

**SREDNJA ŠKOLA PERE ZEČEVIĆA  
ODŽAK**

# **ZAVRŠNI RAD**

**Tema : Plastenik - Arduino**  
**Zanimanje : TEHNIČAR RAČUNARSTVA EU VET**

**Mentor:**  
**Ivica Gudelj**

**Kandidat:**  
**Ivan Brajinović, IV. d**

**Odžak, travanj 2020.**

# SADRŽAJ

## Contents

<b>SREDNJA ŠKOLA PERE ZEČEVIĆA</b> .....	1
<b>ZAVRŠNI RAD</b> .....	1
<b>SADRŽAJ</b> .....	1
<b>1. UVOD</b> .....	2
<b>2. OPIS</b> .....	3
2.1. Općenito o plastenicima .....	3
2.1.1. Početci .....	3
2.1.2. Teorija rada .....	4
2.1.3. Ventilacija .....	4
2.1.4. Grijanje i hlađenje .....	4
2.1.5. Osvjetljenje .....	5
2.1.6. Obogaćenje ugljičnim dioksidom .....	5
2.1.7. Upotreba .....	5
2.2. Odabir i opis komponenti .....	6
2.2.1. Mikrochip Atmega328p .....	6
2.2.1.1. Što je Arduino? .....	7
2.2.1.2. Zašto Arduino? .....	7
2.2.1.2. Arduino Nano .....	8
2.2.2. LCD .....	9
2.2.2.1. I2C .....	9
2.2.2.2. Princip rada .....	11
2.2.3. Releji .....	12
2.2.3.1. Dijelovi releja .....	12
2.2.3.2. Vrste releja .....	12
3. Opis projekta .....	13
4. Shema .....	15
5. Kod .....	16
6. TROŠKOVNIK .....	19
7. ZAKLJUČAK .....	20
8. LITERATURA .....	21

## UVOD

Pristupačnost svježih i prirodnih namjernica je jedna od vodećih briga svijeta. Ljudi su oduvijek željeli da prispijeće proizvoda pomaknu što je moguće ranije, odnosno van glavne sezone prispijevanja, jer se za te proizvode na tržištu postižu znatno više cijene, a potrošnja svježeg povrća omogućena je tijekom cijele godine. Pri proizvodnji na otvorenom polju, za ovo su postale vrlo male šanse i često se išlo na rizik. Na proizvodnju namjernica utječu mnogi faktori kao što su geološke lokacije kao i klimatski uvjeti, samo određena skupina namjernica može da se uzgaja na datoj geolokaciji. Kao moguće rješenje pristupačnosti namjernica neovisno o geolokaciji i klimatskim uvjetima, javlja se proizvodnja namjernica u zatvorenim prostorima. Ideja o upotrebi providnih prekrivača u proizvodnji povrća i drugih kultura stara je više od 30 godina. U to vrijeme, staklo se ekstenzivno upotrebljavalo kao pokrivač za staklenike, ali jaki konkurent pojavio se u obliku plastičnog filma, u početku kao polietilen(PE), a kasnije kao polivinil-klorid(PVC). Njenom primjenom omogućeno je da se proizvodnja pod vedrim nebom nastavi tijekom cijele godine. Zbog njihove fleksibilnosti, razvijala se i upotreba ovih materijala, u početku kao materijal za malčiranje i niske tunele, a kasnije za pokrivanje visokih zatvorenih prostora – plastenika. Za realizaciju sustava automatskog upravljanja plastenika koristit će se sustav baziran na mikrokontrolerima.

# OPIS

## Općenito o plastenicima

Plastenik (koji se naziva i staklenik) je građevina sa zidovima i krovom načinjena uglavnom od prozirnog materijala, poput najlona, u kojem se uzgajaju biljke koje zahtijevaju reguliranje klimatske uvijete. Ove se građevine kreću u veličinama od malih šupa do zgrada industrijske veličine. Minijturni plastenik poznat je kao hladni okvir. Unutrašnjost plastenika izložena sunčevoj svjetlosti postaje znatno toplija od vanjske temperature, štiteći njen sadržaj u hladnom vremenu.

Mnogi komercijalni plastenici su vrlo tehnološki napredna postrojenja za povrće, cvijeće ili voće. Plastenici su napunjeni opremom, uključujući instalacije za prosijavanje, grijanje, hlađenje, rasvjetu, a računalo ih može kontrolirati radi optimiziranja uvjeta za rast biljaka. Različite tehnike se koriste za procjenu stupnja optimalnosti i komfora plastenika (tj. temperatura zraka, relativna vlaga i manjak tlaka pare) kako bi se smanjio rizik proizvodnje prije uzgoja određenog usjeva.

## Počeci

Ideja uzgoja biljaka u upravljanim uvjetima je postojala prije vremena Rimljana. Rimski car Tiberius je jeo povrće nalik krastavcu dnevno. Rimski vrtlari su koristili umjetne metode (slične sistemu plastenika) uzgajanja kako bi ga imao dostupno tijekom cijele godine. Krastavci su posađeni u kolicima koje bi stavili na sunce po danu, a onda unijeli unutra da bi im bilo toplo uvečer.

Prvi opis grijanog plastenika je iz Sanga York, traktat o stočarstvu, koji je napisao kraljevski liječnik iz Joseom dinastije Koreje tijekom 1450-ih, u poglavlju o kultiviranju povrća tijekom zime. Traktat sadržava detaljne instrukcije kako napraviti plastenik za uzgoj povrća, zastjevanju plodova s umjetno grijanim okruženjem, koristeći ozdol, tradicionalno korejsko ispodpodno grijanje, kako bi se održavala temperatura i vlaga.

Koncept plastenika je se također pojavio u Nizozemskoj, zatim u Engleskoj u 17 stoljeću, zajedno sa biljkama. Neki od ovih ranih pokušaja zahtijevali su velike količine posla da se zatvore noću ili da se spremne za zimu. To su bili ozbiljni problemi s pružanjem adekvatne ili ravnomjerne toplote u ovim ranim plastenicima. Prvi grijani plastenik u Ujedinjenom Kraljevstvu je napravljen u Chelsea Physic Garden-u do 1681. Danas, Nizozemska ima mnoge od najvećih plastenika u svijetu, neki od njih tako veliki da bi mogli proizvoditi milijune povrća godišnje.

Francuskom botaničaru Charles Lucien Bonaparte-u često daju zasluge za pravljenje prvog praktičnog modernog plastenika u Leiden-u, Nizozemska, tijekom 1800-ih za uzgoj medicinskih tropskih biljaka. Originalno samo na posjedima bogatih, uzgoj znanstvene botanike je uzrokovao da se plastenici prošire na univerzitete. Francuzi su nazvali njihov prvi plastenik „Orangerie“, kako su štitili stabla Narandža os smrzavanja.

Zlatna era plastenika je bila u Engleskoj tijekom Viktorijske ere, gdje je najveći plastenici zamišljeni i napravljeni, kao imućna viša klasa i slavloljubivi botaničari natjecali kako napraviti najrazvijenije građevine. Dobar primjer ovog trenda su pionirski Kew Gardens, Joseph Paxton, koji su eksperimentirali sa staklom i željezom u pravljenju velikih plastenika kao glavni vrtlar u Chatsworth, Derbyshire(Engleska).

