

ŠOLSKI CENTER VELENJE
ELEKTRO IN RAČUNALNIŠKA ŠOLA
Trg Mladosti 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

KRMILJENJE PAMETNIH INSTALACIJ Z ARDUINOM

Tematsko področje: ELEKTROTEHNIKA

Avtorja:
Rok Podpečan, 3. ET
Matej Mayer, 3. TM

Mentorja:
dipl. Inž. elektrotehnike Peter Vrčkovnik
inž. Informatike Uroš Remenih

Velenje, 2017

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Elektro in računalniški šoli Velenje.

Mentorja: dipl. Inž. elektrotehnike Peter Vrčkovnik, inž. Informatike Uroš Remenih

Datum predavitve:

DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Elektro in računalniška šola Velenje, šolsko leto 2016/2017

KG inštalacije / krmiljenje / Arduino / razsvetljava

AV PODPEČAN, Rok / MAYER, Matej

KZ 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

ZA Elektro in računalniška šola Velenje

LI 2016

IN KRMILJENJE PAMETNIH INŠTALACIJ Z ARDUINOM

TD Raziskovalna naloga

OP X, 47str., 4 tab., 0 graf., 23 sl., 3 pril., 22 vir.

LA SL

AL sl / en

AI V sodobnem času postajajo računalniki vse bolj široko uporabljeni. Začeli smo jih integrirati celo v hišne instalacije, in s tem omogočili veliko naprednejše funkcije, kot jih ponujajo sama stikala. Tako imenovane »pametne instalacije« lahko krmilijo vse od svetlosti luči do temperature in porabe elektrike. Vendar pa moramo za takšno instalacijo odšteti kar precej denarja, saj so komponente zanjo zelo drage. Midva sva z veliko cenejšim mikrokrmilniškim modulom Arduino ter z ostalimi dostopnimi in nizko cenovnimi moduli poustvarila maketo pametne instalacije, ki je ponujala mnoge funkcije, ki jih pričakujemo od komercialnih pametnih instalacij. Arduino je vsekakor sposoben krmiljenja pametne instalacije, vendar pa je za kakršno koli bolj obširno nalogo potrebno povezati vsaj dva skupaj. Poleg tega je treba dokupiti ali izdelati vezja, ki nam omogočajo krmiljenje omrežne napetosti. Takšno instalacijo bi si sicer morali izdelati sami, saj Arduino ni uveljavljen kot industrijski ali hišni krmilnik, vendar pa lahko dosežemo skoraj vse funkcije, ki jih omogočajo druge pametne instalacije, za le delček cene.

KEY WORD DOCUMENTATION

ND Elektro in računalniška šola Velenje, šolsko leto 2016/2017

CX installations / controlling / Arduino / lighting

AU PODPEČAN, Rok / MAYER, Matej

PP 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

PB Elektro in računalniška šola Velenje

PY 2016

TI CONTROL OF SMART INSTALLATIONS USING ARDUINO

DT RESEARCH WORK

OP X, 4z p., 4 tab., 0 graf., 23 fig., 3 ann., 22 ref.

IJ SL

AL sl / en

AI In modern era, computers are getting more widely used. We even started to integrate them in house installations, which enabled use more advanced functions than normal switch systems. So called »smart installations« are able to control everything from brightness of our lights, room temperature and even power consumption. But for such installation, we have to reach deep into our pockets, as all the needed components are very expensive. We used much cheaper microcontroller module Arduino and other widely available modules, to create the model of an apartment with smart installation, which offered functionalities, which are expected from such systems. Arduino is certainly capable of controlling a smart installation, but it is necessary to interconnect at least two of them for any extensive functionality. Furthermore, we have to buy or make circuits, which allow us to control voltage from the grid. We would have to build such system ourselves, as Arduino is not established as a controller for industrial or house control, but we are able to achieve pretty much every function that commercial smart installations have to offer.

KAZALO VSEBINE

KAZALO TABEL	VIII
SEZNAM OKRAJŠAV	IX
SLOVAR MANJ ZNANIH POJMOV	X
1 UVOD	1
1.1 HIPOTEZE	1
2 PREGLED OBJAV	1
2.1 KAJ SO PAMETNE INŠTALACIJE?	1
2.4.1 Zgodovina.....	5
2.4.2 Glavni sestavni deli	5
2.4.4 Analogi priključki.....	7
2.4.5 Serijski priključki	7
2.4.6 Napetostni priključki	7
2.6.7 Specifikacije	8
2.5 FUNKCIJE PAMETNIH INSTALACIJ	9
2.5.1 Krmiljenje razsvetljave.....	9
3 MATERIALI IN METODE.....	12
3.1 Model pametne inštalacije.....	12
3.1.1 Model hiše	12
3.1.2 Razsvetljava.....	13
3.1.3 Uporabniški vmesnik.....	13
3.2 PRIPRAVA ARDUINA	14
3.2.1 Digitalne vhodne enote.....	15
3.2.2 Digitalne izhodne enote.....	17
3.2.3 Analogni priključki.....	18
3.2.4 Nadzorni krmilnik	19
3.3 Funkcije modela pametne inštalacije	20
3.3.1 Nadzor in zatemnitev luči.....	20
3.3.2 Daljinsko upravljanje.....	23

3.3.3	Povezanost z internetom.....	24
3.3.4	Alarmni sistem	25
4	REZULTATI IN RAZPRAVA.....	27
4.1	KRMILjenje luči.....	27
4.2	ZATEMNITEV LUČI	27
4.3	DALJINSKO UPRAVLJANJE	29
4.4	POVEZANOST Z INTERNETOM.....	30
4.5	varnostni sistem	30
4.6	PREDNOSTI arduina pred komercialnimi krmilniki	31
4.7	SLABOSTI ARDUINA PRED KOMERCIALNIMI KRMILNIKI.....	32
4.8	OVREDNOTENJE HIPOTEZ	33
4.8.1	Ali bi Arduino lahko nadomestil krmilnik inteligentne instalacije	33
4.8.2	Z modulom Arduino lahko krmilimo razsvetljavo v stanovanju s šestimi prostori.....	34
4.8.3	Zmožnosti instalacije lahko razširimo tako, da povežemo 2 ali več Arduinov, ki bodo delovali povezano	35
4.8.4	Takšna instalacija bi bila cenejša kot komercialna instalacija.....	36
5	ZAKLJUČEK	39
6	POVZETEK.....	40
7.	ZAHVALA	42
8.	PRILOGE.....	43
8.1	PRILOGA A - Načrt MAKETE stanovanja	43
8.2	PRILOGA B - Slike makete stanovanja.....	44
8.3	PRILOGA B - OSTALE SLIKE.....	45
9.	VIRI IN LITERATURA	46

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Shema zgradbe pametne instalacije</i>	2
<i>Slika 2: Shema serijske komunikacije v pametnih instalacijah</i>	3
<i>Slika 3: Shema zgradbe KNX pametne instalacije</i>	5
<i>Slika 4: Arduino uno rev 3</i>	6
<i>Slika 5: Križni stik</i>	10
<i>Slika 6: Diagram postopka sekanja faze</i>	11
<i>Slika 7: 3D model makete stanovanja</i>	12
<i>Slika 8: Graf izhodnih enot inkrementalnega dajalnika</i>	14
<i>Slika 9: Krmilno vezje za krmiljenje luči</i>	15
<i>Slika 10: Vezje na digitalnih vhodih</i>	16
<i>Slika 11: Vezje na digitalnih izhodnih enotah</i>	17
<i>Slika 12: Vezje analognih vhodnih enot</i>	19
<i>Slika 13: Načrt za tiskanino za nadzorni krmilnik</i>	20
<i>Slika 14: Modul za zaznavanje zvoka</i>	23
<i>Slika 15: Modul za povezavo z internetom</i>	25
<i>Slika 16: Modul za pasivni infrardeč sensor</i>	26
<i>Slika 17: Diagram poteka za zatemnjevanje luči</i>	29
<i>Slika 18: Model stanovanja z vezjem za krmiljenje razsvetljave</i>	40
<i>Slika 19: Načrt makete enega nadstropja stanovanja</i>	43
<i>Slika 20: Model stanovanja iz strani</i>	44
<i>Slika 21: Maketa stanovanja od zaddaj</i>	44
<i>Slika 22: Predal s krmilnikom za nadzor razsvetljave</i>	45
<i>Slika 23: Nadzorni krmilnik s priključenimi moduli</i>	45

KAZALO TABEL

Tabela 1: Specifikacije Arduina Mega 2560 in Arduina Nano	8
Tabela 2: Uspešnost opravljanja zadanih nalog	27
Tabela 3: Seznam KNX modulov za izdelavo instalacije	37
Tabela 4: Seznam modulov za izdelavo instalacije z Arduinom.....	38

SEZNAM OKRAJŠAV

ms – milisekunda, ena tisočinka sekunde

μs – mikrosekunda, ena milijoninka sekunde

PIR – pasivni infrardeč (senzor)

lcd – prikazovalnik s tekočimi kristali (liquid crystal display)

USB – univerzalno serijsko vodilo (universal serial bus)

Rx – serijski sprejemni priključek (receive)

Tx – serijski oddajni priključek (transmit)

PWM – pulzno širinska modulacija (pulse width modulation)

SRAM – statično bralno-pisalni pomnilnik (static random-access memory)

V – volt, enota za merjenje električne napetosti

A – amper, enota za merjenje električnega toka

SLOVAR MANJ ZNANIH POJMOV

Krmilnik – elektronska naprava, ki lahko sprejema in preračunava informacije, in glede na njih ter na program upravlja s porabniki na izhodih.

Galvanska ločitev – da sta dva dela med sabo električno izolirana.

Programska knjižnica – skupek podprogramov, ki so shranjeni v datoteki in jih lahko vključimo v programu ter tako poenostavimo programiranje in povečamo preglednost.

Podprogram – del programa, ki je pred definiran in ga lahko zaženemo iz drugih delov programa

Moduli – vezja, ki so narejena zato, da opravljajo neko nalogo.

Serijsko vodilo – komunikacijsko vodilo, po katerem vse informacije tečejo po istem vodniku ena za drugo (v seriji).

Digitalno – vrednost, ki ima lahko le dve stanji: 1 ali 0.

Analogno – vrednost, ki ima lahko neskončno mnogo stanj.

Faza – dovodni električni vodnik, ki je v normalnih pogojih vedno pod napetostjo.

SRAM – pomnilnik, na katerem so shranjene vrednosti spremenljivk in lahko iz njega beremo ter nanj zapisujemo.

Flash – pomnilnik, na katerem je shranjen program.

Spremenljivka – informacija v računalniškem programiranju, na katero shranjujemo informacije.

Optospojnik – element v elektroniki, ki omogoča prenašanje informacij prek galvanske ločitve.

Triak – elektronski element, pri katerem lahko z majhno napetostjo krmilimo veliko napetost.

1 UVOD

V sodobnem svetu so računalniki postali ključni del našega življenja. Njihova uporaba se je hitro razširila. Dandanes jih poleg uporabe za delo, uporabljamo tudi za zabavo in pa za naše lastno udobje. Pametne inštalacije so namenjene prav temu in postajajo vse bolj popularne. Takšne inštalacije delujejo tako, da imajo glavno krmilno enoto, ki posredno krmili porabnike v stanovanju glede na stanja senzorjev kot so stikala, temperaturni senzor itd. Vendar so takšne inštalacije še vedno zelo drage v primerjavi s klasičnimi inštalacijami. Velik strošek predstavljajo prav te krmilne enote, ki upravljajo tako rekoč celo stanovanje.

Vprašanje je, če bi lahko namesto dragega krmilnika uporabili mikrokrmilniški modul Arduino (Arduino Mega 2560), saj je cenovno ugoden. Kot druge krmilnike ga je možno sprogramirati, vendar pa ima mnoge druge omejitve v primerjavi s krmilniškimi sistemi, ki so posebej načrtovani za takšno uporabo. Zato sva se odločila, da bova ustvarila pomanjšan model pametne inštalacije, v kateri bi za glavno krmilno enoto uporabila mikrokrmilniški modul Arduino in bi omogočala funkcije, ki jih ponujajo druge pametne inštalacije.

1.1 HIPOTEZE

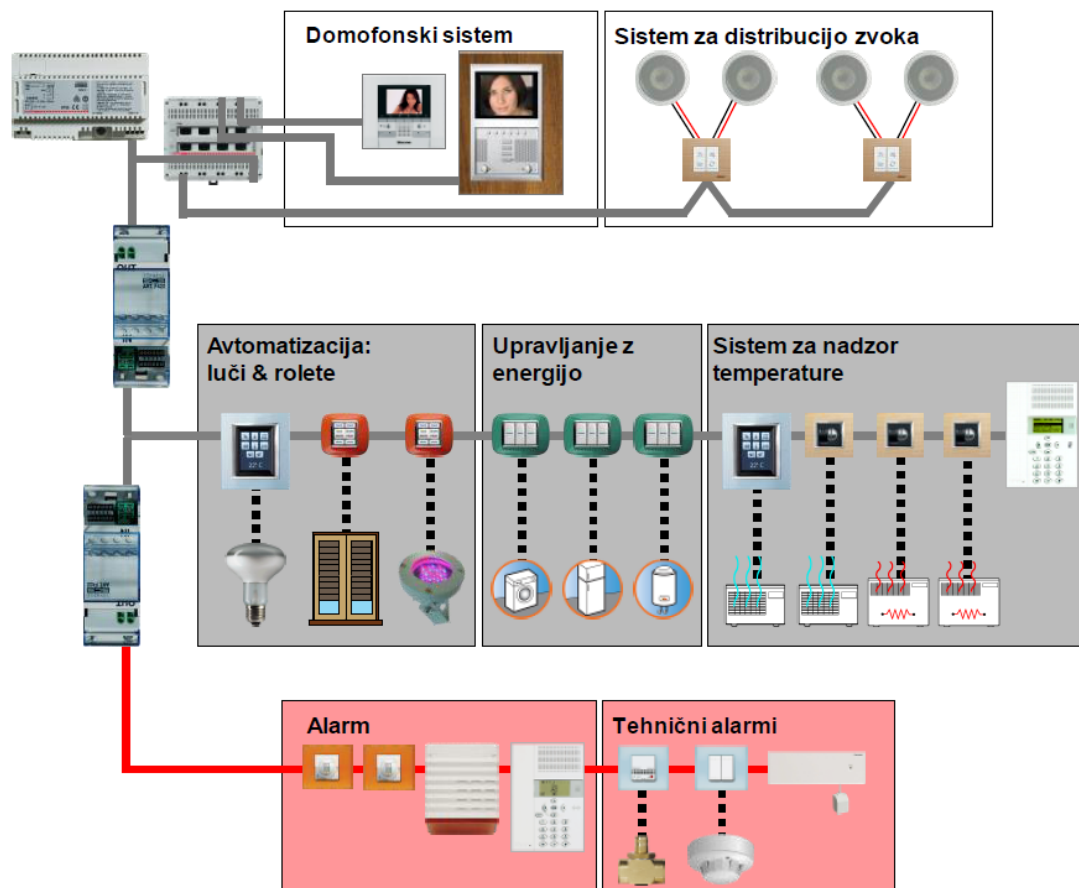
1. Mikrokrmilniški modul Arduino lahko nadomesti krmilnik inteligentnih instalacij
2. Z modulom Arduino lahko krmilimo razsvetljavo v stanovanju s šestimi prostori
3. Zmožnosti instalacije lahko razširimo tako, da povežemo 2 ali več Arduinov, ki bodo delovali povezano
4. Takšna instalacija bi bila cenejša kot komercialna instalacija.

