

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Gašper Bistovič

Internetno krmiljen vrt

DIPLOMSKO DELO NA UNIVERZITETNEM ŠTUDIJU

Mentor: prof. dr. Dušan Kodek

Ljubljana, 2012

IZJAVA O AVTORSTVU

diplomskega dela

Spodaj podpisani Gašper Bistovič z vpisno številko 63050014 sem avtor diplomskega dela z naslovom:

Internetno krmiljen vrt

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom prof. dr. Dušana Kodeka,
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela,
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v zbirki »Dela FRI«.

V Ljubljani, dne _____

Podpis avtorja: _____



Št. naloge: 01816/2012

Datum: 15.03.2012

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Kandidat: **GAŠPER BISTROVIČ**

Naslov: **INTERNETNO KRMILJEN VRT**
GARDEN WITH ONLINE CONTROL

Vrsta naloge: Diplomsko delo univerzitetnega študija

Tematika naloge:

V zadnjih letih je postala avtomatizacija notranjih in zunanjih vrtov zelo razširjena. Obstaja več podjetij, ki ponujajo računalniško krmiljene izdelke različnih velikosti in sposobnosti. Bolj zmogljivi so opremljeni s senzorji za vlago, temperaturo, pH zemlje, CO₂ in poleg avtomatskega zalivanja omogočajo vklapljanje grelcev, svetilk, ventilatorjev in tudi nadzornih kamer. Razvijte in izdelajte sistem za računalniško krmiljenje vrta, ki vsebuje funkcije primerne za notranji vrt. Izberite ustrezne senzorsko-aktuatorske komponente in primeren mikrokrmilnik z internetnim vmesnikom. Izdelajte tudi ustrezno spletno aplikacijo, ki omogoča ročno in avtomatsko delovanje ter internetni nadzor. Pravilnost delovanja preverite in podajte možne načine za izboljšave.

Mentor:


prof. dr. Dušan Kodek



Dekan:


prof. dr. Nikolaj Zimic

Zahvala

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Dušanu Kodeku za vse napotke in strokovno pomoč. Za vso pomoč pri študiju se zahvaljujem sošolcem, prijateljem in boljši polovici. Zahvala gre tudi staršem za podporo in potrpežljivost.

Kazalo

Povzetek	1
Abstract	2
1. Uvod	3
2. Pregled uporabljene opreme	6
2.1. Potopna vodna črpalka.....	6
2.2. UV svetilka	7
2.3. Ethernet modul	8
2.4. Senzor za vlago	9
2.5. Senzor za svetlobo.....	10
2.6. Senzor za temperaturo.....	11
2.7. Senzor za merjenje količine vode.....	12
2.8. Arduino Uno	13
2.9. Rele.....	14
2.10. Kamera.....	14
3. Zasnova in realizacija.....	16
3.1. Priključitev senzorja za temperaturo	16
3.2. Priključitev senzorja za svetlobo	16
3.3. Priključitev senzorja za vlago.....	17
3.4. Priključitev senzorja za merjenje količine vode v rezervoarju	18
3.5. Priključitev vodne črpalke in UV žarnice	19
3.6. Mikrokrmilnik in ethernet modul.....	20
4. Programski del.....	21
4.1. Razvojno okolje Arduino.....	21
4.2. Program za senzorje	22
4.3. Internetna stran.....	24
5. Primer uporabe	29
5.1. Kako je vse povezano	29
5.2. Kako deluje E-vrtnar	30
5.3. Uporaba IP kamere.....	33
6. Zaključek.....	34
Seznam slik	36
Literatura.....	37

Seznam uporabljenih kratic in simbolov

GND	Ground
HTML	Hyper Text Markup Language
IDE	Integrated Development Environment
IP	Internet Protocol
I/O	Input/Output
LED	Light Emitting Diode
MAC	Media Access Control address
NTC	Negative Temperature Coefficient thermistor
PTC	Positive Temperature Coefficient thermistor
QVGA	Quarter Video Graphics Array
RJ45	Registered Jack 45
RTC	Real Time Clock
SD	Secure Digital
USB	Universal Serial Bus
UV	Ultraviolet
VCC	Voltage at the Common Collector
VGA	Video Graphics Array

Povzetek

V diplomskem delu sem želel avtomatizirati vsakodnevno dejavnost. Odločil sem se za vrtnarjenje. Realiziral sem projekt, ki sem ga poimenoval E-vrtnar. S tem projektom lahko preko spletne strani na daljavo upravljamo z našim notranjim vrtom. V uvodnem delu so opisani nekateri drugi projekti, iz katerih delov je E-vrtnar sestavljen, ter kako so med seboj povezani. Osrednji del je razdeljen na tri dele. V prvem delu je opisana vsa oprema, ki je uporabljena za realizacijo. Ta vsebuje tako strojno kot vrtnarsko opremo. V drugem delu so podrobneje opisane sheme vezij. Tretji del pa opisuje izdelavo programske opreme v Arduinovem razvojnem okolju.

Zadnji del predstavlja primer uporabe. Tu je opisano, kako se poveže vso strojno opremo skupaj ter kako izdelek upravljamo preko spletne strani. Ta nam omogoča avtomatski in ročni način delovanja ter pogled naših rastlin preko brezžične IP kamere. Glavni namen izdelka je ta, da lahko kljub odsotnosti od doma še vedno skrbimo za naše rastline, hkrati pa povečamo produktivnost vrta.

Ključne besede:

avtomatsko vrtnarjenje, ročno vrtnarjenje, spletna stran, Arduino, senzor, brezžična IP kamera.

Abstract

In my thesis I wanted to automate a daily activity. I chose gardening. I created a project named E-gardner, which enables us to remotely control our inside garden through a website. Introduction describes some of the similar existing projects and how different stages of the project are interconnected. The central part is divided into three sections. The first one describes all of the equipment that is used for realization of the project. This includes both the hardware and gardening equipment. The second part describes all the circuit schematics in detail. The third one describes software development with the means of Arduino IDE.

The last part presents an example of its use. We explain how all of the hardware is connected and how the project is controlled through the website. Website enables us to switch between automatic and manual control of the garden and to view our plants through a wireless IP camera. The main purpose of the project is that although we are not at home, we can still take care of our garden and at the same time increase its productivity.

Key words:

automatic gardening, manual gardening, website, Arduino, sensor, wireless IP camera

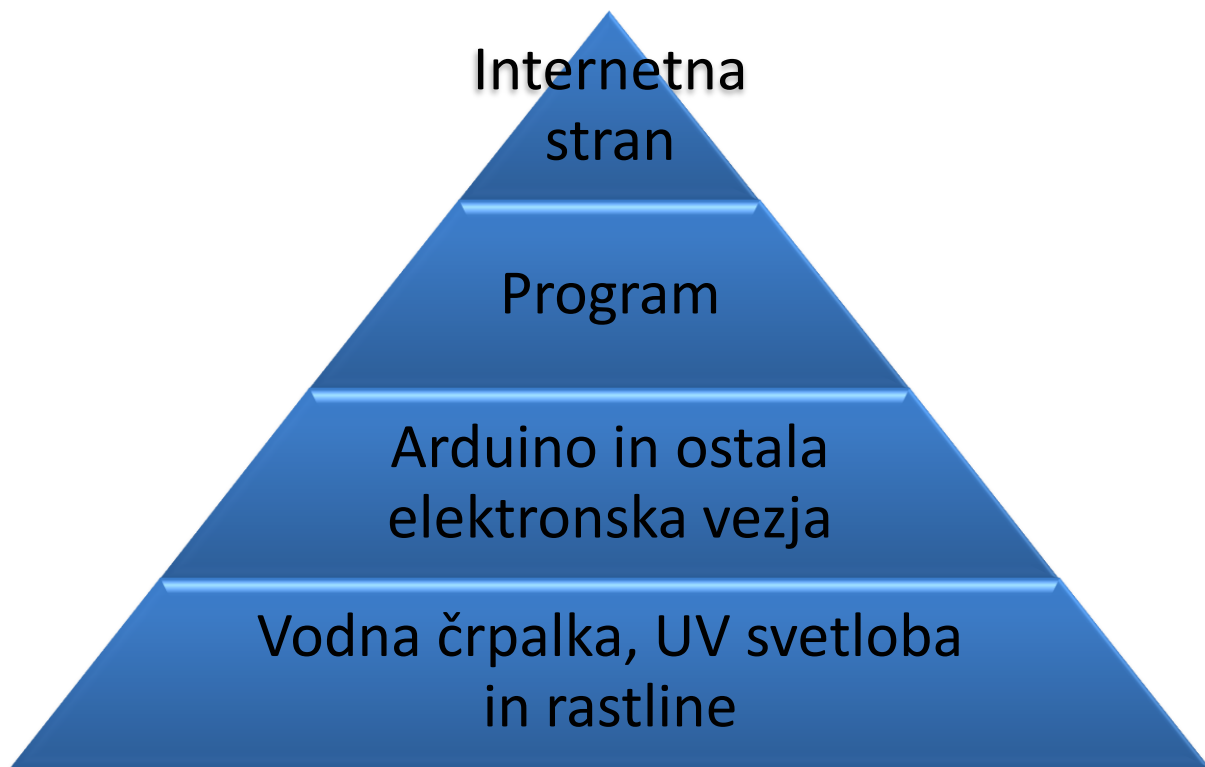
1. Uvod

Z vrtnarjenjem se vsakodnevno ukvarja zelo veliko ljudi. Mnogi za to nimajo veliko časa in bi se z vrtnarjenjem želeli ukvarjati bolj ljubiteljsko. Moje diplomsko delo je namenjeno pomoči tem ljudem, pa tudi tistim, ki bi si želeli bolj produktiven in rodovitnejši vrt.

Avtomatizacija vrtov je po svetu zelo popularna. S tem se ukvarja nekaj podjetij, več pa je ljudi, ki se s tem ukvarjajo ljubiteljsko. Razlika med njimi je v učinkovitosti in izgledu produkta. Podjetja izdelujejo profesionalne izdelke različnih velikosti. Pri teh se cene gibljejo od 2000 do 8000 ameriških dolarjev. Tako visoka cena je eden izmed glavnih razlogov, da se ljudje dela raje lotijo sami ter si pri tem zastavijo svoje cilje. Ti so: funkcionalnost sistema, izgled sistema in predvsem višina zneska, ki so jo pripravljene za celotni sistem odšteti. Največ računalniško vodenih vrtov ima samo avtomatski zalivalni sistem. Ta predstavlja neko osnovo avtomatizacije. Nekateri nato nadgradijo osnovo še s senzorji za vlago, dež, merjenje pH zemlje, merjenje CO₂ v prostoru, temperaturo itd. Glede na to, katere senzorske imajo, jim dodajo še primerno opremo. Kot opremo dodajo različne grelce, ventilatorje, alarme, ključavnice, avtomatsko odpiranje oken, kamere itd. Od projekta do projekta se razlikuje tudi vodenje. Večino se jih vodi neposredno preko računalnika ali posebnega zaslona in vgrajenih gumbov. Najbolj napredni imajo vodenje preko spletne strani ali mobilne aplikacije na pametnem telefonu. Podjetje, ki bi ga želel pri tem izpostaviti, je Urban Cultivator. Njihov izdelek mi je namreč najbolj všeč. Izdelujejo dve vrsti kultivatorjev. Eden je namenjen domačemu, drugi pa komercialnemu gojenju zelišč in zelenjave. Narejen je tako, da izgleda kot hladilnik, priključi pa se ga kot pomivalni stroj. Vrata kultivatorja so prozorna tako, da lahko vedno vidimo, kako napreduje rast rastlin. Kultivator ima avtomatski sistem vodenja, ki skrbi za optimalno svetlobo, temperaturo in zalivanje [15].

Kot lahko vidimo na sliki 1, je E-vrtnar v grobem sestavljen iz štirih delov. Vsak del ima svojo nalogo in je za celoto zelo pomemben. V spodnjih razdelkih bom zato opisal vsakega posebej.

Najnižji oz. četrti del nam predstavlja vrtnarska oprema in rastline. Uporabimo lahko različne vrste rož, sadik zelenjave (npr. paradižnik, fižol ...) ali zelišč (npr. timijan, rožmarin, meta ...). Za zalivanje je uporabljena potopna vodna črpalka z nastavljivim pretokom, saj lahko tako bolj natančno nastavljamo količino vode, ki se porabi za zalivanje. UV svetlobo priskrbi Osram Fluoro žarnica, ki rastlinam omogoča rast tudi ponoči ali ob slabem, oblačnem vremenu in tako poskrbi za večjo produktivnost vrta.



