Mobilno upravljani sustav za navodnjavanje

Mofardin, Sebastijan

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka / Sveučilište u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:231:972457

Rights / Prava: Attribution 4.0 International/Imenovanje 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the University of Rijeka University Studies, Centers and Services - RICENT Repository

zir.nsk.hr

UNIRI DIGITALNA KNJIŽNICA

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE U RIJECI
Odsjek za politehniku

Sebastijan Mofardin

Mobilno upravljani sustav za navodnjavanje

DIPLOMSKI RAD

Rijeka 2018.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
Odsjek za politehniku

Studijski program: Diplomski sveučilišni studij politehnike i informatike

Student: Sebastijan Mofardin, mat. broj: 0009060883

Mobilno upravljani sustav za navodnjavanje

-Diplomski rad-

Mentor: Doc. dr. sc. Damir Purković

Rijeka 2018.

Sveučilište u Rijeci
STUDIJ POLITEHNIKE
Povjerenstvo za završne i diplomske radove

U Rijeci, 29. ožujka 2018. godine

ZADATAK DIPLOMSKOG RADA

Pristupnik: Sebastijan Mofardin

Naziv zadatka: Mobilno upravljani sustav za navodnjavanje

Rješenjem zadatka potrebno je obuhvatiti sljedeće:

Pristupnik pri realizaciji zadatka treba obraditi i iznijeti teorijske osnove automatskih i automatiziranih sustava zasnovanih na široko dostupnim mikrokontrolerskim platformama te pregled mobilnih razvojnih platformi i njihovih mogućnosti. Potom treba opisati polazišta, ciljeve i svrhovitost projektnog zadatka — razvoja mobilnog sustava za navodnjavanje. Nadalje, treba elaborirati tijek razvoja projekta, korišteno sklopovlje i tehnologiju te izraditi funkcionalni model (prototip) sustava. Posebno se treba osvrnuti na tehničke, ekonomske i druge prednosti te mogućnosti komercijalne primjene sustava. U metodičkom dijelu pristupnik treba opisati opravdanost i mogućnosti implementacije obrađenog sadržaja i sustava u nastavni program (kurikulum) nastave tehničkog područja i iznijeti reducirani prikaz takvog programa. Potom treba ukratko opisati načine i pristupe kojima će se realizirati nastava iz predloženog programa. U konačnici, pristupnik treba razraditi pripremu za nastavu jedne metodičke jedinice iz predloženog programa.

U diplomskom se radu obavezno treba pridržavati Uputa o izradi diplomskog rada.

Zadatak uručen pristupniku:	29. ožujka 2018.
Rok predaje diplomskog rada:	3 mjeseca
Datum predaje diplomskog rada:	29. lipnja 2018.

Koordinator povjerenstva:	Mentor:
Doc. dr. sc. Damir Purković	Doc. dr. sc. Damir Purković



IZJAVA

Izjavljujem pod punom moralnom odgovornošću da sam diplomski rad izradio potpuno samostalno, isključivo korištenjem znanja stečenim na sveučilištu u Rijeci odsjeku za politehniku, korištenjem podataka iz navedene literature te uz stručno vodstvo mentora Doc. dr. sc. Damira Purkovića.

Sebastijan Mofardin

_____

ZAHVALE

Zahvaljujem svom mentoru, Doc. dr. sc. Damiru Purkoviću na ukazanom povjerenju i pruženoj pomoći tijekom izrade diplomskog rada.

Zahvaljujem se Borisu Caputu, mag. educ. na pruženoj pomoći i savjetima tijekom izrade tiskane pločice.

Također zahvalio bih se Toniju Mofardinu, mag. ing. comp. na pruženoj pomoći i savjetima tijekom programiranja mikrokontrolera.

Najviše se zahvaljujem cijeloj obitelji, a posebno roditeljima na pruženoj podršci tijekom cijelog studiranja, koji su uvijek bili uz mene i bez kojih sve dosad postignuto ne bi bilo moguće.

Veliko HVALA svima !

Sadržaj

SAŽETAK I
1. UVOD 1
2. AUTOMATSKI I AUTOMATIZIRANI SUSTAVI ZA NAVODNJAVANJE 2
2.1 Automatiziranim sustavima za navodnjavanje 2
2.2 Upravljanje sustavima za automatsko navodnjavanje 3
3. PROJEKT SUSTAVA ZA NAVODNJAVANJE 9
3.1 Cilj projekta 9
3.2 Komponente razvijenog sustava 10
3.2.1 Elektromagnetski ventil 10
3.2.2 Senzor za kišu 11
3.2.3 Mjerač vremena 13
3.2.4 HC-05 Bluetooth modul 14
3.2.5 Arduino platforma 15
3.2.5.1 Arduino programsko sučelje 16
3.2.6 MIT APP inventor 19
4. PREDSTAVLJANJE VLASTITOG RJEŠENJA 23
4.1 Realizacija projekta 24
4.1.1 Spajanje sklopa 27
4.1.2 Programiranje 29
4.1.3 Kreiranje mobilne aplikacije za upravljanje sustavom navodnjavanja 34
5. TESTIRANJE I REZULTATI PROJEKTA 38
6. METODIČKI DIO 41
6.1 Analiza sadržaja nastavnih programa strukovnog obrazovanja 41
7. ZAKLJUČAK 45
Literatura 61

Popis slika

Slika 2.1 Automatizirani sustav za navodnjavanje
Slika 2.2 Uređaj za automatsko navodnjavanje za kućnu upotrebu
Slika 2.3 Uređaj za automatsko navodnjavanje za profesionalnu uporabu
Slika 2.4 Hunter senzor za kišu
Slika 2.5 Sustav za navodnjavanje pomoću GPRS tehnologije
Slika 3.1. Elektromagnetski ventil
Slika 3.2 Senzor za kišu
Slika 3.3 Modul senzora kiše
Slika 3.4 Mjerač vremena DS3231
Slika 3.5 HC-05 Bluetooth modul
Slika 3.6 Arduino UNO mikrokontroler
Slika 3.7 Arduino programsko sučelje
Slika 3.8 Program u Arduino programskom sučelju
Slika 3.9 Arduino*Serial Monitor*
Slika 3.10 *MIT App inventor* programsko sučelje
Slika 3.11 *MIT App inventor* prozor za pisanje koda
Slika 3.12 Izgled bloka naredbi u *MIT App inventor-u*
Slika 4.1 Slikoviti prikaz organizacije sustava
Slika 4.2 Kod za provjeru ispravnosti ventila
Slika 4.3 Kod za provjeru ispravnosti senzora za kišu
Slika 4.4 H-most L9110S
Slika 4.5 Raspored i nazivi pinova ATMEGA328P PU mikročipa
Slika 4.6 Elektronička shema sklopa
Slika 4.7 Naredba za slanje digitalnog signala
Slika 4.8 Uspostavljanje veza u Arduino sučelju
Slika 4.9 Kreiranje vlastite funkcije u Arduino sučelju
Slika 4.10 Void loop petlja realiziranog sustava
Slika 4.11 Kod za otvaranje i zatvaranje ventila
Slika 4.12 Ulazak u kreiranu aplikaciju sustava za navodnjavanje
Slika 4.13 Glavni prozor kreirane mobilne aplikacije
Slika 4.14 Prozor za podešavanje parametara stanice
Slika 4.15 Kod u *MIT App inventor* programu
Slika 5.1 Prototip mobilno upravljanog sustava za navodnjavanje

SAŽETAK

Tema ovog diplomskog rada je izrada prototipa sustava za navodnjavanje koji je upravljan putem mobilne aplikacije. U diplomskom radu prikazuju se postojeći sustavi za navodnjavanje, te koje su njihove prednosti, a koji nedostaci. Također, prikazan je način rada takvih sustava i kako korisnik može komunicirati sa takvim sustavima. Sustavi za navodnjavanje koji se danas koriste mogu biti analogni ili digitalni. Bez obzira bili oni analogni ili digitalni, problem je u tome što ne daju dovoljnu praktičnost i dovoljan broj povratnih informacija korisniku prilikom korištenja, a i sama cijena takvih sustava nije jeftina. Zbog takvih nedostataka motiviran sam da realiziram projekt „Mobilno upravljani sustav za navodnjavanje“ koji će korisniku uvelike olakšati upravljanje sustavima za navodnjavanje te će im dati više povratnih informacija o sustavu. Glavni cilj sustava za navodnjavanje je optimizacija potrošnje vode, korištenjem raznih senzora koji korisniku daju potrebne informacije o učinkovitosti čitavog sustava. U radu se opisuju korištene komponente, njihovi načini rada te funkciju koju oni obavljaju u sustavu. Također, opisuje se korišteno programsko sučelje za koje je korišteno za realizaciju projekta (*MIT App inventor*, Arduino).

U diplomskom radu razradit ćemo jedan od mogućih rješenja za realizaciju takvog sustava, te prikazati konačni realizirani projekt mobilno upravljanog sustava za navodnjavanje. Zbog sve veće upotrebe automatiziranih sustava u radu je prikazan i način na koji se elementi projekta mogu upotrijebiti u svrhu edukacije učenika srednjih strukovnih škola, kao i priprema za izvođenje nastave.

Ključne riječi: Arduino, navodnjavanje, Bluetooth, elektromagnetski ventil, mobilna aplikacija

Mobile controlled irrigation system

SUMMARY

The topic of this graduate thesis is the development of a prototype of the irrigation system, which is managed through a mobile application. The graduate thesis presents existing irrigation systems, and their advantages and disadvantages. It also shows how these systems work and how the user can communicate with such systems. The irrigation systems used today can be analog or digital. Whether they are an analog or digital problem is that they do not give enough convenience and enough feedback to the user when using them, and the price itself is not inexpensive. Due to such drawbacks I have been motivated to realize the project "Mobile-controlled irrigation system" which will greatly facilitate the management of irrigation systems and give them more feedback on the system. The main objective of the irrigation system is to optimize water consumption by using a variety of sensors that provide the user with the necessary information on the efficiency of the entire system. This paper describes the components used, their modes of operation and the function they perform in the system. It also describes the software interface used for project implementation (MIT App inventor, Arduino).

In graduation we will elaborate one of the possible solutions for the realization of such a system and present the final realized project of a mobile-controlled irrigation system. Due to the increasing use of automated systems, the paper presents the way in which project elements can be used for the purpose of educating students in technical high school as well as lesson plan.

Keywords: Arduino, irrigation, Bluetooth, solenoid valve, mobile application.

1. UVOD

Voda je naš najdragocjeniji resurs na planetu, kojeg trebaju sva živa bića. Zbog toga vodu trebamo čuvati i racionalno je koristiti kako bi se očuvala čista i pitka za generacije koje dolaze. No ipak u većini slučajeva voda se ne koristi racionalno već je iskorištavamo u velikim nepotrebnim količinama, onečišćujemo ju i nepotrebno bacamo. Osim što onečišćujemo i bacamo nepotrebnu vodu, time i gubimo veliku količinu novca.

Vode u svijetu ima sve manje dok je čovječanstvo sve više koristi. Voda koja dolazi u kućanstva za upotrebu dobiva se iz podzemnih voda i površinskih voda. Pod površinske vode smatraju se rijeke, jezera, potoci itd. Najveći postotak vode koja se nalazi na zemljinoj površini su oceani i mora i to iznosi 97% ukupne vode na zemlji. Postotak čiste vode u na zemlji iznosi samo 2,6%, ali samo 0,6% koristi se za čovječanstvo [2]. Iz tog razloga voda koja se dobiva u kućanstvima i ostalim objektima mora se što racionalnije koristiti.

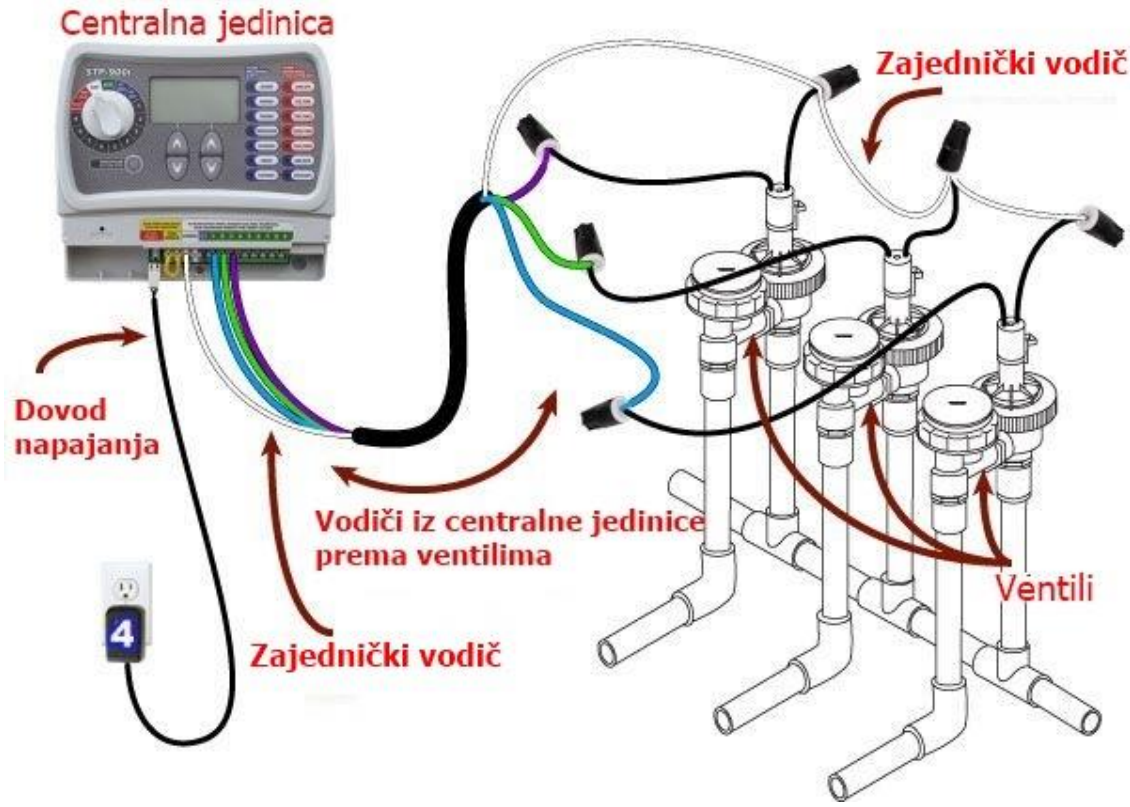
Zbog navedenih problema u ovom radu razmotrit ćemo sustave za navodnjavanje koji se koriste. Spomenuti će se njihove prednosti i nedostatke, način rada te zašto su takvi automatizirani sustavi poželjni za korištenje. U ovom radu prikazat ćemo izradu jednog automatiziranog sustava za navodnjavanja. Iznijeti će se korištene komponente za izgradnju takvog sustava i tehnologije koje su korištene prilikom izrade sustava. Također prikazati će se izrada mobilne aplikacije za upravljanje sustavom kojom se korisniku nastoji prikazati što više informacija o sustavu, ali isto tako pomoću koje je nadogradnja sustava puno lakša i jednostavnija.

U ovom diplomskom radu razrađene su mogućnosti i potreba integracije sadržaja diplomskog rada i njegovih dijelova u obrazovanje, tablični prikaz nastavnog programa s ugrađenim elementima diplomskog rada, metodički opis provedbe nastave, te priprema za nastavu s popratnim materijalima. Također su navedeni razlozi zbog čega se ovakav sadržaj implementira u program obrazovanja srednjih strukovnih škola te način na koji se oni mogu provoditi u obrazovanju.

2. AUTOMATSKI I AUTOMATIZIRANI SUSTAVI ZA NAVODNJAVANJE

2.1 Automatiziranim sustavima za navodnjavanje

Sustavi za automatsko navodnjavanje i upravljanje ventilima uvelike čovjeku štede vrijeme i novac, a ono što je najbitnije je da korištenjem raznih senzora biljkama možemo omogućiti optimalnu količinu vode za zdrav rast i razvoj. U Hrvatskoj se sustavi za automatsko navodnjavanje uvelike primjenjuju. Od navodnjavanja oranice, uzgoja voća i povrća, do navodnjavanja velikih travnatih terena, a tako i manjih kućnih travnjaka, sustavi za automatsko navodnjavanje se danas sve više koriste. Veliki doprinos razvoja takvih sustava uvelike je u Hrvatskoj donio i turizam gdje se takvi sustavi koriste zbog izgradnje hotela, vila, apartmana i drugih objekata u kojima se koriste automatizirani sustavi za navodnjavanje travnatih površina.



Slika 2.1 Automatizirani sustav za navodnjavanje [11].

Osim što se korištenjem automatiziranog sustava za navodnjavanje uvelike štedi vrijeme potrebno za navodnjavanje, te biljke dobivaju optimalnu količinu vode za razvoj i rast, takav sustav će uštedjeti i količinu vode koju koristimo za zalijevanje, samim time

racionalnije će se koristiti voda, a ono što je vjerojatno u većini slučajeva najvažnije je to da će takav sustav i uštedjeti novac. Kako bi se navede uštede mogle ostvariti, i kako bi se ostvario optimalan učinak sustava za navodnjavanje, prilikom postavljanja takvog sustava potrebno je slijediti nekoliko pravila:

- Koristiti potpunu automatizaciju jer se samo tako postižu uštede i učinkovitost sustava,
- Pravilno i po zonama raspodijeliti biljke,
- Zalijevanje vršiti u minimalno dva kraća intervala (po potrebi i više),
- Kasno večernja polijevanja donijet će opasnost od gljivičnih oboljenja od kojih stradavaju i travnjaci,
- Zalijevati u vremenu od 17,00 – 22,00 sata kada je sunce slabije i vjetar mirniji,
- Navodnjavati samo površine koje to zahtijevaju, što se postiže pravilnim određivanjem kuta zalijevanja na prskalicama,
- Regulirati i modificirati navodnjavanje ovisno o količinama padalina,
- Vršiti rutinske provjere cijelog sustava,
- Gdje je moguće koristiti cijev kap na kap i mikro irigaciju kako bi se voda dovela, neposredno do korijena biljaka,
- Pravilnim programiranjem upravljati količinom vode u određenom vremenu.

Na slici 2.1 je prikazan jednostavan prikaz jednog automatiziranog sustava za navodnjavanje. Ono što jedan takav sustav čini učinkovitim jesu sve njegove vanjske jedinice preko kojih se određuju razni parametri kao što su temperatura zraka, vlažnost zraka, vlažnost tla, količina padalina itd. No ipak najvažniji i dakako najskuplji dio takvog sustava je njegova centralna jedinica koja prikuplja informacije o okolini pomoću razno raznih senzora, te su te informacije dostupne korisniku za korištenje i omogućuju mu što bolju optimizaciju sustava u svrhu racionalnijeg korištenja vode, te u konačnici i uštedi novca [1].

2.2 Upravljanje sustavima za automatsko navodnjavanje

Kako bi sustav za automatsko navodnjavanje davao optimalne rezultate, što znači omogućio pravilan i zdrav razvoj naših biljaka uz minimalnu količinu utrošene vode, te samim time i uštedio naš novac, potrebno je takav sustav pravilno podesiti služeći se

parametrima koje nam pruža. Najjednostavniji automatski uređaj za navodnjavanje je onaj za kućnu upotrebu (slika 2.2) koji na sebi može sadržavati jedan ili maksimalno dva ventila za upravljanje sustavom. Takvi uređaji su u velikoj većini slučajeva nepraktični, ne pružaju korisniku skoro nikakve parametre kao što su temperatura, količina oborina, vlažnost zraka, itd. te je samim time ovaj sustav neučinkovit i ne pruža željene rezultate. Ovakvi sustavi ujedno imaju samo mogućnost namještanja jednog zalijevanja dnevno, bez obzira na prethodno navedene vanjske parametre. Isto tako mogu biti iznimno složeni za korištenje te korisniku ne daju potrebne informacije o trenutnom stanju sustava.