2 PREGLED OBJAV

2.1 KAJ SO PAMETNE INŠTALACIJE?

Pametne inštalacije so hišne inštalacije, kjer namesto da bi porabnike direktno krmilili prek stikal,

jih krmilimo posredno prek krmilnika. To nam omogoča različne funkcije, kot so avtomatsko izklapljanje, senčenje svetil in mnoge druge, ki jih je v klasičnih inštalacijah nemogoče doseči. Velika prednost pametnih inštalacij je tudi v tem, da je krmilnike mogoče sprogramirati po željah uporabnikov. Z njimi je mogoče upravljati na tisoče različnih modulov in ko je enkrat že vse povezano, lahko delovanje inštalacije preprosto spreminjamo tako da na krmilnik naložimo nov program ali pa spremenimo prejšnjega.



Slika 1: Shema zgradbe pametne instalacije

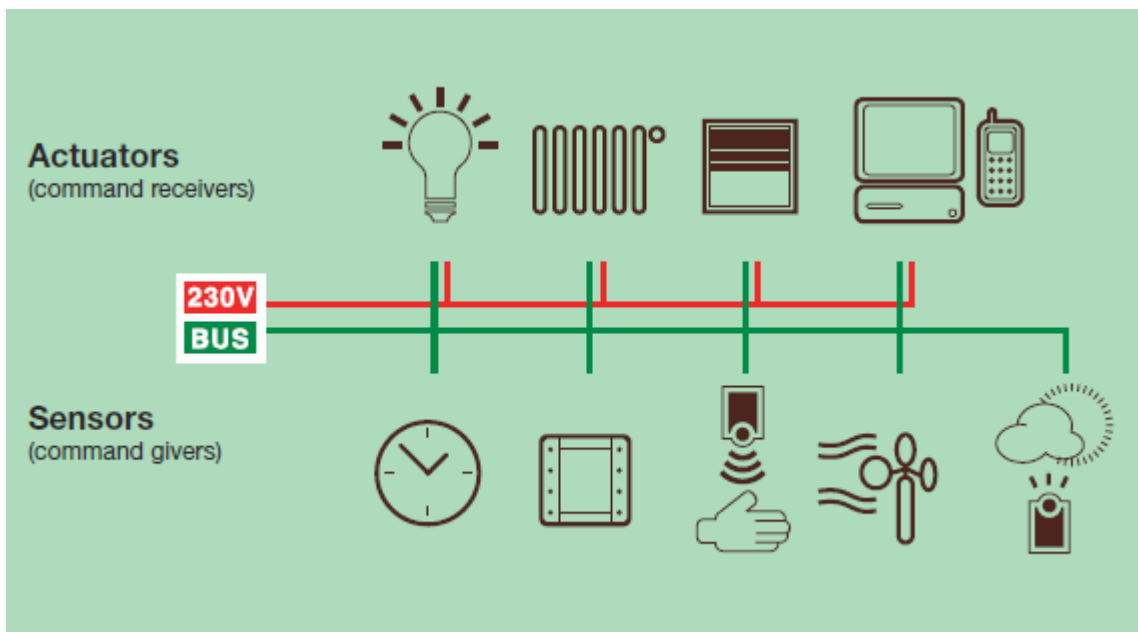
(<http://www.inproprojektiranje.com/images/stories/strokovniclanki/pametne-instalacije.png>)

2.2 DELOVANJE PAMETNIH INSTALACIJ

Običajne instalacije se zanašajo na fizično prekinjanje in sklenitev tokokroga s stikali. Če želimo

prižgati luč ali katerikoli drug porabnik, pritisnemo stikalo in s tem direktno omogočimo električni tok, ki žene ta porabnik. Če želimo imeti več stikal, moramo narediti posebne vezave in uporabiti prava stikala, saj mora vsako stikalo skleniti ali razkleniti električni tokokrog, ne glede na položaj drugih stikal. Zaradi tega je vezava stikal nekoliko bolj zapletena in porabi več materiala. Če želimo dodati funkcije, kot so zakasnjena izključitev aparata, moramo uporabiti posebne releje. Toda še vedno smo zelo omejeni glede tega, kaj lahko in česa ne moremo doseči.

Pri pametnih instalacijah uporabimo bolj kompleksne module, senzorje in krmilnike, ki nam omogočajo visoko stopnjo prilagodljivosti, saj lahko s programom spremenimo praktično vse aspekte delovanja sistema. Imamo lahko modul, na katerega bodo priključene vse luči v stanovanju ter vsa potrebna stikala. S programom lahko potem določimo, katero stikalo prižiga katero luč, dodajamo druge senzorje in nam celo dovoljuje, da zatemnimo luči. V večini komercialnih hišnih instalacijah so moduli med sabo povezani s serijskim vodilom, kar pomeni, da so lahko vsi povezani med sabo prek dveh vodnikov. Če nam delovanje instalacije ni všeč, nam ni potrebno spreminjati fizičnih povezav, temveč le spremenimo program.



Slika 2: Shema serijske komunikacije v pametnih instalacijah

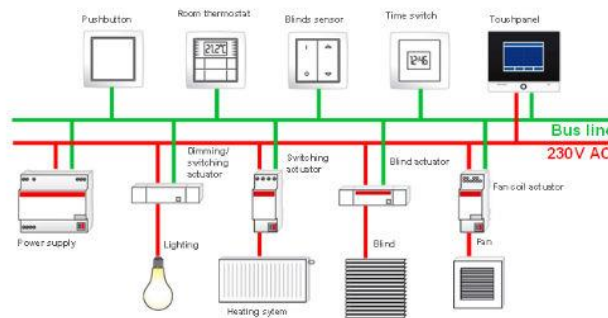
(<http://www.babybook.si/pametna-hisa/>)

2.3 KNX STANDARD

V svetu so najbolj razširjene KNX hišne instalacije, v Evropi pa so skorajda ekskluzivne. KNX je standardizirano komuniciranje med napravami v inštalacijami. Tako lahko vse naprave (senzorji, krmilniki, porabniki) komunicirajo med sabo po serijskem vodilu in je zato priključitev in programiranje mnogo lažje. Prav tako je enostavno dodajanje in zamenjava modulov ter nadgradnja. V KNX instalacijah razne komponente izvajajo svoje funkcije bolj ali manj samostojno, kar še bolj poenostavi programiranje. Modul za upravljanje in zatemnitev luči, na primer, potrebuje le nekaj stikal in drugih senzorjev na vhodnih enotah, ki mu bodo podajali razne vrednosti in ukaze, na podlagi katerih bo potem sam opravil vse delo.

Arduino sicer podpira serijsko komunikacijo in mogoče je celo naložiti vmesnik, ki nam omogoča KNX komunikacijo. Vendar pa če bi želela narediti KNX inštalacijo bi potrebovala mnoge vmesniške module in senzorje ter aktuatorje, ki so kompatibilni s tem načinom. To bi močno vplivalo na ceno inštalacije. Poleg tega nimava nobenih izkušenj s programiranjem s KNX protokolom kar bi povzročalo nadaljne komplikacije. Bistvo te naloge je bilo, da namesto dražjih krmilnikov in modulov uporabiva Arduino in s tem čim bolj zmanjšava stroške inštalacije. Zato sva se odločila za drugačen pristop. Vendar pa obstaja tudi možnost, da Arduino integriramo v KNX instalacijo.

(Povzeto po <https://www.knx.org/ie/knx/association/what-is-knx/index.php>, 6. 1. 2017)



Slika 3: Shema zgradbe KNX pametne instalacije

(<http://www.mysmartcti.com.au/about-knx/knx-systems-topology/>)

2.4 MIKROKRMILNIŠKI MODUL ARDUINO

2.4.1 Zgodovina

Mikrokrmilniški moduli Arduino so proizvod italijanskega podjetja pod istim imenom. Zasnovan je na podobnem mikrokrmilniškem modulu Wiring, ki ga je razvil kolumbijski študent kot cenejše nadomestilo takrat mnogo dražjim učnim pripomočkom za programiranje. Modul je deloval v novem programskem okolju, ki je dovoljeval uvažanje programskih knjižnic in enostavnejše programiranje. Leta 2005 sta dva italijanska študenta nadgradila modul Wiring in prekopirala njegovo izvorno kodo ter začela delati na novem projektu, ki sta ga poimenovala arduino.

(Povzeto po <https://arduinohistory.github.io/>, 6. 1. 2016)

2.4.2 Glavni sestavni deli

Do sedaj obstaja že veliko uradnih Arduino modulov, vsak z nekoliko drugačnimi specifikacijami. Vsem je skupno, da za glavno procesorsko enoto uporabljajo Atmelov mikroprocesor iz serije Atmega (izjema je Arduino Due, ki uporablja mikroprocesor ARM SAM3X8E). Moduli so narejeni tako, da niso potreben nobene večje predpriprave, saj je vse potrebno za delovanje mikroprocesorja že na ploščici. To vsebuje kvarčni kristal za takt ure v

mikroprocesorju, stabilizator napetosti za enostavno napajanje modula, tipka za ponastavitev programa in pa seveda pravilno povezan USB priključek, prek katerega programiramo Arduino in prek katerega lahko tudi izmenjujemo podatke med delovanjem.

2.4.3 Digitalne vhodno/izhodne enote

Moduli imajo različno število digitalnih vhodno/izhodnih enot, za katere v programu definiramo, če jih bomo uporabili kot vhod ali izhod. Ti priključki delujejo binarno, kar pomeni da je vhodni signal ali 1, če je napetost zadostna, ali 0, če je napetost prenizka oziroma je ni. Enako velja, če te priključke uporabimo za izhod. Če je izhod v logičnem stanju 1, Arduino na tem izhodu zagotavlja nazivno napetost, če pa je stanje 0, bo Arduino zagotovil povezavo z maso oziroma 0V. Poleg tega imajo nekateri izhodi možnost pulzno širinske modulacije (PWM) z nastavljivim ciklom delovanja. V tem načinu Arduino na izhodu generira pravokotno napetost frekvence, odvisne od modula ter od posameznega priključka, s programom pa lahko nastavljamo kolikšen del periode bo v logičnem stanju 1. S tem lahko nadzorujemo povprečno izhodno moč in s tem nadzorujemo, na primer, svetlost svetleče diode ali hitrost motorja.



Slika 4: Arduino uno rev 3

(<https://store.arduino.cc/product/A000066>)

2.4.4 Analogi priključki

Arduino vsebuje tudi analogne vhode. Prek te lahko Arduino sprejema analogne signale in jih prek analogno – digitalnega pretvornika z resolucijo 10 bitov spremeni v vrednost od 0 do 1023. S tem lahko beremo vrednost iz toplotnega senzorja, pozicijo spremenljivega upora in podobno. Paziti moramo, da vhodna napetost nikoli ne preraste nazivne napetosti, ki je na večini modulov 5V. Če to mejo presežemo bomo trajno uničili določeni priključek ali celoten modul. Edini modul Arduino, ki je sposoben digitalno – analogne pretvorbe in s tem spremenljive izhodne napetosti je Arduino Due, na vseh modulih pa lahko analogne priključke uporabljamo tudi kot digitalne vhodno/izhodne enote.

2.4.5 Serijski priključki

Arduino ima 2 serijska priključka. Eden je za sprejemanje (RX), drugi pa za oddajanje (TX) informacij v serijski obliki. Povezana sta z USB priključkom, kar pomeni, da ju ne moremo uporabiti kot navadna digitalna vhoda ali izhoda če uporabljamo serijsko komunikacijo. Če je med delovanjem Arduino priključen na računalnik in ima v programu omogočeno serijsko komunikacijo, mu lahko pošiljamo ukaze iz računalnika, ali pa pošiljamo informacije iz Arduino na računalnik, kjer se bodo izpisovale v serijskem monitorju. To je zelo uporabno pri preverjanju pravilnega delovanja kode. Po serijski komunikaciji pošiljamo informacije v obliki besed (string), ki so pretvorjene v binarno obliko in potem prevedene nazaj v besede.

2.4.6 Napetostni priključki

Na modulu najdemo tudi priključke, ki jih lahko uporabimo za napajanje senzorjev ali aktuatorjev. Vsak modul ima enega ali več med seboj povezanih priključkov na maso, priključek za enosmerno napetost 5 V in, ali 3,3 V ter en priključek Vin. Vin lahko uporabimo kot izvor napetosti ali kot mesto napajanja za modul. Arduina ne smemo hkrati napajati iz več mest, saj lahko to privede do okvare. Najpogostejši način napajanja je prek napajalnega priključka, saj ta nudi največ zaščite in je praktičen za uporabo. Če modul napajamo od tam, imamo na priključku Vin izvor napetosti, ki bo od napajalne napetosti manjši le za padec napetosti na usmerniški

diodi, ki ščiti modul pred napačno polarizacijo napajanja na napajalnem priključku. Arduino lahko napajamo tudi prek priključka Vin, v tem primeru bo napetost najprej stabilizirana, ali prek priključka 5 V. Zadnja možnost ni priporočljiva, saj mora biti napetost stabilizirana na natančno 5 V in lahko hitro pride do okvare zaradi napetostnih konic, v obeh primerih pa je negativni pol za napajanje eden od priključkov za maso (gnd). Za večje porabnike ni priporočljivo napajanje direktno iz Arduina, saj lahko zelo hitro presežemo maksimalni tok modula in ga s tem uničimo. Za večje porabnike je torej potrebno ojačenje napetosti prek tranzistorja ali releja.

(Povzeto po <https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-an-arduino/whats-on-the-board>, 7. 1. 2016)

2.6.7 Specifikacije

Za najin model pametne inštalacije sva uporabila en Arduino Mega 2560 in en Arduino Nano. V spodnji tabeli so naveden specifikacije obeh modulov.

