



Katedra za elektroniku

Departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije

Tenk na daljinsko upravljanje

T80-U

Mentori:

dr Vladimir Rajs

Asist. Milan Bodić

Asist. Marko Vasiljević Toskić

Studenti:

Darko Menđan EE221/2017

Radoslav Bojanić EE112/2017

Nikolaj Karpić EE142/2017

Sadržaj

UVOD	3
Napajanje	4
Predajnik	5
Blok dijagram	6
Uputstvo za korišćenje	7
Detaljan opis komponenti predajnika	8
Algoritam rada	11
Prijemnik	14
Blok dijagram	14
Detaljan opis komponenti	15
Algoritam rada	19
Izrada štampanih ploča	21
Zaključak	24
LITERATURA	25
Dodatak	26

UVOD

Tenk T80 - U, u nastavku samo tenk, je projektovan kao vozilo na daljinsko upravljanje. Projekat koji se radi kao drugi zadatak iz predmeta primenjena elektronika. U izradi ovog projekta se koriste znanja iz različitih oblasti, programiranja mikrokontrolera u **C** programske jeziku, takođe i projektovanje i izrada štampane ploče (**PCB**).

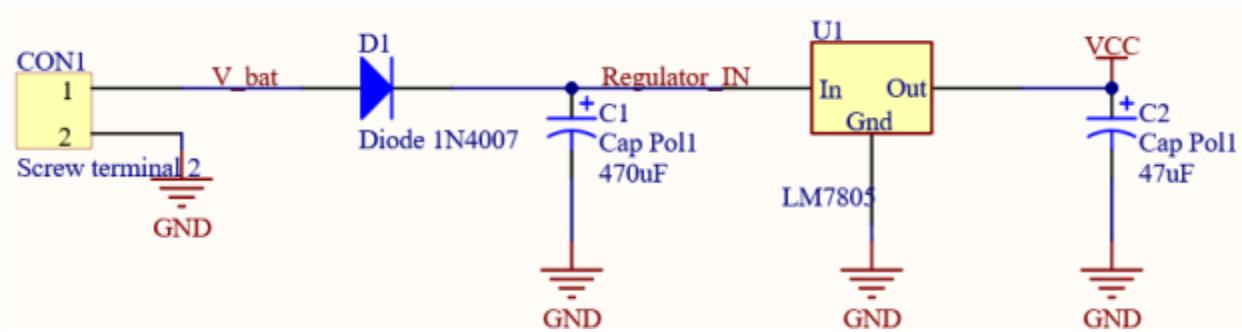
Tenk od mogućnosti ima kretanje napred, nazad, skretanje levo, desno. Mogućnost promene brzine pomocu dva tastera kojima se bira jedna od šest brzina. Poseduje mogućnost okretanja kupole pomocu dva tastera, jedan za levo drugi za desno, uz to tenk poseduje lasersku diodu za nišan i mogućnost pucanja projektila. Takođe ima svetla, žmigavce i sirenu.

Na projektu se koriste razne komponente, između ostalog **dsPIC30f4013**, **RF** moduli, **L298N** integrисано коло, takođe i **LM7805** naponski regulator. Više o svim komponentama će biti diskutovano. Kotroler se programira pomocu **PICkit** programatora.

Napajanje

Tenk je realizovan iz dva zasebna dela, prijemnog i predajnog, sa svojim zasebnim štampanim pločama. Pošto je napajanje i za prijemni i za predajni deo realizovano na potpuno isti način, izdvojićemo ga ovde.

Za napajanje se koristi baterija od **9V** i fiksni naponski regulator **LM7805** (slika 1) koji na ulazu prima maksimalno **35V** i daje konstantan napon od **5V**, uz maksimalnu izlaznu struju od **1.5A**.



Slika 1: Šema napajanja

Uz regulator se koriste i prateći kondenzatori od **470uF** i **47uF** koji sprečavaju oscilacije napona. Dioda **1N4007** se koristi za zaštitu. Takođe postoji led lampica koja sija kada je sistem pod naponom.

Predajnik

Na slici 2 se nalazi predajnik, koji se koristi za kontrolisanje tenka T80 - U.

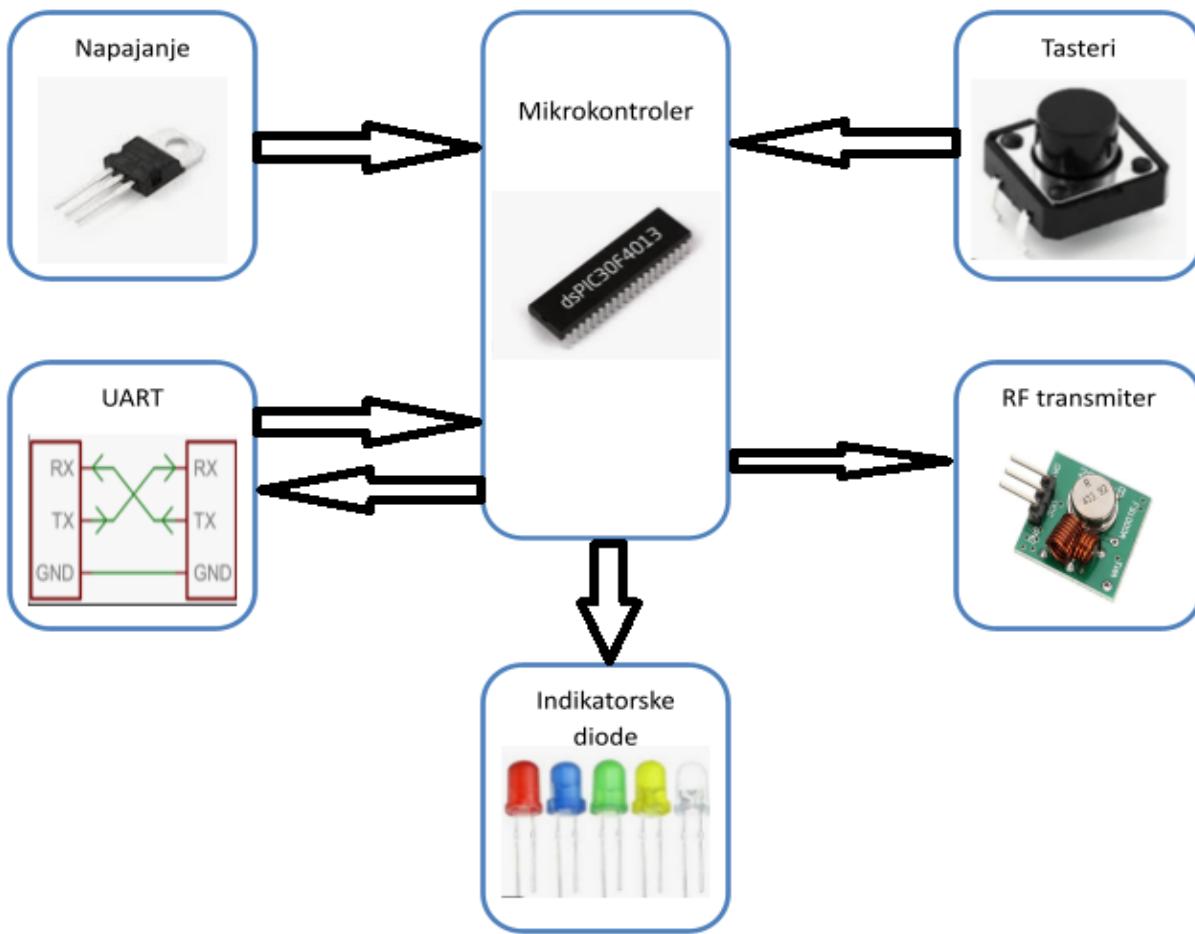


Slika 2: kontroler tenka

U narednim poglavljima ćemo obraditi **blok dijagram**, **uputstvo za korišćenje**, **algoritam rada**, takođe i detaljno ćemo opisati **komponente sistema**.