Strukture plastenika su se prilagodile 1960-ih kad su širi listovi polietilena postale široko dostupne. Kućice s obručima izradilo je nekoliko tvrtki, a često su ih pravili i sami uzgajivači. Troškovi izgradnje znatno su smanjeni od aluminijskih ekstruzija, posebnih pocinčanih čeličnih cijevi ili čak duljina čelične ili PVC cijevi za vodu. To je rezultiralo pravljenjem mnogo više plastenika na manjim farmama i vrtovskim centrima. Izdržljivost polietilenskog najlona se jako povećala kad su efikasniji UV inhibitori napravljeni i dodani 1970-ih; oni su produljili radni život najlona od jedne ili dvije do tri ili čak još četiri godine.

### **Teorija rada**

Toplija temperatura u stakleniku događa se zato što napadno sunčevo zračenje prolazi kroz prozirni krov i zidove, a apsorbiraju ga pod, zemlja i sadržaji koji postaju topliji. Kako struktura nije otvorena za atmosferu, zagrijani zrak ne može izaći konvekcijom, pa temperatura unutar staklenika raste. To se razlikuje od teorije orijentirane na zemlju poznatu kao „efekt staklenika“. Kvantitativne studije sugeriraju da učinak infracrvenog zračenja nije zanemarivo mali i da može imati ekonomske posljedice u grijanom stakleniku. Analizom pitanja blisko infracrvenog zračenja u stakleniku s ekranima visokog koeficijenta refleksije zaključeno je da ugradnja takvih ekrana smanjuje potrebu za toplinom za oko 8%, a preporučuje se primjena boja na prozirnim površinama. Kompozitna stakla koja manje reflektiraju, ili manje učinkovito, ali jeftinije prozračno jednostavno staklo, također su stvorila uštede.

### **Ventilacija**

Ventilacija je jedan od najbitnijih komponenti uspješnog plastenika. Ako nema prave ventilacije, plastenici i njihove biljke će biti sklone problemima. Glavna svrha ventilacije je reguliranje temperature i vlažnosti na optimalan nivo, i osigurati cirkulaciju zraka i tako spriječiti nakupinu biljnih patogena(npr Botrytis cinerea) koja preferira ustajali zrak. Ventilacija također osigurava svjež zrak za fotosintezu i respiraciju biljaka, i omogućuje pristup ka biljkama važnim oprašivačima.

Ventilacija se može postići korištenjem ventilacijskog otvora – često kontrolirani automatski putem računala – i ventilatori za recirkulaciju.

### **Grijanje i hlađenje**

Grijanje je jedno od najvećih troškova u radu plastenika na cijelom svijetu, posebno u hladnijim klimama. Glavni problem sa grijanjem plastenika naspram zgrade koja ima čvrste zidove je količina topline izgubljena kroz staklenički pokrov. Kako pokrov treba da dopusti svjetlosti filtriranje u strukturu, oni se ne mogu jako dobro izolirati. Sa tradicionalnim plasteničkim pokrovima koji imaju R-vrijednost oko 2, velika količina novca je potrošena da nadomjesti izgubljenu toplinu. Većina plastenika, kad je potrebno nadomjestiti toplinu koriste električne ili peći na prirodni plin.

Postoje metode pasivnog grijanja koje traže toplinu koristeći niski unos energije. Solarna energija se može uhvatiti u periodima relativnog obilja(vrijeme dana/ljeta), i pustiti kako bi pojačali temperaturu tijekom hladnijih perioda(vrijeme noći/zime). Otpadna toplina od žive stoke se može koristiti kako bi grijala plastenik npr stavljanje kokošinjca unutar plastenika iskoristi toplinu generiranu od kokoša, koja bi inače bila bačena.

Hlađenje se inače radi otvaranjem prozora u plastenika kada je prevruće za biljke koje su unutra. To se može raditi ručno ili automatski. Pokretači prozora mogu otvoriti prozore zbog razlike u temperaturi ili ih mogu otvoriti električni kontroleri. Električni kontroleri se često koriste kako bi pratili temperaturu i upravljali radim peći ovisno o uvjetima. Ovo može biti jednostavno kao termostat ili više kompliciran u većim primjenama plastenika.

### **Osvjetljenje**

Tijekom dana, svjetlost ulazi u plastenik preko prozora i korsite ju biljke. Neki plastenici također imaju svjetla za rast(često LED svjetla) koja se pale noću kako bi se povećala količina svjetla koju biljke dobijaju, te tako povećavaju urod.

### **Obogaćivanje ugljičnim dioksidom**

Mogućnost obogaćivanja ugljičnim dioksidom u plasteničkom uzgoju se zna približno 100 godina. Nakon razvoja opreme za kontrolirano serijsko obogaćivanje ugljičnim dioksidom, tehnika je osnovana široko u Nizozemskoj. Sekundarni metaboliti, npr. Srčani glikozidi u *Digitalis lanata*, proizvode se u većim količinama uzgojem u stakleniku pri povišenoj temperaturi i povećanoj koncentraciji ugljičnog dioksida. Obogaćivanje ugljičnim dioksidom također može značajno smanjiti potrošnju stakleničke vode tako što ublažava ukupni protok zraka potreban za opskrbu adekvatnog ugljika za rast biljaka i na taj način smanjuje količinu vode izgubljene u isparavanju. Komercijalni plastenici danas se često nalaze u blizini odgovarajućih industrijskih postrojenja na obostranu korist. Na primjer, Cornerways Nursery u Velikoj Britaniji je strateški smješte u blizini velike rafinerije šećera, koja troši i otpadnu toplinu i CO<sub>2</sub> iz rafinerije, a koju bi u protivnom otišla u atmosferu. Rafinerija smanjuje emisiju ugljika, dok rasadnik uživa povećanje prinose rajčice i ne mora osigurati vlastito grijanje u palsteniku.

Obogaćivanj postaje učinkovito samo tamo gdje je, po Liebigovom zakonu, ugljični dioksid postao ograničavajući faktor. U kontroliranom plasteniku navodnjavanje može biti trivijalno, i tla mogu biti plodna sama od sebe. U manje kontroliranim vrtovima i otvorenim poljima, rastuće razine CO<sub>2</sub> samo povećavaju primarnu proizvodnju do tačke iscrpljivanja tla(pod pretpostavkom da nema suše, poplava, ili oboje), što pokazuje razina CO<sub>2</sub> koja i dalje raste. Pored toga, laboratorijski ekperimenti, testne ploče za obogaćivanje slobodnim ugljikom, i mjerenja na terenu daju ponovljivost.

