

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



**Možnosti domácí automatizace
na platformě Arduino**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zdeněk Votruba, Ph.D.

Autor práce: Jan Píkl

PRAHA 2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Píkl

Informační a řídicí technika v agropotravinářském komplexu

Název práce

Možnosti domácí automatizace na platformě Arduino

Název anglicky

Possibilities of Home automation by platform Arduino

Cíle práce

Seznámení s platformou Arduino včetně základních modulů. Ověření funkce a spolehlivosti. Návrh sestavy pro domácí automatizaci se zohledněním různých verzí bezdrátového přenosu informace.

Metodika

1. Literární rešerše
2. Cíl práce
3. Metodika
4. Zhodnocení základních modulů
5. Diskuse a ověření různých způsobů bezdrátového přenosu
6. Vytvoření obecně platného návrhu
7. Bezpečnostní zhodnocení
8. Diskuse, závěr, finanční zhodnocení

Doporučený rozsah práce

30 až 40 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Klíčová slova

smart building, řízení, sběrnice

Doporučené zdroje informací

HEŘMAN, J., TRINKEWITZ, Z., et al.: Elektrotechnické a telekomunikační instalace, 2006, Verlag Dashofer, ISBN 80-86897-06-0.

<http://arduino.cz/>

Kindl, Jiří: Projektování bezpečnostních systémů. I. díl, EPS, EZS, UTB Zlín, 2009

Voda, Z: Průvodce světem Arduina, HW Kitchen, 2014



Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Zdeněk Votruba, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 18. 1. 2017

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2017

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 27. 03. 2018

Prohlášení


Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Možnosti domácí automatizace na platformě Arduino vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne 28. března 2018



Poděkování

Tímto bych rád poděkoval panu Ing. Zdeňkovi Votrubovi, Ph.D., za odborné vedení a cenné rady, kterými mě zásoboval během zpracování této bakalářské práce.

Abstrakt: Cílem této bakalářské práce je zvážit možnosti domácí automatizace s využitím platformy Arduino. V rámci literární rešerše je detailně popsána domácí automatizace, její aspekty a způsoby řešení, které jsou popsány na základě komerčně dostupných systémů se snahou o zhodnocení jejich výhod a nevýhod. Dále se rešerše zabývá již samotnou platformou Arduino, přičemž cílí i na popis jejích modulů a dalších rozšíření. Druhá část práce se soustředí na samotný návrh na domácí automatizaci typické domácnosti s využitím této platformy, který cílí na ovládání osvětlení, regulaci teplot a ochranných prvků před škodami vzniklými vadnou instalací. V rámci těchto návrhů jsou diskutovány možnosti bezdrátového přenosu a vše je ohodnoceno z hlediska bezpečnosti.

Klíčová slova: Domácí automatizace, inteligentní budova, řízení domu, sběrnice, Arduino, mikropočítače

Possibilities of home automation by platform Arduino

Summary: The aim of this Bachelor's thesis is to weigh available options of home automation using platform Arduino. Within literary research, there is a detailed description of home automation, its aspects and methods of implementation described on the basis of commercially available systems in an effort to assess their advantages and disadvantages. Furthermore, it deals with the application Arduino itself and at the same time, it also describes its modules and other extensions. The second part of the thesis focuses on the project of home automation of a typical household using this platform and it focuses on control of lighting and regulation of temperature and safety features preventing from damage stemming from defective installation. Moreover, there is discussion on possible ways of a wireless transmission and the whole project is also analysed in terms of safety.

Key words: home automation, smart building, home control, bus, Arduino, microcomputers

Obsah

1. Úvod	1
1.1. Cíl práce.....	1
1.2. Metodika práce.....	1
2. Domácí automatizace	3
2.1. Minimalizace nákladů na energie	4
2.2. Minimalizace provozních nákladů.....	4
2.3. Minimalizace nákladů na opravy a rekonstrukce.....	5
2.4. Flexibilita prostor.....	5
2.5. Kvalita prostředí objektu	5
2.6. Zabezpečení objektu.....	5
2.7. Požární ochrana	6
3. Typy domácí automatizace	7
3.1. Kabelová instalace.....	7
3.2. Bezdrátová instalace	7
3.3. Kombinace obou předchozích typů	8
3.4. Střední a velká automatizace	9
4. Inteligentní sběrnice	10
4.1. Centralizované systémy.....	10
4.2. Decentralizované systémy.....	11
5. Platforma Arduino	13
5.1. Arduino Mini.....	15
5.2. Arduino Mega2560 R3.....	15
5.3. Arduino UNO R3.....	16
6. Arduino moduly	17
6.1. Vstupní moduly	17
6.2. Výstupní moduly	17
6.3. Zobrazovací moduly	18
6.4. Prototypovací pole	18
6.5. Komunikační moduly.....	19
7. Arduino shieldy	20
7.1. Komunikační shieldy	20
7.2. Výkonové shieldy	21

7.3. Sensorové shieldy	21
8. Obecně platný návrh sestavy pro účely domácí automatizace	22
8.1. Řízení osvětlení	23
8.2. Regulace teploty	27
8.2.1. WiFi	28
8.2.2. XBee	29
8.2.3. Bluetooth	29
8.2.4. Sériová bezdrátová komunikace	30
8.3. Ochrana před zaplavením	33
9. Bezpečnostní zhodnocení.....	35
10. Závěr	36
11. Použité zdroje	38
Seznam obrázků.....	42
Seznam tabulek.....	43
Seznam ukázek zdrojových kódů	44

1. Úvod

Domácí automatizace je pro většinu pokračováním v trendu „chytrých“ věcí/součástí našeho života a byť je na trhu již několik desítek let (myšlenka domácích automatizací vznikla již v padesátých letech minulého století), neustále se rozvíjí a doposud neexistuje žádný systém, který by automatizaci obsáhnul ve všech jejích aspektech. Její cíl může být vnímán okolím dvěma způsoby. Širší veřejnost ji může považovat spíše za prvek, který přispívá v domácnosti k většímu komfortu. V odbornějších kruzích je vnímána především v souvislosti s inteligentním řešením objektu, které má za hlavní cíl ušetřit energii, tedy i finance. [1]

Arduino je vývojová platforma, která vznikla v roce 2005 v italském institutu Interaction Design Institute s cílem být jednoduchým a finančně dostupným vývojovým setem pro studenty. Arduino mělo mezi studenty velký úspěch, a proto jej jeho tvůrci poskytli celému světu. Existuje mnoho typů, které se liší svými možnostmi či specializací a neustále se vyvíjí. Naposledy vznikla nová deska ve spolupráci se společností Intel se jménem Galileo. Jedná se o open-source projekt, takže vedle hlavní linie projektu Arduino vzniká spousta dalších neoficiálních klonů. Mezi nejznámější patří např. Seeeduino. [2]

Arduino samo o sobě je jen jednoduchý počítač, ke kterému je třeba připojit další zařízení, se kterým má komunikovat, a který je potřeba naprogramovat. Jinými slovy naučit ho zpracovávat informace, které pomocí připojených zařízení získal a ty pak zase někde jinde zobrazil nebo využil například s dalším připojeným zařízením.

1.1. Cíl práce

Cílem práce je navrhnout řešení domácích automatizací, ve které bude jako řídicí prvek použita platforma Arduino, otestovat její funkčnost a spolehlivost. Na základě vlastní zkušenosti a testů pak zhodnotit možnosti využití této platformy pro tento účel z hlediska funkčnosti, možností v porovnání s komerčními produkty, spolehlivosti a finanční náročnosti.

1.2. Metodika práce

První část práce se věnuje literární rešerši, která je rozdělena na několik kapitol. Hned ty úvodní se zaměřují na popsání pojmů, jako je domácí

automatizace, její typy, možnosti a samozřejmě také limity v podobě předpisů, norem a vyhlášek. Součástí je rovněž stručný popis inteligentních sběrnic, které tvoří základní stavební kámen při řízení inteligentního domu. V druhé části literární rešerše se pozornost soustředila již na platformu Arduino, její možnosti, připojitelné moduly a shieldy.

Na základě literární rešerše se poslední část práce zabývá návrhem sestavy pro domácí automatizaci. Sestava se bude skládat z platformy Arduino a vhodně zvolených prvků, které s ním budou komunikovat. Tuto sestavu poté zhodnotit z hlediska funkčnosti, bezpečnosti a spolehlivosti.

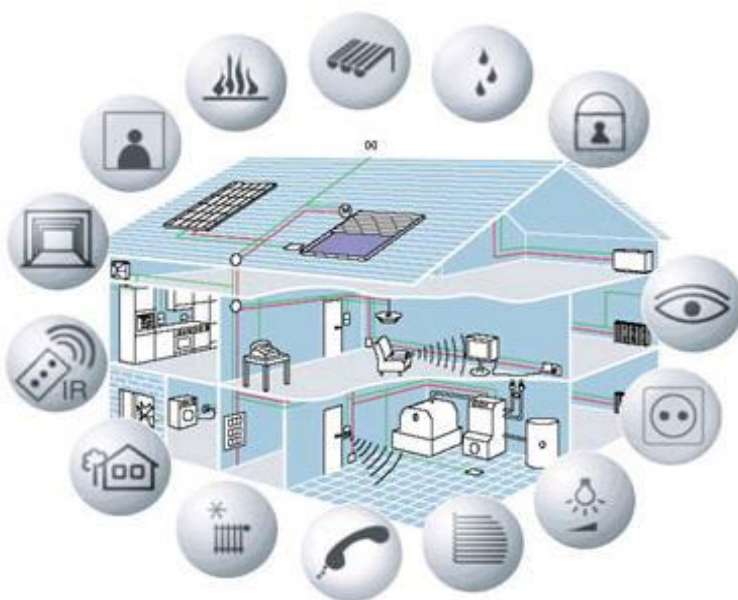
2. Domáci automatizace

Často se tento pojem dá zaměnit s pojmy jako je inteligentní budova nebo chytrý dům. V posledních letech se stále častěji hovoří přímo o inteligentní budově, což je pojem, který má mnoho definic a vybrat tu správnou jde velice obtížně. Část odborné veřejnosti považuje za inteligentní budovu už takový objekt, který splňuje energetické normy a lze je označit za nízkoenergetické. To znamená, že je takový objekt vyroben z materiálů, které v zimě nepropouští mráz, v létě chladí, okna mohou být kouřová a propouští jen určité množství jasu, a tedy i tepla. [1]

Tato práce se bude zabývat především inteligencí, kterou zajišťují prvky ICT, které jsou spolu propojeny, komunikují a tvoří celek, který ovlivňuje celkové chování takovéto budovy. Běžný stav v nově postavených budovách je, že téměř každá obsahuje nějaký prvek. Ať už je to řídicí jednotka topení, ohřívání vody, ovládání klimatizace nebo třeba kamerový systém, tato technika spolu obvykle nespolupracuje a každá má jiný způsob ovládání. Cílem domácí automatizace je sjednotit všechny prvky pod jednotnou platformu a integrovat je mezi sebou. [3]

Inteligentní budova se chová tak, že dokáže více či méně reagovat na různě vzniklé očekávané či neočekávané události i bez aktivního zapojení uživatele takovéto budovy podle toho, jaké prvky jsou v budově zavedeny. Může obsahovat více systémů, aby byly všechny požadované potřeby zajištěny. Tyto systémy v rámci budovy musí být schopné integrace do systému inteligentní budovy. Tím se rozumí, že poté mohou být centrálně řízeny. [4]

Obr. 1: Princip domácí automatizace [38]



Tyto systémy v domácí automatizaci tak využívají různé snímače a čidla, pomocí kterých se pak jiné součásti, například motory či další čidla spouštějí a regulují tak například vnitřní teplotu v budově či regulují osvětlení tak, aby to bylo co nejefektivnější.

Domácí automatizace tedy dělá z budovy, bytu či místnosti objekt s integrovaným managementem obsahující jednotný systém řízení, který se soustředí především na níže uvedené aspekty, byť nemusí obsáhnout všechny z nich. [5]

- Minimalizaci nákladů na energie
- Minimalizaci provozních nákladů
- Minimalizaci nákladů na opravy a rekonstrukce
- Flexibilitu prostor
- Kvalitu prostředí objektu
- Zabezpečení objektu
- Požární ochranu

Následující kapitoly popisují, co je myšleno kategorizací uvedenou výše s typickými příklady, které se pro zefektivnění objektu používají.

2.1. Minimalizace nákladů na energie

Tyto náklady je potřeba řešit už při návrhu objektu, případně při jeho rekonstrukci, a to především volbou správného stavebního materiálu a způsobu vytápění. Materiál by měl mít vlastnosti, které v zimě dokáží udržet teplo a v létě naopak objekt před teplem uchránit. Může se jednat o speciální materiály použité na zdivo nebo speciální sklo, které dokáže odrážet světelné paprsky. Tato volba ovlivňuje veškeré náklady na energie objektu dost možná nejvíce.

2.2. Minimalizace provozních nákladů

Provozními náklady se rozumí náklady, které vynakládáme v objektu pro topení, spotřebu vody, ohřev vody, spotřebu elektrické energie. V domácí automatizaci se typicky řeší například energie, kterou vydáme za topení. Vhodně instalovanými čidly lze pak na základě vnitřních a venkovních teplot regulovat

topení tak, aby přísun byl co nejefektivnější. Teplo v objektu lze dále například ovlivňovat vhodnou regulací přísvitů a podle toho manipulovat s žaluziemi.