Slika 1: Slika prikazuje, kako je E-vrtnar v grobem sestavljen

Spodnjo sredino sestavlja mikrokontroler Arduino, ethernet modul, vsi senzori in relejsko vezje. Za platformo Arduino sem se odločil, ker je odprtokodna in dovolj enostavna za uporabo. Moduli se sestavljajo enostavno eden na drugega, s tem pa dobimo dodatno funkcionalnost. Z ethernet modulom tako dobimo funkcijo dostopa do svetovnega spleta. Senzorji, ki sem jih uporabil so:

- senzor za temperaturo – termistor,
- senzor za vlago,
- senzor za svetlobo – fotoupor,
- senzor za merjenje količine vode v rezervoarju.

Z Arduino se preko relejskega vezja upravlja z vrtnarsko opremo, opisano v prejšnjem razdelku.

Arduino IDE je večplatformna aplikacija, napisana v Javi. Omogoča nam, da pišemo programe za Arduina v C/C++ jeziku. Zgornji sredinski del na sliki 1 predstavlja program. Za delovanje programa za Arduina je potrebno definirati le dve ključni funkciji:

- Setup() – Funkcija, ki se uporabi samo enkrat na začetku programa. Njena glavna naloga je inicializacija nastavitvev.
- Loop() – Funkcija, ki teče neprestano, dokler ima Arduino napajanje.

Arduino IDE platforma je uporabniku zelo prijazna. Omogoča mu, da program enostavno prevede in naloži na I/O ploščico z enim samim klikom. Če pride do napake v kodi, ga nanjo opozori in mu, dokler je ne odpravi, onemogoči prenos programa na ploščico [4].

Vrh piramide je seveda uporaba in upravljanje s projektom. To naredimo tako, da v Arduino program naložimo enostavno HTML stran, ki je dostopna preko svetovnega spleta. To nam omogoča že prej omenjeni ethernet modul. Na spletni strani lahko upravljamo z vodno črpalko, svetlobo in beremo vrednosti senzorjev ter preverimo, koliko vode je še na voljo v rezervoarju. Naš vrt si lahko kadarkoli ogledamo preko brezžične IP kamere, saj ima tudi nočni pogled. Poleg vsega tega nam spletna stran ponuja še eno pomembno možnost. Omogoča nam, da izbiramo med dvema načinoma delovanja, ročnim in avtomatskim. Ročni način je primeren, če smo npr. doma za računalnikom in bi radi zalili vrt, ponoči pa prižgemo še UV svetilko. Vse to lahko naredimo enostavno, z nekaj kliki. Avtomatski način pa je primeren ob naši odsotnosti od doma, saj bo za naš vrt samodejno poskrbel E-vrtnar. Vrt lahko spremljamo preko IP kamere, kadarkoli si to zaželim.

2. Pregled uporabljene opreme

2.1. Potopna vodna črpalka

Naprava, ki ima funkcijo zalivanja, je potopna vodna črpalka. Potopna črpalka deluje za razliko od ostalih tako, da vode ne črpa, temveč jo poriva. Tako ne prihaja do problemov zaradi višinske razlike med črpalko in višino vode. Motor je hermetično zaprt. Voda tako ne more prodreti v notranjost in povzročiti kratkega stika [12].

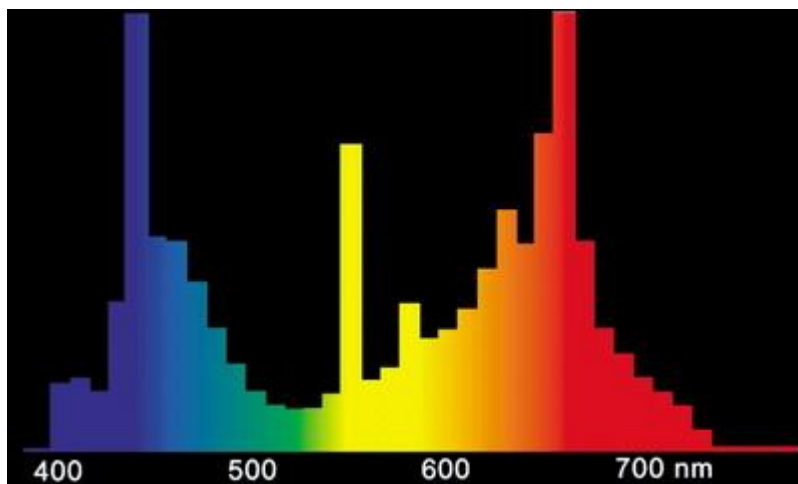


Slika 2: Potopna vodna črpalka

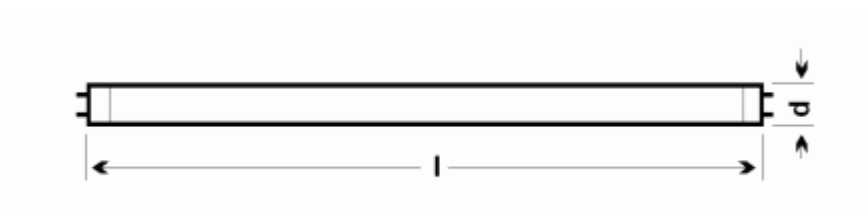
Črpalka kitajskega proizvajalca Zhejiang Sensen ima nastavljivo pretočnost vode z najvišjo vrednostjo 280 L/h, kar je pri zalivanju rastlin zelo priročno. Deluje na napetosti 220–240 V. Primarno se črpalka uporablja v akvarijih ali fontanah [12].

2.2. UV svetilka

Za kar največji napredek in najhitrejšo rast rastlin je uporabljena UV žarnica, saj lahko rastline rastejo tudi ob pomanjkanju sončne svetlobe ali ponoči. Uporabljena je žarnica »Osram FD T26 L 15W-77 G13 FLUORA Flora«. To je 15 W žarnica dolžine 438.00 mm, primerna za manjši notranji vrt. Pri večjem vrtu bi morali uporabiti večjo ali pa močnejšo žarnico. Še enostavneje bi bilo, če bi uporabili večje število žarnic. Svetloba, ki jo žarnica oddaja, ima poudarek na modrem in rdečem delu svetlobnega spektra, kar je idealno za spodbujanje foto-bioloških procesov. Rezultat tega so bolj zdrave rastline in njihova dobra rast ob neidealnih pogojih [14].



Slika 3: Svetlobni spekter žarnice " Osram FD T26 L 15W-77 G13 FLUORA Flora "



Slika 4: Shema žarnice "Osram FD T26 L 15W-77 G13 FLUORA Flora", kjer je premer $p = 26$ mm in dolžina $l = 438$ mm

2.3. Ethernet modul

Ethernet modul ima eno izmed ključnih nalog v diplomskem delu, saj Arduino poveže na internet. Modul vsebuje ethernet krmilnik ENC28J60 z 8 KB predpomnilnika in pa RJ45 konektor. Potrebuje 5 V napajanje, ki ga dobi neposredno od Arduino, saj so ti moduli narejeni tako, da se zlagajo oz. priključujejo eden na drugega, napajati pa je potrebno samo enega – navadno Arduino. Hitrost, ki jo lahko dosežemo z ethernet modulom, je 10/100Mb/s [2].



Slika 5: Ethernet modul

Ethernet modul je zelo enostaven za uporabo. Naše delo je le, da v program vključimo njegovo odprtokodno knjižnico, ki nam omogoča, da modul inicializiramo z nekaj preprostimi ukazi. Podati moramo njegov MAC in IP naslov. Če želimo, lahko podamo tudi serijska vrata, nato pa vse skupaj poženemo s funkcijo »Ethernet.begin()«.

Na trgu obstajajo tudi novejši moduli, ki imajo boljši krmilnik W5100 s 16 KB predpomnilnika in vgrajeno SD spominsko kartico. Glede na to, da je Arduino odprtokoden, sem se odločil za starejšo verzijo. Knjižnica ima namreč manj napak in je lažja za uporabo.

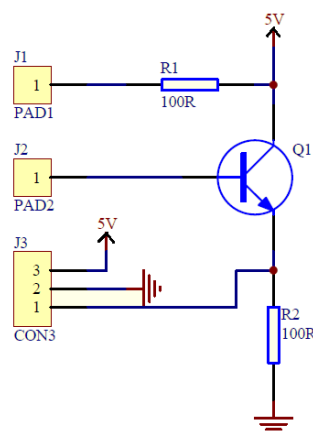
2.4. Senzor za vlago

Senzor za vlago bere, koliko vlage je v zemlji okoli njega. Deluje tako, da preko sond pošlje tok skozi zemljo, nato pa bere upornost, da dobimo stanje vlage. Če je zemlja vlažna, bo tok tekel lažje in upornost bo manjša, medtem ko bo tok skozi suho zemljo tekel težje, kar kaže na večjo upornost [9].



Slika 6: Senzor za vlago

Senzor, ki sem ga uporabil, je bil pripravljen na uporabo z Arduino. Podoben senzor bi lahko naredil tudi sam, če bi uporabil dva pocinkana žebelja in bral upornost med njima.



Slika 7: Shema vezja senzorja za vlago

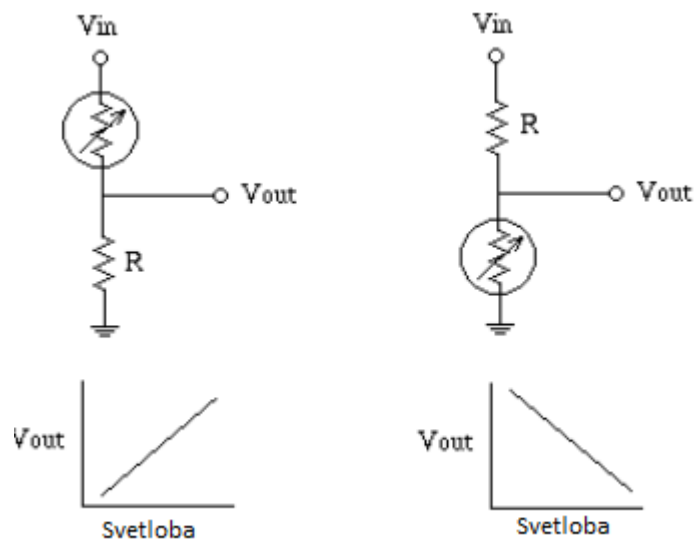
2.5. Senzor za svetlobo

Za merjenje svetlobe v prostoru je uporabljen fotoupor. Senzor deluje tako, da je občutljiv na svetlobo. Več kot je svetlobe, manjša je upornost [6]. Glavni razlogi, da sem ga izbral, so enostavna uporaba in dostopnost ter ugodna cena.



Slika 8: Senzor za svetlobo - fotoupor

Imamo dva zelo podobna načina vezave. Razlika med njima je samo v tem, kako želimo gledati na upornost. Pri prvem načinu nam izhodna napetost raste z večanjem svetlobe, pri drugem pa nam izhodna napetost pada z večanjem svetlobe [16].



Slika 9: Dva načina vezave fotoupora.

Pri levem načinu nam izhodna napetost raste z večanjem svetlobe, pri desnem pa nam izhodna napetost pada z večanjem svetlobe.

2.6. Senzor za temperaturo

Senzor, ki je uporabljen za merjenje temperature, je termistor. To je upor, ki spreminja svojo upornost glede na temperaturo. Vsi upori so odvisni od temperature, vendar je pri njih sprememba tako majhna, da jo je težko izmeriti. Termistor pa je narejen tako, da je ta sprememba očitna in lahko merljiva [11]. Poznamo dva tipa termistorjev:

- NTC (Negativni temperaturni koeficient)
- PTC (Pozitivni temperaturni koeficient)

PTC termistor deluje tako, da se mu poveča upornost z večanjem temperature in zmanjša upornost z manjšanjem temperature. Pogosto se ga uporablja za zaščito vezij, saj se mu poveča upornost z večanjem toka, ki teče skozi njega.