Slika 2.2uređaj za automatsko navodnjavanje za kućnu upotrebu [12].

Nadalje, postoje profesionalniji uređaji za automatsko navodnjavanje (slika 2.3) koji imaju znatno više mogućnosti te koriste veliki broj senzora. Pomoću takvih sustava može se puno efikasnije navodnjavati željeno područje i pružiti biljkama optimalnu vlažnost tla i količinu vode koja im je potrebna za razvoj. Dakako da takvi sustavi imaju znato više parametara i funkcija no samim time dolazi i do komplikacija prilikom korištenja, te u tom slučaju osoba koja upravlja sa navodnjavanjem mora imati znanje o samom sustavu i centralnoj jedinici. Upravljanje centralnih jedinica može biti jako kompliciranо zbog premalog LCD zaslona koji nam može prikazati samo dio željenih informacija, te previše funkcijskih tipki koji otežavaju navigaciju kroz program centralne jedinice. Dakako takvi sustavi imaju i svoje brojne prednosti kao što su:

- korištenje do 16 ventila za odvajanje željenih područja (kod nekih sustava broj ventila je i znatno veći),
- zalijevanje željenih područja u nekoliko etapa dnevno ili tjedno,
- odgoda zalijevanja u slučaju kiše,
- korištenje senzora za vlažnost tla,
- korištenje senzora za kišu i količinu padalina,
- korištenje senzora za vlažnost zraka,
- omogućuju korisniku bežično upravljanje,
- korištenje senzora za temperaturu zraka.



Slika 2.3uređaj za automatsko navodnjavanje za profesionalnu uporabu [13].

Jedna od najvećih prednosti takvih sustava je pouzdanost. Centralne jedinice, zajedno sa senzorima i ventilima, znatno su kvalitetnije izvedbe kako bi imale duži vijek trajanja, usprkos djelovanju vanjskih uvjeta na njih. Iako se tehnologija razvija iz dana u dan vrlo je malo centralnih jedinica koje za pružanje korisniku kontrolnih informacija koriste veće LCD zaslone kako bi imao uvid u što više informacija o sustavu, čime bi se olakšala navigacija kroz sustav. Dakako, još jedan od prevladavajućih nedostataka je cijena takvih sustava koja može biti od nekoliko tisuća kuna, pa i do nekoliko desetaka tisuća kuna. Jedna od prednosti je ta da pojedini profesionalniji sustavi nude mogućnost i bežičnog upravljanja. To korisniku omogućuje upravljanje sustavom s određene udaljenosti, ako je sustav na nepristupačnom

mjestu ili ako na sebi nema tipke za upravljanje. Kako bi se sustavom upravljalo bežično proizvođači uz sustav nude module za bežično upravljanje što znatno podiže cijenu sustava. Ovakva prednost se ujedno može smatrati i nedostatkom sustava zbog toga što se s tim modulom može upravljati samo jednim sustavom, onim za koji je modul proizveden, te takvim modulima može upravljati samo ovlaštena osoba zbog već spomenutog potrebnog znanja o centralnoj jedinici.

Prethodno opisani uređaji (slika 2.3) najčešće koriste napajanje od 24V. Za upravljanje ventilima se također koristi napon od 24V, no moguće je na njega priključiti samo jedan senzor (senzor za kišu). Neke karakteristika uređaja su:

- mogućnost zalijevanja svakog ventila od 1 minute do 4 sata,
- mogućnost odgode zalijevanja od 1-7 dana,
- mogućnost korištenja više programa (A,B,C),
- mogućnost zalijevanja po danima u tjednu,
- korištenje do 8 ventila.

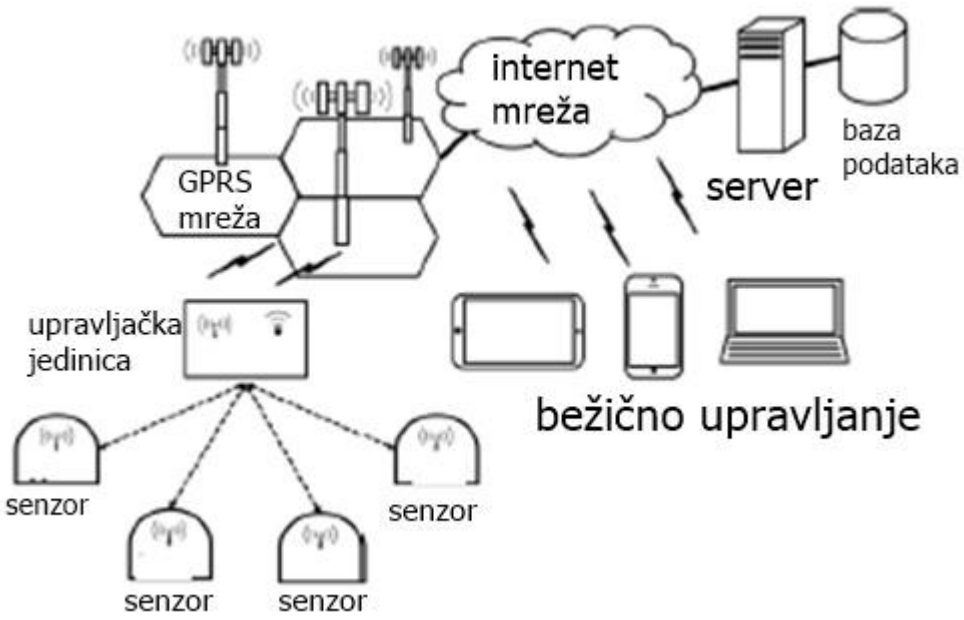
Također, uređaj ima ugrađenu 3.3V bateriju koja omogućuje praćenje vremena tijekom isključenja uređaja ili nestanka struje. Takvi uređaji cjenovno se razlikuju, jer postoje modeli za unutarnju i vanjsku upotrebu, a cijena modela za vanjsku upotrebu s mogućnosti kontrole do 8 ventila je 1800 kn + PDV. Za uređaj prikazan na slici 2.3 postoje i dodatni moduli koji se zasebno ugrađuju i proširuju mogućnost upravljanja ventilima, pa tako možemo spojiti do 16 i više ventila na centralnu jedinicu [10]. Takvi profesionalni uređaji mogu koristiti i senzor za kišu. Senzor koji se u praksi najviše koristi prikazan je na slici 2.4, te služi za detekciju kiše.



Slika 2.4 Hunter senzor za kišu [14].

Osim mogućnosti detekcije kiše, senzor detektira i niske temperature te odgađa ili zaustavlja navodnjavanje ako postoji mogućnost od zamrzavanja vode. Senzor detektira kišu nakon što padne 3 ili više mililitara kiše po metru četvornom. Takav senzor može se spojiti pomoću vodiča do udaljenosti od 12 metara. Za ovakve uređaje predviđen je i bežični modul senzora koji povećava udaljenost između senzora do centralne jedinice do maksimalnih 240 metara. Takav senzor postavlja se na krov kuće ili zgrade oko koje se obavlja navodnjavanje, ili na neko otvoreno područje gdje nema drveća ili visokog raslinja koji mogu smanjiti učinkovitost senzora. Cijena spomenutog senzora za kišu je približno 600 kn, dok je cijena bežičnog modula još i veća [10].

U današnje vrijeme sve se više koriste automatizirani sustavi za navodnjavanje koji su upravljani putem GSM (*Global System for Mobile Communications*) mobilne mreže. Takav način komunikacije koristi se kada je potrebno upravljati sa sustavom s velike udaljenosti (više od jednog kilometra). GSM način komunikacije koristi se za praćenje sustava i za pružanje korisniku informacija o sustavu te se, uz pomoć Interneta, upravlja takvim sustavima. Sustavi za navodnjavanje pomoću raznih senzora, kao što su senzor za kišu i senzor za vlagu, pružaju korisniku potrebne informacije o području kojeg se navodnjava.



Slika 2.5 Sustav za navodnjavanje pomoću GPRS tehnologije [23].

Sustav koji je prikazan na slici 2.5 radi pomoću GPRS komunikacijske mreže. Senzori koji se koriste u sustavu preko bežične veze komuniciraju s upravljačkom jedinicom sustava.

Upravljačka jedinica pomoću radio odašiljača komunicira s GPRS mobilnom mrežom koja je u komunikaciji sa Internetom. Nadalje, glavni poslužitelj preko Interneta dobiva sve potrebne informacije o stanju sustava, te ih sprema u bazu podataka. Također, u ovakvim sustavima omogućeno je bežično upravljanje sustavom pomoću *pametnih* telefona ili prijenosnih računala, te na taj način korisnik u svakom trenutku ima uvid u trenutno stanje sustava [23]. Uporabom ovakvog sustava korisniku se uvelike olakšava praćenje sustava kao i kontrola istog. GPRS komunikacija koristi se za upravljanje sustavima koji navodnjavaju velike površine oranica, koje se u većini slučajeva nalaze na velikim udaljenostima.

3. PROJEKT SUSTAVA ZA NAVODNJAVANJE

3.1 Cilj projekta

Ono zbog čega sam motiviran realizirati projekt „Mobilno upravljani sustav za navodnjavanje“ jesu nedostatci takvih sustava. Kao što je i prije spomenuto jedan od najvećih nedostatak jesu premali LCD zasloni te previše funkcijskih tipki koje otežavaju navigaciju kroz sustav. Smatram da takvi sustavi mogu biti puno jednostavniji i korisniku prihvatljiviji, čime se želi postići da korisnik ne treba imati nikakvo znanje o centralnim jedinicama, osim kratki uputstva koje dobije sa njima. Također u današnje vrijeme ne postoji niti jedan sustav koji korisniku omogućuje bežično upravljanje preko mobilne aplikacije. Cilj je korisniku prikazati što veći broj jasno vidljivih informacija, te omogućiti lakše upravljanje sustavom za navodnjavanje. U današnje vrijeme vrlo je malo vjerojatno da postoji osoba koja ne posjeduje pametni telefon, koji dolaze sa sve većim ekranima, pa zašto se to ne bi iskoristilo razvojem aplikacije koja korisniku služi za upravljanje sustavom za navodnjavanje. Takve aplikacije bile bi korisniku prihvatljivije i korištenjem mobilnog ekrana mogli bi korisniku pružiti bolji prikaz željenih informacija. Za realizaciju ovog projekta koristit ćemo :

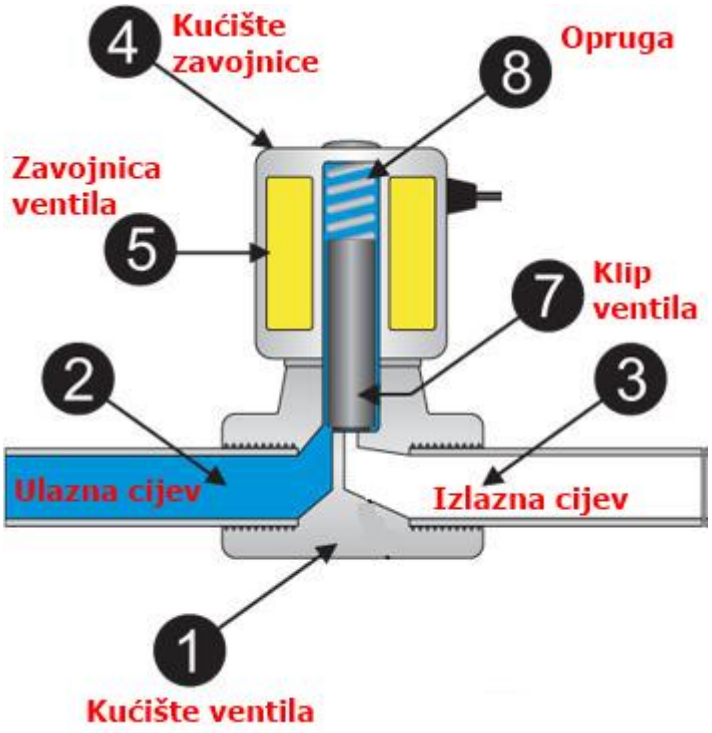
- Arduino UNO,
- elektromagnetski ventil,
- senzor za kišu,
- mjerač vremena,
- HC-05 Bluetooth modul,
- ATMEGA328 mikročip,
- H-most za upravljanje elektromagnetskih ventila,
- *MIT App inventor* program za izradu mobilnih aplikacija.

Za korištenje navedenih komponenata koje će se koristiti pri realizaciji projekta potrebno je znanje iz programiranja. Isto tako sve navedene komponente kompatibilne su sa Arduino sučeljem te ih se mora pravilno spojiti kako bi izvršavale željene funkcije. U sljedećih nekoliko poglavlja istaknute su karakteristike navedenih komponenata te kako se one koriste.

3.2 Komponente razvijenog sustava

3.2.1 Elektromagnetski ventil

Elektromagnetski ventil je ventil koji nam služi za kontrolu protoka vode, te je upravljan pomoću elektromagneta (slika 3.1). Za upravljanje ventila potreban nam je napon koji prolazi kroz zavojnicu i na taj način stvara magnetsko polje koje podiže i spušta klip elektromagneta i na taj način otvara i zatvara ventil. Takvi ventili su najčešće korišteni u vodoopskrbnim postrojenjima, no osim kontrole vode mogu nam služiti i za kontrolu protoka zraka, plinova, naftnih derivata, te za kontrolu drugih fluida. Postoje dvije izvedbe elektromagnetskih ventila, normalno zatvoren i normalno otvoren.



Slika 3.1. Elektromagnetski ventil [15].

Elektromagnetski ventil se zatvara i otvara kada kroz njegovu zavojnicu proteče struja. Normalno otvoreni elektromagnetski ventil je ventil koji je otvoren kada nema djelovanja magnetskog polja na klip tj. ne prolazi struja kroz zavojnicu magneta. Takav ventil se zatvara prilikom djelovanja magnatskog polja na klip. Suprotno normalno otvorenoj izvedbi elektromagnetskog ventila postoji i normalno zatvoreni elektromagnetski ventil koji je u

zatvorenom stanju kada nema djelovanja magnetskog polja, te se ventil otvara kada na klip ventila djeluje magnetsko polje [4].

Pomoću slike 3.1 objasniti će se princip rada elektromagnetskog ventila. Brojevima 2 i 3 označene su ulazna i izlazna cijev. Brojem 1 označeno je kućište elektromagnetskog ventila. Broj 4 je kućište zavojnice ventila. Kada prema elektromagnetskom ventilu pošaljemo napon, struja koja prolazi kroz zavojnicu ventila (5) stvara magnetsko polje koje podiže ili spušta klip ventila (7), ovisno da li je potrebno da je ventil u zatvorenom ili otvorenom stanju. Većina elektromagnetskih ventila imaju i oprugu (8) koja se nalazi iznad klipa i ona služi da se klip brže vrati u zatvoreno stanje. Prilikom zatvaranja ventila zavojnica mijenja smjer magnetskog polja koje spušta ventil i dovodi ga u zatvoreno stanje. Elektromagnetski ventil koji se koristi za realizaciju rada radi na ulaznom naponu od 4,5V – 6V. Kontrola ventila vrši se promjenom polariteta na ulazu ventila. Za otvaranje elektromagnetskog ventila korištenog u ovom radu potreban je tlak vode koji mora biti između 2 – 5 bara koji odgovara tlaku vode koji se koristi u kućanstvima, dok otpor zavojnice iznosi 15Ω ± 15% pri temperaturi od 20°C.

3.2.2 Senzor za kišu

Senzor za kišu koji se koristiti za realizaciju projekta nije senzor koji se inače koristi i u praksi kod profesionalnijih sustava za navodnjavanja. Razlog je taj što senzor koji se koristi u praksi ima visoku cijenu. Uz visoku cijenu takav senzor može mjeriti i količinu padalina, što za realizaciju ovog projekta nije potrebno.

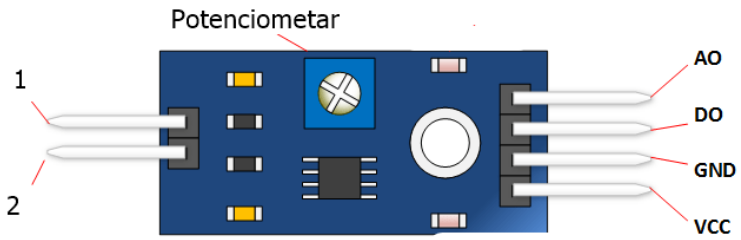


Slika 3.2 senzor za kišu [16].

Na slici 3.2 prikazan je senzor za kišu zajedno sa njegovim sklopovljem koji se koristi pri realizaciji projekta. Dijelovi senzora jesu:

- Modul senzora,
- Pločica senzora.

Modul senzora služi za komunikaciju sa upravljačkom jedinicom, no glavna zadaća modula je da pretvara analogni signal koji dobivamo od pločice senzora u digitalni signal koji se šalje upravljačkoj jedinici. Kao što je prikazano na slici 3.3 modul na sebi sadrži 4 pina koji imaju različite funkcije. Pinovi VCC i GND služe nam za napajanje senzora. Pin DO (*digital output*) služi za slanje digitalnog signala, a pin AO (*analog output*) služi za slanje analognog signala prema upravljačkoj jedinici. Na modulu se nalazi i potenciometar koji služi za podešavanje osjetljivosti senzora što znači da senzor može reagirati nakon što padne određena količina kiše.



Slika 3.3 Modul senzora kiše [17].

Pin 1 i 2 služe nam za spajanje pločice senzora na modul senzora. Pločica senzora je vanjska jedinica koja se postavlja na otvoreno područje kako bi što prije detektirali kišu. Na pločici se nalaze vodovi koji imaju određeni otpor (R) dok kiša ne pada tj. dok je pločica suha. Modul senzora mjeri otpor na pločici senzora, te kako kapljice kiše padaju na vodove tako se i otpor (R) mijenja tj. povećava se i na taj način modul senzora detektira da li kiša pada ili ne pada. Tu promjenu otpora (R) modul mjeri kao analogni signal, pretvara ga u digitalni i šalje ga upravljačkoj jedinici kao vrijednosti 1 ili 0 (HIGH ili LOW). Korišteni senzor za napajanje modula koristi 3.3V - 5V.

3.2.3 Mjerač vremena

Za upravljanje modula korišten je ATMEGA328 mikročip. Taj mikročip se mora programirati kako bi izvršavao željene funkcije, no ne želi se nepotrebno trošiti memorija mikročipa na izvršavanje nekih većih funkcija kao što je mjerenje vremena. Zbog toga će se za mjerenje vremena koristiti modul DS3231. koji je prikazan na slici 3.4.

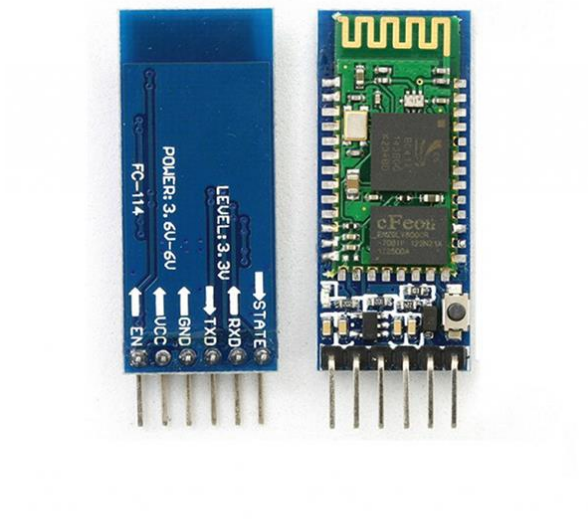


Slika 3.4 Mjerač vremena DS3231 [18].

