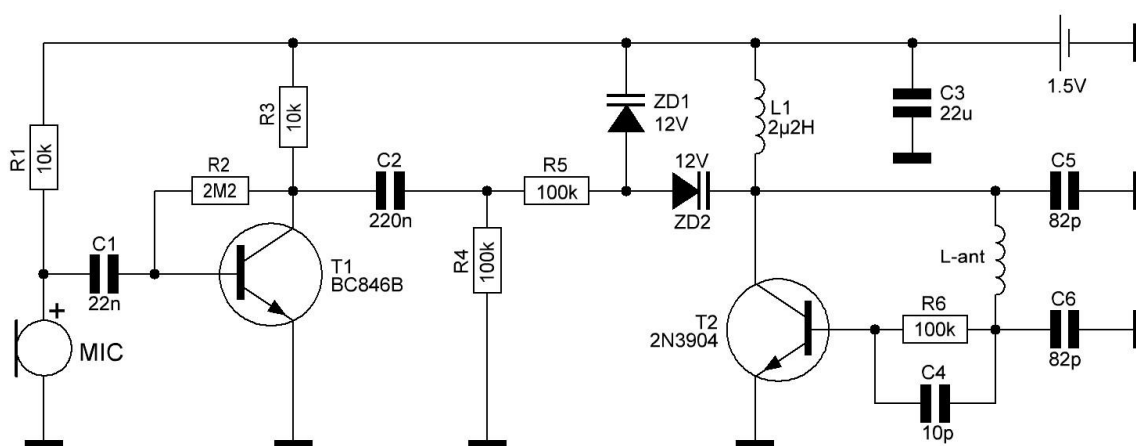


Preprost FM radijski oddajnik

Delovanje FM radijskega oddajnika

Namen praktične delavnice je seznanitev študentov s preprostim vezjem, ki deluje na relativno visokih frekvencah (okoli 100 MHz), tehniko izgradnje, pravilnim ročnim spajkanjem ter oživiljanjem vezja z odkrivanjem napak.

Vezje FM oddajnika sestavljajo mikrofonski ojačevalnik zvočnega signala ter visokofrekvenčni oscilator, katerega frekvenca oddajanja se lahko nastavi v celotnem FM UKV področju od 88 do 108 MHz. Ker je oscilator s sprejetim zvočnim signalom ustrezno moduliran, se ga razločno sprejema z vsakim UKV radijskim sprejemnikom.



Slika 1: Shema FM radijskega oddajnika

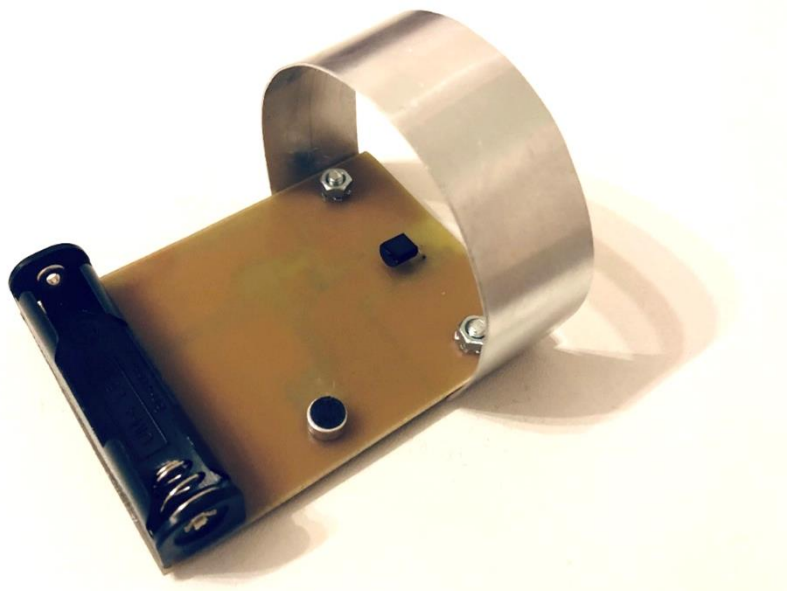
FM oddajnik pretvarja zvočno valovanje v električni signal s pomočjo mikrofona. Vezje, ki ga bomo izdelali, uporablja aktivni mikrofonski izhod. To je mikrofonski izhod v obliki majhne kovinske kapsule, ki v svoji notranjosti poleg samega mikrofona vsebuje še ojačevalnik in zato potrebuje tudi napajanje. Dovaja mu ga upor $R1$. Tipična napetost delovne točke na mikrofonskem izhodu je okoli 1,2 V. Enosmerno komponento signala odstranimo s kondenzatorjem $C1$ in ga vodimo na bazo tranzistorja $T1$. Tranzistor $BC846B$ ojačuje šibak signal iz mikrofona na primerno jakost potrebno za modulacijo. Njegovo delovno točko nastavimo z uporoma $R2$ in $R3$.

