



PROJEKAT IZ PRAKTIČNE ELEKTRONIKE

NAZIV PROJEKTA:

Generator slučajnih brojeva

TEKST ZADATKA:

Projektovati uređaj koji generiše slučajan broj iz određenog opsega, pritiskom na taster

MENTOR PROJEKTA:

dr Vladimir Rajs

PROJEKAT IZRADILI:

Miljana Stefanov EE 122/2019

Aleksandra Savić EE 117/2019

DATUM ODBRANE PROJEKTA:

2022.

Sadržaj

1. Uvod.....	3
2. Analiza problema.....	3
3. Opis svih segmenata uređaja.....	4
3.1. Napajanje.....	5
3.2. NE555 tajmer.....	5
3.3. Debouncing.....	8
3.4. Brojač CD4026.....	9
3.5. 7SEG displej.....	12
4. 3D modelovanje i štampa.....	13
5. PCB dizajn.....	14
6. Micro-Cap simulacija.....	15
7. Merenja i proračuni.....	16
8. Zaključak.....	18
9. Literatura.....	19

1. Uvod

Ideja projekta je realizacija kola koji generiše slučajan broj iz određenog opsega. Cilj je bio da nakon što korisnik pritisne taster, na 7SEG displeju se ispiše slučajno generisan broj. Opseg koji je korišćen je od 0 do 9.

U nastavku teksta biće opisan proces realizacije ovog uređaja, kao i detaljna merenja odrađena u sklopu ovog zadatka. Na slici 1.1 prikazan je finalni izgled uređaja.



Slika 1.1. Finalni izgled uređaja

2. Analiza problema

Realizacija projekta može da se podeli na dva dela:

- prvi deo za generisanje signala i
- drugi deo za prikaz brojeva.

Prvi deo projekta je realizovan uz pomoć NE555 tajmera koji ima široku primenu i koji je poznat zbog svojih mogućnosti.

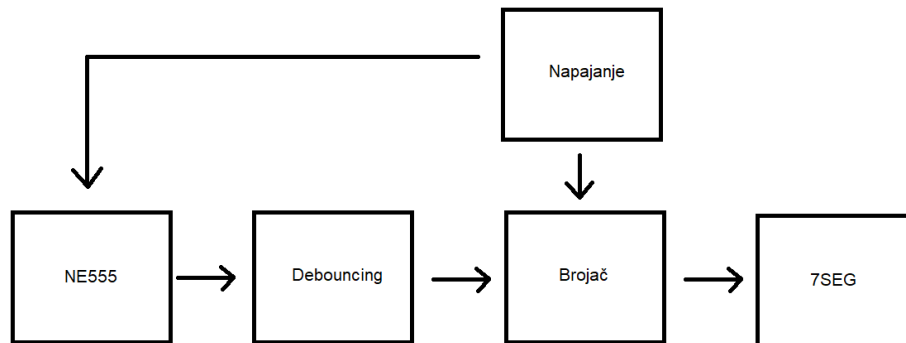
Za drugi deo projekta razmatrana su dva načina prikaza brojeva:

- uz pomoć LED dioda
- uz pomoć 7SEG displeja.

Realizacija uz pomoć LED dioda, iako na prvi pogled izgleda jednostavnije, ima manji opseg brojenja (od 0 do 6) i proširenje opsega je znatno komplikovaniji. Zbog većeg opsega brojenja od 0 do 9 i zbog lakše realizacije većeg opsega, npr od 0 do 99, izabran je 7SEG displej.

3. Opis svih segmenata uređaja

Na slici 3.1. prikazana je blok šema celog uređaja. U nastavku ovog poglavlja su objašnjeni pojedini delovi ove šeme kao i njihov način povezivanja.



Slika 3.1. Blok šema uređaja

Sa blok šeme možemo videti glavne delove kola:

- Napajanje – izvor konstantnog napona od 9V
- NE555 – izvor taktnog signala za brojač
- Debouncing – rešen problem poskakivanja tastera
- Brojač – komponenta koja generiše nasumičan broj
- 7SEG – prikaz dobijenog nasumičnog broja

3.1. Napajanje

Za izvor napajanja ovog uređaja korišćena je baterija od 9V. Ova baterija je izabrana zbog želje da uređaj bude prenosiv i što lakši za izradu. Na slici 3.1. prikazana je baterija koja je korišćena u ovom projektu *Panasonic 6LR61*.

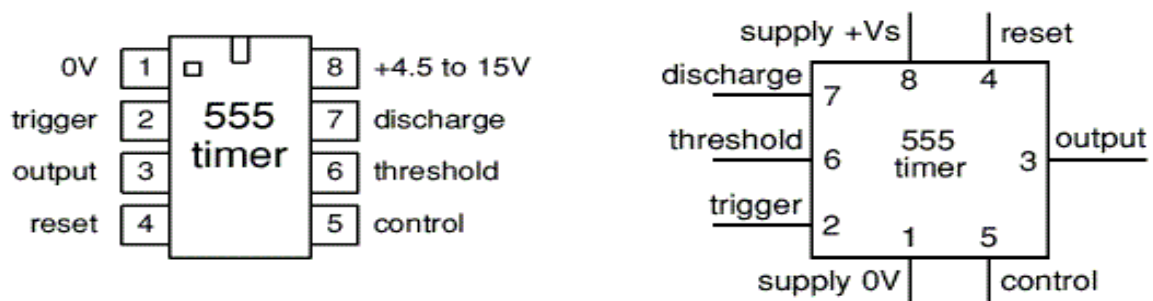


Slika 3.1. Panasonic baterija [3]

Kapacitet ove baterije iznosi 510mAh. U našem slučaju baterija može da traje orijentaciono oko 6 sati. Ovaj zaključak je izveden na osnovu proračuna koji je odrađen u odeljku 7.

3.2. NE555 tajmer

NE555 tajmer je integrisano kolo, primenjuje se u mnogim tajmerskim i multivibratorskim aplikacijama. Često se može čuti tvrdnja da je NE555 tajmer najpopularnije integrisano kolo. Uloga ovog tajmera u kolu jeste generisanje takt signala koji se dovodi na CLK pin brojača.



