

Integrovaný systém s Arduinem pro měření smyček a řízení vytápění

Bc. Michal Švirák

Diplomová práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Michal Švirák**
Osobní číslo: **A16242**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Integrovaný systém s Arduinem pro měření smyček a řízení vytápění**

Téma anglicky: **An Integrated System with Arduino for Loop Measurement and Heating Control**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte řešení pro malé integrované bezpečnostní systémy pro rodinné domy.
2. Na platformě arduino navrhnete integrovaný systém pro vytápění rodinného domu a zabezpečení s možností použití vyvážených smyček s detektory.
3. Realizujte a integrujte část zabezpečovací a systém řízení vytápění.
4. Vytvořte software pro ovládání integrovaného systému.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **CADY, Fredrick M. Microcontrollers and microcomputers: principles of software and hardware engineering. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 2010. ISBN 0195371615.**
2. **CATSULIS, John. Designing embedded hardware. 2nd ed. Sebastopol, CA: O'Reilly, c2005. ISBN 0596007558.**
3. **MANN, Burkhard. C pro mikrokontroléry: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy – linkery, práce s ATMEL AVR a MSC-51, příklady programování v jazyci C, nástroje pro programování, tipy a triky .. Praha: BEN – technická literatura, 2003. ?C & praxe. ISBN 80-7300-077-6.**
4. **MASSIMO BANZI. Getting started with Arduino. 2nd ed. , 2011. ISBN 9781449309879.**
5. **PINKER, Jiří. Mikroprocesory a mikropočítače. Praha: BEN – technická literatura, 2004. ISBN 80-7300-110-1.**
6. **MERZ, Hermann, Thomas HANSEMANN a Christof HÜBNER. Automatizované systémy budov: sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2367-9.**

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Rudolf Drga, Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

8. prosince 2017

Termín odevzdání diplomové práce:

28. května 2018

Ve Zlíně dne 8. prosince 2017

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Abstrakt česky

Cílem práce je navrhnout a realizovat integrovaný systém na platformě Arduino pro zabezpečení a vytápění rodinného domu s možností použití vyvážených smyček. Podsystem pro vytápění bude umožňovat měření a regulaci teploty v konkrétních částech objektu. Součástí práce je kromě návrhu HW také vývoj programového vybavení pro kontrolu, nastavení a měření integrovaného systému přes rozhraní PC a realizace celého systému.

Klíčová slova: rodinný dům, elektronické zabezpečení domu, Arduino, PIR

ABSTRACT

Abstrakt ve světovém jazyce

The main objective is to design and implement an integrated system on the Arduino platform for securing and heating a family house with the use of balanced loops. The heating subsystem will allow measurement and temperature control in specific parts of the building. In addition to the HW design, part of the thesis is also the development of software for controlling, setting and measuring the integrated system via the PC interface and the whole system implementation.

Keywords: family house, electronic house security, heating control and regulation, Arduino, PIR

Chtěl bych poděkovat vedoucímu diplomové práce panu Ing. Rudolfu Drgovi, Ph.D. za jeho vstřícné jednání, cenné rady a připomínky, které mi poskytl během vytváření a návrhu tohoto projektu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 INTEGROVANÝ SYSTÉM PRO RODINNÝ DŮM	12
1.1 DĚLENÍ DLE CENTRALIZACE	12
1.2 DĚLENÍ DLE ZÁKLADNÍ FUNKCE	13
2 ZÁJMOVÝ DŮM	14
2.1 DISPOZICE	14
2.2 STÁVAJÍCÍ STAV	15
2.2.1 Vytápění	15
2.2.1.1 Vytápění 1NP.....	16
2.2.1.2 Vytápění 2NP.....	16
2.2.1.3 Zajištění TUV	17
2.2.2 Zabezpečení.....	18
2.3 POŽADOVANÝ STAV	18
2.3.1 Vytápění	18
2.3.2 Zabezpečení.....	19
2.3.3 Vzájemná spolupráce	19
2.3.4 Možnosti pozdějšího rozšíření	20
3 KOMERČNÍ ŘEŠENÍ	21
3.1 JABLOTRON	21
3.1.1 Základní jednotka JA-101 KR-LAN	21
3.1.2 Detektory a jejich připojení.....	22
3.1.3 Přístupový systém	22
3.1.4 Měření teplot	22
3.1.5 Výstupy	23
3.1.6 Funkce	23
3.2 LOXONE	23
3.2.1 Základní jednotka.....	24
3.2.2 Detektory a jejich připojení.....	24
3.2.3 Přístupový systém	24
3.2.4 Měření teplot	25
3.2.5 Výstupy	25
3.2.6 Funkce	26
II PRAKTICKÁ ČÁST	27
4 INTEGROVANÝ SYSTÉM NA PLATFORMĚ ARDUINO	28
4.1 ČÁST ŘÍZENÍ A REGULACE VYTÁPĚNÍ.....	29
4.1.1 Moduly vytápění	29
4.1.2 Akční členy	31
4.1.3 Funkce subsystému vytápění.....	32
4.2 ČÁST ELEKTRONICKÉHO ZABEZPEČENÍ.....	33
4.2.1 Moduly zabezpečení.....	33
4.2.2 Funkce subsystému zabezpečení.....	34
4.2.3 Pracovní režimy	35

4.2.3.1	Zastřeženo	35
4.2.3.2	Zastřeženo Home	35
4.2.3.3	Odstřeženo	35
4.2.4	Záložní zdroj ústředny.....	35
5	ZÁKLADNÍ JEDNOTKA	36
5.1	DESKA PLOŠNÝCH SPOJŮ	36
5.2	VSTUPY / VÝSTUPY	37
5.3	KOMUNIKACE.....	38
5.3.1	Komunikace – zabezpečovací část.....	38
5.3.2	Komunikace – řízení a regulace vytápění	38
5.4	EEPROM.....	39
5.5	SOFTWARE ZÁKLADNÍ JEDNOTKY	40
5.6	KÓDOVÁNÍ TEPLOT V EEPROM	41
5.6.1.1	System zakódování teploty	41
6	ZABEZPEČOVACÍ ČÁST	42
6.1	VSTUPNĚ/VÝSTUPNÍ MODUL	42
6.1.1	Vstupy	43
6.1.2	Výstupy	44
6.1.3	Přídavná deska	44
6.1.4	Adresa desky	45
6.1.4.1	Nastavení adresy	45
6.1.5	Komunikace	45
6.1.5.1	Komunikační protokol	46
6.1.5.2	Komunikace základní jednotky se zabezpečovacím modulem.....	46
6.1.5.3	Komunikace zabezpečovacího modulu se základní jednotkou.....	47
6.1.6	EEPROM paměť	47
6.1.7	Software zabezpečovacího modulu.....	48
6.2	ZABEZPEČOVACÍ PANEL	49
6.2.1	Prvky panelu.....	50
6.2.2	Adresa panelu.....	50
6.2.3	Komunikace panelu.....	51
6.2.3.1	Komunikace ovládacího panelu se základní jednotkou.....	51
6.2.3.2	Komunikace základní jednotky s ovládacím panelem.....	51
6.2.4	EEPROM paměť	52
6.2.5	Software ovládacího panelu	53
7	ŘÍZENÍ A REGULACE VYTÁPĚNÍ	54
7.1	MODUL VYTÁPĚNÍ.....	54
7.1.1	Vstupy	55
7.1.2	Výstupy	56
7.1.3	Adresa desky	57
7.1.3.1	Nastavení adresy	57
7.1.4	Komunikace	57
7.1.4.1	Komunikační protokol	57
7.1.4.2	Komunikace základní jednotky s modulem vytápění	58
7.1.4.3	Komunikace modulu vytápění se základní jednotkou	58
7.1.5	EEPROM paměť	59
7.1.6	Kódování dat při přenosu	60

7.1.6.1	System zakódování teploty	60
7.1.7	Software modulu vytápění	60
8	SOFTWARE	62
8.1	NASTAVENÍ KOMUNIKACE	63
8.2	ZABEZPEČENÍ	63
8.2.1	Nastavení uživatelů	64
8.3	ŘÍZENÍ A REGULACE VYTÁPĚNÍ	65
8.3.1	Nastavení adres teploměrů	65
8.4	ADMINISTRACE	66
	ZÁVĚR	68
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	70
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	72
	SEZNAM OBRÁZKŮ	73
	SEZNAM TABULEK	75
	SEZNAM PŘÍLOH	76

ÚVOD

V dnešní době je kladen velký důraz na zabezpečení rodinných domů, ale také se zvyšují požadavky na komfort při bydlení. K bezpečnosti rozhodně patří využívání elektronického zabezpečovacího systému ve spojení s detektory a upozorněním na možného narušitele.

Do komfortu bydlení patří inteligentní řízení a regulace vytápění, čímž se docílí efektivního využívání energií a zároveň se sníží náklady na vytápění. Řízení, pomocí elektroniky, je i velmi pohodlné. Díky tomu je možné nastavovat, řídit a regulovat mnoho prvků tak, abychom docílili požadovaného stavu.

Proto jsem se rozhodl zabezpečit svůj rodinný dům elektronickým zabezpečovacím systémem a systémem pro řízení a regulaci vytápění, které budou spolupracovat a tím budou přispívat ke zvýšení pohodlí a snižování nákladů na energie. Tento integrovaný systém se bude řídit a nastavovat pomocí softwaru.

Při návrhu elektronického zabezpečovacího systému je nutné brát v úvahu spoustu faktorů a parametrů. Dále si musíme definovat to, co od daného systému očekáváme. Já jsem si už při přestavbě a nástavbě rodinného domu pohrával s myšlenkou pozdější montáže elektronického zabezpečovacího systému, proto jsem na patřičná místa rozvedl kabeláž pro pozdější připojení magnetických detektorů, PIR detektorů, ovládacích panelů a sirény. Abych snížil riziko rozpojení nebo zkratování použitých detektorů, byla při návrhu a realizaci požadována možnost využití připojení pomocí vyvážené smyčky.

Důvodem řešení řízení a regulace vytápění je používání dvou zdrojů tepla. Hlavním zdrojem je plynový kondenzační kotel a sekundárním zdrojem jsou krbová kamna s teplovodní vložkou umístěné v patře. Zde nastává situace, kdy se při použití krbových kamen vzniklé teplo přivádí přes podlahové vytápění i do místnosti, kde je umístěn druhotný zdroj vytápění. Následkem toho je místnost zbytečně přetápěna. Pro zabránění přetopení jsem musel manuálně zavřít topné okruhy dané místnosti. Což zapříčinilo problém při vytápění plynovým kondenzačním kotlem, kde jsem nesměl zapomenout opětovně otevřít uzavřené topné okruhy. Druhý problém, díky němuž jsem se rozhodl pro pořízení elektronického řízení a regulaci vytápění je fakt, že plynový kotel řídí vytápění všech místností jen na základě informace o aktuální teplotě v jedné místnosti, kde je umístěno ovládání s teploměrem. Chybí tu informace, zda se větrá, nebo zda není v některé jiné místnosti nutné přitopit.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 INTEGROVANÝ SYSTÉM PRO RODINNÝ DŮM

V poslední době s rostoucími požadavky majitelů na komfort a snižování provozních nákladů se v odvětví elektroinstalací rodinných domů rozmáhá a velmi rychle se rozvíjejí takzvané inteligentní domy. Jedná se o systémy, které spojují možnosti elektroniky se silnoproudými rozvody. Toto spojení dovoluje ovládání jednotlivých prvků elektroinstalace za pomoci řídicích signálů. Možnosti spojené s tímto ovládáním jsou ohromné. Použitím ovládacích signálů je možné ovládat jednotlivé zásuvky, světelné zdroje, žaluzie, systém větrání a další prvky v rodinném domě. Další velkou výhodou inteligentní elektroinstalace je jeho variabilita v případě, kdy je nutné přidat, přesunout či rozšířit ovládací prvky. Většina dnes dostupných systémů pro ovládání inteligentních domů je schopna, po připojení modulu, pracovat i bezdrátově. Pokud spojíme několik samostatně pracujících systémů dohromady, hovoříme o takzvaném integrovaném systému.

Integrovaným systémem ve spojení s rodinnými domy máme na mysli několik spolupracujících jednotlivých systémů, kde jejich vzájemná komunikace a schopnost předávat si informace jim umožňuje pracovat efektivněji. Nejrozšířenější je podle mého názoru elektronický zabezpečovací systém propojený se systémem na řízení a regulaci vytápění.

1.1 Dělení dle centralizace

Jednotlivé prvky integrovaného systému musí mezi sebou komunikovat, aby byly schopny si vzájemně předávat informace. V dnešní době probíhá tato komunikace přes některý ze sběrníkových standardů. Tyto systémy můžeme dělit z pohledu zpracování a vyhodnocování dat na centralizované a decentralizované.

Centralizované integrované systémy mají řízení a vyhodnocování jednotlivých informací, používaných pro řízení a rozhodování, umístěno v jednom centrálním prvku. Tento systém má svoje jednoznačné výhody i nevýhody. Mezi výhody bych zařadil jednodušší řízení toku informací po sběrnici, kde tok řídí právě řídicí část, další výhodou je jednodušší správa systému a v neposlední řadě cena jednotlivých prvků. Tato centralizace řízení a rozhodování je zároveň jeho nevýhodou. Pokud se objeví porucha v řídicím systému, tak je schopna ochromit celý systém. Mezi centralizované systémy řadíme LOXONE, E-GON a další.

Decentralizované systémy mají řízení, vyhodnocování a rozhodování rozděleno logicky do jednotlivých prvků systému, což jim umožňuje spolupracovat. Tím, že se každý prvek stará

jen o část integrovaného systému, tak případná porucha ochromí jen zasažený segment z celkového systému. Nevýhodou je vyšší cena a náročnost spravovat a přenastavovat systém. Proto se decentralizované systémy využívají spíše na rozsáhlejší projekty. Zde řadíme například systém KNX.

1.2 Dělení dle základní funkce

Integrované systémy můžeme dělit také z pohledu jejich prioritních funkcí. Zde se nacházejí dva hlavní funkční celky, kde první velká část zajišťuje elektronické zabezpečovací systém a funkce řízení, regulace a další možnosti jsou jako doplňkové. Druhou velkou částí tvoří systémy pro inteligentní domy, které cílí především na oblast snadného ovládní a zajištění komfortu v rodinných domech, ale je možné tyto systémy využít i pro potřeby elektronického zabezpečovacího systému.

Do první skupiny zajišťující především elektronický zabezpečovací systém, ale jsou schopny zajistit i řízení vytápění, patří český výrobce Jablotron. Další podniky zabývající se výrobou a distribucí zabezpečovacích systémů jsou PARADOX, GALAXY, KSENIA a další. Všechny vyjmenované systémy splňují přísné požadavky kladené na elektronické zabezpečovací systémy a jsou k tomuto účelu certifikovány. Majitel rodinného domu si na začátku zadání vyprojektování integrovaného systému musí určit prioritu, zda je pro něj nejdůležitější použití certifikovaného elektronického zabezpečovacího systému a podřídí se drobným ústupkům v oblasti řízení a regulace vytápění a dalších sekcí, protože má v rodinném domě cennosti, nebo lokalita a sociální podmínky okolí toto vyžadují.

V druhé skupině se klade důraz především na zajištění komfortu a usnadnění každodenních rutinních úkonů, zvýšení efektivity a snižování nákladů za energie. Tyto systémy jsou schopny zajistit i elektronický zabezpečovací systém, ale tento způsob provedení zabezpečení ne vždy odpovídá legislativním požadavkům kladeným na elektronické zabezpečení. Výrobci a distributorů těchto inteligentních řešení pro rodinné domy je v dnešní době na trhu velké množství. Mezi ty známější patří výrobce LOXONE, GILD, E-GON, KNX.

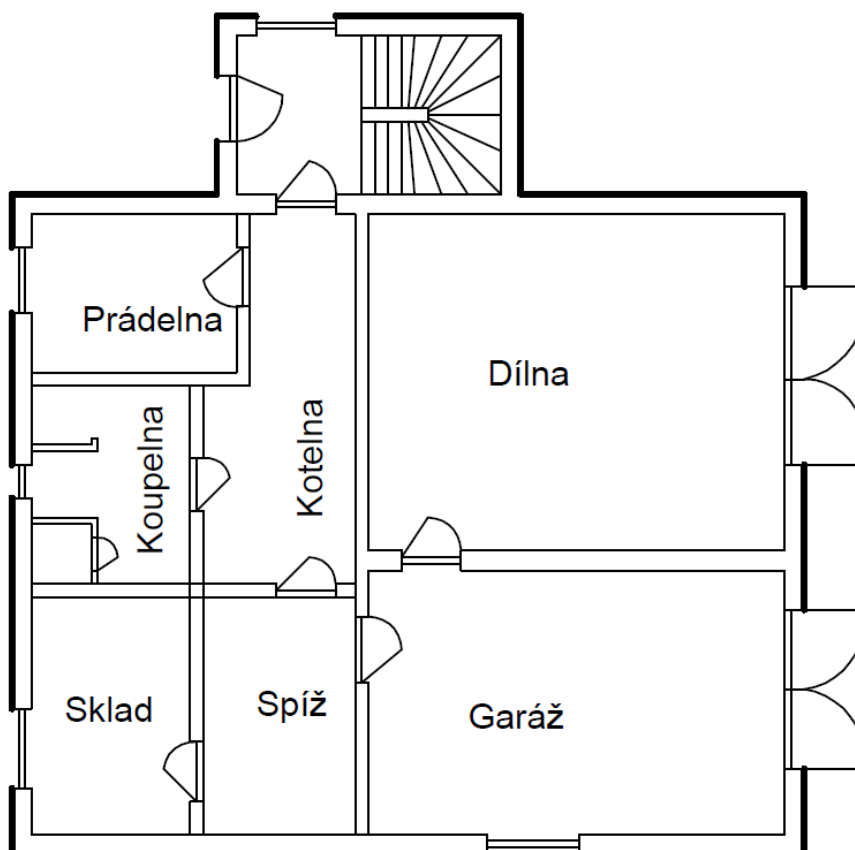
Další možností je propojení dvou nezávislých systémů do integrovaného systému, kdy se propojí certifikovaný elektronický zabezpečovací systém se systémem inteligentního domu. Toto propojení má ve velkém množství případů problémy s komunikací mezi sebou, která se řeší přes programovatelné výstupy / vstupy sloužící jako komunikační kanál pro předávání relevantních informací.

2 ZÁJMOVÝ DŮM

Diplomová práce řeší integrovaný systém ve stávajícím rodinném domě. Dům byl postaven v roce 2008 jako přístavba a nástavba původně stojící hospodářské budovy na rodinný dům. Zastavěná plocha je 120m² a jedná se o 6+1. K domu patří zahrada a příjezdová cesta, která je vybudována na soukromém pozemku.

2.1 Dispozice

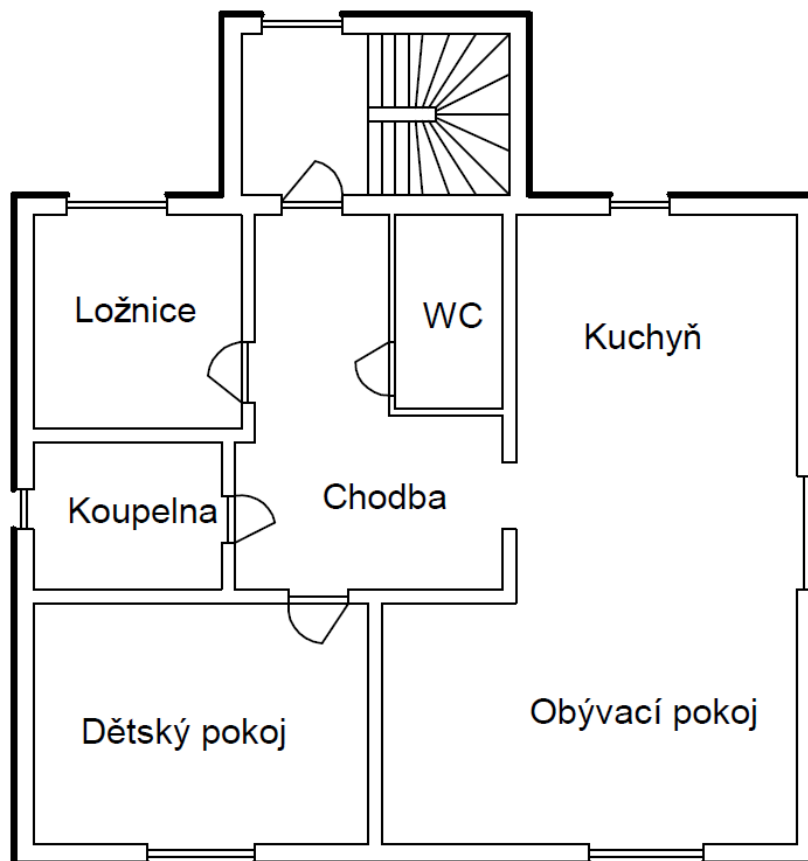
Jedná se o dvoupodlažní dům. Kde přízemí je tvořeno ze vstupního vchodu vedoucího do předsíně se schodištěm pro výstup do druhého nadzemního patra. Dále je zde umístěna prádelna, koupelna s WC a sprchou. Přístupná přes kotelnu s plynovým kondenzačním kotlem. Za kotelnou se nachází spíž a sklad na sezonní zařízení, oblečení a další prvky, které je potřeba na delší dobu uskladnit. Součástí přízemí je i garáž a dílna, jenž jsou přístupné jak zvenčí tak i přes přízemní patro domu.