Blok dijagram

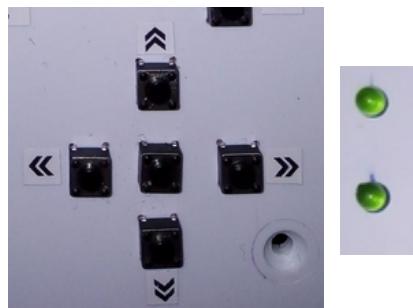
Na blok šemi (slika 3) se nalazi uprošćeni prikaz predajnika sa svim pratećim komponentama: **Tasteri**, **LED**, **RF predajnik**, **UART** komunikacija, napajanje (**LM7805**).



Slika 3: Blok dijagram predajnika

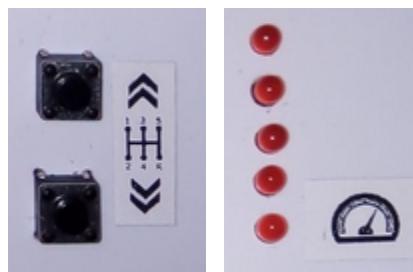
Uputstvo za korišćenje

Tenk T80 - U ima razne mogućnosti. U ovom odeljku ćemo ih ukratko opisati, i kako ih koristiti. Prvo ćemo opisati mogućnosti kretanja.



Na (slici 4) se nalaze tasteri za kretanje tenka, takođe postoje dve led lampice koje pokazuju da li se tenk kreće napred ili nazad. Taster u sredini se koristi za sirenu koja je realizovana pomoću zujalice.

Slika 4: tasteri za kretanje i led indikator kretanja



Tenk poseduje mogućnost promene brzine pomoću promene dužine trajanja impulsa **PWM** signala. Na (slici 5) se nalaze tasteri za promenu brzine, takođe i led indikator u kojoj brzini se trenutno nalazi tenk.

Slika 5: tasteri za promenu brzine i led indikator brzine



Tenk poseduje svetla i indikatore pravca, koji se aktiviraju tasterima na (slici 6).

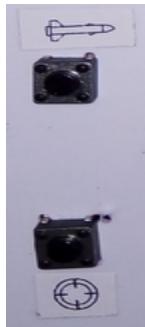
Slika 6: tasteri za svetla i žmigavce

Nadalje ćemo ukratko opisati ofanzivne mogućnosti tenka i takođe kako ih koristiti.



Tenk poseduje kupolu na kojoj se nalazi top, ona se pokreće levo ili desno pomoću tastera (Slika 7). Pokretanje kupole se vrši servomotorom **SG90**.

Slika 7: taster za pokretanje kupole

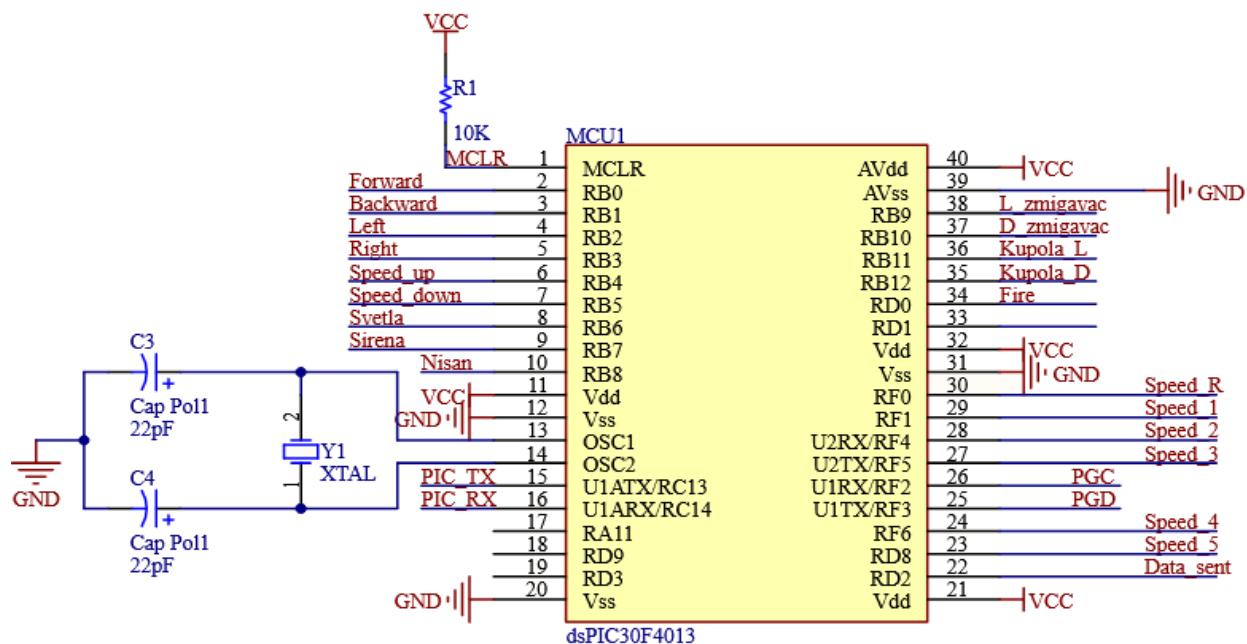


Tenk u kupoli ima **lasersku** diodu za nišan i top koji se aktivira servo motorom **SG90**. Za aktiviranje lasera i servo motora koriste se tasteri na (slici 8).

Slika 8: taster za aktiviranje
laseru i pucanje topa

Detaljan opis komponenti predajnika

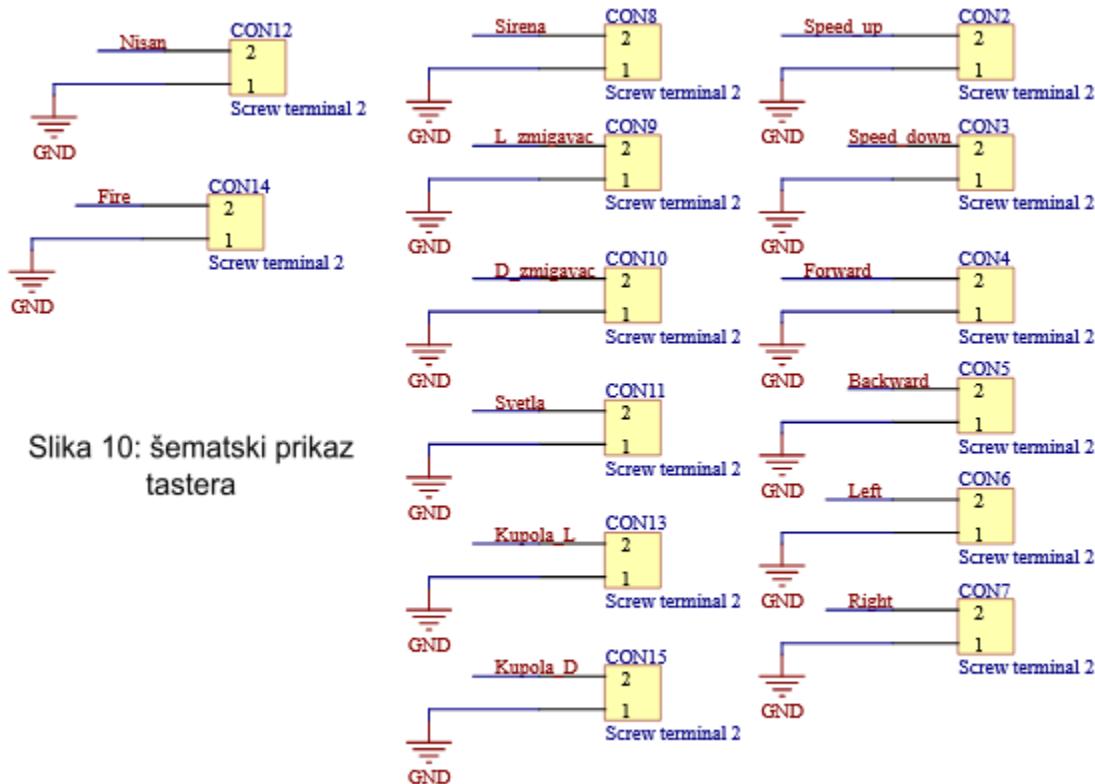
Predajnik koristi mikrokontroler **DSPIC30F4013** koji radi sa eksternim oscilatorom. Takt je **10MHZ**. (Slika 9)



Slika 9: šematski prikaz
mikrokontrolera

Tenk T80 - U

Predajnik koristi četrnaest tastera za kontrolisanje tenka. Funcije tastera su objašnjene u uputstvu. Tasteri nemaju hardverski debouncing, zato se u kodu koristi softverski debouncing. Šema tastera je na slici 10.