Slika 3.2.1. Simbol NE555 tajmera i raspored pinova [4]

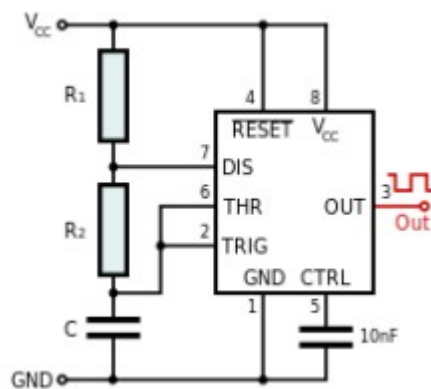
Ovo kolo ima brojne primene. Koristi se za:

- Precizno generisanje
- Pravljenje kašnjenja
- Širinsko impulsnu modulaciju
- Frekvencijsku modulaciju

Kao generator impulsa, kolo možemo realizovati kao:

- Monostabilno kolo
- Astabilno kolo (tajmer radi kao oscilator)
- Bistabilno kolo (tajmer radi kao flip-flop)

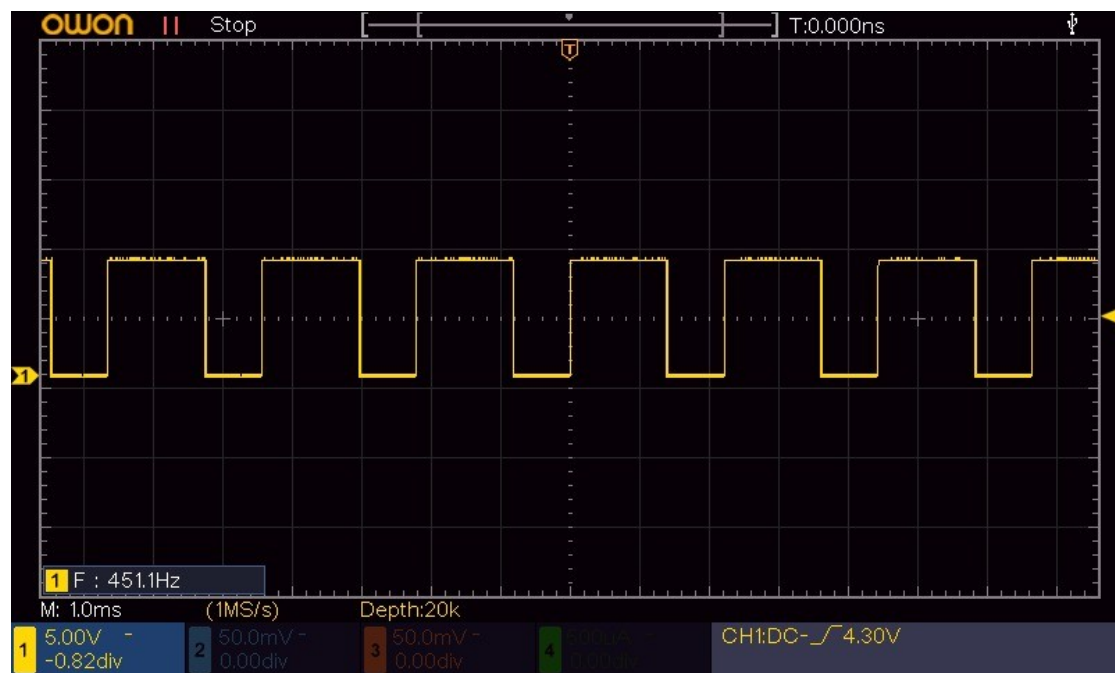
Za potrebe ovog projekta tajmer je realizovan kao astabilno kolo. Na slici 3.2.2. prikazana je funkcionalna šema astabilnog kola sa NE555 tajmerom.



Slika 3.2.2. Funkcionalna šema kola [4]

Kod astabilnog kola pinovi 6 i 2 su kratkospojeni, na ovaj način je realizovan precizni komparator sa histerezisom. Pragovi komparatora su jednaki $1/3$ i $2/3$ napona napajanja. Detaljni proračuni nalaze se u nastavku teksta, odnosno u odeljku 7.

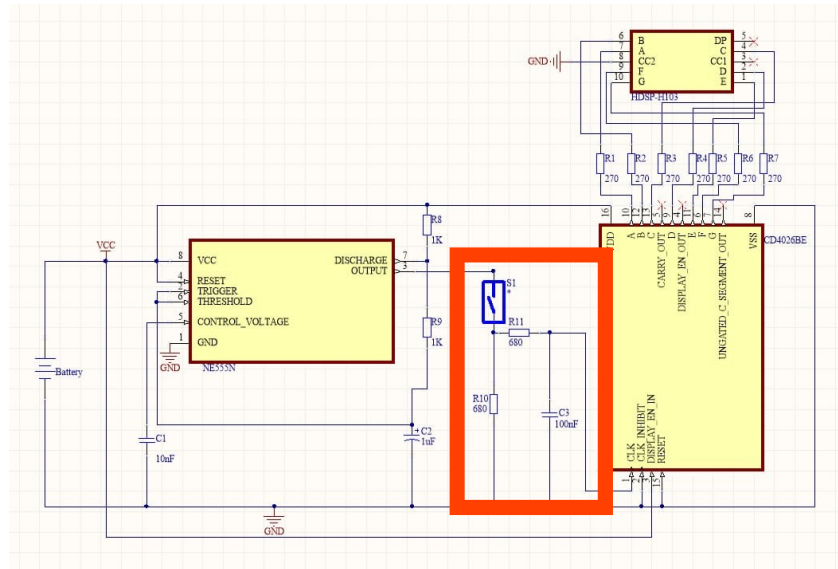
Na slici 3.2.3. prikazan je izlazni signal sa NE555 tajmera. Ovaj signal je snimljen pomoću osciloskopa i posmatra se sa pina broj 3.