Modul DS3231 ima mogućnost praćenja vremena te će izvršavati ulogu sata u centralnoj jedinici. Na samom modulu sa stražnje strane nalazi se i baterija koja služi da modul prati vrijeme i kada je centralna jedinica ugašena. To je velika prednost jer u slučaju nestanka struje centralna jedinica će i dalje imati uvid u trenutno vrijeme bez da ga korisnik mora ručno podešavati. Kao i kod senzora za kišu tako i ovaj modul ima pinove koji služe za komunikaciju sa centralnom jedinicom. Pinovi VCC i GND služe za napajanje modula, pinovi SDA i SCL služe za izravnu komunikaciju sa mikročipom u centralnoj jedinici, dok pinovi SQW i 32K nisu bitni za realizaciju ovog projekta. Takav modul na sebi ima ugrađen i temperaturni senzor koji pokazuje vanjsku temperaturu, ovisno gdje je modul postavljen, te će se ta informacija također koristiti prilikom prikaza informacija korisniku. Za namještanje vremena na modulu potrebno je modul spojiti sa Arduino mikrokontrolerom te pomoću Arduino sučelja podesiti trenutno vrijeme na modulu.

3.2.4 HC-05 Bluetooth modul

Kao što je i navedeno, jedna od glavnih prednosti sustava za navodnjavanje je bežično upravljanje putem mobilne aplikacije, kako bi svatko mogao sa svojim pametnim telefonom upravljati svoj sustav za navodnjavanje. Da bi se mogao ostvariti i taj dio projekta potrebno je imati neki uređaj za bežičnu komunikaciju, no cilj projekta je izrada prototipa centralne jedinice sustava za navodnjavanje te bi takvi uređaji zauzimali previše prostora. Zbog toga će se za bežičnu komunikaciju koristiti HC-05 Bluetooth modul koji je prikazan na slici 3.5.



Slika 3.5 HC-05 Bluetooth modul [19].

HC-05 modul na sebi ima prikazano sklopovlje sa antenom modula, te kao i ostali moduli koji se koriste, ima i ulazno izlazne pinove koji služe za uspostavu komunikacije između modula i centralne jedinice, a u konačnici služi za komunikaciju između centralne jedinice i pametnog telefona. Pinovi VCC i GND služe nam za napajanje modula. Pin TXT je izlazni pin, a pin RXT je ulazni pin. Ti pinovi služe za razmjenu podataka između centralne jedinice i pametnog telefona. RXT služi za primanje signala koji dolazi sa mikrokontrolera (u ovom slučaju Arduino UNO). Mikrokontoler će Bluetooth modulu slati podatke o sustavu te će ih Bluetooth modul primiti i slati prema pametnom telefonu. TXT služi za slanje signala prema mikrokontroleru. Podatke koje pametni telefon pošalje na Bluetooth modul, preko TXT pina biti će poslani prema mikrokontroleru.

3.2.5 Arduino platforma

Arduino (slika 3.6) je ime za otvorenu računarsku i softversku platformu koja omogućuje dizajnerima i konstruktorima spajanje računala sa vanjskim svijetom, korištenjem različitih uređaja i naprava. Prvi počeci Arduina bili su 2005. godine korištenjem 8-bitnih mikrokontrolera Atmel AVR, kako bi izradili što jednostavniju i jeftiniju platformu koja omogućuje spajanje računala s vanjskim svijetom, a ime Arduino uzeto je od imena kafića u kojem su se inženjeri sastajali dok su stvarali projekt.



Slika 3.6 Arduino UNO mikrokontroler [20].

Kao što je spomenuto, Arduino je dizajniran za programiranje i stvaranje prototipova te se iz dana u dan sve više razvija i korisnicima omogućuje lakšu uporabu. Ardino mikrokontroleri su vrlo jednostavni za korištenje, no ipak ono što ga čini posebnim je njegova pristupačna cijena [3].

Neke od glavnih značajki Arduina jesu:

- Otvorena softverska platforma, što znači da korisnici prilikom programiranja i rješavanja problema mogu međusobno rješavati probleme iako se ne služe istim programskim jezikom i ne koriste iste uređaje,
- Pomoću Arduina mogu se napajati određene elektroničke komponente. Arduino se može koristiti preko USB porta kojeg koristimo pri konstrukciji sklopa, ali isto tako može se spojiti na 12V te možemo napajati uređaje od 3.3V ili 5V,
- Arduino ima pristupačnu cijenu i softver je besplatan za korištenje. Cijena Arduina je oko 200 kn, no za ovaj projekt Arduino je naručen preko E-bay-a za samo $5.30,

- Arduino UNO koji se koristi za ovaj projekt ima 13 digitalnih ulaza/izlaza te 6 analognih ulaza/izlaza koje možemo koristiti za spajanje fizičkih komponenata kao što su: elektromagnetski ventil, senzor za kišu, Bluetooth modul itd.,
- Sadrži 32kb memorije za pohranu podataka,
- Arduino UNO je opremljen 16Mhz mikroprocesorom što ga čini dovoljno brzim za pokretanje većine jednostavnijih aplikacija.

Naravno postoji i više vrsta Arduino mikrokontrolera kao što su Arduino UNO, Arduino LEONARDO, Arduino 101, Arduino ESPLORA, Arduino MICRO, Arduino NANO, Arduino MEGA itd. Platforma koja se želi koristiti ovisi o zahtjevima projekta koji se realizira. Na primjer, Arduino UNO koristi 13 digitalnih ulaza/izlaza od čega se 6 pinova može koristiti kao PWM (*Pulse Width Modulation)* izlaz. Također, sadrži 6 analognih ulaza/izlaza za upravljanje. Dok Arduino MEGA koji koristi 54 digitalnih ulaza/izlaza i 16 analognih ulaza prikladniji je za neke kompleksnije i zahtjevnije projekte. Koristi 256 KB memorije za spremanje podataka od čega se 8 KB koristi za spremanje programa za pokretanje mikročipa, dok Arduino UNO koristi 32 KB memorije za spremanje od čega se 5 KB koristi za spremanje programa za pokretanje mikročipa. Arduino MEGA pogodniji je za kontrolu 3D printera i upravljanje u robotici [8].

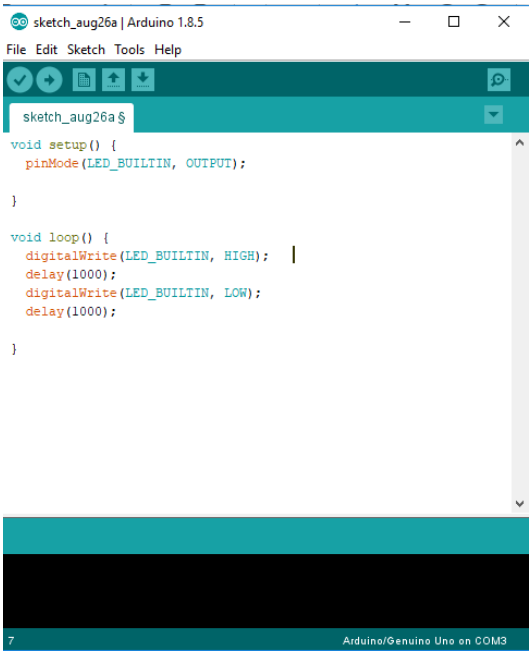
3.2.5.1 Arduino programsko sučelje

Prije nego što se počne programirati i izrađivati različite elektroničke uređaje pomoću Ardina, potrebno je instalirati Arduino softver na računalo (slika 3.7). Prije samog početka potrebno je znati da svaki Adruino ima jedinstveni serijski port, a to je izvedeno pomoću posebnog čipa na Arduinu koji mu omogućuje spajanje na računalo kao virtualni serijski port. Na samom početku, prije rada sa arduinom i pisanja koda potrebno je odabrati na kojem portu je spojen Arduino i koju verziju Arduina se koristi. Kada se otvori Arduino programsko sučelje otvori se nova skica (*sketch*). Skicama se u Arduinu nazivaju programi ili dijelovi koda koji su skinuti ili ih je korisnik napisao.



Slika 3.7 Arduino programsko sučelje

U Arduino programskom sučelju nalazi se puno primjera koda za različite funkcije, te i ako se nikad niste susreli sa programiranjem, može se omogućiti Arduinu da izvršava neke funkcije. Prije početka rada sa Arduinom dobro je provjeriti da li je Arduino ispravan. To će se najlakše učiniti tako da se učita neki primjer i promatra da li će Arduino izvršiti zadane naredbe. Na slici 3.8 je prikaz jednostavnog koda za kontrolu LED diode na Arduinu preko kojeg se može provjeriti da li je Arduino ispravan.

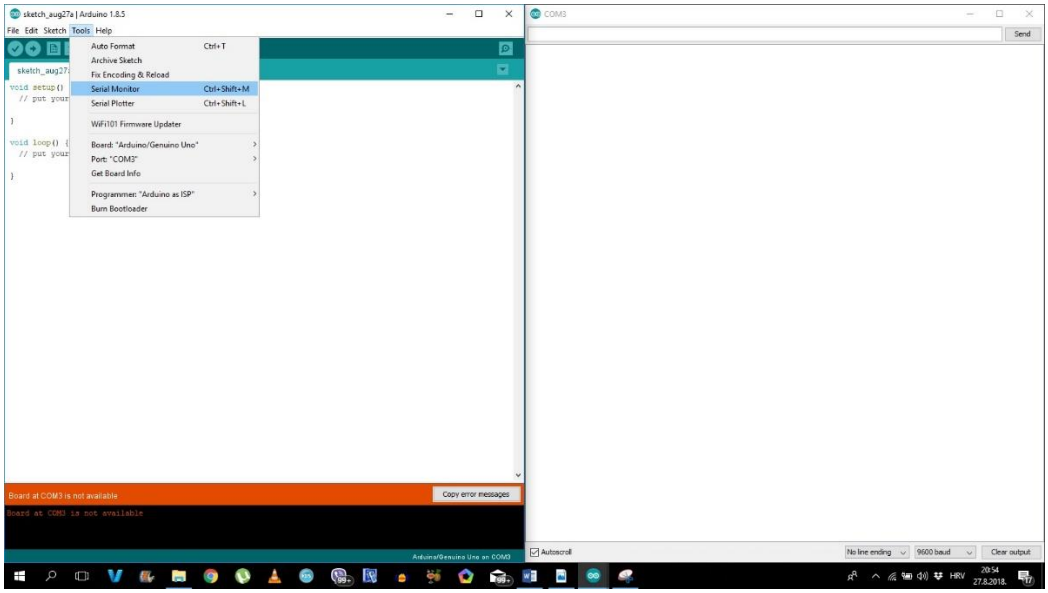


Slika 3.8 Program u Arduino programskom sučelju

Nakon što se napiše željeni kod u Arduino programskom sučelju potrebno je na alatnoj traci pomoću ikone za učitavanje (*upload*) učitati željeni kod u Arduino. Također Arduino programsko sučelje ima mogućnost provjere koda prije učitavanja što omogućuje da se otkriju greške u kodu prije nego li ih se učita u Arduino. Greške u kodu prikazuju se u crnom prozoru na dnu ekrana Arduino programskog sučelja.

Prilikom kreiranja uređaja pomoću Arduina i izvršavanja koda na Arduinu, Arduino programsko sučelje daje mogućnost da u svakom trenutku znamo što Arduino radi i koji se dijelovi koda izvršavaju. To se postiže pomoću funkcije *Serial Monitor* (slika 3.9). *Serial Monitor* je jedna od bitnijih funkcija prilikom primanja podataka od različitih senzora i drugih komponenata koje su spojene na Arduino te dobivene podatke ispisuje korisniku na ekran. Također, koristeći funkciju *Serial Monitor* može se lakše otkriti greške u kodu bez da se pregledava cijeli kod.

Kao što je već spomenuto, Arduino za upravljanje koristi dvije vrste ulaza/izlaza, a to su digitalni i analogni. Razlika između digitalnih i analognih ulaza/izlaza je u tome što kod digitalnog signala mogu postojati samo dva stanja, uključeno ili isključeno, 0 ili 1, HIGH ili LOW. Prilikom upravljanja uređaja preko digitalnih pinova na uređaje mogu se poslati HIGH (5V) ili LOW (0V) te na taj način može se upravljati njima.



Slika 3.9 Arduino *Serial Monitor*

U današnje vrijeme sve se više uređajima želi upravljati preko digitalnih signala, no to i dovodi i do nekih komplikacija. Na primjer, ako bi se željelo primati signal sa senzora kiše kojemu se otpor mijenja ovisno o količini padalina to sa digitalnim signalom se ne može

postići jer se kao očitanje senzora dobije stanje HIGH ili LOW, što nije poželjno. Kod takvih senzora analogni signal koji senzor šalje uređaju (u ovom slučaju Arduinu) pretvara se u digitalni signal koristeći 10-bit analogno u digitalni pretvarač i korisniku se rezultati očitanja prikazuju kao brojevi od 0 do 1023. Na primjer, ako nema kiše otpor na senzoru je konstantan i kao rezultat dobit će se broj 1023, kako kiša bude više padala tako će se otpor povećavati i za rezultat očitanja dobit će se brojevi od 0-1022 ovisno koliko kiša jako pada [5].

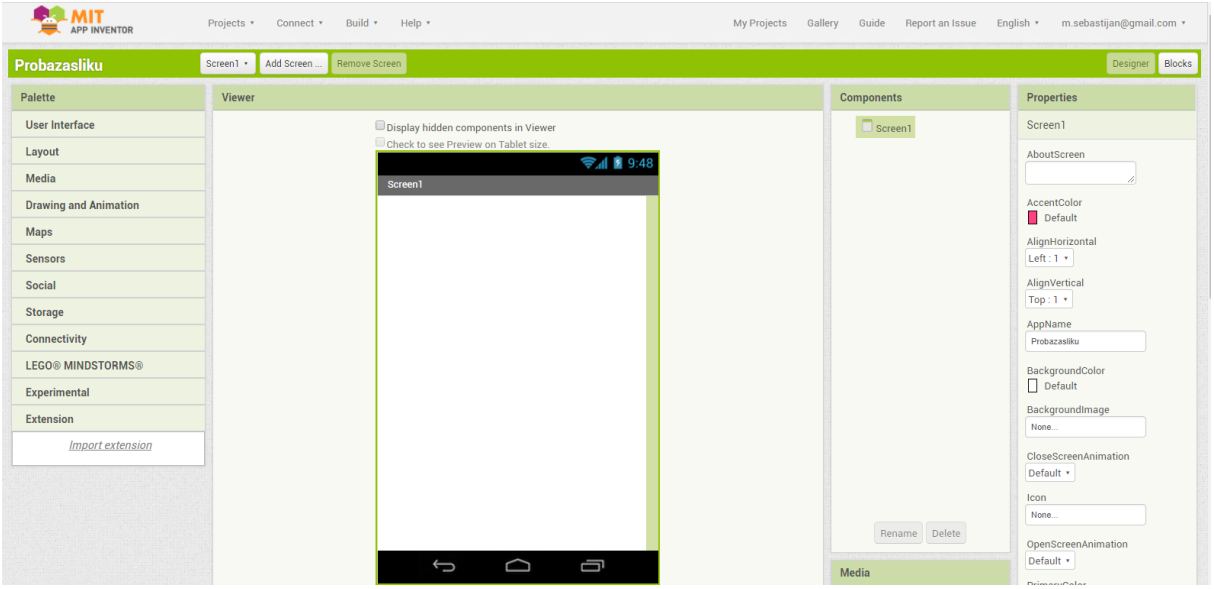
Arduino ima veliki broj ugrađenih funkcija i jedna od važnijih funkcija je modulacija širine pulsa ili PWM (*Pulse Width Modulation).* Modulacija širine pulsa ili PWM služi za simulaciju analognog signala i radi na način da u kratkom vremenu na izlazu uključuje (HIGH) i isključuje (LOW) digitalni signal. Na primjer, modulacija širine pulsa može se koristiti prilikom upravljanja LED diode. Ako se dovoljno brzo postavi promjena HIGH i LOW na izlazu, LED dioda će dobivati samo jedan dio od ukupnog napona i neće svijetliti u punom sjaju već će imati prigušeno svjetlo. Modulacija širine pulsa je glavna značajka prilikom kontrole svjetlosti, stvaranju zvuka i kontrole okretaja koračnih (*steper)* motora [3].

3.2.6 MIT APP inventor

Za kreaciju aplikacije pomoću koje će se upravljati i komunicirati sa centralnom jedinicom korišten je *MIT App inventor*. *MIT App inventor* je web program otvorenog koda koji služi za kreiranje jednostavnijih Android aplikacija. Izvorno *MIT App inventor* razvijen je od strane Google-a, no sada je u posjedu *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) koja ga trenutno i održava i nadograđuje. Program koristi grafičko sučelje, vrlo slično *Scratch*-u, koje korisnicima omogućuje ispuštanje i povlačenje vizualnih objekata kako bi se kreirala aplikacija koja se može pokrenuti na Android uređajima. Za početak korištenja *MIT App inventor* programa potrebno je samo izraditi korisnički račun na koji će korisnik moći spremati sve kreirane aplikacije [7].

MIT App inventor koristi JAVA programski jezik te je programiranje olakšano na način da su određeni programski kodovi prikazani kao blokovi zbog toga je sustav namijenjen svima i za korištenje *MIT App inventora* nije potrebno veliko znanje programskog jezika. Prilikom ulaska u aplikaciju prikazuje se programsko sučelje (slika 3.10). Na samom vrhu trake za izbornike nalaze nam se glavne ikone za navigaciju kroz program (*My project, Gallery, Connect, Buld* itd.). Na lijevoj okomitoj alatnoj traci nalaze se ikone za dodavanje različitih vizualnih ikona u aplikaciju (ikona za gumb, slika itd.), ali isto tako nalaze se i

različiti senzori i virtualne memorije koje se mogu dodati u aplikaciju prilikom izrade (senzor za lokaciju, virtualni sat, memorija za pohranu podataka, itd.) [9].



Slika 3.10 *MIT App inventor* programsko sučelje

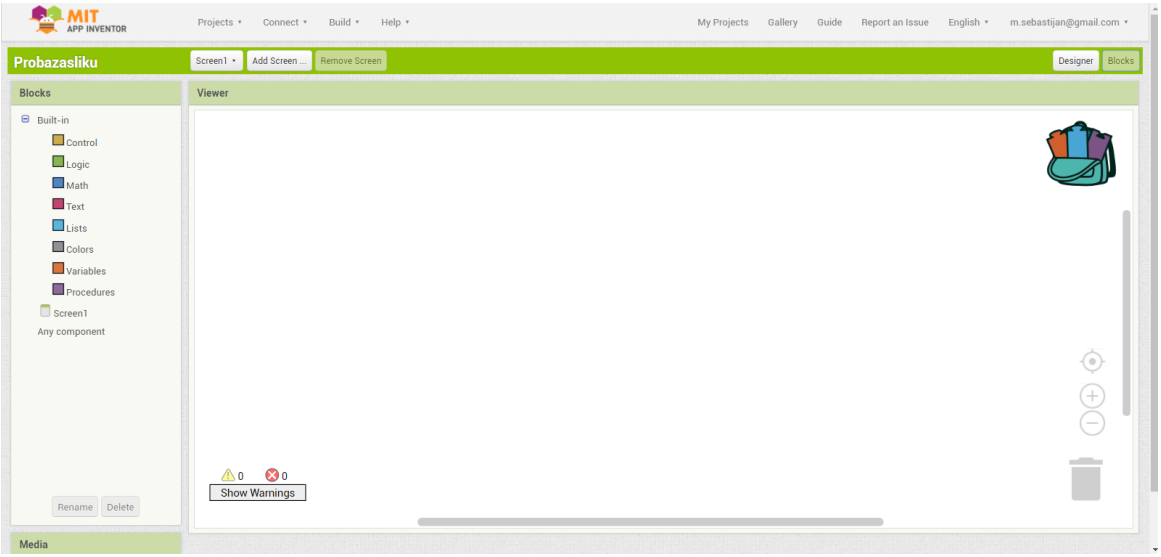
Na sredini programa vidi se virtualni prikaz ekrana u koji se mogu postavljati već spomenute ikone, slike senzore te kreirati grafički aplikaciju po želji. Sa desne strane ekrana prikazuju se svi dodani elementi koje sadrži kreirana aplikacija te se tu mogu podešavati njihove parametre. Kao na primjer:

- Naziv aplikacije,
- Glavna ikona aplikacije,
- Nazive različit ikona,
- Postavljanje boje i slike pozadine,
- Uređivati tekst u aplikaciji.