NTC termistor pa deluje tako, da se mu upornost manjša z večanjem temperature in poveča s padanjem temperature. NTC je izmed obeh različic bolj priljubljen. Njegovo območje uporabe pa je zelo veliko [13]:

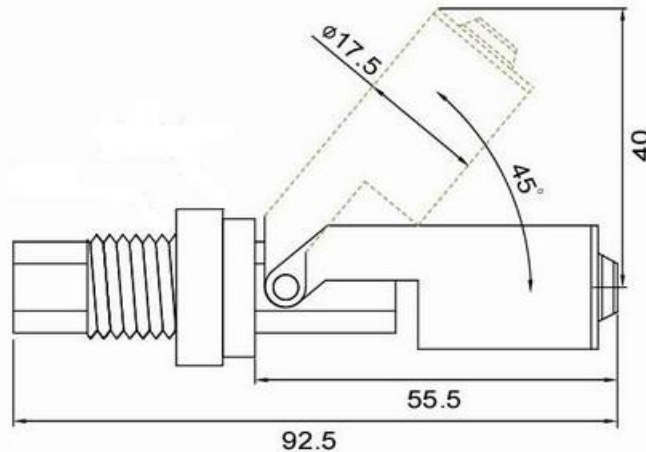
- avtomobilska industrija (merjenje temperature v hladilni tekočini, merjenje temperature olja ...),
- uporaba v modernejših termostatih,
- uporaba v napajalnih vezjih, kjer ščiti pred prevelikim začetnim tokom,
- v senzorjih za merjenje količine tekočine itd.



Slika 10: NTC Termistor

2.7. Senzor za merjenje količine vode

Senzor, ki je uporabljen za merjenje količine vode v rezervoarju, je t. i. »horizontal float switch«, senzor tipa ZPC7. Proizvaja ga kitajsko podjetje Escale Machinery & Valve Co. Deluje tako, da ko je glava senzorja v določenem položaju, prepušča električni tok, drugače ne [10]. V našem primeru smo senzor nastavili tako, da ob dvignjeni glavi tok potuje skozi. Senzor vrača logično vrednost TRUE oz. 1, kar označuje, da je senzor še pod vodo in je vode tako še vedno dovolj na voljo.



Slika 11: Shema in delovanje »float switch« senzorja za merjenje količine vode. Podane mere so v milimetrih.

Poleg funkcije merjenja količine vode ima ta senzor tudi varnostno funkcijo. V diplomskem delu so uporabljeni štiri senzorji tega tipa. Najnižji izmed senzorjev deluje kot zaščita potopne vodne črpalke, saj ta ne sme delovati, če ni potopljena v vodo. Deluje tako, da ko senzor vrne logično vrednost FALSE oz. 0, se črpalke ne sme več prižgati, dokler ne naližemo vode v rezervoar.



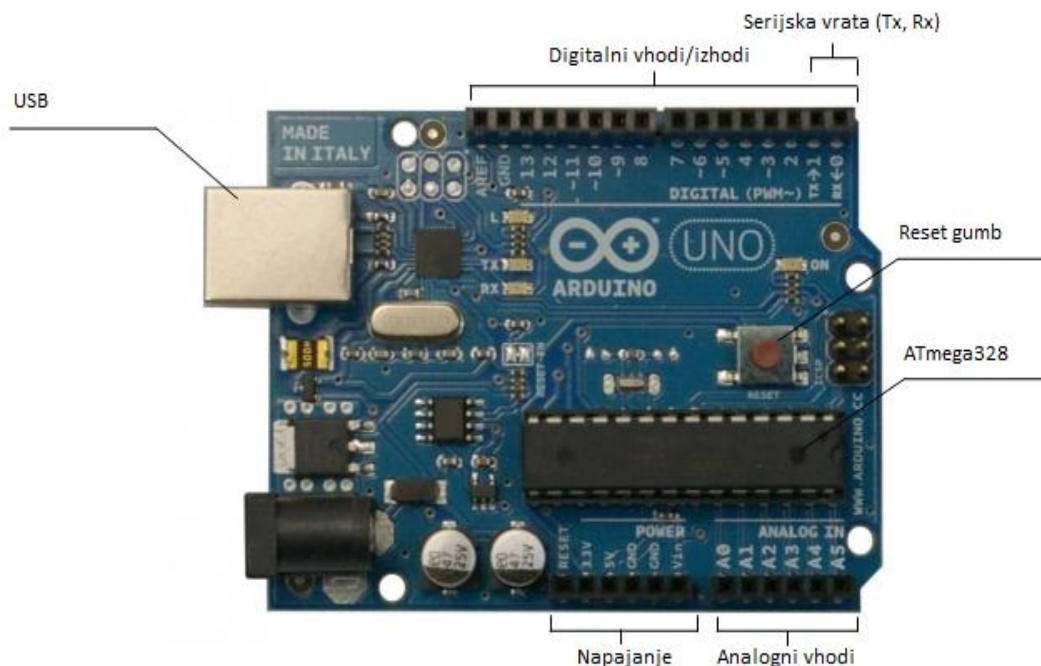
Slika 12: Senzor za merjenje količine vode

2.8. Arduino Uno

Srce celotnega sistema predstavlja Arduino Uno. To je odprtokodna platforma, ki temelji na mikrokontrolniku ATmega328. Ima 14 digitalnih vhodov ali izhodov, 6 analognih vhodov, 16MHz oscilator in gumb za ponovni zagon. Napajalno napetost 5V se dobi preko USB priključka in služi tudi za napajanje vseh senzorjev in relejskega vezja. Ima 2 KB SRAM, 1 KB EEPROM in 32 KB Flash pomnilnika [5].

Mikrokontrolnik programiramo v programskem jeziku »Arduino programming language« ali v C/C++. Uporabljamo enostaven odprtokodni IDE in knjižnice, ki nam poenostavijo rokovanje z njim. V IDE je vgrajen tudi serijski monitor, s katerim nadzorujemo komunikacijo na Rx vhodu in Tx izhodu [1].

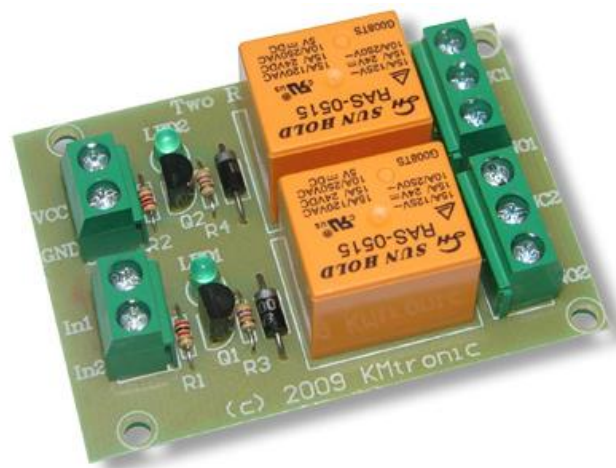
Glavna naloga kontrolnega vezja je, da poskrbi za komunikacijo med mikrokontrolnikom Arduino in ethernet modulom, ter omogoča enostaven priklop senzorjev, vodne črpalke in UV žarnice.



Slika 13: Arduino UNO

2.9. Rele

V diplomskem delu upravljamo z vodno črpalko in UV žarnico, ki ju moramo ob določenih pogojih prižigati in ugašati. Uporabili smo elektronsko vezje, pripravljeno na Arduino, ki ima 2 releja. Glede na to, da moramo obe napravi priključiti na električno omrežje, ki ima v Sloveniji napetost med 220 in 240 V, smo izbrali temu primerna releja. Preklapljata lahko naprave do 240 V pri 10 A. Rele deluje pri napetosti 5 V, tako da ga lahko upravljamo neposredno preko Arduino, ki prav tako deluje pri 5 V napetosti [8].



Slika 14: Elektronsko vezje z dvema relejema bolgarskega proizvajalca KMtronic

2.10. Kamera

Za ogled naših rastlin in vizualno preverjanje opreme je uporabljena brezžična IP kamera kitajskega proizvajalca Shenzhen Wanscam Technology. Nekatere lastnosti kamere so [7]:

- Podpora več stopenj uporabnikov (med seboj zaščiteni z geslom)
- Hkratni dostop več uporabnikov (do štiri)
- Vgrajen mikrofoni in zvočnik
- Možnost premikanja kamere levo – desno (355°), gor – dol (90°).
- Enostavna inštalacija in uporabniku prijazen uporabniški vmesnik.
- Število sličic na sekundo: 25fps QVGA, 15fps VGA
- Resolucija: VGA (640*480), QVGA (320*240)
- Nočni pogled: 10 LED žarnic, razdalja 8-10m

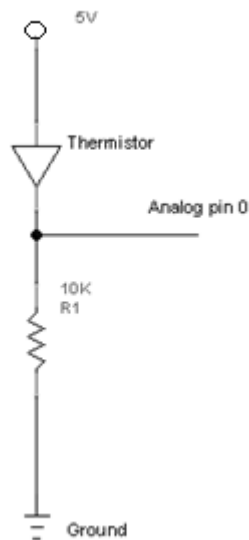
- Protokol: TCP/IP
- Temperatura delovanja: -10~50 °C
- Alarm: podpora email, SMS sporočilo



Slika 15: Brežžična IP kamera kitajskega proizvajalca Shenzhen Wanscam Technology

3. Zasnova in realizacija

3.1. Priklučitev senzorja za temperaturo

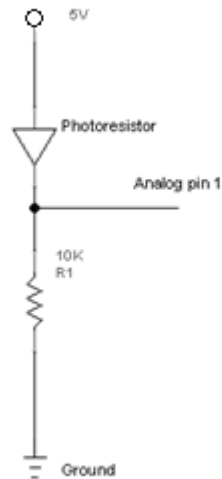


Slika 16: Shema priklučitve senzorja za temperaturo

Slika 16 prikazuje, kako je priklučen senzor za merjenje temperature. Napetost 5 V vežemo na eno od senzorjevih nožic, drugo pa na 10-k ohmski upor. Med tema dvema elementoma se povežemo še na Arduinovo analogno nožico 0, iz katerega tudi bere vrednosti, ki jih priskrbi senzor. Upor nato povežemo še na ozemljitev.

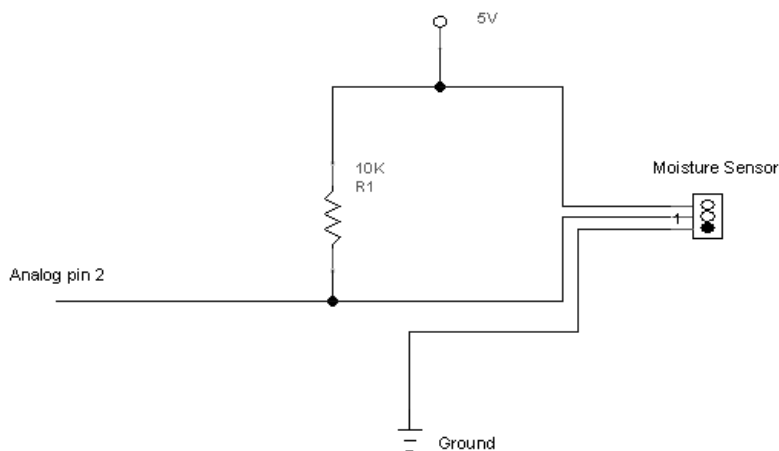
3.2. Priklučitev senzorja za svetlobo

Na sliki 17 lahko vidimo, kako je priklučen senzor za merjenje svetlobe. Slika je zelo podobna sliki 16. Napetost 5 V povežemo z eno od senzorjevih nožic, drugo pa na 10-k ohmski upor. Med njima vežemo Arduinovo analogno nožico 1, preko katere bo Arduino bral vrednosti senzorja. Upor nato povežemo še na ozemljitev.



Slika 17: Shema priključitve senzorja za svetlobo

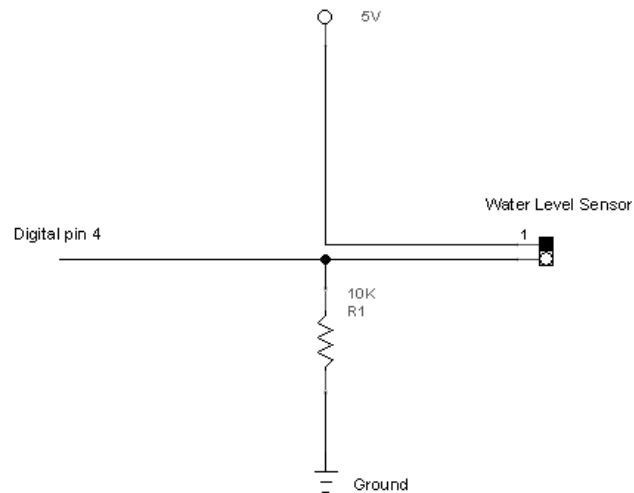
3.3. Priključitev senzorja za vlago



Slika 18: Shema priključitve senzorja za vlago

Priključitev senzorja za vlago se razlikuje od prejšnjih dveh. Ta senzor ima tri nožice, prejšnja senzorja pa le dve. Shemo si lahko pogledamo na sliki 18. Napetost 5 V povežemo s senzorjem in uporom 10 k ohmov. Podatkovno nožico senzorja vežemo na drugi konec upora in nato na analogno nožico 2. Skozi to povezavo bo senzor pošiljal vrednosti Arduino. Nazadnje povežemo še tretjo nožico senzorja z ozemljitvijo.