2.3. Minimalizace nákladů na opravy a rekonstrukce

Vhodným zavedením rozličných čidel lze zabránit vzniku havárií či alespoň minimalizovat škody, které může napáchat. Lze tak detekovat unikající plyn či kouř, případně například detekovat unikající kapalinu.

2.4. Flexibilita prostor

K flexibilitě prostor se dá zařadit optimalizace, která je šitá na míru uživatelům, kteří objekt užívají. Mezi ně patří například možnost regulace všeho pomocí tabletu, mobilního telefonu, případně nějaká zábavně relaxační forma automatizace – jednotné úložiště dat, ke kterému se dá přistupovat odkudkoliv, automatický přísvit v nočních hodinách při pohybu, sledování TV atd.

2.5. Kvalita prostředí objektu

Zde patří například měření vlhkosti, případně čistoty vzduchu a na to reagující adekvátní prostředky a vybavení, které se prostředí snaží udržet v optimálním nastaveném stavu.

2.6. Zabezpečení objektu

Jsou dva druhy zabezpečení objektu. Mechanické zábranné systémy a elektronické zabezpečovací systémy. Pro projekt domácí automatizace se hodí mnohem více ten druhý, tedy elektronický zabezpečovací systém, který se dle normy ČSN EN 50131 nazývá Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy, dále jen PZTS. Tyto systémy primárně nemusí bránit vstupu do objektu, jeho snahou je spíše neoprávněný vstup zaznamenat nebo ideálně neoprávněnou osobu od vstupu do objektu odradit a po takovémto zjištění snahy či přímo neoprávněného vniknutí spustit poplašný systém. Zároveň se tento systém zaměřuje na bezpečí obyvatelů objektu a zajišťuje přivolání pomoci v případě nouze. [4]

Stupně zabezpečení jsou definovány normou ČSN EN 50131-1, která stanovuje kritéria na vybavení a funkce jednotlivých komponent případně celého

systemu, kde platí, že komponenta s nejnižším stupněm zabezpečení určuje celkový stupeň zabezpečení celého systému. [4] [6]

Spolupráci s dalšími systémy a jejich integraci popisuje norma ČSN EN 50398 – Kombinované a integrované systémy. [7]

2.7. Požární ochrana

Elektronické požární systémy (dále jen EPS) slouží k detekci požárů, kdy v případě, že tento stav nastane, dojde k automatickému upozornění uživatele, na kterém je, aby požár uhasil, případně zavolal odbornou pomoc. Jedná se o jeden z nejdůležitějších systémů, protože jeho cílem je kromě hlídání majetku ochrana zdraví a života jeho uživatelů. [4]

Od roku 2008 dle sbírky 23/2008 část této problematiky upravuje vyhláška z 29. ledna 2008 o technických podmínkách požární ochrany staveb, která nařizuje § 14 dle § 15 pro rodinné domy a § 16 pro bytové domy vybavovat nově vznikající stavby zařízením autonomní detekce a signalizace. Zařízením autonomní detekce kouře se rozumí hlásič, který splňuje českou technickou normu ČSN EN 14604 a hlásiče požáru musí dle této vyhlášky splňovat normu ČSN EN 54. [8]

3. Typy domácí automatizace

Jsou v podstatě 2 základní typy domácí automatizace, které se liší způsobem komunikace s centrální řídicí jednotkou. Třetím typem je pak kombinace těchto obou. V následujících kapitolách jsou více popsány s tím, že je zmíněn typický představitel takovéto automatizace, jeho základní vlastnosti, pozitiva či negativa.

3.1. Kabelová instalace

Prvním typem je automatizace drátová, čímž je myšleno, že veškerá komunikace centrální jednotky se všemi perifériemi k ní připojenými probíhá pomocí kabelů. K tomu je potřeba mnohdy stavebních úprav, proto je lepší na toto řešení myslet již při stavbě takové budovy, případně při rekonstrukci. To je velká nevýhoda tohoto typu řešení, mnohdy se na některé zejména historické objekty nehodí. Další velkou nevýhodou je cena samotných kabelů, které jdou v rámci typického domu do řádu tisíců korun. Naopak velkou výhodou tohoto typu je velká přesnost a kvalita přenesených informací. Rovněž vzdálenost připojených zařízení není žádný problém a limitující je jen délka kabelů. Další velkou výhodou je přenosová rychlost dat.

Typickým příkladem pro tento způsob instalace je komerční řešení Control4. Tento systém komplexně řeší automatizaci od zabezpečení, regulaci termostatu, bazénu, světel po interkom či zábavu v podobě centrálně uložených hudebních a filmových dat. Takový systém propojuje všechna zařízení a dává nám nad nimi kontrolu. Sbírá data ze senzorů a všech připojených zařízení a dokáže tak činit autonomní rozhodnutí, čímž šetří jak naši práci, tak energie. Nabízí kromě jiného možnost připojit i bezdrátové prvky, čímž vyniká vysokou modulárností. [9]

3.2. Bezdrátová instalace

Bezdrátová instalace je druhým typem domácí automatizace. Její velkou výhodou je lepší cenová dostupnost, v podstatě žádná potřeba stavebních úprav, takže se hodí na všechny typy objektů. Mezi velké nevýhody patří kvalita přenášených informací například skrz několik zdí, ale také rychlost přenosu dat a dosah od řídicí jednotky k nejvzdálenějším zařízením. Dalším rizikem je rušení přenosového signálu, na kterých komunikují senzory s centrální řídicí jednotkou

jinou centrální jednotkou, která je taktovaná na stejnou frekvenci a používá ji například majitel sousední nemovitosti či jinými vlnami – mobilní telefony, pozemní vysílání, rádiové vlny, mikrovlnná trouba atp. Výsledkem pak mohou být zkreslené informace, plané poplachy atd. Další nevýhodou je nutnost občas vyměnit v senzorech baterie, ty však na nízkou kapacitu jejich zdroje energie dokážou většinou svou řídicí jednotku upozornit.

Komerčně řešeným příkladem je domácí automatizace řešená pomocí systému Fibaro. Fibaro je bezdrátové, dle výrobce dostupné řešení domácí automatizace, ovládání a sledování stavů a spojuje zařízení v objektu v jednotný systém. Jeho obrovskou výhodou je téměř nulová nutnost zásahů do stávající elektroinstalace, čímž logicky odpadá i nutnost stavebních úprav při zavádění takového systému. Systém Fibaro se ovládá pomocí aplikace, která se dá nainstalovat či otevřít v každém telefonu, tabletu či PC. Díky internetu se dá navíc vše ovládat takřka odkudkoliv, k čemuž dopomáhají i notifikace, které uživatele v reálném čase upozorní. Pro vzájemnou komunikaci mezi řídicí jednotkou a všemi periferiemi systém Fibaro využívá technologie Z-Wave. Její výhodou je, že je to otevřený protokol, kterého využívá mnoho dalších výrobců. Proto lze připojit k systému i zařízení jiných výrobců. Jedná se o protokol vyvíjený speciálně pro potřeby domácí automatizace. [10]

3.3. Kombinace obou předchozích typů

Tento typ je pouhou kombinací obou předchozích typů. Při optimálním použití by měl využívat výhod obou variant, přičemž by mělo být už u návrhu jasné, jak se budou které prostředky řídit. Vzhledem k uvedeným nedostatkům předchozích typů je opodstatněné při použití této kombinace zvolit vedení informací pomocí kabelů pro stěžejní či datově náročné prvky jako například ovládání topení či implementace zabezpečovacího systému, jehož normy přesně popisují úroveň zabezpečení dle zvolené technologie. Váhu při projektování tedy rozhodně mají i normy, podle kterých se řídí například pojišťovny, které třeba v případě zabezpečení objektu vyžadují určitý stupeň zabezpečení, případně se od jeho stupně odvíjí cena pojištění. [6]

3.4. Střední a velká automatizace

Předchozí typy a jejich přímí komerční zprostředkovatelé patří spíše mezi menší automatizace, čímž se rozumí, že se soustředí spíše na menší objekty, byť to nemusí být pravidlem, a jejich nabídka není tak komplexní. Mezi typy střední a velké automatizace řadíme například systémy KNX a Foxtrot. [11]

Systém Foxtrot nabízí téměř vše, na co si zákazník vzpomene. Jeho obrovskou výhodou je fakt, že se jedná o otevřený systém, který z něho dělá „stavebnici“, která je přizpůsobitelná a rozšiřitelná přesně na míru každého projektu. Lze k němu připojit jak prvky přes centralizovanou kabeláž, tak i bezdrátové prvky. Další výhodou tohoto systému je způsob komunikace s dalšími systémy. Systém dokáže komunikovat například s homologovanými zabezpečovacími systémy, kamerovými systémy, tepelnými čerpadly, kotly, elektrickými zásuvkami či jinými systémy pro automatizaci (například Control4) Samozřejmostí je rovněž vzdálený přístup odkudkoliv a další velkou výhodou je i možnost sledovat spotřebu energie, vody, ale také rosení či síly větru. [11]

Automatizace tohoto typu již cílí na veškeré aspekty domu, speciální systémy je možné implementovat doprogramováním. Systém jako je tento dokáže sjednotit všechny použité systémy v jeden komplexní, což ušetří náklady i čas strávený nad kontrolou, případně správou nastavení.

4. Inteligentní sběrnice

Základem pro komplexní řízení a chod inteligentní budovy je systémová elektrická instalace. Nejjednodušší klasická instalace, jež se používá v bytech či domech, zahrnuje světelné obvody, případně obvody zásuvkové. V moderní automatizaci se však používá i dalších prvků, které zefektivňují chování budovy. Každá specializovaná činnost může mít vlastní řídicí systém (například systém pro řízení vytápění, systém pro řízení klimatizace, systém pro ovládání osvětlení, regulace žaluzií, zabezpečovací systém). Pokud se všechny tyto systémy spojí a zajistí vzájemnou spolupráci, má to velký vliv na celou automatizaci a jednotlivé zapojené systémy tak šetří energií. Typickým příkladem je systém na ovládání ventilace a klimatizace – při komunikaci těchto dvou systémů se vyhodnotí, že je efektivnější otevřít okno a klimatizace tak může zůstat vypnutá. [12]

K takovéto komunikaci slouží sběrnice. Vzhledem k tomu, že je potřeba vyhodnocovat stavy, komunikace neprobíhá silovým spínáním, ale formou telegramů, které obsahují potřebné informace k dalšímu zpracování. Toto řešení nám usnadní vytváření centrálních funkcí včetně možnosti plánování dopředu. Existují 2 hlavní typy sběrnicevých systémů – s centrální jednotkou a bez centrální jednotky [12]

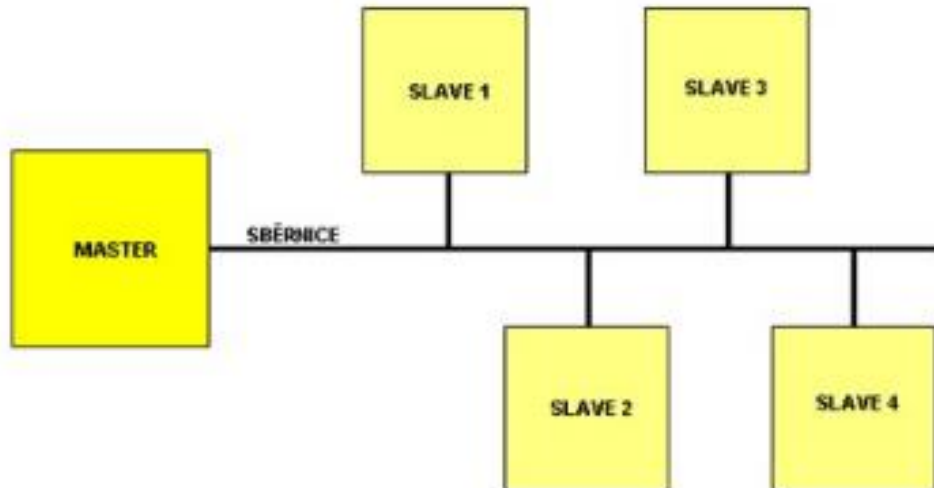
4.1. Centralizované systémy

Centralizovaný systém má tu nespornou výhodu, že obsahuje centrální řídicí jednotku, která nám umožní komunikovat se všemi připojenými periferiemi navzájem, přes připojenou sběrnici je řídit, a to v nepřetržitém provozu. Centralizovaný systém využívá hvězdicového typu zapojení, přičemž řídicí jednotka je připojena ke sběrnici jako Master, ostatní podřízené systémy nebo ovládané prvky jsou typu Slave, viz. Obr. 2

Jeho výhodou je to, že všechny připojené prvky mohou přes sběrnici zcela bezkonfliktně komunikovat jak s řídicí jednotkou, tak mezi sebou. [13] Tato topologie vykazuje vysokou spolehlivost a pouze 2 slabší místa. Jedno z nich je větší spotřeba kabelů při kabelové instalaci, druhé pak, že při poruše centrální jednotky se vyřadí celý systém z provozu. [12]

Systém s centralizovanou strukturou dodává například firma Teco, a.s. a to již zmíněný systém Foxtrot [12] [11] nebo Fibaro [10]

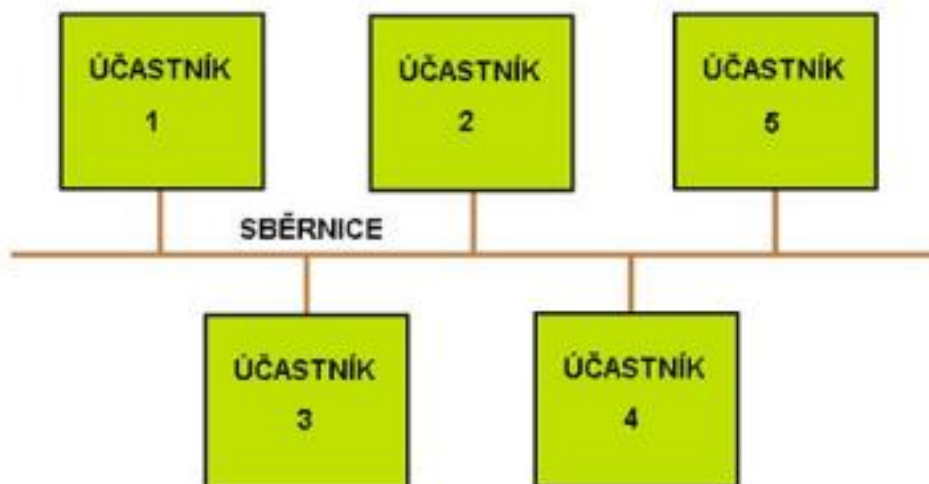
Obr. 2: Zapojení ke sběrnici s centrální řídicí jednotkou [12]



4.2. Decentralizované systémy

Tyto systémy jsou zapojeny sběrnice, to znamená, že všechny přístroje navzájem jsou propojeny pomocí dvou vodičové sběrnice, přičemž žádný z připojených účastníků nemá nadřazenou funkci, takže v takovéto soustavě neexistuje prvek, který by rozhodoval, kdy má co vysílat či přijímat informace či konat příkaz, viz zapojení takovéto soustavy na Obr. 3. Každý prvek je neustále připraven přijímat i odesílat data, které potřebuje ke splnění jemu přidělené činnosti.