Obr. 1 Nákres 1NP

V druhém nadzemním patře se nachází hlavní část domu, která je nejvíce využívána. Je zde umístěna Kuchyň spojená s obývacím pokojem, WC, koupelna s vanou, ložnice a dětský

pokoj. Všechny místnosti navzájem spojuje chodba s přístupem na schodiště. V obývacím pokoji jsou umístěna krbová kamna s teplovodní vložkou, která se využívají pro ohřev teplé užitkové vody a k vytápění rodinného domu.



Obr. 2 Nákres 2NP

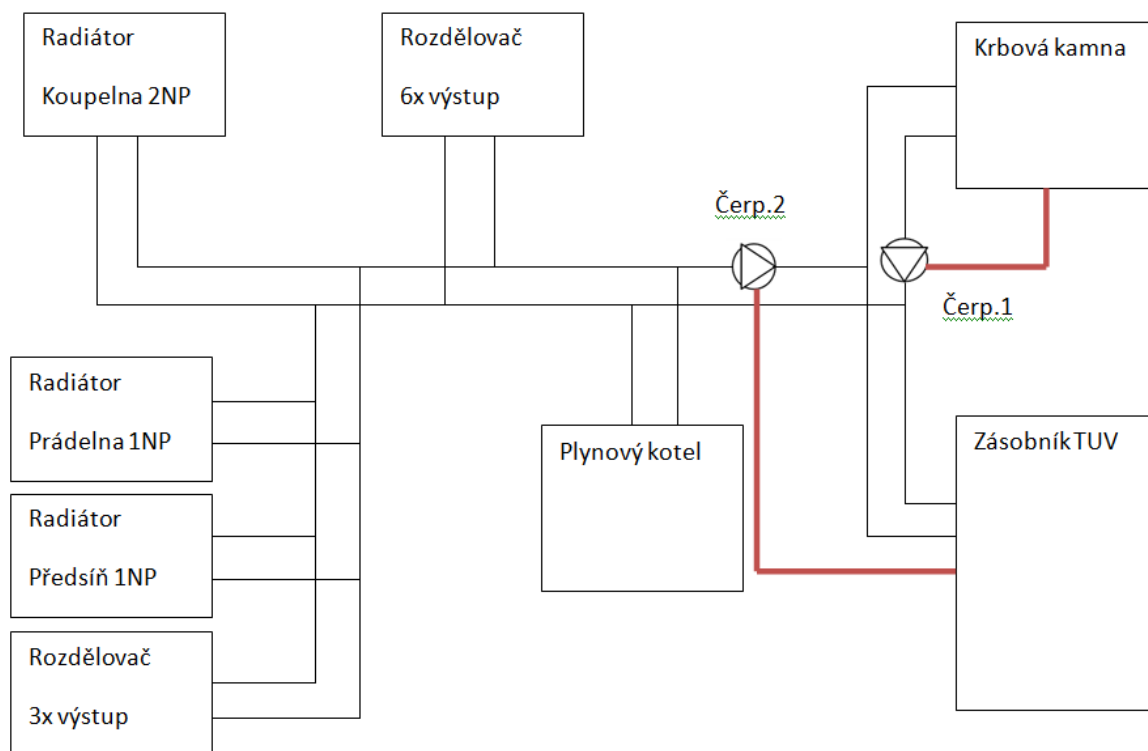
2.2 Stávající stav

Při nástavbě a přestavbě se už ve fázi návrhu počítalo s elektronickým zabezpečovacím systémem, proto byly na patřičná místa nataženy kabely pro pozdější připojení PIR detektorů, magnetických kontaktů a dvou poplachových sirén. Zároveň byla realizována kabeláž ke všem třem vstupním bodům, jimiž jsou vstupní dveře do předsíně se schodištěm, dvoukřídlá vrata do garáže a do dílny. V době realizace se nepočítalo s integrací inteligentního řízení a regulace vytápění.

2.2.1 Vytápění

Vytápění je realizováno dvěma zdroji tepelné energie. Prvním a hlavním zdrojem je kondenzační plynový kotel. Druhým zdrojem jsou krbová kamna umístěná v obývacím pokoji

v druhém nadzemním patře obsahující teplovodní vložku připojenou do otopného okruhu rodinného domu.



Obr. 3 Schéma vytápění – stávající stav

2.2.1.1 Vytápění 1NP

Vytápění přízemního patra rodinného domu je realizováno podlahovým vytápěním rozděleným na tři topné okruhy. První okruh zajišťuje vytápění vstupní před síně, druhý okruh je natažen do prádelny a třetí okruh vytápí koupelnu.

Dále jsou v přízemí zapojeny dva radiátory žebříkového typu, kdy jeden je umístěn ve vstupní před síni a je určený pro sušení obuvi a zimního oblečení. Druhý je umístěn v prádelně a využívá se při nutnosti rychlého usušení oděvů.

2.2.1.2 Vytápění 2NP

Systém vytápění 2NP je řešen podlahovým vytápěním vedeným z rozdělovače umístěného na chodbě na tomto obytném patře. Rozdělovač obsahuje 6 okruhů, které zajišťují vytápění všech prostorů v druhém nadzemním patře. Vytápění kuchyně spojené s obývacím pokojem je realizováno třemi nastavitelnými okruhy podlahového vytápění. První smyčka je určena pro kuchyň asi do jedné třetiny prostoru. Druhá smyčka zajišťuje otop střední části

a třetí je určena pro část obývacího pokoje. Čtvrtá smyčka zajišťuje vytápění dětského pokoje, další je určena pro koupelnu a poslední smyčka zajišťuje otop ložnice, chodby a WC.

V koupelně je umístěn koupelnový radiátor v žebříkovém provedení, který se využívá na sušení ručníků. V obývacím pokoji jsou umístěna krbová kamna s teplovodní vložkou, jejíž výstup je připojen do topného okruhu rodinného domu. Tyto krbová kamna jsou jedním z hlavních důvodů pro realizaci řízení a regulace vytápění za pomoci řídicí elektroniky. Stávající stav je řízen manuálním spouštěním nebo zastavováním určitých okruhů vytápění převážně v prostoru kuchyně a obývacího pokoje, které je při vytápění krbovými kamny potřeba zastavit, aby nedocházelo k velkému přetápění tohoto prostoru.

V čase kdy není vytápění zajišťováno krbovými kamny nebo při nedostatečné výhřevnosti se automaticky po snížení teploty v ložnici, kde je umístěno čidlo plynového kotle, dochází k sepnutí vytápění hlavním zdrojem vytápění to jest plynovým kondenzačním kotlem. Možnost regulace spínání a vypínání plynového kotle jen podle teploty v jedné místnosti je druhým důvodem, proč je realizováno řízení a regulace vytápění za pomoci elektroniky. Relativně často nastává situace, kdy jsou ať už z důvodu větrání, nebo jiných příčin velké rozdíly teplot v jednotlivých místnostech a při ovládání jen z jednoho místa je velmi obtížná regulace.

2.2.1.3 Zajištění TUV

Teplá užitková voda je odebírána z výstupu 40litrového bojleru umístěného v plynovém kondenzačním kotli. Na vstup tohoto bojleru je přiveden výstup z 350litrového zásobníku TUV, který obsahuje dvě topné vodní smyčky a tím je možné využít ohřevu jen části zásobníku nebo celého. Na horní topnou smyčku je připojen výstup teplovodní vložky krbových kamen umístěných ve druhém nadzemním patře. Tento řetězec zajišťuje úsporu zemního plynu v chladnějších dnech, kdy se přitápí v krbových kamnech. Do 40litrového bojleru na TUV umístěného v plynovém kondenzačním kotli je přiváděna již vyhřátá nebo alespoň předeřtá TUV voda. Pokud se v krbových kamnech netopí, zajišťuje ohřev a případné dohřívání vody plynový kotel.

O řízení ohřevu teplé užitkové vody v 350litrovém zásobníku se stará dvojice bimetalových spínačů ovládající dvě oběhové čerpadla. První bimetalový spínač spustí čerpadlo číslo 1, jakmile voda v teplovodní vložce umístěné v krbových kamnech se ohřeje na 60°C. Tímto čerpadlem se začne nahřívát voda v zásobníku. Až dosáhne tato voda teploty 70°C aktivuje se druhý bimetalový spínač, který spustí čerpadlo číslo 2 a teplá voda z vložky

krbových kamen začne proudit do podlahového topení. Tento postup byl po konzultaci s topenářem zvolen záměrně, protože podlahové vytápění je schopné absorbovat obrovské množství tepla, a tak nedojde k přehřátí teplovodní vložky v kamnech.

2.2.2 Zabezpečení

V době realizace přístavby a nástavby se počítalo s nainstalováním elektronického zabezpečovacího systému. Z toho důvodu byly k otvorovým výplním (oknům, dveřím a vratům) dotaženy kabely v chráničkách, aby bylo možné později nainstalovat magnetické kontakty na okna a dveře. Dále byly dotaženy rozvody k místům, kde je nejlepší pozice pro pasivní infračervené detektory, tak aby jejich umístění pokrývalo zájmové části rodinného domu. Rovněž byly přivedeny kabely do míst, kde jsou plánovány poplachové sirény.

Důvodem přípravy kabeláže byla možnost připojení elektronického zabezpečovacího systému od jakéhokoliv výrobce, tak aby nebylo nutné provádět dodatečné stavební úpravy. Veškerá kabeláž je dotažena na jedno místo, proto je možné použít různé zapojení detektorů.

2.3 Požadovaný stav

Po instalaci integrovaného systému v rodinném domě, následného zprovoznění a případném odladění by měly systémy elektronického zabezpečovacího systému a část pro řízení a regulaci vytápění spolu spolupracovat, sdílet měřená data a výstupy. Podle dostupných informací by měli být spolupracující systémy schopny reagovat na dané situace a přizpůsobovat, tak aby se zvýšil komfort pro uživatele rodinného domu, zároveň by mělo nastat snížení nákladů na vytápění.

2.3.1 Vytápění

Při instalaci části integrovaného systému, který bude mít na starosti řízení a regulaci vytápění jsou na rozvaděčích podlahového vytápění instalovány elektrotermické hlavice ovládané napětím 230V. Tyto hlavice budou připojeny a ovládány systémem pro vytápění. Dále budou nainstalovány senzory pro měření teploty do každého pokoje, na jejichž základě se bude řídit otevírání a uzavírání jednotlivých okruhů podlahového vytápění. Při výběru elektrotermických hlavic byly s přihlédnutím na cenu a potřebnou funkčnost vybrány hlavice bez proporcionálního řízení otevírání. Důvodem je dlouhá odezva podlahového vytápění, tudíž není nutné přesně regulovat velikost otevření daných jednotlivých smyček.

Dalšími teplotní senzory budou nainstalovány do míst kde, jsou nyní bimetalové spínače. Tyto senzory budou mít na starosti rozhodování pro spínání oběhových čerpadel na otopném okruhu křbových kamen s teplovodní vložkou. Původní bimetalové spínače zůstanou zapojeny do systému vytápění jako mechanické pojistky, pro případ poruchy elektronického řízení a regulace vytápění nebo poruchy některého z teplotních senzorů, aby nedošlo k přehřátí topného okruhu. Další teplotní snímač bude měřit venkovní teplotu.

System bude spolupracovat s elektronickou zabezpečovací částí a zpracovávat informace, zda se v místnosti, kde klesá teplota a je nutné začít s ohřevem, je či není otevřené okno či vstupní dveře v případě předsíně. Na základě vyhodnocení těchto údajů a informace o venkovní teplotě se bude rozhodovat jak silně a zda je efektivní spouštět vytápění tohoto prostoru. O tomto stavu bude informovat uživatele.

Subsystem pro řízení a regulaci vytápění bude řídit, v jakou dobu se teplo z teplovodní vložky bude prvotně využívat na ohřev teplé užitkové vody a kdy bude upřednostněno vytápění. Samozřejmostí je možnost spuštění plynového kondenzačního kotle v době kdy nebude možnost využít teplo z křbových kamen nebo dodávané teplo nebude dostávat na vytápění.

2.3.2 Zabezpečení

V řešeném rodinném domě je rozvedena kabeláž do hvězdy. Ke každé pozici, kde bude umístěn magnetický kontakt, PIR detektor, sirény a ovládací/přístupové panely je dotažen 6 vodičovi kabel. S přihlédnutím na toto předpřipravené vedení je požadováno připojení po kabelu což vede k eliminaci hlídání a výměny baterií v jednotlivých komponentech. Subsystem elektronického zabezpečení musí mít možnost připojit tři ovládací stanoviště, od nichž bude možné deaktivovat poplach. Stanoviště budou umístěna u všech vchodů do rodinného domu. Deaktivace bude probíhat zadáním kódu nebo přiložením RFID prvku nebo jiného bezdrátového prvku. Bude možné rozdělit systém na dvě zóny, kdy se bude večer spouštět zajištění jen na prvním nadzemním patře. Dále bude umět zpožděné spuštění poplachu při otevření vstupních dveří, tak aby bylo možné provést deaktivaci.

2.3.3 Vzájemná spolupráce

Subsystem vytápění bude mít k dispozici informace o otevřených oknech v místnostech. Na základě těchto získaných informací a dostupných měřených teplot z jednotlivých teplotních senzorů bude systém schopen rozhodnout, zda dojde ke spuštění vytápění, či niko-

liv. Tato možnost předávání informací povede ke snižování nákladů za vytápění. Kdy nebude docházet k tepelným ztrátám v důsledku nevhodného větrání.

2.3.4 Možnosti pozdějšího rozšíření

Dalším požadavkem je možnost pozdějšího rozšíření pro vzdálené otvírání vstupních dveří a ovládání části světelných okruhů a dvou zásuvek. Což bude později sloužit, jako simulace přítomnosti obyvatel v rodinném domě.

V případě změny sociálního rozložení v okolí možnost připojení dalších PIR detektorů či prvků perimetrické ochrany.

Možnost připojení do řízení vytápění plánované pořízení solárních panelů, jako zdroje tepla pro ohřev teplé užitkové vody, či v podzimních a jarních chladnějších dnech jako úspora energie z plynového kondenzačního kotle.

Připojení ovládání elektricky řízených vrátek do garáže a do prostoru dílny.

Možnost připojení dalších senzorů jako je záplavový senzor, měření vlhkosti, elektronický poplachový systém a další.

3 KOMERČNÍ ŘEŠENÍ

Při tvorbě integrovaného systému bylo nejdříve provedeno seznámení s možnostmi, které nabízí komerční sféra při řešení dané regulace a řízení vytápění se spoluprací elektronického zabezpečovacího systému. Bylo zjištěno komerční řešení zastupující dvě různé přístupy k danému zadání, kterými je možné tento projekt realizovat. První z nich je integrovaný systém, jehož prioritou je elektronické zabezpečovací systém. Druhou variantou je systém pro inteligentní domy, v nichž je možnost připojení detektorů a jako snímačů. Poslední možností je mít dva nezávislé systémy, které by byly schopny si předávat informace pravděpodobně přes programovatelné výstupy a univerzální vstupy.

3.1 Jablotron

Jako zástupce první skupiny, kde se výrobci a dodavatelé specializují na elektronický zabezpečovací systém a jako druhotnou funkcí je řízení vytápění, jsem zvolil produkty z řady výrobků firmy Jablotron.

3.1.1 Základní jednotka JA-101 KR-LAN

Základním prvkem celého integrovaného systému pro rodinný dům by byla použita ústředna JA-101 KR-LAN. Byla vybrána záměrně pro její možnost připojení do LAN sítě, přes kterou by se nastavovaly potřebné parametry k řízení teplot v jednotlivých místnostech. [2]



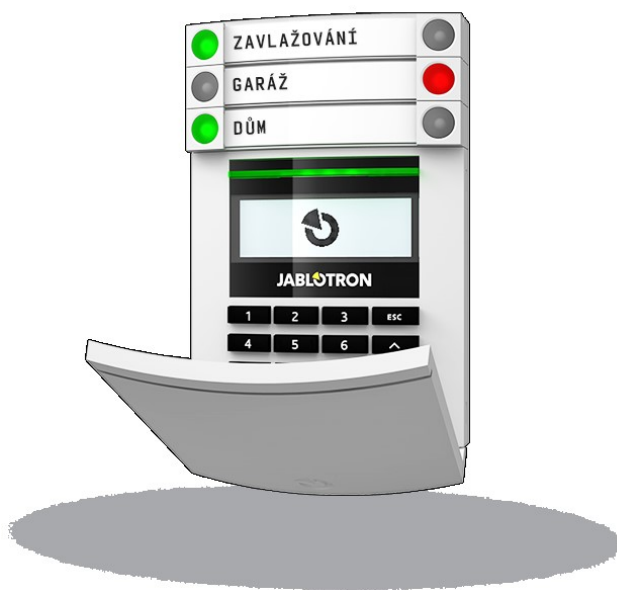
Obr. 4 Ústředna JA 101KR-LAN [2]

3.1.2 Detektory a jejich připojení

Zvolená ústředna spolupracuje s detektory komunikujícími přes sběrnici. Zde nastává situace, kdy je možné se dát dvěma směry. Buď se vymění stávající již z části nakoupené detektory za produkty komunikující po sběrnici a zbylé se budou rovněž sběrnicové, nebo je možnost využít převodník. Jedním z nabízených sběrnicových expandérů určených pro připojení NO/NC detektorů je od firmy Jablotron je JA-116H. Tento sběrnicový expandér je schopen připojit na sběrnici až 16 detektorů. Jako ohlašování poplachů by se použil sběrnicový hlásič. [3]

3.1.3 Přístupový systém

Ke každému vchodu by se musel připojit sběrnicový přístupový modul JA-114E, který obsahuje i čtečku FRID prvků. Panel by sloužil pro ovládání elektronického zabezpečovacího subsystému a rovněž k identifikaci příchozí osoby. [4]



Obr. 5 Ovládací panel JA-114E [4]

3.1.4 Měření teplot

Pro měření teplot by byly použity teploměry řady JA-111TH. Jedná se o teploměry měřící teplotu v rozmezí -20°C až 70°C a s okolím komunikují rovněž přes sběrnici. Pro měření teplot na výstupu krbových kamen by byl použit teploměr typu PT1000 v kombinaci se JB-ETX-TH-B sběrnicovým teploměrem schopným jej připojit na sběrnici. [5]

Firma Jablotron vyrábí i jednotku určenou pro řízení a regulaci vytápění. Této jednotky by se nevyužilo z důvodu uvedeném v manuálech k magnetickým kontaktům, kde se uvádí, že není možné tyto detektory připojit na dva sběrnice systémy zároveň. Tudíž by snímání dveří bylo jen pro vytápění nebo pro elektronickou zabezpečovací část.

3.1.5 Výstupy

Pro řízení jednotlivých akčních členů, spouštění čerpadel a aktivaci plynového kondenzačního kotle by byly použity moduly JA118-N, který obsahuje 8 programovatelných výstupů s omezením 12V a 100mA. Tyto hodnoty by byly dostatečné pro otevírání elektrotermických hlavic na rozvodech podlahového vytápění. Pro spouštění čerpadel a plynového kondenzačního kotle by byly použity moduly UR-01, což je univerzální relé na DIN lištu a možností připojení NO i NC dle potřeby. [5]

3.1.6 Funkce

Nastavení teplot pro jednotlivé místnosti by se provádělo přes Ethernetové rozhraní v programu určeném pro ovládání a konfiguraci rovněž z produkce firmy Jablotron. Ústředna by kontinuálně přijímala data ze všech snímačů připojených na sběrnici a na základě získaných informací by prováděla přednastavené akce.

Při zjištění nízké teploty v místnosti by po kontrole, zda není v dané místnosti otevřené okno, bylo spuštěno vytápění. Po dosažení požadované teploty, by se vytápění zastavilo.

