

# Konstrukcija modela generatora Morseovog koda

---

**Topčić, Matija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:884082>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-17**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

Matija Topčić

**ZAVRŠNI RAD**

KONSTRUKCIJA MODELA GENERATORA  
MORSEOVOG KODA  
CONSTRUCTION OF A MORSE CODE GENERATOR  
MODEL

Zagreb, 2022.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH**  
**ZNANOSTI**  
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 4. svibanj 2022.

Zavod: **Zavod za aeronautiku**  
Predmet: **Zrakoplovna navigacija II**

## **ZAVRŠNI ZADATAK br. 6923.**

Pristupnik: **Matija Topčić**  
Studij: **Aeronautika**  
Smjer: **Vojni pilot**

Zadatak: **Konstrukcija modela generatora Morseovog koda**

Opis zadatka: Objasniti ulogu Morseovog koda u zrakoplovstvu. Navesti i opisati načine generiranja i prijama Morseovog koda. Projektirati i praktično realizirati model generatora Morseovog koda. Prikazati funkcionalnost modela.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit.

---

prof. dr. sc. Tino ~~Bucak~~

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**ZAVRŠNI RAD**

KONSTUKCIJA MODELA GENERATORA MORSEOVOG  
KODA

CONSTRUCTION OF A MORSE CODE GENERATOR  
MODEL

Mentor: prof. dr. sc. Tino Bucak student: Matija Topčić

JMBAG: 0135258935

## **Sažetak i ključne riječi**

Svrha izrade ovog završnog rada je pobliže opisati rad generatora Morseovog koda. U radu se opisuje pojam i značenje Morseovog koda u komunikacijama i navigaciji, a posebno u zrakoplovstvu. Objasnit će se ručno i automatsko generiranje, prijam na sluh, te automatski prijam. Također, u radu se opisuje projektiranje i izrada jednog od starijih modela generatora Morseovog koda koji je namijenjen za ručno generiranje i prijam na sluh. Na temelju stečenog znanja u sklopu završnog rada je napravljen funkcionalni model generatora Morseovog koda.

Ključne riječi: generator Morseovog koda, model, uporaba , konstrukcija, generiranje, prijam, ručno generiranje, automatsko generiranje.

## **Summary and keywords**

The purpose of this graduate thesis is to describe work of Morse code generator. The thesis describes the concept and meaning of Morse code in communications and navigation, especially in aviation. Manual and automatic generation, auditory reception, and automatic reception will be explained. Also, the thesis describes the design and production of one of the older models of the Morse code generator, which is intended for manual generation and listening. Based on the acquired knowledge, a functional model of Morse code generator was made.

Keywords: Morse code generator, model, use, construction, generating, receiving, manual generating, automatic generating.

## Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	1
<b>1.1 Međunarodni Morseov kod</b> .....	1
<b>1.2 Generator Morseovog koda</b> .....	3
<b>1.3 Uporaba Morseovog koda u zrakoplovstvu</b> .....	3
<b>2.1 Prigušeni i kontinuirani val</b> .....	5
<b>2.2 Ručno generiranje Morseovog koda</b> .....	7
<b>2.3 Automatsko generiranje Morseovog koda</b> .....	8
<b>2.4 Prijam na sluh</b> .....	9
<b>2.5 Automatski prijam</b> .....	10
<b>2.5.1 Dijagram dekodiranja Morseovog koda</b> .....	10
<b>3. Projektiranje modela generatora Morseovog koda</b> .....	12
<b>4. Praktična izrada modela</b> .....	14
<b>4.1 Komponente</b> .....	14
<b>4.1.2 NE555 IC</b> .....	14
<b>4.1.2 Kondenzator i otpornik</b> .....	17
<b>4.1.3 Baterija</b> .....	18
<b>4.1.4 Zvučnik</b> .....	20
<b>4.1.5 Potenciometar</b> .....	20
<b>4.1.6 Tipkalo</b> .....	23
<b>4.1.7 Cijeli sklop</b> .....	24
<b>5. Rezultati funkcionalnog ispitivanja</b> .....	27
<b>6. Zaključak</b> .....	28
<b>7. Popis literature</b> .....	29
<b>8. Popis slika</b> .....	31

# 1.Uvod

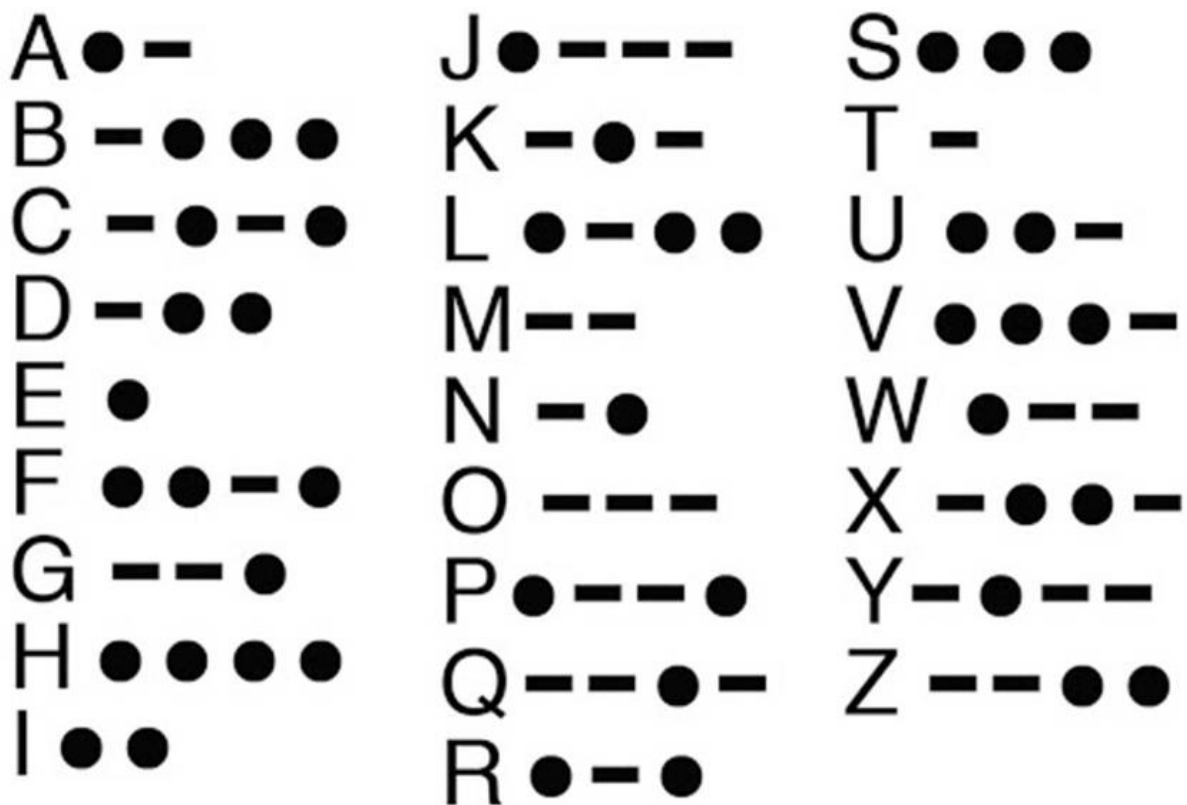
Tijekom 1830-ih godina u Sjedinjenim Američkim Državama, Samuel Morse je osmislio metodu koja je služila kodiranju tekstualnih znakova kao standardiziranih sekvenci dvaju različitih trajanja signala, zvanih točkice (*engl. dit*) i crtice (*engl. dah*). Ta metoda je danas poznata kao Morseov kod. Kodovi se prenose kao električni impulsi različitih duljina - analogni mehanički ili vizualni signali, poput bljeskajućih svjetala. Točke, crtice i razmaci daju određena slova, brojeve ili interpunkcijske znakove. Problem je nastao nakon početka korištenja Morseovog koda u Europi. Naime, tadašnji, izvorni Morseov kod je bio prilagođen engleskom jeziku, dok u Europi postoje mnogi jezici s dijakritičkim znakovima te su nedostajali kodovi za ta slova. Kako bi se popravio ovaj nedostatak, varijanta nazvana Međunarodni Morseov kod, osmišljena je na konferenciji europskih nacija 1851. godine. Ovaj noviji kod se također naziva Kontinentalni Morseov kod. [1]

Cilj ovog rada je pobliže opisati rad Morseovog koda, te proučiti i analizirati razne izvedbe generatora Morseovog koda. Osim toga, zadaća ovog rada je napraviti funkcionalni model generatora Morseovog koda te opisati proces njegovog projektiranja i izgradnje.

## 1.1 Međunarodni Morseov kod

Izvorni Morseov kod i Međunarodni Morseov kod su dva slična sustava, međutim, Međunarodni Morseov kod je jednostavniji i precizniji. Na primjer, izvorna Morseova abeceda koristila je uzorke točaka i razmaka za predstavljanje nekoliko slova, dok Međunarodna Morseova abeceda koristi kombinacije točaka i kratkih crtica za sva slova. Osim toga, Međunarodni Morseov kod koristi crtice konstantne duljine umjesto promjenjivih duljina koje se koriste u izvornom Morseovom kodu. Međunarodni Morseov kod kodira 26 osnovnih latiničnih znakova, dakle od A do Z, zatim jedno latinično slovo s naglaskom (é), arapske brojeve i mali skup interpunkcijskih i proceduralnih znakova (to su samo standardizirani dijelovi kratkog oblika radijskog protokola te mogu uključivati bilo koju kraticu. Primjer bi bio K za "u redu, čuo sam te, nastavi". Također, nema razlike između velikih i malih slova. Trajanje „dita“ osnovna je jedinica mjerenja vremena u prijenosu Morseovim kodom. Trajanje „daha“ tri je puta duže od trajanja „dita“. Svaki „dit“ ili „dah“ unutar kodiranog znaka slijedi razdoblje