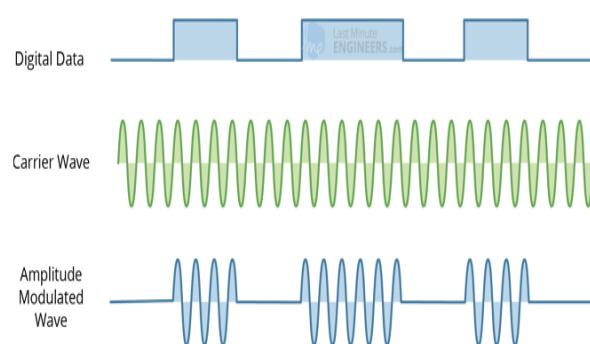


Slika 10: šematski prikaz tastera

Komunikacija se vrši pomoću **RF** modula, konkretno **RF predajnika** (slika 11). Radna frekvencija je **433MHz**, dok je brzina komunikacije **1200 bauda**. RF predajnik radi pomoću **ASK**(amplitude shift keying) (slika 12). RF predajnik asinhrono šalje nizove karaktera u zavisnosti od tastera koji je trenutno pritisnut, i time postiže bežičnu UART komunikaciju. Iz talasnih jednačina se dobija da je minimalna dužina antene jedna četvrtina talasne duzine, u našem slučaju **17,1cm**.

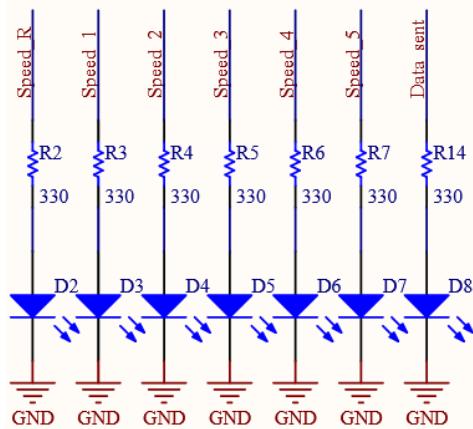


Slika 11: RF predajnik



Slika 12: signali ASK modulacije

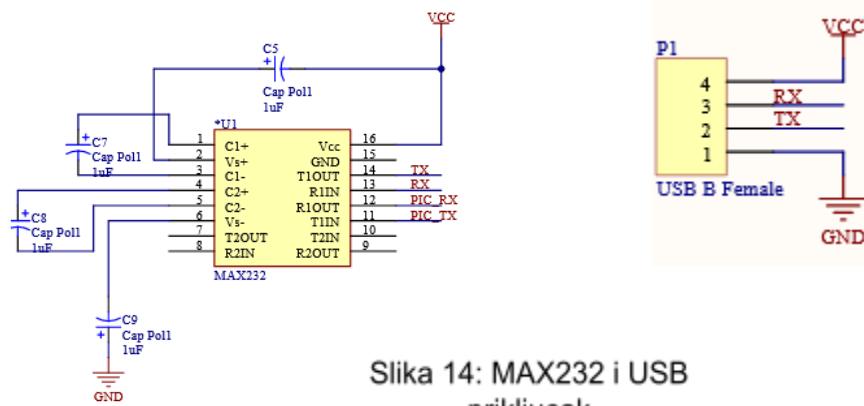
Tenk T80 - U



Predajnik ima i **LED** lampice, za indikaciju kretanja, i brzine, takođe i da li je predajnik uključen. (Slika 13)

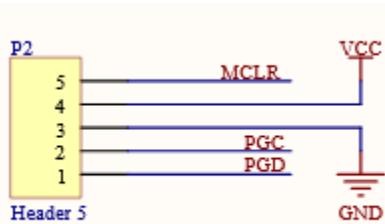
Slika 13: šematski prikaz LED dioda

Predajnik poseduje i **MAX232** uz prateće kondenzatore koji omogućava da se naponska logika mikrokontrolera **0 - 5V** pretvori u naponsku logiku za **RS232** komunikaciju koja je od **-12 - +12 V**. Uz to predajnik poseduje i izdvojen **USB** priključak. (Slika 14)



Slika 14: MAX232 i USB prikljucak

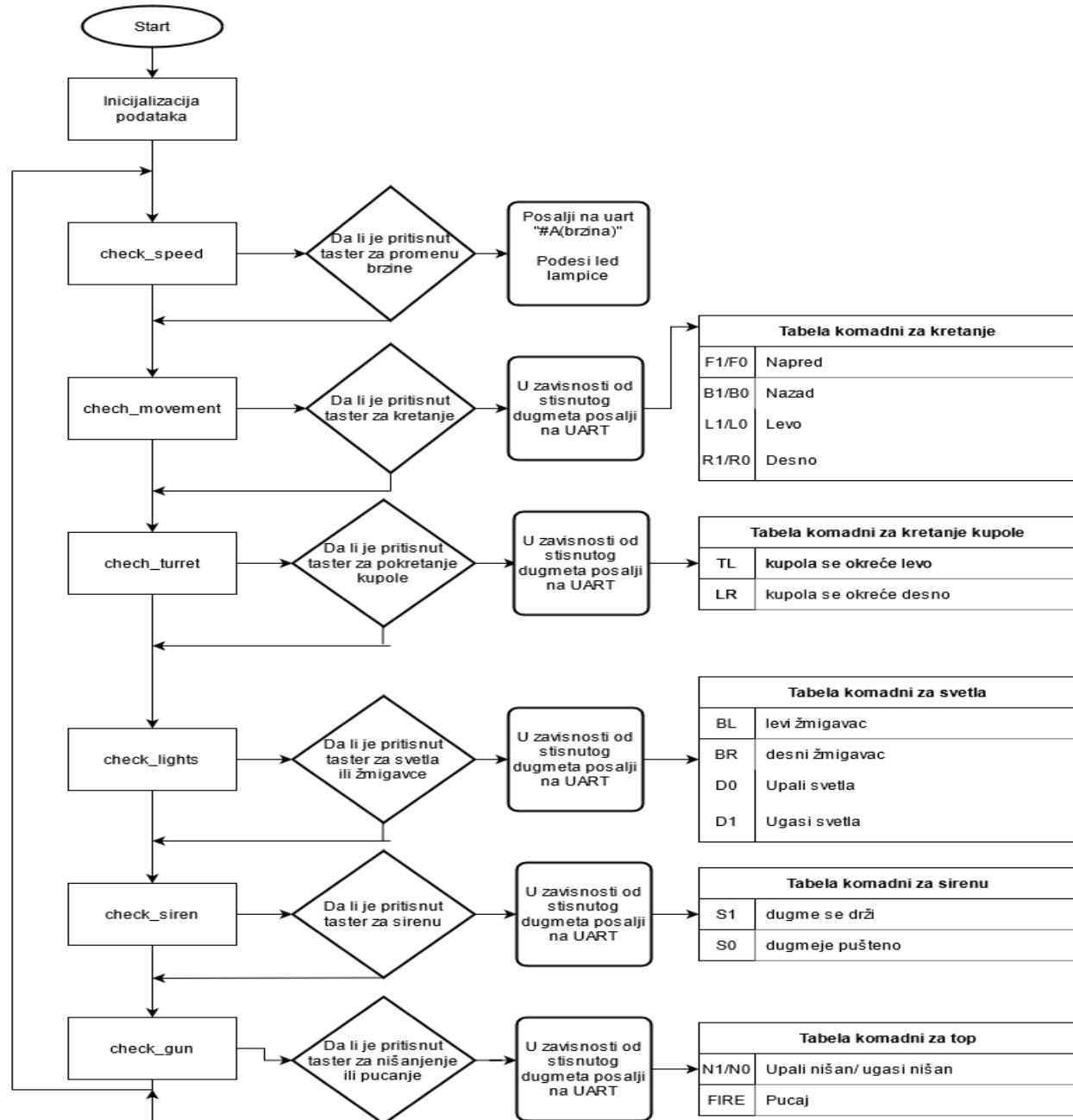
Predajnik takođe poseduje izdvojene priključke za **PICkit** radi lakseg programiranja mikrokontrolera. (Slika 15)



Slika 15: Šematski prikaz izdvojenog priključka

Algoritam rada

Na slici 16 se nalazi uprošćen **blok dijagram algoritma rada predajnika**. Na slici 16a se nalazi spisak svih validnih komadni.