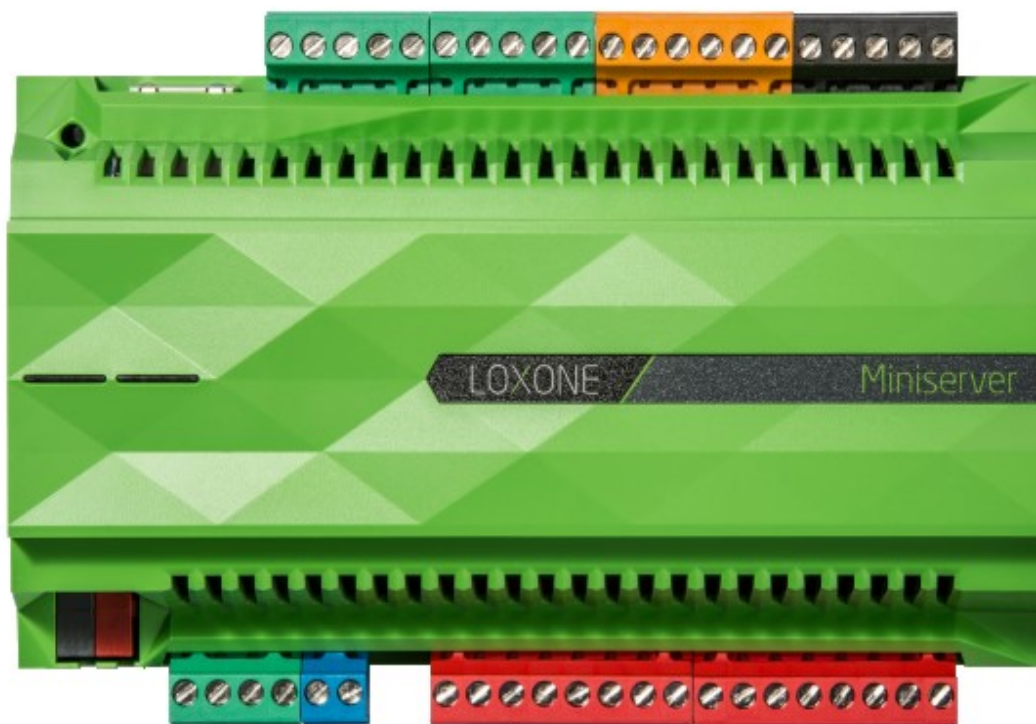
Subsystem elektronického zabezpečovacího systému by se řídil za pomoci sběrnicí připojených ovládacích panelů typu JA-114E umístěných v blízkosti vstupů do rodinného domu. Odstřežení by bylo možné dvěma způsoby a to zadáním kódu nebo použitím správného RFID prvku. Odstřežení RFID prvkem je požadováno z důvodu obsluhy elektronického zabezpečovacího subsystemu i dětmi. [2][3][4]

3.2 Loxone

Druhou velkou skupinu schopnou realizovat integrovaný systém v rodinném domě, který má na starosti elektronický zabezpečovací systém s řízením a regulací vytápění, jsou výrobci produkující systémy pro inteligentní domy. Jedním ze zástupců této skupiny jsou výrobky firmy LOXONE.

3.2.1 Základní jednotka

Srdcem inteligentního rodinného domu realizovaného systémem od firmy LOXONE je miniserver. Jedná se o základní stavební kámen, který ukrývá řídicí logiku. [6]



Obr. 6 LOXONE miniserver [6]

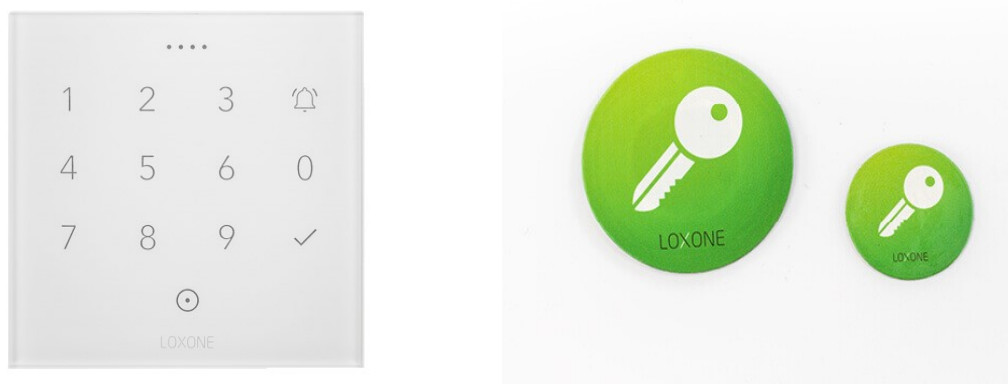
3.2.2 Detektory a jejich připojení

Vzhledem k tomu, že se nejedná o systém předně navržený pro zabezpečovací aplikace je připojení PIR detektorů a magnetických kontaktů pracujících v režimu NO nebo NC k jednotce inteligentního domu realizováno přes digitální, případně po vhodné externí úpravě pomocí analogových vstupů. Miniserver obsahuje 8 digitálních vstupů což je pro řešení rodinný dům málo, proto by bylo nutné pořídit rozšiřovací moduly Extension obsahující dalších 12 digitálních vstupů a 8 výstupů. [6]

3.2.3 Přístupový systém

V portfoliu firmy LOXONE se nachází i přístupové systémy. Pro daný rodinný dům by byl použit typ NFC Code Touch, který obsahuje jak klávesnici pro zadání kódu, tak i NFC snímač pro ovládání pomocí přiložení NFC prvku. Tyto panely by byly umístěny u každé-

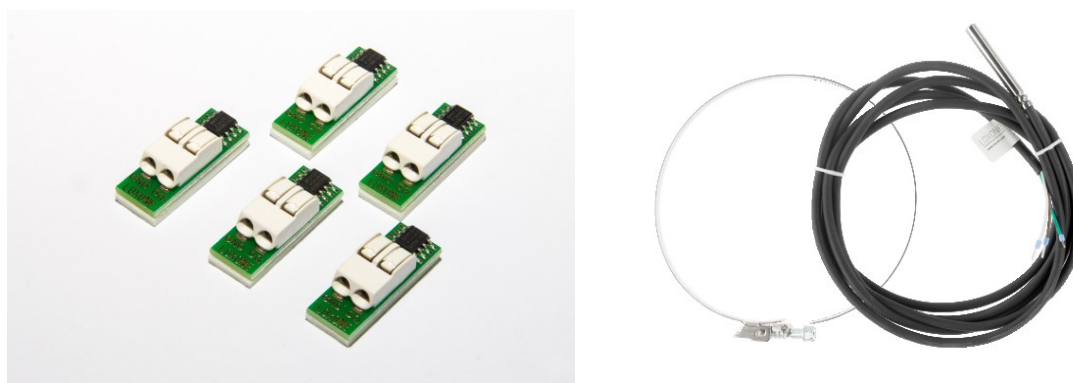
ho ze tří vstupů do daného rodinného domu. Mezi nejpoužívanější NFC prvky patří samolepky a NFC přívěšky. [7]



Obr. 7 LOXONE Touch s NFC prvky [7]

3.2.4 Měření teplot

Pro potřebu snímání teplot v jednotlivých pokojích by se využily OneWire teplotní snímače komunikující po sběrnici. Početní omezení připojených snímačů je počet 32 kusů na jednu sběrnici. Teploměry jsou k dostání v různých provedeních a je tak možné pořídit správné zapouzdření snímače pro dané místo snímání. [8]



Obr. 8 Teplotní 1-Wire snímače pro LOXONE systém [8]

3.2.5 Výstupy

Miniserver a připojený Extension modul obsahují dohromady 16 digitálních výstupů což je dostačující počet pro daný účel. Jedinou nevýhodou je, že se musí být všechny výstupy vedeny právě z místa, kde se modul nachází, nebo by se musel pořídit další modul, aby se zkrátila délka vedení k jednotlivým akčním členům.[6]

3.2.6 Funkce

Nastavení teplot pro jednotlivé místnosti by se provádělo přes síťové rozhraní, ať už přes stolní počítač, tak je možnost ovládání přes aplikaci v chytrých mobilních telefonech nebo tabletech. [9]



Obr. 9 Ovládání pomocí tabletu LOXONE [9]

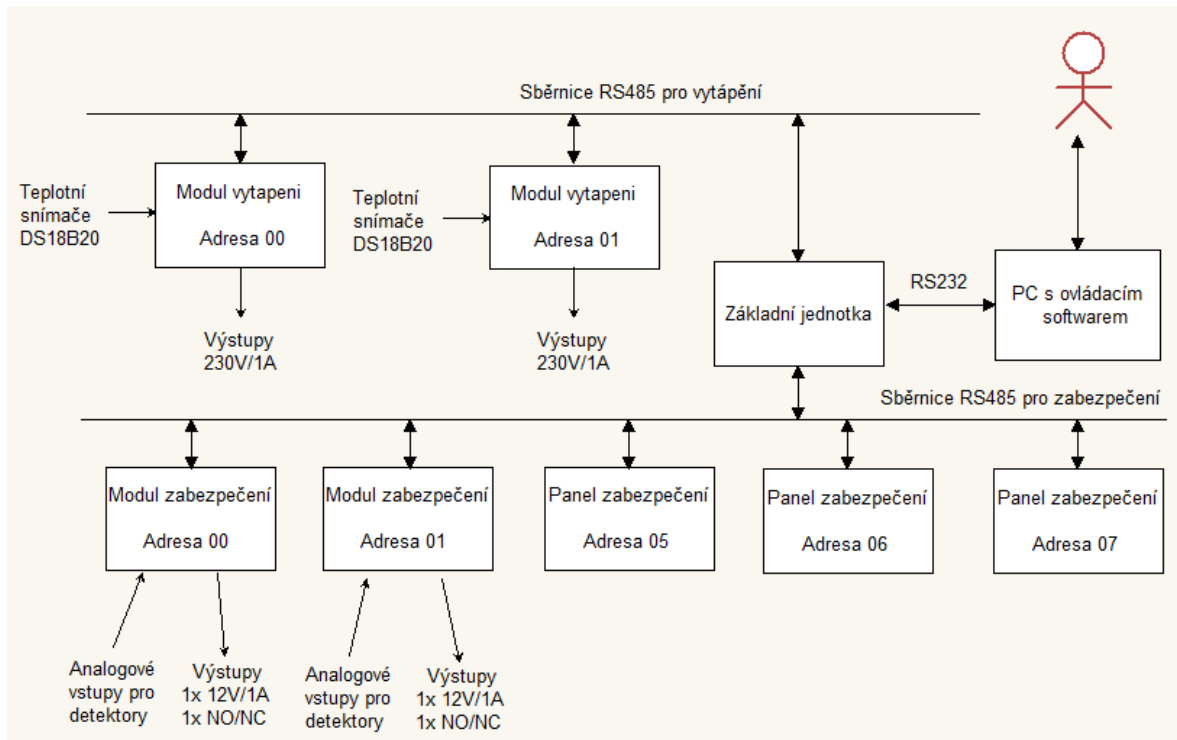
Při zjištění nízké teploty v místnosti by po kontrole, zda není v dané místnosti otevřené okno, bylo spuštěno vytápění. Při začínajícím se zvyšování teploty v místnosti má subsystém regulace výkonu vytápění možnost jej upravovat. Vzhledem k tomu, že se požaduje ovládání hlavic otevřeno/zavřeno bez částečného otevření, probíhá regulace na principu PWM řízení, kdy se na určitý časový úsek otevře elektrotermická hlavice a na druhá časový úsek se zavře. Podle poměru těchto dvou časů se určuje procentuální výkon dodávaný pro daný okruh. Po dosažení požadované teploty, by se vytápění zastavilo. [6][7][8][9]

Subsystém elektronického zabezpečovacího systému by se řídil podle dané situace, kdy by se na vstupy přiřazené zabezpečovacím detektorům reagovalo poplachem jen při aktivaci zabezpečení. Samozřejmostí je možnost opožděného poplachu jako u systému od firmy Jablotron, kdy se část přiřadí detektorům u vstupu zpoždění vyhlášení poplachu, tak aby měl uživatel dost času pro deaktivaci a zároveň pachatel měl málo času na sabotáž elektronického zabezpečovacího subsystému. [6][7][8][9]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 INTEGROVANÝ SYSTÉM NA PLATFORMĚ ARDUINO

Navržený a realizovaný integrovaný systém slučující elektronickou zabezpečovací část s částí pro regulaci a řízení vytápění je řešen formou jednotlivých modulů propojených sběrnicí a spojujících se v základní jednotce.



Obr. 10 Funkční diagram zapojení integrovaného systému

Veškeré řízení a zpracování dat z jednotlivých modulů a k nim připojených periférií integrovaného systému má na starosti základní jednotka. Tento mozek zpracovává přijatá data a podle nastavených algoritmů provádí jednotlivé úkony, nastavuje příslušné výstupy a reaguje na požadavky uživatele. Díky propojení všech částí dohromady je možné v případě nutnosti využít výstupy modulu vytápění pro účely elektronického zabezpečení nebo obráceně. Rovněž je možné po rozšíření využívat opět veškeré již dostupné a nastavené vstupy a výstupy.

Integrovaný systém má dvě nezávislé sběrnice pro propojení a připojení jednotlivých modulů. První sběrnice je určena pro subsystém elektronického zabezpečovacího systému. Přes druhou sběrnici probíhá komunikace spojená s regulací a řízením vytápění. Řešení za pomoci dvou sběrnic bylo vybráno záměrně z důvodu zrychlení, možnosti používat adresaci od 0 na obou větvích a snížení možnosti kolize odesílaných dat. Komunikace probíhá v režimu master - slave, kde master je základní jednotka, která posílá po sběrnici požadav-

ky jednotlivým modulům, a ty následně odesílají požadované informace zpět základní jednotce, kde probíhá zpracování a vyhodnocení.

Integrovaný systém s uživatelem komunikuje za pomoci USB připojení, které vytváří v ovládacím počítači virtuální sériový port. Ovládání je realizováno z navrženého a naprogramovaného ovládacího softwaru. Software je nainstalován na domácím počítači odkud probíhá veškerá zpráva integrovaného systému.

4.1 Část řízení a regulace vytápění

Subsystém pro regulaci a řízení vytápění je realizován za použití dvou navržených a realizovaných modulů vytápění propojených mezi sebou i se základní jednotkou za pomoci sběrnice RS485 ve fullduplexním režimu, teplotních snímačů pro měření teploty a termoelektrických hlavice jako akčních členů.

Vzhledem k možnosti připojení dostatečného množství teplotních senzorů bylo přidáno měření teploty vody topného okruhu vracející se z jednotlivých větví podlahového vytápění. Tyto informace budou použity pro efektivnější regulaci a k prvotnímu nastavení průtoků jednotlivých topných větví, tak aby při otevření všech topných větví najednou docházelo k optimálnímu rozdělení vstupní topné vody.

4.1.1 Moduly vytápění

Každý modul má svoji adresu na sběrnici čímž je zajištěna jednoznačná identifikace na sběrnici. Modul obsahuje OneWire sběrnici pro připojení teplotních senzorů od firmy Dallas s označením DS18B20. Jedná se o senzory s možností až 12bitového rozlišení a rozsahem měření teploty od -55°C do 125°C . Senzory se dělají v různých pouzdrech i zapouzdrěních.

Pro účely měření teploty v jednotlivých místnostech je použit teplotní senzor v pouzdru „8-Pin 150mil SO“. Toto pouzdro umožňuje připájet jej na desku plošného spoje a díky miniaturním rozměrům vsadit do krabičky a upevnit na zeď. Při měření teploty na jednotlivých výstupech z podlahového topení je použito pouzdro „T092“ s připájenými vodiči přímo na jednotlivé piny teplotního senzoru. Pro měření teploty v bojleru a ve venkovním prostoru je použit senzor zapouzdrěný do nerezové dutinky. Každý modul obsahuje 8 výstupů s 230V/ 50Hz s výstupním proudem 1A.



Obr. 11 Pouzdra teplotního snímače DS18B20 [10]

K modulu s adresou 00 jsou připojeny teplotní snímače pro měření teplot v 2 nadzemním patře a měří následující teploty:

- Teplota v ložnici
- Teplota v obývacím pokoji spojeném s kuchyní
- Teplota v dětském pokoji
- Teplota v koupelně
- Teplota na zpáteční trubce podlahového vytápění z dětského pokoje
- Teplota na zpáteční trubce podlahového vytápění z obývacího pokoje
- Teplota na zpáteční trubce podlahového vytápění z jídelny
- Teplota na zpáteční trubce podlahového vytápění z kuchyně
- Teplota na zpáteční trubce podlahového vytápění z ložnice
- Teplota na zpáteční trubce podlahového vytápění z koupelny

K určení teploty v kuchyni, obývacím pokoji a jídelně se využívá jednoho teplotního snímače, protože se jedná o velkou spojenou místnost. Místnost je vyhřívána ze třech nezávislých topných větví z důvodu velké obytné plochy.

K modulu s adresou 00 jsou na výstupy připojeny elektrotermické hlavice z rozdělovače v 2 nadzemním patře otvírající průchod teplé vody topného systému na rozdělovači do jednotlivých větví. Je využito 6 výstupů z 8 možných:

- Větev pro dětský pokoj
- Větev pro obývací pokoj
- Větev pro jídelnu

- Větev pro kuchyni
- Větev pro ložnici
- Větev pro koupelnu

K modulu s adresou 01 jsou připojeny teplotní snímače pro měření teplot v 1 nadzemním patře a měří následující teploty:

- Teplota ve vstupní chodbě
- Teplota v prádelně
- Teplota v koupelně na 1NP
- Venkovní teplota
- Teplota na výstupu topné vody z krbu
- Teplota topné vody vcházející do krbu
- Teplota v bojleru
- Teplota vstupní vody do podlahového topení
- Teplota na zpáteční trubce podlahového vytápění ze vstupní chodby
- Teplota na zpáteční trubce podlahového vytápění z prádelny
- Teplota na zpáteční trubce podlahového vytápění z koupelny v 1NP

K modulu s adresou 01 jsou na výstupy připojeny elektrotermické hlavice z rozdělovače v 2 nadzemním patře otvírající průchod teplé vody topného systému na rozdělovači do jednotlivých větví. Je využito 6 výstupů z 8 možných:

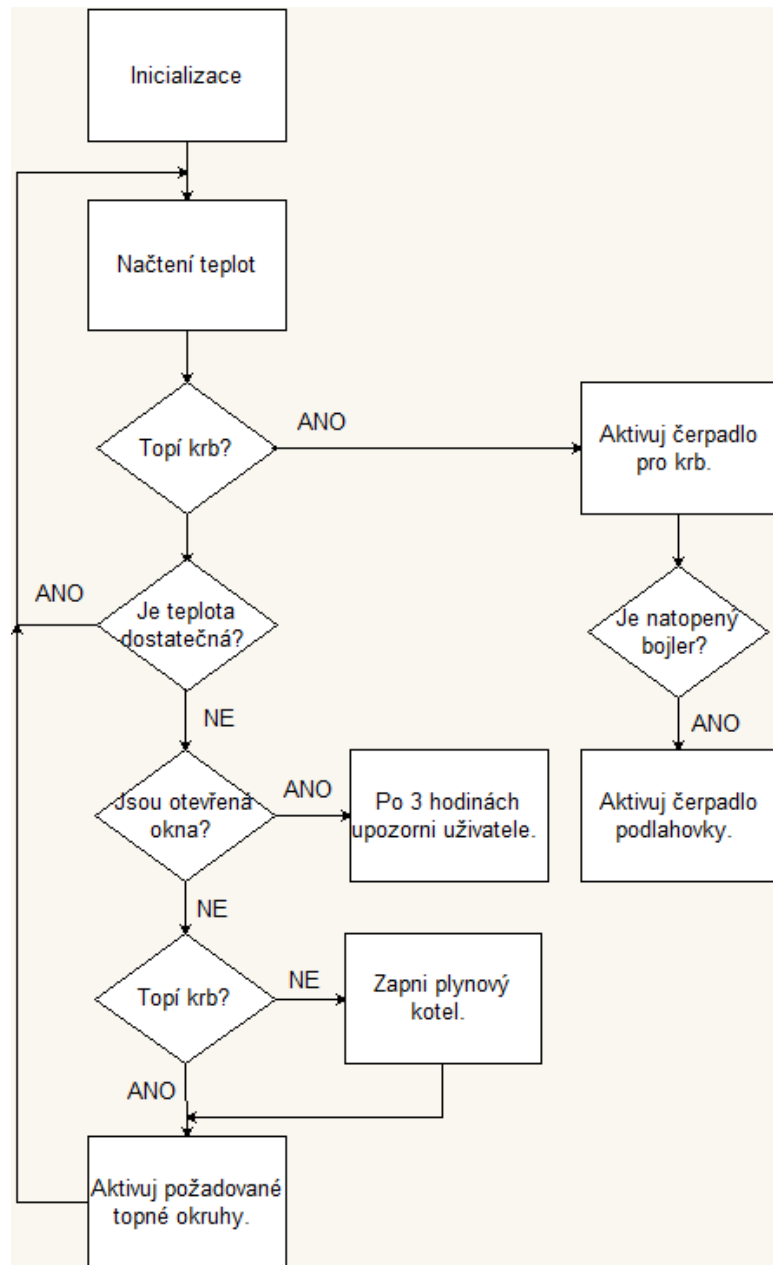
- Větev rozdělovače pro vstupní chodbu
- Větev rozdělovače pro prádelnu
- Větev rozdělovače pro koupelnu v 1NP
- Spouštění čerpadla ke krbu
- Spouštění čerpadla pro podlahové vytápění z krbu
- Spouštění plynového kondenzačního kotle

4.1.2 Akční členy

Pro otevírání a zavírání jednotlivých okruhů vytápění jsou použity elektrotermické hlavice od firmy IVAR pracující s napětím 230V. Toto napájení bylo vybráno záměrně a k němu byly navrženy i moduly vytápění z důvodu jednotného připojení na výstupy i se spouštěním čerpadel určených pro obsluhu krbu vyžadující 230V napájení.