Slika 3.2.3. Izlazni signal sa NE555 tajmera

3.3. Debouncing

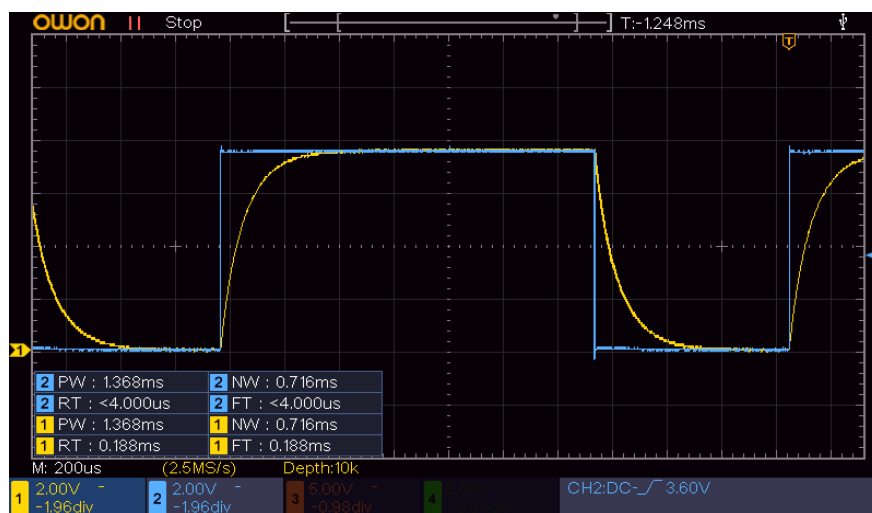
Usled problema koji su se pojavljivali kao posledica poskakivanje tastera na prvobitnu verziju kola dodato je *debouncing* kolo.



Slika 3.3.1. Krajnja električna šema

U prvobitnoj verziji nisu bili otpornici i kondenzator iz crvenog uokvirenog dela. Zbog nedostatka tih komponenti na 7SEG displeju posle par sekundi se prikazao krajnji broj i čim dodirnemo taster kreće da generiše broj iako nije pritisnut.

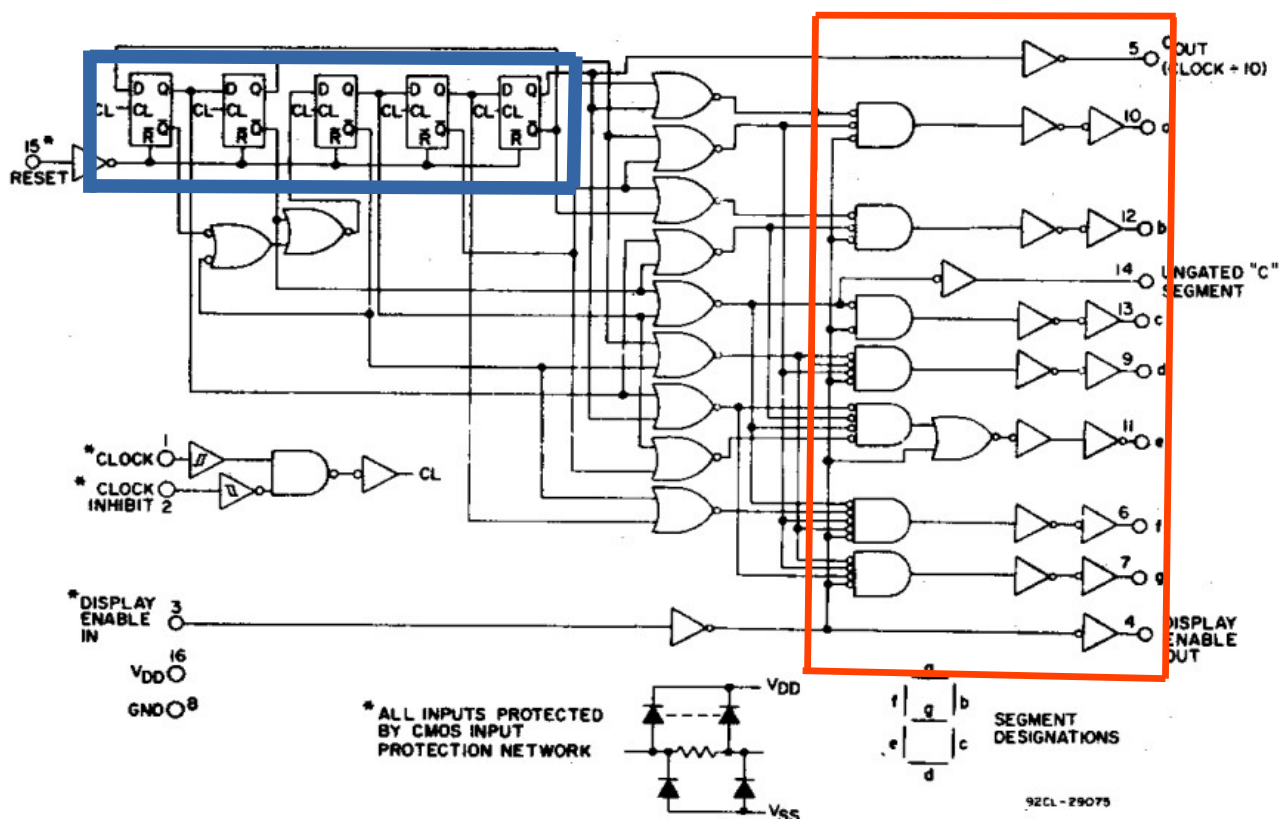
Osim što je rešio problem poskakivanja tastera, kondenzator je dodatno izobličio signal koji dolazi na CLK pin brojača. Na slici 3.3.2. plavom bojom je predstavljen signal NE555 tajmera na samom izlazu pre kondenzatora, a žutom bojom je NE555 signal na CLK pinu brojača sa kondenzatorom.