Z ojačenim signalom preko kondenzatorja $C2$ in uporov $R4$ in $R5$ krmilimo 12 V Zener diodi $ZD1$ in $ZD2$ (ki ju uporabljamo namesto varikap diod). V zaporni smeri tvori polprevodniški spoj v notranjosti diode kondenzator majhne vrednosti (nekaj 10 pF), čigar kapacitivnost je odvisna od napetosti na sponkah diode. Z majhnim spreminjanjem napetosti vplivamo na kapacitivnost spoja in tako na frekvenco nihajnega kroga, s čimer dobimo frekvenčno moduliran signal.

Osrednjo frekvenco določata kondenzatorja $C5$ in $C6$ ter tuljava $L\text{-ant}$ v vezavi z NPN tranzistorjem $2N3904$. $L\text{-ant}$ je majhna krožna zanka, navadno izdelana iz kosa aluminija. Njena velikost in oblika določa induktivnost in s tem resonančno frekvenco nihajnega kroga. Hkrati je zanka tudi oddajna antena.

Oddajnik za svoje delovanje potrebuje 1,5 V AAA baterijo. Napajalno napetost lahko višamo vse tja do 5 V, s čimer tudi zvišujemo moč oddaje in občutljivost mikrofona. Praznjenje baterije

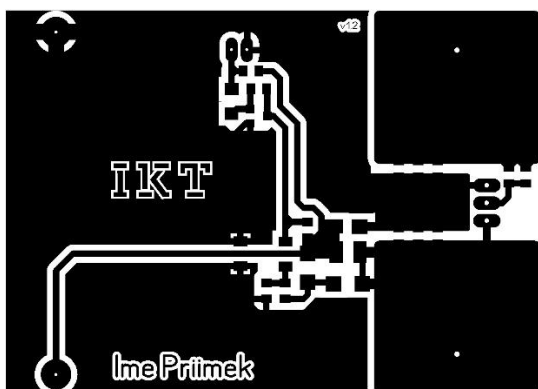
sicer povzroči spreminjanje oddajne frekvence nihajnega kroga, vendar znaša poraba našega vezja komaj 1,8 mA, kar pomeni, da bo naša baterija držala zelo dolgo, spreminjanje frekvence pa ne bo hipno. Če želimo, lahko vezje napajamo tudi z dvema zaporedno vezanima 1,5 V baterijama.



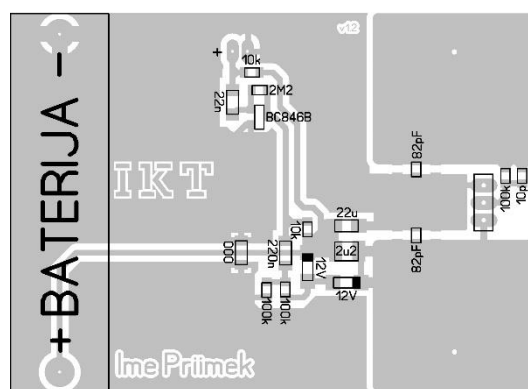
Slika 2: Končni izgled preprostega FM oddajnika

Izdelava FM oddajnika

Tiskanino izdelamo na enostranskem tiskanem vezju FR4 debeline 1,6 mm. Tanjši laminat bo sicer enostavnejši za rezanje, vendar mehansko ni dovolj odporen na končno uglaševanje s stiskanjem zanke. Velikost končne tiskanine je 5 cm × 7 cm. Pred jedkanjem na vsaki strani pustimo 0,5 cm odvečnega robu za lažjo končno obdelavo in rezanje.