4.1.3 Funkce subsystému vytápění

U subsystému vytápění se po spuštění nejprve provedou inicializační kroky, ve kterých se aktivují a nastavují jednotlivé vývody Arduina na vstupy a výstupy, spustí se sériová komunikace, načítají adresy jednotlivých modulů vytápění, adresy jednotlivých teplotních snímačů z EEPROM, korekční hodnoty určené pro doladění odchylek jednotlivých teplotních snímačů a prvotní načtení aktuálních teplot.



Obr. 12 Funkční diagram vytápění

System poté pracuje v nekonečné smyčce, kde nejprve porovná aktuální naměřené teploty s požadovanými hodnotami v jednotlivých místnostech a na snímačích určených ke správě krbových kamen s teplovodní vložkou. Poté se na základě těchto dat rozhodne, zda je potřeba spustit vytápění.

Před spuštěním vytápění v dané části rodinného domu se provádí ještě kontrola, jestli není v této místnosti otevřené okno. Při zjištění otevřeného okna se spuštění vytápění zastaví a systém čeká na jeho uzavření. Když k uzavření okna nedojde za dobu tří hodin a současně je teplota v místnosti nižší než je požadovaná integrovaný systém o tomto stavu informuje uživatele domu, který má možnost na tuto situaci reagovat. Když jsou okna zavřená, subsystem vyhodnocuje, zda topí krbová kamna. Při zjištění přísunu teplé topné vody se plynový kotel neaktivuje a využívá se teplo z krbových kamen. Když se v kamnech netopí, dochází ke spuštění plynového kondenzačního kotle a vytápí se dané místnosti jím.

Při používání krbových kamen se podlahové vytápění používá rovněž jako teplotní jímka, kde se v případě nadbytečného množství tepla a zároveň již zahřátého zásobníku teplé užitkové vody, nadbytečné teplo odvádí, aby nedošlo k jeho přetopení.

4.2 Část elektronického zabezpečení

Subsystem elektronického zabezpečení je navržen a realizován dvěma moduly zabezpečení, třemi ovládacími moduly, magnetickými detektory, PIR detektory a dvěma sirénami.

Komunikace mezi jednotlivými moduly a též se základní jednotkou je realizována po sběrnici RS485 ve fullduplexním režimu. Ovládání sběrnice je v režimu Master- Slave, kde jako master pracuje základní jednotka a jako slave ostatní připojené moduly.

4.2.1 Moduly zabezpečení

Část integrovaného systému, který se stará o elektronické zabezpečení rodinného domu je složena ze dvou modulů zabezpečení umístěných blízko základní jednotky, třech ovládacích panelů umístěných u jednotlivých vstupů do rodinného domu, dvou sirén, PIR detektorů a magnetických kontaktů.

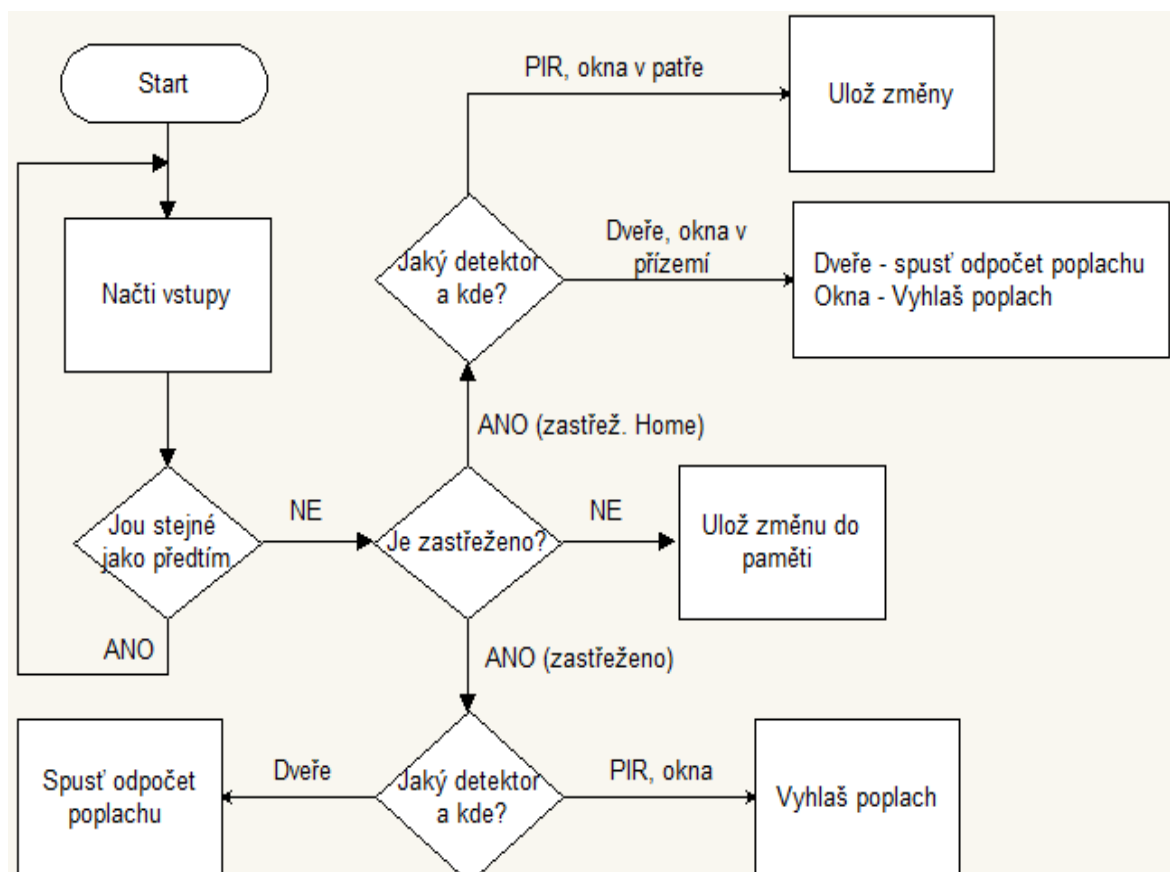
Moduly zabezpečení mají adresy 00 a 01 na jejich vstupech jsou připojeny jednotlivé detektory za pomoci vyvážené smyčky. Moduly jsou navrženy tak, aby byly schopny použití i dvojitého vyvážení, ale to v rodinném domě nevyžadují. Sirény jsou připojeny na 12V

výstupy modulů. Siréna pro přízemí je napojena na modul s adresou 00 a druhá siréna na modul s adresou 01. Ovládací panely mají adresy 04, 05, 06.

4.2.2 Funkce subsystému zabezpečení

U subsystému elektronického zabezpečení se nejdříve provedou inicializační kroky, při nichž se nastaví jednotlivé vývody modulů a základní jednotky. Proveďte se načtení potřebných dat z EEPROM paměti, vykoná se prvotní načtení aktuálních hodnot na vstupech. Poté už pracuje program ve smyčce, kdy se neustále načítají hodnoty na jednotlivých vstupech u obou modulů, základní jednotka posílá požadavky na jejich odesílání v cyklech od obou modulů. Následně tyto data zpracovává.

Pokud moduly zjistí změnu na některém ze vstupů, tak ji vyhodnotí a pokud se jedná o aktivaci některého z detektorů, tak mají možnost tuto skutečnost ihned odeslat přes sběrnici základní jednotce. Ta ji zpracuje a podle situace podnikne další kroky.



Obr. 13 Funkční diagram zabezpečení

Když se aktivuje některý z detektorů, elektronický zabezpečovací systém zjišťuje, zda je zastřeženo nebo zastřeženo home. Při stavu zastřeženo home systém vyhodnotí, o které

detektory se jedná a kde jsou umístěny. Podle toho se rozhoduje, zda změnu akceptuje, nebo vyhlásí poplach.

4.2.3 Pracovní režimy

Elektronický bezpečnostní subsystém umožňuje tři pracovní režimy. Jejich aktivace je možná přes ovládací panely nebo z počítače za použití obslužného softwaru.

4.2.3.1 Zastřeženo

Režim zastřeženo se spouští při odchodu všech členů domácnosti z rodinného domu. Při tomto režimu se po 30 sekundách, což je nastavený čas pro odchod a uzavření vstupů, načte a uloží stavy všech detektorů. Základní jednotka akceptuje, když je některé okno otevřeno, ale upozorní na tuto skutečnost uživatele na všech ovládacích panelech. Pokud dojde k aktivaci některého z dosud neaktivovaných detektorů, spustí se podle detektoru odpočet 45 sekund na deaktivaci, nebo se rovnou vyhlásí poplach a odešle se upozorňující email.

4.2.3.2 Zastřeženo Home

V režimu zastřeženo Home elektronický zabezpečovací systém reaguje jen na aktivaci detektorů na oknech v přízemním podlaží a na vstupní dveře. PIR detektory a magnetické kontakty na oknech v druhém nadzemním patře jsou ignorovány. Při tomto režimu se předpokládá pohyb uživatelů po rodinném domě. Tento režim se využívá převážně v nočních hodinách.

4.2.3.3 Odstřeženo

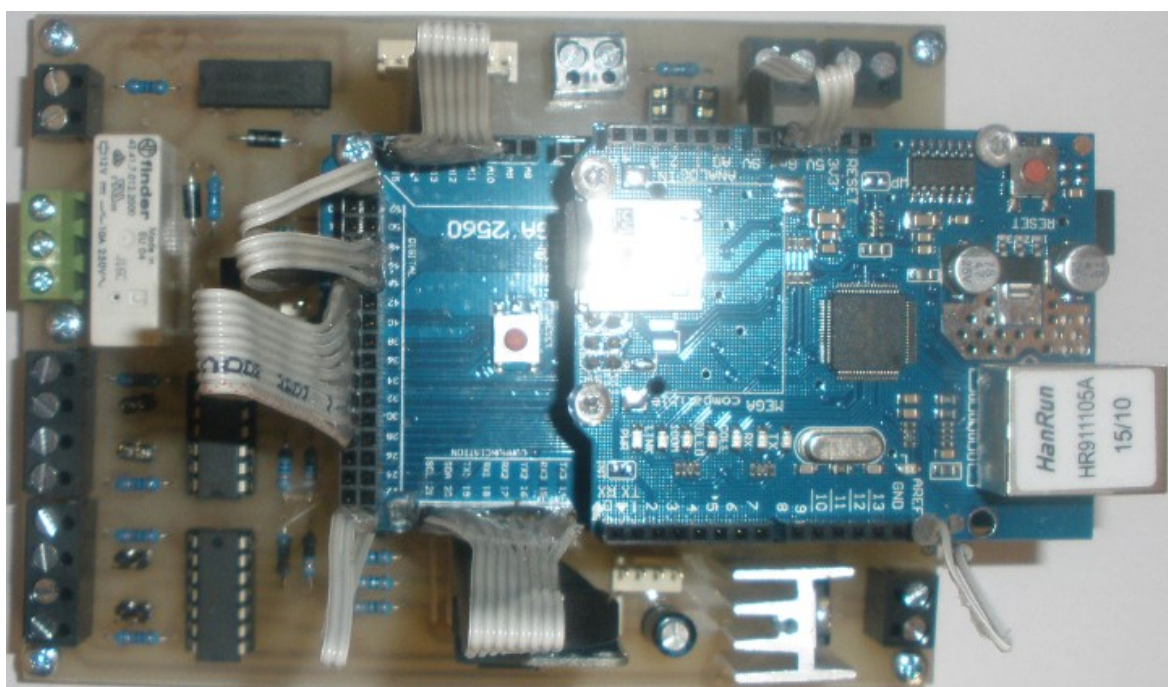
V režimu odstřeženo jsou ignorovány všechny aktivace detektorů, ale změny na detektorech a změny hodnot na vyvážených vstupech jsou logovány a hlášeny uživateli.

4.2.4 Záložní zdroj ústředny

Celý integrovaný systém je napájen přes UPS záložní zdroj, který je umístěn v jiné části domu než základní jednotka s jednotlivými moduly. UPS je dimenzována tak, aby byla schopná napájet celý integrovaný systém i s oběhovými čerpadly obsluhujícími krbová kamna s teplovodní vložkou po dobu 12hodin. Toto záložní napájení je nutné, aby nedošlo k přetopení krbových kamen v době výpadku elektrické rozvodné sítě při probíhajícím topení v kamnech.

5 ZÁKLADNÍ JEDNOTKA

Hlavní částí integrovaného systému rodinného domu je základní jednotka postavená na modulu Arduino Mega 2560 s připojeným Ethernet Shieldem a modulem obsahujícím obvod reálného času, záložní baterií a čtečkou paměťových karet typu microSD. Moduly jsou součástí navržené desky plošných spojů. Propojení je realizováno pomocí propojovacích kabelů. Původním záměrem bylo propojení za pomoci prodloužených pinů. Bohužel se zdržel objednaný vývojový kit Arduino Mega 2560 bez osazených připojovacích dutinek.



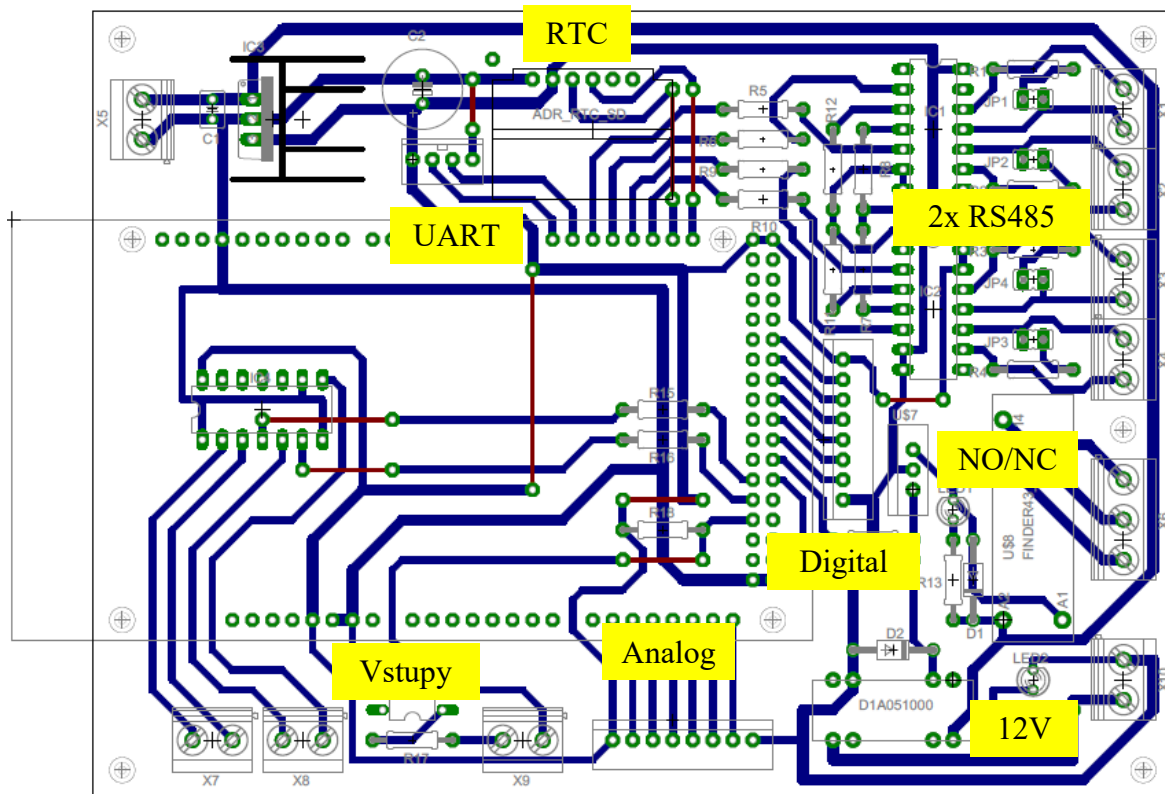
Obr. 14 Základní jednotka

5.1 Deska plošných spojů

Vývojový kit Arduino Mega 2560 osazen na desce plošného spoje o rozměrech 137 x 100 mm. Rozměr 100mm byl vybrán záměrně, aby jej bylo možné osadit do držáku plošných spojů s možností montáže na DIN lištu. Nástavbou vývojového kitu je Ethernet Shield připojitelný do domácí LAN sítě. Zároveň obsahuje slot pro mikro SD kartu, která slouží jako data logger událostí. Na desce je slot osazený RTC obvodem se záložní baterií, který slouží jako zdroj reálného času pro zmíněné LOGy. Napájení je realizováno pevným stabilizátorem napětí 5V z napájecího 12V přívodu.

5.2 Vstupy / výstupy

Základní jednotka obsahuje dva digitální vstupy a jeden vstup reagující na vstupní 12V signál. Tyto vstupy je možné softwarově naprogramovat dle aktuálních požadavků. Dále je vyveden 8pinový konektor se sedmi analogovými vstupy a jeden konektor s vyvedenými 6 I/O piny s 5V napájením. Základní jednotka umožňuje rozšíření ještě o jeden komunikační kanál, který je nyní vyveden na konektor jako UART připojení.



Obr. 15 Základní jednotka - popis

Pro komunikaci s uživatelem a zároveň pro aktualizaci firmware obsahuje vývojový modul arduino Mega 2560 USB rozhraní hlásící se v PC jako virtuální sériová linka. Pro komunikaci přes Ethernetové rozhraní se využívá nastavba v podobě Ethernet Shieldu. Jedná se o 100Mb připojení s Fullduplexním připojením.

Základní jednotka je osazena 12V výstupem s možným až 1A zatížením a softwarově ovládaným NO/NC relé schopným spínat až 250V při 16A zatížení. Oba výstupy indikují LED diodou sepnutý stav.

5.3 Komunikace

Základní jednotka je osazena dvěma RS485 sběrnicemi komunikujícími jako Master-Slave, kde se prezentuje jako master. Při požadavcích na informace odešle přes příslušnou sběrnici požadavek na data, který je příslušným modulem zpracován a odesílá zpět požadované informace. Ty jsou následně zpracovány, vyhodnoceny a provedou se přednastavené úkony odpovídající aktuálnímu stavu.

5.3.1 Komunikace – zabezpečovací část

Při komunikaci se subsystémem elektronického zabezpečení se využívá sled ASCII znaků odeslaných po sběrnici určené ke komunikaci se zabezpečovací částí. Po přijetí dat jednotlivými moduly jsou data zpracována a modul, který je osloven vrací zpět požadovaná data.