Slika 3.3.2. NE555 signal sa kondenzatorom i bez

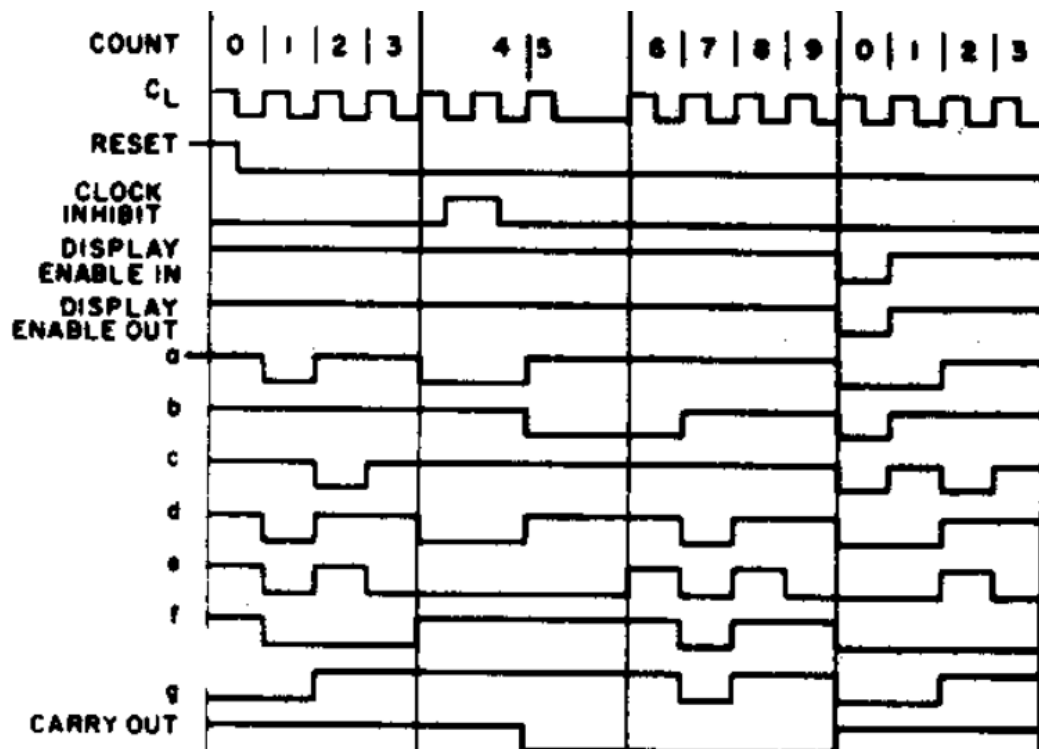
3.4. Brojač CD4026

Brojač koji se koristi u ovom projektu je CD4026. Ovo je Džonsonov tip brojača koji na svom izlazu ima dekode. Ovaj dekode konvertuje Džonsonov kod u kod koji može da se koristi na 7SEG displeju. Ovo znači da nikakvo adaptaciono kolo nije potrebno nego se samo na izlaz brojača veže displej. Prikaz unutrašnje strukture brojača je dat na slici 3.4.1.