Slika 3: Negativ tiskanine velikosti 5cm × 7cm



Slika 4: Razporeditev elementov na tiskanini

Negativ z laserskim tiskalnikom natisnemo na povoskan papir in ga s pomočjo laminatorja prenesemo na očiščeno bakreno ploščico. Tiskanino izjedkamo, očistimo z acetonom, nato izvrtamo luknje. Luknje za tranzistor in mikrofona zvrtnemo s svedrom debeline 0,8 mm, luknji za baterijo s 1,2 mm ter luknji za vijačenje zanke s 3,2 mm debelim svedrom. Pri tem pazimo, da občutljivih svedrov s premikanjem tiskanine ne zlomimo ali pa se poškodujemo pri vrtnanju največje luknje. Obvezno nosimo zaščitna očala, saj bodo odlomljeni ostanki svedra najverjetneje prileteli naravnost v naše oko! Baker na tiskanini nato zopet rahlo pobrusimo in natančno pocinimo.

Najprej namestimo vse komponente na spodnji strani. Pri tem pazimo na polariteto Zener diod, ter da z odvečnim cinom ne naredimo kratkostičnih povezav na maso. Razpored elementov kaže Slika 4.

Nato namestimo še tranzistor 2N3904, mikrofona in držalo za baterijo. Zopet pazimo na polariteto aktivnih komponent.

Zančno anteno izdelamo iz aluminijaste traku širine 20 mm in dolžine 140 mm. Za lažjo mehansko obdelavo izberemo pločevino debeline med 0,6 mm vse tja do 1 mm. Tanjši material lažje oblikujemo in na koncu uglašujemo, debelejši pa je mehansko bolj robusten. Izvrtamo luknje po načrtu prikazanem na Sliki 5.



Slika 5: Mehanski načrt aluminijaste traku za izdelavo zančne antene

Skupaj z dvema kondenzatorjema 82 pF tvori naša zančna antena s svojo induktivnostjo resonančno frekvenco okoli 98 MHz, kar je ravno na sredini FM UKV frekvenčnega pasu. Če želimo znižati frekvenco, to najlažje storimo z nameščanjem dodatnih kondenzatorjev vzporedno C5 in C6. Višanje frekvence izvedemo z namestitvijo krajše zančne antene, saj želimo obdržati razmeroma visoko kapacitivnost nihajnega kroga, da se znebimo neželenega seljenja frekvence, ko se oddajniku približamo z roko.

Končno fino nastavitvev frekvence izvedemo s stiskanjem (preoblikovanjem) zančne antene. S pomočjo radijskega sprejemnika poiščemo svoj oddajnik. Ta lahko oddaja točno na frekvenci obstoječe radijske oddaje, kar pomeni, da jo v bližini našega sprejemnika preglasi. S sprejemnikom se pomaknemo na prvo višjo prosto frekvenco, tako da slišimo samo šum. Nato z mečkanjem antene tja poskušamo spraviti naš oddajnik. Seveda lahko na tak način frekvenco oddaje spreminjamo le za približno 2-3 MHz.

Če razpolagamo z radijskim spektralnim analizatorjem, lahko delovanje in uglaševanje opravimo na nekoliko enostavnejši način.

Naloga

1. Izdelajte in preizkusite delovanje preprostega FM radijskega oddajnika.
2. FM radijski oddajnik uglasite na zeleno prosto frekvenco.