3.4. Priključitev senzorja za merjenje količine vode v rezervoarju



Slika 19: Shema priključitve senzorja za merjenje količine vode v rezervoarju

Slika 19 prikazuje shemo priključitve senzorja za merjenje količine vode v rezervoarju. Napetost 5 V vežemo na eno od senzorjevih nožic. Drugo nožico senzorja vežemo na 10 k ohmski upor in na digitalno nožico. Upor nato povežemo še na ozemljitev.

Senzor za merjenje količine vode vrača le logično vrednost 0 ali 1, kar nam označuje, ali je na mestu senzorja prisotna voda ali ne. Ravno tako deluje tudi digitalno branje Arduina. Poleg tega obstaja še en pomemben razlog, zakaj smo vezali ta senzor na digitalno nožico. Arduino ima namreč samo 6 analognih nožic, potrebovali pa bi jih 7, če bi na njih želeli vezati še štiri senzorje za merjenje količine vode. Na analogne nožice so namreč že priključeni:

- 1 senzor za svetlobo,
- 1 senzor za temperaturo,
- 1 senzor za vlago,

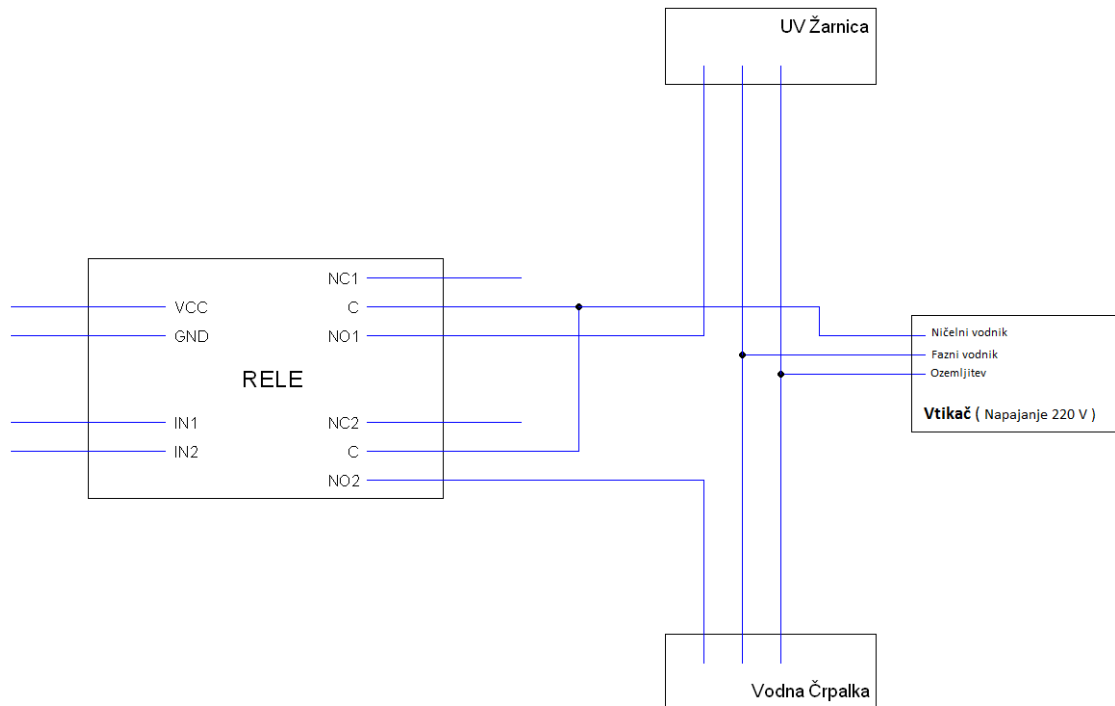
Zaradi zgornjih razlogov smo vezali senzorje za merjenje količine vode na digitalne nožice od 3 do 6.

3.5. Priključitev vodne črpalke in UV žarnice

Na sliki 20 se vidi, kako so UV žarnica, vodna črpalka in vtikač priključeni na rele. Vtikač priskrbi UV žarnici in vodni črpalki napajalno napetost 220 V. Vse povezave na levi strani releja priključimo neposredno na Arduino.

Na povezavo VCC je priključeno 5 V napajanje, na GND pa ozemljitev. Na IN1 in IN2 sta priključena podatkovna signala, ki releju sporočita, kdaj naj sklene povezavo. Če Arduino na povezavi IN1 pošlje binarno enico, se bo sklenila povezava med C (skupna točka) in NO1 (normalno odprto 1) in prižgala se bo UV žarnica. Če pa bo poslal enico na povezavi IN2, pa se bo sklenila povezava med C in NO2 in prižgala se bo vodna črpalka.

Na skupno točko C, NO1 in NO2 je priključen ničelni vodnik. V eno izmed dveh skupnih točk je priključen fazni vodnik, ki ga priskrbi vtikač, vklopljen v slovensko električno omrežje, v drugo pa ozemljitev.



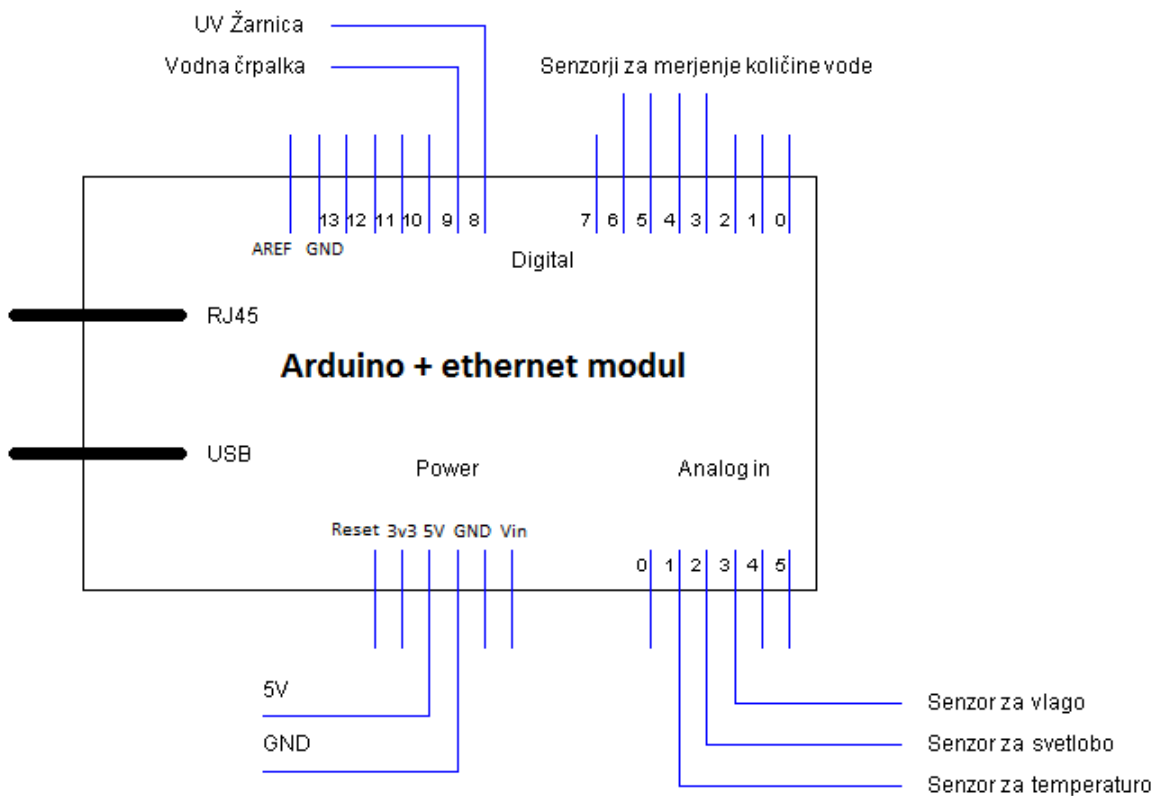
Slika 20: Slika prikazuje, kako so skupaj priključeni rele, UV žarnica, vodna črpalka in vtikač

3.6. Mikrokrmilnik in ethernet modul

Na spodnji sliki 21 je opisano, kako sta Arduino in ethernet modul vezana na ostale naprave.

V »Power« delu Arduino sta dve zelo pomembni povezavi, in sicer napajanje 5 V in ozemljitev. Analogne povezave so povezane s tremi od štirih senzorjev: senzor za vlago, svetlobo in temperaturo. V digitalnem predelu pa so na povezave 3-6 povezani štirje senzorji za merjenje količine vode v rezervoarju, na povezavi 8, ki je povezana na signal IN1 na releju, upravljamo z UV žarnico. Digitalna povezava 9 pa je povezana s signalom IN2 na releju, upravlja pa z vodno črpalko.

USB povezuje Arduino in računalnik. Preko USB-ja na Arduino ploščico nalagamo programe, hkrati pa ji priskrbi napajanje. Kabel RJ45 povezuje ethernet modul z internetnim omrežjem in tako omogoča upravljanje E-vrtnarja preko internetne strani.



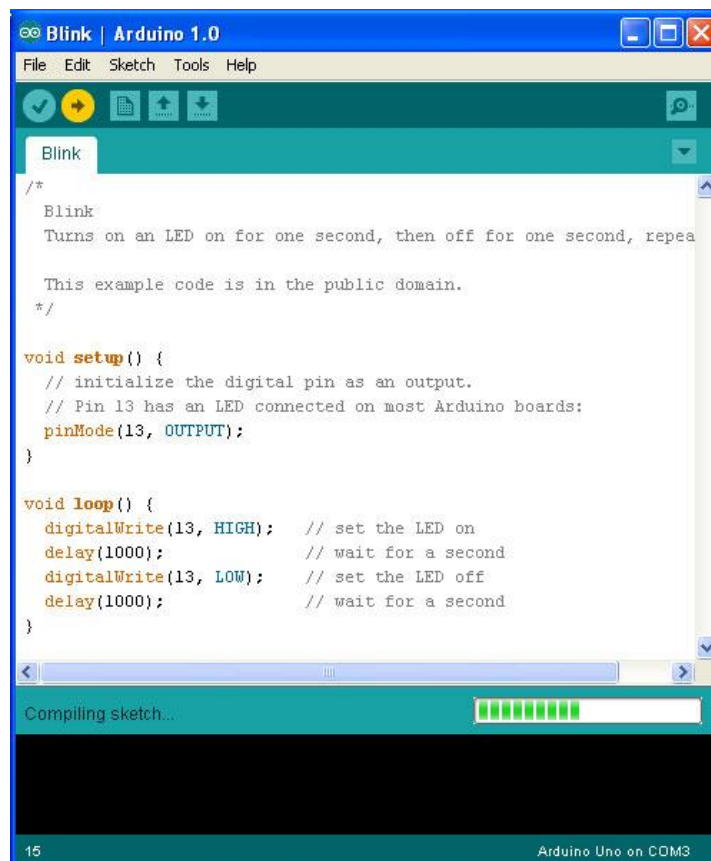
Slika 21: Shema prikazuje, kako so priključeni vodna črpalka, UV žarnica in vsi senzorji na Arduino in ethernet modul

4. Programski del

4.1. Razvojno okolje Arduino

Odprtokodno razvojno okolje Arduino je napisano v programskem jeziku Java in nam omogoča enostavno pisanje kode in nalaganje programov na Arduino ploščice. Podpira Windows, Mac OS X in Linux platformo [4].

Razvojno okolje Arduino vsebuje urejevalnik besedila za pisanje kode, prostor za opozorila, konzolo, orodno vrstico in serijo menijev. Poveže se s ploščico Arduino, s katero se lahko pogovarjamo po tem, ko naložimo svoj program. Preden lahko uspešno naložimo svoj program, moramo pravilno izbrati, katero Arduino ploščico uporabljamo in na katera serijska vrata je povezana [4]. Prevajalnik Arduino vedno najprej preveri, ali je program, ki ga želimo naložiti, pravilno napisan ter da ne vsebuje nobenih sintaktičnih napak. Če oceni, da je program napisan pravilno, se naloži na ploščico. Če je napaka vsebinske narave, jo je potrebno poiskati in odpraviti.