Slika 16: dijagram rada algoritma

Tenk T80 - U

Predajnik započinje svoj rad inicijalizacijom, gde se deklarišu pinovi, prekidne rutine, i tajmeri, takođe se tu poziva funkcija **speed_indicator()** koja pali adekvatne lampice za prvobitnu brzinu. Nakon toga ulazi u stanje čekanja, gde čeka da se pritisne neki taster (slika 17). U zavisnosti od pritisnutog tastera, se šalje adekvatna poruka preko **UART1**, gde svaka poruka počinje sa “#” karakterom. Ostatak poruke i njovo značenje se vidi na dijagramu algoritma (slika 16).

```
int main(int argc, char** argv) {
    initUART1();
    Init_T1();
    initPins();
    speed_indicator(speed);
    while(1){
        check_speed();
        check_movement();
        check_turrent();
        check_lights();
        check_siren();
        check_gun();
    }
    return 0;
}
```

Slika 17: inicijalizacija i
čekanje tastera

Funkcija **initUART1()** inicijalizuje UART komunikaciju. Koja preko RF predajnika šalje adekvatne pouke.

Funkcija **Init_T1()** inicijalizuje tajmer 1 koji se koristi između ostalog za precizno tajmiranje aktivacije žmigavaca tenka.

Funkcija **initPins()** inicijalizuje pinove.

Funkcija **check_speed()** proverava da li su tasteri na pinovima **RB4** ili **RB5** pritisnuti, i u zavisnosti od toga povećava ili smanjuje brzinu. A zatim pozove **speed_indicator()**, da podesi led lampice.

Funkcija **check_movement()** proverava da li su tasteri na pinovima **RB0**, **RB1**, **RB2**, ili **RB3** pritisnuti, i u zavisnosti od toga se šalju komade za kretanje preko **UART** komunikacije.

Funkcija **check_turret()** proverava da li su tasteri na pinovima **RB11** ili **RB12** pritisnuti, i u zavisnosti od toga šalje komande ta okretanje kupole tenka.

Funkcija **check_lights()** proverava da li su tasteri na pinovima **RB9**, **RB10** ili **RB6** pritisnuti, i u zavisnosti od toga šalje komande za paljenje svetala ili žmigavaca.

Funkcija **check_siren()** proverava da li je tastei na pinu **RB7** pritisnuti, i u zavisnosti od toga šalje komadu za paljenje zujalice.

Funkcija **check_gun()** proverava da li su tasteri na pinovima **RB8** ili **RD0** pritisnuti, i u zavisnosti od toga šalje komandu za uključenje nišana ili pucanje topa.

Spisak svih validnih komadni se nalazi na slici 18.

Tenk T80 - U

```
* Komandu salje tako sto prvo posalje # a nakon toga 2 karaktera koji su identifikatori komande
* Spisak validnih komandi:
* #F1 --> idi napred
* #F0 --> nemoj ici napred
* #B1 --> idi nazad
* #B0 --> nemoj ici nazad
* #L1 --> idi levo
* #L0 --> nemoj ici levo
* #R1 --> idi desno
* #R0 --> nemoj ici desno
* #S1 --> stisni sirenu
* #S0 --> pusti sirenu
* #Ax --> podesi brzinu, gde x ide od 0 do 5
* #BL --> levi zmagavac
* #BR --> desni zmagavac
* #D0 --> upali svetla
* #D1 --> ugasi svetla
* #TR --> kupola desno
* #TL --> kupola levo
* #N0 --> upali nisan
* #N1 --> ugasi nisan
* #FIRE --> pucaj
```

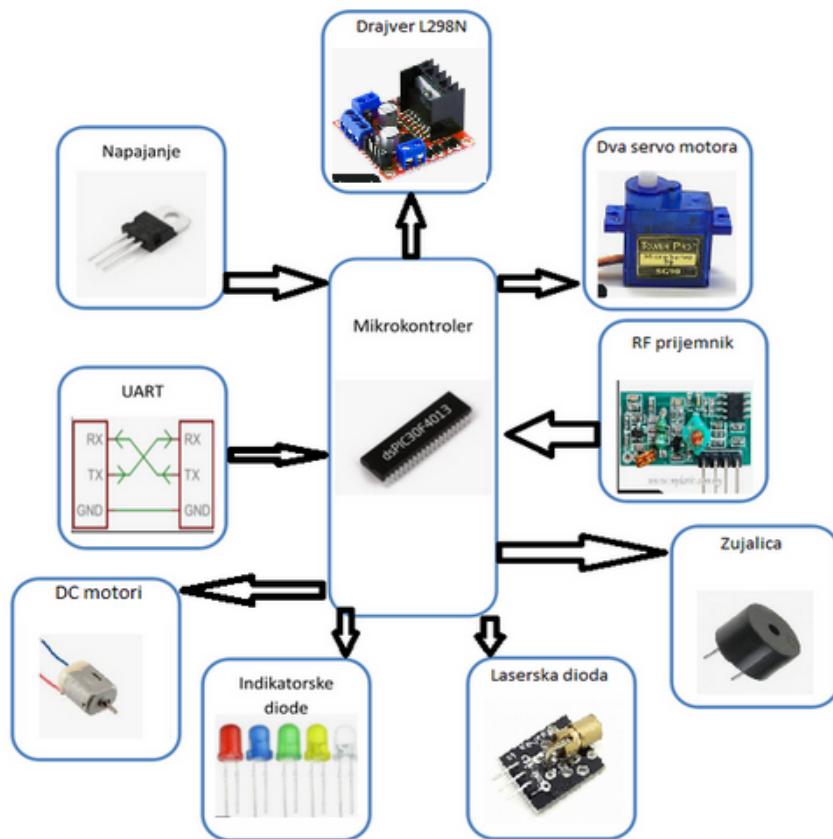
Slika 18: spisak svih validnih komandi

Prijemnik

Prijemnik se sastoji iz platforme, kupole, i štampane ploče. U platformi koju smo dobili od katedre se nalaze dva **DC** motora, i led lampice. Kupola koju smo pravili se pomera pomoću servo motora **SG90**, na noj se nalaze jedna laserska dioda koja se koristi za nišan, jedan lego top koji se aktivira pomoću drugog servo motora **SG90**. Na kupoli se takođe nalaze i led lampice.