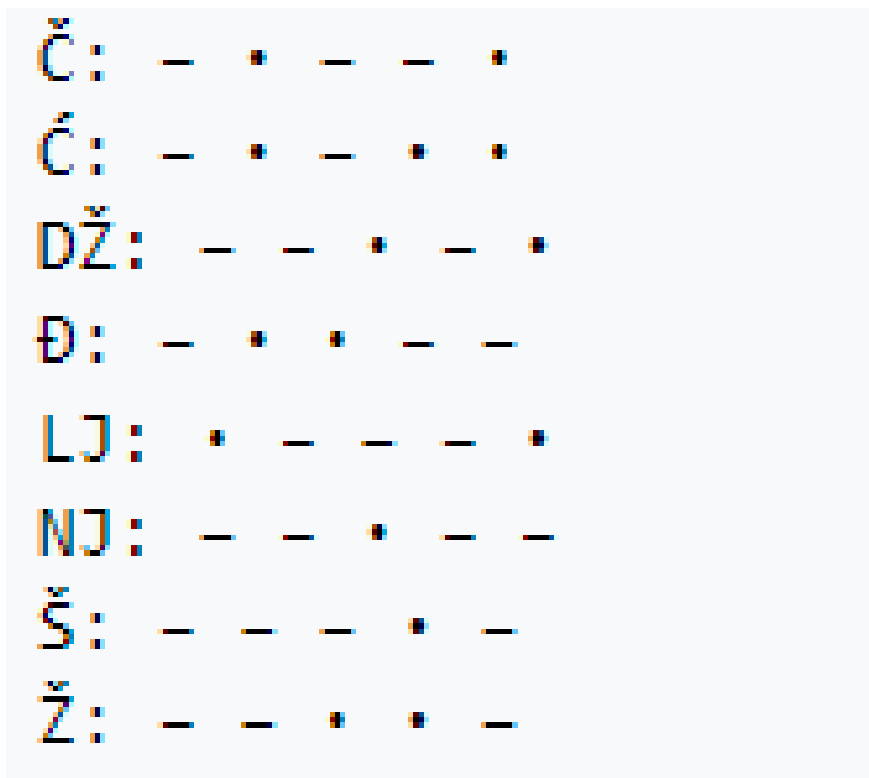
odsutnosti signala, koje se naziva razmak, jednako trajanju „dita“. Slova riječi odvojena su razmakom trajanja jednakim tri točke, a riječi su odvojene razmakom jednakim sedam točaka. Do 1949. riječi su bile odvojene razmakom od pet točaka. Budući da mnogi prirodni jezici koriste više od 26 slova latinične abecede, Morseove abecede razvijene su za te jezike, uglavnom transliteracijom postojećih kodova. Kako bi se povećala učinkovitost kodiranja, Morseov kod je dizajniran tako da je duljina svakog simbola približno inverzna učestalosti pojavljivanja znaka koji predstavlja u tekstu engleskog jezika. Tako najčešće slovo u engleskom jeziku, slovo „E“, ima najkraći kod: jednu točku. Budući da su elementi Morseove abecede određeni omjerom, a ne određenim vremenskim trajanjem, kod se obično odašilje najvećom brzinom koju je prijamnik sposoban dekodirati. Brzina prijenosa Morseove abecede navedena je u grupama po minuti, što se obično naziva riječima po minuti. Morseova abeceda prikazana je na slici 1. [2]



Slika 1: Morseova abeceda [2]

U hrvatskom jeziku postoje inačice za hrvatska slova kako bi se nadopunila osnovna Morseova abeceda kako je prikazano na slici 1.1.





Slika 1.1: Inačice za hrvatska slova [14]

## 1.2 Generator Morseovog koda

Generator Morseovog koda je proces prijenosa informacija unošenjem elektroničkog impulsa u seriju, što se označava kao kratki impuls i dugi puls odnosno „dit“ i „dah“. Poruka će biti poslana pomoću signala točke i crtice. Slova u riječi podijeljena su razmakom koji je jednak jednoj crtici (tri točke), a riječi su podijeljene, kao što je već spomenuto, razmakom jednakim sedam točaka. Glavna svrha ovog koda je povećati duljinu komunikacije (zbog toga se najčešće slovo 'E' u engleskom jeziku označava jednom točkom). Prije otkrića komunikacijskih sustava poput telefona, radija, generator Morseovog koda koristio se za tajno povezivanje. [3]

## 1.3 Uporaba Morseovog koda u zrakoplovstvu

Morseov kod ima široku primjenu, na primjer danas se koristi u medicini pri olakšavanju komunikacije slijepim i gluhim osobama (oni mogu primati Morseov kod preko „kožne

zujalice“ (eng. *skin buzzera*), uređaja koji se nalazi ispod kože i prenosi impulse pojedinog znaka). Međutim, Morseov kod je u prošlosti imao sasvim drugačiju primjenu. [4]

Iako su prijašnji odašiljači bili glomazni, a sustav prijenosa opasan i težak za korištenje, bilo je nekih ranih pokušaja: 1910. američka mornarica eksperimentirala je slanjem Morseovog koda iz zrakoplova. Međutim, prva redovita zrakoplovna radiotelegrafija bila je na zračnim brodovima, koji su imali prostora za smještaj velike, teške radio opreme koja se tada koristila. Iste godine, 1910., radio na zračnom brodu „*America*“ bio je ključan u koordinaciji spašavanja njegove posade. [5]

Tijekom Prvog svjetskog rata zračni brodovi „*Zeppelin*“ opremljeni radijom korišteni su za bombardiranje i pomorsko izviđanje, a zemaljski radiogoniometri korišteni su za navigaciju zračnih brodova. Saveznički zračni brodovi i vojni zrakoplovi također su koristili radiotelegrafiju. [6]

Međutim, tijekom Prvog svjetskog rata bilo je malo zrakoplovnog radija u općoj uporabi, a 1920-ih nije postojao radio-sustav koji se koristio za tako važne letove kao što je bio onaj Charlesa Lindbergha iz New Yorka u Pariz 1927. godine. Morseova abeceda u zrakoplovstvu počela se redovito koristiti sredinom 1920-ih. Do 1928., kada je Southern Cross izveo prvi let zrakoplova od Kalifornije do Australije, jedan od četiri člana posade bio je radio-operater koji je s zemaljskim stanicama komunicirao putem radio-telegrafa.

Počevši od 1930-ih, i civilni i vojni piloti morali su moći koristiti Morseovu abecedu, kako za korištenje s prvim komunikacijskim sustavima, tako i za identifikaciju navigacijskih svjetionika koji su odašiljali kontinuirane identifikatore od dva ili tri slova u Morseovoj abecedi. Aeronautičke karte prikazuju identifikator svakog navigacijskog pomagala pored njegove lokacije na karti.

Osim toga, vojske koje su se brzo kretale ne bi se mogle učinkovito boriti bez radiotelegrafije; kretali su se brže nego što su njihove komunikacijske službe mogle postaviti nove telegrafске i telefonske linije. To se osobito vidjelo munjevitim ofenzivama nacističkog njemačkog Wehrmachta u Poljskoj, Belgiji, Francuskoj (1940.). [7]

Morseov kod je i dan danas prisutan u zrakoplovstvu, no, današnji piloti ne moraju biti vrsni poznavatelji Morseovog koda jer prijemne poruke dešifriraju električni dekoderi. Morseov kod se koristi za davanje navigacijskih pomagala pilotima i osiguravaju da su stanice koje koriste

piloti ispravne, sve postaje odašilju kratki skup identifikacijskih slova (obično verziju imena stanice od dva do pet slova) u Morseovoj abecedi.

## 2. Generiranje i prijam Morseovog koda

Generiranje Morseovog koda predstavlja proces enkodiranja znakova u jedinstveni odnos točkica i crtica reprezentiran kraćom i dužom zvučnom signalizacijom. Izvorno Morseov kod se prenosio kao električni impulsi duž telegrafske žice, a otipkavanjem Morseovog koda u pravilnim vremenskim razmacima generiramo šifriranu poruku. Prepoznavanje Morseovog koda je proces obrnut od generiranja, što znači da prepoznavanje očitava kodiranu šifriranu poruku i dekodira je u slova. Postoji ručno i automatsko generiranje Morseovog koda. Postoji i dihotomsko pretraživanje koje se koristi za dekodiranje.

Dihotomsko pretraživanje je algoritam pretraživanja koji radi odabirom između dvije različite alternative (dihotomije) u svakom koraku. To je posebna vrsta algoritma „zavadi pa vladaj“. Dobro poznati primjer je binarno pretraživanje. Neka dihotomska pretraživanja imaju rezultate samo na listovima stabla, kao što je Huffmanovo stablo korišteno u Huffmanovu kodiranju. Druga dihotomska pretraživanja također imaju rezultate u barem nekim unutarnjim čvorovima stabla, kao što je dihotomska tablica pretraživanja za Morseov kod. Stoga postoji neka labavost u definiciji. Iako doista mogu postojati samo dva puta iz bilo kojeg čvora, stoga postoje tri mogućnosti u svakom koraku: odaberite jedan ili drugi put ili se zaustavite na ovom čvoru. [8]

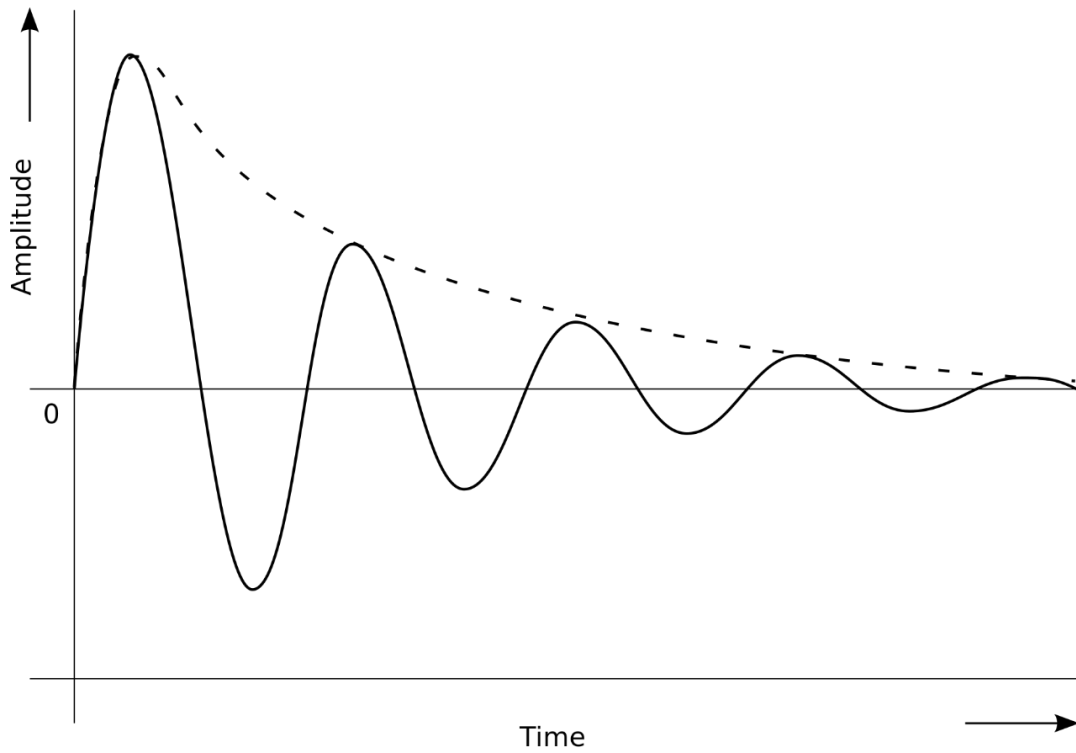
### 2.1 Prigušeni i kontinuirani val

Prvi prijenosi Morseovog koda prenosilo se putem prigušenog vala (engl. *Damped wave*) Na slici 2.1.1 vidi se kako izgleda prigušeni val. Prigušeni val bio je rana metoda radio prijenosa koju su proizveli prvi radio odašiljači (odašiljači s iskrištem) koji su se sastojali od niza radio valova prigušenog istitravanja. Informacije su se prenosile ovim signalom putem telegrafije, paljenjem i gašenjem odašiljača (on-off keying, OOK) za slanje poruka Morseovim kodom. [9]