Tabela 1: Specifikacije Arduina Mega 2560 in Arduina Nano

	Arduino Mega 2560	Arduino Nano
Mikrokontroler	Atmega2560	ATmega168
Hitrost takta procesorja	16 MHz	16 MHz
napetost procesorja	5 V	5 V
Napajalna napetost	7 – 12 V	7 – 12 V
Število digitalnih vhodno/izhodnih enot	54	14
Število PWM izhodov	14	6
Število analognih vhodov	16	8
Flash spomin	256 kb	16 kb
SRAM	8 kb	1 kb

(Povzeto po <https://www.arduino.cc/en/Products/Compare> 7. 1. 2016)

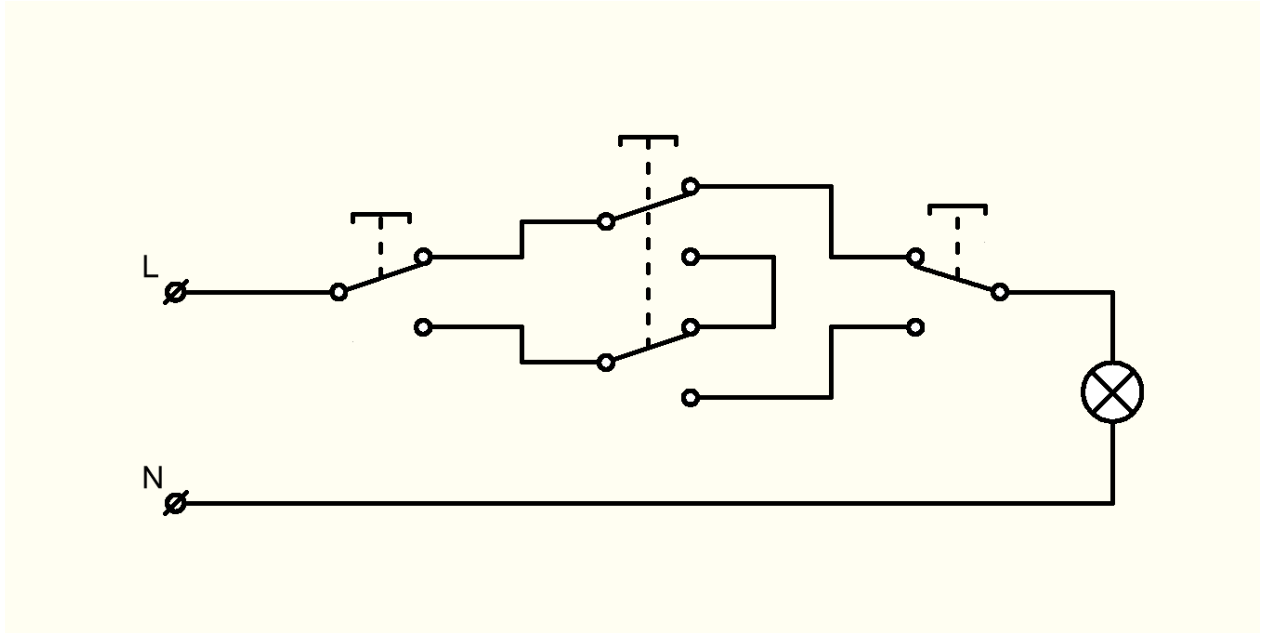
2.5 FUNKCIJE PAMETNIH INSTALACIJ

Najbolj popularne funkcije, ki jih opravljajo pametne inštalacije so:

- Krmiljenje in zatemnitev razsvetljave
- Krmiljenje gretja
- Varnostni sistemi
- Upravljanje senčil
- Upravljanje prek daljinskega upravljalnika, telefona ali prek interneta

2.5.1 Krmiljenje razsvetljave

Eden najpomembnejših in največkrat uporabljenih porabnikov v stanovanjih je zagotovo razsvetljava. Sposobnost da razsvetlimo sobo z enim samim pritiskom na stikalo se nam danes zdi povsem samoumevna. Vendar pa razsvetljava pogosto predstavlja tudi največji delež napeljave, še posebej če imamo večje število stikal za eno luč. Razlog za to je, da luči prižigamo in ugašamo neposredno tako da sklapljamo in prekinjamo električni krog. Če uporabimo le eno stikalo je vezava izjemno preprosta, če pa želimo luč upravljati iz več mest, potrebujemo med posameznimi stikali več vodnikov.



Slika 5: Križni stik

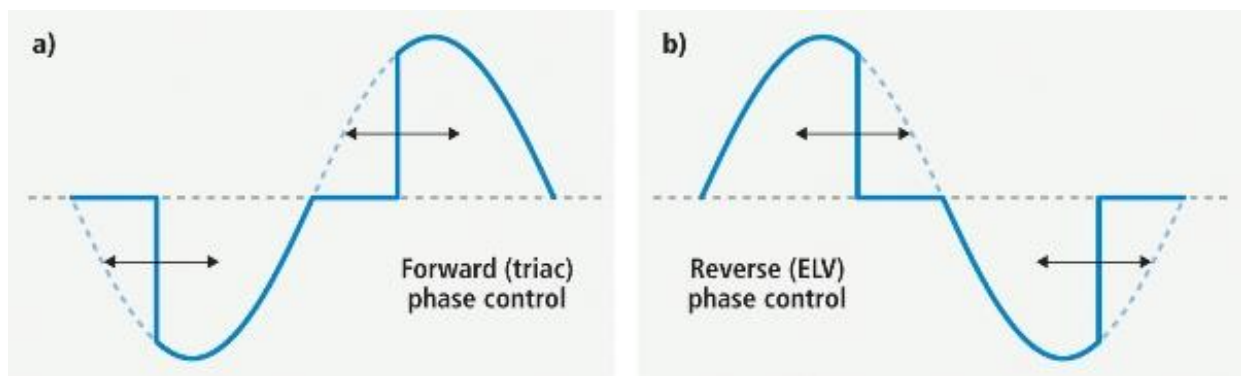
Takšni stiki ne omogočajo nikakršnih naprednejših funkcij kot so samodejna izključitev ali zatemnitev luči. Nekatere od te funkcionalnosti lahko dosežemo z uporabo posebnih relejev, vendar to še bolj zaplete ožičenje luči. Možna je tudi vgraditev modulov za senčenje, vendar so po navadi precej dragi, lahko upravljajo le eno skupino svetil in še vedno ne omogočajo prilagodljivosti pametnih inštalacij, pri katerih luči upravlja krmilnik, s programsko opremo in velikim naborom senzorjev pa lahko dosežemo tako rekoč karkoli.

Samo prižiganje in ugašanje luči je s krmilnikom zelo enostavno, saj samo spremenimo logično vrednost na zelenem vhodu ko zaznamo pritisk gumba ali zaradi katerega drugega dogodka. Zatemnitev luči pa je nekoliko bolj zapletena. Da luči delujejo z manjšo svetilnostjo, jim moramo nekako zmanjšati povprečen dovod moči. Zaporedno za svetilo bi bilo najlažje vezati spremenljiv upor, ki bi ga lahko ročno nastavljali. To bi privedlo do ogromne izgube moči na upor, kadar bi luči delale z zmanjšano močjo. Poleg tega je upornost težko krmiliti elektronsko, zato je ta možnost popolnoma nesmiselna. Najpogostejši način zatemnitev luči je tako imenovano “sekanje faze”. Po navadi luč prejme moč cele sinusoide, pri tem postopku pa se tokokrog prekine, ko sinusoida doseže vrednost 0, kar zaznamo s čipom in se zgodi dvakrat v vsaki periodi. Potem lahko z natančnim časovnim zamikom spet sklenemo tokokrog nekaj milisekund pozneje. Luč

tako ni prejela cele sinusoide, povprečna moč pa se je zmanjšala in posledično tudi svetilnost. S spreminjanjem vključitve luči lahko manipuliramo njeno svetilnost. Če bomo luč vključili v istem trenutku, kot je sinusoida prešla ničelno vrednost, bo svetilnost maksimalna. Če bo čas zakasnitve blizu časa pol periode (10 milisekund), bo luč prejela le delček sinusoide in svetilnost bo zelo nizka.

Razlikujemo sekanje faze ko ta narašča (rising edge), ali ko upada (trailing edge). Med posameznima načinoma ni bistvene razlike, vendar pa se pri zatemnjevanju luči najpogosteje uporablja triak, ki nam ne omogoča prekinitev tokokroga ko je napetost še prisotna, temveč se sam ugasne ko sinusoida doseže ničelno vrednost. Zaradi tega je v uporabi večinoma sekanje naraščajoče faze. Ta način lahko uporabimo tudi brez krmilnika. Če na sprožitveni priključek triaka povežemo dijak in nanj zaporedno vežemo spremenljiv upor, dobimo podoben rezultat. Djak deluje tako, da začne prepuščati tok šele ko napetost doseže dovolj veliko vrednost. Če torej s potenciometrom zmanjšamo napetost na dijaku, bo sinusoida dosegla to vrednost kasneje in spet bomo dosegli enak učinek kot z uporabo krmilnika.

(Povzeto po <http://home.howstuffworks.com/dimmer-switch.htm>, 10. 1. 2016)



Slika 6: Diagram postopka sekanja faze

(<http://www.ledsmagazine.com/content/dam/leds/migrated/objects/features/8/6/9/AEGcontrols.jpg>)

3 MATERIALI IN METODE

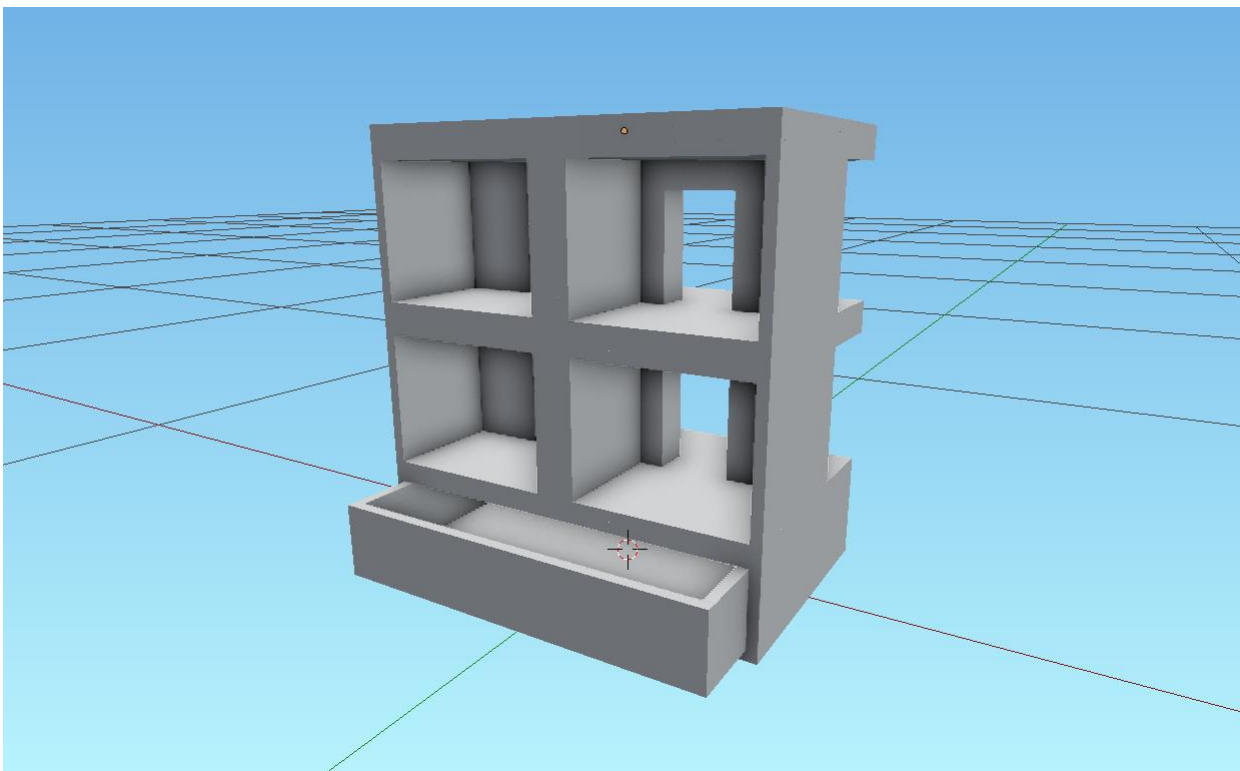
3.1 MODEL PAMETNE INSTALACIJE

Za preizkus pametne inštalacije, ki jo krmili Arduino, sva izdelala model stanovanja.

3.1.1 Model hiše

Načrt za model instalacije sva najprej izdelala v brezplačnem 3D programu Blender. S tem sva ugotovila, koliko materiala bova potrebovala in kakšna mora biti velikost posameznih delov. Najina maketa hiše je imela 4 sobe in 2 hodnika. Za material sva si izbrala 12mm USB plošče, saj so dovolj trdne in sorazmerno poceni. Plošče so nama v prodajalni razrezali na točo velikost. Med stenami ter nad stropom sva pustila 2cm prostora, kjer sva kasneje napeljala vodnike. Pod hišo sva naredila predal, v katerega sva pritrdila glavni krmilnik ter napajalni transformator.

Podroben načrt makete stanovanja je v prilogi.



Slika 7: 3D model makete stanovanja

3.1.2 Razsvetljava

Glavni porabniki v najinem modelu so bile luči. Uporabila sva grla za žarnice E10. Namestila sva jih tako, da sva v strop zvrtila 11mm luknje in vanje vstavila grla ter jih pritrdila z vročim lepilom. Na vsak hodnik sva namestila 3 luči v vzporedni vezavi. Vsaka soba je imela po eno glavno luč, 2 pa še 1 ločeno stransko luč.

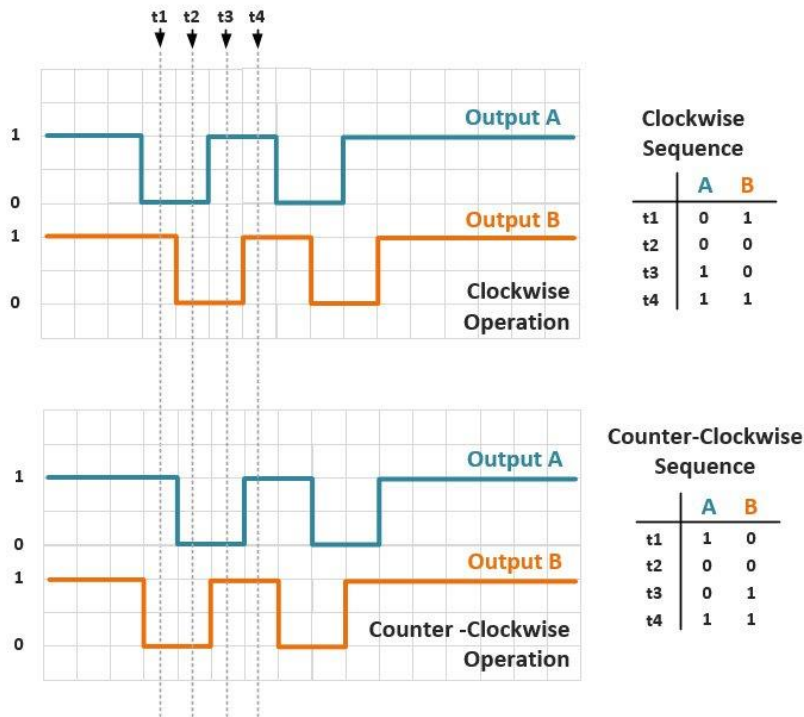
V stene najinega modela sva dodala stikala, ki sva jih namenila krmiljenju razsvetljave. Uporabila sva običajna tipkala. Na vsak hodnik sva namestila 2 tipkala, pri vsakih vratih enega. Vezana sta bila vzporedno in sta imela skupni priključek, tako da je lahko pritisk na kateregakoli od njiju aktiviral isto vhodno enoto. V ostale 4 sobe sva namestila po eno tipkalo, v eni sobi pa sva dodala tudi potenciometer, da bi dodala nekaj variacije pri krmiljenju razsvetljave.

Tako za luči, kot tudi za stikala sva uporabila 1,5 mm² vodnike, kar je bilo popolno pretiravanje, saj je bila napetost, na kateri je obratovala najina instalacija komaj 17 V AC.

3.1.3 Uporabniški vmesnik

Po navadi imajo pametne instalacije nekakšno nadzorno ploščo, od koder lahko dostopamo do nekaterih podatkov in splošnih nastavitev inštalacije kot so čas zakasnitve izklopa luči in podobno. Za to sva uporabila preprost Lcd-016m002b ekran in inkrementalni dajalnik ky-040. Z vrtenjem gumba na inkrementalnem dajalniku smo se lahko pomikali skozi menije in s pritiskom na gumb potrdili izbiro. Lcd ekran je za uporabo zelo preprost, saj ga kontroliramo prek PC komunikacije. Uporaba ustrezne knjižnice naredi programiranje in zapisovanje naenkrat zelo preprosto.

