

Maturski rad na temu: ***Primjena arduino razvojnog sistema u
saobraćaju***

Predmet: informatika

Učenik: Muhamed Masnopita

Mentor: Prof. Aida Arnautović

Sarajevo, 2019

Sadržaj

Primjena Arduino razvojnog Sistema u saobraćaju

1. Uvod	3
2. Glavni dio	4
2.1. Arduino razvojni sistem	4
2.2. Hardverski dio Arduino platforme	5
2.2.1. Djelovi Arduino ploče	6
2.3. Arduinov softver.....	8
2.4. Primjena u saobraćaju	9
2.4.1. Svjetlosna signalizacija u saobraćaju	9
2.5. Pribor korišten u projektu.....	9
2.5.1. Breadboard	9
2.5.2. Provodnici	10
2.5.3. Otpornici.....	10
2.5.4. Dioda	11
2.6. Način rada	11
2.7. Simulacija	14
2.8. Kod	14
2.9. Vizuelno prikazana simulacija	18
3. Zaključak	21
4. Literatura	22
5. Popis tablica	23
6. Popis ilustracija	24
7. Tabela konstaltacija	25

1.UVOD

Arduino razvojni sistem obezbjeđuje primjenu jeftine i jednostavne tehnologije za realizovanje projekata. U kombinaciji sa elektronikom, arduino može obavljati veoma širok obim različitih poslova: od regulisanja svjetlosnih efekata na umjetničkoj instalaciji do upravljanja snagom solarnog sistema.

Postoji mnoštvo knjiga i naučnih radova na svijetu, vezanih za arduino platformu. Čak i na internetskim stranica se može pronaći mnoštvo pomoći, kada su u pitanju arduino projekti, te sama upotreba uređaja. Upotrebljavati arduino nije komplikovano, ali ne može se u tom svijetu svako snaći. Uz pomoć raznih resursa, osoba koja ima osnovno znanje u informatici i proramiranju, može veoma brzo savladati upotrebu same platforme. Arduino platforma i jeste namijenjena inženjerskoj upotrebi, a ne da služi kao hobi. Upotreba platforme je preširoka, da bi se dotakao svega. Međutim, to mi i nije bio cilj. Odlučio sam dotaći se saobraćaja, odnosno kontrolisanja svjetlosne signalizacije u saobraćaju. Od svih dosadašnjih arduino projekata sa kojima sam upoznat, ovaj mi se činio najzanimljivijim – jer sam se kao mali uvijek pitao gdje se nalaze ti ljudi koji na daljinski upravljač pale i gase svjetla na semaforu. Vizuelni prikaz je još jedan razlog zbog kojeg sam odlučio izabrati ovu temu. U radu na računarima nikada prije nisam imao priliku povezati neki program sa stvarnim svijetom, a to prvi put vidim kroz upotrebu arduino razvojnog sistema.

U ovom radu ću najprije objasniti arduino, jer u našoj zemlji još nije postao „mega“ popularan kao širom evrope. Pokušat ću ga vizuelno predstaviti. Zatim, ću postepeno predstaviti simulaciju jednog semafora, čime ću svoj rad obogatit jednim malim projektom. Sve što budem koristio ću objasniti, ali neću se doticati stvari nebitnim za ovaj projekat. Na kraju ću u fotografijama vizuelno predstaviti simulaciju ovog projekta. Kroz ovaj projekat ću se dotaći upotrebe arduina i softverski i hardverski.

2.RAZRADA TEME

2.1. Arduino razvojni sistem

Arduino je mala *mikrokontrolerska pločica* s univerzalnom serijskom magistralom na koju povezujete svoj računar, i nizom utičnica u koje se mogu spojiti drugi alati za izradu arduino projekata.¹ Arduino razvojni sistem je jedna od najpopularnijih „open source“² platformi na svijetu. Najznačajniju upotrebu pronalazi u projektima zasnovanim na elektronici, povezujući hardver i softver. Veoma je jednostavno unositi kodove i praviti programe koristeći ovu platformu. Arduino platforma je objavljena 2005. godine od strane studenata sa „Interaction Design Institute Ivrea“ (IDII) u Milanu. Oni su je razvili za projekat kao neki skroman alat za windows i Mac OSX. Dalji razvoj arduino razvojnog sistema se veže za *mikrokontroler*.



Slika 1: ATmega328 mikročip

Srce arduino pločice je mikrokontroler. Mikrokontroler je, ustvari, malo integrisano kolo, dizajnirano za obavljanje specifičnih operacija. To je, u suštini, mali računar na čipu. Obični mikrokontroleri imaju *procesor*, *memorijske kartice*, i *input/output uređaje*. Njihova glavna komponenta je *mikročip*. Čip mikrokontrolera je crn pravougaoni uređaj sa 28 pinova. Postavljen je u utičnicu sa dva reda otvora tako da se veoma lahko može zamijeniti.³ Mikrokontroleri su u zadnjim godinama revolucionarizirali robotiku. Srušila im se cijena, povećale sposobnosti, te su naslijedili niz postojećih alata za razvoj. Glavni uzrok promjeni je

¹ Definicija koju Monk Simon koristi kao jednostavni način za definisanje arduino ploče u djelu „Arduino Uvod u Programiranje“ (2017)

² Open source- predstavlja certifikat koji posjeduju Open Source Initiative (OSI). To znači da se tom softveru mogu slobodno ugrađivati stavke, kao poboljšanja bilo koga, bez ikakvog ograničavanja. Tako je „open source“ softver i besplatno dostupan svima.