Tab. 1 Základní jednotka - komunikace po zabezpečovací sběrnici

Příkaz	Popis
DXX	Žádost o data ze zabezpečovacího modulu
QXXY	Žádost o odeslání nastavené hodnoty normálního stavu 1. vyvážení smyčky na snímači Y.
TXXYZ	Nastaví hodnotu Z normálního stavu 1. vyvážení smyčky na snímači Y.
RXXY	Žádost o odeslání nastavené hodnoty normálního stavu 2. vyvážení smyčky na snímači Y.
WXXYZ	Nastaví hodnotu Z normálního stavu 2. vyvážení smyčky na snímači Y.
SXXY	Žádost o odeslání aktuální hodnoty na snímači Y.
IXX	Žádost o odeslání aktuálních hodnot všech snímačů.
MXX	Žádost o odeslání konstanty povolené chyby na snímačích.
PXX	Žádost o odeslání časové prodlevy mezi načítáním hodnot na jednotlivých snímačích.
NXXY	Nastaví konstantu povolené chyby / odchylky snímačů.
OXXY	Nastaví časovou prodlevu mezi načítáním aktuálních hodnot na snímačích.
KXXY	Nastavuje výstupy zabezpečovacího modulu. 0 - bit 12V výstup, 1 - bit Relé aktivace (0 na pozici znamená vypnuto, 1 na pozici znamená aktivní výstup)

5.3.2 Komunikace – řízení a regulace vytápění

Subsystém starající se o regulaci a řízení vytápění rodinného domu komunikuje mezi sebou pomocí druhé sběrnice určené pro tento přenos. Jedná se opět o sběrnici typu RS485 kde pozici master zaujímá základní jednotka. Ta si při potřebě vyžádá potřebná data a oslovený modul odešle zpět požadované informace.

Tab. 2 Základní jednotka – komunikace s částí řízení vytápění

Příkaz	Popis
TXXYY	Žádost o odeslání aktuální teploty z teploměru číslo YY.
JXXYYZ	Žádost o odeslání kalibrační teploty, která se přičítá k aktuální teplotě jako korekce k teploměru číslo YY.
KXXYYZ	Nastaví kalibrační teplotu teploměru číslo YY na hodnotu Z.
AXXXYY	Žádost o odeslání adresy teploměru na pozici YY uložené v EEPROM.
DXXYYBBBBBBBB	Nastaví adresu teploměru číslo YY v EEPROM.
OXX	Žádost o odeslání nastavení výstupů.
PXXY	Nastaví výstupy na modulu vytápění.
HXX	Žádost o odeslání všech dat (aktuální teploty + nastavení výstupů).

5.4 EEPROM

Vývojový modul Arduino Mega 2560 obsahuje 4kB EEPROM paměti, ve které si základní jednotka uchovává základní nastavení a hodnoty.

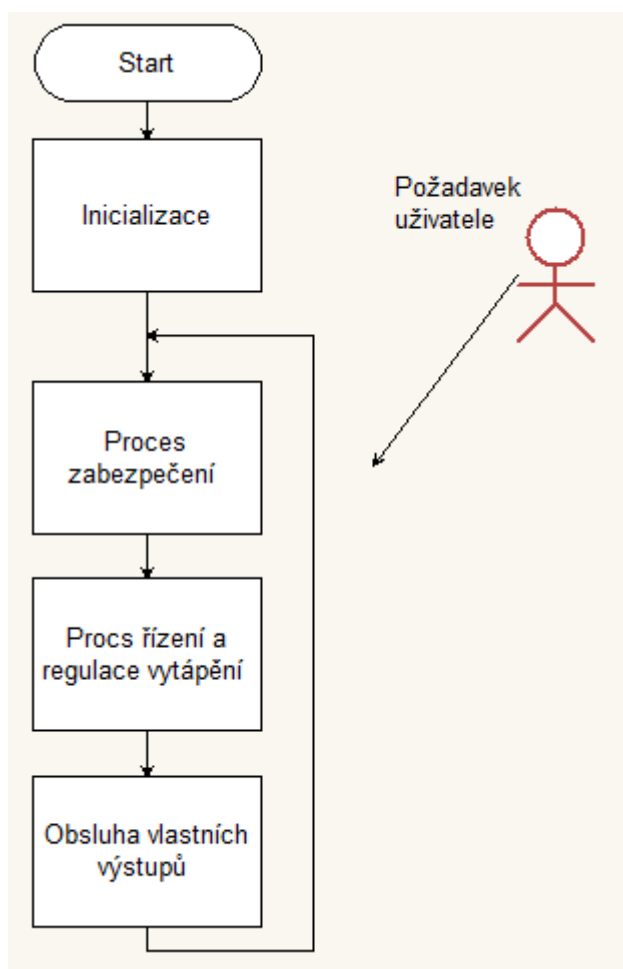
Tab. 3 Nastavení EEPROM – základní jednotka

Adresa v EEPROM	Data
1-2	Nastavená teplota v ložnici
3-4	Nastavená teplota v obývacím pokoji
5-6	Nastavená teplota v dětském pokoji
7-8	Nastavená teplota v koupelně
9-10	Nastavená teplota na chodbě
11-12	Nastavená teplota v prádelně
13-14	Nastavená teplota v koupelně 1NP
15-16	Rozhodovací teplota krb - vstup
17-18	Rozhodovací teplota krb zpátečka
19-20	Rozhodovací teplota bojler
21-22	Rozhodovací teplota zr2 dětský pokoj
23-24	Rozhodovací teplota zr2 obývací
25-26	Rozhodovací teplota zr2 jídelna
27-28	Rozhodovací teplota zr2 kuchyně
29-30	Rozhodovací teplota zr2 ložnice
31-32	Rozhodovací teplota zr2 koupelna
33-34	Rozhodovací teplota zr1 chodba
35-36	Rozhodovací teplota zr1 prádelna
37-38	Rozhodovací teplota zr1 sprcha
39-40	Aktivní panely Topení
41-42	Hlavní zdroj tepla - Adresa Desky
43-44	Hlavní zdroj tepla - Výstup číslo
45-46	Vedlejší zdroj Tepla - Adresa Desky

47-48	Vedlejší zdroj Tepla - Výstup číslo
49	Zpožděné detektory na adr 00
50	Zpožděné detektory na adr 01

5.5 Software základní jednotky

Software základní jednotky je navržen přímo pro účely integrovaného systému pracujícího jako elektronický zabezpečovací systém a jako regulací a řízení vytápění v rodinném domě, na rozdíl od jednotlivých modulů, kde je kladen důraz na univerzálnost. Hardware této jednotky byl navržen taky univerzálně, aby se dala navržená a osazená jednotka použít i v jiných aplikacích bez nutnosti hardwarových úprav.



Obr. 16 Funkční diagram základní jednotky

Software po inicializaci pracuje v nekonečné smyčce, kde se opakují základní podprogramy. Nejprve se načtou stavy detektorů elektronického zabezpečovacího subsystémů, poté dojde k jejich vyhodnocení a případnému nastavení výstupů, aktivaci odpočtu na ovládacích panelech nebo rovnou k vyhlášení poplachu. Po provedení této části přichází na řadu

subsystém řízení a regulace vytápění, který začíná rovněž načtením teplot z jednotlivých snímačů. Poté se data zpracují a případně se aktivují potřebné výstupy.

Software rovněž obsahuje podprogram schopný odesílat emaily na předem definovaný emailový účet. Odesílají se data o aktivaci poplachu a v případě kdy je požadováno spuštění vytápění a zároveň je v dané místnosti otevřené okno či dveře. Po 3 hodinách bez reakce uživatele se generuje upozornění, na tuto skutečnost, tak aby mohl uživatel reagovat.

Všechny důležité informace se zároveň logují na mikro SD kartu, která je součástí Ethernet Shieldu. Data jsou uložena ve formátu textu, ale v případě potřeby je možné je ukládat, při lehké úpravě softwaru, jako binární data. Pro každý den se vytváří jeden soubor, k jehož názvu je zaznamenáno datum daného logu.

5.6 Kódování teplot v EEPROM

Pro ušetření místa v EEPROM a zároveň aby byly data ve formátu, v jakém se přenášejí přes sběrnici, se teploty kódují do dvou bytů. Jedná se o velkou úsporu dat, kdy se místo 5 bytů vyjadřujících například teplotu 112,2°C do dvou bytové podoby **0f**.

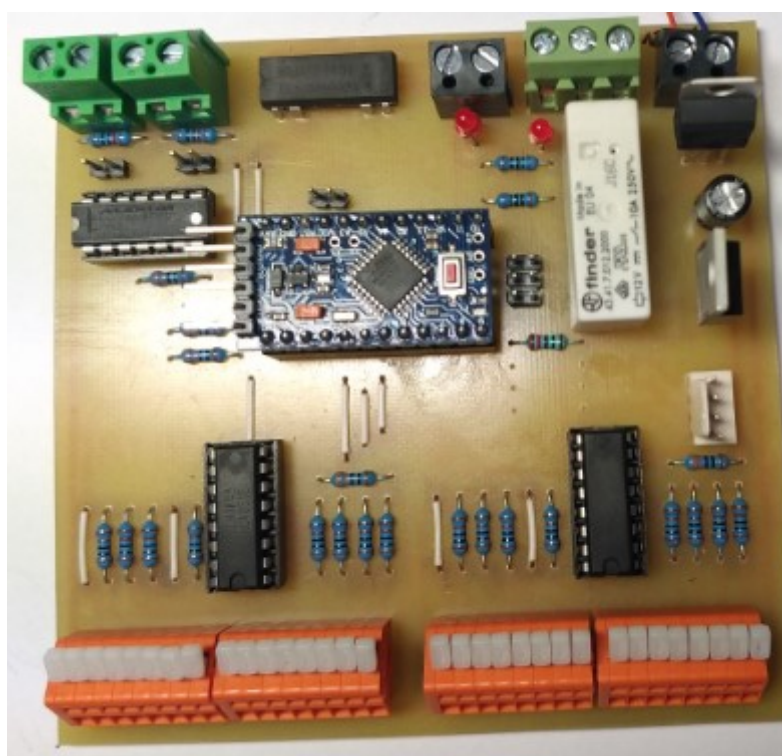
5.6.1.1 Systém zakódování teploty

Teplota, která bude uložena v EEPROM, se rozdělí na dvě části. Dělicím místem je desetinná čárka. Poté se k první části přičte hodnota 100. Celkové číslo se převede do ascii kódu a tvoří první odesílaný znak.

Ve druhém znaku se k části teploty za desetinnou čárkou přičte 100, pokud se jedná o teplotu nad 0°C a 200 jestliže se jedná o teplotu pod 0°C.

6 ZABEZPEČOVACÍ ČÁST

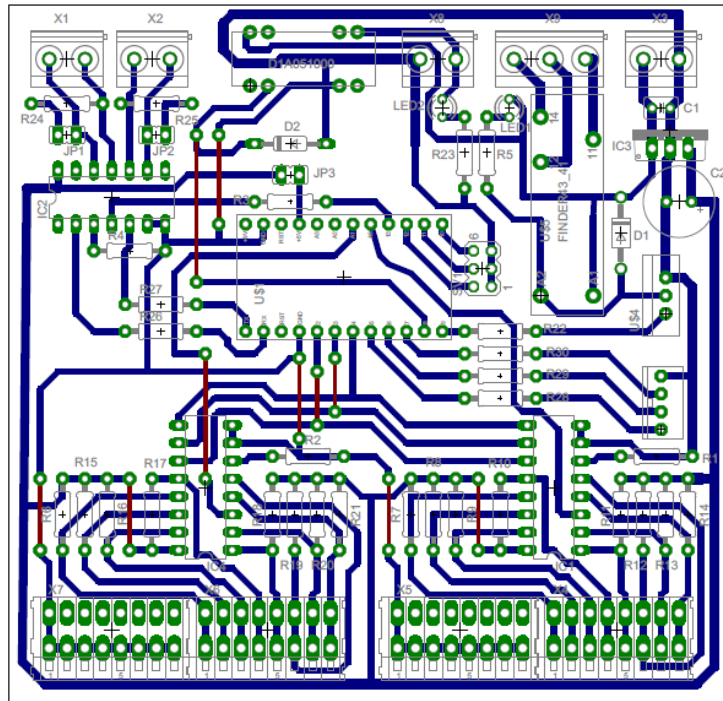
Zabezpečovací část se skládá z jednotlivých modulů propojených sběrnici RS485. Základním použitým modulem je deska plošného spoje obsahující 16 analogových vstupů a dvěma výstupy. Jedním výstupem je 12V, druhý tvoří relé, na němž je možné použít NO i NC vývod. Dalším modulem je ovládací panel obsahující displej, RF čtečku, klávesnici, dvě indikační LED a ovládací tlačítko. Součástí zabezpečovací části jsou i PIR detektory, magnetické kontakty a siréna. Tyto senzory a siréna jsou průmyslově vyráběny a splňují patřičné parametry.



Obr. 17 I/O modul zabezpečení

6.1 Vstupně/výstupní modul

Vstupně výstupní modul je realizován jako deska plošného spoje o rozměrech 103x100mm. Rozměr je vybrán záměrně, aby jej bylo možné vsadit do platového držáku s možností přichycení na DIN lištu. Jeho základní částí je vývojová deska Arduino Mini Pro osazené mikroprocesorem ATMEGA328PU. Jedná se o verzi s 5 voltovým napájením dostupným z 12V napájecího napětí pro celý modul, frekvencí oscilátoru 16MHz. Schéma, deska plošných spojů a osazovací plán je přílohou této práce.



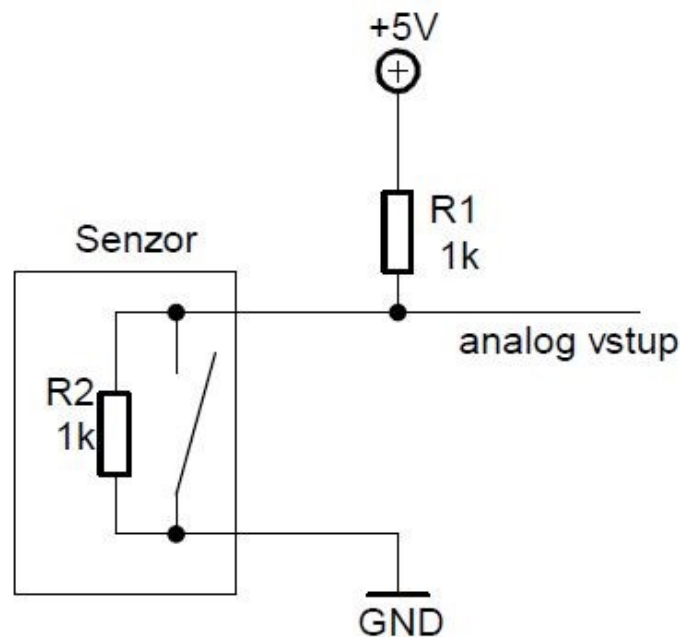
Obr. 18 I/O modul z návrhového SW Eagle

Vstupně/výstupní modul byl navrhován jako univerzální deska, kde je možné softwarovou úpravou a vhodným zapojením dosáhnout samostatně fungujícího elektronického zabezpečovacího systému. Rovněž může jeden modul sloužit jako hlavní a rozšířit jej o další modul přes sběrnici RS485 jen jako přidané vstupy/výstupy. Samozřejmě je možnost kombinace se zabezpečovacími panely nebo jeho včlenění do stávajících systémů, které umožňují jeho implementaci.

6.1.1 Vstupy

Vývojová deska Arduino Mini Pro obsahuje 8 analogových vstupů s 10 bitovým rozlišením. Tento počet je pro účely realizace zabezpečení nedostatečný a bylo by nutné použít více vývojových desek Arduino, proto je deska vstupně/výstupního modulu osazena dvěma osmi kanálovými analogovými High Speed CMOS multiplexery 74HC4051. To umožnilo rozšířit desku na 16 analogových měřených smyček při využití jen 2 analogových vstupů Arduina Mini Pro.

Každý vstup může nabývat hodnot 0V až 5V. Zapojení je znázorněno na obrázku níže. Zapojení je koncipováno jako napěťový dělič kde hodnota rezistoru připojeného k napájecímu napětí 5V je 1kΩ.



Obr. 19 Připojení jednoduše vyvážené smyčky NO

V sérii je zapojen rezistor o hodnotě $1k\Omega$ umístěný u senzoru. Hodnota napětí při měření této jednoduše vyvážené smyčky se pohybuje v blízkosti 2,5V. Tuto hodnotu ovlivňuje odpor vedení k detektoru. Pokud je vstup zapojen jako dvojitě vyvážená smyčka, zapojuje se do série ještě rezistor o hodnotě 500Ω , kde se poté mění napěťové úrovně. Hodnoty rezistorů je možné volit tak, aby vyhovovali danému zapojení senzorů.

Přesná hodnota se při nastavování zabezpečovací části integrovaného systému určí odečtením měřené hodnoty přímo z analogového vstupu. Tato hodnota se poté uloží do EEPROM paměti vývojové desky Arduino Mini Pro.

6.1.2 Výstupy

Každý vstupně/výstupní modul obsahuje 2 výstupy. První tvoří 12V výstup zatížitelný proudem až 1A. Druhý výstup tvoří přepínací relé značky Finder s možností NO i NC zapojením, spínaným napětím až 250V a proudovým zatížením 10A. Oba výstupy jsou ovládány jednotlivými piny z Arduino Mini Pro vývojové desky napětím 0V při neaktivním výstupu a 5V aktivujícími výstupní kanál. Aktivní výstup je znázorněn na desce plošného spoje jednotlivými LED diodami u výstupních svorkovnic.

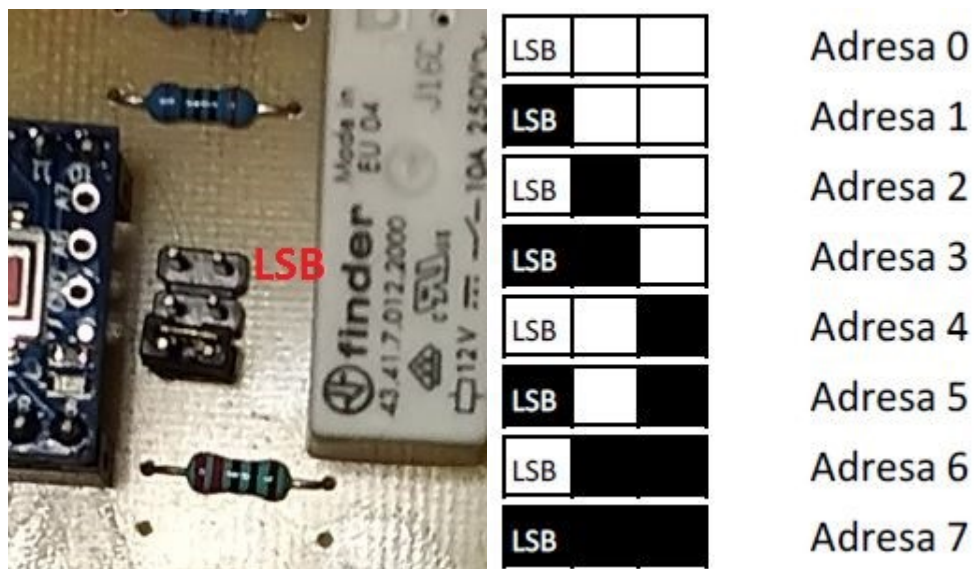
6.1.3 Přídavná deska

Na modulu je vyveden konektor pro možnost případného rozšíření o další výstupy nebo digitální vstupy dle potřeby konkrétního řešení použití. Původně se počítalo s rozšířením o

výstupy pracující s napětím 230V. Konektor obsahuje připojení ke třem I/O pinům vývojové desky Arduino Mini Pro, které je možné nastavit jak na vstup nebo výstup, poslední pin je GND pro srovnání napěťového potenciálu mezi zabezpečovacím modulem a přídatnou deskou.

6.1.4 Adresa desky

K jednoznačné identifikaci vstupně/výstupní desky na sběrnici slouží trojice dvou pinů pro jumpery, jejichž kombinace udává adresu dané desky. U první verze bylo počítáno se softwarovým zadáváním adresy, ale to se ukázalo jako neefektivní a při konfiguraci docházelo ke kolizím na sběrnici.



Obr. 20 Nastavení adresy zabezpečovacího modulu

6.1.4.1 Nastavení adresy

Nastavení adresy je realizováno na třech I/O pinech vývojové desky Arduino Mini Pro, nastavených jako pull up vstupy. Tato konfigurace připojuje vnitřně k danému vstupu napětí 5V přes rezistor o hodnotě 4,7k Ω . Připojený jumper spojí daný vstup na GND. Tím se načítaná digitální hodnota změní z logické úrovně 1 na logickou úroveň 0.

6.1.5 Komunikace

Komunikace vstupně/výstupního modulu je realizována obvodem MAX489 podporujícím komunikaci přes rozhraní RS485. Tento typ sběrnice je nutné zakončit rezistorem o hodnotě 120 Ω . Aby nebylo nutné vytvářet více verzí daného modulu, obsahuje každý z nich tento rezistor a propojením daných pinů jumperem připojí zakončovací rezistory na sběrnici.

6.1.5.1 Komunikační protokol

Modul ke komunikaci se základní jednotkou integrovaného systému využívá asynchronní sériový přenos. Komunikace probíhá v režimu Master – Slave, kde jako master je určena základní jednotka a všechny další připojené moduly jsou ve funkci slave (odesílají data jen, když jsou tázáni). Jedinou výjimkou je odeslání upozornění, při aktivaci senzoru na vstupně/výstupním modulu.