Tudi inkrementalni dajalnik ne potrebuje obširne kode. Za indikacijo vrtenja ima 2 izhoda. Ko ga zavrtimo v eno smer, najprej dobimo signal na enem izhodu in z izredno majhno zakasnitvijo še na drugem. Če zavrtimo gumb v drugo smer, se bo zaporedje signalov zamenjalo. Gumb inkrementalnega dajalnika lahko tudi pritisnemo, in to deluje kot navadno tipkalo.

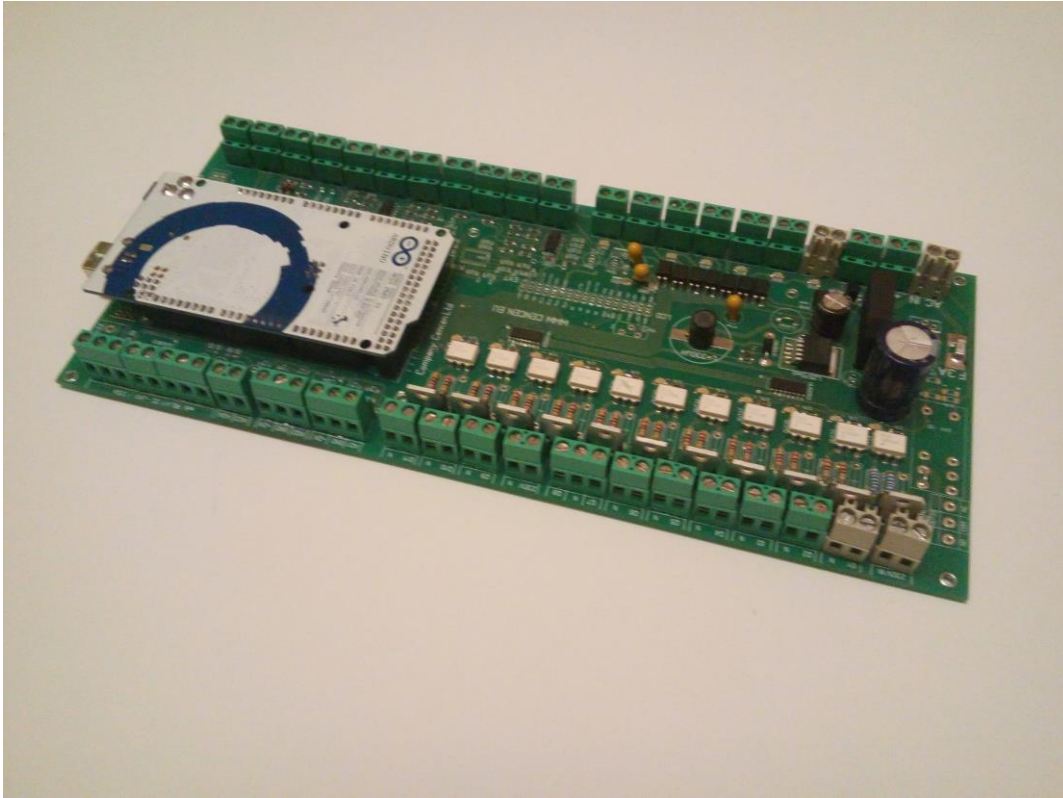


Slika 8: Graf izhodnih enot inkrementalnega dajalnika

(<https://www.allaboutcircuits.com/projects/how-to-use-a-rotary-encoder-in-a-mcu-based-project/>)

3.2 PRIPRAVA ARDUINA

Arduino ne bi bil sposoben krmiliti tako velikega porabnika, kot je bil najin model, kaj šele prava hišna inštalacija. Zaradi tega sva morala vse vhodne in izhodne enote opremiti tako, da sva lahko z majhno enosmerno napetostjo krmilila veliko izmenično napetost, ne da bi pri tem tvegala okvaro krmilnika zaradi preobremenitve ali prenapetosti. Že pripravljeno ploščico, izdelano za krmiljenje porabnikov pri omrežni napetosti, nama je prispeval profesor Zvone Cencen. Modul je imel vse kar sva potrebovala za najin projekt, kar nama je privarčevalo veliko časa, saj sva morala le po načrtu prispajkati potrebne komponente.



Slika 9: Krmilno vezje za krmiljenje luči

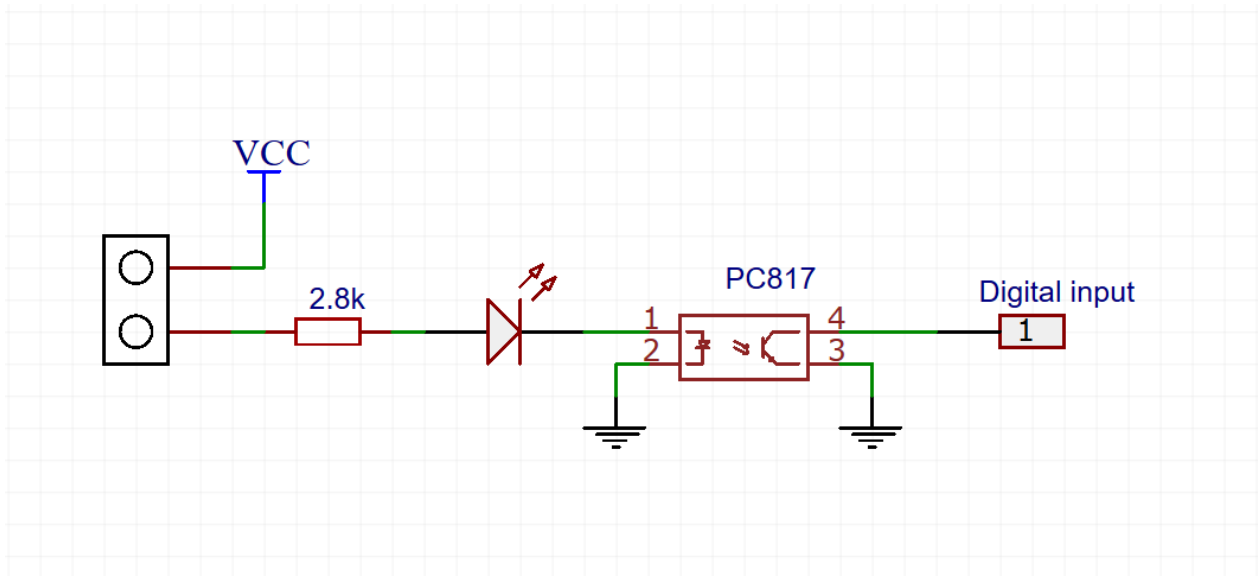
3.2.1 Digitalne vhodne enote

Digitalne vhodne enote sva potrebovala za priklop tipkal in drugih senzorjev. Na ploščici sva jih imela na voljo 7, kar je bilo dovolj, glede na to, da sva za nekatere senzorje uporabila ločen Arduino. Vezava za vhode je bila zelo preprosta, saj je vsebovala le optospojnik (PC817), ki je zagotavljal galvansko ločitev, in pa svetlečo diodo, ki je delovala kot indikator za stanje vhoda. Za vsak vhod sva imela 2 vijačni sponki. Ena sponka vsakega vhoda je bila povezana na 22 voltov napetosti, druga pa na pozitivni terminal optospojnika. Da vključimo vhod Arduina, je tako potrebno le, da električno sključimo obe sponki in tako sklenemo električni krog. To nama je olajšalo vezavo tipkal, saj sva jih preprosto ožičila in privijačila na obe vijačni sponki posameznega vhoda.

Arduino ima vgrajene “pullup” upore, ki jih lahko uporabimo ali ne, kakor to specificiramo v kodi. Ti upori povezujejo vhod krmilnika z napajalno napetostjo in tako postavijo referenčno

napetost na 5 voltov. Vhodna enota mora vedno biti povezana na neko znano vrednost. To je lahko masa ali napajalna napetost. Če ne bi imeli referenčne napetosti, in vhod ne bi bil nikamor povezan (odprta sponka), bi procesor zaradi motenj zaznaval napetost na signalu, kar bi povzročalo da bi dobili neželena proženja vhodnih enot. Upori v modulih Arduino so vrednosti od 20 do 50 kilo ohmov. Če bi na mesto uporov vhod kratkostično povezali na eno od referenčnih napetost, bi bil ta vhod popolnoma neuporaben, saj ne bi mogli na noben način spreminjati vrednosti vhoda, ki bi bil vedno v logičnem stanju 1, če smo ga povezali na napajalno napetost, ali v logičnem stanju 0, če smo ga povezali na napetost 0 voltov.

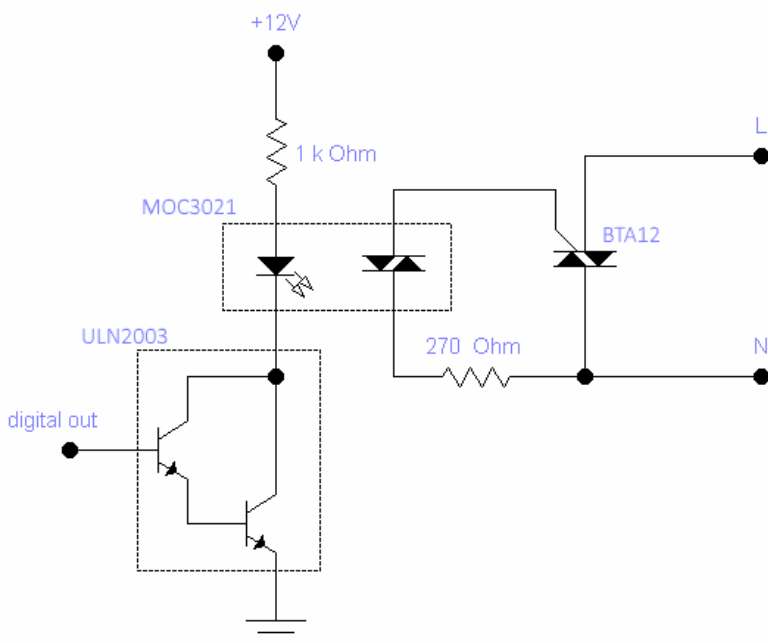
Ker sva torej vhodne enote povezala na napetost 5 voltov, sva morala vhode krmiliti z napetostjo 0 voltov. Ko je bilo tipkalo v odprtem položaju in priključni sponki nista bili sklenjeni, je bil optospojnik “zaprt” in vhodno stanje je zaradi “pullup” upora bilo 1. Ko pa smo s pritiskom na tipko sklenili sponki, in s tem električni krog, se je optospojnik “odprl”, in digitalni vhod je bil skorajda kratkostično povezan na maso, zaradi česar je bila na njem napetost 0 voltov in je bil v logičnem stanju 0. Kot vidite, je logično stanje ravno nasprotno, kadar uporabljamo “pullup” upor, vendar to ni predstavljalo nobenih težav, saj je bilo potrebno pri programiranju le upoštevanje tega. V vezju je dodana tudi svetleča dioda, ki deluje kot indikator vhodnega stanja, in pa upor, ki preprečuje, da bi uničili LED ter pa optospojnik zaradi previsoke napetosti.



Slika 10: Vezje na digitalnih vhodih

3.2.2 Digitalne izhodne enote

Na najini ploščici sva imela 11 digitalnih izhodov. Ti so bili zvezani nekoliko bolj zapleteno, saj so morali varno in zanesljivo krmiliti višjo izmenično napetost, obenem pa se Arduino ni smel preobremeniti, če bi moral hkrati vključiti več izhodov. To pomeni, da je moral biti izhodni tok vsake izhodne enote zelo omejen, saj lahko vsak izhod prenese le 40 mA izhodnega toka, skupni izhodni tok vseh priključkov pa ne sme presegati 200 mA. V tem primeru je potrebno napetostno krmiljenje, kjer izhode krmilimo z napetostnim potencialom in ne z tokom. Načrt za digitalne izhode je iz the razlogov nekoliko bolj zapleten.

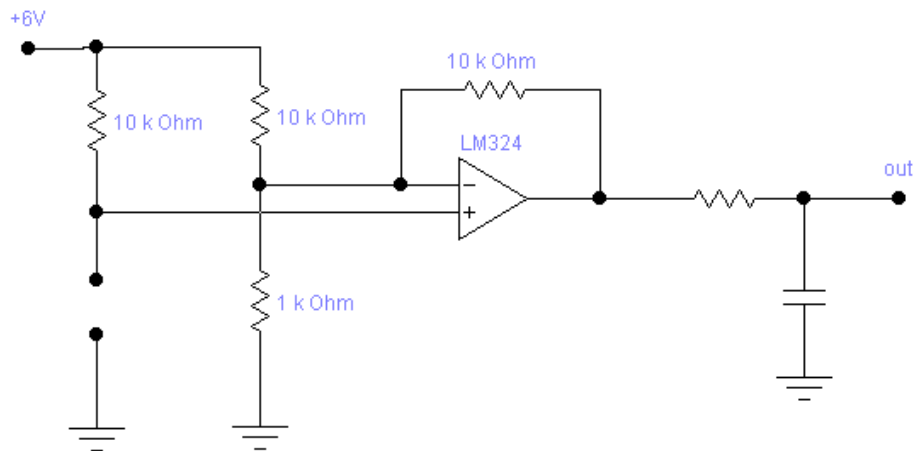


Slika 11: Vezje na digitalnih izhodnih enotah

3.2.3 Analogni priključki

Ker je bilo tiskano vezje namenjeno za krmiljenje točno določenega porabnika, je bilo posebej načrtovano za takšno nalogo. Zaradi tega je na večini analognih vhodnih enot imel vezje, na katerega bi naj priklopili točno določen PTK upor. Ta upor ima pri temperaturi 0 °C upornost 1 k Ω , pri temperaturi 100 °C pa okoli 1370 Ω . Ker nas zanima le razlika upornosti od 0 °C naprej, je vezje narejeno tako, da zanemari to začetno upornost. Tako dobimo pri 0 °C na izhodu vrednost 0 V. Ta napetost je potem še ojačana, tako da lahko z Arduino merimo manjše temperaturne razlike. Zaradi tega se merilno območje zmanjša. Maksimalno vrednost 5 V doseže pri temperaturi okoli 150 °C. To vezje je priključeno na napajanje 6 V. To je zato, ker navaden operacijski ojačevalnik LM324 ne more zagotoviti izhodne napetosti, ki bi bila enaka napajalni napetosti. Ta je zaradi tega nekoliko višja, da lahko na izhodu še vedno dobimo celih 5 voltov.

Zaradi tega vezja so bili ti vhodi skorajda neuporabni za sprejemanje analognih vrednosti iz komponent kot so potenciometri. Te vhode bi lahko kljub temu uporabila kot digitalne vhodne enote. Ploščica je imela tudi 2 običajna analogna vhoda. Tudi ta dva sta imela dve priključni sponki. Na eni je bil izvor napetosti 5 voltov, kar je natančno toliko, kolikor je maksimalna vhodna vrednost analognih vhodov na Arduino. Drugi je bil povezan direktno na analogni vhod Arduina.