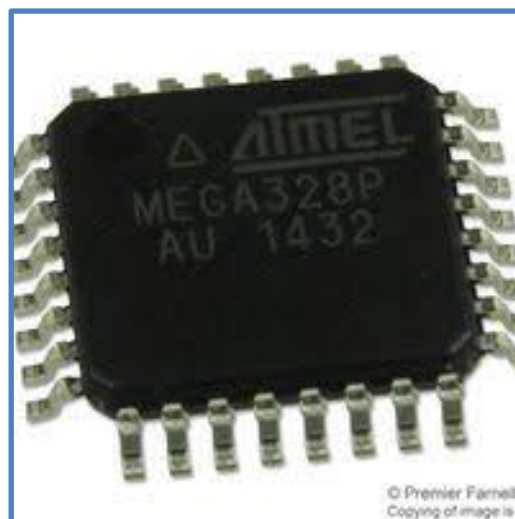
### **Upotreba**

Plastenici omogućuju veću kontrolu rastućih uvjeta biljaka. Ovisno o tehničkoj specifikaciji plastenika, ključni faktori koji se mogu kontrolirati uključuju temperaturu, razine svjetlosti i sjene, navodnjavanje, primjena gnojiva i atmosferska vlaga. Plastenici se mogu koristiti za prevladavanje nedostataka u rastućim kvalitetama komada zemlje, kao što je kratka sezona rasta ili loša razina svjetlosti, i oni mogu poboljšati proizvodnju hrane u marginalnim okruženjima. Kuće sjena koriste se posebno za osiguravanje hlada u vrućim i suhim klimama.

Kako mogu omogućiti uzgoj određenih kultura tijekom cijele godine, plastenici su sve važniji u opskrbi hranom zemalja velikih geografskih širina. Jedan od najvećih kompleksa na svijetu nalazi se u Almeriji, Andaluciji, Španjolskoj gdje staklenici pokrivanju gotovo 200 km<sup>2</sup>(49 000 hektara). Plastenici se često koriste za uzgoj cvijeća, povrća i voća i presađivanje. Posebne plasteničke sorte određenih kultura, poput rajčice, uglavnom se koriste u komercijalnih proizvodnji. Mnogo povrća i cvijeća može se uzgajati u plastenicima u kasnu zimu i rano proljeće, a zatim ih presaditi vani kako vrijeme grije. Bumbari su oprašivači za većinu oprašivanja, iako su korištene druge vrste pčela, kako i umjetno oprašivanje. Hidroponi mogu se koristiti kako bi se najbolje iskoristio unutarnji prostor.

Relativno zatvoreno okruženje plastenika ima svoje unikatne zahtjeve održavanja, uspoređujući sa izvanjskim uzgajanjem. Nametnici i bolesti, i ekstremne topline ili vlažnost, moraju se kontrolirati, i navodnjavanje je potrebno za obezbjeđenje vode. Većina plastenika koristi prskalice ili kap po kap crijeva. Značajni unos topline i svjetla može biti potreban, posebno sa zimskom proizvodnjom toplo-klimskog povrća.

2.1



## Odabir i opis komponenti

### Mikrochip ATmega328p

ATmega328p je 8-bitni microchip visokih preformansi baziran na AVR RSC mikrokontroleru (AVR je vrsta mikrokontrolera izumljena 1996 od strane Atmel-a) koji kombinira 32KB ISP flash memorije sa mogućnošću istovremenog čitanja i pisanja, 1024 B EEPROM, 2KB SRAM-a, 23 ulazno/izlaznih linija opće namjene, 32 radna registra opće namjene, tri fleksibilna tajmera/brojača sa modovima za usporedbu, omogućava interne i eksterne prekide, serijsko programiranje putem USART-a, SPI serijski port, 6-kanalni 10-bitni A/D konverter (8-kanala u TQFP i QFN/MLF paketima), programabilni watchdog tajmer sa internim oscilatorom, i pet modova za uštedu energije koji se odabiru software-ski.

#### Parametrics

Name	Value
Program Memory Type	Flash
Program Memory Size (KB)	32
CPU Speed (MIPS/DMIPS)	20
SRAM (B)	2,048
Data EEPROM/HEF (bytes)	1024
Digital Communication Peripherals	1-UART, 2-SPI, 1-I2C
Capture/Compare/PWM Peripherals	1 Input Capture, 1 CCP, 6PWM
Timers	2 x 8-bit, 1 x 16-bit
Number of Comparators	1
Temperature Range (°C)	-40 to 85
Operating Voltage Range (V)	1.8 to 5.5
Pin Count	32
Low Power	Yes



## Što je Arduino?

Arduino je platforma otvorenog koda koja je lagana za korištenje. Arduino pločice mogu očitavati ulazne signale npr. Svjetlost na senzoru, pritisak dugmeta i pretvoriti u izlazni signal, aktivirajući motor, uključujući LED itd.

Tijekom godina, Arduino je bio „mozak“ tisuće projekata, od svakodnevnih objekata do kompleksnih znanstvenih instrumenata. Globalno udruženje studenata, hobista, umjetnika, programera i profesionalaca je se skupilo oko ove platforme otvorenog koda, njihovi doprinosi su doprinjeli nevjerovatnom broju pristupačnog znanja koji može biti od velike pomoći kako početnicima tako i iskusnima.

Arduino je rođen u Ivrea Interaction Design institutu kao jednostavan alat za brzu izradu prototipova, namjenjen za studente bez prethodnog znanja u poljima elektronike i programiranja. Čim je dosegao širu zajednicu, Arduino je počeo se mijenjati kako bi se prilagodio novim potrebama i izazovima, odvajajući se od jednostavnih 8-bitnih razvojnih ploča do proizvoda za IoT aplikacije, nosivosti, 3D printanje, i ugrađena okruženja. Sve Arduino pločice su potpuno open-source, potičući korisnike da ih izgrađuju neovisno i s vremenom prilagođavajući ih njihovim potrebama. Software je također open-source, i povećava se kroz doprinose od strane korisnika koji su po cijelom svijetu.

## Zašto Arduino?

Zahvaljujući jednostavnosti i pristupačnosti, Arduino je korišten na tisuće puta u raznim projektima. Arduino software je jednostavan za korištenje početnicima, a opet fleksibilan dovoljno za one malo iskusnije korisnike. Radi na Mac, Windows i Linux operativnom sustavu. Učitelji i učenici koriste ga kako bi izradili jeftine znanstvene instrumente, da dokažu principe iz polja kemije i fizike, ili da bi počeli da programiranjem i robotikom. Dizajneri i arhitekti grade interaktivne prototipove, muzičari i umjetnici koriste ga za instalacije i za eksperimentiranje sa novim muzičkim instrumentima. Tvorci, naravno, koriste ga kako bi napravili mnoge projekte izložene na Maker Faire-u (Sajmu tvoraca), na primjer. Arduino je ključni alat za učenje novih stvari. Svatko – djeca, hobisti, umjetnici, programeri mogu početi samo slijedeći korak po korak instrukcije kita, ili dijeliti ideje na internetu sa ostalim članovima Arduino zajednice.