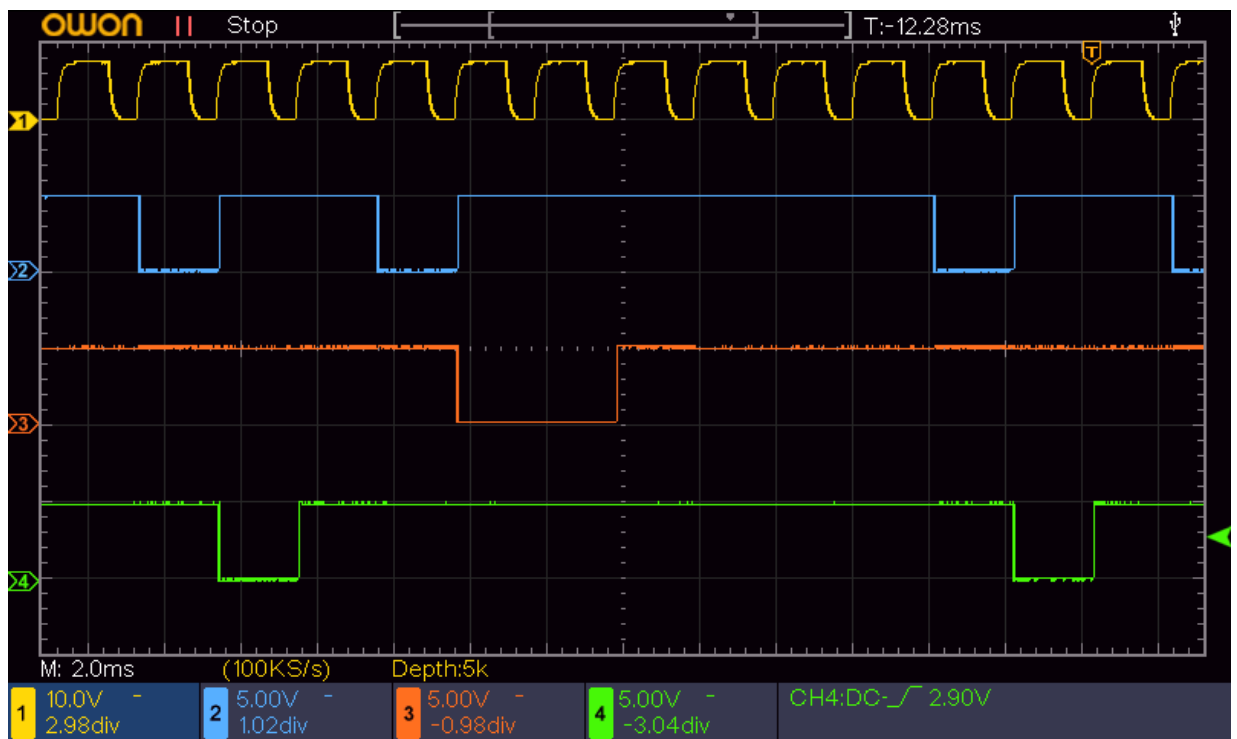


Slika 3.4.1. Unutrašnja struktura brojača CD4026

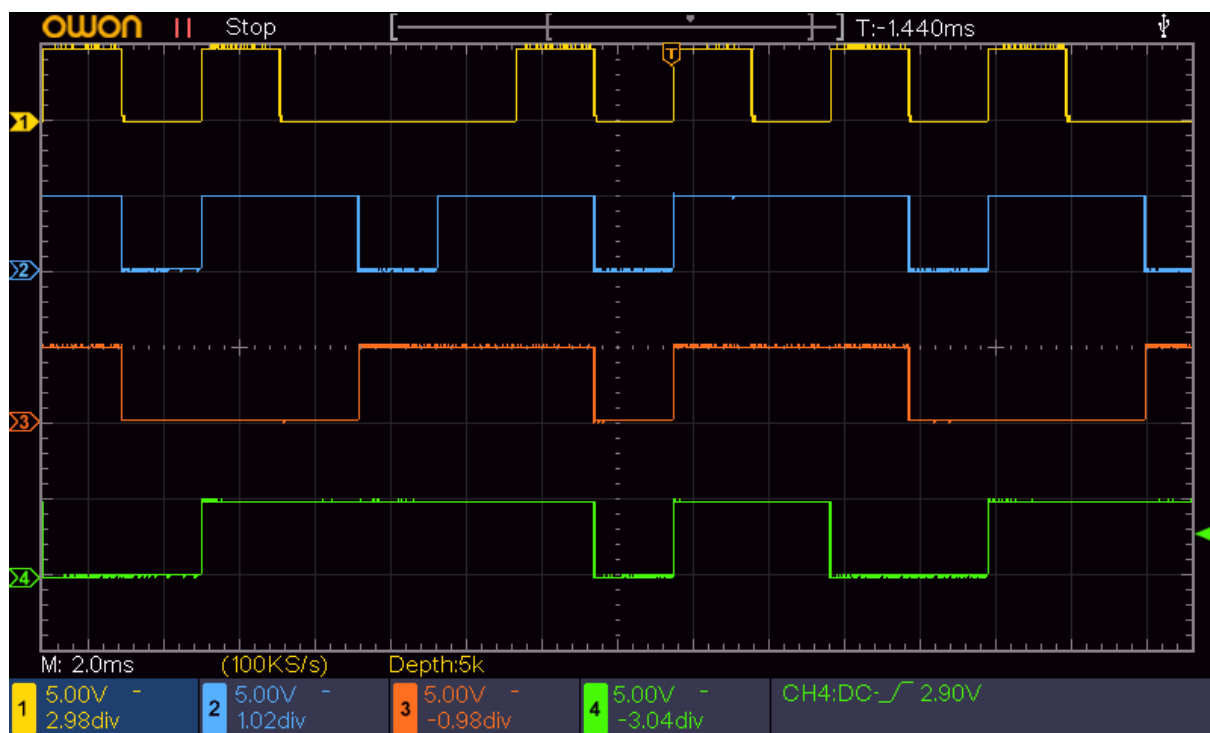
Na slici 3.4.1. plavim pravougaonikom je označen Džonsonov brojač, a crvenim dekode. Navedena slika je izvučena iz zvanične dokumentacije za komponentu. Izlazna sekvenca signala je data na slici 3.4.2, a na slici 3.4.3. i 3.4.4. su prikazani izlazni signali sa brojača, ali mereni na osciloskopu. Merenja su podeljena u dva dela zato što svi signali od interesa nisu mogli da stanu na jednoj slici. Postavka za merenje izlaznih signala sa brojača je data na slici 3.4.5.



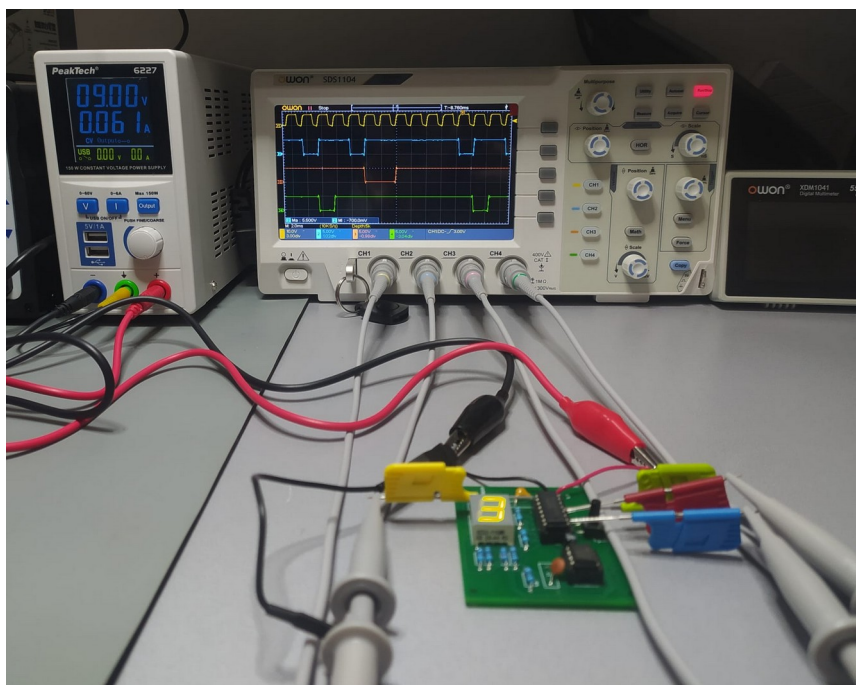
Slika 3.4.2. Izgled izlaznih signala iz zvaničnog dokumenta[5]



Slika 3.4.3 Snimljeni izlazni signali sa brojača. Signal 1-ulazni CLK, signal 2-izlaz a, signal 3-izlaz b, signal 4-izlaz c