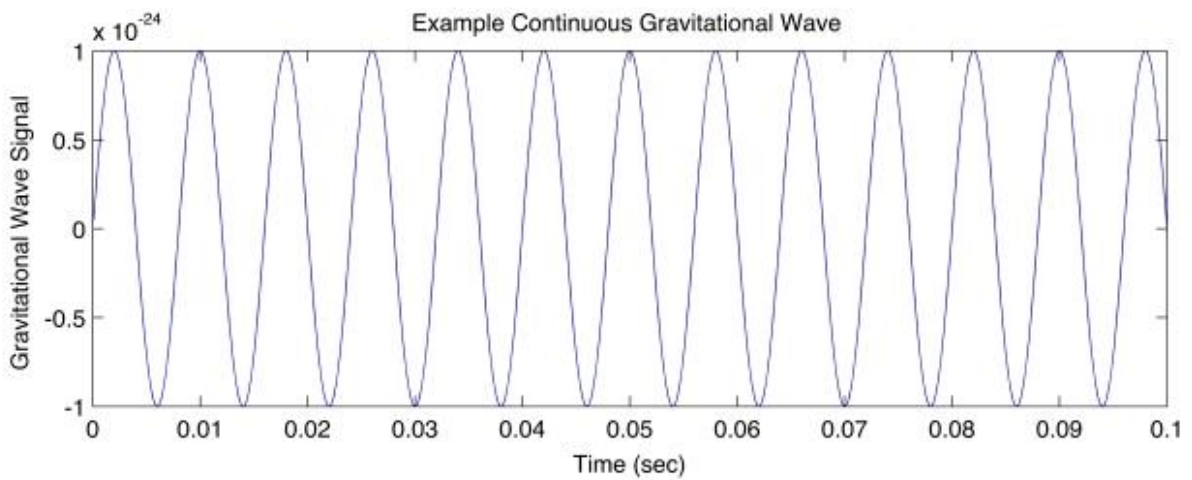
Kontinuirani val je sinusoidalni val s točno određenom frekvencijom. Na slici 2.2 vidi se kako izgleda kontinuirani val. Danas je vrlo lako proizvesti precizne i stabilne sinusoidalne

valove. Međutim, u ranim danima radija nije bilo tako jer nije bilo dovoljno dobrih elektroničkih oscilatorskih krugova koji bi mogli proizvesti kvalitetan kontinuirani val. Tako su radijske postaje koristile drugačiji mehanizam za proizvodnju drugačije vrste radio valova.

Opća ideja mehanizma s iskričastim odašiljačem je da visoki napon na razmaknutim elektrodama proizvodi električni luk (iskru). Odašiljač sadrži strujni krug koji, kad započne luk, proizvodi oscilaciju "zvona", poput zvuka zvona koje se jednom udari čekićem. Ova oscilacija se dovodi do antene i odašilje kao radio val, koji se naziva "prigušeni val" jer gubi amplitudu s vremenom (istitrava), baš kao zvuk zvona. Kako prigušeni val traje samo mali djelić sekunde, iskrište je postavljeno tako da se te iskre gase gotovo čim počnu, a nova počinje gotovo odmah, što proizvodi još jedan prigušeni val. Na taj se način svake sekunde proizvodi i prenosi mnogo prigušenih valova. Problem s iskričastim odašiljačima je taj što su vrlo neučinkoviti i zbog bogatog frekvencijskog spektra proizvode veliku količinu smetnji. Stoga je uloženo mnogo truda u otkrivanje efikasnog načina za generiranje "kontinuiranog vala" diskretne frekvencije, kojem ne opada amplituda s vremenom, uz jednostavno uključivanje/isključivanje odašiljanja (*on-off keying*, OOK). Naposljetku je razvijeno nekoliko sustava, poput visokofrekventnih električnih generatora, elektroničkih oscilatora, itd. Kako su oni postali uobičajena pojava, stari iskričasti odašiljači i prigušeni valovi koje su proizvodili povučeni su iz upotrebe, a zatim zabranjeni u cijelom svijetu (toliko je velik bio problem smetnji) . Danas se radijski signal koji prenosi Morseovu abecedu naziva kontinuirani val iako se uključuje i isključuje metodom OOK. [10]



Slika 2.1.1: Prigušeni val [15]



Slika 2.1.2: Kontinuirani val [16]

## 2.2 Ručno generiranje Morseovog koda

Ručno generiranje podrazumijeva da se koristi ravno tipkalo (eng. *straight key*). Uređaj ima jednu tipku koja se pritišće, te se tako generiraju tonovi. Pri upotrebi ovog tipkala, potrebna je

velika preciznost. Razlog tome jest činjenica da osoba koja se koristi ravnim tipkalom sama određuje duljinu trajanja zvuka „dita“ i „daha“, što podrazumijeva i duljinu trajanja između novih znakova u riječi i samih riječi. Prednosti u usporedbi s automatskim generiranjem je ta što je lakša izvedba s ravnim tipkalom i učenje Morseovog koda je brže iz razloga što osoba koja ručno kodira mora imati svako slovo u glavi kako glasi u „ditovima“ i „dahovima“ što služi i za dekodiranje znakova odnosno riječi. [3]



Slika 2.2: Ravno tipkalo [3]

### 2.3 Automatsko generiranje Morseovog koda

Elektronička tipkala koriste ručice koje automatski generiraju „ditove“ i „dahove“ kada se pritisnu. Pritiskom na obje ručice istovremeno se automatski izmjenjuju „dit“ i „dah“. Za izradu slova u Morseovom kodu prebacuje se između dvije ručice u odgovarajuće vrijeme. Lijeva ručica se koristi za „ditove“, a desna za „dahove“. Ukoliko osoba koja generira Morseov kod drži pritisnutu ručicu, sklop će automatski generirati „ditove“ ili „dahove“ (ovisno koja je ručica pritisnuta) te će sam generirati jednoliki razmak između svakog „dita“ ili „daha“.

Prednost je ta što treba manje pokreta za generirati određeni znak, a mana je što je sklop kompliciranije izvedbe i treba preciznosti pri generiranju više točkica s pritisnutom ručicom na način da se treba uvježbati vremenski period koji će generirati onoliko točkica koliko je potrebno. [3]



*Slika 2.3: Elektroničko tipkalo [3]*

## **2.4 Prijam na sluh**

Prijam se sastoji od odašiljača kojim upravlja čovjek, emitiranja zvuka i od osobe koja prima signal. Osoba koja prima signal mora poznavati Morseovu abecedu. Osoba ispisuje dobiveni signal kako ga čuje, a potrebna je velika preciznost osobe koja šalje signal i osobe koja signal prima. U slučaju da osoba koja šalje signal nije savršeno istrenirana, signal se može pogrešno protumačiti. U poglavlju 1.3 su navedeni načini prijama Morseovog koda na više načina. Svi su jednako povezani s dekodiranjem znakova odnosno slova u riječi i rečenice putem Morseove abecede. [3]

## 2.5 Automatski prijam

Automatski prijam se odnosi na prijam preko odašiljača koji odašilje frekvenciju i prijammnika koji prima frekvenciju, a zatim ju šalje na dekoder koji ispisuje poruku razumljivu ljudskom primatelju. Dekoder se sastoji od programa koji za svaki znak ima vrijednost duljine trajanja prijama jednog signala. Tako se signal prvo dovodi na raspoznavanje između „dita“ i „daha“. Na primjer ukoliko je vremenska duljina prijama frekvencije odnosno signala veća dekoder će to prepoznati kao „dah“, a ukoliko je kraća dekoder će ju prepoznati kao „dit“ i tako slagati niz od znakova i riječi, a razmak će prepoznati kao vremenski period između dva signala. Oblikovanje signala za prijenos informacija poznato je kao modulacija. Modulacija se može koristiti za predstavljanje digitalne poruke kao analognog valnog oblika. To se obično naziva "keying"—izraz izveden iz starije upotrebe Morseove abecede u telekomunikacijama, a postoji nekoliko tehnika keyinga (to uključuje fazni pomak PSK, frekvencijski pomak FSK i amplitudni pomak ASK). *Keying* je vrsta modulacije gdje modulacijski signal u svakom trenutku uzima jednu od određenog (unaprijed odabranog) broja vrijednosti. Cilj *keyinga* je prijenos digitalnog signala preko analognog kanala. Naziv potječe od Morseovog koda koji se koristi za telegrafsku signalizaciju. Modulacija se također može koristiti za prijenos informacija niskofrekventnih analognih signala na višim frekvencijama. Ovo je korisno jer se niskofrekventni analogni signali ne mogu učinkovito prenijeti preko slobodnog prostora. Stoga se informacije iz niskofrekventnog analognog signala moraju utisnuti (modulirati) u signal više frekvencije (poznat kao "val nosilac") prije prijenosa. [3]

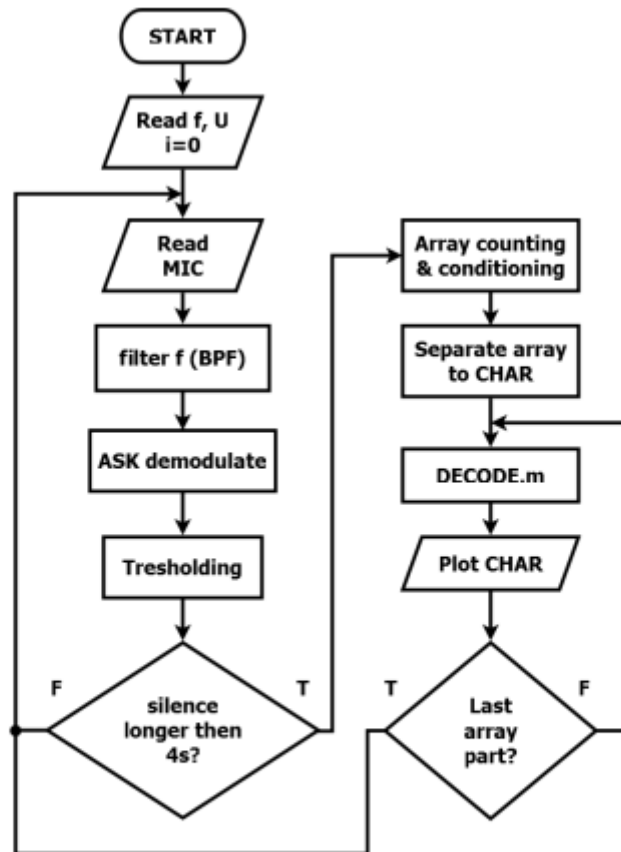
### 2.5.1 Dijagram dekodiranja Morseovog koda

Sljedeći dijagram toka, vidi sliku 2.5, opisuje unos podatka, čitanje podataka i ispis Morseova koda. Za početak, korisnik upisuje svoju poruku u odašiljač. On može odabrati trajanje jedne jedinice vremena i učestalost zvučnog signala. Nakon pritiska na gumb za reprodukciju, odašiljač čita poruku znak po znak i povezuje svaki znak s njegovim zvukom do zadnjeg znaka. Također je moguće slati brojeve, kao i slova abecede. Konačno, odgovarajuću poruku emitira odašiljač (zvučnik).