Ke komunikaci se využívají znaky abecedy z ASCII tabulky. Důvodem je odladění při vývoji i hledání případných pozdějších komunikačních problémů, kde se využívá free program PUTTY v kombinaci s převodníkem rozhraní RS232 na používané RS485. Pokud by se používaly znaky z ASCII tabulky mimo abecedu, bylo by obtížné dekodovat chyby v komunikaci a odladění modulů.

6.1.5.2 Komunikace základní jednotky se zabezpečovacím modulem

Základní jednotka v cyklech načítá data ode všech modulů, následně je zpracovává a podle přijatých informací rozhoduje o dalších krocích. Komunikace s moduly zabezpečení probíhá na druhé sériové lince, která je určena zabezpečovací část integrovaného systému. Jednotka jako Master zařízení v komunikaci posílá požadavky na data po sběrnici ke všem zařízením na ni připojené. Požadovanými daty odpovídá jen modul, který má přidělenou adresu obsaženou v požadavku.

Tab. 4 Komunikace základní jednotky se zabezpečovacím modulem

Příkaz	Popis
DXX	Žádost o data ze zabezpečovacího modulu
QXXY	Žádost o odeslání nastavené hodnoty normálního stavu 1. vyvážení smyčky na snímači Y.
TXXYZ	Nastaví hodnotu Z normálního stavu 1. vyvážení smyčky na snímači Y.
RXXY	Žádost o odeslání nastavené hodnoty normálního stavu 2. vyvážení smyčky na snímači Y.
WXXYZ	Nastaví hodnotu Z normálního stavu 2. vyvážení smyčky na snímači Y.
SXXY	Žádost o odeslání aktuální hodnoty na snímači Y.
IXX	Žádost o odeslání aktuálních hodnot všech snímačů.
MXX	Žádost o odeslání konstanty povolené chyby na snímačích.
PXX	Žádost o odeslání časové prodlevy mezi načítáním hodnot na jednotlivých snímačích.
NXXY	Nastaví konstantu povolené chyby / odchylky snímačů.

OXXY	Nastaví časovou prodlevu mezi načítáním aktuálních hodnot na snímačích.
KXXY	Nastavuje výstupy zabezpečovacího modulu. 0 - bit 12V výstup, 1 - bit Relé aktivace (0 na pozici znamená vypnuto, 1 na pozici znamená aktivní výstup)

Poznámka: XX reprezentuje číslo zabezpečovacího modulu, který odesílá data.

6.1.5.3 Komunikace zabezpečovacího modulu se základní jednotkou

Zabezpečovací modul komunikuje se základní jednotkou přes přesně specifikovanou sadu znaků obsahující požadované informace. Ze všech příkazů je pouze jeden příkaz, který se odesílá bez předchozího přijatého požadavku od základní jednotky. Tento příkaz obsahuje informace o aktivních snímačích a je spuštěn pouze za předpokladu, že dojde k aktivaci dalšího snímače. Toto je řešeno softwarově kde jsou jednotlivé stavy snímačů reprezentovány logickou 0 kdy je senzor v klidu, nebo logickou 1 značící aktivní senzor.

Tab. 5 Komunikace zabezpečovacího modulu se základní jednotkou

Příkaz	Popis
DXXYYZZ	Odešle seznam senzorů mimo toleranci YY 0-15 mimo normální smyčku; ZZ 0-15 mimo 2vyvážení (každý senzor reprezentuje jeden bit daného 8bitového znaku). Tento příkaz se rovněž odesílá při zjištění aktivace některého z dalších senzorů.
QXXYZ	Odešle informaci o nastavené hodnotě 1. vyvážení smyčky na snímači číslo Y, Z reprezentuje hodnotu
RXXYZ	Odešle informaci o nastavené hodnotě 2. vyvážení smyčky na snímači číslo Y, Z reprezentuje hodnotu
SXXYZ	Odešle aktuální hodnotu na snímači číslo Y, hodnota je reprezentována Z.
IXYYYYYYYYYYYYYYY	Odešle aktuální hodnoty všech snímačů.
MXXY	Odešle konstantu povolené chyby v porovnání měření
PXXY	Odešle nastavenou časovou konstantu v načítání snímačů

Poznámka: XX reprezentuje číslo zabezpečovacího modulu, který odesílá data.

6.1.6 EEPROM paměť

Vývojová deska Arduino Mini Pro osazená mikroprocesorem Atmega328 umožňuje využít interní EEPROM paměť o velikosti 1024 bytů. Zabezpečovací modul využívá část této paměti pro ukládání definovaných napěťových úrovní měřených při ověřování aktivace bezpečnostních senzorů. EEPROM se využívá jen na uchovávání těchto hodnot při výpadku napájení. Tyto data jsou při inicializaci načtena do RAM paměti, kde je čtení i práce podstatně rychlejší.

Tab. 6 Řazení dat v EEPROM zabezpečovacího modulu

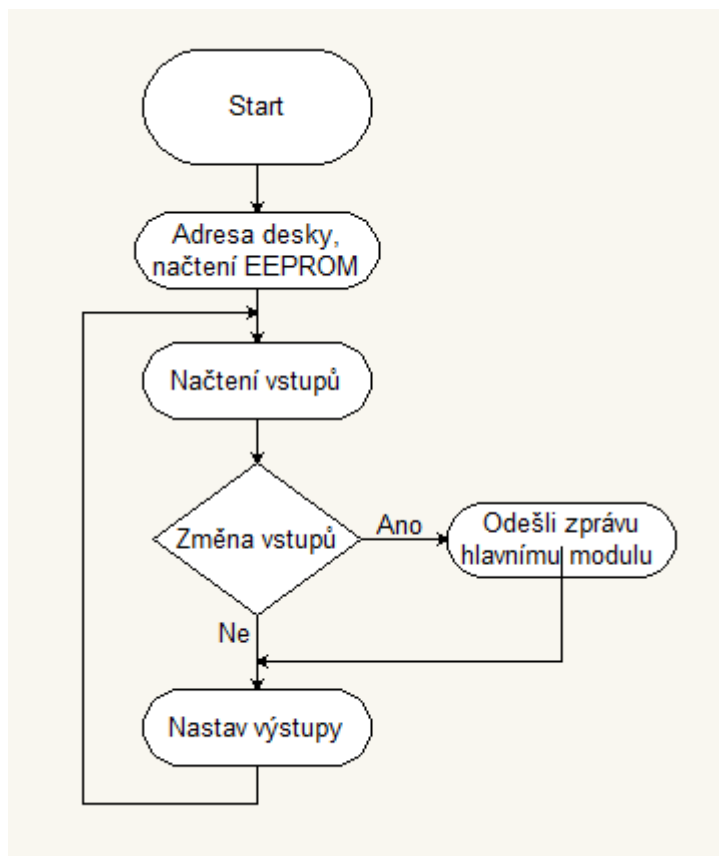
Pozice v EEPROM	Data
1 - 16	Nastavené hodnoty normálního stavu při 1. vyvážení senzorů 1 - 16.
17 - 32	Nastavené hodnoty normálního stavu při 2. vyvážení senzorů 1 - 16.
33	Konstanta povolené tolerance aktuální hodnoty od nastavené.
34	Hodnota časové prodlevy mezi jednotlivými načítáními dat.

6.1.7 Software zabezpečovacího modulu

Software ve vstupně/výstupním modulu byl vytvořen ve freewarovém vývojovém prostředí Arduino IDE dostupného z internetu. Programové vybavení tvoří jednotlivé podprogramy, aby byl výsledný kód jednoduše čitelný a orientace při odladování chyb jednodušší. Při tvorbě byla využita volně dostupná knihovna z vývojového prostředí pro práci s EEPROM pamětí. Další části programového vybavení byly vytvořeny přímo pro tento modul. Jedná se zejména o obsluhu jednotlivých vstupů přes osmi kanálové analogové High Speed CMOS multiplexery 74HC4051, měření daných napětí, zpracování a vyhodnocení těchto dat a obsluhu požadavků základní jednotky.

Při spuštění modulu dochází nejprve k inicializačním krokům, kde se nastavují jednotlivé vývody vývojového kitu Arduino Mini Pro, načítají potřebné data z EEPROM paměti, načítá se adresa daného modulu a aktivuje se komunikace. Po dokončení inicializační části program přechází do nekonečné smyčky, ve které se nejdříve načtou jednotlivé vstupy, poté dochází k jejich vyhodnocení a nastaví se výstupy.

Zpracování požadavků probíhá formou přerušování, kde se po přijetí dat na komunikačním kanálu přerušuje aktuální činnost mikroprocesoru a nejdříve se obslouží požadavky z přerušování kde, se dekoduje daný příkaz a zkontroluje, zda je určen pro danou vstupně/výstupní desku. Při zjištění totožné adresy v přijatých datech a nastavené adresy daného modulu, dojde k odeslání požadovaných dat základní jednotce a poté se modul vrací k základní smyčce programu.



Obr. 21 Funkční diagram I/O modulu

Při vývoji byla měřena rychlost načítání jednotlivých vstupů a jejich vyhodnocení. Měření bylo provedeno za použití sériové linky a vnitřního čítače procesoru. Do programu byl přidán příkaz na výpis dat do sériové linky, kde se vypisuje čítač v milisekundách, poté se provedl jeden cyklus a opět byl vypsán čas v čítači. I když se do času připočítávalo prodlení z odesílání údaje na sériovou linku tak byl naměřen čas provedení jedné smyčky načítání a vyhodnocování 3 milisekundy, což je dostatečné pro dané použití.

6.2 Zabezpečovací panel

Pro ovládání části elektronického zabezpečení se využívají tři navržené a realizované ovládací panely. Tyto panely jsou umístěny v blízkosti jednotlivých vstupů do rodinného domu. Napájení panelů se bere ze zdroje 12V, které je sníženo stabilizátorem napětí na požadovaných 5V. Komunikace probíhá po sběrnici RS485 určenou pro zabezpečovací systém.



Obr. 22 Ovládací panel

6.2.1 Prvky panelu

Veškeré řízení a komunikaci zajišťuje vývojový kit Arduino NANO umístěný v ovládacím panelu. Pro zobrazení aktuálních stavů na panelu elektronického zabezpečovacího systému se využívá čtyř řádkový displej s 20 znaky na řádek.

Dále je na povrchu umístěna klávesnice umožňující zadávání kódu pro deaktivaci zabezpečení a aktivaci režimu zastřeženo Home.

Na panelu jsou dvě indikační LED diody, které informují o stavu systému. Pod nimi je umístěno tlačítko pro spuštění režimu zastřeženo. Vedle klávesnice se umístěna RFID čtečka.

6.2.2 Adresa panelu

Každý panel má přiřazenou svoji adresu na sběrnici. Adresace se provádí jako u modulu zabezpečení kombinací dvou jumprů. Adresace začíná od adresy 04, což odpovídá kombi-

naci pro 00. Softwarově se k tomuto nastavení přičítá hodnota 4. Tento systém byl vytvořen, aby nebylo potřeba používat více jumperů pro nastavení adresy.

6.2.3 Komunikace panelu

Ovládací panel komunikuje se základní jednotkou přes sběrnici RS485 ve full duplexním režimu. Tento typ sběrnice je nutné zakončit rezistorem o hodnotě 120Ω. Pro nedostatečný prostor na desce plošného spoje nebyly u panelu vyvedeny jumpery pro případné připojení zakončovacích rezistorů. Pokud tedy bude panel umístěn na sběrnici, jako koncové zařízení je nutné napájet rezistory do desky plošného spoje. V opačném případě se tyto rezistory neosazují, jako to je u použití v rodinném domě.

6.2.3.1 Komunikace ovládacího panelu se základní jednotkou

Komunikace ovládacího panelu se základní jednotkou probíhá přes danou sběrnici.

Tab. 7 Komunikace ovládacího panelu se základní jednotkou

Příkaz	Popis
AXX	Odešle požadavek na zastřežení základní jednotce, ta jej přepoše všem ostatním ovládacím panelům.
BXX	Odešle požadavek na odstřežení základní jednotce, ta jej přepoše všem ostatním ovládacím panelům.
CXX	Odešle požadavek na zastřežení Home základní jednotce, ta jej přepoše všem ostatním ovládacím panelům.
EXXXXXXXXXXX	Odešle požadovaná data z panelu do základní jednotky

Poznámka: XX reprezentuje číslo zabezpečovacího modulu, který odesílá data.

6.2.3.2 Komunikace základní jednotky s ovládacím panelem

Pro ovládání panelů se základní jednotky se využívá odesílání ASCII znaků. Protože většina operací, které panely provádějí, jsou totožné, není u jejich zadávání nutné uvádět adresu určující cílový ovládací panel. Adresace panelu se využívá jen pro nastavování jednotlivých uživatelů do EEPROM paměti daného panelu. Na každý panel je možné nyní nastavit 10 uživatelů. Při požadavku na větší množství uživatelů by bylo nutné provést drobné úpravy v softwaru. Pro účel ovládání daného rodinného domu je počet 10 dostačující i s rezervou pro případné návštěvy.

Tab. 8 Komunikace ovládacího panelu se základní jednotkou

Příkaz	Popis
A	Ústředna odešle příkaz ovládacím panelům, že je zastřežen objekt.
F	Ústředna odešle příkaz oznamující ovládacím panelům spustit odpočet pro zadání hesla nebo odblokování pomocí RFID karty s informací o spuštění alarmu a přerušit odpočet pro spuštění alarmu.
B	Ústředna odešle příkaz ovládacím panelům, že je objekt odstřežen .
C	Ústředna odešle příkaz ovládacím panelům, že je zastřežen Home objekt. Ústředna příkaz přepoše všem ovládacím panelům.
L	Příkaz rozsvítí displej na ovládacích panelech.
G	Ústředna odešle příkaz ovládacím panelům, že je spuštěn alarm .
HXXY	Žádost o odeslání nastaveného uživatele v panelu uloženém v EEPROM na pozici Y.
JXXYAAABBBCCDDDDHHHH	Požadavek na nastavení uživatele v daném panelu. Y-pozice v ROM, A,B,C,D - 0-255 RFID číslo karty, HHHH - číselný kód

Poznámka: XX reprezentuje číslo zabezpečovacího modulu, který odesílá data.

6.2.4 EEPROM paměť

Pro uložení údajů o uživateli oprávněných pro deaktivaci elektronického zabezpečovacího systému, respektive registrace jejich RFID prvků a jejich nastaveném přístupovém kódu, se používá 1024byťů velká EEPROM paměť vývojového kitu Arduino NANO, což zabezpečuje dostatek místa i pro případné rozšíření a zaregistrování více uživatelů.

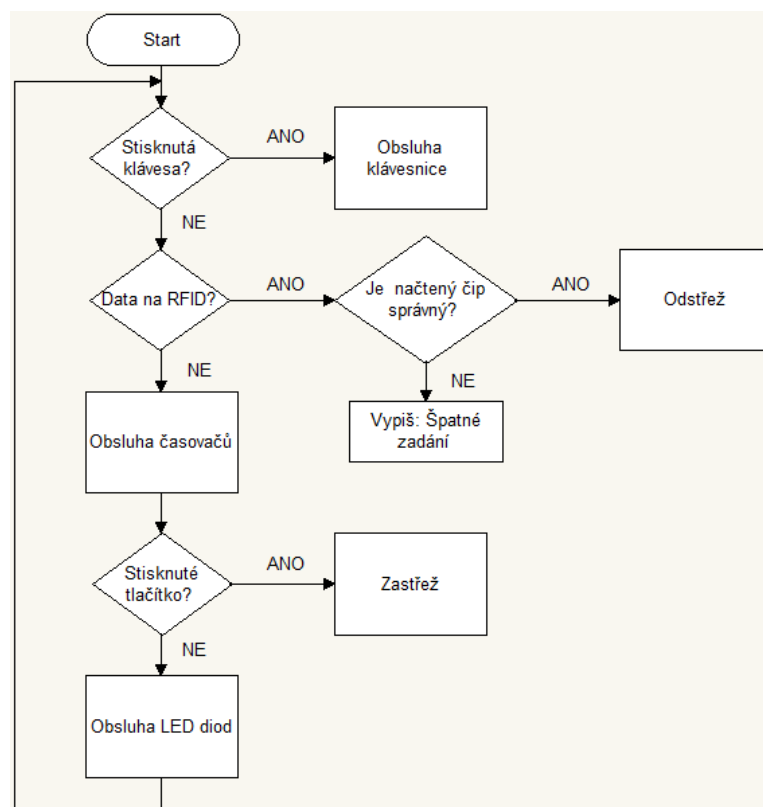
Tab. 9 EEPROM – ovládací panel

Adresa v EEPROM	Data
1 - 12	RFID uživatel č.1
13 - 16	Kód uživatel č.1
17 - 28	RFID uživatel č.2
29 - 32	Kód uživatel č.2
33 - 44	RFID uživatel č.3
45 - 48	Kód uživatel č.3
49 - 60	RFID uživatel č.4
61 - 64	Kód uživatel č.4
65 - 76	RFID uživatel č.5
77 - 80	Kód uživatel č.5
81 - 92	RFID uživatel č.6
93 - 96	Kód uživatel č.6
97 - 108	RFID uživatel č.7
109 - 112	Kód uživatel č.7
113 - 124	RFID uživatel č.8

125 - 128	Kód uživatel č.8
129 - 140	RFID uživatel č.9
141 - 144	Kód uživatel č.9
145 - 156	RFID uživatel č.10
157 - 160	Kód uživatel č.10

6.2.5 Software ovládacího panelu

Při spuštění ovládacího panelu proběhne inicializační část, která načte data o nastavených uživateli z EEPROM paměti, aktivují se sériová rozhraní, z nichž jedno slouží pro načítání dat z RFID čtečky a druhé rozhraní zajišťuje komunikaci ovládacího panelu přes převodník MAX489 na sběrnici RS485 se základní jednotkou. Při startu je ovládací panel ve stavu odstřeženo. Poté už program pracuje v nekonečné smyčce, při níž se kontroluje klávesnice, data na RFID čtečce, stav tlačítka a nastavují se LED ukazatele s LCD displejem.

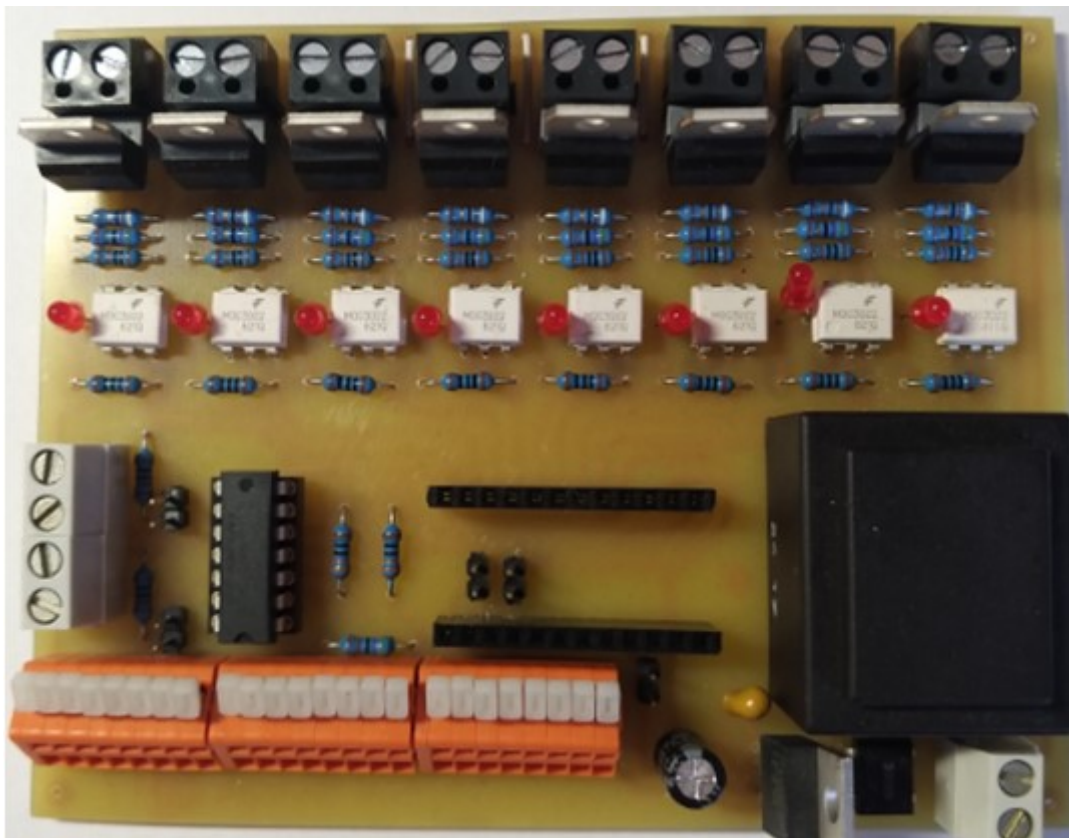


Obr. 23 Funkční diagram ovládacího panelu

Při stisknutí klávesnici se provede podprogram obsluhující klávesnici. Prováděná smyčka má velmi rychlé opakování, proto je panel schopný načíst stisky jednotlivých kláves i při krátkém stisku. Požadavky na data přicházející přes sběrnici se zpracovávají jako přerušování.