Imaju mnogi drugi mikrokontroleri i mikrokontrolerske platforme dostupne. Parallax Basic Stamp, Netmedia-ov BX-24, Phidgets, MIT-ov Handyboard, i mnogi pružaju slične funkcionalnosti. Svi ovi alati uzmu neuredne detalje programiranja mikrokontrolera i objedine u paket koji je jednostavan za korištenje. Arduino također pojednostavljuje proces rada sa mikrokontrolerima, ali isto omogućuje neke prednosti za učitelje, studente i zainteresirane amatere preko drugih sistema:



- *Cijena* – Arduino pločice su relativno jeftine uspoređujući sa drugim mikrokontrolerskim platformama. Najjeftinija verzija Arduino modula se može sastaviti ručno, i čak unaprijed sastavljeni Arduino moduli koštaju manje od \$50
- *Kompatibilnost platformi* – Arduino Software(IDE) radi na Windows, Macintosh OSX, i Linux operativnom sustavu. Većina mikrokontrolerskih sistema je ograničena na Windows
- *jednostavnost, čisto programsko okruženje* – Arduino Software(IDE) je jednostavan za korištenje za početnike, a ipak je fleksibilan dovoljno za naprednije korisnike.
- *Open source i proširiv software* – Arduino software je objavljen kao open source alat, dostupan za proširivanje od strane iskusnih programera. Jezik je moguće proširiti putem C++ biblioteka, i ljudi koji žele da razumiju tehničke detalje mogu preći sa Arduino na AVR C programski jezik na kojem je baziran. Slično, može se dodati AVR-C kod direktno u Arduino programe
- *Open source i proširiv hardware* – Plan Arduino pločica je objavljen pod Creative Commons licencom, tako da iskusni dizajneri elektroničkih krugova mogu napraviti svoju verziju modula, proširivati ga i poboljšavati ga. Čak relativno neiskusni korisnici mogu napraviti breadboard verziju modula kako bi razumjeli kako radi i uštedili novce.

Još neke od prednosti korištenja Arduino pločice su raznovrsne zaštite koje sprječavaju uništenje komponenti npr. uzrokovane neispravnim spajanjem komponenti.

2.3



### Arduino Nano

Arduino Nano je jedna od najmanjih pločica za izradu projekta. Arduino Nano je mala, kompletna, pogodna za breadboard i bazirana na Atmega238(Arduino Nano 3.x). Ima skoro sve funkcionalnosti Arduino Duemilanove, ali u drugačijem paketu.

- *Napajanje* – Arduino Nano se može napajati preko Mini-B USB priključka, 6-20V nereguliranog napajanja (pin 30), ili 5V reguliranog eksternog napajanja (pin 27). Napajanje se automatski odabire na

najveći naponski izvor

- *Memorija* – Atmega328 ima 32KB, (također sa 2 KB koji se koristi za bootloader. Atmega328 ima 2KB SRAM-a i 1 KB EEPROM-a.
- *Ulazi i izlazi* – Svaki od 14 digitalnih pinova Nano pločice može se koristiti bilo kao ulaz ili kao izlaz, koristeći naredbe pinMode(), digitalWrite() i digitalRead(). Rade na 5 volti. Svaki pin može dati ili primiti najviše 40 mA i ima interni pull-up otpornik(po zadanom stanju je isključen) od 20-50 kΩ. Dodatno, neki pinovi imaju specijalizirane funkcije:
- *Serijski* - 0 (RX) i 1 (TX). Koriste da primaju (RX) i šalju (TX) TTL serijske podatke. Ovi pinovi su spojeni na odgovarajući pin FTD USB-na-TTL serijski čip
- *Eksterni prekidi* – 2 i 3. Ovi pinovi se mogu konfigurirati da pokrenu prekid na niskoj vrijednosti, rastu ili padu, ili na promjeni vrijednosti
- *PWM* – 3, 5, 6, 9, 10 i 11. Pružaju 8-bitni PWM izlaz sa analogWrite() naredbom

- *SPI* - 10(SS), 11(MOSI), 12(MISO), 13(SCK). Ovi pinovi podržavaju SPI komunikaciju, koja, iako omogućena iz ponuđenog hardwarea, nije uključena u Arduino jezik
- *LED* - 13. Ima ugrađeni LED spojen na digitalni pin 13. Kad je pin na visokom stanju, LED se upali, a kad je na niskom stanju, LED se ugasi.

Nano ima 8 analognih ulaza, od kojih svaki pruža 10 bitnu rezoluciju (1024 različite vrijednosti). Mjere od mase prema 5 volti, iako je moguće povećati taj raspon koristeći naredbu `analogReference()`. Analogni pinovi 6 i 7 ne mogu se koristiti kao digitalni. Dodatno, neki pinovi imaju skecijsku funkcionalnost:

- *I2C* – A4(SDA) i A5(SCL). Podrška *I2C*(TWI) komunikacij koristeći Wire biblioteku
- Neki dodatni pinovi na pločici:
- *AREF* – referentan napon za analogne ulaze. Koristi se sa `analogReference()` naredbom
- *Reset* – Postavimo u nisko stanje kako bi resetirali mikrokontroler. Inače se koristi da bi se dodao reset gumb na štitove koji blokiraju reset dugme na pločici

## LCD

LCD(eng. Liquid crystal display) je ekran temeljen na tehnologiji tekućih kristala. Danas se najčešće koriste u LCD monitorima u obliku aktivnih TFT LCD ekrana. TFT LCD ekran sastoji se od određenog broja piksela, koji su poredani ispred nekog svjetlosnog izvora(danas najčešće LED, a donedavno CCFL cijevi). Troši relativno malo električne energije, te zauzima malo prostora. Tekuće kristale otkrio je još 1888. godine austrijski botaničar F. Reintzer, kada je proučavao tvar po imenu cholesteryl benzoate. Taljenjem te tvari dobio je mutnu tekućinu koja se hlađenjem bistrila i na kraju se kristalizirala. Međutim, tek je 1968. godine pronađena tvar koja je na sobnoj temperaturi imala ova svojstva.

## I2C komunikacija

*I<sup>2</sup>C* (Inter Integrated Circuits, skraćeno IIC) je sabirnica za serijski protokol osmišljen 80-tih godina 20. stoljeća za jednostavno povezivanje i komunikaciju elektroničkih sklopova i uređaja. Brzina prijenosa podataka doseže do 3.4 Mbit/s što je i više nego dovoljno za kvalitetnu komunikaciju. Protokol se koristi zbog svoje jednostavnosti, te se prijenos podataka odvija preko dva voda. Komunikacija sabirnica obavlja se preko dvije linije:

- SDA (Serial Data) - podatkovni vod
- SCL (Serial Clock) - vremenski signal (prijenos takta)

Linije SDA i SCL spajaju se na napajanje preko priteznog otpornika (engl. pull up resistor). Iznos otpora ovog otpornika ovisi o karakteristikama komponenta spojenih na sabirnicu, a u praksi iznosi nekoliko kilohma. Kad je sabirnica slobodna, linije su u stanju logičke jedinice. Napon napajanja na sabirnici je tipično 5V ili 3.3V.

Najčešća brzina prijenosa podataka na sabirnici je 100 kbit/s u standardnom načinu rada (standard mode) ili 10 kbit/s u sporom načinu rada (low speed mode), ali i brzine niže od navedenih su dozvoljene. Novije verzije podržavaju i brže taktove i to 400 kbit/s u brzom načinu rada (engl. fast mode) ili 3.4 Mbit/s u vrlo brzom načinu rada (high-speed mode).

Svaka komponenta koja je spojena na sabirnicu ima svoju adresu, koja na toj sabirnici mora biti jedinstvena. Standard definira 7-bitne adrese, što omogućava spajanje najviše 112

komponentata na jednu sabirnicu. Preostalih 16 adresa je rezervirano za posebne potrebe. Novije verzije standarda omogućavaju i 10-bitne adrese.