Prijammnik prima poruku putem zvuka zahvaljujući mikrofONU. Preko pojasnopropusnog filtera zvuka (*band-pass filter*) zvuk se pročišćava, eliminira se šum i ostaje frekvencija samo oko frekvencije zvučnog signala. U upotrebi za uklanjanje grešaka na početku i na kraju impulsa



koristi se još jedan stupanj nisko propusne filtracije i praga. Na kraju je samo 1 (ako je vrijednost signala veća od očekivane) i 0 (ako je vrijednost signala je niža od očekivane vrijednosti). Te se vrijednosti kontinuirano spajaju u niz. Zatim se odlučuje što je „dit“, a što „dah“ i prema tome se sastavlja niz putem dobivenih informacija. [11]

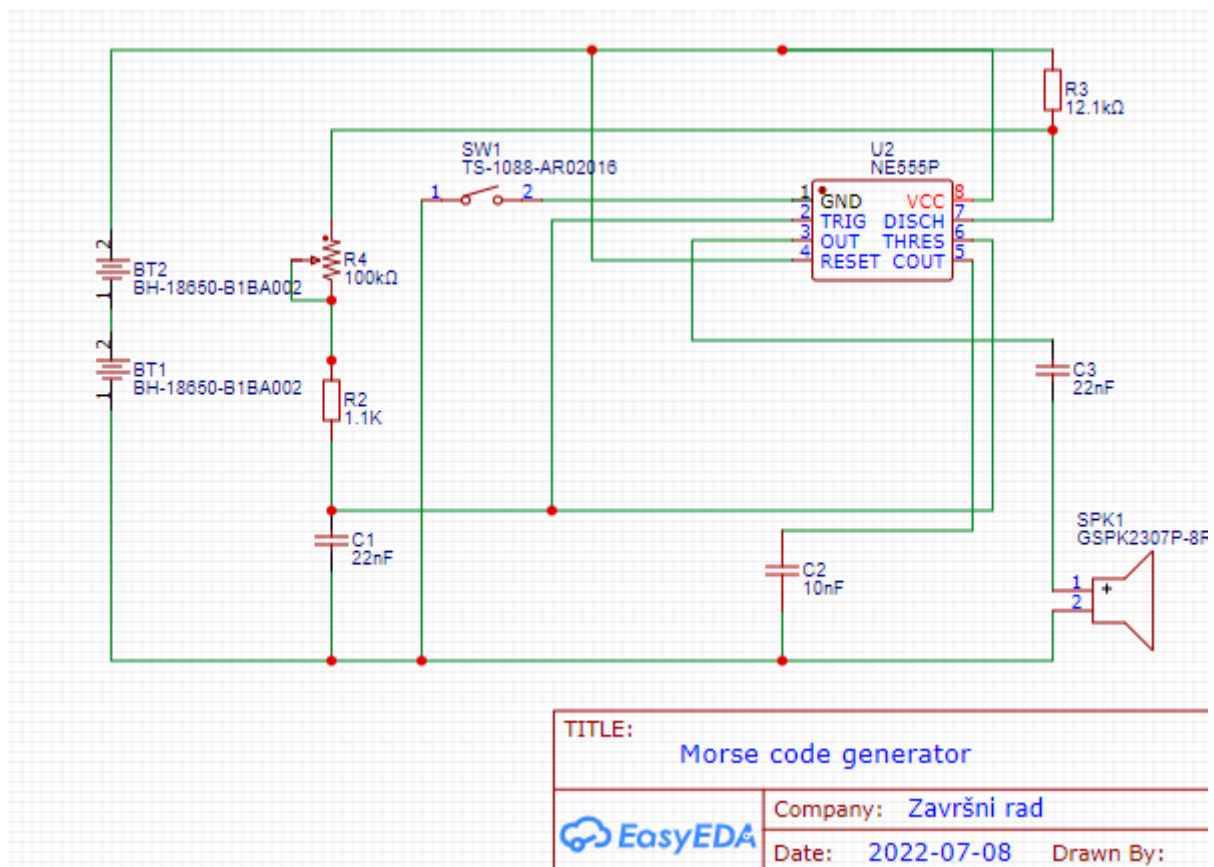


*(f – frequency of the output sound, U – length of 1 unit of time, i – index value, T/F – true/false)*

Slika 2.5: Dijagram dekodiranja Morseovog koda [11]

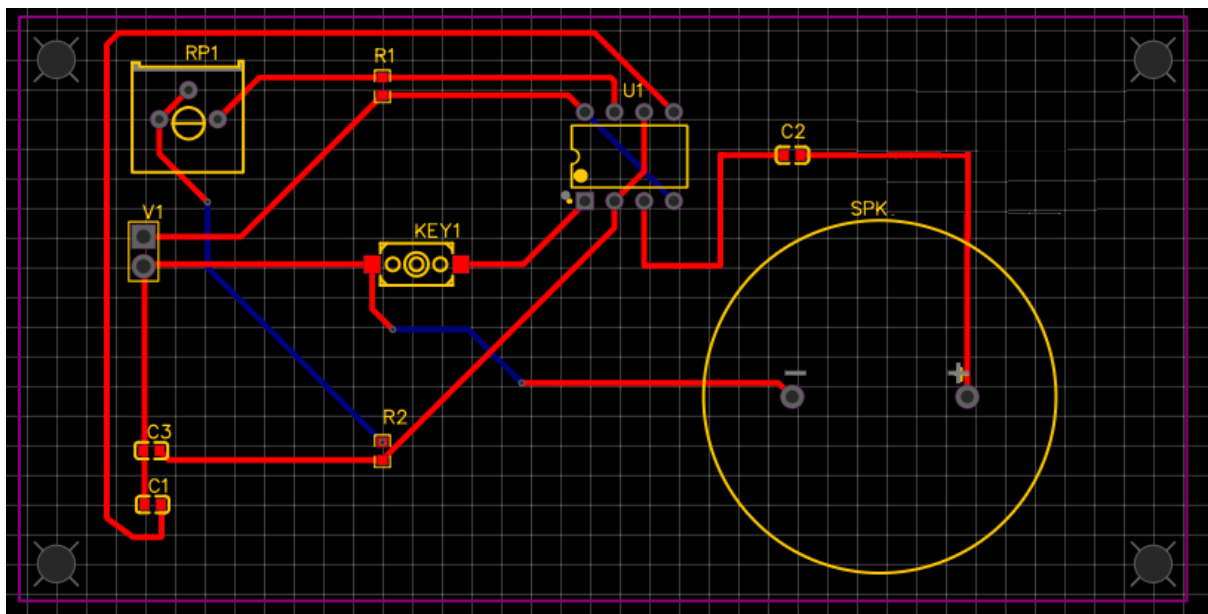
### 3. Projektiranje modela generatora Morseovog koda

Pri projektiranju modela generatora Morseovog koda koristio sam osnovnu shemu generatora Morseovog koda koja je prikazana na slici 3.1. Shema je izrađena u programu EasyEDA. EasyEDA je internetski paket EDA (*electronic design animation*) alata koji omogućuje hardverskim inženjerima dizajn, simulaciju, dijeljenje - javno i privatno - i raspravljati o shemama, simulacijama i tiskanim pločama.



Slika 3.1: Električna shema generatora Morseovog koda

Na slici 3.2 prikazana je gerber shema generatora Morseovog koda. Na njoj se jasno vide vodovi koji se trebaju spojiti na tiskanoj pločici. Shema je također izrađena u EasyEDA programu. Takva shema korisna je pri spajanju vodova, a isto tako korisna je za strojnu izradu modela tiskanih pločica u masovnoj proizvodnji.



Slika 3.2: Izgled dizajnirane tiskane pločice generatora Morseovog koda

## 4. Praktična izrada modela

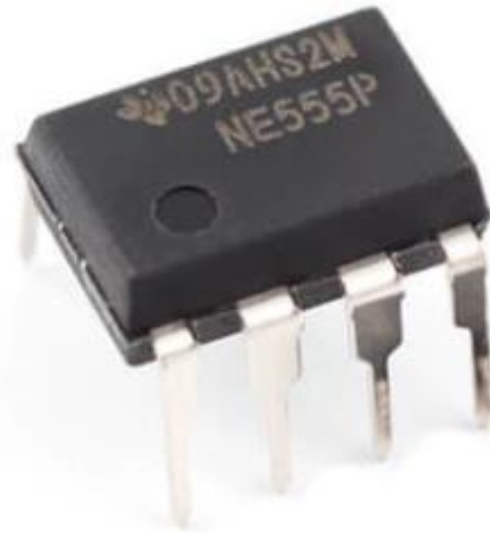
Za izradu praktičnog modela su korištene već spomenute komponente u poglavlju 3. Glavni dio sklopa čini NE555 tajmer. Tajmer IC dizajnirao je 1971. Hans Camenzind. NE555 IC (*integrated circuit*) je integrirani krug (čip) koji se koristi u raznim shemama mjerača vremena, odgode, generatora impulsa i oscilatora. U sklopu generatora Morseovog koda koristi se kao oscilator tonske frekvencije čiji se rad kontrolira tipkalom. [12]

### 4.1 Komponente

Potrebne komponente za izradu ovog modela su baterija od 9V, dva potencimetra, jedan od  $100\text{k}\Omega$ , drugi od  $10\text{k}\Omega$ , tri kondenzatora jedan od  $22\mu\text{F}$ , jedan od  $20\text{nF}$  i jedan od  $0.01\mu\text{F}$ , tri otpornika jedan od  $12\text{k}\Omega$  i drugi od  $1\text{k}\Omega$ . Zatim treba jedan NE555, mini zvučnik i tipkalo.

