintText(char text[]);

Výpis zadaného textu na displej, se začátkem na aktuální pozici v DDRAM.

void WaitUs(unsigned int usec);

Funkce generuje zpoždění zadané v parametru.

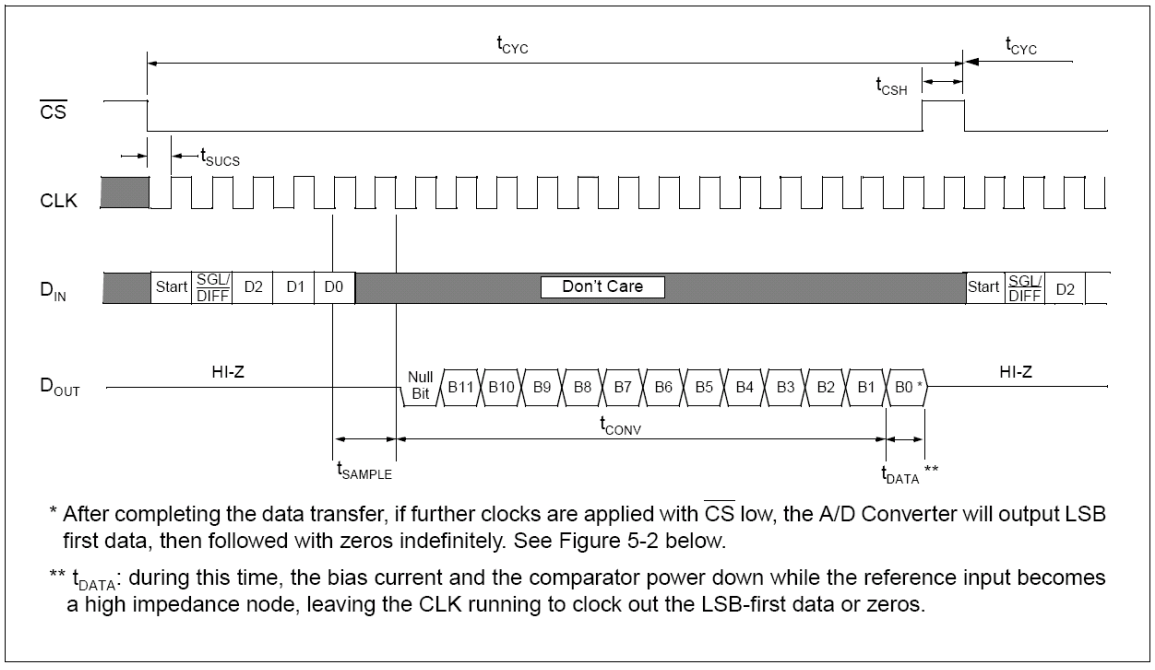
usec: počet mikrosekund, jak dlouho má trvat prodlení

5.6 KOMUNIKACE S A/D PŘEVODNÍKEM V MĚŘICÍM OBVODU

5.6.1 Charakteristika komunikace s A/D převodníkem

MCP3208 je 12bitový převodník s postupnou aproximací, který komunikuje pomocí sériového protokolu SPI. K obousměrné komunikaci se využívají dvě linky (jedna vysílací, druhá přijímací) a linka s taktovacím signálem. Pro výběr žádaného obvodu, v případě připojení více obvodů na sběrnici, slouží signál chip-select (/CS).

Komunikace je zahájena start-bitem od mastera, což je v tomto případě řídicí modul. Po start-bitu následuje sekvence čtyř konfiguračních bitů, které vybírají žádaný kanál, a také mód, ve kterém kanál pracuje (samostatný vstup, nebo diferenciální dvojice vstupů). Možnosti konfigurace těchto bitů ukazuje Obr. 21. Po odeslání této skupiny bitů se provede samotné vzorkování vybraného kanálu a po dvou taktech hodinového signálu začne A/D převodník odesílat procesoru 12bitové číslo - hodnotu naměřeného vzorku, kterému předchází jeden nulový bit. Přenos probíhá v pořadí od MSB. Průběh přenosu je na následujícím obrázku:



* After completing the data transfer, if further clocks are applied with $\overline{CS}$ low, the A/D Converter will output LSB first data, then followed with zeros indefinitely. See Figure 5-2 below.

** t_{DATA}: during this time, the bias current and the comparator power down while the reference input becomes a high impedance node, leaving the CLK running to clock out the LSB-first data or zeros.

Obr. 20 Diagram průběhu komunikace s A/D MCP3208 [10]

CONTROL BIT SELECTIONS				INPUT CONFIGURATION	CHANNEL SELECTION
SINGLE/ DIFF	D2	D1	D0		
1	0	0	0	single ended	CH0
1	0	0	1	single ended	CH1
1	0	1	0	single ended	CH2
1	0	1	1	single ended	CH3
1	1	0	0	single ended	CH4
1	1	0	1	single ended	CH5
1	1	1	0	single ended	CH6
1	1	1	1	single ended	CH7
0	0	0	0	differential	CH0 = IN+ CH1 = IN-
0	0	0	1	differential	CH0 = IN- CH1 = IN+
0	0	1	0	differential	CH2 = IN+ CH3 = IN-
0	0	1	1	differential	CH2 = IN- CH3 = IN+
0	1	0	0	differential	CH4 = IN+ CH5 = IN-
0	1	0	1	differential	CH4 = IN- CH5 = IN+
0	1	1	0	differential	CH6 = IN+ CH7 = IN-
0	1	1	1	differential	CH6 = IN- CH7 = IN+

Obr. 21 Nastavení konfiguračních bitů při zápisu do A/D MCP3208 [10]

5.6.2 Implementace funkcí pro komunikaci s A/D převodníkem

Funkce jsou definovány v knihovně *READ_MCP3208.lib*.

void InitSPI();

Inicializace rozhraní, nastavení chip-selectů do neaktivní úrovně. Na komunikačních kanálech nastavena klidová úroveň (log. 0).

void ClkSPI(); Generuje jeden hodinový impuls na taktovací lince.

int ReadChannelVal(char device, char channel);

Přečtení hodnoty vzorku na vybraném kanálu zvoleného A/D převodníku.

device: výběr měřicího obvodu – A/D převodníku (0-vestavěný měřicí obvod, 1-přídavný měřicí modul).

channel: výběr kanálu (hodnoty 0 - 7).

Návratová hodnota je velikost 12bitového vzorku v rozsahu 0 – 4096.

5.7 KOMUNIKACE S OBVODY PCF8574 VE VSTUPNÍM/VÝSTUPNÍM OBVODU

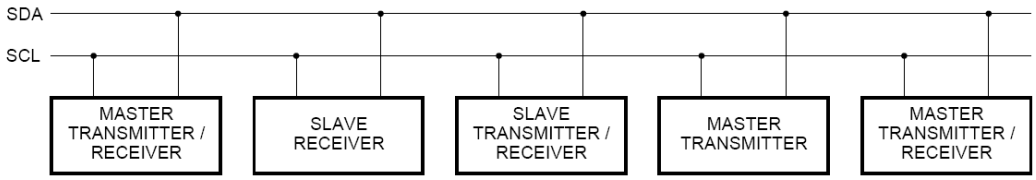
Použité obvody PCF8574 v této konstrukci se vyznačují tím, že mohou pracovat buď jako vstupní (hodnota na jejich vstupech je k dispozici ve vnitřním registru), nebo jako výstupní (zápisem do vnitřního registru obvodu je tato hodnota poslána na výstup/bránu). Přístup k vnitřnímu registru je s pomocí komunikačního protokolu I^2C.

5.7.1 Charakteristika komunikace protokolem I^2C

Pomocí tohoto protokolu může jednoduše komunikovat několik integrovaných obvodů v rámci jednoho zařízení (embedded systémy). Jedná se o sběrnici s deterministickým přístupem – podle role se zde rozlišují zařízení typu master a slave. Identifikace obvodů připojených ke sběrnici je určena adresami (tyto jsou z části definovány výrobcem, částečně jsou dány zapojením do obvodu). Pro možnost nastavení adresy jsou tak periferní obvody vybaveny příslušnými vstupy. Součástí této adresy je také bit, který určuje, zda se bude na adresované zařízení zapisovat, nebo se z něho číst. Protokol I^2C definuje přenosový obousměrný kanál jako dvojici linek:

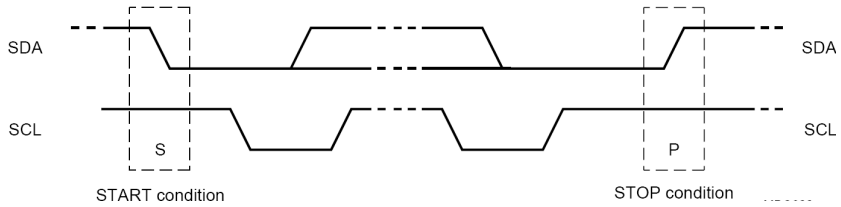
SDA – datová linka pro sériový přenos bytů

SCL – taktovací linka

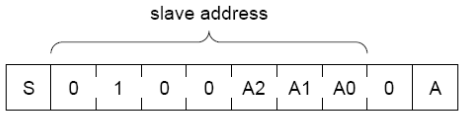


Obr. 22 Struktura komunikačního systému I^2C [11]

Každá z linek musí být pro správnou funkci připojena přes rezistor k napájecímu napětí. Hodinový signál na lince SCL je generován masterem, který také řídí celou komunikaci. Zahájení komunikace je určeno vznikem start-podmínky, ukončení komunikace pak vznikem stop-podmínky. Vznik obou podmínek je na následujícím obrázku.



Obr. 23 Vznik start-podmínky a stop-podmínky [11]



Obr. 24 Formát adresy I^2C zařízení [11]

Konkrétní adresy obou použitých I^2C bran vyplývají z obvodového zapojení v kapitolách 4.4 a 4.5. Zde je uvedena jejich definice tak, jak je implementována v základní knihovně aplikace *HSS.lib*.

Pro obvod ve výstupním členu – výstupní brána

```
#define OUT_PCF8574_ADR_R 0x41      // pro čtení
#define OUT_PCF8574_ADR_W 0x40      // pro zápis
```

Pro obvod ve vstupním členu – vstupní brána

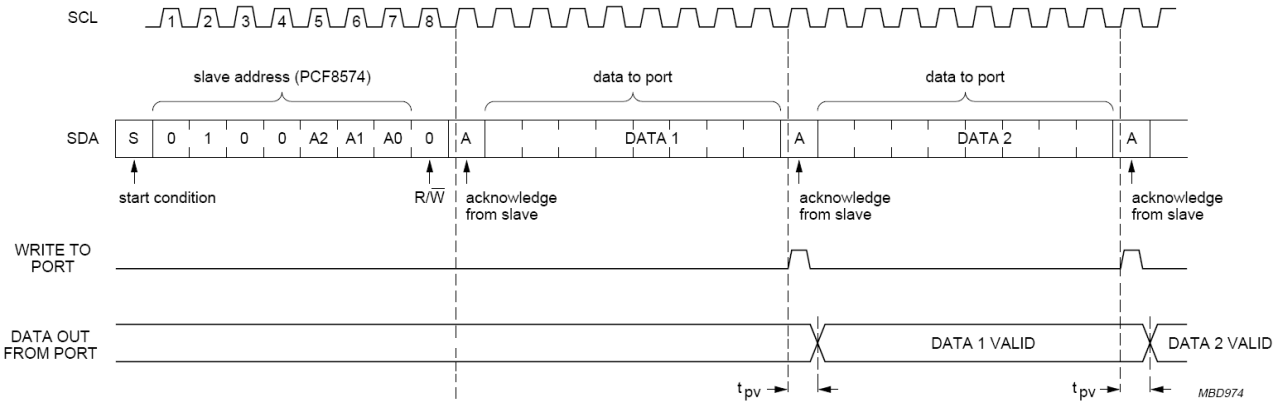
```
#define IN_PCF8574_ADR_R 0x43       // pro čtení
#define IN_PCF8574_ADR_W 0x42       // pro zápis
```

Způsob zápisu dat

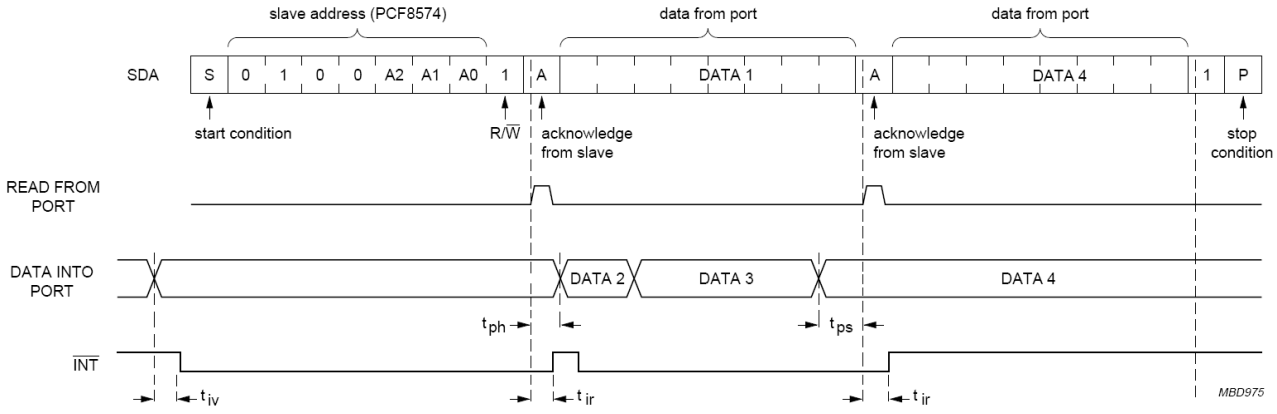
Master zahájí komunikaci startovací podmínkou, následuje vyslání adresy slave zařízení, na které se má zapsat nový byte. Po obdržení potvrzení od adresovaného slave zařízení se posílají vlastní data. Po dalším potvrzení master ukončuje komunikaci stop-podmínkou. Průběh komunikace je zobrazen na Obr. 25.

Způsob čtení dat

Master zahájí komunikaci stejně jako v předchozím případě, pouze je odeslána adresa slave zařízení s parametrem pro čtení. V dalším kroku pak již probíhá načítání bitů z adresovaného slave zařízení. Po přijetí osmi bitů se spojení ukončí stop-podmínkou.