Blok dijagram

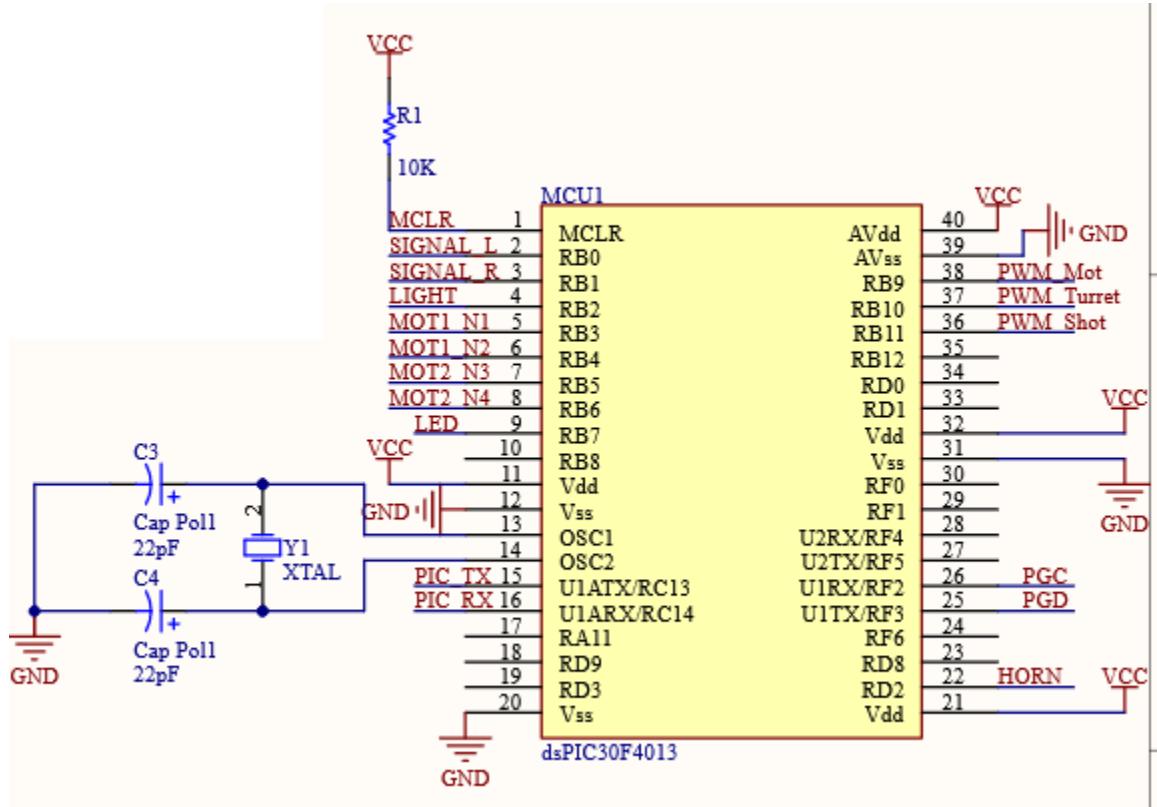
Na slici 19 se nalazi blok dijagram prijemnika sa pratećim komponentama: **LED**, **RF** prijemnik, **UART** komunikacija, napajanje (**LM7805**), **L298N** drijver za motore, zujalica, laserska dioda, i da servo motora.



Slika 19: blok dijagram prijemnika

Detaljan opis komponenti

Prijemnik takođe koristi **dsPIC30F4013** kao mikrokontroler, gde se takođe koristi eksterni oscilator instrukcionog takta od **10MHz**. (slika 20)



Slika 20: šematski prikaz mikrokontrolera

Za primej podataka mikrokontroler koristi **RF** prijemnik(slika 21), koji se povezuje na **UART** pinove i time se postiže bežična komunikacija. **RF** prijemnik takođe radi na **LPD433** (low power device 433 MHz) opsegu frekvencijskog domena. Kao i kod predajnika, prijemnik ima antenu čija dužina iznosi jednu četvrtinu talasne dužine, u našem slučaju **17,1cm**. Brzina komunikacije mora biti usklađena, tako da i kod prijemnika ona iznosi **1200 bauda**.

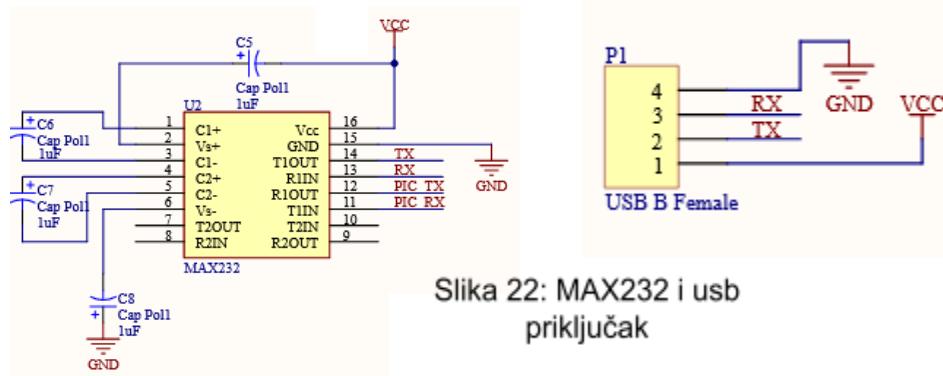
Na **RF** prijemniku se nalaze četiri nožice od kojih su jedna za **Vcc** druga za **GND**, a dve središnje su kratko spojene i koriste se za prijem podataka.

Tenk T80 - U



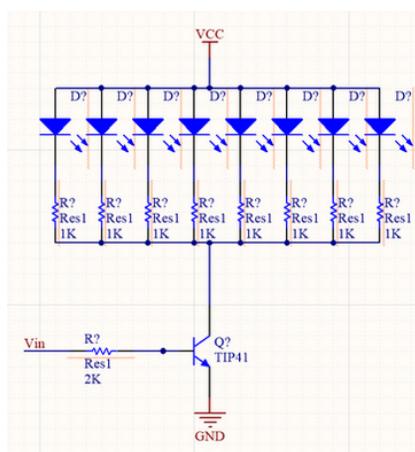
Slika 21: RF prijemnik i šematski prikaz

Kao predajnik i prijmenik poseduje **MAX232** kolo koje služi istoj svrsi. Te ga nećemo ponovo opisati. (slika 22)



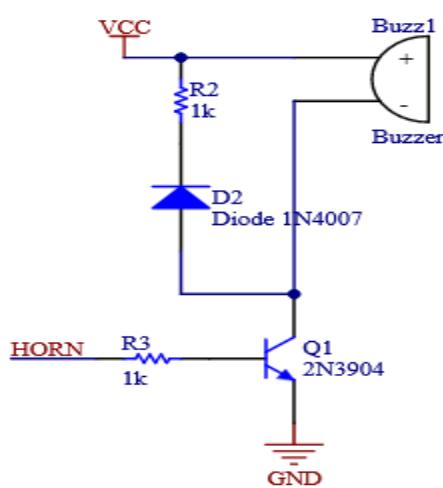
Slika 22: MAX232 i USB priključak

Svetla na tenku su implementirana pomoću led lampica, drajver je implementiran pomoću tranzistora. Šema se može videti na slici 23.



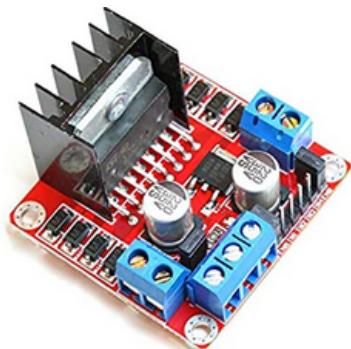
Slika 23: Šema drajvera led lampica

Tenk T80 - U



Sirena na tenku je implementirana pomoću zujalice. Na slici 24 se može videti šematski prikaz implementacije uz pomoć tranzistora i prateće diode. Zujalica se kontrolise dovođenjem logičke jedinice pa nule frekvencijom od 500Hz.

Slika 24: šema zujalice



Slika 25: L298n

Za pokretanje tenka koriste se dva **DC** motora, zakačena na gusenice. Kao drajver za te motore koristi se kolo **L298n** (slika 25). **L298n** u sebi sadrži dva **H** mosta i upravljačku logiku. **H** mostovi se napajaju iz zasebne baterije, dok se za upravljačku logiku koristi **5V**. Za postizanje efekta više brzina koriste se **PWM** signali čiji se faktor ispune povećava povećanjem brzine. Ovo kolo ima četiri kontrolna ulaza kojima se kontrolišu dva motora. Imaju četiri izlaza za motore (po dva za svaki). Ima dva **enable** ulaza, za dozvolu, koja su kratko spojena i na njih je doveden **PWM** signal.