7 ŘÍZENÍ A REGULACE VYTÁPĚNÍ

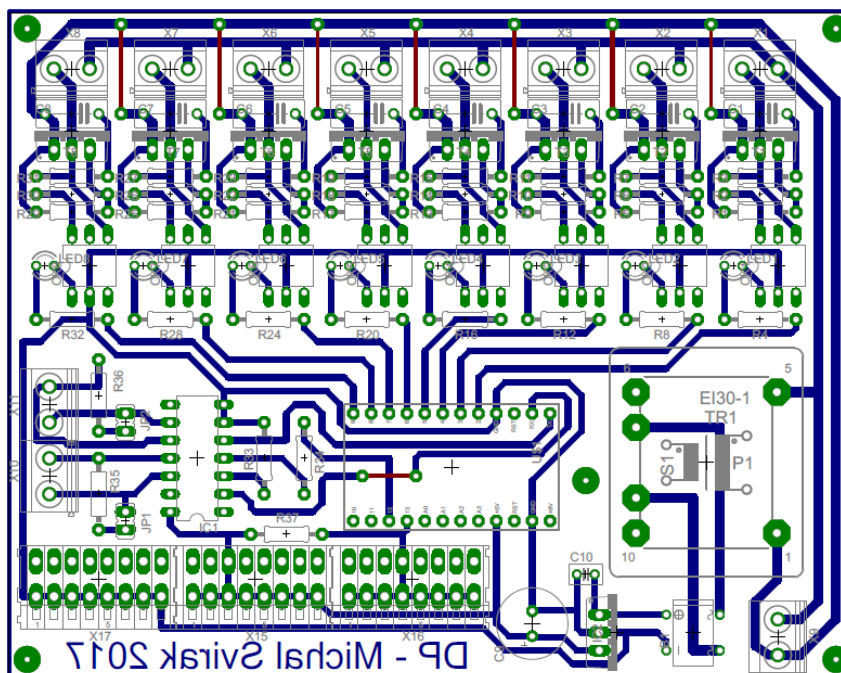
Druhou velkou částí integrovaného systému pro měření smyček a řízení vytápění tvoří subsystém určený k regulaci a řízení otopné soustavy rodinného domu. Hlavní logika je umístěna do integračního prvku tvořeného vývojovým kitem Arduino MEGA 2560, který propojuje obě části integrovaného systému. Další prvky řízení a regulace vytápění jsou navržené, vyrobené a osazené moduly, kterými se připojují teplotní snímače a ovládají akční členy.



Obr. 24 Modul vytápění

7.1 Modul vytápění

Modul vytápění je realizován jako deska plošných spojů o rozměrech 95 x 121 mm. Rozměr byl vybrán, tak aby bylo možné modul implementovat do elektro krabice o rozměrech 115 x 155 mm. Jeho základní částí je vývojová deska Arduino Mini Pro osazené mikroprocesorem ATMEGA328PU. Jedná se o verzi s 5 voltovým napájením získaným přes transformátor Tr1 se síťového napájení 230V, frekvencí oscilátoru 16MHz. Schéma, deska plošných spojů a osazovací plán je přílohou této práce.

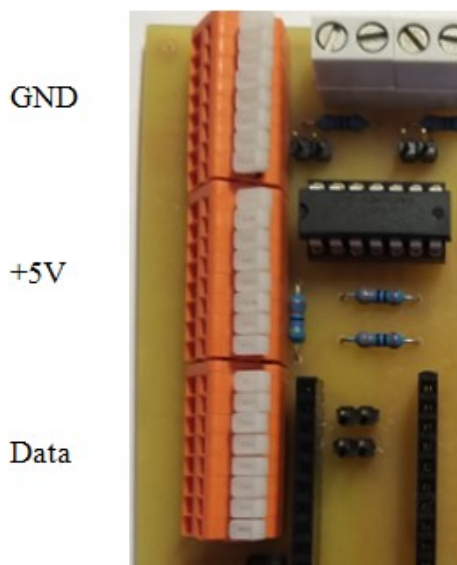


Obr. 25 Modul vytápění z návrhového SW Eagle

Modul vytápění byl navrhován jako univerzální deska, kde je možné softwarovou úpravou a vhodným zapojením dosáhnout samostatně fungujícího systému řízení a regulace vytápění. Rovněž může jeden modul sloužit jako hlavní a rozšířit jej o další modul přes sběrnici RS485 jen jako přidané vstupy/výstupy. Umožňuje rovněž včlenění do stávajících systémů, které umožňuje jeho implementaci.

7.1.1 Vstupy

Pro měření jednotlivých teplot jsou použity senzory od firmy Dallas s označením DS18B20. Jedná se i senzory s až 12bitovým rozlišením komunikující po 1-Wire sběrnici. Umožňují také komunikaci po dvou vodičích s použitím takzvaného parazitního napájení. Modul vytápění umožňuje načítání až 16ti teploměrů.



Obr. 26 Modul Vytápění - Vstupy

Vstupní svorky jsou určeny jen na 8 vstupů, ale pokud je potřeba využít více než 8 teploměrů je možné připojit teploměry paralelně případně sériově na jednotlivé vstupy. Deska s plošnými spoji je navržena, tak aby bylo možné využít jak přímého napájení senzorů, tak parazitního napájení, ale u něj je potřeba upravit program vývojového kitu Arduino Mini Pro.

7.1.2 Výstupy

Každý jednotlivý modul vytápění obsahuje 8 výstupů realizovaných triaky BTA12, spínajícími napájecí napětí 230V a možností sepnout až 1A. Pro vyšší proudy je nutné připevnit chladiče na jednotlivé triaky patřící výstupním kanálům, kde se požadováno vyšší proudové zatížení což umožní použití daného výstupu až do proudové zátěže 12A. Při návrhu se počítá s otvíráním elektrohlavic otopného systému v domě, spínání čerpadel a aktivaci plynového kotle, kde odběr na jednotlivých kanálech nebude větší než 0,5A. Každý výstupní kanál obsahuje červenou LED diodu, podle níž je možné i bez měření určit zda je daný výstup aktivní či nikoliv. Napětí 230V je od řídicí jednotky tvořené vývojovým modulem Arduino Mini Pro odděleno optočlenem MOC3022, což zvyšuje odolnost proti poškození části modulu, kde se nachází malé napětí a jeho logika.

7.1.3 Adresa desky

K jednoznačné identifikaci jednotlivých modulů vytápění na sběrnici slouží dvojice dvou pinů pro jumpery, jejichž kombinace udává adresu dané desky. U první verze bylo počítáno se softwarovým zadáváním adresy, ale to se ukázalo jako neefektivní a při konfiguraci docházelo ke kolizím na sběrnici. Daný systém umožňuje hardwarově adresovat až 4 moduly. Pokud by bylo nutné připojit další desky, je možné rozšířit adresy softwarově přičtením konstanty k adrese získané z jumperů.



Obr. 27 Nastavení adresy modulu vytápění

7.1.3.1 Nastavení adresy

Nastavení adresy je realizováno na dvou I/O pinech vývojové desky Arduino Mini Pro nastavených jako pull up vstupy. Tato konfigurace připojuje vnitřně k danému vstupu napětí 5V přes rezistor o hodnotě 4,7k Ω . Připojený jumper spojí daný vstup na GND. Tím se načítaná digitální hodnota změní z logické úrovně 1 na logickou úroveň 0.

7.1.4 Komunikace

Komunikace modulu vytápění je realizována obvodem MAX489 podporujícím komunikaci přes rozhraní RS485. Tento typ sběrnice je nutné zakončit rezistorem o hodnotě 120 Ω . Aby nebylo nutné vytvářet více verzí daného modulu, obsahuje každý z nich tento rezistor a propojením daných pinů jumperem připojí zakončovací rezistory na sběrnici.

7.1.4.1 Komunikační protokol

Modul ke komunikaci se základní jednotkou integrovaného systému využívá asynchronní sériový přenos. Komunikace probíhá v režimu Master – Slave, kde jako master je určena základní jednotka a všechny další připojené moduly jsou ve funkci slave (odesílají data jen, když jsou tázáni).

Ke komunikaci se využívají znaky abecedy z ASCII tabulky. Důvodem je odladění při vývoji i hledání případných pozdějších komunikačních problémů, kde se využívá free program PUTTY v kombinaci s převodníkem rozhraní RS232 na používané RS485. Pokud by se používaly znaky z ASCII tabulky mimo abecedu, bylo by obtížné dekodovat chyby v komunikaci a odladění modulů.

7.1.4.2 *Komunikace základní jednotky s modulem vytápění*

Základní jednotka v cyklech načítá data ode všech modulů, následně je zpracovává a podle přijatých informací rozhoduje o dalších krocích. Komunikace s modulem vytápění probíhá na první sériové lince, která je určena částí integrovaného systému pro řízení a regulaci vytápění. Jednotka, jako Master zařízení v komunikaci posílá požadavky na data po sběrnici ke všem zařízením na ni připojené. Požadovanými daty odpovídá jen modul, který má přidělenou adresu obsaženou v požadavku.

Tab. 10 Komunikace základní jednotky s modulem vytápění

Příkaz	Popis
TXXYY	Žádost o odeslání aktuální teploty z teploměru číslo YY.
JXXYYZ	Žádost o odeslání kalibrační teploty, která se přičítá k aktuální teplotě jako korekce k teploměru číslo YY.
KXXYYZ	Nastaví kalibrační teplotu teploměru číslo YY na hodnotu Z.
AXXYY	Žádost o odeslání adresy teploměru na pozici YY uložené v EEPROM.
DXXYYBBBBBBBB	Nastaví adresu teploměru číslo YY v EEPROM.
OXX	Žádost o odeslání nastavení výstupů.
PXXY	Nastaví výstupy na modulu vytápění.
HXX	Žádost o odeslání všech dat (aktuální teploty + nastavení výstupů).

Poznámka: XX reprezentuje adresu modulu.

7.1.4.3 *Komunikace modulu vytápění se základní jednotkou*

Modul vytápění komunikuje se základní jednotkou přes přesně specifikovanou sadu znaků obsahující požadované informace.

Tab. 11 Komunikace modulu vytápění se základní jednotkou

Příkaz	Popis
TXXYYZZ	Odešle aktuální teplotu na teploměru číslo YY, kde je teplota zakódována do dvou bytů ZZ.
JXXYYZ	Odešle kalibrační hodnotu teploměru číslo YY, která se přičítá k aktuální teplotě jako korekce.
AXXYYBBBBBBB	Odešle adresu teploměru číslo YY uloženou v paměti EEPROM reprezentovanou 8 byty.
OXXD	Odešle nastavení výstupů, kde každý bit reprezentuje jeden výstup.
HXXPPPPPPPPPPPPPP PPPPPPPPPPPPPPPPD	Odešle všechny aktuální teploty na měřené na desce s aktuálním nastavením výstupů.

Poznámka: XX reprezentuje adresu modulu.

7.1.5 EEPROM paměť

Vývojová deska Arduino Mini Pro osazená mikroprocesorem Atmega328 umožňuje využít interní EEPROM paměť o velikosti 1024 bytů. Zabezpečovací modul využívá část této paměti pro ukládání definovaných napěťových úrovní měřených při ověřování aktivace bezpečnostních senzorů. EEPROM se využívá jen na uchovávání těchto hodnot při výpadku napájení. Tyto data jsou při inicializaci načtena do RAM paměti, kde je čtení i práce podstatně rychlejší.

Tab. 12 Řazení dat v EEPROM modulu vytápění

Pozice v EEPROM	Data
0	Aktivní teploměry 1 - 8
1	Aktivní teploměry 9 - 16
2 - 17	Kalibrační hodnoty pro teploměry 1 - 16
18 - 25	Adresa teploměru číslo 1
26 - 33	Adresa teploměru číslo 2
34 - 41	Adresa teploměru číslo 3
42 - 49	Adresa teploměru číslo 4
50 - 57	Adresa teploměru číslo 5
58 - 65	Adresa teploměru číslo 6
66 - 73	Adresa teploměru číslo 7
74 - 81	Adresa teploměru číslo 8
82 - 89	Adresa teploměru číslo 9
90 - 97	Adresa teploměru číslo 10
98 - 105	Adresa teploměru číslo 11
106 - 113	Adresa teploměru číslo 12

114 - 121	Adresa teploměru číslo 13
122 - 129	Adresa teploměru číslo 14
130 - 137	Adresa teploměru číslo 15
138 - 145	Adresa teploměru číslo 16

7.1.6 Kódování dat při přenosu

Pro zvýšení efektivity a zároveň ke snížení počtu přenášených dat po sběrnici RS485 se data přenášející hodnoty vyjadřující teplotu kódovány do dvou bytů. Jedná se o velkou úsporu dat, kdy se místo 5 bytů vyjadřujících například teplotu 112,2°C do dvou bytové podoby **0f**.

7.1.6.1 Systém zakódování teploty

Teplota, která se bude přenášet přes sběrnici, se rozdělí na dvě části. Dělicím místem je desetinná čárka. Poté se k první části přičte hodnota 100. Celkové číslo se převede do ascii kódu a tvoří první odesílaný znak.

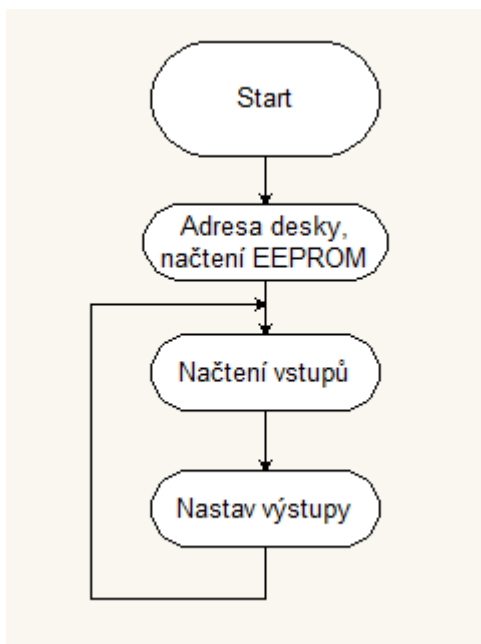
Ve druhém znaku se k části teploty za desetinnou čárkou přičte 100, pokud se jedná o teplotu nad 0°C a 200 jestliže se jedná o teplotu pod 0°C.

7.1.7 Software modulu vytápění

Software v modulu vytápění byl vytvořen ve freewarovém vývojovém prostředí Arduino IDE dostupného z internetu. Programové vybavení tvoří jednotlivé podprogramy, aby byl výsledný kód jednoduše čitelný a orientace při odladování chyb jednodušší. Při tvoření byla využita volně dostupná knihovna z vývojového prostředí pro práci s EEPROM paměti a OneWire knihovnu, která se stará o komunikaci s teploměry typu DS18B20 od firmy Dallas. Další části programového vybavení byly vytvořeny přímo pro tento modul. Jedná se zejména o obslužnou část načítání teplot, jejich zpracování a vyhodnocení. Jiné podprogramy mají na starosti zpracování výstupů a obsluhu požadavků základní jednotky.

Při spuštění modulu dochází nejprve k inicializačním krokům, kde se nastavují jednotlivé vývody vývojového kitu Arduino Mini Pro, načítají potřebné data z EEPROM paměti, adresa daného modulu a aktivuje se komunikace. Po dokončení inicializační části program přechází do nekonečné smyčky, ve které se načítají jednotlivé teploty ze snímačů, při čemž se opravuje načtená hodnota připočítáním korekční hodnoty uložené v paměti EEPROM

pro daný snímač, umožňující jeho doladění na správnou teplotu. Dalším krokem je nastavení výstupů.



Obr. 28 Funkční diagram modulu vytápění

Zpracování požadavků probíhá formou přerušení, kde se po přijetí dat na komunikačním kanálu přeruší aktuální činnost mikroprocesoru a nejdříve se obslouží požadavky z přerušení kde, se dekóduje daný příkaz a zkontroluje, zda je určen pro daný modul vytápění. Při zjištění totožné adresy v přijatých datech a nastavené adresy daného modulu, dojde k odeslání požadovaných dat základní jednotce a poté se modul vrací k základní smyčce programu.

8 SOFTWARE

Integrovaný systém se ovládá a nastavuje přes vytvořený software. Ovládací program je vytvořen ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio C# 2010 Express. Pro svůj běh vyžaduje operační systém Windows s nainstalovaným .NET Framework 4.

Po spuštění programu se na monitoru objeví úvodní obrazovka. Ta je vizuálně rozdělena na několik částí, na nichž se zobrazují základní informace o integrovaném systému v rodinném domě. V části PZTS se jedná o zobrazení aktuálního režimu, v němž se subsystém elektronického zabezpečení nachází. Vedle režimů jsou umístěna tlačítka, kterými je možné daný režim aktivovat. Uprostřed se nachází skupina „Vytápění“, kde se zobrazují stavy výstupů na důležitých částech subsystému pro řízení a regulaci vytápění. V pravé horní straně je možné nastavit komunikační kanál s integrovaným systémem. Nyní je k dispozici jen připojení přes sériové rozhraní.

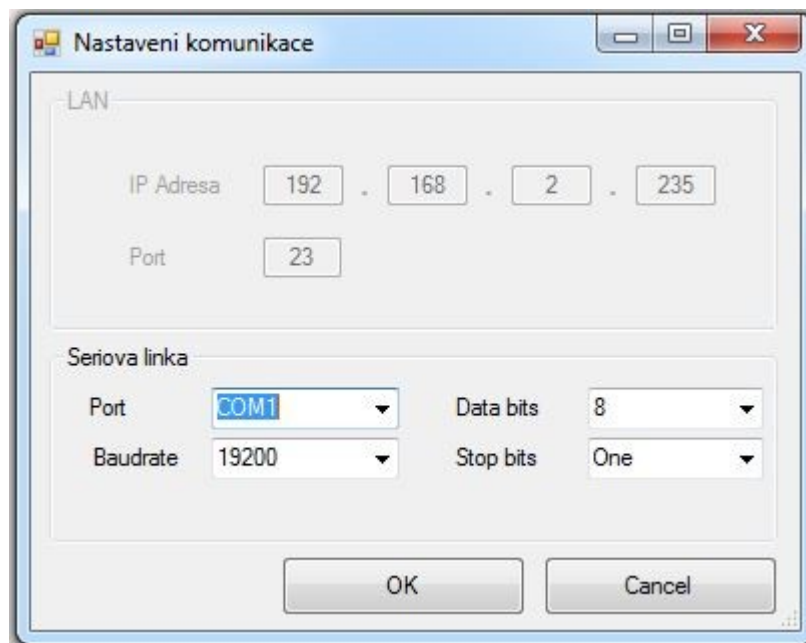


Obr. 29 Software – Hlavní okno

Uprostřed programového okna se zobrazují teploty jednotlivých místností, venkovní teplota a teplota vody v zásobníku teplé užitkové vody.

8.1 Nastavení komunikace

Pro nastavení správné sériové linky se po stisknutí tlačítka „Nastavení“ zobrazí formulář pro správné nastavení komunikačního spojení s integrovaným systémem.