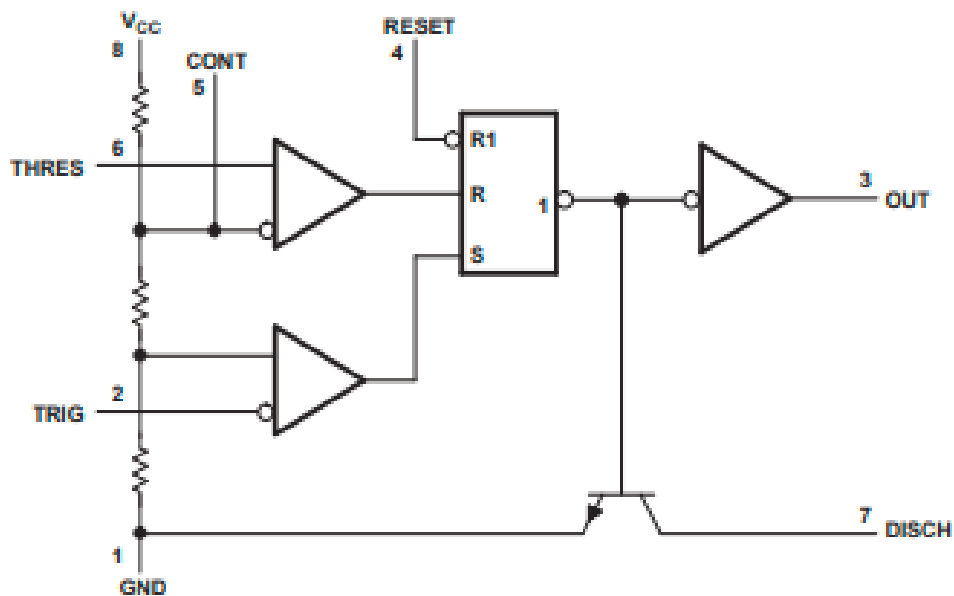
#### 4.1.2 NE555 IC

Na slici 4.1.1 prikazan je čip NE555 IC u spoju oscilatora. U monostabilnom načinu rada, vremenskim intervalom upravlja jedna vanjska mreža otpornika i kondenzatora. U astabilnom načinu rada, frekvencija i radni ciklus mogu se neovisno kontrolirati s dva vanjska otpornika i jednim vanjskim kondenzatorom.



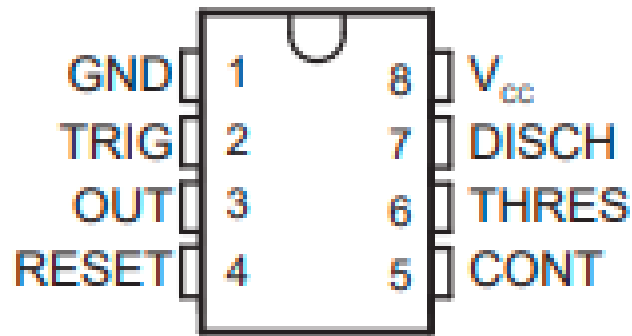
Slika 4.1.1: NE555 IC tajmer [17]

Na slici 4.1.2 prikazana je pojednostavljena shema NE555 IC tajmera u obliku blok dijagrama. RESET ima kontrolu nad TRIG, koji ima kontrolu nad THRES.



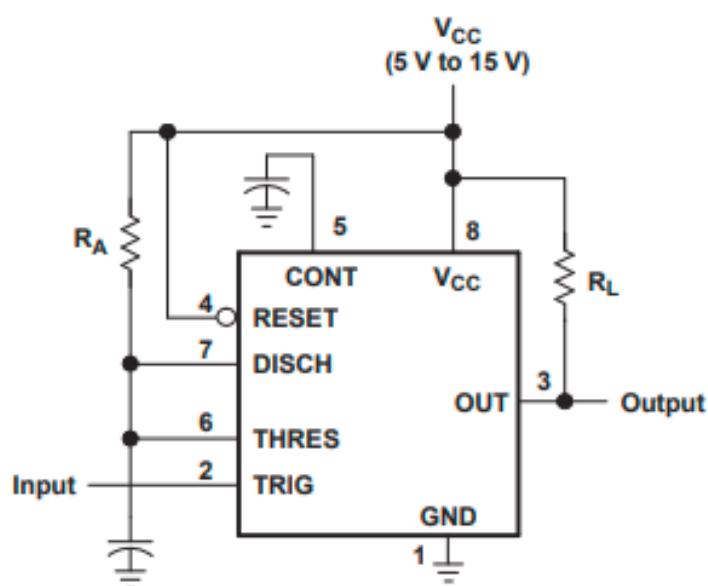
Slika 4.1.2: Blok dijagram NE555 IC tajmera [13]

Na slici 4.1.3 vide se gdje su koji pinovi u spoju, tako je GND odnosno ground prvi pin, TRIG odnosno okidač (*engl. trigger*) drugi pin, OUT je treći pin, RESET je četvrti pin, CONT je peti pin, THRES odnosno threshold je šesti pin, DISCH je sedmi pin, V<sub>cc</sub> je osmi pin. Po polukrugu na vrhu komponente se može razaznati početak i kraj.



Slika 4.1.3: Pinovi NE555 IC tajmera [13]

Na slici 4.1.4 je prikazan krug monostabilnog NE555 IC tajmera. Ako je izlaz (*engl. output*) nizak, primjena negativnog impulsa na okidač (TRIG) postavlja flip-flop (Q se smanjuje) povećava izlaz i isključuje Q1 (odnosi se na kvadrant Q1 odnosno na pin 1). Kondenzator C se tada puni kroz R<sub>A</sub> sve dok napon preko kondenzatora ne dosegne napon praga ulaza praga (THRES). Ako se TRIG vratio na visoku razinu, izlaz praga komparatora resetira flip-flop (Q se povećava), dovodi izlaz na nisku razinu i prazni C do Q1.



Slika 4.1.4: Krug monostabilnog NE555 IC tajmera [13]

Izrazom 4.1 određena je perioda  $T$ , a izrazom 4.2 frekvencija  $f$ . Oznake se odnose na sliku 4.1.4. gdje je  $t_H$  izlaz signala dugog trajanja,  $t_L$  izlaz signala kratkog trajanja, a računaju se prema izrazu 4.3 i 4.4. [13]

$$T = t_H + t_L = 0.693(R_A + 2R_B)C \quad [4.1]$$

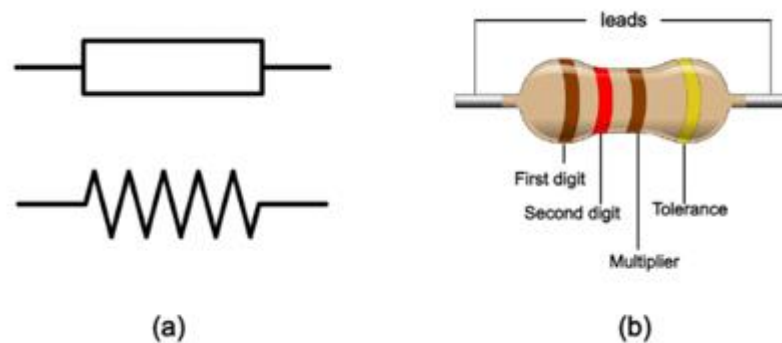
$$f \approx \frac{1.44}{(R_A + 2R_B)C} \quad [4.2]$$

$$t_H = 0.693(R_A + 2R_B)C \quad [4.3]$$

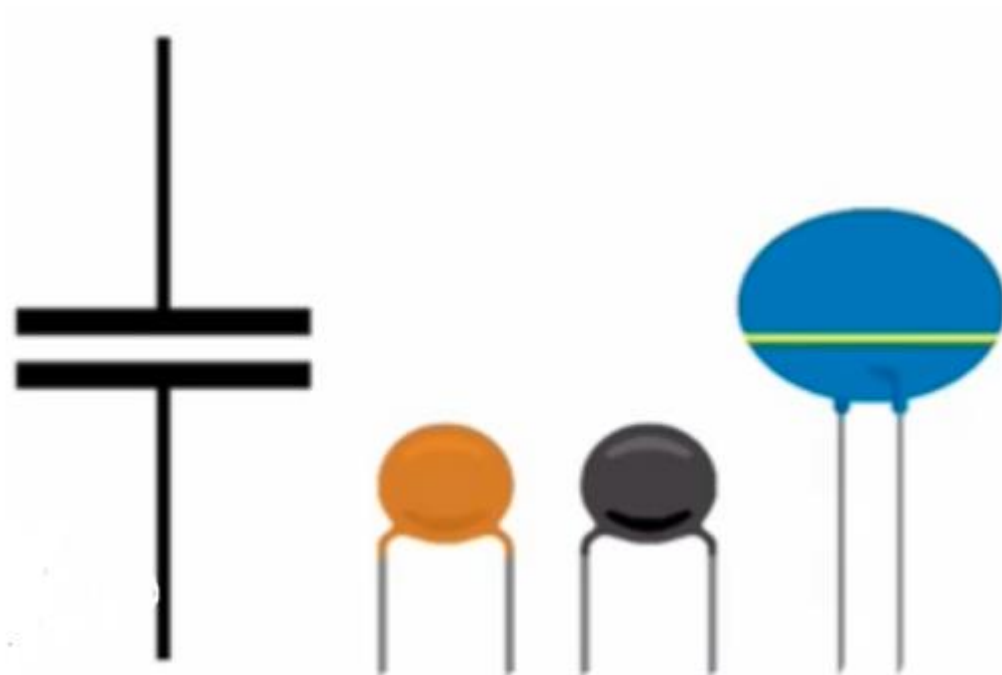
$$t_L = 0.693(R_B)C \quad [4.4]$$

#### 4.1.2 Kondenzator i otpornik

Sljedeće komponente su kondenzatori i otpornici vidljivi na slici 4.2.1. i 4.2.2. O njima ovise trajanje vremena i frekvencije .



Slika 4.2.1: Otpornik a) Simbol otpornika u shemama b) Otpornik s obojanim prugama [18]



*Slika 4.2.2: Simbol kondenzatora u shemama (prvi na slici lijevo)*

*i stvarni izgled kondenzatora (na slici desno) [19]*

### **4.1.3 Baterija**

Za napajanje sklopa koristila baterija od 9V lika 4.3.1) iz razloga što je cijeli sklop niskonaponski te vrijednosti napajanja mogu biti od 6-12V kako bi sklop bio funkcionalan.





*Slika 4.3.1: Baterija 9V*

#### 4.1.4 Zvučnik

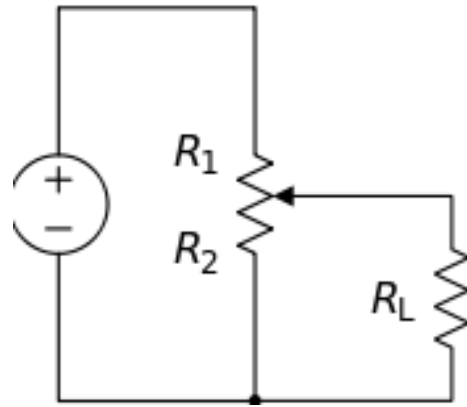
Za reprodukciju generiranoga tona Morseovog koda za prijam na sluh koristi se zvučnik. U ovom modelu iskorištena je najjednostavnija varijanta piezoelektričnog zvučnika, tzv. piezo zujalica, prikazana na slici 4.4.1..