Obr. 3. Sběrnice zapojení bez použití centrální jednotky [12]



Výhodou je velice jednoduché spojování připojených prvků a tím rozšiřování instalace. Další výhodou je, že porucha kteréhokoliv připojeného zařízení vyřadí z provozu pouze toto zařízení a nebude to mít vliv na funkčnost zbytku systému krom toho, že se nebudou vykonávat funkce, které byly zabezpečeny porouchaným zařízením. Nevýhodou je možnost komunikace pouze jednoho přístroje na sběrnici a fakt, že při výpadku proudu se všechny připojené prvky vyřadí také. [13]

Mezi typické příklady systémů tohoto typu můžeme zařadit například mezinárodně normalizovanou systémovou instalaci KNX či soustavu LON Works. [12]

5. Platforma Arduino

„Arduino je otevřená (open source) elektronická platforma, založená na uživatelsky jednoduchém hardware a software. Arduino je určeno pro každého, kdo chce tvořit rychle a jednoduše nové, interaktivní a zábavné projekty. Arduino je pro všechny, kdo se chtějí učit programovat, nebo jen pochopit, jak fungují moderní technologie. Arduino je vlastně počítač, který pomocí různých senzorů dokáže vnímat vnější svět a reagovat na něj například pohybem motorků, svícením LEDek anebo jak si jen dokážete představit.“ [14]

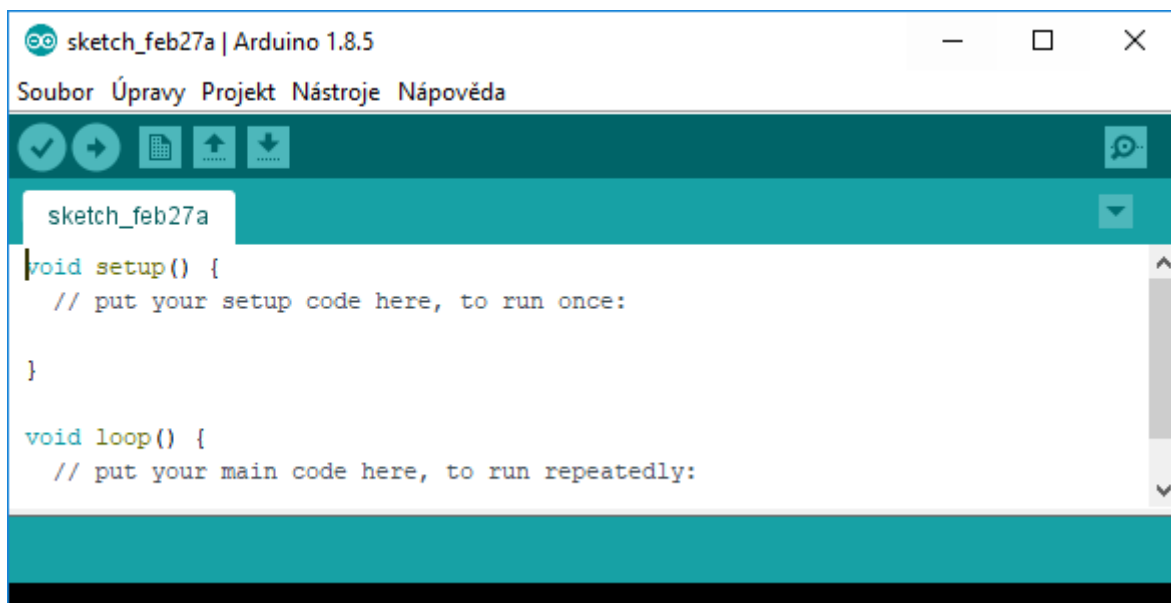
Mezi výhody této platformy patří jednoduchost použití, nepřeberné množství kompatibilního HW od jednotlivých čidel po různé shiely, Další velkou výhodou je pořizovací cena, která je stlačena na minimum a asi největší výhodou je celosvětová podpora Arduino komunity. Typickou barvou pro většinu desek je modrá barva, byť novější modely již přechází na standardní zelenou. Jelikož se jedná o open-source platformu, lze si Arduino desku poskládat i z jednotlivých komponent například na nepájivém kontaktním poli. [2]

Jak je již zmíněno v úvodu práce, existuje mnoho typů, které se kromě ne vždy tolik podstatné velikosti zařízení liší především svými možnostmi, výkoností či specializací na konkrétní účely. V těle téměř každé této desky bije procesor ATmegaX od společnosti Atmel, na který jsou napojeny ostatní elektronické komponenty. Čipy ATmegaX již v sobě mají zabudován tzv. bootloader, což je v podstatě zavaděč, který se stará o základní nastavení čipu. Vzhledem k tomuto faktu lze k jeho programování použít vyšší programovací jazyky a programátor se tak o toto nastavení nemusí starat. [14]

Většina desek obsahuje rovněž převodník, který nám poskytuje komfort při komunikaci mezi čipem a počítačem, některé ho však nemají, a je proto potřeba při jeho programování použít převodník externí. Některé typy mají převodník integrován přímo v čipu. Některé verze prošly postupem času vývojem, například se změnilo rozložení součástek. Takovéto verze jsou očíslovány s přídomkem např. Rev3, popřípadě R3. [2]

Arduino lze programovat prostřednictvím rozhraní, které je pro něj přímo určené. Nazývá se Arduino IDE a lze ho nainstalovat na všechny běžné operační systémy od Windows, MAC OS po běžné distribuce Linuxu. Toto prostředí je naprogramováno v jazyce Java a je založeno na výukovém prostředí Processing. Novinkou je prostředí přepracované do webové aplikace s názvem Arduino web editor, ke kterému lze přistupovat odkudkoliv s přístupem k internetu. [15]

Obr. 4: Prostředí Arduino IDE pro programování Arduino desek [vlastní]



Programovat se dá Arduino několika jazyky, např. C nebo C++. Nejvíce se však pro svou jednoduchost využívá knihovna Wiring, která je díky své komplexnosti často označována za samostatný programovací jazyk. [2]

Pro mnoho modulů a senzorů jsou dostupné navíc již naprogramované knihovny, které definují základní konfiguraci, případně často obsahují funkce, které se pak dají implementovat do kódu, což zjednodušuje čtení kódu i celé programování.

Výhodou pro jeho využití jako prostředek k řízení domácí automatizace se zdá být cena za jeho pořízení, nicméně od takového systému se očekává, že se zapojí a bude víceméně bezproblémově a spolehlivě fungovat několik let. Desky byly ovšem vyvíjeny pro studentské účely k protopování a naučení se, proto se od nich nedá očekávat tak dlouhá životnost při nonstop chodu.

5.1. Arduino Mini

Arduino Mini je jedním z nejmenších typů desky a přesně pro tento účel byla deska navržena. Daní za opravdu malé rozměry je proto absence USB portu, takže pro programování této desky je nutné použít USB 2 Seriál převodník. I díky absenci tohoto převodníku lze tuto desku pořídit již za cenu pod 150 Kč. Výkonově navíc tato deska nezaostává za svými většími sourozenci, je osazena procesorem ATmega328 a běží na taktu 16 MHz. Přestože je deska miniaturní obsahuje podobné množství pinů jako mnoho podstatně větších desek, konkrétně 14 pinů digitálních a 6 pinů analogových. Vzhledem ke své velikosti se používá pro menší projekty například v chytrých vypínačích či ovladačích. [2] [16]

Obr. 5: Arduino Pro Mini [44]



5.2. Arduino Mega2560 R3

Arduino Mega 2560 je pro změnu jedním z největších modelů platformy Arduino a je také výkonnější. Využívá mikrokontroleru ATmega2560, který běží na taktu 16 MHz. Programovatelná paměť je 256 kB, tedy mnohem více než nabízí

Obr. 6: Arduino Mega2560 R3 [43]



předchozí model. Rovněž počet připojitelných pinů je mnohem vyšší. Obsahuje 54 digitálních pinů a 16 analogových. Je vhodný tedy pro rozsáhlejší projekty, které vyžadují více paměti a počítají s připojením spousty dalších zařízení. K tomuto modelu se zpravidla uchylují ti, kterým již nestačí modely s čipem ATmega328 a potřebují více

předchozí model. Rovněž počet připojitelných pinů je mnohem vyšší. Obsahuje 54 digitálních pinů a 16 analogových. Je vhodný tedy pro rozsáhlejší projekty, které vyžadují více

výpočetního výkonu. Cena tohoto modelu v originálním provedení se pohybuje kolem 1.100 Kč. [2] [16]

5.3. Arduino UNO R3

Arduino UNO je velikostně takovým středem mezi oběma předchozími typy a možná díky tomuto kompromisu je stále nejpoužívanějším typem desky, přestože lze sehnat již mnohem výkonnější. Jedná se o typ desky, která přímo pokračuje v hlavní vývojové linii, která započala již v roce 2005 prvním Arduinem. **Pro účely otestování možností domácí automatizace byl zvolen právě tento typ.**

Obr. 7: Arduino UNO R3 [42]



S počítačem komunikuje jako většina desek prostřednictvím USB 2.0 a obsahuje vše potřebné k programování a užívání. UNO je osazeno čipem AVR ATmega328 s 2 kB RAM, který běží na taktu 16 MHz a jeho paměť, to které lze ukládat kód je 32 kB, tedy shodná s již zmíněnou deskou Arduino Mini. Arduino UNO disponuje 6 analogovými piny a 14 digitálním piny, z nichž jich je 6 těchto pinů možné použít jako řízený PWM výstup. Tuto desku lze pořídit již za příznivých 700 Kč, dělají se ovšem i klony, které stojí zhruba čtvrtinu, přičemž zpracování a spolehlivost jsou zpravidla úměrné tomuto cenovému rozdílu. [2] [16]

S počítačem komunikuje jako většina desek prostřednictvím USB 2.0 a obsahuje vše potřebné k programování a užívání. UNO je osazeno čipem AVR ATmega328 s 2 kB RAM, který běží na taktu 16 MHz a jeho paměť, to které lze ukládat kód je 32 kB, tedy shodná s již

6. Arduino moduly

Většinu desek lze rozšířit o přídavné moduly. Vzhledem k tomu, že Arduino je otevřená platforma, je třeba poznamenat, že vývoj těchto modulů již není součástí vývoje platformy a jediným limitujícím parametrem pro tyto moduly je kompatibilita s Arduinem, resp. s řídicími signály v jeho napěťových úrovních, tedy logická „1“ při napětí 5 V a „0“ při napětí 0 V, resp. 0 – 3,3 V při nízkonapěťových modulech, které se k deskám připojují přes napěťový konvertor. Těchto modulů se vyrábí tisíce druhů různého zaměření a samozřejmě kvality, byť mnohé jsou jen obdoby těch již vyrobených. Možnosti jsou však ve většině budovaných projektů omezené jen čipem v desce Arduino. [17]

6.1. Vstupní moduly

Název již napovídá, že tyto moduly se využívají ke vstupu, tedy čtení informací vývojovou deskou. Rovněž je lze rozřadit do několika základních skupin z nichž neznámější skupinou využívanou téměř v každém projektu jsou senzory. Může se jednat o senzory teploty, tlaku, vlhkosti, intenzity osvětlení nebo také senzory detekující plamen, plyn v ovzduší a mnoho dalších. [17]

Obr. 8: Snímač teploty a vlhkosti DHT22 [26]



Dále do této kategorie patří vstupní moduly, pomocí kterých desce dává informace zpravidla její uživatel. Mezi tyto moduly patří klávesnice či jiná tlačítková zařízení, ovladače nebo například myši. Mezi vstupní moduly lze zařadit i modul reálného času.