Jedna od možda najbitnijih funkcija koju pruža *MIT App inventor* program je ta da korisnik prilikom kreiranja aplikacije može u stvarnom vremenu pratiti razvoj i ispravnost aplikacije na svom pametnom telefonu. To se ostvaruje tako da se preuzme *MIT App inventor* aplikacija sa *Google play* platforme, te ta aplikacija omogućuje direktno spajanje na aplikaciju koja se trenutno kreira. Na taj način može se vidjeti stvarni izgled kreirane aplikacije na pametnom telefonu i može se provjeravati ispravnost kreirane aplikacije jer svaku promjenu koju se napravi u *MIT App inventor* programskom sučelju vidi se i na pametnom telefonu.

Također *MIT App inventor* program omogućuje da se kreirana aplikacija sastoji od više prozora, što je prikladno kada postoji veći broj izbornika, ikona, slika ili sličnih informacija.

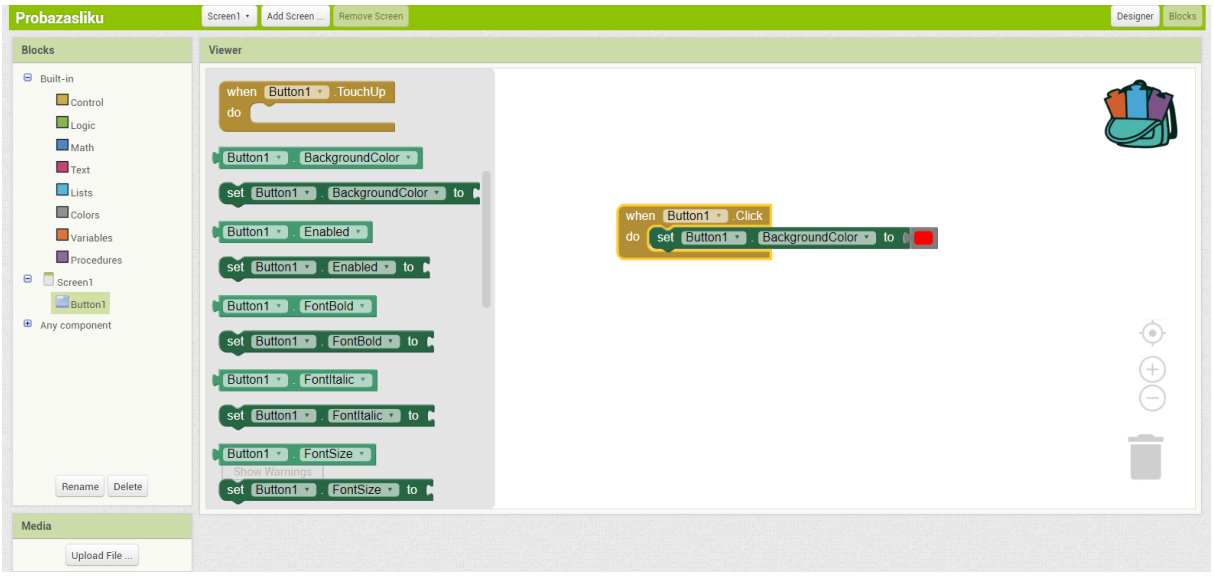
Nakon što se izradi željeni grafički izgled aplikacije, potrebno je napisati odgovarajući kod kako bi aplikacija izvršavala željene funkcije. U traci za izbornik, u gornjem desnom kutu nalaze se dvije ikone. Prva ikona „*Designer*“ služi za prelazak u grafički izgled za kreiranje aplikacija, a druga ikona „*Blocks*“ služi za pisanje koda aplikacije što je prikazano na slici 3.11.



Slika 3.11 *MIT App inventor* prozor za pisanje koda

Na lijevoj strani su grupe već kreiranih blokova naredbi pomoću kojih se može „oživjeti“ kreirana aplikacija. Klikom na jednu od grupa prikazuju se blokovi naredba u toj grupi koji se mogu koristiti. Blokovi naredbi povlače se u srednji dio ekrana gdje se nalazi prostor za pisanje koda. Nakon što se željeni blok naredbi povuku u prostor za pisanje koda ostaje samo da se odabere na koji će se dio aplikacije blok naredbi odnositi, i što će on izvršavati. Na primjer, ako se želi napraviti aplikacija u kojoj koristimo gumb plave boje, a pritiskom na gumb, pozadina gumba se mijenja u crvenu boju. Najprije će se u grafičkom dizajneru postaviti jedan gumb pod nazivom „*Button 1*“ i željenu boju tog gumba kojeg će korisnik moći koristiti. Nakon toga prebacuje se u blok za pisanje koda gdje se pod grupom „*Button 1*“ odabrati *Whenbutton 1 click* (slika 3.12). Nakon što se petlju povuče u prostor za pisanje koda, padajući izbornik daje mogućnost da odabira na koji gumb će se ta petlja odnositi. U drugom djelu petlje „*DO*“ govori se aplikaciji što se treba dogoditi kada korisnik pritisne gumb pod nazivom „*Button 1*“. Tu iz grupe „*Button* 1“ se odabire funkcija „*Set*

Button 1 backgroundcolor to“ i povlači je se unutar petlje. Time se aplikaciji govori da se pozadina gumba mora promijeniti kada korisnik pritisne taj gumb. Još je ostalo samo da se odredi u koju će se boju pozadina gumba promijeniti. To će se učiniti tako da se iz grupe „*colors*“ odabere željena boja i pridoda se ju već postojećem bloku naredbi.



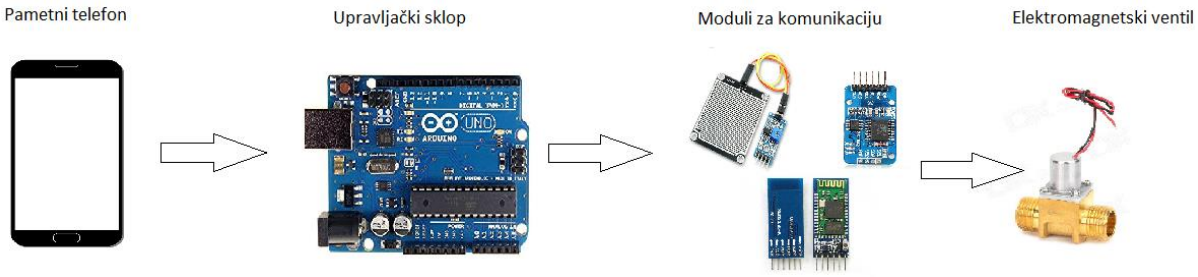
Slika 3.12 Izgled bloka naredbi u *MIT App inventor-u*

MIT App inventor je izvrstan program za kreiranje aplikacija za početnike. Iako je vrlo jednostavan za korištenje poželjno je da korisnici imaju barem malo predznanja u programiranju kako bi lakše izradili svoju aplikaciju. Za one koje nemaju predznanja u programiranju, oni mogu koristiti uputstva za rad i video prikaze koji se mogu pronaći na *YouTube kanalu MIT App inventor* programa [6].

4. PREDSTAVLJANJE VLASTITOG RJEŠENJA

Kao što je već spomenuto, sustavi koji se danas koriste za navodnjavanje za kućnu upotrebu nemaju dovoljan broj funkcija i izlaznih ventila da bi se njima moglo opskrbiti veće područje za navodnjavanje. Dok profesionalni sustavi koji se koriste imaju znatno veću cijenu, no rad sa njima nije jednostavan i potrebno je neko znanje za upravljanje sa njima. Zbog tih nedostataka odlučio sam se za izgradnju mobilno upravljanog sustava za navodnjavanje koji bi korisniku znatno olakšao upravljanje sustavom, te bi novčano bio puno prihvatljiviji.

Za izgradnju mobilno upravljanog sustava za navodnjavanje koristi se Arduino UNO mikrokontroler, zajedno sa Arduino sučeljem koji se upotrebljava za programiranje Arduino mikrokontrolera. Arduino platforma je cjenovno prihvatljiva, dostupna za korištenje i kompatibilna je sa svim modulima koji se koriste za realizaciju ovog projekta.



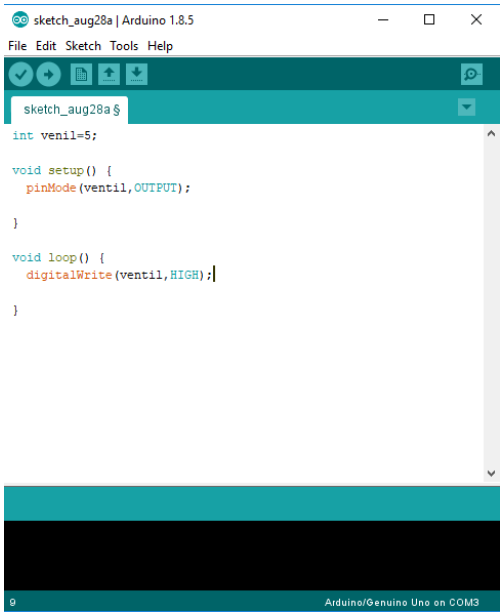
Slika 4.1 Slikoviti prikaz organizacije sustava

Prije početka realizacije projekta potrebno se je dobro informirati o uređajima koji se žele koristiti i kako oni funkcioniraju tj. da li su kompatibilni jedni s drugim, te isto tako potrebno je informirati se o postojećim tehnologijama. Znanje o tehnologijama i uređajima je jako bitno jer je cilj da se na što lakši i jednostavniji način dođe do rješenja. Za ovaj projekt koristiti će se Arduino UNO mikrokontroler zajedno sa Arduino sučeljem, a sve komponente koje su nabrojane kompatibilne su sa Ardino platformom. Na samom početku potrebno je imati ideju o cijelom sustavu i na koji način se želi da on funkcionira. Na slici 4.1 prikazan je slikoviti prikaz organizacije sustava. Sustav je zamišljen tako da se preko pametnog telefona komunicira sa upravljačkim sklopom ili centralnom jedinicom, centralna jedinica preko modula za komunikaciju upravlja sa elektromagnetskim ventilom i istovremeno komunicira

sa pametnim telefonom prema kojem šalje željene informacije o sustavu. Kao što je i spomenuto, današnji profesionalni sustavi imaju jako velik spektar funkcija te cilj ovog projekta nije obuhvatiti sve te funkcije, već je cilj projekta prikazati kako se može sa takvim sustavima bežično komunicirati te koristiti ekran pametnog telefona za lakšu navigaciju kroz sustav i pregledniji prikaz potrebnih informacija. U ovom projektu koristiti će se Bluetooth bežična komunikacija za koju je potrebno izraditi aplikaciju na pametnom telefonu. Cilj je da se na pametnom telefonu može podesiti vrijeme zalijevanja za jednu ili više stanica tj. ventila, te da se na ekranu prikazuju potrebne informacije o sustavu.

4.1 Realizacija projekta

Prije početka realizacije projekta potrebno je provjeriti sve elektroničke uređaje da li su u ispravnom stanju. Kako provjeriti ispravnost Arduino UNO mikrokontrolera, već je spomenuto u poglavlju Arduino platforma. Također potrebno je provjeriti ispravnost i drugih uređaja. Ispravnost elektromagnetskog ventila može se provjeriti tako da se pozitivni vodič ventila spoji na jedan od digitalnih pinova, a negativan na pin „*GND*“ na Arduino UNO. Nakon toga može se napisati jednostavan kod (slika 4.2) u kojem se na ventil šalje pozitivan napon (HIGH) i promatra se da li se je začuo zvuk otvaranja ventila. Nakon što se isključi Arduino UNO sa napajanja treba se začuti sličan zvuk za zatvaranje ventila. Bitno je znati na koji princip elektromagnetski ventil radi. Elektromagnetski ventil koji se koristi u ovom projektu se otvara i zatvara na principu obrnute polarizacije, što znači da ako je na plus polu elektromagnetskog ventila 5V (HIGH), a na minus polu 0V (LOW) ventil je u otvorenom stanju. Ventil će biti u zatvorenom stanju kada na negativni pol dovedemo 5V (HIGH), a na pozitivni pol 0V (LOW). Naravno, izvedba bi bila jednostavnija kada bi se koristio elektromagnetski ventil koji je otvoren kada na pozitivnom polu dovedemo 5V (HIGH), a zatvoren kada se na pozitivan pol dovede 0V (LOW). No cijena takvog ventila je znatno veća te se takav ventil neće koristiti za realizaciju ovog projekta. Ispravnost senzora za kišu može se provjeriti na sličan način. Najprije se moraju spojiti pinovi 5V i GND na odgovarajuće pinove koji su naznačeni na modulu senzora za kišu i koji služe za napajanje modula senzora za kišu.



Slika 4.2 Kod za provjeru ispravnosti ventila

Nakon što su pinovi 5V i GND pravilno spojeni, na modulu ostaju još dva pina a to su *Analog Output* (AO) i *Aigital Output* (DO). Za realizaciju projekta koristit će se digitalni izlaz sa modula, te se taj izlaz spaja u jedan od digitalnih pinova na Arduino UNO. Nakon toga, potrebno je u Arduino sučelju napisati kod (slika 4.3) koji prima digitalni signal s modula senzora kiše i ispisuje ga na ekran. Za ispis trenutne vrijednosti koju šalje senzor za kišu koristiti će se već spomenuta funkcija Arduino sučelja, a to je *Serial Monitor*. Bitno je napomenuti se za korištenje *Serial Monitora* mora uspostaviti komunikacija između Arduino UNO mikrokontrolera i modula senzora za kišu. Komunikacija se uspostavlja naredbom *Serial.begin*(9600), što znači da će prijenos biti 9600 bitova u sekundi. Nakon toga naredbom *Serial.print* ispisuju se dobivene vrijednosti u prozor *Serial Monitora*. Dobivene vrijednosti biti će 0 ili 1 ovisno o tome da li je senzor mokar. Provjeru ispravnosti Bluetooth modula i modula za vrijeme nije tako lako izvršiti te se neće detaljno opisivati u ovom radu. Ipak postoji mnogo već napisanih programa i video postupaka koji korisnicima znatno olakšavaju i provjeru ispravnosti kao i pisanje samog koda. Ono što se još nije spomenulo je H-most za upravljanje elektromagnetskim ventilom.



Slika 4.3 Kod za provjeru ispravnosti senzora za kišu

H-most L9110S (slika 4.4) koji će se koristiti, ima 4 izlaza na koje se mogu spojiti dva ventila i upravljati njima. H-most može se napajati od 2.5V do 12V ovisno o tome koliko je napona potrebno za otvaranje elektromagnetskog ventila.



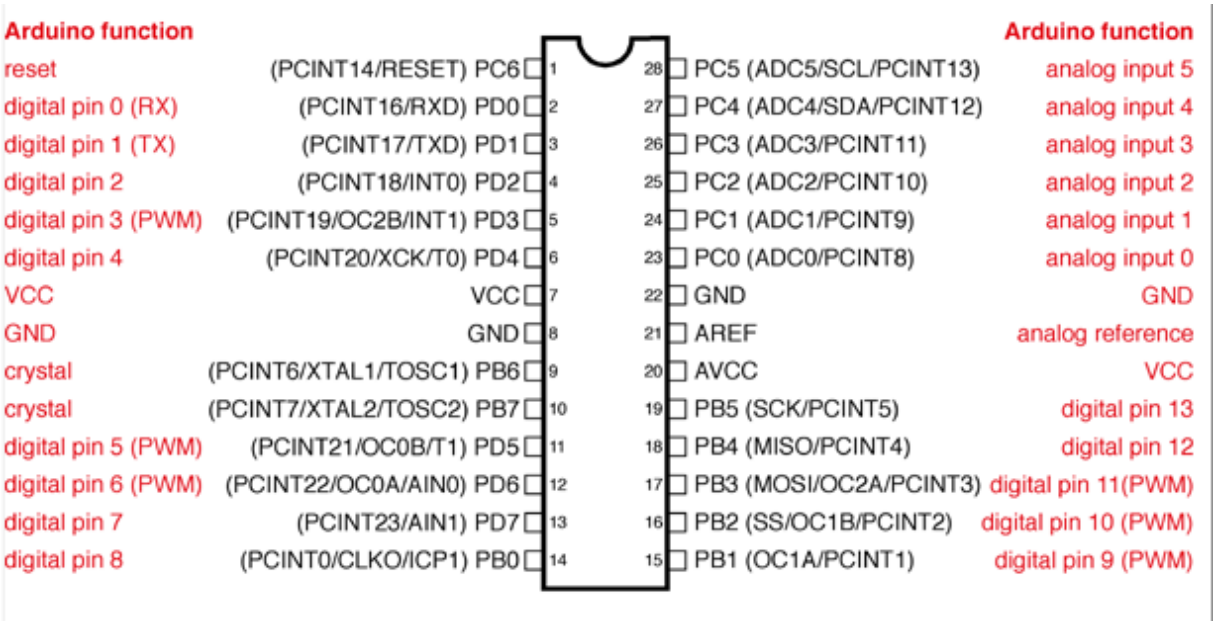
Slika 4.4 H-most L9110S [21].

Kao što je prikazano na slici, H-most ima 2 pina koji se koriste za napajanje i 4 pina koji služe za kontrolu, u ovom slučaju, elektromagnetskih ventila. Iako se elektromagnetski ventili koji se koriste u ovom projektu otvaraju i zatvaraju pomoću 6V, za napajanje H-mosta koristit će se 12V zbog pada napona. Pad napona se u ovom slučaju događa zbog jeftinije izvedbe elektromagnetskih ventila i jeftinije izvedbe H-mosta.