*Slika 4.4.1: Piezo zujalica*

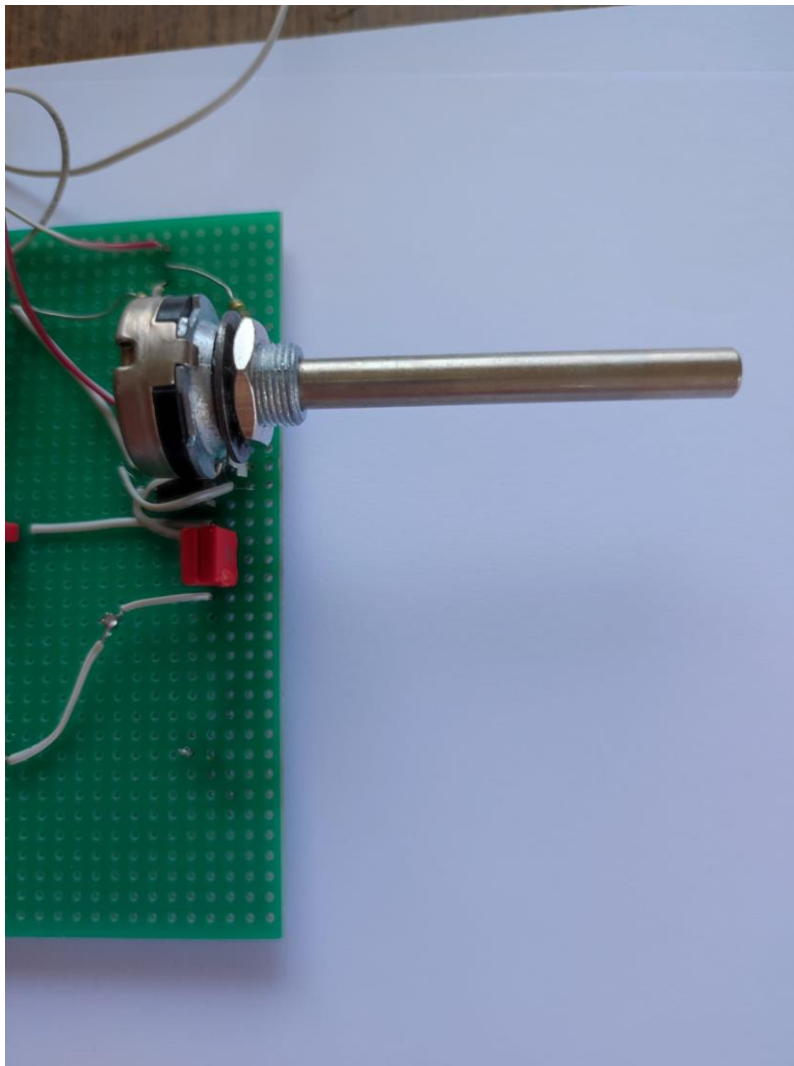
#### 4.1.5 Potencijometar

Potencijometar služi za pojačavanje ili smanjivanje glasnoće zvuka odn. frekvencije zvuka na način da se, mijenjajući otpor, mijenja i izlazna amplituda odn. RC konstanta oscilatora. Na slici 4.5.1 se vidi shematski prikaz potencijometra s promjenjivim otporom.

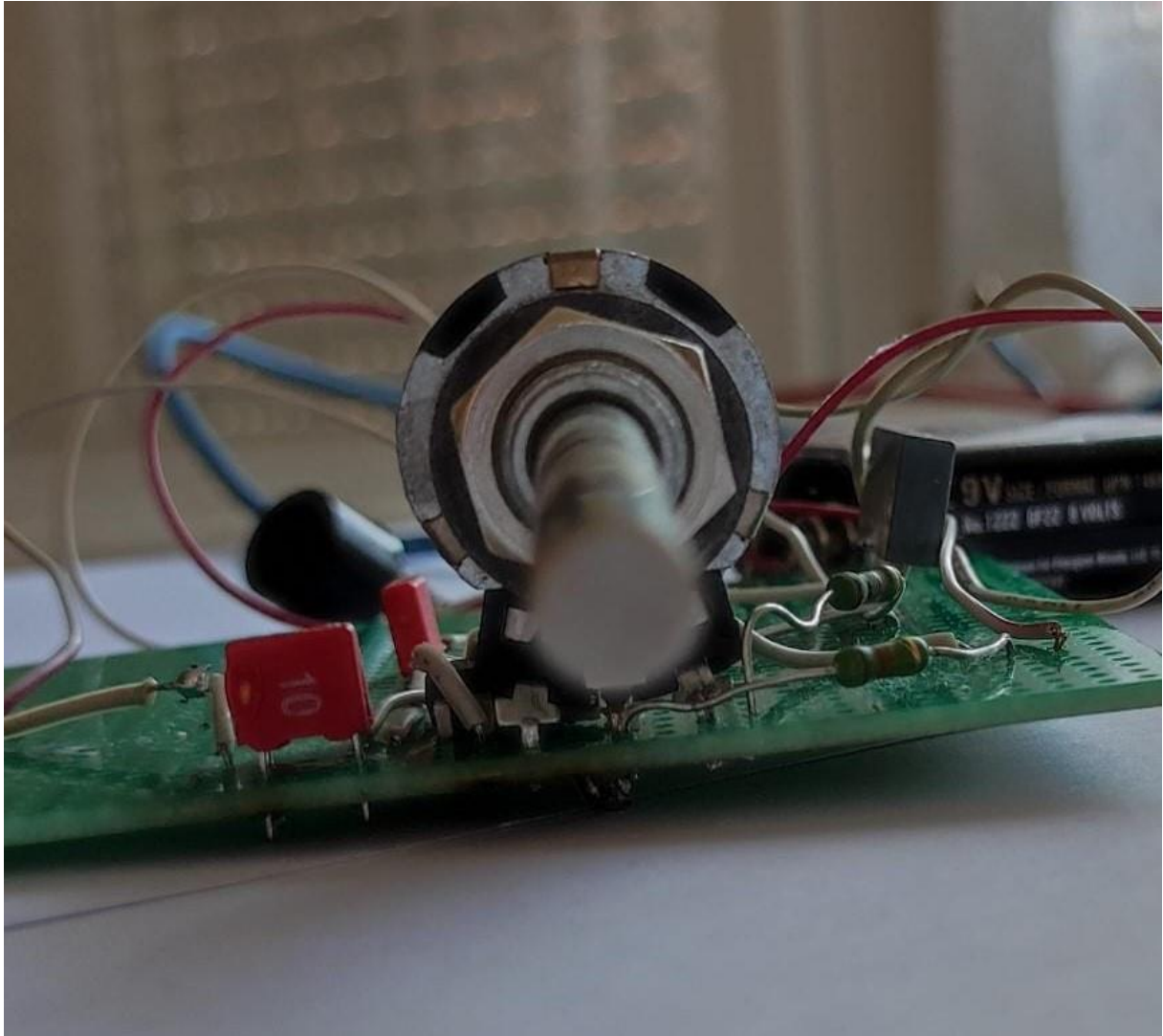


Slika 4.5.1: Shematski prikaz potenciometra [20]

Na slici 4.5.2 se vidi potenciometar koji se koristio u sklopu za mijenjanje frekvencije.



a)



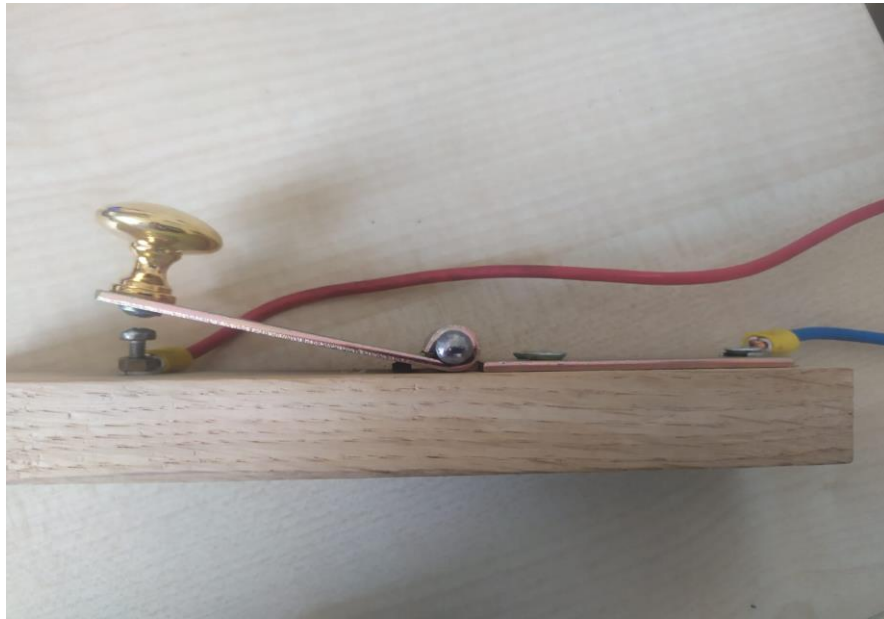
b)

*Slika 4.5.2: Potenciometar*

*a) Pogled odozgo b) Pogled bočno*

#### 4.1.6 Tipkalo

Tipkalo je vrsta prekidača koji spaja ili prekida spaja električni krug ovisno je li pritisnuto ili otpušteno. Inače se automatski, putem opruge ili drugog rješenja vraća u početni položaj. Tipka se koristi za zvono na vratima, tipkovnicu računara, igraće konzole itd. Na slici 4.6.1 je prikazano improvizirano tipkalo koje se koristilo za ovaj sklop.



a)