Obr. 25 Průběh zápisu do paměti I^2C brány [11]



Obr. 26 Průběh čtení z paměti I^2C brány [11]

Běžně lze komunikovat s obvody PCF8574 i s taktovací frekvencí 100 kHz. V případě této aplikace však není rychlost přenosu příliš kritická, proto byla pro přenos zvolena frekvence přibližně 10 kHz (perioda taktovacího signálu je 100 μs).

5.7.2 Implementace funkcí pro komunikaci protokolem I^2C

Definice funkcí jsou v knihovně *I2C_PCF8574.lib*

void InitI2C();

Inicializace komunikace. Uvedení linek SDA, SCL do klidového stavu (log. 1).

void StartI2C();

Funkce generuje startovací podmínku pro zahájení komunikace (stažení linky SDA do stavu log. 0, při lince SCL ve stavu log. 1).

void StopI2C();

Provedení stop-podmínky. (přechod stavu linky SDA z log. 0 do log. 1 při lince SCL ve stavu log. 1).

char SendByteI2C(char byte);

Funkce zapíše byte na slave I2C zařízení.

byte: odesílaný byte

Po odeslání všech osmi bitů na slave-zařízení se čeká potvrzení příjmu. Pokud je potvrzen přenos, funkce vrací hodnotu 0. V případě nepotvrzení přenosu funkce vrací 1.

char ReadByteI2C();

Rutina se postará o přečtení jednoho bytu ze slave-zařízení.

Návratová hodnota: přečtený byte.

5.8 PROCES MONITORINGU A VYHODNOCOVÁNÍ ALARMŮ

Ústředna provádí monitorovací činnost a vyhodnocování alarmů prostřednictvím spuštěného střežicího programu, kdy je celý systém ve stavu S2, jak bylo naznačeno v kapitole 5.3.4.

Pokud ústředna není v tomto stavu, probíhá pouze periodické zjišťování stavů zón kontrolou připojených měřicích kanálů, ale nedochází k reakcím v případě detekce alarmu. Přesný aktuální stav všech připojených kanálů, které jsou softwarově povoleny, je možno sledovat pomocí webového rozhraní, které je popsáno dále v textu.

Jak bylo zmíněno dříve, existuje v programu důležitá globální proměnná *char st_alarms*, která pomocí svých spodních čtyř bitů indikuje alarmy v jednotlivých zónách. V případě alarmu je příslušný bit nastaven do log. 1, a kromě toho je ještě změněn atribut „stav“ dané zóny (stav = 1). Systém však primárně pracuje s informacemi v registru alarmů *st_alarms*.

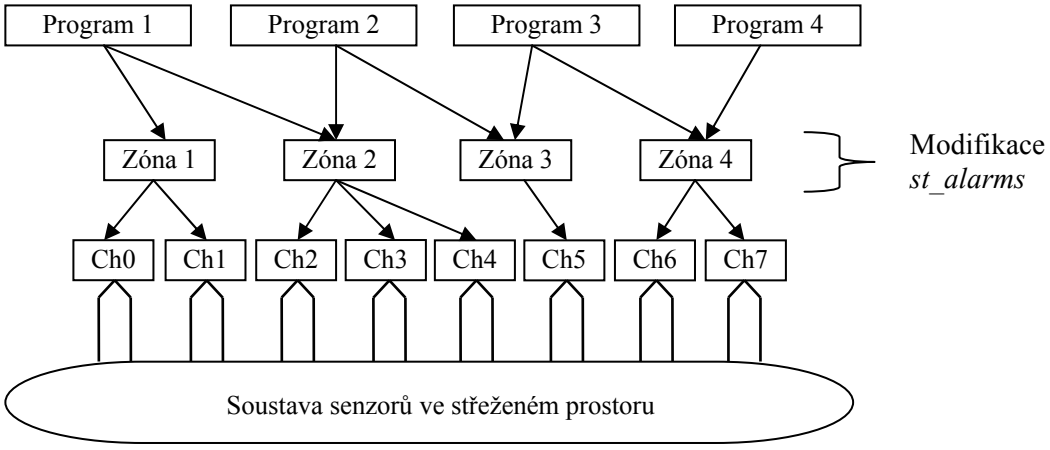
Celý proces monitoringu s následným vyhodnocením by se dal popsat těmito slovy:
Pokud je aktivní střežicí program, tak se zjišťuje aktuální situace ve všech připojených (aktivních) kanálech. Zjištěné stavy (klidový stav, poplach, zkrat, přerušení vedení) v okruzích se automaticky ukládají do vlastností kanálů. Pokud je na nějakém kanálu zjištěn nestandardní stav (poplach, zkrat, přerušení vedení), tak je ihned indikován alarm v zóně, do níž inkriminovaný kanál patří. Alarm je v tuto chvíli pouze indikován, ještě není jisté, zda na něj bude brán ohled v dalším rozhodování. Pokud totiž zmíněná zóna nepatří do působnosti střežicího programu, je indikovaný alarm ignorován. V opačném případě se alarm v zóně tzv. zaregistruje (definitivním zápisem příslušného bitu v *st_alarms*), a rozhoduje se o reakci na vzniknutý alarm.

Tento proces registrace alarmů je důležitý zejména při rozhodování, jak se zachovat při odeznění stavu alarmu v příslušné zóně. V případě, kdy je u zóny nastaven mód „sledování stavu“, se při návratu do klidového stavu registrovaný alarm stornuje (příslušný bit registru alarmů *st_alarms* se vynuluje). V případě, že je v nastavení zóny aktivní režim „detekce prvního alarmu“, zůstane alarm v zóně registrovaný za všech okolností, a už se neřeší, do jakého následného stavu situace v zóně dospěla.

Reakce na zjištěné alarmy v aktuálně hlídaných zónách nepřichází okamžitě, nýbrž po vypršení času na odjištění ústředny pověřenou osobou – tento čas je v programu pevně nastaven na 30 sekund.

Všechny alarmy jsou stornovány a výstupní relé uvedena do výchozího klidového stavu při přihlášení administrátora k terminálu ústředny, nebo ukončením střežicího programu pomocí webového rozhraní.

Ústředna podporuje připojení bezpečnostního kontaktu (tamper), který může být aktivován při otevření krytu ústředny. Vyhodnocování stavu tohoto kontaktu se děje ve stavu S2, tedy ve stavu zastřežení. V případě rozepnutí kontaktu – otevření krytu, je automaticky volána reakce – sepnutí relé R1.



Obr. 27 Možné rozdělení kanálů do zón a nastavení hlídaných zón v programech

5.9 ZPŮSOB KOMUNIKACE SE ČTEČKOU

Komunikace se čtečkou se řídí pomocí ASCII protokolu. Po sériové lince jsou čtečce posílány znakové zprávy podle výrobcem definovaného formátu. Tento přenos je standardně rychlostí 9600 Bd s jedním stop-bitem, bez parity. Existuje několik typů zpráv, v této aplikaci je důležitý příkaz k přečtení čtyř-bajtového sériového identifikačního čísla (ID) přiložené RFID karty nebo tagu.

Zpráva čtečce pro zjištění ID karty je definována takto:

STX	ADR	CMND	L	DATA	CS	ETX
0x02	0x01	0x12	0x00	-	0x11	0x03

STX – uvozovací znak, komunikace tímto znakem vždy začíná
ADR – adresa zařízení. Tento znak má konstantní hodnotu 0x01
CMND – příkaz pro čtečku. V případě čtení sériového čísla karty 0x12
L – počet bytů zasílaných dat. V tomto případě data nejsou zasílána
CS – kontrolní součet předchozích bytů
ETX – ukončovací znak zprávy

Na tuto zprávu čtečka odpovídá podle detekce přítomnosti RFID čipu v dosahu antény čtečky. Pokud je čip detekován v dosahu, je tak možno přečíst jeho sériové číslo (ID). Odpověď čtečky je ve tvaru:

STX	ADR	STAT	L	DATA	CS	ETX
0x02	0x01	0x00	0x04	4 byte		0x03

Což je stejný formát zprávy jako při odesílání výzvy čtečce. Byte STAT (status), má nenulovou hodnotu v případě chyby. Informace, zda byl v dosahu čtečky detekován RFID čip je obsažena v bytu L (length), který bude mít hodnotu 0x04 v případě pozitivní detekce. Následující čtyři byte jsou potom identifikační číslo čipu. V případě, že nebyl nalezen v blízkosti čtečky RFID čip, je hodnota L rovna 0x00. Znaky CS a ETX mají stejnou funkci jako při vysílání zprávy čtečce.

5.10 FUNKCE PŘÍMÉHO ŘÍZENÍ VÝSTUPNÍCH RELÉ

V souladu se specifikací požadavků na funkci byl implementován systém pro přímé řízení spínání výstupních relé. Tato relé lze blokovat nebo spínat pomocí digitálních vstupů, kterými je ústředna vybavena. Podle konfigurace těchto vstupů jsou relé řízena výhradně ústřednou (v případě detekce alarmů), nebo jsou řízena přímo zvenčí. Vliv na funkci každého ze čtyř relé mají vstupní signály na dvou vstupních bitech. Vlastnosti jsou zřejmé z následující tabulky:

In0	In1	Řízení spínání relé R1
0	0	Relé je ovládáno pouze ústřednou (spínání při alarmech)
0	1	Relé vždy sepnuto
1	0	Relé vždy rozepnuto
1	1	Relé vždy rozepnuto
In2	In3	Řízení spínání relé R2
0	0	Relé je ovládáno pouze ústřednou (spínání při alarmech)
0	1	Relé vždy sepnuto
1	0	Relé vždy rozepnuto
1	1	Relé vždy rozepnuto
In4	In5	Řízení spínání relé R3
0	0	Relé je ovládáno pouze ústřednou (spínání při alarmech)
0	1	Relé vždy sepnuto
1	0	Relé vždy rozepnuto
1	1	Relé vždy rozepnuto
In6	In7	Řízení spínání relé R4
0	0	Relé je ovládáno pouze ústřednou (spínání při alarmech)
0	1	Relé vždy sepnuto
1	0	Relé vždy rozepnuto
1	1	Relé vždy rozepnuto

Tab. 8 Řízení spínání relé pomocí digitálních vstupů ústředny

Poznámka:

Vstupy In0 až In7 odpovídají pinům 1 až 8 na konektoru J7 podle popisu v kapitole 4.5.

5.11 MENU TERMINÁLU

Prostřednictvím terminálu ústředny lze jednoduše aktivovat/deaktivovat střežicí programy. Terminál také plní funkci informačního panelu – je na něm zobrazen aktuální systémový čas, v případě aktivovaného programu je vypsán jeho název. Terminál umožňuje zadání přístupového hesla administrátora ústředny v případě, pokud není připojena RFID čtečka. Zadávání hesla administrátora a volby programů se provádí pomocí numerické klávesnice, která je součástí terminálu. Pro ovládání v menu jsou určena tři tlačítka přímo pod displejem.

Po přihlášení administrátora (zadání správného číselného kódu, nebo identifikací RFID karty), se stiskem tlačítka [MENU] přechází k zadání střežicího programu, který má být spuštěn. Toto zadání je ve tvaru PXY, kde X je číslo programu (povolené hodnoty jsou 1 - 4), Y je způsob spuštění programu (znak ‘#’ pro spuštění programu podle časového rozvrhu, znak ’*’ znamená spuštění programu s okamžitou platností).

Pomocí terminálu se provádí také reset všech nastavení ústředny - při stisknutí tlačítka S2 během zapínání ústředny. Tlačítko musí být stisknuto a drženo v tomto stavu minimálně po dobu pěti sekund. Pokud je toto splněno, dojde k nastavení výchozích hodnot parametrů podle následujících tabulek. Na displej terminálu se vypíše informační hlášení o proběhnutém resetu nastavení.

Parametr kanálu	Výchozí hodnota
Příslušnost k zóně	Zóna 1
Typ kanálu	Jednoduše vyvážená smyčka
Aktivita	Odpojený kanál

Tab. 9 Výchozí parametry měřicích kanálů

Parametr zóny	Výchozí hodnota
Mód reakce	Detekce prvního alarmu
Ovládané relé	Relé R1
Pojmenování	(prázdný řetězec)
Stav	Bez alarmu

Tab. 10 Výchozí parametry zón

Parametr programu	Výchozí hodnota
Hlídání zóny 1	NE
Hlídání zóny 2	NE
Hlídání zóny 3	NE
Hlídání zóny 4	NE
Čas aktivace	01:00 hod
Čas deaktivace	00:00 hod
Pojmenování	(prázdný řetězec)
Stav	Program neaktivní

Tab. 11 Výchozí nastavení střežicích programů

Ostatní nastavení	Výchozí hodnota
Heslo administrátora pro přístup přes terminál	"1234"
SSID Wi-Fi sítě	"HSS_wifi"
Heslo pro přístup do Wi-Fi sítě	"abcd1234"

Tab. 12 Výchozí nastavení dalších parametrů

5.12 WI-FI ROZHRANÍ

Připojování ústředny k Wi-Fi síti probíhá v rámci funkce *JoinNet()*, která je volána po zapnutí ústředny. Vzhledem k vysokým požadavkům na bezpečnost přenosu dat mezi ústřednou a přístupovým bodem (AP), byla zvolena metoda přístupu pomocí standardu WPA2, což je v současnosti nejbezpečnější řešení. Spočívá v autentizaci pomocí tajného hesla (PSK – tzv. sdílená fráze) a zabezpečení přenosu pomocí asymetrické šifry AES. Nevýhoda tohoto řešení je, že nelze s ústřednou komunikovat metodou AD HOC (přímé spojení), ale pouze v tzv. infrastructure módu pomocí routeru. Metoda AD HOC totiž nepodporuje výše zmíněné zabezpečení sítě. Podporuje pouze zabezpečení WEP, což se již v současné době nepovažuje za bezpečné.

Nastavení IP adresy ústředny je zajištěno pomocí protokolu DHCP, který by měly podporovat všechny novější routery. Pro připojení k síti je ještě potřeba specifikovat jméno Wi-Fi sítě (SSID), to je na straně ústředny možno uživatelsky nastavit, stejně jako heslo – tajnou frázi pro umožnění přístupu do sítě. Nastavení těchto parametrů se provádí prostřednictvím webového rozhraní.