³ Monk Simon daje ovaj opis mikrokontrolera u svom djelu „Arduino Uvod u Programiranje“ (2017)

vjerovatno moglo biti bilo šta od triju navedenih činjenica. Ali sva tri zajedno su imali još veći učinak.⁴.

Mikrokontroler omogućava uređaju da prikuplja informacije iz okoliša, to jest da povezuje program, uređaj sa vanjskim svijetom. Mikrokontroleri se nalaze u automobilima, robotima, medicinskim uređajima, kućnim uređajima i u mnogim drugim. Danas se arduino koristi u mnogim granama privrede kao što su: građevinska industrija, mašinska industrija, automobilska industrija, saobraćajna industrija... Već je spomenuto da je arduino razvojni sistem dizajniran za umjetnike, dizajnere, hakere, te sve amatere koji se zanimaju o formiranju nekih specifičnih objekata. Arduino se može povezati sa raznim uređajima kao što su: svjetiljke, motori, mikrofoni, zvučnici, kamere, pametni telefoni, televizije.

Sam arduino se uzdiže na veoma visok nivo, zbog toga što je veoma jeftin, a obuhvata veoma širok obim projekata koji se mogu raditi isključivo na arduino hardverskim i softverskim uređajima. *Arduino softver* je potpuno besplatan, a ni hardver nema preveliku cijenu. Također, korištenje arduino razvojnog sistema nije kompleksno, te osobe koje nisu izvan tog kompjuterskog svijeta mogu savladati upotrebu platforme za par dana, ako ne i manje. Arduino se može koristiti kao osnova za mnoge projekte bazirane na elektronici, ali također je našao upotrebu u robotima, grijačima u jastucima, tepisima, jaknama i mnogim drugim uređajima koji koriste i softver i hardver.

U ovom radu ću se bazirati na saobraćajnoj industriji, to jeste na primjeni arduino platforme u saobraćaju.

Već je spomenuto da se arduino platforma sastoji iz dva djela, *softverskog* i *hardverskog*. Sada ću navesti pojedinosti oba dijela, koji zajedno čine jednu veoma moćnu platformu.

2.2. Hardver arduino razvojni sistema

Osnovni dio arduino razvojnog sistema je *ploča arduina*, koji je doslovno važan kao i kućište jednog računara. Arduino prima informacije iz raznih senzora, koji se ugrađuju na ovo prvobitnu ploču. Interakcija sa okolinom je omogućena putem svjetla, motora, te drugih. Svaka arduino ploča sadrži osnovne dijelove, koje ću ja dolje navesti. Što jači model arduino ploče

⁴ Luka Car u svom diplomskom radu piše o faktorima koji su doveli do revolucioniranja robotike od strane mikrokontrolera. (2012)

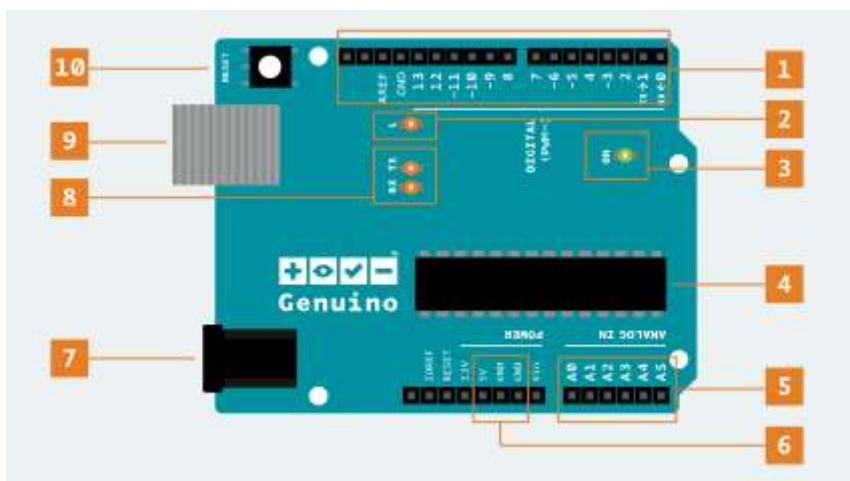
jeste, on ima više dijelova, bolji je, jači je, skuplji je i pruža više mogućnosti. Ja ću koristiti najpopularniji Arduino model, *Arduino UNO*, najosnovniji model. Ovaj model najčešće koristi čip ATmega32, ali nove Genuino/Uno ploče imaju i *Atmega328* čipove. Ima Input i Output *pinove* koji služe za povezivanje sa vanjskim svijetom, kao što su senzori, prekidači, motori i tako dalje. Zapravo, ovaj model ima 14 I/O pinova, 6 analognih ulaza, USB priključak, reset tipka, ICSP kućište⁵.