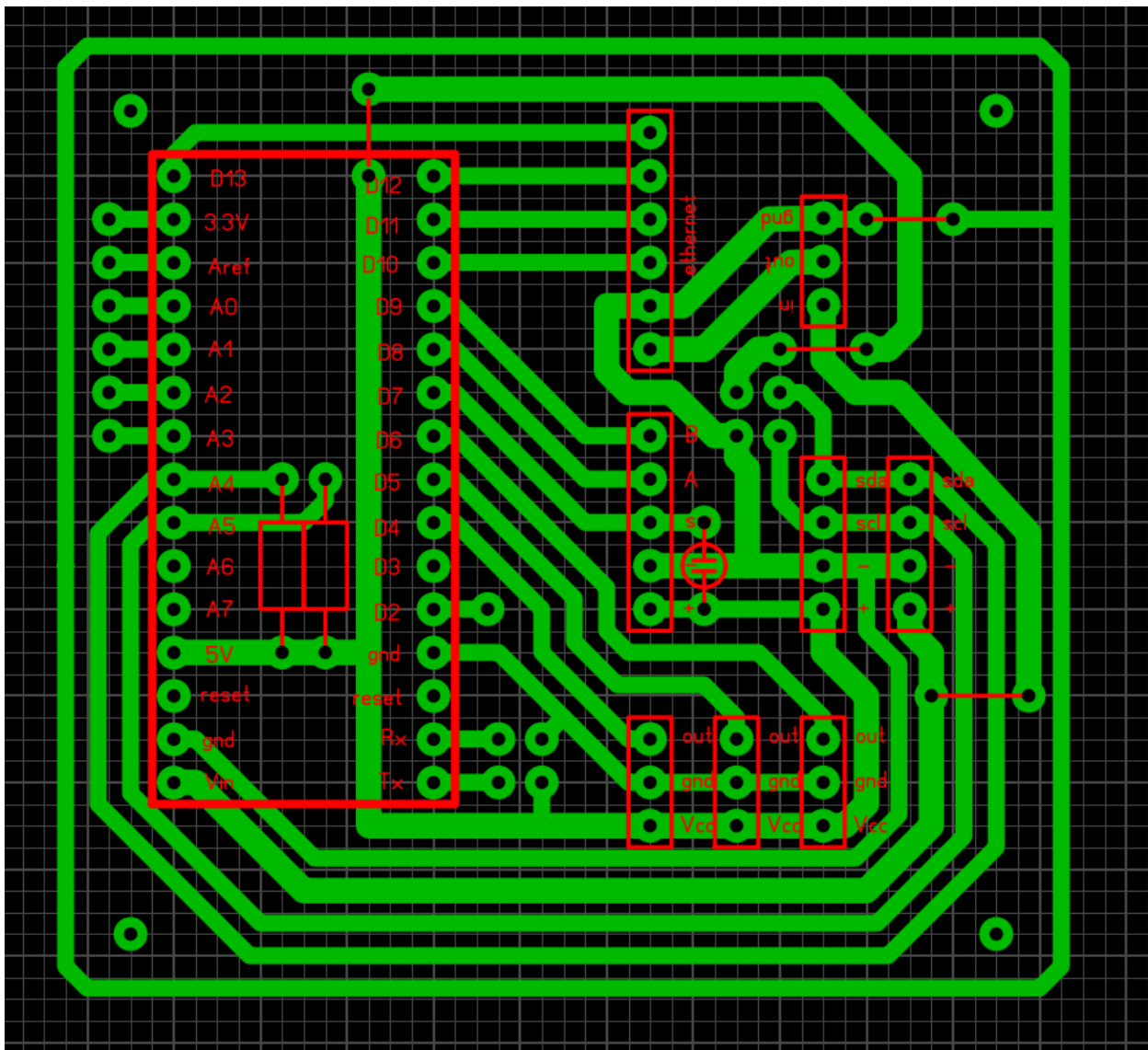


Slika 12: Vezje analognih vhodnih enot

3.2.4 Nadzorni krmilnik

Drugi krmilniški modul Arduino, ki sva ga uporabila, je bil namenjen za uporabniški vmesnik, beleženje podatkov, sprejemanje infrardečih signalov, zaznavanju ploska in internetni povezavi. Poleg tega je bil povezan z drugim Arduinoom ter mu podajal ukaze za krmiljenje luči, ter sprejemal podatke o delovanju inštalacije, na primer, kako dolgo so delovali posamezni porabniki. Te podatke je potem uredil in jih shranil na SD kartico, od koder sva jih lahko dostopala prek LCD ekrana.

Za ta Arduino sva sama naredila načrt in izrezkala ploščico na šolskem rezkalniku, ter nanjo prispajkala potrebne komponente in konektorje.



Slika 13: Načrt za tiskanino za nadzorni krmilnik

3.3 FUNKCIJE MODELA PAMETNE INSTALACIJE

V najino inštalacijo sva skušala dodati čim več funkcij, ki jih najpogosteje najdemo v pravih inštalacijah.

3.3.1 Nadzor in zatemnitev luči

Eden najbolj vsakdanjih porabnikov je razsvetljava. Že od razvoja električnega omrežja ima

vsaka hiša svojo razsvetljavo, s pametnimi inštalacijami pa jo je mogoče še nadgraditi. Zelo uporabna funkcija, predvsem za vsesplošno udobje, je zatemnitev luči. Možnost da nastavimo svetlost prostora na točno toliko, kolikor želimo lahko znatno izboljša naše počutje, lahko pa tudi zmanjša porabo elektrike, če luči delujejo le s polovično močjo, kadar ne potrebujemo največje svetlosti.

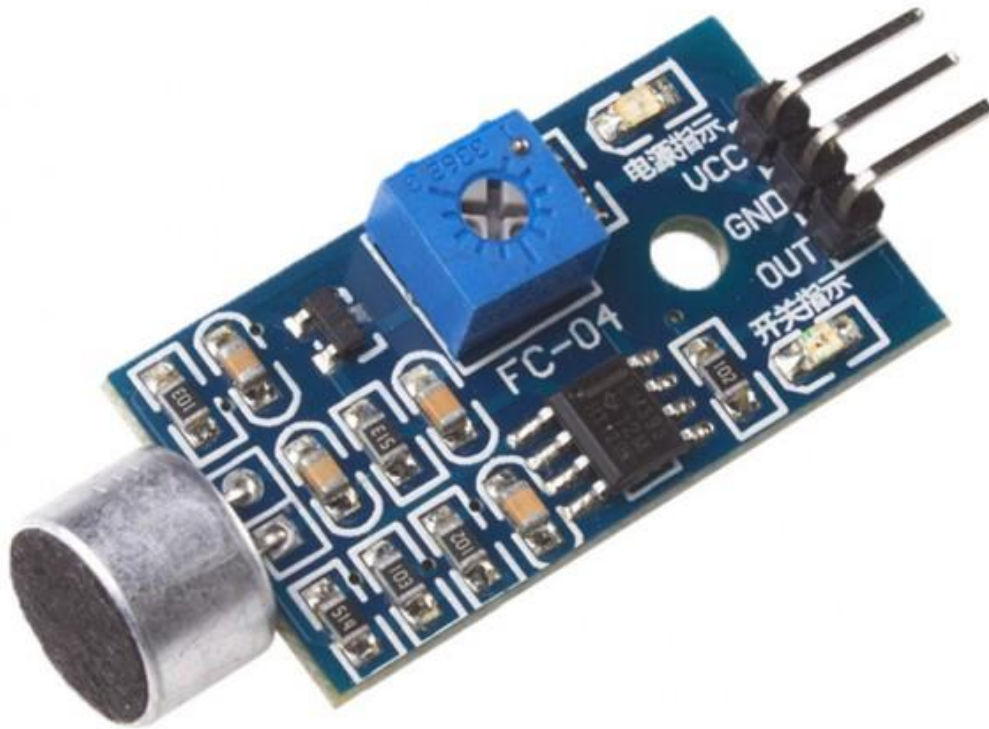
Za zatemnitev luči sva izbrala metodo "sekanja faze". Trenutek, ko je sinusoida prešla vrednost 0 sva zaznala s preprostim optospojnikom, ki je bil povezan na izmenično napetost, s katero sva napajala krmilnik. Ko je bila sinusoida v pozitivnem delu, je bila izhodna vrednost optospojnika 1, ko pa je prešla v negativno pol periodo, se je izhod postavil na 0. Ta izhod sva imela povezan na priključek 19, ki lahko deluje tudi kot prekinitveni priključek. To pomeni, da ko bo Arduino na tem priključku zaznal nek dogodek, bo ne glede na to, kateri del kode se izvaja, nemudoma izvedel nek podprogram in se potem vrnil tja, kjer je ostal preden je bil prekinjen. V najinem programu se je prekinitve sprožila vsakič, ko se stanje vhoda spremeni. Sprva sva v programu imela napisano, da si je Arduino zapomnil točen čas, ko se je to zgodilo in potem vsakič ko je ponovil program izračunal razliko med shranjenim ter trenutnim časom in tako dobil rezultat, koliko časa je minilo. Glede na nastavljen moč žarnice je izračunal, na kakšen zamik mora vklapljati izhod in preveril, če je ta čas že minil. Če je, je za trenutek prižgal izhod, če ne pa je nadaljeval s programom. Ker je bilo luči več, je to predstavljalo veliko breme za Arduino in čas izvajanja programa je bil daljši, kot bi bilo idealno. Zaradi tega so se pojavljale velike napake pri razsvetljavi kot so opazno utripanje luči pri nižji svetlosti, ozek razpon svetilnosti, neenakomerna svetilnost, na katero so vplivali tudi drugi faktorji kot so delovanje drugih luči in tako naprej. Ta način torej ne bi bil primeren za hišno instalacijo.

Na internetu sva na srečo našla programsko knjižnico TimerOne, ki jo je razvil Paul Stoffregen in je brezplačno dostopna na internetu (<https://github.com/PaulStoffregen/TimerOne>). Ta knjižnica izkorišča števec, ki so že vgrajeni v Arduino na tak način, ki bi ga bilo nemogoče doseči z najinim osnovnim znanjem programiranja. Za uporabo pa je knjižnica zelo enostavna. Z njo lahko ustvarimo prekinitve, podobno kot s prekinitvenimi priključki, vendar tokrat to naredimo v programu samem. Na začetku definiramo na kolikšen zamik se bo prekinitve ponavljala in pa kateri podprogram bo izveden. In tako se bo nek del programa izvajal v konstantnih intervalih, ne

glede na to, kako dolg je program. Tako nama ni bilo niti potrebno izvajati računskih operacij z velikimi števili. Ker sva vedela v kakšnih intervalih se prekinitve izvajajo, sva to izkoristila in preprosto vsakič prištela čas zakasnitve in preverila, če je preteklo že dovolj časa in glede na to ustrezno ukrepala. Tokrat sva imela širok razpon svetilnosti brez kakršnegakoli utripanja luči in seveda konstantno svetilnost.

Za vsako luč sva imela 1 tipkalo. Luč sva z njo krmilila tako, da je kratek pritisk ugasnil oziroma prižgal luč, če pa smo tipko držali pritisnjeno za več kot pol sekunde, se je svetlost začela počasi večati ali manjšati. Če se je svetlost višala, se je naslednjič, ko smo dovolj dolgo držali tipko, začela zniževati. Takšen način omogoča popoln nadzor nad lučjo in je pogosto uporabljen v komercialnih pametnih inštalacijah.

Lučem sva dodala tudi druge funkcije, kot so samodejno ugašanje po določenem času, če ni nikogar v sobi. Za zaznavanje prisotnosti sva uporabila pasivne infrardeče (PIR) senzorje (HC-SR501). Z zvočnimi moduli s piezoelektričnim mikrofonom in operacijskim ojačevalnikom za primerjavo napetosti nama je uspelo celo izdelati senzor na plosk in prižigati in ugašati luči z dvojnim ploskom. Sistem se ni odzval, če sva plosknila le enkrat, ali pa dvakrat prehitro ali prepočasi. Zvočni modul deluje tako, da s trimerjem določimo zvočno mejo, pri kateri se senzor vključi. Tako senzor na izhod pošlje pozitiven signal, ko zazna zvok dovolj velike jakosti.



Slika 14: Modul za zaznavanje zvoka

(<http://store.roboticsbd.com/robotics-parts/291-sound-sensor-module-sound-detection-robotics-bangladesh.html>)

3.3.2 Daljinsko upravljanje

Daljinsko upravljanje nam omogoča upravljanje večjih naprav iz enega mesta. Najbolj razširjeno je še vedno upravljanje prek infrardečih signalov. To metodo uporabljajo televizorji, projektorji in mnoge druge hišne naprave. Ta metoda ima mnoge pomanjkljivosti. Ker ta način vodenja deluje na principu svetlobe, ki je sicer nevidna za človeško oko, med sprejemnikom in oddajnikom ne sme biti neprosojne ovire. Svetloba se sicer lahko odbije od sten, vendar moramo

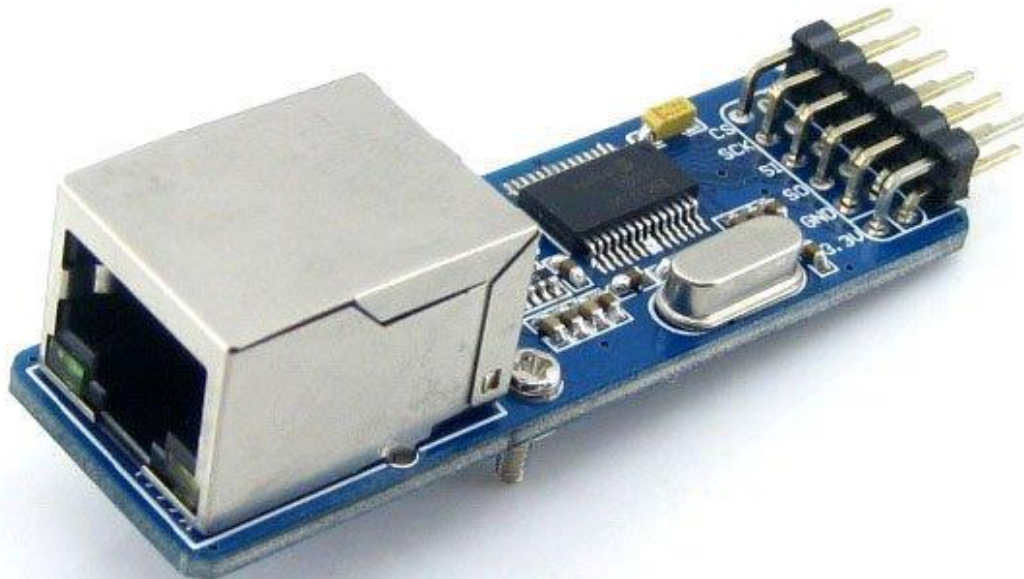
po navadi upravljalnik nameriti vsaj približno v smeri sprejemnika. Mogoče so tudi motnje zaradi morebitnih drugih virov infrardeče svetlobe. Prednosti te metode so, da je zelo poceni, preprosta za uporabo in zelo razširjena. Tako lahko za krmiljenje inštalacije uporabimo tudi televizijski upravljalnik ali sodobne telefone, ki imajo vgrajen infrardeč oddajnik.

V pravi hiši bi senzor morali namestiti v vsako sobo, kjer bi želeli uporabljati daljinsko vodenje. V najinem primeru bi to povzročalo težave, saj bi bili senzorji preblizu skupaj in bi vsi zaznali signale, namenjene le enemu. Zato sva se odločila da uporabiva le en senzor. Daljinski upravljalnik sva uporabila za krmiljenje luči v stanovanju, vendar pa bi ga s spremembo programa lahko uporabila za karkoli drugega povezanega na krmilnik.

3.3.3 Povezanost z internetom

To, da je krmilnik povezan z internetom, nam omogoča da do njega dostopamo od koderkoli, če imamo internetno povezavo. Tako lahko nadzorujemo inštalacijo ali dostopamo do podatkov kot so temperatura stanovanja. Nadzor na daljavo nam na primer omogoča da vključimo gretje preden pridemo domov, da nas bo čakalo ogreto stanovanja.