Slika 22: Primer razvojnega okolja Arduino s programom Blink

Na sliki 22 lahko vidimo primer razvojnega okolja Arduino in primer izgleda programa »Blink«, ki deluje tako, da izmenično prižiga in ugaša LED diodo. Dioda je v vsakem od teh stanj eno sekundo.

V veliko pomoč pri pisanju programov so priložene knjižnice. Tako kot programi so napisane v programskem jeziku C/C++. V diplomskem delu nam še posebej prav pride knjižnica »etherShield«, ki nam omogoča povezavo ethernet modula z internetom in postavitev internetne strani. Druga knjižnica, ki jo želim izpostaviti, je »Wiring«. Ta nam omogoča enostavnejšo uporabo vhodno/izhodnih operacij, le-teh je veliko. V poglavju uvod je že omenjeno, da je za delujoč Arduino program potrebno deklarirati le dve funkciji:

- Setup() – Funkcija, ki se uporabi samo enkrat na začetku programa. Njena glavna naloga je inicializacija nastavitvev.
- Loop() – Funkcija, ki teče neprestano, dokler ima Arduino napajanje.

4.2. Program za senzorje

```
// Setting up analog inputs
int TempPin = A1; //define Analog pin 1 for Temperature sensor
int LightPin = A2; //define Analog pin 2 for Light sensor
int MoisturePin = A3; //define Analog pin 3 for Moisture sensor

const int temps[] PROGMEM = { 0, 1, 2, .... , 1502 };
// Big lookup Table (approx 750 entries), subtract 238 from ADC reading to
start at 0*C. Entries in 10ths of degree i.e. 242 = 24.2*C Covers 0*C to
150*C For 10k resistor/10k thermistor voltage divider w/ therm on the +
side.

// Digital Water Pins
int inPin1 = 3;
int inPin2 = 4;
int inPin3 = 5;
int inPin4 = 6;

// Digital Water Values
int val1 = 0;
int val2 = 0;
int val3 = 0;
int val4 = 0;

// Variables that store sensor values
int therm;
int light;
int moisture;

void setup(){

    // Setting pins to INPUT or OUTPUT
```

```

    pinMode(inPin1, INPUT);
    pinMode(inPin2, INPUT);
    pinMode(inPin3, INPUT);
    pinMode(inPin4, INPUT);
}
void loop(){

    val1 = digitalRead(inPin1);    // read the input pin 1
    val2 = digitalRead(inPin2);    // read the input pin 2
    val3 = digitalRead(inPin3);    // read the input pin 3
    val4 = digitalRead(inPin4);    // read the input pin 4

    ReadSensors(){
}

void ReadSensors(){
    // -----      TEMPERATURE      -----
    therm=analogRead(TempPin)-238; // subtract 238 to start from 0*C
    therm=pgm_read_word(&temps[therm]); // find value in Big Table

    // -----      LIGHT      -----
    light = analogRead(LightPin);

    // -----      MOISTURE      -----
    moisture = analogRead(MoisturePin);
}
}

```

Program deklarira vse potrebne spremenljivke in nožice za upravljanje s senzorji. Pred funkcijo »setup()« so deklarirane spremenljivke, kamor bomo shranili vrednosti, ki nam jih bodo poslali senzorji, in pa nožice, ki nam povejo, na katero mesto na Arduinu je določen senzor povezan. V funkciji »setup()« nastavimo nožice senzorjev za merjenje količine vode kot vhode. To je potrebno zato, ker se bo vrednosti teh senzorjev bralo digitalno in ne analogno kot ostale. V funkciji »loop()« se z uporabo funkcije »digitalRead()« digitalno preberejo vrednosti, ki jih pošiljajo senzorji za merjenje količine vode. Na koncu funkcije »loop()« je uporabljena funkcija »ReadSensors()«, v kateri se analogno preberejo še vrednosti ostalih treh vrst senzorjev.

Vrednosti senzorjev je mogoče brati zelo pogosto, tudi vsako milisekundo. Vendar prepogosto branje ni dobro. Senzor namreč vrača vrednosti tako, da ne preklopi takoj iz npr. 502 na 501, temveč nekaj časa vrača te vrednosti izmenično. Zato sem se odločil, da berem vrednosti senzorjev vsakih 5 minut. Senzorji imajo tako na voljo veliko časa, da preklopijo med vrednostmi.

Vrednosti, ki jih pošiljata senzor za vlago in svetlobo, sem interpretiral izkustveno. Po nekaj testiranjih sem prišel do ugotovitve, da je vrednost 300 meja, pod katero je v sobi tema. Torej če senzor pošlje vrednost nad 299, se v avtomatskem načinu delovanja UV žarnica ne bo prižgala. Podobno je s senzorjem za vlago. Pri vrednostih pod 200 se bo v avtomatskem načinu prižgala vodna črpalka.

```

int LightThreshold = 300;           // Light Sensor Threshold
int MoistureThreshold = 200;       // Moisture Sensor Threshold
void loop(){
    if (light < LightThreshold){
        Dark=1;
    }else{
        Dark=0;;
    }
    if (moisture < MoistureThreshold){
        Dry=1;
    }else{
        Dry=0;
    }
}

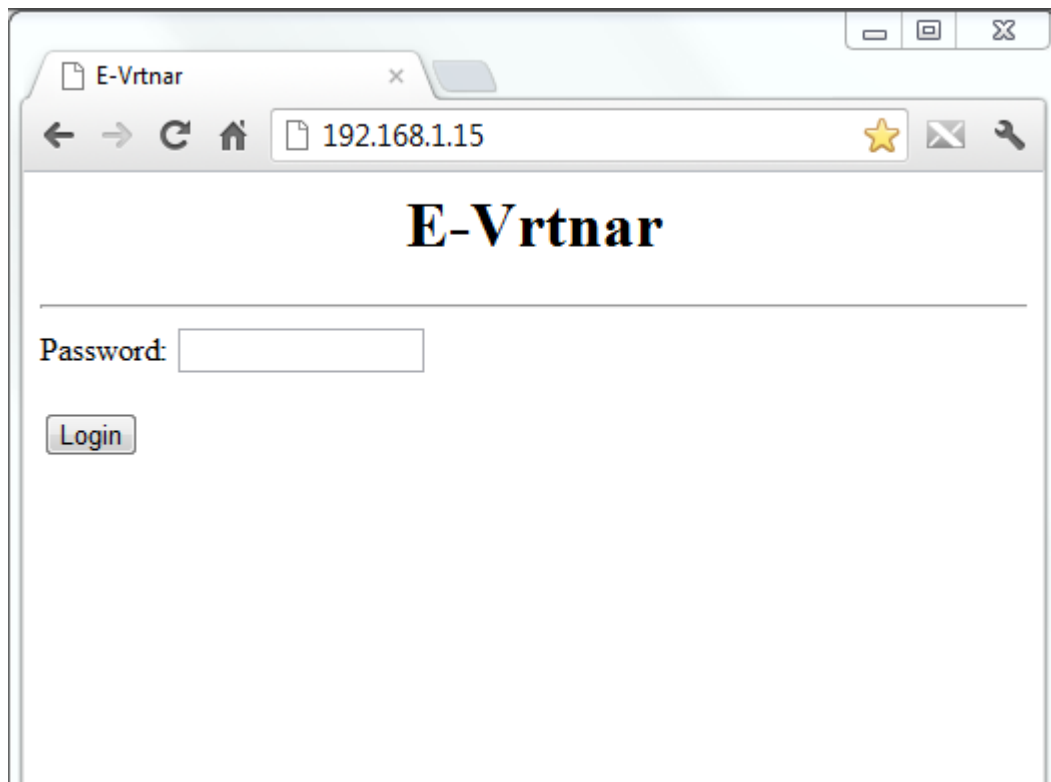
```

Branje vrednosti, ki jo pošilja termistor je bolj zapleteno od ostalih in zahteva svoj način interpretacije. V veliko pomoč je tako imenovana »Velika iskalna tabela« (Big Lookup Table), ki vsebuje okoli 750 različnih vrednosti od 0 do 1502. Najprej moramo od vrednosti, ki nam jo pošlje senzor, odšteti 238 zato, da začnemo pri 0 stopinj C. Ta nova vrednost nam potem predstavlja mesto v tabeli, s pravo vrednostjo temperature v prostoru. Primer: Če nam tabela vrne vrednost 252, to pomeni, da je v prostoru 25.2 stopinj C. V tabeli so torej vrednosti od 0 do 150.2 stopinj C, kar je primerno, saj naj ne bi bilo v notranjem vrtu nikoli manj kot 0 stopinj C. Napaka, ki nastane pri branju tega senzorja, je okoli ± 0.5 stopinje C. Določil sem jo tako, da sem primerjal temperaturo senzorja s temperaturo digitalnega termometra in temperaturo termometra na živo srebro. Glede na to, da je napaka senzorja večja od natančnosti tabele, bi lahko veliko iskalno tabelo priredili tej napaki in jo zmanjšali na petino trenutne velikosti. Tega nismo storili, ker lahko v prihodnosti priključimo bolj natančen senzor, ki te natančnosti zaradi premajhne tabele ne bi izkoristil.

4.3. Internetna stran

Edini način upravljanja z E-vrtnarjem je preko internetne strani. Napisana je v HTML jeziku. Glavni razlog za to je, da smo uporabili knjižnico »etherShield«. Ta pa pogojuje to, da je treba stran napisati v tem jeziku. Spletna stran je zelo enostavna, ker knjižnica deluje tako, da vse znake HTML kode spravi v predpomnilnik. Ta pa ima prostora le za 1500 znakov.

Glede na to, da E-vrtnar deluje preko interneta in da ne želimo, da lahko kdorkoli dostopi do njega, je potrebna neke vrste zaščita. Preden želimo upravljati z E-vrtnarjem, moramo najprej vnesti pravilno geslo na vstopni strani – slika 23. Geslo je shranjeno na Arduinu, spremeni pa se ga lahko samo tako, da se ga zamenja v Arduino programu, tega pa se ponovno naloži na ploščico.



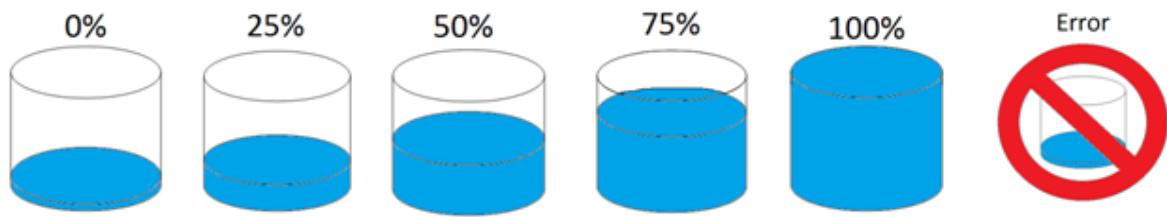
Slika 23: Vstopna stran, kjer vnesemo geslo

Ko vnesemo pravilno geslo, se odpre glavna stran, ki je prednastavljena tako, da deluje v ročnem načinu. To odločitev sem sprejel, ker se lahko včasih zgodi, da nismo še čisto pripravljeni na avtomatski način. Primer: v rezervoarju za vodo ni natočene vode. Slika 25 prikazuje, kakšna je internetna stran v ročnem načinu, slika 26 pa v avtomatskem načinu. Razlika med njima je ta, da stran v avtomatskem načinu nima gumbov za ročno upravljanje s UV žarnico in vodno črpalko.