2.2.1. Djelovi ploče

Djelovi ploče naravno variraju od vrste same ploče, pa tako i njene mogućnosti. Osnovni dijelovi koje možemo naći kod gotovi svih tipova Arduino ploče jesu dijelovi arduino UNO ploče:

- *Analogni pinovi* (A0, A1, A2, A3, A4, A5) Ovi pinovi čitaju signale iz analognih i pretvaraju ih u digitalne vrijednosti.
- *Digitalni pinovi* se nalaze na suprotnoj strani od analognih i služe i za digitalni ulaz i digitalni izlaz. Registrovani su sa RX-0, TX-1, te redom brojevima do 13.
- *AREF* pin služi za podešavanje voltaže, između 0V i 5V.
- *5V* pin napaja sa 5V napona.
- *GND* – „ground“ ili uzemljenje.
- *Naponski regulator* predstavlja sigurnosni sistem jednog arduino modela. On sav višak napona koji je model ne može da podnese odbacuje.
- *Konektor*- služi kao drugi izvor energije, pored USB priključka.

⁵ Popraćeno podacima na zvaničnoj arduino internetskoj stranici. (2017)



Slika 2: Anatomija arduino ploče

Tabela 1: Analiza slike 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Digitalni pinovi	Sijalica pina 13	Sijalica napajanja	ATmega mikrokontroler	Analoni pinovi	GND i 5V pinovi	Konektor	TX i RX svjetiljke	USB priključak	Reset tipka

2.3. Arduinov softver

Arduino softver je potpuno besplatan, i dostupan je legalno svim korisnicima globalnog interneta. *Arduino IDE* je veoma dobar softver za arduino platformu, koji je dostupan na njihovoj zvaničnoj stranici, na sljedećem linku: <http://arduino.cc/en/Main/Software>. Na ovom linku se nalazi posljednja, ažurirana verzija softvera. Također, dostupni su softveri za preuzimanja u različitim verzijama linux operativnog sistema, MAC-a, te windowsa. Arduino IDE se ponaša kao programski jezik. U njemu se daju naredbe, oblikuju stvari koje rezultiraju promjenama na hardverskom djelu arduino razvojnog sistema. Arduino IDE je baziran na C/C++ programskim jezicima. Čak i drugi softveri namijenjeni za upotrebu u arduino razvojnom sistemu su po mnogim stavkama slični, te se veoma malo razlikuju.



Slika 3: Arduino IDE logo

Da bi koristili softver arduina najprije moramo napisati program. Napisani program se mora provjeriti, tj. utvrditi da nije došlo do nikakvih grešaka, te da je program valjan. Kao i C++, arduino program ima opciju automatske provjere koda, prije nego se iskoristi, i djeluje na hardver.⁶ Nakon toga, softver se *USB kabelom* priključuje za hardverski dio arduino platforme, u našem slučaju Arduino UNO. Arduino IDE softver, softver koji ćemo mi koristiti, se može koristiti u Windows, Mac i Linux operativnim sistemima.

Arduino IDE je, kao što je već spomenuto baziran na C/C++ programskim jezicima. Koristi istu biblioteku funkcija. Ta biblioteka, čini program veoma jednostavnim. Dvije najčešće korištene funkcije u arduino IDE-u su „*setup()*“ i „*loop()*“. Svaki program u svom kodu nalazi obje ove funkcije barem jedanput. Tako svaki napisani program ima barem dva bloka.⁷ Blok setup dolazi prije loop-a. Sam blok se definiše kao dio koda koji se pokreće zajedno, gdje sve linije koda učestvuju kao tim. Blok počinje i završava vitičastom zagradom „{ }“. Ključna riječ prije imena bloka, koja se mora koristiti je void. Blok „setup“ se ne ponavlja, desi se samo jednom. Dok „loop“ služi za formiranje bloka koji se neprestano ponavlja. Funkcija setup poziva dvije funkcije: pinMode i digitalWrite. Pomoću funkcije pinMode zadaje se da određeni pin bude ili ulaz ili izlaz.⁸

⁶ Salim bin Islam i Rahman Mahmudan u svom doktorskom radu detaljno objašnjavaju način upotrebe arduino platforme. (2012)

⁷ Na Olypia Circuit internetskoj stranici se nalaze uputstva za pisanje raznih kodova u arduino IDE softveru, a između ostalog i pojašnjene su setup() i loop() funkcija.

⁸ Simon Monk promatra razlike između setup() i loop() funkcije, te ih u svom djelu „Arduino Uvod u Programiranje“ (2017) detaljno objašnjava.

2.4. Primjena u saobraćaju

Arduino razvojni sistem se primjenjuje u saobraćaju kao platforma koja spaja softver i hardver. Nove automobilske tehnologije uzrokovale su proizvodnju automobila sa mnogo tehničkih stavki. Veliki broj tih stavki koriste razne senzore. Arduino platforma oblikuje te senzore. Sistem koji reguliše paljenje i gašenje svjetala na semaforu se može veoma efikasno uspostaviti korištenjem arduino platforme. Program u arduino IDE-u će regulisati vremenske intervale, paljenja i gašenja svjetala na semaforu. Ja ću to pobliže predstaviti koristeći jednu malu eksperimentalnu ploču arduino platforme koja se naziva breadboard, te diode kao sijalice – koje služe kao simulacija semafora.