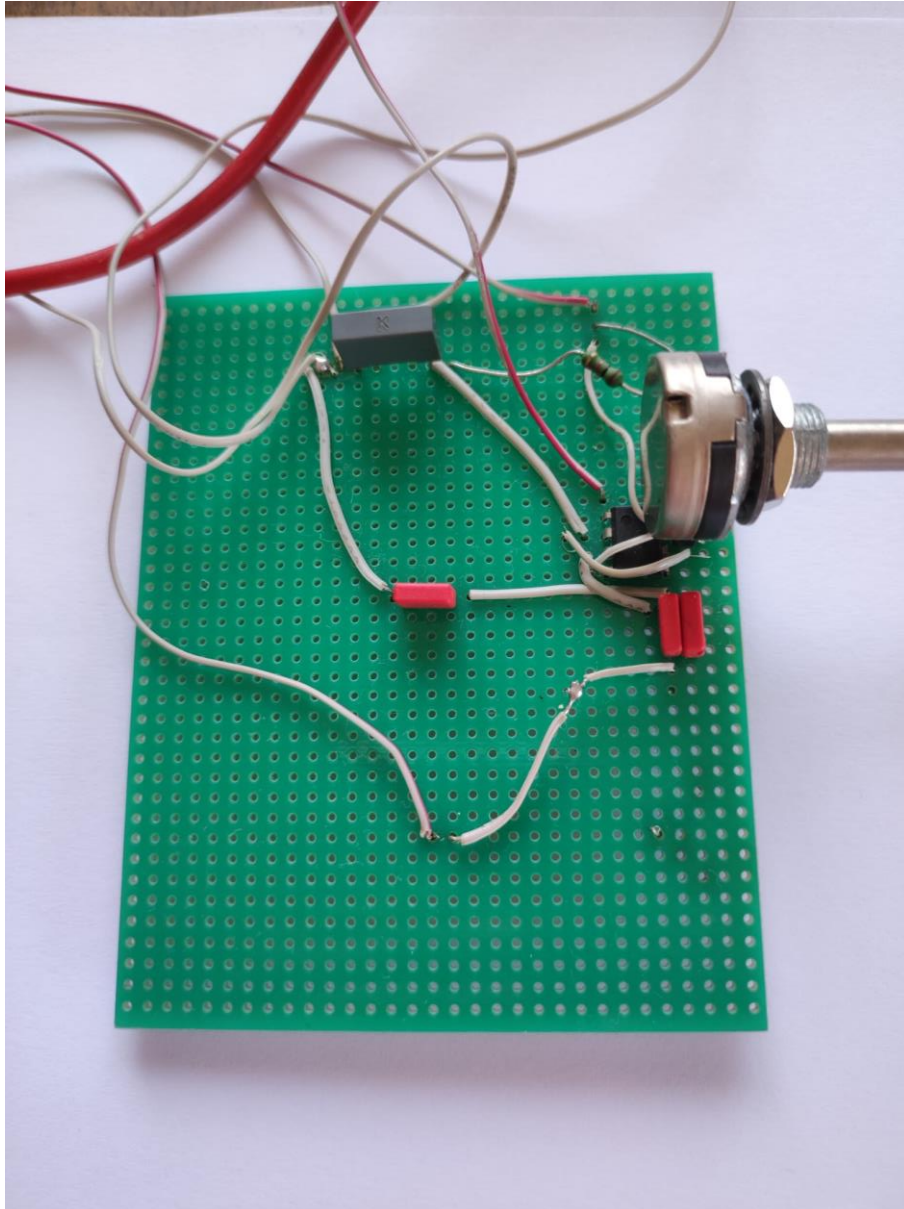


b)

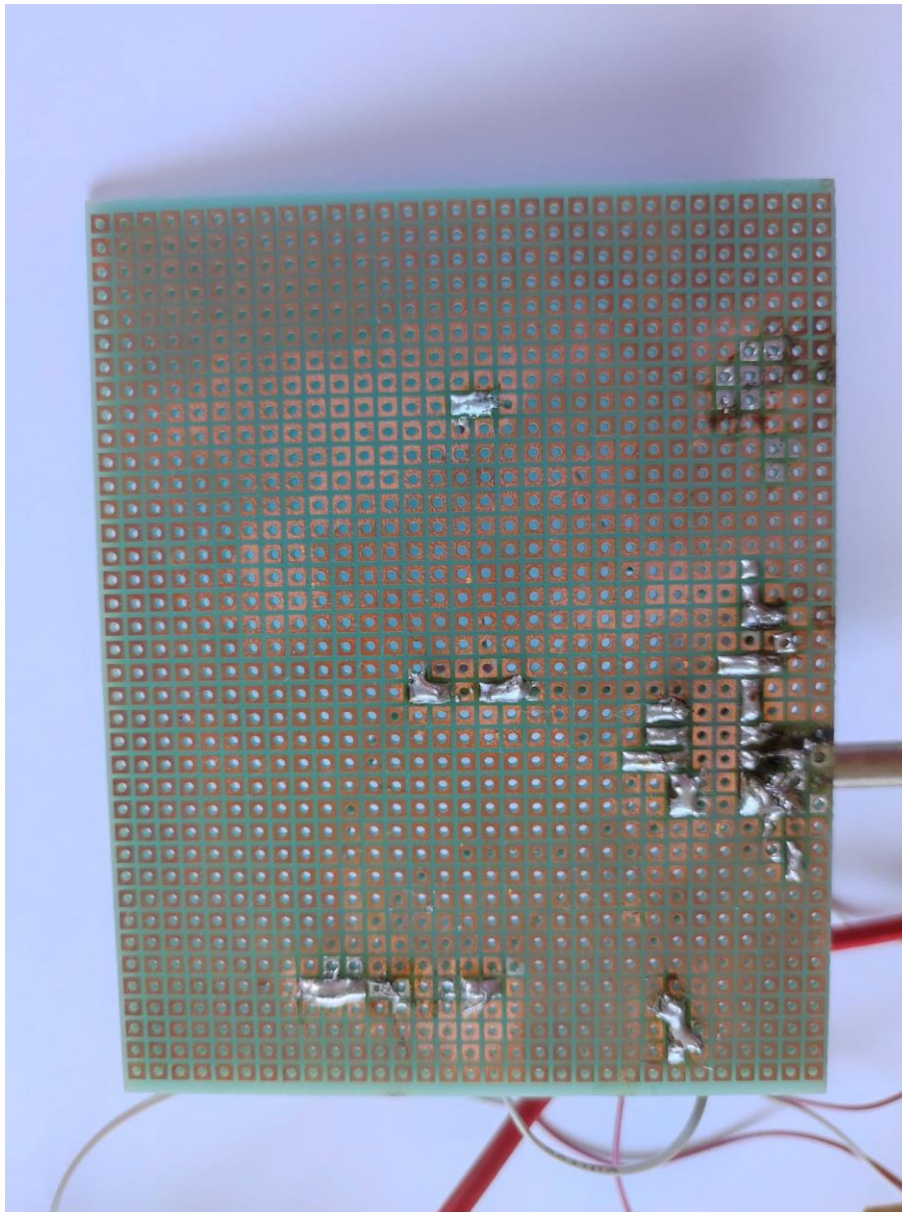
Slika 4.6.1: Tipkalo a) Pogled bočno b) Pogled odozgo

#### 4.1.7 Cijeli sklop

Na slikama 4.7.1, 4.7.2 i 4.7.3 se поближе види sklop u cijelosti.



*Slika 4.7.1: Sklop na pločici*

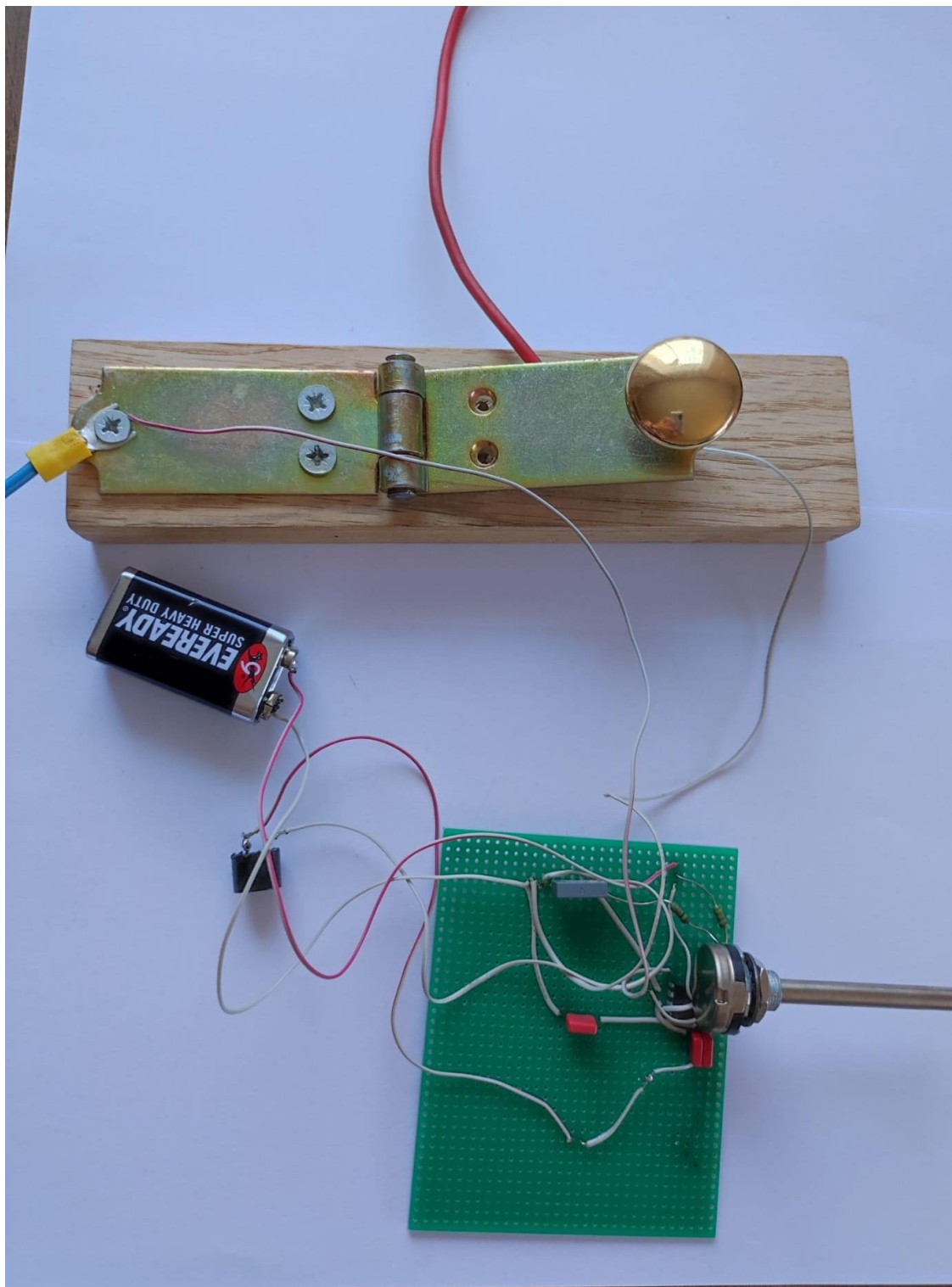


*Slika 4.7.2: Sklop pogled odozdo*

Na slici 4.7.2 vide se zalemljeni pinovi na univerzalnoj tiskanoj pločici. Univerzalna tiskana pločica je odabrana umjesto dizajnirane (tvornički rađene) pločice iz razloga što se dizajnirane pločice rade za veleprodaju, a na univerzalnoj tiskanoj se pločici može bolje razmotriti sami sklop i komponente se mogu ručno mijenjati pomoću odlemljivanja i ponovnog zalemljivanja.

Lemljenje je postupak spajanja metalnih izvoda elektroničkih elemenata (pinova) s pomoću lemne legure (lema, „tinola“). Lem ima niže talište od lemljenoga materijala. Spoj se ostvaruje nanošenjem rastaljenoga lema na površinu spajanih dijelova, te hlađenjem lema. Lem se

zagrijava lemilicom koja služi kao izvor topline da rastali lem i zagrije materijal koji se lemi, te ga na taj način pripremi za nanošenje lema.