4.1.1 Spajanje sklopa

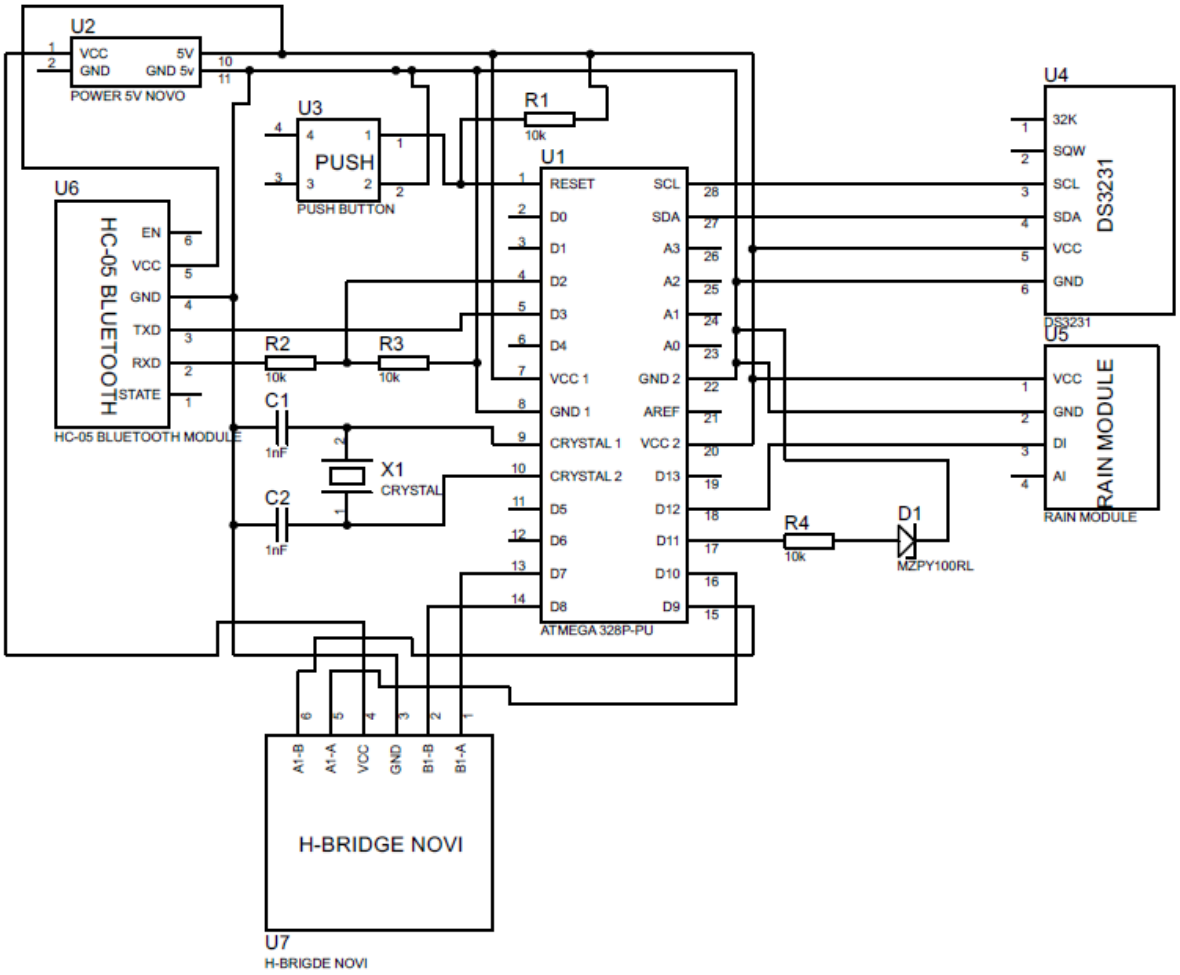
Nakon što se je utvrdilo da su sve komponente ispravne može se započeti sa spajanjem sheme. U ovom će se projektu sva eksperimentiranja vršiti na Arduino UNO mikrokontroleru. No nakon što projekt bude u potpuno funkcionalnom stanju mikrokontroler će se zamijeniti sa ATMEGA328 P-PU mikročipom radi jednostavnije krajnje izvedbe.

ATMEGA328 P-PU mikročip je mikročip koji se već koristi na samom Arduino UNO mikrokontroleru. Prije spajanja mikročipa u elektroničku shemu potrebno je pronaći sve podatke o mikročipu i kako se on samostalno spaja u elektronički shemu. Na slici 4.5 prikazan je raspored i nazivi pinova mikročipa radi lakšeg spajanja u elektroničku shemu.



Slika 4.5 Raspored i nazivi pinova ATMEGA328P PU mikročipa [22].

Za spajanje ATMEGA328P PU mikročipa u elektroničku shemu potrebne su i neke elektroničke komponente (otpornik 10kΩ, tipkalo, kristalni oscilator 16MHz, 2x keramički kondenzator 1nF). Otpornik i tipkalo služe za resetiranje mikročipa. Otpornik je spojen na pin 1 (*reset)* i napon 5V, dok je jedna strana tipkala spojena je na pin 1 (*reset)*, a druga strana na uzemljenje (slika 4.6). Sve dok na pinu 1 (*reset*) ima napona mikročip je u funkcionalnom stanju, a kad se pritisne tipkalo i dođe do kratkog spoja, tada se mikročip ponovno pokrene. Kristalni oscilator i dva keramička kondenzatora spajaju se na pin 9 i pin 10 kao što je prikazano na elektroničkoj shemi (slika 4.6). Također, ne smije se zaboraviti spojiti napon 5V na pin 7 (VCC) i pin 20 (AVCC), te uzemljenje na pin 8 i pin 22.



Slika 4.6 Elektronička shema sklopa

Sada treba spojiti i ostale elektroničke elemente koje će se koristiti u ovom projektu (Bluetooth modul, senzor za kišu, mjerač vremena i H-most). Kao što je spomenuto, na internetu se može pronaći kako se elektroničke komponente mogu koristiti sa Arduino sučeljem. Sve elektroničke komponente koje će se koristiti prilagođene su isključivo za korištenje s mikročipom. Na *Bluetooth* modul dovodimo napon 5V (VCC) i uzemljenje (GND) za napajanje modula, nakon čega ostaju još dva pina za spojiti na mikročip. Ti pinove se mogu proizvoljno spojiti na mikročip, no u ovom slučaju pin za slanje signala (TXD) spojen je na pin 5, a primanje signala (RXD) spojen je na pin 4 pomoću dva otpornika od 10kΩ kao što je prikazano na elektroničkoj shemi (slika 4.6).

Senzor za kišu spaja se na jednostavniji način od *Bluetooth* modula. Na senzor dovodimo 5V (VCC) i uzemljenje (GND) koje služi za napajanje modula, a iz modula se uzima digitalni izlaz (DI) i spaja ga se na pin 18 na mikročipu. Time je spoj senzora za kišu završen.

Još ostaju dvije elektroničke komponente za spajanje u shemu, a to su mjerač vremena i H-most. Na mjerač vremena također se dovodi 5V (VCC) i uzemljenje (GND) što služi za napajanje modula. Preostala dva pina (SDA – *Data line* i SCL – *clock line*) spajaju se na odgovarajuće mjesto na mikročipu, kao što je prikazano na elektroničkoj shemi sklopa (slika 4.6). Pinovi SDA i SCL služe za direktnu komunikaciju sa željenim mikročipom, u ovom slučaju sa mjeračem vremena koji se koristi.

Kao što je prikazano na elektroničkoj shemi, H-most koji će se koristiti za otvaranje i zatvaranje ventila, koristi dva pin (VCC i GND) za napajanje modula i četiri pina za upravljanje elektromagnetnim ventilima. H-most koji se koristi ima mogućnost upravljanja sa dva ventila, tj. pinovi B1-A i B1-B služe za upravljanje jednim ventilom, a pinovi A1-A i A1-B za upravljanje drugim ventilom. Također, važno je napomenuti da se za napajanje H-mosta koristi 12V na pin (VCC) zbog već spomenutog pada napona na elektromagnetskom ventilu. Ono što se je dodalo u shemu spoja je i LED dioda. LED dioda će poslužiti kao indikator za pristigli signal u centralnu jedinicu tj. mikročip. Kada se sa aplikacije pošalje signal LED dioda će kratko zatreperiti te se tako dobiva povratna informacija da je signal uspješno poslan. LED dioda se, u ovom slučaju, spaja na pin 17 što je ujedno i digitalni izlaz 11 na Arduino mikrokontroleru.

4.1.2 Programiranje

Za pisanje samog koda važno je napomenuti da je potrebno znanje iz programiranja bilo u Javi, C++ programu, ili nekom drugom programskom jeziku. Prije samog spajanja elektroničkih komponenti u shemu sklopa dobro je testirati sve korištene komponente i upoznati se sa njihovim načinom rada, tj. kako ih pravilno programirati i koristiti. Kod za „Mobilno upravljani sustav za navodnjavanje“ je dosta opsežan i složen te neće biti u cijelosti prikazati u ovom radu. U daljnjem tekstu biti će prikazani samo neki važniji dijelovi koda uz dodatno pojašnjenje.

Na samom početku, potrebno je uvesti biblioteke koje će se koristiti u kodu za komunikaciju sa određenim elektroničkim elementima. Nadalje, potrebno je odrediti pinove TXD i RXD za komunikaciju sa *Bluetooth* modulom i povezati ih sa odgovarajućom bibliotekom. Također treba povezati biblioteku za mjerač vremena sa pinovima SDA i SCL koji se koriste na mikročipu. U nastavku koda inicijaliziraju se nove varijable i povezuju se sa određenim pinovima na mikročipu. Na primjer: intsenzorKise=12; govori da je digitalni signal sa senzora za kišu fizički spojen na digitalni pin 12 na mirkočipu te će se dobivena

vrijednost sa senzora za kišu pohranjivati u varijablu senzorKise, koja će se kasnije koristiti u kodu. Nakon što su inicijalizirane sve potrebne varijable i fizički pinovi koji se koriste dolazimo do „*Voidsetup*“ funkcije. *Voidsetup* funkcija je funkcija koja se izvršava samo jednom i to prilikom pokretanja mikročipa. U *Voidsetup* funkciji postavlja se već postojeća varijabla kao izlazni ili ulazni signal (vrijednost). To se postiže naredbom pinMode();. Na primjer: pinMode(senzorKise,INPUT); ovom naredbom, varijabla senzorKise inicijalizira se kao ulazna (*INPUT*) varijabla. Osim ulazne (INPUT) varijable, postoji izlazna (OUTPUT) varijabla. Na primjer, ako se želi upravljati sa LED diodom prema njoj se mora slati vrijednost HIGH ili LOW, što znači da će ta varijabla biti izlazni (OUTPUT) signal. Nadalje, u *Voidsetup* funkciji postavljaju se elektromagnetski ventili u zatvoreno stanje jer kada se prvi puta uključi centralna jedinica poželjno je da je sustav za navodnjavanje zatvoren. Također, bilo bi dobro sve digitalne pinove postaviti u LOW stanje jer će tako struja biti manja i stabilnija u cijelom sustavu. To se radi na način da se upiše naredba za slanje digitalnog signala, nakon toga u zagrade se upisuje naziv inicijalizirane varijable koja odgovara željenom pinu te se postavlja u LOW stanje (slika 4.7).

```
digitalWrite(p4,LOW);
```

Slika 4.7 Naredba za slanje digitalnog signala

Također sve komunikacijske veze moraju se definirati u *Voidsetup* funkciji. U ovom slučaju koristi se Bluetooth veza za komunikaciju sa Android aplikacijom, veza sa Serial Monitorom koji je spomenut u poglavlju Arduino platforma i veza između mikročipa i mjerača vremena. Na (slici 4.8) prikazan je kod koji se odnosi na uspostavljanje korištenih veza.

```
bluetoothSerial.begin(9600);
Serial.begin(9600);
rtc.begin();
```

Slika 4.8 Uspostavljanje veza u Arduino sučelju

„Bluetooth.begin“ uspostavlja vezu između Bluetooth modula i mikročipa, a broj (9600) označava brzinu veze (u ovom slučaju 9600 bit/s). Naredba „Serial.begin“ uspostavlja komunikaciju između *Serial monitora* i Arduino mikrokontroler. Serial monitor koristi se u fazi testiranja dok su još sve komponente priključene na Arduino UNO mikrokontroler. Još

treba uspostaviti komunikaciju sa mjeračem vremena, a za to služi naredba „rtc.begin()“. Time je *voidsetup* funkcija završena te se može nastaviti sa pisanjem glavne petlje koda.

Glavna petlja naziva se *Voidloop* petlja. To je petlja koja se neprestano izvršava dok god je mikročip uključen i tu se nalazi glavni dio programiranja. Kao što je napomenuto, važno je imati nekakvo znanje iz programiranja jer se u ovom slučaju u *Voidloop* petlji pozivaju već kreirane funkcije radi lakšeg i preglednijeg programiranja. Funkcije se mogu kreirati na više načina ovisno o tome koji se programski jezik koristi. Pri programiranju u ovom radu koristilo se je C++ programski jezik. Za kreiranje vlastite funkcije u C++ programskom jeziku potrebno je izvan *Voidloop* petlje kreirati takvu funkciju.

```
void sending(){
  if (bluetoothSerial.available()>0){
    digitalWrite(ledPin,HIGH);
    setAll();
    digitalWrite(ledPin,LOW);
  }
```

Slika 4.9 Kreiranje vlastite funkcije u Arduino sučelju

Na slici 4.9 prikazan je primjer kako se kreira vlastita funkcija u Arduino sučelju. Naredba „*void*“ kreira funkciju koju se kasnije u glavnoj *voidloop* petlji može pozivati. Nakon naredbe „void“ slijedi proizvoljan naziv petlje što je u ovom slučaju *sending*, te iza naziva slijede ulazni parametri funkcije koji se upisuju u zagrade. U ovom slučaju, kreirana funkcija nema ulaznih parametara pa u zagradama nije ništa upisano. Na slici 4.10 prikazana je završna *voidloop* petlja sustava za navodnjavanje. Pozivanje kreiranih funkcija izvršava se na način da se upiše ime kreirane funkcije i u navodnike se unose ulazni parametri koji su potrebni za izvršavanje funkcije, ako ih ima. Funkcija „ifRain“ služi za detekciju kiše ako ju ima. Ako kiša pada ulazi se u „ifRain petlju i mjeri se vrijeme koliko kiša pada (u ovom slučaju 3600 sekundi ili 1 sad). Ako kiša pada jedan sat sustav program ulazi u petlju odgode sustava te sustav neće navodnjavati (u ovom slučaju odgoda će trajati 720 minuta tj. 12 sati). Bitno je napomenuti da će u vrijeme odgode korisnik i dalje na mobilnu aplikaciju dobivati sve informacije o sustavu, kao i informaciju da je sustav u stanju odgode.

```
void loop() {
  ifRain();
  sending();
  Time t = rtc.getTime();
  minToday = t.hour*60 + t.min;
  if (OnOff==1){
    if (setMinuteStation1==minToday){
      Serial.println("otvaram venti 1");
      digitalWrite(plusPin,HIGH);
      digitalWrite(minusPin,LOW);
      delay(500);
      digitalWrite(plusPin,LOW);
      digitalWrite(minusPin,LOW);
      set_duration(setDurationStation1);
      Serial.print("zatvaram venti 1");
      digitalWrite(plusPin,LOW);
      digitalWrite(minusPin,HIGH);
      delay(500);
      digitalWrite(plusPin,LOW);
      digitalWrite(minusPin,LOW);
    }
  }
  if (OnOff==1){
    if (setMinuteStation2==minToday){
      Serial.println("otvaram venti 2");
      digitalWrite(plus2,HIGH);
      digitalWrite(minus2,LOW);
      delay(500);
      digitalWrite(plus2,LOW);
      digitalWrite(minus2,LOW);
      set_duration(setDurationStation2);
      Serial.print("zatvaram venti 2");
      digitalWrite(plus2,LOW);
      digitalWrite(minus2,HIGH);
      delay(500);
      digitalWrite(plus2,LOW);
      digitalWrite(minus2,LOW);
    }
  }
     nextSprinkleTime();
     printAll();
     delay(1000);
}
```

Slika 4.10 Void loop petlja realiziranog sustava

Funkcija „*sending*“ je funkcija koja prima podatke poslane sa mobilne aplikacije u centralnu jedinicu i rezultat primanja upisuje u novu kreiranu varijablu. „*Naredba Time t = rtc.getTime();“* je naredba koja prima trenutno vrijeme sa mjerača vremena i sprema ga u novu varijablu (*minToday*). Važno je spomenuti da je vrijeme koje se prima sa mjerača vremena prikazano u formatu (hh:mm:ss), te će se zbog jednostavnijeg korištenja te informacije trenutno vrijeme pretvarati u minute. Za to služi naredba *(„minToday = t.hour*60*

+ *t.min;*) koja trenutne sate dobivene sa mjerača vremena pretvara u minute tako što ih množi sa brojem 60, a trenutne minute pridodaje tom rezultatu. Na kraju naredba pohranjuje dobivenu vrijednost u novu varijablu pod nazivom (*minToday*).

U sljedećem djelu koda nalazi se nekoliko *if* petlji. Prva *if* petlja koja za uvjet ima (*OnOff*==1) provjerava da li je korisnik uključio centralnu jedinicu preko aplikacije. Ako se ustanovi da je centralna jedinica uključena ulazi se u prvu *if* petlju u kojoj se nalazi druga *if* petlja koja provjerava da li je vrijeme koje je korisnik odredio kao početak zalijevanja jednako trenutnom vremenu. Kada se uvjet prve i druge *if* petlje pokaže kao istinit tada se otvara željeni ventil i započinje se navodnjavanje. Kod za otvaranje i zatvaranje ventila prikazan je na slici 4.11.

```
Serial.println("otvaram venti 1");
digitalWrite(plusPin,HIGH);
digitalWrite(minusPin,LOW);
delay(500);
digitalWrite(plusPin,LOW);
digitalWrite(minusPin,LOW);
set_duration(setDurationStation1);
Serial.print("zatvaram venti 1");
digitalWrite(plusPin,LOW);
digitalWrite(minusPin,HIGH);
delay(500);
digitalWrite(plusPin,LOW);
digitalWrite(minusPin,LOW);
```

Slika 4.11 Kod za otvaranje i zatvaranje ventila

U kodu za kontrolu ventilima primjećuje se da se poziva nova funkcija „*set_duration(setDurationStation1*)“. Ta funkcija služi za mjerenje vremena odnosno koliko je željeni ventil otvoren. Korisnik preko aplikacije upisuje koliko želi da se neka površina navodnjava te se ta informacija sprema u novu varijablu pod nazivom (*setDurationStation1*) i koristi u spomenutoj funkciji. *Void loop* petlja (slika 4.10) sadrži četiri *if* petlje. Prve dvije služe za kontrolu jednog ventila, a druge dvije služe za kontrolu drugog ventila. Sljedeći dio petlje odnosi se na pružanje informacija korisniku. Funkcija „*nextSprinkleTime*();“ služi da se korisniku prikaže kada je sljedeće zalijevanje/navodnjavanje. Funkcija uspoređuje sva vremena koje je korisnik postavio i uspoređuje ih sa trenutnim vremenom kako bi se moglo u aplikaciju poslati informaciju o sljedećem ciklusu zalijevanja. Sljedeća funkcija koja se izvršava je „*setAll*();“ funkcija. „*setAll*();“ funkcija šalje sve potrebne podatke kao što su

(trenutno vrijeme, stanje ventila, temperatura, upozorenje odgode i vrijeme sljedećeg ciklusa zalijevanja) u mobilnu aplikaciju kako bi se ti podatci prikazali korisniku. Na samom kraju *void loop* petlje nalazi se naredba „*delay* (1000)“ koja govori da se nakon izvršavanja *void loop* petlje napravi odgoda od jedne sekunde. Da nema odgode od jedne sekunde *void loop* petlja bi se neprestano izvršavala što u ovom slučaju nije potrebno, a samim time manje opterećujemo radnu memoriju mikročipa.