2.4.1. Svjetlosna signalizacija u saobraćaju

Svjetlosna signalizacija je jedna veoma važna komponenta u saobraćaju. Uvođenjem svjetlosne signalizacije se povećala bezbjednost u saobraćaju, a i brzina dolaska na odredište svih građana. Da bi princip mogao funkcionisati, svi semafori, ne samo u jednoj raskrsnici nego i šire, moraju biti dobro programirani i usklađeni. Moraju pridonijeti sigurnom, efikasnom, brzom, učinkovitom prometu, bez formiranja gužvi. U ovom radu ću predstaviti upotrebu arduino razvojnog sistema kao svjetlosne signalizacije, odnosno kao semafora.

2.5. Pribor korišten u projektu

Pored osnovnog modela arduina niti jedan arduino projekat ne može biti napravljen, bez ostalih djelova. Navest ću ovdje arduino pomoćne dijelove koje ću koristiti.

2.5.1. Breadboard

Breadboard je veoma popularan uređaj, koji predstavlja bolji i jednostavniji način upotrebe strujnog kola. „Dobili su ime po tome što su često korištene ploče za izgradnju strujnih kola, bile kuhinjske daske na kojima se rezao hljeb, meso i bilo koja namirnica.“ Na breadboardu se mogu ptaviti veoma jednostavna kola, a čak i ona veoma komplikovana. Oni se najčešće upotrebljavaju, za kola koja nisu namijenjena za dugotrajnu upotrebu, ne trebaju biti trajna. Dakle, upotrebljivi su za izgradnju kola, testiranje, popravljanje i analiziranje. Unutra, breadbord ima takozvane *terminalne linije*. To su metalni horizontalni redovi označeni brojevima. *Dip* razdvaja dva dijela breadboarda, tako da su oni potpuno izolovani. Dip se

također može koristiti za dodavanje nekih naprednih elemenata breadboardu, za njegovo napredno korištenje. Na breadboardu se nalaze četiri *šine* na dvije ivice same ploče, one su vertikalne. Dvije šine su pozitivno naelektrisane, a dvije negativno.⁹ One daju veoma lagan pristup električnoj energiji bilo gdje u breadboardu.



Slika 4: Breadboard



Slika 5: Provodnici

2.5.2. Provodnici

Veoma bitni dijelovi, koji služe da provode električni impuls od arduino glavne ploče, do ploče za testiranje breadboarda. Provodnici zapravo predstavljaju drugi most u *prenosu električnog impulsa*, prvi je sa računara na arduino glavnu ploču pomoću USB kabela, a drugi je upravo preko provodnika sa arduino glavne ploče na breadboard.

2.5.3. Otpornici

Otpornici su također veoma važni elementi ovog mog eksperimenta. Oni su dijelovi koji služe da bi napravili *otpor* i da bi smanjili električni napon, te spriječili bilo kakve kvarove uslijed prevelike jačine električne struje.

⁹ Sparkfun Solid State Depot organizacija objavljuje na Sparkfun stranici podatke o breadboardu.



Slika 6: Rezistori/Otpornici



Slika 7: Diode

2.5.4. Diode

Diode su specifični elementi za ovaj projekat, eksperiment. One će primiti električni impuls koji je prethodno već prošao i otpornike, tako da mu je napon ima ne preveliku vrijednost. Bitno je napomenuti da nije svejedno koji vrh diode će negdje biti zaboden, no o tome ću nešto više dodati poslije. Ali svaka dioda ima *anodu*- pozitivno naelektrisani vrh, i *katodu*- negativno naelektrisani vrh. Po pravilu je anoda onaj duži vrh, a katoda kraći.¹⁰ Diode će u skladu sa programom na računara, dobijati električni impuls, tj. biti će upaljene ili ugašene ili će se paliti i gasiti...

2.6. Način rada

Arduino ploča, arduino uno će se povezati sa računarom, odnosno sa softverom. Međutim, arduino ploču treba povezati sa breadboardom, koji služi kao eksperimentalna platforma u svemu ovome. Ta veza će se uspostaviti provodnicima, tako što je jedan kraj provodnika spojen na digitalni pin arduino ploče, a drugi na jednu kolonu, ili šinu na breadboardu. Provodnici prenose elektricitet na breadboard. Otpornik se također stavlja na breadboard kao dio, koji garantuje sigurnost upotrebe – smanjuje rizik za bilo kakve kvarove, tako što smanjuje napon.