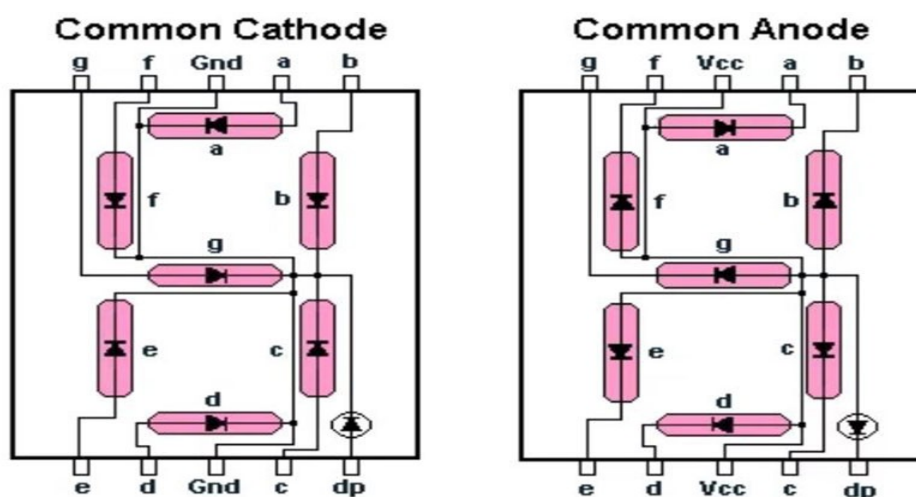
Slika 3.4.4 Snimljeni izlazni signali sa brojača. Signal 1-izlaz *d*, signal 2-izlaz *e*, signal 3-izlaz *f*, signal 4-izlaz *g*



Slika 3.4.5 Postavka za merenje izlaznih signala sa brojača

3.5. 7SEG displej

7SEG displej je vrsta elektronskog uređaja za prikaz decimalnih brojeva ili slova. Zbog jednostavnog načina upravljanja, kao i cene, može se koristiti kao alternativa za neke matrične displeje (eng. *Dot Matrix Display*). Ovi displeji imaju veoma široku primenu i dan danas. Koriste se u igračkama, digitalnim satovima kao i različitim mernim uređajima gde je potrebno imati prikaz brojčane vrednosti. Unutrašnja struktura displeja je veoma jednostavna i prikazana je na slici 3.5.1.



Slika 3.5.1. Unutrašnja struktura 7SEG displeja [6]

Kao što se vidi na prethodnoj slici, displej se sastoji od dioda koje su poredane tako da čine karakterističan oblik 7SEG displeja.

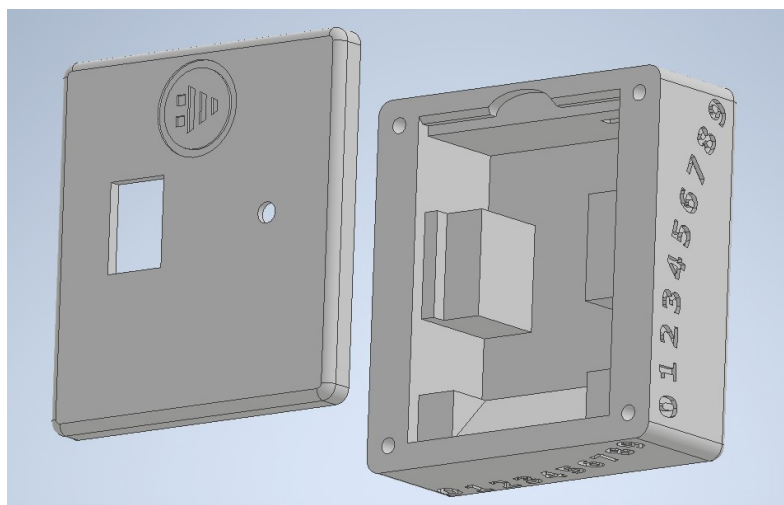
Ovaj tip displej može biti sa zajedničkom anodom ili zajedničkom katodom. Pod zajedničkom anodom podrazumeva se da su sve anode zajedno spojene i onda se dovodi signal na katodu. Kod zajedničke katode sve katode su spojene u jednu tačku i signal se dovodi na anodu da bi se uključio odgovarajući segment. U ovom projektu se koristi displej sa zajedničkom katodom.

4. 3D modelovanje i štampa

Kako bi se iskompletirao projekat izdizajnirano je i odštampano kućište u kome se skladišti elektronika. Kutija je 3D modelovana u programu koji se zove *Autodesk Inventor 2021*. Ovo je mašinski program koji se koristi za 3D modelovanje uređaja. Finalni izgled kutije zavisio je od više faktora. Neki od bitnijih faktora su:

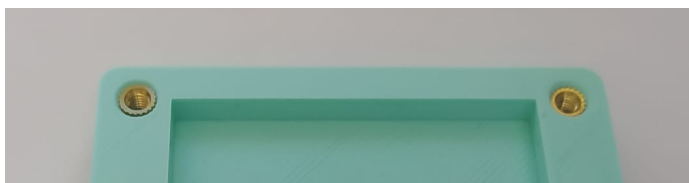
- kompaktnost
- mogućnost otvaranja i zatvaranja kutije bez oštećenja
- udobnost prilikom rada sa uređajem
- trošenje što manje materijala za izradu
- estetika

Na slici 4.1. prikazan je gornji i donji deo kutije. Kada je završen dizajn kutije, fajl je eksportovan u .STL format. Ovaj format se koristi u programu *Cura 5.0.0* koji priprema projekat za 3D štampu. Materijal od koga se izrađivala kutija jeste PLA.



Slika 4.1. 3D model kutije

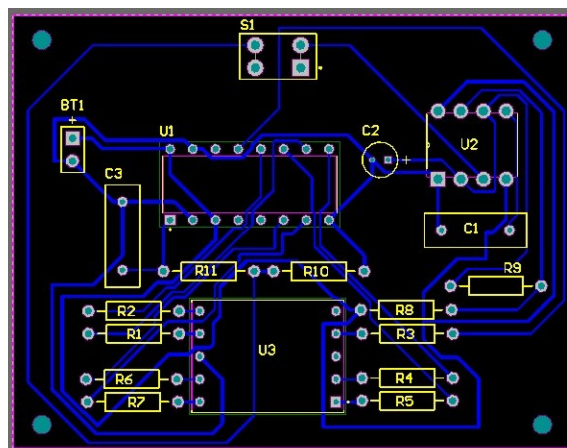
Mogućnost otvaranja i zatvaranja kutije više puta je obezbeđena uz pomoć mesingovanih umetaka koji su ubačeni u gornji poklopca, što je predstavljeno na slici 4.2.