Svaka se komponenta može ugraditi na dva načina:

- kao upravljač (master)
- kao izvršitelj (slave)

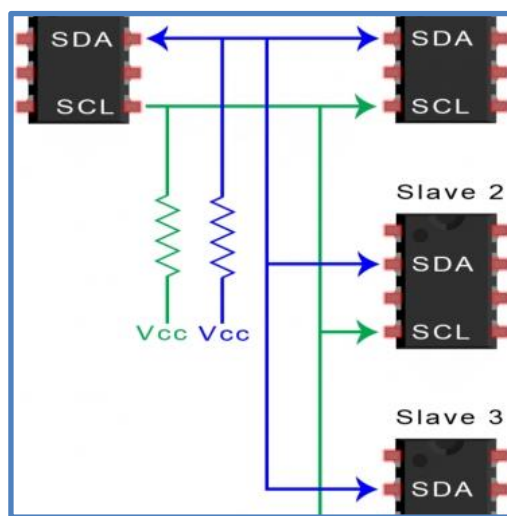
Upravljač (Master) je komponenta koja kontrolira SCL liniju, odnosno daje takt na sabirnici, i uvijek započinje komunikaciju. Izvršitelj nikada ne kontrolira SCL liniju i nikada ne započinje komunikaciju. Na sabirnicu je dozvoljeno priključiti više upravljača (multi-master bus) i više izvršitelja.

Komponenta na sabirnici u nekom trenutku može raditi u jednom od sljedećih načina rada:

- upravljač koji šalje podatke – komponenta upravlja s taktom i šalje podatke izvršitelju
- upravljač koji prima podatke – komponenta upravlja s taktom i prima podatke iz izvršitelja
- izvršitelj koji šalje podatke – komponenta ne upravlja s taktom i šalje podatke upravljaču
- izvršitelj koji prima podatke – komponenta ne upravlja s taktom i prima podatke od upravljača

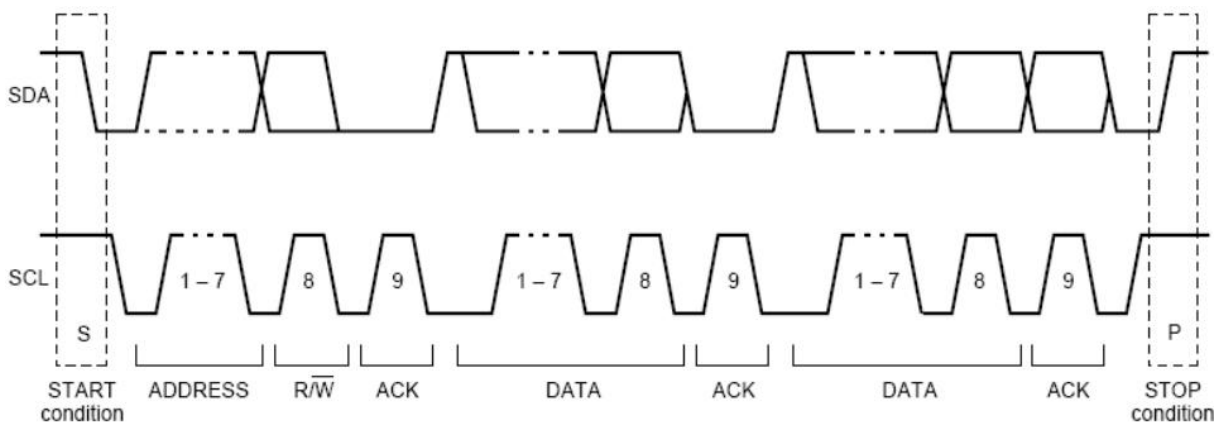
Dakle, u svakom trenutku komuniciraju jedan upravljač i jedan izvršitelj. Kako bi svaka komponenta mogla komunicirati sa svakom drugom komponentom, neki upravljač može prijeći u izvršitelja, i obratno.

2.4



Komunikacija se odvija na principu master-slave-a prikazana slikom, gdje svaki slave uređaj ima svoju adresu i time je omogućeno spajanje više uređaja na istu liniju. U ovom primjeru I<sup>2</sup>C komunikacija se koristi za povezivanje modula za vrijeme sa mikrokontrolerom.

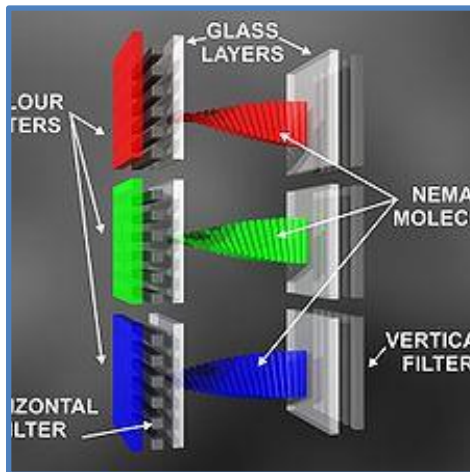
Sljedeća slika prikazuje cijeli ciklus prijenosa podataka na sabirnici. Ciklus započinje upravljač slanjem start bita S. Start bit predstavlja prijelaz signala SDA iz visoke razine u nisku za vrijeme dok je signal SCL u visokoj razini. Obrnut prijelaz, tj. prijelaz iz niske razine u visoku linije SDA, za vrijeme dok je SCL u visokoj razini predstavlja stop bit P, kojim se završava komunikacija. Jedino u ova dva slučaja signal SDA mijenja stanje za vrijeme dok je SCL u visokoj razini. U ostalim slučajevima promjena stanja signala SDA dozvoljena je samo kad je SCL u niskoj razini



## 2.5

Nakon start bita, upravljač šalje 7-bitnu adresu izvršitelja s kojim želi komunicirati, nakon čega slijedi bit koji govori da li će se čitati iz izvršitelja ili pisati. Nakon prijenosa ovih devet bitova, upravljač oslobađa liniju SDA, postavlja visoke logičke razine. Ako je izvršitelj, čija je adresa poslana, uspješno primio signal, odazvat će se tako da na liniju SDA postavi nisku logičku razinu i zadrži je cijeli sljedeći period takta. Taj bit naziva se potvrda (acknowledge). U slučaju da se nitko ne odazove, upravljač treba generirati stop bit i prekinuti komunikaciju. Nakon uspješno

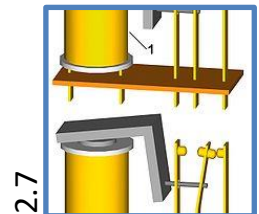
## 2.6



poslane i primljene potvrde, šalje se 8-bitni podatak. Ukoliko se radi o čitanju, podatak šalje izvršitelj, a ukoliko se radi o pisanju upravljač. Nakon podatka, ponovno se šalje potvrda od suprotne strane.