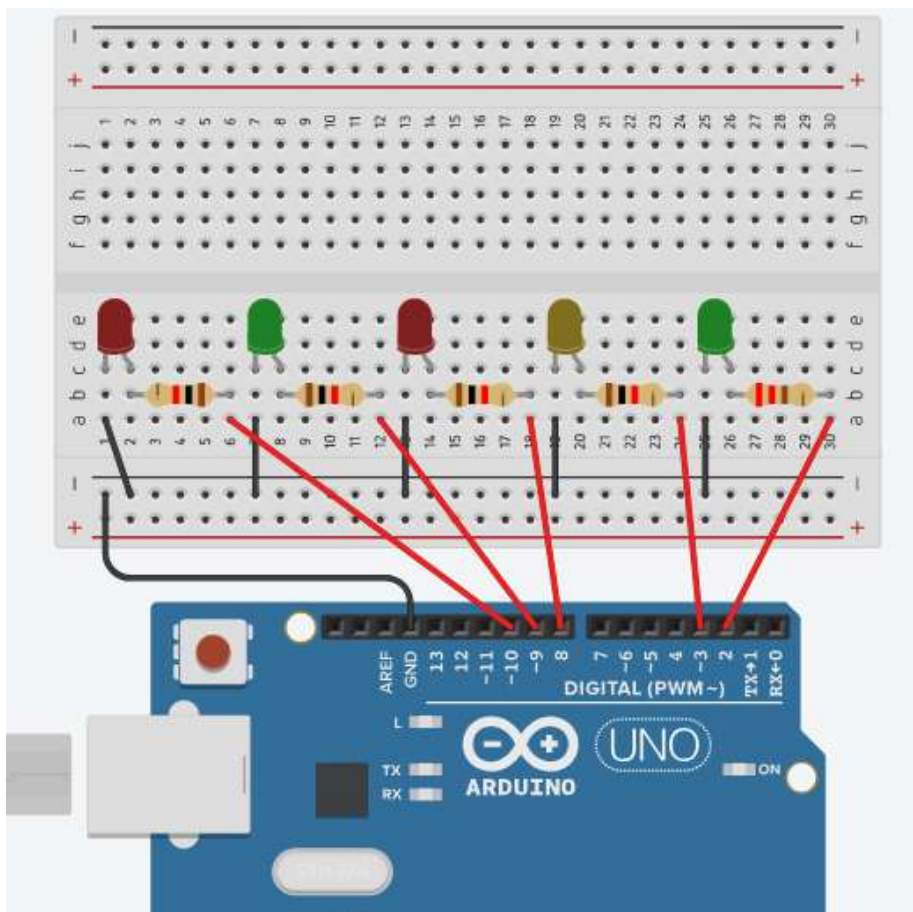
Za ovaj projekat potrebno je pet dioda, pet otpornika i nešto više provodnika. Provodnik napaja cijelu kolonu na koju je spojen njegov drugi kraj, ili šinu ako je njegov drugi kraj spojen

¹⁰ Dahl N. na stranici Build electronic circuits detaljno objašnjava diode kao elektroničku komponentu (2014)

tu. Otpornik/rezistor doslovno prenosi napajanje s jedne kolone na drugu, i redukuje napon. Jedna noga rezistora se postavlja u kolonu sa potpunim naponom, a druga u onu kolonu gdje je namijenjena da bude dioda. Druga spomenuta kolona ima redukovan napon. Dioda je, dakle postavljana na novu kolonu sa redukovanim naponom i to anoda. Katoda se ubada na prvu kolonu do anode. I na koloni gdje je katoda mora se dovesti ground, namijenjen da odvodi napajanje.

Ground je najlakše dovesti na način koji ću objasniti u sljedećih nekoliko rečenica. Iz razloga što svaki put napajanja, to jest na svaku diodu ide jedan put napajanja, a svaki put završava u ground-u/ uzemljenju. Na arduino uno ploči, postoji samo jedan analogni pin GND-uzemljenje. Pin GND povežemo provodnikom sa (-) šinom, i tako nam je sada na cijeloj šini GND. Pa samo kolone koje trebamo spajati sa GND spajamo sa (-) šinom. Tako smo formirali jedan put napajanja, krenuvši u našem slučaju iz 3, a završavajući u GND-u. Na isti način ćemo spojiti i žuto, i zeleno svijetlo. Po pravilu se koriste crveni ili narandžasti provodnici za napajanje kolona, a crni provodnici za izlaz u GND. Ali, ovo je samo napomena zbog bolje preglednosti kada su veliki projekti u pitanju.

Kao praktični primjer koristit ću svima dostupni i besplatni mehanizam *Tinkercad*. Tinkercad je platforma, dostupna na internetu, koja služi za razna eksperimentisanja inženjera i svih zainteresovanih ljudi u raznim poljima. Na toj platformi se mogu izvoditi razne elektrotehničke simulacije, koje koriste razne alate poput: kondenzatora, baterija, fotorezistora, motora, pa i alata koji su potrebni za ovaj rad.



Slika 8: Formirana kola na arduino ploči, sada je ploča spremna da se spoji s računarom

Na fotografiji vidimo arduino ploču, sa sačinjenim kolima. Sačinjeno je 5 *strujnih kola*. Svaki ima zadatak da kontoliše rad jedne svjetiljke koje u ovom trenutku služe kao sijalice na semaforu. Posmatrajući s lijeva na desno prve dvije diode će simulirati semafor na pješačkom prelazu, a sljedeće tri semafor za automobile.

Posmatrajmo napajanje iz digitalnog *pina* 2. Provodnikom je spojena arduino ploča sa breadboardom. Sada je kolona 30 napajana. Napon dalje prolazi kroz rezistor i prelazi u 26. kolonu. 26. kolona je kolona sa redukovanim naponom. Zatim ulazi kroz anodu u diodu i izlazi kroz katodu u koloni 25. Kolo još samo mora završavati u GND-u, odnosno u uzemljenju, ali i završava. Provodnikom je spojena 25. kolona sa (-) šinom, a (-) šina je spojena sa GND-om.