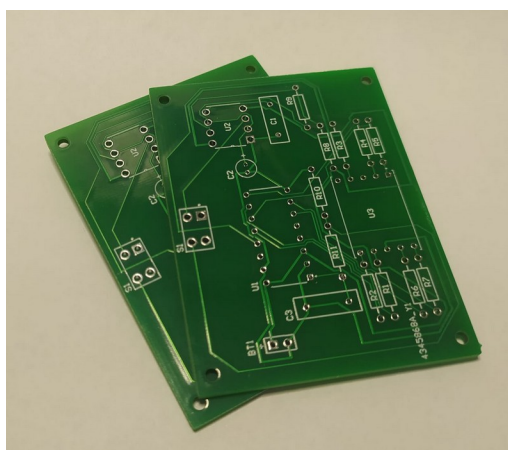
Slika 4.2 Mesing umetci u poklopcu

5. PCB dizajn

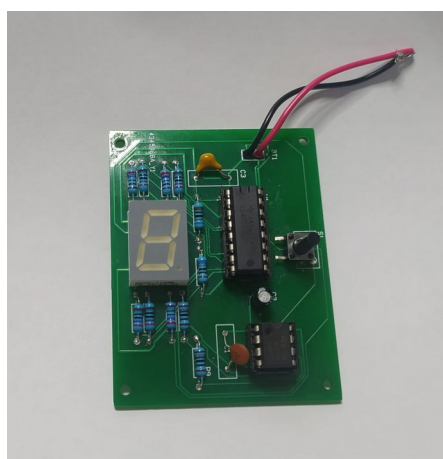
Za izadu PCB pločice koristio se *Altium Designer*. Na slici 3.3.1 je prikazana električna šema nacrtana u programu, a na slici 5.1. je izgled izrutirane PCB pločice. Posle završetka projektovanja pločice, potrebno je eksportovati dizajn u gerber fajl kako bi poslali kompanijama da fizički odrade PCB pločicu. Izgled pločice nakon izrade može da se vidi na slici 5.2, a na slici 5.3 je PCB pločica sa zalemljenim komponentama.



Slika 5.1 PCB pločica odrađena u Altium Designer-u



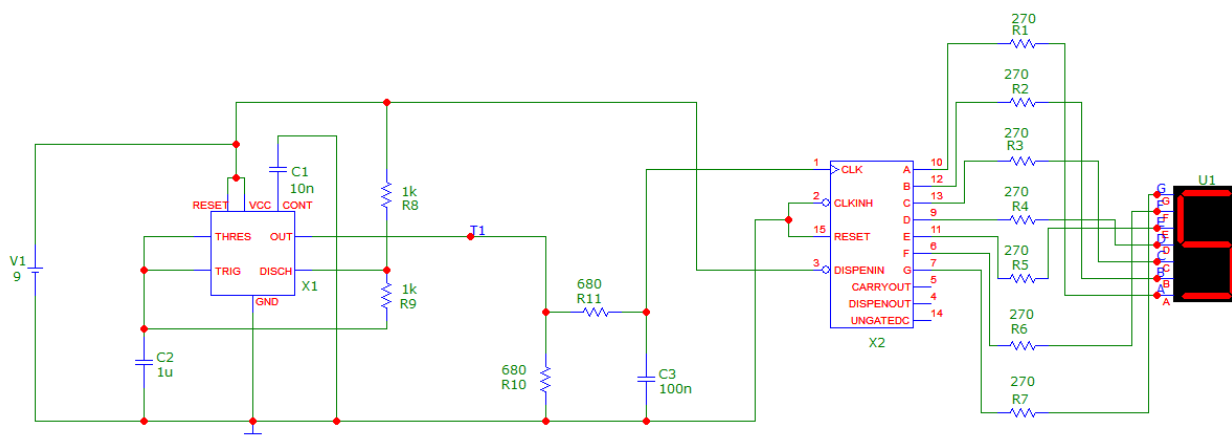
Slika 5.2 Fizički realizovana PCB pločica



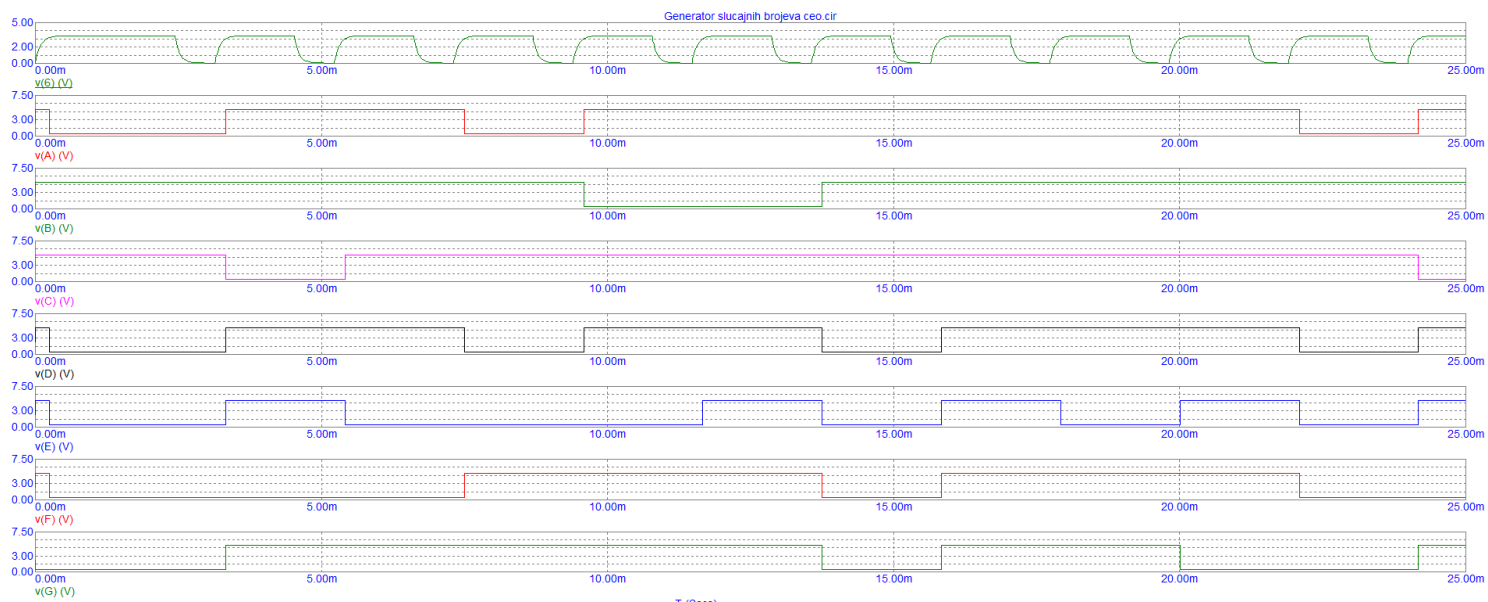
Slika 5.2 PCB pločica sa zalemljenim komponentama