### Princip rada

Svaka točka (eng. Piksel) LED-a obično se sastoji od sloja molekula poredanih između dvije prozirne elektrode i dva filtera-polarizatora čije su osi polarizacije okomite jedna na drugu. Kada između polarizirajućih filtera ne bi bilo tekućeg kristala, svjetlost propuštenu kroz prvi filter, drugi (okomiti filter) bi apsorbirao. Površina elektroda koje dodiruju tekući kristali obrađena je tako da orijentira molekule tekućeg kristala u određenom smjeru. To obično uključuje nanošenje tankog sloja polimera trljanjem u svim smjerovima npr. tkaninom. Smjer orijentacije tekućih kristala određen je smjerom trljanja. Elektrode su načinjene od transparentnog propusnog materijala zvanog Indij Kositar Oksid. Prije pojave električnog polja, orijentacija molekula tekućeg kristala određena je orijentacijom površina elektroda. U zakrenutom nematičkom uređaju, zbog okomite orijentacije dvaju elektroda, molekule se orijentiraju u spiralnu strukturu. To smanjuje rotaciju polarizacije odbijene svjetlosti i uređaj izgleda sivo. Ako se stvori dovoljno visok napon, molekule tekućeg kristala u središtu sloja gotovo se posve ispravljaju i polarizacija ne zakreće odbijenu svjetlost. Svjetlost će dakle većinom biti polarizirana okomito na drugi filter i stoga apsorbirana pa će točka izgledati crno. Upravljanjem naponom koji prolazi kroz sloj tekućeg kristala svake od točaka, utječe se na količinu propuštenog svjetla – dakle na svjetlinu točke (tonovi sive).



Kod LCD-ova u boji, svaka se točka(piksel) sastoji od tri manje točke(pod piksela), koji su dodatnim filterima obojeni crveno, zeleno i plavo. Svakim od spomenutih podpiksela upravlja se zasebno, a njihova rezultirajuća kombinacija je ton jedne boje.

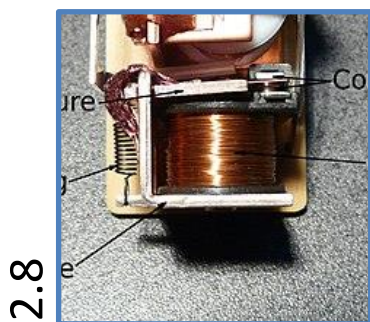
## Releji

Releji je naprava koja se koristi za prekidanje ili uspostavljanje strujnog kruga putem elektromagneta koji otvara i zatvara strujne kontakte. Ovakva vrsta releja se naziva elektromagnetski releji.

Uz ovu vrstu, postoji i elektronski releji (eng. Solid state relay) kod kojega prekapčanje strujnog kruga vrše poluvodički elementi. Kod ovakvog tipa releja, također je obezbjeđeno fizičko razdvajanje dva dijela kruga, dakle između njih nema električnih veza. Elektromagnetni releji koriste mehaničko pomjeranje kotve kako bi obezbjedili promjenu stanja u kolu(uloga prekidača), a kod elektronskih releja najčešće se koriste fotoosjetljivi elementi, često LED kao davač signala u primarnom kolu, a fototranzistor kao primač signala u sekundarnom kolu.

### Dijelovi releja

Ram na sebi drži elektromagnet, koji privlači kotvu. Kotva uspostavlja ili prekida niz električnih kontakata, a vraća se u polazni položaj uz pomoć opruge, kad kroz elektromagnet više ne teče struja.



### Vrste

Postoje obični(neutralni) i polarizirani elektromagnetski releji. Kod običnih, željezna kotva će biti privučena nezavisno od smjera struje, dakle rade i na naizmjeničnu i na jednosmjernu struju.

Polarizirani releji koriste stalni(permanentni) magnet, pa su osjetljivi samo na jedan smjer struje.

## Opis projekta

Pristupačnost svježih namjernica je poželjna stvar, bilo da ih samo osiguravamo ili da ih kupujemo. Veliki problem svakodnevnih ljudi je precijenjenost proizvoda u odnosu na njihova kvaliteta i skromna primanja ljudi. Korištenjem sustava proizvodnje u zatvorenim prostorima, osiguravamo sebe i svoja ulaganja u namjernice da neće biti pogođene vremenskim nepogodama te osiguravamo najveći mogući urod. Također, korištenjem projekta se omogućava uzgoj kultura koji su u normalnim okolnostima nesmislice za određeno područje. Npr. u Posavini uzgojiti banane, što je moguće korištenjem projekta. Ovo se može iskoristi za osobnu upotrebu ili za industriju čime se osigurava kvalitetan proizvod za koje su kupci spremni i više platiti nego za slične proizvode na tržištu.

Radi lakšeg razumijevanja, u opisu projekta se obrađuje svaka komponenta zasebno zajedno sa njenim upravljačkim kodom. U početku se općenito objašnjava kod način i redoslijed kojim se izvršava kod na Arduinu te svrha dijelova programa.

Ako se pogledaju prve linije koda, one označavaju naznaku da se koriste već gotovi dijelovi koda koji su prije napisani od strane drugih razvojnih programera. Nakon toga definiramo varijable u kojima su sadržane adrese pinova na Arduino kao i neke varijable koje će se koristiti za pohranjivanje vrijednosti očitavanja senzora.

Nakon toga slijedi dio koda koji je unutar `setup()` funkcije. Karakterističnost `setup()` funkcije je to što se ona izvršava samo jednom prilikom pokretanja Arduina. Unutar nje se obrađuje konfiguracija pinova tj. zadaje se njihova namjena. Imaju dvije namjene koje se koriste u ovom slučaju, INPUT tj. kad se pin koristi za očitavanje vrijednosti iz okoline, i OUTPUT tj. kad se pin koristi za slanje informacija prema okolini. Kako se za prikaz vrijednosti u projektu koristi LCD displej, on se inicijalizira u `setup()` funkciji što se vidi na kraju te funkcije.

Druga glavna funkcija u kodu je `loop()` funkcija. Kod koji se nalazi unutar te funkcije se izvršava tako da kad se izvrši zadnja naredba u toj funkciji, počinje se izvršavati prva naredba, tj. program vrši izvršavanje programa ukруг(eng. Loop).

Sad kad je se objasnio općeniti rad i tijekom izvršavanja naredbi Arduina, slijedi objašnjavanje komponenti s pripadajućim kodom.

Ako se pogleda funkcija `dht11_temperature()`, vidi se dio koda koji je zadužen za očitavanje temperature zraka sa senzora DHT11. Nakon očitavanja temperature, ista vrijednost se ispisuje na LCD displej za prikaz korisniku. Sljedeća funkcija `dht11_moisture()` koristi isti senzor kao i prethodna funkcija, samo što ova funkcija očitava vrijednost vlažnosti zraka te je ispisuje na LCD displej za prikaz korisniku.

Ako se pogleda funkcija `air_controll()`, ono što nam samo ime implicira jest da se radi o nekakvim radnjama vezanim za zrak. Ova funkcija provjerava vrijednost temperature zraka te ovisno o temperaturi upravlja uređajima koji su uključeni u proces regulacije temperature zraka. Kod se sastoji od dvije uvjetne naredbe If. Prvom uvjetnom naredbom provjeravamo da li je temperatura zraka manja od željene temperature. Ako jest, pali se grijač u kombinaciji s ventilatorom, ako temperatura nije manja od željene, gasi se grijač i zajedno sa ventilatorom. Druga uvjetna naredba služi za kontroliranje temperature ako je temperatura veća od željene. Ako jest, pali se sam ventilator, međutim, ako nije, ništa se ne dešava.