6.2. Výstupní moduly

Výstupní moduly jsou používány jako výstup z desky a opět je můžeme dále dělit do několika skupin. Relé moduly jsou jednou z nejdůležitějších skupin. Pomocí relé modulu lze ovládat zařízení, která běží na nominálně mnohem vyšším napětí (až 250 V). Mezi další typ výstupního modulu můžeme zařadit moduly pro ovládání motorů, a to jak stejnosměrných, tak krokových až do napětí 45 V. Tyto moduly umožňují řídit směr otáčení motoru či regulovat jeho otáčky.

Mezi další výstupní moduly lze zařadit modul pro paměťové karty, který může sloužit například k ukládání logů či jiných dat. Další modul je zvukový a ten může být v podobě tzv. bzučáku či například jednoduchého mp3 přehrávače. Mezi tyto moduly pak v neposlední řadě patří také LED moduly, u kterých lze řídit jejich intenzitu osvětlení případně barvu osvětlení, pokud se jedná o tříbarevnou diodu.

6.3. Zobrazovací moduly

Mezi tyto moduly patří všechny možné displeje, které slouží výhradně pro komunikaci desky s uživatelem. K deskám se připojují stejně jako všechny ostatní moduly pomocí pinů. Asi nejčastějším typem jsou řádkové LCD displeje a to vzhledem k pořizovací

ceně. Jejich nevýhodou může být větší potřeba výstupních pinů, ale lze tento nedostatek nahradit převodníkem na sériovou sběrnici I2C, případně lze displej pořídit již s převodníkem. [18] [17]

Obr. 9: Modrý I2C Display LCD 16x02 znaků [18]



Mezi další typy displejů je třeba zařadit ty grafické. Ty se používají

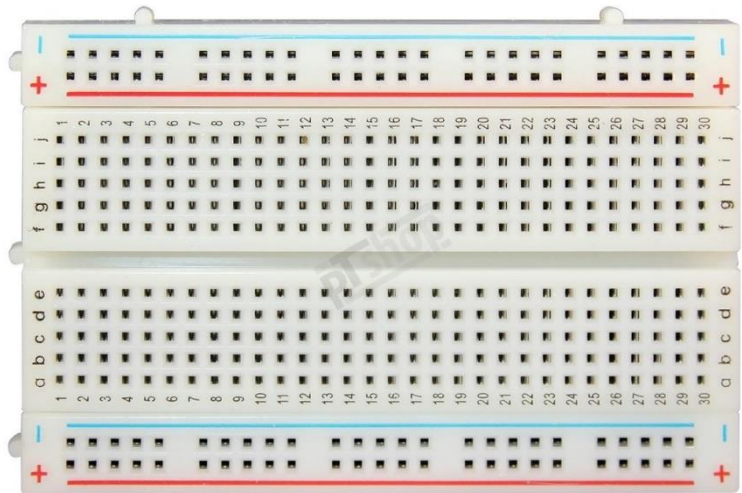
v provedení LCD nebo OLED a vyrábí se mnoho druhů s různou velikostí displeje i jeho rozlišením. Rovněž tyto displeje jsou nejčastěji dvoubarevné. Uživatelsky nejvíce komfortní displeje jsou displeje dotykové. Ty jsou již většinou barevné a jsou výkonově celkem dost náročné. Navíc spotřebují mnoho výstupních pinů, takže se používají nejčastěji se samotnou deskou, pomocí které se pak řídí deska další.

6.4. Prototypovací pole

Při testování zapojení je vhodné použít nepájivé propojovací pole, ke kterému se dají za pomoci tzv. DuPont kablíčků připojit všechna zařízení. Díky tomuto poli tak minimálně v rané fázi téměř jakéhokoliv projektu odpadá nutnost

pájení. Jelikož je však toto pole ze své druhé strany vybaveno oboustrannou lepící páskou, lze jej použít i v menších projektech. Některé desky, zejména ty malé, lze totiž do tohoto pole přímo zasunout, čímž dochází k jejímu uchycení a soustava je pak stabilní.

Obr. 10: Nepájivé kontaktní pole 540B [41]



6.5. Komunikační moduly

Poslední, neméně důležitou skupinu základních modulů tvoří moduly komunikační. Využívají se pro připojení desek do Ethernetu, pro komunikaci skrze mobilní sítě, satelitní navigační sítě či pro propojování zařízení navzájem rádiovými vlnami nebo kabelem.

Nabídka těchto modulů je velmi široká, mezi nejpoužívanější patří moduly pro komunikaci mezi dvěma vývojovými deskami pomocí bezdrátové technologie a moduly komunikující například s domácí sítí.

7. Arduino shieldy

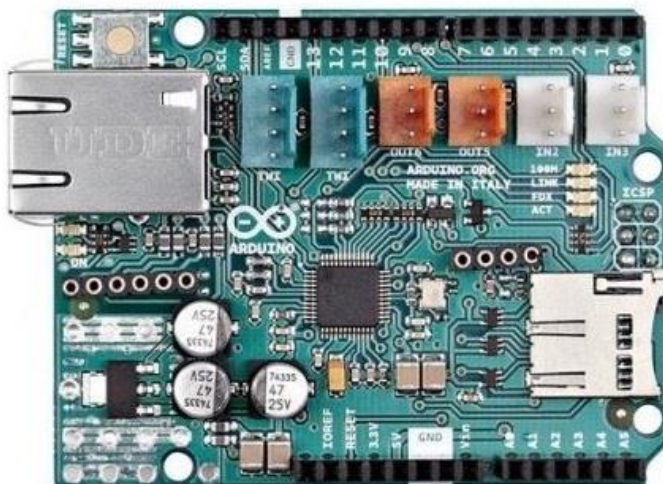
Shieldy lze snadno použít pouhým zasunutím desky shieldu přímo do konektorů Arduino desek. Některé shieldy vychází z modulů a jejich cílem je co nejvíce zjednodušit práci mezi deskou a připojenými zařízeními. Nejvyšší počet shieldů se vyrábí pro desku Arduino UNO a jeho pinově plně kompatibilní verzi Arduino Leonardo. Některé shieldy jsou navíc stohovatelné, což znamená, že jich lze na sebe naskládat více. Shieldy lze v praxi rozřadit do několika základních skupin a celkový počet jednotlivých shieldů pak čítá více než 900 různých variant. Proto se v práci zmiňují jen některé. Některé shieldy jsou samostatně funkční, jiné slouží k pohodlnějšímu připojení externích modulů. [19]

7.1. Komunikační shieldy

Mezi tyto shieldy patří například Ethernet shield, WiFi shield, GPRS GSM shield nebo XBee shield a slouží jak ke komunikaci mezi senzory, tak je lze použít i ke komunikaci s uživatelem a to obousměrně.

Ethernet shield je jediným zmíněným zástupcem, který potřebuje ke komunikaci s dalšími prostředky kabel. Tento shield je vybaven konektorem RJ45 pro připojení síťového kabelu a rovněž slotem pro paměťové karty, který lze využít třeba jako místo pro uložení webové stránky, ke které lze pak přistupovat již odkudkoliv. Tento shield zvládá pracovat s adresami IPv4 a lze ho nastavit jako server i klient. [20]

WiFi shield funguje obdobně jako Ethernet shield, jen se informace přenáší bezdrátově pomocí standardu WiFi. I tento modul obsahuje slot pro paměťovou kartu, jehož využití může být i například k uchování informací v případě nedostupnosti sítě.



Obr. 11: Ethernetový shield [40]

Xbee shield funguje jako prostředník v komunikaci mezi deskou Arduino a modulem XBee. Komunikace mezi moduly XBee funguje v pásmech 900 MHz a 2,4 MHz a jejich dosah je od 100 metrů do 60 km při přímé viditelnosti. [19]

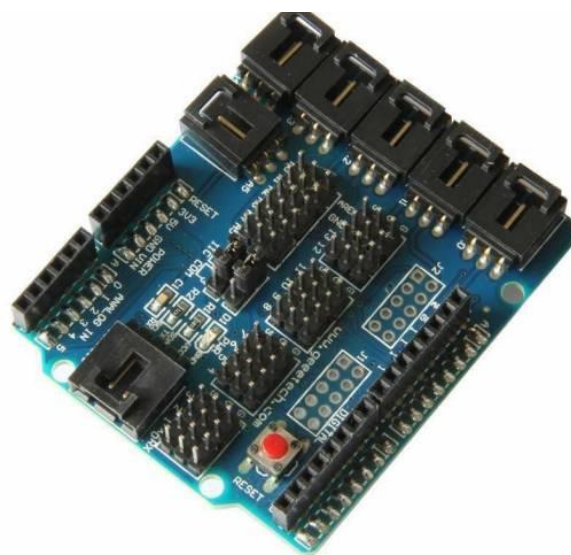
7.2. Výkonové shieldy

Tyto shieldy slouží k řízení motorů, servomechanismů případně pro spínání jiných výkonových zařízení například relé. Například pomocí Motor Shield L293D lze řídit až 4 stejnosměrné motory, případně 2 krokové nebo servo motory s napětím motorů od 4,5 do 36 VDC. Tyto shieldy je nutné vzhledem k jejich proudové náročnosti připojených motorů napájet samostatně, a to pomocí externího napájení, které je vyvedené na desku. Nevýhodou tohoto shieldu je, že po jeho připojení je využita většina datových pinů a pro další práci zbydou volné pouze 2 digitální a analogové piny. [19] [20]

7.3. Sensorové shieldy

Tento typ shieldu usnadňuje připojení senzorů s deskou. Většina těchto shieldů obsahuje ke každému datovému pinu i pin napájecí a zemnicí. Často tyto desky obsahují i další konektory, pomocí kterých lze komunikovat například s motory, displeji, popřípadě poskytuje možnost shield externě napájet. [19]

Obr. 12: Senzorový shield [39]



8. Obecně platný návrh sestavy pro účely domácí automatizace

Tato kapitola se bude již zabývat konkrétním návrhem pro domácí automatizaci s využitím platformy Arduino a jejích modulů. Součástí návrhu je rovněž otestování funkčnosti a spolehlivosti, případně otestování technologie zejména přenosu informací pro výběr té optimální. Jelikož je pojem domácí automatizace velice široký, je nutné nejdříve specifikovat, jakých oblastí se bude týkat, jaká data bude načítat a co bude na základě těchto dat řídit. Cílem tohoto projektu je zaměřit se na ovládání základních obecných prvků, které má každá běžná domácnost.

Arduino nabízí nespočetné možnosti, množství čidel je téměř nekonečné, avšak je nutné přihlédnout i k legislativním nařízením a zákonným normám, z nichž 2 nejdůležitější již zmíněné se týkají PZTS a EPS. Z tohoto důvodu se návrh sestavy bude zaměřovat na jiné aspekty domácí automatizace, aby navržená sestava byla použitelná pro většinu staveb.

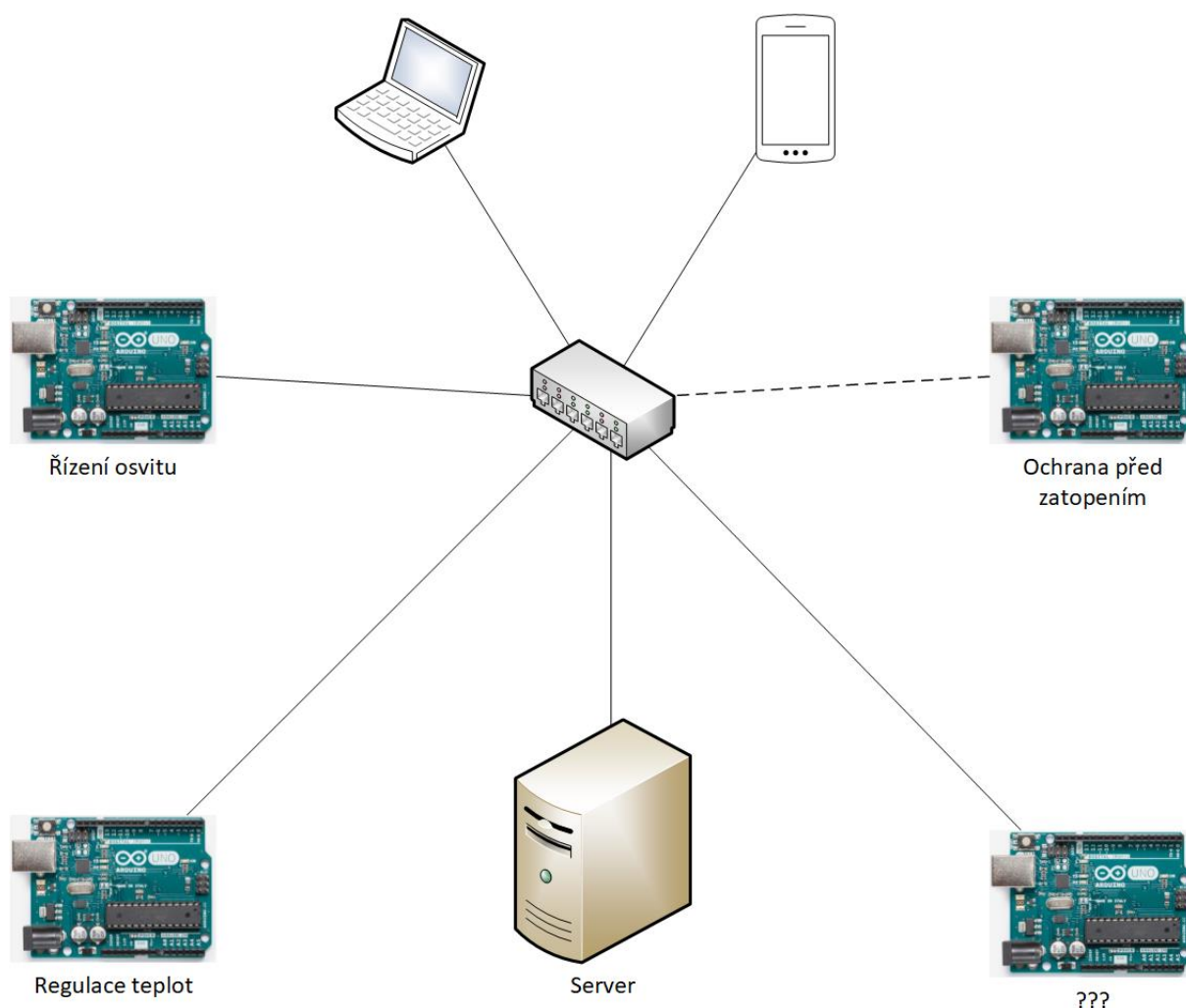
Mezi nejzajímavější „zbylé“ aspekty tak patří úspora energie a případná ochrana domácnosti před haváriemi. Tato sestava se tedy zaměří na regulaci osvětlení ve vnitřních prostorách stavby a také řízení ovládání topení. Aby se snížilo riziko vzniku havárie, bude tato sestava doplněna o ochranný prvek před zaplavením způsoben například vytečením pračky.