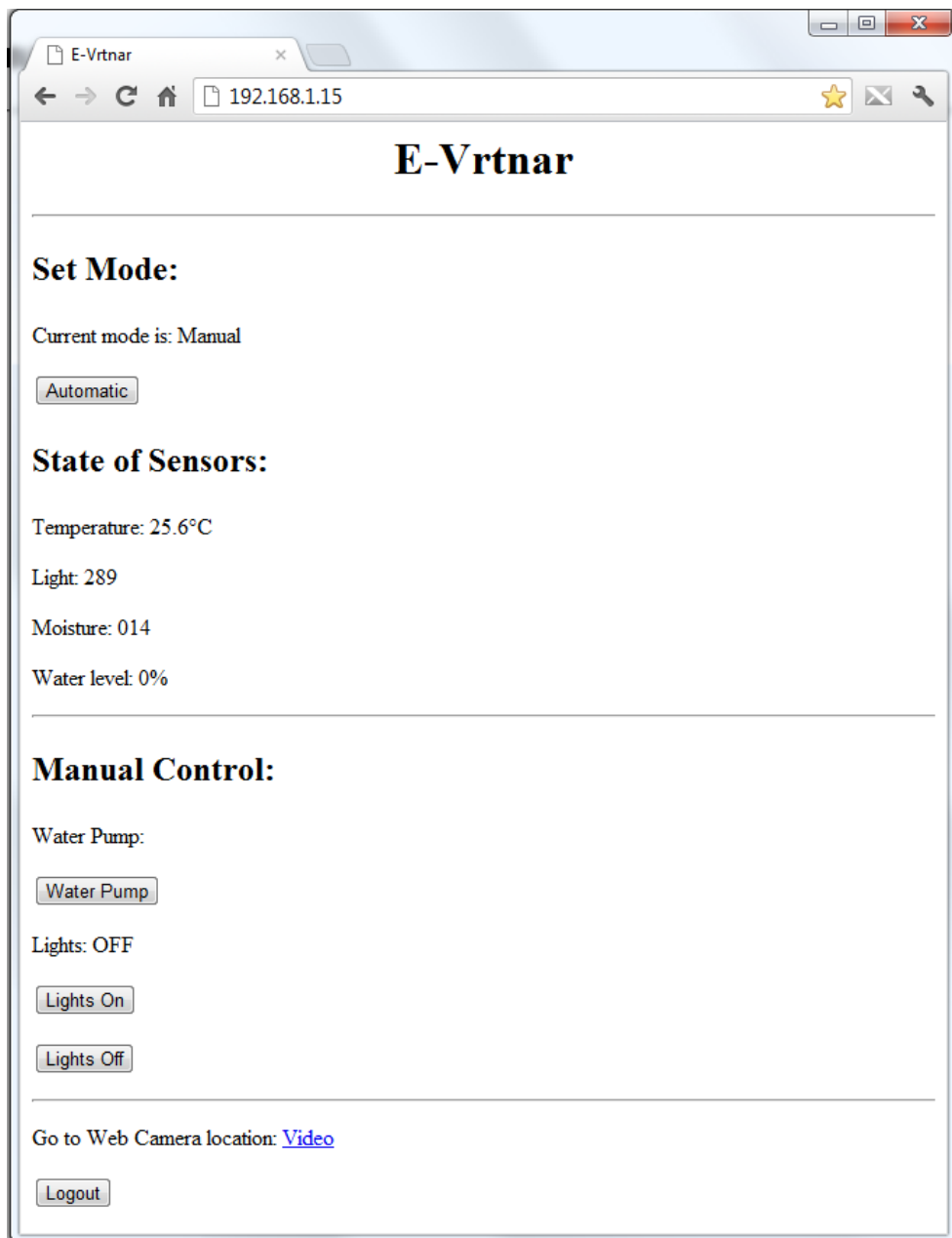
Na spletni strani imamo naprej naslov aplikacije. Potem imamo »Set Mode« ali izbiro načina delovanja. Pod tem piše, v katerem trenutnem stanju je program. Prvi gumb nam daje možnost preklapljanja stanj. Napis v gumbu se spreminja, odvisno od tega, ali je v ročnem ali avtomatskem načinu delovanja.

»State of Sensors« ali trenutno stanje senzorjev prikazuje vrednosti, ki so jih imeli senzorji pri zadnjem branju. Na sliki 25 imajo senzorji sledeče vrednosti:

- Temperatura je 25.6 stopinj C.
- Vrednost svetlobnega senzorja je 289, kar pomeni, da je v prostoru tema.
- Vrednost senzorja za vlago je 14, kar pomeni, da je zemlja zelo suha.
- Stanje vode v rezervoarju je 0 %.



Slika 24: Stanja vode v rezervoarju

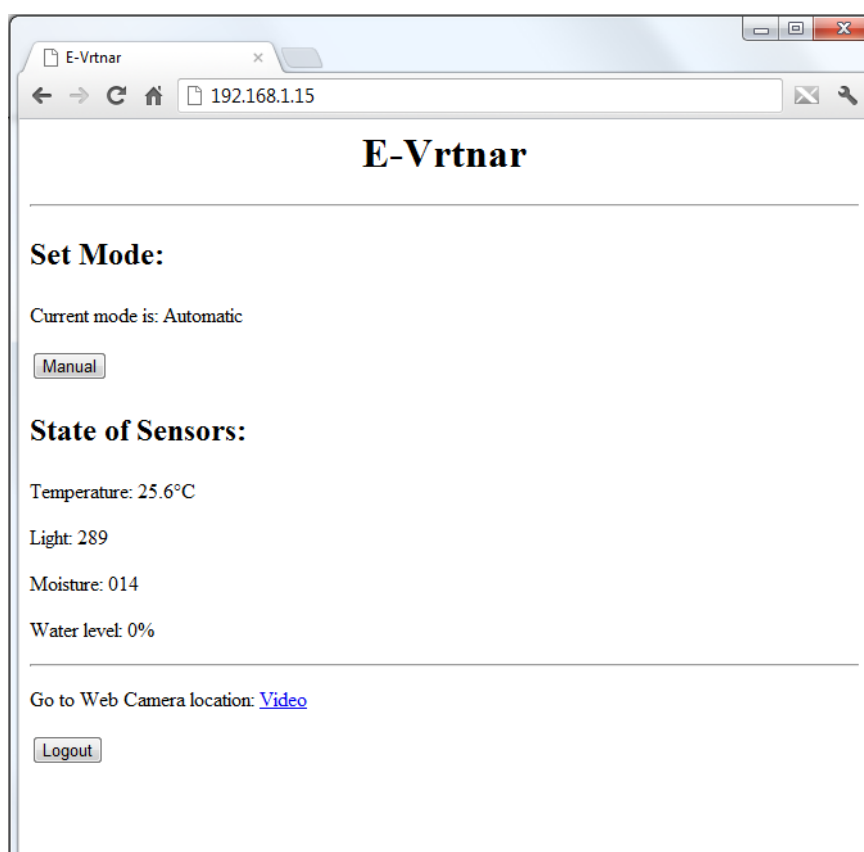


Slika 25: Internetna stran v ročnem načinu uporabe

Glede na to, da so v rezervoarju za vodo štiri senzori za merjenje količine vode, imamo lahko v vrstici »Water level« ali stanje vode šest stanj. Te si lahko pogledamo na sliki 24. Tabela 1 prikazuje, kako ugotovimo trenutno stanje. Stanje »Error« ali napaka se pokaže v primeru, če bi se kateri od štirih senzorjev zaskočil ali kako drugače zataknil.

Stanje\Senzor	1	2	3	4
0 %	0	0	0	0
25 %	1	0	0	0
50 %	1	1	0	0
75 %	1	1	1	0
100 %	1	1	1	1
Error	Katera koli druga kombinacija			

Tabela 1: Tabela prikazuje, kako ugotovimo stanje vode v rezervoarju



Slika 26: Internetna stran v avtomatskem načinu uporabe

Naslednji oddelek se imenuje »Manual Control« ali Ročno upravljanje. V tem delu imamo tri gumbе:

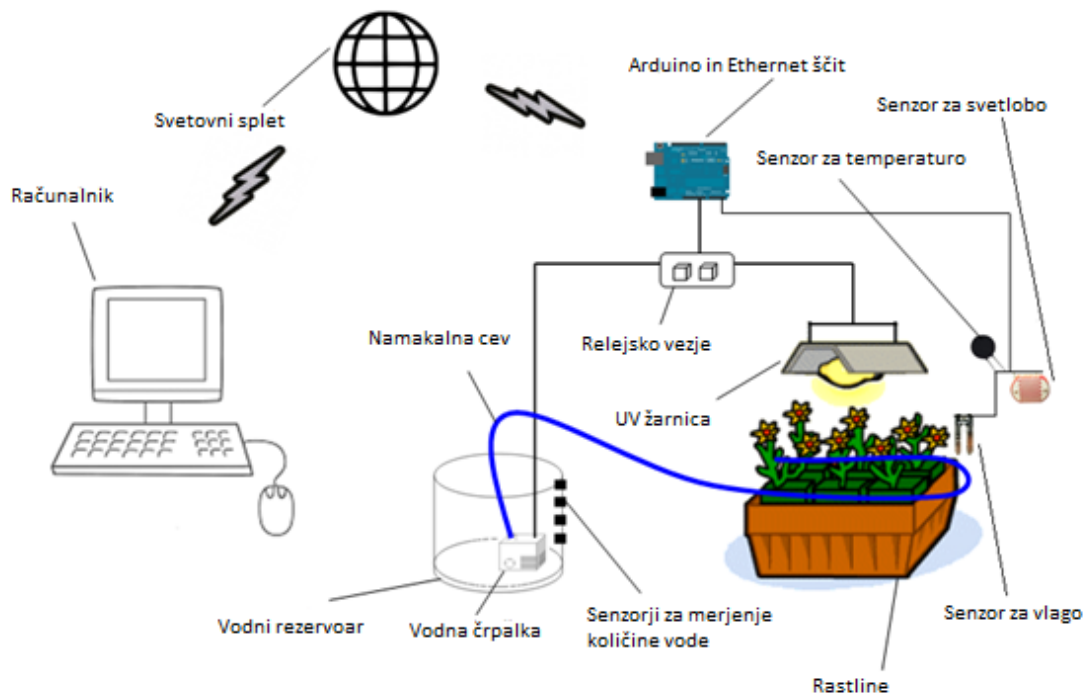
- »Water Pump« ali vodna črpalka. S pritiskom na ta gumb se vklopi vodna črpalka.
- »Lights ON« ali vklop luči.
- »Lights OFF« ali izklop luči.

Zadnji predel nam ponuja internetno povezavo »Video«, preko katere gremo na IP naslov brezžične kamere. Ta ima svoj program, preko katerega dostopamo do nje. Preden lahko dostopimo do kamere, je potrebno vnesti novo geslo, kar ponuja dodatno zaščito.

Na koncu imamo še gumb »Logout« ali Odjava, ki nas odjavi iz sistema.