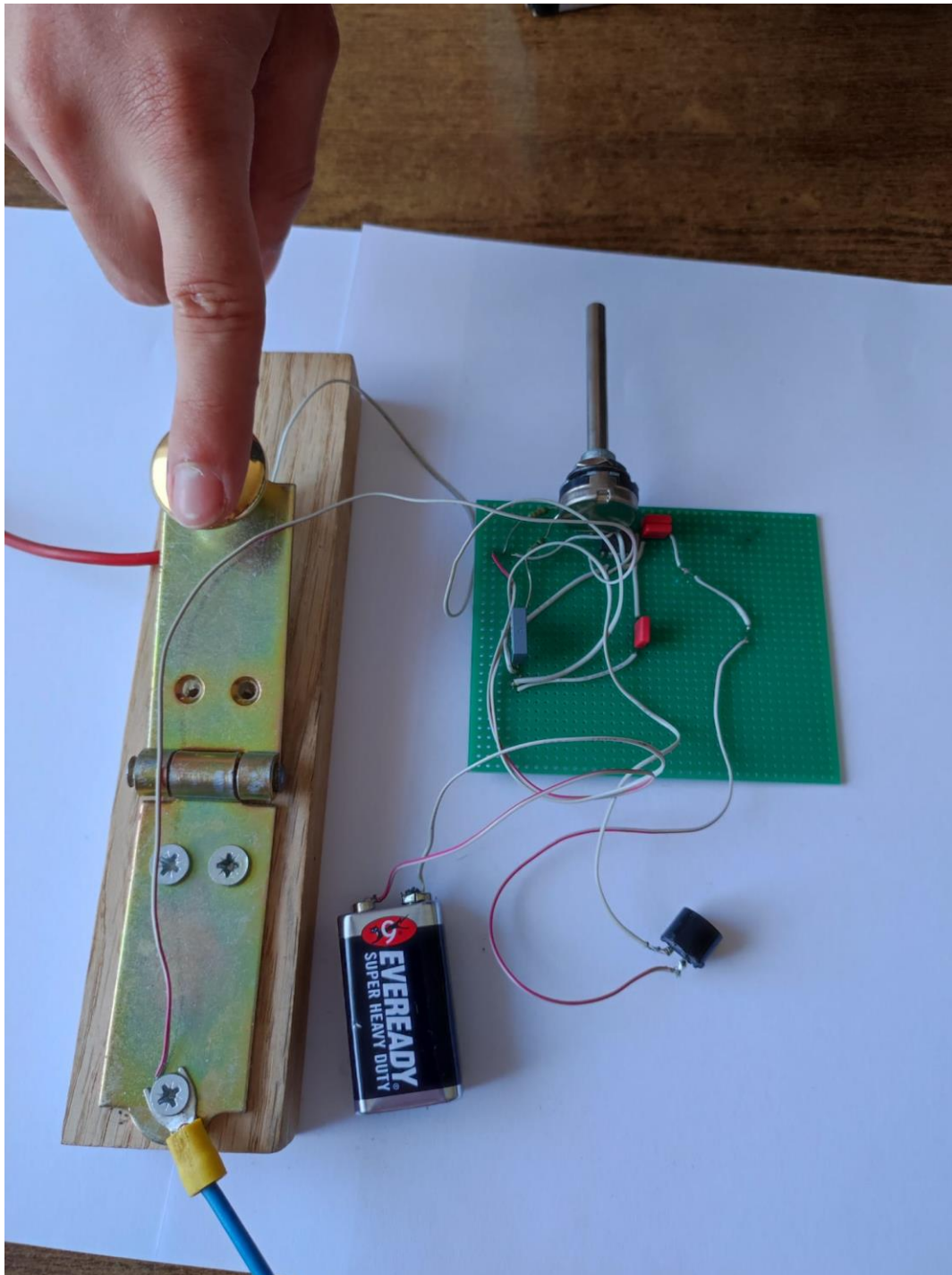


*Slika 4.7.3: Cijeli sklop izvan kutije*



## 5. Rezultati funkcionalnog ispitivanja

Na slici 5.1 prikazano je funkcionalno ispitivanje sklopa generatora Morseovog koda. Pritiskom na tipkalo javlja se ton određene frekvencije, a puštanjem tipke napajanje se prekida i tona više nema. Potencijetrom se frekvencija može mijenjati.



Slika 5.1: Ispitivanje sklopa

## 6. Zaključak

Morseov kod omogućuje efikasnu i učinkovitu komunikaciju putem signalnih poruka. To se postiže na način da svaki znak (slovo, broj, interpunkcijski znak itd.) ima određen broj točkica i/ili crtica koje taj znak definiraju. Postoje razne izvedbe emitiranja i dešifriranja Morseovog koda, kao što su ručno i automatsko generiranje, prijam na sluh i strojno dešifriranje. Neovisno o izvedbi, princip odašiljanja i primanja signala, te signalne poruke ostaju iste. Morseov kod u zrakoplovstvu danas se samo sluša i uspoređuje s oznakama („*dit/dah*“) uz radio navigacijska sredstva na kartama, no, piloti danas ne moraju biti vrsni poznavatelji jer prijamne poruke dešifriraju elektronički dekoderi.

Izradom funkcionalnog modela generatora Morseovog koda je demonstrirana jedna od najčešćih izvedbi generatora Morseovog koda. Model generatora Morseovog koda se sastoji od tipkala, NE555 oscilatora, te nekoliko otpornika i kondenzatora spojenih na izvor baterije. Ovim modelom generatora Morseovog koda je moguće demonstrirati način na koji se može komunicirati putem signala zvuka koristeći Morseovu abecedu.

## 7. Popis literature

1. Britannica, T. Editors of Encyclopaedia. "Morse Code." Encyclopedia Britannica, <https://www.britannica.com/topic/Morse-Code>. [Pristupljeno 20.08.2021.]
2. Recommendation ITU-R M.1677-1 (10/2009) International Morse code M Series Mobile, radiodetermination, amateur and related satellite services, Electronic Publication Geneva, 2009 [Pristupljeno 20.07.2021.]
3. Gene Mecija, <https://genemecija.github.io/learn-morse-code/> [Pristupljeno 20.07.2021.]
4. Challenge Lesson: Ozobot Bit Morse Code Generator By Richard Born [Pristupljeno 20.07.2021.]
5. (Howeth, Linwood S., Captain (1963). History of Communications-Electronics in the United States: Early Navy efforts to develop aircraft radio) [Pristupljeno 20.07.2021.]
6. How the Zeppelin raiders are guided by radio signals". Popular Science Monthly. April 1918. pp. 632–634. [30.08.2022.]
7. ("An obituary for Morse code". The Economist. 23 January 1999. Archived from the original on 30 March 2017.) [30.08.2022.]
8. Huffman, D. (1952). "A Method for the Construction of Minimum-Redundancy Codes" (PDF). Proceedings of the IRE [30.08.2022.]
9. Notice of Inquiry: Revision of Part 15 of the Commission's Rules Regarding Ultra-Wideband Transmission Systems" (PDF). ET Docket No. 98-153. US Federal Communications Commission. August 20, 1998. [30.08.2022.]
10. L. D. Wolfgang, C. L. Hutchinson (ed) The ARRL Handbook for Radio Amateurs, Sixty Eighth Edition, (ARRL, 1991) pages 9-8, 9-9 [Pristupljeno 20.07.2021.]
11. AUTOMATIC MORSE TRANSCIEVER Valentin Bouliou--Hello, Jozef Lipták, Milà Oriol Pascua [Pristupljeno 20.07.2021.]
12. Fuller, Brian (15. kolovoza 2012.). " Hans Camenzind, 555 timer inventor, dies". EE Times.] [Pristupljeno 20.07.2021.]
13. Texas Instrumetns <https://www.ti.com/cn/lit/ds/symlink/ne555.pdf?ts=1660950161816> [Pristupljeno 20.08.2021.]
14. Inačice za hrvatska slova. [https://hr.wikipedia.org/wiki/Morseov\\_kod](https://hr.wikipedia.org/wiki/Morseov_kod)
15. Damped wave. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Damped\\_sinewave.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Damped_sinewave.svg)
16. Kontinuirani val. <https://www.ligo.org/science/GW-Continuous.php>
17. NE 555P. <https://shopee.com.my/IC-LM555-TIMER-%281PCS%29-01704867-i.341832159.6873612058>
18. Otpornik. <https://www.electrorules.com/introduction-to-resistors/>

19. Prikaz kondenzatora u shematskom prikazu i u stvarnom prikazu. <https://all-free-download.com/free-vector/capacitor-vector.html>

20. Shematski prikaz potenciometra.

[https://sh.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Potentiometer\\_with\\_load.svg](https://sh.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Potentiometer_with_load.svg)

## 8. Popis slika

Slika 1: Morseova abeceda [2].....	2
Slika 1.1: Inačice za hrvatska slova [14] .....	3
Slika 2.1.1: Prigušeni val [15] .....	7
Slika 2.1.2: Kontinuirani val [16] .....	7
Slika 2.2: Ravno tipkalo [3] .....	8
Slika 2.3: Elektroničko tipkalo [3] .....	9
Slika 2.5: Dijagram dekodiranja Morseovog koda [11] .....	11
Slika 3.1: Električna shema generatora Morseovog koda .....	12
Slika 3.2: Izgled dizajnirane tiskane pločice generatora Morseovog koda .....	13
Slika 4.1.1: NE555 IC tajmer [17] .....	15
Slika 4.1.2: Blok dijagram NE555 IC tajmera [13] .....	15
Slika 4.1.3: Pinovi NE555 IC tajmera [13] .....	16
Slika 4.1.4: Krug monostabilnog NE555 IC tajmera [13] .....	16
Slika 4.2.1: Otpornik [18] .....	17
Slika 4.2.2: Simbol kondenzatora u shemama (prvi na slici lijevo) i stvarni izgled kondenzatora (na slici desno) [19] .....	18
Slika 4.3.1: Baterija 9V .....	19
Slika 4.4.1: Piezo zujalica .....	20
Slika 4.5.1: Shematski prikaz potencijometra [20] .....	21
Slika 4.5.2: Potencijometar .....	22
Slika 4.6.1: Tipkalo .....	23
Slika 4.7.1: Sklop na pločici .....	24
Slika 4.7.2: Sklop pogled odozdo .....	25
Slika 4.7.3: Cijeli sklop izvan kutije .....	26
Slika 5.1: Ispitivanje sklopa .....	27

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

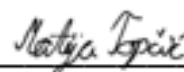
Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je \_\_\_\_\_završni rad\_\_\_\_\_

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada pod naslovom \_\_\_\_\_Konstrukcija modela generatora Morseovog koda\_\_\_\_\_, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student{

U Zagrebu, \_5.9.2022.\_\_\_\_\_



(ime i prezime, potpis)