4.1.3 Kreiranje mobilne aplikacije za upravljanje sustavom navodnjavanja

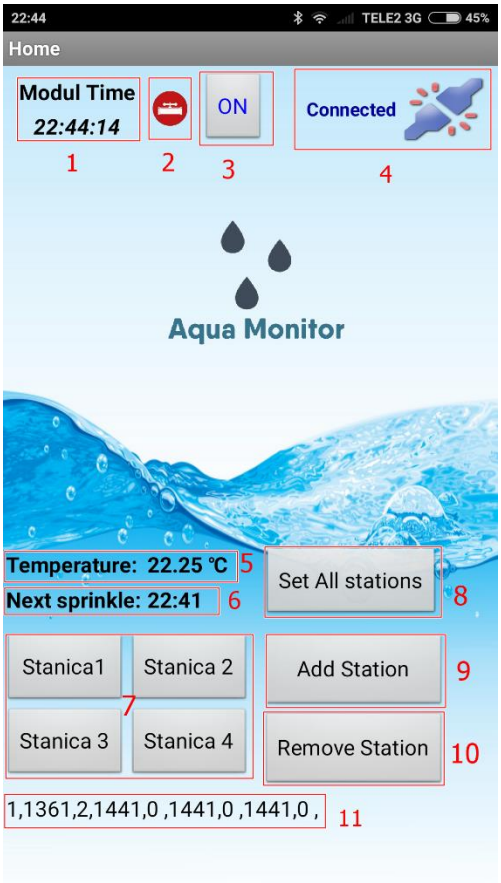
U ovom poglavlju prikazati će se završni izgled kreirane aplikacije u već spomenutom *MIT APP inventoru* te će se objasniti dijelovi aplikacije i kako ju korisnik može koristiti.. Prilikom otvaranja aplikacije prikazuje nam se početni ekran (slika 4.12) koji od korisnika zahtjeva da se preko *Bluetooth* veze spoji na centralnu jedinicu.



Slika 4.12 Ulazak u kreiranu aplikaciju sustava za navodnjavanje

Korisniku se pritiskom na ikonu (*Press to Connect*) otvara novi ekran na kojem ima mogućnost spajanja aplikacije sa centralnom jedinicom pomoću *Bluetooth* veze. Nakon što je veza uspostavljena, korisniku se otvara glavni prozor aplikacije prikazan na slici 4.13. Na slici glavnog prozora numerirani su dijelovi aplikacije koji će se u daljnjem tekstu objasniti. Pri vrhu u gornjem lijevom kutu nalazi se trenutno vrijeme centralne jedinici (označeno brojem 1) kako bi korisnik znao da li se stvarno vrijeme i vrijeme centralne jedinice podudaraju. Crvena ikona ventila (označeno brojem 2) prikazuje korisniku da li je neki od ventila trenutno uključen. Ako nije, ikona je crvene boje kao što je prikazano na slici 4.13. No kada je

zalijevanje u tijeku i kada je jedan od ventila otvoren ikona mijenja boju iz crvene u zelenu i obavještava korisnika da je jedan od ventila otvoren. Gumb „ON“ (označen brojem 3) daje korisniku mogućnost da isključi ili uključi cijelu stanicu. Ako je stanica uključena tekst gumba je „ON“ kao što je prikazano na slici. Kada korisnik isključi centralnu jedinicu tekst gumba mijenja se u „OFF“. To može biti korisno kada se servisira sustav ili kada dođe do puknuća cijevi koju treba promijeniti. Tada nije poželjno da korisnik jednu po jednu stanicu isključuje već može isključiti čitavu centralnu jedinicu pritiskom na jedan gumb.



Slika 4.13 Glavni prozor kreirane mobilne aplikacije

Bitno je spomenuti da iako je korisnik isključio centralnu jedinicu njemu se i dalje prikazuju sve potrebne informacije u aplikaciji. Gumb „*Connected*“ omogućuje korisniku prekid *Bluetooth* veze. Polje prozora (označeno brojem 5) prikazuje trenutnu temperaturu u centralnoj jedinici, dok polje (označeno brojem 6) prikazuje korisniku kada slijedi sljedeće zalijevanje. Pod poljem (označeno brojem 7) nalaze se stanice koje korisnik može koristiti. U ovom slučaju imamo četiri. Gumb (označeno brojem 8) služi za slanje podataka centralnoj jedinici. Kada je korisnik konfigurirao sve stanice tada pritiskom na gumb „*Set All stations*“ šalju se podatci o stanicama centralnoj jedinici. Gumbi (9 i 10) služe za dodavanje ili brisanje stanica. U ovo projektu H-most koji se koristi može upravljati samo sa dva elektromagnetska

ventila, te nam stanica 3 i 4 nisu potrebne. Polje (označeno brojem 11) neće biti vidljivo korisniku, a ono nam prikazuje na koji način se odvija komunikacija s centralnom jedinicom. Kao što je spomenuto, u programiranju će se koristiti samo minute u danu, ne i sate, zbog lakšeg pisanja koda.

U sljedećem tekstu komentirat će se niz brojeva koji se šalju centralnoj jedinici (1,1361,2,1441,0,1441,0,1441,0). Početni broj jedan odnosi se na gumb „ON“. Ako je korisnik uključio centralnu jedinicu aplikacija će centralnoj jedinici poslati broj 1. U slučaju kada je centralna jedinica isključena „OFF“ aplikacija će poslati centralnoj jedinici broj 0 umjesto 1. Sljedeća dva broja (1361,2) odnose se na stanicu 1, nakon čega slijedi stanica tri i stanica četiri. Svaka stanica ima dvije varijable koje se šalju centralnoj jedinici. Prva varijabla je početak zalijevanja (1361 minuta u danu), što znači da će se prva stanica uključiti u 22:41 sati. Sljedeća varijabla je trajanje zalijevanja (2 min) koju je također korisnik odredio. Isto pravilo slijedi i za sljedeće tri stanice. U slučaju na slici 4.13 sljedeće tri stanice su isključene te je njihovo vrijeme zalijevanja postavljeno na 1441. To je zbog toga jer ne možemo postaviti „0“ ako stanica nije uključena jer je nulta minuta u danu 00:00, te bi se u to vrijeme stanica uključila. Zbog toga je uzet broj 1441 jer dan ima 1440 minutu što znači da 1441 minuta ne postoji i stanica se neće isključiti.

Kada korisnik želi podesiti željenu stanicu potrebno je stisnuti gumb željene stanice i otvara se prozor odabrane stanice (slika 4.14).



Slika 4.14 Prozor za podešavanje parametara stanice

Klikom na gumb (označeno brojem 1) otvara se klizni prozor gdje se može odabrati vrijeme početka zalijevanja, a klikom na gumb (označeno brojem 2) odabire se vrijeme trajanja zalijevanja. Polja (označena brojevima 3,4 i 5) daju korisniku povratne informacije o podešenim parametrima. Kada je korisnik završio sa podešavanjem stanice potrebno je pritisnuti gumb „Set Station“ kako bi se podatci spremili i kasnije poslali centralnoj jedinici. Nakon toga aplikacija korisnika ponovno vraća u glavni prozor aplikacije (slika 4.13). Na slici (4.15) prikazan je jedan dio koda u *MIT App inventor* programu.



Slika 4.15 Kod u *MIT App inventor* programu

5. TESTIRANJE I REZULTATI PROJEKTA

Za provedbu ovog projekta bilo je potrebno oko 2-3 mjeseca. Razlog je taj jer su sve korištene komponente naručene sa E-Bay trgovine te je potrebno puno više vremena da se one dostave, no to je ujedno i pridonijelo cijeni samog projekta. Cijena za izradu prototipa nije bila visoka te je najskuplja komponenta bila elektromagnetski ventil (65 kn) iz razloga jer ima niski radni napon što je idealno za rad s Arduino UNO mikrokontrolerom. Ostale komponente bile su nešto jeftinije:

- Arduino UNO (40 kn),
- Bluetooth modul HC-05 (26 kn),
- Mjerač vremena DS3231 (20 kn),
- Senzor za kišu (7 kn),
- ATMEGA 328p-pu mikročip (25 kn),
- H-most L9110S (7 kn).

Ostale komponente (otpornici, vodiči, eksperimentalna pločica, alkaten cijevi) su zanemarive cijene.

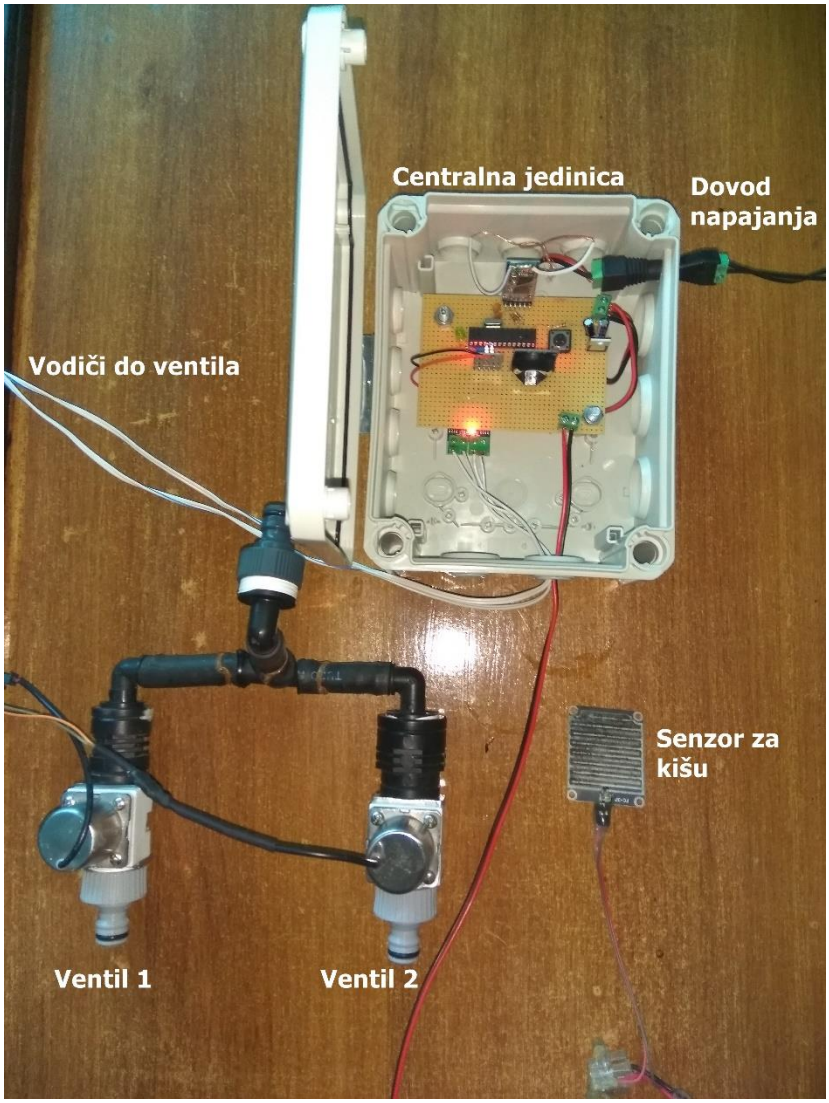
Tijekom izrade prototipa proveden je veliki broj eksperimenata te se je koristila eksperimentalna pločica. Izrađeni prototip pruža korisniku spajanje 2 ventila i kontrolu sustava putem mobilne aplikacije. Pri izradi projekta jedan od većih problema bilo je prijenos podataka preko HC-05 Bluetooth modula. U samom startu i tijekom testiranja modula sve se je razvijalo prema planu. No kada se je sa kreirane aplikacije prema Arduino mikrokontroleru preko Bluetooth modula poslalo više informacija tj. više nizova brojeva tada je nastao prvi veći problem. Problem je bio što je Arduino mikrokontroler primio samo jedan dio tih informacija, a ne cjelokupan niz brojeva. Nakon dužeg istraživanja Bluetooth modula i Arduino UNO sučelja, problem se je riješio na način da u kodu gdje postoji naredba za primanje podataka postavimo dulji vremenski razmak za primanje signala (*delay*). Sljedeći problem koji je važno istaknuti jesu spojevi i vodiči koji su korišteni za provođenje eksperimenata. Za testiranje koristila se je eksperimentalna pločica i vodiči (*jumper wires*) za spajanje korištenih komponenti. Tijekom testiranja pregorio je H-most i regulator napona (LM7805) koji smo koristili za napajanje mikročipa i komponenti. To se je dogodilo zbog jeftine izvedbe eksperimentalne pločice kao i vodiča (*jumper wires*) koji su se koristili.

Na (5.1) je prikazan završni izgled prototipa „Mobilno upravljanog sustava za navodnjavanje“. Realizacijom projekta uspjelo se je ostvariti početni zadani cilj koji je bio da se korisniku omogući lakšu navigaciju kroz sustav, da se korisniku omogući daljinsko upravljanje sustava za navodnjavanje pomoću pametnog telefona i da su korisniku na jednom mjestu jasno vidljive potrebne informacije o sustavu. Nakon što je prototip izrađen bio je tri mjeseca u fazi testiranja. Ono što se je provjeravalo pri testiranju:

- Je li sustav stabilan (što znači da nema gubljenja informacija nakon određenog vremena),
- Je li sustav funkcionalan (nakon određenog vremena (mjesec dana, dva mjeseca itd.)),
- Jesu li sve komponente u funkcionalnom stanju (da li se korisnik može u svakom trenutku spojiti na centralnu jedinicu, da li korisnik ima uvid u potrebne informacije o sustavu, da li su moduli u funkcionalnom stanju (senzor za kišu, H-most, mjerač vremena)).

Nakon provedbe testiranja zaključak je da je sustav u funkcionalnom stanju te da nema većih poteškoća tijekom rada sustava. No, ipak jedan se je problem pojavio, a to je uspostavljanje Bluetooth veze preko HC-05 Bluetooth modula. Taj se problem dešavao, kao što je već spomenuto zbog jeftine izrade eksperimentalne pločice. Korištena pločica naručena je s E-Bay trgovine zbog niže cijene, no uspostavilo se da su rupice za pinove preveliki, te treba obratiti pozornost kako se postavlja određeni modul na pločicu. Za potpunu realizaciju projekta potrebno je sklop smjestiti u vodootporno kućište zbog toga jer se centralne jedinice obično nalaze u vlažni prostorima ili su pak izložene direktnim utjecajem vanjskih uvjeta.
Ono što su mane ovog prototipa i što bi u budućnosti trebalo nadograditi je:

- Mogućnost upravljanja više ventila,
- Dati mogućnost korisniku da odabere koje dane će mu određena stanica navodnjavati,
- Dati mogućnost da jedna stanica može zalijevati dva puta u danu
- Dodati senzor vlažnosti tla.



Slika 5.1 Prototip mobilno upravljanog sustava za navodnjavanje

6. METODIČKI DIO

6.1 Analiza sadržaja nastavnih programa strukovnog obrazovanja

Tijekom realizacije projekta, kao teme diplomskog rada, obrađeni su različiti sadržaji povezani s temom, a koji su važni sa stajališta strukovnog obrazovanja. Tako su tijekom ovog procesa obrađeni različiti segmenti sadržaja, kao što su:

- Programiranje sklopovlja,
- Arduino UNO razvojna platforma,
- Kontrola elektromagnetskog ventila,
- Uspostava komunikacije pomoću Bluetooth komunikacijske veze,
- Komunikacija među elektroničkim sklopovima,
- Spajanje sklopovlja,
- Korištenje elektroničke sheme,
- Izrada aplikacije za pametni telefon,
- Upravljanje LED-diodama.

Takvi segmenti, kao što su programiranje, spajanje sklopa, korištenje elektroničke sheme intenzivno se koriste tijekom obrazovanja u srednjim strukovnim školama. U današnje vrijeme sve se više koriste različiti sustavi i uređaji koji u svojoj podlozi sadrže neki programski kod koji njima upravlja, a programiranje u obrazovanju svakim danom postiže sve veći značaj. Također, postoje razne platforme koje se koriste u obrazovanju za izradu sklopova, među kojima je zasigurno najraširenija Arduino platforma. Zbog svoje jednostavnosti i mogućnosti korištenja raznih modula sve više vježbi i projekata u strukovnim školama izvedeno je pomoću Arduino platforme. Nadalje, kontrola elektromagnetskog ventila, uspostava Bluetooth komunikacije, korištenje elektroničke sheme, upravljanje LED diodama samo su neke od potencijalnih tema od kojih se pojedine već nalaze u današnjim programima obrazovanja (upravljanje LED diodama, korištenje elektroničke sheme i sl.). Uvođenjem ostalih segmenata povezanih s temom ovog rada, poput kontrole rada elektromagnetskog ventila, uspostava Bluetooth komunikacije, izrada aplikacije i sl., znatno bi se poboljšao postojeći program obrazovanja u srednjim strukovnim školama elektrotehničkog usmjerenja, a samim time bi se učenicima dao bolji uvid u upravljanje tehničkim sklopovljima i u nove tehnologije.

Teme povezane s prethodno izdvojenim sadržajima se uglavnom obrađuju u nastavnim programima srednjih strukovnih škola u kojima se učenici obrazuju za zanimanja kao što su:

- Tehničar za elektroniku,
- Tehničar za mehatroniku,
- Elektroničar i sl.

Naravno da se svi segmenti koji su nabrojani ne mogu realizirati tijekom jedan ili dva školska sata, zbog toga bi bilo prikladno segmente obrađivati po cjelinama. Npr., sigurno se prije spajanja sklopa treba obraditi tema korištenja elektroničke sheme gdje se učenike uvodi i prikazuju im se simboli elektroničkih elemenata prema standardima koji se koriste. Za prikaz sadržaja nastavnog predmeta, kao i priprema za izvođenje nastave, odabran je nastavni predmet „Radioničke vježbe“, koje se provode kroz cijelo četverogodišnje obrazovanje, no segmenti ovog projekta prikladniji su četvrtom razredu zanimanja Tehničara za mehatroniku. Kao što je prethodno spomenuto, nastavni predmet Radioničke vježbe izvodi se u četvrtom razredu, te je nastavno opterećenje za učenike koji se osposobljavaju za Tehničara za mehatroniku 2 sata tjedno, odnosno 70 sati godišnje. Tablicom 6.1 prikazan je sadržaj nastavnog predmeta „Radioničke vježbe“ koji je po strukturi usko povezan sa segmentima ovog diplomskog rada. U postojeći sadržaj nastavnog predmeta „Radioničke vježbe“ dodana su dva segmenta iz ovog diplomskog rada, koji bi učenicima dali bolji uvid u tehnologiju koja se danas koristi. Prva tema je „Arduino UNO – upravljanje elektromagnetskim ventilom“. U današnje vrijeme sve se više koriste elektromagnetski ventili za kontrolu protoka vode, bilo za sustave navodnjavanja, kontrolu protoka u vodoopskrbnim sistemima, kontrolu protoka vode u perilici za rublje ili perilici za posuđe, itd. Za izvođenje ove vježbe učenike se najprije treba upoznati s principom rada elektromagnetskog ventila, te ima dati postojeće primjene takvih ventila u stvarnom svijetu. Nadalje, učenike se treba upoznati s programiranjem i kontrolom takvih ventila, pri čemu je poželjno demonstrirati rada ventila na modelu. Uzimajući u obzir učeničko predizanje, zadaju se prikladni zadatci kojima se učenike upoznaje s radom i programiranjem elektromagnetskih ventila. Sljedeća tema koja je dodana u sadržaj nastavnog predmeta „Radioničke vježbe“ je „Arduino UNO – senzor za kišu“. Za realizaciju ove nastavne teme koristio bi se senzor za kišu, kojega bi učenici programirali i testirali. Učenike je potrebno upoznati i s principom rada i načinom programiranja korištenog senzora. Pri tom učenicima treba prikazati postojeće primjere korištenja takvih senzora iz stvarnog svijeta te prikazati rad i svrhu senzora na modelu. Ujedno je potrebno učenicima zadati zadatke koji su primjereni njihovoj dobi i predznanju kako bi se što lakše upoznali sa načinom rada i

programiranjem takvih senzora. Senzori koji se danas koriste, kao što su senzor pokreta pri otvaranju dvorišnih vrata ili paljenju noćne rasvjete, senzor udaljenosti za detekciju predmeta u prostoru, rade na istom principu kao i senzor za kišu te bi se učenici uvođenjem ove teme upoznali sa primjenom i kontrolom takvih senzora.