5. Primer uporabe

5.1. Kako je vse povezano

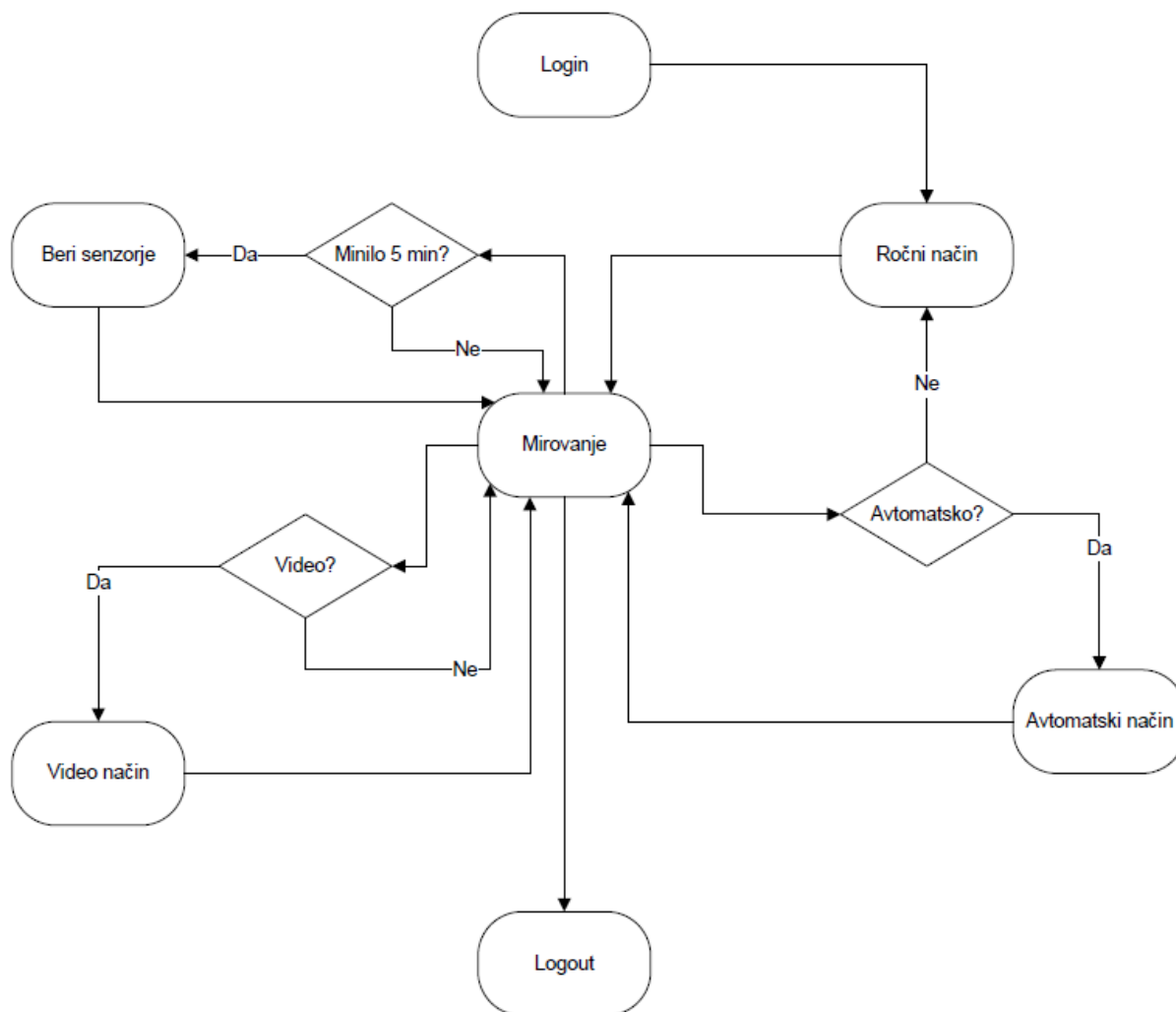


Slika 27: Zasnova delovanja

Na sliki 27 je prikazano, kako je celoten sistem zasnovan. Uporabniku omogoča nadzorovanje E-vrtnarja preko računalnika, ki se lahko nahaja kjerkoli na svetu. Vse kar potrebuje za dostop do sistema, je internetna povezava. Na dno vodnega rezervoarja je pritrjena potopna vodna črpalka, iz katere nato napeljemo namakalno cev do rastlin. Ob strani rezervoarja so po višini pritrjeni štirje senzorji za merjenje količine vode, ki so med seboj enako oddaljeni, da lahko pravilno interpretiramo stanje vode. Najnižji senzor je malo višje od vrha črpalke, saj mora biti ta vedno pod vodo, da se ne pokvari. Nad rastlinami je pritrjena UV žarnica, ki ne sme biti previsoko in ne prenizko, da lahko izkoristimo kar največ svetlobe. Ta je skupaj s črpalko vezana na relejsko vezje, to pa je vezano naprej do Arduina. Senzor za vlago je vstavljen v zemljo, vlago pa meri okoli 10 centimetrov pod površjem. Paziti moramo, da pri zalivanju rastlin voda ne pride neposredno v kontakt s tem senzorjem. Senzor za svetlobo naj bo skupaj s senzorjem za merjenje temperature pritrjen nekje med oknom in rastlinami.

5.2. Kako deluje E-vrtnar

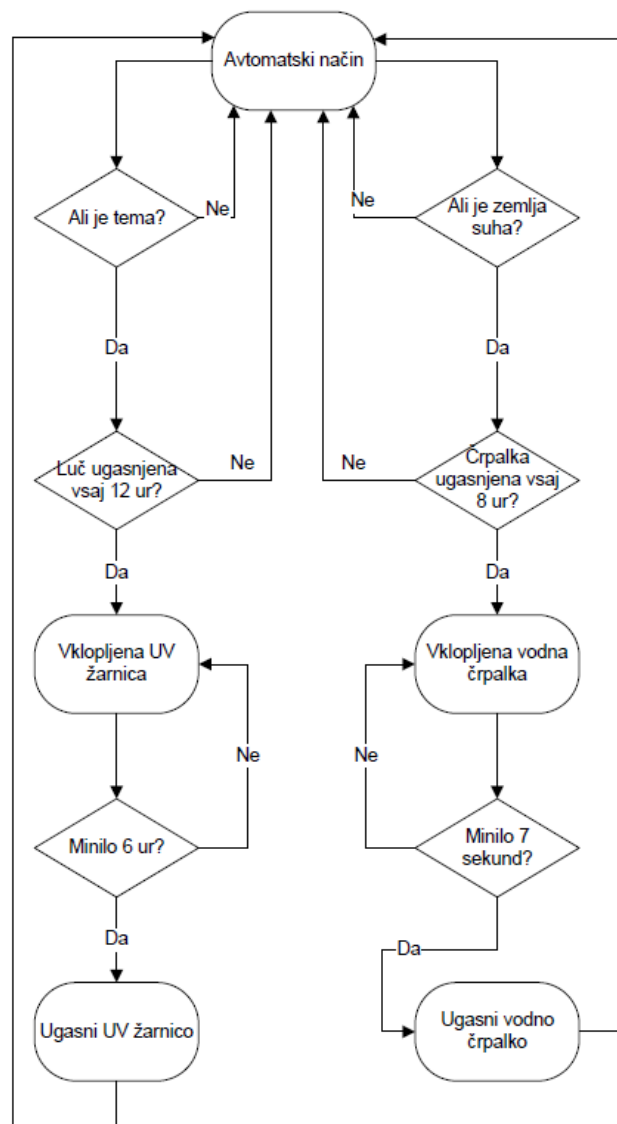
V tem poglavju je podrobno opisano delovanje E-vrtnarja. Za večjo preglednost so dodane sheme, narisane v programu Microsoft Office Visio. Na sliki 28 je prikazana osnovna shema delovanja E-vrtnarja in njegovo upravljanje preko internetne strani. Upravljanje se prične tako, da se najprej prijavimo v sistem. Takoj ko se prijavimo, deluje sistem v ročnem načinu, nato pa gre v mirovanje, kjer čaka na naš naslednji ukaz. Hkrati se vsakih pet minut prebere vrednosti senzorjev, ki se nato posodobijo na spletni strani. Če želimo preklopiti na avtomatski sistem, kjer bo sistem za rastline skrbel avtomatsko, lahko to storimo preko gumba na strani. Če tega ne želimo, bo sistem naprej deloval v ročnem načinu. Prav tako lahko preko internetne povezave preklopimo na video način in si ogledamo naše rastline preko brezžične IP kamere. Delovanje ročnega in avtomatskega načina je bolje opisano v naslednjih dveh slikah. Podrobnosti delovanja v to shemo niso vključene zaradi boljše preglednosti.



Slika 28: Shema prikazuje, kako upravljamo E-vrtnarja preko internetne strani

Na sliki 29 je prikazana shema delovanja E-vrtnarja v avtomatskem načinu. Program tu hkrati preverja osvetljenost prostora in vlažnost zemlje. V prvem primeru preveri še, če je bila UV žarnica ugasnjena vsaj 12 ur. To je dodano zato, da imajo rastline priložnost počivati nekaj časa v temi, ter da bi bil projekt bolj varčen. Če UV žarnica ni bila ugasnjena vsaj 12 ur, se ta ne bo prižgala tudi, če je zunaj tema. Če pa je bil pogoj izpolnjen, bo prižgana naslednjih 6 ur, nato pa se bo ugasnila. V drugem primeru program preverja, ali je zemlja suha in ali je bila vodna črpalka ugasnjena vsaj 8 ur. Ta pogoj je tu zaradi varnosti, da se rastline ne bi prekomerno zalivale. Zalivalo se bo torej lahko do štirikrat na dan, vsakič pa bo bila črpalka aktivna 7 sekund. V tem času pri polni pretočnosti zalije približno pol litra vode. Nato se vrne v avtomatski način, kjer zopet preverja, ali je v prostoru tema in ali je zemlja suha.

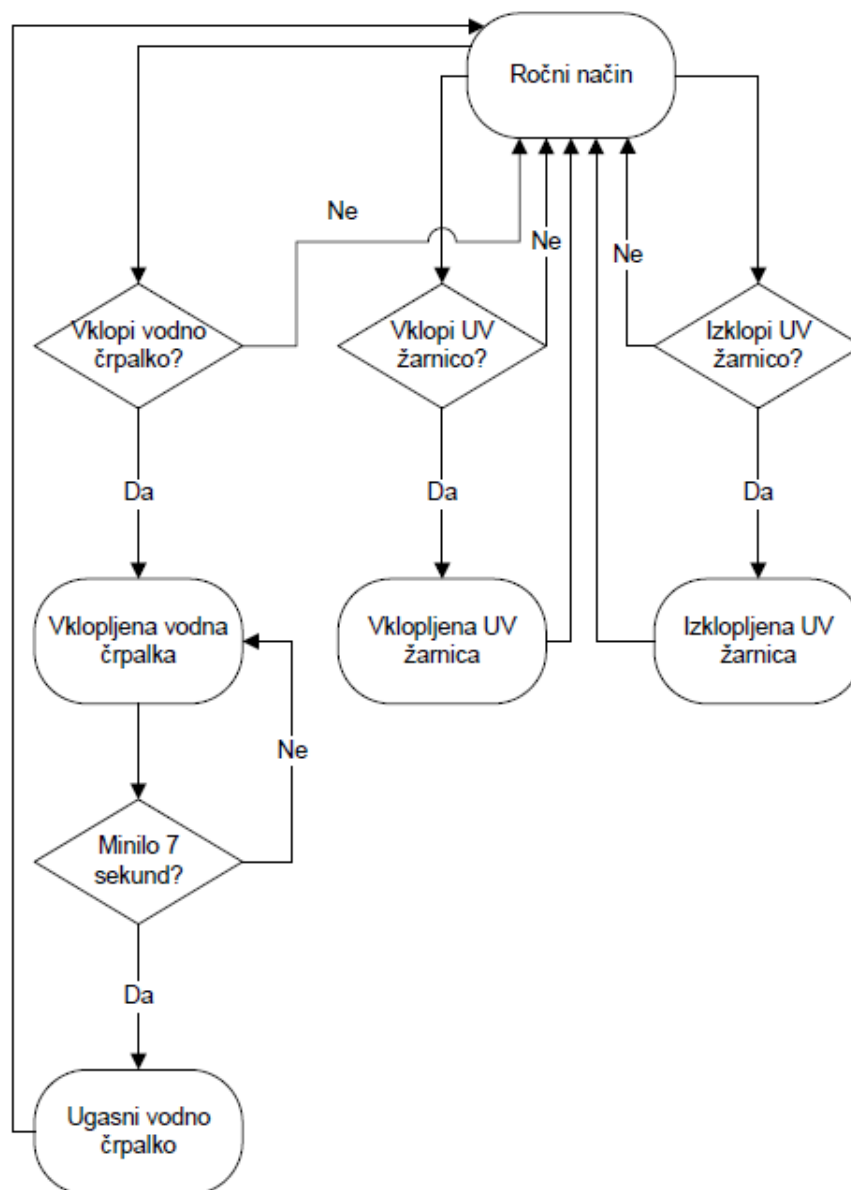
$$\text{Količina vode} = \frac{\text{Max pretočnost na uro}}{3600 \text{ sekund}} * \text{Čas zalivanja}$$



Slika 29: Avtomatski način delovanja E-vrtnarja

Na sliki 30 je vidna shema delovanja E-vrtnarja v ročnem načinu. Tu izbiramo med tremi možnostmi, ki jih upravljamo s gumbi v sekciji »Manual Control« na spletni strani:

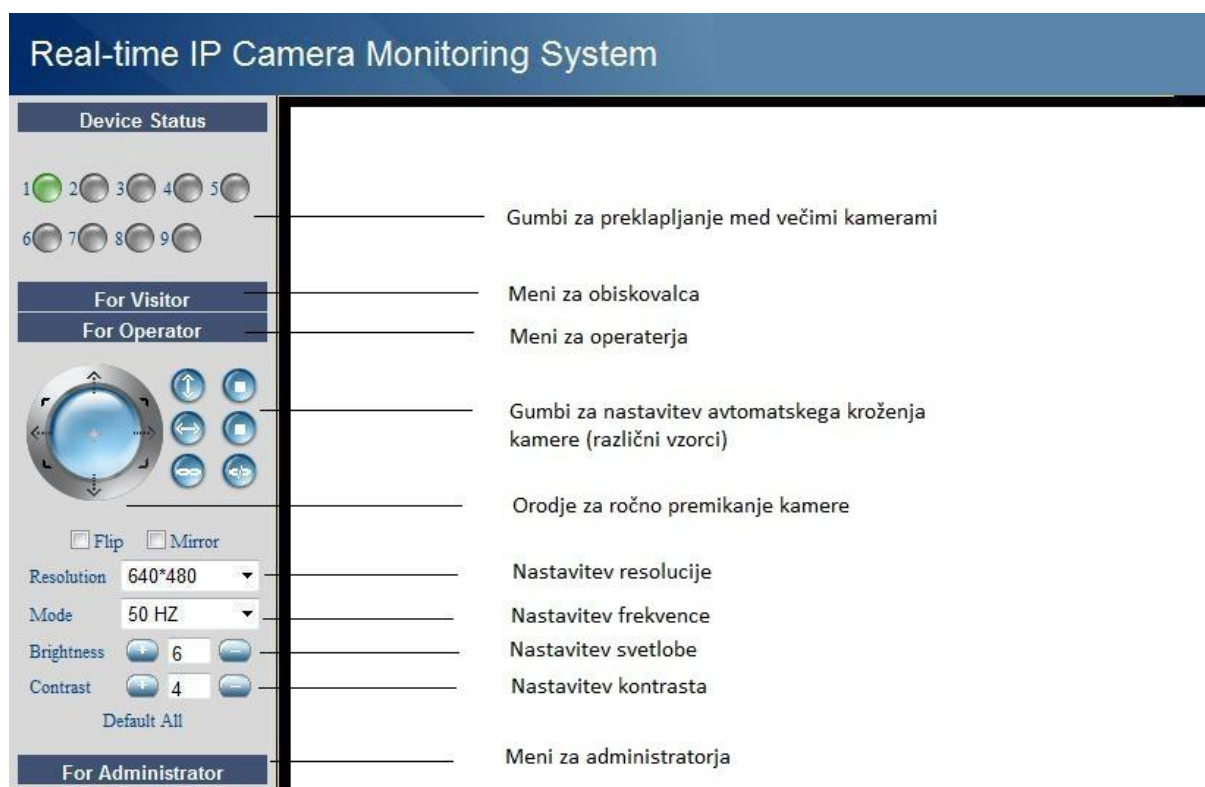
- Prva je vklop vodne črpalke, kjer ta ostane vklopljena 7 sekund, nato pa se izklopi in vrne nazaj v ročni način. V tem času se pretoči približno pol litra vode. Ker tu ni pogoja, da more biti črpalka izklopljena 8 ur pred naslednjo uporabo, je potrebno paziti, da ne pride do prekomernega zalivanja.
- Druga je vklop UV žarnice. Ta se vklopi če je bila prej ugasnjena, nato pa vrne nazaj v ročni način.
- Tretja je izklop UV žarnice. Izklopi se, če je bila prej vklopljena, drugače pa se ne zgodi nič.



Slika 30: Ročni način delovanja E-vrtnarja

5.3. Uporaba IP kamere

Brezžična IP kamera se uporablja, kadar želimo pogledati naše rastline ali opremo. Do kamere lahko dostopimo preko internetne povezave na naši spletni strani ali pa neposredno preko IP naslova kamere. Ko dostopimo do kamere, se je najprej potrebno prijaviti z uporabniškim imenom in geslom. Aplikacija podpira tri vrste uporabnikov: obiskovalca, operaterja in administratorja. Vsak izmed njih ima drugačne pravice pri uporabi. Obiskovalec lahko gleda, posluša in govori preko kamere. Operater ima vse pravice kot obiskovalec, poleg tega pa lahko poljubno premika kamero. Kaj vse lahko počne operater, lahko vidimo na sliki 31. Največ pravic ima administrator, ki poleg vsega omenjenega lahko spreminja vse nastavitve kamere. Nekatere izmed njih so: nastavitvev datum/čas, nastavitve omrežja in IP naslova, spreminjanje gesel, nastavljanje alarma, nadgradnja programske opreme in pa ponovni zagon naprave.



Slika 31: Pogled operaterja pri uporabi IP kamere

6. Zaključek

Cilj mojega diplomskega dela je bil avtomatizacija vsakodneвне dejavnosti. Cilj sem dosegel z realizacijo E-vrtnarja, ki omogoča internetno vodeno vrtnarjenje, kot bonus pa se vrtu poveča še produktivnost. Med samo izdelavo sem naletel na nekaj težav, ki pa mi jih je uspelo odpraviti. Največji problem je bilo dodajanje novih komponent na Arduino in njihovo vključevanje v sam program. Večkrat se mi je zgodilo, da ko sem določeno strojno komponento testiral in je bil program napisan samo za njo, je ta delovala pravilno. Ob priključitvi k celotnemu projektu pa ta ni več delovala. Pri večini komponent sem problem uspešno odpravil z banalnimi rešitvami, kot je bilo drugačno zaporedje vrstic v programu. Čeprav to ni imelo nobenega vsebinskega pomena, je ta komponenta nato delovala pravilno. Tako sem ugotovil, da ima Arduino in njegovo razvojno okolje veliko hroščev, ki sem se jim skozi pisanje programa poskušal ogniti. Edina komponenta, katere mi ni kljub želji, da bi jo vključil v diplomsko delo, ni uspelo uporabiti, je bilo RTC vezje. To vezje bi mi omogočilo uporabo ure, tako pa sem moral uporabiti časovno funkcijo »millis()«.

Program E-vrtnarja sem testiral samo v okolju Windows 7, medtem ko sem do spletne strani dostopal preko različnih spletnih brskalnikov. Ti so bili: Google Chrome, Mozilla Firefox in Internet Explorer. Spletna stran je v vseh teh brskalnikih delovala odlično. Odzivnost je bila hitra in vse je delovalo tako, kot je bilo pričakovano.

Da bom v diplomskem delu uporabil Arduino in njegovo razvojno okolje, sem se odločil že med izdelavo izdelka pri predmetu Seminar. Tam sem izdelal elektronsko ključavnico. Ta izdelek sem v diplomskem delu želel nadgraditi, vendar sem se kasneje odločil drugače. Največ časa mi je vzelo iskanje in naročanje strojnih komponent. Pri izdelavi diplomske naloge sem pridobil veliko novega znanja tako pri sami uporabi strojnih komponent kot na področju uporabe razvojnega okolja Arduino.

Ker sem večino strojne opreme preko interneta naročal iz Kitajske, le-ta nima najvišje kvalitete. Za naročanje iz Kitajske sem se odločil zaradi velike izbire komponent in ugodnih cen. Zaradi vsega tega sem mnenja, da bi bilo največboljšav možnih ravno na strojni opremi.

Prva izboljšava, ki bi jo naredil, je zamenjava Arduino Uno z Arduino Mega. Ta ima kar 39 digitalnih in 10 analognih priključkov več kot Uno [3]. To bi omogočalo večjo uporabo strojnih komponent, npr. uporaba več UV žarnic in bolj natančno merjenje količine vode v rezervoarju z uporabo več kot štirih senzorjev za merjenje količine vode. Vrtu bi dodal tudi zračni ventilator, ki bi v prostor dovajal svež zunanji zrak. Tako bi prostor lahko hladil in zmanjšal zatohlost. Hkrati pa bi dodal še električno sevalo ali električni radiator, ki bi lahko v prostoru dvignil temperaturo, če bi bila le-ta prenizka.

Še ena pomembna izboljšava bi bila uporaba novejšega ethernet modula. Ti imajo vgrajene mikro SD kartice, na katere se lahko shranjuje datoteke, ki se nato pošiljajo preko omrežja. Prav tako imajo napisane novejšje knjižnice, ki so boljše od starejših.

Izboljšave v programskem delu diplome bi sledile vsem strojnim izboljšavam. Tako bi moral dodati programsko kodo za upravljanje zračnega ventilatorja, električnega sevala in vseh dodatnih senzorjev, ki bi jih uporabil. Največjo izboljšavo pa bi naredil na spletni strani. Ta bi bila veliko boljša, če bi bila napisana v PHP jeziku in če bi uporabljal bazo podatkov. Stran bi bila med drugim bolj varna, pregledna in lepšega izgleda. Lahko bi dodal različne slike in animacije, ki bi stran še bolj popestrile. Glede na to, da se na mobilnem trgu vedno več uporablja pametne telefone, bi bilo smiselno napisati tudi aplikacijo za Android, ki bi imela vse potrebne funkcije za upravljanje z E-vrtnarjem.

Seznam slik

Slika 1: Slika prikazuje, kako je E-vrtnar v grobem sestavljen.....	4
Slika 2: Potopna vodna črpalka	6
Slika 3: Svetlobni spekter žarnice " Osram FD T26 L 15W-77 G13 FLUORA Flora "	7
Slika 4: Shema žarnice "Osram FD T26 L 15W-77 G13 FLUORA Flora", kjer je premer p = 26 mm in dolžina l = 438 mm.....	7
Slika 5: Ethernet modul.....	8
Slika 6: Senzor za vlago	9
Slika 7: Shema vezja senzorja za vlago	9
Slika 8: Senzor za svetlobo - fotoupor	10
Slika 9: Dva načina vezave fotoupora.....	10
Slika 10: NTC Termistor.....	11
Slika 11: Shema in delovanje »float switch« senzorja za merjenje količine vode. Podane mere so v milimetrih.	12
Slika 12: Senzor za merjenje količine vode	12
Slika 13: Arduino UNO.....	13
Slika 14: Elektronsko vezje z dvema relejema bolgarskega proizvajalca KMtronic	14
Slika 15: Brežžična IP kamera kitajskega proizvajalca Shenzhen Wanscam Technology	15
Slika 16: Shema priključitve senzorja za temperaturo	16
Slika 17: Shema priključitve senzorja za svetlobo	17
Slika 18: Shema priključitve senzorja za vlago.....	17
Slika 19: Shema priključitve senzorja za merjenje količine vode v rezervoarju.....	18
Slika 20: Slika prikazuje, kako so skupaj priključeni rele, UV žarnica, vodna črpalka in vtikač.....	19
Slika 21: Shema prikazuje, kako so priključeni vodna črpalka, UV žarnica in vsi senzori na Arduino in ethernet modul	20
Slika 22: Primer razvojnega okolja Arduino s programom Blink.....	21
Slika 23: Vstopna stran, kjer vnesemo geslo.....	25
Slika 24: Stanja vode v rezervoarju.....	26
Slika 25: Internetna stran v ročnem načinu uporabe	26
Slika 26: Internetna stran v avtomatskem načinu uporabe.....	27
Slika 27: Zasnova delovanja	29
Slika 28: Shema prikazuje, kako upravljamo E-vrtnarja preko internetne strani.....	30
Slika 29: Avtomatski način delovanja E-vrtnarja	31
Slika 30: Ročni način delovanja E-vrtnarja.....	32
Slika 31: Pogled operaterja pri uporabi IP kamere	33

Literatura

- [1] (2012) Arduino domača stran. Dostopno na: <http://www.arduino.cc/>
- [2] (2012) Arduino ethernet modul. Dostopno na: http://www.nuelectronics.com/estore/index.php?main_page=project_eth
- [3] (2012) Arduino Mega. Dostopno na: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega>
- [4] (2012) Arduino razvojno okolje. Dostopno na: <http://arduino.cc/en/Guide/Environment>
- [5] (2012) Arduino Uno. Dostopno na: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [6] (2012) Opis fotoupora. Dostopno na: <http://www.tech-faq.com/what-is-a-photoresistor.html>
- [7] (2012) Opis IP kamere. Uradna stran podjetja Shenzhen Wanscam Technology. Dostopno na: <http://www.wanscam.com>
- [8] (2012) Opis relejskega vezja. Dostopno na: <http://www.sigma-shop.com/product/11/two-relay-board-ready-for-your-pic-avr-project-12v.html>
- [9] (2012) Opis senzorja za vlago. Dostopno na: http://www.dfrobot.com/index.php?route=product/product&product_id=599#.UDs2iaNgjyU
- [10] (2012) Opis senzorja za merjenje količine vode. Dostopno na: http://www.chinaypages.com/sampleroom/onesample/293059488/level_sensor_ZPC7.html
- [11] (2012) Opis termistorja. Dostopno na: <http://www.facstaff.bucknell.edu/mastascu/elessonshtml/Sensors/TempR.html>
- [12] (2012) Opis vodne črpalke. Uradna stran podjetja Zhejiang Sensen Co. Dostopno na: <http://zhejiangss.en.ec21.com>
- [13] (2012) Primerjava NTC in PTC termistorjev. Dostopno na: <http://www.yogtemp.com/ntc-ptc-thermistors.html>
- [14] (2012) Specifikacije in opis UV žarnice. Dostopno na: <http://www.svetila.com/en/light-bulbs-lamps-66/for-plants-and-aquariums-126/fd-t26-15w-77-g13-fluora-flora-1386.html>
- [15] (2012) Urban Cultivator. Dostopno na: <http://www.urbancultivator.net/>
- [16] (2012) Vezava fotoupora. Dostopno na: <http://www.acroname.com/howto/photoresistor/photoresistor.html>