Při tvorbě řídicího programu byla část parametrů síťového připojení nastavena staticky – pomocí definic v souboru hlavního programu *main.c*. Tato nastavení jsou následující:

```
#define USE_DHCP      // povoleni DHCP protokolu
#define WIFI_USE_WPA      // podpora WPA protokolu
#define WIFI_AES_ENABLED  // podpora AES šifrování

#define USE_WIFI 1     // použití Wi-Fi rozhraní
#define IFC_WIFI_ROAM_BEACON_MISS 20  // interval testování přítomnosti AP
#define IFC_WIFI_MODE IFPARAM_WIFI_INFRASTRUCTURE  // mód sítě
#define IFC_WIFI_REGION IFPARAM_WIFI_REGION_EMEA     // region Evropa
#defineIFC_WIFI_ENCRYPTION IFPARAM_WIFI_ENCR_CCMP // šifrov. AES/CCMP
```

Zbývající parametry nutné pro připojení jsou nastaveny za běhu programu uvnitř funkce *JoinNet()*, kde je volána funkce *ifconfig()*. Tato funkce se volá s parametrem pro aktivaci DHCP. Další její parametry jsou velikost vysílacího výkonu (ten je nastaven na hodnotu 10, přičemž rozsah povolených hodnot je 1 až 15), jméno sítě SSID a nakonec sdílený klíč – heslo do sítě.

Po úspěšném připojení (získání IP adresy v případě, že je na blízku žádaný AP) se nastaví globální stavová proměnná *st_netjoin* na 1, a zobrazí se přiřazená IP adresa na displeji terminálu. Po potvrzení stiskem tlačítka na terminále je ústředna připravena ke své plné funkci, a lze se tak připojit k vestavěnému webovému serveru.

5.13 WEBOVÉ KONFIGURAČNÍ ROZHRANÍ

Pomocí webového rozhraní je možno sledovat stav systému, kontrolovat stavy připojených měřicích okruhů, aktivovat střežicí programy a především provádět nastavení většiny důležitých parametrů ústředny.

5.13.1 Struktura webového rozhraní

Webové rozhraní bylo vytvořeno s pomocí funkcí RabbitWEBu, kterými disponuje použitá verze vývojového prostředí Dynamic C. Modul RabbitWEBu dovoluje výstup proměnných programu na webové stránky použitím speciálního skriptovacího jazyka – ZHTML jazyka. Pomocí tohoto je možné proměnné programu prezentovat na webu a také měnit jejich hodnotu pomocí různých prvků ve formulářích webové stránky. Konfigurovat lze proměnné typu int, char pole i struktury. Webové stránky obsahující skripty ZHTML mají příponu *.zhtml.

V případě konfigurace proměnných prostřednictvím webu je při zadávání jejich hodnot automaticky kontrolováno, zda zadaná hodnota leží v povoleném rozsahu hodnot. Tento povolený rozsah je deklarován při tzv. registraci proměnných RabbitWEBu. Příklad registrace je následující:

```
int promenna;            // definice proměnné v programu
#web promenna (($promenna < 60) && ($promenna >=0))      // registrace proměnné
```

Proměnná v tomto případě bude nabývat hodnot 0 až 59.

Další užitečnou vlastností je podpora volání funkcí při změně hodnoty určité registrované proměnné prostřednictvím RabbitWEBu. Této funkce je v programu využito pro aktualizaci některých parametrů ústředny reprezentovanými proměnnými, které nejsou přímo svázány s RabbitWEBem (nejsou registrovány). Ukázka přiřazení funkce pro proměnnou z předchozího příkladu:

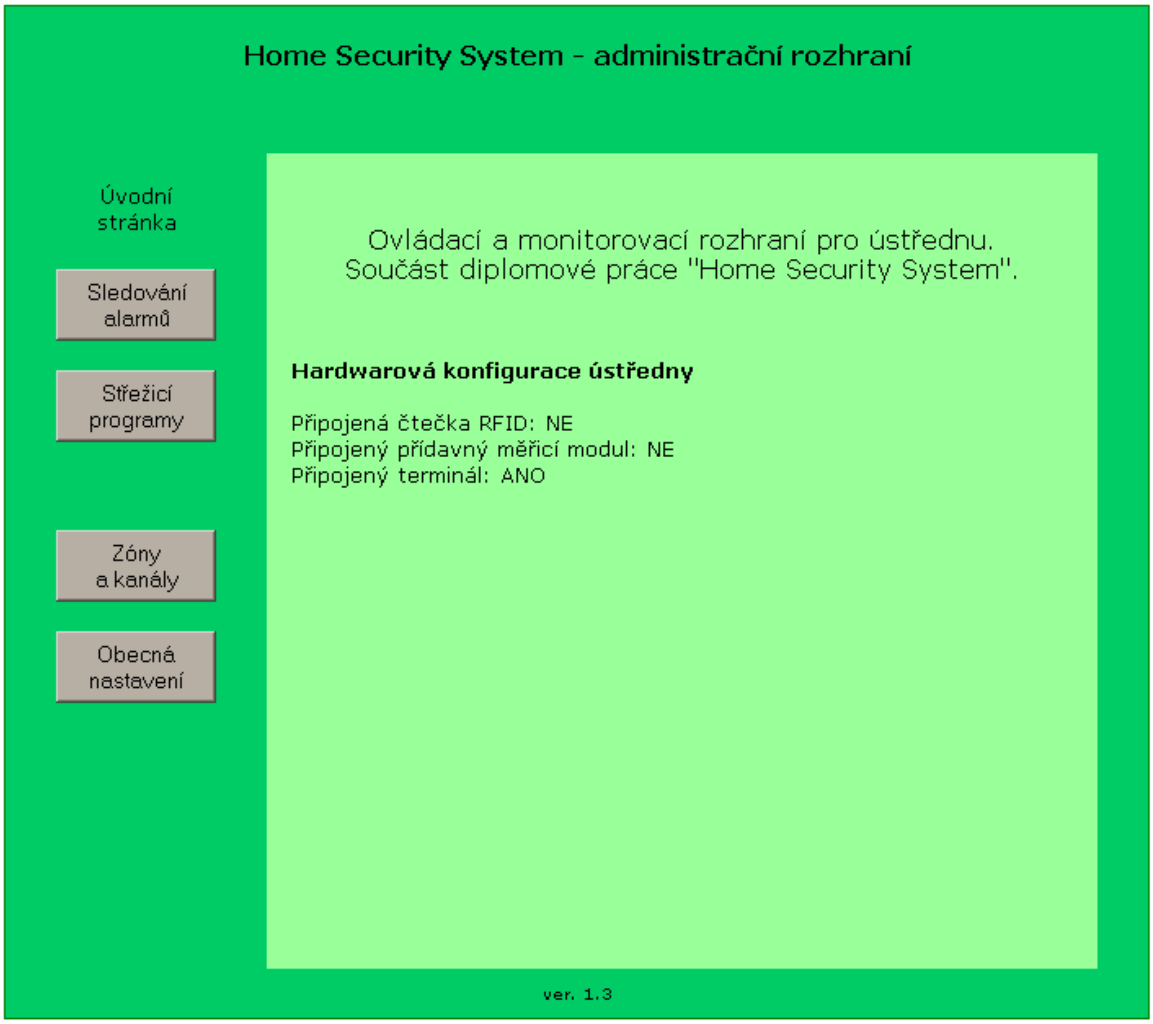
```
#web_update promenna VolanaFce
```

, přičemž *VolanaFce* je předem definovaná funkce, která má být při změně volána.

Webové konfigurační rozhraní sestává z těchto stránek: index.zhtml
monit.zhtml
programy.zhtml
kanaly.zhtml
obecne.zhtml

index.zhtml

Úvodní stránka rozhraní (homepage). Je zde uveden přehled o připojených zařízeních k ústředně (přítomnost čtečky, přídavného měřicího modulu, terminálu).

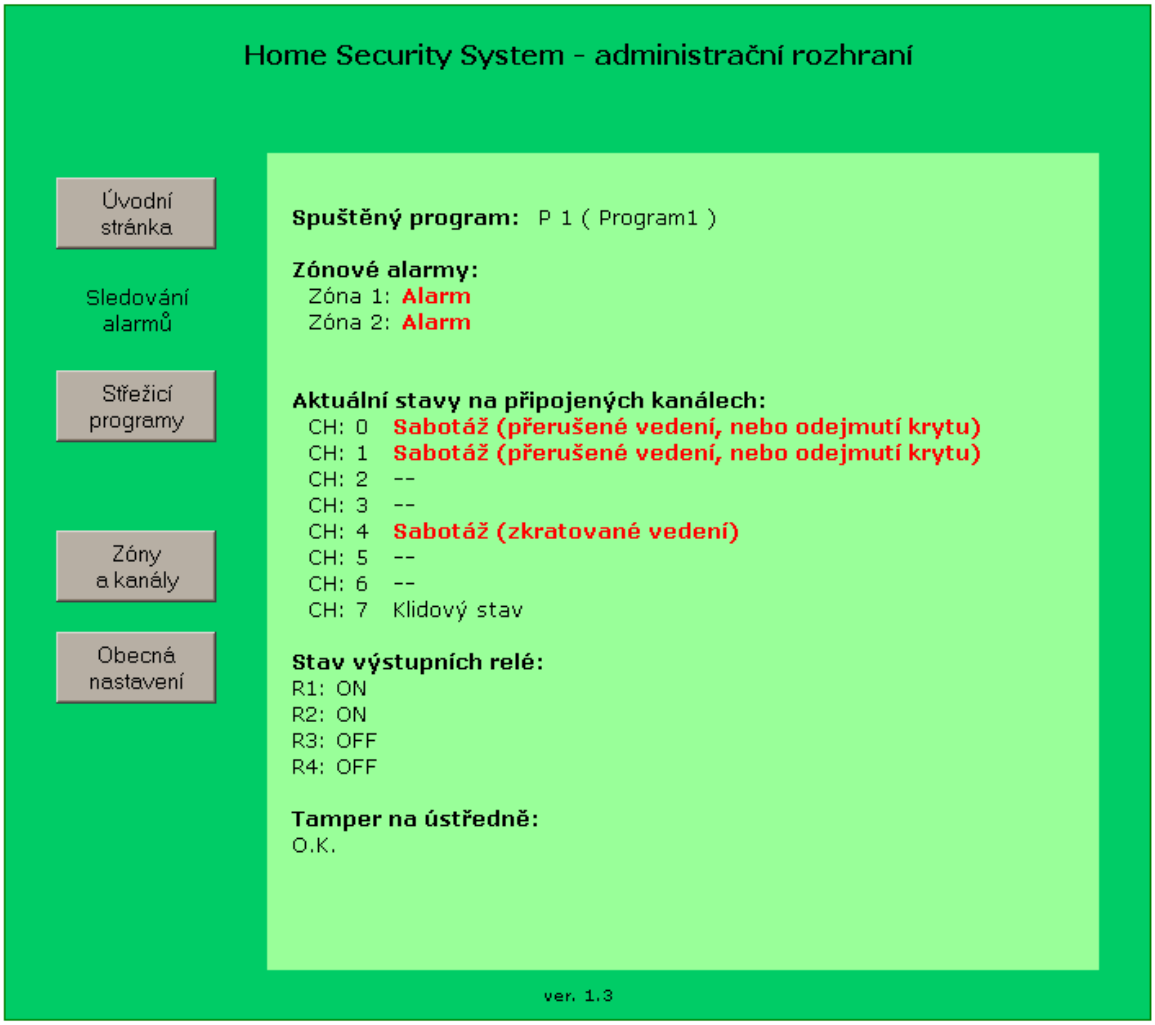


Obr. 28 Webové rozhraní – úvodní stránka

monit.zhtml

Na tomto formuláři je možno sledovat stav připojených kanálů, stav výstupních relé.

Je zde zobrazena také informace, který střežicí program je momentálně aktivní, které zóny chrání a jaký je v nich detekován stav.



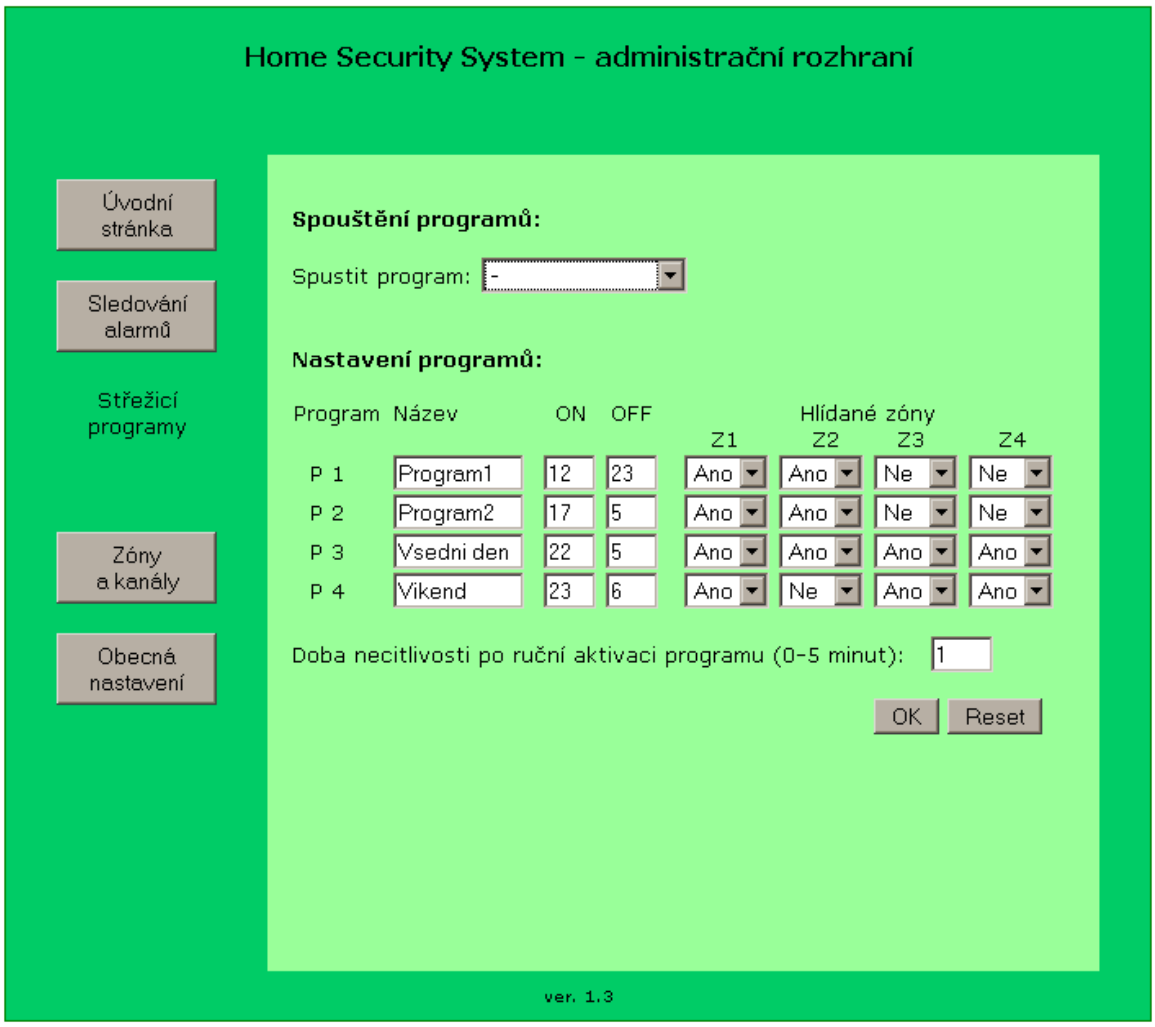
Obr. 29 Webové rozhraní – přehledový formulář

V případě odpojeného (softwarově zakázaného) kanálu je u daného kanálu uvedeno "--".