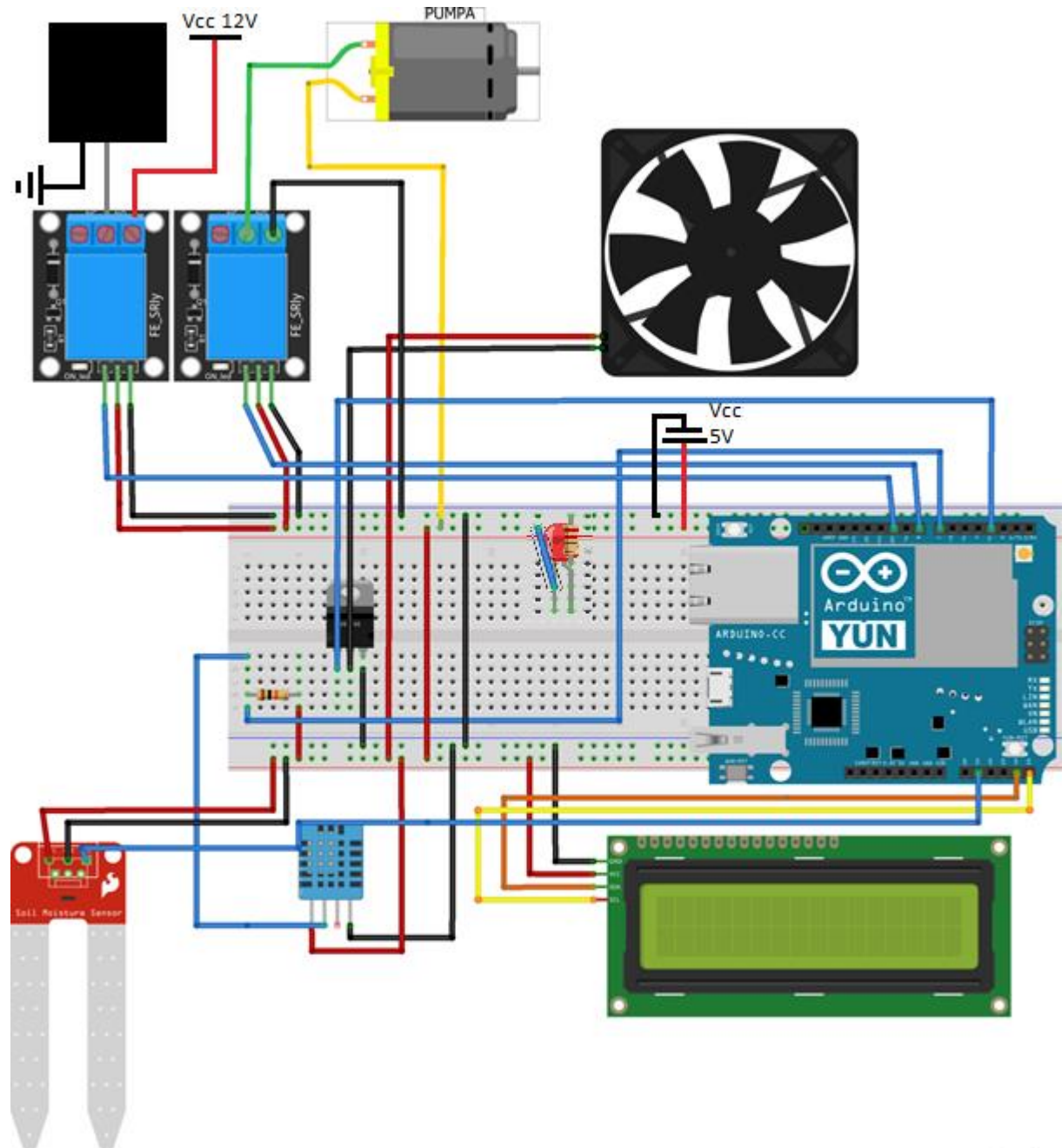
Ako se pogleda funkcija `soil_management()`, vidi se očitavanje vrijednosti vlažnosti tla. Ista se vrijednost pretvara u postotak, te se ispisuje na LCD displej korisniku na prikaz.

Sljedeća funkcija, `soil_controll()`, regulira vlažnost tla na osnovu stvarne vrijednosti dobivene preko senzora za vlažnost tla te zadanih vrijednosti vlažnosti. Nakon što se očita trenutna vlažnost tla i što se pretvori u postotak ta vrijednost, slijede uvjetne naredbe `If`. U svakoj od uvjetnih naredbi se provjerava odstupanje stvarne vlažnosti tla od zadane tako da se oduzme stvarna vrijednost od zadane i na osnovu razlike se upravlja radom uređaja zaduženih za regulaciju vlažnosti tla. Ako je razlika veća od 5, znači dopušteno je odstupanje od 5%, gasi se pumpa ako je bila uključena a pali se ventilator koji cirkulacijom zraka smanjuje vlažnost tla te je tako vraća u prihvatljivi raspon. Ako je razlika manja od -5, gasi se ventilator ako je uključen te se pali pumpa koja će povećati vlažnost tla.

Na kraju ima funkcija `reset_lcd()`, koja se koristi pri ispisu vrijednosti na LCD displej kako bi sve lijepo izgledalo.



## Shema



fritzing

### 3.1



## Kod

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
#include <dht.h> //importujem biblioteke

dht DHT;
#define DHT11_PIN 7 //definiram digitalni 7 pin kao pin
    //koji očitava vrijednost temperature
    //i vlažnosti zraka(samo temperature u ovom slučaju)
//adresa lcd-a 0x3F
LiquidCrystal_I2C lcd = LiquidCrystal_I2C(0x3F, 16, 2); //konfiguracija lcd displeja

float temperatura_zraka = 0;
float vlaznost_zraka = 0;
int pin_vlaznosti_tla = A1; //pin za vlažnost tla
float vlaznost_tla;
float postotak_vlaznosti_tla;
int pin_grijac = 8;
int pin_ventilator = 9;
unsigned long trenutno_vrijeme = 0;
unsigned long prethodno_vrijeme = 0;
int interval = 5000;
int vlaznost_tla_idealno = 10; //izražava se u postocima
int pin_pumpa = 10;

void setup() {
    Serial.begin(9600); //zapocinjem komunikaciju 9600 bps
    pinMode(pin_vlaznosti_tla, INPUT); //vile, pin
    pinMode(pin_grijac, OUTPUT); //grijac relej
    pinMode(pin_ventilator, OUTPUT); //ventilator mosfet
    pinMode(pin_pumpa, OUTPUT); //pumpa relej
    pinMode(7, INPUT); //dht-11
    lcd.init(); //Defining 16 columns and 2 rows of lcd display
    lcd.backlight(); //To Power ON the back light
}

//=====
void pauza(){
    prethodno_vrijeme = trenutno_vrijeme;
    while (trenutno_vrijeme - prethodno_vrijeme <= interval){ //ispisuj vlažnost zraka za određeni interval
        //Serial.println("vlažnost");
        trenutno_vrijeme = millis(); //ocitaj trenutno vrijeme i pohrani u trenutno_vrijeme
    }
}

void loop() {

    //=====

    dht11_temperature(); //ispis temperature zraka na lcd
    pauza(); //pauziraj određeni vremenski interval
    //delay(10000);
    reset_lcd(); //resetiraj lcd

    dht11_moisture(); //ispis vlažnosti zraka na lcd
    pauza(); //pauziraj određeni vremenski interval

    reset_lcd();

    soil_management(); //ispis vlažnosti tla
    pauza();

    air_controll(); //upravljanje zrakom
    pauza();
    digitalWrite(pin_grijac, HIGH); //ugasi grijac i ventilator nakon rada određenog vremenskog intervala
    digitalWrite(pin_ventilator, LOW);
```