Da Arduino Mega 2560 povežemo z internetom potrebujemo temu namenjen modul. Uporabila sva HANRUN HR911105 16/2, ki je moral ves čas biti priklopljen na internetni modem. Da sva lahko komunicirala prek interneta, sva potrebovala nekakšen program, ki nama to omogoča. Aplikacijo za komunikacijo z Arduino sva izdelala v spletnem programu MIT App Inventor, ki je brezplačen program in je narejen za preprosto in hitro izdelavo programov za internetno komunikacijo. Program, priročnike za njegovo uporabo in forum najdemo na spletni strani <http://appinventor.mit.edu/explore/>. Najina aplikacija je vsebovala le nekaj gumbov, na katere smo lahko kliknili. Ti so bili povezani na različne dogodke, ki so po internetu pošiljali različne kode na IP naslov najinega modula za ethernet, ki sva ga morala vnesti v aplikacijo. Ta jih je prepoznal in glede na to po I²C komunikaciji poslal signal za prižiganje ali ugašanje določene luči.



Slika 15: Modul za povezavo z internetom

(https://www.aliexpress.com/store/product/ENC28J60-Ethernet-LAN-Network-Module-SPI-Interface-RJ45-Connector-Ethernet-to-Serial-Converter-For-Arduino-51/933124_32328670145.html)

3.3.4 Alarmni sistem

Alarmne sisteme lahko izvedemo na mnogo različnih načinov. Boljši sistemi vključujejo senzorje gibanja, zvoka, tresljajev. Tako jih je veliko težje obiti ne da bi nas zaznalo.

V najinem modelu pametne inštalacije sva za senzorje gibanja uporabila PIR senzorje (HC-SR501), ki so že bili nameščeni za krmiljenje luči. Seveda nisva želela, da bi se alarm sprožil kadar smo doma in se sprehajamo po hiši, zato ga je najprej potrebno vključiti na nadzorni plošči. Pasivni infrardeči senzor deluje na principu, da vsa telesa z neko temperaturo oddajajo infrardečo

svetlobo, nevidno človeškemu očesu. Višja kot je temperatura telesa, več infrardeče svetlobe oddaja. PIR senzor je sestavljen iz dveh infrardečih senzorjev. Po navadi sta to piroelektrična senzorja, saj so izjemno občutljivi. Izhoda teh dveh tipal sta povezana na čip, ki stalno primerja njune vrednosti. Ob normalnih pogojih oba senzorja prejemata enako količino infrardeče svetlobe. Če pa mimo pride človek ali žival, ki zaradi telesne toplote oddaja veliko več infrardečega sevanja, to sprva zazna le en senzor, ki je usmerjen proti viru žarkov. Zaradi tega je med izhodoma obeh senzorjev velika razlika, kar zazna čip in na izhod modula pošlje signal. Ta modul je torej zelo preprost za uporabo, saj potrebujemo le en analogni vhod in tudi programska logika je čisto osnovna.



Slika 16: Modul za pasivni infrardeč sensor

(<http://www.banggood.com/HC-SR501-Human-Infrared-Sensor-Module-Including-Lens-p-972697.html>)

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

Glede na omejeno zmogljivost obeh uporabljenih krmilniških modulov so nekatere funkcije delovale dobro, druge pa nekoliko slabše.

Tabela 2: Uspešnost opravljanja zadanih nalog

Funkcija	DA	DELNO	NE
Krmiljenje svetil	X		
Zasenčenje svetil	X		
Daljinsko vodenje	X		
Internetana povezanost		X	
Alarmni sistem		X	
Uporabniški vmesnik	X		

4.1 KRMILJENJE LUČI

Dejstvo, da je Arduino brez težav prižgal in ugašal vseh 8 ločenih svetil v stanovanju ni bilo nikakršno presenečenje, saj je za to potrebna le zelo osnovna in kratka koda. Verjetno bi lahko krmilili mnogo več luči, saj ima Arduino Mega 2560 več vhodov.

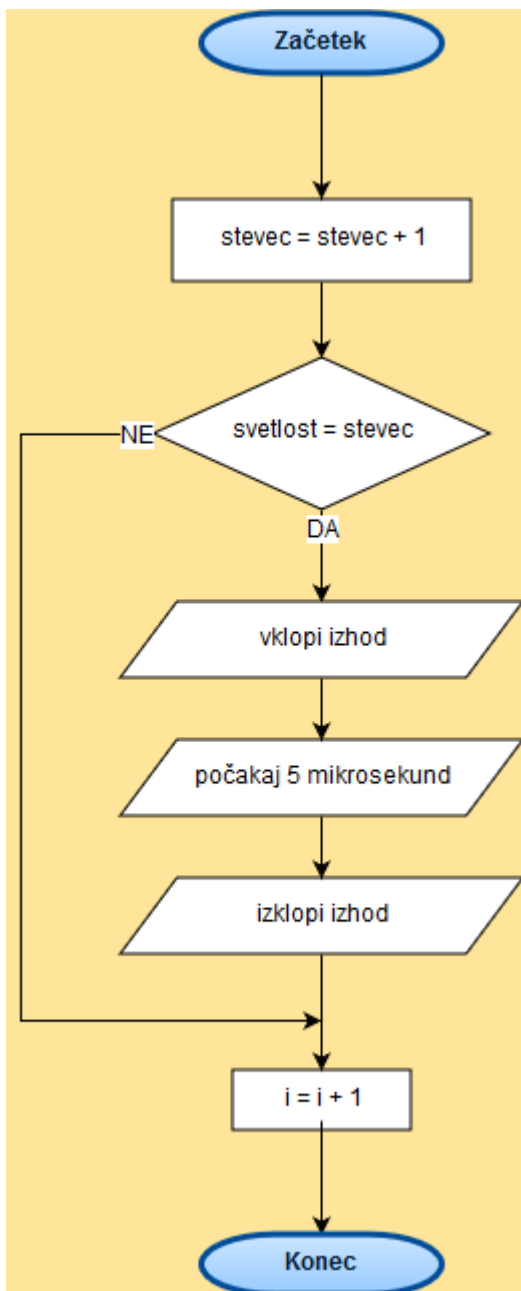
Tudi drugi načini za kontroliranje luči so delovali zelo dobro. Prek daljinskega upravljalnika sva lahko upravljala svetlost nekaterih luči. Prijetno presenečena sva bila nad delovanjem senzorja za plosk. Deloval je zelo učinkovito in zanesljivo. Ploskniti je bilo potrebno dvakrat, ne prehitro in ne prepočasi. Delovanje so lahko zmotile le zelo glasne motnje, vendar se v večini primerov to v vsakdanjem življenju ne bi zgodilo. Vseeno sva dodal tudi možnost, da z daljinskim upravljalnikom onemogočimo to delovanje. Uporabila sva le en senzor na plosk in z njim upravljala z eno lučjo. V pravem stanovanju bi lahko imeli po en takšen senzor v vsaki sobi.

4.2 ZATEMNITEV LUČI

Zatemnjevanje luči je predstavljalo velik izziv. Najprej je potrebno imeti primerne komponente,

kis so zmožne dovolj hitrega vklapljanja in izklapljanja, saj si lahko dovolimo časovno napako manjšo od tisočinke sekunde. Vendar pa to ni predstavljalo velike ovire, saj ni težko najti takšnih komponent. Večje težave je povzročala omejena moč Arduina. Ima 16 MHz procesor, kar je za današnje standarde izjemno počasno. Poleg tega je procesor Atmega2560 eno jedrn. To mu dovoljuje izvajanje le ene operacije hkrati, kar ni idealno za časovno tesno pogojene naloge. Zaradi te omejitve nama sprva ni uspelo narediti funkcionalnega programa, ki bi zanesljivo zatemnjeval luči, ko pa sva naredila nov program, v katerem sva uporabila programsko knjižnico TimerOne, sva v trenutku dobila odlične rezultate. Zatemnjevala sva lahko vseh 8 ločenih luči ter dosegla širok razpon svetlosti in zanesljivo obratovanje.

Spodnji diagram poteka prikazuje delovanje podprograma za zatemnjevanje luči. Ko je senzor zaznal ničelno točko sinusoide, je drugi podprogram resetiral spremenljivko "stevec" na vrednost 0. Ko se je izvedel podprogram za zatemnjevanje, je temu stevcu najprej prištel 1. Tako sva lahko preprosto izračunala čas, ki je minil od zadnjega začetka pol periode, saj se je ta program izvajal z natančnim intervalom 100 μ s. Ker je ena pol perioda pri frekvenci 50 Hz dolga 10 ms oziroma 10000 μ s, se je ta podprogram izvedel stokrat na eno pol periodo. Če je bila moč žarnice nastavljena na 5, se je ta vklopila z 500 μ s zakasnitve. Ker je spremenljivka za moč direktno predstavljala časovno zakasnitev vklopa luči, je to pomenilo, da večja kot je bila vrednost, večja je bila zakasnitev in manjša je bila svetilnost. Pri vrednosti 100 je bila svetilnost 0, saj se luč niti ni vključila pred začetkom naslednje pol periode. Zgornji diagram prikazuje delovanje le za en izhod, v Arduinu pa sva seveda naredila program, ki je to funkcijo ponovil za vsako luč posebej.



Slika 17: Diagram poteka za zatemnjevanje luči

4.3 DALJINSKO UPRAVLJANJE

Vsak daljinski upravljalnik s pritiskom na gumb pošlje serijo bitnih signalov, ki jih potem lahko dekodiramo, spremenimo v šestnajstiško število in primerjamo z drugimi vrednostmi, ter tako

ugotovimo, katera tipka je bila pritisnjena in glede na to izvedemo določen ukaz. Za dekodiranje infrardečih signalov je potrebna precej zapletena koda, vendar so na internetu na voljo že narejene programske knjižnice, ki nam omogočajo da z le nekaj ukazi dekodiramo signal.

Na koncu je daljinsko krmiljenje delovalo zelo dobro. Dodala sva celo možnost, da je inštalacija prepoznala signale, oddane iz mobilnega telefona. Na telefon sva namestila aplikacijo, ki je namenjena daljinskemu vodenju in lahko z njo oddajamo različne signale. Različne aplikacije oddajajo različne signale, kar pomeni, da bi morali spremeniti kodo, da dodamo različne signale, kar bi bilo zelo nadležno storiti takrat, ko je instalacija sredi delovanja. Konec koncev je krmiljenje v vsakem primeru delovalo z daljinskim upravljalnikom. V programu sva lahko razpoznala več različnih signalov in tako krmilila več različnih luči v stanovanju. Seveda v pravem stanovanju ne bi imelo smisla krmiliti luči v različnih sobah iz enega mesta, vendar sva v najinem primeru to naredila kot potrdilo o delovanju koncepta.

4.4 POVEZANOST Z INTERNETOM

Modul za internetno povezanost, ki sva ga uporabila je bil HANRUN HR911105 16/2. Dobra lastnost tega modula je, da nisva potrebovala strežnika na ločenem računalniku, ki bi moral ves čas obratovati. Vse to je omogočal modul sam. Spletna aplikacija, ki sva jo uporabljala za krmiljenje prek interneta je bila zelo primitivna in je vsebovala le nekaj gumbov, na katere smo lahko kliknili in s tem prižigali in ugašali različne luči. To je delovalo odlično, vendar sva nekoliko zgrešila bistvo povezanosti z internetom, ki naj bi omogočala dostop od koderkoli na svetu. Slabost internetnega modula je namreč ta, da deluje le v lokalnem omrežju. To nekoliko odvzame smisel tej funkciji, vendar je možnost da upravljamo razsvetljavo iz računalnika vseeno dobrodošla. Poleg tega modul ni omogočal brezžične povezave z modemom, zato je moral biti ves čas priklopljen.

4.5 VARNOSTNI SISTEM

Najin varnostni sistem se je zanašal le na nekaj senzorjev gibanja, ki so bili sicer namenjeni kot senzorji za luči. Zaradi tega, kljub temu da je deloval pravilno, ni najbolj varna in zanesljiva možnost za hišne varnostne sisteme. Poleg tega sva za alarm uporabila le piezo piskač, ki je začel

oddajati zvoke, ko se je alarm sprožil. Ker so bili isti senzorji uporabljeni tudi za luči, seveda avtomatsko prižiganje luči in alarmni sistem nista mogla delovati istočasno. Namesto tega sva dodala možnost za vključevanje in izključevanje alarma. Najin alarmni sistem bi se seveda dalo nadgraditi z več senzorji, vendar pa večina gospodinjstev tako ali tako nima hišnega alarmnega sistema, zato se nama to ni zdel velik problem.

4.6 PREDNOSTI ARDUINA PRED KOMERCIALNIMI KRMILNIKI

Pred začetkom tega projekta sva imela že kar nekaj predznanja na področju uporabe arduina in okvirne ideje o tem česa je sposoben in kaj so njegove meje. Vendar pa ga še nikoli nisva poskušala uporabiti za takšen namen. Arduino se nama vsekakor zdi možna alternativa za krmilniški sistem. Nekatere izmed prednosti so:

- Krmilniški modul Arduino Mega 2560 stane le 35 €, kar je v primerjavi s komercialnimi KNX krmilniki, ki zlahka presežejo vrednost več 100 €, zelo poceni. Poleg tega so v KNX instalacijah potrebni še mnogi drugi moduli, ki so prav tako velik strošek. Kljub temu, da je Arduinu potrebno dodati vezja, ki mu bodo omogočala krmiliti omrežno napetost, je skupna cena še vedno daleč pod tisto, ki bi jo plačali tudi za najbolj osnovno KNX pametno instalacijo
- Velika izbira modulov za Arduino nam omogoča, da sistem dopolnjujemo in nadgrajujemo. Tako kot imamo pri KNX instalacijah na voljo mnoge module obstaja za skoraj vsakega cenejša različica, ki deluje na enak način, vendar je narejena za Arduino ali kateri drug podoben mikrokrmilniški modul. Prav tako nismo omejeni le na združljive modula, pač pa lahko s primernim programom na Arduino priklopimo skorajda vse, vključno s KNX moduli.
- Skozi leta je okoli Arduina nastala ogromna skupnost navdušencev. Na internetu je mogoče najti veliko dokumentacije o njegovem delovanju in programiranju, tako od uradnih proizvajalcev kot tudi od navdušencev ki želijo deliti znanje. Ta skupnost ustvarja vedno nove programske knjižnice in jih deli na internetu. Obstaja tudi mnogo forumov, kjer lahko kdor koli objavi vprašanje glede programiranja ali vezave Arduina in skupnost

bo skušala razrešiti kakršen koli problem. Če bi poiskali po internetu, bi zagotovo našli sheme, programe in podrobna navodila za prav vsako funkcijo, ki sva jo vključila v najin projekt.

- Ker je bil Arduino zasnovan kot orodje za učenje ni presenetljivo, da je programiranje in priključitev zelo enostavna. Kakršenkoli senzor ali aktuator lahko preprosto priključimo v enega od prostih vhodno – izhodnih enot, to z nekaj vrsticami napišemo v programu in že lahko začnemo pisati logiko za te naprave. Seveda je potrebno vsaj osnovno znanje programiranja v programskem jeziku C++, ki ga pote nadgradimo z ukazi za Arduino, vendar je struktura programiranja zelo enostavna. Tega se lahko nauči vsak s pomočjo interneta, zahvaljujoč veliki skupnosti in mnogim brezplačnim tečajem. Programiranje KNX instalacije je prav tako zelo preprosto, vendar se ga je mnogo težje naučiti in so pogosto zelo dragi.