V opačném případě je zobrazen aktuální stav kanálu, a to bez ohledu na to jestli je aktivní střežicí program, nebo ne. To je výhodné k diagnostickým účelům.

programy.zhtml

Formulář umožňuje změnu parametrů střežicích programů. Kromě toho se zde mohou programy aktivovat/deaktivovat.



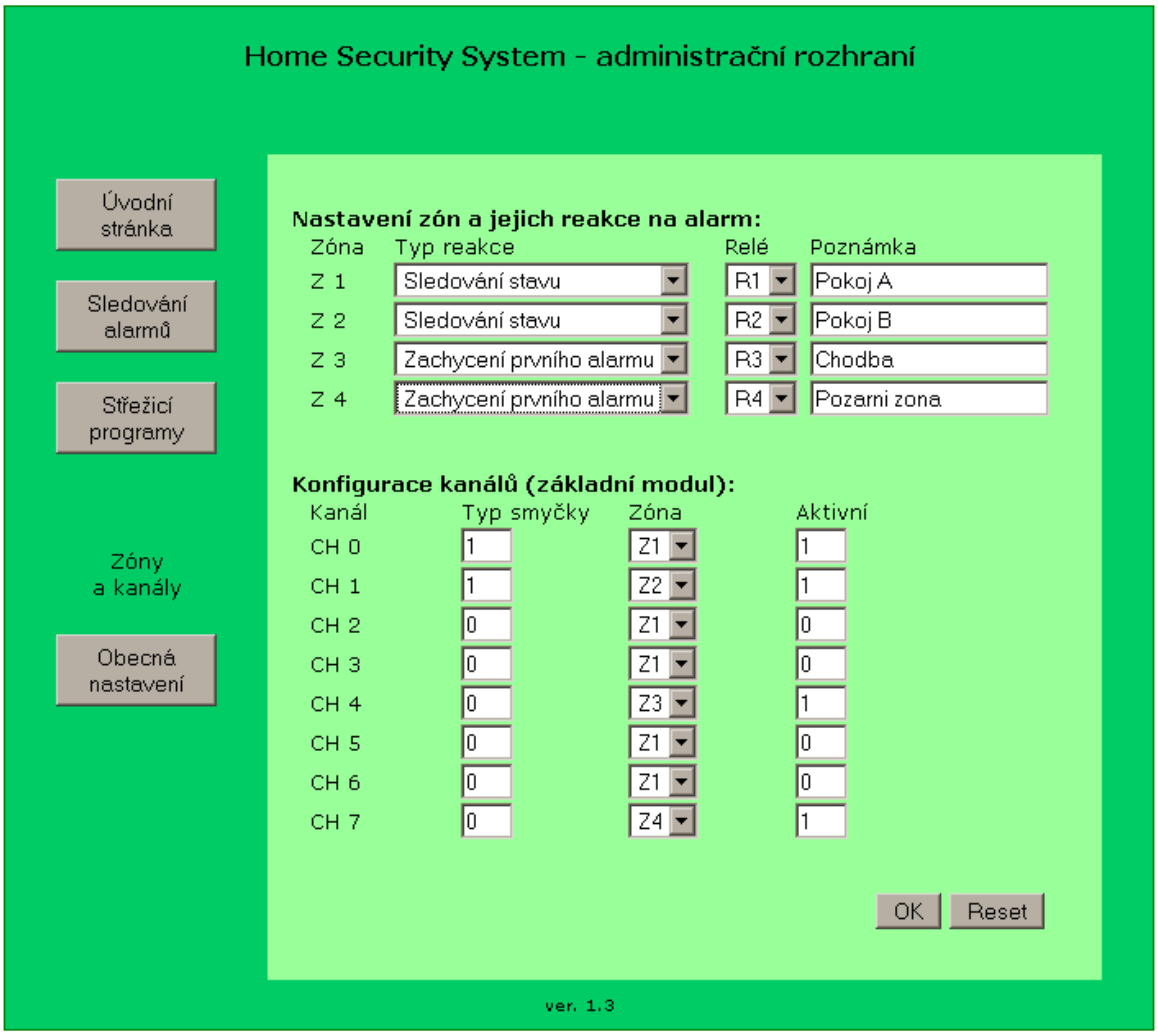
Obr. 30 Webové rozhraní – nastavení střežicích programů

U každého programu lze nastavit (v souladu se strukturou, kterou je program definován podle 5.4.1) výčet hlídaných zón, dobu aktivace/deaktivace a jeho stručný popisek. Nastavení doby necitlivosti platí pro všechny střežicí programy.

Pomocí roletového menu lze spustit jeden z programů, a to buď okamžitě, nebo podle časového harmonogramu, definovaného u příslušného programu.

kanaly.zhtml

Pomocí tohoto formuláře lze nastavit parametry jednotlivých měřicích kanálů a jejich příslušnost k zónám.



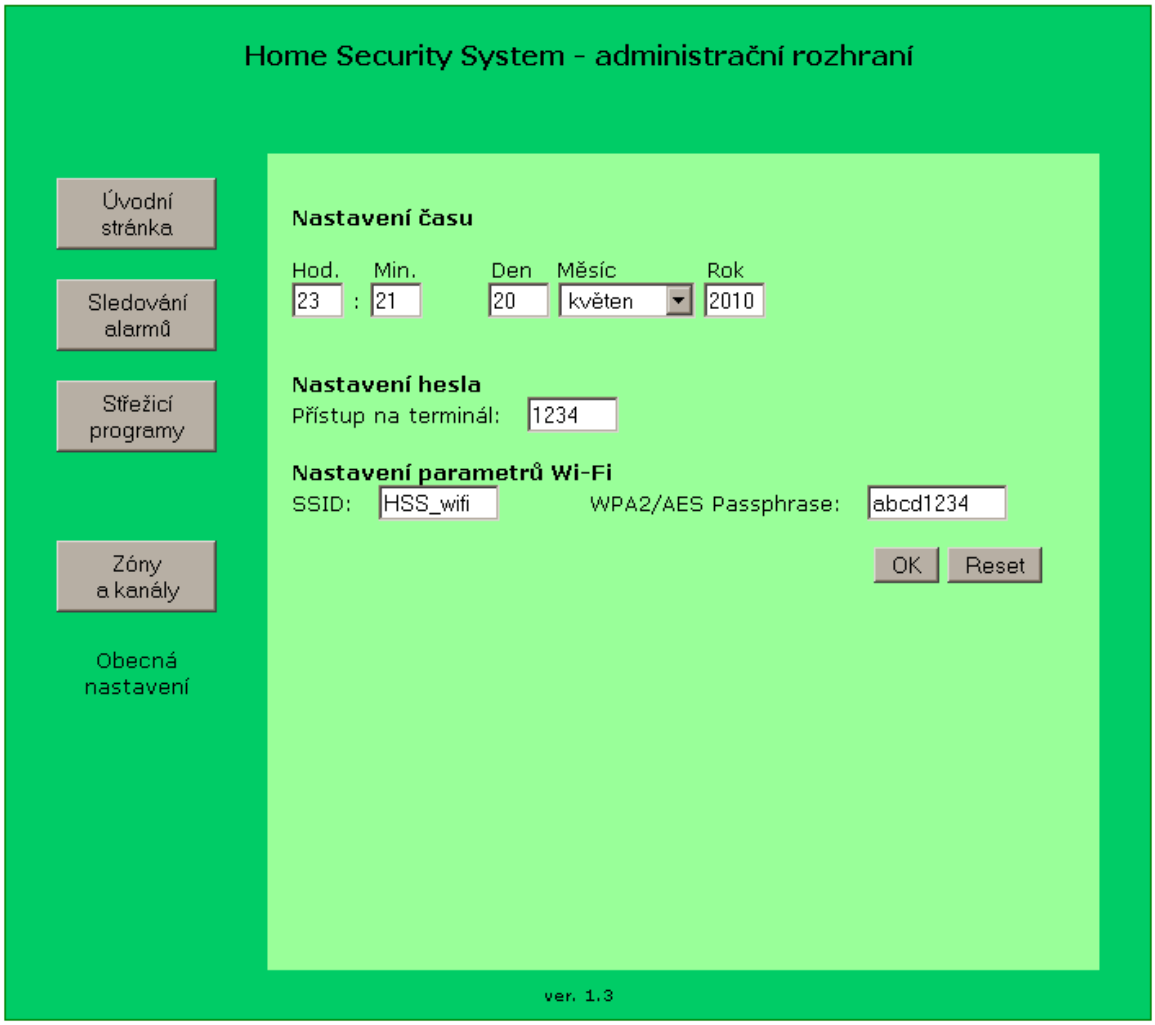
Obr. 31 Webové rozhraní – nastavení kanálů a zón

Softwarové připojení, respektive odpojení měřicího kanálu se provádí pomocí položky "aktivní", které respektuje zadání dvou hodnot (0 nebo 1). V případě zadání 0, je kanál odpojen. Obdobným způsobem se nastavuje typ měřicí smyčky, kdy zadání hodnoty 0 znamená použití jednoduše vyvážené smyčky. V opačném případě připojení dvojitě vyvážené smyčky.

U zón je pomocí roletových menu možno zvolit typ reakce na alarmy a výstupní relé.

obecne.zhtml

Zpřístupňuje možnost nastavení systémového času, hesla administrátora ústředny pro přístup k funkcím ústředny přes terminál. Dále lze nastavit parametry Wi-Fi připojení.



Obr. 32 Webové rozhraní – obecná nastavení

5.13.2 Funkce definované v knihovně HSS_RW.lib

V této knihovně jsou definice funkcí, které souvisejí s provozováním webového rozhraní. Jedná se vesměs o funkce, volané automaticky při změně některé z proměnných registrovaných pro RabbitWEB. Jsou zde uvedeny také definice pomocných proměnných pro reprezentaci a nastavení vlastností například kanálů, či zón.

void RWChangeChannelsZonesPar();

Funkce pro aktualizaci nastavení parametrů kanálů a zón při konfiguraci pomocí webového rozhraní.

void RWChangeProgramsPar();

Funkce pro aktualizaci nastavení parametrů střežicích programů při konfiguraci pomocí webového rozhraní.

void RWLoadVar();

Aktualizace pomocných proměnných RabbitWEBu, podle hodnot skutečných nastavení kanálů, zón apod.

void StartProgram();

Funkce se spouští jako reakce na výběr spuštění programu v menu webového rozhraní. Zajišťuje přípravy pro spuštění střežicího programu.

void StopProgram(); Zajišťuje ukončení střežicího programu.

6. ZÁVĚR

Výsledkem mé práce je koncepční návrh zabezpečovací ústředny včetně její hardwarové realizace a vývoje příslušného řídicího softwaru. Při vypracování byly nejprve zhodnoceny všechny požadavky na funkci nově vznikajícího zařízení. Poté bylo navrženo odpovídající hardwarové řešení, po jehož fyzické realizaci se provedlo testování funkčnosti elektroniky jednotlivých dílčích subsystémů. Po úspěšné kontrole funkčnosti, a odstranění několika drobných nedostatků v zapojení, se přistoupilo k vývoji řídicí aplikace pro ústřednu. Byly naprogramovány všechny nezbytné funkce pro chod zařízení a otestovány. Pro potřeby testování funkce detekce alarmů byl vytvořen přípravek, suplující činnost standardního bezpečnostního senzoru.

Základní funkcí ústředny je monitoring bezpečnostní situace ve střeženém prostoru prostřednictvím připojené soustavy senzorů. Nejčastěji používaným zapojením bezpečnostních senzorů je organizace do tzv. jednoduše a dvojitě vyvážených smyček, pro jejichž připojení je ústředna vybavena rozhraním. Celkem ústředna poskytuje osm těchto přípojných míst – kanálů. Pro zvýšení jejich počtu v případě potřeby, je ústředna vybavena rozhraním pro připojení rozšiřujícího měřicího obvodu, který poskytne dalších osm kanálů. Jednotlivé měřicí kanály lze softwarově povolit/zakázat, nastavit typ připojeného okruhu (jednoduše nebo dvojitě vyvážená smyčka), a také nastavit příslušnost k zóně.

Ústředna podporuje sdružování libovolných kanálů do skupin (zóny), které je možno nezávisle střežit. Střežený prostor může být rozčleněn až do čtyř zón, kde u každé zóny je definována reakce v případě detekce alarmu. Tuto reakci lze uživatelsky nastavit, což spočívá ve výběru jednoho ze čtyř výstupních relé, které se v případě alarmu sepne. Dále lze ještě specifikovat, zda bude reakce (sepnutí relé) trvat i po odeznění alarmu v dané zóně, jelikož monitorování stavu probíhá neustále i po zachycení prvního alarmu. Je tak možné u zóny nastavit režim sledování (výstupní relé je v případě alarmu sepnuto, v klidovém stavu rozepnuto), nebo režim zachycení prvního alarmu (při detekci prvního alarmu se relé nenávratně sepne).

Ústředna je navíc vybavena rozšířeným systémem pro řízení funkce výstupních relé. Tato užitečná funkce umožňuje řízení/blokování spínání relé pomocí vstupního obvodu ústředny, což dovoluje rozhodovat, zda nechat řízení relé plně v kompetenci ústředny, nebo řídit relé přímo externími obvody připojenými k ústředně. Tyto obvody mohou fungovat například jako zpětná vazba od akčních členů ovládaných ústřednou.