Tablica 6.1 Sadržaji nastavnog predmeta „Radioničke vježbe“

Nastavna cjelina	Nastavni sadržaj	Očekivani ishodi
Organizacija rada	Organizacija rada u elektrotehničkoj radionici	Definirati plan i program, unutarnju organizaciju, radnu disciplinu, radna mjesta i alat u elektrotehničkoj radionici
Zaštita na radu	Mjere zaštite od električnog udara i pružanje prve pomoći unesrećenima	Primijeniti mjere zaštite od elektroničkog udara i prikazati pružanje prve pomoći unesrećenom
Električne sheme	Simboli i vrste električnih shema u elektrotehnici	Prepoznati simbole u elektroničkim shemama i primijeniti ih kod crtanja shema u elektronici
Mikrokontroler	Arduino UNO	Objasniti i opisati građu mikrokontrolera Arduino UNO, te načine spajanja s drugim elektroničkim elementima i komponentama
	Arduino UNO – programiranje i spajanje mikrokontrolera	Objasniti i demonstrirati korištenje programskog alata za pisanje programskog koda. Prikazati način spajanja ulaznih i izlazih portova Arduino UNO mikrokontrolera
	Arduino UNO – treptalo	Napisati programski kod za treptanje LED-diode. Nacrtati shemu spajanja u aplikaciji Circuits.io. Spojiti mikrokontroler Arduini UNO s led diodom
	Arduino UNO – korištenje *serial monitor* - funkcije	Objasniti i demonstrirati korištenje *serial monitor* funkcije.
	Arduino UNO – Led semafor	Napisati programski kod za LED – semafor. Nacrtati shemu spajanja u aplikaciji Circuits.io, Povezati mikrokontroler s LED – diodama

	Arduino UNO – upravljanje elektromagnetskim ventilom	Nabrojati dijelove i objasniti princip rada elektromagnetskog ventila. Napisati programski kod za upravljanje elektromagnetskim ventilom. Spojiti mikrokontroler Arduino UNO s elektromagnetskim ventilom
	Arduinino UNO – LED zaslon	Napisati programski kod za ispisivanje različitih alfanumeričkih znakova na LCD zaslonu. Nacrtati shemu spajanja u Circuits.io aplikaciji te povezati mikrokontroler Arduino UNO s LED zaslonom.
	Arduino UNO – Koračni motor	Napisati programski kod za kontrolu vrtnje koračnog motora. Povezati mikrokontroler Arduino UNO s koračnim motorom
	Arduino UNO – Servo motor	Napisati programski kod za kontrolu vrtnje servo motora, t povezati mikrokontroler Arduino UNO sa servo motorom
	Arduino UNO – Mjerenje temperature pomoću termistora	Napisati programski kod za mjerenje temperature, povezati Arduino UNO s osjetilom temperature (termistorom)
	Arduino UNO – senzor za kišu	Napisati programski kod za detekciju kiše. Povezati mikrokontroler Arduino UNO sa senzorom za kišu.

U prilogu ovog rada razrađena je cjelovita priprema za nastavu iz predočenog reduciranog nastavnog programa predmeta Radioničke vježbe. Prikazana priprema za izvođenje nastave odnosi se na temu „Arduino UNO – upravljanje elektromagnetskim ventilom“, što podrazumijeva učeničko ovladavanje nastavnim sadržajima iz tema koje prethode te predznanja iz korištenja i programiranja Arduino UNO razvojne platforme.

7. ZAKLJUČAK

Glavni cilj ovog diplomskog rada bio je izrada prototipa mobilno upravljanog sustava za navodnjavanje, što je i realizirano. Vodu kao najdragocjeniji resurs na zemlji treba što racionalnije koristiti, a takav sustav kao što je mobilno upravljani sustav za navodnjavanje, osim što čovjeku korisniku olakšava zalijevanje raznih površina, ujedno i pomaže u uštedi vode, a samim time i novca. Kroz rad su prikazani neki od glavnih dijelova koji su bili potrebni za realizaciju projekta. Kao najzahtjevniji segment rada ističe se programiranje ATMEGA328P-PU mikrokontrolera i izrada mobilne aplikacije za upravljanje sustavom. Za samo programiranje ipak je potrebno neko predznanje iz programskog jezika koje se koristi kako bi mikrokontroler izvršavao željene zadatke uz korištenje što manje radne memorije. Također, prikazan je prototip mobilno upravljanog sustava za navodnjavanje koji se može koristiti kako za kućnu, tako i za profesionalnu upotrebu. Navedeni su prednosti automatiziranih sustava za navodnjavanje koji se danas najčešće koriste, kao i njihovi nedostaci, te je zbog nekih od nedostataka odabrana i ova tema diplomskog rada. Za komercijalizaciju mobilno upravljanog sustava za navodnjavanje ukloniti nedostatke koji su ranije spomenuti u diplomskom radu. U radu se je prikazan metodički dio u kojem je analiziran nastavni program srednje strukovne škole Tehničara za mehatroniku, koji je povezan sa sadržajem teme ovog diplomskog rada. Teme koje su prikazane i dijelovi ovog diplomskog rada usko su povezane, te se programiranje i upravljanje mikročipovima u današnje vrijeme sve više uvodi u program obrazovanja srednjih strukovnih škola. U današnje vrijeme sve više se koriste razno razni automatizirani sustavi te se zbog toga u obrazovanje treba uvoditi teme o upravljanju takvim sustavima kako bi učenici upoznali načine na koji se ti sustavi mogu upotrijebiti. Također, programiranje takvih sustava bi se trebalo implementirati u nastavni program srednjih strukovnih škola kako bi se učenici što bolje osposobili za zanimanje u kojem će moći kontrolirati, nadzirati i vršiti eventualne popravke takvih sustava.

S V E U Č I L I Š T E U R I J E C I

ODSJEK ZA POLITEHNIKU

Ime i prezime: **Sebastijan Mofardin**

P R I P R E M A
Z A I Z V O Đ E NJ E N A S T A V E

Škola: **Elektroindustrijska i obrtnička škola** Mjesto: **Rijeka**
Razred: **4. A**
Nastavni predmet: Radioničke vježbe
Kompleks: Mikrokontroler
Metodička (nastavna) jedinica: Arduino UNO – upravljanje elektromagnetskim ventilom

S A D R Ž A J N I P L A N

Podjela kompleksa na teme (vježbe, operacije)
(Uz svaku temu /vježbu, operaciju/ navedite broj nastavnih sati i podvucite onu koja se u pripremi obrađuje)

Redni broj	Naziv tema u kompleksu	Broj sati	
		teorija	vježbe
1.	Arduino UNO	2	0
2.	Arduino UNO – programiranje i spajanje mikrokontrolera	1	1
3.	Arduino UNO – treptalo	1	1
4.	Arduino UNO – korištenje *serial monitor* – funkcije	1	1
5.	Arduino UNO – Led semafor	1	1
6.	Arduino UNO – upravljanje elektromagnetskim ventilom	1	1
7.	Arduinino UNO – LED zaslon	1	1
8.	Arduino UNO – Koračni motor	1	1
9.	Arduino UNO – Servo motor	1	1
10.	Arduino UNO – Mjerenje temperature pomoću termistora	1	1
11.	Arduino UNO – senzor za kišu	1	1
3			

Karakter teme (vježbe, operacije) – metodičke jedinice

Formativno – obrada sadržaja zbog osposobljavanja učenika za upravljanje elektromagnetskim ventilima uz pomoć Arduino razvojne platforme

PLAN VOĐENJA ORGANIZACIJE NASTAVNOG PROCESA

Cilj (svrha) obrade metodičke jedinice:
(Navedite ŠTO OD UČENIKA OČEKUJETE na kraju, nakon obrade nastavne građe, zbog čega se građa obrađuje)

Upoznati učenike s dijelovima i principom rada elektromagnetskog ventila kao i programiranje istih u svrhu kontrole i upravljanja takvim ventilima u uređajima i sustavima u kućanstvu i industriji

Ishodi učenja (postignuća koja učenik treba ostvariti za postizanje cilja):
(Posebno upišite koja znanja; koje vještine i umijeća, te koju razinu samostalnosti i odgovornosti učenik treba steći nakon obrade nastavne teme. Ishode formulirati jasno i jednoznačno kako bi se mogli nedvojbeno provjeriti evaluacijom.)

ZNANJE I RAZUMIJEVANJE *(obrazovna postignuća)*:
- Nabrojati i prikazati dijelove elektromagnetskog ventila na modelu
- Objasniti princip rada korištenog elektromagnetskog ventila
- Objasniti za što se koristi elektromagnetski ventil

VJEŠTINE I UMIJECA *(funkcionalna postignuća)*:
- Pravilno spojiti zadanu shemu radnog zadatka na eksperimentalnoj pločici
- Pravilno napisati programski kod za upravljanje elektromagnetskim ventilom u Arduino programskom sučelju

SAMOSTALNOST I ODGOVORNOST *(odgojna postignuća)*:
- Samostalno spojiti zadanu shemu radnog zadatka
- Samostalno napisati programski kod za upravljanje elektromagnetskog ventila
- Samostalno napisati programski kod za upravljanje LED dioda

Organizacija nastavnog rada – artikulacija metodičke jedinice:
(Pregledno u tablicu upišite, zasebno za uvodni, glavni i završni dio u obliku teza: ŠTO se obrađuje – sadržaj, KAKO se obrađuje – metode rada i KOLIKO se obrađuje – trajanje nastavnog rada)

Dio sata	Faze rada i sadržaj	Metodičko oblikovanje	Vrijeme (min)
UVODNI DIO	- Motivacija učenika za rad razgovorom o elektromagnetskom ventilu -Materijalno tehnička priprema – podjela potrebnih sredstava i materijala za rad	Razgovor sa učenicima o elektromagnetskom ventilu(5min) Nastavnik uz pomoć učenika dijeli sredstva i materijale za rad (2min)	5 min
GLAVNI DIO	- Upoznavanje učenika sa dijelovima i principom rada elektromagnetskog ventila (dijelovi ventila, vrste ventila, način rada ventila, način upravljanja ventilom) - Prikazivanje presjeka elektomagnetskog ventila -Prikazivanje i objašnjavanje pisanja koda u Arduino programskom sučelju *Radionička vježba* - Objašnjavanje elektroničke sheme radnog zadatka	Demonstracija rada elektromagnetskog ventila na modelu (8min) Demonstracija ključnih točki u pisanju koda (5min) Nastavnikovo izlaganje o ele. shemi radnog	70 min

	- Spajanje sheme radnog zadatka	zadatka (5min) Učenički rad na spajanju sheme radnog zadatka (10min)	
	- Programiranje Arduino mikrokontrolera	Učenički rad u Arduino programskom sučelju (40min)	15 min
ZAVRŠNI DIO	- Ponavljanje obrađenog gradiva o elektromagnetskim ventilima	Razgovor sa učenicima o elektromagnetskom ventilu (5min)	
	- Provjera ispravnosti učeničkih rješenja radnog zadatka	Nastavnikovo provjeravanje ispravnosti programskog koda (10min)	

Posebna nastavna sredstva, pomagala i ostali materijalni uvjeti rada:
(Navedite što je konkretno potrebno i količine koje su potrebne. Izdvojite zasebno sredstva, pomagala i ostalo.)

Nastavna sredstva

- PPT prezentacija o elektromagnetskim ventilima
- Arduino razvojno sučelje instalirano na računalima za učenike
- Arduino kompleti (Arduino UNO mikrokontroler, vodiči za spajanje, LED diode u boji, otpornici 220 Ω, prekidači 2x) 8kom
- Elektromagnetski ventil 8kom
- Model elektromagnetskog ventila

Nastavna pomagala

- Osobno računalo (8 kom)
- Prezentacijski projektor u učionici

Korelativne veze metodičke jedinice s ostalim predmetima i područjima:
(Navedite nastavni predmet i konkretno područje – temu.)

- Računalstvo i programiranje (Naredba grananja)
- Mikroupravljači (Programiranje analognih ulaza i izlaza)

Metodički oblici koji će se primjenjivati tijekom rada:

(Upišite na koji način ćete prezentirati sadržaj u pojedinom dijelu sata ili nastavnog rada)

Uvodni dio:

- Dijalogom o elektromagnetskom ventilu motiviram učenike za rad i uvodim ih u nastavnu cjelinu

Glavni dio:

- Prikazivanje presjeka elektromagnetskog ventila na slici na prezentaciji i na modelu kako bi učenici usvojili dijelove i rad elektromagnetskog ventila
- Izlaganje o shemi radnog zadatka
- Samostalan rad učenika – spajanje sheme radnog zadatka i pisanje programskog koda za kontrolu elektromagnetskog ventila

Završni dio:

- Dijalogom ponavljam gradivo o dijelovima, načinu rada i primjeni elektromagnetskih ventila koje smo obradili na satu

Izvori za pripremanje nastavnika:
(Literatura s potpunim bibliografskim podacima, prikupljenim podacima, uvidom u konkretnu praksu i drugo.)

- Zenzorović, Paolo: Arduino kroz jednostavne primjere, Hrvatska zajednica tehničke kulture, Zagreb 2014.
- Chu, J. i Feng, Y. Automatic control process of solenoid valve, School of Automation and Electrical Engineering, University of Technology and Education, Tianjin

Izvori za pripremanje učenika:
(Udžbenik ili/i pomoćna literatura s potpunim bibliografskim podacima i sl.)

- Zenzerović, P. (2013.) Arduino kroz jednostavne primjere- upravljanje LED diodama. Hrvatska zajednica tehničke kulture. Zagreb

- Bilješke sa sata

TIJEK IZVOĐENJA NASTAVE – NASTAVNI RAD

(Detaljna razrada teza iz tablice artikulacije – napisati onako kako će se izvoditi pred učenicima – "scenarij" nastavnog procesa)*

UVODNI DIO

Pozdravljam učenike. Započinjem nastavni sat prikazivanjem prvog slajda gdje se nalazi tema današnje nastavne jedinice.

Motivacija učenika za rad razgovorom o elektromagnetskom ventilu

Učenike pitam:

Da li znate što je to elektromagnetski ventil i da li ste se ikad susreli s njime?

➔ *Pitanje postavljam kako bi potakao razmišljanje o današnjoj temi te tako uveo učenike u današnji sat*

Ukoliko učenici ne znaju, pomažem im dajući primjere tvorevina i sustava u kojima se koristi elektromagnetski ventil.

Na sljedećem slajdu prikazujem kratki video na kojem je prikazan sustav za navodnjavanje koji za kontrolu protoka vode koristi elektromagnetske ventile. Video prikazujem kako bih dodatno motivirao učenike i još više ih zainteresirao za današnji radni zadatak.

Na ploču zapisujem naslov današnje teme „Arduino UNO – upravljanje elektromagnetskim ventilom", govorim učenicima da si sve što zapisujem na ploču prepišu u svoje bilježnice.

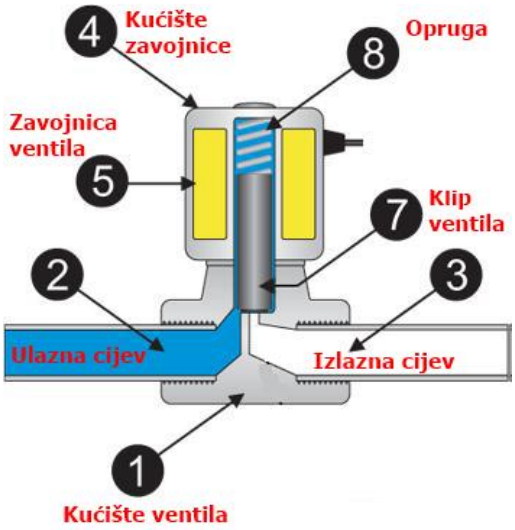
GLAVNI DIO

Upoznavanje učenika sa dijelovima i principom rada elektromagnetskog ventila

Učenicima na sljedećem slajdu prikazujem presjek elektromagnetskog ventila kojeg ćemo koristiti pri realizaciji nastavnog sata. Objašnjavam što je to elektromagnetski ventil i govorim učenicima da je elektromagnetski ventil, ventil koji nam služi za kontrolu protoka vode, te je upravljan pomoću elektromagneta. Zapisujem na ploču što je elektromagnetski ventil.

Na slajdu prikazujem dijelove ventila i za što oni služe, te skiciram presjek elektromagnetskog ventila i zapisujem njegove dijelove na ploču.

*Uložitenovestranicepapira, odnosnoonolikokolikozahtijevatekst "scenarija".



Dijelovi elektromagnetskog ventila: 1. kućište ventila, 2. Ulazna cijev vode, 3. Izlazna cijev vode, 4. Kućište zavojnice, 5. zavojnica ventila, 7. Klip ventila, 8. Opruga

Demonstracija rada elektromagnetskog ventila na modelu

Nakon prikaza dijelova elektromagnetskog ventila učenicima objašnjavam princip rada elektromagnetskog ventila kojeg ćemo koristiti na modelu elektromagnetskog ventila.

Za upravljanje ventila potreban nam je napon koji prolazi kroz zavojnicu i na taj način stvara magnetsko polje koje podiže i spušta klip elektromagneta i na taj način otvara i zatvara ventil.

Kada prema elektromagnetskom ventilu pošaljemo napon, struja koja prolazi kroz zavojnicu ventila stvara magnetsko polje koje podiže ili spušta klip ventila, ovisno da li želimo da je ventil u zatvorenom ili otvorenom stanju. Kod većine elektromagnetskih ventila imamo i oprugu koja se nalazi iznad klipa te nam služi da se klip brže vrati u zatvoreno stanje. Prilikom zatvaranja ventila zavojnica mijenja smjer magnetskog polja koje spušta ventil i dovodi ga u zatvoreno stanje.

Demonstracija ključnih točki u pisanju koda

Učenicima prikazujem primjer programiranog koda za upravljanje elektromagnetskim ventilom te im objašnjavam ključne točke u pisanju koda. Za realizaciju ove vježbe koristiti će se dva tipkala, jedan za otvaranje elektromagnetskog ventila i jedan za zatvaranje elektromagnetskog ventila. Također uz tipkala koristiti će se crvena LED-dioda koja će svijetliti kada je ventil zatvoren i zelena LED-dioda koje će svijetliti kada je ventil otvoren.

Objašnjavanje elektroničke sheme radnog zadatka

Učenicima sam prije početka sata podijelio sva potrebna sredstva za rad (eksperimentalnu pločicu, vodiče za spajanje, Arduino UNO mikrokontroler, elektromagnetski ventil, tipkala, LED-diode, otpornike). Na sljedećem slajdu prikazujem elektroničku shemu spajanja sklopa, koju su učenici dobili na radnom listu. Ukratko objašnjavam shemu radnoga zadatka, pritom naglašavajući ključne točke pri spajanju.

Spajanje sheme radnog zadatka

Pitam učenike da li imaju svi sve potrebne materijale, te ako imaju mogu započeti sa rješavanjem radnog zadatka. Prolazim kroz razred i nadgledavam rad učenika. Odgovaram na moguća pitanja i ispravljam greške ako ih ima. Učenicima tijekom cijelog sata napominjem da pitaju ako im nešto nije jasno. Napominjem učenicima da me pozovu kad završe sa spajanjem sheme elektroničkog sklopa kako bi provjerio ispravnost i kako ne bi došlo do oštećenja sklopa ili sučelja računala.

Programiranje Arduino mikrokontrolera

Nakon što su učenici uspješno spojili elektroničku shemu, zadajem im zadatak u kojemu će programirati rad elektromagnetskog ventila.

ZADATAK

Uz pomoć priložene sheme i dobivenih elemenata izraditi elektronički sklop za upravljanje elektromagnetskim ventilom. Potrebno je napisati programski kod koji nakon pritiska prekidača 1(P1) otvara elektromagnetski ventil i uključuje zelenu LED-diodu, a kada se pritisne prekidač 2 (P2), ventil se mora zatvoriti, isključuje se zelena LED-dioda i uključuje se crvena LED-dioda.