```

soil_controll(); //upravljane tlom
pauza();
digitalWrite(pin_pumpa, HIGH);
digitalWrite(pin_ventilator, LOW);
} //void loop zatvoren

```

```

//=====
=====

```

```

void dht11_temperature(){

    int dht = DHT.read11(DHT11_PIN); //ocitavam vrijednosti dht11 i pohranjujem ih u varijablu
    temperatura_zraka = DHT.temperature;
    Serial.print("hello");
    lcd.setCursor(0,0); //Postavi kursor u prvi red, na prvo polje
    lcd.print("Temp. zraka je: "); //Estetski ispis teksta

    lcd.setCursor(0, 1); //Postavi kursor u drugi red, na prvo polje
    lcd.print(temperatura_zraka); //Ispis vijednosti temperature zraka
    lcd.write(223); //Estetski ispis znaka °
    lcd.write("C"); //Estetski ispis slova C

}

```

```

//=====
=====

```

```

void dht11_moisture(){

    vlaznost_zraka = DHT.humidity; //ocitavanje

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Vlaz. zraka je: "); //estetski ispis

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(vlaznost_zraka); //ispis vlaznosti zraka u drugi red

    lcd.write("%");

}

```

```

//=====
=====

```

```

void air_controll(){
    Serial.println("air_controll");
    Serial.println(temperatura_zraka);

    if (temperatura_zraka < 26){
        Serial.println("cold");
        digitalWrite(pin_grijac, LOW);
        digitalWrite(pin_ventilator, HIGH);

    }else{

        digitalWrite(pin_grijac, HIGH);
        digitalWrite(pin_ventilator, LOW);

    }

    //kraj upravljanja komponentama ako je temperatura manja od zadane
    //pocetak upravljanja komponentama ako je temperatura veca od zadane
    if (temperatura_zraka > 30){

        digitalWrite(pin_ventilator, HIGH); //ako je temperatura veca od 30 stupnjeva, pali ventilator
    }

    //kraj upravljanja komponentama ako je temperatura veca od zadane

```

```

}

//kraj logike za grijanje zraka

//=====
=====

void soil_management(){

    vlaznost_tla = analogRead(pin_vlaznosti_tla);    //ocitavanje vlaznosti tla
    postotak_vlaznosti_tla = 100 - ((vlaznost_tla / 1023) * 100); //pretvaranje vlaznosti tla u postotke

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Vlaz. tla je: "); //estetski ispis

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(postotak_vlaznosti_tla); //ispis vlaznosti tla

    lcd.write("%");

}

//=====
=====

void soil_controll(){
    Serial.println("soil_controll");
    vlaznost_tla = analogRead(pin_vlaznosti_tla);
    postotak_vlaznosti_tla = 100 - ((vlaznost_tla / 1023) * 100);

    if((postotak_vlaznosti_tla - vlaznost_tla_idealno) > 5){ //ako je vlaznost tla veca od zadane pali ventilator, gasi pumpu
        digitalWrite(pin_ventilator, HIGH);
        Serial.println("171");
        digitalWrite(pin_pumpa, HIGH); //gasi pumpu, log 1 treba dovesti na pin releja
    } else if((postotak_vlaznosti_tla - vlaznost_tla_idealno) < -5){ //ako je vlaznost tla manja od zadane gasi ventilator, pali pumpu
        digitalWrite(pin_ventilator, LOW);
        digitalWrite(pin_pumpa, LOW); //pali pumpu, log 0 treba dovest na pin releja
        Serial.println("manje odslupanje");
    }
}

//=====
=====

void reset_lcd(){

    lcd.setCursor(0, 0);    //Brisanje prethodnog prikaza na LCD-u
    lcd.print("        "); //Potrebno je jer se znakovi samo prekucavaju...

    lcd.setCursor(0, 1);    //Ako koristim u prvom slucaju 5 slova u prvom redu
    lcd.print("        "); //A u drugom slucaju 4, ostane mi zadnje slovo od prvog slucaja
    lcd.write("        ");

}

```

## TROŠKOVNIK

Naziv	Količina	Cijena(BAM)
Pleksiglas	4m <sup>2</sup>	50
Metalna posuda	1.5m <sup>2</sup>	20
Plastična kutija	1	10
Arduino Nano	1	5
Srednji breadboard	1	2
Mali breadboard	1	5
Pumpa	1	30
Grijač sa ventilatorom	1	50
DHT11	1	5
Senzor vlažnosti tla	1	5
Napajanje	1	20
LED	1	0.1
LCD sa I2C modulom	1	20
Žice	30	5
Luster kleme	2	1
IRF540 MOSFET	1	2
Otpornici 10k, 220, 4.7k	1	1
Kod	1	768.9
	Total	1000
	Bez pdv	830

7.1

## ZAKLJUČAK

Pristupačnost svježih namjernica je poželjna stvar, bilo da ih samo obezbjeđujemo ili da ih kupujemo. Veliki problem današnjice je precjenjenost proizvoda u odnosu na njihov kvalitet. Često se i ne znamo podrijetlo tih proizvoda za koje izdvajamo određene količine našeg dragocjenog novca.

Uzgajanje namjernica samostalno, u uvjetima koji nama odgovaraju, bez potrebe kemikalija koji bi nam moguće naškodili je cijena koju je isplativo platiti ako nam je u cilju zdrav i dug život. Time mi kontroliramo koje namjernice želimo tijekom godine te znamo točno podrijetlo namjernica, koji su preparati korišteni u proizvodnji kao i u kojim uvjetima je to sve odrađeno(higijena, čistoća....).

Ovaj projekt pruža mnoge mogućnosti nadogradnje i usavršavanja, za određene ljude možda čak i personaliziranja te modificiranja projekta njihovim uvjetima, zahtjevima, potrebama. Neki od primjera nadogradnji projekta je promjena pozicija grijača u odnosu na vrata, postavljanje solarne ćelije na vrh kao bi cijeli sustav mogao raditi neovisno o struji mreže. Tim postupkom, ugradnjom solarne ćelije, projekt nije ograničen na naseljena područja tj. područja sa utičnicom nego je samo potrebna sunčeva energija.

Projekt je uspješno ostvaren u umanjenoj verziji te bi se mogao lagano implementirati u veću verziju prilagođavajući komponente novim potrebama te otklanjanjem mogućih grešaka.

## LITERATURA

<https://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse>  
<https://www.tehnologijahrane.com/knjiga/proizvodnja-povrca-u-plasticima>  
<https://hr.wikipedia.org/wiki/LCD>  
<https://sr.wikipedia.org/sr-el>  
<https://rasvjeta-mea-futura.com/savjeti-rasvjeta/svjetlo/vidljivi-spektar-zracenja>  
<https://www.electronicshub.org/led-light-emitting-diode/>  
<https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega328p>  
<https://store.arduino.cc/arduino-nano>

Postoji gotov proizvod za prezentaciju.