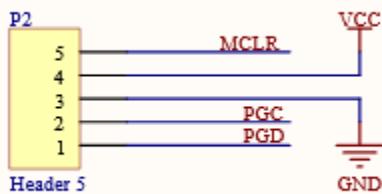


Slika 26: servo motor SG90

Za pucanje topa kao i okretanje kupole koriste se dva servo motora **SG90** (slika 26). Ova dva motora se kontrolišu preko **PWM** signala, i imaju mogućnost okretanja za 90° i u levo i u desno. Dužina periode **PWM** signala treba da bude **20ms** gde impuls od **1.5ms** korespondira nultoj poziciji (0 stepeni), **2ms** odgovara +90 stepeni a **1ms** odgovara -90 stepeni.

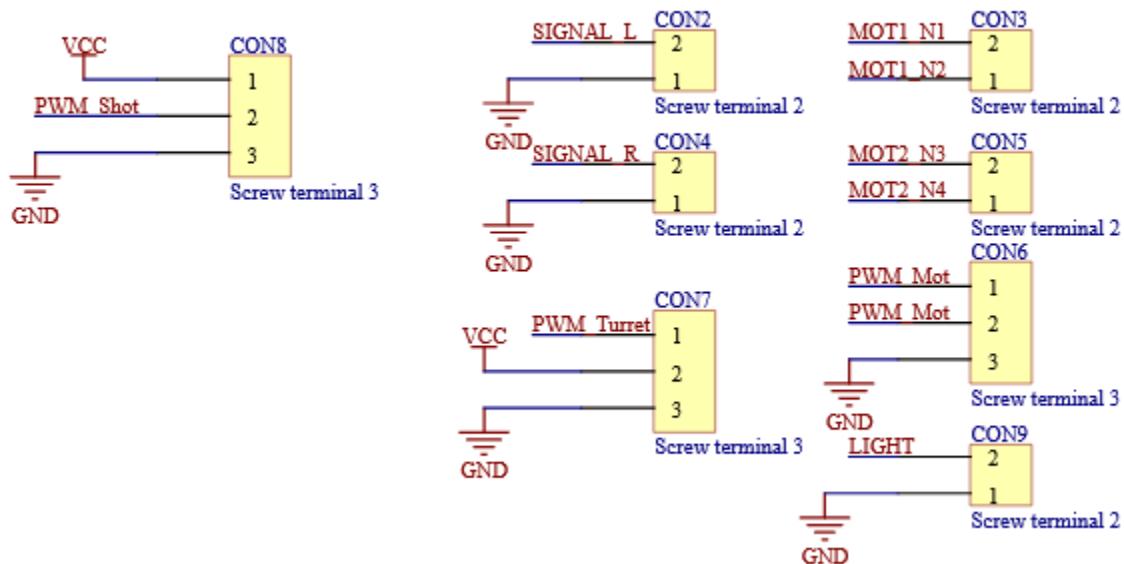
Tenk T80 - U

Takođe kao predajnik, i prijemnik ima izdvojene priključke za **PICkit** programator, radi lakšek programiranja mikrokontrolera. (slika 27)



Slika 27: izdvojen priključak

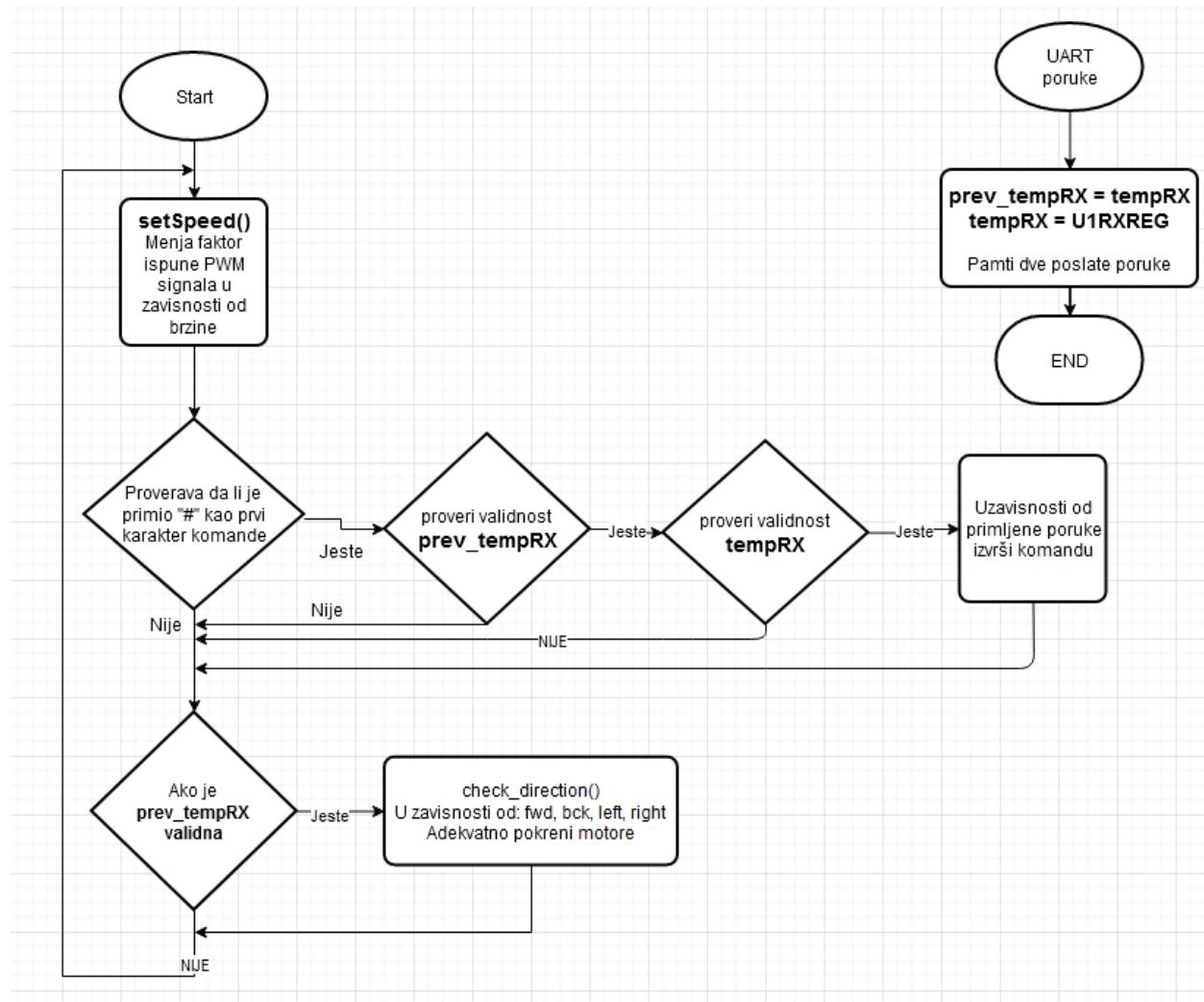
Na slici 28 nalazi se šematski prikaz svih priključaka: Dva priključka za sevro motore, dva priključka za L298n, priključak za aktivaciju svetala i dva priključka za žmigavce.



Slika 28: šematski prikaz svih priključaka

Algoritam rada

Algoritam rada prijemnika (slika 29) zasniva se na prijemu poruke, proveri validnosti te poruke i na kraju izvršenju komande.



Slika 29: dijagram algoritma
rada prijemnika

Tenk T80 - U

Rad počinje inicijalizacijom prekidnih rutina, tajmera, i pinova. Prijem poruke se vrši **UART** prekidnom rutinom, gde se čuvaju dva predhodno primljena karaktera, nakon prijema se vrši provera. Prvo se proverava da li je prvi karakter “#”, ako jeste proverava se ponovo da li je karakter nakon toga validan. Što se vrši **switch** naredbom (slika 30).

```
int commandIsValid(char c){
    // proverava da li je slovo koje dolazi nakon #
    // neko od onig iz tabele komandi
    switch(c){
        case 'F':
            return 1;
            break;
        case 'B':
            return 1;
            break;
        case 'L':
            return 1;
            break;
        case 'R':
            return 1;
            break;
        case 'S':
            return 1;
            break;
        case 'A':
            return 1;
            break;
        case 'T':
            return 1;
            break;
        case 'D':
            return 1;
            break;
        case 'N':
            return 1;
            break;
        default:
            return 0;
    }
}
```

Slika 31: provera validnosti karaktera

Nakon izvršenja komandi, sledi provera da li je poslata komanda bila komanda za kretanje, i ako jeste šalju se adekvatne kombinacije signala drajveru dc motora.