ZAVRŠNI DIO

Provjera ispravnosti učeničkih rješenja radnog zadatka

Nakon što su učenici riješili radni zadatak prozivam učenike da mi predstave njihova rješenja radnih zadataka. Provjeravam ispravnost pojedinih učeničkih programa i rada sklopa. Odgovaram na moguća pitanja i pojašnjavam moguće nejasnoće. Učenicima govorim da pospreme materijale i radna mjesta koje smo danas koristili.

Ponavljanje obrađenog gradiva o elektromagnetskim ventilima

Ponavljam gradivo sa učenicima postavljajući im pitanja.

Što je elektromagnetski ventil i pomoću čega je upravljan?

- Elektromagnetski ventil je ventil koji nam služi za kontrolu protoka vode, te je upravljan pomoću elektromagneta.

Koji su dijelovi elektromagnetskog ventila?

- Kućište ventila, ulazna cijev, izlazna cijev, kućište zavojnice, zavojnica ventila, klip ventila, opruga

Objasnite rad elektromagnetskog ventila?

- Za upravljanje ventila potreban nam je napon koji prolazi kroz zavojnicu i na taj način stvara magnetsko polje koje podiže i spušta klip elektromagneta i na taj način otvara i zatvara ventil.
- Kada prema elektromagnetskom ventilu pošaljemo napon, struja koja prolazi kroz zavojnicu ventila stvara magnetsko polje koje podiže ili spušta klip ventila, ovisno da

li želimo da je ventil u zatvorenom ili otvorenom stanju. Prilikom zatvaranja ventila zavojnica mijenja smjer magnetskog polja koje spušta ventil i dovodi ga u zatvoreno stanje.

Gdje se elektromagnetski ventil primjenjuje?

- Takvi ventili su najčešće korišteni u vodoopskrbnim postrojenjima, no osim kontrole vode mogu nam služiti i za kontrolu protoka zraka, plinova, naftnih derivata, te za kontrolu drugih fluida.

➔ *Pitanja postavljam kako bi učenici utvrdili gradivo današnjeg sata*

Učenicima najavljujem sljedeću temu „Arduino UNO – LED zaslon“ pozdravljam ih te im se zahvaljujem na suradnji.

Evaluacija

Aktivnosti učenika ću ocijeniti prema sljedećim kriterijima:

- funkcionalnost sklopa
- točnost spajanja sheme
- programiranje mikrokontrolera

Ocjena funkcionalnosti sklopa:

(5) odličan:	Učenikov sklop radi ispravno, nastavnikova pomoć nije bila potrebna ili je bila minimalna. Učenik aktivno sudjeluje u nastavi i odgovorno se odnosi prema sredstvima za rad
(4) vrlo dobar:	Učenikov sklop radi ispravno, bila je potrebna nastavnikova pomoć. Učenik aktivno sudjeluje u nastavi, odgovorno se odnosi prema sredstvima za rad
(3) dobar:	Učenik ima manje greške u radu sklopa koje nije riješio niti uz nastavnikovu pomoć. Učenik aktivno sudjeluje u nastavi i odgovorno se odnosi prema sredstvima za rad
(2) dovoljan:	Učenik ima veće greške u radu sklopa, odgovorno se odnosi prema sredstvima za rad
(1) nedovoljan:	Učenik nije niti započeo izrađivati sklop, nezainteresiran je, ne želi raditi te se neodgovorno ponaša prema sredstvima za rad

Ocjena točnost spajanja sheme:

(5) odličan:	Učenik je točno prema shemi spojio sklop, nastavnikova pomoć nije bila potrebna. Učenik aktivno sudjeluje u nastavi i odgovorno se odnosi prema sredstvima za rad
(4) vrlo dobar:	Učenik je prema shemi spojio sklop uz minimalnu pomoć nastavnika. Učenik aktivno sudjeluje u nastavi i odgovorno se odnosi prema sredstvima za rad
(3) dobar:	Učenik je prema shemi spojio sklop uz nastavnikovu pomoć. Učenik aktivno sudjeluje u nastavi i odgovorno se odnosi prema sredstvima za rad
(2) dovoljan:	Učenik nije spojio sklop prema shemi, , odgovorno se odnosi prema sredstvima za rad
(1) nedovoljan:	Učenik je nezainteresiran, ne želi raditi ili se neodgovorno ponaša prema sredstvima za rad

Ocjena točnost programiranja:

(5) odličan:	Učenik je točno isprogramirao mikrokontroler, nastavnikova pomoć nije bila potrebna ili je bila minimalna. Učenik aktivno sudjeluje u nastavi i odgovorno se odnosi prema sredstvima za rad
(4) vrlo dobar:	Učenik je točno isprogramirao mikrokontroler uz pomoć nastavnika. Učenik aktivno sudjeluje u nastavi i odgovorno se odnosi prema sredstvima za rad
(3) dobar:	Učenik nije točno isprogramirao mikrokontroler niti uz pomoć nastavnika. Učenik aktivno sudjeluje u nastavi i odgovorno se odnosi prema sredstvima za rad
(2) dovoljan:	Učenik nije isprogramirao mikrokontroler, odgovorno se odnosi prema sredstvima za rad
(1) nedovoljan:	Učenik je nezainteresiran, ne želi raditi ili se neodgovorno ponaša prema sredstvima za rad

Izgled ploče

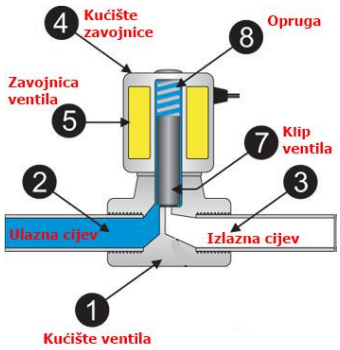
(Skicirati potpuni izgled ploče nakon obrađene teme /naslov, skice, crteži, tekst/ .)

Arduino UNO – upravljanje elektromagnetskim ventilom

Elektromagnetski ventil je ventil koji nam služi za kontrolu protoka vode, te je upravljan pomoću elektromagneta.

Dijelovi elektromagnetskog ventila:

- Kućište ventila
- Ulazna/izlazna cijev
- Zavojnica ventila
- Kućište zavojnice
- Opruga
- Klip ventila



_____

(potpis studenta)

*Pregledao:_____

*Datum:_____

Osvrt na izvođenje:

(Sažet kritički osvrt na sadržajnu, stručno – teorijsku, organizacijsko – tehničku i subjektivnu komponentu vođenja nastavnog procesa.)

*Ocjena:_____ _____ _____

(Potpis ocjenjivača) (Datum)

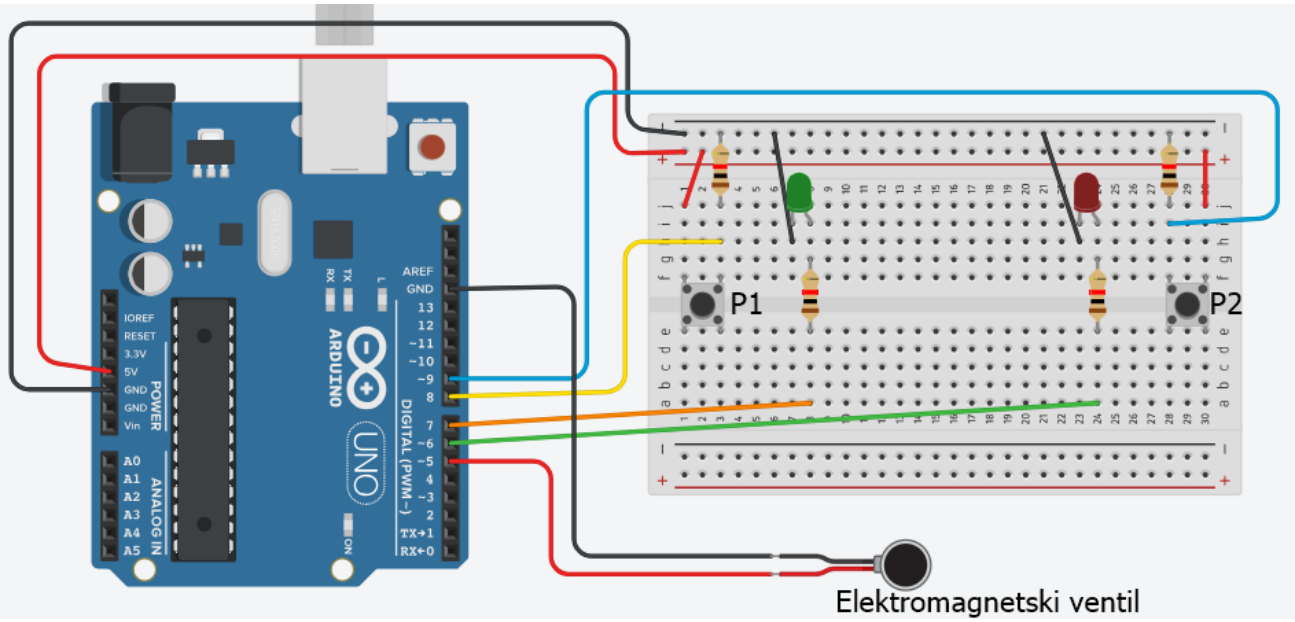
*Popunjava se ako se obrazackoristi za nastavnupraksustudenata.

Radni list	***Naziv vježbe:*** Upravljanje elektromagnetskim ventilom pomoću Arduino UNO mikrokontrolera	*Ime i prezime:*

1. Radni zadatak

Uz pomoć priložene sheme i dobivenih elemenata izraditi elektronički sklop za upravljanje elektromagnetskim ventilom. Potrebno je napisati programski kod koji nakon pritiska prekidača 1(P1) otvara elektromagnetski ventil i uključuje zelenu LED-diodu, a kada se pritisne prekidač 2 (P2), ventil se mora zatvoriti, isključuje se zelena LED-dioda i uključuje se crvena LED-dioda.

2. Shema elektroničkog sklopa



3. Sredstva za izvođenje vježbe

- 1x Arduino Uno mikrokontroler
- 1x USB kabel
- 1x Crvena LED dioda
- 1x Zelena LED dioda
- 2x prkidač
- 1x elektromagnetski ventil
- 4x otpornik 220 Ω
- 8x vodiča za eksperimentalnu pločicu
- 1x eksperimentalna pločica

4. Tijek rada *(kraći opis provedbe vježbe)*

1 Proučiti dokumentaciju i pripremiti sredstva za izvođenje vježbe, te prema shemi spojiti sklop. Uz pomoć Arduino razvojnog alata izraditi pripadajući program, unijeti ga u mikrokontroler i ispitati funkcionalnost sklopa.

2 Započni praktični rad, radi pozorno i uredno. Za pomoć i nejasnoće obrati se nastavniku.

3 Pospremi radno mjesto.

Instrukcijski list	Naziv vježbe: Upravljanje elektromagnetskim ventilom pomoću Arduino UNO mikrokontrolera	Ime i prezime:
Radna operacija	**Uputa za rad**	
1. Pripremanje elemenata za spajanje elektroničkog sklopa	Prepoznati dobivene elemente i pripremiti radno mjesto za početak spajanja elektroničkog sklopa.	
2. Postavljanje elemenata na eksperimentalnu pločicu	Prema shemi elektroničkog sklopa postavi elemente na odgovarajuće mjesto na eksperimentalnu pločicu.	
3. Spajanje elemenata pomoću vodiča	Prema shemi elektroničkog sklopa, pomoću vodiča za spajanje spoji elemente postavljene na eksperimentalnu pločicu sa Arduino mikrokontrolerom. Obratiti pozornost na spajanje plus i minus pola sa LED diodama, elektromagnetskim ventilom.	
4. Programiranje Arduino UNO mikrokontrolera	Preko USB kabela spojite Arduino mikrokontroler sa računalom. Koristeći upute i primjere na informacijskom listu napišite kod tako da sklop radi prema zadanom radnom zadatku	

INFORMACIJSKI LIST	*Naziv vježbe:* Upravljanje elektromagnetskim ventilom pomoću Arduino UNO mikrokontrolera	*Ime i prezime:*

1. Potrebne informacije o sklopovlju

Arduino Uno sklop

- je platforma otvorenog koda, jednostavna razvojna pločica s ulazno/izlaznim priključcima i besplatnom programskom podrškom.



Elektromagnetski ventil

- elektromagnetski ventil je ventil koji nam služi za kontrolu protoka vode, te je upravljan pomoću elektromagneta. Ventil koji će se koristiti za realizaciju ove vježbe je normalno zatvoren ventil. To znači da ako na zavojnici ventila nemamo napona, ventil je zatvoren. Kada na zavojnicu ventila pošaljemo napon, ventil se otvara i ostaje u otvorenom stanju sve dok na zavojnici ima napona.



2. Zaštita na radu (popis i način korištenja potrebnih sredstava)

- Prije spajanja Arduino mikrokontrolera pomoću USB-a na računalo provjeriti da li je RFID modul spojen na 3.3V te provjeriti da li su svi vodiči ispravno spojeni.
- Provjeriti da li su ispravno spojene LED diode (anoda na plus, katoda na minus pol).
- Provjeriti ostale spojeve kako ne bi došlo do oštećenja sklopa ili sučelja računala.

3. *Primjer koda*

3.1 Primjer upravljanja LED diodama

```
int LED1=7; // definiramo na kojem nam je pinu spojena LED dioda

void setup() {
  pinMode(LED1,OUTPUT); //govorimo Arduinu da ćemo pin na koji je
                        //spojena LED dioda koristiti kao izlazni pin
}

void loop() {
  digitalWrite(LED1,HIGH); //uključi LED diodu (napon HIGH);
  delay(1000); //Čekaj 1 sekundu
  digitalWrite(LED1,LOW); // isključi LED diodu (napon LOW);
}
```

3.2 Primjer IF-ELSE petlje

```
void loop() {
  int broj=0; //zadajemo novu varijablu
  Serial.print("upiši broj");//ispisuje se poruka na ekran

  if (broj>0){ //Zadajemo petlji if uvjet za izvršavanje (ako je broj veći od nule izvrši naredbu)
    Serial.print("broj je pozitivan"); //ispisuje se poruka na ekran
  }
  else { //Govorimo funkciji što da se izvrši ako uvjet nije zadovoljen
    Serial.print("broj je negativan); //ispisuje se poruka na ekran
  }
}
```

4. Programiranje Arduino platforme

4.1 Nakon spajanja komponenti, potrebno je Arduino mikrokontroler spojiti s računalom pomoću USB kabela. Zatim je potrebno pokrenuti Arduino IDLE sučelje (program za programiranje Arduino mikrokontrolera).

4.2 Kako bi uspješno mogli unijeti program u mikrokontroler, potrebno je najprije definirati koja se Arduino platforma koristi i port na koji je spojen (u ovom slučaju to je Arduino uno). Platforma se definira izborom opcija *Tools* -> *Bord* -> *Arduino uno*, a port se definira tako da se odabere opcija *Tools* -> *Port* -> te se odabere port na koji je spojen Arduino mikrokontroler.

4.3 Kompajliranje programa provodi se tipkom na ikonu  , a nakon što je kompajliranje uspješno provedeno, program se prenosi na mikrokontroler klikom na ikonu



Po uspješnom završetku prijenosa program će u donjem lijevom kutu dati obavijest (*Done uploading*), što znači da se je program uspješno prebacio na Arduino mikrokontroler.

5. Važnije naredbe za rješenje zadatka

1. **pinMode(ime_varijable,OUTPUT/INPUT**); - ovom naredbom govorimo Arduino mikrokontroleru da li je naš Pin na koji smo spojili komponentu ulazni ili izlazni.

   Primjer:
   Int LED=7; -govorimo Arduino mikrokontroleru da nam je nova varijabla spojena na pin 7
   Void setup() {
   pinMode(LED,OUTPUT); - govorimo Arduino mikrokontroleru da pin na koji je spojena LED dioda koristimo kao izlazni pin
2. **Serial.print("tekst za ispis");** - ispisuje korisniku na ekran tekst koji smo napisali pod navodnicima
3. **Serial.println("tekst za ispis");** - ispisuje korisniku na ekran tekst koji smo napisali pod navodnicima u novi redak
4. **Int** broj= – naredba za definiranje brojčane varijable, varijabla poprima vrijednost koju smo napisali nakon znaka jednakosti.
5. **digitalWrite(naziv_pina,HIGH);** -uključujemo LED diodu
6. **digitalWrite(naziv_pina,LOW);** -isključujemo LED diodu

Literatura

[1] Kukrika, V. (2017). *Automatizirani sustav upravljanja pumpama za navodnjavanje* – završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Elektrotehnički fakultet.

[2] Nagare Vrushali, M., Prof. Agarkar, B. S. i Prof. Kapale, N. D. (2015). *Automated irrigation system using WSN and GPRS/GSM*. International journal of advance research and innovative ideas in education.

[3] Mofardin, S. (2016). *Optimizacija potrošnje vode u kućanstvu-projekt „pametnog vodokotlića"*-završni rad. Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet, Odsjek za politehniku

[4] Wikipedia, Solenoidvalve, https://www.wikipedia.org/ (26.8.2018)

[5] Intro to Arduinjo, Instructables, https://www.instructables.com/ (7.9.2018)

[6] Documentation, MIT App inventor, http://appinventor.mit.edu/explore/resources.html (3.9.2018)

[7]Wikipedia, MIT App inventor, https://en.wikipedia.org/wiki/App_Inventor_for_Android (3.9.2018)

[8] Arduino, https://www.arduino.cc/ (7.9.2018)

[9] Korunić, D. (2016). *Upravljanje rasvjetom i električnom bravom korištenjem mobilnih uređaja i Bluetooth komunikacije*, Sveučilište Sjever, Varaždin.

[10] Hunter, https://www.hunterindustries.com/en-metric (8.9.2018)

[11] Pintrest, https://www.pinterest.com/pin/140244975868940035/ (26.8.2018)

[12] Zebra.hr, https://zebra.hr/shop/cijena/sustav-za-automatsko-navodnjavanje-s-digitalnim-zaslonom (26.8.2018)

[13] navodnjavanje-hr.com, https://navodnjavanje-hr.com/controller_hunter_x-core-601_outdoor (26.8.2018)

[14] Amazon.com, https://www.amazon.com/Hunter-Sprinkler-Wireless-PC-400i-Controllers/dp/B00F4H5CPW (8.9.2018)

[15] bring hub engeneering, https://www.brighthubengineering.com/manufacturing-technology/56397-parts-of-the-solenoid-valve-how-solenoid-valve-works/#imgn_0 (7.9.2018)

[16] hub 360, http://hub360.com.ng/shop-2/rain-sensor-module/ (6.9.2018)

[17] HENRY'S BENCH, http://hub360.com.ng/shop-2/rain-sensor-module/ (6.9.2018)

[18] Banggood.com, https://www.banggood.com/3Pcs-DS3231-AT24C32-IIC-Real-Time-Clock-Module-For-Arduino-p-958134.html (7.9.2018)

[19] MREECO, https://shop.mreeco.com/product/hc-05-hc-05-hc05-bluetooth-module-in-pakistan/ (7.9.2018)

[20] Amazon.com, https://www.amazon.com/RoboGets-Compatible-ATmega328P-Microcontroller-Electronics/dp/B01N4LP86I (7.9.2018)

[21] Baboon.co.in https://www.baboon.co.in/eshop/motor-controllers/227-hg7881-h-bridge-stepper-motor-dual-dc-motor-driver-controller-board-for-arduino.html (8.9.2018)

[22] NearBus, http://nearbus.net/mediawiki/index.php/Atmega_328_Pinout (7.9.2018)

[23] Kumar, S. i prof. Kusuma, S. (2016). *Automated irrigation system based on wireless sensor network and GPRS module*, International research journal of engineering and technology