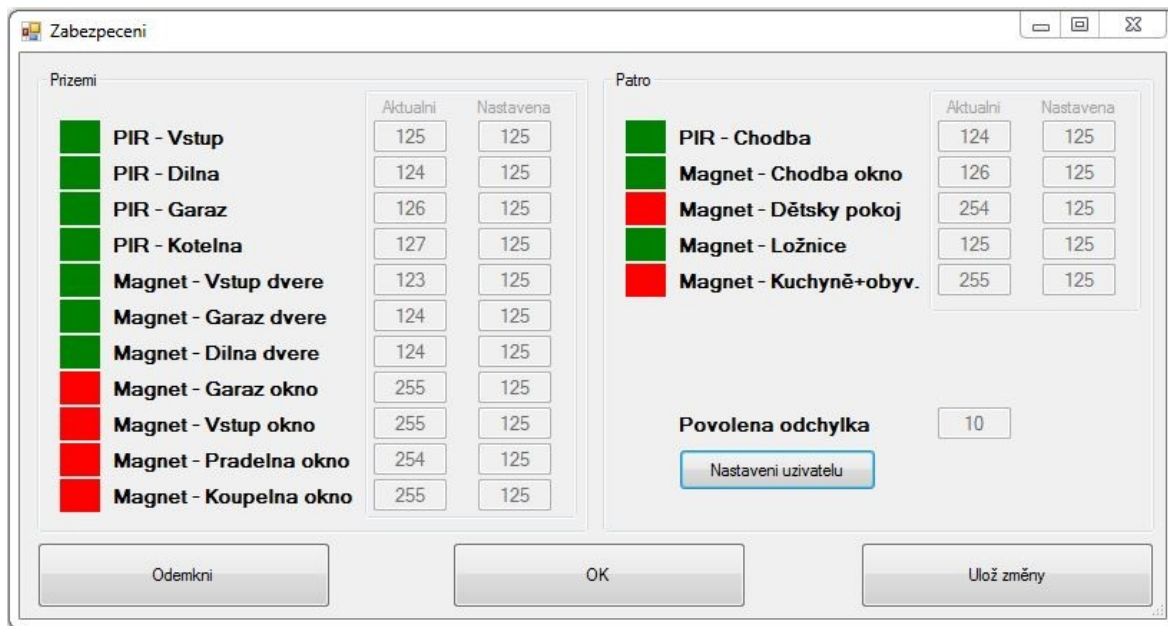


Obr. 30 Software – Nastavení komunikace

Nastavení sériové linky je jednoduché za pomoci rozbalovacích menu. V kolonce Port se po rozevření objeví seznam dostupných sériových portů v počítači.

8.2 Zabezpečení

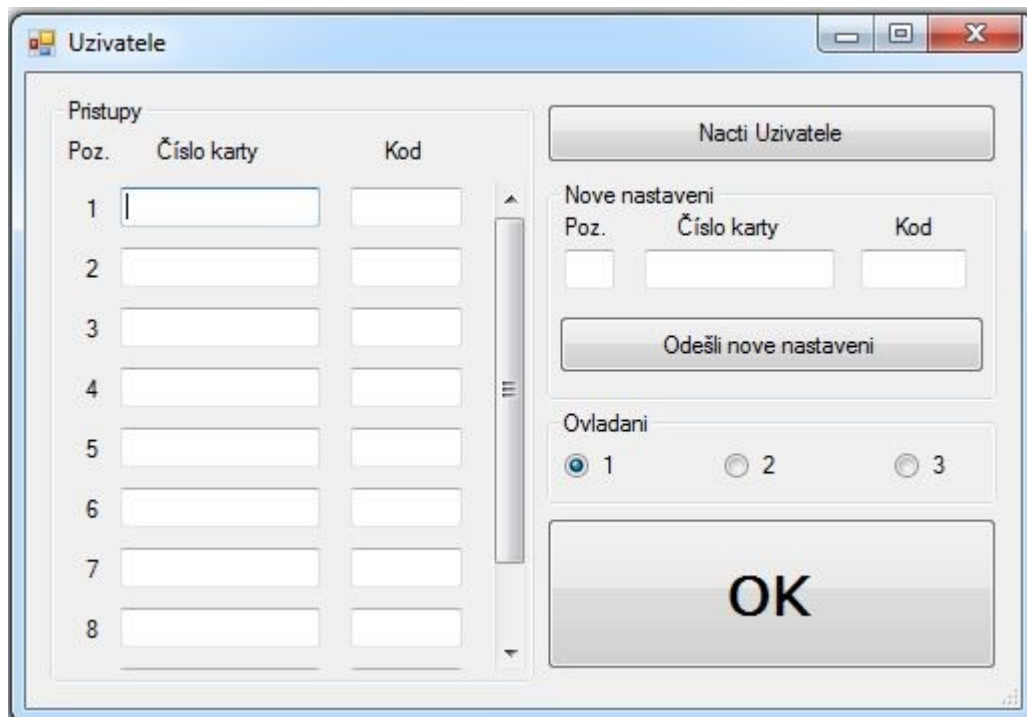
Pro zobrazení a nastavení elektronického zabezpečovacího subsystému slouží formulář zobrazující se při stisknutí tlačítka „Zabezpečení“ kde se zobrazí seznam všech připojených detektorů. Vlevo se zobrazuje jejich stav. Zelený indikátor značí, že je detektor neaktivován, červený značí jeho aktivaci nebo sabotáž. V pravé straně se zobrazují aktuální hodnoty načítané z jednotlivých analogových vstupů a nastavená hodnota. V pravé straně je uvedena hodnota povolené odchylky od zadané hodnoty. Tuto odchylku je potřeba vhodně zvolit, protože hodnoty načítané z jednotlivých detektorů se můžou v čase měnit působením změny teploty a klimatu v jednotlivých umístěních detektorů i v blízkosti vedení.



Obr. 31 Software – Zabezpečení

8.2.1 Nastavení uživatelů

Pro kontrolu a nastavení přístupů v jednotlivých panelech je určeno dialogové okno spuštěné stisknutím tlačítka „Nastavení uživatelů“. V tomto menu je možné nastavit číslo RFID prvku a kódu pro až uživatelů v každém ze třech použitých panelů.



Obr. 32 Software – Nastavení uživatelů

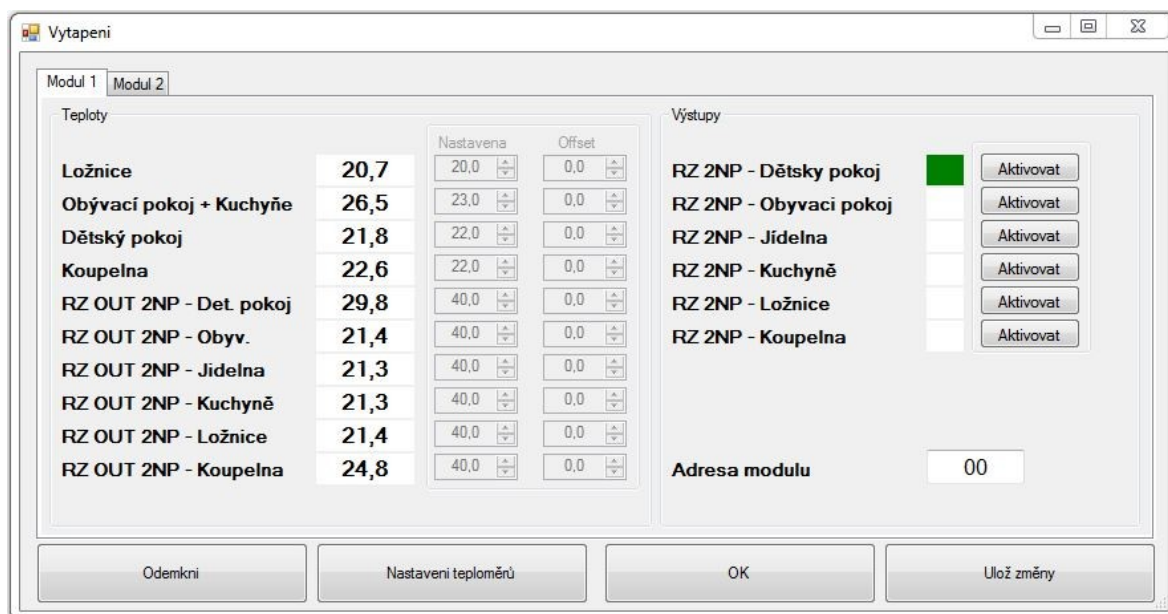
8.3 Řízení a regulace vytápění

Po stisknutí tlačítka „ Vytápění“ na hlavním okně programu se zobrazí okno určené pro zobrazení a nastavení vytápění. Toto okno je rozděleno na dvě části podle jednotlivých modulů připojených v integrovaném systému.

V levé části se zobrazují jednotlivé teploty měřené snímači. Vedle nich je možné nastavit požadované hodnoty. Aby nedošlo k náhodnému přenastavení, je nutné tuto část okna aktivovat stisknutím tlačítka odemkni. Ochráněno je i nastavení offsetu jednotlivých snímačů, které se používá k vykompenzování odchylek jednotlivých teploměrů.

Na pravé straně se zobrazují stavy jednotlivých výstupů s možností jejich aktivace nezávisle na aktuálních potřebách řízení a regulace vytápění.

Všechny změny v nastavení je nutné před zavřením okna uložit. Po stisku tlačítka uložit změny se změněné položky posílají do základní jednotky integrovaného systému a odsud se poté odesílají do jednotlivých modulů.



Obr. 33 Software – Vytápění

8.3.1 Nastavení adres teploměrů

Nastavení adres jednotlivých teploměrů se provádí v dialogovém okně zobrazujícím se po stisku tlačítka „Nastavení teploměrů“. Adresy se teploměrů od firmy Dallas s označením DS18B20 mají adresu složenou z 8 bytů. Pro zadání jednotlivých bytů se používají textové boxy, do nichž se zadávají jednotlivé hodnoty v dekadickém tvaru. Zadávání probíhá ruč-

ním vepsáním hodnot a stiskem tlačítka „Ulož změny“, čímž se nové hodnoty odešlou do příslušného modulu a uloží se do paměti EEPROM.

The screenshot shows a software window titled "Adresy_teplomeru". It contains two tabs: "Adresa 00" and "Adresa 01". Below the tabs is a table with 10 rows, each representing a sensor (Snimac 01 to Snimac 10). Each row contains 9 numerical values. At the bottom of the window are three buttons: "Načti", "OK", and "Ulož změny".

Snimac	40	255	249	93	51	23	4	129
Snimac 01	40	255	249	93	51	23	4	129
Snimac 02	40	255	128	192	50	23	3	75
Snimac 03	40	255	178	31	129	20	2	132
Snimac 04	40	255	40	188	50	23	3	252
Snimac 05	40	255	73	100	51	23	4	21
Snimac 06	40	255	73	250	128	20	2	49
Snimac 07	40	255	50	190	50	23	3	58
Snimac 08	40	255	40	194	50	23	3	65
Snimac 09	40	255	218	222	36	23	3	213
Snimac 10	40	255	162	196	128	20	2	198

Obr. 34 Software – Nastavení adres teploměřů

8.4 Administrace

Záznamy pořizované základní jednotkou jsou ukládány na mikro SD kartu.

The screenshot shows a software window titled "Administrace". On the right side, there is a calendar for May 2018 (květen 2018). The date 3.5.2018 is selected. Below the calendar are several buttons: "RTC modul seting", "Načti data", "Ulož jako", and "Konec".

Obr. 35 Software – Administrace

Pro jejich správu je určen formulář, který se vyvolává pomocí tlačítka „Administrace“. Po stisku se objeví formulář pro načtení souboru se záznamem z požadovaného dne. Záměrně není nakonfigurováno tlačítko pro mazání dat. Aby nebylo možné bez zásahu znalé osoby manipulovat s daty. Software rovněž nabízí možnost uložení zobrazovaných dat do počítače ve formátu textového souboru. Tento soubor je poté možné načíst do tabulkového editoru a dále s daty pracovat.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce byla realizace integrovaného systému pro rodinný dům, které má na starosti elektronické zabezpečení ve spolupráci s řízením a regulací vytápění.

Část elektronického zabezpečení má připojené detektory přes vyváženou smyčku. Ovládá se přes tři ovládací panely umístěné u jednotlivých vchodů do rodinného domu. Identifikace přichozícího člověka a tím odstřežení, je možné provést zadáním kódu nebo přiložením RFID prvku, což je důležité protože nejmladšímu uživateli je 8 let.

Subsystem řízení a regulace vytápění je realizován moduly vytápění napájenými 230 V. Důvodem zvolení tohoto napětí, je použití elektrotermických hlavic, které byly použity pro otevírání jednotlivých okruhů vytápění pracujících s tímto napětím. Vytápění měří teploty v každé místnosti a je proto schopné upravovat teplotu nezávisle v jednotlivých místnostech. Také díky propojení se subsystémem elektronického zabezpečení může reagovat i na otevřené okno nebo dveře.

Srdcem integrovaného systému je základní jednotka osazená vývojovým kitem Arduino Mega 2560 s připojeným ethernetovým shieldem a modulem reálného času. Nastavení celého integrovaného systému se provádí přes USB rozhraní. Ethernetové připojení se nyní využívá jen pro odesílání upozornění uživatelům prostřednictvím emailu.

Řízení je plánováno a v ovládacím softwaru připraveno pro komunikaci přes ethernetové rozhraní. Při vytváření komunikačního protokolu vznikl problém v nastavení, kdy přes ethernetovou přípojku dostává základní jednotka informace ze sítě. Bylo vyzkoušeno označení začátku a konce přenosu dat předdefinovanými znaky. Při zkoušení vznikl problém, kdy odesílané data mohou obsahovat tyto znaky jako odesílané hodnoty a tím se zastaví komunikace uprostřed přenosu. Řešením bude rozdělení dat na 4 bitové fragmenty a ty přenášet ve formátu, který nebude nikdy obsahovat znaky pro zahájení a konec komunikace. Toto bude řešeno následně.

Dalším plánovaným rozšířením integrovaného systému bude, po výměně vstupních dveří, možnost otevřít vstupní dveře za použití ovládání integrovaného systému. Jeden z posledních plánovaných rozšíření je vývoj a realizace ovládání integrovaného systému za pomoci 7“ TFT dotykového displeje osazeného na vývojovém kitu Arduino Due a ethernetovým rozhraním, aby při implementaci otevírání dveří nebylo zapotřebí mít neustále spuštěný počítač.

Integrovaný systém je nyní implementován do elektrického systému domu. Jsou nataženy jednotlivé snímače, osazeny akční členy v podobě elektrotermických hlavic a připojeny jednotlivé detektory. Systém nyní pracuje ve zkušebním režimu, kdy se provádí postupné nastavování jednotlivých hodnot a průběžně se realizuje nastavování parametrů systému, s možností změny programu.

Na závěr lze konstatovat, že diplomová práce, představuje příklad realizace integrovaného systému za mnohem nižší cenu, než jsou komerční systémy při zachování plné funkčnosti integrovaného systému.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VALOUCH, Jan. *Projektování integrovaných systémů*. Druhé. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2015. ISBN 978-80-7454-557-3.
- [2] JA-101KR-LAN Ústředna s vestavěnými GSM/GPRS, LAN komunikátory a JA-110R. Jablotron.cz [online]. [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://www.jablotron.com/cz/produkt/ustredna-s-vestavenymi-gsm-gprs-lan-komunikatory-a-ja-110r-436/>
- [3] JA-116H Sběrníkový expandér – 16 vstupů. Jablotron.cz [online]. [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://www.jablotron.com/cz/produkt/sbernicovy-expander-16-vstupu-356/>
- [4] JA-114E Sběrníkový přístupový modul s displejem, klávesnicí a RFID. Jablotron.cz [online]. [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://www.jablotron.com/cz/produkt/sbernicovy-pristupovy-modul-s-displejem-klavesnici-a-rfid-211/>
- [5] JB-EXT-TH-B Sběrníkový externí teploměr. Jablotron.cz [online]. [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://www.jablotron.com/cz/produkt/sbernicovy-externi-teplomer-750/>
- [6] Miniserver. Loxone.com [online]. [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://shop.loxone.com/cscz/miniserver.html>
- [7] NFC Code Touch. Loxone.com [online]. [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://shop.loxone.com/cscz/nfc-code-touch.html>
- [8] 1-Wire teplotní senzor set. Loxone.com [online]. [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://shop.loxone.com/cscz/1-wire-teplotni-senzor.html>
- [9] Revoluční ovládání v chytrém domě: Nový režim na zeď pro Váš tablet. Loxone.com [online]. [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/loxone-smart-home-app-6/>
- [10] DS18B20 [online]. [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://www.gme.cz/ds18b20>
- [11] CADY, Fredrick M. *Microcontrollers and microcomputers: principles of software and hardware engineering*. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 2010. ISBN 0195371615.
- [12] CATSOULIS, John. *Designing embedded hardware*. 2nd ed. Sebastopol, CA: O'Reilly, c2005. ISBN 0596007558.

- [13] MANN, Burkhard. *C pro mikrokontroléry: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy - linkery, práce s ATMELE AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje pro programování, tipy a triky ...* Praha: BEN - technická literatura, 2003. μ C & praxe. ISBN 80-7300-077-6.
- [14] BANZI, Massimo. *Getting started with Arduino*. 2nd ed. Farnham: O'Reilly, 2011. ISBN 9781449309879.
- [15] PINKER, Jiří. *Mikroprocesory a mikropočítače*. Praha: BEN - technická literatura, 2004. ISBN 80-7300-110-1.
- [16] MERZ, Hermann, Thomas HANSEMANN a Christof HÜBNER. *Automatizované systémy budov: sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet*. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2367-9.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ASCII	Americký standardní kód pro výměnu informací
EEPROM	Elektricky vymazatelná PROM
GND	Elektrické uzemnění (Ground)
IDE	Integrované vývojové prostředí
IIC, I2C	Multi-master sériová sběrnice
LAN	Lokální počítačová síť
NC	V klidu uzavřená (smyčka)
NO	V klidu otevřená (smyčka)
PC	Osobní počítač
PIR	Pasivní infračervený detektor
PWM	Pulsně šířková modulace
RFID	Identifikace pomocí rádiové frekvence
SD	Paměťová karta
SRAM	Statická paměť RAM
UART	Univerzální asynchronní přijímač a vysílač
USB	Univerzální sériová sběrnice
WiFi	Komunikační standard pro bezdrátový přenos dat

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Nákres 1NP.....	14
Obr. 2 Nákres 2NP.....	15
Obr. 3 Schéma vytápění – stávající stav	16
Obr. 4 Ústředna JA 101KR-LAN [2].....	21
Obr. 5 Ovládací panel JA-114E [4]	22
Obr. 6 LOXONE miniserver [6].....	24
Obr. 7 LOXONE Touch s NFC prvky [7]	25
Obr. 8 Teplotní 1-Wire snímače pro LOXONE systém [8].....	25
Obr. 9 Ovládání pomocí tabletu LOXONE [9].....	26
Obr. 10 Funkční diagram zapojení integrovaného systému	28
Obr. 11 Pouzdra teplotního snímače DS18B20 [10]	30
Obr. 12 Funkční diagram vytápění	32
Obr. 13 Funkční diagram zabezpečení	34
Obr. 14 Základní jednotka	36
Obr. 15 Základní jednotka - popis	37
Obr. 16 Funkční diagram základní jednotky	40
Obr. 17 I/O modul zabezpečení	42
Obr. 18 I/O modul z návrhového SW Eagle.....	43
Obr. 19 Připojení jednoduše vyvážené smyčky NO	44
Obr. 20 Nastavení adresy zabezpečovacího modulu	45
Obr. 21 Funkční diagram I/O modulu	49
Obr. 22 Ovládací panel	50
Obr. 23 Funkční diagram ovládacího panelu.....	53
Obr. 24 Modul vytápění.....	54
Obr. 25 Modul vytápění z návrhového SW Eagle	55
Obr. 26 Modul Vytápění - Vstupy	56
Obr. 27 Nastavení adresy modulu vytápění.....	57
Obr. 28 Funkční diagram modulu vytápění	61
Obr. 29 Software – Hlavní okno	62
Obr. 30 Software – Nastavení komunikace	63
Obr. 31 Software – Zabezpečení.....	64
Obr. 32 Software – Nastavení uživatelů.....	64

Obr. 33 Software – Vytápění	65
Obr. 34 Software – Nastavení adres teploměrů	66
Obr. 35 Software – Administrace	66

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Základní jednotka - komunikace po zabezpečovací sběrnici	38
Tab. 2 Základní jednotka – komunikace s částí řízení vytápění	39
Tab. 3 Nastavení EEPROM – základní jednotka.....	39
Tab. 4 Komunikace základní jednotky se zabezpečovacím modulem	46
Tab. 5 Komunikace zabezpečovacího modulu se základní jednotkou	47
Tab. 6 Řazení dat v EEPROM zabezpečovacího modulu	48
Tab. 7 Komunikace ovládacího panelu se základní jednotkou.....	51
Tab. 8 Komunikace ovládacího panelu se základní jednotkou.....	52
Tab. 9 EEPROM – ovládací panel.....	52
Tab. 10 Komunikace základní jednotky s modulem vytápění	58
Tab. 11 Komunikace modulu vytápění se základní jednotkou.....	59
Tab. 12 Řazení dat v EEPROM modulu vytápění	59

SEZNAM PŘÍLOH

- P I Dokumentační CD obsahující elektronickou verzi této bakalářské práce, schémata vytvořených desek plošného spoje, programy platformem Arduino, program řídicího softwaru na PC.