Uživatel má možnost editace čtyř střežicích programů, ve kterých je definován výčet hlídaných zón, čas aktivace a deaktivace programu (v případě časového spouštění). Důležitým parametrem je také nastavení intervalu, kdy je po aktivaci programu ústředna necitlivá k příchozím alarmům. To je z důvodu bezpečného opuštění střeženého prostoru v případě ručního spuštění programu. Každý program lze spustit podle jeho nastaveného časového harmonogramu, nebo ručně. Po dobu běhu programu je monitorován stav v příslušných zónách, v případě výskytu alarmu ústředna čeká stanovenou dobu na odjištění (administrátorem ústředny). Pokud k odjištění nedojde, je provedena odpovídající reakce podle nastavení zóny.

Za pomoci jednoduchého terminálu ústředny je možná snadná aktivace a deaktivace střežicích programů. Plná konfigurace systému se z důvodů jednoduchosti a přehlednosti provádí prostřednictvím webového rozhraní. Systém je vybaven rozhraním Wi-Fi, takže není problém ho připojit do této sítě s použitím routeru, který podporuje protokol DHCP.

Nastavení parametrů střežicích programů, měřicích kanálů a zón jsou uložena ve vnitřní paměti ústředny. Tato nastavení lze v případě potřeby resetovat – uvedení ústředny do základní konfigurace.

Navržená ústředna je primárně určena k zařazení do zabezpečovacích systémů pro menší objekty, zejména bytové jednotky a rodinné domy. Střežený prostor dokáže monitorovat, a s pomocí připojených vhodných akčních členů i aktivně chránit.
Je schopná detekovat požární nebezpečí, vniknutí nežádoucích osob do střeženého prostoru, nebo výskyt jiných kritických situací (záleží na typu použitých připojených senzorů).

7. LITERATURA

[1] Jablotron.cz, *Jak si zabezpečit dům, obchod nebo kancelář*, [online]. [cit. 2009-04-04]. Dostupné z: <http://www.jablotron.cz/component.php?cocode=section&seid=23>.

[2] Petracek.cz, *Jednotlivé prvky EZS*, [online]. [cit 2009-04-04]. Dostupné z: <http://www.petracek.cz/index.php?kat=2&subkat=1&id=25>.

[3] Elektrika.cz, *Principy detekce vniku nežádoucích osob do objektu*, [online]. [cit. 2009-04-04]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/pdvnoo020611/>

[4] Elektrika.cz, *Detektory PIR – 2. díl, jak je správně zapojit*, [online]. [cit. 2009-04-04]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/pujsi2/view>.

[5] Elektrika.cz, *Co to jsou požární hlásiče a jaké druhy existují?*, [online]. [cit. 2009-04-04]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/co-to-jsou-pozarni-hlasice-a-jake-druhy-existuji/view>.

[6] Rabbit Semiconductor, *Datasheet RabbitCore RCM5400W*, [online]. [cit. 2009-04-04]. Dostupné z: <http://www.rabbit.com/products/RCM5400W/RCM5400W.pdf>.

[7] Rabbit Semiconductor, *Manual RabbitCore RCM5400W*, [online]. [cit. 2009-04-04]. Dostupné z: <http://www.rabbit.com/documentation/docs/manuals/RCM5400W/RC5400WM.pdf>.

[8] Rabbit Semiconductor, *Manual Rabbit 5000 Microprocessor*, [online]. [cit. 2009-12-25]. Dostupné z: <http://www.rabbit.com/documentation/docs/manuals/Rabbit5000/UsersManual/R5000UM.pdf>.

[9] Elatec, *Datasheet AXA020MF*, [online]. [cit. 2009-04-04]. Dostupné z: <http://www.elatecworld.com/fileadmin/user_upload/datasheets_new/reader/13.56Mhz/DB_AXA020MF.pdf>.

[10] Microchip, Inc., *Datasheet MCP3208*, [online]. [cit. 2009-12-25]. Dostupné z: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21298e.pdf>.

[11] Philips Semiconductors, *Datasheet PCF8574*, [online]. [cit. 2009-04-04]. Dostupné z: <http://www.nxp.com/acrobat_download/datasheets/PCF8574_4.pdf>.

[12] Everbouquet/ Wayton, *General specification for character LCD module*, [online]. [cit. 2009-12-25]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/513/513-077/dsh.513-077.2.pdf>. <http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/513/513-077/dsh.513-077.1.pdf>.

[13] Hitachi Semiconductor, *Datasheet - Dot Matrix Liquid Display Controller/Display*, [online]. [cit. 2009-12-29]. Dostupné z: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/63673/HITACHI/HD44780.html>.

[14] Rabbit Semiconductor, *Dynamic C User's Manual for Rabbit 4000 and 5000*, [online]. [cit. 2009-12-25]. Dostupné z: <http://www.rabbit.com/documentation/docs/manuals/DC/DCUserManual10/DCPUM.pdf>.

[15] Rabbit Semiconductor, *Dynamic C - Function Reference Manual*, [online]. [cit. 2009-12-25]. Dostupné z: <http://www.rabbit.com/documentation/docs/manuals/DynCFunctionReference/DynCFunRef.pdf >.

[16] Rabbit Semiconductor, *Dynamic C - An Introduction to TCP/I*P, [online]. [cit. 2010-05-05]. Dostupné z: <http://www.rabbit.com/documentation/docs/manuals/TCPIP/Introduction/tcpintro.pdf>.

[17] Rabbit Semiconductor, *Dynamic C – TCP/IP User's Manual Volume 1*, [online]. [cit. 2010-05-05]. Dostupné z: <http://www.rabbit.com/documentation/docs/manuals/TCPIP/UsersManualV1/tcpV1.pdf>.

[18] Rabbit Semiconductor, *Dynamic C – TCP/IP User's Manual Volume 2*, [online]. [cit. 2010-05-05]. Dostupné z: < http://www.rabbit.com/documentation/docs/manuals/TCPIP/UsersManualV2/tcpV2.pdf>.

[19] Pavel Herout, *Učebnice jazyka C*, KOPP, 2004, IV. přepracované vydání, ISBN 80-7232-220-6

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ACK	Acknowledge (potvrzení, potvrzovací bit)
ASCII	American Standard Code for Information Interchange (Americký kódovací standard pro výměnu informací)
AP	Acces Point (přístupový bod k síti Wi-Fi)
A/D	Analog/Digital (analogově/digitální)
COM	Označení sériového portu počítače
DDRAM	Data RAM (označení paměti zobrazovaných znaků u LCD)
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol (TCP/IP protokol pro automatické přidělování IP adres)
GSM	Globální standard pro mobilní komunikaci
I^2C	Protokol pro komunikaci mezi elektronickými obvody
I/O	Input/Output (vstupně/výstupní)
LCD	Liquid crystal display (displej z tekutých krystalů)
LED	Light Emitting diode (elektroluminiscenční dioda)
LSB	Least Significant bit (nejméně významný bit)
MC2	Označení přídavného měřicího modulu ústředny
MSB	Most Significant bit (nejvíce významný bit)
NC	Normal Connect (normálně spojeno, rozpínací kontakt)
PIR	Passive Infrared Sensor (pasivní infračervený senzor)
RFID	Radio Frequency Identification (rádiová identifikace)
ROM	Read Only Memory (typ paměti pouze pro čtení)
RS-232	Standard sériové komunikační rozhraní, sériová linka
RTC	Real Time Circuit (obvod reálného času)
SPI	Serial Peripheral Interface (sériové periferní rozhraní)
TMP	Tamper kontakt (bezpečnostní kontakt)
TTL	Transistor-Transistor-Logic (technologie bipolárních tranzistorů)
USB	Universal Serial Bus (univerzální sériová sběrnice)

9. SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA Č. 1 – Schéma zapojení základové desky (procesorová jednotka)

PŘÍLOHA Č. 2 – Schéma zapojení základové desky (měřicí obvod a rozhraní čtečky)

PŘÍLOHA Č. 3 – Schéma zapojení základové desky (výstupní reléový obvod)

PŘÍLOHA Č. 4 – Schéma zapojení základové desky (vstupní digitální obvod)

PŘÍLOHA Č. 5 – Schéma zapojení terminálu

PŘÍLOHA Č. 6 – Schéma zapojení čtečky

PŘÍLOHA Č. 7 – Rozpiska součástek

PŘÍLOHA Č. 8 – Návrh plošného spoje základové desky

PŘÍLOHA Č. 9 – Návrh plošného spoje terminálu

PŘÍLOHA Č. 10 – Návrh plošného spoje čtečky

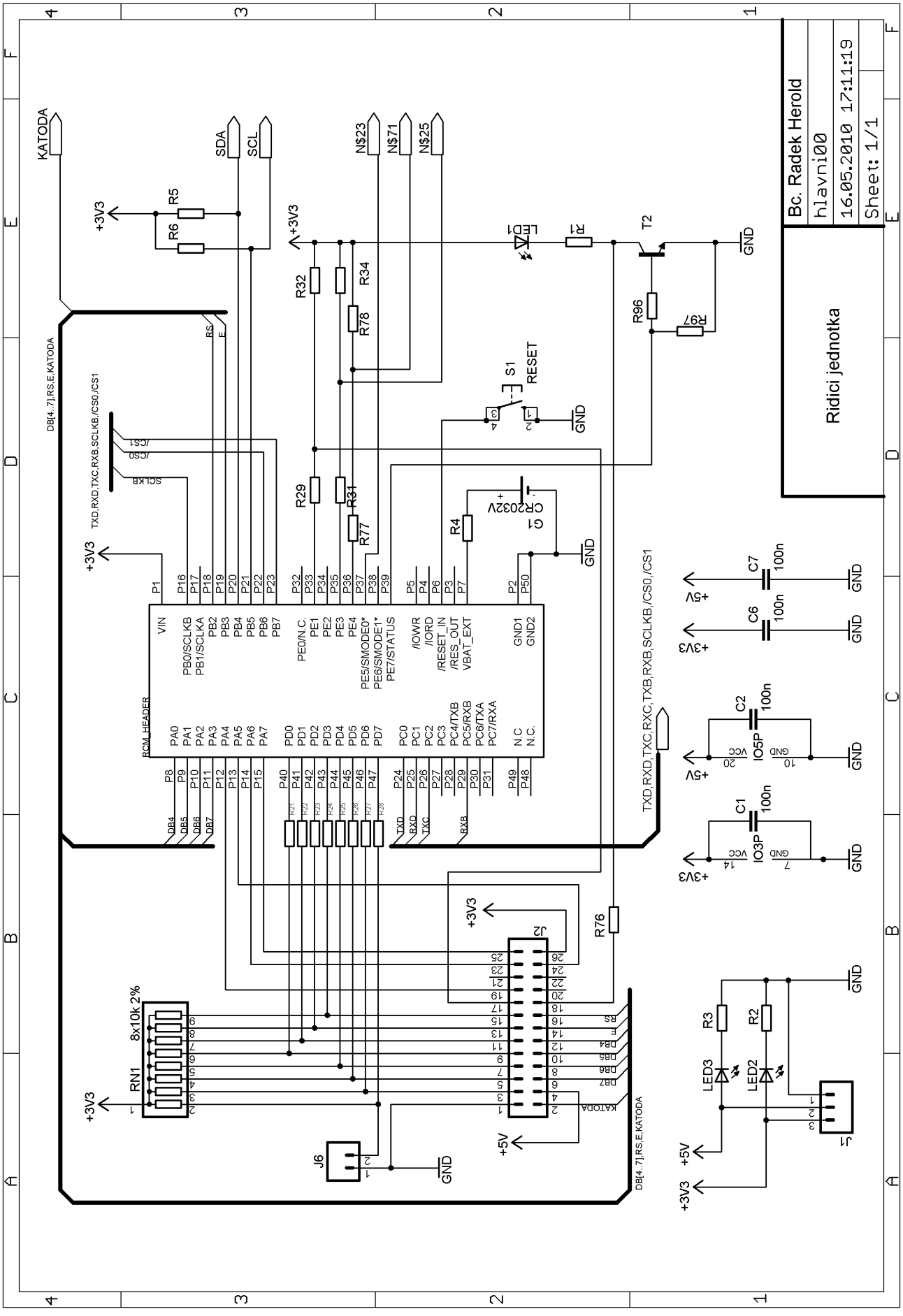
PŘÍLOHA Č. 11 – Fotografie realizovaného zařízení (základová deska)

PŘÍLOHA Č. 12 – Fotografie realizovaného zařízení (terminál + čtečka)

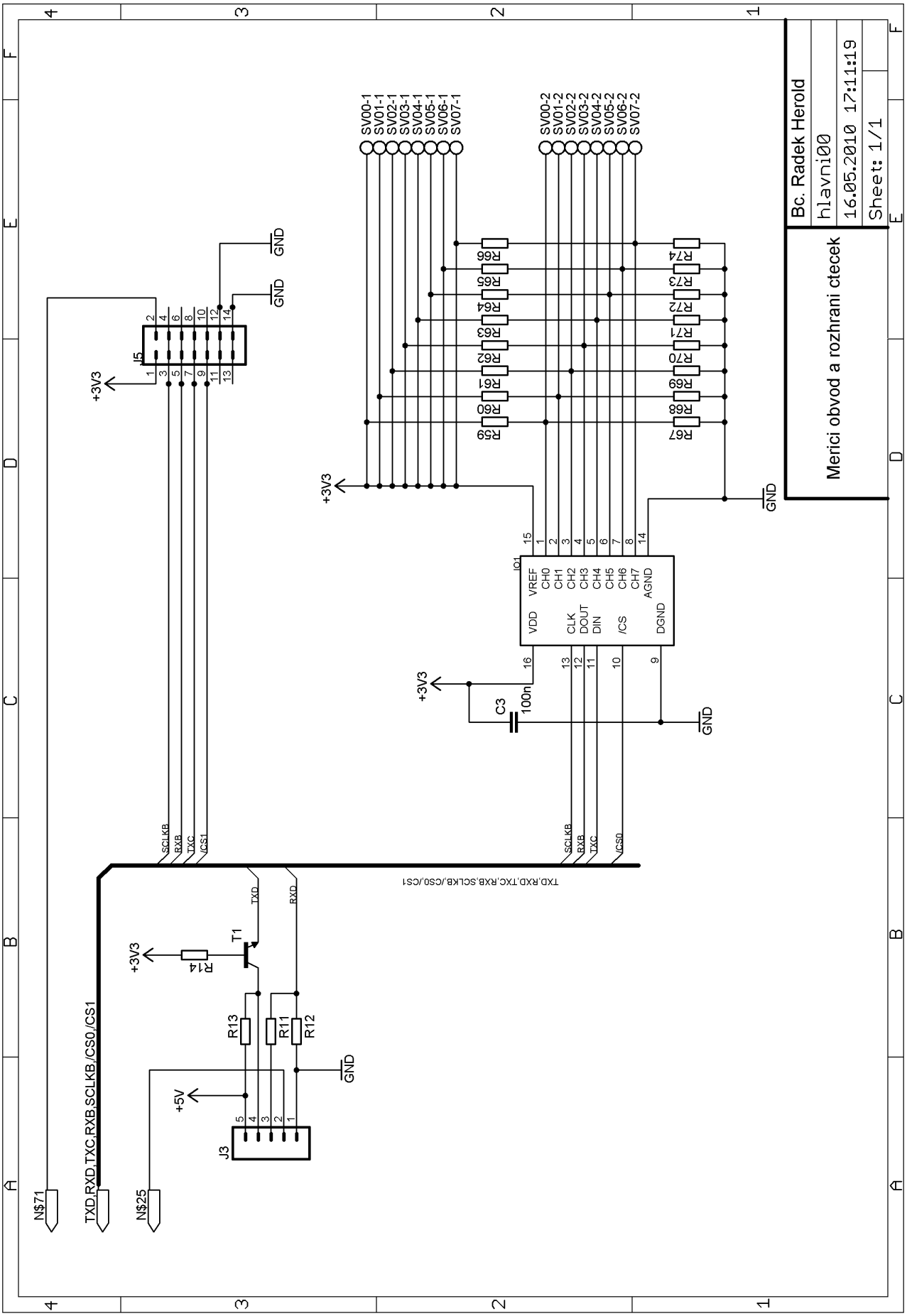
PŘÍLOHA Č. 13 – Fotografie testovacího přípravku