4.7 SLABOSTI ARDUINA PRED KOMERCIALNIMI KRMILNIKI

Arduino seveda ni zgrajen za krmiljenje pametnih instalacij in ima v tem smislu mnogo pomanjkljivosti, ki jih komercialni krmilniki, ki so narejeni posebej za ta namen, nimajo.

- Modul Arduino je le krmilnik, z nekaj vhodnimi in izhodnimi enotami, ki deluje pri napetosti 5 voltov. To pomeni, da ga je najprej treba opremiti z releji, optospojniki in raznimi drugimi komponentami, ki ga ščitijo pred visoko napetostjo omrežja, ki ga bomo krmilili. Čeprav je to precej enostavno, nam lahko vseeno vzame veliko časa za načrtovanje in izdelavo vezave. Poleg tega bi potrebovali dodatno opremo, če bi želeli ustvariti vezje s profesionalnim videzom. Vse to nam krmilniki in moduli KNX ponujajo že naravnost iz pakiranja.
- Pri takšni izvedbi pametne instalacije, kot sva jo izbrala midva, je vso breme logike instalacije bilo na Arduinu. Ker pa ima izredno omejeno procesorsko moč, lahko to hitro privede do nedoslednega delovanja. Prav zaradi tega sva se odločila uporabiti 2 krmilniška modula, da sva razporedila težo programa. Če bi ostala pri enem krmilniku, bi verjetno bila prisiljena popolnoma izpustiti zatemnjevanje luči, ali pa ne bi mogla

vključiti nekaterih senzorjev. V KNX instalacijah posamezne komponente delujejo skoraj avtonomno. Potrebujemo le signal, ki pove, kdaj se naj prižgejo in ugasnejo, ter tako razbremenijo glavni krmilnik.

- Samo programiranje Arduina je zelo enostavno, vendar pa lahko program hitro postane neurejen in neberljiv, če upravljamo s toliko različnimi vhodi in izhodi kot v najinem primeru. V komercialnih instalacijah je prav zaradi avtonomnosti senzorjev in aktuatorjev programiranje veliko enostavnejše in lažje dodajamo in spreminjamo stvari, ko je program že enkrat narejen.
- Vse več podjetij in podjetnikov ima v ponudbah KNX pametne instalacije. Vendar pa nihče ne ponuja pametnih instalacij, kjer bi za krmilnik uporabili Arduino. Čeprav je z ustreznimi predpripravami in nekaj predznanja Arduino veljavna opcija, boste takšno instalacijo morali načrtovati, zgraditi in sprogramirati sami. To vam seveda močno odsvetujeva, če nimate znanja o električnih instalacijah.

4.8 OVREDNOTENJE HIPOTEZ

4.8.1 Ali bi Arduino lahko nadomestil krmilnik inteligentne instalacije

Glede na uspešnost najinega modela pametne instalacije lahko z gotovostjo potrdiva, da bi Arduino bil primerna zamenjava za komercialne krmilnike. Glede na njihovo zmogljivost bi verjetno morali uporabiti vsaj 2 ali več, glede na velikost stanovanja in kompleksnosti instalacije, ki jo želimo izdelati. Seveda bi morali dodati enote za galvansko ločitev in krmiljenje visokih napetosti na vhode in izhode. Prav tako bi potrebovali senzorje in aktuatorje, ki bi jih lahko krmilili z Arduinoom, vendar to ne bi smelo predstavljati problema, saj jih preprosto najdemo in naročimo prek interneta.

Dodaten dokaz tega, da je popolnoma mogoče krmiliti pametno instalacijo z Arduinoom je to, da takšne instalacije že obstajajo. Lastnika ene takšnih instalacij sva celo spoznala in ta nama je razložil kako je on naredil svojo pametno krmiljenje. Uporabil je 3 krmilniške module Arduino, ki so za razliko od najinih se med sabo sporazumevali prek serijske komunikacije. Eden od teh je bil namenjen krmiljenju vseh luči v hiši. Ni imel funkcije za zatemnjevanje luči, zato je

uporabljal običajne releje. Drugi krmilnik je nadzoroval in krmilil ogrevanje, tretji pa je povezoval in ta dva in je vseboval glavno logiko. Sicer ta instalacija ni imela toliko raznolikih funkcij kot jih ima najina, je vseeno ponujala več kot klasične instalacije. Še več takšnih primerov in tudi načrtov ter navodil najdemo na spletu.

4.8.2 Z modulom Arduino lahko krmilimo razsvetljavo v stanovanju s šestimi prostori

Razsvetljava je bila osrednji cilj v najinem projektu in z velikim veseljem lahko poveva, da je Arduino z lahkoto krmilil in zatemnjeval vseh 8 ločenih luči v stanovanju. Razpon svetilnosti je bil širok in tudi ta del programa je bil precej enostaven. Poleg tega sva poskusila dodati čim več različnih načinov za krmiljenje žarnic. Večina luči je imelo tipkalo, s katerim smo luč lahko tako prižigali in ugašali, kot tudi nadzorovali moč, s katero je delovala. Eno žarnico sva upravljala s potenciometrom, tako da smo svetlost lahko nadzorovali z obračanjem gumba. Ta način krmiljenja se nama zdi najbolj pripraven, saj lahko nastavimo svetlost veliko hitreje kot pa z držanjem na tipko. V eni sobi sva celo poskusila upravljati dve luči z enim samim gumbom. To nama je uspelo, vendar pa se nama zdi zelo nepraktično in mučno. Vendar pa je bilo to namenjeno bolj kot dokaz, da lahko imamo z Arduinoom mnogo različnih načinov ročnega krmiljenja porabnikov. Poleg teh sva dodala še druge načine krmiljenja razsvetljave. Seveda sva dodala daljinsko upravljanje razsvetljave, ki je delovala na načinu infrardečega oddajnika in sprejemnika. To je ustvarilo dovolj dobre rezultate in glede na to, da lahko tako luči krmilimo tudi s pametnim telefonom in tudi s televizijskim daljinskim upravljalnikom, se nama to zdi najbolj primerna in praktična možnost. Drugi načini daljinske komunikacije, ki bi jih z lahkoto uporabila z Arduinoom vključujejo krmiljenje prek radijskih valov ali bluetootha. Skušala sva dodati tudi povezavo z internetom. To nama je uspelo le delno in tega verjetno ne bi bilo vredno dodati v praktičnem primeru. Najina povezava je delovala le v lokalnem omrežju, kar pomeni, da ga ne bi mogli krmiliti od koderkoli, kar je bolj ali manj ves smisel povezave z internetom, temveč moramo ostati v lokalnem omrežju, ki je običajno omejeno na stanovanje. Vse kar sva s tem dosegla je to, da lahko znotraj stanovanja krmilimo porabnike iz telefona prek interneta. Ker pa že imamo možnost, da s telefonom krmilimo razsvetljavo prek infrardečega oddajnika, ki ne

potrebuje povezave z internetom, je vse skupaj precej nesmiselno. Če bi uporabila drugačen modul za internetno povezavo, bi nama zagotovo uspelo doseči želene rezultate. Luči so bile narejene tako, da so se čez nekaj časa ugasnile, da bi prihranili energijo, če ni nikogar v sobi. Ugašale so se zelo počasi, tako da bi imeli dovolj časa pritisniti stakalo na steni ali gumb na daljinskem upravljalniku in tako ponastavili časovnik. V nekaterih prostorih sva dodala tudi senzorce gibanja, ki so to storili avtomatsko, ko so zaznali gibanje. Luči smo lahko krmilili tudi iz nadzorne plošče ali s preprostim dvojnimi ploskom. V eni sobi sva imela nameščen senzor svetlobe, ki je meril svetlobo, ki jo soba prejema iz tujih virov na primer sončno svetlobo. Krmilnik je glede na to zatemnil luči, tako da smo dobili optimalno svetlobo in manjšo porabo električne energije.

Glede na vse zgoraj navedene funkcije lahko zaključimo, da je Arduino več kot zadosten za krmiljenje razsvetljave vsaj 8 ločenih luči. Ponuja nam visoko stopnjo fleksibilnosti. Vendar pa za pravilno delovanje krmiljenja luči na izhodih potrebujemo nekakšen vmesnik, če bi se zadovoljili s samo prižiganjem in ugašanjem luči, bi zadostoval preprost rele in nekakšen ojačevalec napetosti. Če pa želimo popolno udobje vključeno z zatemnjevanjem luči potrebujemo na izhodih vezavo s trijaki. Modul z osmimi izhodi, kar je natančno toliko, kot sva jih porabila v najini instalaciji, lahko kupimo že narejen prek interneta na številnih različnih straneh, ena med njimi je <http://www.ebay.com/itm/8CH-AC-LED-Light-Dimmer-Module-Controller-Board-ARDUINO-RASPBERRY-Smart-Home-/112202576935>. Takšna opcija je zelo draga, če pa smo pripravljani porabiti nekaj časa za izdelavo takega vezja in kupimo posamezne komponente, bo skupna cena mnogo nižja. Razni načrti pa so na voljo na spletu.

4.8.3 Zmožnosti instalacije lahko razširimo tako, da povežemo 2 ali več Arduinov, ki bodo delovali povezano

Možnost, da bi povezala več Arduinov med sabo, se nama je zdela zelo pomembna, saj to pomeni, da nismo omejeni na zmogljivost enega samega krmilniškega modula, temveč jih lahko povežemo med sabo kolikor je potrebno. Že od samega začetka se nama je dozdevalo, da en sam Arduino ne bi bil kos takšni nalogi, kot sva mu jo namenila. Zato sva porazdelila delež preračunavanja med dva samostojna modula. Med sabo sta ta dva komunicirala po I²C

komunikaciji. Ta je precej preprosta za uporabo, saj je vse kar sva morala narediti to, da sva med sabo povezala analogna vhoda A4 in A5 med obema arduinoma. Poleg tega se I²C uporablja tudi za krmiljenje drugih stvari, na primer LCD ekran. Za lažje programiranje sva uporabila programsko knjižnico "Wire". Ta je na voljo na spletnem naslovu <https://github.com/codebendercc/arduino-library-files/blob/master/libraries/Wire/Wire.h>. Podatke sva lahko po potrebi pošiljala in prejerala. Povezava večih modulov je torej mogoča in tudi zelo enostavna. Če bi želeli imeti več kot le dva povezana krmilnika, se ne bi veliko spremenilo. Pomembno je, da so vsi priključki A4 povezani med sabo in A5 med sabo. Če imamo več povezanih komponent je seveda potrebno paziti, da ne pošiljata informacij dva krmilnika na enkrat. Ker je vse na istem serijskem vodniku bi se vsi signali pomešali in vse skupaj ne bi delovalo. V takem primeru bi najboljša rešitev bila to, da imamo en glavni krmilnik, in ko ta potrebuje informacijo, pošlje ukaz določenemu modulu, ki mu potrebno informacijo potem pošlje. Glavni krmilnik lahko potem glede na to izvede kakšen del programa, ali pa posreduje informacijo drugemu krmilniku ali več krmilnikom. Takšna struktura bi že bolj spominjala na KNX instalacije, saj bi imeli glavni krmilnik, ki vse skupaj nadzoruje, priključeni moduli pa bi delovali bolj ali manj avtonomno.

Zgoraj sva navedla, da lahko dodamo toliko modulov Arduino, kolikor želimo ali jih potrebujemo, kar pa v bistvu ni res. Saj I²C komunikacija dovoljuje največ 128 ločenih modulov, kar je verjetno veliko več kot bi v kateremkoli praktičnem primeru potrebovali, vendar je vseeno vredno omeniti.

4.8.4 Takšna instalacija bi bila cenejša kot komercialna instalacija.

Glede na mnoge slabosti Arduina kot krmilnika v pametni instalaciji bi morda edina in največja prednost bila cena. Pred začetkom projekta sva ocenila, da bi bila cena veliko nižja kot pri KNX instalaciji, ki bi omogočala enake funkcije. Da bi to potrdila, sva na internetnih straneh, ki prodajajo KNX module poiskala vse komponente, ki bi bile potrebne za takšno instalacijo.

Tabela 3: Seznam KNX modulov za izdelavo instalacije

Modul	Izdelek	Spletna trgovina	št.	Cena enega izdelka
8 - kanalni modul za zatemnitev luči	Theben DM 8-2 T KNX	My KNX store	1	650,24 €
Tipkalo	Gira Push Switch	My KNX store	8	12 €
Napajalnik	TXA111	KNX shop online	1	450.423 €
Pasivni infrardeč senzorji	Gira E22	My KNX store	2	60,66 €
Senzor svetlobe	ABB Light Sensor	My KNX store	1	76,45 €
Rotacijski potenciometer	Berker Electronic Rotary Potentiometer	My KNX store	1	39,54 €
Modul za internetno povezavo	Weinzierl KNX IP Interface 73	My KNX store	1	209,60 €
IR - sprejemnik s PIR senzorjem	Presence with light control and IR receiver	My KNX store	1	308,70 €
LCD ekran z navigacijskimi tipkami	MDT Glass Central Operation Unit with LCD display Black	My KNX store	1	303,39 €
			Skupaj:	2255

Na internetu sva poskusila najti komponente, ki bi bili čim bolj podobni komponentam, ki sva jih uporabila midva. Naredila sva tudi seznam vseh komponent, ki sva jih uporabila.

Tabela 4: Seznam modulov za izdelavo instalacije z arduinom

Modul	Izdelek	Spletna trgovina	št.	Cena enega izdelka
8 – kanalni modul za zatemnitev luči	8CH AC LED Light Dimmer Module Controller Board	eBay	1	59,54 €
Glavni krmilniški modul	Arduino Mega 2560 Rev3	Arduino	1	35 €
Nadzorni krmilniški modul	Arduino Nano	Arduino	1	22 €
Inkrementalni dajalnik	Bourns ECW	Conrad	1	4,09 €
LCD ekran	Display LCD 2X16 Z OSV	HTE Celje	1	7,40 €
IR - sprejemnik	IR-receiver OS-1838B	Conrad	1	1,49 €
Ethernet modul	HANRUN HR911105 16/2	AliExpress	1	2,06 €
Tipkalo	Kopp tipkalo	Conrad	8	7,99 €
Pasivni infrardeč senzor	PIR HC-SR501	HTE Celje	3	3,55 €
Senzor svetlobe	Fotodioda LTR-323DB	Conrad	1	0,86 €
Napajalnik	Charger Converter Adapter DC 9V	AliExpress	1	1,5 €
Skupaj :				208,51 €

Pri teh seznamih nisva vštela stroškov za luči in druge porabnike, saj bi bili v obeh primerih isti in to ni bistvo te naloge. Za vse module, ki sva jih uporabila nisva našla popolnoma ustreznih različic. KNX moduli so po navadi izdelani za zelo specifično funkcijo, na drugi strani pa lahko

elemente z Arduinoom uporabimo na kakršenkoli način želimo. Poleg tega so KNX moduli končani izdelki, pripravljeni za namestitvev, midva pa sva uporabila mnogo modulov, ki bi jim bilo potrebno dodati vsaj ohišje. Edini modul, za katerega nisva uspela najti KNX različice, je bil zvočni modul za Arduino. To seveda ne dokazuje, da ne obstaja, vendar pa nama ga ni uspelo najti na enih izmed največjih KNX spletnih trgovin v Evropi.