2.7. Simulacija

Pod ovim naslovom želim objasniti simulaciju, to jeste pojasniti u koracima ono što želim simulirati. Bitno je napomenuti da paljenje i gašenje dioda zavisi od pinova. Ako je pin na *1/ON* onda je dioda upaljena, a ako je *0/OFF* onda je ugašena. Kodom se regulišu pinovi. U koracima ću prikazati šta se treba događati.

1. Pin 2: OFF; Pin 3: OFF; Pin 8: ON; Pin 9: ON; Pin 10: OFF; (Upaljeno je zeleno pješacima, a crveno automobilima)
2. Pin 2: OFF; Pin 3: OFF; Pin 8: ON; Pin 9: OFF; Pin 10: ON; (Gasi se zeleno pješacima, pali se crveno)
3. Pin 2: OFF; Pin 3: ON; Pin 8: OFF; Pin 9: OFF; Pin 10: ON; (Uključuje se žuto automobilima, gasi se crveno)
4. Pin 2: ON; Pin 3: OFF; Pin 8: OFF; Pin 9: OFF; Pin 10: ON; (Uključuje se zeleno automobilima, gasi se žuto)
5. Pin 2: ON/OFF; Pin 3: OFF; Pin 8: OFF; Pin 9: OFF; Pin 10: ON; (Zeleno treptajuće svjetlo, koje treba trepnuti 4 puta čime bi uslijedilo ponavljanje cijelog ciklusa. Zeleno treptajuće svjetlo upozorava vozače na skori prestanak dozvoljenog prolaza, te pojavu crvenog svjetla. To ćemo napraviti uz pomoć FOR petlje.)

2.8. Kod

Tinkercad platforma ima prilagođeno neproceduralno programiranje, koje je jednostavnije za koristiti. Dakle, platforma nudi opciju kreiranja neproceduralnog koda, a ona sama kreira uobičajeni kod. Neproceduralno je mnogo jednostavnije i brže programirati.



Slika 9: Prvi dio neproceduralnog koda



Slika 10: Drugi dio neproceduralnog koda

Kao što svaki program, i ovaj ima svoj kod. Kroz komentare sam detaljno objasnio različite funkcije u sljedećem kodu:

```
int counter; // Definisali varijablu „counter“ kao brojač
```

`void setup()` // Void jeste funkcija koju moramo upotrijebiti na otvaranju bloka. Blok setup se uvijek pojavljuje prije bloka loop. Setup je funkcija koja razvija block, koji se samo jednom desi, i tu staje.

```
{
```

`pinMode(8, OUTPUT);` // funkcija imenuje elemente. Imenovani kao OUTPUT-izlaz, i redni broj digitalnog pina, koji u drugom bloku kontrolišemo.

```
pinMode(3, OUTPUT);
```

```

pinMode(2, OUTPUT);

pinMode(9, OUTPUT);

pinMode(10, OUTPUT);
}

void loop() // Funkcijom loop se otvara blok, koji se neprestano ponavlja.
{
    digitalWrite(8, HIGH); // Funkcija koja omogućava dodjeljivanje određenom digitalnom pinu
    opciju HIGH ili LOW, to jeste 1 ili 0, radi ili ne radi.

    digitalWrite(3, LOW);

    digitalWrite(2, LOW);

    digitalWrite(9, HIGH);

    digitalWrite(10, LOW);

    delay(5000); // Čekanje 5000 milisekundi ili 5 sekundi

    digitalWrite(8, HIGH);

    digitalWrite(3, LOW);

    digitalWrite(2, LOW);

    digitalWrite(9, LOW);

    digitalWrite(10, HIGH);

    delay(2000); // Čekanje 2000 milisekundi ili 2 sekunde

    digitalWrite(8, LOW);

    digitalWrite(3, HIGH);

    digitalWrite(2, LOW);

    digitalWrite(9, LOW);

    digitalWrite(10, HIGH);

    delay(2000);

```



```

digitalWrite(8, LOW);

digitalWrite(3, LOW);

digitalWrite(2, HIGH);

digitalWrite(9, LOW);

digitalWrite(10, HIGH);

delay(3000);

for (counter = 0; counter < 4; ++counter) { //otvorena petlja, koja staje kada dođe do 4
ponavljanja.

    digitalWrite(8, LOW);

    digitalWrite(3, LOW);

    digitalWrite(2, LOW);

    digitalWrite(9, LOW);

    digitalWrite(10, HIGH);

    delay(500);

    digitalWrite(8, LOW);

    digitalWrite(3, LOW);

    digitalWrite(2, HIGH);

    digitalWrite(9, LOW);

    digitalWrite(10, HIGH);

    delay(500);

}

digitalWrite(8, HIGH);

digitalWrite(3, LOW);

digitalWrite(2, LOW);

digitalWrite(9, LOW);