PŘÍLOHA Č. 14 – Obsah přiloženého CD

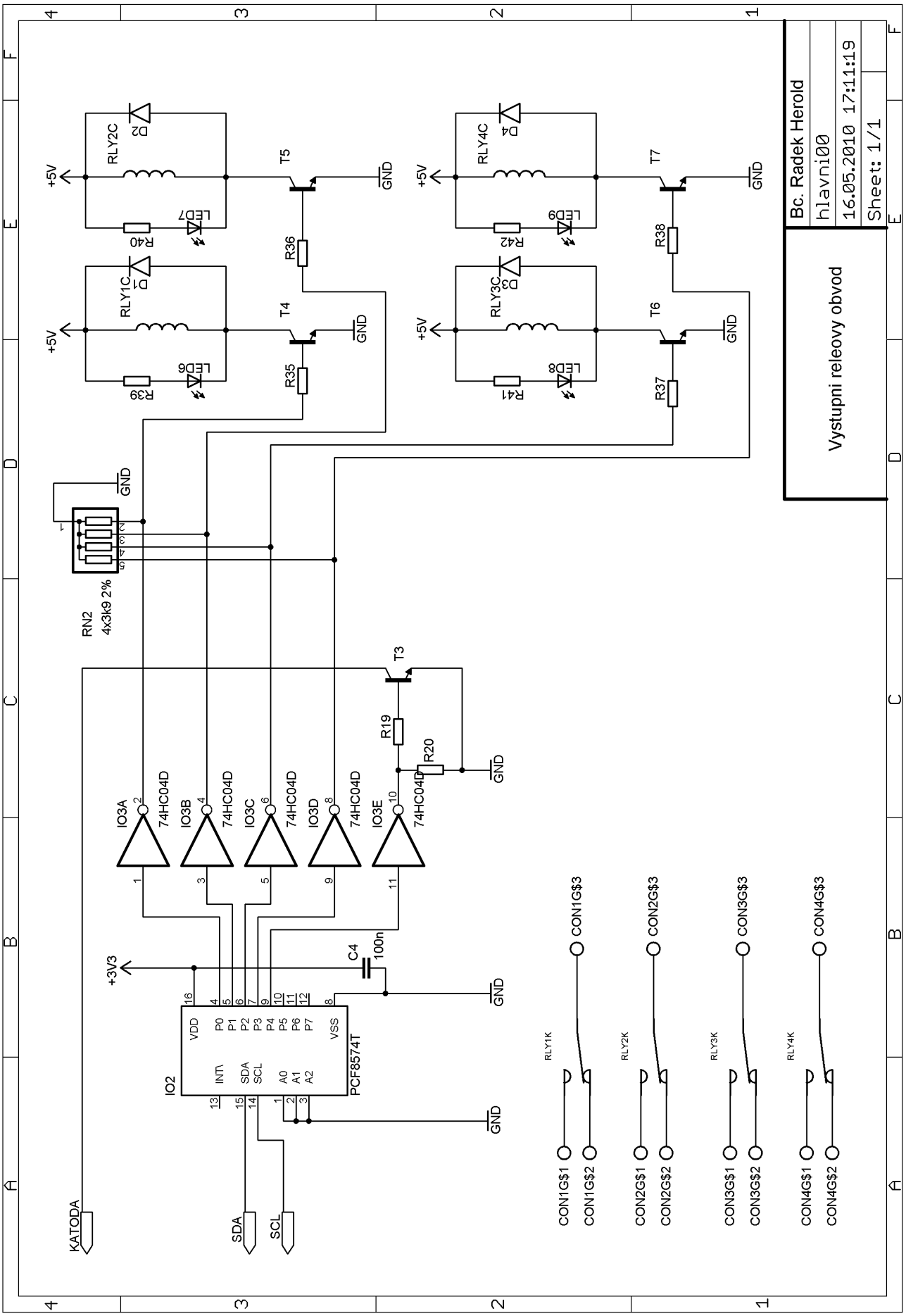
PŘÍLOHA Č. 1 – Schéma zapojení základové desky (procesorová jednotka)



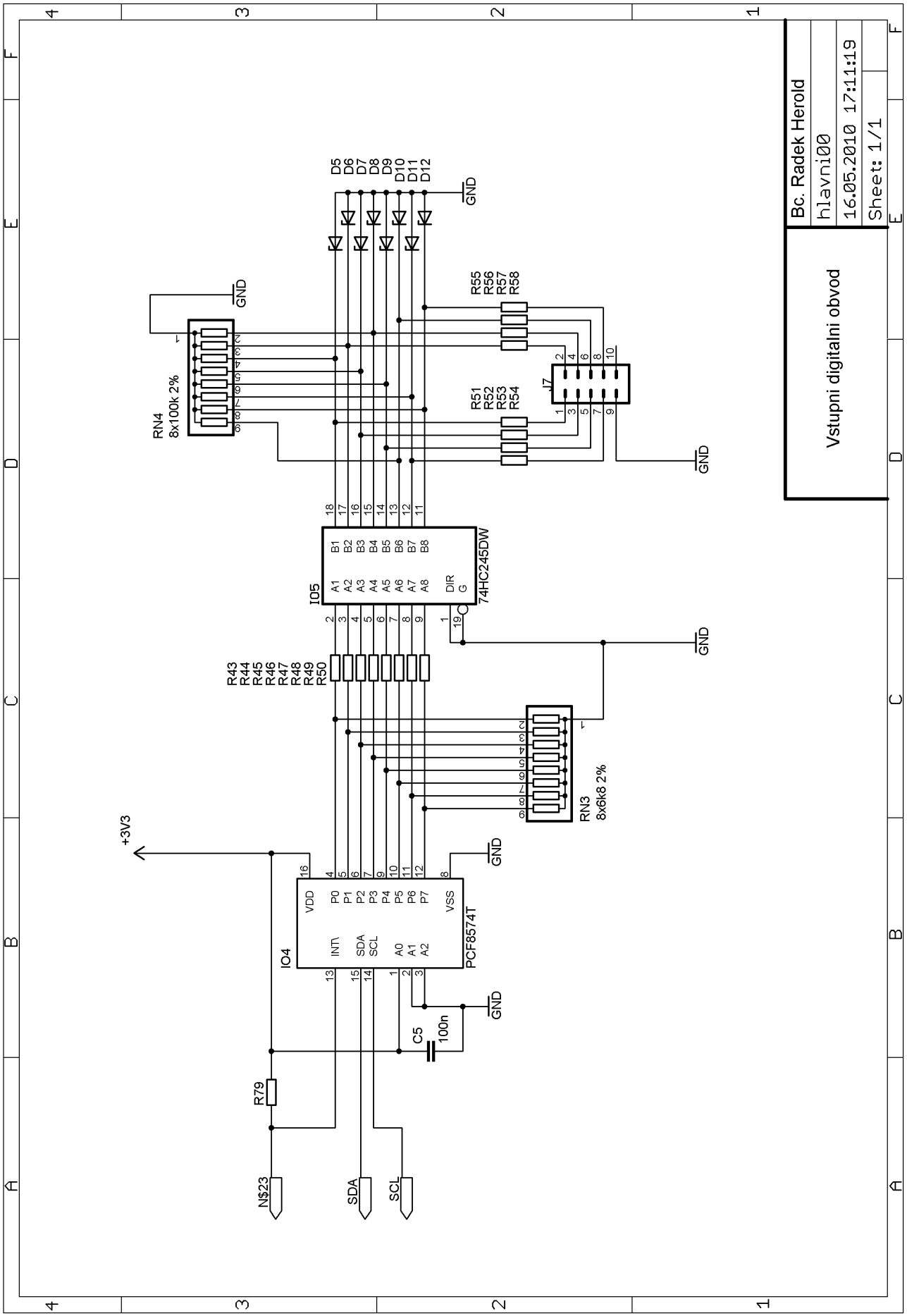
PŘÍLOHA Č. 2 – Schéma zapojení základové desky (měřicí obvod, rozhraní čtečky)



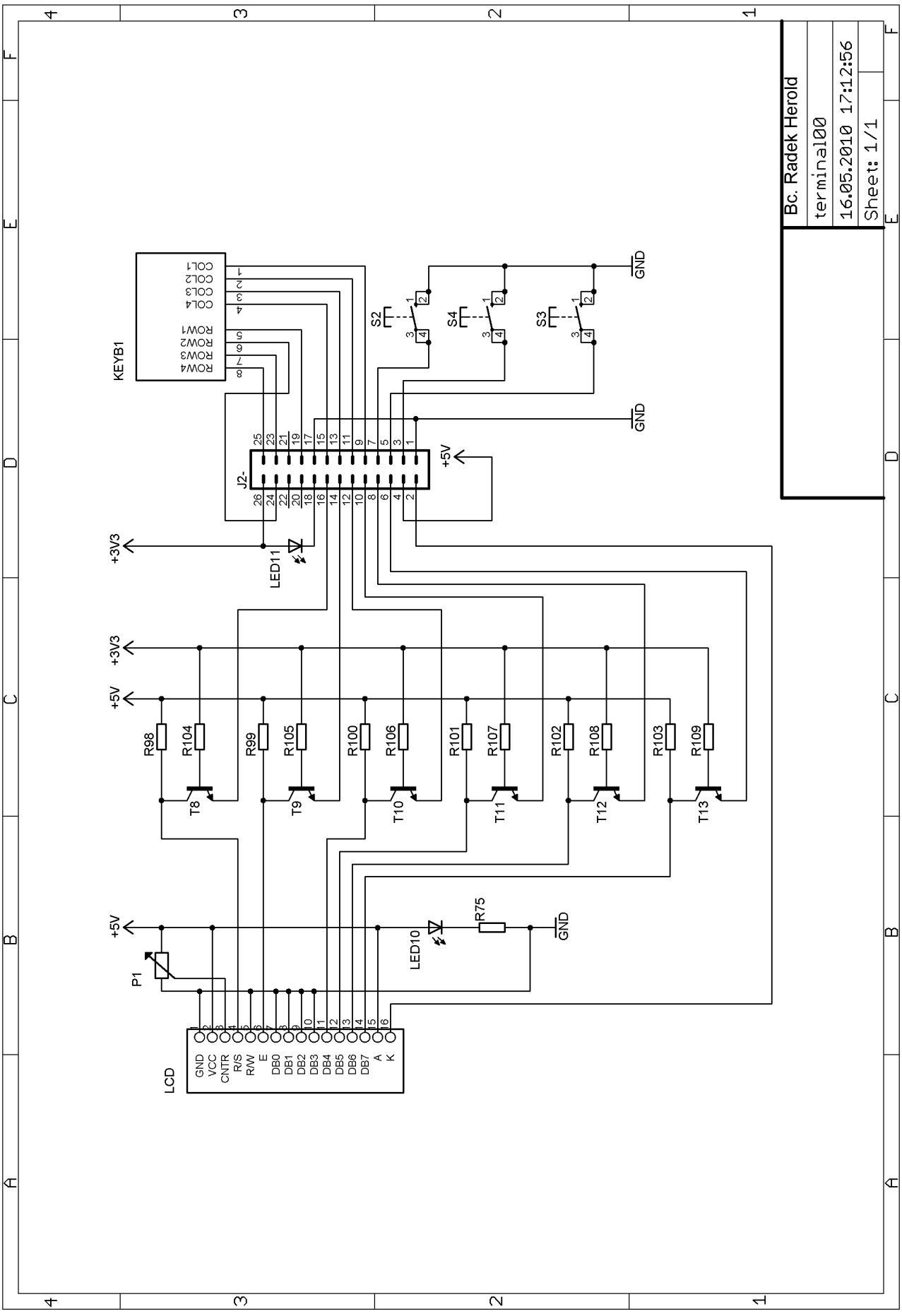
PŘÍLOHA Č. 3 – Schéma zapojení základové desky (výstupní reléový obvod)