Iz rezultatov je vsekakor razvidno, da lahko z Arduinoom naredimo podobno funkcionalno instalacijo kot z KNX moduli, vendar za le delček cene. Če torej smo pripravljeni vložiti kar nekaj časa, da si sami naredimo načrt za instalacijo, na internetu najdemo prave module ali pa si jih celo izdelamo sami, lahko naredimo svojo lastno pametno instalacijo po zelo dostopni ceni.

5 ZAKLJUČEK

Izdelava modela pametne instalacije z Arduinoom je vsekakor bil izziv. Pri izdelavi sva ugotovila, da poleg Arduina potrebujemo še cel kup stvari, ki nam vse skupaj omogočajo. Razširila sva svoje znanje o metodah krmiljenja pri omrežni napetosti ter veliko o programiranju Arduina, še posebej o serijski komunikaciji, ki je bila tu zelo pomembna. Bistven zaključek te naloge+ je, da je Arduino nedvomno sposoben krmiliti precej obširno pametno instalacijo. Poleg tega bi lahko zaradi njihove cene uporabili mnogo več krmilnikov, kolikor bi jih v bistvu potrebovali, samo za to, da bila izvedba nekoliko lažja. Vendar pa je večina modulov, ki so najbolj dostopni za Arduino brez lepega ohišja in priročnih priključkov, tako da bi vzelo še nekaj dodatnega denarja in časa, da bi našli in kupili, ali pa celo izdelali primerna ohišja. Poleg tega sva srečala lastnika pametne instalacije, katero si jo je izdelal sam s krmilniškimi moduli Arduino.

Pri izdelavi takšne instalacije imamo popolno svobodo glede tega, kaj želimo doseči, vendar pa je potrebno znanje tako iz polaganja instalacij, kot tudi iz elektronike in seveda iz programiranja, saj je edina možnost da dobimo takšno instalacijo, če si jo naredimo sami, ali nam pomaga nekdo ki ima znanje iz tega področja. Morda najpomembnejše so izkušnje iz polaganja instalacije, saj si tam zares ne smemo privoščiti napak. Za pripravo Arduina in drugih modulov lahko na spletu najdemo veliko dokumentacije, navodil in videov. Ko pa imamo že položeno instalacijo ter krmilnik in ostale module, nam ostane le še programiranje, pri čemer si ponovno lahko

pomagamo z internetom in tukaj na srečo ne moremo narediti nobene škode, če vse ostalo deluje pravilno.



Slika 18: Model stanovanja z vezjem za krmiljenje razsvetljave

6 POVZETEK

Razvoj računalnikov je spremenil naše življenje na mnogih različnih ravneh. Uporabljamo jih že praktično povsod, celo pri nadzoru naših hišnih inštalacij. Tako imenovane “pametne inštalacije” postajajo vse bolj popularne, vendar pa so še vedno zelo drage. Zaradi tega sva se začela spraševati, če je res potrebno kupovati drage krmilnike in druge module, ki so za takšno nalogo potrebni, in če bi bilo kaj takega možno doseči s cenejšo alternativo. Takoj sva pomislila na mikrokrmilniški modul Arduino, ki je zadnjih nekaj let postal zelo razširjen kot učni pripomoček, pa tudi za potrebe posameznih navdušencev. Najin glavni cilj je bil, da bi naredila

pomanjššan model pametne instalacije, pri čemer bi uporabila Arduino in druge module, ki so veliko cenejši od KNX komponent. Model stanovanja sva naredila iz 12mm OSB lesenih plošč, med stenami pa sva pustila prostor za napeljavo. Dodal sva tudi stikala in luči ter razne senzorje. Ker sva želela čim bolj natančno replicirati resnično instalacijo sva jo napajala z izmenično napetostjo, ki sva jo prek transformatorja pridobila iz omrežja. Že od začetka sva želela imeti luči, ki jih lahko zatemnimo. Za to sva potrebovala ustrezni vmesnik med 5 V DC izhodom Arduina in 230 V AC omrežno napetostjo. Na najino srečo nama je profesor Zvone Cencen priskrbel tiskano vezje, namenjeno za takšne naloge. To nama je prihranilo veliko časa. Ker sva želela dokazati, da je mogoče povezati več Arduinov, pa tudi, ker en sam verjetno ne bi zadostoval, sva izdelala tudi svojo vezje za drugi modul, na katerega sva povezala večino senzorjev ter LCD ekran, ki je deloval kot uporabniški vmesnik. Potem sva morala napisati program, ki bo nadzoroval vse elemente pametne instalacije. Sprva sva imela veliko težav z zatemnjevanjem razsvetljave, vendar sva vse te probleme uspela rešiti z izboljšavo programa. Čeprav nama ni uspelo dodati povsem vseh funkcij, ki sva jih začetno načrtovala, sva s končnim rezultatom zelo zadovoljna. Arduino lahko zelo natančno krmili vseh 8 ločenih luči v stanovanju. Poleg tipkal lahko luči upravljamo tudi prek daljinskega upravljalnika, telefona, interneta in celo z elegantnim ploskom. Luči se bodo tudi same od sebe ugasnile čez nekaj časa, da bi preprečili njihovo delovanje, ko to ni potrebno. V nekatere sobe sva namestila tudi detektorje gibanja, ki so prav tako vplivali na razsvetljavo. Sprva svoje makete instalacije nisva želela tako ozko omejiti na razsvetljavo, vendar pa sva ugotovila, da je ta najlažja za izdelavo. Zato sva na tem področju poskušala dodati čim več dodatkov. Na koncu sva primerjala združeno ceno vseh komponent najine instalacije in na internetu poiskala KNX module, ki bi jih potrebovala za izdelavo takšnega sistema in primerjala ceno. Po pričakovanjih je bila najina verzija veliko cenejša. Če bi nadaljevala najin projekt bi spremenila veliko stvari. Poskusila bi dodati nekatere funkcije, ki sva jih načrtovala, a sva jih iz enega ali drugega razloga zavrgla. Ene izmed teh so beleženje podatkov o delovanju instalacije ter statistika, nadzor ogrevanja in klimatskih naprav, krmiljenje ter merjenje porabe večjih porabnikov in tako dalje. Arduino se nama vsekakor zdi več kot samo veljavna možnost za krmiljenje pametne instalacije. Z njim bi verjetno lahko replicirala skoraj vse funkcije, ki jih ponujajo komercialne pametne instalacije. Vendar pa bi za ta namen bilo

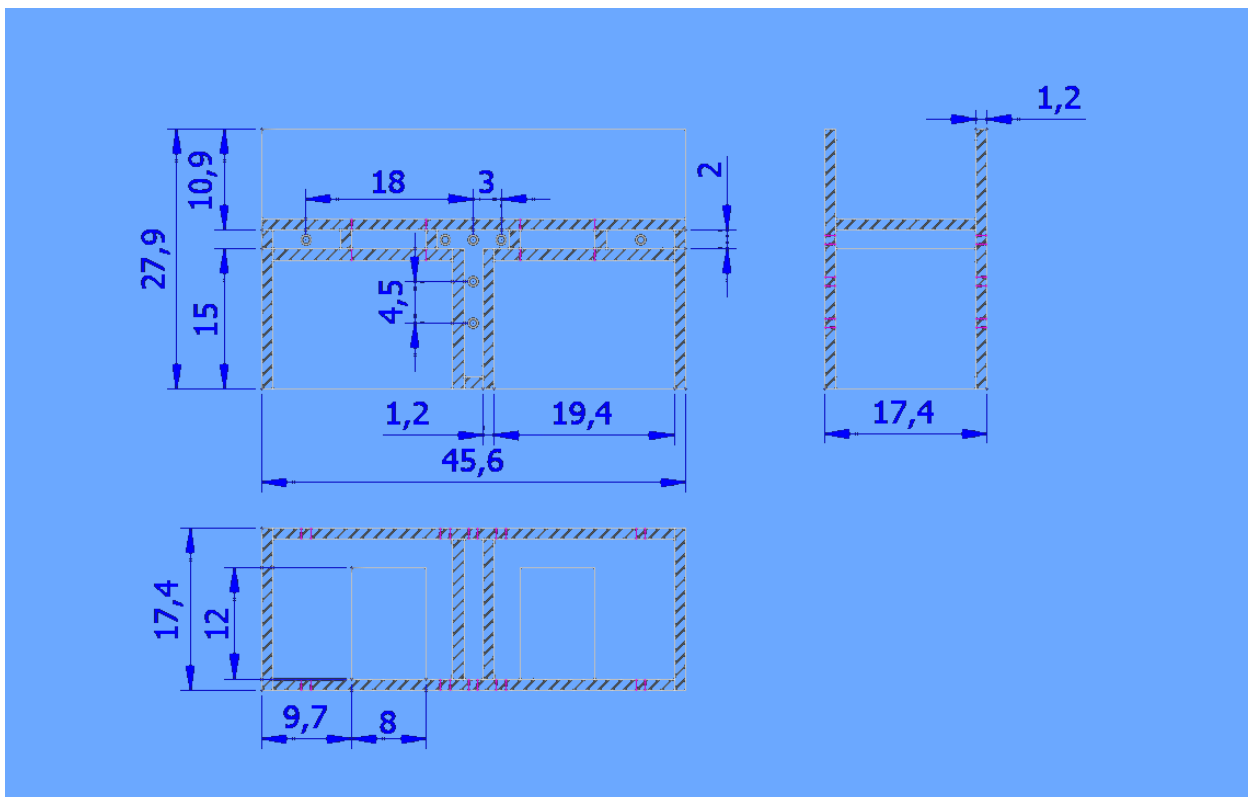
morda smiselno uporabiti kateri drug krmilnik, na primer Paspberry Pi. Ta bi se verjetno obnesel še celo bolje, saj je veliko močnejši in omogoča naprednejše funkcije, ki so prezapletene za arduino.

7. ZAHVALA

V prvi vrsti bi se rada zahvalila najinima mentorjema Petru Vrčkovniku ter Urošu Remenihu, ki sta naju vodila skozi celotno izdelavo raziskovalne naloge. Zahvaljujema se tudi profesorju Zvonetu Cencenu, ki nama je velikodušno priskrbel tiskanino in elektronske komponente za krmiljenje luči, napajalni transformator ter za vse dragocene nasvete, ki so nama pomagali pri izdelavi instalacije. Profesorici slovenščine Nataša Meh Peer se zahvaljujema, da nama je lektorirala pisni del raziskovalne naloge. Na koncu bi se rada zahvalila še najinim družinskim članom, ki s so naju podpirali in omogočili najin projekt.

8. PRILOGE

8.1 PRILOGA A - NAČRT MAKETE STANOVANJA



Slika 19: Načrt makete enega nadstropja stanovanja

8.2 PRILOGA B - SLIKE MAKETE STANOVANJA



Slika 20: Model stanovanja iz strani

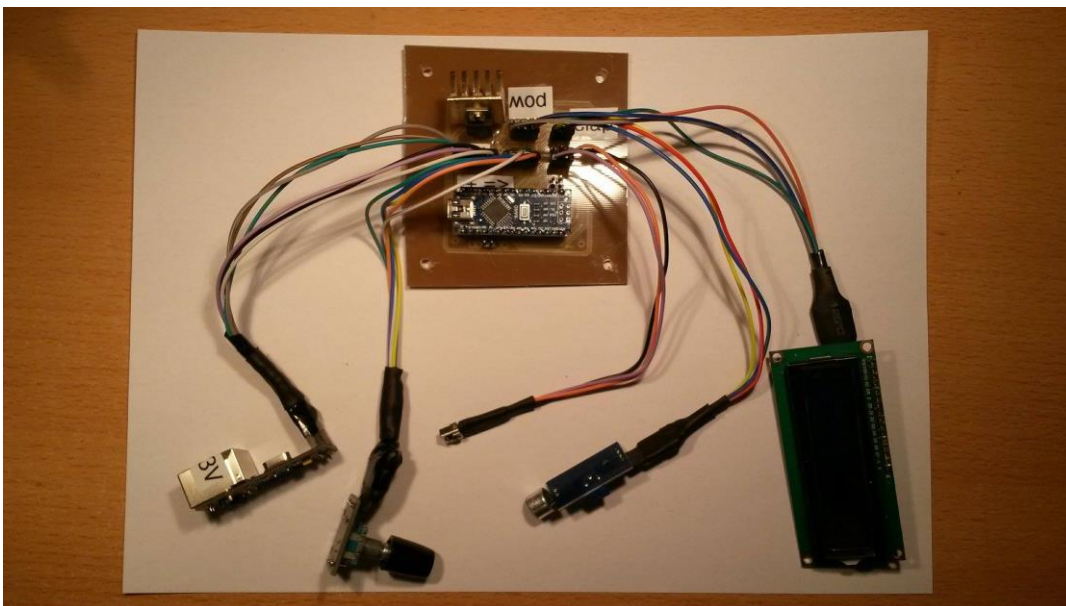


Slika 21: Maketa stanovanja od zaddaj



Slika 22: Predal s krmilnikom za nadzor razsvetljave

8.3 PRILOGA B - OSTALE SLIKE



Slika 23: Nadzorni krmilnik s priključenimi moduli

9. VIRI IN LITERATURA

<http://www.inprojeektiranje.com/images/stories/strokovniclanki/pametne-instalacije.png> (20. 12. 2016)

<http://www.babybook.si/pametna-hisa/> (22. 12. 2016)

Povzeto po <https://www.knx.org/ie/knx/association/what-is-knx/index.php> (6. 1. 2017)

<http://www.mysmartcti.com.au/about-knx/knx-systems-topology/> (6. 1. 2017)

<https://arduinohistory.github.io/> (6. 1. 2017)

<https://store.arduino.cc/product/A000066> (7. 1. 2017)

<https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-an-arduino/whats-on-the-board> (7. 1. 2017)

<https://www.arduino.cc/en/Products/Compare> (7. 1. 2017)

<https://github.com/z3t0/Arduino-IRremote> (9. 1. 2017)

<http://home.howstuffworks.com/dimmer-switch.htm> (10. 1. 2017)

<http://www.ledsmagazine.com/content/dam/leds/migrated/objects/features/8/6/9/AEGcontrol.jpg> (10. 1. 2017)

<https://github.com/codebendercc/arduino-library-files/blob/master/libraries/Wire/Wire.h> (13. 1. 2017)

<https://github.com/PaulStoffregen/TimerOne> (13. 1. 2017)

<http://www.myknxstore.co.uk/> (13. 1. 2017)

<http://knxshoponline.co.uk/> (13. 1. 2017)

<https://github.com/arduino/Arduino/tree/master/libraries/Ethernet> (15. 1. 2017)

<https://www.allaboutcircuits.com/projects/how-to-use-a-rotary-encoder-in-a-mcu-based-project/> (16. 1. 2017)

<http://store.roboticsbd.com/robotics-parts/291-sound-sensor-module-sound-detection-robotics-bangladesh.html> (18. 1. 2017)

<http://appinventor.mit.edu/explore/> (18. 1. 2017)

https://www.aliexpress.com/store/product/ENC28J60-Ethernet-LAN-Network-Module-SPI-Interface-RJ45-Connector-Ethernet-to-Serial-Converter-For-Arduino-51/933124_32328670145.html (3. 2. 2017)

<http://www.banggood.com/HC-SR501-Human-Infrared-Sensor-Module-Including-Lens-p-972697.html> (3. 2. 2017)

<http://www.ebay.com/itm/8CH-AC-LED-Light-Dimmer-Module-Controller-Board-ARDUINO-RASPBERRY-Smart-Home-/112202576935> (7. 2. 2017)