Nakon provere validnosti karaktera nakon “#”, sledi još jedna provera, gde se proverava treći karakter poruke. (Pošto se izvedba ove provere ne nalazi na jednom mestu, nećemo priložiti sliku, ona se može naći u priloženom kodu).

Ako se zaključi da je kompletan poruka validna, te ona predstavlja komandu, mikrokontroler izvršava zadatu komandu. Spisak svih mogućih komandi se nalazi na slici 18.

Izrada štampanih ploča

Dizajn šeme i štampane ploče kako predajnika tako i prijemnika je odrađen u **Altium** programskom paketu. Nakon dizajniranja nastupila je izrada štampane ploče. Odlučili smo se za fotopostupak izrade proče. Sada ćemo ukratko opisati postupak izrade.

Na belom papiru se odštampa laserskim štampačem donji sloj štampane pločice. Nakon toga se zamračuje prostorija i pali se crveno svetlo (potrebno je svetlo velike talasne dužine da što manje utiče na fotoosljive površine). Oštampana strana papira se okeće prema pločici i potom se namaže uljem, da bi papir postao transparentan.

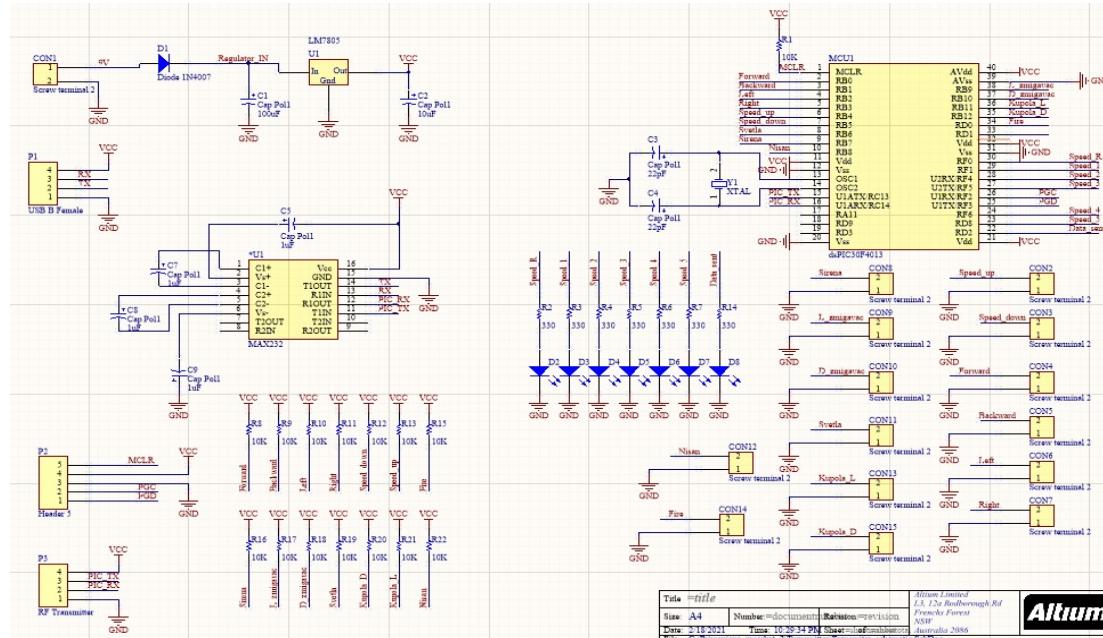
Osvetlimo foliju LED trakom (jačine 15W) nekih šestnaest do sedamnaest minuta. Nakon toga se opere topлом vodom, gde treba izbegavati pipanje prstima, jer može da ostane otisak.

Razvija se u rastvoru masne sode i vode u odnosu dve kašike masne sode na litar vode. Razvijanje traje nekoliko minuta, trebalo bi da se pojavi slika donjeg sloja na poličici.

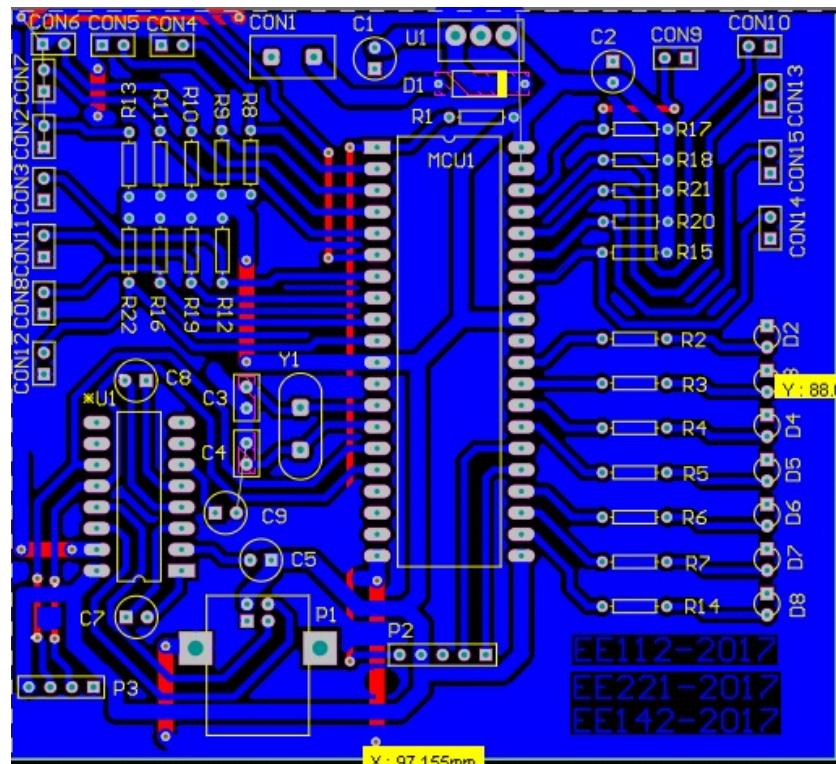
Nakon toga se rastvara u kiselini, proporcije su dvanaest delova sone kiseline, tri dela hidrogena 30%, i jedan deo destilovana voda. Kada se pločica stavi u kiselinu može se upaliti svetlo. Rastvaranje može trajati nekoliko minuta. Ako je sve uspeло videće se narandžasta boja umesto bakarne tamo gde je baker pojeden.

Kada se izvadi iz kiseline, kiselina treba da se propere, polije se acetonom i dobro istrlja da bi se skinula preostala folija.

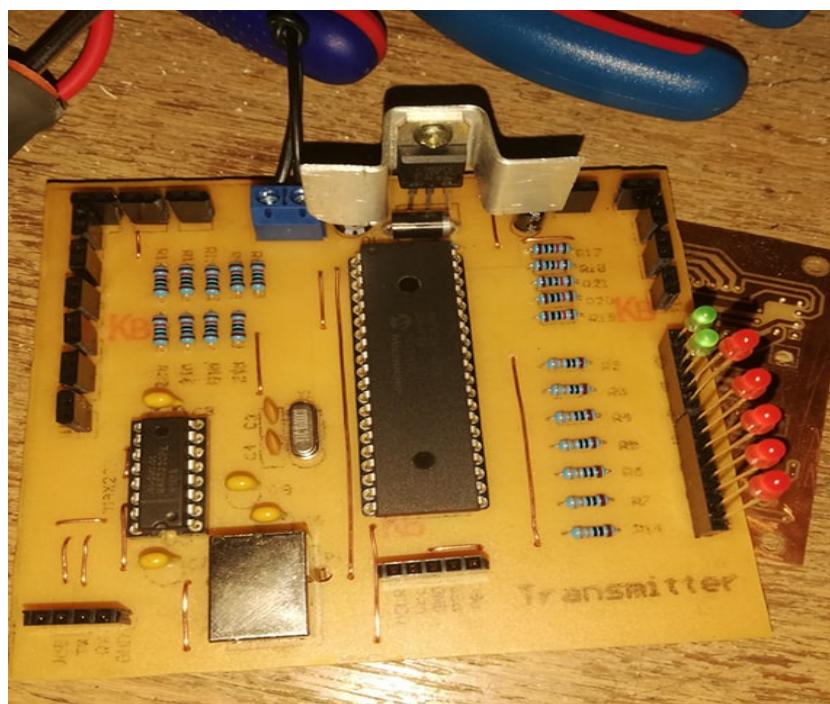
Na slikama 32, 33, 34 mogu se videti redom šema predajnika, izgled štampane ploče predajnika u altiumu i gotova pločica predajnika.