```

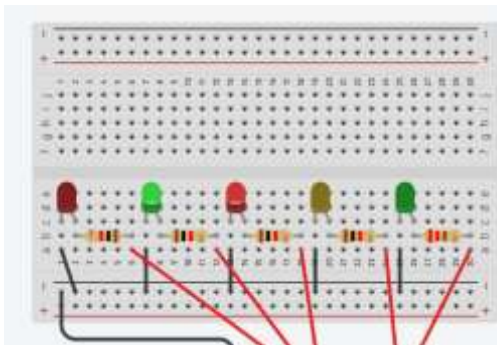
```
digitalWrite(10, HIGH);

delay(2000);

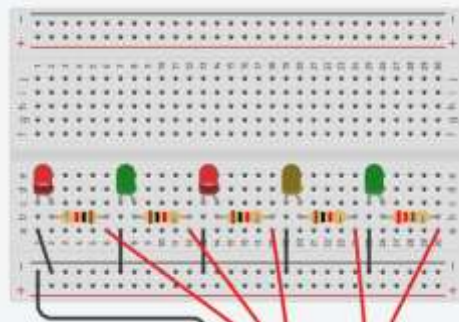
}
```

2.9. Vizuelno prikazana simulaciju u fotografijama

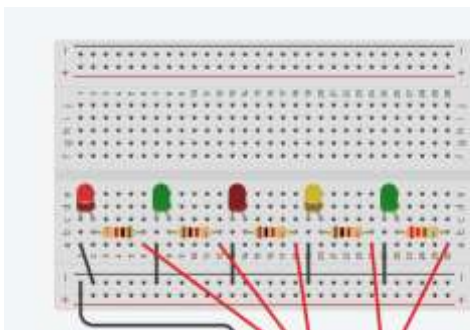
Simulacija simulira semafor na raskrnicu. Koraci simuliranja su sljedeći:



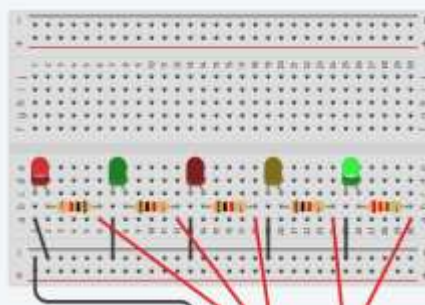
Slika 11: Prva slika simulacije



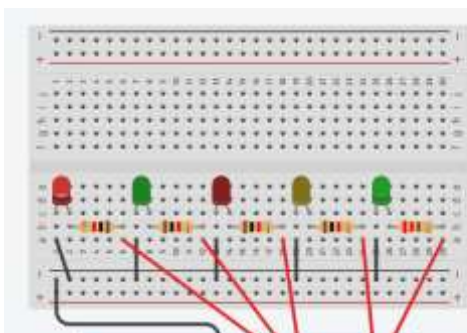
Slika 12: Druga slika simulacije



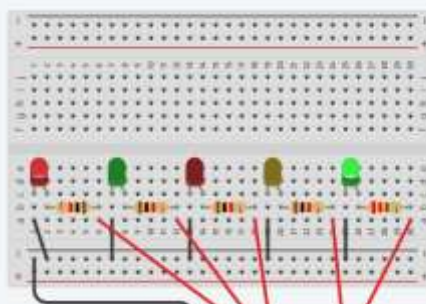
Slika 13: Treća slika simulacije



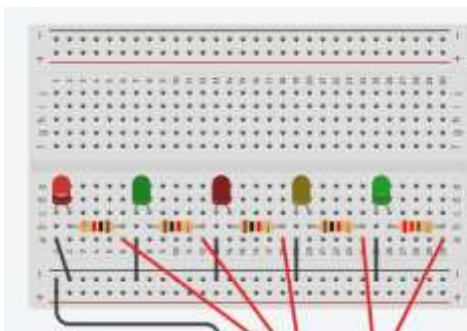
Slika 14: Četvrta slika simulacije



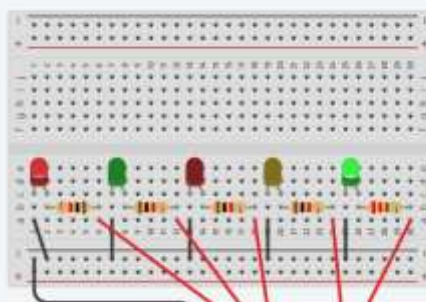
Slika 15: Peta slika simulacije



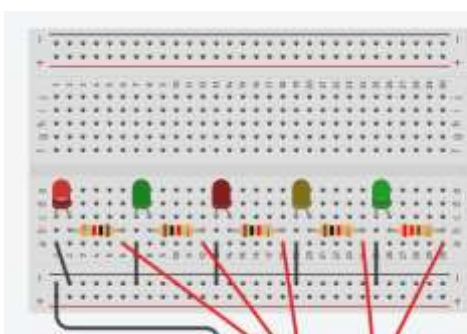
Slika 16: Šesta slika simulacije



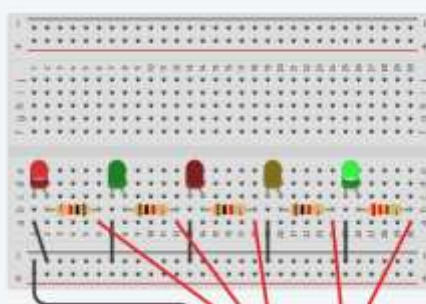
Slika 17: Sedma slika simulacije



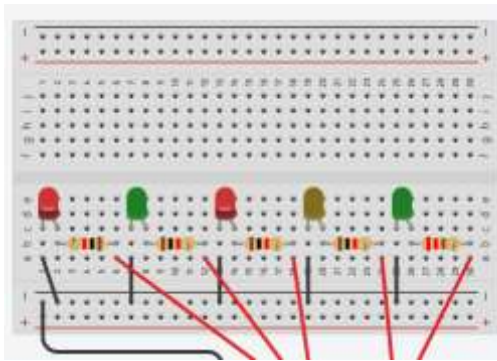
Slika 18: Osma slika simulacije



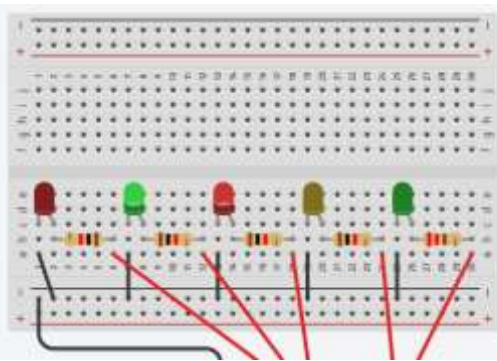
Slika 19: Deveta slika simulacije



Slika 20: Deseta slika simulacije



Slika 21: Jedanaesta slika simulacije



Slika 22: Dvanaesta slika simulacije

3. ZAKLJUČAK

Kao što ste i sami vidjeli arduino je jedna veoma „moćna“ platforma, koja može koristiti mnogo čemu. Jedna velika prednost platforme je jednostavnost i pristup. Ima mnogo tutoriala, primjera, besplatnih objašnjenja i globalno dostupnih. Tako da svako ko želi može bilo šta probati raditi uz pomoć arduino platforme. Mnogo učenika nikad nije došlo u dodir sa arduino platformom, a čak ni ne zna šta je to. Nekako je predstavljena kao inženjerski alat.

U ovom radu sam predstavio osnovne stvari vezane za arduino. Istraživao sam i napravio sam jedan mali, ali i veliki korak ka izučavanju platforme. Ovo je samo osnova, ali osnova koja je početak bez kog se ne može.

4. LITERATURA

- Monk S. (2017), *Arduino Uvod u Programiranje*, Beograd: Mikro knjiga.
- Car L. (2012), *Mobilni robot na gusjenični pogon*, diplomski rad, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu: Fakultet strojarstva i brodoradnje.
- *Arduino Board Anatomy*, © 2019 Arduino zvanična stranica: <https://www.arduino.cc/en/guide/BoardAnatomy>
- Bin Islam S. i Mahmudan R. (2012), *Design & Developing of a Microcontroller Based Intelligent Traffic Control System*, Doktorska disertacija, Dhaka: Dept. of Electronics & Communication Engineering East West University.
- *Arduino – HomePage*, © 2019 Arduino zvanična stranica: <http://arduino.cc>.
- Joel E. i Short M., *Sparkfun Start something*, Sparkfun website: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/how-to-use-a-breadboard>
- Dahl N. (2014), *What is an LED?*, Build electronic circuits website: <https://www.build-electronic-circuits.com/what-is-an-led/>
- *The setup() and loop() blocks*, Olympia Circuits webpage: <http://learn.olympiacircuits.com/setup-and-loop-blocks.html>
- Vugrinec F. (2017): *Mogućnost primjene arduino razvojne platforme za simulaciju jednostavnog semaforiziranog pješačkog prijelaza*, Završni rad, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu.
- *Tinkercad*, Autodesk tinkercad website: <https://www.tinkercad.com>

8. POPIS TABLICA

- Tabela 1, *Analiza slike 2*, (str 7.)

9. POPIS ILUSTRACIJA

- Slika 1: *ATMega328 mikročip*, (str. 4)
- Slika 2: *Anatomija arduino ploče*, (str. 7)
- Slika 3: *Arduino IDE logo*, (str. 8)
- Slika 4: *Breadboard*, (str. 10)
- Slika 5: *Provodnici*, (str. 10)
- Slika 6: *Rezistori/Otpornici*, (str. 11)
- Slika 7: *Diode*, (str. 11)
- Slika 8: *Formirana kola na arduino ploči, sada je ploča spremna da se spoji sa računarom*, (str. 13)
- Slika 9: *Prvi dio neproceduralnog koda*, (str. 15)
- Slika 10: *Drugi dio neproceduralnog koda*, (str. 15)
- Slika 11: *Prva slika simulacije*, (str. 18)
- Slika 12: *Druga slika simulacije*, (str. 18)
- Slika 13: *Treća slika simulacije*, (str. 18)
- Slika 14: *Četvrta slika simulacije*, (str. 18)
- Slika 15: *Peta slika simulacije*, (str. 19)
- Slika 16: *Šesta slika simulacije*, (str. 19)
- Slika 17: *Sedma slika simulacije*, (str. 19)
- Slika 18: *Osma slika simulacije*, (str. 19)
- Slika 19: *Deveta slika simulacije*, (str. 19)
- Slika 20: *Deseta slika simulacije*, (str. 19)
- Slika 21: *Jedanaesta slika simulacije*, (str. 20)
- Slika 22: *Dvanaesta slika simulacije*, (str. 20)

7. TABELA KONSULTACIJA

Broj konsultacija	DATUM KONSULTACIJA	PRISUSTVO UČENIKA
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
Ukupan broj održanih konsultacija:		(upisati broj)
Učenik je prisustvovao:		(upisati broj)