6. Micro-Cap simulacija

Pre bilo kakve praktične realizacije, potrebno je prvo testirati rad kola u simulatoru. Za ovaj projekat koristi se simulator *Micro-Cap 12*. Električna šema napravljena u *Micro-Cap-u* je prikazana na slici 6.1, a rezultati simulacije su dati na slici 6.2.



Slika 6.1 Električna šema u Micro-Cap-u



Slika 6.2 Tranzijentna analiza

7. Merenja i proračuni

U tabeli ispod prikazano je koliko kolo troši kada je na 7SEG displeju prikazan određeni broj i koliko troši kad su uključeni ili samo NE555 tajmer ili samo brojač.

Potrošnja na komponentama	Potrošnja struje u mA
7SEG (0)	71.88
7SEG (1)	31.74
7SEG (2)	61.90
7SEG (3)	61.87
7SEG (4)	52.27
7SEG (5)	62.04
7SEG (6)	71.75
7SEG (7)	42.03
7SEG (8)	81.73
7SEG (9)	71.91
7SEG (neutralno stanje)	68.65
NE555	10.48
Brojač (u stanju mirovanja)	0.86
Brojač (kad je taster pritisnut)	0.40

Ispod se nalaze proračuni vezani za:

- V_{TH}

$$V_{TH} = \frac{2R}{3R} \cdot VCC = \frac{2}{3} \cdot 9 = 6V$$

- V_{TL}

$$V_{TL} = \frac{R}{3R} \cdot VCC = \frac{1}{3} \cdot 9 = 3V$$

- period punjenja kondenzatora

$$\tau_1 = (R_8 + R_9)C_2 = (1000 + 1000) \cdot 10^{-6} = 2ms$$

$$T_1 = T_0 + \tau_1 \ln\left(\frac{VCC - 0}{VCC - V_{TH}}\right) = 0 + 2m \cdot \ln(3) = 2.197ms$$

$$T_3 = T_2 + \tau_1 \ln\left(\frac{VCC - V_{TL}}{VCC - V_{TH}}\right) = 2.890m + 2m \cdot \ln(2) = 4.276ms$$

- period pražnjenja kondenzatora

$$\tau_2 = R_9 \cdot C_2 = 1000 \cdot 10^{-6} = 1 \text{ ms}$$

$$T_2 = T_1 + \tau_2 \ln\left(\frac{0 - V_{TH}}{0 - V_{TL}}\right) = 2.197 \text{ m} + 1 \text{ m} \cdot \ln(2) = 2.890 \text{ ms}$$

- frekvencija

$$\frac{1}{T_3 - T_1} = \frac{1}{4.276 \text{ m} - 2.197 \text{ m}} = 481 \text{ Hz}$$

8. Zaključak

Zadati zadatak je uspešno odrađen, napravljen je generator slučajnih brojeva koji na svom izlazu prikazuje brojeve u predefinisanoj opsegu.

Pored uspešnog odrađenog zadatka ima još par modifikaciju koje mogu da se odrade da dobijemo još kvalitetniji uređaj. Neka poboljšanja koja mogu da se odrade su:

- proširenje opsega brojenja (od 0 do 99)
- manja dimenzija uređaja
- različiti dizajnovi za kutiju
- povećanje životnog veka baterije
- stavljanje punjive baterije

9. Literatura

Generator slučajnih brojeva - šema

<https://circuitdigest.com/electronic-circuits/555-timer-seven-segment-counter-circuit>

Datum poslednjeg pristupa: 13.06.2022.

Generator slučajnih brojeva - šema

<https://www.gadgetronicx.com/random-number-generator-circuit/>

Datum poslednjeg pristupa: 13.06.2022.

[3] Slika Panasonic baterije

<https://www.orbitadigital.com/en/cctv/accessoires/power-supply/15702-batt-6lr61-panasonic-battery-pp3-6lr61-voltage-90-v.html>

Datum poslednjeg pristupa: 13.06.2022.

[4] Slika simbola NE555

<https://www.automatika.rs/baza-znanja/obrada-signala/ne-555-timer.html>

Datum poslednjeg pristupa: 13.06.2022.

[5] IC 4026

<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4026b.pdf>

Datum poslednjeg pristupa: 13.06.2022.

[6] Slika unutrašnjosti 7SEG

<http://rojgaraurnirman.in/notes.asp?iid=126261045-common+anode+7+segment+display&cid=6>

Datum poslednjeg pristupa: 13.06.2022.

NE555 datasheet

<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne555.pdf>

Datum poslednjeg pristupa: 13.06.2022.

NE555 - teorija

Laslo Nađ, Impulsna elektronika, FTN, Novi Sad, 2013.