Způsob zapojení byl zvolen subsystémový s ohledem na zvýšení spolehlivosti s tím, že hlavní řídicí jednotkou bude klasický server, který může běžet například na starším počítači nebo poměrně oblíbeném Raspberry PI. Komunikace mezi subsystémem a serverem tak bude probíhat po standardní domácí síti, tedy pomocí WiFi nebo ethernetového kabelu viz schéma na Obr. 13

Skrze takovéto zapojení lze data zobrazit například skrze webový prohlížeč, takže na jakémkoliv běžném prostředku typu telefon, počítač, tablet, které je připojené k této místní síti či do ní má umožněn přístup. Komunikace takového zapojení probíhá obousměrně, takže lze kromě zobrazování dat i vše ovládat. Jelikož webová stránka běží na serveru, není omezena paměť Arduina a její vzhled a použité komponenty závisí na vkusu každého.

Každý subsystem je tedy řízen vlastní deskou Arduino, což má své výhody i nevýhody. Mezi nevýhody patří vyšší náklady na pořízení hardware pro funkci jednoho subsystemu a možná také nevyužitý potenciál celé desky, která by zvládla ovládat více prvků. Naopak velkou výhodou je zvýšení spolehlivosti, kdy při kolapsu jedné řídicí jednotky zůstávají ty ostatní nadále funkční a tu poškozenou stačí jen resetovat či vyměnit v případě, že kolaps byl způsoben hardwarovým problémem. Další výhodou je snadná rozšiřitelnost o další podsystém, což je možné dělat za chodu ostatních systémů.

Obr. 13: Schéma komunikace subsystemů [42] [vlastní]



8.1. Řízení osvitu

Řízení osvitu řídí osvětlení místností v domácnosti dle přednastavených pravidel. Takových pravidel může být nepřeborné množství a záleží na potřebě každé domácnosti. Ovládat lze veškeré osvětlení včetně lampiček a led pásků,

ovšem je k tomu potřeba minimálně upravit ovladače, případně elektrické zásuvky. Pro příklad alespoň ta základní typická pravidla:

- Rozsvícení orientačního osvětlení při pohybové aktivitě v místnosti
- Regulace intenzity světla podle činnosti (například při sledování TV)
- Přísvit při východu a západu slunce za zvolených podmínek (aktivita v místnosti, rozsvícení světel)
- Zhasnutí celé domácnosti
- Regulování žaluzií na základě osvitů Sluncem

Pro měření intenzity světla je potřeba využít čidla, popřípadě modulu fotorezistoru. Je samozřejmě důležité umístění tohoto prvku, aby jeho snímaná data byla pro potřeby vyhodnocování informací co nejpřesnější. K tomuto účelu se dá využít nejběžněji používaný senzor LDR VT90N2, což je malý fotorezistor s dostatečnou citlivostí. Dále se o něm bude psát jako o fotorezistoru. [21]

Pro regulaci osvitů na základě uvedených kritérií je možné použít i moduly, které se běžně užívají i pro jiné účely. Například pro rozsvícení orientačního osvětlení v noci je vhodné použít v kombinaci s fotorezistorem pohybové čidlo, jako vhodný se jeví například senzor HC-SR501, který dokáže snímat své okolí přibližně pod úhlem 120° a reaguje na větší změny teplot ve svém dosahu, který výrobce udává kolem 3–5 m. Dá se regulovat jeho citlivost a také délka sepnutého výstupu po detekci pohybu. [22]

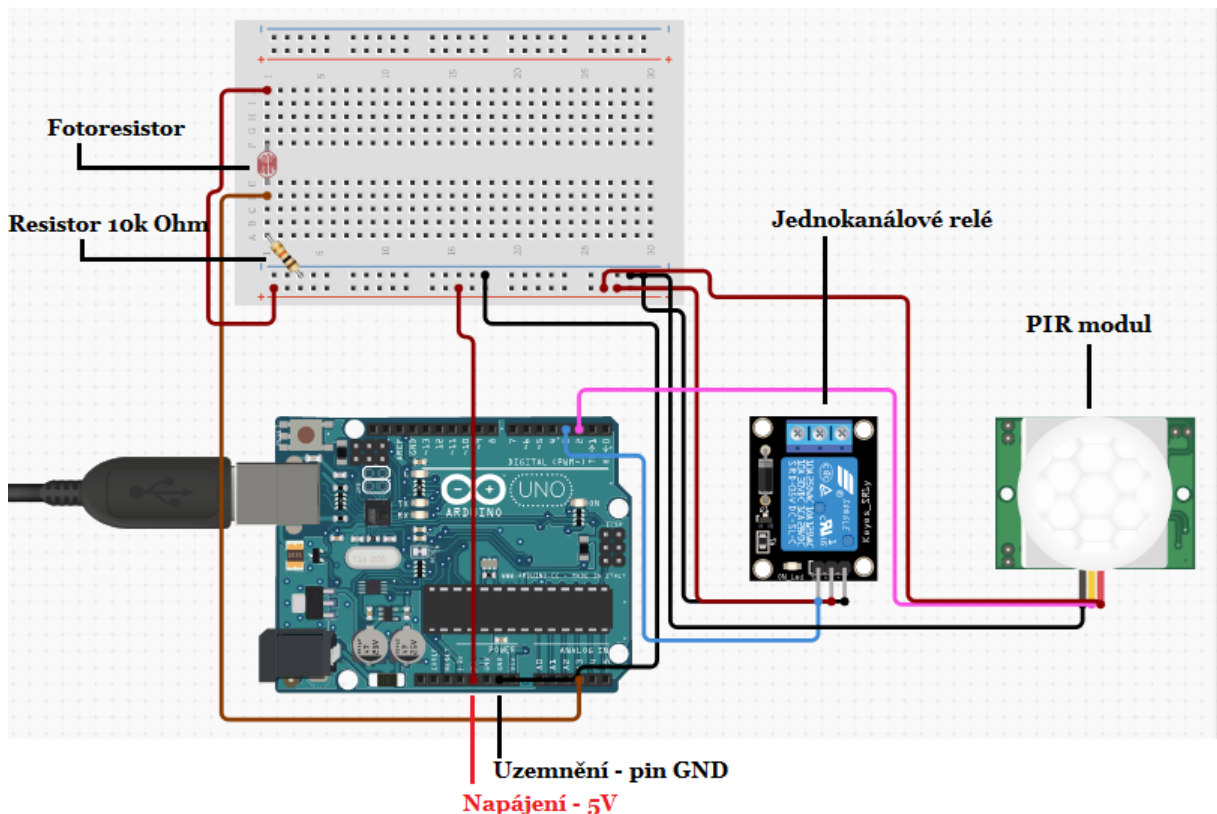
Tento senzor je ze skupiny senzorů, které se používají v PZTS. Nesplňuje ovšem normu pro toto zabezpečení, proto je vhodné jej použít pouze pro tento účel, případně může plnit funkci zabezpečení objektu, nicméně pouze pro upozornění majitele objektu. V případě neoprávněného vniknutí do objektu se tento způsob ochrany nepovažuje za vyhovující zabezpečovací prvek.

Pro přímé ovládání orientačního osvětlení lze použít relé. Pro Arduino se vyrábí mnoho typů včetně modulů obsahující více relé, stačit ale bude úplně jednobokové relé. Toto relé pracuje s Arduinem na úrovni 5V, k jeho sepnutí stačí 15–20 mA a zvládne ovládat zařízení s maximálním napětím AC 250 V a 10 A, respektive DC 30 V a 10 A. [23]

NÁVRH ZAPOJENÍ ŘÍZENÍ ORIENTAČNÍHO OSVĚTLENÍ

Jako řídicí deska je použito Arduino UNO. Výše zmíněný fotorezistor dokáže měřit analogové hodnoty, a proto je připojen analogovému pinu, v tomto návrhu je to pin A3. Jelikož je potřeba vyrovnat napětí, je nutné použít rezistor. V tomto případě dle specifikací a využití Ohmova zákona se jedná o rezistor s odporem 10k Ohm. Relé modul pracuje rovnou s napětím 5 V a modul PIR má odpor integrován ve svých obvodech. Oba tyto moduly jsou připojeny k desce Arduino přes digitální piny, konkrétně pin 2 pro modul PIR a pin 3 pro jednobokové relé. K připojení fotorezistoru a k rozvedení napětí a uzemnění je použito nepájivého prototypovacího pole a schéma zapojení je na Obr. 14. Pro fungování je však ještě zapotřebí naprogramovat logiku, čímž se myslí definovat pravidla, kdy se orientační osvětlení sepne a v případě, že ano, na jak dlouho. V níže uvedeném kódu, viz Kód 1, je určena na základě testování hranice, při níž je již přisvit světlem nutný. Po splnění této podmínky a současně po registraci pohybové aktivity čidlem PIR se světlo rozsvítí pro průchod místností sepnutím připojeného relé, ke kterému je připojena instalace orientačního osvětlení. V případě, že je splněna pouze jedna podmínka nebo žádná, relé zůstane vypnuté. Interval měření hodnot je stanoven na 0,5 s.

Obr. 14: Schéma zapojení řízení orientačního osvětlení [36]



Kód 1: Logika ovládaní orientačního osvětlení [vlastní]

```
// pouziti knihoven
#include "Arduino.h"
#include "LDR.h"
#include "PIR.h"
#include "Relay.h"

// definice pouzitych pinu
#define fotoresistor A3 //analogovy pin
#define pirko 2 //digitalni pin
#define rele 3 //digitalni pin

// inicializace objektu
LDR ldr(fotoresistor);
PIR pir(pirko);
Relay relayModule(rele);

//nastaveni hranice "tmy"
int hranice = 300;

void setup() {
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    //cteni hodnot z cidel
    int ldrHodnota = ldr.read(); //interval hodnot 0-1023
    bool pirHodnota = pir.read(); //logicka 0 nebo 1

    //intenzita svetla je pod nastavenou hranici
    // a cidlo PIR hlasi aktivitu
    if((ldrHodnota < hranice) && (pirHodnota == 1)) {
        relayModule.on(); //sepne rele - rozsviti
        delay(10000); //cas, který zustane rozsviceno v ms
    }
    else {
        relayModule.off(); //při nesplneni podminky se rele
        // vypne
    }

    //pro kontrolu dat vystup na serial monitor
    Serial.println(pirHodnota);
    Serial.println(ldrHodnota);
    //interval odecitani hodnot
    delay(500);
}
```

8.2. Regulace teploty

Teplota se v domácnosti standardně ovládá pomocí termostatu, který se zpravidla umísťuje do nejméně využívané místnosti. Je možné sice mít termostat v každé místnosti, není to ale nutné. Úplně totiž dostačuje, pokud je v místnosti umístěn snímač teploty, ovšem tímto řešením nelze nastavovat v každé místnosti jinou teplotu. Je předpoklad, že běžná domácnost využívá klasické teplovodní potrubí s radiátory. Aby bylo možné teplotu v místnosti řídit, je vhodné místo termoregulačních hlavice použít termoelektrické nebo elektromotorické hlavice, které však mají tu nevýhodu, že musí být napájeny elektrickým proudem, popřípadě bateriemi. Tento problém jde odstranit již při návrhu topného systému a ventily pro hlavice umístit na centrální místo. [3]

K tomu, aby se dala trochu ekonomickým způsobem regulovat teplota v domácnosti, je zapotřebí získat data o teplotě aktuální a dle výsledků takovýchto měření vyhodnocovat, zda má radiátor topit, či ne. Tuto funkci mnohem efektivněji splníme, pokud budeme znát kromě vnitřní teploty i teplotu vnější, tj. venkovní, čímž minimálně zabráníme tomu, aby se v objektu topilo, když je venku obdobná teplota nebo dokonce vyšší. Profesionální specializované systémy nastavují topnou teplotu právě v závislosti na venkovní teplotě a využívají k tomu tzv. ekvitermních křivek. Ekvitermní křivky jsou pro každý objekt jiné a obvykle je stanovuje odborník – projektant vytápění nebo energetický poradce. Ekvitermní regulace funguje na jednoduchém principu, že čím je nižší venkovní teplota, tím musí být vyšší topné vody. [24]

Zároveň by bylo vhodné vědět, zda kotel, který rozvádí teplo do radiátorů, je v provozu, aby se zamezilo ovládní hlavice, když by to nemělo žádný vliv na teplotu v místnosti. Zda je kotel funkční lze zjistit několika způsoby, ten nejjednodušší je měřením teploty topné vody přímo na kotli. Jako vhodným teploměrem se jeví využití teploměru DS18B20 v klasickém provedení. [25]

Vnitřní teploměr, který by měl měřit teplotu v místnosti je potřeba umístit někde, kde měření nebude zkresleno teplem přímo od radiátoru nebo přímým kontaktem s paprsky Slunce. Doporučením je umístit jej do výšky kolem 150 cm. Pomocí vyhodnocení venkovních a vnitřních teplot lze určit, zda je ekonomické přitápět či ne. Mezi standardní funkce patří rovněž noční režim, při kterém se

domácnost zpravidla vytápí na nižší teplotu. I tato činnost může být závislá na tom, zda se v objektu nachází nějaká osoba či ne. Samozřejmostí je možnost nechat uživatele přepnout na manuální ovládání.