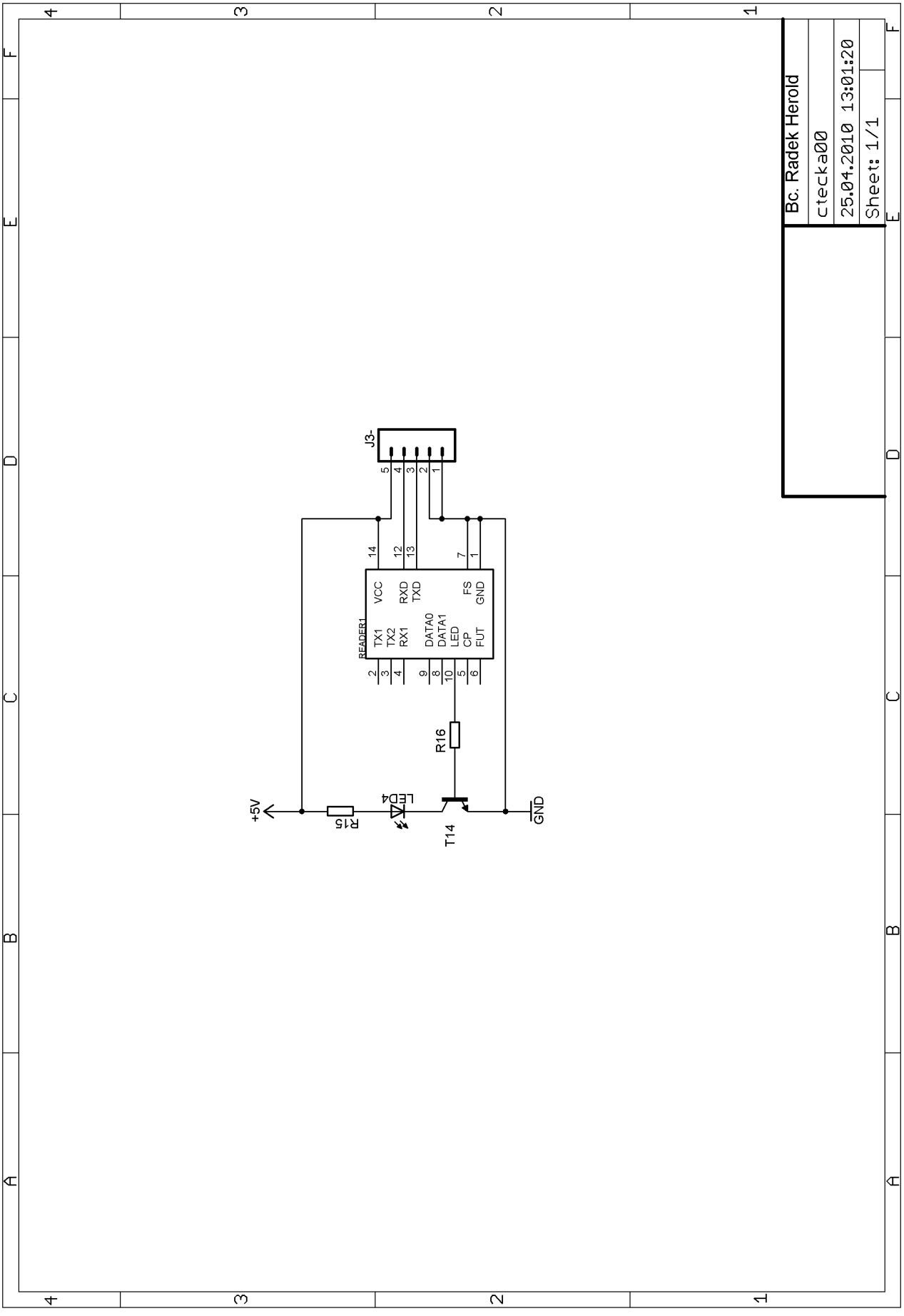
PŘÍLOHA Č. 4 – Schéma zapojení základové desky (vstupní digitální obvod)



PŘÍLOHA Č. 5 – Schéma zapojení terminálu



PŘÍLOHA Č. 6 – Schéma zapojení čtečky

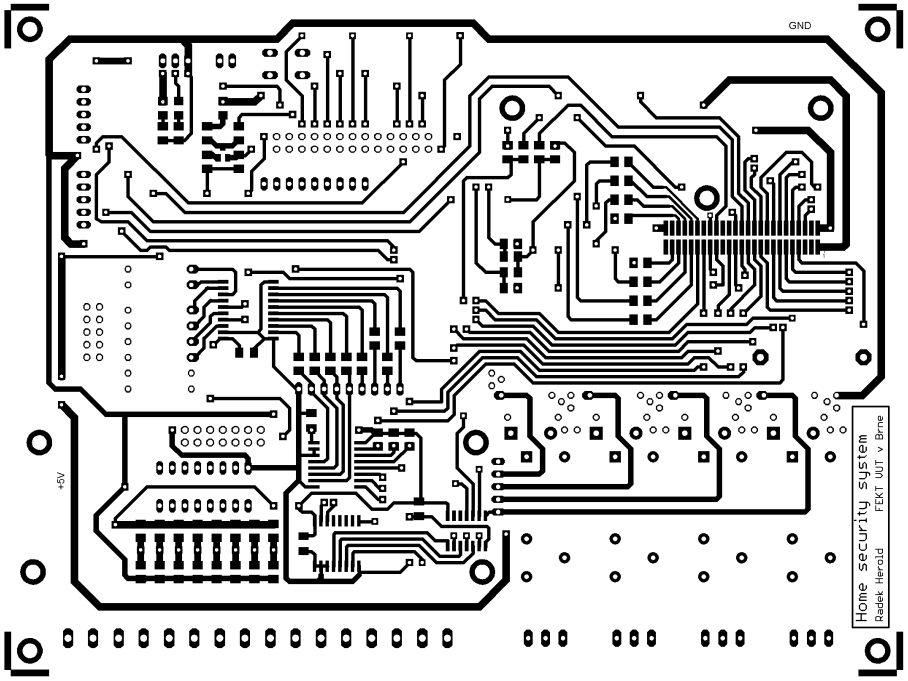


PŘÍLOHA Č. 7 – Rozpiska součástek

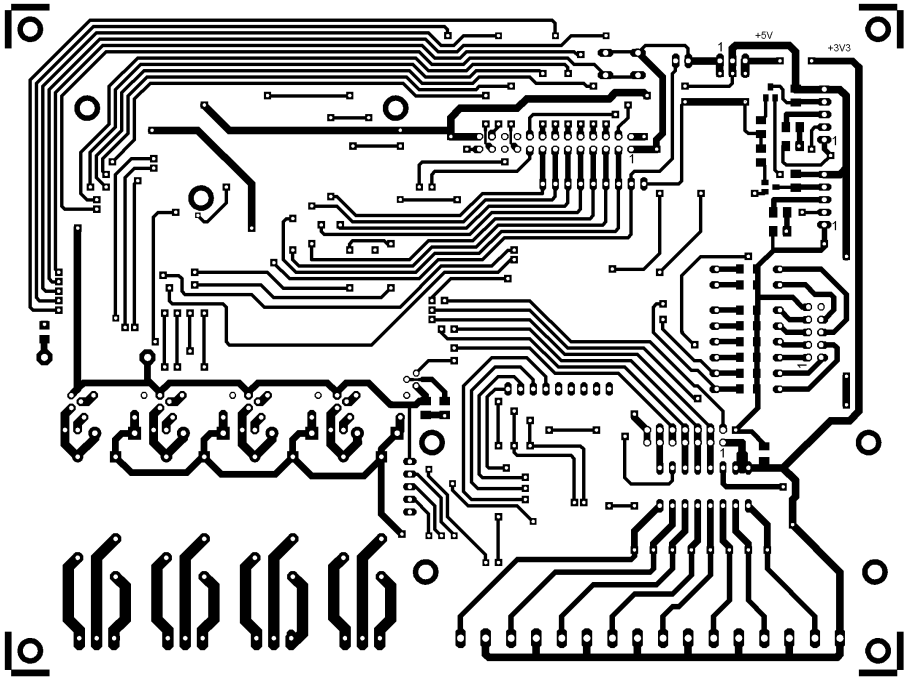
Označení	Hodnota	Popis
R1, R2, R76	220R	Rezistor, pouzdro 1206 (0,25W) 1%
R3	360R	
R4	2k2	
R5, R6, R96, R97	4k7	
R11, R19, R20, R43 – R50	3k9	
R12	6k2	
R13, R98 - R103	11k	
R14, R104 – R109	51k	
R59 – R66	3k	
R67 – R74	150R	
R21 – R34,R77 – R79	10k	
R35 – R38	3k9	Metalizovaný rezistor 0207 (0,6W)
R39 – R42, R15, R75	620R	
R16	43k	
R51 – R58	56R	Metalizovaný 1W
RN1	8x10k 2%	Rezistorová síť
RN2	4x3k9 2%	
RN3	8x6k8 2%	
RN4	8x100k 2%	
P1	2k5	Odporový trimr 2,5k, ležatý
C1 – C7	100n/50V	Keramický kondenzátor, pouzdro 1206
D1 – D4	1N4007	Dioda 1000V, 1A
D5 – D12	4V7	Zenerova dioda 4,7V; SOD80
LED1	-	LED 1206 žlutá 60/130
LED2, LED3	-	LED 1206 zelená 35/130
LED6 – LED10, LED4	L-HLMP	LED 3mm, zelená
LED11	L-HLMP	LED 3mm, žlutá
T1, T2, T8-T13	BC846A	NPN; 0,1A; β = 110-220; SOT23
T14	BC546A	NPN; 0,1A; β = 100-220; TO92
T3 – T7	BC337-16	NPN; 0,5A; β = 100-250; TO92
IO1	MCP3208	12-bit A/D, 8 kanálů, SPI, CMOS, DIL16
IO2, IO4	PCF8574T	I^2C expander, CMOS, SO16
IO3	74HC04	6x invertor, CMOS, SO14
IO5	74HC245	Budič sběrnice, CMOS, SO20
S1		Mikrotlačítko
RLY1 – RLY4	RELEH810	Přepínací relé 5V, max. 10A
CON1 – CON4	ARK550/3	Svorkovnice 550/3
SV00 – SV07	ARK500/2	Svorkovnice 500/2
G1	CR2032	Lithiová baterie 3V, 200mAh
J1	-	Konektor se zámkem, 3 piny, RM 2,54mm
J2	-	Konektor pro plochý kabel, 26 pinů
J3	-	Konektor se zámkem, 5 pinů, RM 2,54mm
J5	-	Dutinková lišta 2x7, RM = 2,54mm
J6	-	Konektor se zámkem, 2 piny, RM 2,54mm
J7	-	Konektor pro plochý kabel, 10 pinů
RCM_HEADER	-	Sokl pro modul Rabbit, 2x25, RM 1,27mm
READER1	AXA020MF	RFID/Mifare čtečka čipů
LCD	-	Displej LCD 20x4; HD44780
KEYB1	F-KV16KEY	Maticová klávesnice, 4x4
S2 – S4	DTE6	Spínací tlačítko, RM = 5mm

PŘÍLOHA Č. 8 – Návrh desky plošného spoje základové desky (měřítko 2:3)

Plošný spoj (vrstva TOP)

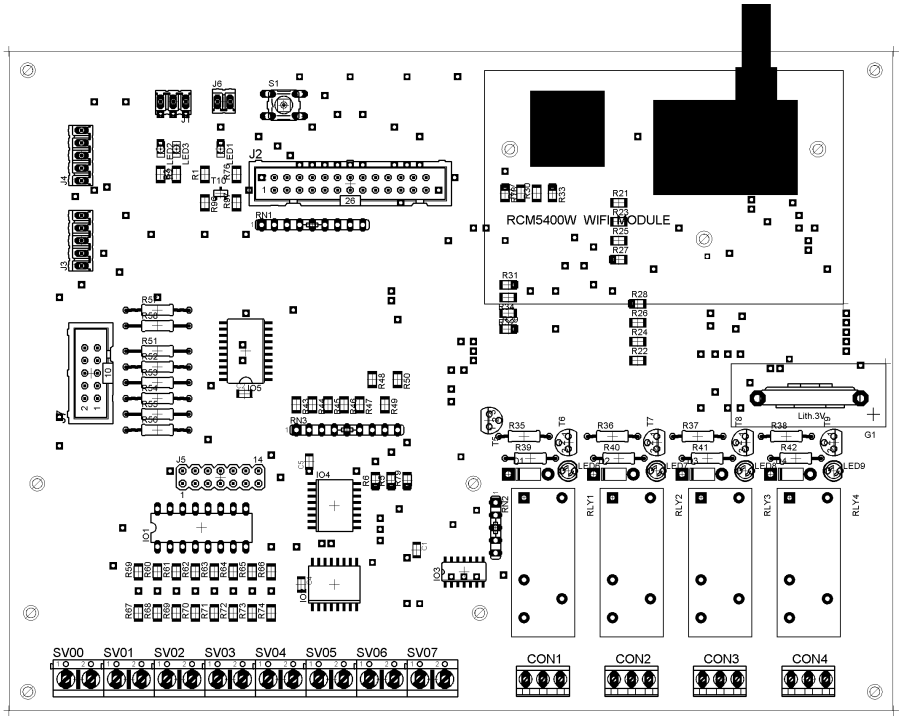


Plošný spoj (vrstva BOTTOM)

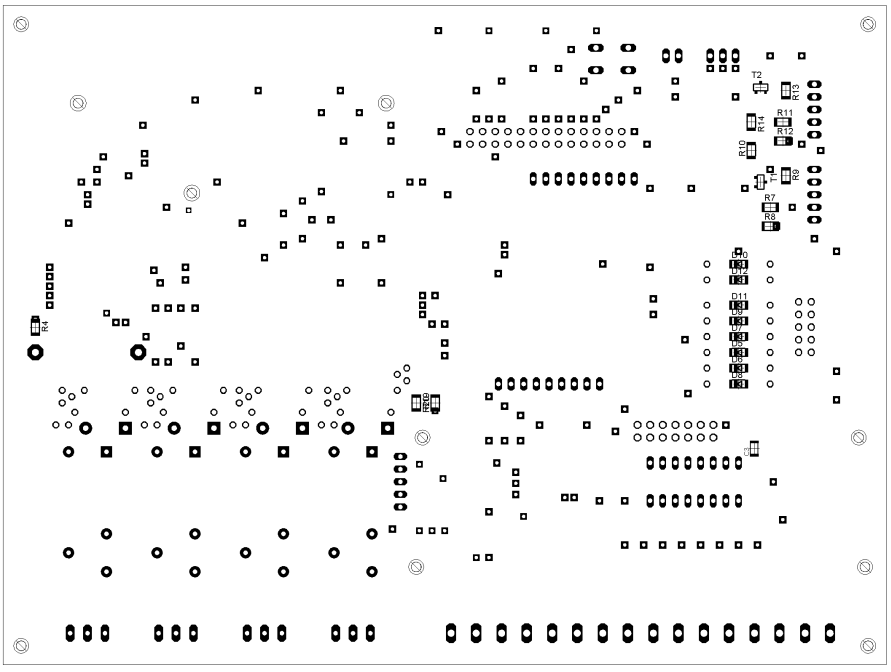


PŘÍLOHA Č. 8 – Návrh desky plošného spoje základové desky (měřítko 2:3)