Slika 32: kompletan ŠEMATISKI DOKUMENT



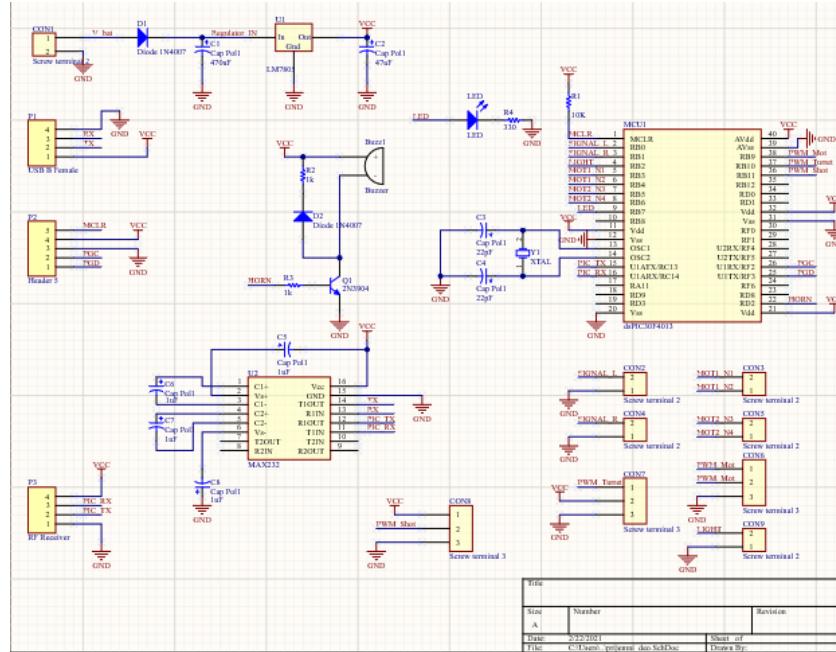
Slika 33: izgled pločice
predajnika u altimu



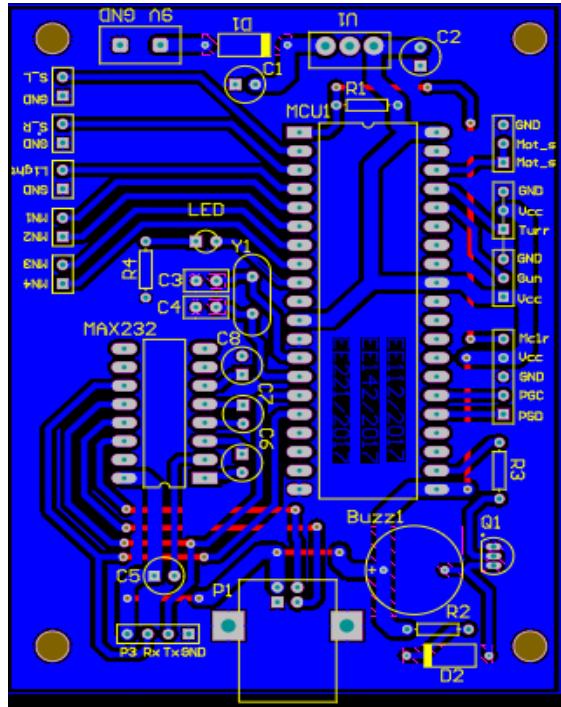
Slika 34: odrađena pločica
predajnika

Tenk T80 - U

Na slikama 35 i 36 mogu se videti kompleta šema i izgleda štampane ploče prijemnika u altiumu.



Slika 34: kompleta šema prijemnika



Slika 35: izgled ploče prijemnika u altiumu

Zaključak

Za izradu drugog projekta su primenjena znanja iz raznih oblasti elektronike. Rad na ovom projektu se ispostavio izazovnim, i taj izazov se jedino mogao rešiti znanjem.

Stekli smo praktično znanje iz bežične komunikacije, kao i iskusto za buduće projekte, takođe smo stekli znanje i iskusto u Altium programskom paketu, kao i praktično iskustvo u izradi štampanih ploča.

Projekat nije bez mana, i samim tim nam ostaje da razmislimo kako da unapredimo, i poboljšamo ovaj projekat za ubuduće. Rezultat projekta na kraju jeste uspešno osmišljena, projektovana, i konstruisana maketa tenka, na koju smo mi veoma ponosni.

LITERATURA

[1]Rajs, V: Praktikum za vežbe iz Primjenjene elektronike,2020.

[2] Data sheet mikrokontrolera dsPIC30F4013; Dostupno na
<https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/70138c.pdf>; 02.03.2021.

[3] Data sheet regulatora napona LM7805; Dostupno na
<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm340.pdf> ; 02.03.2021.

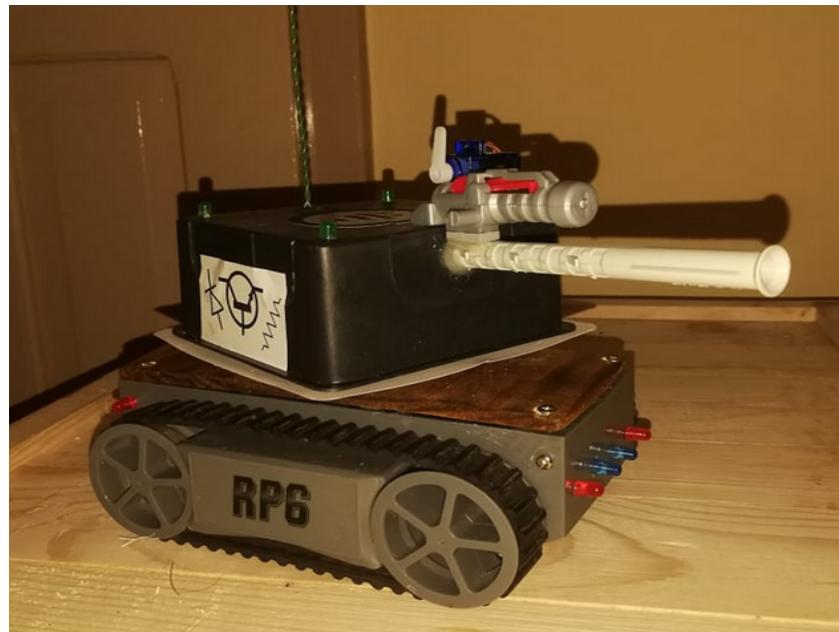
[4] Objasnenje kako RF moduli funkcionišu; Dostupno na
<https://lastminuteengineers.com/433mhz-rf-wireless-arduino-tutorial/> ; 04.03.2021.

[5] Data sheet Max232; Dostupno na
<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/max232.pdf> ; 04.03.2021.

[6] Data sheet servo motora SG90; Dostupno na
http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/DE1_EE/stores/sg90_datasheet.pdf ; 04.03.2021.

[7] data sheet L298n kola; Dostupno na
https://www.sparkfun.com/datasheets/Robotics/L298_H_Bridge.pdf ; 04.03.2021.

Dodatak



Slika kompletнog tenka



Slika daljinskog upravljača