Pro měření vnitřní teploty se asi nejvíce hodí senzor DHT22, který má v sobě navíc zabudován i senzor měření vlhkosti vzduchu. Lze s ním měřit teploty v rozmezí od -40 do $+80$ °C a jeho přesnost je $0,5$ °C a zároveň vlhkost s přesností $2-5$ % v celém spektru. [26]

Venkovní teplotu lze měřit teploměrem DS18B20, je však vhodné použít tento typ ve vodotěsném provedení. Tento teploměr je schopný měřit hodnoty v rozmezí -55 až $+125$ °C a od -10 do $+85$ °C má garantovanou přesnost na $0,5$ °C. Kromě jeho velké výhody schopnosti připojit komunikovat pomocí sběrnice 1-Wire je jeho další výhodou možnost použít propojovací kabel mezi čidlem a deskou Arduino na vzdálenost dle výrobce až 200 m. [25]

Údaje o venkovní teplotě a teplotě na kotli je ale vhodné z důvodů časté nemožnosti stavebních úprav přenášet bezdrátově. K bezdrátovému přenosu může být použito několik technologií, které se liší zejména dosahem přenosu, přesností přenášených dat a s tím trochu související možností data šifrovat. Jsou 4 hlavní způsoby, kterými se dají data bezdrátově přenášet:

- WiFi
- XBee
- Bluetooth
- Sériová bezdrátová komunikace

8.2.1. WiFi

K přenosu dat pomocí standardu WiFi může posloužit například modul NRF24L01. Tento modul funguje na frekvenci $2,4$ GHz, na které funguje běžná domácí WiFi síť. Tento modul však nelze použít k připojení do této sítě, ale jen pro komunikaci mezi deskami. Pro připojení se do domácí sítě, popřípadě k internetu existuje modulová řada ESP8266. Tyto moduly se dočkaly dokonce zpracování do samostatné desky, která je pak programovatelná obdobně jako desky Arduino. Moduly ESP8266 jsou jediným bezdrátovým modulem, se

kterým lze komunikovat s internetem. Pro přenášení informací bezdrátově je potřeba použít 2 moduly ESP – například ESP-01 a k nim připojené desky Arduino, případně lze moduly přes Arduino programovat, což už je ale složitější.

Limitem těchto modulů je, že tyto moduly fungují na napětí 3,3 V, což omezuje zejména modul ESP8266, jelikož je nutné použít převodník z 5 V na 3,3 V nebo zajistit externí napájení, jelikož desky Arduino nedokáží přes napájecí konektor 3,3 V poskytnout modulu dostatek proudu. [27]

Nejnovější moduly řady ESP8266, například ESP-32 se již dají považovat za plnohodnotné desky, jdou dokonce programovat v prostředí Arduino IDE a svým výkonem mnohdy i několikrát překonávají výkon desek Arduino.

8.2.2. XBee

XBee je samostatná platforma, se kterou umí Arduino komunikovat, která využívá v jednotlivých verzích několika komunikačních protokolů, mezi něž patří ZigBee, což je jeden ze standardních protokolů užívaných při bezdrátovém přenosu dat v domácí automatizaci, vlastní protokol DigiMesh nebo standard IEEE 802.15.4 [28]

Podmínkou použití modulu při spojení s deskou Arduino je převodník, jelikož modul XBee má piny blíže u sebe a nelze tedy použít DuPont kablíky ani nepájivé kontaktní pole. Moduly XBee se programují/nastavují v prostředí zvaném X-CTU, kde je nutné nastavit pro komunikující moduly totožnou PAN ID. Velkou výhodou je jednoduchost nastavení a přesnost komunikace. [28]

8.2.3. Bluetooth

Tato technologie se stále vyvíjí a využívá k přenosu dat. Existuje mnoho modulů, využívající různé verze tohoto standardu a každý takový modul má svá pozitiva. Pro příklad modul HC-05 funguje na principu Bluetooth ve verzi 2.0, což má velkou výhodu v možnosti komunikace s velkým počtem zařízení od PC po mobilní telefony. Jeho nevýhodou je však dosah, který se pohybuje jen kolem cca 10 m. Druhým modulem je HM-10, které využívá již novější technologii Bluetooth, konkrétně 4.0. Uváděný rozsah je cca 6x takový, nicméně počet zařízení, které jsou vybaveny technologií Bluetooth v této verzi je podstatně

méně. Tento způsob komunikace se navíc hodí hlavně pro komunikaci s PC, tabletem či mobilním telefonem.

8.2.4. Sériová bezdrátová komunikace

Tuto technologii využívá například dvojice 433 MHz modulů typu přijímač a vysílač, které pracují s napětím 5 V. V případě nutnosti prodloužení dosahu je možné vysílač napájet 12 V. Limitujícím faktorem pro přenos informací touto technologií je fakt, že musí být použity 2 desky a pokud je tento způsob přenosu dat použit v prostředí, které je plné vln této frekvence, je velmi pravděpodobné, že bude docházet ke zkreslení informací či k neúspěšným přenosům informace. Další jeho nevýhodou je, že jej lze relativně snadno odposlouchávat. [29]

Vzhledem k výše uvedeným údajům byla ze způsobu komunikace vyřazena technologie Bluetooth, jelikož její primární zaměření není na bezdrátový přenos informací z venkovních čidel. Srovnání všech způsobů bezdrátového přenosu zobrazuje tabulka Tab. 1.

Tab. 1: Srovnání modulů pro bezdrátovou komunikaci [27] [29] [37]

Typ modulu	Způsob komunikace	Dosah v zastavěné oblasti	Přibližná cena [Kč]
NRF24Lo1	2,4 GHz	7 m	60
ESP-01	802.11 b/g/n	60 m	200
XBee3 ZigBee	ZigBee	1,2 km	500
XBee3 DigiMesh	DigiMesh	1,2 km	500
433 MHz vysílač+přijímač	433 MHz	20 m	50

Cenově se jeví jako nejlepší poslední varianta, nicméně je problém s kvalitou přenášených dat skrze zdi a v zarušeném prostředí i se spolehlivostí. Modul NRF24Lo1 je zase limitován svým dosahem, takže je nutné vždy rozvážit a případně důkladně otestovat umístění druhého modulu pro spolehlivou komunikaci. Moduly XBee mají porovnávané parametry obdobné, ale zase jsou výrazně dražší, k ceně je

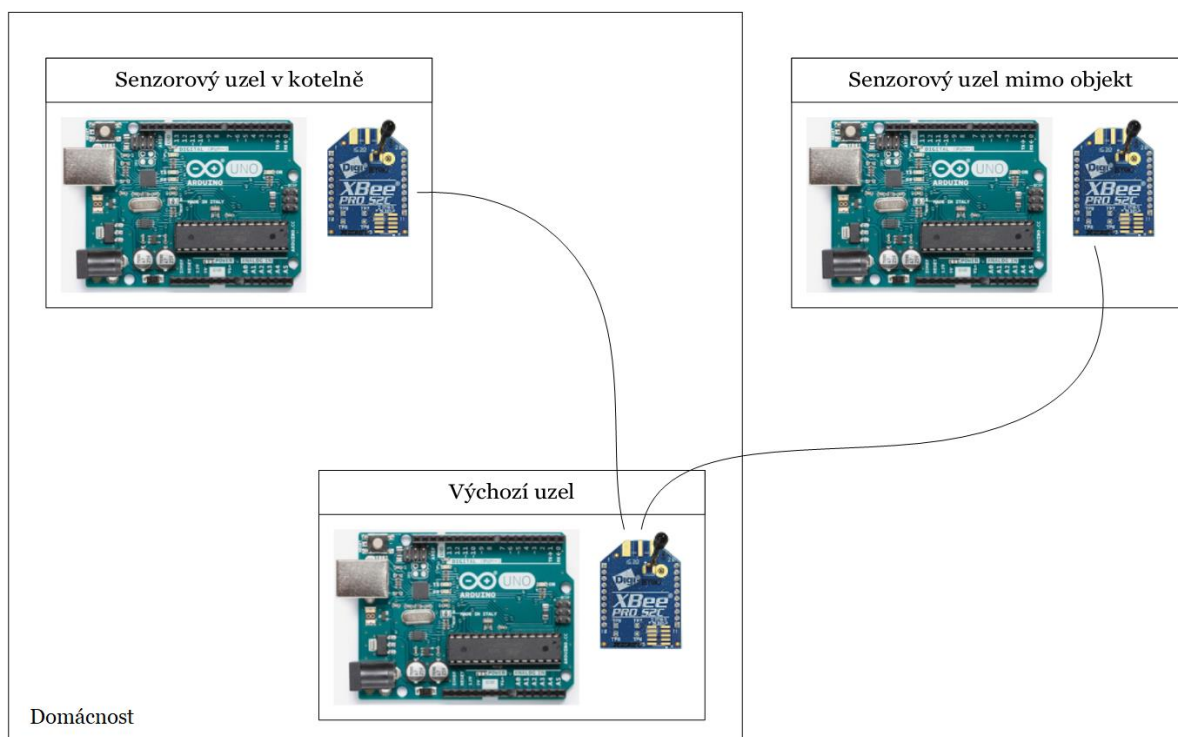
navíc nutné připočíst ještě cenu za shield, který slouží jako redukce pro komunikaci mezi Arduinem a modulem XBee. Jejich naopak velkou výhodou je spolehlivý dosah a skrze vlastní rozhraní X-CTU velmi jednoduché nastavení.

S přihlédnutím k tomu, že tento návrh cílí na obecnou platnost, tedy snaží se o to, aby navrhovaná sestava fungovala ve většině domácností, byla zvolena komunikace s moduly XBee, jelikož jejich parametry v dosahu a spolehlivosti jsou jednoznačně nejlepší. Při používání těchto modulů je třeba brát zřetel na to, že pro fungování takovéto sítě je potřeba použít moduly ze stejné série a se stejným firmware, jelikož jsou jednotlivé série mezi sebou nekompatibilní. [30]

Pro nastavení modulů je třeba je ještě zařadit jednotlivé uzly do stejné sítě. Tato konfigurace probíhá v rozhraní X-CTU a nastavuje se PAN ID. Každý uzel má také svou adresu, kterou nelze měnit. V této síti je třeba určit jednu z těchto adres a vytvořit tak výchozí uzel. Adresa tohoto uzlu pak bude sloužit jako cílová adresa pro všechny ostatní uzly. Schéma zapojení teploměrů a komunikace s hlavním řídicím modulem tohoto subsystému je zvýrazněna na Obr. 15. [30]

Při tomto zapojení je použito 3 desek Arduino stejně jako 3 modulů XBee, Sensorové uzly měří topnou teplotu na kotli a teplotu venkovní, výchozí uzel měří teplotu vnitřní a přijímá informace ze sensorových uzlů. [30]

Obr. 15: Schéma komunikace prostřednictvím modulů XBee [37] [42] [vlastní]

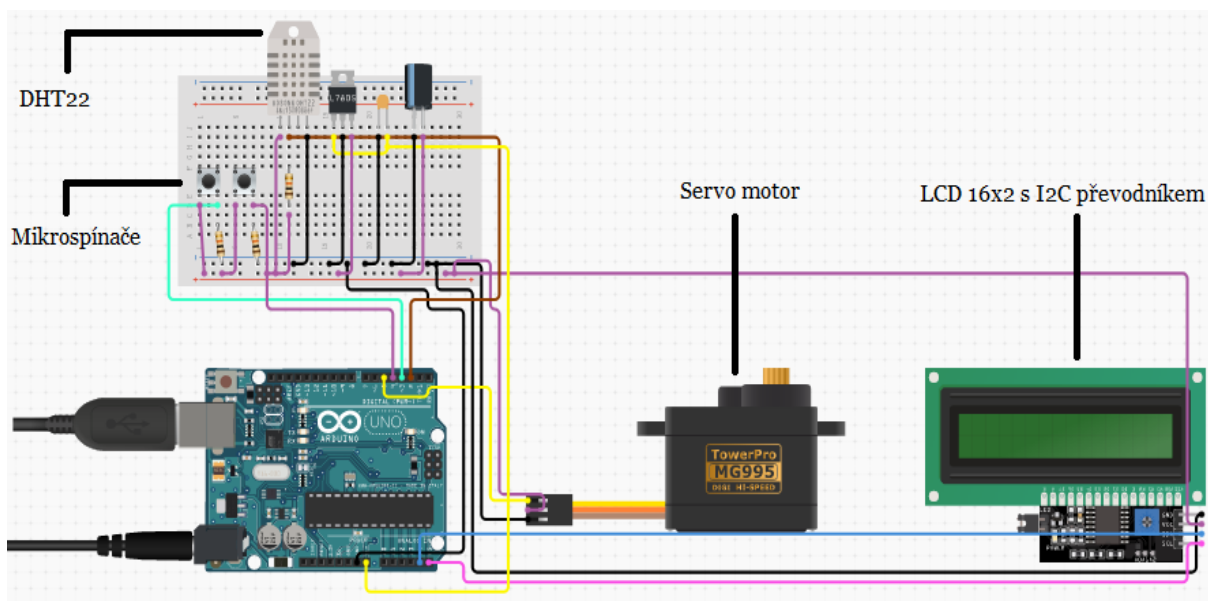


Na základě všech vstupních informací pak může tato řídicí jednotka vyhodnocovat, zda běží kotel, zda venkovní teplota má takovou hodnotu, při které se již vyplatí topit a zda aktuální vnitřní teplota je nižší než teplota požadovaná.