Osazovací plán (vrstva TOP)

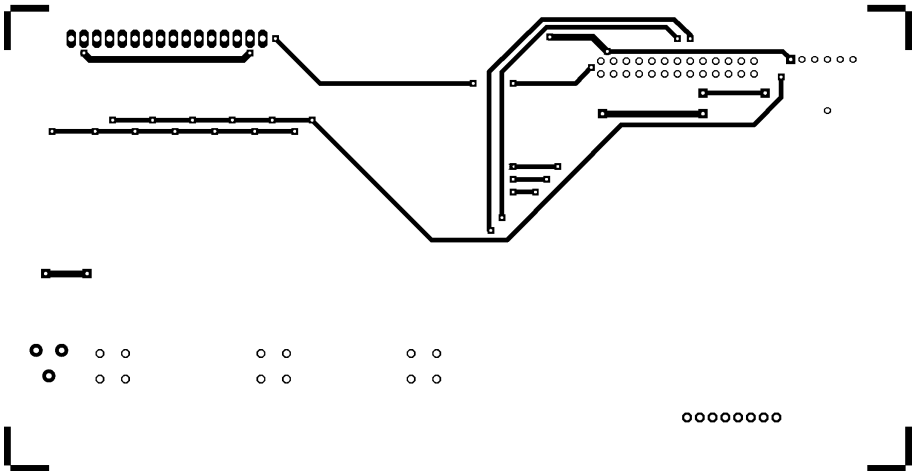


Osazovací plán (vrstva BOTTOM)

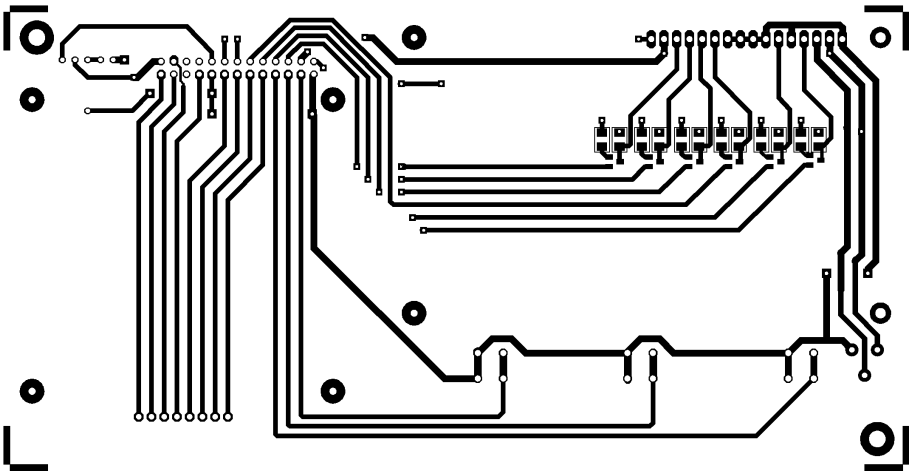


PŘÍLOHA Č. 9 – Návrh plošného spoje terminálu (měřítko 2:3)

Plošný spoj (vrstva TOP)

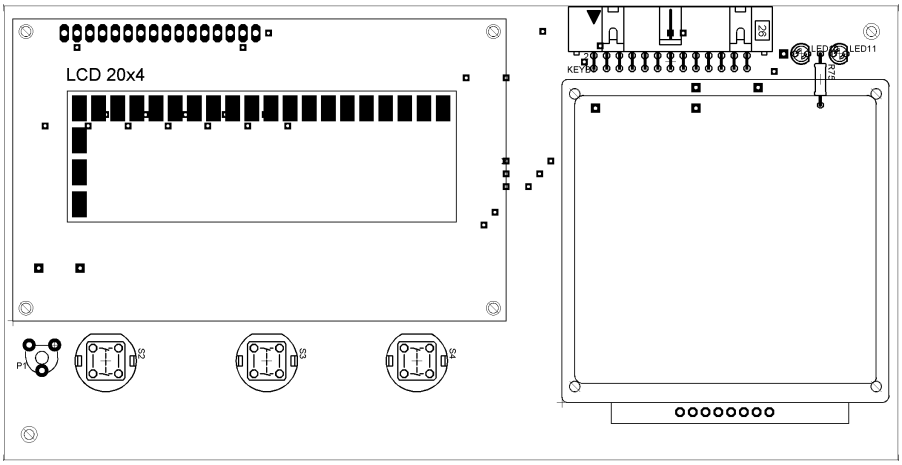


Plošný spoj (vrstva BOTTOM)

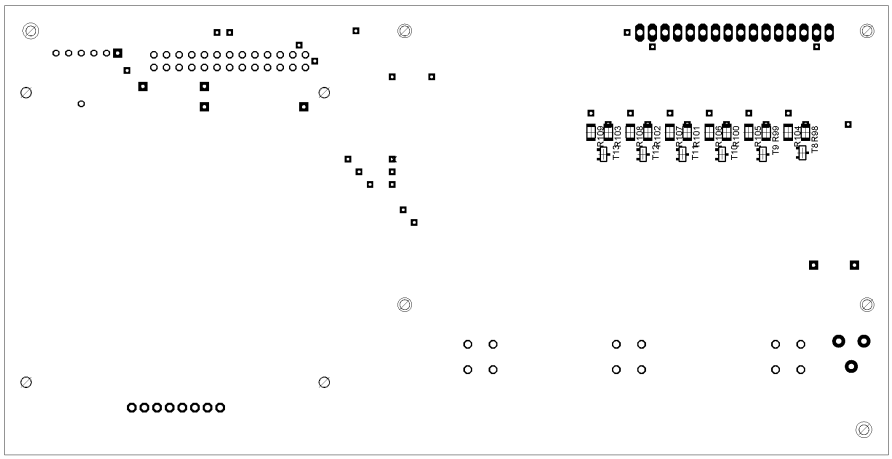


PŘÍLOHA Č. 9 – Návrh plošného spoje terminálu (měřítko 2:3)

Osazovací plán (vrstva TOP)

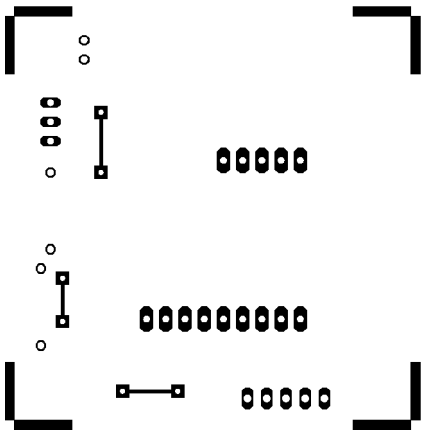


Osazovací plán (vrstva BOTTOM)

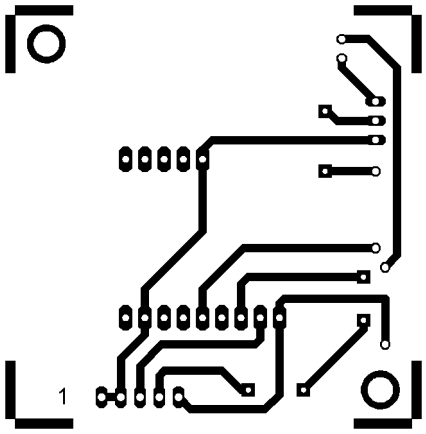


PŘÍLOHA Č. 10 – Návrh plošného spoje čtečky (měřítko 1:1)

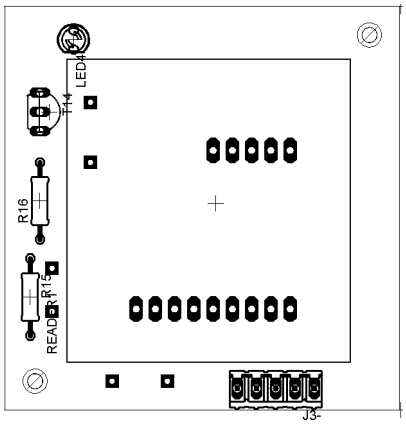
Plošný spoj (vrstva TOP)



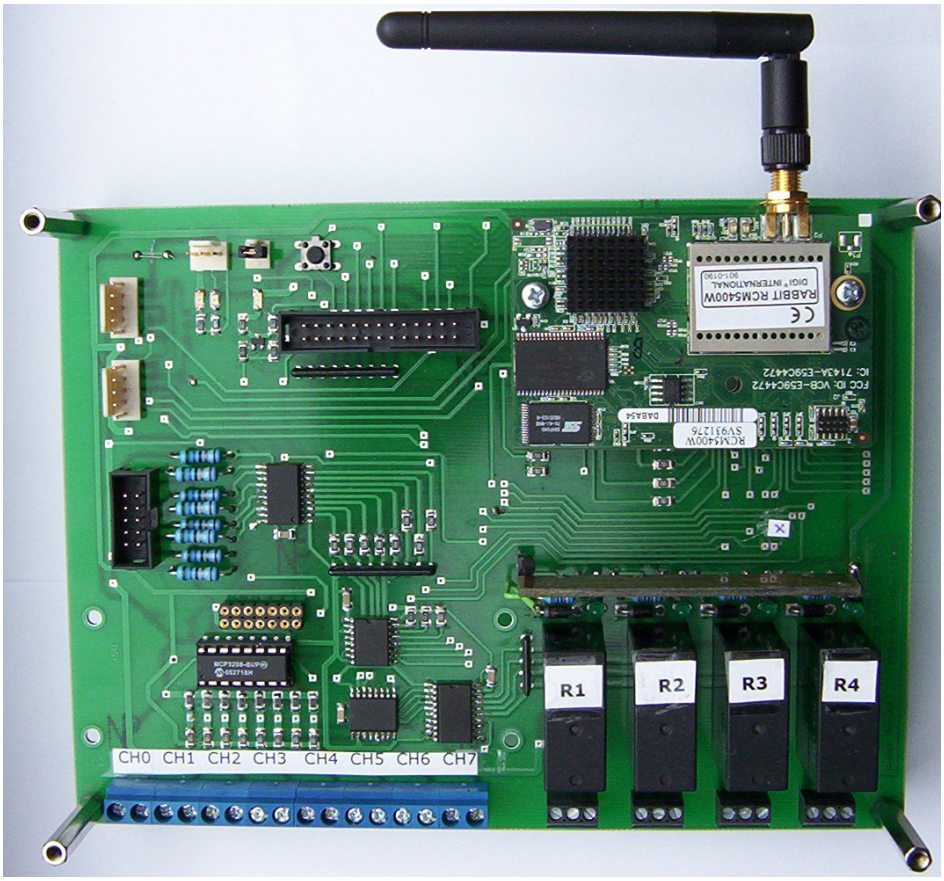
Plošný spoj (vrstva BOTTOM)



Osazovací plán (vrstva TOP)

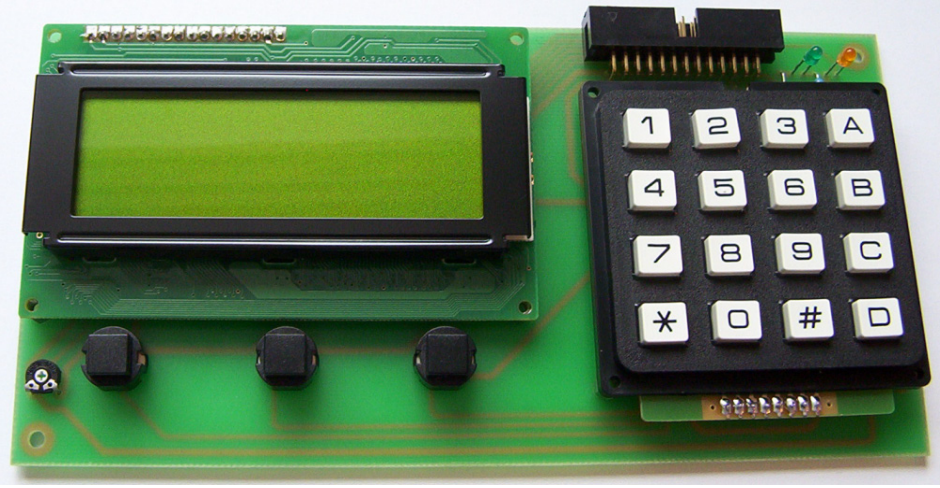


PŘÍLOHA Č. 11 – Fotografie realizovaného zařízení (základová deska)



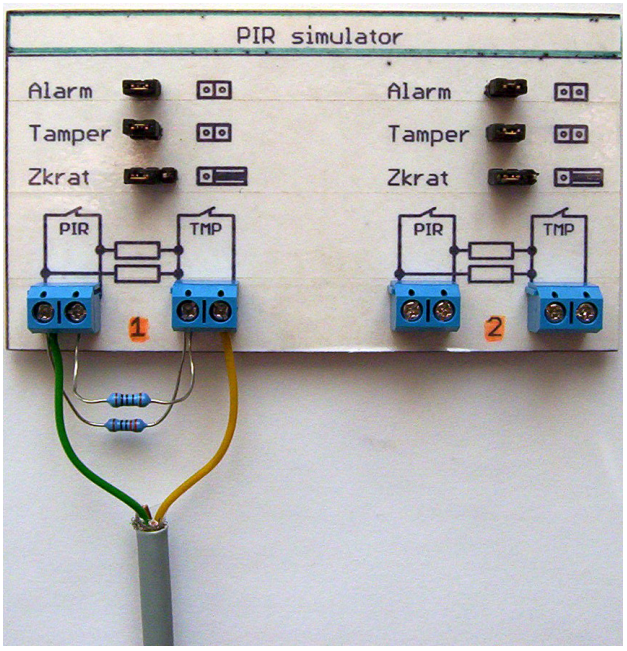
PŘÍLOHA Č. 12 – Fotografie realizovaného zařízení (terminál + čtečka)

Terminál



Čtečka

PŘÍLOHA Č. 13 – Fotografie testovacího přípravku



PŘÍLOHA Č. 14 – Obsah přiloženého CD

/Doc	-	dokumentace, včetně všech podkladů (obrázky, apod.)
/Software	-	zdrojové soubory řídicího programu
/Software/web	-	webové stránky konfiguračního rozhraní
/Hardware	-	návrhy elektrického zapojení včetně návrhu DPS