Pro nastavení požadované teploty lze použít například tlačítkový systém, tedy jedno tlačítko na zvýšení teploty, druhé pro snížení. Pro tento účel úplně dostačuje tlačítkový mikrospínač 6x6x6 mm. Pro kontrolu toho, jaká je nastavená teplota je vhodné teplotu někde zobrazit. Bylo zvoleno LCD displeje s označením „IIC I2C Display LCD 1602“, což je dvouřádkový LCD displej, na jehož každý řádek se vejde 16 znaků. K tomuto displeji se dá připojit převodník pro komunikaci přes I2C sběrnici, který ušetří mnoho pinů potřebných pro jeho připojení k Arduino. [18] [31]

Pro ovládání ventilu na radiátoru by šlo použít klasického servomotoru, kterého využívají i volně prodávané elektromotorické hlavice, například PDI-5521MG. Návrh na schéma zapojení je zobrazen na Obr. 16. Toto Arduino zároveň slouží jako výchozí uzel pro získávání dat ze sítě XBee, které je k němu připojeno přes XBee Shield, což schéma pro přehlednost vynechává. K napájení tohoto motoru lze využít Arduino, mnohem lepší je však použít napájení externí, čímž jsou na desku kladeny menší proudové nároky, což zvyšuje její spolehlivost. [32]

Obr. 16: Schéma zapojení regulace teploty [36]



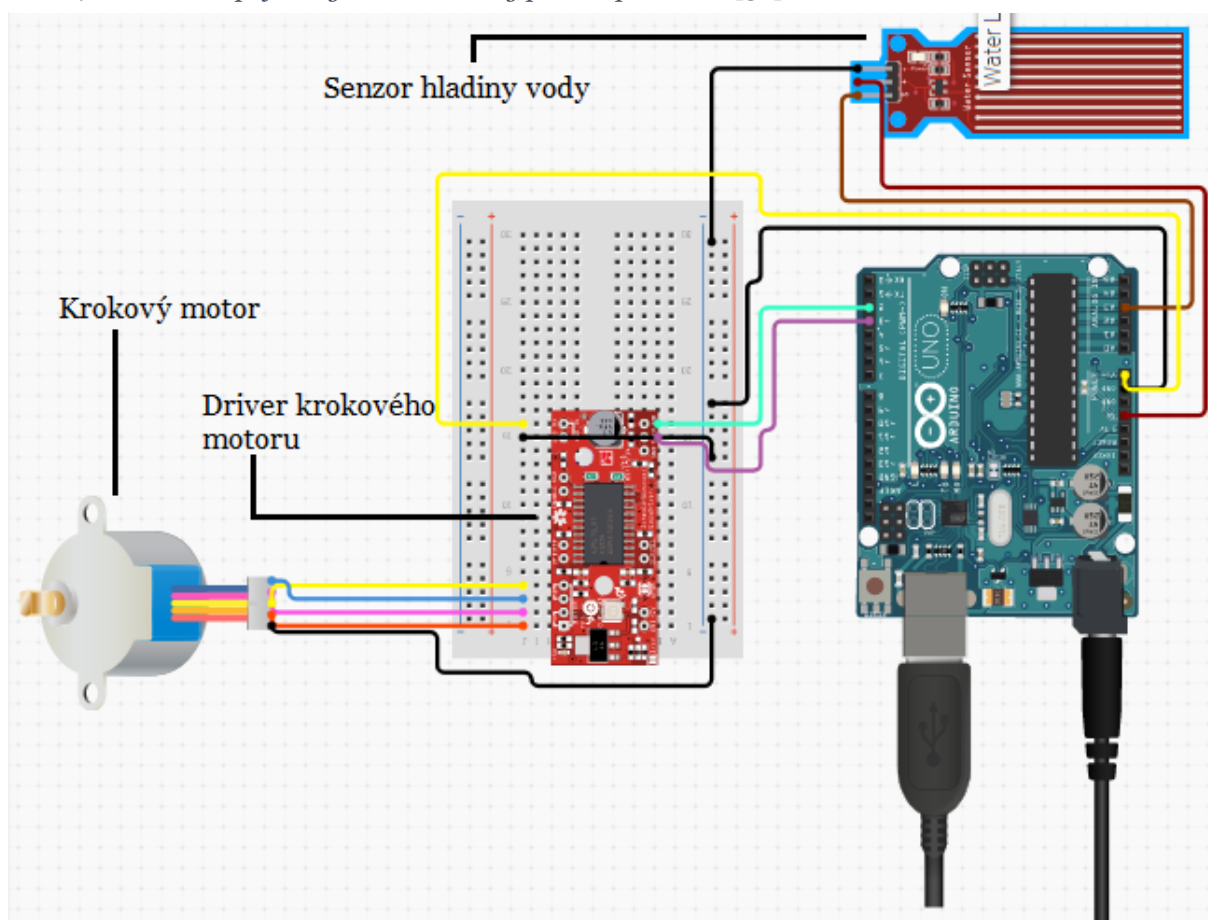
8.3. Ochrana před zaplavením

Ochrana před zaplavením patří k obvyklým zabezpečovacím prvkům, které mají za cíl ochránit nemovitost před škodami v důsledku havárie. Funguje tak, že například při vzniklé havárii – vytečení pračky systém toto detekuje vypne přívod vody do ní, čímž se snaží minimalizovat škody, které by mohly nastat. Pro snímání uniklé vody se hodí použít senzor hladiny dešťové vody, což je senzor, detekující zamokření pomocí analogové stupnice. Programovou úpravou však není problém tento stav převést na potřebné hodnoty – zda je snímaná oblast suchá či pod vodou. Nejprve je potřeba modul k desce Arduino (znovu bylo použito té nejuniverzálnější – Arduino UNO), zapojit dle schématu dodaném výrobcem senzoru a otestovat například na Sériovém monitoru v prostředí Arduino IDE, jaké vykazuje hodnoty při zasažení senzoru kapkami a při jeho polížení vodou. Po tomto testu lze z vyčtených hodnot podmínkou podobně jako u měření úrovně osvětlení rozlišovat, zda se jedná o únik vody či nikoliv. [33]

V případě prvního stavu pak Arduino spustí motor, který uzavře kohout s vodou a zastaví další zaplavení místnosti. Pro takovou činnost se dá použít například krokový motor 28BYJ-48, protože je potřeba použít motor, který se otočí jen o přesně definovanou část a je schopen i opačného pohybu. Tento motor se dá řídit pomocí řadiče ULN2003, který se k tomuto motoru dodává. Součástí tohoto setu je i technická dokumentace, ve které je podrobně motor popsán i se schématem zapojení a názornou ukázkou kódu, jak motor ovládat. [34]

Na Obr. 17 je schéma zapojení takovéto soustavy. Kód k naprogramování takovéto soustavy by byl obdobný jako v kapitole 8.1. I v tomto případě je vhodné ovládaný motorek napájet externě a využít tak Arduino pouze k jeho řízení.

Obr. 17: Schéma zapojení systému ochrany před zaplavením [36]



9. Bezpečnostní zhodnocení

V předchozích kapitolách byly předvedeny možnosti využití Arduina, takže to pouze v krátkosti shrne z hlediska bezpečnosti. Arduino je platforma, která není známá díky své spolehlivosti, a proto je důležité zhodnotit možnosti této platformy i z tohoto pohledu. Z hlediska využití Arduino obsahuje tisíce modulů, které se dají využít pro různé účely, včetně jeho zapojení do projektů domácích automatizací. Vzhledem k jeho spolehlivosti je ale třeba zvážit, co je dobré této desce svěřit k řízení.

V předchozích kapitolách bylo použití spíše nedoporučeno na ovládání PZTS a EPS a to zejména z hlediska jejích norem, které v žádném případě s použitím této platformy nemohou být dodrženy. Rovněž je třeba dbát dalších norem při ovládání zařízení pracujících s vysokým napětím 230 V. Takovéto zapojení včetně rozvodů kabelů po domácnosti by měla provádět osoba, která je k tomu odborně způsobilá dle vyhlášky č. 50/1978 Sb. v aktuálním znění z 1. 9. 1982, o odborné způsobilosti v elektrotechnice. [35]

System byl v návrhu rozdělen na subsystémy, aby se zvýšila jeho spolehlivost, kdy v případě selhání řídicí jednotky některého ze subsystémů nepřestane fungovat vše, ale pouze daný subsystém, což je jedna z reálných cest, díky kterým by si v některých aspektech automatizace desky Arduino mohly zasloužit nějaký prostor.

Spolehlivost těchto desek je velice diskutabilní. Během testování však žádná z používaných desek nevykazovala žádné chyby a z komunitních webů vyplývá, že se s těmito deskami vyvíjejí nejrůznější projekty. Od projektu domácí automatizace se očekává, že bude běžet spolehlivě ideálně roky, testování však neprobíhalo déle než jeden měsíc, proto nelze předvídat přesné závěry. Jisté však při testování bylo, že při větším zatížení, se deska více zahřívala. Lze tedy předpokládat, že takováto zátěž bude přímo ovlivňovat její životnost. Tu tedy můžeme prodloužit například používáním externího napájení pro připojené motory.

10. Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá možnostmi využití platformy Arduino pro domácí automatizaci. Při psaní práce bylo nutné nastudovat velké množství literatury a materiálů, které se zabývají domácí automatizací a platformou Arduino a jejich rozšíření.

V domácí automatizaci se často používá termín „*Chytrá domácnost*“. Pod tímto pojmem si většinou představujeme nějaký komplexní nástroj k automatizovanému řízení domácnosti. Možnosti domácí automatizace jsou obrovské, neustále se navíc rozvíjí a snaží se obsáhnout všechny aspekty domácnosti, zautomatizovat je a tím šetřit energii, čas a finance jejích obyvatel. Komerčně vyráběné systémy, které dokáží řídit domácí automatizaci, mnohdy dokáží ovládnout většinu těchto aspektů. Mezi ty základní patří zejména snaha minimalizovat provozní náklady nebo náklady na opravy, požární ochrana a zabezpečovací systémy.

Platforma Arduino je primárně určena především ke studijním účelům a její výhodou je, že s ní lze snadno vytvářet prototypy a ty okamžitě testovat v reálných podmínkách. Platforma se pro svou otevřenost a oblíbenost po celém světě dočkala mnoha rozšíření v podobě shieldů a modulů či vzniku nových typů desek, čímž má i přes relativně slabý výkon velký potenciál a vytvořit se s deskou dá mnoho zajímavých projektů. Kolem této platformy také existuje obrovská komunita vývojářů, díky kterým se dokáže i začátečník poprat s problémy, kterým z počátku třeba vůbec nerozumí. S touto platformou jsem se setkal poprvé a setkání to pro mě bylo velmi přínosné díky relativně snadnému použití a rychlému pochopení základní logiky.

Arduino ve spojení s domácí automatizací fungovat může, když pomineme životnost desky, může fungovat i spolehlivě, ale jsou tu velké limity, se kterými je třeba počítat. Ty limity jsou především legislativní, a to zejména v oblasti zabezpečení a požární ochrany. Lze sice takový projekt s pomocí Arduina a příslušných modulů sestavit, nicméně nesplňuje normu a takové použití je tedy pouze informativní pro obyvatele objektu. V případě jakékoliv události jako je třeba vloupání se do objektu nebo havárie v podobě požáru na takovýto druh ochrany nelze brát zřetel. Vzhledem k uzpůsobení desky spíše k prototypování a učení se se navíc nedá očekávat taková spolehlivost, kterou nabízí komerční systémy a je vhodné tedy rozmyslet, co Arduinem chceme ovládat a jakým způsobem jej do domácí automatizace začlenit.

Vzhledem k těmto faktům jsem pro návrh zapojení zvolil hvězdicovou topologii, přičemž jsem se zaměřil na aspekty, které nejsou tolik ovlivněny legislativní povinnostmi s tím, že pro každou činnost jsem použil samostatnou desku a tím vytvořil subsystémy. Návrh se týkal řízení orientačního osvětlení, regulace teplot na základě vnitřní a venkovní teploty a ochrany před zaplavením například při vytečení pračky. Součástí regulace teplot byla diskuze nad bezdrátovým přenosem dat z venkovního teploměru a teploměru umístěného na kotli. Tento způsob rozdělení na subsystémy má své výhody, kdy v případě výpadku jednoho článku systému hned celý systém nezkolabuje a lze jej případně provozovat dále. Oprava subsystému navíc může probíhat při běhu ostatních částí.

Za vhodné řídicí centrum jsem zvolil webový server běžící na klasickém PC nebo například Raspberry PI, který sbírá všechna data z připojených desek pomocí Ethernetové sítě, a poté je zobrazuje na webové stránce. K připojení Arduino desek do domácí sítě lze použít Ethernetové a WiFi shieldy a jako klient na server data posílat. Komunikace samozřejmě může probíhat i obráceně, tedy z webového prohlížeče řídit desky.

Kromě zmíněných limitů využití jsou k nalezení nicméně i pozitiva. Velkou výhodou této platformy je cena za pořízení ať už se jedná o desku Arduino či jejích modulů/shieldů, která je oproti komerčním řešením v podstatě zlomková. Lze také diskutovat o výhodě mnohdy již nedocenené přidané hodnoty toho, že si člověk něco vyrobí sám, a ještě se u toho mnoho naučí, což pro mnohé může převažovat nad požadavkem stoprocentní spolehlivosti.

V případě, že by se návrh osvědčil, lze uvažovat nad jeho převedením do komerčního prostředí. Tam se již tato platforma úplně nehodí, ideální by tedy bylo ji vyměnit za nějakou spolehlivější platformu se zachováním již zapojené logiky. Nabízí se trochu pokročilejší a podstatně výkonnější desky s ARM procesorem, z nichž mezi nejznámější patří určitě desky Raspberry a Teensy.

11. Použité zdroje

- [1] PLICHTA, V. Inteligentní domy a problémy kolem nich. *Technik*. Praha: Economia, 2013, **2013**(03), 2. ISSN 1210-616X.
- [2] VODA, Zbyšek. *Průvodce světem Arduina*. Vydání první. Bučovice: Martin Stříž, 2015. ISBN 978-80-87106-90-7.
- [3] VALEŠ, Miroslav. *Inteligentní dům*. 1. vyd. Brno: ERA, 2006. 21. století. ISBN 80-736-6062-8.
- [4] KŘEČEK, Stanislav. *Příručka zabezpečovací techniky*. Vyd. 2. Blatná: Blatenská tiskárna, s. r. o., 2003. ISBN 80-902-9382-4.
- [5] Inteligentní budovy. *Tzb-info* [online]. b.r. [cit. 2018-03-28]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/inteligentni-budovy>
- [6] ČSN EN 50131-1. *Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy: Část 1: Systémové požadavky*. 2. vydání. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [7] ČSN CLC/TS 50398. *Poplachové systémy - Kombinované a integrované systémy: Všeobecné požadavky*. 1. vydání. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [8] Vyhláška č. 23/2008 Sb.: Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb. *Zákony pro lidi.cz* [online]. Praha: AION CS, s. r. o, 2008 [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-23/zneni-20110927>
- [9] *Control4: Špičkové řešení chytrého bydlení* [online]. 2018 [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <https://www.control4.cz/>
- [10] *Fibaro* [online]. 2018 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: mojefibaro.cz
- [11] *Ovládej svůj dům* [online]. Kolín: Teco, 2017 [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <http://controlyourhouse.com/cs/vyhody-foxtrotu/>
- [12] KUNC, Josef. Systémové elektrické instalace: Elektroinstalace. *ElektroPrůmysl.cz* [online]. Brno, 2015, (1), 2 [cit. 2018-02-21]. Dostupné z: <http://www.elektroprumysl.cz/casopis/2015/leden/21/#zoom=z>
- [13] *Chytrá instalace: Nestarejte se o dům, dům se postará o Vás*. [online]. Praha: ELPRAMO, b.r. [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <http://www.chytrainstalace.cz/blog/pripravte-dum-na-inteligentni-elektroinstalaci-uz-ted/>
- [14] *Arduino.cz* [online]. Šenov: Oldřich Horáček, 2017 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <http://arduino.cz>
- [15] *Arduino.cc* [online]. Cham, Švýcarsko: Arduino AG, 2018 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: Arduino.cc

- [16] ARDUINO ORIGINALY. *HW Kitchen* [online]. Šenov: O.Horáček, 2018 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://www.hwkitchen.cz/arduino-originaly/>
- [17] Externí moduly pro vývojové desky Arduino – přehled. *Arduino a vše kolem* [online]. Hradec Králové: M. Pilc, 2016 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <http://actrl.cz/blog/index.php/2016/externi-moduly-pro-vyvojove-desky-arduino-prehled/>
- [18] IIC I2C Display LCD 1602 16X2 Znaků LCD Modul Modrý. *Arduino-shop* [online]. Havlíčkův Brod: ECLIPSE, 2018 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: https://arduino-shop.cz/arduino/1570-iic-i2c-display-lcd-1602-16x2-znaku-lcd-modul-modry-1487765909.html?gclid=CjwKCAjw7tfVBRB0EiwAiSYGM6OEChUaIm5BY7SZj7H1UA03sxAVZqf gbC45K9hLp4l2wybJrVGXeBoClkEQAvD_BwE
- [19] Shieldy pro vývojové desky Arduino. *Arduino a vše kolem* [online]. Hradec Králové: M. Pilc, 2016 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <http://actrl.cz/blog/index.php/2016/shieldy-pro-vyvojove-desky-arduino/#more-246>
- [20] *Arduino návody* [online]. Havlíčkův Brod: ECLIPSE s.r.o, 2017 [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <http://navody.arduino-shop.cz>
- [21] Photoconductive cell. *Arduino.cc* [online]. b.r. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/LDR-VT90N2.pdf>
- [22] Pohybové čidlo HC-SR501. *Arduino návody* [online]. b.r. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <http://navody.arduino-shop.cz/navody-k-produktum/pohybove-cidlo-hc-sr501.html>
- [23] Arduino relé 5V 1-kanál. *Arduino-shop* [online]. b.r. [cit. 2018-03-17]. Dostupné z: https://arduino-shop.cz/arduino/886-arduino-rele-5v-1-kanal-1420496437.html?gclid=CjwKCAjw-bLVBRBMEiwAmKSB80fic7vDGrZcPJSgKZJzdekVisUdppYLuxOtxOBc3VjNJ-l0jay12BoCX98QAvD_BwE
- [24] Co je to ekvitermní regulace vytápění?. *E.on* [online]. b.r. [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/co-je-to-ekvitermni-regulace-vytapeni>
- [25] Teplotní senzor DS18B20. *Arduino návody* [online]. 2018 [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <http://navody.arduino-shop.cz/navody-k-produktum/teplotni-senzor-ds18b20.html>
- [26] SNÍMAČ TEPLoty A VLHKOSTI DHT22. *HW Kitchen* [online]. 2018 [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.hwkitchen.cz/snimac-teploty-a-vlhkosti-dht22/>
- [27] Internet věcí je tady! TCP/IP WIFI ESP8266 ESP-01. *Arduino-shop* [online]. 2018 [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <https://arduino-shop.cz/arduino/911-internet-veci-je-tady-tcp-ip-wifi-esp8266-1420990568.html>
- [28] The new XBee3 Series: Programmable modules. *DIGI* [online]. Digi International Inc., 2018 [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <https://www.digi.com/xbee>

- [29] Vysílač a přijímač 433 MHz. *Arduino-návody* [online]. Havlíčkův Brod: ECLIPSERA s.r.o, b.r. [cit. 2018-03-19]. Dostupné z: <http://navody.arduino-shop.cz/navody-k-produktum/vysilac-a-prijimac-433-mhz.html>
- [30] ŠPLÍČHAL, Jakub. *Bezdrátová senzorová síť sestavená z komponent Arduino*. Brno, 2012. Diplomová práce. VUT Brno, FIT.
- [31] Mikrospínač 6x6x6 mm tlačítko. *Arduino-shop* [online]. Havlíčkův Brod: ECLIPSERA, 2018 [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: https://arduino-shop.cz/arduino/1253-mikrospinac-6x6x6-mm-tlacitko-1459621295.html?gclid=Cj0KCQjwkd3VBRDzARIsAAdGzMDonbXX604DdRBSzNfSUwH16yFyqFy_oCOiFm6SaYuYjMcTH-_yaAkaAsR3EALw_wcB
- [32] JX servo PDI-5521MG (digital) 55g/0,16sec/20kg. *JXservo* [online]. Rychnov na Moravě: Vítězslav Bureš, 2017 [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <https://www.jxservo.cz/JX-servo-PDI-5521MG-digital-55g-0-16sec-20kg-d118.htm>
- [33] Water Level Sensor interfacing with Arduino. *Microcontrollers Lab* [online]. Sargodha Faisalabad: Microcontrollers Lab, 2018 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <http://microcontrollerslab.com/water-level-sensor-interfacing-arduino/>
- [34] Krokový motor + driver. *GM Electronic* [online]. Praha: GM Electronic, spol. s.r.o., 2018 [cit. 2018-03-21]. Dostupné z: <https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.772-210.1.pdf>
- [35] Stupně odborné způsobilosti. *Vyháška č. 50/1978 Sb.* [online]. Praha: Elektrotechnický svaz český, 2016 [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://www.vyh150.cz/stupne-odborne-zpusobilosti>
- [36] *Circuito.io* [online]. Tel Aviv, Israel: Roboplan Technologies Ltd., b.r. [cit. 2018-03-23]. Dostupné z: <https://www.circuito.io/app>
- [37] XBEE Pro 63mW Wire Antenna S2C (Zigbee Mesh). *PotentialLabs* [online]. Hyderabad (India): PotentialLabs, 2018 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://potentiallabs.com/cart/buy-xbee-s2c-pro-online-hyderabad-india>
- [38] Domovní automatizace, inteligentní dům, automatizace domu, domácí automatizace. *LCGROUP: Automatizace, optické sítě, zabezpečení elektro* [online]. Praha: LCGroup s.r.o., 2018 [cit. 2018-03-17]. Dostupné z: <http://www.lcgroup.cz/domaci-automatizace>
- [39] Senzorový shield pro Arduino UNO, MEGA Duemilanove. *Arduino-shop* [online]. Havlíčkův Brod: ECLIPSERA, 2018 [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <https://arduino-shop.cz/arduino/1198-senzorovy-shield-pro-arduino-uno-mega-duemilanove-1456067209.html>
- [40] ARDUINO ETHERNET SHIELD 2 BEZ POE. *HW Kitchen* [online]. Šenov: O.Horáček, 2018 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: https://www.hwkitchen.cz/arduino-ethernet-shield-2-bez-poe/?gclid=CjwKCAjw7tfVBRB0EiwAiSYGMybu7RqZmq1HbCHqnjPSv-FUQs__E5macUvaJE_q4-4xSwJqFku8dxoC29IQAvD_BwE
- [41] Nepájivé kontaktní pole 540PB. *PTShop* [online]. Ústí nad Labem: Simple Engineering, 2017 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://www.ptshop.cz/Nepajive-kontaktni-pole-540PB-d179.htm>

- [42] ARDUINO UNO REV3. *Arduino.cc* [online]. Cham, Švýcarsko: Arduino AG, 2018 [cit. 2018-03-30]. Dostupné z: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>
- [43] ARDUINO MEGA 2560 REV3. *Arduino.cc* [online]. Cham, Švýcarsko: Arduino AG, 2018 [cit. 2018-03-30]. Dostupné z: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>
- [44] ARDUINO MINI 05. *Arduino.cc* [online]. Cham, Švýcarsko: Arduino AG, 2018 [cit. 2018-03-30]. Dostupné z: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mini-05>

Seznam obrázků

Obr. 1: Princip domácí automatizace [38].....	3
Obr. 2: Zapojení ke sběrnici s centrální řídicí jednotkou [12]	11
Obr. 3: Sběrnicové zapojení bez použití centrální jednotky [12]	11
Obr. 4: Prostředí Arduino IDE pro programování Arduino desek [vlastní]	14
Obr. 5: Arduino Pro Mini [44].....	15
Obr. 6: Arduino Mega2560 R3 [43]	15
Obr. 7: Arduino UNO R3 [42].....	16
Obr. 8: Snímač teploty a vlhkosti DHT22 [26]	17
Obr. 9: Modrý I2C Display LCD 16x02 znaků [18].....	18
Obr. 10: Nepájivé kontaktní pole 540B [41].....	19
Obr. 11: Ethernetový shield [40]	20
Obr. 12: Senzorový shield [39]	21
Obr. 13: Schéma komunikace subsystémů [42] [vlastní]	23
Obr. 14: Schéma zapojení řízení orientačního osvětlení [36]	25
Obr. 15: Schéma komunikace prostřednictvím modulů XBee [37] [42] [vlastní].....	31
Obr. 16: Schéma zapojení regulace teploty [36].....	32
Obr. 17: Schéma zapojení systému ochrany před zaplavením [36].....	34

Seznam tabulek

Tab. 1: Srovnání modulů pro bezdrátovou komunikaci [27] [29] [37].....	30
--	----

Seznam ukázek zdrojových kódů

Kód 1: Logika ovládnání orientačního osvětlení [vlastní].....	26
---	----